

CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE

L'entité du Comtat Venaissin est située dans les départements du Vaucluse et de la Drome. Elle s'étend depuis l'enclave de Valréas au nord jusqu'à la Durance au sud, encadrée par les Baronnies (1062 m) au nord-est, le mont Ventoux (1909 m) à l'est et la vallée du Rhône à l'ouest.

On peut distinguer au nord le bassin de Valréas (Haut Comtat), et au sud le bassin de Carpentras (Bas Comtat). L'altitude moyenne de ces bassins est de l'ordre de 150 à 200 m. Elle varie de 30 m NGF à l'Ouest de Carpentras, entre l'Ouvèze et l'Auzon, jusqu'à plus de 350 m NGF à l'est de Valréas.

Plusieurs cours d'eau, affluents du Rhône, drainent l'essentiel des eaux superficielles des bassins de Valréas et de Carpentras. Les principaux sont le Lez, l'Aigues (ou Aygues), l'Ouvèze et les Sorgues. Situés en rive gauche du Rhône, ils ont tous une direction d'écoulement globalement orientée nord-est/sud-ouest. Par ailleurs, de nombreux canaux d'irrigation parcourent le bassin de Carpentras.

Le comtat est une région agricole très active : vigne (70%), arboriculture, maraîchage, grandes cultures et élevage.

Le climat est de type méditerranéen. D'après les données de Météo France (normale AURELHY 1971-2000), la pluviométrie est de 814 mm/an à la station de Valréas (202 m d'altitude) et de 652 mm/an à la station de Carpentras (148 m d'altitude).

INFORMATIONS PRINCIPALES

Nature :	Système aquifère
Thème :	Sédimentaire
Type :	Poreux
Superficie totale :	1 205 km ²

GEOLOGIE

La molasse miocène du Comtat s'inscrit dans l'histoire géologique de la vallée du Rhône, bassin sédimentaire orienté selon un axe nord-sud, qui a fait l'objet tour à tour de phases marines, lacustres ou fluviales. Au cours du Miocène, la mer recouvre des régions qui, depuis le Santonien (Crétacé supérieur), n'avaient connu que des régimes continentaux. La transgression marine recouvre toute la plaine rhodanienne jusqu'au bassin de Crest. Par la suite, la partie ouest du bassin est recouverte par des formations à dominante argileuse lors de la transgression pliocène. Enfin, au Quaternaire se sont succédées des phases de creusement et d'alluvionnement par les rivières descendant des reliefs orientaux, donnant ainsi naissance aux plaines alluviales, dont celles de l'Ayguès, de l'Ouvèze et des Sorgues.

Les bassins de Valréas et de Carpentras correspondent à deux structures synclinales de part et d'autre du « seuil » de Courthézon-Vacqueyras.

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

- Quaternaire : alluvions récentes en liaison avec les principaux cours d'eau et alluvions anciennes déconnectées des cours d'eau (sables, galets et graviers) ;
- Pliocène : marnes compactes, qui comblent les paléo-vallées de l'Ayguès et de l'Ouvèze, atteignant une épaisseur d'environ 100 m ;
- Miocène : dépôts détritiques couramment appelés "molasses", constitués de lentilles sableuses alternant verticalement et latéralement avec des horizons marneux ou argileux, généralement faiblement cimentés. On distingue les safres helvétiques, qui constituent la formation la plus puissante, et la molasse burdigalienne sous-jacente. L'épaisseur des formations miocènes atteint 300 à 400 m, et localement jusqu'à 500 à 600 m ;
- Eocène et Oligocène : sables et argiles pouvant comporter des niveaux conglomératiques, marnes, calcaires et dolomies. Ces formations sont présentes essentiellement en bordure est du bassin de Mormoiron-Carpentras (de Vacqueyras à Pernes) ;
- Crétacé supérieur : formations dominées par les faciès calcaires et sableux, présentes sous les formations miocènes dans la partie nord de l'entité ;
- Crétacé inférieur : formations carbonatées barrémo-bédouliennes issues des plateaux de Vaucluse, qui plongent sous le bassin de Carpentras et constituent le mur du Miocène.

L'aquifère miocène regroupe les safres helvétiques, ainsi que la molasse burdigalienne sous-jacente. Les formations helvétiques, dites « safres », sont constituées par une molasse sablo-gréseuse dans laquelle sont intercalées des bancs de marnes sableuses. De nombreuses et rapides variations latérales de faciès caractéristique cette formation. Une particularité du réservoir miocène est la très bonne cohésion des sables qui sont plus ou moins indurés, et qui facilitent la réalisation de forages.

Selon les derniers travaux de recherche menés dans le bassin de Carpentras, et qui ont donné lieu notamment à une campagne de géophysique par tomographie de résistivité électrique, les strates à dominante sableuse, intercalées avec des niveaux argileux, semblent constituer des ensembles relativement homogènes à l'échelle du bassin.

Sur sa majeure partie, l'aquifère des molasses miocènes est recouvert par des formations quaternaires se composant de placages d'alluvions anciennes déconnectées des cours d'eau, et d'alluvions récentes en liaison avec les principaux cours d'eau, les épaisseurs sont variables et peuvent atteindre dans le meilleur des cas environ 30 m. En bordure ouest, le Miocène est souvent recouvert par les marnes pliocènes peu perméables.

HYDROGEOLOGIE

Le réservoir miocène présente une structure d'aquifère multicouches, ou lenticulaire (variations latérales de faciès). La perméabilité de l'aquifère dépend essentiellement de la porosité efficace des passées sableuses, et de la fissuration éventuelle des formations.

La molasse présente des caractéristiques hydrodynamiques plutôt modestes (1.10^{-5} à 1.10^{-6} m/s), toutefois, le réservoir présente par endroits des transmissivités intéressantes grâce à son épaisseur (10^{-4} voire 10^{-3} m²/s).

D'une manière générale, la nappe s'écoule selon une direction nord-est/sud-ouest. Dans la partie nord, l'écoulement se fait parallèlement aux rivières Ayguès et Ouvèze. Dans le bassin de Carpentras, les écoulements sont concentriques et se dirigent vers Bédarrides. D'une manière générale, la présence de barrières argileuses, dans les paléo-vallées (parfois comblées sur plus de 200 m), constituent des obstacles à l'écoulement des eaux, d'où les mises en charge importantes dans certains secteurs, notamment au nord-ouest de Carpentras et au sud-ouest de Valréas, avec localement des phénomènes d'artésianisme.

Dans le bassin de Carpentras, le niveau piézométrique de la nappe du Miocène varie modérément au cours de l'année (<5 m) et l'essentiel des variations saisonnières est lié à l'activité des pompages dans l'aquifère. Cette évolution est particulièrement marquée au centre du bassin, dans les secteurs de forte exploitation.

En ce qui concerne l'évolution globale du niveau de la nappe miocène, les auteurs s'accordent pour considérer qu'elle aurait subi un abaissement. L'estimation de la baisse générale des niveaux piézométriques reste approximative en l'absence de suivi régulier effectué. L'estimation est variable selon les auteurs, généralement comprise entre 5 et 10 m au cours des 50 dernières années. Cette baisse s'est notamment traduite par une perte d'artésianisme dans différents secteurs.

La recharge de l'aquifère miocène est assurée essentiellement dans la partie est de l'entité, par l'infiltration des eaux de pluie et par drainance descendante depuis les nappes alluviales (dans les secteurs où la nappe miocène n'est pas captive). Par ailleurs, des phénomènes de drainance ascendante venant du substratum, en particulier du karst urgonien dans le bassin Carpentras, ont été signalées par des anomalies hydrochimiques.

Vers l'ouest, dans la plaine alluviale, la nappe miocène soutient la nappe superficielle, sauf dans des secteurs de pompage intense de la nappe miocène. On constate par ailleurs que les piézométries de la nappe miocène et des nappes alluviales sont très proches, aussi bien en ce qui concerne le sens d'écoulement est-ouest que les charges.

L'écoulement des eaux au sein de l'aquifère miocène se fait donc des montagnes à l'est vers le Rhône à l'ouest. Selon les résultats d'analyses isotopiques (¹⁴C, ³H), l'âge des eaux du bassin miocène de Carpentras croît des zones bordières d'alimentation (amont) au centre du bassin et au puits de Bédarrides (aval), passant de quelques dizaines d'années à près de 20 000 ans. A Sorgues, l'eau d'un forage a un âge de l'ordre de 50 000 ans. Dans le bassin de Valréas, un âge maximum de 18 000 ans a été estimé pour le secteur libre, pouvant atteindre 40 000 ans dans la zone captive sous les argiles de la ria pliocène (secteur Suze-Bouchet-Visan-Richeranches). Les vitesses de transfert au sein de l'aquifère miocène seraient de l'ordre de 10 à 100 m.an⁻¹

La majorité des forages exploite la nappe à des débits avoisinant les 5 m³/h, mais certains ouvrages atteignent 40 à 60 m³/h. Des débits spécifiques supérieurs à 2 m³/h/m se rencontrent dans la zone comprise entre Sainte-Cécile et l'ouest de Valréas et dans le bassin de Carpentras à l'aplomb de Sarriens, Loriol et Monteux. Ces débits spécifiques plus intéressants sont sans doute à mettre en relation avec des faciès plus grossiers des matériaux et/ou une drainance depuis les formations calcaires sous-jacentes.

Dans la partie ouest de l'entité, la nappe est faiblement vulnérable aux pollutions, du fait de sa couverture pliocène et/ou alluviale et de son caractère captif. Par contre, la nappe est vulnérable dans les zones de recharge, dans les secteurs de Valréas et de Carpentras. De plus, de nombreux forages non réalisés selon les règles de l'art (insuffisamment ou non tubés) mettent en communication la nappe miocène et les eaux des nappes superficielles, avec un risque d'infiltration d'eaux potentiellement polluées (nitrates).

DESCRIPTION DE L'ENTITE HYDROGEOLOGIQUE

- **Généralités** : L'entité miocène du Comtat Venaissin constitue l'un des principaux réservoirs aquifères de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Compte-tenu des temps de transfert très longs, et de la très bonne qualité des eaux de la ressource en profondeur, il s'agit d'une ressource stratégique à préserver.
- **Type d'aquifère** : multicouche/lenticulaire
- **Limites** : ligne d'affluence depuis les calcaires des plateaux de Vaucluse (PAC06F), les formations crétacées et tertiaires du sud du Comtat (PAC04H), et les formations calcaires et marnes crétacées et jurassiques de la vallée du Rhône, du Diois et des Baronnies (544E) ; les formations tertiaires du bassin de Valréas (549A) ; lignes d'affluence vers les nappes alluviales de l'Aygues (PAC01A1), de l'Ouvèze (PAC01A2) et des Sorgues (PAC01A3) ; limites indéterminées vis-à-vis des calcaires cenomano-turoniens du bassin de Dieulefit (160) au nord et des formations crétacées de la vallée du Rhône (PAC04J) au sud-ouest ; limite considérée « imperméable » constituée par les marnes pliocènes (PLIO3/PAC04K) .
- Cependant, les limites de ce synclinal semi-perché sont mal connues et des échanges avec les entités voisines pourraient éventuellement être possibles. Les limites ont donc été déterminées comme inconnues avec les calcaires et marnes crétacés et jurassiques (544E) et les formations miocènes du Comtat venaissin (PAC04A).
- **Etat** : Les nappes des strates supérieures sont libres, mais au-delà de 30m de profondeur, les nappes deviennent généralement captives (en charge), et peuvent même être localement artésiennes.
- **Caractéristiques** :

	Profondeur de l'eau en m/sol (Niveau statique)	Epaisseur mouillée (m)	Vitesse d'écoulement (m/an)	Perméabilité (m/s)	Porosité n %	Productivité Q (m ³ /h)
Maximum	30	500 à 600	100	1.10 ⁻⁵	/	40 à 60
Moyenne	/	300 à 400	/	/	/	5
Minimum	artésianisme	/	10	1.10 ⁻⁶	/	/

- **Utilisation de la ressource** : alimentation en eau potable (AEP), captages à usage collectif ; captages agricoles (AEA), et dans une moindre mesure captages industriels (AEI). Un grand nombre de forages individuels capte l'aquifère miocène (jusqu'à une profondeur d'environ 100 m la plupart du temps), pour des usages de type domestiques, d'arrosage, et parfois pour l'eau potable.
- **Prélèvements connus** : Volume prélevé estimé à 15,3 millions de m³/an (Salquèbre *et al*, 2008). Forte concentration des prélèvements dans le bassin de Carpentras.
- **Alimentation de la nappe** : précipitations (partie est), substratum, eaux de surface (et nappes alluviales)
- **Bilan hydrogéologique** (Sud-Aménagement, 1992) :
en millions de m³/an
Entrées : rivières (4,5), pluies (19), substratum (22) → **Total : 45,5**
Sorties : pompages (28), rivières (5,5), drainage (11) → **Total 45,5**
 Le bilan proposé semble volontairement équilibré, et ne permet donc pas d'apprécier une éventuelle surexploitation de l'aquifère.
- **Vulnérabilité à la pollution** : faible (partie ouest) à moyenne (partie est)
- **Qualité « naturelle » des eaux** : Eaux bicarbonatées calciques. Conductivité moyenne comprise entre 300 et 800 µS/cm et pH entre 7 et 8,2. Eaux de bonne qualité, parfois sulfatées par dissolution du gypse (au sud-est et à l'est du bassin de Carpentras).
- **Principales problématiques** : le nombre de captages de l'entité est en constante augmentation, engendrant une baisse des niveaux piézométriques et une perte d'artésianisme, traduisant une surexploitation de la nappe, au moins sur certains secteurs.

Très nette dégradation de la ressource constatée depuis plus de 20 ans, avec l'émergence de pollutions azotées dans les zones non captives et dans les zones où la présence de forages non tubés mettent en communication les eaux des nappes superficielles et celles de la nappe miocène (teneur en nitrates atteignant localement 200 mg/l au nord-ouest de Carpentras). Des programmes d'action sont en cours dans le cadre de la zone vulnérable nitrates, afin de réduire les intrants azotés.

BIBLIOGRAPHIE PRINCIPALE

- **BEL F., 1998** – Synthèse hydrogéologique de la nappe miocène du comtat Venaissin (Vaucluse). Rapport BRGM n° R 40236.
- **DUROZOY G., 1973** – Etude hydrogéologique des plaines du Comtat. Volume II : Nappe du Miocène. Rapport BRGM n° 73 SGN 240 PRC.
- **FAURE G., 1982** – Etude hydrogéologique du bassin miocène de Carpentras. Thèse, Université Claude Bernard (Lyon I).
- **HUNEAU F., 2000** – Fonctionnement hydrogéologique et archives paléoclimatiques d'un aquifère profond méditerranéen. Etude géochimique et isotopique du bassin miocène de Valréas. Thèse, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse.
- **LALBAT F., 2006** – Fonctionnement hydrodynamique de l'aquifère du Miocène du bassin de Carpentras. Thèse, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse.
- **Hydrosol Ingénierie, 2005** – Document d'incidence des prélèvements agricoles sur les ressources en eau. Bassin miocène du Comtat Venaissin.
- **SALQUEBRE D., VALENCIA G., CADILHAC L., 2008** - Aquifère miocène du Comtat Venaissin. Etat des connaissances et problématiques. Rapport BRGM n°RP-56389-FR
- **ROUDIER P., 1984** – Etude hydrogéologique du bassin miocène de Valréas- Vaison-Malaucaène, Université Claude Bernard (Lyon I).
- **Sud-Aménagement Agronomie, 1992** – Modélisation mathématique des aquifères miocènes. Mission réalisée pour le conseil général du Vaucluse.

CARTES GEOLOGIQUES CONCERNEES :

- 1/250 000 – VALENCE – N°34 ;
MARSEILLE – N°39
- 1/50 000 – VALREAS – N° 890 ;
NYONS – N° 891 ;
ORANGE – N° 914 ;
VAISON-LA-ROMAINE – N° 915 ;
AVIGNON – N° 940 ;
CARPENTRAS – N° 941

CARTES HYDROGEOLOGIQUES CONCERNEES :

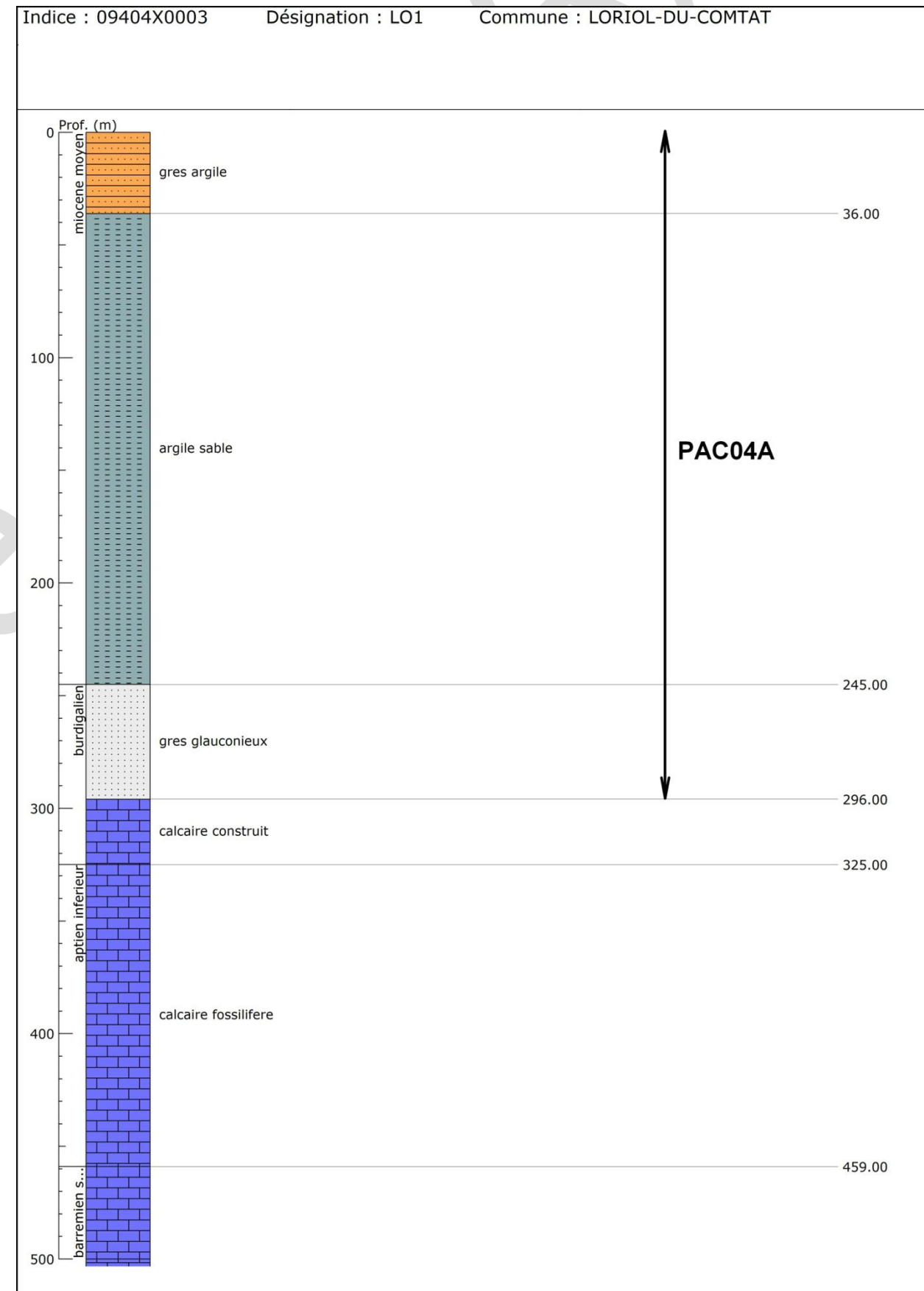
Logs stratigraphiques représentatifs

Secteur d'Orange-Valréas

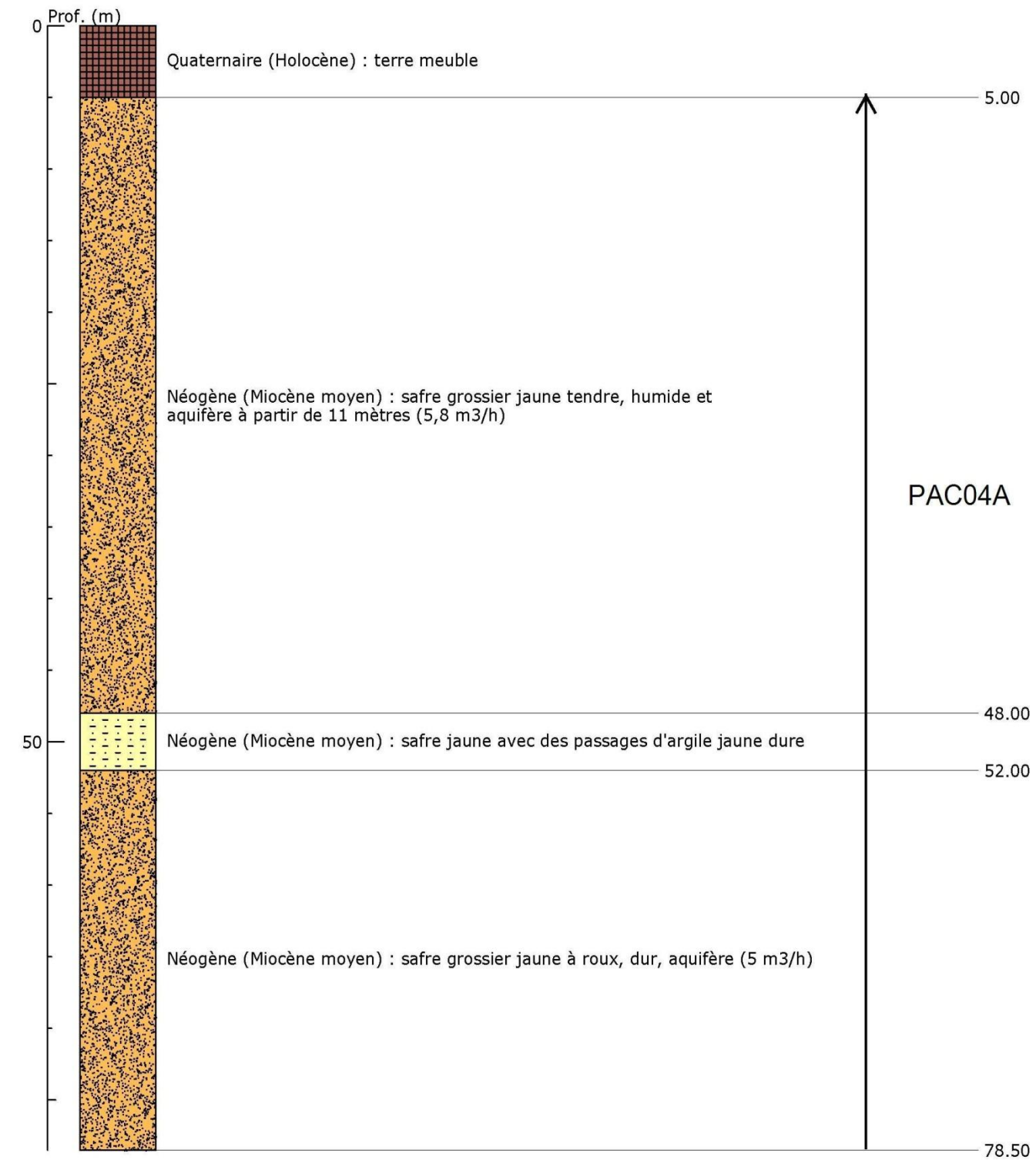
Forage pétrolier à Loriol de 950 m

Asien Pliaisancien	P ^a	cailloutis et marne argiles calc. grises micacées localt cong ^t à la base
	P	argiles à Congéries (saumâtres)
Tortonien	m ^{3L}	conglomérats et couches rouges
	m ^{3M}	marnes sabl. ou lignit. Fluviolacustre
	m ^{3M}	marnes sabl. marines Intercal. de bancs de molasse à l'Est
Helvétien	m ²	sables jaunes molass. sables et grès jaunes en lentilles Intercal. d'un delta conglom. à Nyons
		sables marneux à bancs de molasse La base devient argilo marneuse vers Malouène et vers le Sud et peut envahir le Burdigalien
Burdigalien	m ¹	calc. molassique
Aquitanien		marnes calc. sables verdâtres et molasse cong ^t à la base calc. blancs à Helix
Stampien	g ²	marnes et calc. m ^r gris Massif de Suzette calc. en plaques + gypse marnes sables cong ^t
Sannoisien sup ^r	g ¹	calc. marne et lignite
Sannoisien inf ^r		calc. blancs
Eoc sup ^r	e ⁷	Dans le Tricastin : sables et argiles bigarrées
Lutétien Eoc inf ^r	e ^{1.5}	calc. marneux et marnes blanches à silex argiles et sables
Santonien	c ⁵	au N. sables et argiles refract. (lacustre) au S. sables lignités et calc. } Massif d'Uchaux
Coniacien	c ⁴	grès calcareux à Rudistes } Tricastin (Nord) sables grossiers rouges } (Sud) calc. à Rudistes } Massif d'Uchaux sable } calc. gréseux
Turonien	c ³	Tricastin (Nord) Uchaux (Sud) : Ligerien Angoumien grès et sables dits d'Uchaux marnes à Spongiaires calc. blancs gréseux Ligerien calc. blancs gréseux et calc. bicolores
Cénomarien	c ²	calc. gréseux et grès glaucon ^x Tricastin (Nord) 1 niveau phosphaté du Uraconien Vaison calc. gréseux glaucon ^x (Est)

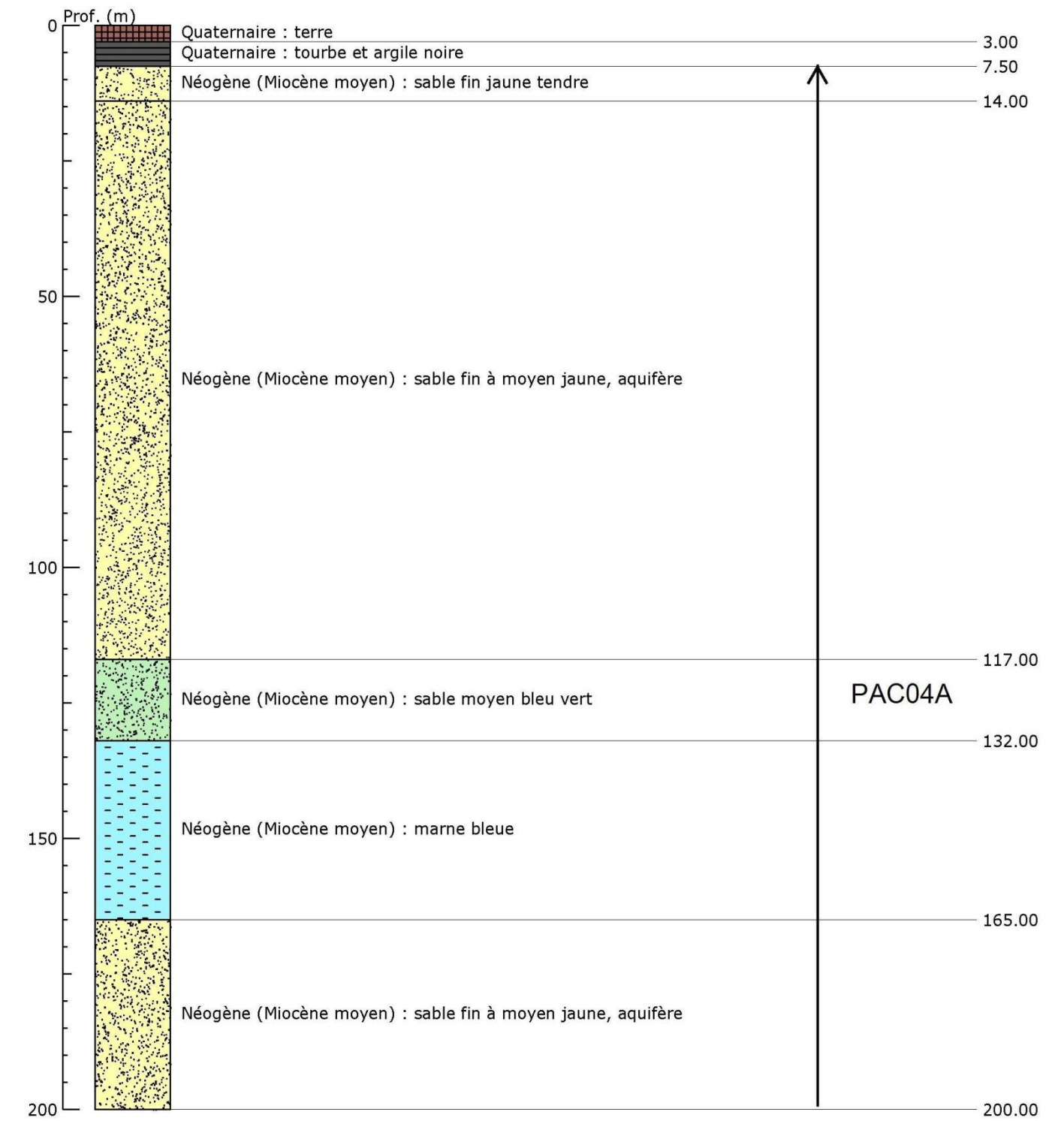
D'après DUROZOY G., 1973

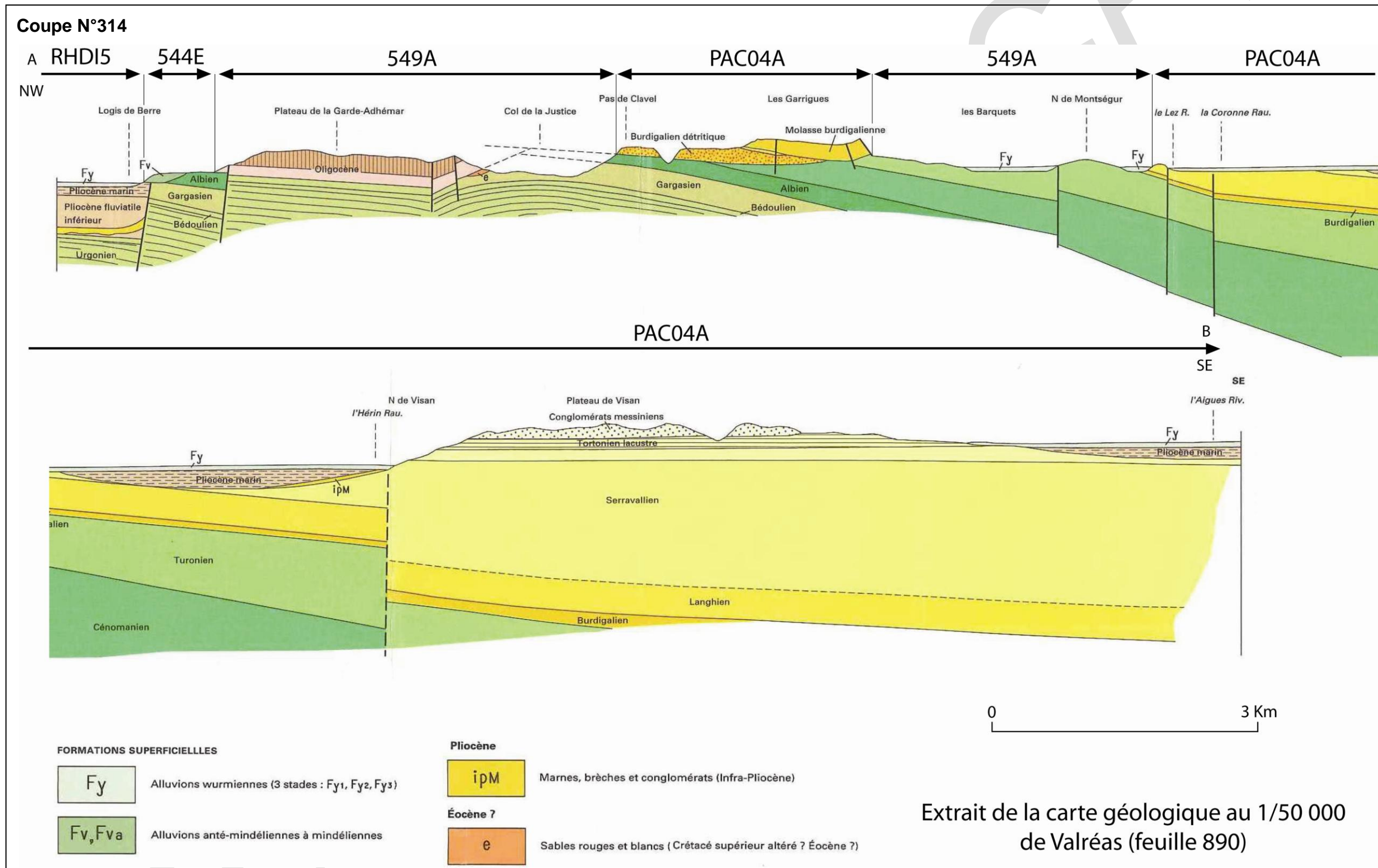


Indice BRGM : 08904X0020/F

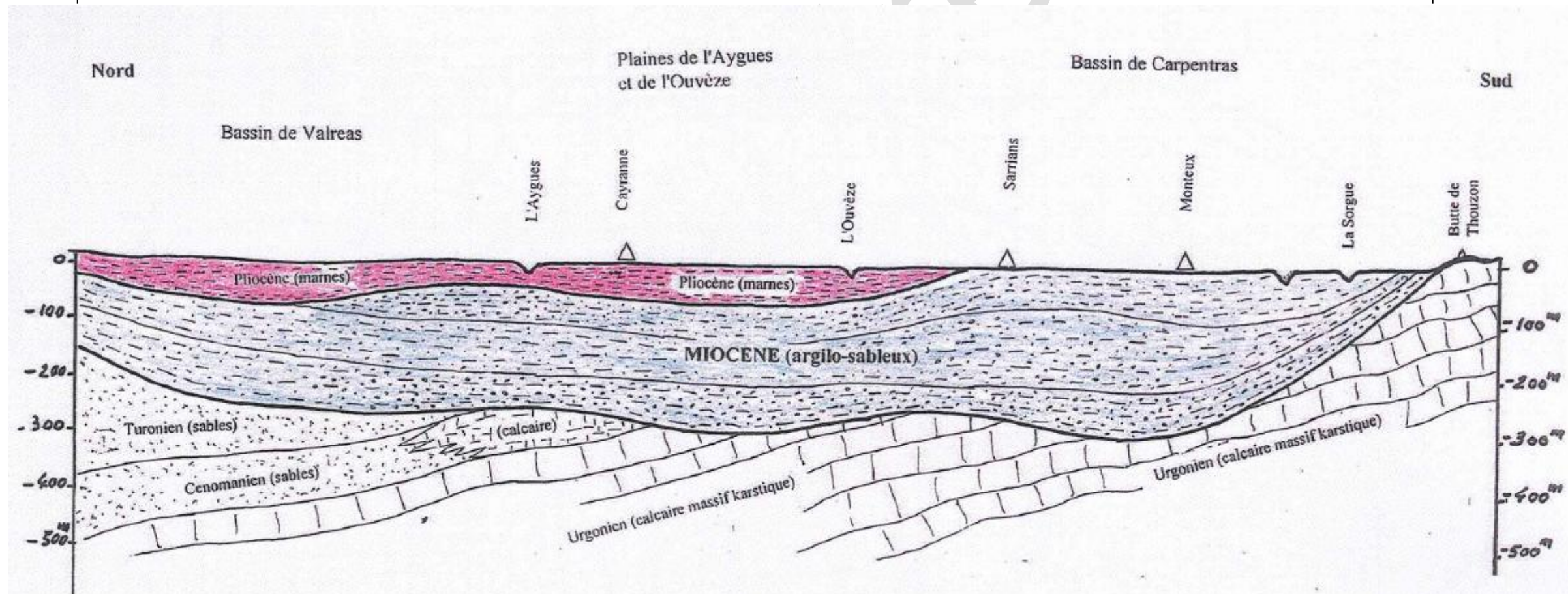
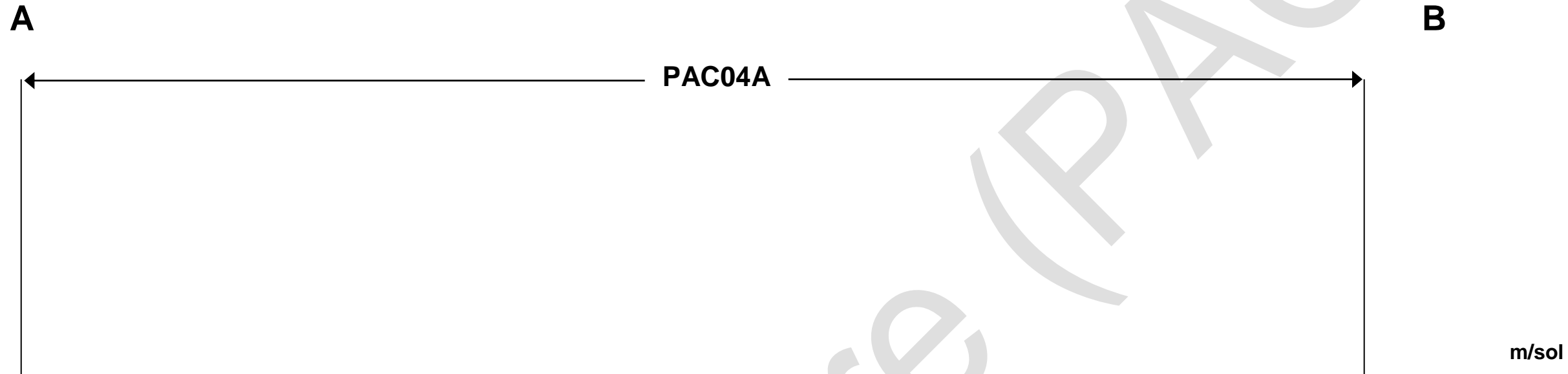


Indice BRGM : 08908X1006/F



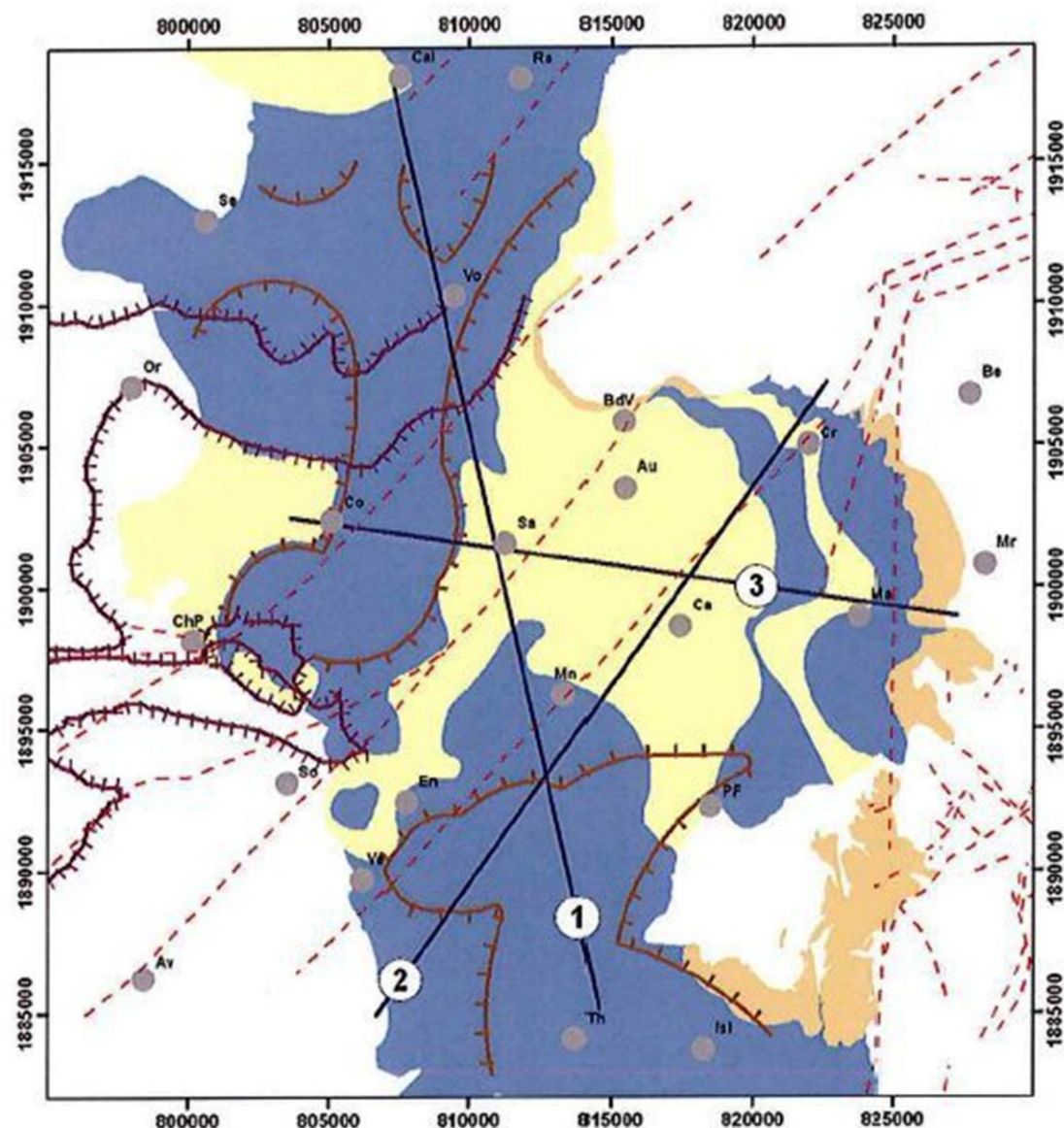


Coupe schématique de l'entité, orientée nord-sud (CPE 55)



D'après BEL F., 1998

Coupes géologiques schématisées – bassin de Carpentras (Lalbat, 2006)



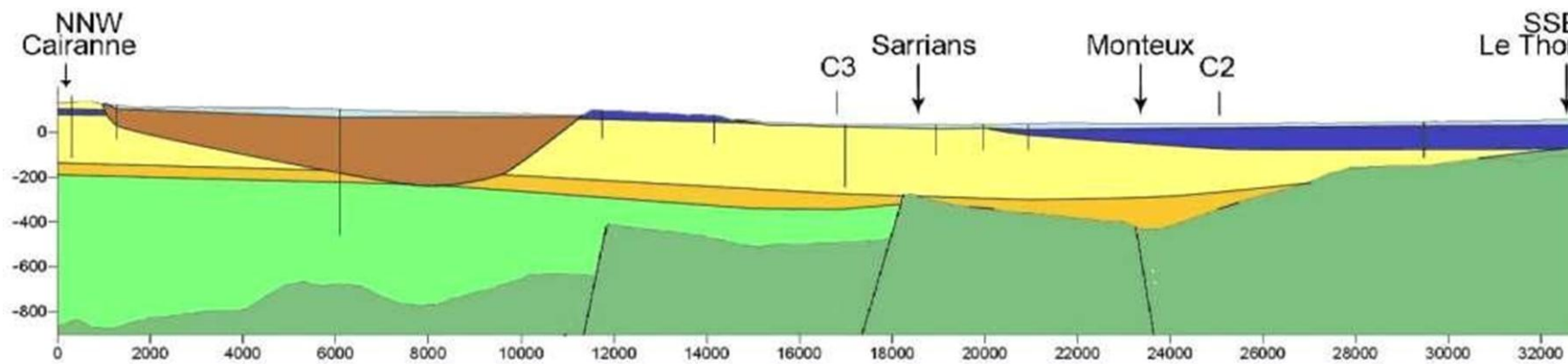
- | | | |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Au : Aubignan | Cr : Carcamb | Sa : Sarriens |
| Av : Avignon | En : Entraigues | Se : Sérignan-du-Comtat |
| BdV : Beaumes-de-Venise | Mr : Mormoiron | So : Sorgues |
| Be : Bédoin | Ma : Mazan | SIC : Ste-Cécile-les-Vignes |
| Ca : Carpentras | Mn : Monteux | Th : Le Thor |
| Cai : Cairanne | Or : Orange | Ve : Vedène |
| ChP : Châteauneuf-du-Pape | PF : Pernes-les-Fontaines | Vo : Violès |
| Co : Courthézon | Ra : Rasteau | VR : Vaison-la-Romaine |

--- limites des secteurs à faible densité de forages

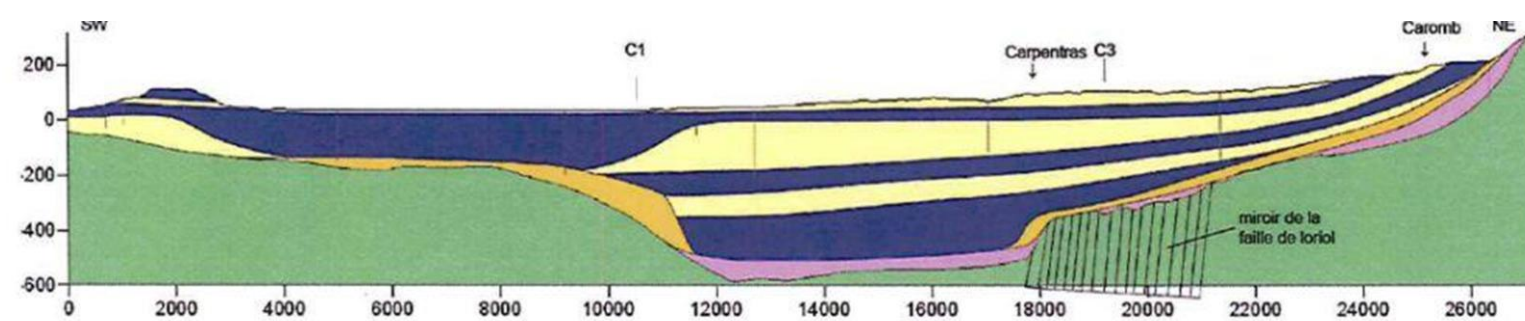
---+---+---+ Limite d'érosion anté-pliocène (CLAUZON, 2005)

--- fractures

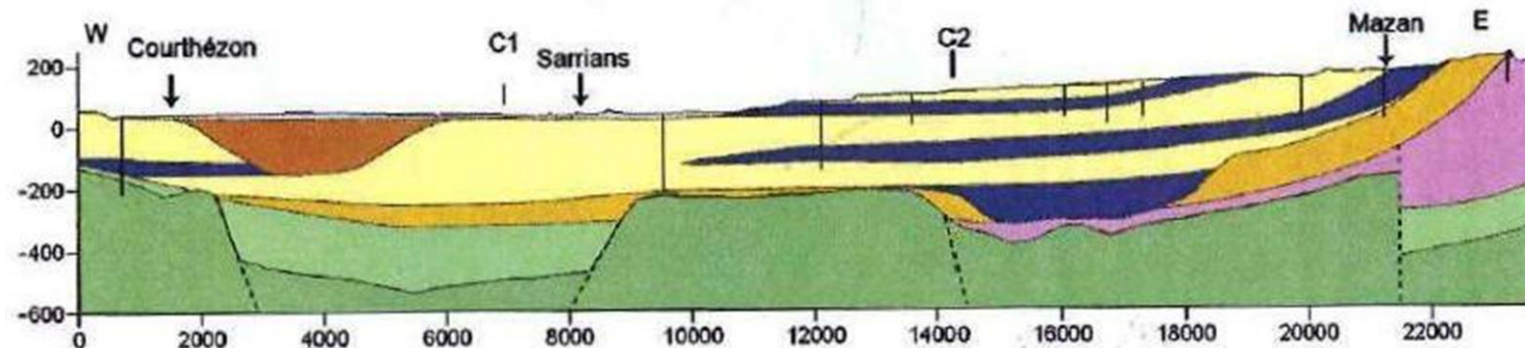
- faciès marneux
- faciès sableux
- faciès calcaire



Coupe géologique schématisée n°1, de Cairanne au Thor.



Coupe géologique n°2, de Vedène à Caromb



Coupe géologique n°3, de Courthézon à Mazan

- alluvions récentes
- Pliocène
- safres sableux
- safres marneux
- Burdigalien
- Oligocène
- Crétacé supérieur
- Crétacé inférieur
- failles