

**CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE**

L'entité du massif des Calanques et du bassin du Beausset se situe à cheval entre les départements des Bouches-du-Rhône et du Var. Elle est limitée au nord par la vallée de l'Huveaune et le bassin de Marseille, et par le massif de la Sainte-Baume, à l'est par la vallée du Gapeau, et au sud par la mer. Le massif des Calanques s'étend du Cap Croisette au Cap de l'Aigle, et le bassin du Beausset de La Ciotat à La Valette.

Au sein de l'entité, le relief est relativement élevé. Dans le massif des Calanques, l'altitude moyenne est de 400 m et atteint 609 m NGF au mont Carpiagne. Dans le bassin du Beausset, l'altitude diminue des pourtours (826 m NGF au Jas de Laure au nord-est de l'entité, 399 m NGF au Cap Canaille) vers le centre du bassin (niveau de la mer en baie de la Ciotat).

Il n'existe entre Marseille et Toulon aucune rivière permanente, seulement des cours d'eau méditerranéens à forte pente, à crues violentes, mais taris à l'étiage. Ils sont situés dans le bassin du Beausset, et sont principalement : le Dégoutant, le Grand Vallat, la Reppe et le Las. Ces cours d'eau ont une direction globalement orientée nord-sud et se jettent dans la mer au niveau de différentes baies (la Ciotat, Bandol, Sanary, Toulon).

Les zones naturelles de garrigues et de pinède occupent principalement la surface de l'entité.

Le climat est de type méditerranéen. D'après les données Météo France (normale AURELHY 1971-2000), la pluviométrie est de 671 mm/an à la station de La Gardiole à Cassis (212 m d'altitude) et de 766 mm/an à la station de l'aérodrome au Castellet (417 m d'altitude).

**INFORMATIONS PRINCIPALES**

<b>Nature :</b>	Système aquifère
<b>Thème :</b>	Sédimentaire karstique
<b>Type :</b>	Fissuré/karstique
<b>Entités de niveau local :</b>	<p><b>PAC06J2</b> (Massifs calcaires jurassiques et crétacés du Gros Cerveau et du Croupatier (Sources d'Ollioules/Evenos))</p> <p><b>PAC06J3</b> (Système karstique des sources du Ragas du Revest des Eaux)</p> <p><b>PAC06J4</b> (Massifs calcaires jurassiques du Faron (Source Saint-Antoine) et du Coudon)</p>
<b>Superficie totale :</b>	688 km <sup>2</sup>

**GEOLOGIE**

L'entité des massifs des Calanques et du bassin du Beausset possède une structure complexe. Le massif des Calanques est une vaste structure plissée anticlinale, d'axe est-ouest, affectée par de nombreuses failles globalement orientées est-ouest (sauf la grande faille de Sainte-Croix orientée nord-sud, au niveau du massif de Carpiagne).

Le bassin du Beausset est un synclinal, allongé est-ouest, constitué par une série d'assises concentriques bien développées au nord, mais relevées au sud le long d'un accident orienté est-ouest, entre la Vallette et la Ciotat, qui isole au sud la chaîne montagneuse dominant Bandol, Ollioules et Toulon. Ce synclinal chevauche par son flanc nord le massif de la Sainte-Baume, alors que son flanc sud est redressé ou chevauché par des formations anticlinales complexes du Trias et du Lias. Le flanc sud du synclinal du Beausset est occupé par l'anticlinal du Gros-Cerveau et par le synclinal du Faron.

Les formations constituant l'entité sont d'âge crétacé et jurassique. Elles sont, de la plus récente à la plus ancienne :

- **Turonien** : ces formations affleurent dans le bassin du Beausset et plongent sous les formations marneuses du Coniacien-Santonien occupant le centre du bassin, mais ne faisant pas partie de l'entité. Les formations turoniennes sont des grès compacts comportant des intercalations d'assises sableuses, et des calcaires. Leur épaisseur est d'environ 200 m au niveau du Cap Canaille, et de 80 m à la base du Mont Caume (partie est de l'entité).
- **Cénomaniens** : affleurant également dans le bassin du Beausset, il s'agit de grès tendres, pouvant comporter des intercalations de marnes. Leur épaisseur peut atteindre 150 m.
- **Aptien** : il affleure uniquement dans la partie ouest du bassin du Beausset. Il s'agit essentiellement de marnes
- **Jurassique moyen et supérieur, Néocomien et Barrémien (faciès Urgonien)** : ces formations constituent une série dolomitique et calcaire épaisse de plusieurs centaines de mètres, pouvant comporter quelques niveaux de marnes et de calcaires marneux, notamment dans le Néocomien. Elles affleurent largement dans le massif des Calanques ainsi que sur les pourtours du bassin du Beausset.
- **Lias** : calcaires dolomitiques et dolomies, présentant des intercalations marneuses et argileuses. Son épaisseur est de l'ordre d'une centaine de mètres. Il affleure principalement au sud et à l'est de l'entité, au niveau de l'anticlinal du Faron et de la vallée du Gapeau.

Les formations présentes dans l'entité sont essentiellement carbonatées et constituent des réservoirs aquifères importants. Les horizons les plus intéressants sont les calcaires et dolomies d'âge jurassique à barrémien. Cet ensemble forme le réservoir aquifère le plus développé de la région, comme celui des formations turoniennes.

**HYDROGEOLOGIE**

Au sein de l'entité, les formations aquifères (notamment jurassiques à barrémiennes) ont une morphologie karstique très développée. Elles possèdent donc une perméabilité en grand élevée. Les écoulements sont drainés vers la mer, et sont donc globalement orientés nord-sud. Ils alimentent de nombreux exutoires drainant les aquifères. On peut ainsi distinguer différentes unités hydrogéologiques selon les sources qu'elles alimentent :

**1) Unité des Calanques :**

L'exutoire de cette unité est représenté par les résurgences de Port-Miou et du Bestouan qui appartiennent au même système karstique. Le bassin hypothétique de ces sources est constitué par les réservoirs karstiques jurassique, néocomien et urgonien des Calanques, de la Nerthe et de l'Etoile, de la Sainte-Baume, remonterait au nord jusqu'à la Sainte-Victoire et s'étendrait vers l'est en direction de Brignoles.

Comme dans la plupart des réseaux karstiques, il est difficile de déterminer la piézométrie de cette unité. On sait toutefois que le niveau piézométrique se situe à environ 130 m NGF au droit du forage de la calanque d'En Vau, et qu'il était à 70 m NGF en 1990 vers Cuges-les-Pins.

Située dans la calanque de Port-Miou, à l'ouest de Cassis, la source marine de Port-Miou naît d'une galerie noyée à 6 m sous le niveau de la mer ; un fort courant d'eau douce, visible lorsque la mer est calme, s'en échappe. Elle fait partie d'un groupe de sources littorales et sous-marines, dont celle du Bestouan. Une importante galerie noyée, atteignant 20 m de diamètre, a pu être reconnue et levée sur plusieurs centaines de mètres. Un point ultime à -172 m NGF a été atteint à 2200 m de l'entrée, mais le conduit se poursuit au-delà. L'eau de Port-Miou est saumâtre, ce qui empêche son utilisation directe pour l'alimentation en eau potable. La salinité mesurée est de 10 g/L en surface et de 20 g/l en profondeur. La présence d'un flux d'eau de mer entrant en partie basse de la galerie, qui pourrait expliquer la salinité de la source, a justifié la construction d'un barrage sous-marin destiné à empêcher le mélange des deux eaux. L'insuccès du barrage anti-sel conduit à l'hypothèse d'un lessivage du Trias ou de l'Oligocène par les eaux souterraines. Le débit mesuré à cette source a été estimé entre 3 et 160 m<sup>3</sup>/s, avec un débit moyen d'environ 7 m<sup>3</sup>/s. Reste le problème du bassin d'alimentation de cette source, qui n'est pas résolu à ce jour.

**2) Les sources d'Ollioules et la Foux d'Evenos**

La limite de cette unité avec l'unité centrale correspond à un méridien passant par le Beausset. Les résurgences sont celles de la Reppe souterraine (débit moyen : 2 l/s), du Labus (débit moyen : 45 l/s), de la Mère les Fontaines (débit moyen : 25 l/s) et de Bonnefont (débit moyen : 20 l/s) à Ollioules. Elles semblent drainer l'anticlinal du Gros Cerveau-Croupatier. La Reppe souterraine est une rivière souterraine de 793 m de longueur, comportant des sources chaudes (24°C) (marquant peut-être l'existence de circulations profondes) et froide.

Quant à la Foux d'Evenos, il s'agit d'une source temporaire sortant d'une longue galerie descendante de 462 m. Son impluvium n'a pas été précisé. Son débit moyen était d'environ 50 l/s en 1967.

**3) Le Ragas du Revest-les-Eaux**

L'unique exutoire est constitué par le Ragas du Revest. Il s'agit d'une source vaclusienne, située sur une faille affectant les calcaires urgoniens et les mettant en contact avec un niveau marneux du Cénomaniens. Son débit moyen est de 480 l/s ; l'eau de cette source est stockée dans le barrage de Dardennes et sert à l'alimentation en eau potable de Toulon.

**4) Sources de Saint-Antoine et de la Baume des Dardennes**

Elles drainent les massifs calcaires du Mont Faron et du Coudon. Leur impluvium n'est pas très précis, mais le débit important des exutoires (source de la Baume : 12,5 l/s, source de Saint-Antoine : 165 l/s) montre que l'impluvium s'étend vers les massifs calcaires situés au sud-ouest et au sud du Revest.

En-dehors de ces sources, il existerait d'autres sources-marines profondes qui n'auraient pas été encore identifiées. Parmi celles-ci, se trouvent celles qui drainent la partie centrale de l'entité, qui s'étend entre les falaises de Soubeyran (Cap Canaille) et le plateau du Camp, et correspond aux formations du Turonien. Les résurgences se trouvent en mer au sud de la baie de la Ciotat.

**DESCRIPTION DE L'ENTITE HYDROGEOLOGIQUE**

- **Généralités** : l'entité des massifs des Calanques et du bassin du Beausset est essentiellement constituée par des formations calcaires d'âge jurassique et crétacé, d'une épaisseur de plusieurs centaines de mètres. Ces formations sont karstiques et constituent donc de bons réservoirs d'eau souterraine, alimentant de nombreuses sources. Certaines de ces sources sont exploitées pour l'alimentation en eau potable des villes à proximité (Toulon, Ollioules...).
  - **Type d'aquifère** : multicouches.
  - **Limites** : ligne d'affluence vers les formations détritiques oligocènes du bassin de Marseille (PAC05B), ligne d'affluence supposée vers le domaine marno-calcaire de la région de Toulon (PAC09F), vers le massif carbonaté jurassique supérieur d'Agnes (PAC07H) et vers le massif calcaire jurassique de Néoules (PAC07J), ligne d'affluence depuis le massif calcaire de la Sainte-Baume-Aurélien (PAC07C), limite supposée « étanche » avec les grès et marnes du Crétacé supérieur du bassin du Beausset (PAC05C) et avec les marnes, conglomérats, arkoses, grès et pélites des bassins versants du Gapeau (PAC09C) et de l'Eygoutier (PAC09F2). Limite d'affluence avec la nappe alluviale du Gapeau (PAC03B) *via des sources de débit important rive droite Gapeau.*
  - **Etat** : libre.
  - **Utilisation de la ressource** : essentiellement pour l'alimentation en eau potable.
  - **Prélèvements connus (source : Agence de l'Eau RM&C 2007)** : environ 1.8 millions de m<sup>3</sup>/an.
  - **Alimentation de la nappe** : précipitations essentiellement.
  - **Bilan hydrogéologique** : absence de données.
  - **Vulnérabilité à la pollution** : forte.
  - **Qualité « naturelle » des eaux** : eaux bicarbonatées calciques, chlorurées-sodiques à proximité du littoral, en raison de l'intrusion de l'eau de mer à l'intérieur des terres.
  - **Principales problématiques** : malgré la présence de réservoirs karstiques importants, la région souffre parfois de pénurie d'eau. En effet, seule la moitié orientale des affleurements alimente des résurgences « terrestres » qui ont pu être captées. La moitié occidentale baignée par la mer ne nourrit que des résurgences sous-marines. De plus, la recherche d'eau dans ces formations calcaires karstiques est très aléatoire, car il s'agit d'un karst de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur.
- Par ailleurs, l'intrusion de l'eau de mer au voisinage de la cote engendre une « pollution » naturelle en chlorures des eaux souterraines. Cette eau salée peut également provenir de niveaux salinifères dans les formations (Trias, Oligocène).

**Entités aquifères identifiées au sein de l'entité PAC06J :**

La délimitation des impluviums de ces sources s'est avérée impossible devant le peu de données disponibles ou la faible connaissance des secteurs.

<b>PAC06J3</b>	Unité karstique de la source du Ragas du Revest des Eaux
Exutoires remarquables	Source du Ragas du Revest
Index source	Sce_83103_1
Commune	Le Revest-des-Eaux
Sources (débits en m <sup>3</sup> /s)	Q moy = 0,48
Suivi éventuel	oui

<b>PAC06J2</b>	Unité karstique des sources d'Ollioules	
Exutoires remarquables	Source du Labus	Source de la Foux d'Evenos
Index source	Sce_83090_1	Sce_83053_1
Commune	Ollioules	Sainte-Anne d'Evenos
Sources (débits en m <sup>3</sup> /s)	Q min = 0,02 Q moy = 0,05 Q max = 0,08	Q min = 0,02 Q moy = 0,05 Q max = 0,15
Suivi éventuel	oui	oui

<b>PAC06J4</b>	Unité karstique de la source de Saint-Antoine
Exutoires remarquables	Source de Saint-Antoine
Index source	Sce_83137_1
Commune	Toulon
Sources (débits en m <sup>3</sup> /s)	Q min = 0,05 Q moy = 0,17 Q max = 1,25
Suivi éventuel	oui

**BIBLIOGRAPHIE PRINCIPALE**

- **BLAVOUX B. et al.**, 2004 – Alimentation et origine de la salinité de la source sous-marine de Port-Miou (Marseille-Cassis). Principale émergence d'un réseau karstique hérité du Messinien. Publication.
- **BRGM**, 1970 – Etude des ressources hydrologiques et hydrogéologique du sud-est de la France. Fascicule 13 : Bassins côtiers entre Marseille et Toulon. Rapport n° 70 SGN 192 PRC.
- **CAVALERA T.**, 2007 – Etude du fonctionnement et du bassin d'alimentation de la source sous-marine de Port-Miou (Cassis, Bouches-du-Rhône). Approche multicritères. Thèse à l'université de Provence Aix-Marseille 1.
- **DELLERY B. et al.**, 1967 – Inventaire des ressources hydrauliques du bassin du Beausset. Données géologiques et hydrogéologiques acquises à la date du 31 décembre 1966. rapport BRGM n° 67 SGN 249 PRC.
- **DUROZOY et al.**, 1966 – Inventaire des ressources hydrauliques dans le bassin du Beausset. Etat des études au 31 décembre 1966. Rapport BRGM n° 66 SGN 175 PAC.
- **MONTEAU R.**, 1971 – Le karst des formations turoniennes du bassin du Beausset. Thèse à l'université de Marseille-Luminy.
- **RAMPNOUX N.**, 2000 – Synthèse des aquifères patrimoniaux karstiques - Bassin RMC - Région PACA. Rapport ANTEA, BRGM & BURGEAP.

**CARTES GEOLOGIQUES CONCERNEES :**

- 1/50 000 – Aubagne– N°1044
- 1/50 000 – Cuers– N°1045
- 1/50 000 – La Ciotat– N°1063
- 1/50 000 – Toulon – N°1064

**CARTES HYDROGEOLOGIQUES CONCERNEES :**

- 1/200 000 – Carte hydrogéologique du département des Bouches-du-Rhône – Ref. BRGM : 72SGN394PRC
- 1/200 000 – Carte hydrogéologique du département du Var
- 1/50 000 - Carte hydrogéologique de Toulon (Var) – Ref. BRGM : 74SGN197PRC



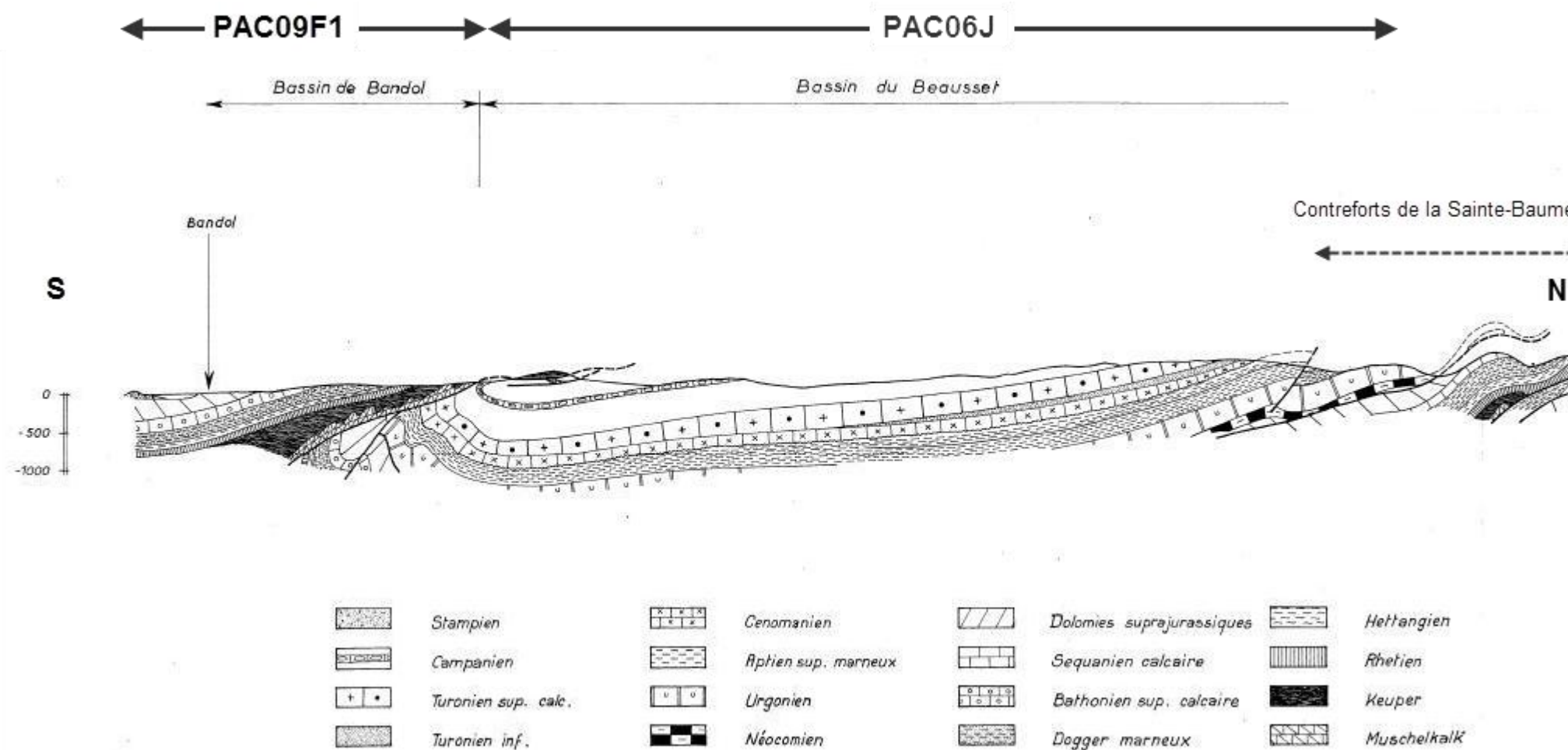
## LOG REPRESENTATIF DE L'ENTITE PAC06J

### Secteur du Beausset

Profond.	Demi-coupe technique	Nappes et plans d'eau	Echant.	Coupe	Description géologique par :	Étages
Echelle 1/500  20 m					Calcaire en gros bancs (> 1m) très diaclaté, gris rosé au haut de chaque banc, susceptible de débits noduleux grisâtre à la base.	Turonien Sup.
					Nombreux Rudistes.  Calcaire noduleux, argileux, très détritique, gris. à altération gréseuse, ocre, masquant les affleurements. Quelques bancs plus en relief.	Turonien inf.
					Calcaire en bancs moyens (< 1m) gris, légèrement détritique à la base de chaque banc, compact, plus clair au sommet.	Cénomaniens supérieurs
					Replat recouvert de terre et éboulis	
					Calc. blanc au sommet, gris-détritique à la base	
					Replat terreux	
					Calc. compact, gris clair, en bancs dm.	
					Calc. gréseux, argileux, à débit noduleux à débris coquilliers et d'Oursins	Cénomaniens inf.
					Combe marneuse	
					Calcaire microbrechique, cristallisé, rose clair et crème.	Urgonien

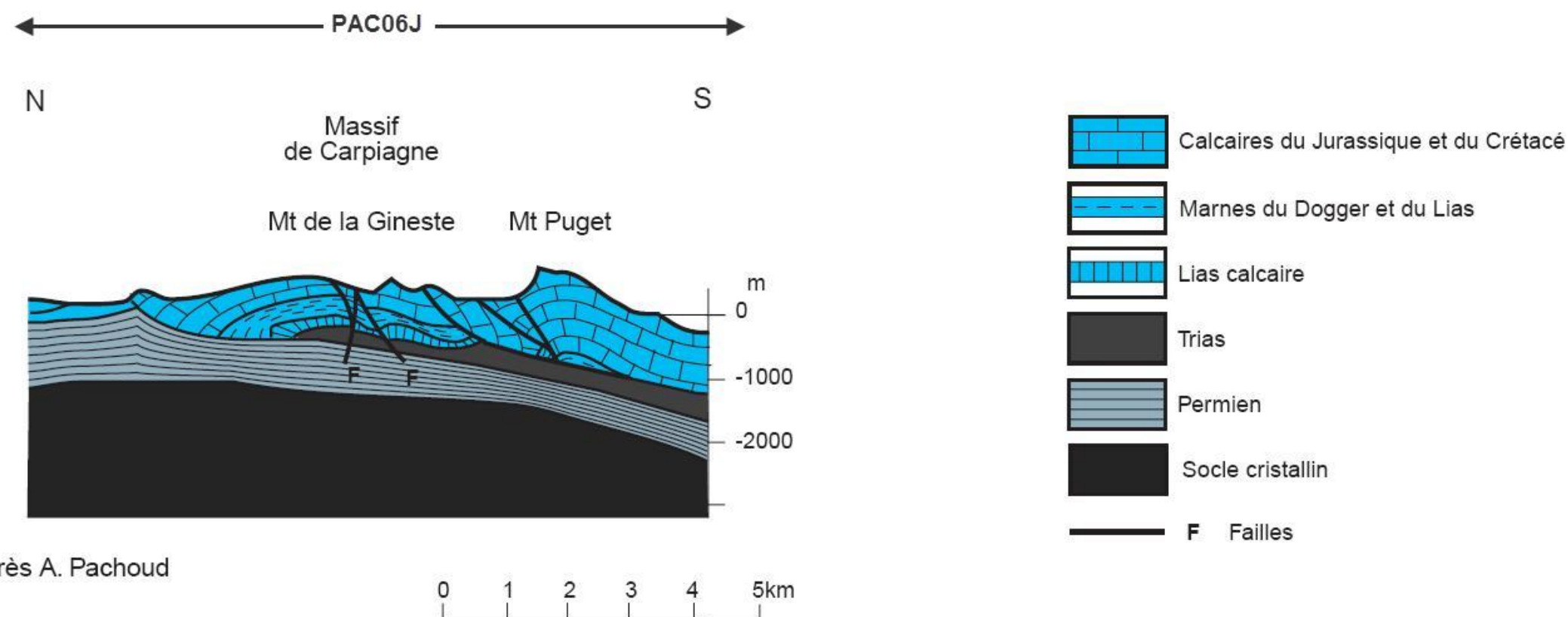
d'après Dellery et al., 1967

(CPE\_62)



d'après Dellery et al., 1967

(CPE\_35)



d'après A. Pachoud