

Sommaire

I. Le réseau patrimonial (code RAQESOU CRAU).....	4
II.1 Les ions majeurs	4
II.2 Les éléments traces métalliques (ETM).....	7
II.3 Les micropolluants organiques (pesticides).....	10
II.4 Les micropolluants organiques (hors pesticides)	12
II. Le réseau de contrôle opérationnel (code FRDSOO).....	12
III.1 Les ions majeurs.....	13
III.2 Les éléments traces métalliques.....	14
III.3 Les micropolluants organiques (pesticides)	14
III.4 Les micropolluants organiques (hors pesticides).....	15
III. Le biseau salé	16
Annexes.....	20

Table des illustrations

Figure 1: Localisation des points qui composent les réseaux de suivis de la qualité des eaux contenues dans l'aquifère de la Crau. Trois réseaux sont en place : réseau patrimonial, réseau contrôle opérationnel, réseau biseau salé	3
Figure 2: Spatialisation des concentrations en pesticides totaux obtenus en 2016 sur les deux campagnes réalisées en 2016 (réseau RAQESOU CRAU)	10
Figure 3 : Diagramme, par point et par campagne, des concentrations ioniques quantifiées en 2016 sur la famille des éléments traces métalliques (réseau RAQESOU CRAU).....	11
Figure 4 : Diagramme, par point et par campagne, des concentrations ioniques quantifiées en 2016 sur la famille des éléments traces métalliques (réseau FRDSOO)	14
Figure 5: Diagramme, par point et par campagne, des concentrations ioniques quantifiées en 2016 sur la famille des éléments traces métalliques (réseau FRDSOO).....	15
Figure 6: Répartition de la conductivité électrique, par profondeur, sur les ouvrages de suivi du biseau salé en juillet 2016.....	17

Introduction

Le territoire craven héberge une masse d'eau souterraine classée stratégique pour l'alimentation en eau potable par le SDAGE Rhône-Méditerranée. La préservation de la qualité des eaux est l'un des enjeux majeurs qui a émergé de la concertation territoriale lors de l'élaboration du [contrat de nappe](#) de la Crau, et qui a induit la déclinaison d'un volet complet. Celui-ci se décompose en une série d'actions dont les objectifs sont de garantir une bonne qualité de la nappe pour la satisfaction des usages et des milieux humides.

Avec le soutien de ses partenaires, le SYMCRAU a mis en place en 2011 un réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines (code réseau [RAQESOUCRAU](#)). Concrètement il s'agit de réaliser deux campagnes par an sur 17 points d'eau (« qualitomètres »). Suite aux résultats obtenus sur les premières années de suivi, et l'identification d'un Risque de Non Atteinte des Objectifs Environnementaux (RNAOE), celui-ci a été complété en 2016 par la mise en place d'un [Réseau de Contrôle Opérationnel](#) (RCO, code réseau [FRDSOO](#)) sous la responsabilité de l'Agence de l'eau RMC.

Ces deux réseaux sont complémentaires à plusieurs points de vue :

- en terme de répartition spatiale : le réseau RAQESOUCRAU présente une densité beaucoup plus élevée de points de suivi que le réseau FRDSOO ; les points sont distincts (à l'exception de Q5 qui est intégré dans les deux réseaux)

- en terme de représentativité : le réseau RAQESOUCRAU, constitué essentiellement de puits peu ou non captés, est plutôt représentatif de l'état chimique local, le réseau FRDSOO, essentiellement constitué de captages AEP, est intégrateur de volumes beaucoup plus importants de l'aquifère.

Par ailleurs, l'ensemble des points de suivis historiques du biseau salé mis en place par le GPMM ont été valorisé en 2016. Des prospections de terrain ont également engendré l'élargissement vers le nord des secteurs soumis à l'influence des intrusions marines.

La figure 1 présente la localisation des points qui composent ces réseaux sur l'emprise de la nappe libre, et sous couverture pour le réseau « biseau salé ».

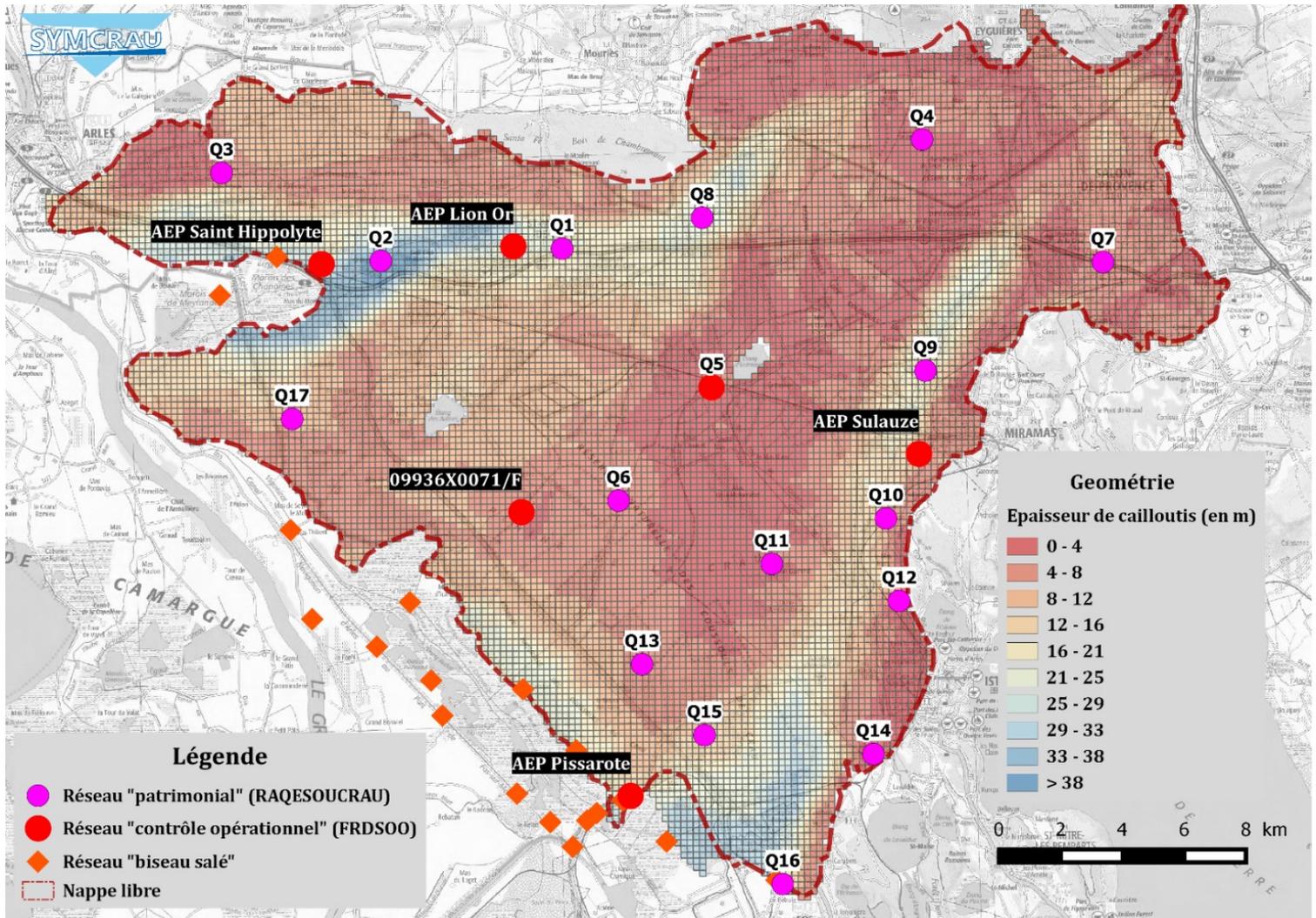


Figure 1: Localisation des points qui composent les réseaux de suivis de la qualité des eaux contenues dans l'aquifère de la Crau. Trois réseaux sont en place : réseau patrimonial, réseau contrôle opérationnel, réseau biseau salé

I. Le réseau patrimonial (code RAQESOU CRAU)

Les points d'eau (stations) qui composent le réseau pris en charge par le SYMCRAU sont de deux types : les forages et les puits, en exploitation ou non. Sur chacune des stations, les prélèvements sont réalisés après le renouvellement du volume d'eau contenue dans l'ouvrage, et dès lors que les paramètres physico-chimiques¹ de terrain sont stabilisés.

Dans le cadre de cette méthode de prélèvements normée, les échantillons garantissent une bonne représentativité des conditions locales de l'état chimique des eaux de l'aquifère.

II.1 Les ions majeurs

Le rapport entre les charges positives portées par les cations et les charges négatives portées par les anions doit être comprises entre -10% et +10% pour être tolérable et valider les analyses. Les balances ioniques (B.I.) ont été calculées pour les deux campagnes de l'année 2016, et permettent la validation des données sur tous les points ($-7\% < B.I. < 0\%$).

Les moyennes obtenues (tableau 1) sur l'ensemble des ions majeurs témoignent d'une très bonne qualité générale des eaux souterraines contenues dans l'aquifère. Ces eaux sont de type bicarbonaté calcique comme démontré dans le [bulletin 2015](#) produit par le SYMCRAU.

Les écarts types représentent la variabilité, pour un paramètre donné, des concentrations mesurées sur l'ensemble des stations qui couvrent le territoire. De ce point de vue, certains paramètres montrent que des écarts conséquents existent en fonction de l'emplacement des stations sur la nappe. C'est le cas pour les ions **fluorures** (F⁻), **chlorures** (Cl⁻), **orthophosphates** (PO₄⁻⁻), **potassium** (K⁺) et **magnésium** (Mg⁺⁺) dont les écarts types sont supérieurs de plus de 50% à la moyenne, sur les deux campagnes réalisées en 2016.

C'est pourquoi les valeurs statistiques (moyennes & écarts types) ont été recalculées en retirant les valeurs identifiées comme témoins d'anomalies. De même, les colonnes correspondantes aux statistiques sur les deux campagnes menées en 2016 ne considère pas les valeurs anormales. Les résultats sont présentés dans le tableau 1 (en bleu).

¹ température, conductivité, pH

	mars-16				oct-16				2016		
	moyenne (n=17)	écart type (n=17)	moyenne (n=15)	écart type (n=15)	moyenne (n=17)	écart type (n=17)	moyenne (n=14)	écart type (n=14)	moyenne (n=29)	écart type (n=29)	
In situ	T°C	16,2	1,3	16,4	1,1	17,1	0,8	17,0	0,6	16,7	0,86
	pH	6,6	0,3	6,6	0,2	6,9	0,2	6,9	0,3	6,7	0,21
	c25°C	743,6	141,8	712,0	95,0	731,3	146,6	698,4	93,1	705,2	94,03
Laboratoire	HCO3-	299,4	37,5	297,0	39,2	298,7	36,9	294,9	34,9	296,0	37,02
	F-	0,12	0,06	0,10	0,04	0,12	0,07	0,1	0,04	0,1	0,04
	Cl-	28,6	22,2	22,9	4,6	25,3	16,9	20,9	3,7	21,9	4,19
	NO2-	> LQ ²	> LQ			0,05	0,04				
	NO3-	9,5	3,9	9,3	3,2	7,7	3,4	7,4	2,2	8,4	2,71
	PO4--	0,04	0,07	0,02	0,01	0,06	0,07	0,04	0,01	0,03	0,01
	SO4--	113,3	30,9	107,8	26,0	112,2	31,2	106,1	22,4	106,9	24,18
	Na+	17,7	7,4	15,7	2,4	16,7	5,7	15,4	2,7	15,5	2,55
	NH4+	> LQ	> LQ	> LQ	> LQ	0,36	0,35	0,21	0,25	0,2	0,25
	K+	2,3	2,5	1,5	0,7	2,0	1,6	1,4	0,7	1,4	0,72
	Mg++	13,8	6,9	12,2	3,1	14,3	9,1	11,9	3,1	12,1	3,12
	Ca++	121,9	17,7	121,2	17,7	115,4	15,1	115,0	16,3	118,1	17,00
SiO2	10,7	1,6	10,5	1,6	10,9	2,4	10,5	1,3	10,5	1,43	

Tableau 1 : Statistiques générales (en mg/L) sur les résultats « ions majeurs » obtenus sur les deux campagnes conduites en 2016 (réseau RAQESOU CRAU)

L'analyse des résultats présentée ci-dessous porte donc d'une part sur les valeurs ne s'écartant pas des typiques relevées en Crau et d'autre part sur les points atypiques.

- Fluorures (F-)

Cet ion trouve son origine à la fois dans les eaux de recharge en provenance de la Durance (SYM CRAU, 2015), amendée par les interactions géochimiques avec l'aquifère qui augmente les concentrations dans la nappe pour atteindre une concentration moyenne de l'ordre de 0,1 mg/L : c'est le fond géochimique naturel.

La seule station qui s'écarte significativement des résultats moyens sur l'ensemble du réseau est Q5. En 2016, il est retrouvé sur ce point (annexe 1) des concentrations de 0,27 mg/l et 0,31 mg/L respectivement en mars et octobre. Bien que celles-ci respectent les normes fixées par l'arrêté de 2007 (1.5 mg/L pour les EDCH³), ces résultats traduisent des concentrations élevées dont l'origine doit faire l'objet d'investigations complémentaires.

² D'un point de vue analytique, la limite de quantification (LQ) correspond au seuil en deçà duquel la laboratoire est en capacité de chiffrer la teneur de l'élément considéré dans l'eau

³ Eaux Destinées à la Consommation Humaine

- Chlorures (Cl⁻)

Concernant les ions chlorures, le fond géochimique naturel de la nappe de la Crau a été estimé (SYMCRU, 2015) à 25 ± 3 mg/L. Les résultats de l'année 2016 se situent dans le même ordre de grandeur, à 22 ± 4 mg/L.

Comme pour les ions fluorures, l'unique station qui s'écarte de ces valeurs considérées comme exemptes de contamination est Q5. En 2016 les analyses en laboratoire ont identifié des concentrations de 113 mg/L et 89 mg/l (annexe1) respectivement en mars et octobre. Les concentrations sur ce point sont entre 3,5 et 5 fois plus élevées que la moyenne sur le reste de la nappe. Ces résultats soulignent donc la contamination des eaux souterraines par les ions chlorures, dont l'origine réside probablement de la proximité avec le CTBRU de la Crau.

- Orthophosphates (PO₄⁻)

Les anions orthophosphates sont naturellement retrouvés à de très faibles concentrations (entre 0.001 mg/L et 0.05 mg/L) dans les eaux souterraines. Les transferts sont fortement retardés par les phénomènes d'adsorption dans les sols (BRGM, 2000). Les données réunies sur l'aquifère des cailloutis de la Crau confirment cette gamme de valeurs avec des concentrations moyennes retrouvées en 2016 de l'ordre de 0.03 ± 0.01 mg/L.

Ici encore, la station Q5 présente d'importantes anomalies avec des concentrations supérieures d'un ordre de grandeur à celles généralement mesurées : 0.3 mg/L de PO₄²⁻ quantifié en mars et octobre 2016.

- Magnésium (Mg⁺⁺)

Parmi les ions majeurs, les teneurs en magnésium sont celles qui évoluent le moins (+12%) entre les eaux qui alimentent la nappe et celles qui la composent (SYMCRU, 2015). En 2016, la concentration moyenne est de 12 ± 3 mg/L sur 16 des 17 stations qui composent le réseau RAQESOUCRU.

La station Q5 s'écarte de ces valeurs de bases avec des teneurs 3 à 4 fois plus élevées, respectivement 38 mg/L et 48 mg/L en mars 2016 et octobre des eaux souterraines dans ce secteur.

- Potassium (K⁺)

Parmi les ions sur lesquels des anomalies ont été identifiées en 2016, le potassium est celui dont les teneurs sont les plus enrichies (de 1.2 ± 1.8 mg/L dans les eaux d'irrigations à 2.1 ± 0.1 mg/L dans la nappe) lors du transfert des eaux d'irrigation vers la zone saturée (SYMCRU, 2015).

Hormis la valeur de l'écart type, cela est cohérent avec les résultats obtenus sur l'année 2016 (2.3 ± 2.5 mg/L).

Concernant ce paramètre, en plus de la station Q5 qui montrent des anomalies sur les deux campagnes (9 mg/L et 6 mg/L), on observe des écarts importants sur le point Q17 en mars et octobre 2016 (respectivement 8 mg/L et 5 mg/L) et sur le point Q8 en octobre 2016 (4,5 mg/L).

Concernant les caractéristiques chimiques générales, les résultats montrent que les eaux contenues dans l'aquifère sont de bonne qualité.

Seule la station Q5 témoigne d'une source de contamination des eaux souterraines, qui affecte plusieurs paramètres (fluorures, chlorures, orthophosphates, potassium, magnésium). Bien que son impact sur les eaux souterraines a été fortement réduit à la suite de mesures de gestion (couverture imperméable, barrière hydraulique, traitement des eaux de lixiviation), la décharge d'Entressen constitue un vecteur potentiel de polluants. L'étang d'Entressen quant à lui est une masse d'eau de surface soumis à un phénomène d'eutrophisation, les concentrations en orthophosphates y sont de l'ordre de 0.1 à 0.3 mg/L (Agence l'eau RMC, 2013). Ainsi peuvent s'expliquer les anomalies, à minima sur ce paramètre en aval de l'étang, d'autant plus que des échanges hydrauliques entre cet étang et la nappe sont supposés.

Les anomalies⁴ en potassium repérées sur deux stations (Q17 et Q8) en 2016 doivent ici être rappelées, même si aucune limite n'est fixée par l'arrêté de 2007.

II.2 Les éléments traces métalliques (ETM)

Comme présenté dans le bulletin qualité publié par le SYMCRAU en 2015, les concentrations en ETM dans la nappe des cailloutis est généralement de l'ordre de quelques dizaines de microgrammes par litres par échantillons.

Les données réunies en 2016 s'accordent dans cette gamme de valeurs qui fixe le fond géochimique de l'aquifère (annexe 2). Au-delà des concentrations retrouvées, et contrairement aux ions majeurs qui sont systématiquement retrouvés dans les échantillons, l'interprétation des

⁴ par rapport au reste des eaux de l'aquifère des cailloutis

éléments qui composent cette catégorie doit considérer les fréquences de quantifications, qui sont susceptibles d'avoir une influence notable sur les valeurs statistiques calculées.

Ainsi, les résultats 2016 montrent que le degré de confiance sur les teneurs naturelles en ETM des eaux de l'aquifère est décroissant en partant du bore jusqu'à l'aluminium, le manganèse et l'arsenic (tableau 2).

	mars-16			oct-16		
	Echantillons	positifs	quantification	échantillons	positifs	quantification
Bore	17	16	94%	17	17	100%
Zinc	17	6	35%	17	7	41%
Fer	17	5	29%	17	6	35%
Cuivre	17	2	12%	17	2	12%
Aluminium	17	1	6%	17	1	6%
Manganèse	17	1	6%	17	1	6%
Arsenic	17	0	0%	17	1	6%
Cadmium	17	0	0%	17	0	0%
Chrome	17	0	0%	17	0	0%
Mercure	17	0	0%	17	0	0%
Nickel	17	0	0%	17	0	0%
Plomb	17	0	0%	17	0	0%
Sélénium	17	0	0%	17	0	0%

Tableau 2 : Fréquences de quantification des éléments traces métalliques obtenues sur les deux campagnes conduites en 2016 (réseau RAQESOUCAU)

- Bore

La concentration moyenne en bore dans les eaux souterraines est relativement stable en 2016, et comparable aux résultats obtenus en 2015 (SYMCRAU, 2015) : 41 ± 22 µg/L et 37 ± 21 µg/L respectivement en mars 2016 et octobre 2016. La concentration en bore est près de trois fois supérieure à la moyenne sur la station Q5 en mars 2016 (114 µg/L), et deux fois en octobre 2016 (78 µg/L).

- Zinc

La concentration moyenne en zinc dans les eaux souterraines est de 58 ± 35 µg/L et 62 ± 31 µg/L respectivement en mars 2016 et octobre 2016. Une anomalie a été repérée sur Q5 avec une concentration de 123 µg/L en mars 2016, deux fois plus que la moyenne sur cette campagne.

- Fer

Les concentrations moyennes en fer retrouvées en 2016 sont de 128 ± 71 µg/L et 242 ± 357 µg/L respectivement en mars et octobre. Les moyennes sont encadrées par des écart types très

importants, en particulier sur la campagne d'octobre. Cela provient des valeurs élevées retrouvées sur les stations Q3 (> 200 µg/L sur les deux campagnes) et Q5 (955 µg/L en octobre).

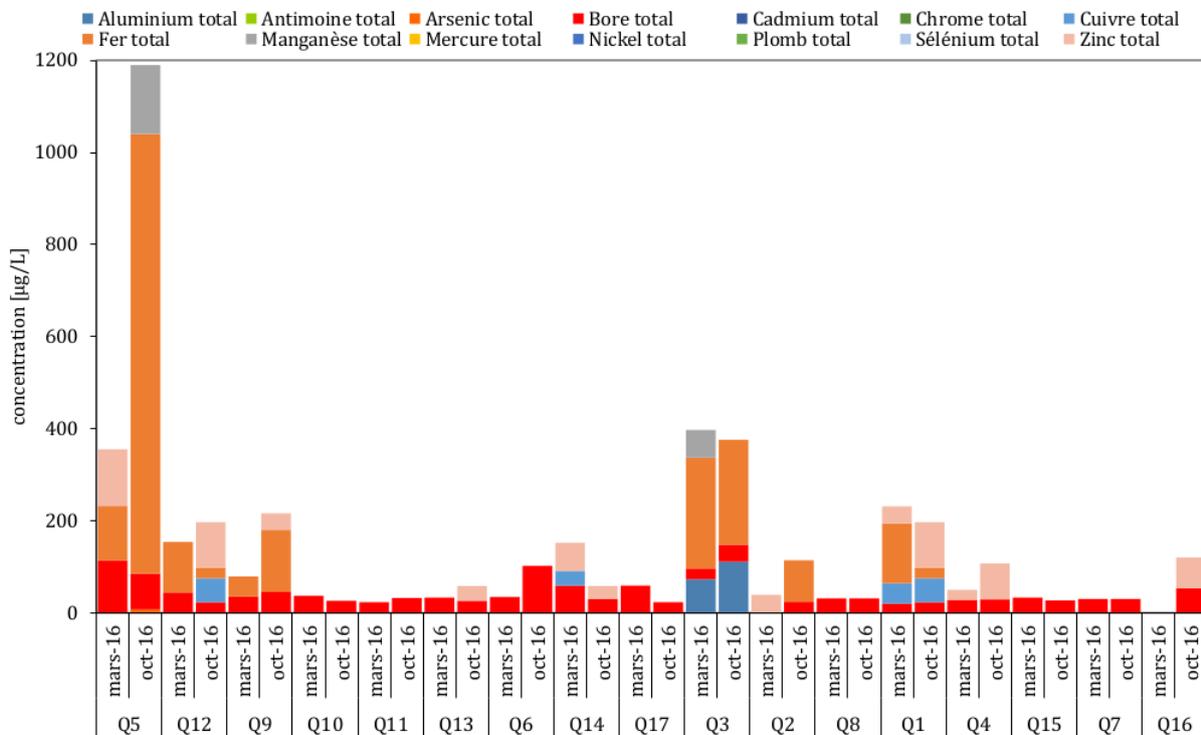


Figure 3 : Diagramme, par point et par campagne, des concentrations ioniques quantifiées en 2016 sur la famille des éléments traces métalliques (réseau RAQESOUCAU)

Il est intéressant de constater que la présence des ions aluminium, manganèse et arsenic en 2016 dans les eaux souterraines concerne les deux stations du réseau (i.e. Q5 et Q3) sur lesquelles des anomalies de concentrations ont été mises en évidence sur les paramètres bore, zinc et fer.

Ces informations, reportées sur le diagramme de la figure 3, traduisent des pressions sur la qualité des eaux souterraines aux abords de ces deux stations.

Le croisement des résultats sur la chimie générale des ions majeurs avec les éléments traces métalliques confirme les observations et les hypothèses déjà émises par le SYMCRAU en 2015 sur Q5. Les concentrations en ETM retrouvée en 2016 sur la station Q3, en particulier sur le fer et l'aluminium sont singulières au regard de l'historique. Bien que ces valeurs ne constituent pas alerte quant à une éventuelle pollution de la nappe dans ce secteur, dont les eaux ne sont pas captées par un ouvrage public, il conviendra de suivre attentivement les tendances dès l'obtention des résultats de la prochaine campagne.

II.3 Les micropolluants organiques (pesticides)

D'un point de vue générale, les fréquences de quantification restent dans les mêmes gammes que celles observées en 2015 : en mars 2016 24 % des stations révèlent la présence d'au moins un composé du type « phytosanitaire » ; en octobre 2016 cette fréquence est de 30%.

Les sommes des concentrations en pesticides totaux sont globalement situées à un ordre de grandeur en dessous des limites fixées par l'arrêté de 2007 (500 ng/L pour les pesticides totaux). Avec une concentration de 830 ng/L uniquement pour un composé, le chlorpyriphos éthyl, relevée en mars 2016, la station Q9 fait office d'exception. La carte présentée sur la figure 4 présente ces résultats.

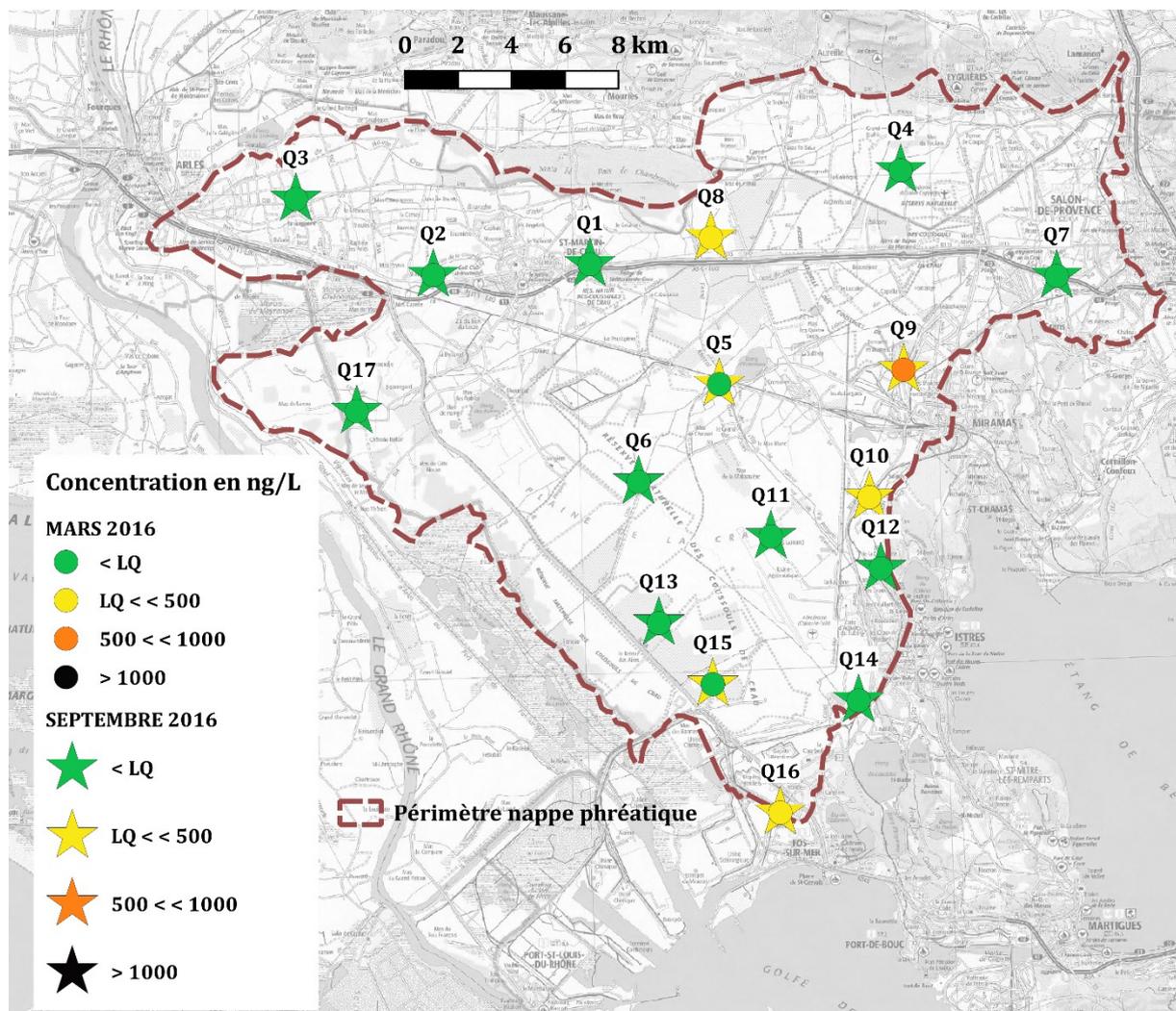


Figure 2: Spatialisation des concentrations en pesticides totaux obtenus en 2016 sur les deux campagnes réalisées en 2016 (réseau RAQESOU CRAU)

Plus particulièrement, neuf molécules différentes ont été quantifiées dans la nappe en 2016. Parmi celles-ci on retrouve 7 **molécules mères** (atrazine, simazine, pentachlorophénol, diuron,

tebuthiuron, ethidimuron, chlorpyriphos éthyl) c'est-à-dire celles qui sont directement introduites dans l'environnement par les activités anthropiques, et 4 **sous-produits** (atrazine déséthyl, atrazine déséthyl déisopropyl, AMPA, norflurazon désméthyl) issues de la dégradation des molécules mères (figure 4).

Parmi les composés retrouvés en 2016, 6 (soit près de 55 %) ont déjà fait l'objet de quantification lors des campagnes passées sur le réseau RAQESOU CRAU. 7 composés, soit près de 60%, n'avaient jamais été quantifiés auparavant par le syndicat⁵ (atrazine, atrazine desetyl, pentachlorophénaol, tebuthiuron, chlorpyriphs ethyl, norflurazon desmethyl).

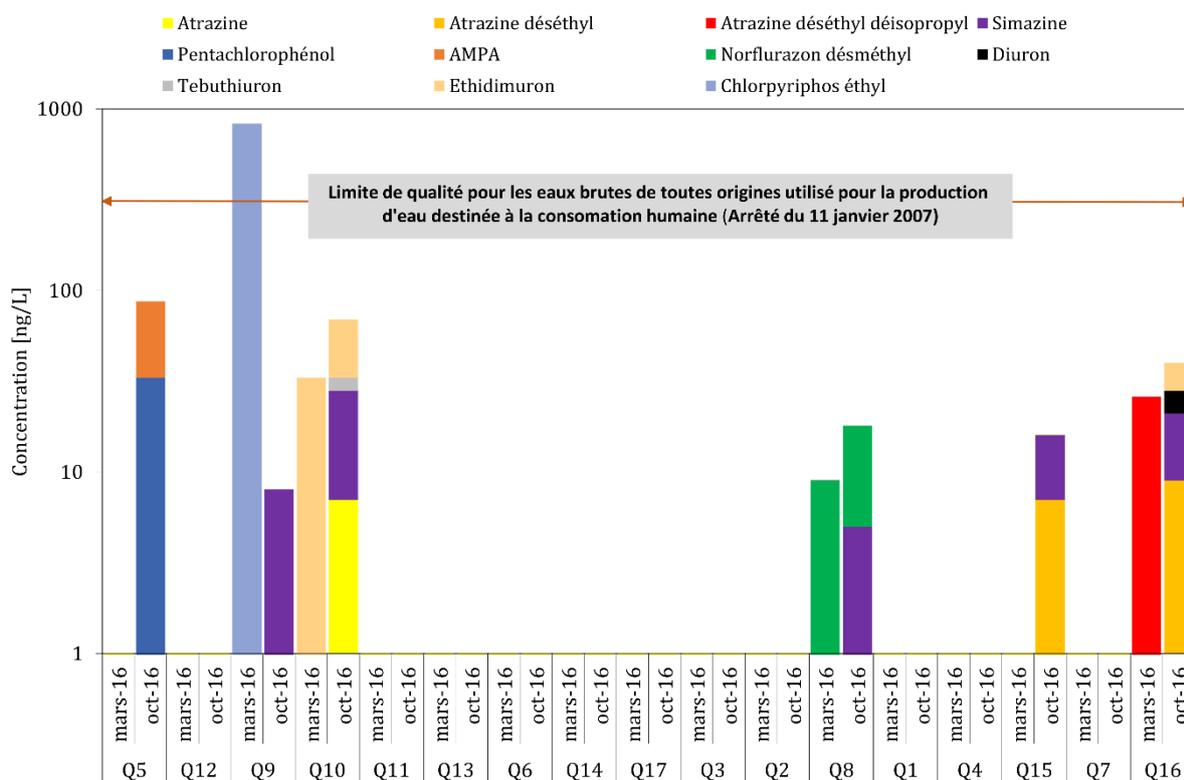


Figure 3 : Diagramme, par point et par campagne, des concentrations ioniques quantifiées en 2016 sur la famille des éléments traces métalliques (réseau RAQESOU CRAU)

Les composés phytosanitaires sont très persistants dans l'environnement, et en particulier dans les sols. Cela explique le « bruit de fond » observé au sein des eaux souterraines de la nappe de la Crau. En plus de cet héritage des pratiques passées, l'apparition de nouvelles molécules mères (e.g. pentachlorophénol, tebuthiuron) soulignent la continuité des pressions exercées sur la nappe par les produits phytosanitaires utilisés dans l'environnement.

⁵ en considérant l'ensemble des données disponibles dans la banque ADES, dont les captages AEP, seulement 30% des molécules retrouvées en 2016 n'avaient jamais été quantifié dans la nappe des cailloutis

II.4 Les micropolluants organiques (hors pesticides)

Parmi les micropolluants organiques recherchés dans la nappe de la Crau, les éléments recherchés font partie des familles suivantes :

- BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène, xyènes)
- OHV (composés organohalogénés volatils)
- HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques)
- Chlorobenzènes

En 2016, ces types de contaminants (exclusivement d'origine anthropique) sont apparus sur une seule station, et lors d'une seule campagne : Q5. Une concentration de 18 ng/L en fluoranthène a été quantifié lors de la campagne d'octobre 2016.

Ce composé a déjà été quantifié à plusieurs reprises sur la station Q5, avec des concentrations du même ordre de grandeur (11 ng/L et 21 ng/L respectivement en 2012 et 2015). Par ailleurs, la quantification de cette molécule s'est toujours opérée lors des campagnes de septembre – octobre, suggérant ainsi un lien potentiel avec les conditions hydrodynamiques (hautes eaux) sur cette période, et dans le secteur (piézomètre indicateur : [09937X0134/P19T](#)).

II. Le réseau de contrôle opérationnel (code FRDS00)

Les prélèvements par pompage induisent une zone d'appel des eaux souterraines. Ainsi, contrairement à un piézomètre classique, ou même à un prélèvement domestique moyen (de l'ordre du m³ par jour), l'intensité des forages d'eau destiné à l'A.E. P (plusieurs milliers de m³ par jour) donnent aux eaux d'exhaures brutes un caractère intégrateur d'un volume d'aquifère bien plus important qu'un simple « point d'eau ».

Par conséquent l'interprétation des données issues des captages AEP intégrés au réseau FRDS00 seront ici revêtue d'une **représentativité plus large** de l'aquifère.

Le réseau FRDS00 est composé de 6 stations, quatre captages AEP et deux puits anciens. Le choix a été fait de ne traiter que captages AEP dans le cadre de ce chapitre : « Lion d'Or » et « Saint Hippolyte » caractérisent la qualité des eaux souterraines au sein du sillon d'Arles, « Sulauze » et la « Pissarotte » caractérisent la qualité des eaux souterraines au sein du sillon de Miramas. Ces sillons, matérialisé en bleuté sur la carte de situation (figure 1), correspondent à des secteurs où la nappe phréatique est très épaisse, donc exploitable facilement et à des débits importants.

III.1 Les ions majeurs

La chimie des ions majeurs sur les eaux d'exhaures des captages A.E.P. témoigne d'une stabilité générale des paramètres au cours de l'année 2016 (Tableau 3). D'un point de vue général, les moyennes sont identiques à celles obtenues sur les données du réseau RAQESOU CRAU. Les écarts types, calculés sur chacun des paramètres, sont globalement plus faibles que ceux issus du réseau RAQESOU CRAU. En terme statistiques cela signifie que la série d'échantillons analysés est plus homogène, dans l'espace et dans le temps, ce qui confirme le caractère intégrateur des échantillons d'eau prélevés dans ce réseau.

Seuls les ions **chlorures** (Cl-) et **sodium** (Na++) présentent une variabilité significative ($\sigma > 0,5 * \mu$) sur les trois campagnes d'échantillonnages. Cela est la conséquence des données issues du captage AEP de la Pissarotte situé dans un secteur soumis à une importante influence des intrusions marines au sein de l'aquifère.

		févr-16				avr-16				sept-16			
		moyenne (n=4)	écart type (n=4)	max	min	moyenne (n=4)	écart type (n=4)	max	min	moyenne (n=4)	écart type (n=4)	max	min
In situ	T°C	16,3	0,5	17,0	16	16,5	0,6	17,0	16	17,3	0,5	18,0	17
	pH	7,3	0,1	7,4	7	7,3	0,1	7,4	7	7,4	0,1	7,4	7
	c25°C	754,3	23,7	779	722	735,3	23,0	761	705	721,0	17,8	745	702
Laboratoire	HCO3-	293,7	19,4	305	265	293,4	15,9	303	270	291,8	17,3	306	267
	F-					0,08	0,04	0,1	0,05	0,09	0,00	0,1	0,09
	Cl-	30,0	16,3	54,0	18	30,0	15,5	53,0	19	26,0	10,8	42,0	18
	NO2-												
	NO3-	11,8	3,7	17,0	9	11,4	4,0	17,0	8	9,0	1,5	9,8	7
	PO4--												
	SO4--	105,0	9,6	116,0	94	106,0	9,9	118,0	96	107,3	14,0	121,0	92
	Na+	21,0	12,0	39,0	14	21,8	12,8	41,0	15	19,8	10,8	36,0	14
	NH4+												
	K+	1,1	0,3	1,5	1	1,2	0,3	1,6	1	1,2	0,3	1,6	1
	Mg++	9,5	1,4	11,0	8	9,6	1,9	12,0	7	10,9	1,9	13,0	8
	Ca++	129,5	8,9	137,0	118	134,0	9,1	142,0	122	123,5	9,3	132,0	111
	SiO2												

Tableau 3: Statistiques générales, en mg/L, sur les résultats « ions majeurs » obtenues sur les deux campagnes conduites en 2016 (réseau FRDS00)

III.2 Les éléments traces métalliques

Le caractère ubiquiste du bore dans les eaux souterraines identifié sur le réseau RAQESOUCRAU (chapitre précédent) est confirmé par les données provenant des 4 captages AEP qui composent le réseau de contrôle opérationnel (fréquence de quantification = 85%).

Une concentration de 270 g/L de fer (total) a été mesurée sur le captage AEP de la Pissarotte en octobre 2016. Outre l'hypothèse d'une éventuelle pollution d'origine anthropique, cette valeur anormalement élevée par rapport aux autres ouvrages doit probablement être mise en relation avec l'influence du biseau salé dans ce secteur.

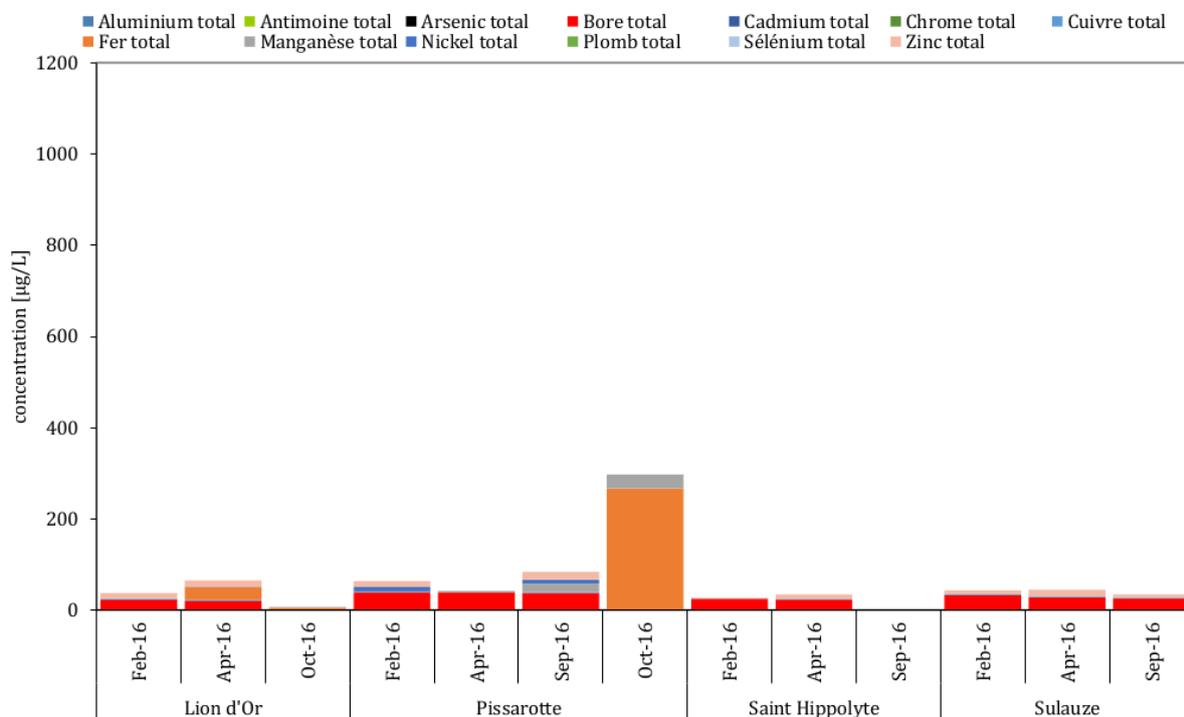


Figure 4 : Diagramme, par point et par campagne, des concentrations ioniques quantifiées en 2016 sur la famille des éléments traces métalliques (réseau FRDS00)

III.3 Les micropolluants organiques (pesticides)

Les fréquences de quantification sur les captages AEP sont plus élevées que sur le réseau géré par le SYMCRAU : au moins 50% (2/4) des captages montrent la présence d'au moins une molécule type « phytosanitaires » sur les campagnes de février et avril 2016, 25 % (1/4) en octobre 2016.

Ces valeurs confirment d'une part le caractère intégrateur de ces ouvrages, dont les eaux d'exhaures sont tirées d'un volume d'aquifère important, et donc susceptibles de contenir ce type

de molécules. D'autre part, ces résultats montrent que la présence de pesticides dans la nappe n'est pas cloisonnée à certain secteur : il s'agit d'une contamination générale.

Les composés identifiés sont à la fois des molécules mères et des sous-produits de dégradation, déjà identifié dans la nappe sur les qualitomètres gérés par le SYMCRAU. Ces composés ont tous déjà été retrouvés dans la nappe, à l'exception de la prothioconazole qui a été introduit sur le marché français en 2007.

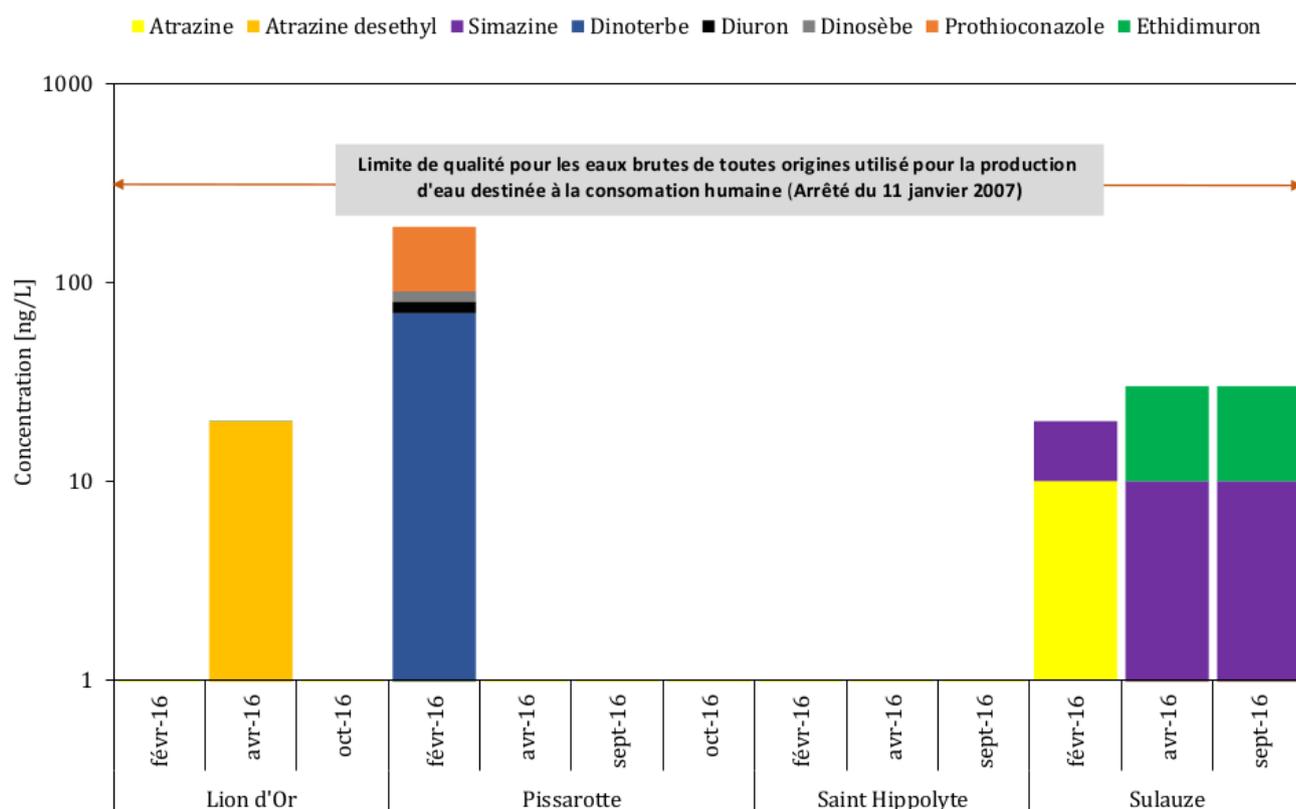


Figure 5: Diagramme, par point et par campagne, des concentrations ioniques quantifiées en 2016 sur la famille des éléments traces métalliques (réseau FRDS00)

III.4 Les micropolluants organiques (hors pesticides)

Ces molécules appartiennent à une même famille de polluants : les solvants organohalogénés, et plus particulièrement au groupe des trihalométhanes.

En complément de l'arrêté national de 2007, l'OMS fixe des références en ce qui concerne la qualité de l'eau potable sur une très large gamme de polluants, parmi lesquels le bromoforme et le dibromochloromethane.

En 2016, les composés de cette classe de contaminants n'ont été quantifiés que sur le captage AEP de la Pissarotte (Tableau 4).

	févr-16	avr-16	sept-16	oct-16	Normes AEP (OMS)
Bromoforme	1,4	< LQ	2,1	2,6	100
Dibromochloromethane	1	< LQ	0,9	0,9	100
Dichloromonobromométhane	0,3	< LQ	0,3	0,2	<i>n.d.</i>
Total	2,7	< LQ	3,3	3,7	<i>n.d.</i>

Tableau 4 : Concentrations (en µg/L) des micropolluants organiques (hors pesticides) quantifiées sur le captage AEP de la Pissarotte en 2016.

Bien que les concentrations trouvées se situe à un ordre de grandeur sous les références, leurs présences dans les eaux souterraines rappellent le niveau de pression sur la nappe qu'exerce l'utilisation de ce type de produits.

III. Le biseau salé

L'extrémité aval de la nappe de la Crau est touchée par un phénomène d'intrusions marines qui se matérialise par une stratification verticale des eaux contenues dans l'aquifère : des eaux douces sur la partie supérieure, des eaux saumâtres à salées sur la partie inférieure. Une zone de transition sur le plan horizontal est également observée sur une largeur de 1000 à 2000 m environ

La transgression de cet interface entre les eaux douces continentales et eaux saumâtres à salées d'origine marines est susceptible d'altérer la qualité des eaux de la nappe. Comme pointé dans le chapitre précédent (ions sodium et chlorures), le captage de la Pissarotte illustre parfaitement la vulnérabilité de la ressource face à ce phénomène.

Suite aux premières investigations décrites dans le bulletin qualité 2015, le SYMCRAU a réalisé des suivis complémentaires⁶ sur la position de cette interface en 2016. Cela a permis de mettre en évidence que les intrusions marines touchent un volume d'aquifère (sous couverture) plus étendu que celui historiquement connu, et présenté par le SYMCRAU en 2015 : le secteur des marais de chanoine et de Meyranne, à l'aval de l'AEP de Saint-Hyppolite, atteste-lui aussi de la présence d'un biseau salé (fig. 6).

⁶ Investigations préparatoires au lancement du projet SIMBA (SYMCRAU-BRGM)

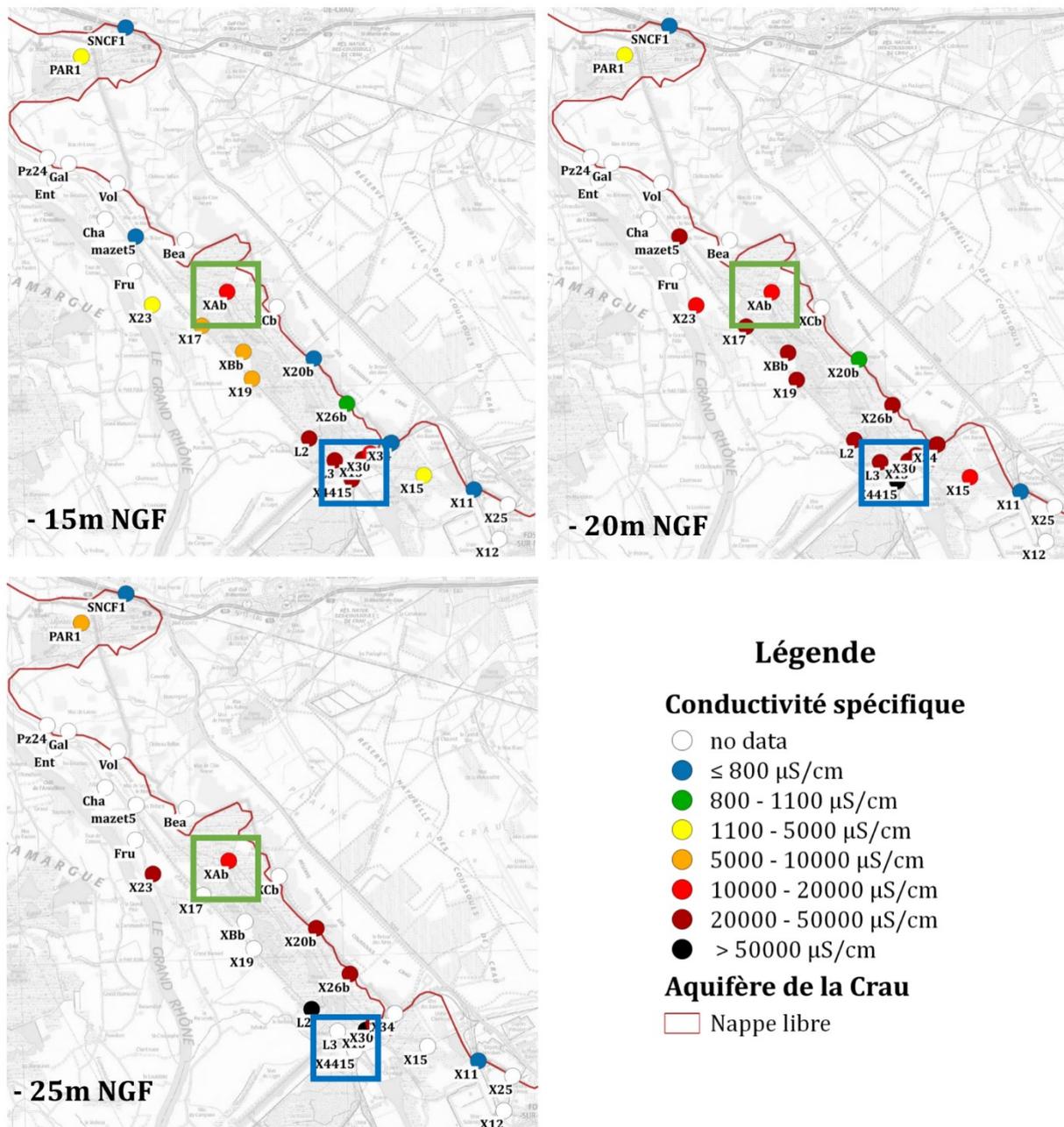


Figure 6: Répartition de la conductivité électrique, par profondeur, sur les ouvrages de suivi du biseau salé en juillet 2016. Les résultats sur le point PAR1 a induit l'extension de la zone d'étude vers le nord.

Les suivis réalisés en 2015-2016 montrent une variabilité d'ordre infra-annuelle de la position de l'interface sur la colonne d'eau de plusieurs piézomètres analysés (fig. 8-a). De plus, les chroniques historiques mises à dispositions par le GPM ont montré que dans le secteur de la Pissarotte à minima, l'interface est remontée de près de 3 mètres en 20 ans (fig. 8-b).

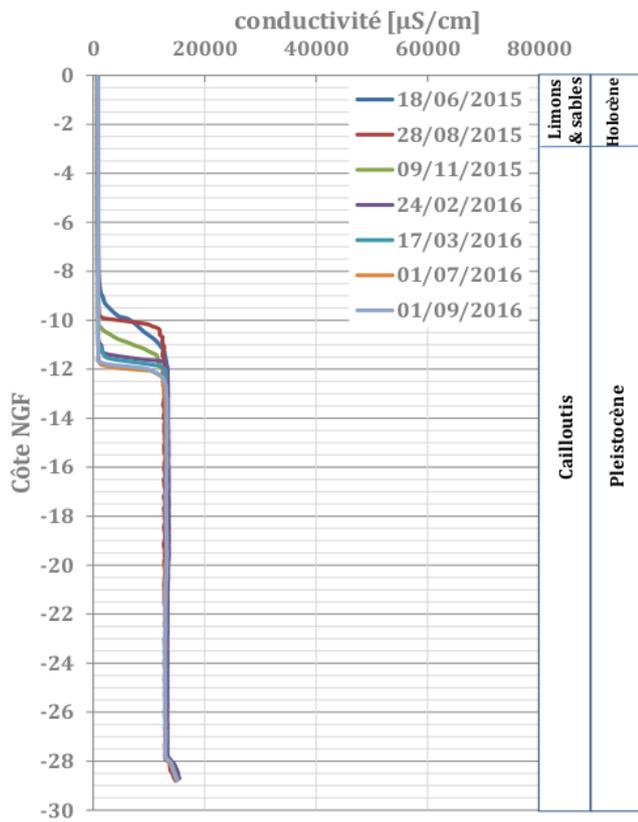


Figure 8-a: Diagraphies de la conductivité électrique sur le point XAbis entre 2015 et 2016 (encadré vert, figure 6)

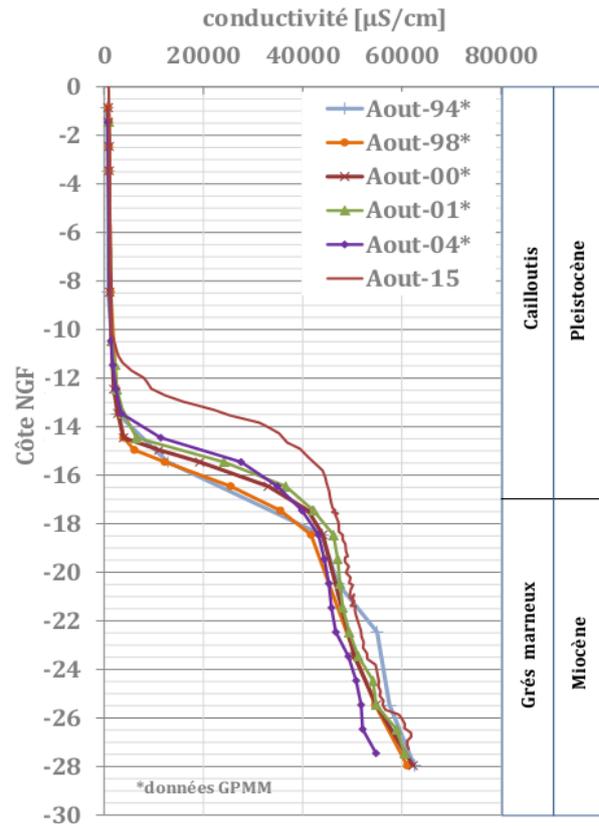


Figure 8-b : Diagraphies de la conductivité électrique sur le point X13 entre 1994 et 2016 dans le secteur de la Pissarotte. (encadré bleu, figure 6)

Conclusion

En 2016, les eaux contenues au sein de l'aquifère libre des cailloutis sont toujours en bon état chimique général. Toutefois les pressions qui s'y exercent restent importantes, comme en témoignent les résultats obtenus par le SYMCRAU (réseau RAQESOUCRAU) et par l'Agence de l'eau RMC (FRDSOO).

Les pressions identifiées à l'échelle locale (micropolluants organiques et minéraux) sont confirmées à l'échelle de la nappe par les captages AEP qui sont dotés d'une représentativité beaucoup plus étendue.

Ces deux niveaux d'informations se soutiennent et corroborent le classement de cette masse d'eau en « Risque de Non Atteinte des Objectifs Environnementaux » à l'horizon 2021.

Plusieurs actions inscrites au [Contrat de Nappe de la Crau](#) visent l'objectif commun de préservation de la qualité des eaux de la nappe. Dans ce cadre, les actions suivantes sont et seront mises en œuvre :

- étude ressource stratégique (A1-1)
- continuité (et optimisation) des suivis en place (B1-2, B1-4, C2-1)
- amélioration des connaissances sur les sources de micropolluants (C1-4, C1-13)
- identification et compréhension des mécanismes de transferts des micropolluants vers les eaux souterraines (C1-1, C1-2, C1-3)
- compréhension et surveillance des intrusions marines en basse Crau (C4-1, C4-2)

Annexes

		Mesures terrain			Analyses en laboratoire														
	Station	T°C	pH	c25°C		HCO3-	F-	Cl-	NO2-	NO3-	PO4--	SO4--	Na+	NH4+	K+	Mg++	Ca++	SiO2	
mars-16	Q5	13,54	7,36	1165		329	0,27	113		4	0,3	186	44,6		9,2	38,11	135,1	15	
	Q12	15,67	6,41	804		326		21,5		2,6	0,03	144	16,5		2,1	13,54	137,1	10,3	
	Q9	16,83	6,75	679		296		17,8		8	0,02	99	13		1	12,38	111,1	10,2	
	Q10	17,31	6,59	670		292		17,6		8,1	0,01	97	13,3		0,9	11,94	113,9	10,4	
	Q11	16,59	6,54	704		300	0,16	21,3		9,8	0,02	108	15,9		2,2	13,74	120,2	9,3	
	Q13	16,98	6,87	438		199		13,3		11,1	0,02	40,6	10,8		0,5	4,39	70,7	12,5	
	Q6	18,74	6,62	694		248		29,6		7,4	0,02	133	20		2,6	13,68	124	10,2	
	Q14	15,92	6,52	808		316	0,12	26,6		7,4	0,03	141	19		2	15,44	131,6	8,4	
	Q17	15,74	6,21	796		306	0,13	29,4		17,6	0,05	123	21		7,9	14,37	120	9,8	
	Q3	15,21	6,5	759		359	0,09	19,8		6,2	0,03	104	14,7		1	8,63	146,1	12,2	
	Q2	15,77	6,48	794		317	0,1	28,2		12,9	0,01	126	16,6		1,7	10,99	139,6	10,5	
	Q8	16,34	6,54	702		282	0,05	25,9		15,9	0,02	102	14,2		1	13,84	114,6	11,3	
	Q1	14,42	6,56	700		290	0,06	24,1		10,1	0,02	105	14,4		0,8	12,47	122,5	10,9	
	Q4	17,38	6,43	768		325	0,09	28,4		8,3	0,03	109	16,6		2,3	15,4	127,8	10,1	
	Q15	17,27	6,59	655		275		24,3		13,1		81	17,2		0,7	8,48	105,8	11,1	
	Q7	14,88	6,21	828		345	0,12	25,4		9,7	0,01	130	18,2		2,1	16,88	140,5	8,6	
Q16	16,79	6,65	677		285		20,3		9,4	0,02	98	14,9		1	11,05	111,8	11,7		
oct-16	Q5	19,37	6,99	1196		373	0,31	89	0,02	1,3	0,31	204	36,9	0,78	5,7	47,7	128,3	18,6	
	Q12	16,78	6,88	670		285	0,06	21,8		8	0,05	105	13,9		0,8	11,71	114,4	10,4	
	Q9	16,93	7,08	664		305		17,4		7	0,02	103	13,2		1,1	12,66	106,5	10,5	
	Q10	17,79	6,7	678		293		17,7		7,3	0,04	98	14	0,06	0,9	12,74	111,1	10,9	
	Q11	17,81	6,64	796		315	0,13	27,2		5,9	0,04	129	19,4		2,6	15,66	128	9,9	
	Q13	17,09	7,38	445		208		13,8		10,2	0,02	45,7	9,5		0,5	4,25	70,3	12	
	Q6	16,52	6,91	698		254		28,4	0,08	4	0,06	118	19,4	0,5	2,5	12,39	109,1	10,7	
	Q14	16,83	6,6	811		326	0,1	23,1		5,5	0,06	139	18,6	0,08	2,1	15,85	133,3	8,7	
	Q17	16,08	6,88	723		288	0,14	20,4		9,4	0,05	116	16,3		4,9	12,99	112,9	8,4	
	Q3	15,63	6,91	760		337	0,09	19,6		10,2	0,06	109	15,8		0,9	8,1	133,7	12,9	
	Q2	17,24	6,84	772		325	0,18	21,1		5,6	0,04	118	15,5		1,3	11,99	132	9,4	
	Q8	17,43	6,88	735		288	0,06	28,6		16,3	0,06	103	14,8		4,5	14,98	110,5	10,5	
	Q1	16,78	6,88	670		285	0,06	21,8		8	0,05	105	13,9		0,8	11,71	114,4	10,4	
	Q4	16,84	6,76	721		304	0,09	20,1		5,3	0,04	108	14,7		2	13,4	112,4	9,1	
	Q15	16,5	6,74	635		269		19,1		12	0,04	82	14,8		0,7	9,04	106	11,6	
	Q7	17,71	6,7	790		333	0,14	20,7		6,4	0,05	123	17		2,4	15,29	125	8,9	
Q16	17,53	7,53	668		290		20,1		8,6	0,03	102	16		1	12,18	113,3	12,2		

Annexe 1 : Données brutes sur les ions majeurs, réseau RAPESOU CRAU

		Aluminium	Antimoine	Arsenic	Bore	Cadmium	Chrome	Cuivre	Fer	Manganèse	Mercure	Nickel	Plomb	Sélénium	Zinc
		mg/l Al	mg/l Sb	mg/l As	mg/l B	mg/l Cd	mg/l Cr	mg/l Cu	mg/l Fe	mg/l Mn	µg/l Hg	mg/l Ni	mg/l Pb	mg/l Se	mg/l Zn
mars-16	Q5				114				118						123
	Q12				44				110						
	Q9				35				44						
	Q10				37										
	Q11				23										
	Q13				33										
	Q6				34										
	Q14				59			32							61
	Q17				59										
	Q3	73			23				241	60					
	Q2														39
	Q8				31										
	Q1				20			44	130						37
	Q4				28										22
	Q15				33										
	Q7				30										
	Q16				53										67
oct-16	Q5			7	78				955	150					
	Q12				23			52	23						99
	Q9				45				135						36
	Q10				26										
	Q11				32										
	Q13				26										32
	Q6				102										
	Q14				30										28
	Q17				23										
	Q3	111			37				228						
	Q2				24				90						
	Q8				31										
	Q1				23			52	23						99
	Q4				29										78
	Q15				27										
	Q7				30										
	Q16				53										67

Annexe 2 : Données brutes sur les éléments traces métalliques, réseau RAPESOUCAU

