Le sujet est constitué de **quatre parties** dans une large mesure **indépendantes**.

Il est attendu du candidat qu'il réalise une exploitation des documents en répondant aux questions **dans l'ordre du sujet**. La copie doit reprendre la numérotation des questions et des documents.

Aucune introduction générale ni conclusion générale n'est attendue.

L'évaluation de la copie prendra en compte la clarté, la rigueur et la concision des propos. Une attention particulière sera apportée **à l'illustration et à l'argumentation.**

La Méditerranée et son littoral

Le sujet porte sur l'étude d'éléments de géologie et de climatologie du sud de la France métropolitaine en lien avec le domaine méditerranéen et son littoral.

Il comporte l'étude des quatre thématiques suivantes :

partie 1 : Étude du secteur du golfe du Lion et de la Méditerranée occidentale.

partie 2 : Étude du risque associé à un phénomène météorologique méditerranéen et de son origine.

partie 3 : Étude du massif sédimentaire des Calanques de Marseille.

partie 4 : Étude cartographique et pétrographique dans le secteur à l'est de Marseille, la Provence cristalline.

Les secteurs abordés dans le sujet sont localisés dans le **document d'introduction**

Une durée indicative est donnée pour traiter des différentes parties.

Partie 1
Étude du secteur du Golfe du Lion et de la Méditerranée occidentale

Durée conseillée de la partie : 1h30

1.1. Le Golfe du Lion : un bassin sédimentaire.

L'analyse des différents documents doit permettre de montrer que le secteur du Golfe du Lion (localisation sur le **document d'introduction**) présente les caractéristiques d'un bassin sédimentaire et d'en définir la nature.

Question 1.1a
Définir un bassin sédimentaire et donner des caractéristiques communes à tous les bassins.

Le **document 1A** correspond à la cartographie bathymétrique du secteur du Golfe du Lion.

Question 1.1b
Expliquer comment on obtient ces données bathymétriques.
Décrire l'évolution de la bathymétrie du littoral vers le large. Relier cette morphologie à un type de bassin sédimentaire.

Le **document 1B** correspond à une interprétation d'un **profil ECORS** dans le secteur du Golfe du Lion.

Question 1.1c
Expliquer ce qu'est un profil ECORS et comment les données sont obtenues.
Compléter la légende du document dans le *document-réponse 1 (à rendre avec la copie*).

Question 1.1d
Dégager de l'analyse du document 1B des arguments pour définir la nature de ce bassin.

1.2. Âge et contexte géodynamique de mise en place du bassin du Golfe du Lion.

Pour connaître l'âge de la formation du Golfe du Lion, on peut dans un premier temps s'intéresser à son remplissage sédimentaire.

Question 1.2a
À partir du remplissage sédimentaire représenté sur le document 1B, proposer, en le justifiant, un âge de la formation du bassin.

Pour compléter cette étude sur l'âge et le contexte géodynamique de mise en place du secteur du Golfe du Lion et de la Méditerranée occidentale, on propose l'étude des **documents 1C, 1D et 1E.**

Question 1.2b
Dégager des documents 1C, 1D et 1E, des arguments pour caractériser le contexte géodynamique (à l'échelle de la tectonique des plaques) de mise en place du bassin du Golfe du Lion et de la Méditerranée occidentale.
Cette étude comprendra la description des structures et leurs directions.

Partie 2
Risque lié à un phénomène météorologique et son origine

Durée conseillée de la partie : 1 heure

Les 8 et 9 septembre 2002, le département du Gard (n°30, voir le **document 2A**) subit un événement météorologique d'une intensité exceptionnelle, aux conséquences dramatiques : plusieurs milliers d'habitations sont sinistrées, et on déplore 24 morts. Cet épisode est un cas extrême d' « évènement méditerranéen », phénomène orageux récurrent dans le sud-est de la France métropolitaine.
L'objectif de cette partie est de déterminer les caractéristiques et les origines de tels épisodes.

2.1. Étude du risque lié aux évènements méditerranéens.

Question 2.1a
A partir des documents 2A à 2D, identifier les caractéristiques des évènements méditerranéens : période, localisation, données météorologiques, conséquences.
Donnée : 1 mm = 1 litre d'eau/m²

Question 2.1b
Définir la notion de risque.
A l'aide des documents 2A, $2E_1$ et $2E_2$, évaluer l'intensité du risque associé aux évènements méditerranéens dans les départements du Gard (n°30, document 2A) et des Bouches-du-Rhône (n°13, document 2A).

2.2. Origines d'un évènement méditerranéen.

Du point de vue atmosphérique, les évènements méditerranéens sont déclenchés par la mise en place d'une cellule de convection régionale, située au-dessus de la mer Méditerranée et des régions touchées par les orages. On cherche à déterminer les causes et les conséquences de la mise en place de cette cellule.

La situation des 8 et 9 septembre 2002 peut être analysée à l'aide des données météorologiques de ces deux journées (**documents $2F_1$ et $2F_2$**).

Question 2.2a
Sur le document $2F_1$ préciser ce que représentent - en termes de pression - les zones notées « A » et « D », sachant que la pression atmosphérique moyenne terrestre à 20°C est de 1013 hPa.
Donner le sens du gradient de pression impliquant les zones A et D.
Sachant que dans l'hémisphère nord, la force de Coriolis dévie vers la droite une masse d'air en mouvement, justifier la présence d'une circulation horizontale de l'air depuis la mer Méditerranée vers la côte, comme celle visible dans le Document $2F_2$.

Question 2.2b
Présenter succinctement les types d'échanges pouvant avoir lieu entre les eaux de surface de la mer Méditerranée et les masses d'air circulant horizontalement au-dessus d'elle.
En utilisant le document 2G, présenter alors les caractéristiques des masses d'air parvenant dans le Gard lors d'un événement méditerranéen tel que celui de septembre 2002.

En septembre 2002, la branche ascendante de la cellule de convection étudiée était située au-dessus du Gard.

Question 2.2c
A l'aide du document 2H, proposer une explication à l'ascendance des masses d'air provenant de la Méditerranée lors d'un épisode méditerranéen.

L'extrême intensité des épisodes méditerranéens est liée à la présence en altitude d'un flux d'air froid, rencontrant les masses d'air ascendantes évoquées aux questions précédentes.

Question 2.2d
Expliquer comment la rencontre de ces deux types de masses d'air est à l'origine des violentes précipitations observées en septembre 2002.

2.3. Bilan.

Question 2.3
Résumer l'ensemble des réponses aux questions de ce thème sous forme d'un schéma-bilan présenté sous forme d'une coupe Nord – Sud allant des reliefs cévenols au Golfe du Lion, montrant la cellule de convection étudiée, son origine et ses conséquences.

Partie 3
Le massif sédimentaire des Calanques de Marseille

Durée conseillée de la partie : 45 minutes

Le massif des Calanques est un site naturel situé entre les villes de Marseille et de La Ciotat (**document d'introduction**), constitué de massifs montagneux entourés de villes, vallées, plaines, et bordé par la mer Méditerranée d'où émerge un chapelet d'îles.

3.1. Analyse du faciès urgonien.

Le massif des Calanques est principalement constitué de roches sédimentaires appartenant à un faciès nommé « urgonien ».

Question 3.1a
A partir des documents 3A à 3D, caractériser le faciès urgonien de Provence :
- **Préciser la nature et le contenu fossilifère des roches de ce faciès (lithofaciès et biofaciès).**
- **Nommer ces roches à l'aide de la classification de Dunham.**

Les roches du faciès urgonien sont riches en fossiles du groupe des bivalves, avec un mode de vie fixé, appelés rudistes, dont l'une des valves (gauche ou droite selon les genres) est hypertrophiée et l'autre est atrophiée (operculaire). Ces organismes ont des milieux de vie similaires à ceux des coraux actuels.

Question 3.1b
Préciser les différents intérêts que peut avoir l'analyse des fossiles dans une roche sédimentaire.

Question 3.1c
A l'aide du document 3E, expliquer pourquoi le faciès urgonien ne peut pas être utilisé pour assigner la roche à un étage stratigraphique. En utilisant le document 3C comment pourrait-on préciser l'âge des roches présentant un faciès urgonien ?

Question 3.1d
Définir le principe d'actualisme.
En utilisant ce principe ainsi que la réponse à la question 3.1a, déterminer les caractéristiques de l'environnement de dépôt des sédiments du faciès urgonien.

3.2. Morphologie actuelle du massif.

Le terme provençal « calanques » désigne des anses bordées de pentes abruptes. Le parc national des Calanques est ainsi caractérisé par un paysage extraordinaire constitué de masses rocheuses plongeant dans la mer, découpées par des anses et criques.

Question 3.2
A partir des documents 3F et 3G, caractériser et nommer la morphologie du paysage.
Expliquer les processus d'altération qui conduisent à ce type de paysage.
Écrire la réaction chimique prépondérante dans ce type d'altération.

3.3. La grotte Cosquer.

En 1985, le plongeur Henri Cosquer découvre au niveau du cap Morgiou une grotte à laquelle il donnera son nom. Accessible uniquement par un siphon débouchant à 37 m sous le niveau de la mer (**document $3G_2$**), la grotte Cosquer renferme des trésors archéologiques uniques : peintures et gravures représentant divers animaux ainsi que des mains humaines.

Les peintures réalisées au charbon de bois ont permis de dater l'occupation humaine de la grotte Cosquer entre 33 000 et 20 000 BP (BP = *before present* c'est-à-dire avant le présent ; présent = année 1950).

Le bestiaire visible dans la grotte Cosquer compte 179 animaux terrestres : chevaux, bisons et aurochs, bouquetins, chamois, antilopes saïga, divers cervidés, un félin et des animaux indéterminés. La grotte figure également un nombre important d'animaux marins : pingouins, phoques, poissons et divers signes pouvant évoquer des méduses.

Question 3.3a
En exploitant le document 3H, proposer un environnement paléoclimatique pour les hommes ayant occupé la grotte Cosquer.

Question 3.3b
En trois lignes maximum, présenter quelles peuvent être les différentes causes de la submersion d'une zone côtière.

Question 3.3c
Utiliser le document 3J pour argumenter l'une des causes de la submersion de la grotte Cosquer entre sa dernière occupation par l'homme il y a 20 000 ans et la période actuelle.

Partie 4
Étude cartographique et pétrographique d'un secteur à l'est de Marseille

Durée conseillée de la partie : 45 mn

L'étude cartographique et pétrographique porte sur un secteur géologique à l'est de Marseille **(document d'introduction, document 4A)**. Celui-ci correspond en partie à ce que l'on appelle la Provence cristalline.

4.1. Étude cartographique.

On se propose de mettre en évidence quelques caractéristiques des terrains présents dans ce secteur du sud de la France afin de réaliser un schéma structural en **partie 4.3**.

Question 4.1a : Étude des terrains t2 en 1
À partir de l'extrait de la carte géologique du document 4A et de sa légende (document 4B) :
- **Indiquer la nature et l'âge, en chronologie relative et absolue (quantitative), des terrains notés t_2.**
- **Présenter la relation structurale entre la formation t_2 et celles plus anciennes.**

Question 4.1b : Étude des terrains notés r en 2 et 3 (Massif de l'Esterel)
À partir de l'extrait de la carte géologique du document 4A et de sa légende (document 4B) :
- **Indiquer pour ces deux secteurs, les différences entre les terrains notés r.**
- **Expliquer pourquoi sont-ils tous rassemblés sous la notation r ?**

Questions 4.1c : Étude du secteur en 4
À partir de l'extrait de la carte géologique du document 4A et de sa légende (document 4B) :
- **Déterminer la nature et l'âge de la roche dans ce secteur.**
- **Dégager de la légende de la carte (document 4B) des informations pour caractériser le contexte géodynamique de mise en place de la roche de ce secteur.**

Question 4.1d : Étude des terrains secteurs 5 (Massif des Maures) et 6 (Massif du Tanneron)
À partir de l'extrait de la carte géologique du document 4A et de sa légende (document 4B) identifier en le justifiant, l'ensemble structural français auquel appartiennent les massifs des Maures et du Tanneron.

4.2. Étude pétrographique d'un secteur de la Provence.

Les questions qui suivent, portent sur l'étude à différentes échelles, d'une roche représentative d'un des secteurs étudiés dans la **partie 4.1**.

Questions 4.2a
À partir de l'étude des photographies des documents $4C_1$ et $4C_2$ et de la photographie de détail proposée dans le *document-réponse 2*, déterminer la nature des roches qui forment le paysage.
Expliquer ce choix.

Questions 4.2b
Compléter le tableau du *document-réponse 2 (à rendre avec la copie)* en donnant les critères macroscopiques de reconnaissance des minéraux 1 et 2.
Déterminer les noms des minéraux et de la roche, en montrant comment l'analyse chimique proposée au document 4C$_2$ peut vous aider.

Questions 4.2c
Dans quel secteur (1 à 6) du document 4A peut-on observer ces roches ?

4.3. Réalisation d'un schéma structural du secteur étudié et histoire du secteur

Les études précédentes doivent aider à la réalisation d'un schéma structural dans le ***document-réponse 3*.** Un résumé de quelques lignes sur l'histoire de ce secteur est également attendu.

Questions 4.3a : Réaliser un schéma structural
Dans le cadre du *document-réponse 3 (à rendre avec la copie)*, réaliser un schéma structural de l'extrait de la carte géologique du document 4A (représenter les principaux ensembles que l'on peut définir, ainsi que les principales structures tectoniques.)

Questions 4.3b : Commentaire de l'histoire du secteur
Reconstituer, en argumentant, l'histoire géologique de ce secteur de la Provence.

FIN DU SUJET

Références des documents et des données

Google Earth Pro
Carte géologique de la France au 1/1 000 000 et sa légende, 6ème édition BRGM, 2003.
Lithotheque.ac-montpellier.fr/ouverture-de-la-mediterranee-occidentale (M. Séranne modifié), 05/09/2025
Extrait de l'échelle stratigraphique international, 2022
Réhault J.P. *et al.* (2012) *Journal of Geodynamics* **58**, 73-95
Dercourt J. (1997) *Géologie et géodynamique de la France*, Dunod.
Site Planet Terre – ENS Lyon, 15/09/2025
AGSE Présentation géologique et paysages des Bouches du Rhône 6/10/2022 (Gattacceca,2000)
Lithothèque ac.aix-marseille.fr, 18/08/2025
Site « Planet-Terre » ENS Lyon, 30/09/2025
Midi libre – William Truffy - Publication du 10/09/2022 : « Inondations de septembre 2002 : Remoulins se souvient ».
Site « Météo France », 20/10/2025
http://pluiesextremes.meteo.fr, édition du 13/04/2015.
https://www.cartesfrance.fr/geographie/cartes-relief/carte-relief-francais.html, 28/08/2025
Magasine « Pour la Science » n°537, juillet 2022, « Grotte Cosquer : 20 000 ans sous les mers ».
Site du Parc National des Calanques de Marseille, 28/08/2025
Photothèque de l'académie de Lyon, photographies de rudistes, 30/08/2025.
Jacques Collina-Girard, Bruno Arfib (2010) *Le karst polyphasé des calanques et la grotte Cosquer*. Philippe Audra. Grottes et karsts de France, 19, Association française de Karstologie, pp.242-243, 2010, Karstologia Mémoires, 9782950422255.
Masse J.P. *et al.* (2003). Palaeobathymetric reconstruction of peritidal carbonates: Late Barremian, Urgonian, sequences of Provence (SE France). Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology
Duplessy et Morel (1990). *Gros temps sur la planète*. Editions O. Jacob.

DOCUMENT D'INTRODUCTION : Localisation des secteurs d'étude

Carte Google Earth – Le cadre blanc renferme les différents secteurs qui seront abordés dans le sujet.
Le secteur couvert par les parties 1 et 2 est équivalent. Les Calanques évoquées en partie 3 sont situées à l'est de la ville de Marseille.

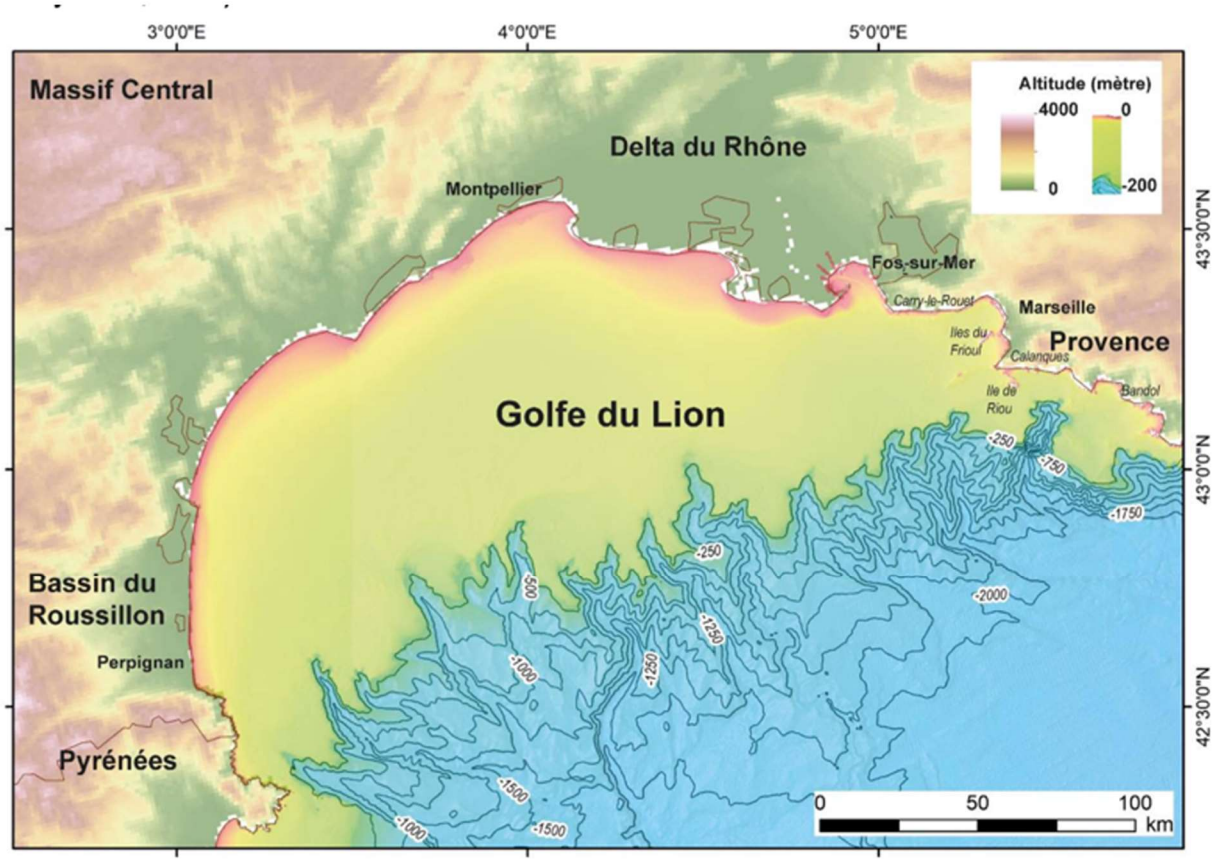


Cadre rouge : localisation des secteurs d'étude sur la carte géologique de France

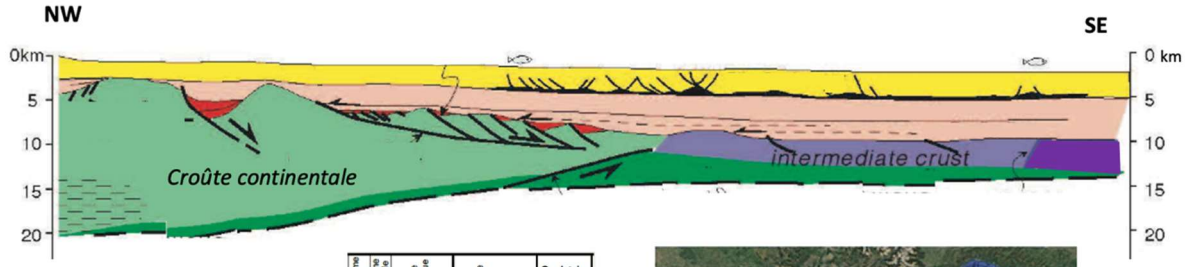


DOCUMENTS DE LA PARTIE 1

Document 1A : Bathymétrie (en mètres) du Golfe du Lion et de la Méditerranée occidentale.



Document 1B : Localisation et Interprétation des données du profil ECORS.



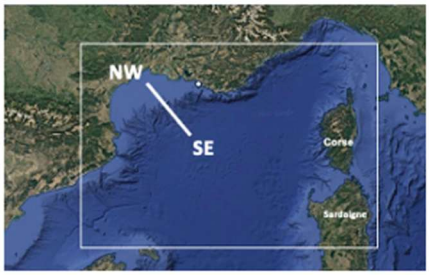
Sédiments de 5 à 0 Ma

Sédiments de 20 à 5 Ma

Sédiments 34 à 20 Ma

Charte stratigraphique pour dater les sédiments de la coupe

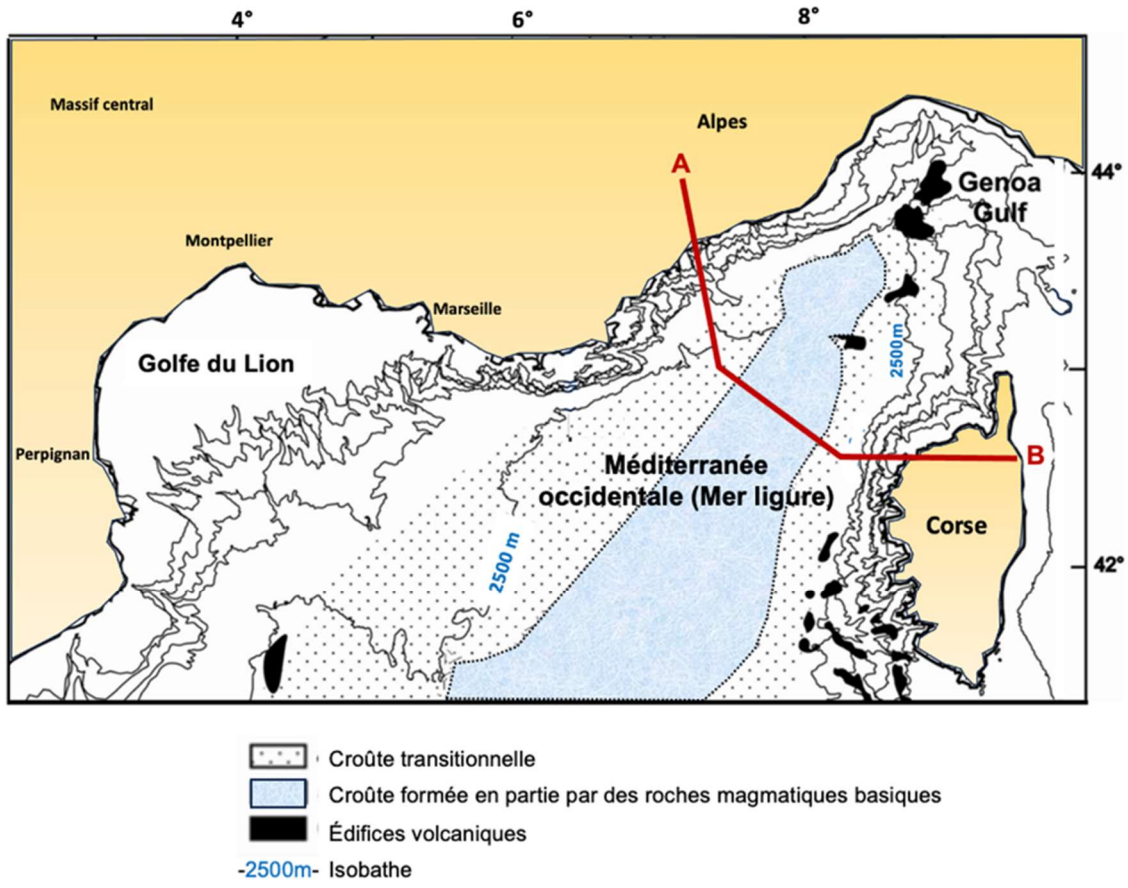
Ère/Ère	Système/Période	Série/Epoque	Etage	Gradstein & Ogg, 2004
Cénozoïque	Quaternaire q	Holocène	q4	0.0118
		Pléistocène q1-3	Supérieur q3	0.126
			Moyen q2	0.781
			Inférieur q1	1.806
	Néogène	Pliocène p	Gélasien p3	2.588
			Plaisancien p2	3.600
			Zancléen p1	5.332
		Miocène m	Messinien m6	7.246
			Tortonien m5	11.608
			Serravallien m4	13.65
			Langhien m3	15.97
			Burdigalien m2	20.43
			Aquitanien m1	23.03
	Paléogène	Oligocène g	Chattien g2	28.4 ±0.1
			Rupélien g1	33.9 ±0.1
		Eocène e4-7	Priabonien e7	37.2 ±0.1
			Bartonien e6	40.4 ±0.2
			Lutétien e5	48.6 ±0.2
			Yprésien e4	55.8 ±0.2
		Paléocène e1-3	Thanétien e3	58.7 ±0.2
			Sélandien e2	61.7 ±0.2
			Danien e1	65.5 ±0.3



Localisation de la coupe ci-dessus

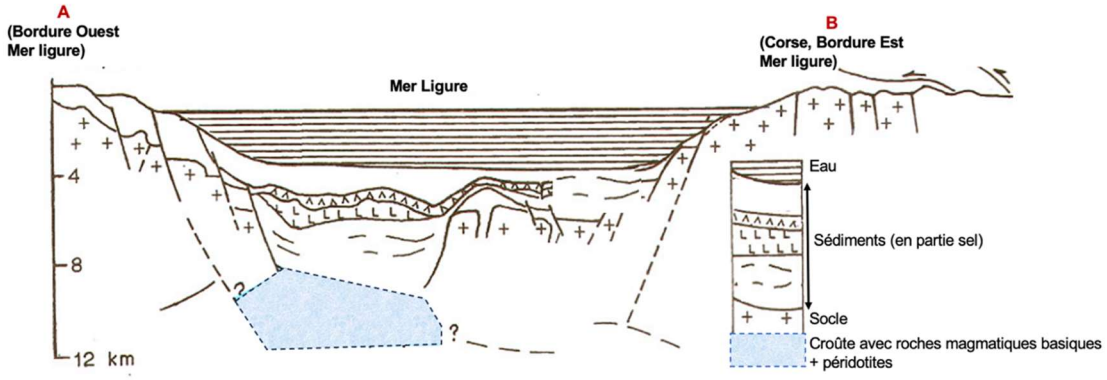
Document 1C : Bathymétrie et informations sur la lithologie dans un secteur de la Méditerranée occidentale.

Trait de coupe AB : secteur étudié dans le **document 1D**.

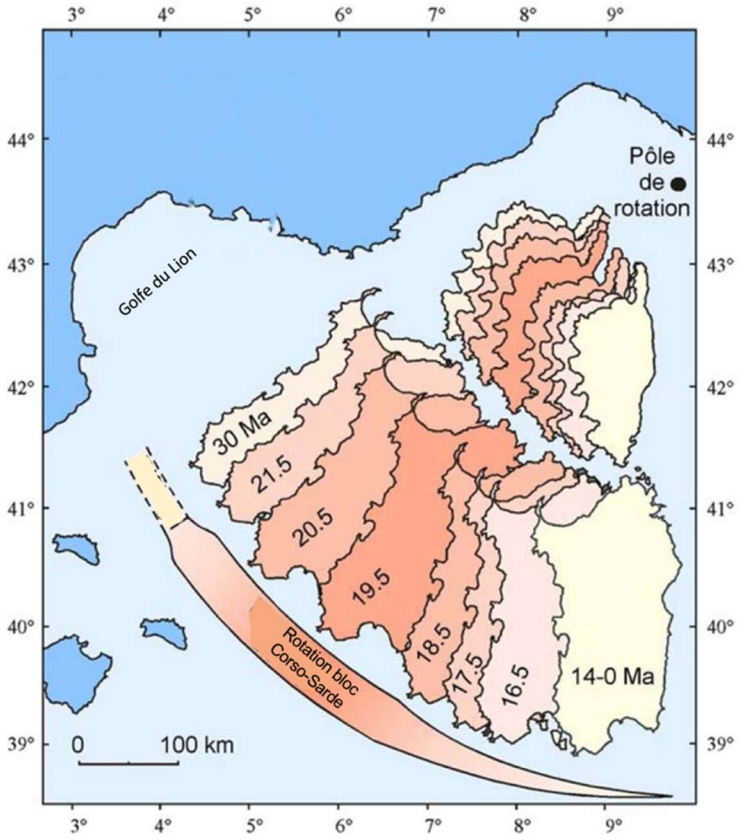


Document 1D : Coupe interprétative de données sismiques.

La coupe AB est localisée sur le **Document 1C.**

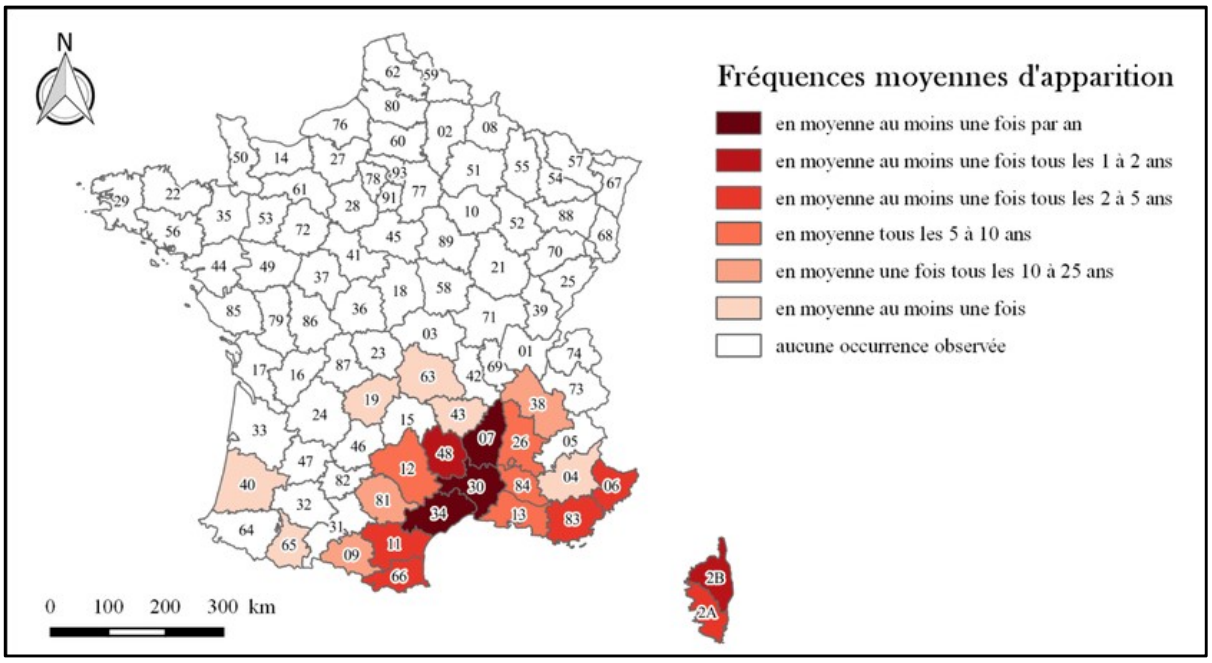


Document 1E : Reconstitution de la rotation du bloc Corso-Sarde depuis 30 Ma.

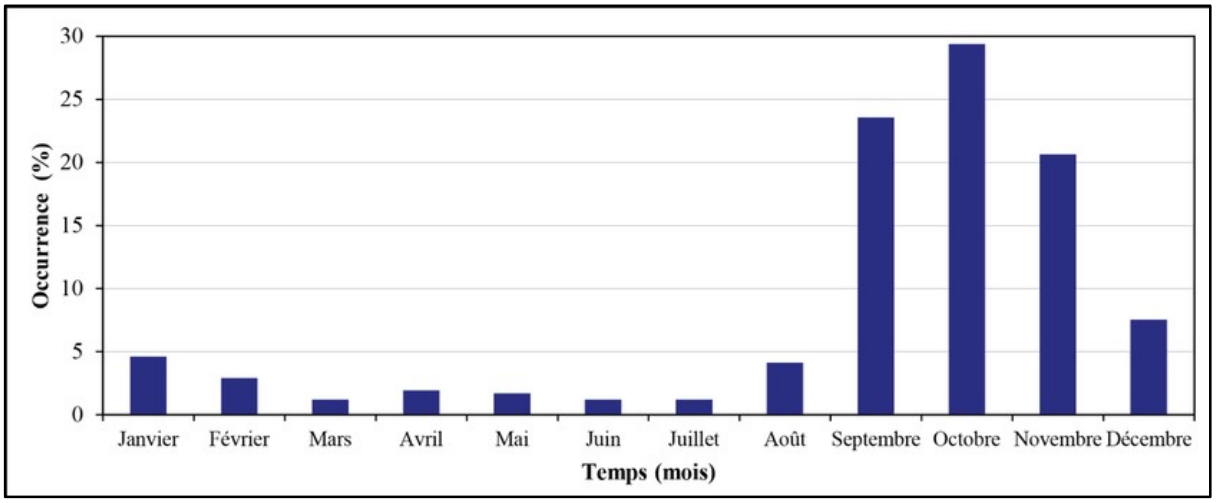


DOCUMENTS DE LA PARTIE 2

Document 2A : Fréquences moyennes d'apparition par département d'épisodes de pluie supérieure à 200 mm en une journée sur la période 1965-2014.

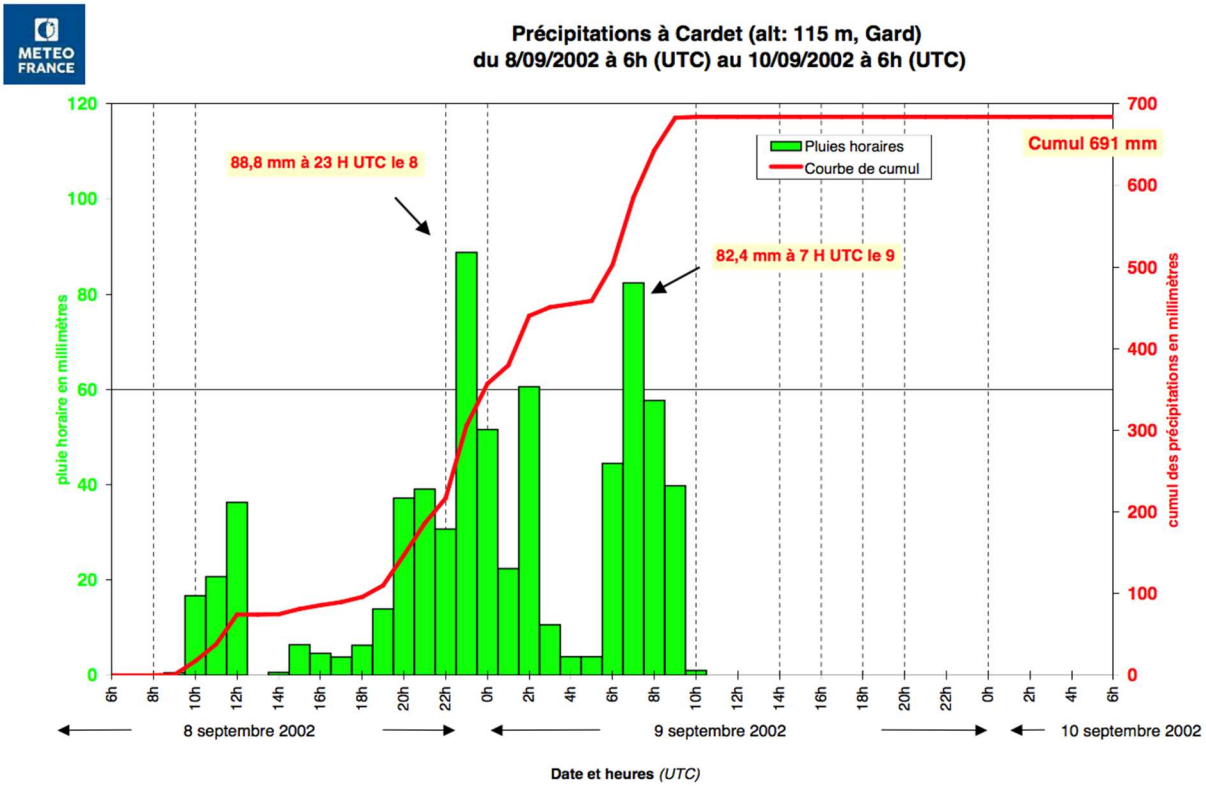


Document 2B : Répartition mensuelle des épisodes de plus de 200 mm de précipitations en une journée sur la France durant la période 1958-2014.



Document 2C : Précipitations mesurées à Cardet du 8 au 10 septembre 2002 et cumul associé.

La commune de Cardet est située dans le département du Gard (n°30, **document 2A**).
UTC pour *Universal Time Coordinated* : heure de référence internationale.



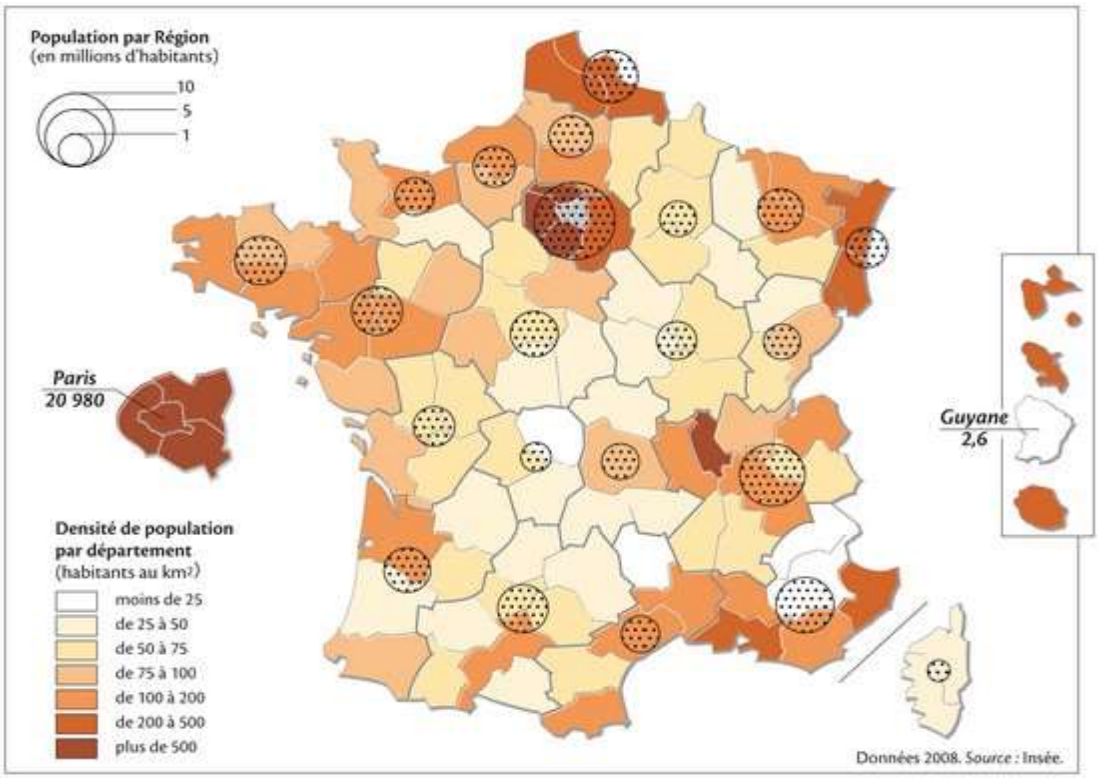
Document 2D : Sur les bords du cours d'eau du Gardon lors des inondations de septembre 2002.

Source : Midi libre – William Truffy

Le Gardon est un affluent du Rhône, traversant entre autres le département du Gard (n°30 sur le **document 2A**).

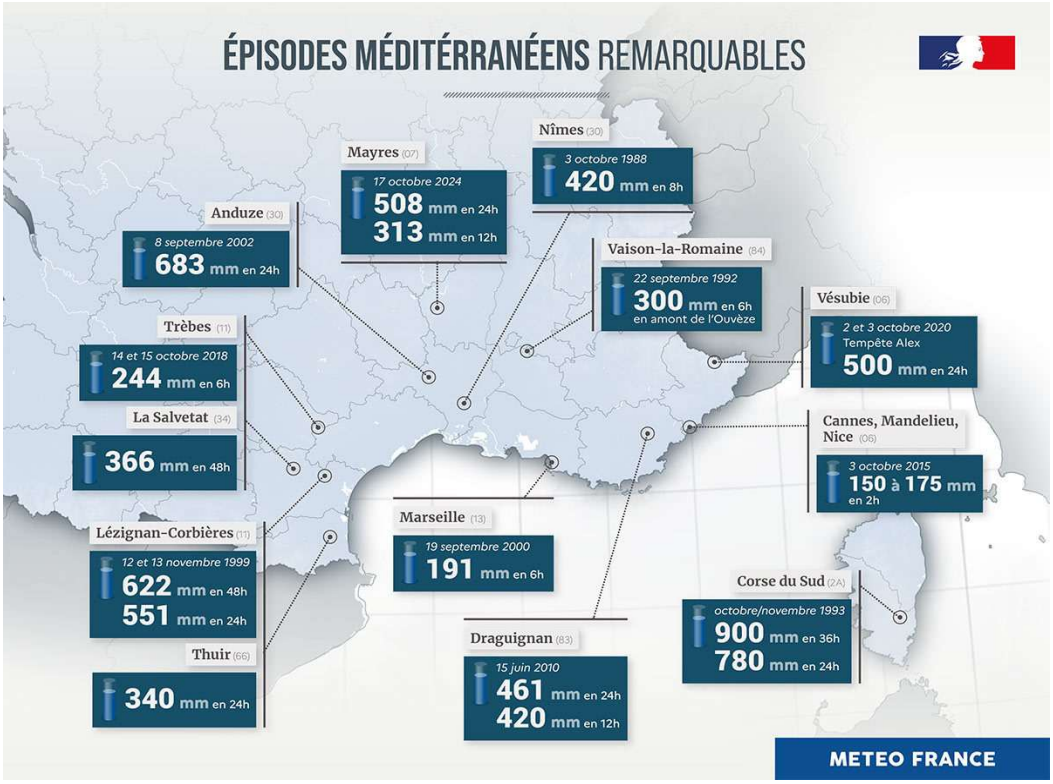


Document $2E_1$: Densité de population sur le territoire français en 2008.



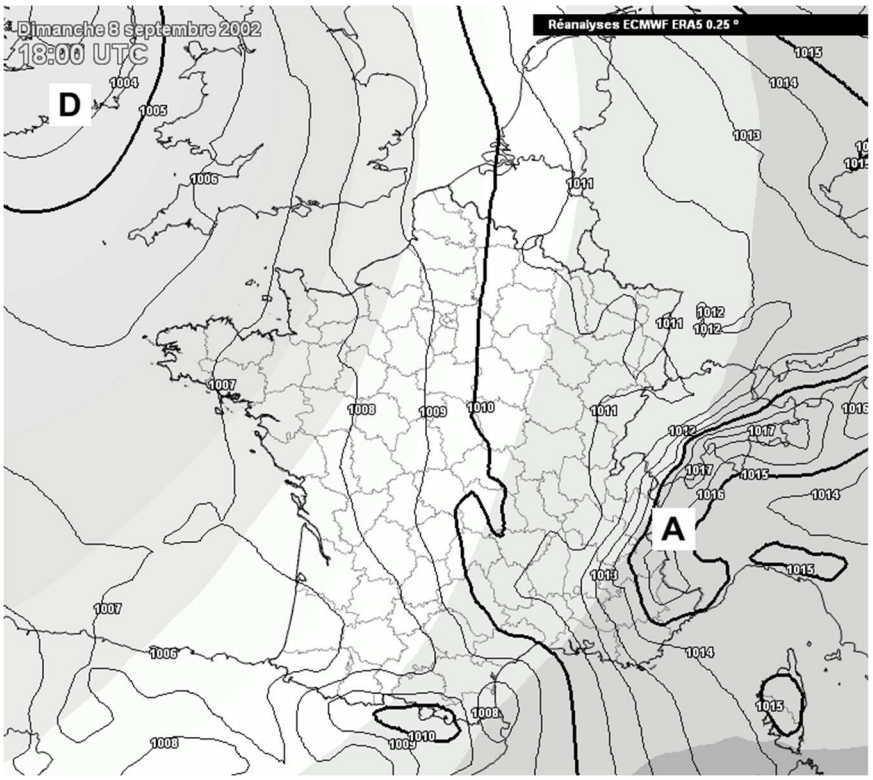
Document $2E_2$: Aperçu des épisodes méditerranéens remarquables entre 1988 et 2024.

Les villes de Nîmes et Anduze sont situées dans le département du Gard (n°30, **document 2A**), celle de Marseille dans le département des Bouches-du-Rhône (n°13, **document 2A**).

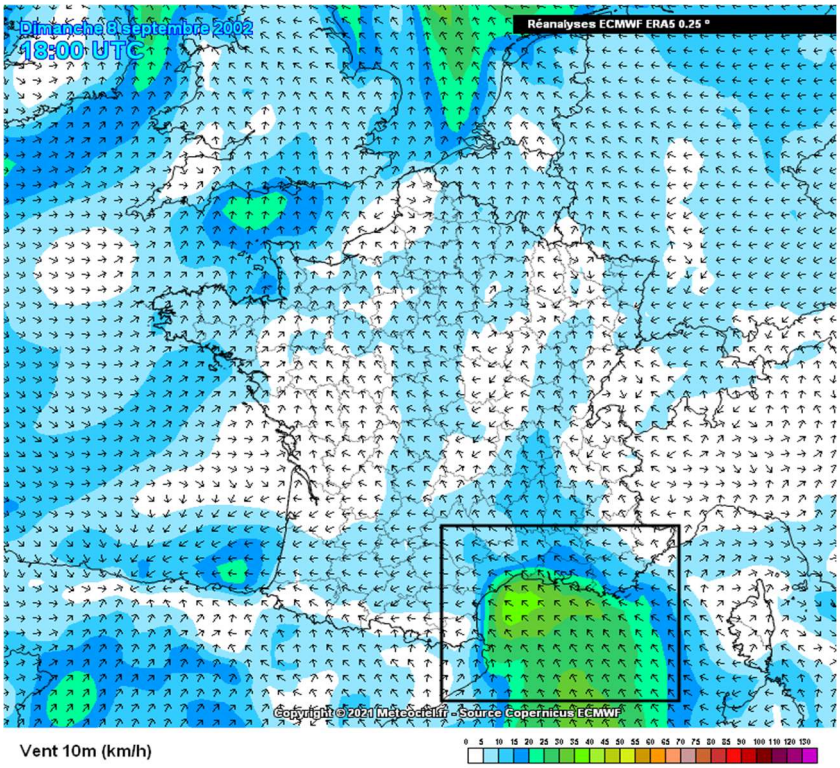


Document $2F_1$: Pression atmosphérique mesurée au niveau de la mer le 8 septembre 2002 à 18 h (Réanalyse ECMWF-ERA).

On ne tiendra compte ici que des isobares (lignes plus ou moins épaisses sur lesquelles les **pressions** sont données en **hPa**) et pas des zones grisées.

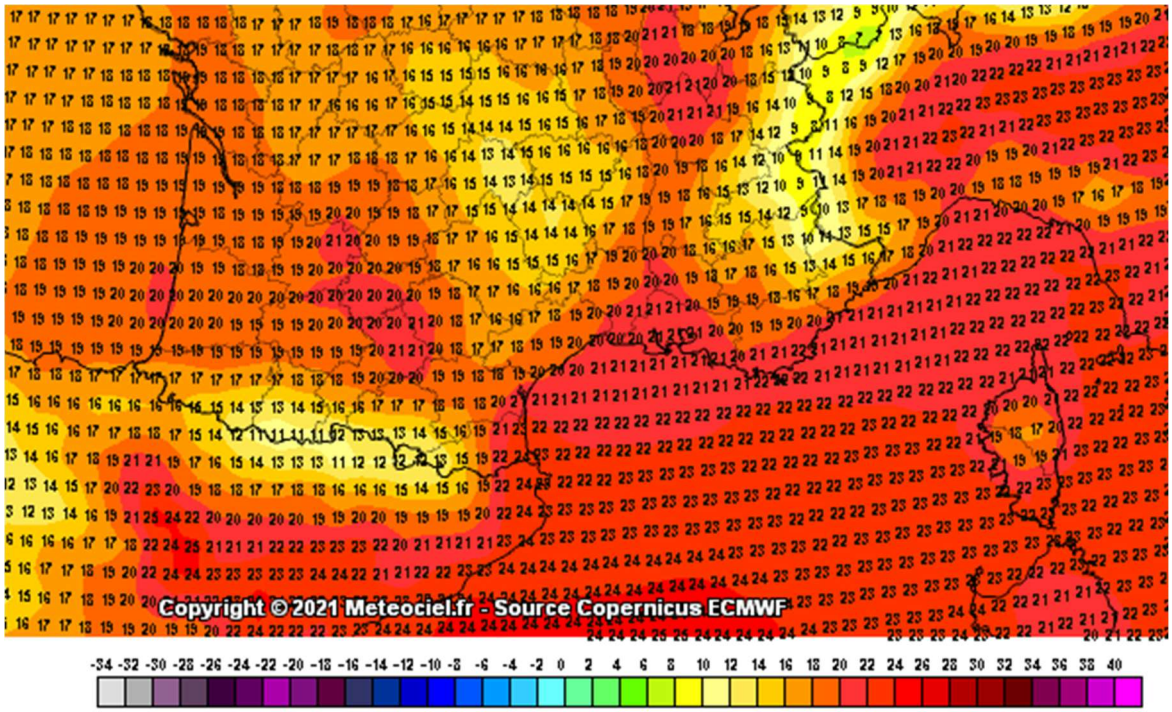


Document $2F_2$: Directions (flèches) et intensités (plages de couleur) du vent mesurées à 10 mètres au-dessus du sol le 8 septembre 2002 à 18 h.



Document 2G : Températures mesurées à 2 mètres au-dessus du sol (ou de la surface de la mer) le 8 septembre 2002 à 18 h dans la moitié sud de la France et le nord-ouest de la Méditerranée.

Les températures des eaux de surface de la mer Méditerranée sont très similaires à celles de l'air.

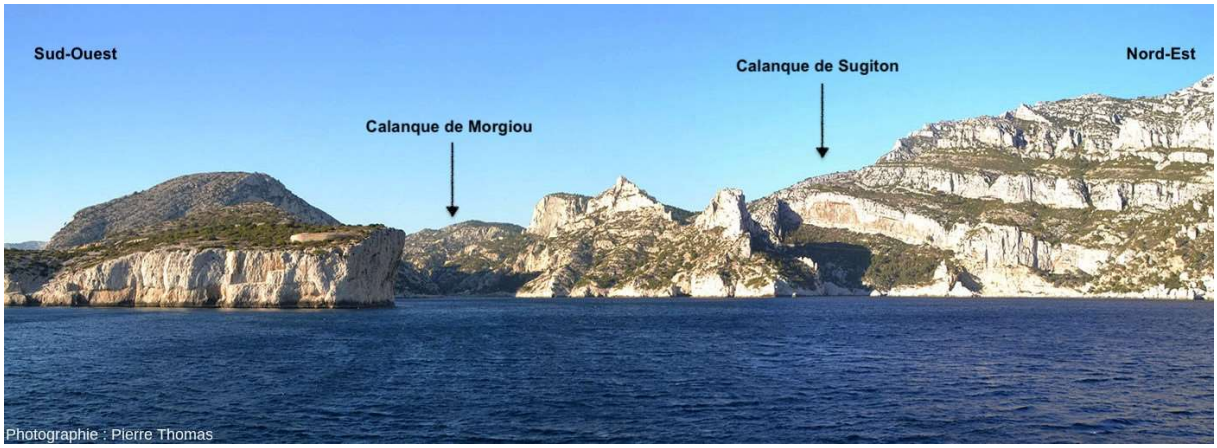


Document 2H : Carte du relief métropolitain français.



DOCUMENTS DE LA PARTIE 3

Document 3A : Photographie prise vers le nord-ouest de l'entrée des calanques de Morgiou et de Sugiton.



Document 3B$_1$: Photographie d'un affleurement constitué par des roches du faciès urgonien (calanque de Cassis).

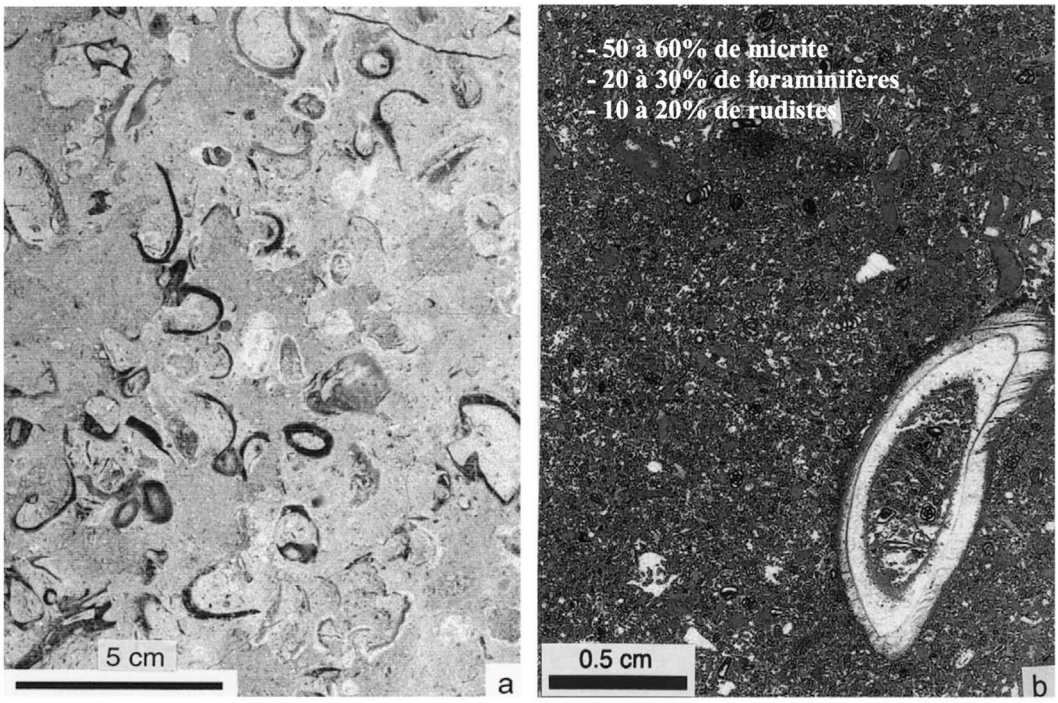
Cliché : Julien Pellegrino.

Les éléments centimétriques sont des fragments de bivalves nommés rudistes, appartenant ici à la famille des Requienidés. Les minéraux constitutifs de la roche rayent l'ongle et sont rayés par le verre. La roche fait effervescence à l'acide chlorhydrique dilué.

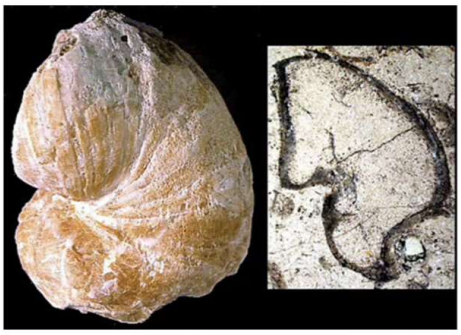


Document 3B$_2$: Photographies de détail (gauche) et en microscopie (droite) d'une roche prélevée dans la calanque de Cassis.

Les éléments centimétriques sont des fragments de rudistes Requienidés. La composition lithologique de la roche est donnée sur la photographie de droite.



Document 3C : Photographies en vue externe et en coupe de deux espèces de rudistes de la famille des Requienidés, abondants dans les roches du faciès urgonien.



Source - © 2007 Musée de Paléontologie de Provence
Site Planet Terre

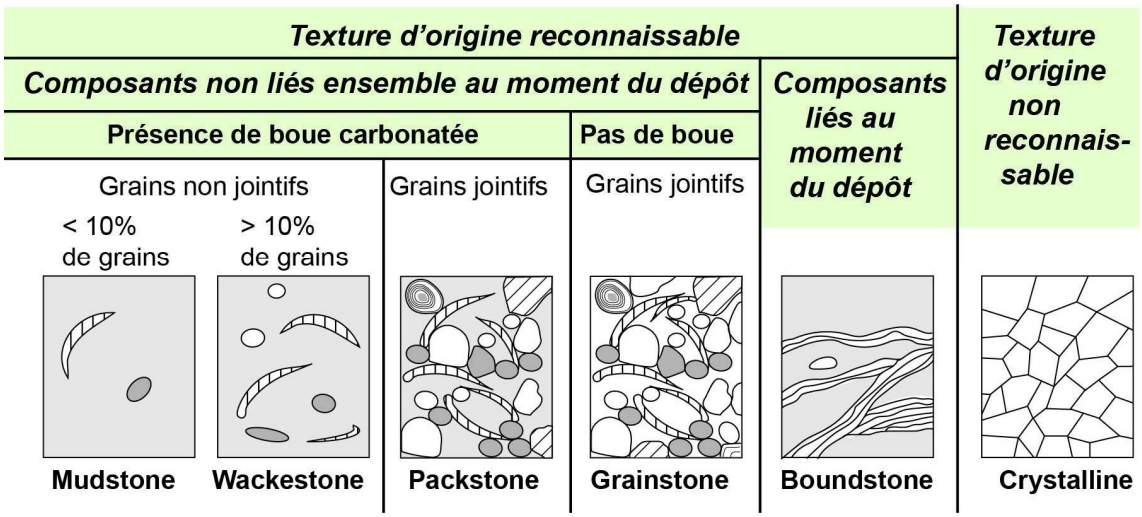
Toucasia carinata



Source - © 2007 Musée de Paléontologie de Provence
Site Planet Terre

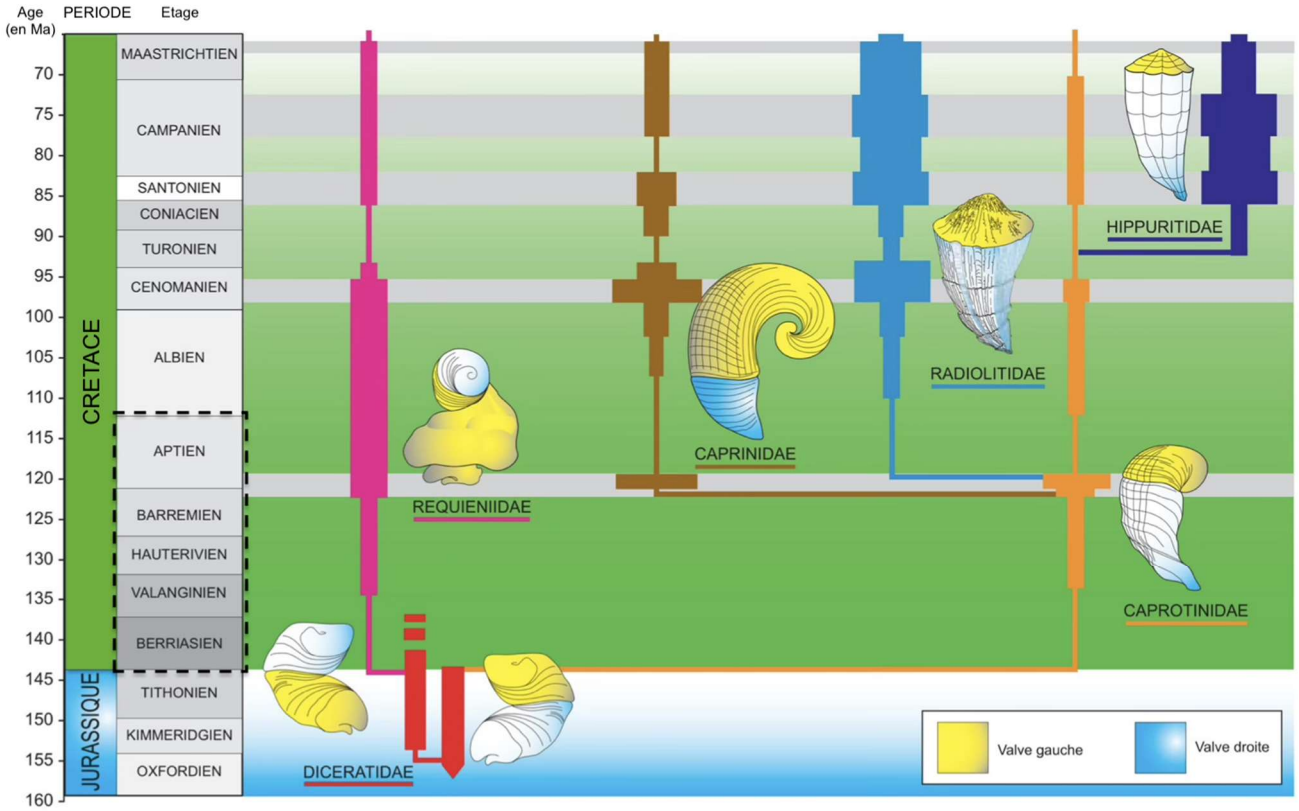
Requienia ammonia

Document 3D : Classification de Dunham des roches carbonatées.



Document 3E : Répartition stratigraphique de divers genres de rudistes.

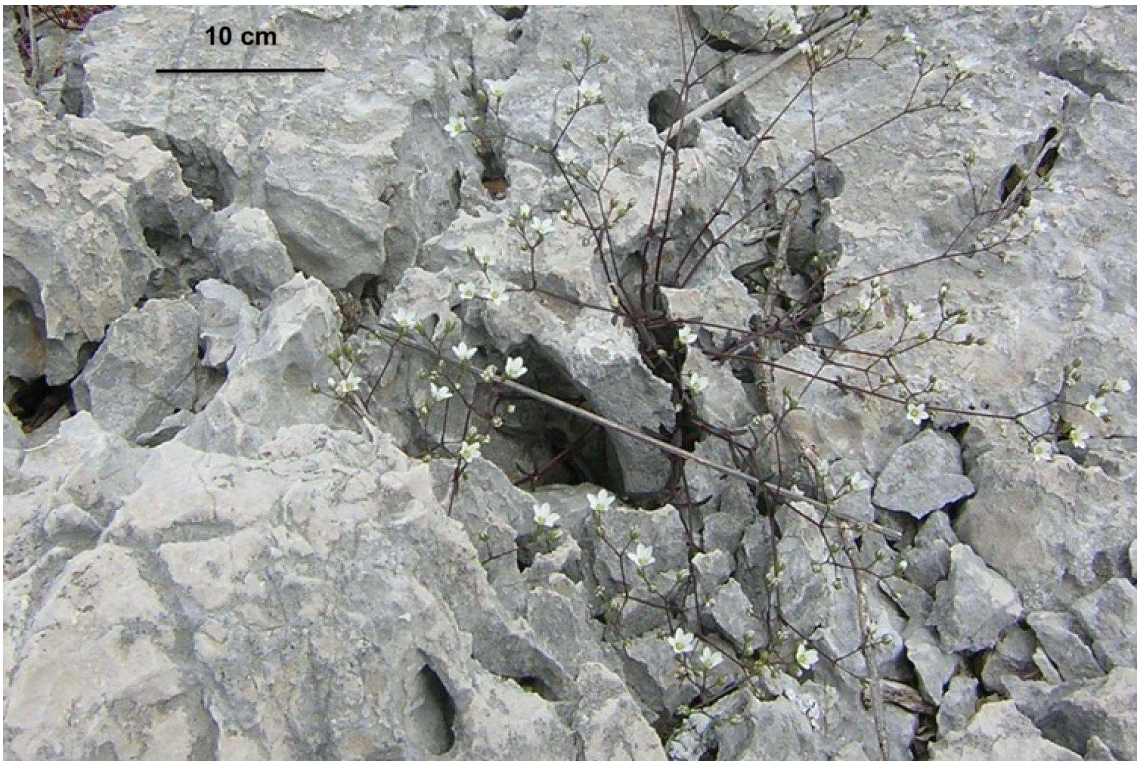
Sur la gauche sont donnés les âges en millions d'années, en couleur le nom des périodes (Jurassique supérieur, Crétacé) et en gris celui des étages stratigraphiques.
Le cadre noir pointillé indique la répartition stratigraphique du faciès Urgonien.



Document $3F_1$: La calanque d'En-Vau, vue prise en direction du sud-est.



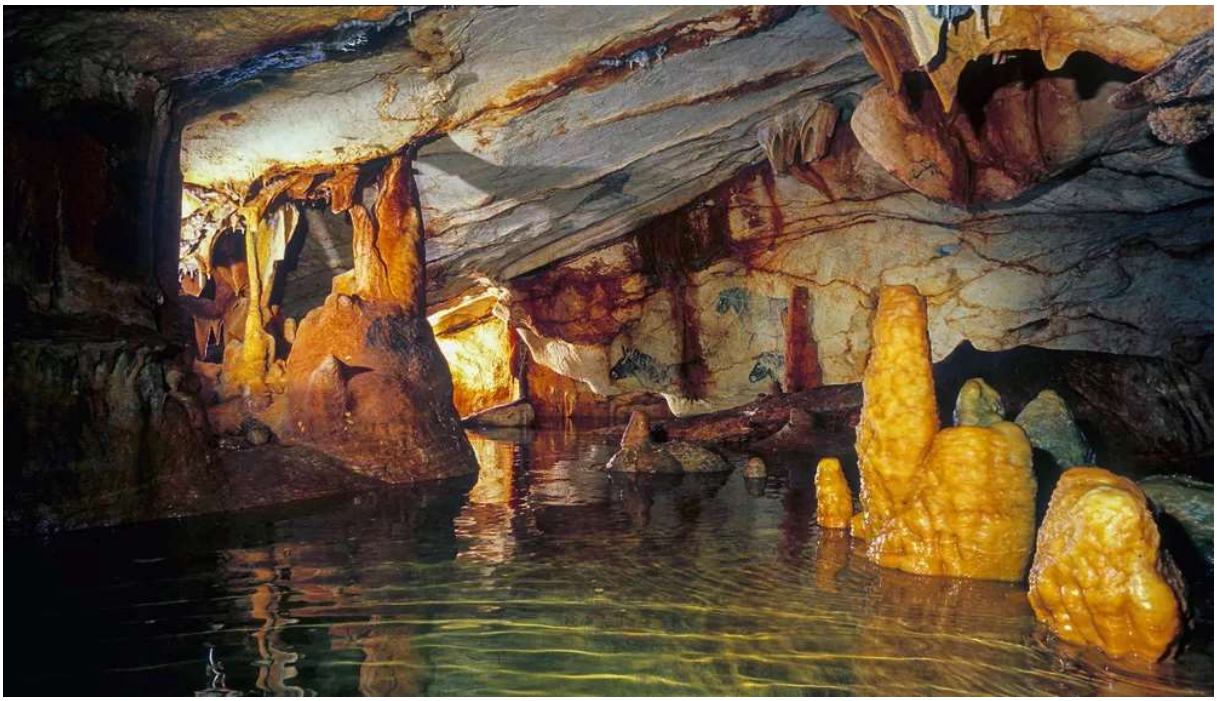
Document $3F_2$: Détail de structures visibles en surface, à l'échelle de l'échantillon.



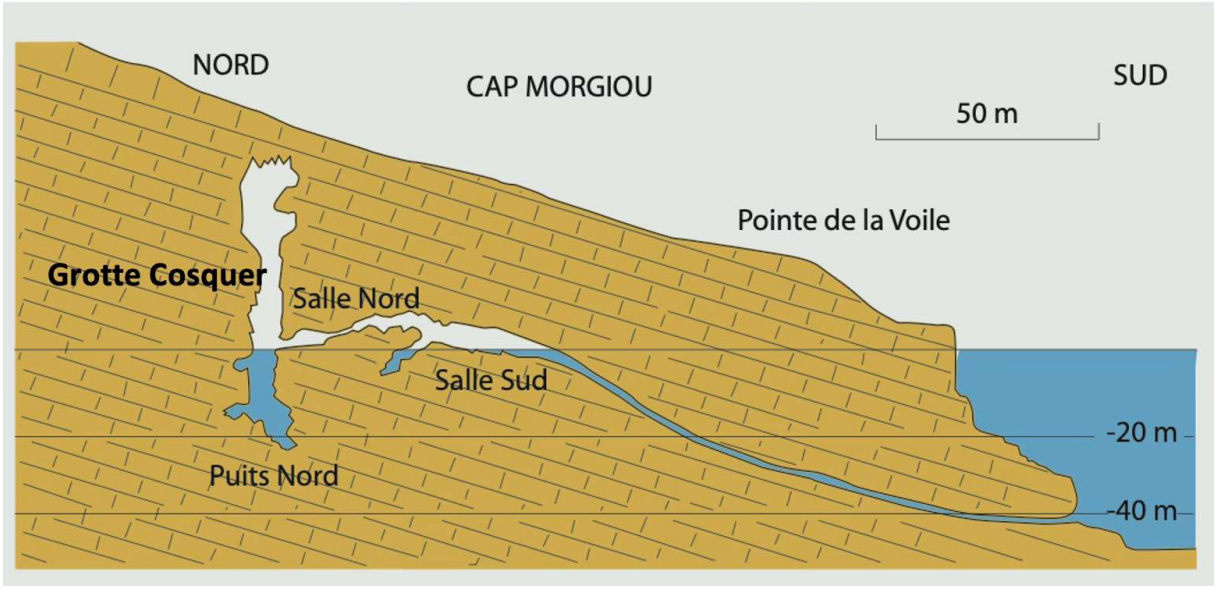
Document $3G_1$: La grotte Cosquer, habitée au Paléolithique supérieur, est aujourd'hui immergée aux trois quarts.

Cliché : © MC DRAC / SRA PACA — Luc Vanrell.

Certains dessins, dont le célèbre panneau des chevaux, sont en partie immergés au gré des saisons et des marées.



Document $3G_2$: Schéma d'une coupe du cap Morgiou et localisation de la grotte Cosquer.

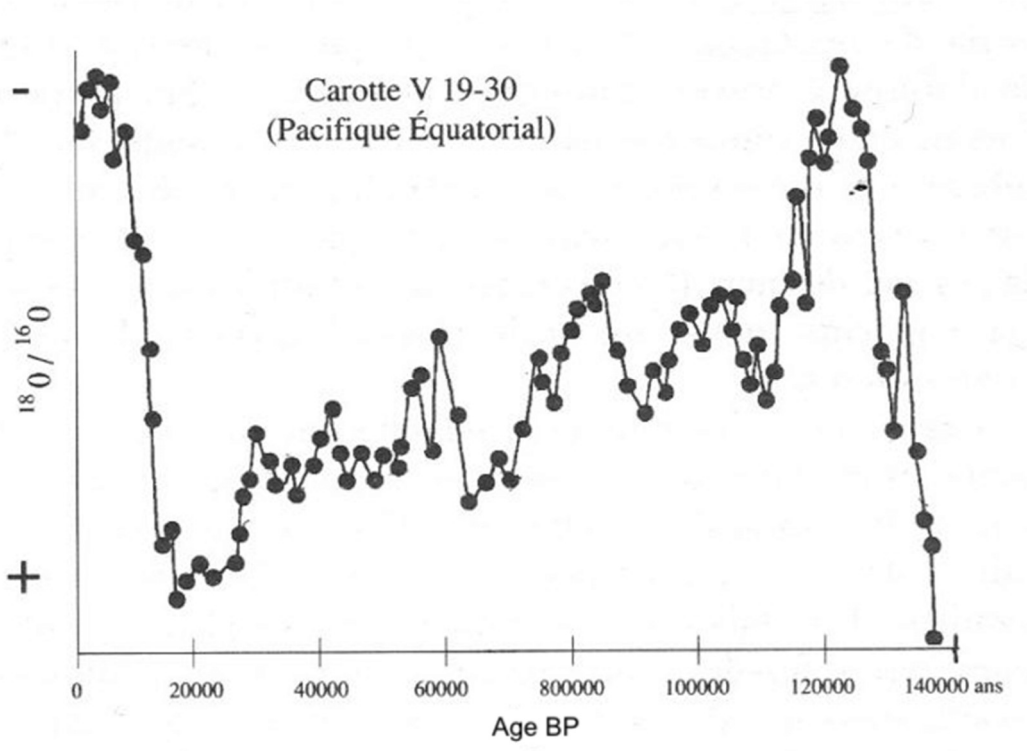


Document 3H : Photographies de diverses peintures de la grotte Cosquer.



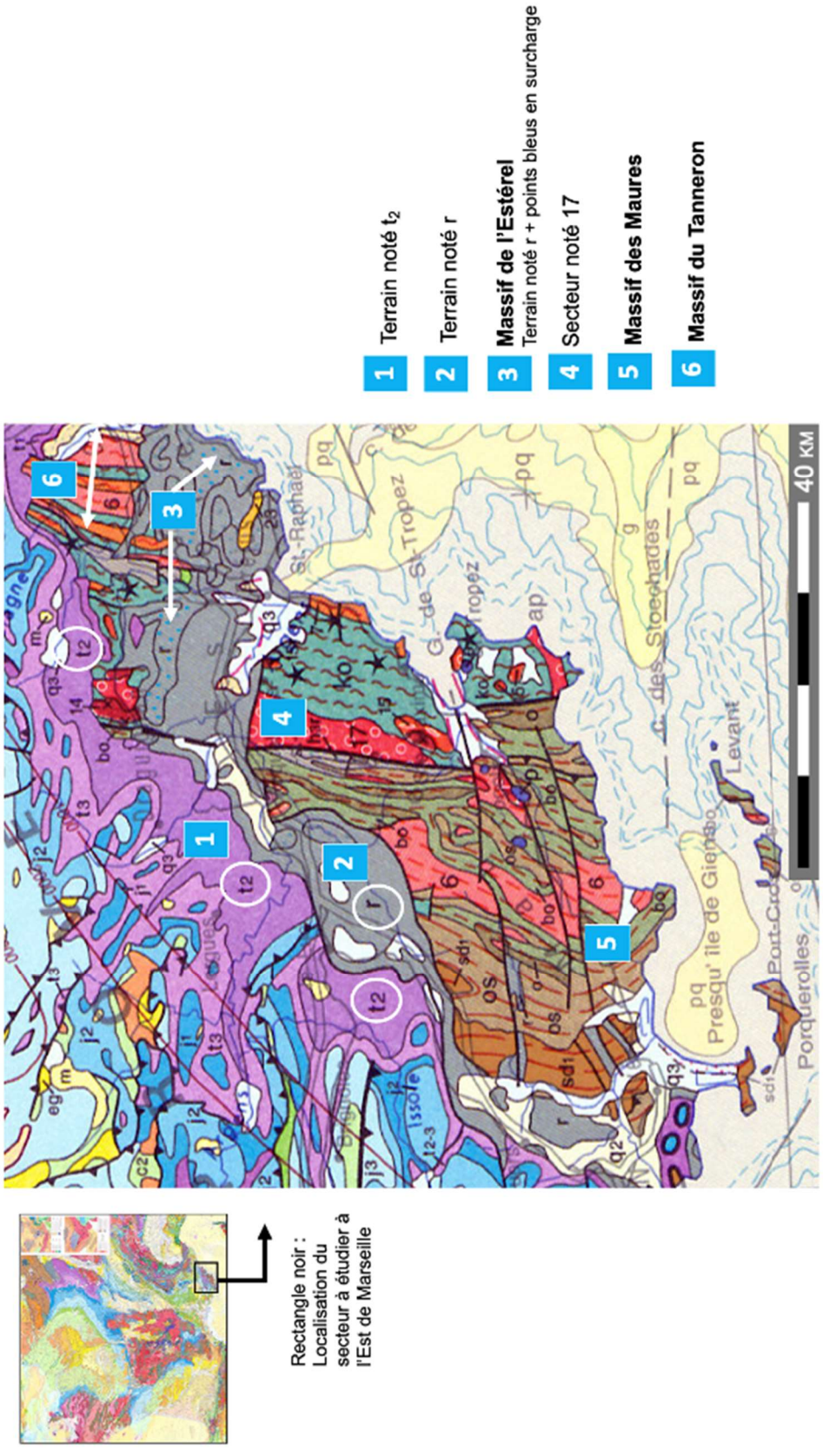


Document 3J : Variations du $\delta^{18}O$ des foraminifères benthiques sur les 140 derniers milliers d'années, mesurées dans une carotte de sédiments marins prélevée dans le Pacifique équatorial.

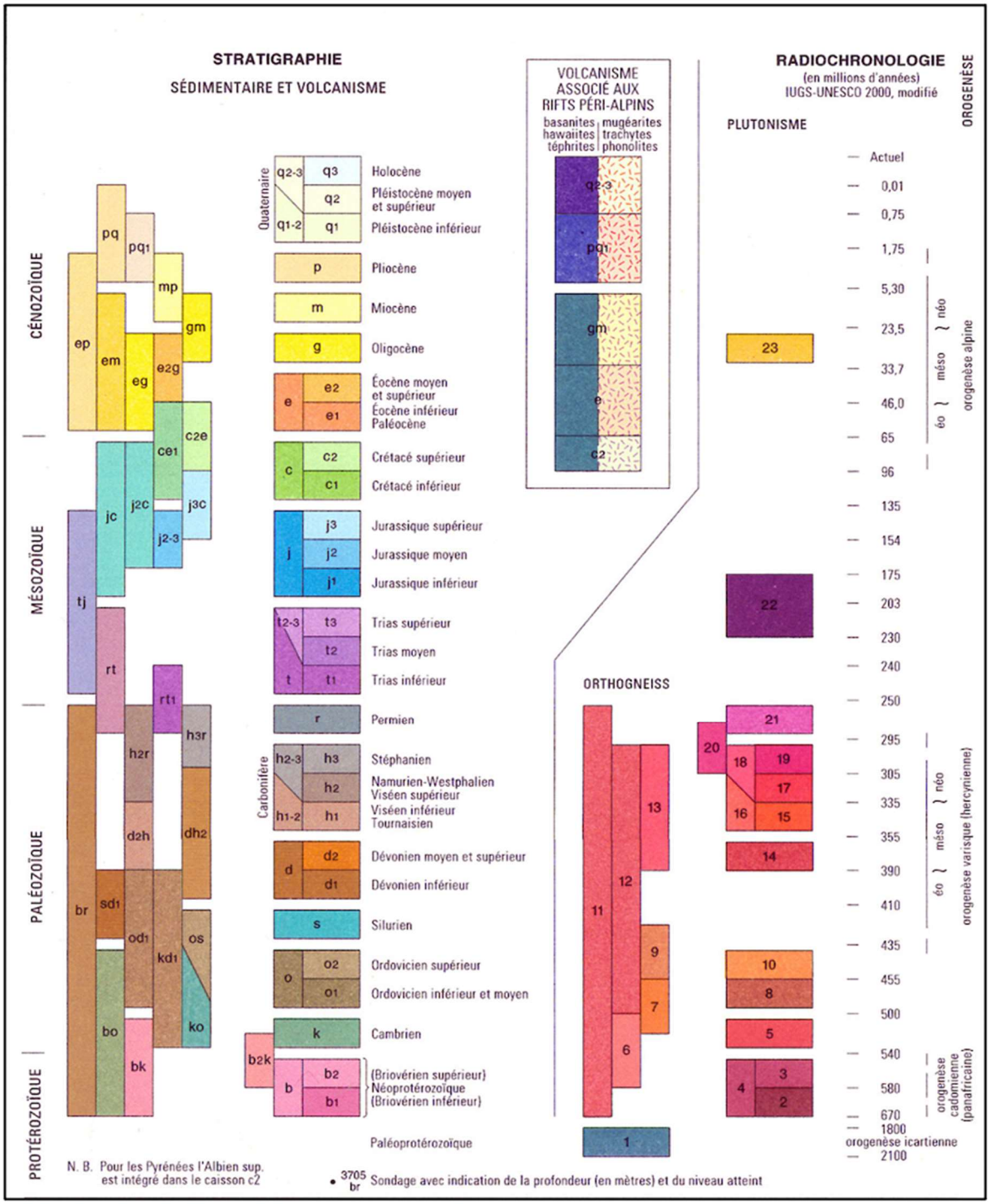


DOCUMENTS DE LA PARTIE 4

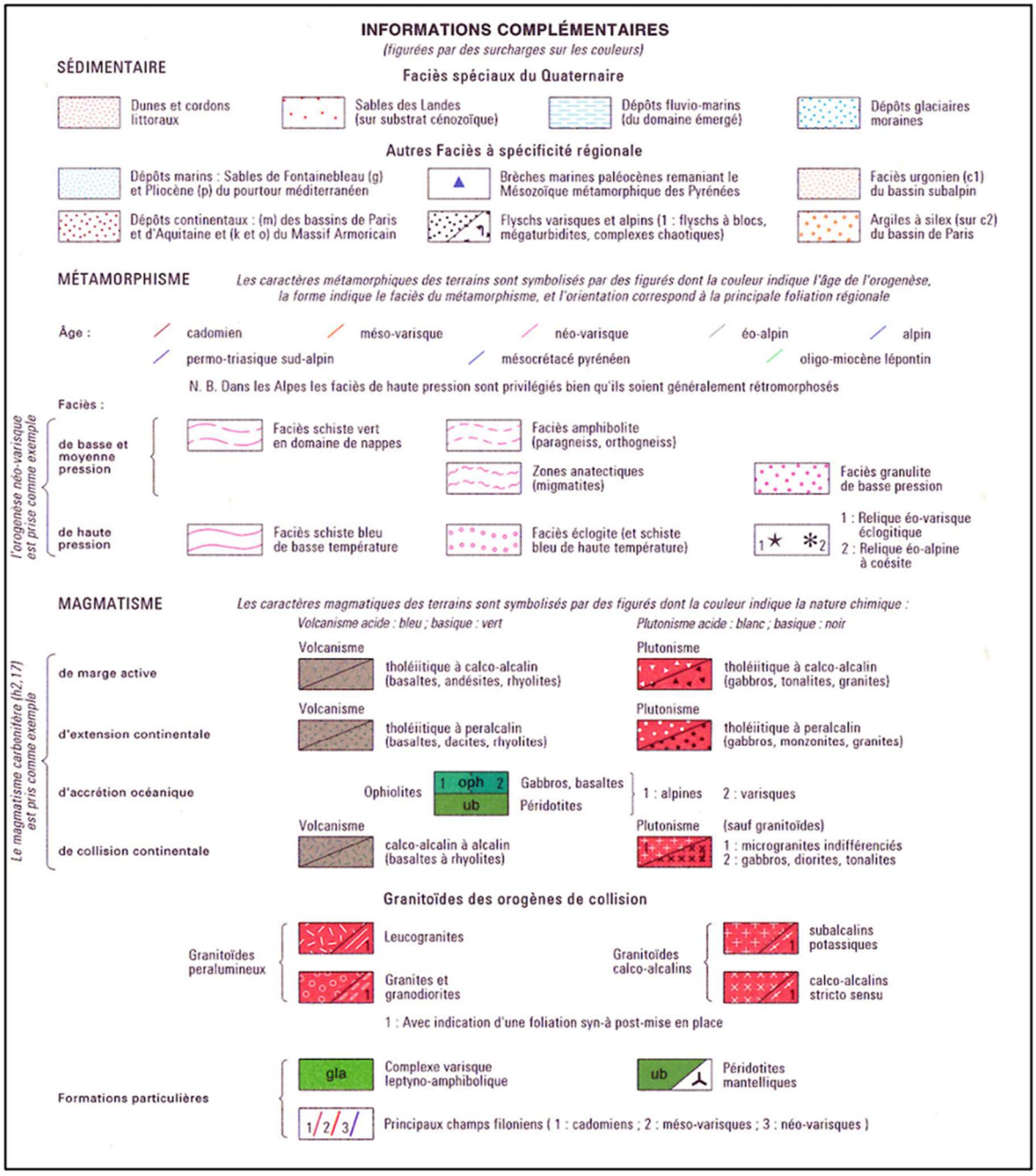
Document 4A : Extrait de la carte géologique de la France au 1/1000 000.



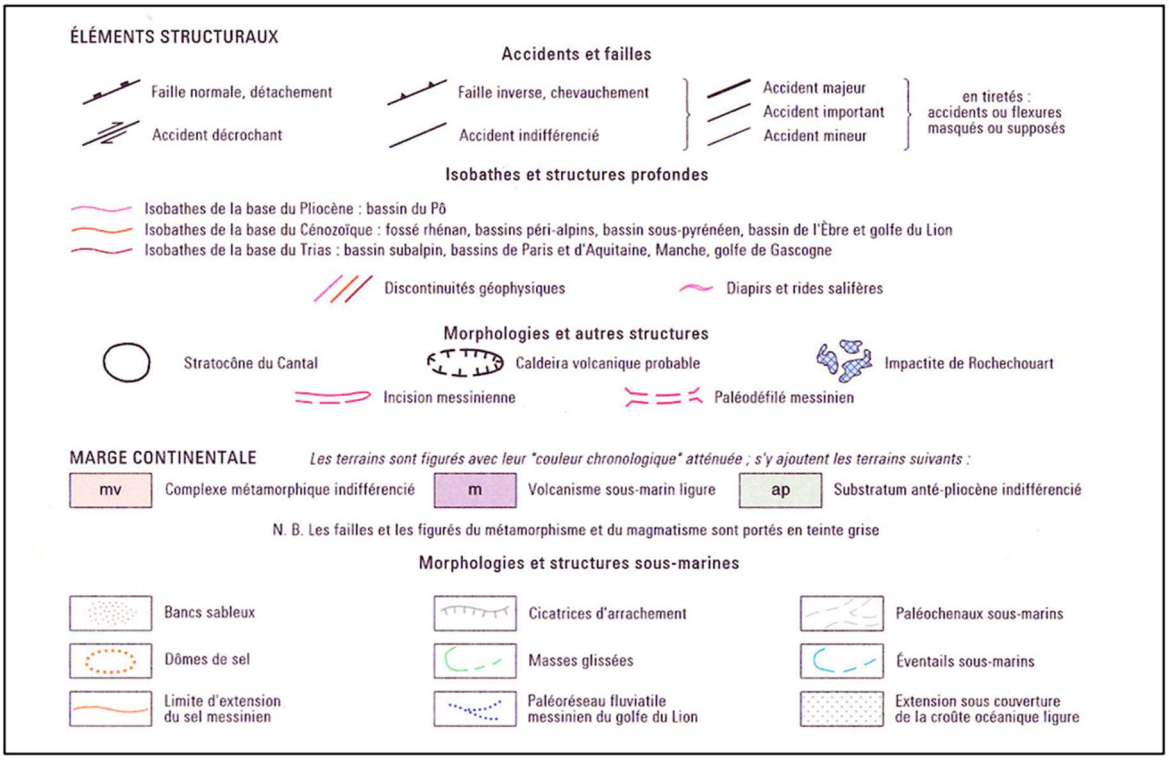
Document 4B : Légende de la carte géologique de la France au 1/1000 000.



Document 4B : Légende de la carte géologique de la France au 1/1000 000 (suite)



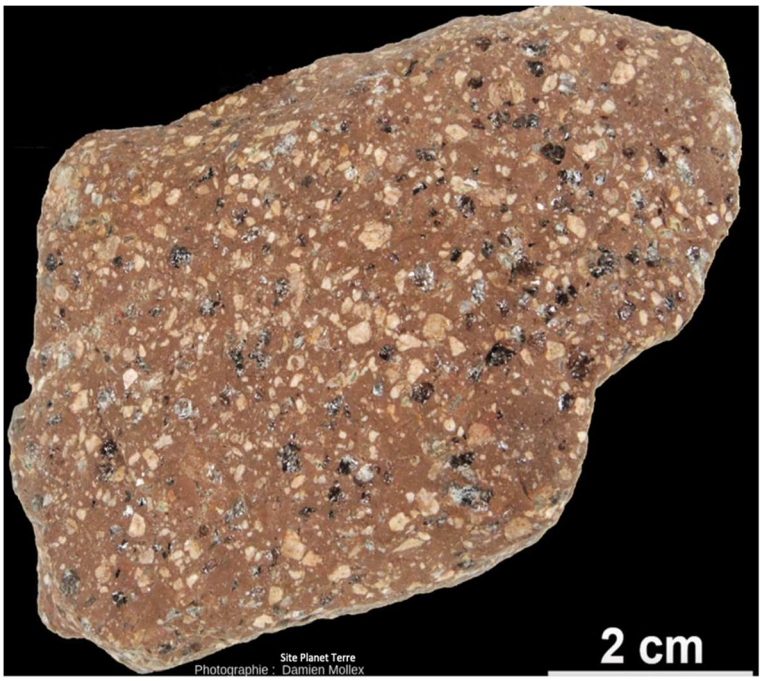
Document 4B : Légende de la carte géologique de la France au 1/1000 000 (suite et fin).



Document $4C_1$: Photographie d'un affleurement présent dans un des secteurs d'étude du document 4A.



Document $4C_2$: Photographie d'un échantillon provenant de l'affleurement du document $4C_1$ et son analyse chimique (en % d'oxydes).



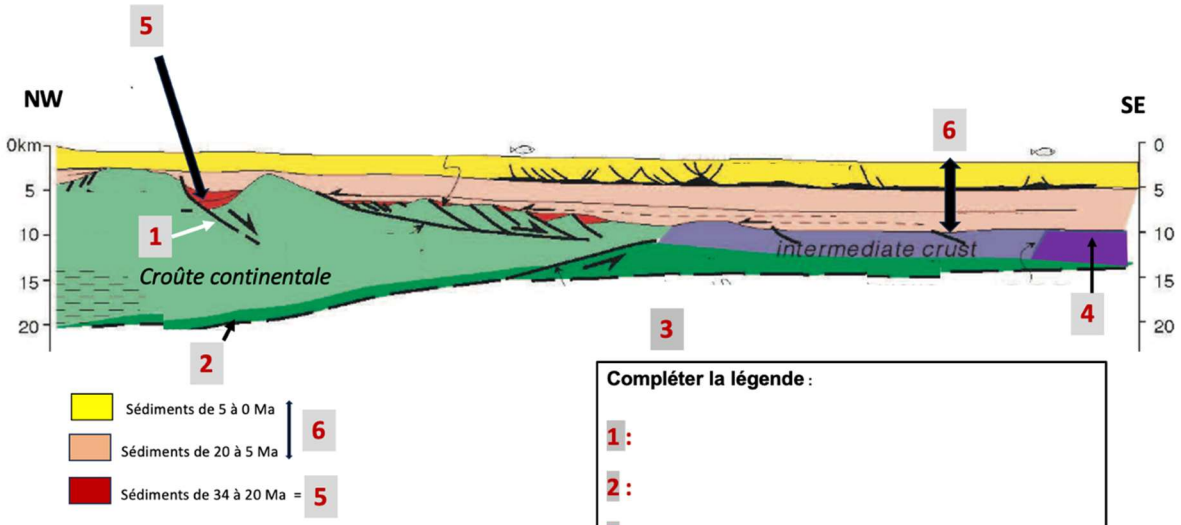
Oxydes	% massique
SiO_2	74,26
TiO_2	0,27
Al_2O_3	13,26
Fe_2O_3	0,32
FeO	0,72
MnO	0,03
MgO	0,20
CaO	1,31
Na_2O	4,06
K_2O	4,48
H_2O	0,97
P_2O_5	0,12
Total	100

Document-réponse 1 – Question 1.1c

A rendre obligatoirement avec la copie

Document 1B : Localisation et Interprétation des données du profil ECORS.

La légende, n° 1 à 5, sont à compléter.



Compléter la légende :

1 :

2 :

3 :

4 :

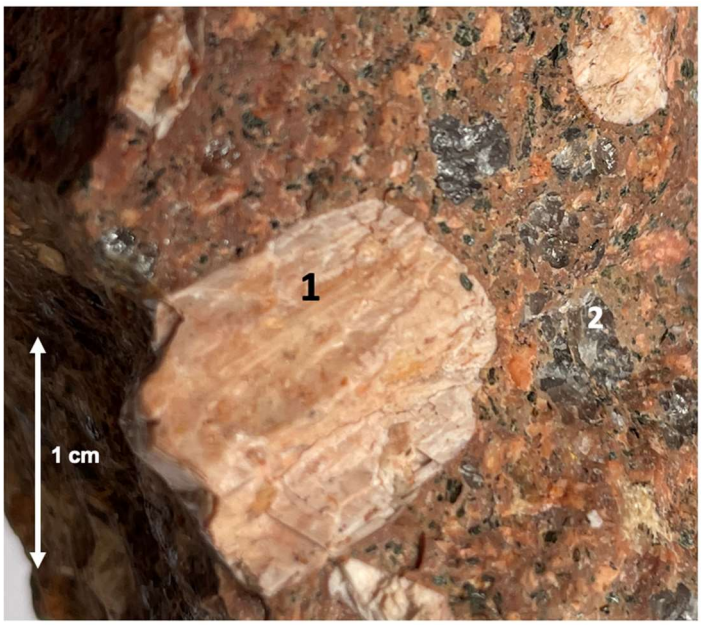
5 :

6 :

Document-réponse 2 – Question 4.2b

A rendre obligatoirement avec la copie

Vue de détail de la roche du document $4C_2$.

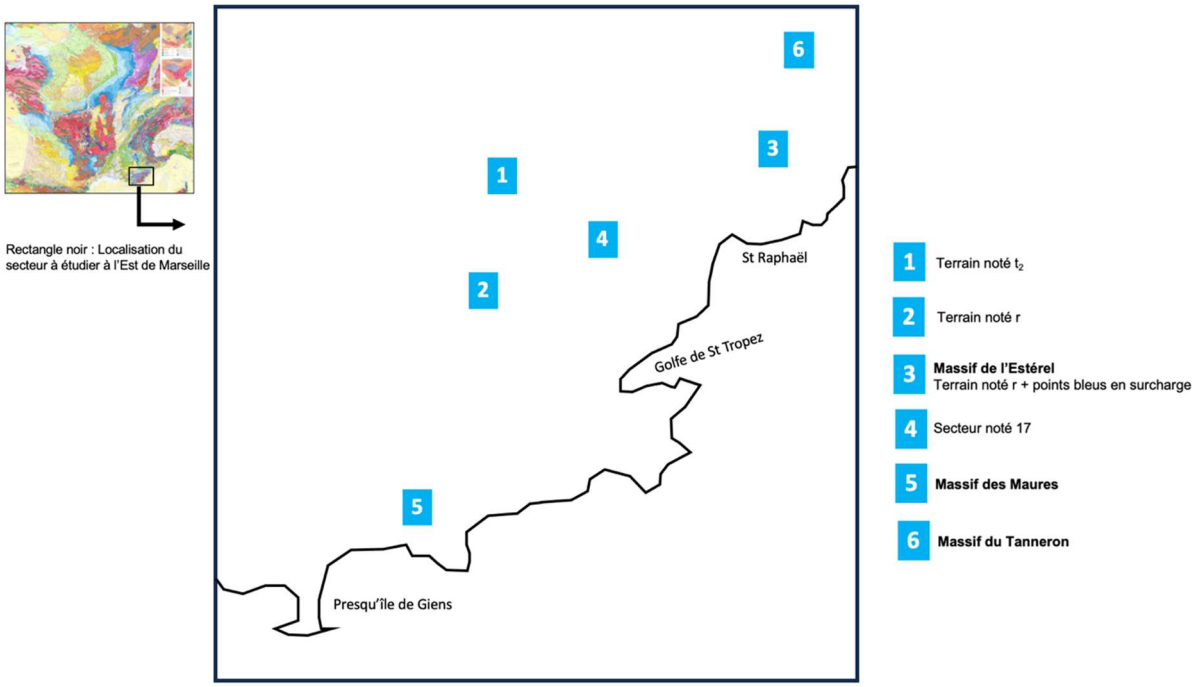


	Critères macroscopiques
Minéraux type 1	
Minéraux type 2	

Document-réponse 3 – Question 4.3a

A rendre obligatoirement avec la copie

Le schéma structural de la zone étudiée est à réaliser dans le cadre ci-dessous.



Légende du schéma structural