

CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE

La Camargue se trouve dans les départements des Bouches-du-Rhône et du Gard et constitue le cœur du delta du Rhône. Elle s'étend principalement entre les deux bras du fleuve (Grande Camargue) et à l'ouest de celui-ci (Petite Camargue), depuis Beaucaire et Tarascon au nord où la plaine deltaïque débute, à la mer Méditerranée au sud. L'entité couvre également le secteur du Bas-Rhône, situé entre la Crau et le Rhône. La Camargue est une plaine basse, où le relief est quasi-inexistant. A l'exception des dunes qui peuvent constituer des points hauts (7 m NGF à Beauduc), les altitudes les plus élevées dépassent rarement 4 m NGF tandis que les zones déprimées (marais et étangs) s'abaissent un peu en dessous du niveau de la mer (environ - 2 m NGF au fond de l'étang de Vaccarès, constituant la principale dépression). De même, cette entité englobe les alluvions du Rhône comprises entre Beaucaire et Tarascon au Nord et St Gilles au Sud. Il s'agit de la tête de la Camargue.

La Camargue peut être subdivisée, du nord au sud, en trois grands domaines :

- la « **Haute Camargue** » qui s'étend d'Arles au Vaccarès. C'est la partie la plus exploitée pour l'agriculture : riziculture, viticulture et arboriculture y prédominent.
- la « **Moyenne Camargue** » à laquelle est rattaché le vaste étang du Vaccarès.
- la « **Basse Camargue** », s'étend du Vaccarès jusqu'à la mer et est recouverte par les eaux en hiver. Elle est principalement constituée par des étangs salés de faible profondeur (- 0,5 m en moyenne). En raison du caractère salé des sols, seule une flore halophile spécifique s'y développe, et les cultures sont rares. Les terrains y sont plutôt utilisés pour l'élevage (taureaux et chevaux) ou par les salins. Entre Beaucaire et St Gilles, en rive droite du Rhône, l'arboriculture domine. Ce secteur est notamment traversé par le canal Philippe Lamour qui achemine l'eau du Rhône jusqu'à la station de pompage Aristide Dumont à Pichegu au Sud de Bellegarde.

La vaste plaine deltaïque de Camargue est un parc naturel régional qui abrite une importante zone humide reconnue pour la richesse biologique de ses écosystèmes. Par ailleurs, les nombreux canaux d'irrigation témoignent de l'influence de l'homme dans ce territoire.

D'après les données Météo France (normale AURELHY 1971-2000), la pluviométrie est de 610 mm/an à la Tour du Valat (1 m d'altitude), au sud-est de l'étang de Vaccarès.

INFORMATIONS PRINCIPALES

Nature :	Domaine hydrogéologique
Thème :	Sédimentaire
Type :	Poreux
Superficie totale :	1455 km ²
Entité(s) au niveau local :	PAC04G1 : alluvions du Rhône entre Beaucaire - Tarascon au Nord et St Gilles au Sud

GEOLOGIE

D'un point de vue géologique, la mise en place des dépôts sédimentaires de la Camargue est relativement récente. Les principaux épisodes de dépôts sédimentaires ayant édifié le delta sont les suivants :

A la fin du Pliocène, les bas niveaux marins associés aux grandes glaciations quadernaires permettent le dépôt d'une série continentale. Du Villafranchien (fin Pliocène-début Quadernaire) jusqu'au Würm, plusieurs phases de dépôts de cailloutis se sont succédées dans la vallée du Rhône pour lesquels deux origines sont distinguées : une origine rhodanienne au nord-ouest (Costière du Gard, plaine de Beaucaire) et une origine durancienne à l'est (Plaine de la Crau) caractérisée par son taux élevé en galets calcaires.

A la fin du Quadernaire (Holocène), une dernière transgression (Flandrienne) entraîne l'édification du delta actuel avec des dépôts fluviaux et marins.

Ces formations plio-quadernaires constituent l'entité de Camargue, et peuvent être décrites, de la plus récente à la plus ancienne :

- **Alluvions variées holocènes** : elles se sont déposées sous l'action conjuguée de la mer et du fleuve, l'une apportant ses dépôts sableux chargés de sels de sodium, l'autre les recouvrant de sédiments limoneux. On observe ainsi une sédimentation marine au sud, et fluvio-lacustre, donc continentale au nord. L'épaisseur de cette formation s'accroît du nord-est au sud-ouest, et varie de 20 à 50 m d'épaisseur. Ces formations superficielles ont des granulométries variées, allant des sables aux argiles, en passant par les limons plus ou moins sableux. Des secteurs sont également caractérisés par la présence de tourbes, notamment au sud de l'étang de Vaccarès. Ces dépôts ont une répartition non uniforme en surface comme en profondeur, liée à l'évolution récente du delta (déplacements de chenaux fluviaux, des marais saumâtres ou des étangs salés).
- **Cailloutis plio-pléistocènes (du Villafranchien au Würm)** : dans le delta de Camargue, les cailloutis sont essentiellement rattachés aux cônes de dépôts duranciens bien que la partie occidentale du delta puisse contenir des dépôts rhodaniens. De même, sur la partie septentrionale (entité PAC04G1), les dépôts sont essentiellement d'origine rhodanienne. Les cailloutis de la Camargue sont donc le prolongement de ceux de la Crau, affleurants à l'est de l'entité, les cailloutis étant présents en Camargue sous les formations holocènes du delta du Rhône. Ils sont constitués par des galets et graviers à matrice sableuse. Néanmoins, les données disponibles montrent que l'épaisseur des cailloutis est peu importante, avec un accroissement vers le sud. D'après les sondages pétroliers, l'épaisseur est de 20 à 30 m en tête de Camargue, et de 60 m aux Saintes-Maries-de-la-Mer. Le substratum des cailloutis est constitué par les sables et grès astiens (Pliocène).

La construction de la Digue à la mer (en 1855) a limité les intrusions marines en basse Camargue. L'endiguement du Rhône, progressif au cours des siècles, a empêché les débordements et les limonages et a provoqué l'approfondissement des bras du fleuve.

HYDROGEOLOGIE

En Camargue, y compris dans la partie septentrionale de l'entité (PAC04G1) deux niveaux aquifères superposés peuvent être observés : un aquifère dit profond, situé dans les cailloutis plio-pléistocènes, et un « aquifère » superficiel situé dans les sédiments fins holocènes du delta du Rhône.

- « **Aquifère** » **superficiel** :

Les eaux souterraines étant principalement localisées dans les lentilles sableuses perméables, il ne s'agit pas ici d'une véritable nappe mais plutôt d'un réservoir hétérogène et discontinu, aux ressources peu importantes et le plus souvent de mauvaises qualité.

La nappe est ainsi principalement limitée aux dépôts sablo-limoneux des bras anciens et actuels du Rhône et aux dunes, appelées « montilles » en Camargue. La perméabilité des sols est faible dans l'ensemble (environ 10⁻⁸ m/s) mais présente une répartition assez variable : les lentilles sableuses ont une bonne perméabilité (de l'ordre de 10⁻⁴ m/s) et les marais constituent au contraire des bassins quasi « imperméables ».

La nappe est très proche de la surface, voire affleurante. Les niveaux piézométriques se trouvent au maximum à 2,5 m NGF, et sont souvent inférieurs à 0 m NGF. Les eaux souterraines s'écoulent depuis les zones hautes irriguées, à meilleure perméabilité vers des bassins fermés localisés sous les marais.

La particularité essentielle de ces eaux souterraines réside dans la superposition d'eau douce à des eaux salées, sans interface franche : les eaux sont de plus en plus salées en profondeur. Par ailleurs, des lentilles d'eau sur-salées s'observent à l'intérieur de cette nappe ; elles se sont constituées lors de phénomènes d'évaporation intense.

Les eaux susceptibles d'alimenter la nappe proviennent des précipitations, de l'irrigation et de la mer. L'irrigation joue un rôle prépondérant dans la recharge de la nappe, et freine l'intrusion de l'eau de mer à l'intérieur des terres. Par ailleurs, les échanges avec le Rhône sont faibles, du fait de la perméabilité médiocre des terrains.

- **Aquifère des cailloutis plio-pléistocènes** :

La perméabilité de ces formations est relativement élevée (comprise entre 10⁻³ et 10⁻⁵ m/s). La perméabilité peut même atteindre localement 5. 10⁻³ m/s (captage AEP de Fourques dans le département du Gard). L'écoulement s'effectue vers le sud-ouest dans le secteur du Bas-Rhône. La nappe est captive sous les formations holocènes, et peut être temporairement artésienne en tête de Camargue et de manière permanente au nord du Vaccarès.

Cette formation des cailloutis plio-pléistocènes constitue le prolongement ouest des cailloutis de Crau (origine durancienne) sous les alluvions récentes du Rhône. L'alimentation de cette nappe provient donc en partie de la Crau à l'est, mais également de la plaine de Beaucaire (Rhône) au nord, ainsi que le Rhône. La proximité de la mer est à l'origine d'intrusions d'eau salée à l'intérieur des terres, engendrant des teneurs en chlorures croissantes du nord vers le sud. De récentes analyses ont montré des concentrations supérieures à 25 g/l à 5 m de profondeur autour de l'étang de Vaccarès. Globalement, entre Beaucaire et St Gilles (entité PAC04G1), l'eau reste avec une minéralisation inférieure à 1 g/l. Par contre, plus au Sud, la minéralisation augmente sensiblement.

Les relations entre cette nappe et les eaux souterraines présentes au sein des limons et sables du Rhône sus-jacents sont mal connues. Il semble que, compte-tenu de la faible perméabilité de ces formations, ces échanges soient faibles. Toutefois, la structure en lentilles des dépôts superficiels ne s'oppose pas à une possible communication locale entre les deux aquifères.

La ressource en eau est ainsi limitée aux cailloutis et aux passées sableuses des alluvions superficielles. Cette ressource présente toutefois peu d'intérêt, en raison du caractère généralement saumâtre de ses eaux sur une grande partie de l'entité.

DESCRIPTION DE L'ENTITE HYDROGEOLOGIQUE

- **Généralités** : l'entité des formations plio-quaternaires de Camargue est constituée de cailloutis surmontés d'alluvions limoneuses et sableuses déposées par l'action conjuguée du Rhône et de la mer. La ressource en eau est globalement faible, elle se trouve essentiellement au sein des cailloutis, et dans une moindre mesure dans les lentilles sableuses des dépôts superficiels. L'eau s'écoule globalement vers le sud, en direction de la mer. Dans la partie nord où les eaux ne sont pas saumâtres, elle peut constituer une ressource locale pour l'alimentation en eau d'habitations isolées, voire de collectivités (commune de Fourques entre Beaucaire et St Gilles notamment).
- **Type d'aquifère** : multicouche.
- **Limites** : ligne d'affluence depuis les formations de la plaine de Crau (PAC04F), et limite considérée « étanche » constituée par les formations jurassiques à quaternaires de la basse vallée du Rhône (PAC04I).
- **Etat** : libre pour les alluvions holocènes, captif pour les cailloutis plio-pléistocènes sous jacents.
- **Utilisation de la ressource** : quelques forages industriels, et un captage AEP pour la commune de Fourques.
- **Prélèvements connus** (source : Agence de l'Eau RM&C 2007) : environ 200 000 m³/an.

- **Alimentation de la nappe** : irrigations et eaux de surface (Rhône), précipitations.
- **Bilan hydrogéologique** : absence de données.
- **Vulnérabilité à la pollution** : moyenne.
- **Qualité « naturelle » des eaux** : eaux présentant des teneurs élevées en chlorures (jusqu'à 50 g/l localement, en été), liées à l'intrusion de l'eau de mer et notamment pour la partie aval de l'entité. Au Nord de St Gilles (entité PAC04G1), la teneur en chlorure ne dépasse pas 0,3 g/l dans la nappe contenue dans les cailloutis pléistocènes.
- **Principales problématiques** : la proximité de la mer est à l'origine d'intrusions salines, en particulier en Basse Camargue. Cette influence marine engendre des concentrations élevées en chlorures et rend l'eau de cet aquifère impropre à la consommation. Toutefois, l'irrigation joue un rôle important en soutenant le niveau des nappes, limitant ainsi ces phénomènes d'intrusion.

BIBLIOGRAPHIE PRINCIPALE

- **ASTIER M.A.**, 1970 – Camargue : Etude hydrogéologique, pédologique et de salinité. Etude réalisée par la Direction Départementale de l'Agriculture des Bouches-du-Rhône.
- **DE MONTETY V.**, 2008 – Salinisation d'un aquifère captif côtier en contexte deltaïque – Cas de la Camargue (Delta du Rhône, France). Thèse de l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse.
- **HEURTEAUX P.**, 1987 – La dynamique des eaux souterraines des dunes de Camargue.
- **MARINOS P.**, 1972 – Etudes hydrogéologiques en Camargue. Etudes géologiques d'aménagements hydrauliques. Rapport de Thèse.
- **POGGI J.P.** Contribution à l'étude hydrogéologique de la plaine alluviale du Rhône entre Beaucaire et Arles. Thèse 3^{ème} cycle. Faculté des Sciences de Montpellier

CARTES GEOLOGIQUES CONCERNEES :

1/50 000 – Nîmes – N°965 ; Arles – N°992 ; Le Grau du Roi – N°1017 ; Sainte-Marie – N°1018 ; Istres – N°1019

CARTES HYDROGEOLOGIQUES CONCERNEES :

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

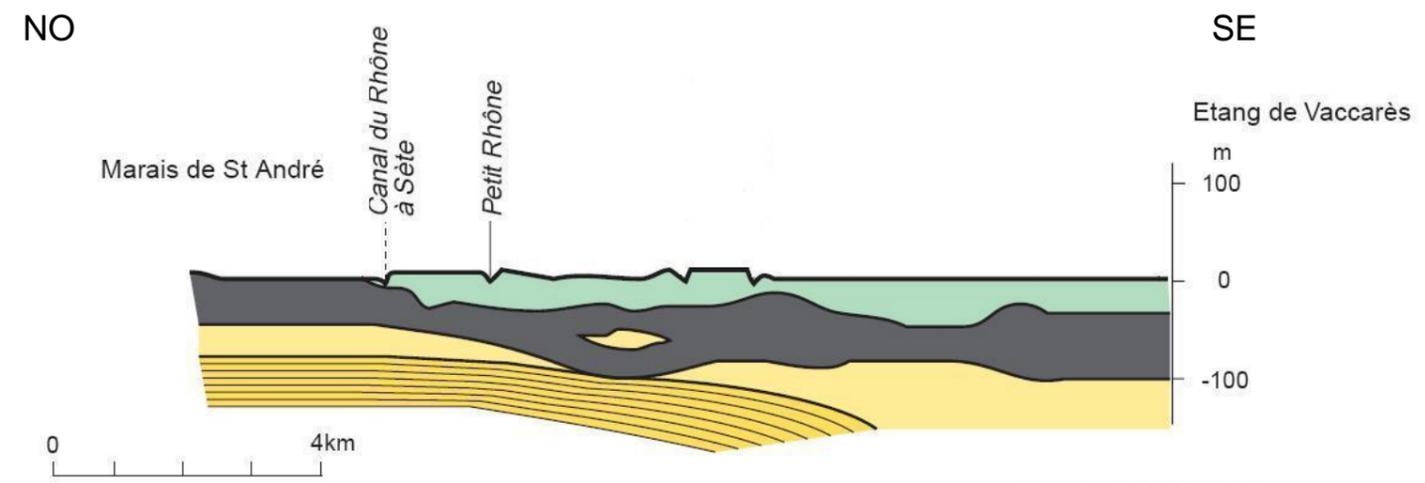
LOG REPRESENTATIF DE L'ENTITE

(Secteur sud de l'étang de Vaccarès - N°BSS : 10183X0001/F)

Profondeur (m /sol)	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude (m NGF)
0.50	Alluvions récentes		Limon argileux brun compact	Holocène	1.05
			Sable gris		
8.00			Limon gris		-6.45
			Sable très fin, gris		
12.40					-10.85
			Limon argilo-sableux		
30.40	Alluvions anciennes fluviales ou torrentielles et terrasses fluviales anciennes		Cailloutis à matrice sableuse grise, galets de calcaires et variolites	Pléistocène	-28.85
			Cailloutis à matrice sableuse jaune, galets de calcaires et de roches grenues		
38.00					-36.45

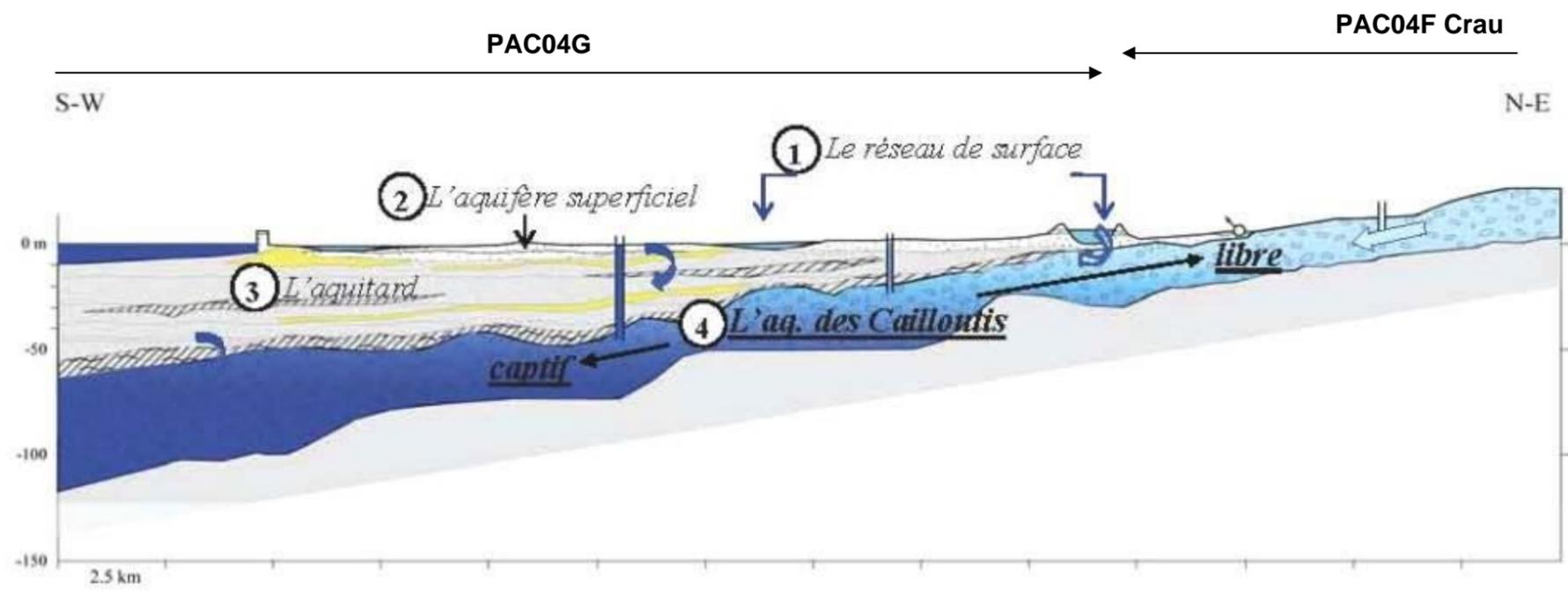
Données issues du site Infoterre : <http://infoterre.brgm.fr/>

COUPE GEOLOGIQUE DE L'ENTITE



D'après P. MARINOS

- Limons et tourbes
- Cailloutis villafranchien avec niveaux sableux
- Marnes plaisanciennes
- Sables et grès astiens
- F Failles



Présentation schématique des systèmes hydrologiques et hydrogéologiques de la Camargue et leurs interactions.
D'après De Montety, 2008