

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

Campagne de mesure de l'été 2023

Date du rapport : 23 janvier 2024



SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
LISTE DES ILLUSTRATIONS.....	3
1 INTRODUCTION	4
2 CAMPAGNE CHLORURES 2023	5
2.1 Le réseau de suivi	5
2.1.1 Historique du réseau	5
2.1.2 Déroulement de la campagne chlorures 2023	5
2.2 Les résultats d'analyses	7
2.2.1 Concentrations en chlorures de la nappe du Pliocène	9
2.2.2 Conductivité électrique de l'eau de la nappe du Pliocène	10
2.2.3 Relation entre conductivité de l'eau et concentrations en chlorures dans le Pliocène.....	10
2.3 Répartition géographique des résultats	12
2.4 Historique et évolution par secteur	16
2.4.1 Secteur Elne/Latour-Bas-Elne/Saint-Cyprien.....	16
2.4.2 Secteur Alénia/Saleilles/Théza	17
2.4.3 Secteur Saint Nazaire	18
2.4.4 Secteur Canet en Roussillon	19
2.4.5 Secteur Sainte Marie / Villelongue.....	21
2.4.6 Secteur Torrelles	22
2.4.7 Secteur N3 Saint Laurent / Saint Hippolyte.....	23
2.4.8 Secteur N4 Saint Laurent / Saint Hippolyte.....	24
2.4.9 Secteur le Barcarès.....	25
2.4.10 Secteur Port Leucate	28
2.4.11 Secteur Salses Sud-Est.....	29
2.4.12 Secteur Salses Nord.....	30
2.4.13 Argelès sur Mer	31
2.4.14 Nappe du Quaternaire	32
3 Bilan de la campagne chlorures 2023	34

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1 - Evolution du nombre de prélèvements effectués par campagne de mesure	5
Illustration 2 – Localisation géographique des points de prélèvement de la campagne 2023	6
Illustration 3 – Répartition par classe de teneurs en chlorures des résultats de l'année 2023 pour le <u>Pliocène</u> ...	9
Illustration 4 – Répartition par classe des conductivités électriques de l'eau du <u>Pliocène</u> pour l'année 2023	10
Illustration 5 – Relation entre conductivité de l'eau et concentrations en chlorures des ouvrages prélevés lors la campagne 2023 (<u>Pliocène</u>)	11
Illustration 6 – Carte des concentrations en chlorures dans les nappes du plio-quaternaires.....	12
Illustration 7 – Carte des concentrations en chlorures dans les eaux du Pliocène de la Salanque.....	13
Illustration 8 – Carte de la conductivité électrique des eaux du Pliocène	14
Illustration 9 - Secteur Elne/Latour-Bas-Elne/Saint-Cyprien : Evolution des concentrations en chlorures	16
Illustration 10 - Secteur Alénia/Saleilles/Théza : Evolution des concentrations en chlorures.....	17
Illustration 11 - Secteur Saint Nazaire : Evolution des concentrations en chlorures	18
Illustration 12 - Secteur Canet en Roussillon : Evolution des concentrations en chlorures.....	20
Illustration 13 - Secteur Sainte Marie/Villelongue : Evolution des concentrations en chlorures	21
Illustration 14 - Secteur Torreilles : Evolution des concentrations en chlorures	22
Illustration 15 - Secteur N3 Saint-Laurent/Saint Hippolyte : Evolution des concentrations en chlorures.....	23
Illustration 16 - Secteur N4 Saint-Laurent/Saint Hippolyte : Evolution des concentrations en chlorures	24
Illustration 17 - Secteur Le Barcarès : Evolution des concentrations en chlorures.....	27
Illustration 18 - Secteur Port Leucate : Evolution des concentrations en chlorures	28
Illustration 19 - Secteur Salses sud-est : Evolution des concentrations en chlorures.....	29
Illustration 20 - Secteur Salses nord : Evolution des concentrations en chlorures	30
Illustration 21 – Secteur Argelès sur Mer : Evolution des concentrations en chlorures	31
Illustration 22 – Nappe du Quaternaire : Evolution des concentrations en chlorures	32
Illustration 18 – Nappe du Quaternaire : Evolution des concentrations en chlorures	32

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 2023, ainsi que des années antérieures, sont consultables librement sur le portail national d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines (ADES - www.ad.es.eaufrance.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.

Les rapports annuels sont téléchargeables sur le site internet du syndicat : www.nappes-roussillon.fr, rubrique Documentation.

Le présent rapport concerne l'interprétation des données de la campagne de mesures effectués sur les nappes plio-quaternaires du Roussillon à la fin de l'été 2023.

2 CAMPAGNE CHLORURES 2023

2.1 Le réseau de suivi

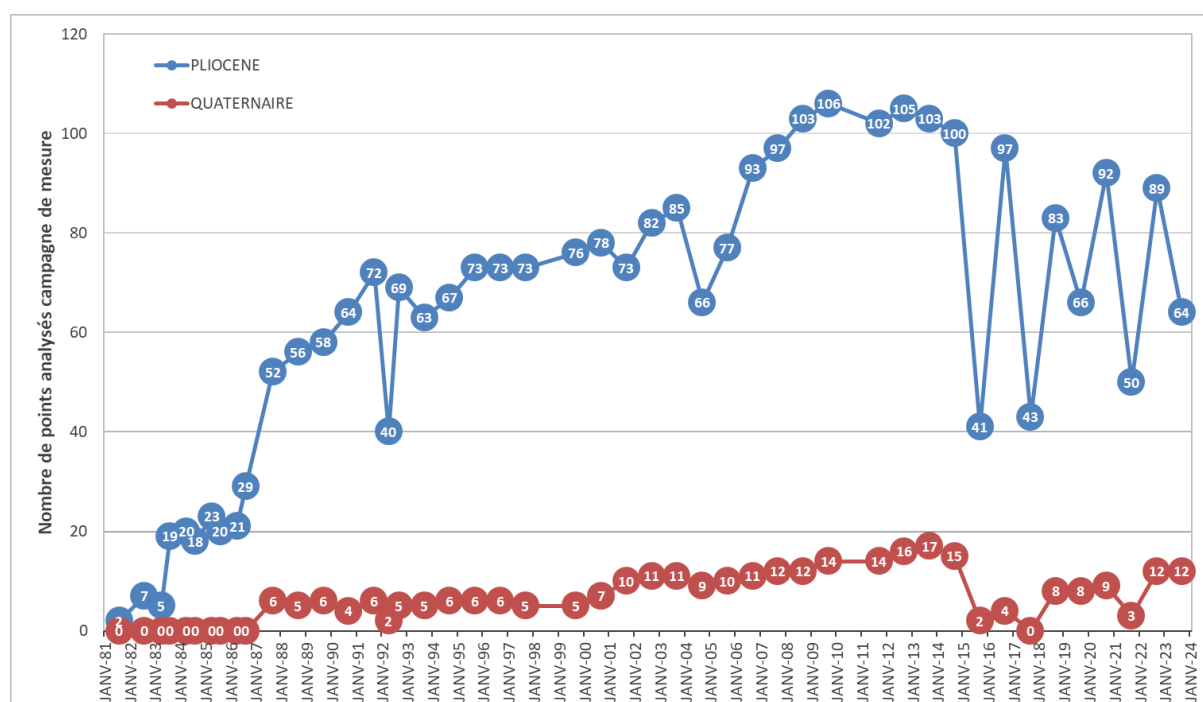
2.1.1 Historique du réseau

La surveillance des teneurs en chlorures des eaux souterraines sur la bordure côtière du Roussillon 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 d'une centaine de points à partir de 2006.

On constate une baisse du nombre de points analysés ces dernières années : le réseau est en cours de rationalisation. Certains ouvrages ne sont plus suivis pour plusieurs raisons :

- Difficultés d'accès ;
- Ressource captée par le forage incertaine ;
- Choix de certains ouvrages non pertinents ;
- Forages plus exploités.

Illustration 1 - Evolution du nombre de prélèvements effectués par campagne de mesure



En 2023, 76 ouvrages ont été prélevés, 64 sollicitant la nappe du Pliocène, 12 celle du Quaternaire.

A noter que bien que le réseau de suivi des chlorures comporte une centaine d'ouvrages environ, l'intégralité des points n'est prélevée qu'à fréquence bisannuel. Une année sur deux, seuls les secteurs sensibles font fait l'objet d'analyses.

2.1.2 Déroulement de la campagne chlorures 2023

La campagne de prélèvements 2023 a débuté le 31 août et s'est achevée le 5 octobre. 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.

Les 76 prélèvements ont fait l'objet de mesures in-situ de la conductivité de l'eau et d'analyses des concentrations en chlorures (Cl-) en laboratoire (Centre d'Analyses Méditerranée Pyrénées, sis Tecnosud - Perpignan).

La localisation géographique des points de prélèvements 2023 est représentée dans la carte suivante :

Illustration 2 – Localisation géographique des points de prélèvement de la campagne 2023



2.2 Les résultats d'analyses

La liste des résultats des analyses de conductivité et de concentrations en chlorures réalisées lors de la campagne 2023 sont synthétisés dans le tableau suivant :

Tableau 1 - Points de prélèvement de la campagne chlorures 2023

Code BSS	Commune	Profondeur	Nappe captée	Concentration en chlorures	Conductivité (μS/cm)
BSS002MUXA	ALENYA	204	PLIOCENE	65	554
BSS002MUPK	ALENYA	20	PLIOCENE	62	1239
BSS003PMUG	ARGELES-SUR-MER	93	PLIOCENE	12	156
BSS003PQDM	ARGELES-SUR-MER	30	PLIOCENE	34	386
BSS003PPGC	ARGELES-SUR-MER	15	QUATERNAIRE	32	641
BSS002MRJU	CANET-EN-ROUSSILLON	200	PLIOCENE	58	575
BSS002MRJV	CANET-EN-ROUSSILLON	32	PLIOCENE	220	1177
BSS002MRLT	CANET-EN-ROUSSILLON	98	PLIOCENE	61	741
BSS002MRJW	CANET-EN-ROUSSILLON	80	PLIOCENE	160	1324
BSS002MRJK	CANET-EN-ROUSSILLON	214	PLIOCENE	51	544
BSS002MRKX	CANET-EN-ROUSSILLON	141	PLIOCENE	51	557
BSS002MRLD	CANET-EN-ROUSSILLON	175	PLIOCENE	69	606
BSS003OICC	CANET-EN-ROUSSILLON	9.3	QUATERNAIRE	27	451
BSS003PTEW	CANET-EN-ROUSSILLON	30	QUATERNAIRE	62	653
BSS003PTEA	CANET-EN-ROUSSILLON	40	QUATERNAIRE	50	544
BSS002MRLU	CANET-EN-ROUSSILLON	198.92	PLIOCENE	62	643
BSS003PTFE	CANET-EN-ROUSSILLON	60	PLIOCENE	58	606
BSS002MQGK	CLAIRA	178	PLIOCENE	79	664
BSS003OHSS	CLAIRA	8.1	QUATERNAIRE	23	762
BSS002MQHH	CLAIRA	180	PLIOCENE	29	469
BSS002MUWK	LATOUR-BAS-ELNE	220	PLIOCENE	19	391
BSS003PRVU	LE BARCARES	60	PLIOCENE	390	1571
BSS002MQJJ	LE BARCARES	132	PLIOCENE	33	435
BSS002MQMF	LE BARCARES	55	PLIOCENE	750	2660
BSS002MQNV	LE BARCARES	58.5	PLIOCENE	410	1755
BSS002MQMY	LE BARCARES	63.8	PLIOCENE	570	2460
BSS002MQMX	LE BARCARES	85	PLIOCENE	55	526
BSS003PSTM	LE BARCARES	60	PLIOCENE	57	572
BSS002MQMW	LE BARCARES	210	PLIOCENE	32	471
BSS002MQNB	LE BARCARES	60	PLIOCENE	41	471
BSS002MQLU	LE BARCARES	60	PLIOCENE	51	526
BSS002MQNK	LE BARCARES	12	QUATERNAIRE	8400	30700
BSS002MQPC	LE BARCARES	7	QUATERNAIRE	520	2300
BSS003OJBI	LE BARCARES	60	PLIOCENE	110	689
BSS002MHWY	LEUCATE	170	PLIOCENE	17	398
BSS002MHXD	LEUCATE	69	PLIOCENE	220	1011
BSS002MUWF	SAINT-CYPRIEN	45	PLIOCENE	11	259
BSS003HDPM	SAINT-CYPRIEN	6.9	QUATERNAIRE	120	1339

BSS002MUYA	SAINT-CYPRIEN	23	QUATERNAIRE	46	763
BSS002MRJT	SAINTE-MARIE-LA-MER	205	PLIOCENE	40	632
BSS002MRLG	SAINTE-MARIE-LA-MER	127.2	PLIOCENE	210	945
BSS002MRGH	SAINTE-MARIE-LA-MER	150.6	PLIOCENE	35	663
BSS002MQKV	SAINT-HIPPOLYTE	48	PLIOCENE	29	741
BSS002MQFG	SAINT-HIPPOLYTE	60	PLIOCENE	28	712
BSS002MQLY	SAINT-HIPPOLYTE	60	PLIOCENE	29	674
BSS002MQFH	SAINT-HIPPOLYTE	158	PLIOCENE	27	469
BSS002MQNQ	SAINT-HIPPOLYTE	150	PLIOCENE	17	419
BSS002MQPB	SAINT-HIPPOLYTE	160	PLIOCENE	16	412
BSS002MQNT	SAINT-HIPPOLYTE	150	PLIOCENE	21	451
BSS002MQNU	SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE	57	PLIOCENE	46	688
BSS003OIYA	SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE		QUATERNAIRE	150	1712
BSS002MQNJ	SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE	175	PLIOCENE	17	423
BSS002MQKW	SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE	47	PLIOCENE	28	736
BSS002MQLD	SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE	59	PLIOCENE	54	702
BSS002MQLR	SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE	50	PLIOCENE	57	689
BSS002MQNF	SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE	166.8	PLIOCENE	21	492
BSS002MUZQ	SAINT-NAZAIRE	40	PLIOCENE	23	475
BSS002MRJD	SAINT-NAZAIRE	137.7	PLIOCENE	100	841
BSS002MRGF	SAINT-NAZAIRE	149	PLIOCENE	88	727
	SAINT-NAZAIRE	10	QUATERNAIRE	180	1947
BSS002MUUP	SAINT-NAZAIRE	165	PLIOCENE	85	665
BSS002MUYX	SAINT-NAZAIRE	15	QUATERNAIRE	49	483
BSS002MRJP	SAINT-NAZAIRE	60	PLIOCENE	220	1436
BSS002MQCG	SALSES-LE-CHATEAU	90	PLIOCENE	35	456
BSS003OIGW	SALSES-LE-CHATEAU	25	QUATERNAIRE	27	519
BSS002MHTQ	SALSES-LE-CHATEAU	55	PLIOCENE	430	1934
BSS002MHTH	SALSES-LE-CHATEAU	44	PLIOCENE	1000	4010
BSS003PQBE	SALSES-LE-CHATEAU	28	PLIOCENE	22	723
BSS002MQES	SALSES-LE-CHATEAU	24	QUATERNAIRE	25	592
BSS002MQGZ	SALSES-LE-CHATEAU	80	PLIOCENE	27	406
BSS002MQLX	TORREILLES	60	PLIOCENE	61	610
BSS002MQPE	TORREILLES	12	QUATERNAIRE	30	713
BSS002MQKA	TORREILLES	51	PLIOCENE	44	755
BSS002MQNA	TORREILLES	157	PLIOCENE	410	1546
BSS002MRFY	VILLELONGUE-DE-LA-SALANQUE	50.51	PLIOCENE	57	842
BSS002MRLR	VILLELONGUE-DE-LA-SALANQUE	67.5	PLIOCENE	44	674

2.2.1 Concentrations en chlorures de la nappe du Pliocène

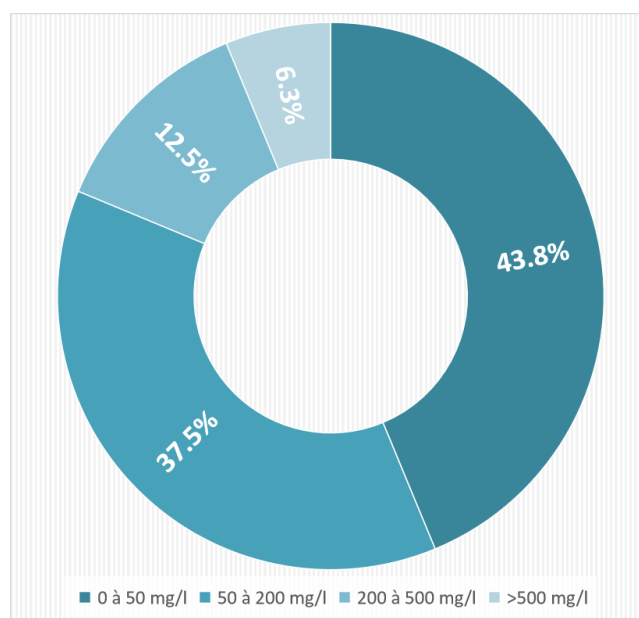
Des classes de concentrations peuvent être définies en fonction des teneurs en chlorures :

- 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 utilisée 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 du Quaternaire - qui peut être localement saumâtre près de la cote notamment au Barcarès - l'étang ou la mer.
- Supérieur à 500 mg/l : présence de fortes concentrations en chlorures. Pour les ouvrages sollicitant le Pliocène, de telles concentrations démontrent une contamination avérée de l'ouvrage par les chlorures.

Pour le Pliocène, en 2023, sur les 64 prélèvements effectués :

- 28 analyses (soit 43,8 %) montrent des teneurs inférieures à 50 mg/l.
- 24 analyses (soit 37,5 %) montrent des teneurs comprises entre 50 à 200 mg/l.
- 8 analyses (soit 12,5 %) ont une concentration comprise en 200 et 500 mg/l de chlorures.
- 4 analyses (soit 6,3 %) ont une concentration supérieure à 500 mg/l.

Illustration 3 – Répartition par classe de teneurs en chlorures des résultats de l'année 2023 pour le Pliocène



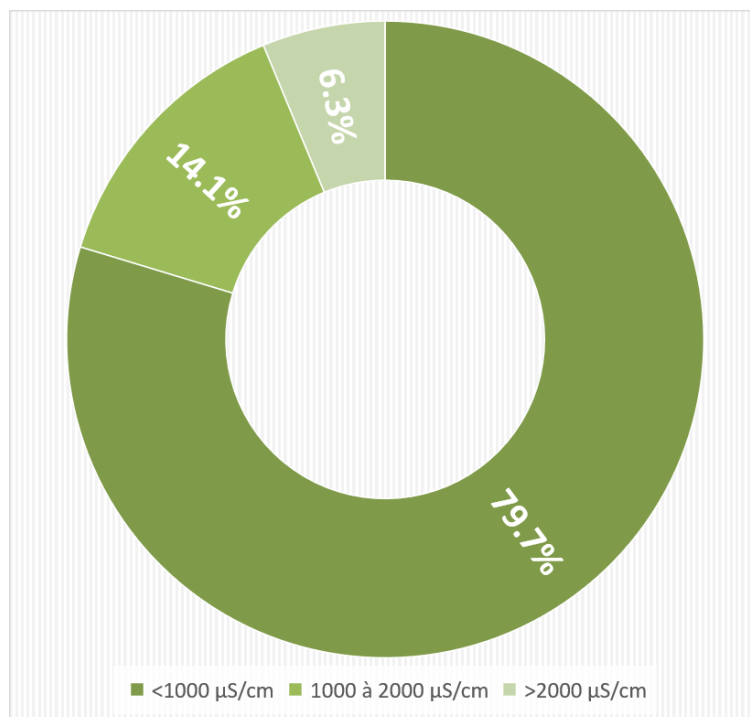
Ainsi, un peu moins de la moitié des échantillons analysés présentent une concentration inférieure à 50 mg/l et peuvent être considérés exempts de contamination par les chlorures.

81,3 % 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 de l'eau de la nappe du Pliocène

Des conductivités inférieures à 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, traduisant une eau de minéralisation faible à moyenne, ont été observées dans 79,7% des ouvrages analysés.

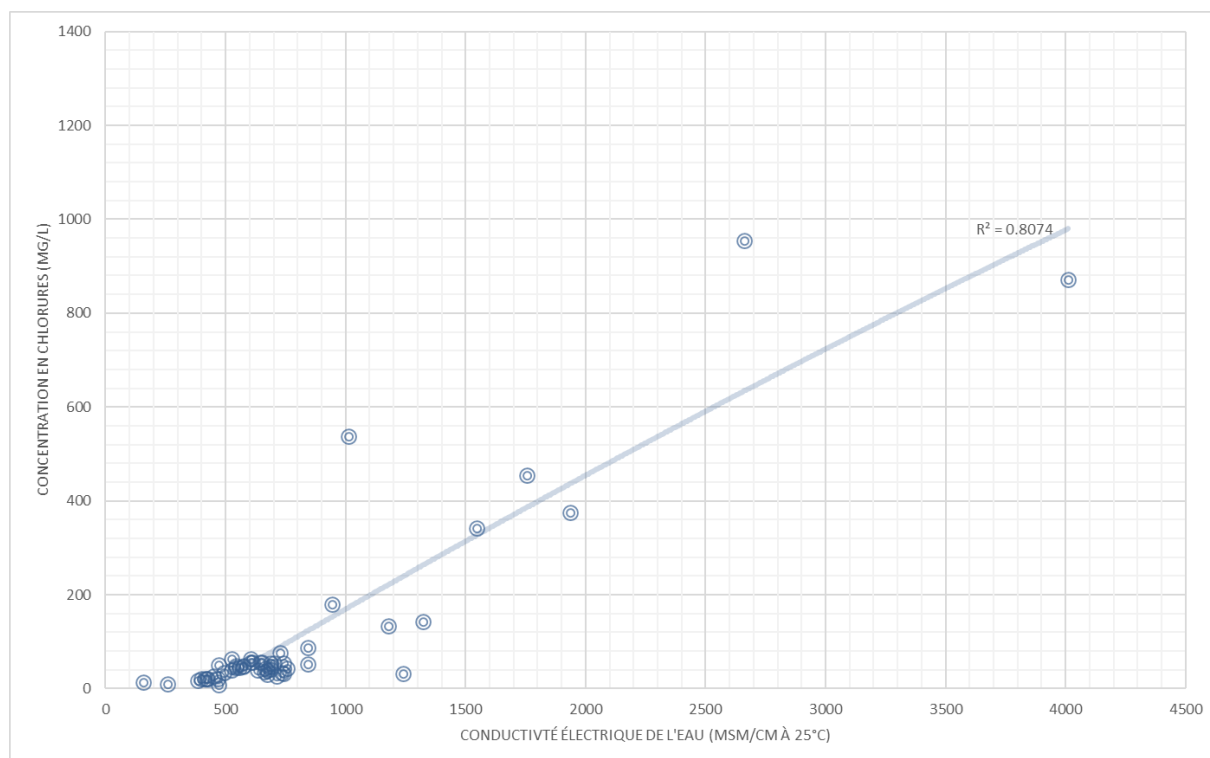
Illustration 4 – Répartition par classe des conductivités électriques de l'eau du Pliocène pour l'année 2023



2.2.3 Relation entre conductivité de l'eau et concentrations en chlorures dans le Pliocène

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 5 – Relation entre conductivité de l'eau et concentrations en chlorures des ouvrages prélevés lors la campagne 2023 (Pliocène)

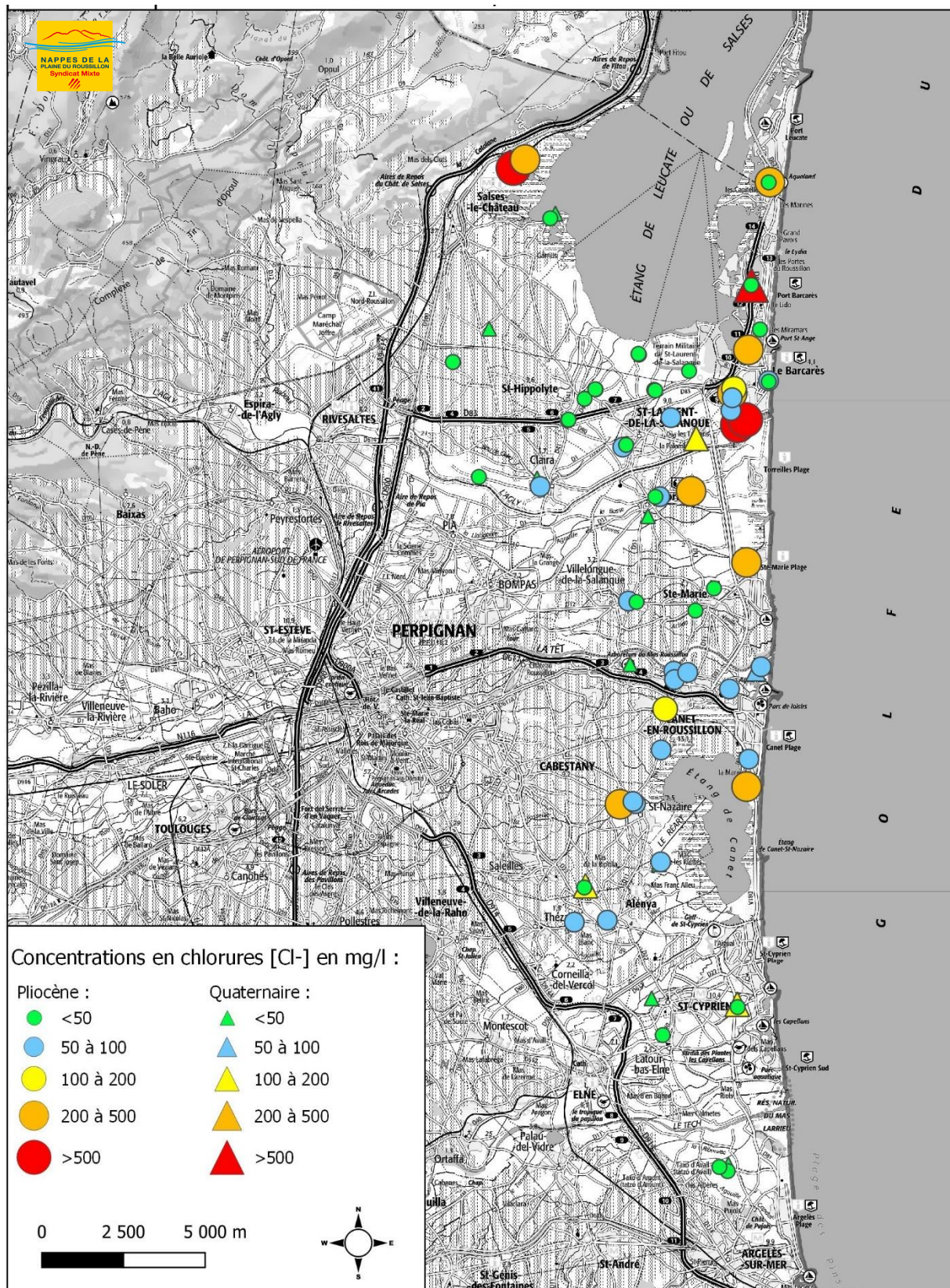


Les teneurs en chlorures dépassent le seuil de 200 mg/l autour de 1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (valeur comparable aux autres années).

2.3 Répartition géographique des résultats

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

Illustration 6 – Carte des concentrations en chlorures dans les nappes du plio-quaternaires aux mois de septembre-octobre 2023



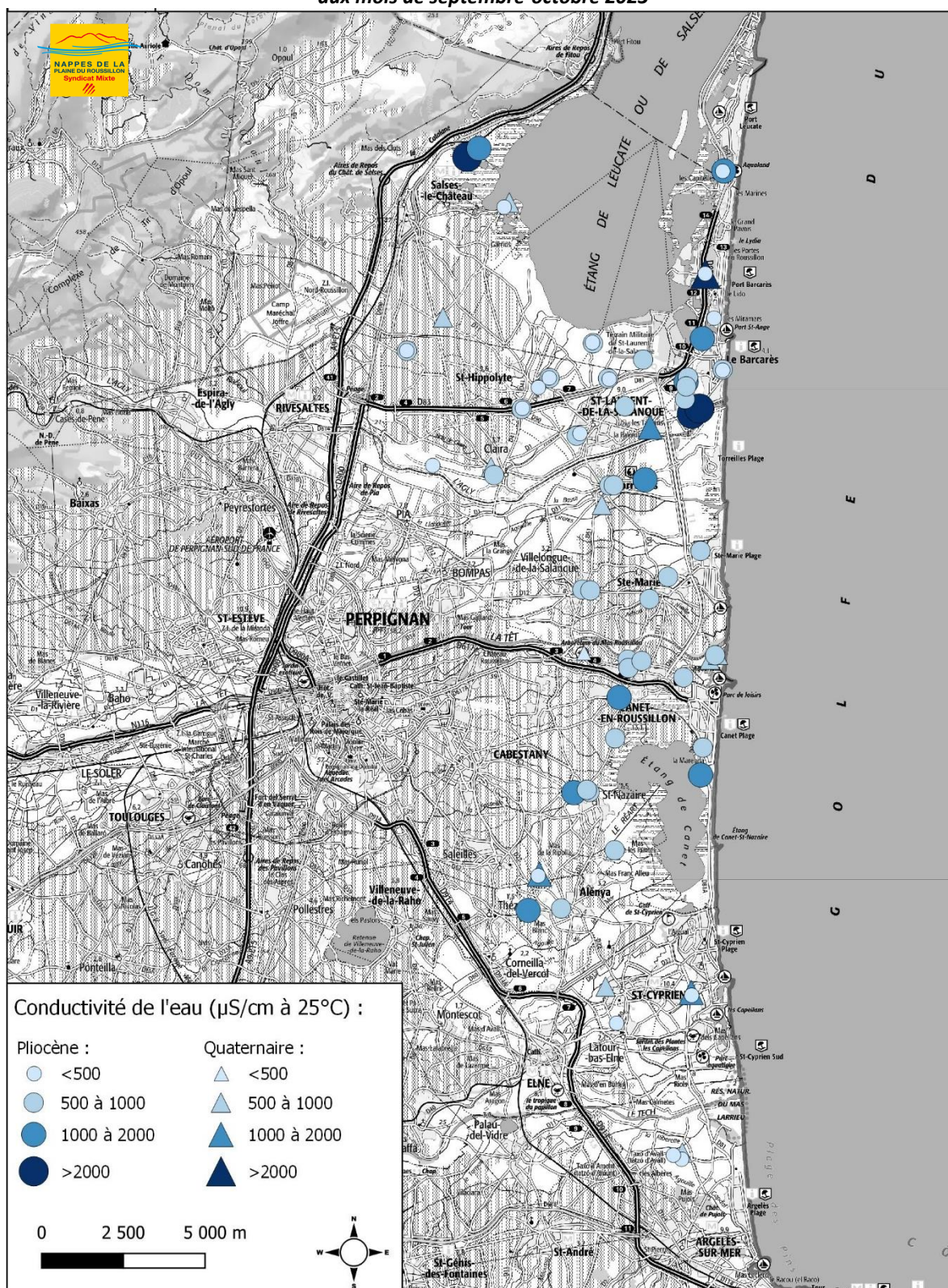
Concentrations en chlorures [Cl⁻] en mg/l :

Pliocène N3 :	Pliocène N4 :
○ <50	△ <50
○ 50 à 100	△ 50 à 100
● 100 à 200	△ 100 à 200
● 200 à 500	△ 200 à 500
● >500	△ >500

0 1 000 2 000 m

La carte ci-dessous représente la répartition géographique de la conductivité de l'eau des nappes plio-quaternaires sur la bordure côtière du Roussillon :

Illustration 8 – Carte de la conductivité électrique des eaux du Pliocène aux mois de septembre-octobre 2023



Globalement, les observations des années précédentes sont en cohérence avec les résultats obtenus cette année : 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) **notamment** :

- **sur la bordure littorale de la Salanque :**

- Nappe 4 :

- 1 forage situé sur la commune de Torreilles dépasse les 200 mg/l.

- Nappe 3 :

- 3 forages en nappe 3 dépassent les 200 mg/l sans atteindre 500 mg/l à Le Barcarès et Leucate.
 - 2 forages en nappe 3 dépassent les 500 mg/l, à Le Barcarès.

Les forages en nappe 3 ayant plus de 50 mg/l de chlorures forment une zone s'étendant de Port Leucate et à Le Barcarès, jusqu'aux bourgs de Saint Laurent de la Salanque et Torreilles-village. Plus dans les terres, vers Saint Hippolyte notamment, les concentrations en chlorures sont moins élevées.

- **Au niveau de l'étang de Canet/Saint-Nazaire** : 2 forages ont des concentrations comprises entre 200 et 500 mg/l. Aucun ouvrage ne présente des concentrations supérieures à 500 mg/l.
- **au nord-est du bourg de Salses-le-Château** : 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.

Concernant le Quaternaire, le faible nombre de points analysés ne permet pas d'avoir une vision géographique d'ensemble pour l'année 2023.

On observe des fortes teneurs sur la commune de Le Barcarès : la nappe du Quaternaire est ici en lien direct avec l'étang et la mer, expliquant ces valeurs.

2.4 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.

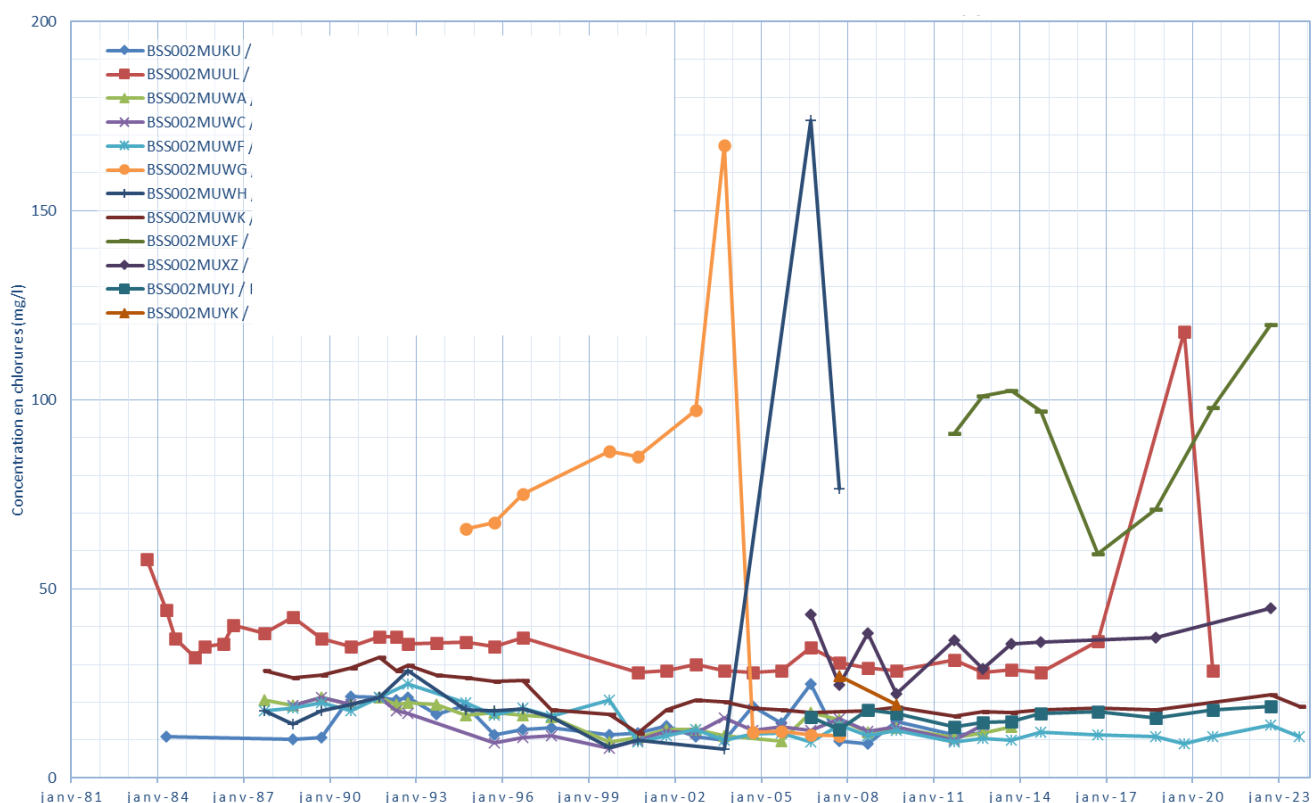
2.4.1 Secteur Elne/Latour-Bas-Elne/Saint-Cyprien

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 BSS002MUXF, BSS002MUWG et BSS002MUWH ont eu des valeurs dépassant les 100 mg/l. A noter que ces 2 derniers ne sont plus en exploitation et donc ne sont plus suivis depuis 2007.

Concernant le piézomètre BSS002MUUL, sa teneur a fortement augmenté en 2019 : 117,9 mg/l au lieu de 30 mg/l environ habituellement. Cette augmentation est liée aux pompages d'essai réalisés par le BRGM à proximité dans le cadre du projet de recherche DEM'EAUX Roussillon.

Illustration 9 - Secteur Elne/Latour-Bas-Elne/Saint-Cyprien : Evolution des concentrations en chlorures

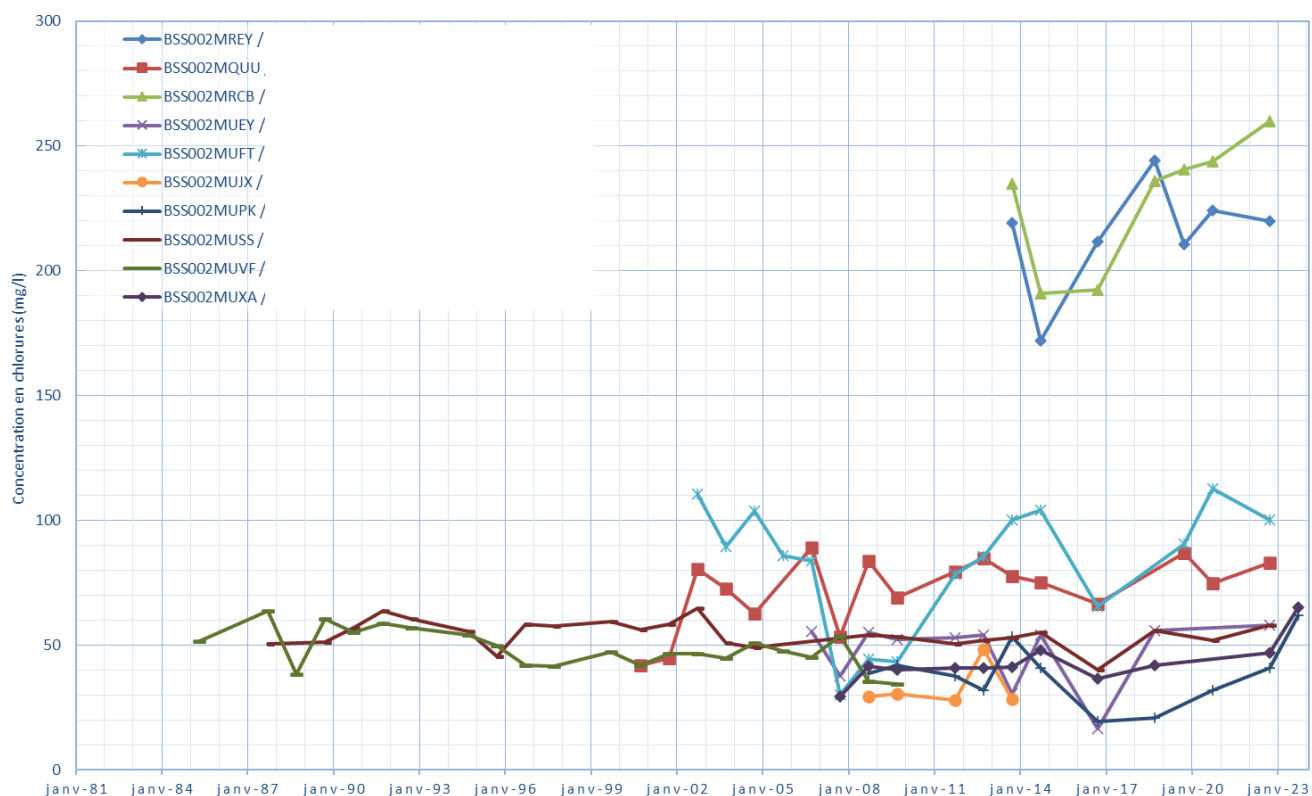


2.4.2 Secteur Alénia/Saleilles/Théza

Les concentrations se situent généralement entre 50 et 100 mg/l de chlorures, sans tendance particulière.

Seuls deux points se situent autour de 200-250 mg/l de chlorures : BSS002MRCB et BSS002MREY. A noter que ces ouvrages sont géographiquement très proches, sur la commune de Saleilles.

Illustration 10 - Secteur Alénia/Saleilles/Théza : Evolution des concentrations en chlorures

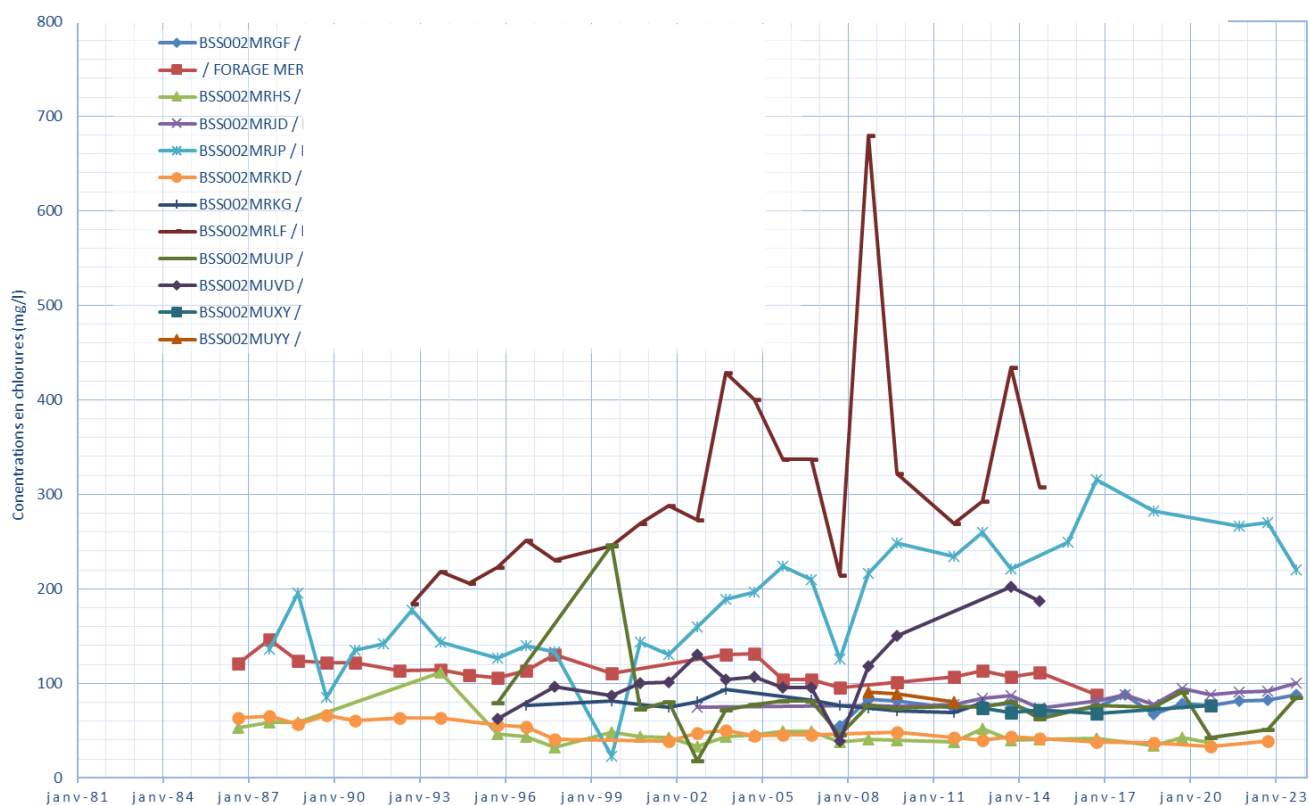


2.4.3 Secteur Saint Nazaire

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

- BSS002MRLF : 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.
- BSS002MRJP : de 1987 à 2001, les valeurs étaient relativement stables, autour 130 mg/l. Depuis 2001, les concentrations augmentent et atteignent 315,4 mg/l en 2018. Ce forage a une profondeur de 60 m. En 2023, la concentration en chlorures a légèrement baissé : 220 mg/l.
- BSS002MUVD : stable autour 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



2.4.4 Secteur Canet en Roussillon

Sur les 21 points de mesures du secteur, 18 sont inférieurs au 200 mg/l et sont même généralement compris entre 40 et 100 mg/l.

3 points dépassent ou ont dépassé les 200 mg/l :

- BSS002MRGM : 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 BSS002MRMN, dont les teneurs sont de 110 mg/l en 2022. 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 importantes couches d'argiles isolant ces niveaux.
- BSS002MRHJ : 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. En 2022, son maximum a été réatteint, avec 470 mg/l de chlorures.
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.
- BSS002MRJV : forage d'une profondeur théorique de 32 m, les concentrations en chlorures étaient relativement stables de 1991 à 2010, autour de 100 mg/l. Entre 2010 et 2018, les concentrations ont augmenté jusqu'à 213 mg/l ; elle est de 170 mg/l en 2022.

Illustration 12a - Secteur Canet en Roussillon : Evolution des concentrations en chlorures (1/2)

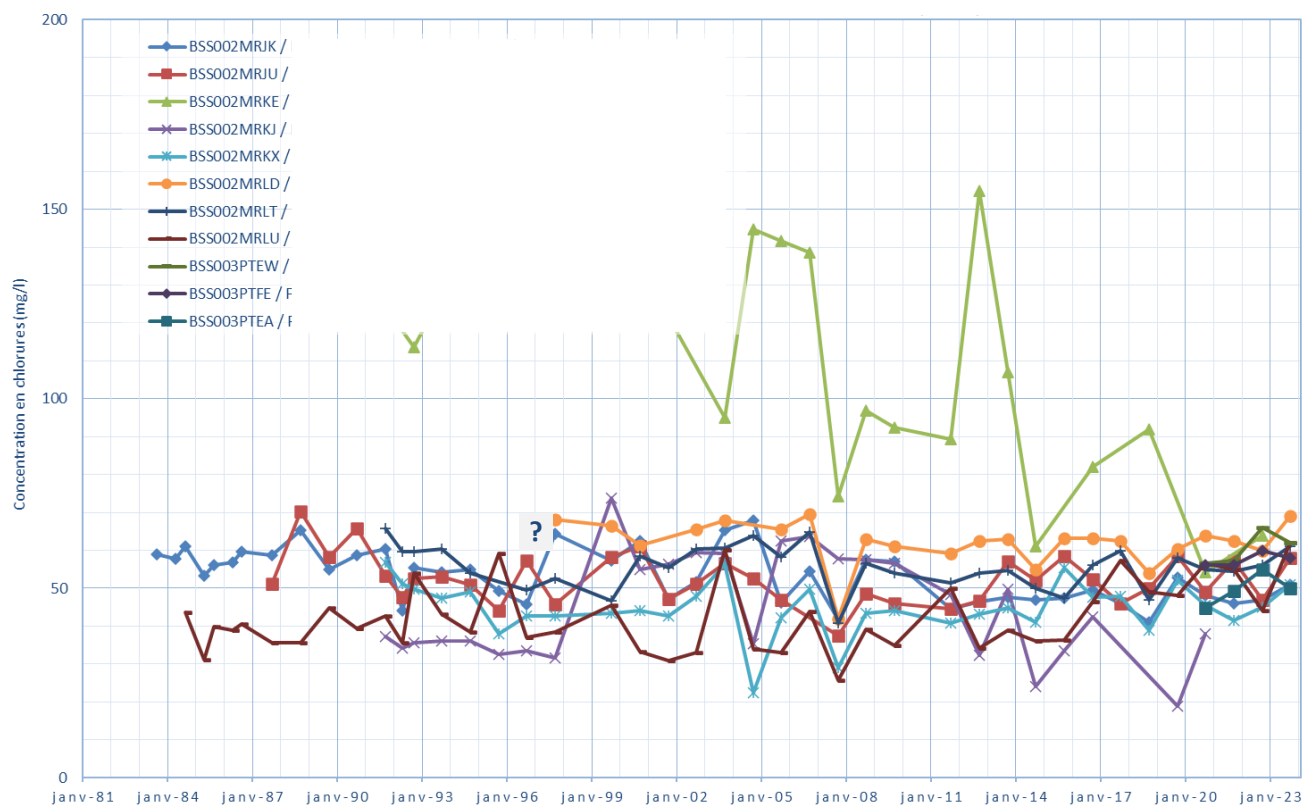
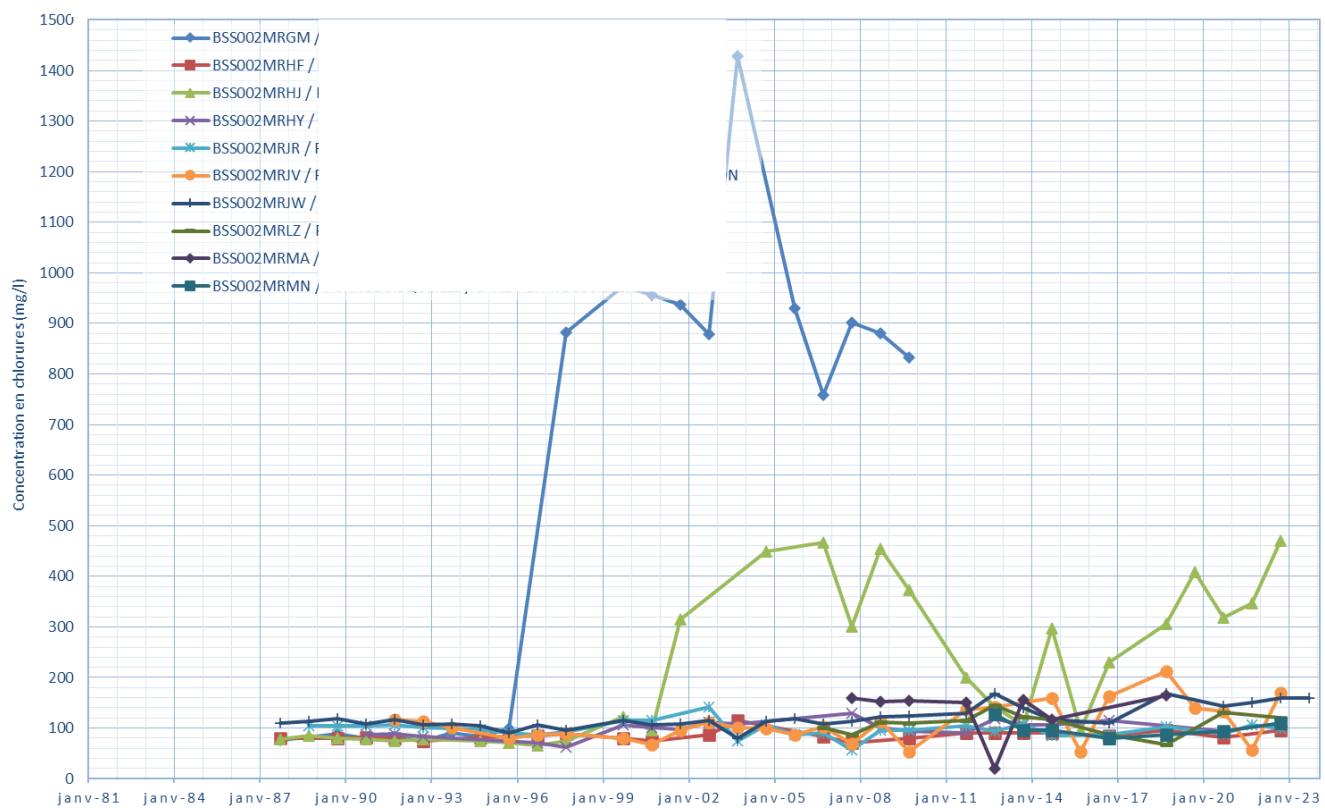


Illustration 12b - Secteur Canet en Roussillon : Evolution des concentrations en chlorures (2/2)

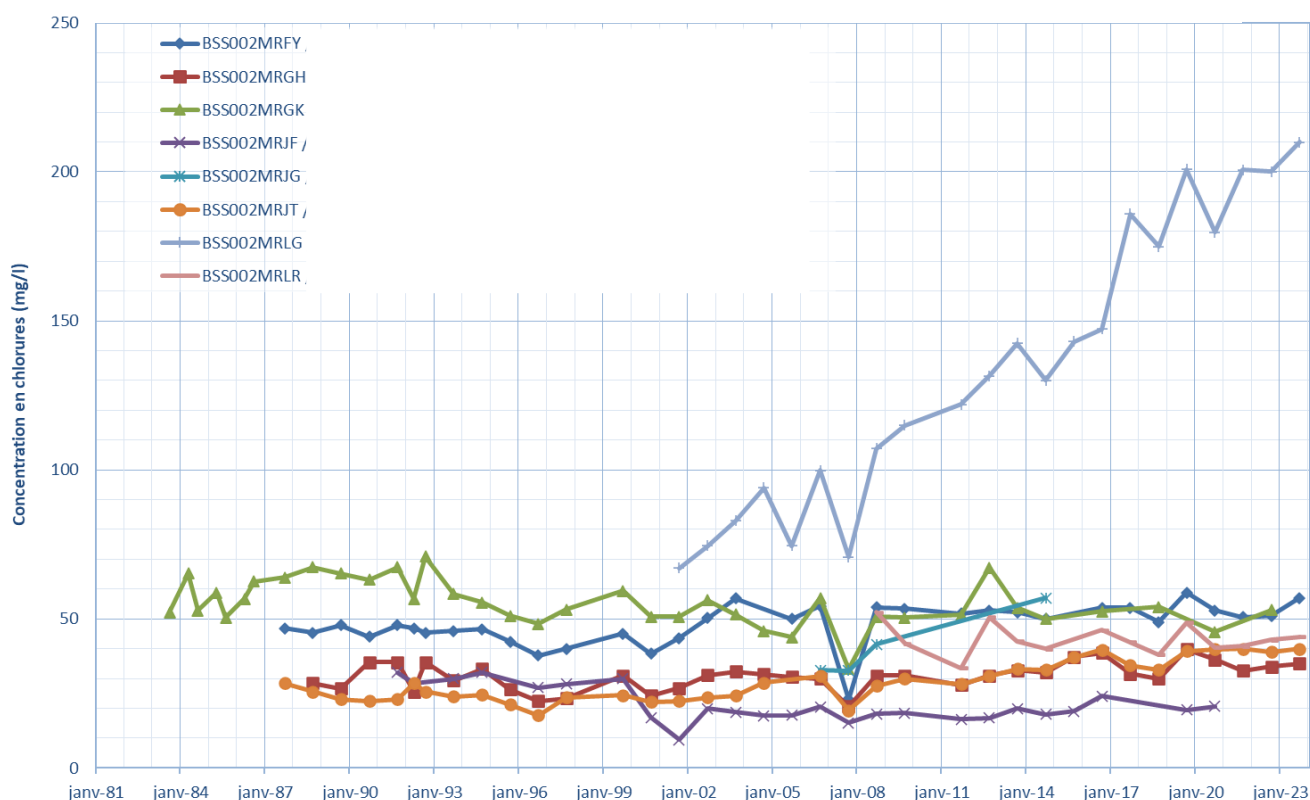


2.4.5 Secteur Sainte Marie / Villelongue

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 BSS002MRLG (forage AEP F4 de Sainte Marie), ouvrage le plus proche de la mer : les teneurs en chlorures augmentent progressivement, passant de 67 mg/l en 2001 à 210 mg/l en 2023 (maximum connu). La profondeur de cet ouvrage est de 127,2 m avec des crépines entre 60,5 et 121,4 m.

Illustration 13 - Secteur Sainte Marie/Villelongue : Evolution des concentrations en chlorures

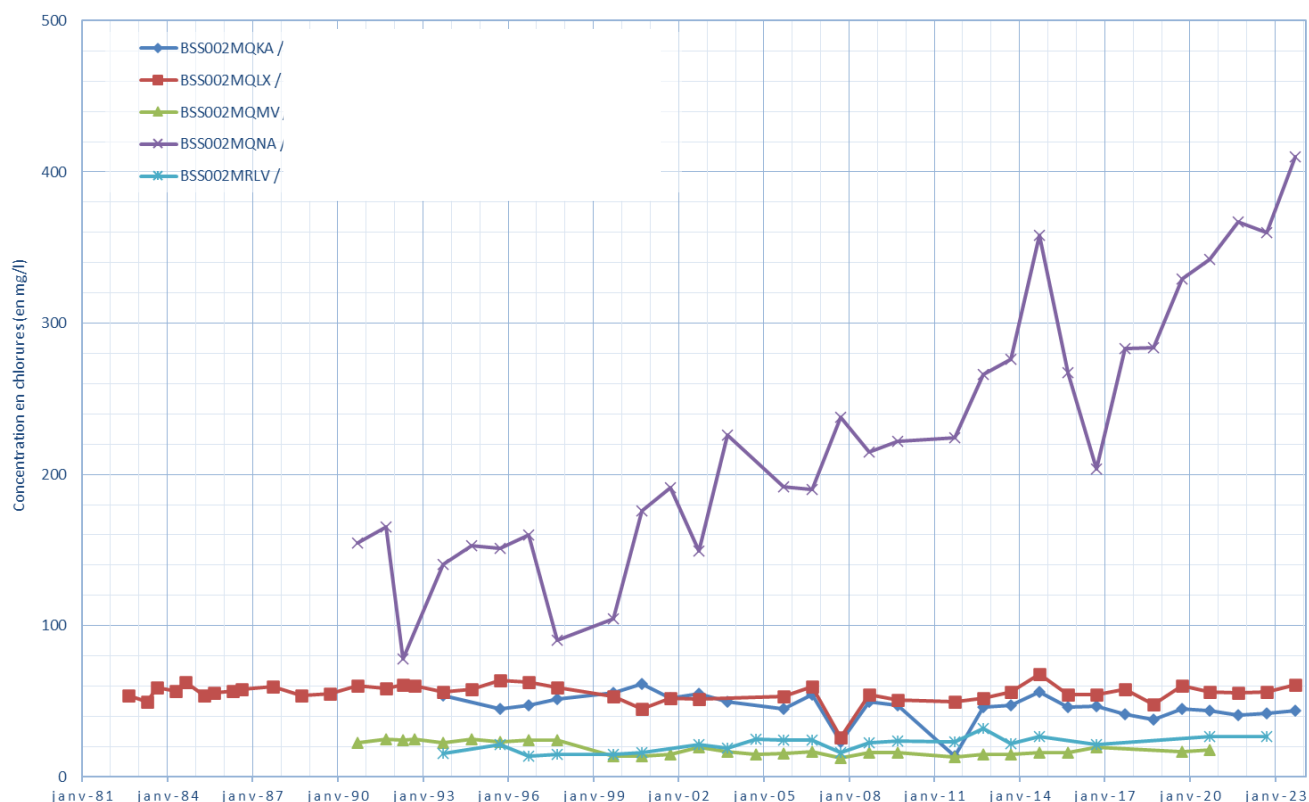


2.4.6 Secteur Torreilles

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 BSS002MQNA (AEP Torreilles F4). Cet ouvrage présente une augmentation régulière des concentrations en chlorures depuis la fin des années 90. En 2023, la teneur en chlorures est de 410 mg/l (maximum connu).

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.

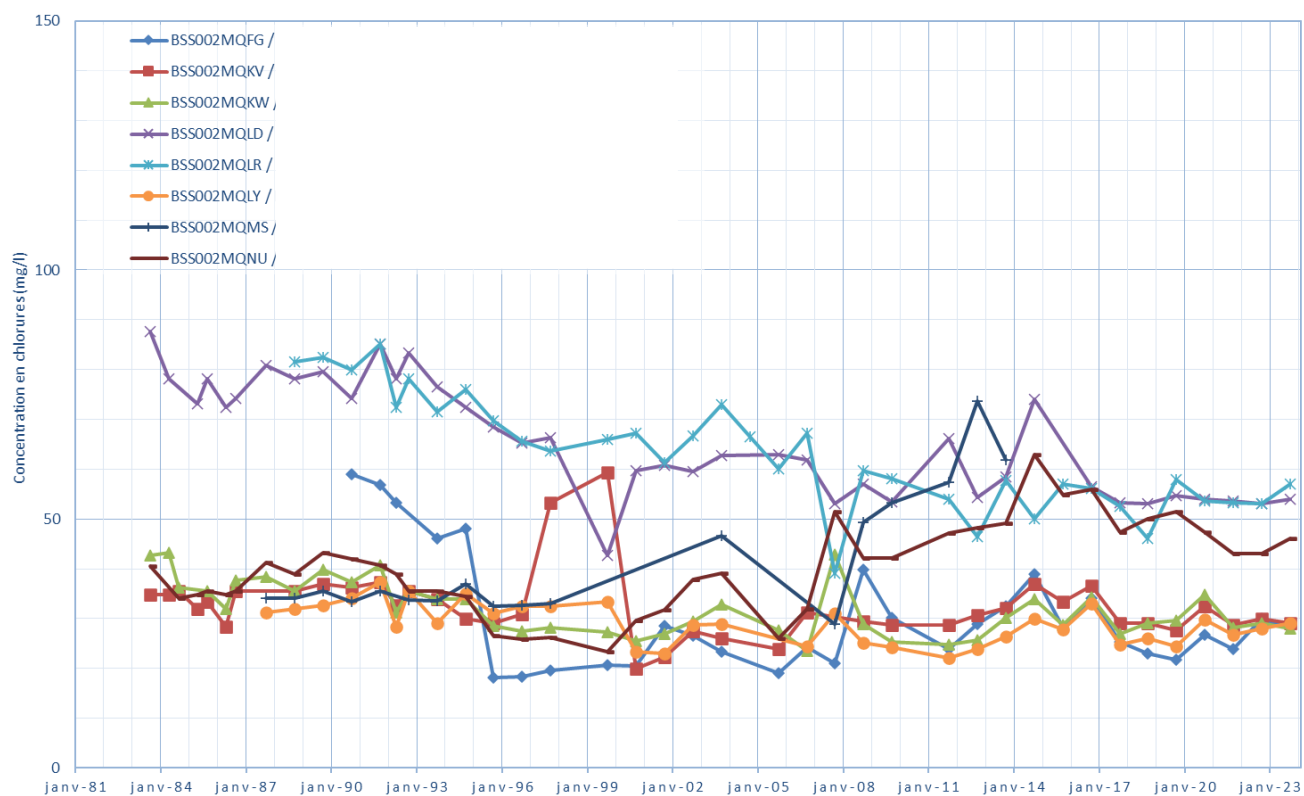
Illustration 14 - Secteur Torreilles : Evolution des concentrations en chlorures



2.4.7 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 sur le long terme une évolution à la baisse, d'autres une certaine stabilité.

Illustration 15 - Secteur N3 Saint-Laurent/Saint Hippolyte : Evolution des concentrations en chlorures

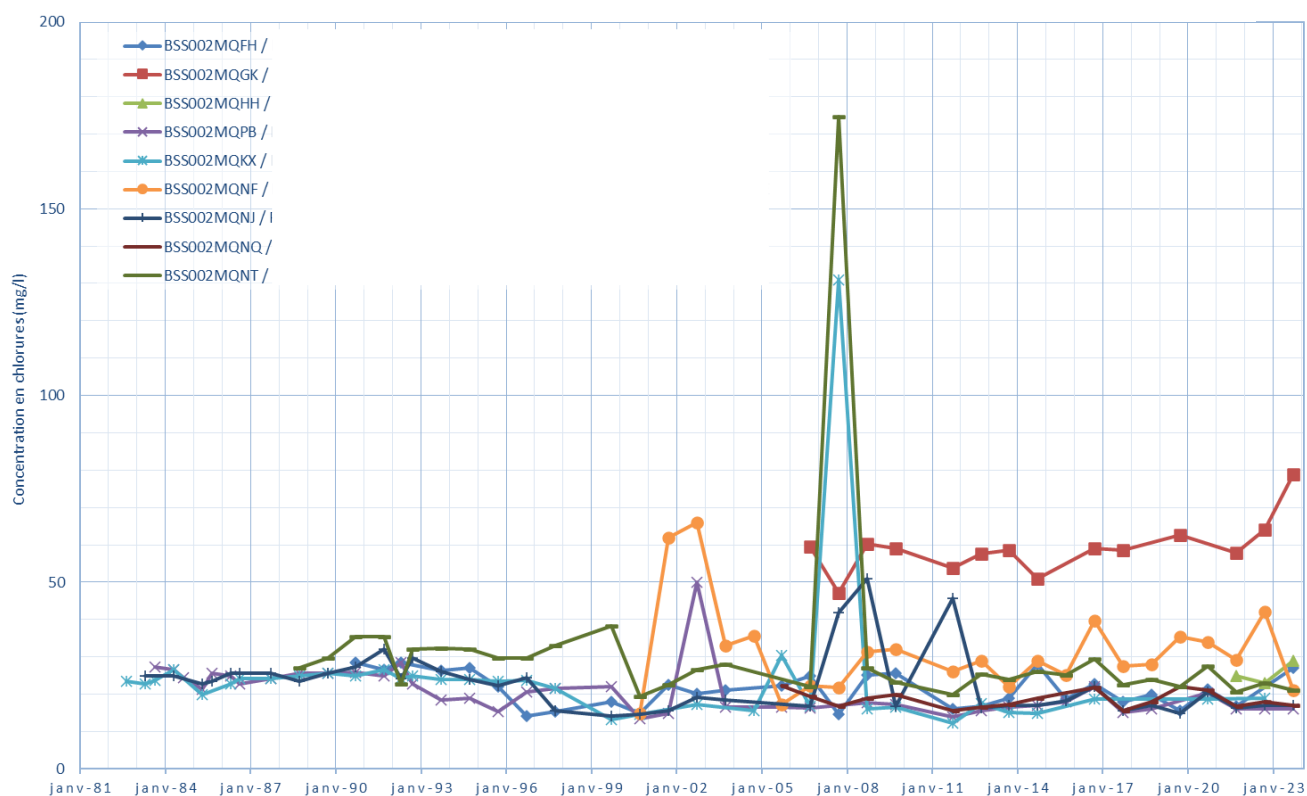


2.4.8 Secteur N4 Saint Laurent / Saint Hippolyte

Tous les prélèvements réalisés depuis 1982 révèlent 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.

A noter une augmentation en chlorures du forage AEP F2 de Clairà en 2023. Pour cet ouvrage, une attention particulière de l'évolution en chlorure est nécessaire.

Illustration 16 - Secteur N4 Saint-Laurent/Saint Hippolyte : Evolution des concentrations en chlorures



2.4.9 Secteur le Barcarès

Sur la commune de Le Barcarès, 5 ouvrages sont représentatifs de la qualité de l'eau de la nappe N4 (au-delà de 80 m environ) :

- BSS002MQJJ, BSS002MQMJ, BSS002MQMW et BSS003HDOS : ils ont des teneurs en chlorures inférieures à 50 mg/l.
- BSS002MQMB : nouveau point 2020, situé dans le secteur Coudalère. Il s'agit d'un forage de 98 m de profondeur. Son exploitation a dû récemment être stoppée pour cause d'eau salée. La concentration en chlorures était de 3589 mg/l. Aucune explication n'est pour le moment apportée (problème au niveau de l'ouvrage ou problème de ressource ?).

Les autres points de prélèvements caractérisent les eaux de la nappe 3 (60-80m).

On observe un groupe de points situés autour de 50 mg/l, sans tendance d'évolution particulière : BSS002MQND, BSS002MQLE, BSS002MQNB, BSS002MQMX, BSS002MQLV et BSS002MQMH. 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 (route de Saint Laurent) mettent en évidence des concentrations en chlorures bien plus importantes.

Les plus remarquables sont les suivants :

- BSS002MQKT : 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 2020, la teneur en chlorures est de 339,6 mg/l. Aucun prélèvement n'a pu être réalisé depuis pour des raisons techniques.
- BSS002MQLU : depuis 2002, les valeurs sont relativement stables, autour de 30 mg/l. Par contre, entre 1987 et 1995, les valeurs étaient de 60-70 mg/l, avec la présence de pics à plusieurs reprises dépassant les 900 mg/l. Aucune explication n'est pour le moment donnée sur ces variations de concentrations en chlorures.
- BSS002MQNE : 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 (BSS003HDOS), d'une profondeur de 132m, présente une concentration en chlorures de seulement 51 mg/l en 2022.
- BSS002MQMR : 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 a continué jusqu'en 2017, avec 1064,4 mg/l. En 2018, elle est 943 mg/l. Il n'est plus exploité depuis 2020.
- BSS002MQMF : 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. Depuis les concentrations sont relativement stables mais élevées : 750 mg/l en 2022.

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), hormis un point sur le secteur Coudalère.
- 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, avec parfois des augmentations extrêmement rapides en quelques années.

Ceci démontre localement la fragilité de la ressource. En effet, la présence d'une première nappe Quaternaire saumâtre, la concentration des points prélèvements dans le Pliocène dans ce secteur, l'existence de nombreux forages anciens en acier recoupant le Quaternaire 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 en profondeur.

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 relativement proche de forages d'eau potable (ouvrage le plus proche : F3N3 du SMIPEP Leucate-Barcarès, à 1500 m à l'ouest).

Illustration 17a - Secteur Le Barcarès : Evolution des concentrations en chlorures (1/2)

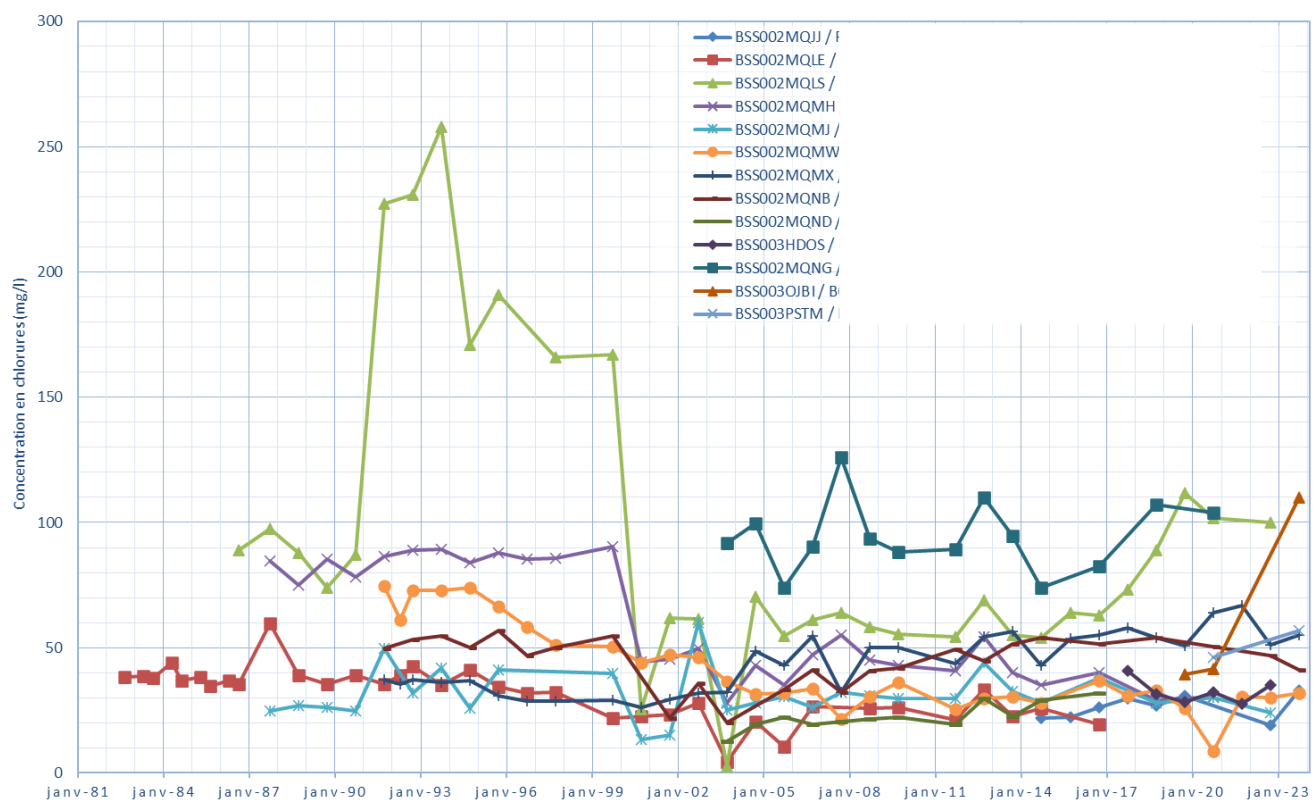
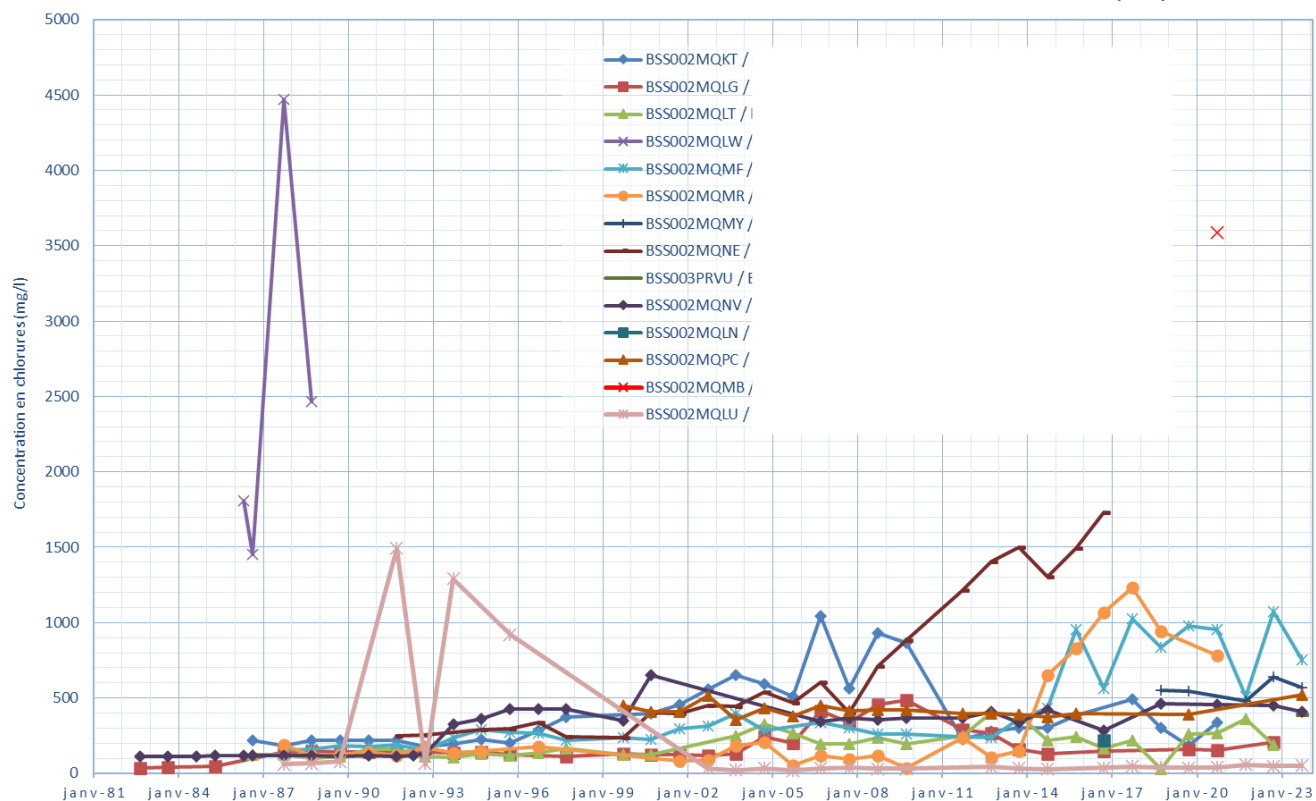


Illustration 17b - Secteur Le Barcarès : Evolution des concentrations en chlorures (2/2)

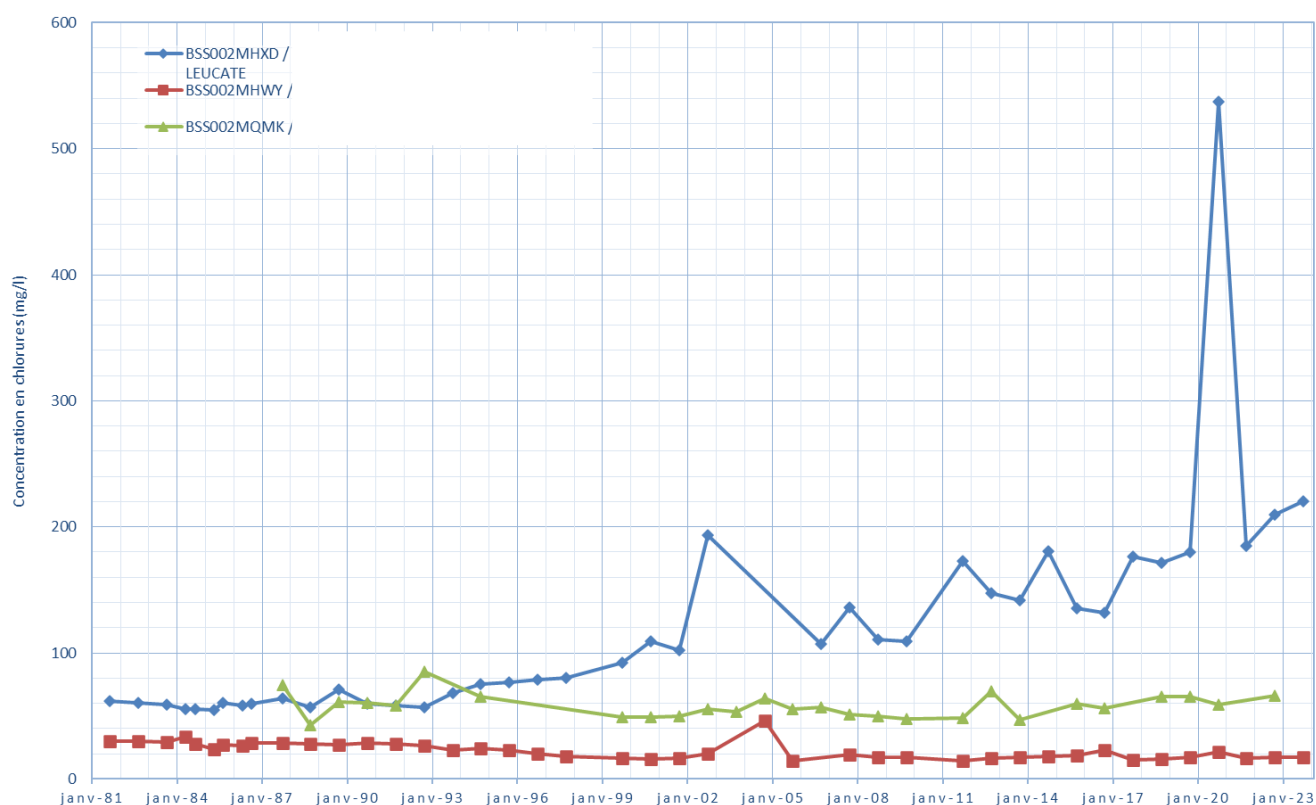


2.4.10 Secteur Port Leucate

Seuls trois forages caractérisent l'eau de ce secteur :

- BSS002MHXD : 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 2019, la teneur en chlorures est de 180,2 mg/l. En 2020, la concentration a brusquement augmenté : ce forage n'était plus exploité durant l'été 2020 car il dépassait les valeurs de référence de qualité de l'eau potable pour le paramètre conductivité de l'eau. Ainsi, en l'absence d'exploitation depuis plusieurs semaines, l'eau du forage n'a pas pu être suffisamment renouvelée avant d'effectuer le prélèvement, la conductivité de l'eau baissant lentement au moment de prélever l'échantillon. En 2022, l'ouvrage a été remis en service et la concentration en chlorures était de 210 mg/l. En 2023, elle est de 220 mg/l.
- BSS002MHWY : il s'agit d'un forage sollicitant la nappe 4 du Pliocène. Globalement, l'eau présente des teneurs en chlorures entre 20 et à 30 mg/l.
- BSS002MQMK : forage sollicitant la nappe 3, aucune évolution n'est observée. Les concentrations avoisinent les 50 mg/l.

Illustration 18 - Secteur Port Leucate : Evolution des concentrations en chlorures

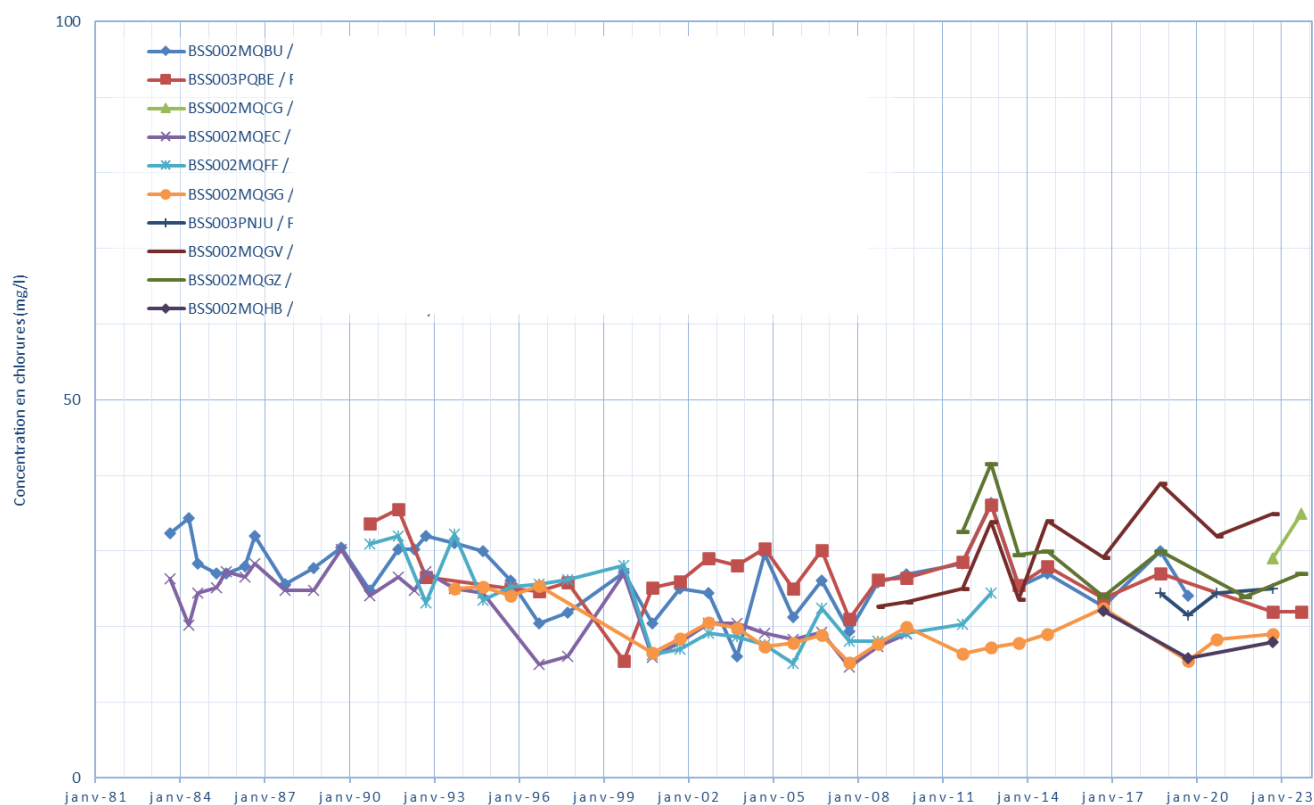


2.4.11 Secteur Salses Sud-Est

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

A noter une augmentation ces dernières années pour le forage BSS002MQGV.

Illustration 19 - Secteur Salses sud-est : Evolution des concentrations en chlorures



2.4.12 Secteur Salses Nord

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

- BSS002MHSL : les concentrations oscillent entre 750 et 1600 mg/l, sans évolution interannuelle particulière.
- BSS002MHSN : 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 (1700 mg/l en 2022) mais restent élevées.
- BSS002MHTH : les concentrations oscillent entre 750 et 1200 mg/l, avec une légère tendance à la hausse.

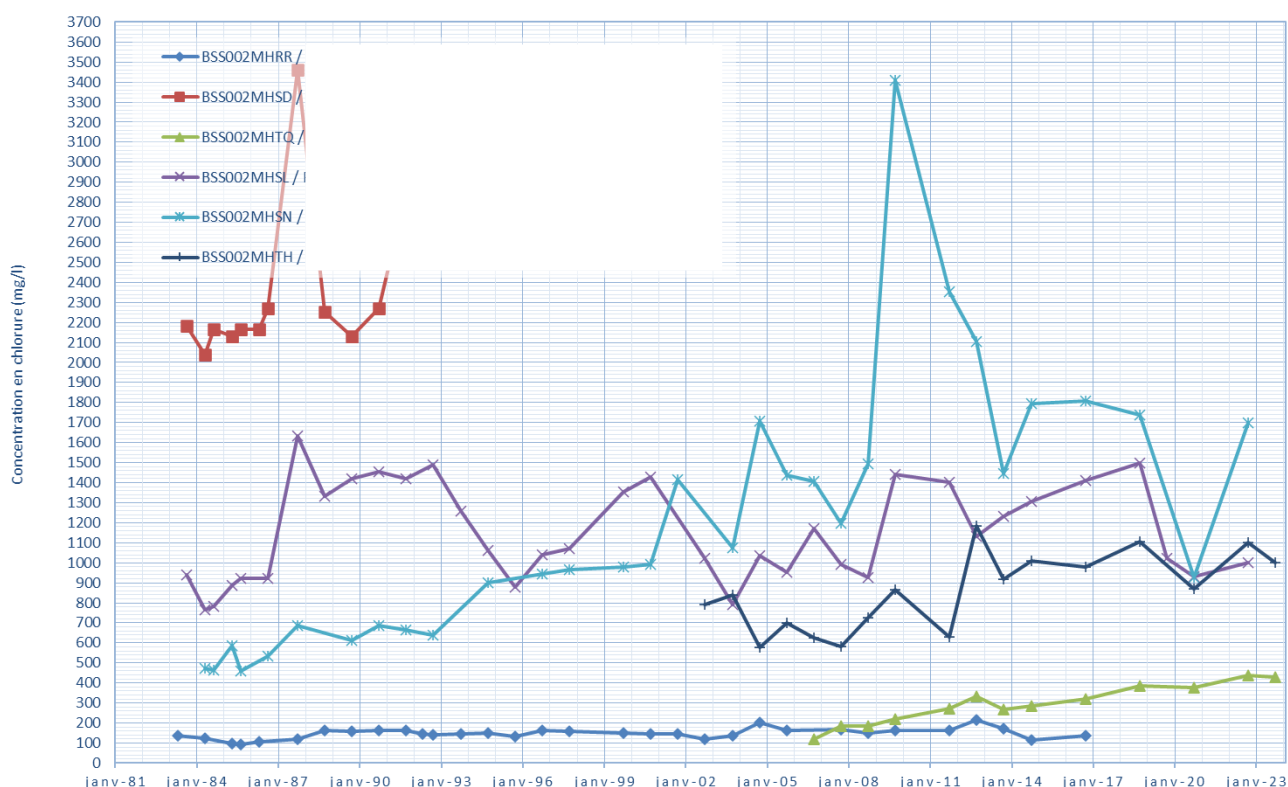
A noter également que les concentrations en chlorures augmentent régulièrement sur le forage BSS002MHTQ, passant de 120 à 440 mg/l entre 2006 et 2022 (430 mg/l en 2023).

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).

Illustration 20 - Secteur Salses nord : Evolution des concentrations en chlorures



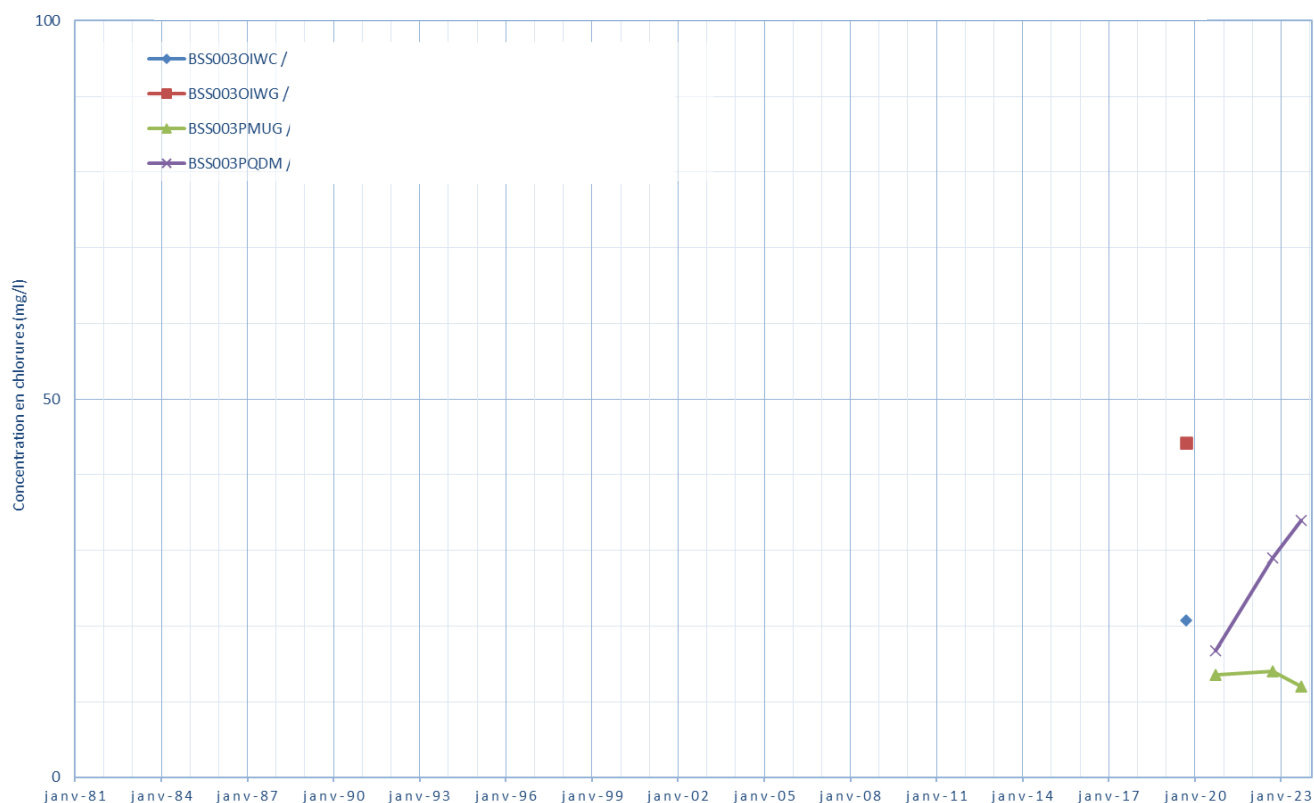
2.4.13 Argelès sur Mer

Historiquement, en l'absence de problématique chlorures sur le secteur d'Argelès sur Mer, aucun ouvrage sur la commune ne faisait partie du réseau chlorures.

Dans le but d'améliorer la connaissance de ce secteur sud de la bordure côtière du Roussillon, les eaux de 4 forages Pliocène ont été analysées depuis 2019, révélant une eau de bonne qualité vis-à-vis de ce paramètre (concentration <50mg/l).

On note malgré tout une tendance à la hausse au niveau du forage BSS003PQDM, nécessitant un suivi du secteur.

Illustration 21 – Secteur Argelès sur Mer : Evolution des concentrations en chlorures



L'évolution des concentrations en chlorures des ouvrages Quaternaire du réseau de suivi est présentée dans les graphiques suivants :

Concentration en chlorures (mg/l)

Concentrations en chlorures du piéromètre BSS002MQNK (mg/l)

LANQUE
RIE-LA-MER

janv-81 janv-84 janv-87 janv-90 janv-93 janv-96 janv-99 janv-02 janv-05 janv-08 janv-11 janv-14 janv-17 janv-20 janv-23

BSS002MQER /
 BSS002MQES /
 BSS002MQET /
 BSS002MQEW /
 BSS002MQEX /
 BSS002MQEV /
 BSS002MQNM /
 BSS002MQPD /
 BSS002MQPE /
 BSS002MRJL /
 BSS002MRLM /
 BSS002MRMC /
 BSS002MRMT /
 BSS002MRMU /
 BSS003OHSS /
 BSS003OIGW /
 BSS002PZCA /
 BSS003OIYA /
 BSS002MQMU /
 BSS002MQNK /

Concentrations en chlorures (mg/l)

500

400

300

200

100

0

1981 1984 1987 1990 1993 1996 1999 2002 2005 2008 2011 2014 2017 2020 2023

BSS002MRHW
 BSS002MRMC /
 BSS003PPGC /
 BSS002MUTW /
 BSS003OICC / F
 BSS002PZCA / I
 BSS002MUXX /
 BSS002MUYA /
 BSS002MUYX /
 BSS003HDPM /
 / FORAGE IRRIG

On n'observe pas de tendance particulière pour les teneurs en chlorures des eaux du Quaternaire au niveau de ces ouvrages, hormis pour le forage BSS002MRJL à Ste Marie la Mer, qui montre une tendance à la hausse.(30,4 mg/l de chlorures en 2001 et 130 mg/l en 2022)

On constate également que les teneurs en chlorures peuvent varier fortement d'une année sur l'autre : en effet, en fonction du contexte météorologique des jours précédant le prélèvement, la chimie des eaux de la nappe du Quaternaire est susceptible de changer (comme par exemple suite à un fort épisode pluvieux).

3 BILAN DE LA CAMPAGNE CHLORURES 2023

Pour le Pliocène, les résultats de la campagne chlorures 2023 montrent globalement des résultats et des tendances comparables aux dernières années. La sécheresse historique connue tout au long de l'année 2023 ne semble pas avoir eu un impact particulier sur les teneurs en chlorures. Ceci peut s'expliquer par des niveaux piézométriques sur la bordure côtière comparables voire supérieures aux années précédentes grâce aux importantes économies d'eau réalisées.

On n'observe pas de contamination généralisée des nappes du Pliocène par les chlorures, mais des contaminations localisées aux chlorures sur 3 secteurs, avec sur certains ouvrages AEP une augmentation encore constatée cette année :

- Secteur de la Salanque (Port-Leucate – Le Barcarès – Torreilles - Sainte Marie La Mer) ;
- À l'ouest de l'étang de Canet/Saint-Nazaire ;
- Secteur Salses Nord.

Concernant la Salanque, tous les points présentant des concentrations considérées comme non naturelles en chlorures (supérieures à 50mg/l) se trouvent dans une zone s'étendant de Port Leucate jusqu'aux bourgs de Saint Laurent de la Salanque et Torreilles village (excepté pour le forage AEP F4 BSS002MRLG situé à Sainte Marie La Mer).

Les fortes teneurs en chlorures du Quaternaire sur ce secteur pourraient expliquer ces contaminations du Pliocène, notamment autour des campings au sud de Le Barcarès.

En effet, il y existe une importante densité de forages, dont les prélèvements favorisent des phénomènes de drainances descendantes. De plus, 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.

Cette contamination du Pliocène 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. **Il est à craindre une pollution de l'ensemble de la nappe 3, vers 60 m de profondeur, de l'ensemble de ce secteur sud Barcarès.**

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 le karst.