

Suivi des teneurs en chlorures des eaux souterraines sur le littoral de la plaine du Roussillon

Campagne de mesure de l'été 2016

Date du rapport : 6 février 2017



SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	4
2	CAMPAGNE CHLORURES PLIOCENE 2016	5
2.1	Le réseau de suivi	5
2.2	Les résultats d'analyses	6
2.2.1	Concentrations en chlorures	8
2.2.2	Conductivité électrique	9
2.3	Relation entre conductivité de l'eau et concentrations en chlorures	10
2.4	Répartition géographique des résultats	11
2.5	Evolution globale	14
2.6	Historique et évolution par secteur	16
2.6.1	Secteur Elne/Latour-Bas-Elne/Saint-Cyprien	16
2.6.2	Secteur Alenya/Saleilles/Theza	17
2.6.3	Secteur Saint Nazaire	18
2.6.4	Secteur Canet en Roussillon	19
2.6.5	Secteur Sainte Marie / Villelongue	20
2.6.6	Secteur Torreilles	21
2.6.7	Secteur N3 Saint Laurent / Saint Hippolyte	22
2.6.8	Secteur N4 Saint Laurent / Saint Hippolyte	23
2.6.9	Secteur le Barcarès	24
2.6.10	Secteur Port Leucate	26
2.6.11	Secteur Salses Sud-Est	27
2.6.12	Secteur Salses Nord	28
3	CAMPAGNE CHLORURES QUATERNAIRE 2016	29
4	BILAN	33

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1 – Localisation géographique des points de prélèvement <u>Pliocène</u> de la campagne 2016	5
Illustration 2 – Répartition par classe de teneurs en chlorures des résultats de l'année 2016	9
Illustration 3 – Répartition par classe des conductivités électriques de l'eau des résultats de l'année 2016	9
Illustration 4 – Rapport entre conductivité de l'eau et concentrations en chlorures des ouvrages prélevés lors la campagne 2016	10
Illustration 5 – Répartition géographique des concentrations en chlorures dans les eaux du Pliocène	11
Illustration 6 – Répartition géographique des concentrations en chlorures dans les eaux du Pliocène de la Salanque au mois d'août et septembre 2016	12
Illustration 7 - Evolution du nombre de prélèvements effectués par campagne de mesure	14
Illustration 8 – Evolution des classes de concentrations en chlorures depuis 2006	15
Illustration 10 - Secteur Elne/Latour-Bas-Elne/Saint-Cyprien : Evolution des concentrations en chlorures	16
Illustration 11 - Secteur Alenya/Saleilles/Theza : Evolution des concentrations en chlorures	17
Illustration 12 - Secteur Saint Nazaire : Evolution des concentrations en chlorures	18
Illustration 13 - Secteur Canet en Roussillon : Evolution des concentrations en chlorures	19
Illustration 14 - Secteur Sainte Marie/Villelongue : Evolution des concentrations en chlorures	20
Illustration 15 - Secteur Torreilles : Evolution des concentrations en chlorures	21
Illustration 16 - Secteur N3 Saint-Laurent/Saint Hippolyte : Evolution des concentrations en chlorures	22
Illustration 17 - Secteur N4 Saint-Laurent/Saint Hippolyte : Evolution des concentrations en chlorures	23
Illustration 18 - Secteur Le Barcarès : Evolution des concentrations en chlorures	25
Illustration 19 - Secteur Port Leucate : Evolution des concentrations en chlorures	26
Illustration 20 - Secteur Salses sud-est : Evolution des concentrations en chlorures	27
Illustration 21 - Secteur Salses nord : Evolution des concentrations en chlorures	28
Illustration 21 – Localisation géographique des points de prélèvement <u>Quaternaire</u> de la campagne 2016	29
Illustration 22 – Répartition géographique des concentrations en chlorures dans les eaux du Quaternaire au mois de juillet 2016	31

1 INTRODUCTION

Les nappes d'eau souterraines de la plaine du Roussillon ont comme exutoire naturel la mer Méditerranée. Les prélèvements excessifs réalisés notamment en période estivale entraînent un risque d'intrusion d'eau de mer dans les nappes.

Ainsi, la gestion des nappes de la plaine du Roussillon doit nécessairement passer par la surveillance de la qualité des eaux souterraines sur la bordure du littoral vis-à-vis de ce risque d'intrusion d'eau saline dans l'aquifère.

Cette surveillance est réalisée à partir de mesures de la conductivité et des teneurs en chlorures de l'eau des formations pliocènes à fréquence annuelle sur environ 130 forages situées à moins de 5 km des étangs littoraux et de la mer, entre l'étang de Salses-Leucate et l'embouchure du Tech.

Le réseau a été créé par la D.D.A.F. 66 et le BRGM en 1982 avant que le Conseil Général des Pyrénées-Orientales n'en reprenne la maîtrise d'ouvrage en 1998, avec toujours comme exploitant le BRGM.

A sa création en 2009, le syndicat mixte pour la protection et la gestion des nappes souterraines de la plaine du Roussillon a repris la maîtrise d'ouvrage de ce réseau et le BRGM est resté chargé de l'exploitation du réseau. En 2012, le syndicat mixte a repris en régie le réseau de suivi.

Les résultats de la campagne 2016 (et des années antérieures) sont consultables librement sur le portail national d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines (ADES - www.adeseaufrance.fr). Le réseau est référencé sous le nom « Réseau de suivi de la salinité des eaux souterraines de l'aquifère du Pliocène du Roussillon » et le code SANDRE 0600000031.

En plus du suivi annuel du Pliocène, il a été réalisé en 2016 une cartographie des teneurs en chlorures de la nappe du Quaternaire. En effet, de fortes teneurs en chlorures de cette 1ère nappe pourraient expliquer des contaminations localisées de la nappe sous-jacente (Pliocène) par des phénomènes de drainance ou de mise en communication par des forages défectueux.

Le présent rapport concerne l'interprétation des données de la campagne de mesures effectués sur le Pliocène et le Quaternaire durant l'été 2016.

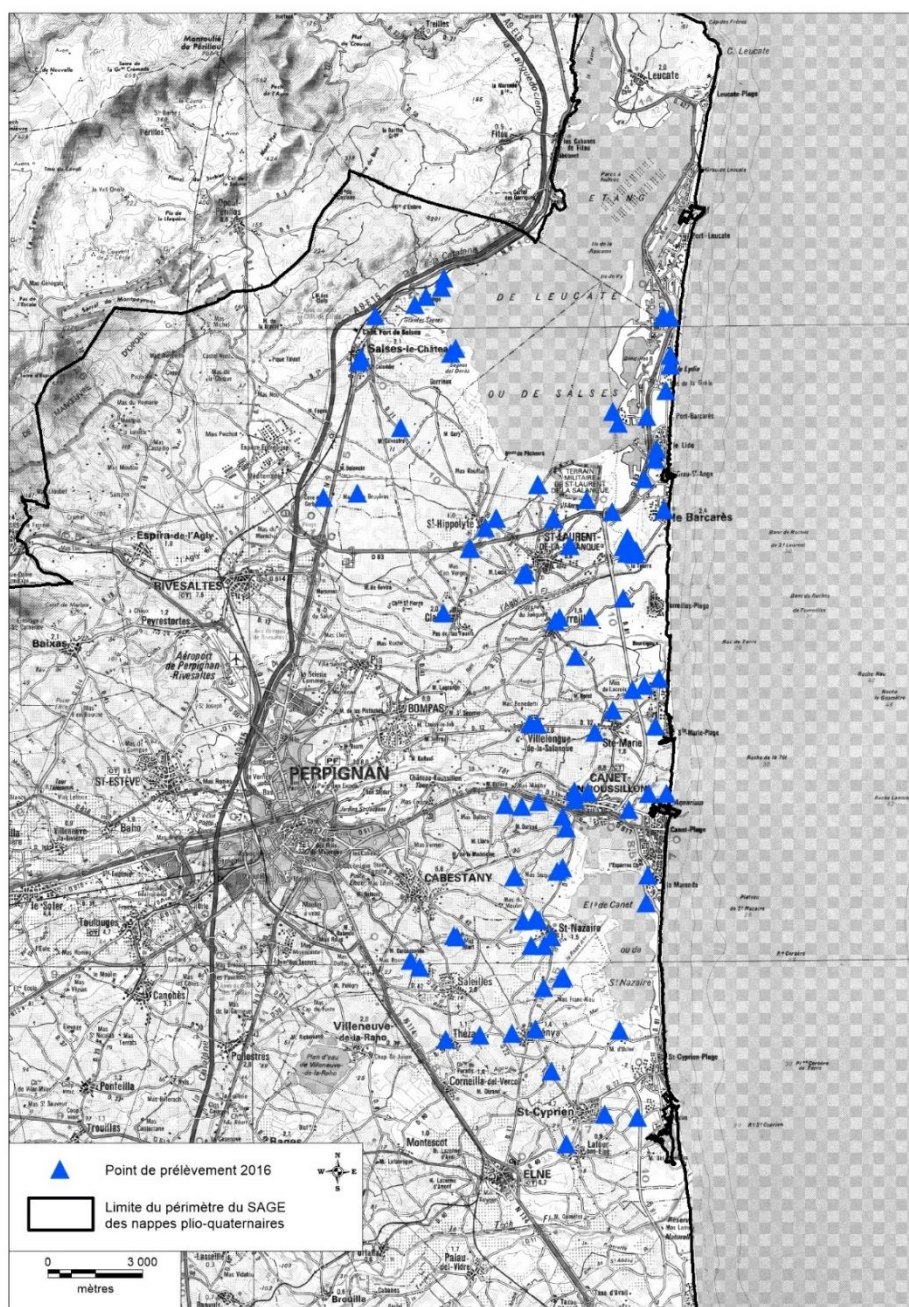
2 CAMPAGNE CHLORURES PLIOCENE 2016

2.1 Le réseau de suivi

La campagne de prélèvements 2016 a débuté le 23 août et s'est achevée le 19 septembre. Cette période correspond à la fin de la saison estivale, c'est-à-dire la période de l'année où les niveaux piézométriques sont les plus bas. Il s'agit donc de la période où les risques d'intrusion d'eau saline dans l'aquifère du Pliocène sont les plus importants.

99 prélèvements ont été effectués au cours de cette campagne dans la nappe du Pliocène. Ces prélèvements font l'objet de mesures in-situ de la conductivité de l'eau et d'analyses des concentrations en chlorures en laboratoire (Centre d'Analyses Méditerranée Pyrénées, sis Tecnosud - Perpignan).

Illustration 1 – Localisation géographique des points de prélèvement Pliocène de la campagne 2016



2.2 Les résultats d'analyses

La liste des ouvrages prélevés et les résultats des analyses de conductivité et de concentrations en chlorures réalisées lors de la campagne 2016 est synthétisée dans le tableau suivant :

Tableau 1 - Points de prélèvement de la campagne chlorures Pliocène 2016

Code BSS	Commune	Coordonnées Lambert II étendu		Profondeur	Nappe captée	Concentration en chlorures	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
		X	Y				
10795X0026	SALSES-LE-CHATEAU	694 056	6 193 834	54.4	PLIOCENE N3	138.9	1135
10795X0045	SALSES-LE-CHATEAU	696 223	6 195 006	28	PLIOCENE N3	1409.3	4560
10795X0047	SALSES-LE-CHATEAU	696 143	6 194 711	27	PLIOCENE N3	1808.9	5520
10795X0066	SALSES-LE-CHATEAU	695 294	6 194 173	44	PLIOCENE N3	978	3990
10795X0073	SALSES-LE-CHATEAU	695 653	6 194 434	55	PLIOCENE N3	319.4	1686
10796X0065	LEUCATE	703 136	6 193 737	75	PLIOCENE N3	131.7	825
10796X0066	LEUCATE	703 112	6 193 737	170	PLIOCENE N4	23	410
10911X0086	SALSES-LE-CHATEAU	694 829	6 190 304	72	PLIOCENE N4	22.7	488
10911X0098	SALSES-LE-CHATEAU	693 491	6 188 241	90	PLIOCENE N4	23.7	766
10911X0156	SALSES-LE-CHATEAU	696 631	6 192 781	24	PLIOCENE N3	21.6	606
10911X0171	SAINT-HIPPOLYTE	696 959	6 186 459	60	PLIOCENE N3	34.1	739
10911X0172	SAINT-HIPPOLYTE	696 984	6 186 479	158	PLIOCENE N4	22.8	449
10911X0213	SALSES-LE-CHATEAU	693 589	6 192 531	72	PLIOCENE N4	22.5	631
10911X0216	CLAIRA	696 114	6 184 435	178	PLIOCENE N4	59.1	620
10911X0227	RIVESALTES	692 369	6 188 116	112	PLIOCENE N4	29.2	536
10911X0232	SALSES-LE-CHATEAU	696 473	6 192 636	80	PLIOCENE N4	24	429
10911X0234	SALSES-LE-CHATEAU	693 519	6 192 404	70	PLIOCENE N4	22.1	641
10912X0024	LE BARCARES	702 576	6 190 599	140	PLIOCENE N4	26.2	395
10912X0040	TORREILLES	699 641	6 184 119	51	PLIOCENE N4	46.7	835
10912X0057	LE BARCARES	702 233	6 186 239	58	PLIOCENE N3	79.7	743
10912X0058	SAINT-HIPPOLYTE	699 130	6 188 478	145	PLIOCENE N4	22	431
10912X0059	SAINT-HIPPOLYTE	699 141	6 188 470	48	PLIOCENE N3	36.6	771
10912X0060	SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE	699 605	6 187 392	47	PLIOCENE N3	34.2	674
10912X0061	SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE	700 130	6 186 545	150.95	PLIOCENE N4	18.7	392
10912X0067	SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE	700 118	6 186 543	59	PLIOCENE N3	56.4	438
10912X0068	LE BARCARES	701 555	6 190 748	59	PLIOCENE N3	19.5	613
10912X0070	LE BARCARES	702 940	6 189 547	58	PLIOCENE N3	145.6	983
10912X0076	LE BARCARES	701 473	6 187 591	67	PLIOCENE N3	221.7	1286
10912X0079	SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE	698 645	6 185 641	50	PLIOCENE N3	56.2	710
10912X0080	LE BARCARES	701 986	6 186 571	60	PLIOCENE N3	63	643
10912X0081	LE BARCARES	702 114	6 186 310	55	PLIOCENE N3	167.1	1142
10912X0082	LE BARCARES	701 955	6 186 761	60	PLIOCENE N3	37.6	474
10912X0083	LE BARCARES	701 864	6 186 472	87	PLIOCENE N3	72.8	614
10912X0085	TORREILLES	699 778	6 184 125	60	PLIOCENE N3	54.4	709
10912X0086	SAINT-HIPPOLYTE	697 815	6 187 405	60	PLIOCENE N4	33.1	727

10912X0093	LE BARCARES	702 165	6 186 309	55	PLIOCENE N3	565.3	2340
10912X0095	LE BARCARES	703 384	6 192 506	65	PLIOCENE N3	40	480
10912X0096	LE BARCARES	703 382	6 192 196	120	PLIOCENE N4	38	628
10912X0097	LEUCATE	703 347	6 193 721	65	PLIOCENE N3	56.1	519
10912X0103	LE BARCARES	701 920	6 186 291	60	PLIOCENE N3	1064.4	3890
10912X0110	TORREILLES	701 852	6 184 860	220	PLIOCENE N4	19.9	453
10912X0111	LE BARCARES	703 162	6 187 641	210	PLIOCENE N4	36.8	470
10912X0112	LE BARCARES	703 158	6 187 665	85	PLIOCENE N3	55	521
10912X0119	TORREILLES	700 736	6 184 292	157	PLIOCENE N4	203.6	1216
10912X0123	LE BARCARES	702 897	6 189 237	60	PLIOCENE N3	51.5	529
10912X0127	LE BARCARES	701 736	6 190 377	70	PLIOCENE N3	31.9	524
10912X0128	LE BARCARES	702 227	6 186 369	60	PLIOCENE N3	1733.9	7630
10912X0129	SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE	698 745	6 185 708	166.8	PLIOCENE N4	39.8	495
10912X0131	LE BARCARES	703 235	6 191 396	60	PLIOCENE N3	82.4	712
10912X0133	SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE	699 637	6 187 372	175	PLIOCENE N4	22	469
10912X0140	SAINT-HIPPOLYTE	697 473	6 187 118	150	PLIOCENE N4	21.8	434
10912X0143	SAINT-HIPPOLYTE	697 803	6 187 409	150	PLIOCENE N4	29.4	719
10912X0144	SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE	700 675	6 187 970	57	PLIOCENE N3	56	710
10912X0145	LE BARCARES	702 489	6 188 613	58.5	PLIOCENE N3	281.5	1145
10915X0134	SALEILLES	694 999	6 173 487	214.6	PLIOCENE	66.7	764
10915X0309	SALEILLES	696 463	6 174 232	35.5	PLIOCENE	192.3	1661
10915X0394	SALEILLES	696 363	6 174 269	45	PLIOCENE	211.7	1803
10916X0006	VILLELONGUE-DE-LA-SALANQUE	698 817	6 180 932	50.51	PLIOCENE	53.7	821
10916X0013	SAINT-NAZAIRE	699 035	6 174 737	149	PLIOCENE	74.9	732
10916X0015	SAINTE-MARIE	700 869	6 180 583	150.6	PLIOCENE	38.6	670
10916X0017	SAINTE-MARIE	702 831	6 180 828	48	PLIOCENE	52.5	490
10916X0037	CANET-EN-ROUSSILLON	699 079	6 178 473	60	PLIOCENE	85.5	1255
10916X0040	CANET-EN-ROUSSILLON	699 649	6 176 272	97	PLIOCENE	229.6	1563
10916X0041	SAINT-NAZAIRE	699 454	6 174 198	113	PLIOCENE	88.5	875
10916X0048	SAINT-NAZAIRE	698 811	6 173 928	40	PLIOCENE	42.1	521
10916X0054	CANET-EN-ROUSSILLON	698 606	6 178 320	75	PLIOCENE	114.6	1537
10916X0059	SAINT-NAZAIRE	698 956	6 174 803	137.7	PLIOCENE	81.3	825
10916X0061	SAINTE-MARIE	702 108	6 181 978	140	PLIOCENE	24.1	406
10916X0065	CANET-EN-ROUSSILLON	702 502	6 176 097	214	PLIOCENE	49.5	556
10916X0069	SAINT-NAZAIRE	698 607	6 174 716	60	PLIOCENE	315.4	1979
10916X0071	CANET-EN-ROUSSILLON	699 838	6 177 989	43	PLIOCENE	86.2	1350
10916X0073	SAINTE-MARIE	701 437	6 181 321	205	PLIOCENE	39.7	605
10916X0074	CANET-EN-ROUSSILLON	701 910	6 178 244	200	PLIOCENE	52.3	601
10916X0075	CANET-EN-ROUSSILLON	702 485	6 175 255	32	PLIOCENE	163.2	1084
10916X0076	CANET-EN-ROUSSILLON	699 992	6 177 628	80	PLIOCENE	109	1237
10916X0083	SAINT-NAZAIRE	699 271	6 173 919	50	PLIOCENE	38	443
10916X0086	CANET-EN-ROUSSILLON	698 075	6 178 384	60	PLIOCENE	82	1194
10916X0090	CANET-EN-ROUSSILLON	703 163	6 178 692	140	PLIOCENE	42.5	523

10916X0103	CANET-EN-ROUSSILLON	700 206	6 178 789	141	PLIOCENE	47.6	555
10916X0117	CANET-EN-ROUSSILLON	699 817	6 176 379	175	PLIOCENE	63.1	673
10916X0120	SAINTE-MARIE	702 430	6 182 115	127.2	PLIOCENE	147.3	862
10916X0130	VILLELONGUE-DE-LA-SALANQUE	699 114	6 180 902	67.5	PLIOCENE	46.3	656
10916X0132	CANET-EN-ROUSSILLON	700 228	6 178 531	98	PLIOCENE	56	742
10916X0133	CANET-EN-ROUSSILLON	700 632	6 178 749	198.92	PLIOCENE	46.5	580
10916X0134	TORREILLES	700 275	6 183 037	97	PLIOCENE N4	21.3	469
10916X0138	CANET-EN-ROUSSILLON	698 373	6 176 123	125	PLIOCENE	87.5	954
10916X0151	CANET-EN-ROUSSILLON	698 282	6 176 099	123	PLIOCENE	80.3	933
10971X0004	THEZA	696 092	6 170 986	201	PLIOCENE	16.7	607
10971X0023	SALEILLES	695 298	6 173 283	214.6	PLIOCENE	65.5	874
10971X0218	ALENYA	697 161	6 171 114	20	PLIOCENE	19.4	559
10972X0056	ALENYA	698 959	6 171 289	60	PLIOCENE	40.1	504
10972X0098	CANET-EN-ROUSSILLON	701 573	6 171 245	143.03	PLIOCENE	36.1	401
10972X0101	SAINT-NAZAIRE	699 854	6 172 954	165	PLIOCENE	76.5	692
10972X0141	SAINT-CYPRIEN	702 108	6 168 500	45	PLIOCENE	11.3	274
10972X0145	LATOUR-BAS-ELNE	699 869	6 166 322	220	PLIOCENE	18.5	438
10972X0161	ALENYA	698 168	6 171 172	204	PLIOCENE	36.7	501
10972X0166	SAINT-CYPRIEN	701 080	6 168 597	21	PLIOCENE	59.4	753
10972X0183	SAINT-NAZAIRE	699 241	6 172 608	60	PLIOCENE	68.6	1119
10972X0193	SAINT-CYPRIEN	699 470	6 169 963	45	PLIOCENE	17.5	459

2.2.1 Concentrations en chlorures

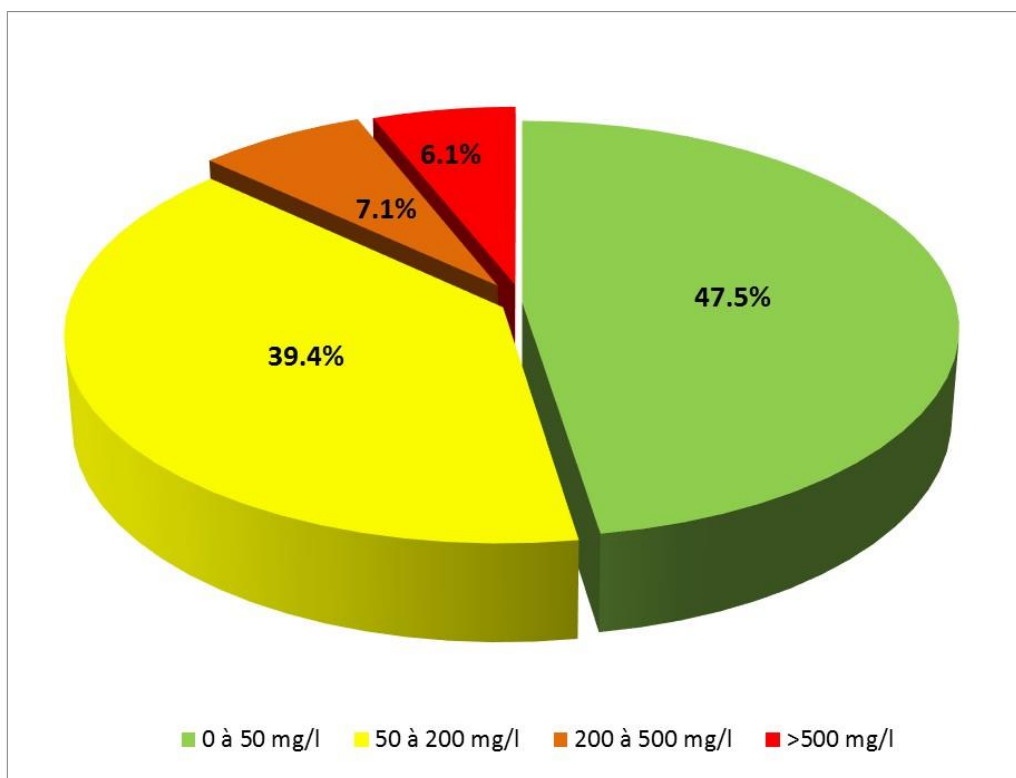
Des classes de concentrations peuvent être définies en fonction des teneurs en chlorures :

- Inférieur à 50 mg/l : eau contenant très peu de chlorures avec absence de contamination.
- Entre 50 et 200 mg/l : présence de chlorures en faible quantité, mais à des concentrations pouvant être naturellement présentes dans les nappes du Pliocène suivant les secteurs. La valeur de 200 mg/l correspond à la limite de qualité fixée pour les eaux brutes utilisées pour la production d'eau potable. Ainsi, avec des teneurs inférieures à 200 mg/l, l'eau est considérée de bonne qualité vis-à-vis de ce paramètre et peut donc être utilisé pour l'alimentation en eau potable sans traitement spécifique.
- Entre 200 et 500 mg/l : présence de teneurs moyennes en chlorures. L'eau ne peut pas être utilisée pour la production d'eau potable. Ces concentrations ne sont pas naturellement présentes dans les nappes du Pliocène (sauf au nord-est du bourg de Salses-le-Château), démontrant l'existence de communication avec la nappe superficielle (saumâtre dans le secteur de Le Barcarès), l'étang ou la mer.
- Supérieur à 500 mg/l : présence de fortes concentrations en chlorures, démontrant une contamination avérée de l'ouvrage par les chlorures.

En 2015, sur les 99 prélèvements effectués :

- 47 analyses (soit 47,5 %) montrent des teneurs inférieures à 50 mg/l.
- 39 analyses (soit 39,4 %) montrent des teneurs comprises entre 50 à 200 mg/l.
- 7 analyses (soit 7,1 %) ont une concentration comprise en 200 et 500 mg/l de chlorures.
- 6 analyses (soit 6,1 %) ont une concentration supérieure à 500 mg/l.

Illustration 2 – Répartition par classe de teneurs en chlorures des résultats de l'année 2016



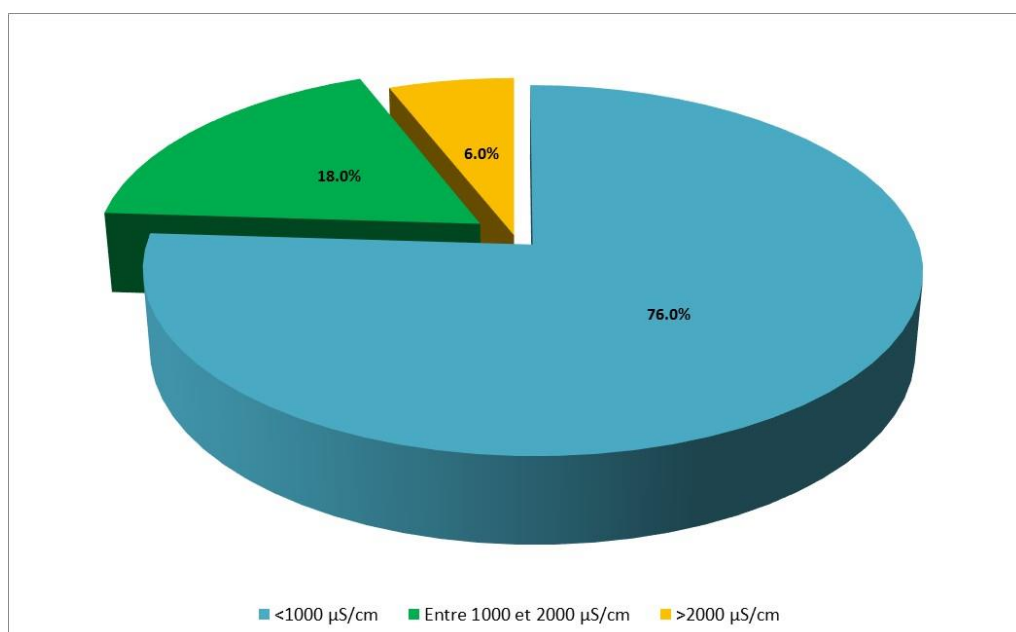
Ainsi, seuls 47,5 % des échantillons analysés présentent une concentration inférieure à 50 mg/l et peuvent être considérés exempts de contamination par les chlorures.

Toutefois, 86,9 % des points prélevés ont des concentrations inférieures à 200 mg/l de chlorures, limite de qualité pour les eaux brutes destinées la production d'eau potable.

2.2.2 Conductivité électrique

Des conductivités inférieures à 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, traduisant une eau de minéralisation moyenne à faible, ont été observées dans près 76% des ouvrages analysés.

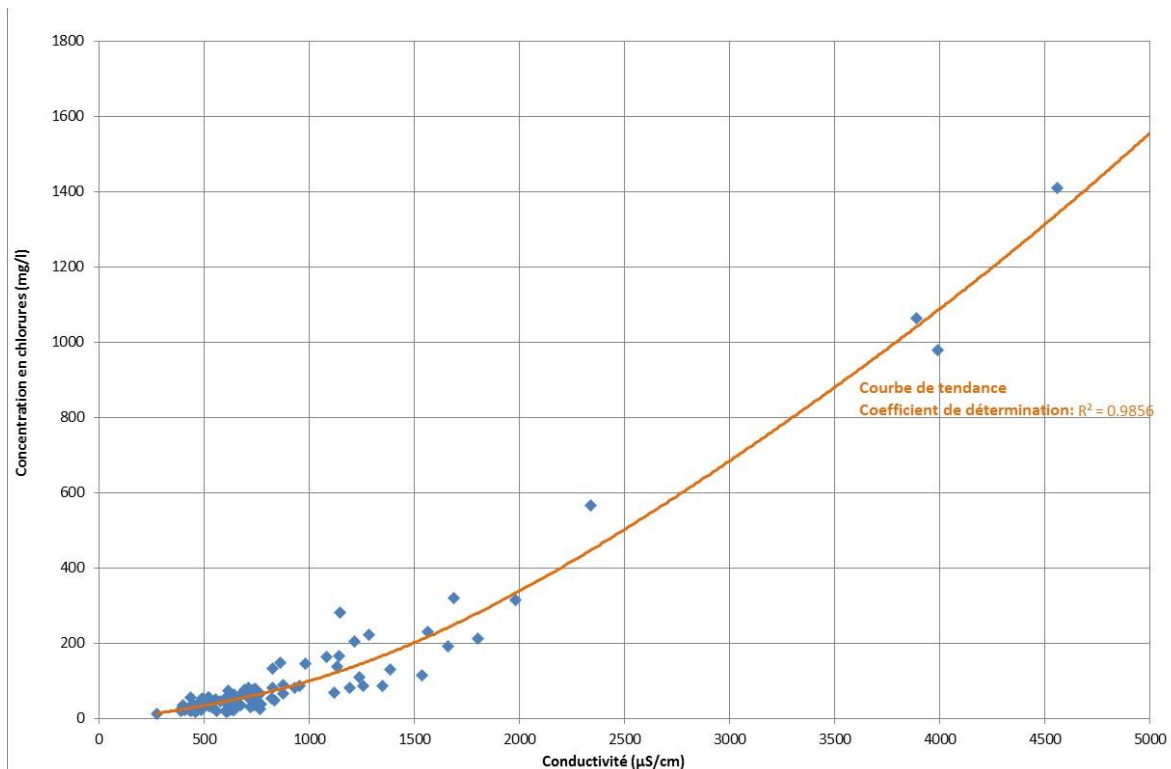
Illustration 3 – Répartition par classe des conductivités électriques de l'eau des résultats de l'année 2016



2.3 Relation entre conductivité de l'eau et concentrations en chlorures

Dans les eaux souterraines de l'aquifère du pliocène de la plaine du Roussillon, il existe une relation entre conductivité électrique de l'eau et concentrations en chlorures, comme mis en évidence dans le graphique ci-dessous :

Illustration 4 – Rapport entre conductivité de l'eau et concentrations en chlorures des ouvrages prélevés lors la campagne 2016



Les teneurs en chlorures dépassent le seuil de 200 mg/l autour de 1400 µS/cm.

2.4 Répartition géographique des résultats

La répartition géographique des teneurs en chlorures est présentée sur les cartes ci-dessous :

Illustration 5 – Répartition géographique des concentrations en chlorures dans les eaux du Pliocène aux mois d'août et septembre 2016

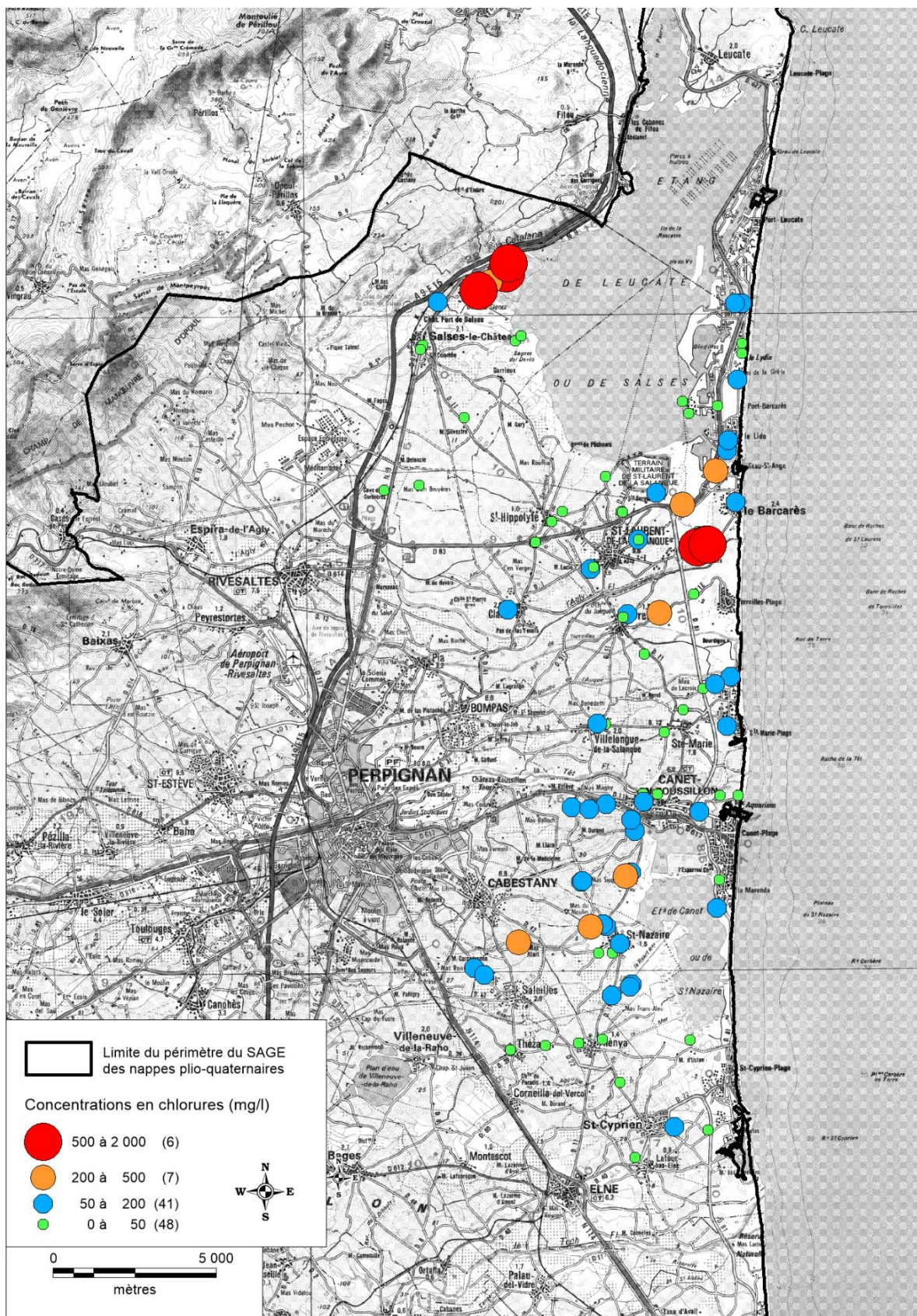
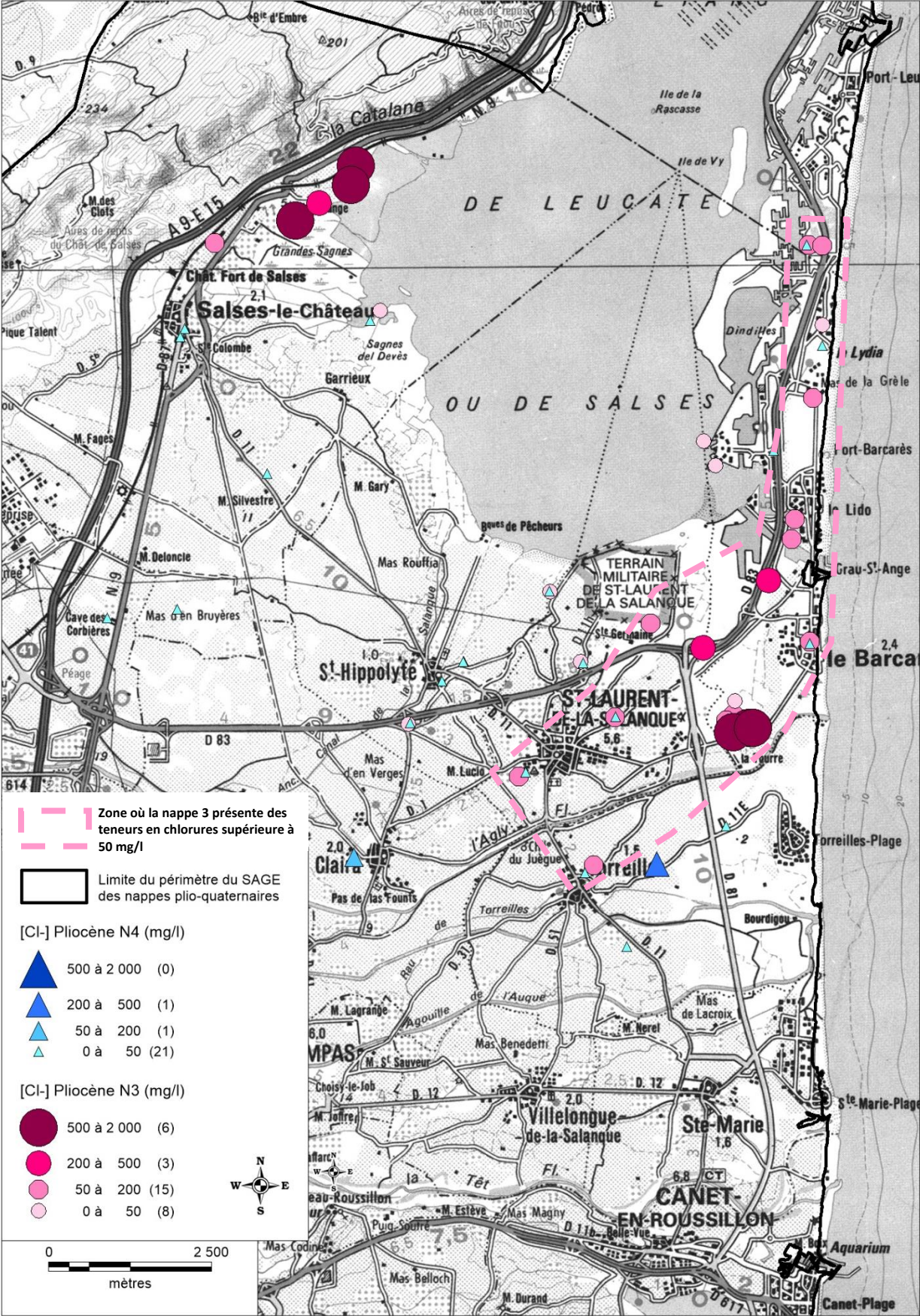


Illustration 6 – Répartition géographique des concentrations en chlorures dans les eaux du Pliocène de la Salanque au mois d'août et septembre 2016



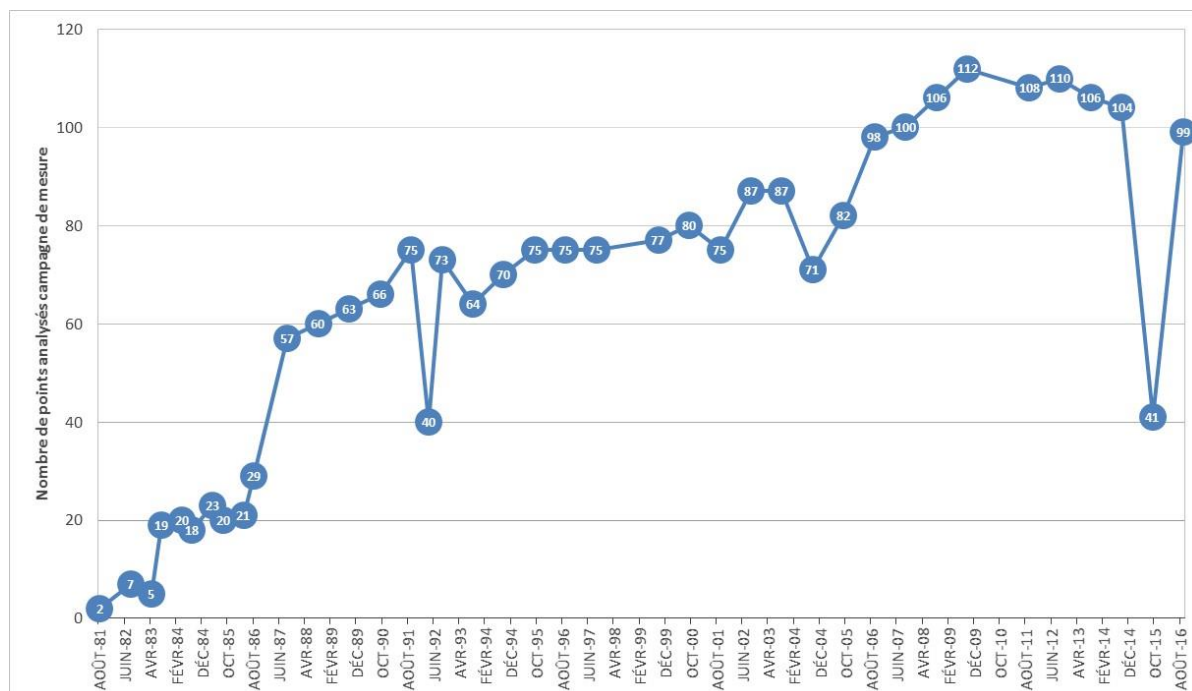
Globalement, il n'y a pas de contamination généralisée des nappes du Pliocène mais il existe des contaminations localisées aux chlorures (concentrations supérieures à 200 mg/l) sur 3 secteurs :

- au nord-est du bourg de Salses-le-Château : 4 forages dépassent 200 mg/l dont 3 dépassent les 500 mg/l. La profondeur de ces ouvrages est comprise entre 27 et 44 m. Ces teneurs élevées en chlorures seraient en lien avec la forte salinité de l'eau du karst des Corbières (sources Font Estramar ou Font-Dame), en forte connexion hydraulique avec le Pliocène du secteur.
- sur la bordure littorale de la Salanque :
 - o Nappe 4 : 1 forage en nappe 4 situé sur la commune de Torreilles dépasse les 200 mg/l.
 - o Nappe 3 :
 - 3 forages en nappe 3 dépassent les 200 mg/l sans atteindre 500 mg/l.
 - 6 forage en nappe 3 dépasse les 500 mg/l.Les forages en nappe 3 ayant plus de 50 mg/l de chlorures semblent former une langue partant de Port Leucate et s'étendant jusqu'aux bourgs de Saint Laurent de la Salanque et Torreilles. Plus dans les terres, vers Saint Hippolyte notamment, les concentrations en chlorures sont moins élevées.
- à l'ouest de l'étang de Canet/Saint-Nazaire : 3 forages aux concentrations comprises entre 200 et 500 mg/l, aucun n'atteignant les 500 mg/l.

2.5 Evolution globale

La surveillance des teneurs en chlorures des eaux souterraines a débuté en 1981. Cependant, seules deux analyses avaient été effectuées cette année-là. Le nombre de points de prélèvement n'a cessé d'augmenter au fil des années pour se stabiliser autour de 100 à partir de 2006.

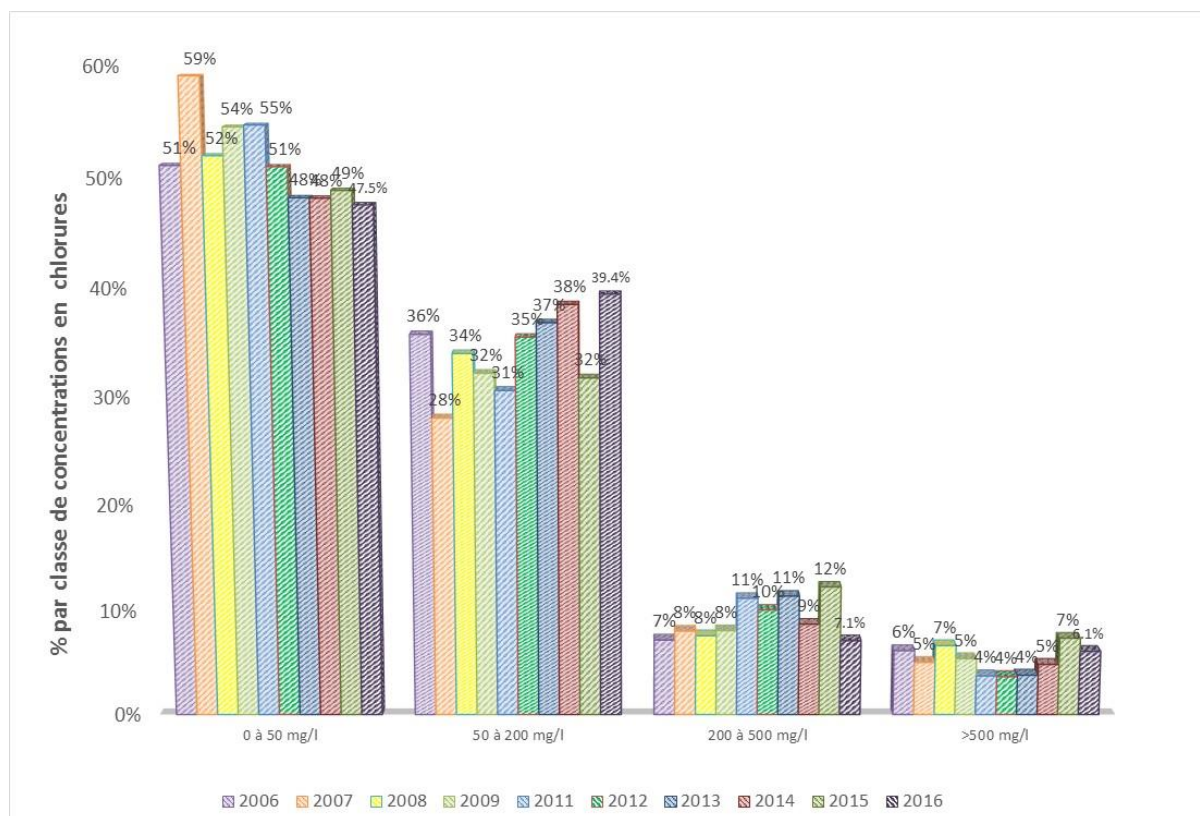
Illustration 7 - Evolution du nombre de prélèvements effectués par campagne de mesure



Il est difficile de comparer les teneurs en chlorures de l'année 2016 avec les résultats des années 80 et 90, le nombre de points de mesure n'étant pas suffisamment élevé au début du suivi pour faire des comparaisons.

Il est toutefois possible de faire une comparaison avec les campagnes de mesures réalisées depuis 2006, le nombre de prélèvements étant assez comparable :

Illustration 8 – Evolution des classes de concentrations en chlorures depuis 2006



Ainsi, à l'échelle de la bordure côtière de la plaine du Roussillon, il n'y a pas eu d'évolution significative ces dernières années et la situation reste dans l'ensemble favorable.

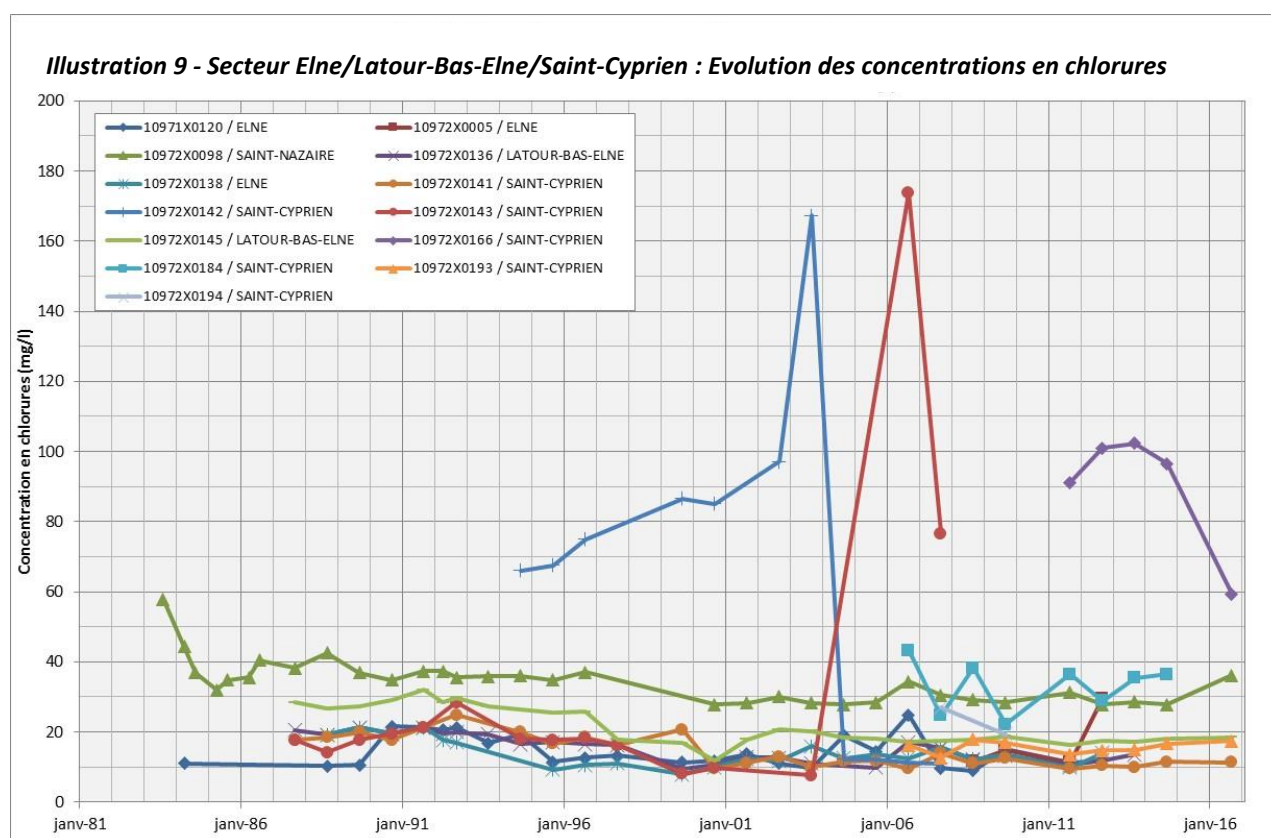
2.6 Historique et évolution par secteur

Les graphiques suivants représentent, par secteur géographique et pour chaque point d'analyse, l'évolution des concentrations en chlorures depuis le début de suivi.

2.6.1 Secteur Elne/Latour-Bas-Elne/Saint-Cyprien

Sur ce secteur, les valeurs sont généralement en dessous de 40 mg/l. Aucun point de prélèvement n'atteint les 200 mg/l sur ce secteur.

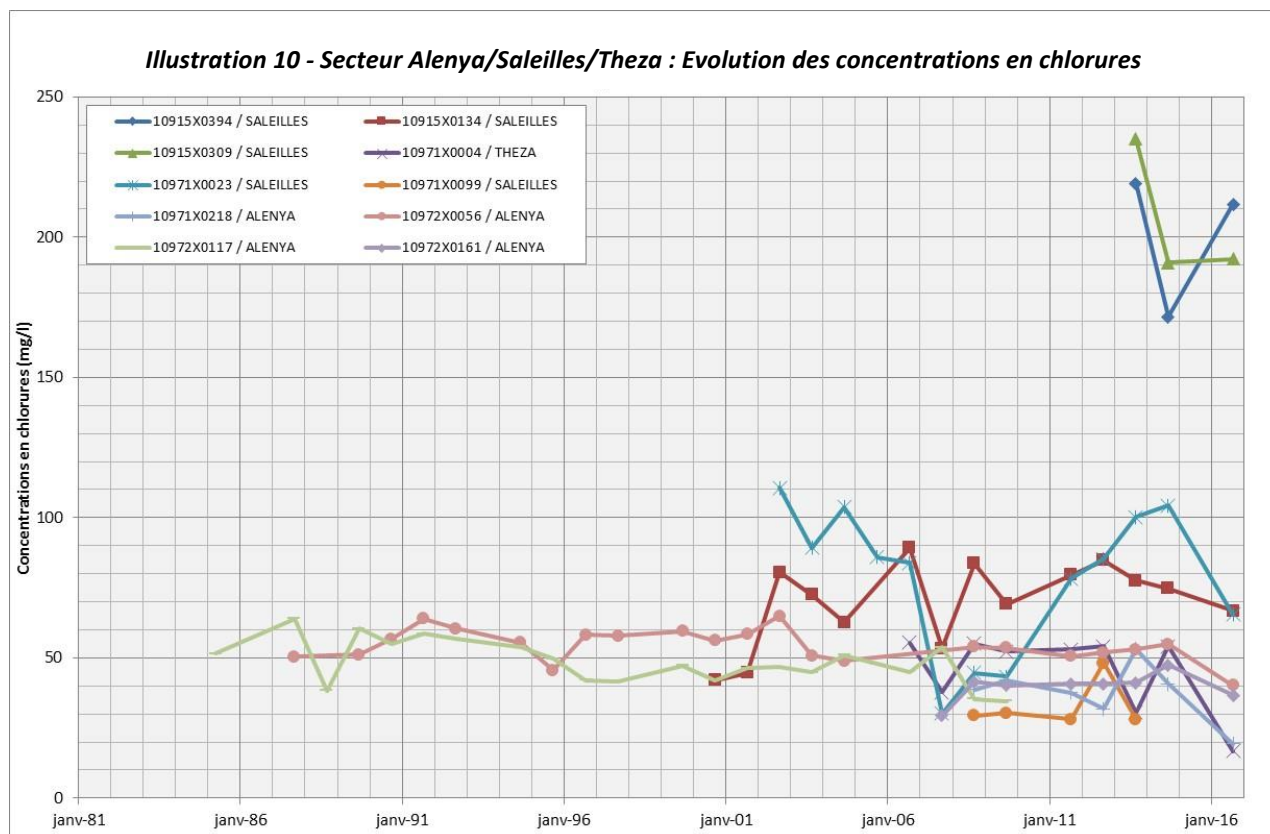
Seuls les ouvrages 10972X0166, 10972X0142 et 10972X0143 et ont eu des valeurs dépassant ponctuellement les 100 mg/l. A noter que ces 2 derniers ne sont plus en exploitation et donc ne sont plus suivis depuis 2007.



2.6.2 Secteur Alenya/Saleilles/Theza

Les concentrations se situent généralement entre 50 et 100 mg/l de chlorures.

Seuls deux points se situent autour de 200 mg/l de chlorures : 10915X0309 et 10915X0394. Ces deux forages sont très proches. A noter que ces ouvrages sont géographiquement très proches.

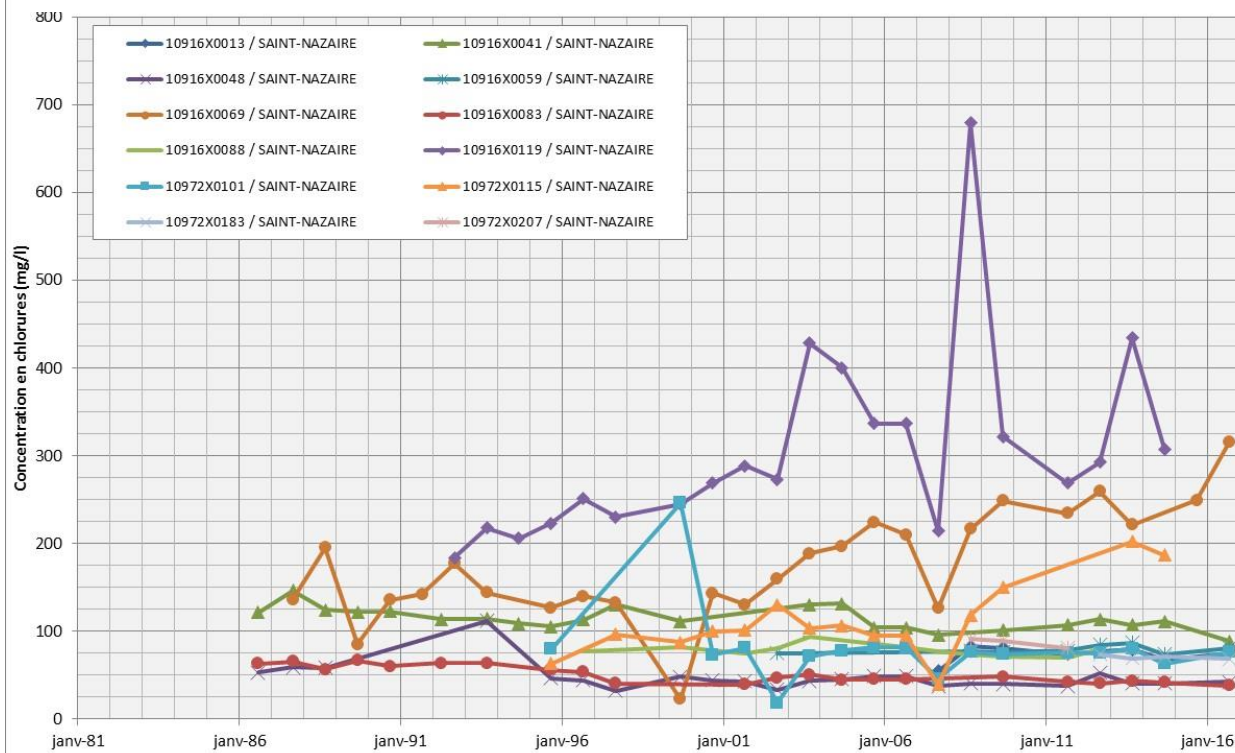


2.6.3 Secteur Saint Nazaire

La majeure partie des analyses révèle des concentrations comprises entre 50 et 100 mg/l. Cependant, 3 ouvrages dépassent les 200 mg/l :

- 10916X0119 : les concentrations augmentent régulièrement depuis le début du suivi : 184 mg/l en 1992 et 307,9 mg/l en 2014, avec un pic en 2008 à 679.2 mg/l. Ce forage a une profondeur de 80 m. Du fait de l'absence du propriétaire, aucun prélèvement n'a pu être réalisé depuis 2014.
- 10916X0069 : de 1987 à 2001, les valeurs étaient relativement stables, autour 130 mg/l. Depuis 2001, les concentrations augmentent et atteignent en 2016 avec 315,6 mg/l. Ce forage a une profondeur de 60 m.
- 10972X0115 : stable de 100 mg/l entre 1995 et 2007, les concentrations en chlorures augmentent depuis 2007 (maximum de 202,6 mg/l en 2013). Ce forage a une profondeur théorique de 90 m, 40 m d'après l'exploitant. Du fait de l'absence du propriétaire, aucun prélèvement n'a pu être réalisé depuis 2014.

Illustration 11 - Secteur Saint Nazaire : Evolution des concentrations en chlorures



2.6.4 Secteur Canet en Roussillon

Sur les 18 points de mesures du secteur, 16 sont inférieurs au 200 mg/l et sont même généralement compris entre 40 et 100 mg/l.

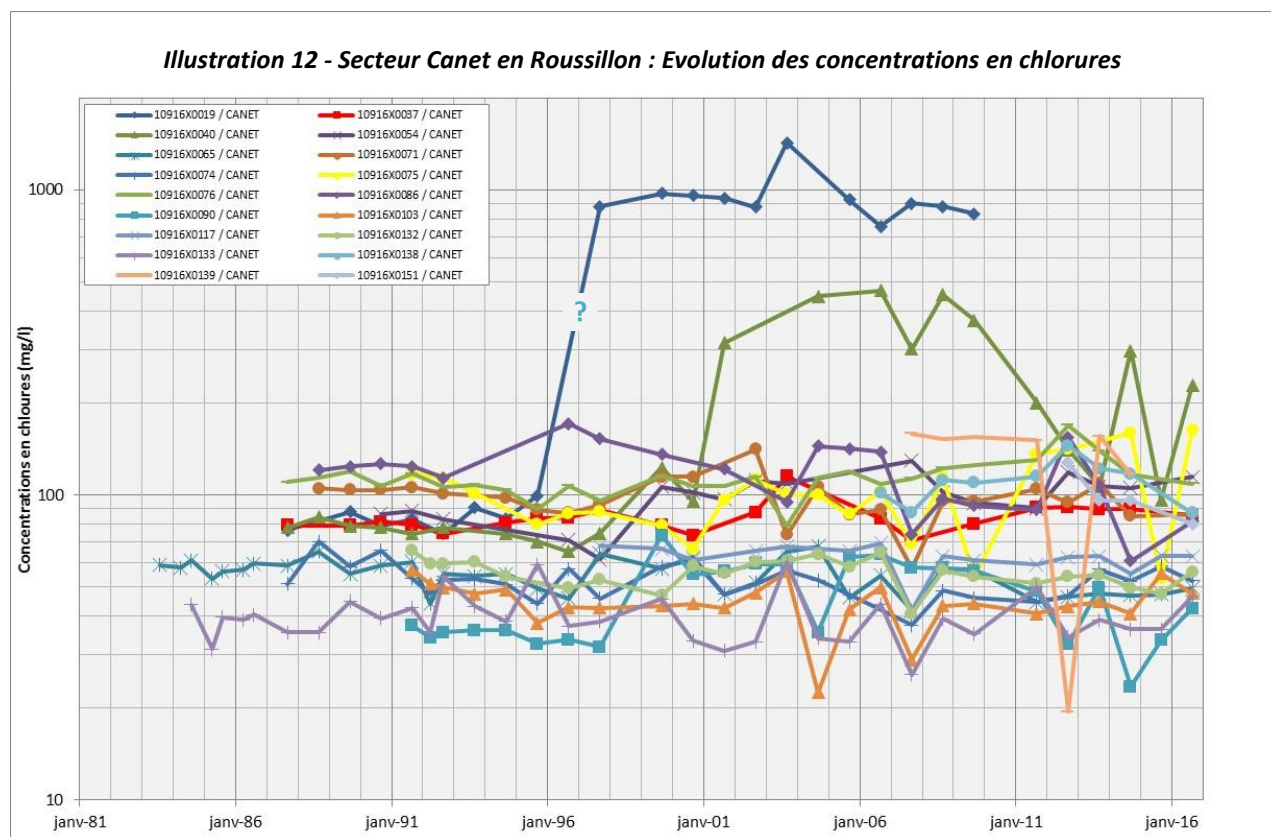
Seuls 2 points dépassent les 200 mg/l :

- 10916X0019 : entre les années 1987 et 1995, les concentrations étaient autour de 80-100 mg/l. A partir de 1997, les concentrations sont montées et restées autour de 800-900 mg/l, avec un pic à 1428,4 mg/l en 2003. Cette soudaine évolution est difficilement explicable. L'ouvrage suivi est-il vraiment le même depuis le début du suivi ?

Ce forage est remplacé depuis 2012 par le 10916X0151, dont les teneurs sont de 80,3 mg/l en 2016. Ce dernier a une profondeur de 123 m, alors que l'ancien avait une profondeur d'environ 30m. Ce ne sont pas les mêmes horizons sableux qui sont captés par ces deux ouvrages, les crépines du nouvel ouvrage se situant à partir de 73 m. Ainsi, il est possible d'en déduire que les premiers horizons aquifères du Pliocène jusqu'à 30 mètres de profondeur sont contaminés par les chlorures et que les niveaux sableux présents à partir 73 m sont non contaminés grâce aux épaisses couches d'argiles isolant ces niveaux.

- 10916X0040 : de 1987 à 2000, les teneurs en chlorures se situaient autour de 80-100 mg/l. Entre 2001 et 2009, les concentrations sont montées entre 300 et 470 mg/l.

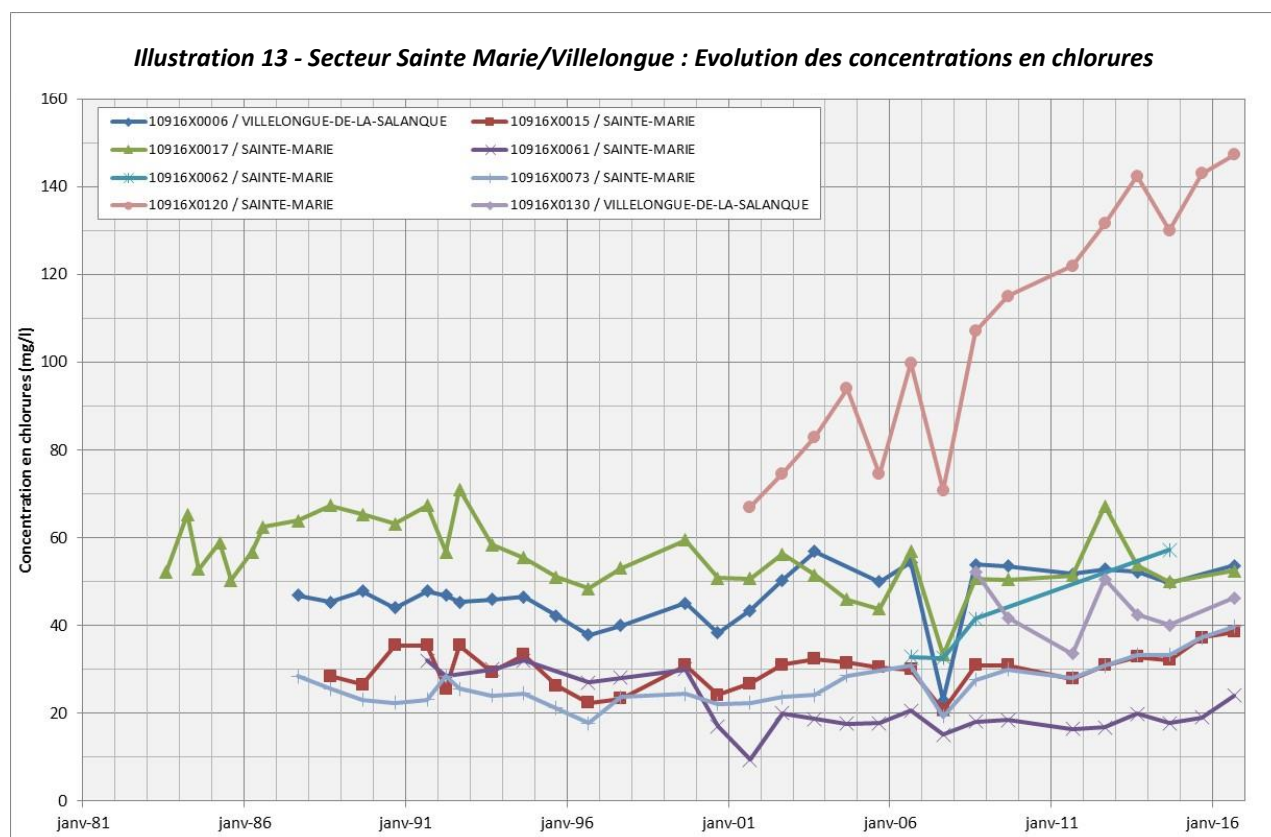
Après une diminution des concentrations entre 2009 et 2013, les concentrations oscillent ces dernières années entre 100 et 300 mg/l. Ce forage a une profondeur théorique de 97 m (crépines entre 92 et 97 m), mais d'après une mesure de 1976, la profondeur serait de 73 m.



2.6.5 Secteur Sainte Marie / Villelongue

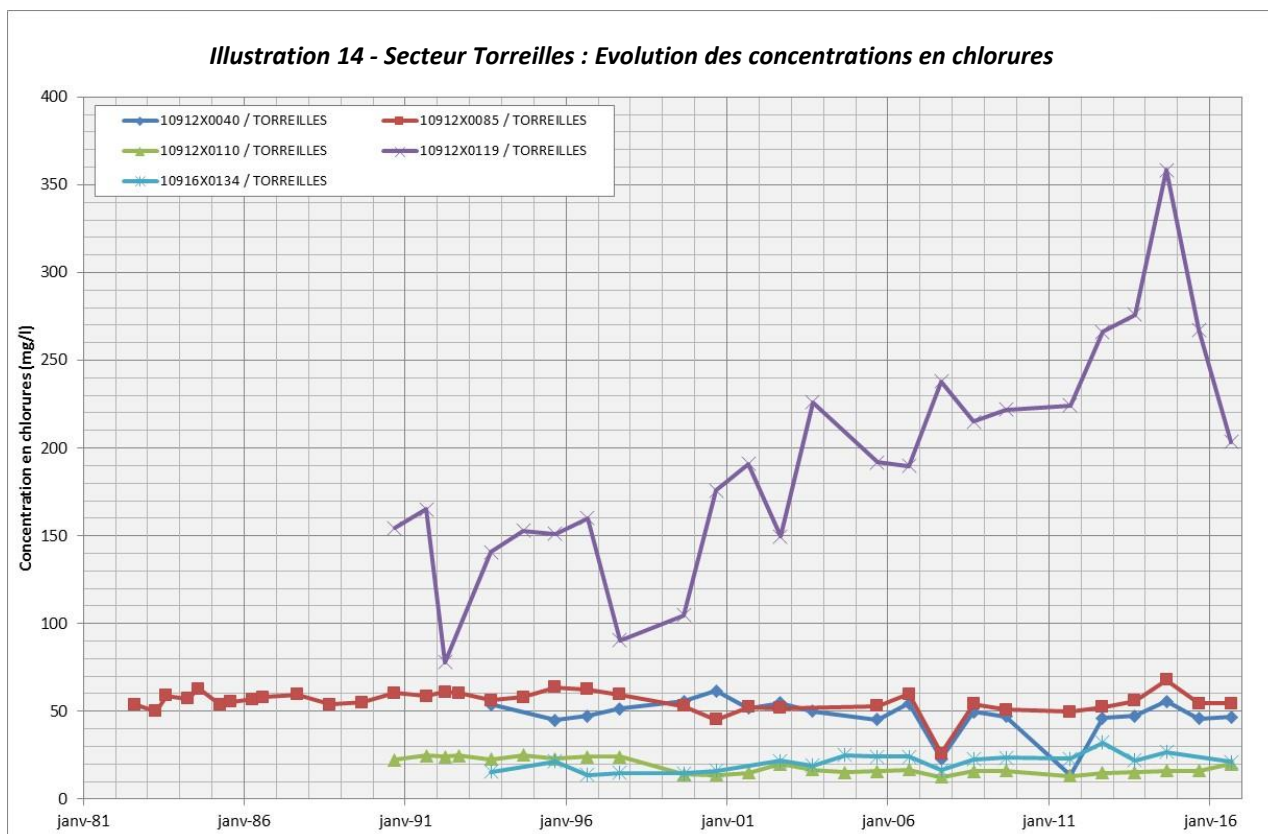
Depuis le début du suivi, à l'exception d'un ouvrage, les concentrations en chlorures du Pliocène sont inférieures à 70 mg/l dans ce secteur, sans tendance d'évolution particulière.

Le seul point dépassant les 70 mg/l est le forage 10916X0120 (forage AEP F4 de Sainte Marie) : les teneurs en chlorures augmentent régulièrement, passant de 67 mg/l en 2001 à 147,3 mg/l en 2016. La profondeur de cet ouvrage est de 127,2 m avec des crépines entre 60,5 et 121,4 m.



2.6.6 Secteur Torreilles

Sur le secteur de Torreilles, 4 ouvrages ont des concentrations en chlorures inférieures à 60 mg/l et 1 ouvrage a des concentrations bien plus élevées : le forage 10912X0119 (AEP Torreilles F4). Cet ouvrage présente une augmentation des concentrations en chlorures jusqu'en 2014 (358,3 mg/l). Ces 2 dernières années, les concentrations ont diminué (203,6 mg/l en 2016) sans pouvoir être expliqué. La profondeur de cet ouvrage est de 157 m et les premières crépines se situent à 62 m de profondeur. D'après un diagnostic d'ouvrage réalisé par l'entreprise Hydro-Assistance en mars 2007, les chlorures proviennent d'un horizon capté entre 85,6 et 102,5 m de profondeur. Les horizons sus et sous-jacents ne sont pas contaminés par les chlorures.



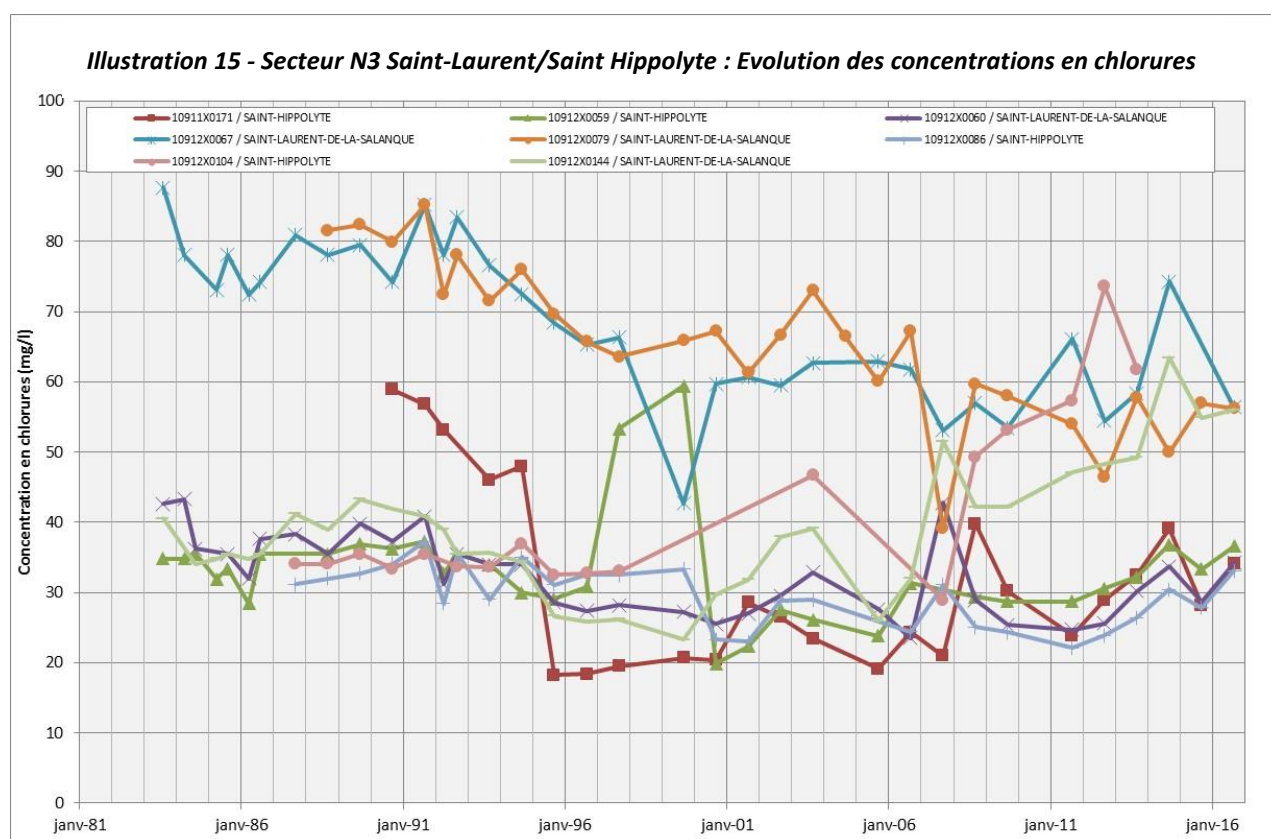
2.6.7 Secteur N3 Saint Laurent / Saint Hippolyte

Tous les prélèvements réalisés depuis 1982 ont des teneurs en chlorures en dessous de 100 mg/l. Certains présentent une évolution à la baisse, d'autres à la hausse.

On note toutefois :

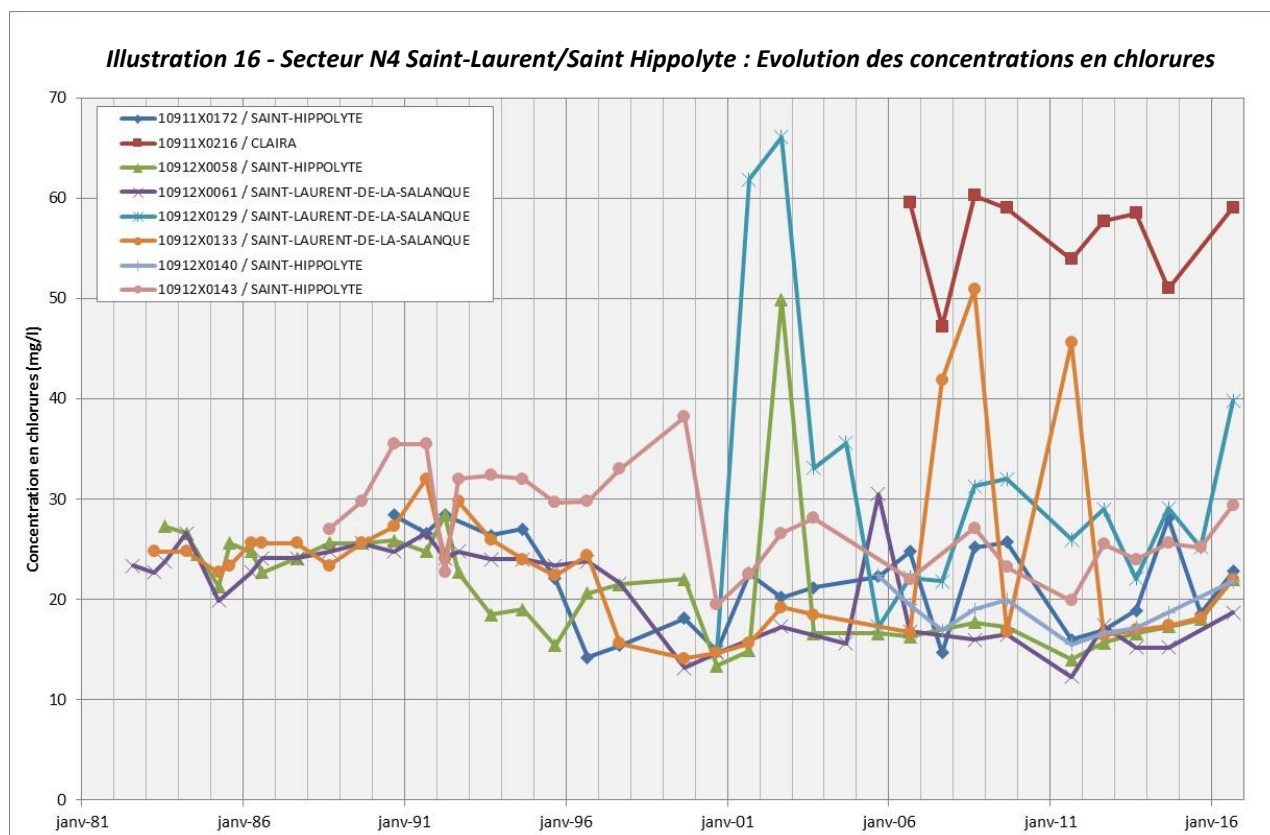
- une augmentation régulière, bien que modérée, sur les ouvrages 10911X0086, 10911X0171, 10911X0060 et 10911X0059 depuis 2011.
- Une augmentation plus marquée depuis 2006 pour l'ouvrage 10912X0144 dont la concentration est passée de 32 à 56 mg/l en 10 ans. Il s'agit d'un ouvrage assez proche de l'étang (1300 m).

Il s'agit des ouvrages d'eau potable du SMIPEP Leucate-Barcarès prélevant dans la nappe 3 de la Salanque.



2.6.8 Secteur N4 Saint Laurent / Saint Hippolyte

Tous les prélèvements réalisés depuis 1982 ont une teneur en chlorures en dessous de 70 mg/l. Aucune évolution particulière n'est à signaler sur ce secteur dans la nappe 4 de la Salanque.



2.6.9 Secteur le Barcarès

Sur la commune de Le Barcarès, seuls 3 ouvrages sont représentatifs de la qualité de l'eau de la nappe N4 : 10912X0124 (nouveau point 2014), 10912X0096 et 10912X0111. Ils ont des teneurs en chlorures inférieures à 50 mg/l.

Les autres points de prélèvements caractérisent les eaux de la nappe 3.

On observe un groupe de points situés autour de 50 mg/l, sans tendance d'évolution particulière : 10912X0127, 10912X0068, 10912X0123, 10912X0112, 10912X0083 et 10912X0095. Ces forages se situent sur la partie nord de Le Barcarès (essentiellement Port Barcarès).

Par contre, les ouvrages prélevés au sud de la commune de Le Barcarès (secteur des campings) mettent en évidence des concentrations en chlorures bien plus importantes.

Les plus remarquables sont les suivants :

- 10912X0057 : de 1986 à 1995, les concentrations étaient stables, autour de 200 mg/l. Depuis 1996, les teneurs ont continuellement augmenté jusqu'en 2009, avec un pic en 2006 à 1042 mg/l. Depuis 2011, les concentrations ont fortement chuté (299,7 mg/l en 2014). Le forage a été réhabilité entre 2009 et 2011, expliquant cette brusque variation de concentration en chlorures. En 2015, la concentration pour ce forage repart à la hausse 383,7 mg/l. Le prélèvement 2016 ne semble pas représentatif de la qualité de l'eau du forage (doute sur l'origine de l'eau – eau du réseau d'eau potable ?). Le prélèvement 2017 permettra de lever le doute sur ce résultat.
- 10912X0082 : depuis 2002, les valeurs sont relativement stables, autour de 30 mg/l. Avant 2002, les concentrations n'étaient pas stables : entre 1987 et 1995, les valeurs étaient de 60-70 mg/l, avec la présence de pic à plusieurs reprises dépassant les 900 mg/l. Aucune explication n'est pour le moment donnée sur ces variations de concentrations en chlorures.
- 10912X0128 : les concentrations sont en constante augmentation, passant de 250,3 mg/l en 1991 à 1733,9 mg/l en 2016. La profondeur de ce forage est de 60 m. Ce forage a été rebouché dans les règles de l'art début 2017 et remplacé par un nouveau sollicitant la nappe 4 du Pliocène. Ce nouvel ouvrage intégrera le réseau chlorures dès août 2017.
- 10912X0103 : avant 2014, les concentrations en chlorures oscillaient autour de 150 mg/l. En 2014, la concentration a brutalement augmenté à 650,5 mg/l et cette augmentation continue, avec 1064,4 mg/l.
- 10912X0093 : avant 2014, les concentrations en chlorures étaient relativement faibles, entre 100 et 150 mg/l. En 2015, les teneurs ont soudainement augmenté : 951,8 mg/l. En 2016, on a une concentration de 565,3 mg/l de chlorures.

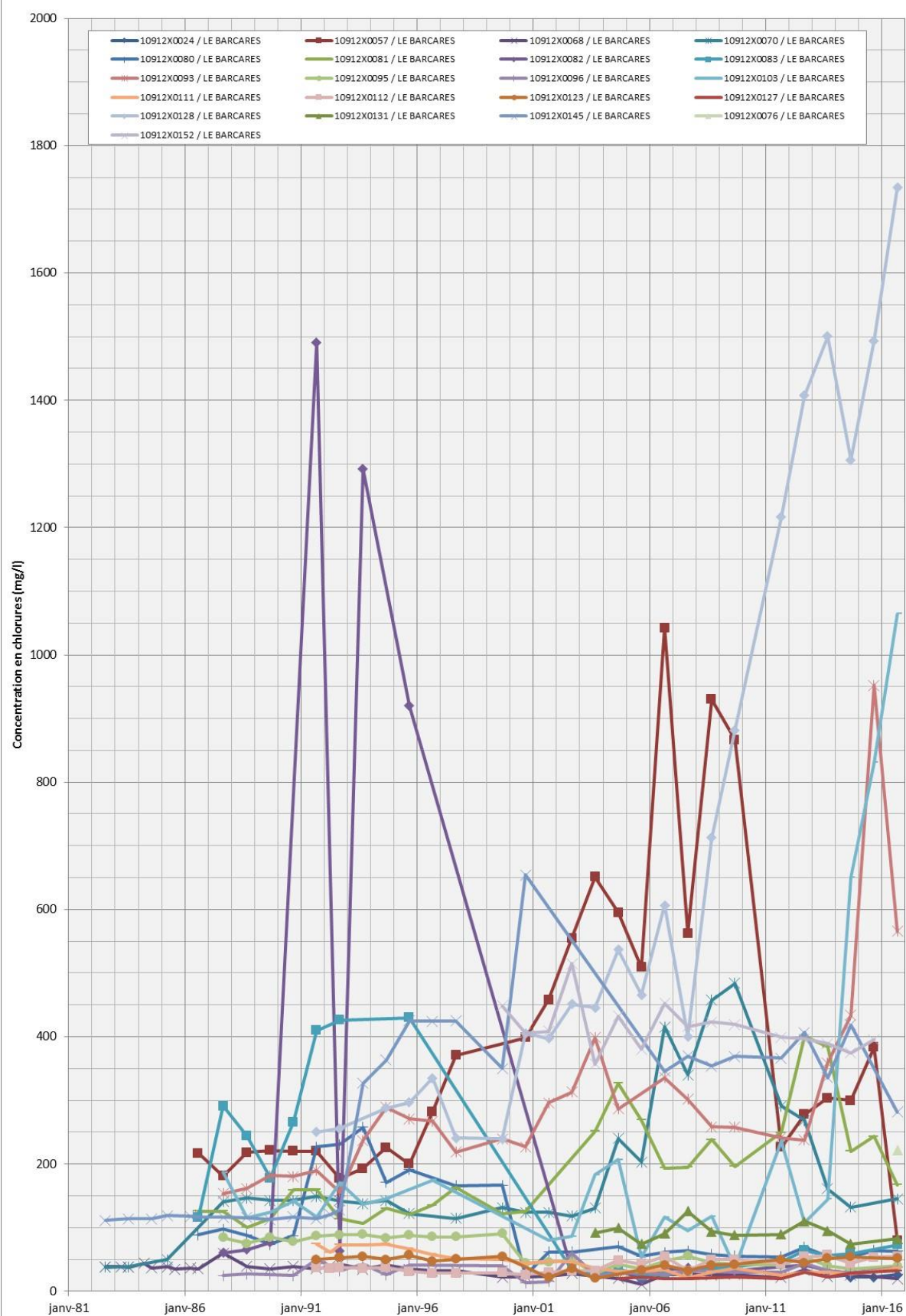
Ainsi, le secteur de Le Barcarès peut être résumé ainsi :

- Une nappe N4 d'excellente qualité vis-à-vis des chlorures ($[Cl^-] < 50$ mg/l)
- Une nappe N3 à Port Barcarès de bonne qualité vis-à-vis des chlorures
- Une nappe N3 dans la partie sud de la commune de Le Barcarès (secteur des campings, à la limite communale avec Saint Laurent de la Salanque) fortement contaminée par les chlorures, où plusieurs points présentent des concentrations très élevées en chlorures, avec parfois des augmentations continues sur plusieurs années et brutales.

Ceci démontre localement la fragilité de la ressource. En effet, la présence d'une première nappe Quaternaire saumâtre, l'existence de nombreux forages anciens en acier recoupant cette première nappe pour atteindre le Pliocène et la proximité de la mer sont autant de facteurs qui peuvent être à l'origine de telles concentrations en chlorures.

Le secteur sud Barcarès reste à surveiller de près pour éviter toute contamination généralisée de la nappe au sud du Barcarès, d'autant plus que l'on se trouve non loin de forages d'eau potable (ouvrage le plus proche : F3N3 du SMIPEP Leucate-Barcarès, à 1500 m à l'ouest).

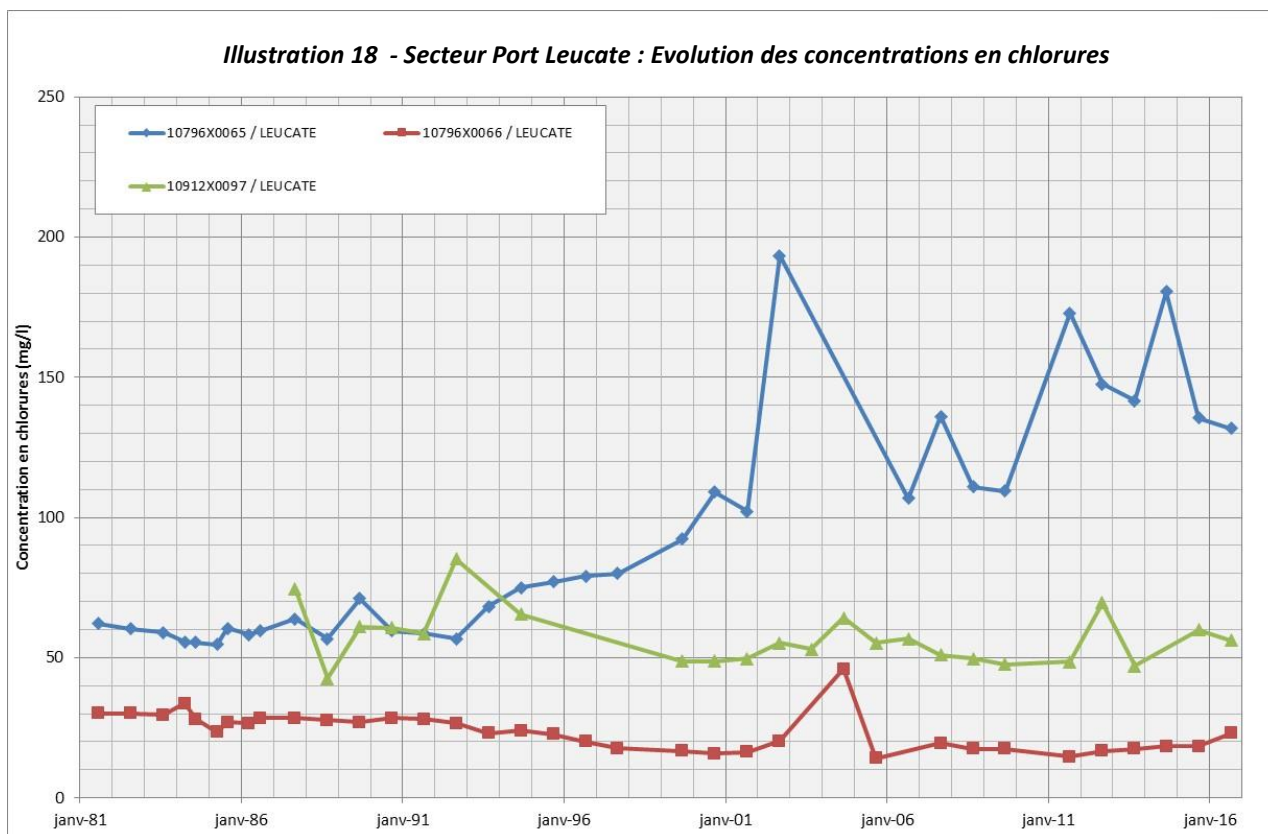
Illustration 17 - Secteur Le Barcarès : Evolution des concentrations en chlorures



2.6.10 Secteur Port Leucate

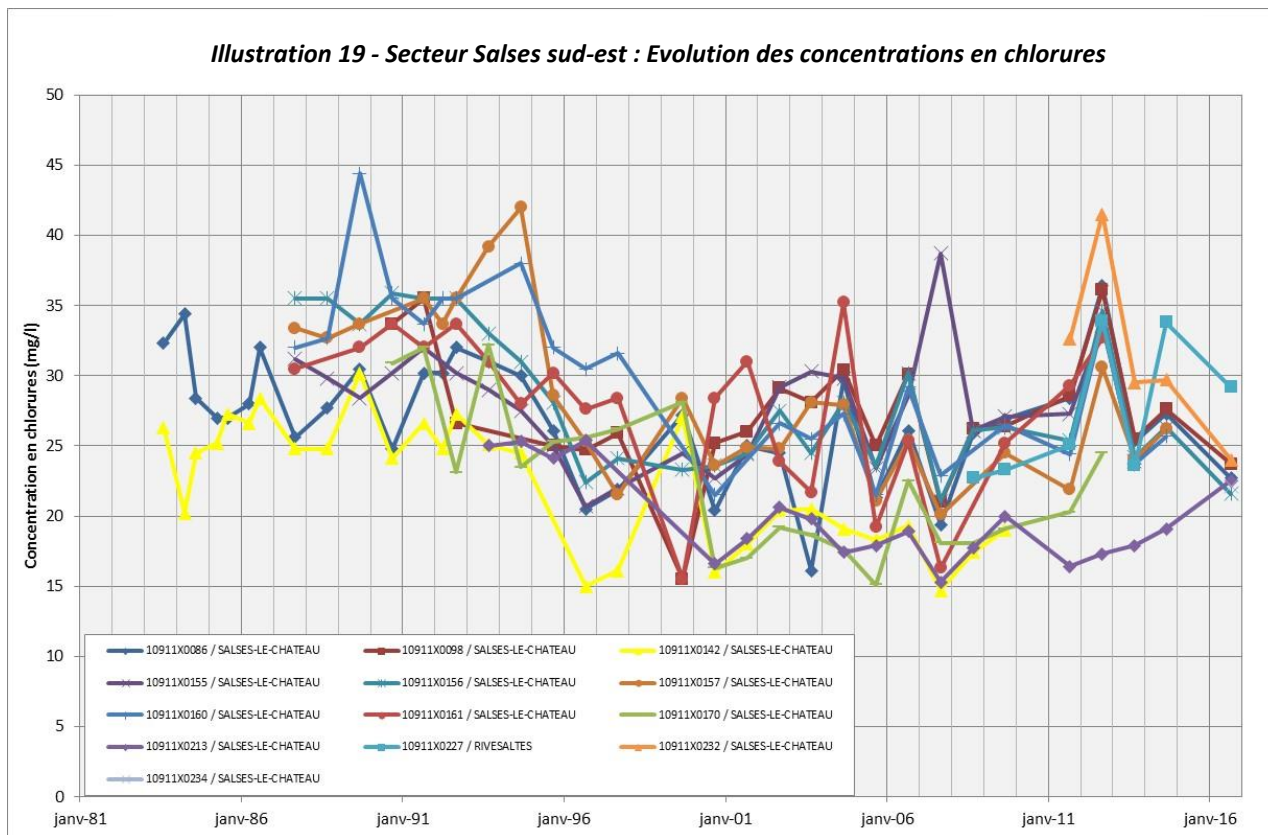
Seuls trois forages caractérisent l'eau de ce secteur :

- 10796X0065 : forage sollicitant la nappe 3 du Pliocène. Stables de 1981 à 1992 avec des valeurs autour de 60 mg/l, les concentrations en chlorures augmentent désormais depuis 1992. En 2016, la teneur en chlorures est de 131,7 mg/l. Bien que les concentrations soient en baisse depuis 2 ans, ce point est à surveiller du fait de son évolution.
- 10796X0066 : il s'agit d'un forage sollicitant la nappe 4 du Pliocène. Globalement, l'eau présente des teneurs en chlorures inférieures à 30 mg/l, avec une évolution interannuelle légèrement à la baisse.
- 10912X0097 : forage sollicitant la nappe 3, aucune évolution n'est observée. Les concentrations avoisinent les 50 mg/l.



2.6.11 Secteur Salses Sud-Est

Aucun ouvrage ne présente de concentrations supérieures à 50 mg/l et aucune tendance particulière n'est observée sur ce secteur.



2.6.12 Secteur Salses Nord

Ce secteur présente plusieurs ouvrages avec des teneurs supérieures à 500 mg/l :

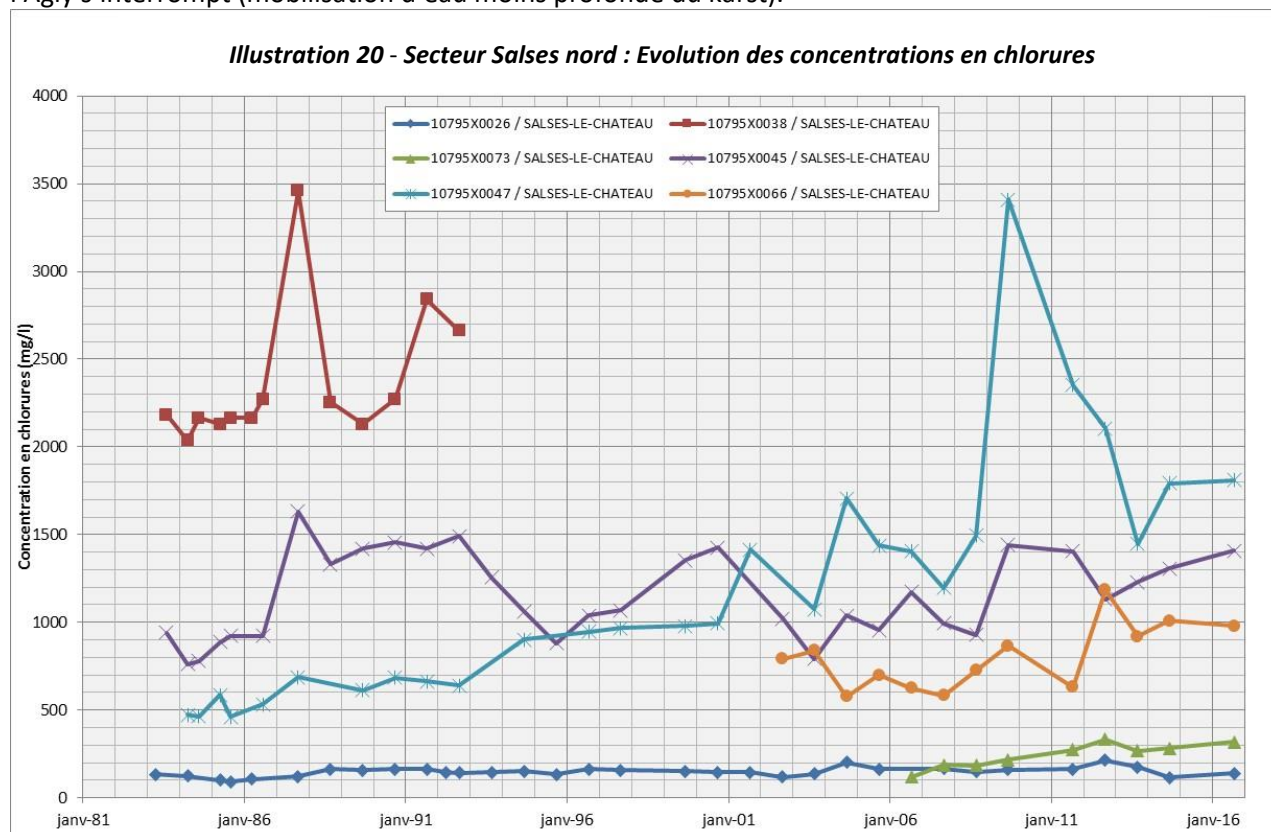
- 10795X0045 : les concentrations oscillent entre 750 et 1600 mg/l. Bien qu'aucune évolution interannuelle particulière ne soit observée, les concentrations semblent augmenter ces dernières années.
- 10795X0047 : il montre une augmentation constante des teneurs en chlorures de 1984 (472,1 mg/l) à 2008 (1493,8 mg/l). En 2009, un pic de concentration a été observé à 3409,2 mg/l. Depuis, les concentrations ont diminué (1808,9 mg/l en 2016).
- 10795X0066 : les concentrations oscillent entre 750 et 1200 mg/l, avec une légère tendance à la hausse.

A noter également que les concentrations en chlorures augmentent régulièrement sur le forage 10795X0073, passant de 120 à 319,4 mg/l entre 2006 et 2016.

Les teneurs élevées en chlorures de ce secteur seraient en lien avec la forte salinité de l'eau du karst des Corbières, en forte connexion hydraulique avec le Pliocène du secteur (source Font Estramar notamment, dont les concentrations en chlorures se situent autour de 2000 mg/l).

De plus, la tendance de ce secteur est globalement à la hausse. Cette tendance est à rattacher à l'augmentation des teneurs en chlorures de la source Font Estramar depuis la création du barrage de Caramany (1997-1998).

En effet, le karst des Corbières est alimenté en partie par les pertes de l'Agly à l'aval du barrage. En période estivale, le barrage de Caramany effectue des lâchers afin de soutenir le débit d'étiage, lâchers qui alimentent par la même occasion les pertes. Ces périodes de lâchers correspondent ainsi à des niveaux hauts dans le karst. Aussi, les études Corbières réalisées en 2001-2002 par le BRGM à partir de données géochimiques ont montré qu'il y avait une corrélation directe entre les niveaux piézométriques du karst et la conductivité. Ainsi, lors du soutien des niveaux du karst par les lâchers de barrage, la charge hydraulique est importante dans l'aquifère, ce qui engendre des circulations profondes remobilisant des eaux salées. La conductivité électrique au niveau de la source Font Estramar est alors proche de 8 mS/cm, alors qu'elle est de 4 mS/cm lorsque le soutien des débits de l'Agly s'interrompt (mobilisation d'eau moins profonde du karst).



3 CAMPAGNE CHLORURES QUATERNAIRE 2016

Des contaminations localisées de la nappe du Pliocène par les chlorures peuvent être expliquées par la présence d'une nappe sus-jacente quaternaire saumâtre. En effet, dans le cas de la présence d'une 1^{ère} nappe saumâtre, cette contamination est rendue possible par :

- des phénomènes de drainances descendantes. Naturellement, les phénomènes de drainance sont ascendants, mais en période estivale, du fait de la forte exploitation de la nappe Pliocène, des inversions des sens de drainance existent.
- des transferts verticaux le long de forages défectueux, soit parce qu'ils sont vétustes (corrosion des aciers dans le temps notamment) soit parce qu'ils sont mal conçus dès l'origine (multi-crépilage ou absence de cimentation de l'espace annulaire). Ces transferts verticaux sont obligatoirement associés à des pompages induisant une baisse du niveau piézométrique de l'aquifère du Pliocène.

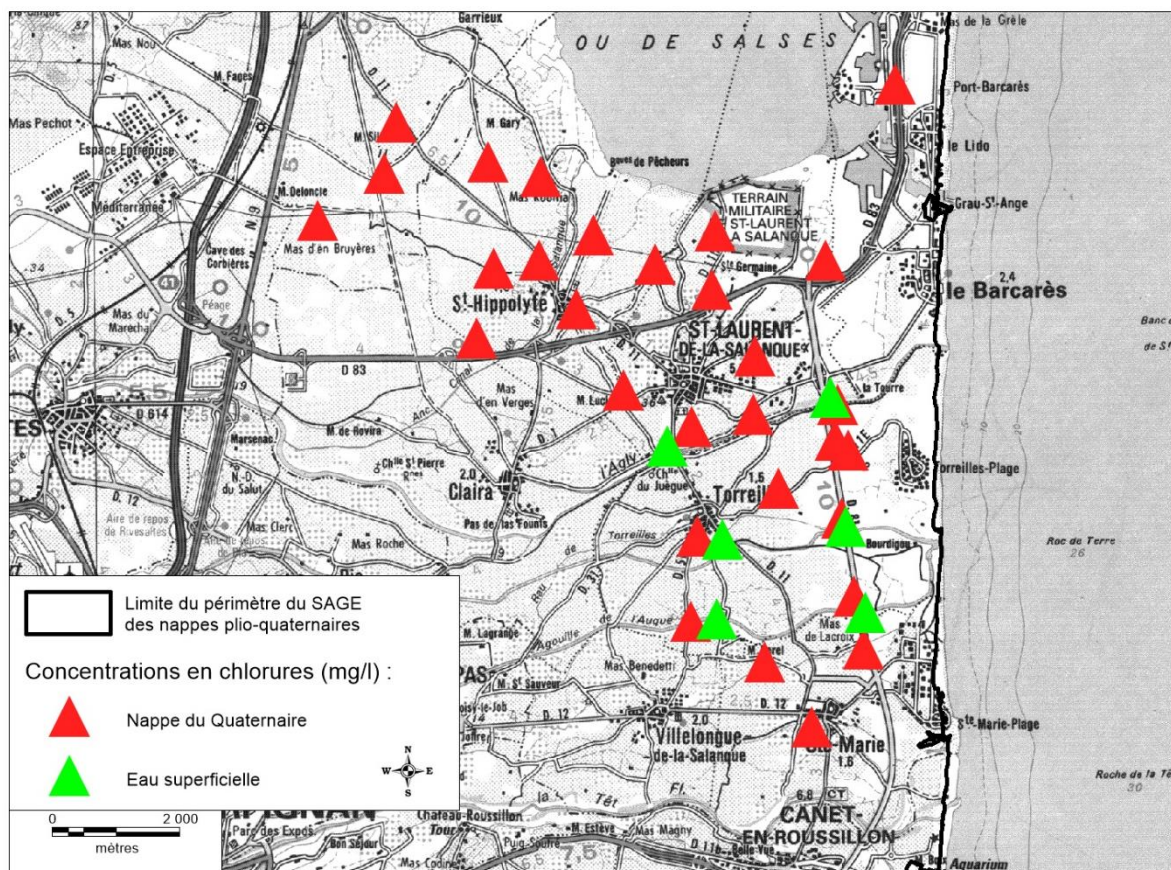
Peu de données récentes existent actuellement pour le Quaternaire, hormis quelques points analysés lors des campagnes chlorures annuelles. La seule carte représentative des teneurs en chlorures du Quaternaire date de 1965. Elle a été réalisée par M. Henri GOT dans le cadre de sa thèse sur l'hydrogéologie de la Salanque.

➤ CF ANNEXE N°1 – Carte d'isoteneur en chlorure de la nappe II, Thèse de H. GOT, 1965

Une « campagne chlorure Quaternaire » a été réalisée durant le mois de juillet 2016 dans le cadre d'un stage d'une étudiante en Master 2 Sciences de l'Eau à l'université de Montpellier.

30 ouvrages sollicitant la nappe du Quaternaire ont fait l'objet d'un prélèvement, auquel s'ajoutent 6 points sur les eaux superficielles (2 sur l'Agly, 2 sur le Bourdigou et 2 sur l'Auque).

Illustration 21 – Localisation géographique des points de prélèvement Quaternaire de la campagne 2016



La liste des ouvrages prélevés et les résultats des analyses de conductivité et de concentrations en chlorures réalisées lors de cette campagne est synthétisée dans le tableau suivant :

Tableau 2 – Points de prélèvement de la campagne chlorures Quatenaire 2016

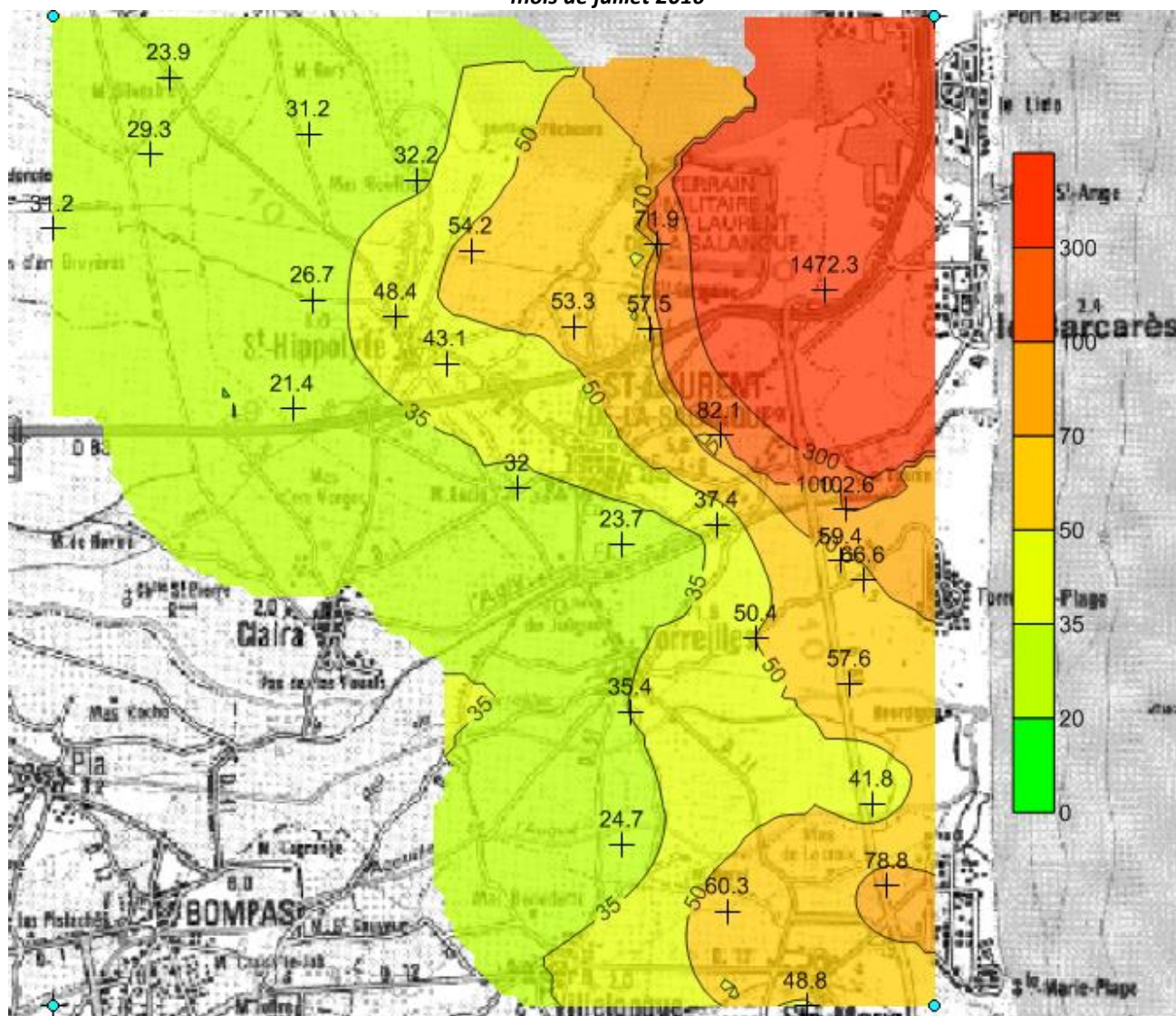
#BD SMNPR	X Lambert 93	Y Lambert 93	N° BSS	Concentration en chlorures (mg/l)	Conductivité (µS/cm)
4079	694 700	6 190 000		24	604
5109	694 500	6 189 200		29	763
5110	693 500	6 188 500		31	771
5111	696 200	6 187 700		27	667
5114	696 900	6 187 80		48	905
4799	697 800	6 188 200		54	1165
4802	697 500	6 187 100		43	1028
4853	699 600	6 187 400	10912X0153/F	58	1186
3754	701 400	6 187 800		1472	4790
2379	699 700	6 188 300		72	1291
5128	701 100	6 180 500		49	813
1979	701 800	6 182 500	10916X0156/FERRAN	42	645
787	702 000	6 181 700	10916X0126/RANCH	79	1135
5118	701 600	6 183 700		58	867
5119	700 600	6 184 200		50	680
5129	696 100	6 189 400		31	694
5117	697 000	6 189 100		32	708
4816	695 900	6 186 600		21	703
5108	698 200	6 185 800		32	950
5055	699 300	6 185 200		24	697
5063	700 300	6 185 400		37	863
1164	701 600	6 185 500	10912X0136/STEPUP	103	1075
5007	701 800	6 184 800		67	984
4992	699 400	6 183 500	10912X0154/F	35	771
1165	702 500	6 190 600	10912X0134/BARQUA	10333	25600
5130	700 300	6 186 300		82	1339
5124	700 400	6 181 500		60	974
5125	699 300	6 182 100		25	510
5127	698 700	6 187 800		53	1170
5123	701 500	6 185 000		59	955
Agly "amont"	698 900	6 184 900		24.9	568
Agly "aval"	701 500	6 185 700		871.1	3411
Bourdiguou "amont"	699 800	6 183 400		35.3	380
Bourdiguou "aval"	701 700	6 183 600		1003.1	4250
Auque "amont"	699 700	6 182 200		32.7	592
Auque"aval"	702 000	6 182 300		7320	2155.7

Tout comme pour le Pliocène, des classes de concentrations peuvent être définies en fonction des teneurs en chlorures :

- Inférieur à 35 mg/l : eau contenant très peu de chlorures avec absence de contamination.
- Entre 35 et 100 mg/l : présence de chlorures en quantité modérée, dont l'origine peut être rattachée à la proximité de la mer ou de l'étang.
- Supérieur à 100 mg/l : présence de fortes concentrations en chlorures, démontrant une contamination de la nappe Quaternaire par la mer ou l'étang.

La répartition géographique des teneurs en chlorures est présentée sur les cartes ci-dessous :

Illustration 22 – Répartition géographique des concentrations en chlorures dans les eaux du Quaternaire au mois de juillet 2016



Contrairement au Pliocène, il est ici possible d'établir une carte d'isoteneur en chlorures car la nappe du Quaternaire est plus homogène et continue que le Pliocène, d'autant plus que les forages du Pliocène ne captent pas forcément les mêmes horizons sableux.

En premier lieu, on observe une zone à forte concentration en chlorures au nord-est, proche du camp militaire et sur le territoire de la commune de Le Barcarès.

Les limites exactes de cette zone à forte concentration sont toutefois à nuancer du fait du faible nombre de points quaternaires existants dans le secteur. En effet, la nappe étant ici saumâtre, il n'existe que très peu d'ouvrages la captant (seuls 2 ont pu être répertoriés et analysés).

Ensuite, on constate qu'il existe deux axes est-ouest le long duquel les concentrations en chlorures augmentent :

- un axe au nord se dirigeant vers le village de Saint-Hippolyte ;
- un axe au sud se dirigeant vers le village de Villelongue de la Salanque.

En 1965, H. GOT observait déjà la « langue salée » nord, mais elle était plus étendue et pénétrait davantage dans les terres. Comme H. GOT l'explique dans sa thèse, les isolignes étaient dirigées vers les bourgs, qui exploitaient à l'époque cette ressource. De plus, l'agriculture à cette époque était beaucoup plus importante dans cette région qu'elle ne l'est aujourd'hui. On avait une forte densité de forages qui durant la période d'arrosage fonctionnaient simultanément et durant les deux mois d'été sans interruption (Source : Thèse Etude hydrogéologique Salanque p : 86).

Aujourd'hui, l'agriculture n'est plus aussi importante qu'à l'époque, les communes utilisent très peu le Quaternaire hormis pour l'arrosage d'espace vert. Cette baisse d'activité pourrait donc expliquer la baisse des concentrations à l'intérieur des terres.

Près de Sainte-Marie/Villelongue de la Salanque, l'avancée d'eau salée est visible en 2016 mais pas en 1965. En effet près de Sainte-Marie, on avait une concentration proche de 20 mg/l en 1965, aujourd'hui elle est plus proche de 70 mg/l.

Cette augmentation des concentrations est certainement liée à l'agriculture toujours existante actuellement : dans cette zone, l'exploitation des artichauts est encore très présente à partir de moins de 1 km des côtes.

A contrario, plus au nord, à Saint Laurent/Le Barcarès, les friches sont désormais bien plus présentes.

4 BILAN

Pour le Pliocène, les résultats de la campagne chlorures 2016 montrent globalement des résultats et des tendances comparables aux dernières années. On n'observe pas de contamination généralisée des nappes du Pliocène par les chlorures, mais des contaminations localisées aux chlorures sur 3 secteurs : secteurs de la Salanque (Le Barcarès-Torreilles-Ste Marie), à l'ouest de l'étang de Canet/Saint-Nazaire et Salses Nord.

Concernant la Salanque, tous les points présentant des concentrations non naturelles en chlorures (supérieures à 50mg/l) se trouve dans une zone partant de Port Leucate jusqu'au bourg de Saint Laurent de la Salanque et Torreilles village (cf. illustration n°6 page 12).

Les fortes teneurs en chlorure du Quaternaire sur les communes de Le Barcarès et l'est de Saint Laurent de la Salanque pourraient expliquer certaines contaminations du Pliocène, notamment autour des campings du Barcarès. En effet, il y existe une importante densité d'ouvrages. Certains ouvrages sont défectueux car ils sont vétustes (corrosion des aciers dans le temps notamment) et/ou mal conçus dès l'origine (multi-crépilage ou absence de cimentation de l'espace annulaire). Ainsi, ils peuvent hydrauliquement connecter différents niveaux aquifères notamment le Quaternaire saumâtre avec le Pliocène.

Ce phénomène s'accroît ces dernières années dans la partie sud de la commune de Le Barcarès, qui devient un secteur clairement problématique. Les teneurs en chlorures augmentent rapidement dans de nombreux ouvrages situés dans la nappe N3 du Pliocène, vers 60m de profondeur, dépassant largement les normes de potabilité, alors que la ressource est naturellement de bonne qualité (cf. illustration 18 - ouvrages 10912X0128, 10912X0093, 10912X0103, 10912X0145, 10912X0057). **Il est à craindre une pollution irréversible de l'ensemble de la nappe 3, vers 60 m de profondeur, de l'ensemble de ce secteur sud Barcarès.**

Sur Sainte Marie (10916X0120 – AEP F4) et Torreilles (10912X0119 – AEP F4), les augmentations en chlorures ne sont pas liées au Quaternaire : les concentrations dans les eaux du Pliocène sont supérieures à celle du Quaternaire. Ces contaminations ne provenant pas de la surface, il se peut donc que le Pliocène soit ici contaminé par des « langues » de biseau salé.

Pour le forage 10796X0065 (Forage CF3 Port Leucate), la proximité de la mer et de l'étang ainsi que la présence d'une nappe quaternaire saumâtre peuvent être à l'origine de la contamination lente mais progressive de l'ouvrage.

Dans le secteur à l'ouest de l'étang de Canet/Saint Nazaire, les premiers horizons aquifères du Pliocène jusqu'à 30 m de profondeur semblent contaminés aux chlorures. Le nombre de données n'est pas suffisant pour avoir une bonne lisibilité sur l'ensemble du secteur. Concernant les horizons aquifères plus profonds du Pliocène, au-delà d'une trentaine de mètres, les prélèvements réalisés montrent une absence de contamination de la nappe par les chlorures.

Concernant le 3^{ème} secteur contaminé, situé dans la partie nord de Salses-le-Château, la présence de chlorures dans le Pliocène est à rattacher à l'existence de relation hydraulique avec le karst des corbières dont les deux principales émergences (sources de Font Estramar et Font-Dame) ont une forte salinité. Depuis le début du suivi, l'évolution des concentrations en chlorures est toutefois à la hausse sur plusieurs ouvrages du secteur, toujours en liaison avec la source Font Estramar.

ANNEXE N°1

**CARTE D'ISOTENEUR EN CHLORURE DE LA
NAPPE II, THESE DE H. GOT, 1965**

