

**CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE**

Les massifs des Alpilles, de la Montagnette et de Villeneuve-lès-Avignon (ou massif des Angles) se trouvent dans la partie nord-ouest des Bouches-du-Rhône (Alpilles et Montagnette) et dans le département du Gard (massif de Villeneuve). Dans ce secteur de confluence du Rhône et de la Durance, ils constituent le principal relief de la zone, entourés par des plaines alluviales : la Durance au nord, la plaine de Graveson - Maillane entre les Alpilles et la Montagnette, et la vallée du Rhône qui sépare la Montagnette et le massif de Villeneuve. Au sud du massif des Alpilles se trouve le secteur du marais des Baux, et au-delà la plaine de Crau.

Les principaux cours d'eau sont la Durance qui s'écoule d'est en ouest, et le Rhône qu'elle rejoint au sud d'Avignon. Le fleuve s'écoule ensuite en direction du sud. Par ailleurs, la plaine de Graveson - Maillane est parcourue par un grand nombre de canaux d'irrigation et de drainage, dont les eaux sont issues de la Durance, et qui s'écoulent vers le sud-ouest en direction de Tarascon.

L'altitude du massif d'Alpilles atteint un peu plus de 300 m NGF, tandis que la Montagnette et le massif de Villeneuve ne dépassent pas l'altitude de 200 m. L'altitude des plaines alluviales environnantes est de l'ordre de 10 à 20 m NGF.

L'occupation des sols des massifs des Alpilles et de la Montagnette est dominée par des espaces naturels, essentiellement des espaces boisés (garrigues). Par ailleurs, les activités agricoles, tournées vers l'oléiculture et la viticulture, sont surtout développées en bordure des massifs et dans les plaines (maraîchage). Une urbanisation importante est à noter par le massif de Villeneuve, où la partie nord est couverte par des habitations individuelles liées à l'extension de la commune de Villeneuve-lès-Avignon (10 000 habitants).

A titre indicatif, la pluviométrie moyenne à la station d'Eyrargues, située à une altitude de 17 m NGF, est de 638 mm/an (Météo France, normale AURELHY 1971-2000).

**INFORMATIONS PRINCIPALES**

<b>Nature :</b>	Système aquifère
<b>Thème :</b>	Sédimentaire karstique
<b>Type :</b>	Fissuré/karstique
<b>Entités de niveau local :</b>	<b>PAC06K1</b> (Massif calcaire crétacé des Alpilles) <b>PAC06K2</b> (Massif calcaire crétacé de la Montagnette)
<b>Superficie totale :</b>	262,4 km <sup>2</sup>

**GEOLOGIE**

Les massifs calcaires de l'entité PAC06K s'inscrivent dans la partie ouest de la basse Provence calcaire, dont l'âge des terrains s'échelonne du Jurassique supérieur au Quaternaire.

Au cours du Crétacé supérieur, une importante phase d'émersion favorise le dépôt de bauxite sur la surface affleurante du Barrémien, et vraisemblablement une karstification de cette importante formation essentiellement calcaire.

La période miocène donne lieu, lors des phases de transgression, à des dépôts sédimentaires importants, notamment dans les bassins sédimentaires d'Avignon et de Graveson - Maillane. La succession de phases de transgressions et de régressions a pu jouer un rôle important dans le développement de réseaux de karstification, notamment avec l'abaissement du niveau de base à la fin du Miocène (Messinien), et le creusement du paléo-canyon rhodanien, ensuite comblé par les marnes plaisanciennes lors de la transgression pliocène.

Les massifs calcaires du Crétacé inférieur résultent de la tectonique pyrénéo-provençale à la fin du Crétacé, avec la mise en place d'un ensemble de plissements et de chevauchements orientés est-ouest. Cette dynamique a conduit à l'émersion des massifs qui correspondent à de grands ensembles anticlinaux, et à la formation de bassins sédimentaires intercalés (Graveson - Maillane, marais des Baux). On peut noter par la suite l'apparition de failles, *a priori* de moindre importance, orientées NE-SO et NO-SE.

Le massif des Alpilles est constitué essentiellement de calcaires d'âges hauterivien et barrémien. Le flanc nord du massif est incliné vers le nord et s'enfonce sous les formations crétacées, éocènes, puis les alluvions de la plaine de Graveson - Maillane. La structure du massif est rompue axialement par l'accident des Baux (E-O). Au sud du massif, le marais des Baux correspond à une dépression synclinale (bassin des Baux) remplie de Crétacé supérieur et surmontée de Miocène transgressif. Le bassin des Baux est bordé au sud par l'anticlinal de Manville. Son extrémité sud-est est caractérisée par un redressement axial, faisant affleurer les calcaires et dolomies du Jurassique supérieur (secteur des Opiès).

La Montagnette est constituée par des calcaires d'âge hauterivien. Le massif correspond à un pli anticlinal, faillé, dont le flanc oriental s'ennoie (pendage moyen de 15°) vers l'est sous les alluvions et le Miocène du bassin de Graveson - Maillane.

Les formations calcaires du Crétacé inférieur (Hauterivien et Barrémien), constituent un ensemble aquifère de type fissuré/karstique. Les formations calcaires et dolomitiques du Jurassique supérieur constituent également une formation aquifère, dont l'extension est toutefois réduite (secteur des Opiès).

Les niveaux de bauxite (minerai d'aluminium), qui recouvrent l'Hauterivien, affleurent essentiellement dans le secteur des Baux (qui a donné son nom au minerai) et de Maussane, de part et d'autre de l'anticlinal de Manville. Le gisement a fait l'objet d'une exploitation au lieu-dit « les Canonettes ».

Enfin, on peut noter le rôle des formations miocènes, qui peuvent jouer le rôle d'aquifères connectés aux aquifères karstiques sous-jacents, en bordure de massif (synclinal des Baux, nord du massif de la Montagnette).

**HYDROGEOLOGIE**

Les calcaires du Crétacé inférieur sont généralement fracturés, voire karstifiés, et présentent donc une perméabilité « en grand ». Les calcaires et dolomies du Jurassique supérieurs peuvent également présenter des caractéristiques similaires, localement. Le degré de perméabilité des calcaires dépend donc de l'importance de la karstification, et de l'éventuel colmatage des fissures par des argiles de décalcification.

Les écoulements étant influencés par la fracturation, ils sont probablement conditionnés par l'orientation des failles. Il s'agit d'écoulements a priori libres, mais pouvant devenir captifs sous couverture, notamment dans le synclinal des Baux.

Les principales émergences répertoriées apparaissent en bordure des massifs :

- Alpilles (sources apparaissant généralement au contact des formations marneuses du Crétacé sup. ou du Miocène) :
  - Versant sud : source des Arcoules (40 l/s), source du château d'Escanin (30 l/s) au Paradou, source de la cluse de Manville (13 l/s), sources du Noyer (10 l/s) et de Calans (7 l/s) à l'Est de Maussane ;
  - Bordure est : source de Roque Martine (25 l/s) ;
  - Bordure ouest : sources de Fontvieille (20 l/s) et la Bargeole (8 l/s) qui apparaissent dans le Miocène (recharge probable par le Crétacé).
- Montagnette : seules de petites résurgences ont été signalées en bordure orientale du massif (Arvieux, Frigolet), et Font-de-Bernard en bordure occidentale.

Dans le massif des Alpilles, des constats d'assèchement de certaines sources ont été signalés et seraient liés à des phénomènes de drainage des eaux souterraines provoqués par les travaux miniers. Des forages ont été réalisés pour palier à ce phénomène.

Quelques forages atteignant les calcaires crétacés ont montré des débits intéressants. Plusieurs ouvrages sont exploités pour l'alimentation en eau potable (Malemort, Maussane), et certains correspondent à d'anciens puits liés aux anciennes exploitations minières de bauxite. C'est le cas du puits situé au nord d'Aureille (N°BSS : 09932X0151/F), profond de 17 m, et dont le débit atteint 100 m<sup>3</sup>/h.

D'une manière générale, on dispose de peu de données de piézométrie, par ailleurs, l'absence de données de traçages hydrogéologiques rend difficile la connaissance des écoulements. Toutefois, d'après les données disponibles, et compte-tenu de la position des principales émergences, les écoulements sont supposés orientés vers l'ouest ou le sud-ouest pour les Alpilles, sauf dans le secteur d'Orgon (écoulement supposé vers le nord-est), et vers le sud-ouest pour la Montagnette. Par ailleurs, il y a probablement une alimentation plus diffuse, mais non négligeable, des alluvions en bordure des massifs.

Malgré l'importance des ressources qu'ils présentent, ces aquifères ne sont que très peu exploités pour l'alimentation en eau potable de collectivités (seules les communes de Maussane-les-Alpilles et Sénas les exploitent). Dans ces aquifères calcaires, les mesures de niveau piézométriques sont rares, la recherche aléatoire de circulations karstiques et la proximité de ressource alluviale abondante n'ayant pas incité les travaux de captage d'eau souterraine.

**DESCRIPTION DE L'ENTITE HYDROGEOLOGIQUE**

- **Généralités** : les massifs calcaires des Alpilles, de la Montagnette et de Villeneuve constituent des ensembles aquifères fissurés/karstiques. Ils sont à l'origine d'émergences au contact des formations environnantes et peuvent jouer un rôle de recharge vers les nappes alluviales. La ressource profonde constituée par les calcaires est peu exploitée.
- **Type d'aquifère** : monocouche à multicouche (en cas de recouvrement miocène)
- **Limites** : limites indéterminées vers les domaines hydrogéologiques du Bas-Rhône (PAC04I) et de la Basse-Durance (PAC04D) ; limites d'alimentation vers les nappes alluviales du Rhône (PAC01C, PAC01F) et de la Durance (PAC02E).
- **Etat** : libre à captif (sous couverture)
- **Caractéristiques** :

	Profondeur de l'eau en m/sol (Niv. statique)	Epaisseur mouillée (m)	Vitesse d'écoulement (m/j)	Perméabilité (m/s)	Porosité n (%)	Productivité Q (m <sup>3</sup> /h)
Maximum	50	> 100*	/	/	/	100
Moyenne	/	/	/	/	/	10 à 50
Minimum	10	/	/	/	/	4

\*L'épaisseur moyenne des calcaires du Crétacé inférieur (Hauterivien et Barrémien) est de l'ordre de 1000 à 2000 m

- **Utilisation de la ressource** : principalement pour l'alimentation en eau potable (AEP), irrigation, forages individuels (Villeneuve)
- **Prélèvements connus** (Agence de l'Eau RM&C, 2008) : 460 000 m<sup>3</sup>/an, soit 10 captages (AEP et irrigation)
- **Alimentation de la nappe** : précipitations
- **Bilan hydrogéologique** : absence de données
- **Vulnérabilité à la pollution** : forte (karsts)
- **Qualité « naturelle » des eaux** : eaux bicarbonatées-calciques ; anomalies en sulfates et chlorures signalées localement au droit d'anciens travaux miniers
- **Principales problématiques** :  
 La ressource profonde est mal connue. Suite à l'étude hydrogéologique menée par le Conseil Général des Bouches-du-Rhône en 2008, des reconnaissances sont prévues dans le cadre de la diversification de l'alimentation en eau potable des communes du nord-ouest du département. Les forages profonds envisagés permettraient de compléter les connaissances sur le potentiel aquifère.  
 On peut noter l'urbanisation importante de la partie nord du massif de Villeneuve. Elle pourrait être à l'origine de pressions qualitatives et quantitatives (imperméabilisation, forages individuels) sur la ressource en eau souterraine.  
 Remarque : le parc naturel régional des Alpilles a été lancé en 2001, et a abouti en 2006 à l'adoption de la charte par les communes (la gestion des ressources en eau fait partie des objectifs de la charte).

**Unités aquifères identifiées au sein de l'entité PAC006K :**

Massif des Alpilles (PAC06K1)		
Exutoires remarquables	Source des Arcoules (commune de Paradou)	Source de la Barjolle (commune de Tarascon)
Index source	Sce_13068_1	Sce_13108_1
Sources (débits, en m <sup>3</sup> /s)	Q moy : 0,04	Q moy : 0,012
Suivis éventuels :	Non	Non
Remarques :	Versant sud des Alpilles	Ouest des Alpilles

Massif de la Montagnette (PAC06K2)	
Exutoires remarquables	Source d'Arvieux (commune de Tarascon)
Index source	Sce_13108_2
Sources (débits, en m <sup>3</sup> /h)	Q moy : 0,04
Suivis éventuels :	Non
Remarques :	Versant sud de la Montagnette

**BIBLIOGRAPHIE PRINCIPALE**

- **ANTEA**, 2008 – Etude hydrogéologique sur la ressource en eau du nord-ouest des Bouches-du-Rhône. Rapport n° A45326/A.
- **Agence de l'eau RM&C**, 2005 – Fiche de caractérisation des masses d'eaux souterraines. N°6204 : Calcaires et marnes des Alpilles.
- **BRGM**, 1970 - Etude des ressources hydrologiques et hydrogéologiques du Sud-est de la France, fascicule 14. Bassins de la Basse Durance, de la Touloubre et de la vallée des Baux. Rapport n° 70 SGN 193 PRC.

**CARTES GEOLOGIQUES CONCERNEES :**

1/50 000 - Avignon - N°940 ; Chateaubert - N°966 ; Eyguières - N°993

**CARTES HYDROGEOLOGIQUES CONCERNEES :**

1/200 000 – Carte hydrogéologique du département des Bouches-du-Rhône – Ref. BRGM : 72SGN394PRC  
 1/50 000 – Istres/Eyguières : plaine de Crau – N° 993,1019.

## LOGS REPRESENTATIFS DE L'ENTITE PAC06K

Echelle stratigraphique et caractéristiques aquifères des formations  
Secteur Nord-ouest des Bouches-du-Rhône

Série	Indice	Etage géologique	Nature des terrains	Milieu	K	Epaisseur (m)
	F	Quaternaire	Alluvions	P	++	1 à 20
MIOCENE	m2	Vindobonien/Helvetien	Sable, marnes et calcaire	P	+	300
	m1b	Burdigalien	Calcarénites, calcaires marneux, grès	P	++	60
OLIGOCENE	g1(a)	Oligocène indifférencié	Calcaire, localement marnes, argiles et conglomérats	P	-	?
EOCENE	e5	Lutétien	Calcaire blanc	F	++	30
	e1-2	Vitrolien	Grès, argilites	P	-	?
CRETACE Supérieur	C7b	Rognacien	Grès, marnes, calcaires	F	+	250
	C7a	Béguvien	Grès, argilites, calcaires	F	+	150
	C6	Valdo-Fuvélien	Calcaire marneux	F	+	150
	nA1		Bauxite			1 à 20
CRETACE Inférieur	n4U2	Barrémien	Calcaire à rudiste faciès urgonien	Karst	++	120
	n4U1 ab	Barrémien	Calcaire bioclastique	Karst	++	200
	n3Y	Hauterivien	Calcaire indifférencié de la Montagnette	Karst	++	80
	n3X (a)		Calcaire à silex et calcaire argileux	Karst	++	50
	n3X (b)		Calcaire marneux	F	+	200
	n3X (c)		Calcaire compact	Karst	++	100
	n3Z (a)	Calcaire bicolore	F	+	350	
	n3Z (b)	Calcaire argileux	I		400	
	n2W	Valanginien et Berriasien	Calcaire argileux et marno-calcaires	I		200
	n2V		Calcaire indifférencié	F	+	150
n2U	Calcaire marneux indifférencié		F	+	?	
JURASSIQUE Supérieur	J-nD	Jurassique supérieur indifférencié	Dolomies	Karst	++	?
	J9b	Tithonique portlandien	Calcaire blanc	Karst	++	?
	J6-7	Kimmeridgien Oxfordien supérieur	Calcaire indifférencié	Karst	++	?
	J5-9aD	Oxfordien moyen	Calcaires et dolomies de Mouriès	Karst	++	?

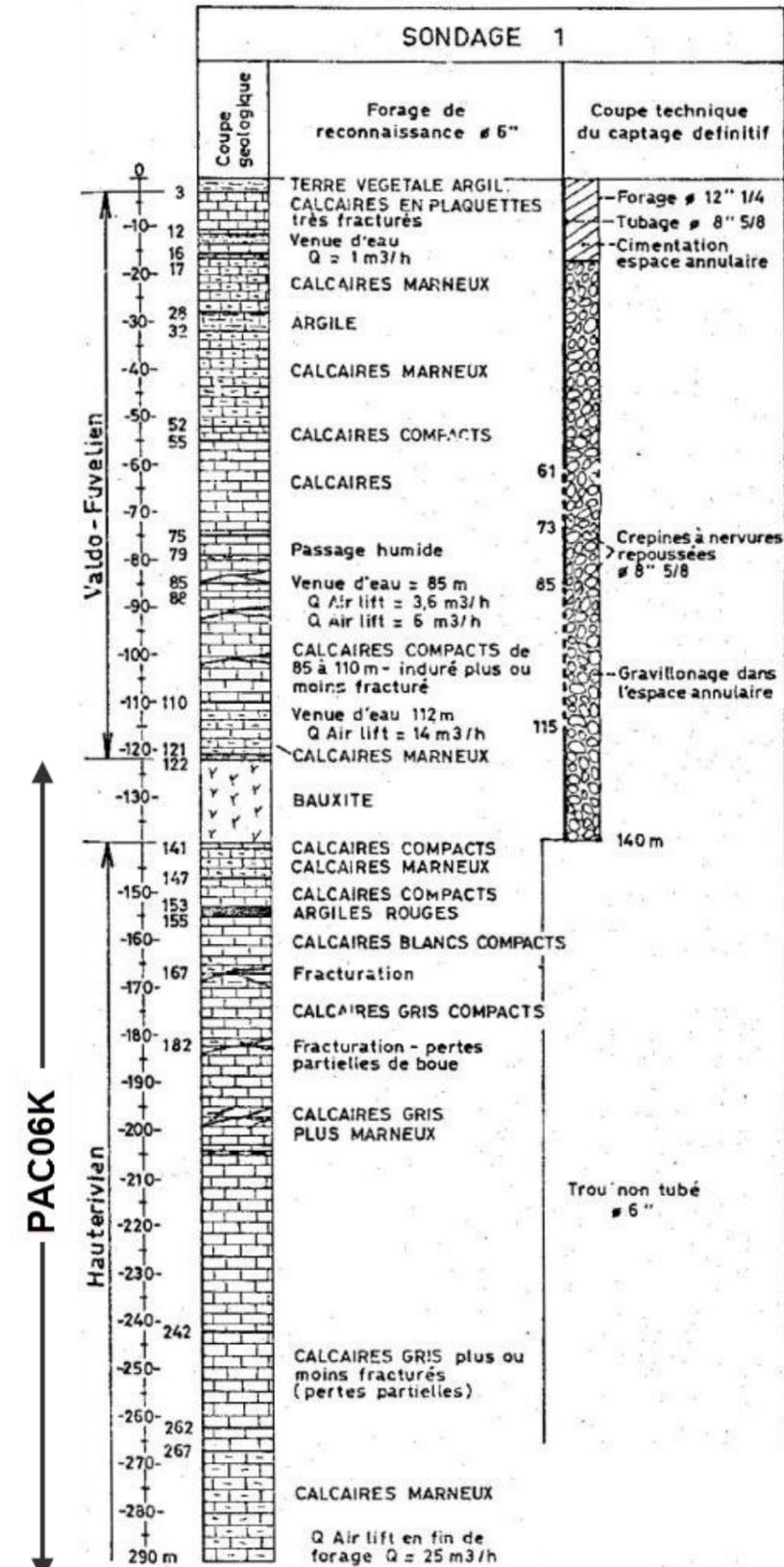
**Légende**

Milieu : Karst : karstique, F : fissuré, P : poreux

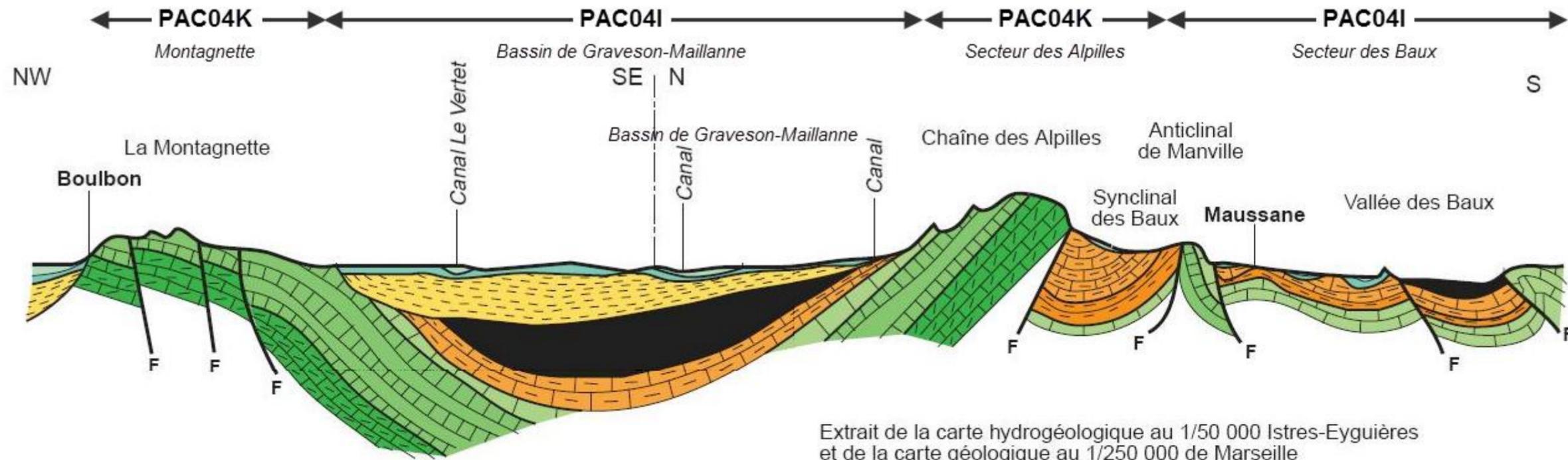
K (perméabilité) : I : imperméable, - : très peu perméable, + : peu perméable, ++ : très perméable.

d'après ANTEA, 2008

Forage à 1 km au sud-est des Baux-de-Provence  
(N°BSS : 09932X0188/S1)



## COUPE GEOLOGIQUE DE L'ENTITE PAC06K (CPE\_43)



Extrait de la carte hydrogéologique au 1/50 000 Istres-Eyguières et de la carte géologique au 1/250 000 de Marseille

