

**CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE**

L'entité PAC07D regroupe plusieurs massifs et plateaux calcaires situés en limite des départements du Vaucluse, des Bouches-du-Rhône, du Var et des Alpes-de-Haute-Provence. Il s'agit des massifs de Beaumont-de-Pertuis et de Mirabeau (rive droite de la Durance), du secteur qui s'étend sur les communes de Jouques et de Cadarache en incluant la montagne de Vautubière, et du massif de Mont Major, situé au sud de Ginasservis.

Les sommets de ces massifs culminent à plus de 600 m, tandis que les points les plus bas de la région se situent dans la plaine alluviale de la Durance, à des altitudes de l'ordre de 250 m.

Les espaces naturels prédominent, principalement les zones boisées (garrigues). Les cultures occupent une place réduite et se concentrent essentiellement dans les vallées.

Le climat est de type méditerranéen. Les étés sont chauds et secs, et les pluies surviennent surtout en automne et au printemps. La pluviométrie moyenne est de 680 mm/an à St-Paul-les-Durance (Météo France, normale AURELHY 1971-2000).

**INFORMATIONS PRINCIPALES**

**Nature :** Système aquifère

**Thème :** Sédimentaire karstique

**Type :** Fissuré/karstique

**Entités à enjeu local :** **PAC07D1** (Bois de Mont Major - source de la Foux)

**PAC07D2** (Massif calcaire jurassique de Vautubière)

**PAC07D3** (Massif calcaire jurassique de Jouques)

**PAC07D4** (Massif calcaire jurassique à crétacé inférieur de Mirabeau)

**PAC07D5** (Massif calcaire jurassique à crétacé inférieur de Beaumont-de-Pertuis)

**PAC07D6** (Massif calcaire jurassique à tertiaire de Cadarache)

**Superficie totale :** 182,9 km<sup>2</sup>

**GEOLOGIE**

Le contexte géologique régional est caractérisé par une succession de plissements géologiques de direction Est-Ouest, conformément à l'orientation pyrénéo-provençale. Ces plissements ont affecté des calcaires marins d'âge secondaire, lesquels ont opposé une résistance suffisante à l'érosion pour donner aujourd'hui des reliefs importants (Mont Major, Vautubière, Mirabeau...). Par la suite, ces structures ont été affectées par les poussées alpines issues du NE qui les ont partiellement reprises et réorientées selon une direction NO-SE. Entre ces chaînons viennent se placer des synclinaux (parmi lesquels le synclinal de Jouques) à remplissage principalement fluvio-lacustre ou qui ont été envahis par la transgression miocène.

Les principales formations géologiques représentées au droit de l'entité sont, de la plus récente à la plus ancienne :

- Miocène : marnes et calcaires (secteur du Mont Major) ; grès et poudingues (secteur de Cadarache) ; calcarénites, calcaires lacustres et grès (secteur de Jouques) ;
- Eocène-Paléocène : argilites, calcaires lacustres, argiles à passées de brèches, grès peu consolidés à passées argileuses et conglomératiques ;
- Crétacé supérieur : marnes, grès, calcaires (Sud du secteur de Jouques) ;
- Crétacé inférieur (Hauterivien, Valanginien, Berriasien) : calcaires marneux, marnes, calcaires, d'une épaisseur totale de l'ordre de 300 m ;
- Jurassique supérieur (Tithonien, Kimméridgien, Oxfordien) : calcaires micritiques, parfois dolomités du Kimméridgien et du Tithonien, d'une épaisseur totale de parfois plus de 1 000 m ; marnes oxfordiennes ;
- Jurassique moyen (Callovien, Bathonien, Bajocien) : ensemble à dominante marneuse, intercalations calcaires ;
- Jurassique inférieur (Lias) : calcaires et dolomies de l'Hettangien ;
- Trias supérieur : marnes et calcaires du Rhétien ; argiles, cargneules et gypse du Keuper.

Les calcaires et dolomies du Jurassique supérieur, ainsi que les calcaires et calcaires marneux du Crétacé inférieur constituent le principal réservoir aquifère.

Ces formations carbonatées, qui sont très fracturées (en particulier le Jurassique supérieur), ont été karstifiées au cours des phases émergences, en particulier lors des périodes quaternaires les plus récentes.

**HYDROGEOLOGIE**

Les calcaires (et dolomies) du Jurassique supérieur forment une seule unité aquifère caractérisée par des circulations de type karstique, donc par des écoulements au sein de conduits de dimensions variables, hiérarchisés, mais plus ou moins colmatés par des argiles. Cette unité présente des indices d'une forte karstification (lapiaz, avens...).

Au sein du Crétacé inférieur, les faciès marneux sont plus fréquents, et les calcaires apparaissent généralement beaucoup moins fissurés que le Jurassique supérieur. Les possibilités aquifères sont donc *a priori* plus faibles.

En l'absence d'écran marneux majeur les séparant, il existe probablement une continuité hydraulique entre ces deux réservoirs.

Bien qu'on ne considère qu'une seule entité, les principales caractéristiques hydrogéologiques peuvent être présentées selon les bassins d'alimentation des principales émergences qui caractérisent des entités d'enjeu local. Les délimitations de ces entités ne sont qu'indicatives car fondées sur la seule connaissance des sources, du fait de l'absence de données de traçages. On discerne ainsi :

- Mont Major - source de la Foux :  
Ce massif présente une structure anticlinale, constituée par les calcaires du Jurassique supérieur. Les écoulements sont dirigés vers le Nord, vers l'émergence principale de la Foux de Ginasservis (15 à 375 l/s), et les sources de l'Espagne et de la Pourraque situées à proximité ;
- Secteur de Jouques - sources du vallon de Saint-Bachi :  
Ce secteur comprend la majeure partie de la montagne de la Vautubière et la partie sud-est du bassin de Jouques. Les principaux exutoires se trouvent dans le vallon du ruisseau de Saint-Bachi (Jouques) : source de Traconnade (50 à 500 l/s), Font Caoudo (5 à 128 l/s), et source de la Palunette (11 à 56 l/s).
- Secteur St-Paul – sources du vallon de l'Abéou :  
Ce secteur s'étend de Saint-Paul-lès-Durance jusqu'à Ginasservis à l'est, et comprend la bordure nord de la montagne de la Vautubière. Il n'y a pas d'exutoires connus pour le secteur de Cadarache (CEA) ; il pourrait faire partie de l'impluvium des sources de Saint-Paul-lès-Durance.

Les principales émergences se trouvent dans le vallon de St Paul-les-Durance (ruisseau de l'Abeou) : Font Reynaude (68 à 82 l/s), grand et petit Lauron (débit global : 43 à 147 l/s).

La série marneuse du Callovien-Oxfordien (et Argovien) est un ensemble peu perméable, qui constitue le mur de l'aquifère.

Les intercalations calcaires, molassiques ou détritiques, des séries à dominante marneuses du Crétacé supérieur et du Tertiaire n'alimentent que des sources de faible débit.

- Massif de Mirabeau :  
Cet ensemble calcaréo-marneux du Crétacé inférieur présente une structure anticlinale, entaillée en cluses par la Durance. Peu d'émergences sont connues, en dehors des sources de la Loubière et de la Dévention, en bordure sud-ouest, dont les débits sont faibles. Il existe probablement un drainage plus diffus vers la Durance (plaine alluviale de Peyrolles).
- Massif de Beaumont :  
Sa structure est proche de celle du massif de Mirabeau (anticlinal calcaréo-marneux du Crétacé inférieur). Il présente quelques exutoires dispersés, de faible débit.

*Remarque : les données de débit sont issues de jaugeages réalisés à une fréquence d'environ 1 à 2 mesures par mois, entre juin 1976 et juin 1977, soit une période très pluvieuse (pluviométrie annuelle > 1000 mm/an en 1976 et en 1977)*

Les principales émergences sont issues de systèmes karstiques où les calcaires du Jurassique supérieur sont majoritairement représentés, c'est-à-dire au sud de la Durance (Mont Major, Jouques, Saint-Paul). Les sources sont de type vaclusien et témoignent de circulations anciennes à une cote inférieure au niveau de base actuel représenté par la plaine de Durance. Des mesures de débits des principales émergences, durant une période supérieure à une année (1976-1977) ont mis en évidence des réactions normales et rapides aux phases orageuses (de l'ordre de quelques heures). Les débits sont plus ou moins pérennes selon les sources, et les émergences situées aux cotes les plus hautes, notamment dans le vallon de St Paul, tarissent en premier en période d'étiage.

Dans le bassin versant de l'Abéou, des jaugeages ont révélé des pertes diffuses au droit du plan de Valavès (nord-ouest du massif de Mont Major), qui ont été estimées à environ 100 l/s en juillet 1977.

Cette ressource aquifère karstique est exploitée principalement pour l'alimentation en eau potable (AEP), ainsi que par des forages individuels. Les communes de Jouques et de Saint-Paul-lès-Durance sont alimentées respectivement par la source (et forage) de Traconnade, et par la source de Font Reynaude.

DESCRIPTION DE L'ENTITE HYDROGEOLOGIQUE

- Généralités** : L'entité PAC07D regroupe des unités aquifères disjointes. Il s'agit de massifs calcaires, d'âge jurassique supérieur et crétacé inférieur, et dont les caractéristiques sont proches. Le Jurassique supérieur, majoritairement représenté au sud de la Durance (Jouques, St Paul, Mont Major), donne lieu aux principales émergences, de nature karstique (sources vauclusiennes), dont les sources de Traconnade et de Font Reynaude, captées pour l'AEP. Les massifs de Beaumont et de Mirabeau, situés au nord de la Durance, ne présentent pas d'exutoires remarquables.
- Type d'aquifère** : monocouche
- Limites** : limites considérées « imperméables » constituées par les entités PAC04D (formations à dominante tertiaire de la vallée de la Durance) et PAC09A (formations marno-calcaires du bassin de l'Argens), limite d'alimentation vis-à-vis de l'entité PAC02E (alluvions de la basse-Durance).
- Etat** : majoritairement libre, localement captif (mise en évidence lors de travaux à l'usine hydro-électrique de Jouques)
- Caractéristiques** :

	Profondeur de l'eau en m/sol (Niveau statique)	Epaisseur mouillée (m)	Vitesse d'écoulement (m/j)	Perméabilité (m/s)	Porosité n (%)	Productivité Q (m <sup>3</sup> /h)
Maximum	133	/	/	/	/	10
Moyenne	50	600 à 900*	/	/	/	2
Minimum	17	/	/	/	/	0,5

\*Epaisseur indicative (correspondant à la série calcaire du Jurassique supérieur)

- Utilisation de la ressource** : captages d'eau potable (AEP) à usage collectif, forages individuels
- Prélèvements connus** (source : Agence de l'Eau RM&C, 2008) : environ 0,3 millions de m<sup>3</sup>/an, correspondant à 3 captages AEP
- Alimentation de la nappe** : précipitations, eaux de surface (pertes du ruisseau de l'Abeou dans la plaine du Valavès)
- Bilan hydrogéologique** :  
Données de bilan pour l'année 1977 (d'après Puccini, 1978) :
  - Massif de Mont Major (16,6 km<sup>2</sup>) : volume annuel de 10,5 millions de m<sup>3</sup> écoulé aux sources de la Foux, de l'Espagne et de la Pourraque, soit un coefficient d'infiltration de 0,46
  - Vallons de St Paul et de Jouques : volume annuel de 30 millions de m<sup>3</sup> écoulé aux sources de : Font Reynaude, des Laurons et de Bournéous-Travaillet (situées en amont) d'une part, et Traconnade, Font Caoudo, et Palunette d'autre part, soit un bassin d'alimentation de 40 km<sup>2</sup> si l'on retient le coefficient d'infiltration de 0,45
- Vulnérabilité à la pollution** : forte, compte-tenu du caractère fissuré/karstique des formations
- Qualité « naturelle » des eaux** : eaux bicarbonatées-calciques magnésiennes, parfois sulfatées (influence anthropique supposée) ; dureté souvent élevée.
- Principales problématiques** :  
La délimitation des bassins d'alimentation des sources est indicative. Les sens d'écoulements sont mal connus et pourraient être précisés, notamment par des traçages hydrogéologiques.

Entités aquifères identifiées au sein de l'entité PAC07D :

PAC07D1	Bois de Mont Major, source de la Foux
Exutoire remarquable	Source de la Foux (Commune de Ginasservis)
Index source	Sce_83066_1
Sources (débits, en m <sup>3</sup> /s)	Q min = 0,015 Q moy = 0,200 Q max = 0,375
Suivi	Non

PAC07D2	Secteur de Jouques, sources du vallon de Saint-Bachi		
Exutoires remarquables	Source de Traconnade (Commune de Jouques)	Font Caoudo (Commune de Jouques)	Source de la Palunette (Commune de Jouques)
Index source	Sce_13048_1	Sce_13048_2	Sce_13048_3
Sources (débits, en m <sup>3</sup> /s)	Q moy = 0,11 Q min = 0,05 Q max = 0,50	Q min = 0,005 Q moy = 0,077 Q max = 0,128	Q min = 0,011 Q moy = 0,025 Q max = 0,056
Suivi :	Qualité AEP	/	/

PAC07D3	Secteur de Saint-Paul, sources du vallon de l'Abéou	
Exutoires remarquables	Grand Lauron & Petit Lauron (Commune de Saint-Paul-lès-Durance)	Font Reynaude (Commune de Saint-Paul-lès-Durance)
Index source	Sce_13048_1 & Sce_13099_2	Sce_13099_3
Sources (débits, en m <sup>3</sup> /s)	Q min = 0,043 Q moy = 0,134 Q max = 0,200	Q min = 0,071 Q moy = 0,093 Q max = 0,150
Suivi :	/	Qualité AEP

PAC07D4	Massif de Mirabeau	
Exutoires remarquables	Source de la Loubière (Commune de Pertuis)	Source de la Dévention (Commune de Pertuis)
Index source	Sce_84089_1	Sce_84089_2
Sources (débits, en m <sup>3</sup> /s)	Qmoy < 0,01	Qmoy < 0,01
Suivi :	/	/

BIBLIOGRAPHIE PRINCIPALE

- **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.
- **PUCINI G.**, 1978 – Géologie et hydrogéologie du nord-ouest varois. Thèse - Université de Provence.
- **GOVERNAT CL., ROUIRE J., ROUSSET CL.**, 1970 – Pertuis. Notice de la carte géologique du BRGM à 1/50 000, n°995.

CARTES GEOLOGIQUES CONCERNEES :

1/250 000 : Marseille – N°39  
1/80 000 : Forcalquier – N°223 ; Aix – N°235  
1/50 000 – Pertuis – N°995 ; Tavernes – N°996

CARTES HYDROGEOLOGIQUES CONCERNEES :

1/200 000 – Carte hydrogéologique du département des Bouches-du-Rhône – Ref. BRGM : 72SGN394PRC  
1/200 000 – Carte hydrogéologique du Var

## LOGS REPRESENTATIFS DE L'ENTITE PAC07D

### Secteur nord-ouest varois

age	symbole carte au 1/50000	épaisseur	lithologie	perméabilité	
Quaternaire			cailloutis, limons, argiles et tufs	0 à 10 <sup>-2</sup> m/s	Mauvais Aq.
Ponto-Pliocène	P <sub>1</sub>		poudingues : "formation de Valensole."	faible 10 <sup>-5</sup> - 10 <sup>-7</sup> m/s	
Pontien	m <sub>4</sub>	10-50	limons et cailloutis ou marnes et calcaires.	faible à nulle	
Vindobonien	m <sub>3</sub>	20	biocalcarénite ou calcaire lacustre (fort.) ou marnes, marno-calc. sables et galets (vindob. indifférencié).	variable - rares conduits	
Sparnacien	e <sub>3</sub>	50 à 350	grès peu consolidés à passées argileuses.	faible à nulle	
Thanétien	e <sub>2</sub>	100	calcaire lacustre silicifié	qq. petits conduits	
Montien	e <sub>1</sub>	50	argiles rouges à lentilles de brèches.	très faible à nulle	
Rognacien	c <sub>8</sub>	b	calcaires lacustres	qq. petits conduits	
		a	grès et argiles	"moyenne" dans les passées gréseuses, faible à nulle dans les argiles	
Fuvélien ? cf. p.	c <sub>7a</sub>		conglomérat de base		
		500	marnes - quelques intercalations de calcaires et marno-calcaires	très faible à nulle sauf dans les intercalations de calcaires où une faible fissuration peut exister	
Hauterivien	n <sub>3</sub>	200	lentilles de bauxite		
		à 500	une unité de marno-calcaires entre 2 unités de calcaires marneux ou calcaires marneux seuls.	réseaux de conduits moyennement à faiblement développés	
Valanginien	n <sub>2</sub>	50 à 100	calcaires et marno-calcaires ou calcaires marneux.		

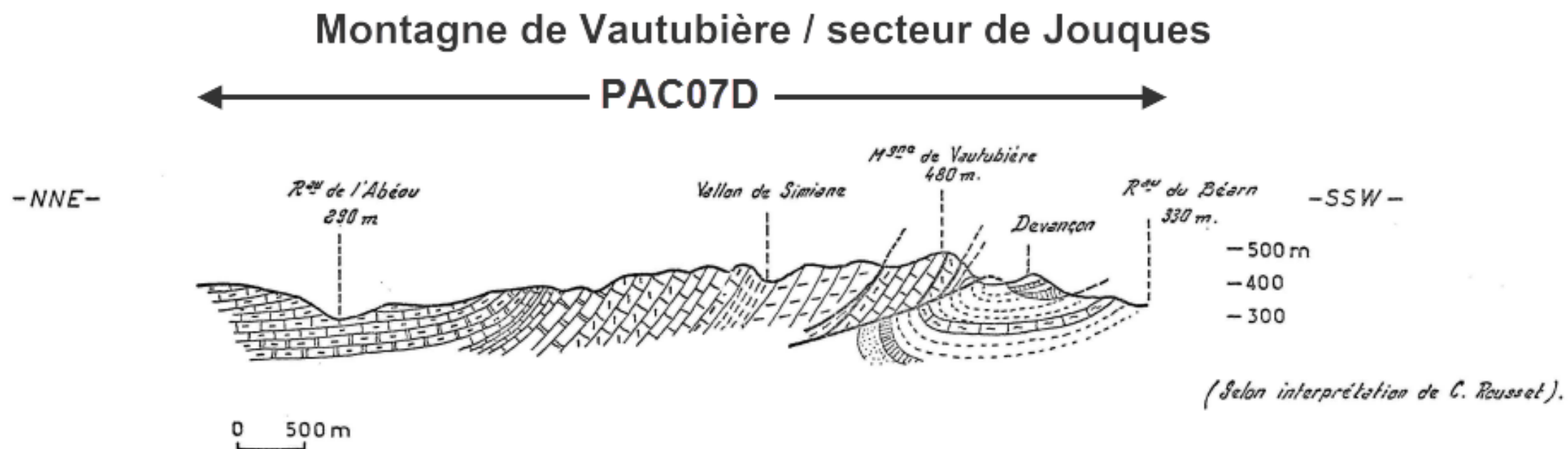
d'après Puccini, 1978

age	symbole carte au 1/50000	épaisseur	lithologie	perméabilité	
Berriasien	n <sub>1</sub>	100	calcaires en plaquettes possédant quelques intercalations de marnes et marno-calcaires, ou l'unité de calcaire marneux entre 2 unités de calcaire peu marneux.	réseau de conduits moyennement à peu développés	GRAND AQUIFÈRE JURASSIQUE
		à 400			
Portlandien	j <sub>9</sub>	400	calcaires micritiques parfois envahis par la dolomie.	réseau de conduits très développés	
		à 600			
Séquan-Kimmeridgien	j <sub>8-7</sub>	200	calcaires micritiques parfois envahis par la dolomie		
		à 300			
Argovien	j <sub>5</sub>	40-70	marno-calcaires	perméabilité très faible	
Oxfordien inf.	j <sub>4</sub>	40-70	marnes gris-bleues	perméabilité nulle	
Callovien	j <sub>3</sub>	40-70	marnes (en général)	conduits très développés	
Bathonien sup.	j <sub>2b</sub>	40-20	calcaires massifs	perméabilité très faible à nulle	
Bajocien-Bathonien	j <sub>2-1</sub>	10 à 200	marno-calcaires et marnes		
Pliens. sup à Bajocien	j <sub>1</sub>	0 à 10	calcaires roux	conduits moyennement à faiblement développés	
Hettangien	l <sub>2</sub>	0 à 100	dolomies et calcaires dolomitiques à intercalations de marnes vertes.	conduits faiblement développés	
Rhélien	k <sub>1</sub>	qq. argiles de m	alternance de calcaires, marnes, marno-calc. et fausses cargneules ou calcaire et cargneules.	à l'exception des cargneules, perméabilité faible à nulle	
Keuper	t <sub>3</sub>	très variable	amas de cargneules dans argilites et gypse	conduits bien développés	
Muschelkalk	t <sub>2</sub>	c	dolomies litées	perméabilité faible à moyenne ?	
		a	calcaires micritiques dolomies cargneulisées marnes dolomitiques	perméabilité nulle	

Extrait du log du forage pétrolier implanté à environ 5 km à l'est de Jouques)  
N°BSS : 09958X0033/JQS1

COUPE ECH. 1/10 000 <sup>e</sup>	CAR.	PROFONDEURS	ETAGES	IND. T.F.	LITHOLOGIE	
		40	ROGNACIEN (CRÉTACÉ SUP.)		Arg. rouge et grès grossiers à ciment calc.	
			HAUTERIVIEN- VALANGINIEN- BERRIASIEN (CRÉTACÉ INF.)		Calcaire cryptocristallin, gris-foncé à beige, très pauvre en débris organogènes, passant à un calcaire argileux alternant avec des passées de marne.	
		379		PORTLANDIEN		Calcaire marneux, cryptocristallin et dolomitique.
		525 ?				Dolomie cristalline, parfois bréchique, beige, passant à un calcaire dolomitique puis à un calcaire cryptocristallin plus ou moins argileux à tendance noduleuse.
		690		KIMMÉRIDGIEN		Calcaire cryptocristallin peu argileux, souvent fortement dolomitique. Présence de pellets estompés.
		851 ?		SEQUANIEN		Calcaire cryptocristallin argileux, brun ou beige, intercalé de fines passées de marne noire. Présence de nombreux filets argilo-dolomitiques et de spicules et pellets.
		973 ?		RAURACIEN		Calcaire cryptocristallin gris-brun à grisâtre, très faiblement argileux, intercalé de marnes noires. Présence de Radiolaires et d'Echinodermes.
		1141		ARGOVIEN		Calcaire grumeleux à éléments marneux noirs et grains de glauconie. Présence de Globigérines et Radiolaires.
		1248		OXFORDIEN		Marne noire feuilletée.
		1321				Marne marron de 1290 à 1300 m.

## COUPE GEOLOGIQUE REPRESENTATIVE DE L'ENTITE PAC07D (CPE\_78)

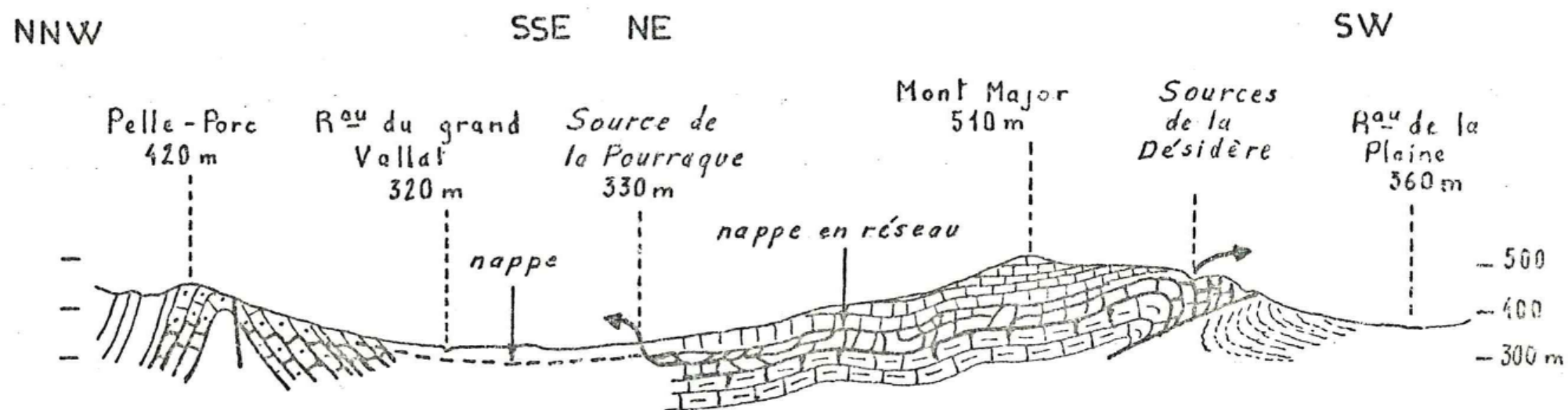


— LEGENDE —

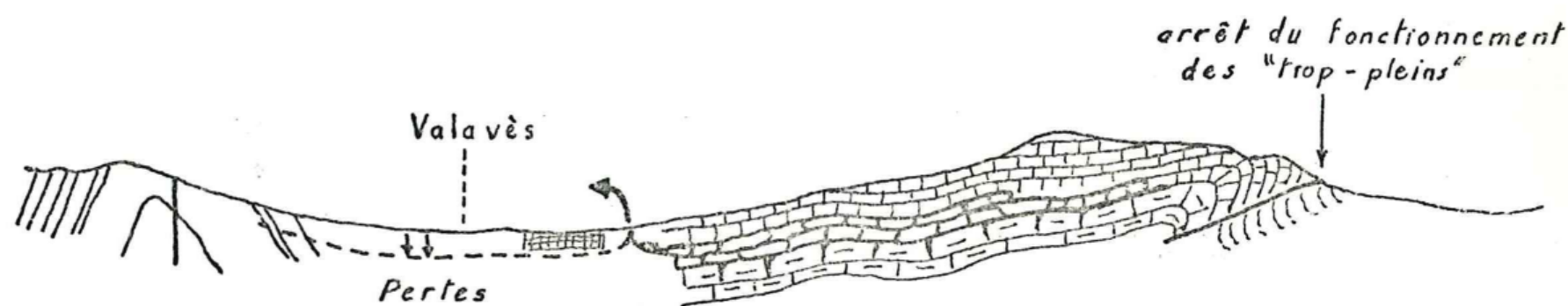
	Miocène	} Vindobanien. Tortonien.		Valanginien		Kimmeridgien
	Paleocène Eocène		} Sparnacien Thanétien Montien		Berriasien	
	Rognacien			Portlandien calcaire		Oxfordien inf. et Callovien.
	Hauterivien			Portlandien dolomitique		Bathonien

d'après Puccini, 1978

Schéma de fonctionnement des émergences - secteur de Mont Major



période de hautes eaux



periode intermédiaire

arrêt progressif du fonctionnement des sources et écoulement vers les nappes du Valavès



période de basses eaux

d'après Puccini, 1978