BUREAU D'ÉTUDES HYDROGÉOLOGIQUES
SPÉCIALISÉ EN MESURES SUR LES FORAGES

**AGENCE DE LA DRÔME :** Quartier les Drets I 26300 BOURG-DE-PEAGE (France)
Tél : +33(0) 4 75 47 17 17 I Fax : +33(0) 4 75 47 07 07
www.ideeseaux.com I Email : contact@ideeseaux.com

# DEFINITION DES MODALITES DE GESTION DES PRELEVEMENTS DANS LES NAPPES SOUTERRAINES SUR LA BORDURE COTIERE NORD DE LA PLAINE DU ROUSSILLON POUR PREVENIR LES INTRUSIONS SALINES

## ETAPE 2 : ANALYSE DES CORRELATIONS

*IDEES-EAUX - D1718388*
*Mai 2021*

# DESTINATAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

Syndicat Mixte pour la protection et la gestion des nappes souterraines de la plaine du Roussillon
1, impasse de la Vigneronne
66 000 PERPIGNAN
Tél : 04 68 57 73 43

Monsieur Hichem TACHRIFT
h.tachrift@nappes-roussillon.fr

Monsieur Grégoire NADAL
g.nadal@nappes-roussillon.fr

## *Conditions d'utilisation du rapport*

*Le présent document est produit à l'usage exclusif du maître d'ouvrage et de façon à répondre aux objectifs contractuels. Il est la propriété exclusive du maître d'ouvrage, les conséquences des décisions prises suite aux recommandations émises ne pourront en aucun cas être imputées à IDEES-EAUX.*

*Le présent document est basé sur les connaissances techniques, réglementaires et scientifiques disponibles à la date d'émission du rapport et se limite à la zone étudiée.*

*Indissociable, une utilisation partielle ou toute interprétation dépassant les recommandations émises ne saurait engager la responsabilité d'IDEES-EAUX sauf en cas d'accord préalable établi.*

## *Rédaction et relecture*

| N° de version | Date | Rédigé par | Relecture | Visa | Date | Objet de la révision |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **A** | 21/12/2020 | Y. CONROUX | J. GAUTIER | | 08/01/2021 | Création |
| **B** | 18/05/2021 | Y. CONROUX | J. GAUTIER | | 21/05/2021 | Demande de compléments COPIL |
| **C** | 06/09/2021 | Y. CONROUX | J. GAUTIER | | 06/09/2021 | Demande de compléments SMNPR |

# Sommaire

*1 PREAMBULE ..... 21*
**1.1 Objet de l'étude - le contexte ..... 21**
**1.2 Le territoire d'étude ..... 22**
**1.3 Données disponibles ..... 23**
*2 METHODOLOGIE ..... 24*
**2.1 Définition des secteurs d'étude et stratégie ..... 24**
**2.2 Les difficultés rencontrées ..... 30**
**2.3 Rappel des caractéristiques des captages AEP ..... 31**
*3 ETUDE DU SECTEUR DE LA SALANQUE ..... 32*
**3.1 Contexte géologique et hydrogéologique ..... 32**
**3.2 Les prélèvements AEP ..... 34**
3.2.1 Zone de captage « F2-F3 La Ville » ..... 36
3.2.2 Zone de captage « F2 La Rompuda » ..... 41
3.2.3 Forage F3N3 « Els Prats » ..... 46
3.2.4 Forage F4N3bis « Varatxe » ..... 51
3.2.5 Zone de captage « F1 Conangle » ..... 56
3.2.6 Zone de captage « F6 Mollague » ..... 61
3.2.7 Zone de captage « F7 Pla Saint-Jean » ..... 66
3.2.8 Forage F2 Saint-Hippolyte ..... 71
3.2.9 Synthèse des prélèvements AEP en Salanque ..... 72
**3.3 La piézométrie ..... 77**
3.3.1 Zone de captage « F2-F3 La Ville » ..... 77
3.3.2 Zone de captage « F2 La Rompuda » ..... 80
3.3.3 Forage F3N3 « Els Prats » ..... 84
3.3.4 Forage F4N3 « Varaxte » ..... 87
3.3.5 Zone de captage « F1 Conangle » ..... 90
3.3.6 Zone de captage « F6 Mollague » ..... 93
3.3.7 Zone de captage « F7 Pla Saint-Jean » ..... 97
3.3.8 Forage F2 Saint-Hippolyte ..... 101
3.3.9 Piézométrie des nappes plio-quaternaires en Salanque ..... 104
**3.4 Etude des chlorures et de la conductivité ..... 107**
3.4.1 Evolution temporelle des chlorures en Salanque ..... 107
3.4.2 Relation entre conductivité/chlorures et profondeur ..... 109
3.4.3 Relation entre les pluies et les chlorures ..... 113
3.4.4 Relation entre débit spécifique et chlorures ..... 115
3.4.5 Relation entre débits de pompage et chlorures/conductivité ..... 116
3.4.6 Relation entre volumes prélevés et conductivité/chlorures ..... 118

3.4.7 Relation entre volumes/durées de prélèvement et conductivité ..... 128
3.4.8 Relation entre nombre d'ouvrages environnants et chlorures ..... 132
3.4.9 Relation nombre de jour < 0 NGF et chlorures ..... 132

**3.5 Synthèse du secteur de la Salanque ..... 134**

***4 ETUDE DU SECTEUR BARCARES/LIDO ..... 137***

**4.1 Contexte géologique et hydrogéologique ..... 137**

**4.2 Les prélèvements AEP ..... 139**
4.2.1 Zone de captage « Cap de Front » ..... 140
4.2.2 Synthèse des prélèvements AEP sur le secteur Barcarès/Lido ..... 147

**4.3 La piézométrie ..... 148**
4.3.1 Les captages de Cap de Front ..... 148
4.3.2 Piézométrie des nappes plio-quaternaires sur le secteur Barcarès/Lido ..... 151

**4.4 Etude des chlorures et de la conductivité ..... 154**
4.4.1 Evolution temporelle des chlorures ..... 154
4.4.2 Relation entre conductivité/chlorures et profondeur ..... 158
4.4.3 Relation entre les pluies et les chlorures ..... 165
4.4.4 Relation entre débit spécifique et chlorures ..... 167
4.4.5 Relation entre débit de pompage et chlorures/conductivité ..... 167
4.4.6 Relation entre volumes prélevés et chlorures ..... 170
4.4.7 Relation entre volumes/durées de prélèvement et conductivité ..... 184
4.4.8 Relation entre nombre d'ouvrages environnants et chlorures ..... 190
4.4.9 Relation entre piézométrie et chlorures ..... 191
4.4.10 Relation entre piézométrie au repos et conductivité ..... 209

**4.5 Synthèse du secteur de Barcarès/Lido ..... 212**

***5 ETUDE DU SECTEUR TORREILLES/SAINTE-MARIE ..... 214***

**5.1 Contexte géologique et hydrogéologique ..... 214**

**5.2 Les prélèvements AEP ..... 217**
5.2.1 Zone de captage « Aychugadou » à Torreilles ..... 218
5.2.2 Forage F4 de Torreilles ..... 223
5.2.3 Les forages de Sainte-Marie-la-Mer ..... 228
5.2.4 Synthèse des prélèvements AEP sur le secteur Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer ..... 237

**5.3 La piézométrie ..... 238**
5.3.1 Les captages de Torreilles ..... 238
5.3.2 Les captages de Sainte-Marie-la-Mer ..... 243
5.3.3 Piézométrie des nappes pliocènes sur le secteur Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer ..... 247

**5.4 Etude des chlorures et de la conductivité ..... 249**
5.4.1 Evolution temporelle des chlorures ..... 249
5.4.2 Relation entre conductivité/chlorures et profondeur ..... 250
5.4.3 Relation entre les pluies et les chlorures ..... 254
5.4.4 Relation entre débit spécifique et chlorures ..... 255
5.4.5 Relation entre débits de pompage et chlorures/conductivité ..... 256
5.4.6 Relation entre volumes prélevés et chlorures ..... 258

5.4.7 Relation entre volumes/durées de prélèvement et conductivité ..... 272
5.4.8 Relation entre nombre d'ouvrages environnants et chlorures ..... 289
5.4.9 Relation entre piézométrie et chlorures ..... 290

**5.5 Synthèse du secteur Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer ..... 298**

***6 ETUDE DU SECTEUR CANET/SAINT-NAZAIRE ..... 301***

**6.1 Contexte géologique et hydrogéologique ..... 301**

**6.2 Les prélèvements AEP ..... 303**
6.2.1 Zone de captage F1bis, F4bis et F9 « centre-ville » à Canet ..... 304
6.2.2 Les forages F7, F8 et F10 ..... 312
6.2.3 Les forages F5 et F6 à Saint-Nazaire ..... 321
6.2.4 Synthèse des prélèvements AEP sur le secteur Canet/Saint-Nazaire ..... 328

**6.3 La piézométrie ..... 329**
6.3.1 Les forages F1bis, F4bis et F9 « centre-ville » de Canet ..... 329
6.3.2 Les forages isolés F7, F8 et F10 ..... 333
6.3.3 Les forages F5 et F6 de Saint-Nazaire ..... 336
6.3.4 Piézométrie de la nappe pliocène sur le secteur Canet/Saint-Nazaire ..... 339

**6.4 Etude des chlorures et de la conductivité ..... 341**
6.4.1 Evolution temporelle des chlorures ..... 341
6.4.2 Relation entre conductivité/chlorures et profondeur ..... 342
6.4.3 Relation entre les pluies et les chlorures ..... 346
6.4.4 Relation entre débit spécifique et chlorures ..... 347
6.4.5 Relation entre débits de pompage et chlorures ..... 347
6.4.6 Relation entre volumes prélevés et chlorures ..... 350
6.4.7 Relation entre volumes/durées de prélèvement et conductivité ..... 367
6.4.8 Relation entre nombre d'ouvrages environnants et chlorures ..... 375
6.4.9 Relation entre piézométrie et chlorures ..... 375

**6.5 Synthèse du secteur Canet/Saint-Nazaire ..... 379**

***7 SYNTHESE ET CONCLUSIONS ..... 382***

**7.1 Méthodologie ..... 382**

**7.2 Bilan des prélèvements AEP ..... 383**

**7.3 Conclusions ..... 384**

# Liste des figures

FIGURE 1 : LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE AU SEIN DE LA PLAINE DU ROUSSILLON ..... 22
FIGURE 2 : LOCALISATION DES CAPTAGES AEP AU DROIT DE LA ZONE D'ETUDE ..... 25
FIGURE 3 : LOCALISATION DES POINTS DE SUIVI CHLORURES AU DROIT DE LA ZONE D'ETUDE ..... 26
FIGURE 4 : LOCALISATION DES PIEZOMETRES SUIVIS AU DROIT DE LA ZONE D'ETUDE ..... 27
FIGURE 5 : LOCALISATION DES OUVRAGES DU RESEAU CONDUCTIVITE AU DROIT DE LA ZONE D'ETUDE ..... 28
FIGURE 6 : VARIABILITE DES TENEURS EN CHLORURES AU DROIT DE LA ZONE D'ETUDE ENTRE 1981 ET 2019 ..... 29
FIGURE 7 : LOCALISATION DE LA COUPE LITHOLOGIQUE AU TRAVERS DE LA SALANQUE ..... 32
FIGURE 8 : COUPE LITHOLOGIQUE SCHEMATIQUE A TRAVERS LA SALANQUE ..... 33
FIGURE 9 : LOCALISATION DES OUVRAGES AEP + OUVRAGES PLIOCENES ET QUATERNAIRES EN SALANQUE ..... 35
FIGURE 10 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LES FORAGES F2 ET F3 « LA VILLE » - COMMUNE DE SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 37
FIGURE 11 : VOLUMES MOYENS MENSUELS (1998-2020) PRELEVES POUR L'AEP SUR LES FORAGES F2 ET F3 « LA VILLE » - COMMUNE DE SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 38
FIGURE 12 : VOLUMES ANNUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LES FORAGES F2 ET F3 « LA VILLE » - COMMUNE DE SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 38
FIGURE 13 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2017 VS DEBIT SUR LES FORAGES F2 ET F3 « LA VILLE » - COMMUNE DE SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 39
FIGURE 14 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2017 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LES FORAGES F2 ET F3 « LA VILLE » - COMMUNE DE SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 40
FIGURE 15 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LES FORAGES F2N3 ET F2N4BIS « LA ROMPUDA » - COMMUNE DE SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 42
FIGURE 16 : VOLUMES MOYENS MENSUELS (1998-2020) PRELEVES POUR L'AEP SUR LES FORAGES F2N3 ET F2N4BIS « LA ROMPUDA » - COMMUNE DE SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 43
FIGURE 17 : VOLUMES ANNUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LES FORAGES F2N3 ET F2N4BIS « LA ROMPUDA » - COMMUNE DE SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 43
FIGURE 18 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2015 VS DEBIT SUR LES FORAGES F2N3 ET F2N4BIS « LA ROMPUDA » - COMMUNE DE SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 44
FIGURE 19 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2015 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LES FORAGES F2N3 ET F2N4BIS « LA ROMPUDA » - COMMUNE DE SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 45
FIGURE 20 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LE FORAGE F3N3 - COMMUNE DE SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 47
FIGURE 21 : VOLUMES MOYENS MENSUELS (1998-2020) PRELEVES POUR L'AEP SUR LE FORAGE F3N3 - COMMUNE DE SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 48
FIGURE 22 : VOLUMES ANNUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LE FORAGE F3N3 - COMMUNE DE SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 48
FIGURE 23 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2015 VS DEBIT SUR LE FORAGE F3N3 - COMMUNE DE SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 49
FIGURE 24 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2015 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LE FORAGE F3N3 - COMMUNE DE SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 50
FIGURE 25 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LE FORAGE F4N3 BIS - COMMUNE DE SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 52
FIGURE 26 : VOLUMES MOYENS MENSUELS (1998-2020) PRELEVES POUR L'AEP SUR LE FORAGE F4N3BIS - COMMUNE DE SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 53
FIGURE 27 : VOLUMES ANNUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LE FORAGE F4N3BIS - COMMUNE DE SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 53

FIGURE 28 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2015 VS DEBIT SUR LE FORAGE F4N3BIS - COMMUNE DE SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 54
FIGURE 29 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2015 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LE FORAGE F4N3BIS - COMMUNE DE SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 55
FIGURE 30 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LES FORAGES F1N3 ET F1N4BIS « CONANGLE » - COMMUNE DE SAINT-HIPPOLYTE..... 57
FIGURE 31 : VOLUMES MOYENS MENSUELS (1998-2018) PRELEVES POUR L'AEP SUR LES FORAGES F1N3 ET F1N4BIS « CONANGLE » - COMMUNE DE SAINT-HIPPOLYTE ..... 58
FIGURE 32 : VOLUMES ANNUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LES FORAGES F1N3 ET F1N4BIS « CONANGLE » - COMMUNE DE SAINT-HIPPOLYTE..... 58
FIGURE 33 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2015 VS DEBIT SUR LES FORAGES F1N3 ET F1N4BIS « CONANGLE » - COMMUNE DE SAINT-HIPPOLYTE..... 59
FIGURE 34 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2015 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LES FORAGES F1N3 ET F1N4BIS « CONANGLE » - COMMUNE DE SAINT-HIPPOLYTE ..... 60
FIGURE 35 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES POUR L'AEP SUR LES FORAGES F6N3 ET F6N4BIS « MOLLAGUE » - COMMUNE DE SAINT-HIPPOLYTE..... 62
FIGURE 36 : VOLUMES MOYENS MENSUELS (2011-2018) PRELEVES POUR L'AEP SUR LES FORAGES F6N3 ET F6N4BIS « MOLLAGUE » - COMMUNE DE SAINT-HIPPOLYTE ..... 63
FIGURE 37 : VOLUMES ANNUELS PRELEVES POUR L'AEP SUR LES FORAGES F6N3 ET F6N4BIS « MOLLAGUE » - COMMUNE DE SAINT-HIPPOLYTE ..... 63
FIGURE 38 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2015 VS DEBIT SUR LES FORAGES F6N3 ET F6N4BIS « MOLLAGUE » - COMMUNE DE SAINT-HIPPOLYTE..... 64
FIGURE 39 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2015 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LES FORAGES F6N3 ET F6N4BIS « MOLLAGUE » - COMMUNE DE SAINT-HIPPOLYTE ..... 65
FIGURE 40 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LES FORAGES F7N3 ET F7N4 « PLA SAINT-JEAN » - COMMUNE DE SAINT-HIPPOLYTE..... 67
FIGURE 41 : VOLUMES MOYENS MENSUELS (2011-2018) PRELEVES POUR L'AEP SUR LES FORAGES F7N3 ET F7N4 « PLA SAINT-JEAN » - COMMUNE DE SAINT-HIPPOLYTE ..... 68
FIGURE 42 : VOLUMES ANNUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LES FORAGES F7N3 ET F7N4 « PLA SAINT-JEAN » - COMMUNE DE SAINT-HIPPOLYTE..... 68
FIGURE 43 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2015 VS DEBIT SUR LES FORAGES F7N3 ET F7N4BIS « PLA SAINT-JEAN » - COMMUNE DE SAINT-HIPPOLYTE..... 69
FIGURE 44 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2015 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LES FORAGES F6N3 ET F6N4BIS « PLA SAINT-JEAN » - COMMUNE DE SAINT-HIPPOLYTE ..... 70
FIGURE 45 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LE FORAGE F2 - COMMUNE DE SAINT-HIPPOLYTE..... 73
FIGURE 46 : VOLUMES MOYENS MENSUELS (2011-2020) PRELEVES POUR L'AEP SUR LE FORAGE F2 - COMMUNE DE SAINT-HIPPOLYTE ..... 74
FIGURE 47 : VOLUMES ANNUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LE FORAGE F2 - COMMUNE DE SAINT-HIPPOLYTE..... 74
FIGURE 48 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS DEBIT SUR LE FORAGE F2 - COMMUNE DE SAINT-HIPPOLYTE ..... 75
FIGURE 49 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LE FORAGE F2 - COMMUNE DE SAINT-HIPPOLYTE ..... 76
FIGURE 50 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP « LA VILLE » EN PERIODE DE HAUTES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) ..... 78
FIGURE 51 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP « LA VILLE » EN PERIODE DE BASSES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) ..... 79
FIGURE 52 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP « LA ROMPUDA » EN PERIODE DE HAUTES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) ..... 81
FIGURE 53 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP « LA ROMPUDA » EN PERIODE DE BASSES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) ..... 82

FIGURE 54 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP « LA ROMPUDA » EN PERIODE DE BASSES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) – ZOOM ..... 83
FIGURE 55 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LE FORAGE AEP F3N3 « ELS PRATS » EN PERIODE DE HAUTES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) ..... 85
FIGURE 56 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LE FORAGE AEP F3N3 « ELS PRATS » EN PERIODE DE BASSES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) ..... 86
FIGURE 57 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LE FORAGE AEP F4N3 « VARAXTE » EN PERIODE DE HAUTES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) ..... 88
FIGURE 58 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LE FORAGE AEP F4N3 « VARAXTE » EN PERIODE DE BASSES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) ..... 89
FIGURE 59 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP « CONANGLE » EN PERIODE DE HAUTES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) ..... 91
FIGURE 60 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP « CONANGLE » EN PERIODE DE BASSES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) ..... 92
FIGURE 61 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP « MOLLAGUE » EN PERIODE DE HAUTES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) ..... 94
FIGURE 62 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP « MOLLAGUE » EN PERIODE DE BASSES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) ..... 95
FIGURE 63 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP « MOLLAGUE » EN PERIODE DE BASSES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) – ZOOM ..... 96
FIGURE 64 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP « PLA SAINT-JEAN » EN PERIODE DE HAUTES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) ..... 98
FIGURE 65 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP « PLA SAINT-JEAN » EN PERIODE DE BASSES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) ..... 99
FIGURE 66 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP « PLA SAINT-JEAN » EN PERIODE DE BASSES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) – ZOOM ..... 100
FIGURE 67 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LE FORAGE AEP F2 SAINT-HIPPOLYTE EN PERIODE DE HAUTES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) ..... 102
FIGURE 68 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LE FORAGE AEP F2 SAINT-HIPPOLYTE EN PERIODE DE BASSES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) ..... 103
FIGURE 69 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU AU REPOS DANS LA NAPPE N3 ET QUATERNAIRE (2017-2019) ..... 104
FIGURE 70 : EVOLUTION DES NIVEAUX PIEZOMETRIQUES DANS LE KARST (ROBOUL) ET DANS LA NAPPE N3 (F2 SALSES-LE-CHATEAU) ..... 105
FIGURE 71 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU AU REPOS DANS LA NAPPE N4 (2017-2019) ..... 105
FIGURE 72 : CARTOGRAPHIE DES TENEURS EN CHLORURES DE 2017 A 2019 EN SALANQUE (SOURCE RESEAU CHLORURES ET EXPORT ADES) ..... 107
FIGURE 73 : EVOLUTION TEMPORELLE DE LA TENEUR EN CHLORURES EN SALANQUE (SOURCE RESEAU CHLORURES ET EXPORT ADES) ..... 108
FIGURE 74 : RELATION CONDUCTIVITE/CHLORURES EN SALANQUE ..... 109
FIGURE 75 : RELATION ENTRE LA COTE DU TOP-CREPINES ET LES CHLORURES EN SALANQUE (DONNEES DE CHLORURES DE 2019) ..... 110
FIGURE 76 : PROFIL DE DIAGRAPHIE SUR LE FORAGE F6N4 « MOLLAGUE » (DONNEES HYDROASSISTANCE 2002) ..... 111
FIGURE 77 : PROFIL DE DIAGRAPHIE SUR LE FORAGE F3 « LA VILLE » (DONNEES HYDROASSISTANCE 2012) ..... 112
FIGURE 78 : DEGRE DE CORRELATION ($R^2$) ENTRE TENEUR EN CHLORURES ET CUMUL DES PLUIES MENSUELS AU PAS DE TEMPS 1 MOIS A 24 MOIS SUR LES OUVRAGES CAPTANT L'AQUIFERE PLIOCENE N3 SUR LE SECTEUR SALANQUE ..... 114
FIGURE 79 : DEGRE DE CORRELATION ($R^2$) ENTRE TENEUR EN CHLORURES ET CUMUL DES PLUIES MENSUELS AU PAS DE TEMPS 1 MOIS A 24 MOIS SUR LES OUVRAGES CAPTANT L'AQUIFERE PLIOCENE N4 SUR LE SECTEUR SALANQUE ..... 114
FIGURE 80 : RELATION ENTRE DEBIT SPECIFIQUE ET TENEUR EN CHLORURES DANS LES OUVRAGES AEP ..... 115
FIGURE 81 : RELATION ENTRE DEBIT DE POMPAGE ET CHLORURES ..... 116
FIGURE 82 : RELATION ENTRE DEBIT DE POMPAGE ET CONDUCTIVITE : EXEMPLE SUR LE FORAGE F2 A SAINT-HIPPOLYTE ..... 117

FIGURE 83 : RELATION ENTRE VOLUMES ANNUELS PRELEVES DANS LA NAPPE N3 ET CHLORURES EN SALANQUE ..... 118
FIGURE 84 : RELATION ENTRE VOLUMES ANNUELS PRELEVES DANS LA NAPPE N4 ET CHLORURES EN SALANQUE ..... 119
FIGURE 85 : ZONAGE DE LA VARIATION DE CONDUCTIVITE DANS LA NAPPE N3 EN FONCTION DE L'AUGMENTATION DES PRELEVEMENTS ESTIVAUX ..... 120
FIGURE 86 : RELATION ENTRE VOLUMES MENSUELS PRELEVES ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE F1N3 « CONANGLE » A SAINT-HIPPOLYTE ..... 121
FIGURE 87 : RELATION ENTRE VOLUMES MENSUELS PRELEVES ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE F3N3 SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 122
FIGURE 88 : RELATION ENTRE VOLUMES MENSUELS PRELEVES ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE F4N3BIS SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 123
FIGURE 89 : RELATION ENTRE VOLUMES MENSUELS PRELEVES ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE F2 A SAINT-HIPPOLYTE ..... 124
FIGURE 90 : RELATION ENTRE VOLUMES MENSUELS PRELEVES ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE F2N3 A SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 125
FIGURE 91 : RELATION ENTRE VOLUMES MENSUELS PRELEVES ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE F7N3 A SAINT-HIPPOLYTE..... 126
FIGURE 92 : RELATION ENTRE VOLUMES MENSUELS PRELEVES ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE F2 « LA VILLE » A SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 127
FIGURE 93 : RELATION DUREE DE PRELEVEMENT ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE F1N3 « CONANGLE » A SAINT-HIPPOLYTE ..... 129
FIGURE 94 : RELATION DUREE DE PRELEVEMENT ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE F3N3 « ELS PRATS » A SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 130
FIGURE 95 : RELATION DUREE DE PRELEVEMENT ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE F4N3 « VARAXTE » A SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 131
FIGURE 96 : RELATION ENTRE NOMBRE D'OUVRAGES DE PRELEVEMENT ENVIRONNANTS ET CHLORURES EN SALANQUE..... 132
FIGURE 97 : RELATION ENTRE LE NOMBRE DE JOURS PAR AN OU LE NIVEAU PIEZOMETRIQUE DE LA NAPPE N4 (AU PZ F3N4) EST <0 M NGF ET LES CHLORURES EN SALANQUE ..... 133
FIGURE 98 : RELATION ENTRE LE NOMBRE DE JOURS OU LE NIVEAU STATIQUE DANS LES FORAGES EST <0 M NGF ET LES CHLORURES EN SALANQUE ..... 133
FIGURE 99 : EVOLUTION DES PRELEVEMENTS DANS L'AQUIFERE N3 POUR L'AEP EN SALANQUE ..... 135
FIGURE 100 : EVOLUTION DES PRELEVEMENTS DANS L'AQUIFERE N4 POUR L'AEP EN SALANQUE ..... 136
FIGURE 101 : LOCALISATION DE LA COUPE LITHOLOGIQUE SUR LE SECTEUR BARCARES/LIDO ..... 137
FIGURE 102 : COUPE LITHOLOGIQUE SCHEMATIQUE A TRAVERS LE SECTEUR BARCARES/LIDO ..... 138
FIGURE 103 : LOCALISATION DES OUVRAGES AEP + OUVRAGES PLIOCENES ET QUATERNAIRES SUR LE SECTEUR BARCARES/LIDO.... 139
FIGURE 104 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LA COMMUNE DE LEUCATE ..... 141
FIGURE 105 : VOLUMES MOYENS MENSUELS (1998-2020) PRELEVES POUR L'AEP SUR LA COMMUNE DE LEUCATE ..... 142
FIGURE 106 : VOLUMES ANNUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LA COMMUNE DE LEUCATE..... 142
FIGURE 107 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2015 VS DEBIT SUR LE FORAGE CF3 - COMMUNE DE LEUCATE ..... 143
FIGURE 108 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2015 VS DEBIT SUR LE FORAGE CF4 - COMMUNE DE LEUCATE ..... 144
FIGURE 109 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2015 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LE FORAGE CF3 - COMMUNE DE LEUCATE ..... 145
FIGURE 110 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2015 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LE FORAGE CF4 - COMMUNE DE LEUCATE ..... 146
FIGURE 111 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP « CAP DE FRONT » EN PERIODE DE HAUTES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) ..... 149
FIGURE 112 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP « CAP DE FRONT » EN PERIODE DE BASSES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) ..... 150
FIGURE 113 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU AU REPOS DE L'AQUIFERE N4 DANS LE SECTEUR BARCARES-LIDO (1990-2019) .... 152
FIGURE 114 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU AU REPOS DES AQUIFERES N3 ET QUATERNAIRE DANS LE SECTEUR BARCARES-LIDO (1990-2019) ..... 153
FIGURE 115 : CARTOGRAPHIE DES TENEURS EN CHLORURES DE 2017 A 2019 SUR LE SECTEUR BARCARES/LIDO (SOURCE RESEAU CHLORURES ET EXPORT ADES) ..... 154

FIGURE 116 : EVOLUTION TEMPORELLE DE LA TENEUR EN CHLORURES DANS LES OUVRAGES CAPTANT LA NAPPE N3 SUR LE SECTEUR DE BARCARES/LIDO (SOURCE RESEAU CHLORURES ET EXPORT ADES) ..... 155
FIGURE 117 : EVOLUTION TEMPORELLE DE LA TENEUR EN CHLORURES DANS LES OUVRAGES CAPTANT LA NAPPE N4 SUR LE SECTEUR DE BARCARES/LIDO (SOURCE RESEAU CHLORURES ET EXPORT ADES) ..... 156
FIGURE 118 : EVOLUTION TEMPORELLE DE LA TENEUR EN CHLORURES ET DE LA CONDUCTIVITE DANS LE FORAGE AEP CF3 (SOURCE VEOLIA/IDEES EAUX) ..... 157
FIGURE 119 : RELATION CONDUCTIVITE/CHLORURES SUR LE SECTEUR BARCARES-LIDO ..... 158
FIGURE 120 : COUPES TECHNIQUES DU FORAGE PN3 A LE BARCARES ..... 159
FIGURE 121 : COUPES TECHNIQUES DU FORAGE PN4 A LE BARCARES ..... 160
FIGURE 122 : PROFIL DE CONDUCTIVITE DANS LES OUVRAGES PN4 ET PN3 A LE BARCARES (SOURCE UNIVERSITE DE MONTPELLIER) ..... 161
FIGURE 123 : PROFIL DE CONDUCTIVITE LE FORAGE AEP CF3 A LEUCATE (SOURCE IDEES EAUX 2021) ..... 162
FIGURE 124 : RELATION ENTRE LA COTE DU TOP-CREPINES ET LES CHLORURES DANS LES FORAGES N3 ET N4 SUR LE SECTEUR BARCARES/LIDO (SOURCES RESEAU CHLORURES 2016/2019) ..... 163
FIGURE 125 : PROFIL DE CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE SN4BIS (DONNEES SMNPR) ..... 164
FIGURE 126 : DEGRE DE CORRELATION ($R^2$) ENTRE TENEUR EN CHLORURES ET CUMUL DES PLUIES MENSUELS AU PAS DE TEMPS 1 MOIS A 24 MOIS SUR LES OUVRAGES CAPTANT L'AQUIFERE PLIOCENE N3 SUR LE SECTEUR BARCARES/LIDO ..... 165
FIGURE 127 : DEGRE DE CORRELATION ($R^2$) ENTRE TENEUR EN CHLORURES ET CUMUL DES PLUIES MENSUELS AU PAS DE TEMPS 1 MOIS A 24 MOIS SUR LES OUVRAGES CAPTANT L'AQUIFERE PLIOCENE N4 SUR LE SECTEUR BARCARES/LIDO ..... 166
FIGURE 128 : RELATION ENTRE DEBIT DE POMPAGE ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE CF3 A LEUCATE ..... 168
FIGURE 129 : RELATION ENTRE DEBIT DE POMPAGE ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE CF4 A LEUCATE ..... 169
FIGURE 130 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES MESURES SUR LE FORAGE ARMENGAU (BSS002MQMR) A BARCARES ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR F3N3 A SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 172
FIGURE 131 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES MESURES SUR LE FORAGE DU CAMPING LE CALIFORNIA (BSS002MQLV) A BARCARES ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR F3N3 A SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 172
FIGURE 132 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES MESURES SUR LE FORAGE DE LA PEPINIERE PEYRET (BSS002MQMF) A BARCARES ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR F3N3 A SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 173
FIGURE 133 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES MESURES SUR LE FORAGE DU CAMPING CROIX DU SUD (BSS002MQNE) A BARCARES ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR F3N3 A SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 173
FIGURE 134 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES MESURES SUR LE FORAGE PN3 (BSS002MQMX) A BARCARES ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR CF3/CF4 A LEUCATE ET F3N3/F4N3 A SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 176
FIGURE 135 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES MESURES SUR LE FORAGE PTT (BSS002MQNB) A BARCARES ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR CF3 A LEUCATE ..... 176
FIGURE 136 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES MESURES SUR LE FORAGE PIERRE ET VACANCES (BSS002MQND) A BARCARES ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR CF3/CF4 A LEUCATE ET F4N3 A SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 177
FIGURE 137 : EVOLUTION TEMPORELLE DE LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE PIEZOMETRE PN3 (BSS002MQMX) ET DU CUMUL DE PRELEVEMENT MENSUEL SUR 2 MOIS DANS LES FORAGES AEP CF3/CF4/F3N3/F4N3 ..... 177
FIGURE 138 : EVOLUTION TEMPORELLE DE LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE PIEZOMETRE PN3 (BSS002MQMX) ET DU CUMUL DE PRELEVEMENT MENSUEL SUR 12 MOIS DANS LES FORAGES AEP CF3/CF4/F3N3/F4N3 ..... 178
FIGURE 139 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES MESURES SUR LE FORAGE AEP CF3 ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR CF3 ET F1N3/F2N3/F3N3/F4N3 EN SALANQUE ..... 179
FIGURE 140 : VOLUME MENSUEL PRELEVE SUR LE FORAGE CF3 A LEUCATE ENTRE 2015 ET 2020 ..... 180
FIGURE 141 : EVOLUTION DES CHLORURES VS CONDUCTIVITE ET VOLUMES MENSUELS PRELEVES SUR LE FORAGE AEP CF3BIS DE LEUCATE ..... 181
FIGURE 142 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES MESURES (2019-2020) ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR CF3 A LEUCATE ..... 183
FIGURE 143 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES MESURES SUR CF3 A LEUCATE ET LE CUMUL (2019-2020) DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR LES OUVRAGES AEP CF3 ET F1N3, F2N3, F3N3 ET F4N3 EN SALANQUE ..... 183

FIGURE 144 : RELATION ENTRE VOLUMES MENSUELS PRELEVES ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE CF3 A LEUCATE ..... 186
FIGURE 145 : RELATION ENTRE TEMPS DE POMPAGE ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE CF3 A LEUCATE ..... 187
FIGURE 146 : RELATION ENTRE VOLUMES MENSUELS PRELEVES ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE CF4 A LEUCATE ..... 188
FIGURE 147 : RELATION ENTRE TEMPS DE POMPAGE ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE CF4 A LEUCATE ..... 189
FIGURE 148 : RELATION ENTRE NOMBRE D'OUVRAGES DE PRELEVEMENT ENVIRONNANTS ET CHLORURES SUR LE SECTEUR BARCARES/LIDO ..... 190
FIGURE 149 : RELATION ENTRE LE NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN (1, 2 ET 3 MOIS) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE PIEZOMETRE PN3 (BSS002MQMX) ..... 192
FIGURE 150 : RELATION ENTRE LE NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN (1, 2 ET 3 MOIS) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE PIEZOMETRE F3 A TORREILLES (BSS002MQMV) ..... 192
FIGURE 151 : RELATION ENTRE LE NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN (1, 2 ET 3 MOIS) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE PIEZOMETRE PN4 (BSS002MQMW) ..... 193
FIGURE 152 : RELATION ENTRE LE NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN (1, 2 ET 3 MOIS) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE PIEZOMETRE F3N4 (BSS002MQKX) ..... 193
FIGURE 153 : RELATION ENTRE LE NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN (1, 2 ET 3 MOIS) DANS LE PIEZOMETRE F3 TORREILLES (BSS002MQMV) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE FORAGE DU CAMPING CROIX DU SUD (BSS002MQNE) ..... 196
FIGURE 154 : RELATION ENTRE LE NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN (1, 2 ET 3 MOIS) DANS LE PIEZOMETRE F3 TORREILLES (BSS002MQMV) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE FORAGE DU CAMPING CALIFORNIA (BSS002MQLV) ..... 196
FIGURE 155 : RELATION ENTRE LE NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN (1, 2 ET 3 MOIS) DANS LE PIEZOMETRE F3 TORREILLES (BSS002MQMV) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE FORAGE ARMENGAU (BSS002MQMR) ..... 197
FIGURE 156 : RELATION ENTRE LE NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN (1, 2 ET 3 MOIS) DANS LE PIEZOMETRE SN4 (BSS002MQJJ) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE FORAGE PIERRE ET VACANCES (BSS002MNQND) ..... 197
FIGURE 157 : RELATION ENTRE LE NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN (12 MOIS) DANS LE PIEZOMETRE F3 TORREILLES (BSS002MQMV) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE FORAGE ARMENGAU (BSS002MQMR) ET CROIX DU SUD (BSS002MQNE) ..... 198
FIGURE 158 : EVOLUTION TEMPORELLE DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN A 3 MOIS DANS LE PIEZOMETRE F3 TORREILLES (BSS002MQMV) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE FORAGE ARMENGAU (BSS002MQMR) ..... 200
FIGURE 159 : EVOLUTION TEMPORELLE DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN A 1 MOIS DANS LE PIEZOMETRE F3 TORREILLES (BSS002MQMV) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE FORAGE DU CAMPING CROIX DU SUD (BSS002MQNE) ..... 201
FIGURE 160 : EVOLUTION TEMPORELLE DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN A 1 MOIS DANS LE PIEZOMETRE F3 TORREILLES (BSS002MQMV) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE FORAGE DU CAMPING CALIFORNIA (BSS002MQLV) ..... 202
FIGURE 161 : RELATION ENTRE LA TENEUR EN CHLORURES ET LES SEUILS PIEZOMETRIQUES DANS LE PIEZOMETRE PN3 (BSS002MQMX) ..... 203
FIGURE 162 : RELATION ENTRE LE NOMBRE DE JOURS PAR AN SOUS UN SEUIL PIEZOMETRIQUE SUR LE PIEZOMETRE F3 (BSS002MQMV) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE FORAGE DU CAMPING CALIFORNIA (BSS002MQLV) ..... 206
FIGURE 163 : RELATION ENTRE LE NOMBRE DE JOURS PAR AN SOUS UN SEUIL PIEZOMETRIQUE SUR LE PIEZOMETRE F3 (BSS002MQMV) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE FORAGE DE LA PEPINIERE PEYRET (BSS002MQMF) ..... 206
FIGURE 164 : RELATION ENTRE LE NOMBRE DE JOURS PAR AN SOUS UN SEUIL PIEZOMETRIQUE SUR LE PIEZOMETRE F3 (BSS002MQMV) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE FORAGE ARMENGAU (BSS002MQMR) ..... 207
FIGURE 165 : EVOLUTION TEMPORELLE DU NOMBRE DE JOUR PAR AN SOUS LE SEUIL +2 MNGF DANS LE PIEZOMETRE F3 TORREILLES (BSS002MQMV) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE FORAGE DU CAMPING CALIFORNIA (BSS002MQLV) ..... 207
FIGURE 166 : EVOLUTION TEMPORELLE DU NOMBRE DE JOUR PAR AN SOUS LE SEUIL +2 MNGF DANS LE PIEZOMETRE F3 TORREILLES (BSS002MQMV) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE FORAGE DE LA PEPINIERE PEYRET (BSS002MQMF) ..... 208
FIGURE 167 : EVOLUTION TEMPORELLE DU NOMBRE DE JOUR PAR AN SOUS LE SEUIL +2 MNGF DANS LE PIEZOMETRE F3 TORREILLES (BSS002MQMV) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE FORAGE ARMENGAU (BSS002MQMR) ..... 208
FIGURE 168 : SUIVI DE LA PIEZOMETRIE ET DE LA CONDUCTIVITE NORMALISEE DANS LES PIEZOMETRES DE LA NAPPE N4 SUR LE SECTEUR BARCARES/LIDO ..... 210
FIGURE 169 : SUIVI DE LA PIEZOMETRIE ET DE LA CONDUCTIVITE NORMALISEE DANS LES PIEZOMETRES DE LA NAPPE N4 DANS LE SECTEUR BARCARES/LIDO – ZOOM SUR SN4BIS ..... 210

FIGURE 170 : SUIVI DE LA PIEZOMETRIE ET DE LA CONDUCTIVITE NORMALISEE DANS LE FORAGE CF3 SUR LE SECTEUR BARCARES/LIDO ..... 211
FIGURE 171 : SUIVI DE LA PIEZOMETRIE ET DE LA CONDUCTIVITE NORMALISEE DANS LE FORAGE CF4 SUR LE SECTEUR BARCARES/LIDO ..... 211
FIGURE 172 : EVOLUTION DES PRELEVEMENTS DANS LES AQUIFERES N3 ET N4 POUR L'AEP SUR LE SECTEUR BARCARES/LIDO ..... 212
FIGURE 173 : LOCALISATION DES COUPES LITHOLOGIQUES SUR LE SECTEUR TORREILLES/SAINTE-MARIE ..... 214
FIGURE 174 : COUPE LITHOLOGIQUE SCHEMATIQUE A TRAVERS LE SECTEUR TORREILLES ..... 215
FIGURE 175 : COUPE LITHOLOGIQUE SCHEMATIQUE A TRAVERS LE SECTEUR SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 216
FIGURE 176 : LOCALISATION DES OUVRAGES AEP + OUVRAGES PLIOCENES ET QUATERNAIRES SUR LE SECTEUR TORREILLES/SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 217
FIGURE 177 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LES FORAGES F1 ET F2 « AYCHUGADOU » - COMMUNE DE TORREILLES ..... 219
FIGURE 178 : VOLUMES MOYENS MENSUELS (2011-2019) PRELEVES POUR L'AEP SUR LES FORAGES F1 ET F2 « AYCHUGADOU » - COMMUNE DE TORREILLES ..... 220
FIGURE 179 : VOLUMES ANNUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LES FORAGES F1 ET F2 « AYCHUGADOU » - COMMUNE DE TORREILLES ..... 220
FIGURE 180 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS DEBIT SUR LES FORAGES F1 ET F2 « AYCHUGADOU » - COMMUNE DE TORREILLES ..... 221
FIGURE 181 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LES FORAGES F1 ET F2 « AYCHUGADOU » - COMMUNE DE TORREILLES ..... 222
FIGURE 182 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LE FORAGE F4 « AYCHUGADOU » - COMMUNE DE TORREILLES ..... 224
FIGURE 183 : VOLUMES MOYENS MENSUELS (1998-2020) PRELEVES POUR L'AEP SUR LE FORAGE F4 « AYCHUGADOU » - COMMUNE DE TORREILLES ..... 225
FIGURE 184 : VOLUMES ANNUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LE FORAGE F4 « AYCHUGADOU » - COMMUNE DE TORREILLES ..... 225
FIGURE 185 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS DEBIT SUR LE FORAGE F4 « AYCHUGADOU » - COMMUNE DE TORREILLES ..... 226
FIGURE 186 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LE FORAGE F4 « AYCHUGADOU » - COMMUNE DE TORREILLES ..... 227
FIGURE 187 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES POUR L'AEP SUR LA COMMUNE DE SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 229
FIGURE 188 : VOLUMES MOYENS MENSUELS (1998-2019) PRELEVES POUR L'AEP SUR LA COMMUNE DE SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 230
FIGURE 189 : VOLUMES ANNUELS PRELEVES POUR L'AEP SUR LA COMMUNE DE SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 230
FIGURE 190 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS DEBIT SUR LE FORAGE F2 – COMMUNE DE SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 231
FIGURE 191 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LE FORAGE F2 – COMMUNE DE SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 232
FIGURE 192 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS DEBIT SUR LE FORAGE F3 – COMMUNE DE SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 233
FIGURE 193 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LE FORAGE F3 – COMMUNE DE SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 234
FIGURE 194 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS DEBIT SUR LE FORAGE F4 – COMMUNE DE SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 235
FIGURE 195 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LE FORAGE F4 – COMMUNE DE SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 236
FIGURE 196 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP DE TORREILLES EN PERIODE DE HAUTES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) ..... 240

FIGURE 197 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP DE TORREILLES EN PERIODE DE BASSES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) ..... 241
FIGURE 198 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP DE TORREILLES EN PERIODE DE BASSES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE) - ZOOM ..... 242
FIGURE 199 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS L'AQUIFERE PLIOCENE A SAINTE-MARIE-LA-MER EN PERIODE DE HAUTES EAUX ..... 244
FIGURE 200 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS L'AQUIFERE PLIOCENE A SAINTE-MARIE-LA-MER EN PERIODE DE BASSES EAUX245
FIGURE 201 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS L'AQUIFERE PLIOCENE A SAINTE-MARIE-LA-MER EN PERIODE DE BASSES EAUX - ZOOM ..... 246
FIGURE 202 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU AU REPOS DANS LES AQUIFERES N3 ET N4 DANS LE SECTEUR TORREILLES (2015-2020) ..... 248
FIGURE 203 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU AU REPOS DANS LES AQUIFERES N3 ET N4 DANS LE SECTEUR SAINTE-MARIE-LA-MER (2015-2020) ..... 248
FIGURE 204 : CARTOGRAPHIE DES TENEURS EN CHLORURES DE 2017 A 2019 SUR LE SECTEUR TORREILLES/SAINTE-MARIE-LA-MER (SOURCE RESEAU CHLORURES ET EXPORT ADES) ..... 249
FIGURE 205 : EVOLUTION TEMPORELLE DE LA TENEUR EN CHLORURES SUR LE SECTEUR TORREILLES/SAINTE-MARIE-LA-MER (SOURCE RESEAU CHLORURES ET EXPORT ADES) ..... 250
FIGURE 206 : RELATION CONDUCTIVITE/CHLORURES SUR LE SECTEUR TORREILLES/SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 251
FIGURE 207 : RELATION ENTRE LA COTE DU TOP-CREPINES ET LES CHLORURES SUR LE SECTEUR TORREILLES/SAINTE-MARIE (SOURCES RESEAU CHLORURES 2016/2019) ..... 252
FIGURE 208 : DIAGRAPHIE CONDUCTIVITE (F1 TORREILLES A GAUCHE ET F2 SAINTE-MARIE-LA-MER A DROITE) MONTRANT UNE STRATIFICATION DE LA CONDUCTIVITE (BAISSE DE LA CONDUCTIVITE AVEC LA PROFONDEUR) ..... 253
FIGURE 209 : DIAGRAPHIE CONDUCTIVITE MONTRANT UNE HOMOGENEITE DE LA CONDUCTIVITE AVEC LA PROFONDEUR (F3 SAINTE-MARIE-LA-MER A GAUCHE) OU UNE STRATIFICATION INVERSEE DE LA CONDUCTIVITE (AUGMENTATION DE LA CONDUCTIVITE AVEC LA PROFONDEUR SUR F4 SAINTE-MARIE-LA-MER A DROITE) ..... 253
FIGURE 210 : DEGRE DE CORRELATION ($R^2$) ENTRE TENEUR EN CHLORURES ET CUMUL DES PLUIES MENSUELS AU PAS DE TEMPS 1 MOIS A 24 MOIS SUR LES OUVRAGES SUIVIS SUR LE SECTEUR TORREILLES/SAINTE-MARIE ..... 254
FIGURE 211 : RELATION ENTRE DEBIT SPECIFIQUE ET TENEUR EN CHLORURES DANS LES OUVRAGES AEP SUR LE SECTEUR TORREILLES/SAINTE-MARIE ..... 255
FIGURE 212 : RELATION ENTRE DEBIT DE POMPAGE ET CHLORURES SUR LE SECTEUR TORREILLES/SAINTE-MARIE ..... 256
FIGURE 213 : RELATION ENTRE DEBIT DE POMPAGE ET CONDUCTIVITE (EXEMPLE DU FORAGE F1 A TORREILLES) ..... 257
FIGURE 214 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES MESURES SUR F4 A TORREILLES ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR F1+F2+F4 A TORREILLES ET F2+F3+F4 A SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 260
FIGURE 215 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES MESURES SUR F4 A TORREILLES ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR F1+F2+F4 A TORREILLES ET F4 A SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 260
FIGURE 216 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES MESURES SUR F4 A TORREILLES ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR F1+F2+F4 A TORREILLES ..... 261
FIGURE 217 : EVOLUTION TEMPORELLE DE LA TENEUR EN CHLORURES SUR LE F4 TORREILLES ET DU CUMUL DE PRELEVEMENTS MENSUELS (12 MOIS) SUR LES 6 OUVRAGES AEP DE TORREILLES ET DE SAINTE-MARIE ..... 262
FIGURE 218 : EVOLUTION TEMPORELLE DE LA TENEUR EN CHLORURES SUR LE F4 TORREILLES ET DU CUMUL DE PRELEVEMENTS MENSUELS (12 MOIS) SUR LES 3 OUVRAGES AEP DE TORREILLES + F4 SAINTE-MARIE ..... 263
FIGURE 219 : EVOLUTION TEMPORELLE DE LA TENEUR EN CHLORURES SUR LE F4 TORREILLES ET DU CUMUL DE PRELEVEMENTS MENSUELS (4 MOIS) SUR LES 3 OUVRAGES AEP DE TORREILLES ..... 263
FIGURE 220 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES MESURES SUR F2 A TORREILLES ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR F1+F2 A TORREILLES ..... 264
FIGURE 221 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES MESURES SUR F2 A TORREILLES ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR F1+F2+F4 A TORREILLES ..... 265

FIGURE 222 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES MESURES SUR F4 A SAINTE-MARIE ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR LES OUVRAGES AEP DE SAINTE-MARIE-LA-MER, DE TORREILLES ET LES FORAGES AEP CANET « CENTRE-VILLE » (F1BIS/F4BIS/F9) ..... 266
FIGURE 223 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES MESURES SUR F4 A SAINTE-MARIE-LA-MER ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR LES OUVRAGES AEP DE SAINTE-MARIE ET DE TORREILLES ..... 267
FIGURE 224 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES MESURES (2019-2020) ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR F4 A SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 268
FIGURE 225 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES MESURES SUR F4 A SAINTE-MARIE ET LE CUMUL (2019-2020) DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR LES OUVRAGES AEP DE SAINTE-LA-MARIE-LA-MER ET DE TORREILLES ..... 269
FIGURE 226 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES MESURES SUR F4 A SAINTE-MARIE-LA-MER (2019-2020) ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR LES OUVRAGES AEP DE SAINTE-MARIE-LA-MER, DE TORREILLES ET LES FORAGES AEP CANET « CENTRE-VILLE » (F1BIS/F4BIS/F9) ..... 269
FIGURE 227 : EVOLUTION TEMPORELLE DE LA TENEUR EN CHLORURES SUR LE F4 SAINTE-MARIE-LA-MER ET DU CUMUL DE PRELEVEMENTS MENSUELS (12 MOIS) SUR LES 9 OUVRAGES AEP DE SAINTE-MARIE-LA-MER, DE TORREILLES ET CANET « CENTRE-VILLE » ..... 270
FIGURE 228 : EVOLUTION TEMPORELLE DE LA TENEUR EN CHLORURES SUR LE F4 SAINTE-MARIE-LA-MER ET DU CUMUL DE PRELEVEMENTS MENSUELS (12 MOIS) SUR LES 6 OUVRAGES AEP DE SAINTE-MARIE ET DE TORREILLES ..... 271
FIGURE 229 : EVOLUTION TEMPORELLE DE LA TENEUR EN CHLORURES SUR LE F4 SAINTE-MARIE-LA-MER ET DU CUMUL DE PRELEVEMENTS MENSUELS (2 MOIS) SUR LES 9 OUVRAGES AEP DE SAINTE-MARIE, DE TORREILLES ET CANET « CENTRE-VILLE » (F1BIS/F4BIS/F9) ..... 271
FIGURE 230 : RELATION ENTRE VOLUMES MENSUELS PRELEVES ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE AEP F2 A SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 273
FIGURE 231 : RELATION ENTRE VOLUMES MENSUELS PRELEVES ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE AEP F3 A SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 274
FIGURE 232 : RELATION ENTRE VOLUMES MENSUELS PRELEVES ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE AEP F4 A SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 275
FIGURE 233 : EVOLUTION DES CHLORURES MENSUELS VS CONDUCTIVITE ET VOLUMES MENSUELS PRELEVES SUR LE FORAGE AEP F4 A SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 276
FIGURE 234 : RELATION ENTRE VOLUMES MENSUELS PRELEVES ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE AEP F1 A TORREILLES ..... 277
FIGURE 235 : RELATION ENTRE VOLUMES MENSUELS PRELEVES ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE AEP F4 A TORREILLES ..... 278
FIGURE 236 : EVOLUTION DES CHLORURES VS CONDUCTIVITE ET VOLUMES PRELEVES SUR LE FORAGE AEP F4 A TORREILLES ..... 279
FIGURE 237 : RELATION DUREE DE PRELEVEMENT ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE AEP F1 A TORREILLES ..... 281
FIGURE 238 : RELATION DUREE DE PRELEVEMENT ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE AEP F4 A TORREILLES ..... 282
FIGURE 239 : RELATION DUREE DE PRELEVEMENT ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE AEP F2 A SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 283
FIGURE 240 : RELATION DUREE DE PRELEVEMENT ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE AEP F3 A SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 284
FIGURE 241 : RELATION DUREE DE PRELEVEMENT ET CONDUCTIVITE SUR LE FORAGE AEP F4 A SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 285
FIGURE 242 : SUIVI DE LA CONDUCTIVITE A 15' SUR LE FORAGE AEP F4 A SAINTE-MARIE-LA-MER (PERIODE DE FAIBLE EXPLOITATION) ..... 286
FIGURE 243 : CONDUCTIVITE INSTANTANEE A L'AFFICHAGE SUR LE FORAGE AEP A SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 287
FIGURE 244 : SUIVI DE LA CONDUCTIVITE A 15' SUR LE FORAGE AEP F4 A SAINTE-MARIE-LA-MER (PERIODE DE FORTE EXPLOITATION) ..... 287
FIGURE 245 : SUIVI DE LA CONDUCTIVITE A 15' SUR LE FORAGE AEP F4 A SAINTE-MARIE-LA-MER (PERIODE 2018-2020) ..... 288
FIGURE 246 : RELATION ENTRE NOMBRE D'OUVRAGES DE PRELEVEMENT ENVIRONNANTS ET CHLORURES SUR LE SECTEUR TORREILLES/SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 289
FIGURE 247 : RELATION ENTRE LE NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN (1, 2 ET 3 MOIS) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE PIEZOMETRE F3 DE TORREILLES (BSS002MQMV) ..... 291
FIGURE 248 : RELATION ENTRE LE NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN (1, 2 ET 3 MOIS) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE PIEZOMETRE F1N4 DE SAINTE-MARIE-LA-MER (BSS002MRJF) ..... 291

FIGURE 249 : RELATION ENTRE LE NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN (1, 2 ET 3 MOIS) DANS LE PIEZOMETRE F3 TORREILLES (BSS002MQMV) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE FORAGE AEP F4 DE SAINTE-MARIE ..... 293
FIGURE 250 : RELATION ENTRE LE NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN (1, 2 ET 3 MOIS) DANS LE PIEZOMETRE F3 TORREILLES (BSS002MQMV) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE FORAGE AEP F4 DE TORREILLES ..... 293
FIGURE 251 : RELATION ENTRE LE NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN (1, 2 ET 3 MOIS) DANS LE PIEZOMETRE F1N4 (BSS002MRJF) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE FORAGE AEP F3 DE SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 294
FIGURE 252 : EVOLUTION TEMPORELLE DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN A 1 ET 3 MOIS DANS LE PIEZOMETRE F3 TORREILLES (BSS002MQMV) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE FORAGE AEP F4 DE SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 294
FIGURE 253 : RELATION ENTRE LA TENEUR EN CHLORURES ET LES SEUILS PIEZOMETRIQUES DANS LE PIEZOMETRE F3 TORREILLES (BSS002MQMV) ..... 295
FIGURE 254 : RELATION ENTRE LA TENEUR EN CHLORURES ET LES SEUILS PIEZOMETRIQUES DANS LE PIEZOMETRE F1N4 SAINTE-MARIE-LA-MER (BSS002MRJF) ..... 296
FIGURE 255 : RELATION ENTRE LE NOMBRE DE JOURS PAR AN SOUS UN SEUIL PIEZOMETRIQUE SUR LE PIEZOMETRE F3 DE TORREILLES (BSS002MQMV) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE FORAGE AEP F4 A SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 297
FIGURE 256 : EVOLUTION TEMPORELLE DU NOMBRE DE JOUR PAR AN SOUS LE SEUIL +2 MNGF DANS LE PIEZOMETRE F3 TORREILLES (BSS002MQMV) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE FORAGE AEP F4 A SAINTE-MARIE ..... 297
FIGURE 257 : EVOLUTION DES PRELEVEMENTS DANS LES AQUIFERES N3 ET N4 POUR L'AEP DANS LE SECTEUR DE TORREILLES ..... 298
FIGURE 258 : EVOLUTION DES PRELEVEMENTS DANS LES AQUIFERES N3 ET N4 POUR L'AEP DANS LE SECTEUR DE SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 299
FIGURE 259 : LOCALISATION DE LA COUPE LITHOLOGIQUE SUR LE SECTEUR CANET/SAINT-NAZAIRE ..... 301
FIGURE 260 : COUPE LITHOLOGIQUE SCHEMATIQUE A TRAVERS LE SECTEUR CANET/SAINT-NAZAIRE ..... 302
FIGURE 261 : LOCALISATION DES OUVRAGES AEP + OUVRAGES PLIOCENES ET QUATERNAIRES SUR LE SECTEUR CANET/SAINT-NAZAIRE ..... 303
FIGURE 262 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES POUR L'AEP SUR LA COMMUNE DE CANET-EN-ROUSSILLON – ZONE DE CAPTAGE NORD ..... 305
FIGURE 263 : VOLUMES MOYENS MENSUELS (1998-2019) PRELEVES POUR L'AEP SUR LA COMMUNE DE CANET-EN-ROUSSILLON – ZONE DE CAPTAGE NORD ..... 306
FIGURE 264 : VOLUMES ANNUELS PRELEVES POUR L'AEP SUR LA COMMUNE DE CANET-EN-ROUSSILLON – ZONE DE CAPTAGE NORD ..... 306
FIGURE 265 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS DEBIT SUR LE FORAGE F4BIS – COMMUNE DE CANET-EN-ROUSSILLON ..... 307
FIGURE 266 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS DEBIT SUR LE FORAGE F9 – COMMUNE DE CANET-EN-ROUSSILLON308
FIGURE 267 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LE FORAGE F1BIS – COMMUNE DE CANET-EN-ROUSSILLON ..... 309
FIGURE 268 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LE FORAGE F4BIS – COMMUNE DE CANET-EN-ROUSSILLON ..... 310
FIGURE 269 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LE FORAGE F9 – COMMUNE DE CANET-EN-ROUSSILLON ..... 311
FIGURE 270 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LES FORAGES ISOLES F7, F8 ET F10 – COMMUNE DE CANET-EN-ROUSSILLON ..... 313
FIGURE 271 : VOLUMES MOYENS MENSUELS (1998-2019) PRELEVES POUR L'AEP SUR LES FORAGES ISOLES F7, F8 ET F10 – COMMUNE DE CANET-EN-ROUSSILLON ..... 314
FIGURE 272 : VOLUMES ANNUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LES FORAGES ISOLES F7, F8 ET F10 – COMMUNE DE CANET-EN-ROUSSILLON ..... 314
FIGURE 273 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS DEBIT SUR LE FORAGE F7 – COMMUNE DE CANET-EN-ROUSSILLON315
FIGURE 274 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LE FORAGE F7 – COMMUNE DE CANET-EN-ROUSSILLON ..... 316
FIGURE 275 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS DEBIT SUR LE FORAGE F8 – COMMUNE DE CANET-EN-ROUSSILLON317

FIGURE 276 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LE FORAGE F8 – COMMUNE DE CANET-EN-ROUSSILLON ..... 318
FIGURE 277 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS DEBIT SUR LE FORAGE F10 – COMMUNE DE CANET-EN-ROUSSILLON ..... 319
FIGURE 278 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2018 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LE FORAGE F10 – COMMUNE DE CANET-EN-ROUSSILLON ..... 320
FIGURE 279 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LA COMMUNE DE SAINT-NAZAIRE ..... 322
FIGURE 280 : VOLUMES MOYENS MENSUELS (1998-2020) PRELEVES POUR L'AEP SUR LA COMMUNE DE SAINT-NAZAIRE ..... 323
FIGURE 281 : VOLUMES ANNUELS PRELEVES DEPUIS 1998 POUR L'AEP SUR LA COMMUNE DE SAINT-NAZAIRE ..... 323
FIGURE 282 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2017 VS DEBIT SUR LE FORAGE F5 - COMMUNE DE SAINT-NAZAIRE ..... 324
FIGURE 283 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2017 VS DEBIT SUR LE FORAGE F6 - COMMUNE DE SAINT-NAZAIRE ..... 325
FIGURE 284 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2017 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LE FORAGE F5 - COMMUNE DE SAINT-NAZAIRE ..... 326
FIGURE 285 : VOLUMES MENSUELS PRELEVES DEPUIS 2017 VS TEMPS DE POMPAGE SUR LE FORAGE F6 - COMMUNE DE SAINT-NAZAIRE ..... 327
FIGURE 286 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS L'AQUIFERE PLIOCENE DANS LE FORAGE F9 A CANET ..... 329
FIGURE 287 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP DE CANET « CENTRE-VILLE » EN PERIODE DE HAUTES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE ET NIVEAUX D'EAU NON CALES EN M NGF) ..... 331
FIGURE 288 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP DE CANET « CENTRE-VILLE » EN PERIODE DE BASSES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE ET NIVEAUX D'EAU NON CALES EN M NGF) ..... 332
FIGURE 289 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP DE CANET F7, F8 ET F10 EN PERIODE DE HAUTES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE ET NON CALES EN M NGF POUR F7 ET F8) ..... 334
FIGURE 290 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP DE CANET F7, F8 ET F10 EN PERIODE DE BASSES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE ET NON CALES EN M NGF POUR F7 ET F8) ..... 335
FIGURE 291 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP DE SAINT-NAZAIRE F5 ET F6 EN PERIODE DE HAUTES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE ET NIVEAUX D'EAU NON CALES EN M NGF) ..... 337
FIGURE 292 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES FORAGES AEP DE SAINT-NAZAIRE F5 ET F6 EN PERIODE DE BASSES EAUX (SANS PERTES DE CHARGE QUADRATIQUE ET NIVEAUX D'EAU NON CALES EN M NGF) ..... 338
FIGURE 293 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU AU REPOS DANS L'AQUIFERE PLIOCENE DANS LE SECTEUR CANET/SAINT-NAZAIRE (2000-2020) ..... 339
FIGURE 294 : EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU AU REPOS DANS L'AQUIFERE PLIOCENE DANS LE SECTEUR CANET/SAINT-NAZAIRE (ZOOM 2017-2020) ..... 340
FIGURE 295 : CARTOGRAPHIE DES TENEURS EN CHLORURES DE 2017 A 2019 SUR LE SECTEUR CANET/SAINT-NAZAIRE (SOURCE RESEAU CHLORURES ET EXPORT ADES) ..... 341
FIGURE 296 : EVOLUTION TEMPORELLE DE LA TENEUR EN CHLORURES SUR LE SECTEUR CANET/SAINT-NAZAIRE (SOURCE RESEAU CHLORURES ET EXPORT ADES) ..... 342
FIGURE 297 : RELATION CONDUCTIVITE/CHLORURES SUR LE SECTEUR CANET/SAINT-NAZAIRE ..... 343
FIGURE 298 : RELATION ENTRE LA COTE DU TOP-CREPINE ET LES CHLORURES SUR LE SECTEUR CANET/SAINT-NAZAIRE (SOURCES RESEAU CHLORURES 2016/2019) ..... 344
FIGURE 299 : DIAGRAPHIES DE CONDUCTIVITE (F10 A GAUCHE ET F5 A DROITE) MONTRANT UNE STRATIFICATION DE LA CONDUCTIVITE (BAISSE DE LA CONDUCTIVITE AVEC LA PROFONDEUR) ..... 345
FIGURE 300 : DIAGRAPHIE DE CONDUCTIVITE MONTRANT UNE NON STRATIFICATION DE LA CONDUCTIVITE AVEC LA PROFONDEUR (F8) ..... 345
FIGURE 301 : DEGRE DE CORRELATION ($R^2$) ENTRE TENEUR EN CHLORURES ET CUMUL DES PLUIES MENSUELS AU PAS DE TEMPS 1 MOIS A 24 MOIS SUR LES OUVRAGES SUIVIS SUR LE SECTEUR CANET/SAINT-NAZAIRE ..... 346
FIGURE 302 : RELATION ENTRE DEBIT SPECIFIQUE ET TENEUR EN CHLORURES DANS LES OUVRAGES AEP SUR LE SECTEUR CANET/SAINT-NAZAIRE ..... 347
FIGURE 303 : RELATION ENTRE DEBIT DE POMPAGE ET CHLORURES SUR LE SECTEUR CANET/SAINT-NAZAIRE ..... 348
FIGURE 304 : RELATION ENTRE DEBIT DE POMPAGE ET CONDUCTIVITE (EXEMPLE DU FORAGE F10 A CANET) ..... 349

FIGURE 305 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES MESURES SUR F8 CANET (2019-2020) ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR LES OUVRAGES F1BIS, F4BIS, F9, F8 ET F10 A CANET ..... 353
FIGURE 306 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES SUR F6 ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR F5+F6 A SAINT-NAZAIRE ..... 356
FIGURE 307 : EVOLUTION TEMPORELLE DE LA TENEUR EN CHLORURES SUR LE F6 SAINT-NAZAIRE ET DU CUMUL DE PRELEVEMENTS MENSUELS (2 MOIS) SUR LES 2 OUVRAGES AEP DE SAINT-NAZAIRE ..... 356
FIGURE 308 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES SUR LE FORAGE DU CAMPING AQUA DULCE (BSS002MRJP) ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR F5+F6 A SAINT-NAZAIRE ..... 358
FIGURE 309 : EVOLUTION TEMPORELLE DE LA TENEUR EN CHLORURES SUR LE FORAGE DU CAMPING AQUA DULCE (BSS002MRJP) ET DU CUMUL DE PRELEVEMENTS MENSUELS (2 MOIS) SUR LES 2 OUVRAGES AEP DE SAINT-NAZAIRE ..... 358
FIGURE 310 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES SUR LE FORAGE DU MAS REY (BSS002MRLZ) ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR F5+F6 A SAINT-NAZAIRE ET F10 A CANET ..... 360
FIGURE 311 : EVOLUTION TEMPORELLE DE LA TENEUR EN CHLORURES SUR LE FORAGE DU MAS REY (BSS002MRLZ) ET DU CUMUL DE PRELEVEMENTS MENSUELS (4 MOIS) SUR LES 3 OUVRAGES AEP F5/F6 A SAINT-NAZAIRE ET F10 A CANET ..... 360
FIGURE 312 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES SUR LE FORAGE DE L'USINE ALU SICRE (BSS002MRHF) ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR L'OUVRAGE AEP F1BIS A CANET ..... 363
FIGURE 313 : EVOLUTION TEMPORELLE DE LA TENEUR EN CHLORURES SUR LE FORAGE DE L'USINE ALU SICRE (BSS002MRHF) ET DU CUMUL DE PRELEVEMENTS MENSUELS (5 MOIS) SUR LE FORAGE AEP F1BIS A CANET ..... 363
FIGURE 314 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES SUR LE PIEZOMETRE PHARE (BSS002MRKJ) ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR L'OUVRAGE AEP F8 ..... 365
FIGURE 315 : CORRELATION ENTRE LES CHLORURES SUR LE FORAGE DU CAMPING DU MAR ESTANG (BSS002MRJV) ET LE CUMUL DES PRELEVEMENTS MENSUELS SUR L'OUVRAGE AEP F7 ..... 365
FIGURE 316 : EVOLUTION TEMPORELLE DE LA TENEUR EN CHLORURES SUR LE PIEZOMETRE PHARE (BSS002MRKJ) ET DU CUMUL DE PRELEVEMENTS MENSUELS (3 MOIS) SUR LE FORAGE AEP F8 A CANET ..... 366
FIGURE 317 : EVOLUTION TEMPORELLE DE LA TENEUR EN CHLORURES SUR LE FORAGE DU CAMPING DU MAR ESTANG (BSS002MRJV) ET DU CUMUL DE PRELEVEMENTS MENSUELS (12 MOIS) SUR LE FORAGE AEP F7 A CANET ..... 366
FIGURE 318 : RELATION ENTRE VOLUMES MENSUELS PRELEVES ET CONDUCTIVITE (EXEMPLE DU FORAGE AEP F10 A CANET) ..... 368
FIGURE 319 : RELATION ENTRE VOLUMES MENSUELS PRELEVES ET CONDUCTIVITE (EXEMPLE DU FORAGE AEP F6 A SAINT-NAZAIRE) ..... 369
FIGURE 320 : RELATION ENTRE VOLUMES MENSUELS PRELEVES ET CONDUCTIVITE (EXEMPLE DU FORAGE AEP F5 A SAINT-NAZAIRE) ..... 370
FIGURE 321 : RELATION ENTRE VOLUMES MENSUELS PRELEVES ET CONDUCTIVITE ININTERPRETABLE (EXEMPLE DU FORAGE AEP F9 A CANET) ..... 371
FIGURE 322 : RELATION DUREE DE PRELEVEMENT ET CONDUCTIVITE (EXEMPLE DU FORAGE AEP F5 A SAINT-NAZAIRE) ..... 372
FIGURE 323 : RELATION DUREE DE PRELEVEMENT ET CONDUCTIVITE (EXEMPLE DU FORAGE AEP F6 A SAINT-NAZAIRE) ..... 373
FIGURE 324 : RELATION DUREE DE PRELEVEMENT ET CONDUCTIVITE (EXEMPLE DU FORAGE AEP F10 A CANET) ..... 374
FIGURE 325 : RELATION ENTRE NOMBRE D'OUVRAGES DE PRELEVEMENT ENVIRONNANTS ET CHLORURES SUR LE SECTEUR CANET/SAINT-NAZAIRE ..... 375
FIGURE 326 : RELATION ENTRE LE NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN (1, 2 ET 3 MOIS) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE PIEZOMETRE PHARE (BSS002MRKJ) ..... 376
FIGURE 327 : RELATION ENTRE LE NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN (1, 2 ET 3 MOIS) ET LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE PIEZOMETRE GOLF (BSS002MUUL) ..... 377
FIGURE 328 : EVOLUTION DES PRELEVEMENTS DANS L'AQUIFERE PLIOCENE POUR L'AEP DANS LE SECTEUR CANET/SAINT-NAZAIRE 380

# Liste des tableaux

TABLEAU 1 : LISTE DES FORAGES AEP AU DROIT DE LA ZONE D'ETUDE ..... 31
TABLEAU 2 : SYNTHESE DES PRELEVEMENTS AEP SUR SAINT-LAURENT-DE-LA-SALANQUE ..... 72
TABLEAU 3 : SYNTHESE DES PRELEVEMENTS AEP SUR SAINT-HIPPOLYTE ..... 72
TABLEAU 4 : SYNTHESE DE LA PIEZOMETRIE DANS LES OUVRAGES SUIVIS EN SALANQUE (AEP + RESEAU SMNPR) ..... 106
TABLEAU 5 : NIVEAUX LES PLUS RICHES EN CHLORURES DANS LES FORAGES AEP EN SALANQUE ..... 109
TABLEAU 6 : SYNTHESE DES PRELEVEMENTS AEP SUR LE SECTEUR BARCARES-LIDO ..... 147
TABLEAU 7 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE LA TENEUR EN CHLORURES DANS LES FORAGES DU SECTEUR SUD BARCARES ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 171
TABLEAU 8 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE LA TENEUR EN CHLORURES DANS LES FORAGES DU SECTEUR NORD BARCARES ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 175
TABLEAU 9 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE LA TENEUR EN CHLORURES DANS LE FORAGE AEP CF3 ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 179
TABLEAU 10 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE TENEUR EN CHLORURES SUR CF3 A LEUCATE (SANS L'ANALYSE DE JUILLET 2020) ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 182
TABLEAU 11 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE TENEUR EN CHLORURES SUR CF3 A LEUCATE (AVEC L'ANALYSE DE JUILLET 2020) ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 182
TABLEAU 12 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE LA TENEUR EN CHLORURES ET LES NIVEAUX PIEZOMETRIQUES MOYENS DANS LES PIEZOMETRES DU RESEAU DANS LE SECTEUR BARCARES/LIDO ..... 191
TABLEAU 13 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE LA TENEUR EN CHLORURES DANS LES FORAGES SUIVIS ET LE NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN SUR LES PIEZOMETRES CONSIDERES ..... 194
TABLEAU 14 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE LA TENEUR EN CHLORURES ET LES SEUILS PIEZOMETRIQUES DANS LES PIEZOMETRES DU RESEAU DANS LE SECTEUR BARCARES/LIDO ..... 203
TABLEAU 15 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE LA TENEUR EN CHLORURES DANS LES FORAGES SUIVIS ET LE NOMBRE DE JOURS SOUS LE NIVEAU SEUIL SUR LES PIEZOMETRES CONSIDERES ..... 204
TABLEAU 16 : SYNTHESE DES PRELEVEMENTS AEP SUR TORREILLES ..... 237
TABLEAU 17 : SYNTHESE DES PRELEVEMENTS AEP SUR SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 237
TABLEAU 18 : NIVEAUX LES PLUS RICHES EN CHLORURES DANS LES FORAGES AEP SUR LE SECTEUR TORREILLES/SAINTE-MARIE D'APRES LES DONNEES DE DIAGRAPHIE ..... 251
TABLEAU 19 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE TENEUR EN CHLORURES SUR F4 A TORREILLES ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 259
TABLEAU 20 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE TENEUR EN CHLORURES (2019-2020) SUR F4 A TORREILLES ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 261
TABLEAU 21 : SEUIL DE CUMUL DE PRELEVEMENTS MENSUELS SELON LES VALEURS DE LA TENEUR EN CHLORURES SUR F4 A TORREILLES ..... 262
TABLEAU 22 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE TENEUR EN CHLORURES SUR F1 ET F2 A TORREILLES ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 264
TABLEAU 23 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE TENEUR EN CHLORURES SUR F4 A SAINTE-MARIE-LA-MER ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 265
TABLEAU 24 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE TENEUR EN CHLORURES (2019-2020) SUR F4 A SAINTE-MARIE-LA-MER ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 267
TABLEAU 25 : SEUIL DE CUMUL DE PRELEVEMENTS MENSUELS SELON LES VALEURS DE LA TENEUR EN CHLORURES SUR F4 A SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 270

TABLEAU 26 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE TENEUR EN CHLORURES SUR LE FORAGE DU CAMPING LA PERGOLA (BSS002MRGK) A SAINTE-MARIE-LA-MER ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 272
TABLEAU 27 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE LA TENEUR EN CHLORURES ET LES NIVEAUX PIEZOMETRIQUES MOYENS DANS LES PIEZOMETRES DU RESEAU DANS LE SECTEUR TORREILLES/SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 290
TABLEAU 28 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE LA TENEUR EN CHLORURES DANS LES FORAGES SUIVIS ET LE NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN SUR LES PIEZOMETRES CONSIDERES ..... 292
TABLEAU 29 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE LA TENEUR EN CHLORURES ET LES SEUILS PIEZOMETRIQUES DANS LES PIEZOMETRES DU RESEAU DANS LE SECTEUR TORREILLES/SAINTE-MARIE-LA-MER ..... 295
TABLEAU 30 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE LA TENEUR EN CHLORURES DANS LES FORAGES SUIVIS ET LE NOMBRE DE JOURS SOUS LE NIVEAU SEUIL SUR LES PIEZOMETRES CONSIDERES ..... 296
TABLEAU 31 : SYNTHESE DES PRELEVEMENTS AEP SUR CANET-EN-ROUSSILLON ..... 328
TABLEAU 32 : SYNTHESE DES PRELEVEMENTS AEP SUR SAINT-NAZAIRE ..... 328
TABLEAU 33 : NIVEAUX LES PLUS RICHES EN CHLORURES DANS LES FORAGES AEP SUR LE SECTEUR CANET/SAINT-NAZAIRE D'APRES LES DONNEES DE DIAGRAPHIE ..... 343
TABLEAU 34 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE TENEUR EN CHLORURES SUR LE FORAGE AEP F1BIS A CANET-EN-ROUSSILLON ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 351
TABLEAU 35 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE TENEUR EN CHLORURES SUR LE FORAGE AEP F4 A CANET-EN-ROUSSILLON ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 351
TABLEAU 36 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE TENEUR EN CHLORURES SUR LE FORAGE AEP F9 A CANET-EN-ROUSSILLON ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 352
TABLEAU 37 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE TENEUR EN CHLORURES SUR LE FORAGE AEP F8 A CANET-EN-ROUSSILLON ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 352
TABLEAU 38 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE TENEUR EN CHLORURES SUR F8 A CANET ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 353
TABLEAU 39 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE TENEUR EN CHLORURES SUR LE FORAGE AEP F10 A CANET-EN-ROUSSILLON ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 354
TABLEAU 40 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE TENEUR EN CHLORURES SUR LE FORAGE AEP F7 A CANET-EN-ROUSSILLON ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 354
TABLEAU 41 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE TENEUR EN CHLORURES SUR F5 A SAINT-NAZAIRE ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 355
TABLEAU 42 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE TENEUR EN CHLORURES SUR F6 A SAINT-NAZAIRE ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 355
TABLEAU 43 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE TENEUR EN CHLORURES DANS LES FORAGES PRIVES DE SAINT-NAZAIRE ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS F5+F6 ..... 357
TABLEAU 44 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE TENEUR EN CHLORURES DANS LES FORAGES A L'OUEST DE L'ETANG DE CANET ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 359
TABLEAU 45 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE TENEUR EN CHLORURES DANS LES FORAGES A L'OUEST DE L'ETANG DE CANET ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES ENVIRONNANTS ..... 362
TABLEAU 46 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE TENEUR EN CHLORURES SUR LES OUVRAGES SUIVIS A L'EST DE L'ETANG ET LES VOLUMES PRELEVES DANS LES FORAGES AEP ENVIRONNANTS ..... 364
TABLEAU 47 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE LA TENEUR EN CHLORURES ET LES NIVEAUX PIEZOMETRIQUES MOYENS DANS LES PIEZOMETRES DU RESEAU DANS LE SECTEUR CANET/SAINT-NAZAIRE ..... 376
TABLEAU 48 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE LA TENEUR EN CHLORURES DANS LES FORAGES SUIVIS ET LE NIVEAU PIEZOMETRIQUE MOYEN SUR LES PIEZOMETRES CONSIDERES ..... 377
TABLEAU 49 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE LA TENEUR EN CHLORURES ET LES SEUILS PIEZOMETRIQUES DANS LES PIEZOMETRES DU RESEAU DANS LE SECTEUR CANET/SAINT-NAZAIRE ..... 378
TABLEAU 50 : DEGRE DE CORRELATION $R^2$ ENTRE LA TENEUR EN CHLORURES DANS LES FORAGES SUIVIS ET LE NOMBRE DE JOURS SOUS LE NIVEAU SEUIL SUR LES PIEZOMETRES CONSIDERES ..... 378
TABLEAU 51 : EVOLUTION DES PRELEVEMENTS DANS LES FORAGES AEP AU DROIT DE LA ZONE D'ETUDE ..... 383

# Liste des annexes

ANNEXE 1 : COUPES LITHOLOGIQUES ET TECHNIQUES DES OUVRAGES AEP ET DES PIEZOMETRES DE SUIVIS DE LA SALANQUE..... 389
ANNEXE 2 : COUPES LITHOLOGIQUES ET TECHNIQUES DES OUVRAGES AEP SUR LE SECTEUR BARCARES/LIDO ..... 404
ANNEXE 3 : COUPES LITHOLOGIQUES DES OUVRAGES AEP ET DES PIEZOMETRES DE SUIVIS SUR LE SECTEUR TORREILLES/SAINTE-MARIE-LA-MER..... 407
ANNEXE 4 : COUPES LITHOLOGIQUES DES OUVRAGES AEP ET DES PIEZOMETRES DE SUIVIS SUR LE SECTEUR CANET/SAINT-NAZAIRE 417

# 1 PREAMBULE

## 1.1 Objet de l'étude - le contexte

**Le Syndicat Mixte pour la protection et la gestion des Nappes de la Plaine du Roussillon (SMNPR)** est le maître d'ouvrage de cette étude intitulée « *définition des modalités de prélèvements dans les nappes souterraines sur la bordure côtière nord (BCN) de la plaine du Roussillon pour prévenir les intrusions salines* ».

La plaine du Roussillon est un vaste réservoir d'eau qui permet aujourd'hui l'alimentation en eau potable de 98% de la population de la plaine. C'est l'une des clés économiques majeures du territoire au regard de l'activité agricole et touristique. C'est pourquoi le SDAGE Rhône-Méditerranée a classé ce réservoir en tant que "ressource majeure d'enjeu départemental à régional à préserver pour l'alimentation en eau potable". Cette ressource est fragile et épuisable.

Sur le secteur de la BCN (zone Nord-Est de la Plaine du Roussillon), la pression anthropique sur la ressource est telle (forts prélèvements) que l'on observe désormais par endroit une dégradation de la qualité de l'eau vis-à-vis, entre autres, du paramètre chlorures en lien direct avec les intrusions salines.

La présente étude lancée par le SMNPR vise donc à définir une gestion des prélèvements AEP pour une exploitation de façon durable des eaux du réservoir pliocène sur le secteur BCN sans engendrer de dégradation quantitative (abaissement trop fort de la piézométrie) et qualitative (risque d'intrusions salines).

Ce projet découle en partie de l'Etude des Volumes Prélevables (EVP) sur les nappes plio-quaternaires de la Plaine du Roussillon achevée en 2014, qui préconise sur le secteur BCN une baisse des prélèvements estivaux de l'ordre de 10% permettant de réduire les prélèvements annuels actuels de 5 300 00 $m^3$ à 4 900 000 $m^3$ dans l'avenir.

En 2016, un travail de stage universitaire avait été amorcé sur cette problématique d'intrusions salines au droit de la BCN.

Aujourd'hui, l'étude lancée par le SMNPR s'articule selon 3 axes de travail qui sont présentés dans le CCTP :

1. Etape 1 : Une analyse et une critique des moyens de surveillance actuels de l'aquifère sur l'aspect quantité et qualité + acquisition de nouvelles données (suivi analytique mensuel chlorures/conductivité sur 11 forages) ;
2. Etape 2 : Une analyse des corrélations existantes entre prélèvements, piézométrie et évolution de la concentration en chlorures dans les eaux pompées ;
3. Etape 3 : Des propositions de modalités de gestion pour une exploitation durable de la ressource.

Le présent rapport rend compte de l'étape 2.

## 1.2 Le territoire d'étude

La plaine du Roussillon est aujourd'hui sectorisée en 6 grands domaines sur la base de critères géologiques, hydrogéologiques et des activités économiques (Figure 1) :

- Vallée de l'Agly-Salanque ;
- Aspres-Réart ;
- Bordure côtière Nord (BCN);
- Bordure côtière Sud (BCS) ;
- Vallée de la Têt ;
- Vallée du Tech.

La zone d'étude s'étend sur 8 communes et couvre environ 175 km² :

- 6 communes sur la Bordure Côtière Nord (BCN) : Leucate, Le Barcarès, Toreilles, Saint-Hippolyte, Saint-Laurent-de-la-Salanque et Sainte-Marie-la-Mer ;
- 2 communes sur la Bordure Côtière Sud (BCS) : Canet-en-Roussillon et Saint-Nazaire.

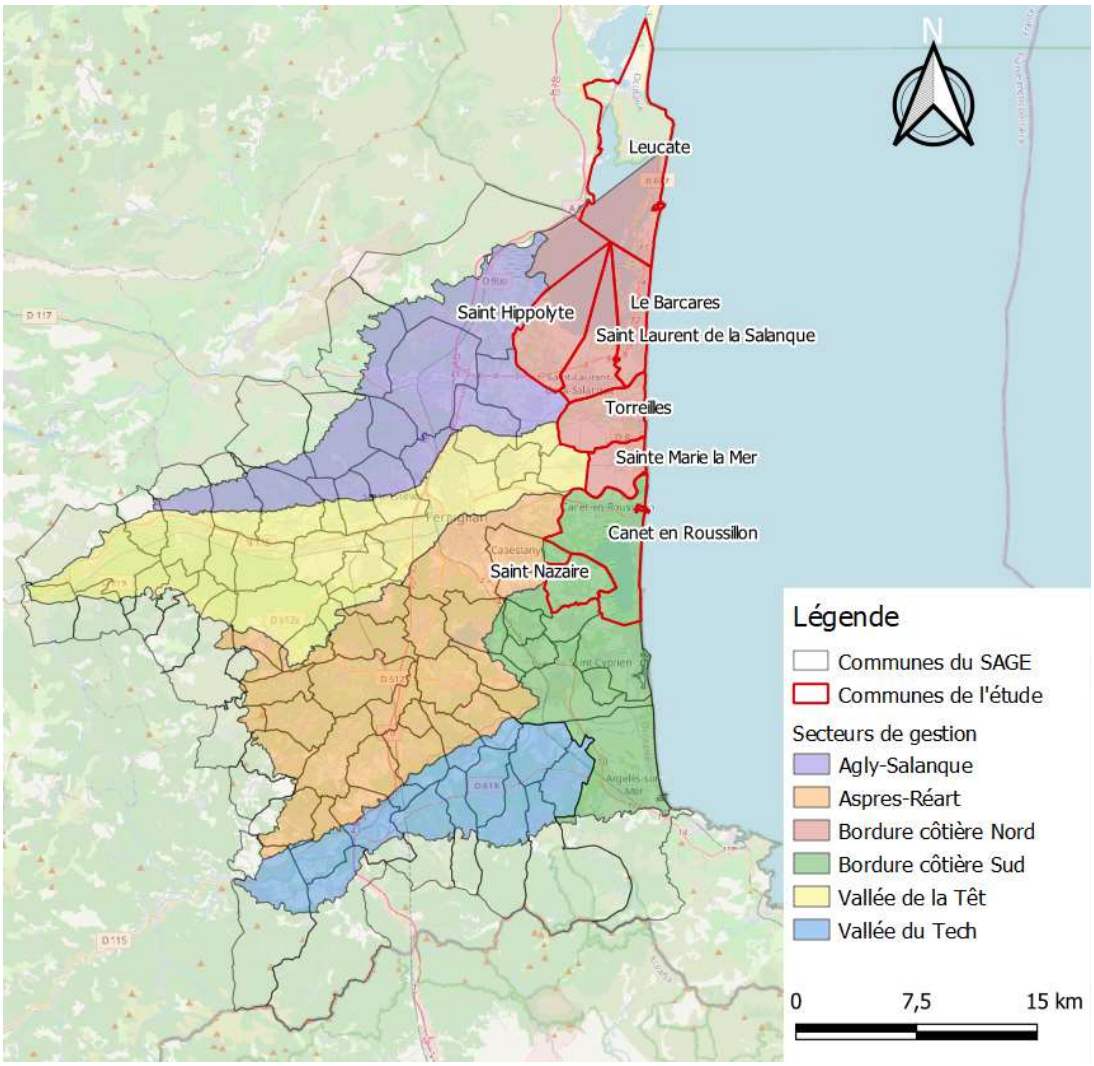



**Figure 1 : Localisation de la zone d'étude au sein de la plaine du Roussillon**

## 1.3 Données disponibles

Pour mener à bien cette étude, nous avons utilisé, les données de débits, de volumes, de la piézométrie, de conductivité, des précipitations et des analyses chlorures issues des bases de données suivantes :

- SAUR : données d'exploitation des ouvrages AEP (niveau, conductivité, débit) - 2017/2020 ;
- SAUR : données techniques sur les ouvrages AEP (données HYDRO ASSISTANCE, HYDRO Invest, ...) ;
- VEOLIA : données d'exploitation des ouvrages AEP (niveau, conductivité, débit) - 2015/2020 ;
- VEOLIA : données techniques sur les ouvrages AEP (données HYDRO ASSISTANCE, HYDRO Invest, ...) ;
- ARS : analyses des eaux brutes sur les ouvrages AEP de la zone d'étude 2010-2020 ;
- Base de données Redevance prélèvement de l'AERMC 1998-2019 ;
- METEO FRANCE : chronique pluviométrique 1990/2020 ;
- Rapports annuels des campagnes chlorures et piézométriques du SMNPR ;
- La base de données du SMNPR.

# 2 METHODOLOGIE

## 2.1 Définition des secteurs d'étude et stratégie

La diversité et l'hétérogénéité du territoire (en termes lithologiques, de répartition des points de captages AEP et autres usages, de la répartition des points de surveillance, l'hétérogénéité spatiale et verticale de la contamination, …) rend difficile voire impossible d'étudier l'ensemble des données à large échelle pour trouver des corrélations uniques, valables et applicables sur toute la zone d'étude.

C'est pourquoi il nous est apparu opportun de travailler à une échelle plus adaptée qui nous a conduit à définir des secteurs/entités caractérisés par :

- un réservoir aquifère lithologiquement « homogène » ;
- un regroupement de points de prélèvement AEP (Figure 2) ;
- un regroupement des points de surveillance du réseau SMNPR (Figure 3, Figure 4 et Figure 5) ;
- un caractère de contamination ou de non contamination commun (Figure 6).

Sur la base de ces critères, nous proposons d'étudier les zones suivantes (Figure 6) :

- Secteur Salanque ;
- Secteur Barcarès/Lido ;
- Secteur Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer ;
- Secteur Canet/Saint-Nazaire.

Pour chacune d'entre-elles, nous proposons d'étudier :

- Les prélèvements réalisés au droit des zones de captage AEP (volumes pompés et tendances, liens débit/piézométrie/conductivité, mode/rythme d'exploitation, impact potentiel entre ouvrages, impact potentiel entre horizons aquifères) ;
- Le degré de dépendance entre les chlorures et plusieurs données : les prélèvements, les débits spécifiques, les débits de pompage, les variations de la piézométrie, la pluviométrie, le nombre d'ouvrages environnants engendrant une pression sur la nappe et la configuration technique des ouvrages.

Pour trois types de corrélations, de nombreux tests fréquences ont été réalisés avec des courbes de tendance (les régressions linéaires et logarithmiques s'avèrent être les plus pertinentes par comparaison aux régressions de type puissance ou exponentiel qui ont également été testées), et nous avons retenu comme seuil un coefficient de corrélation $R^2 > 0.5$ au-dessus duquel, une tendance corrélative peut être identifiée. Toutefois il faut garder à l'esprit qu'il réside des incertitudes importantes et que de mauvais coefficients $R^2$ peuvent être dus soit :

- Au manque de données de prélèvements sur les forages privés (campings par exemple) qui doivent indéniablement avoir une influence sur la nappe ;

- Aux conditions de prélèvement avec parfois une difficulté à renouveler suffisamment la colonne d'eau dans les ouvrages.

Les trois types de corrélations concernés par ces tests fréquences sont :

- Chlorures VS cumuls des prélèvements mensuels (à 1 mois, 2 mois, … jusqu'à 12 mois) ;
- Chlorures VS le niveau moyen de la nappe observé au cours de l'été (moyenne sur 1 mois, 2 mois, 3 mois) ;
- Chlorures VS le nombre de jours où le niveau d'eau dans le piézomètre de référence passe sous certains seuils ;

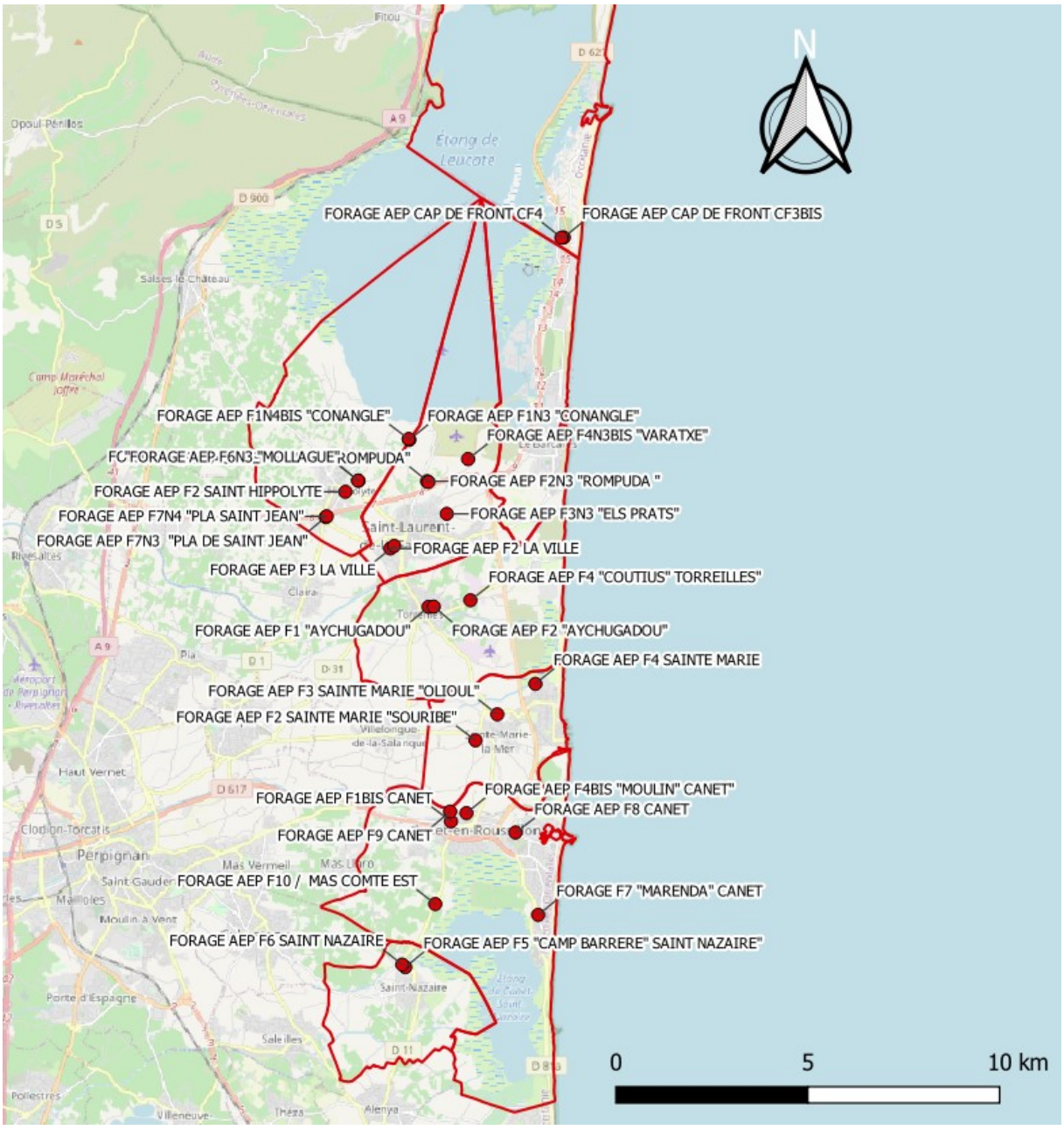



**Figure 2 : Localisation des captages AEP au droit de la zone d'étude**

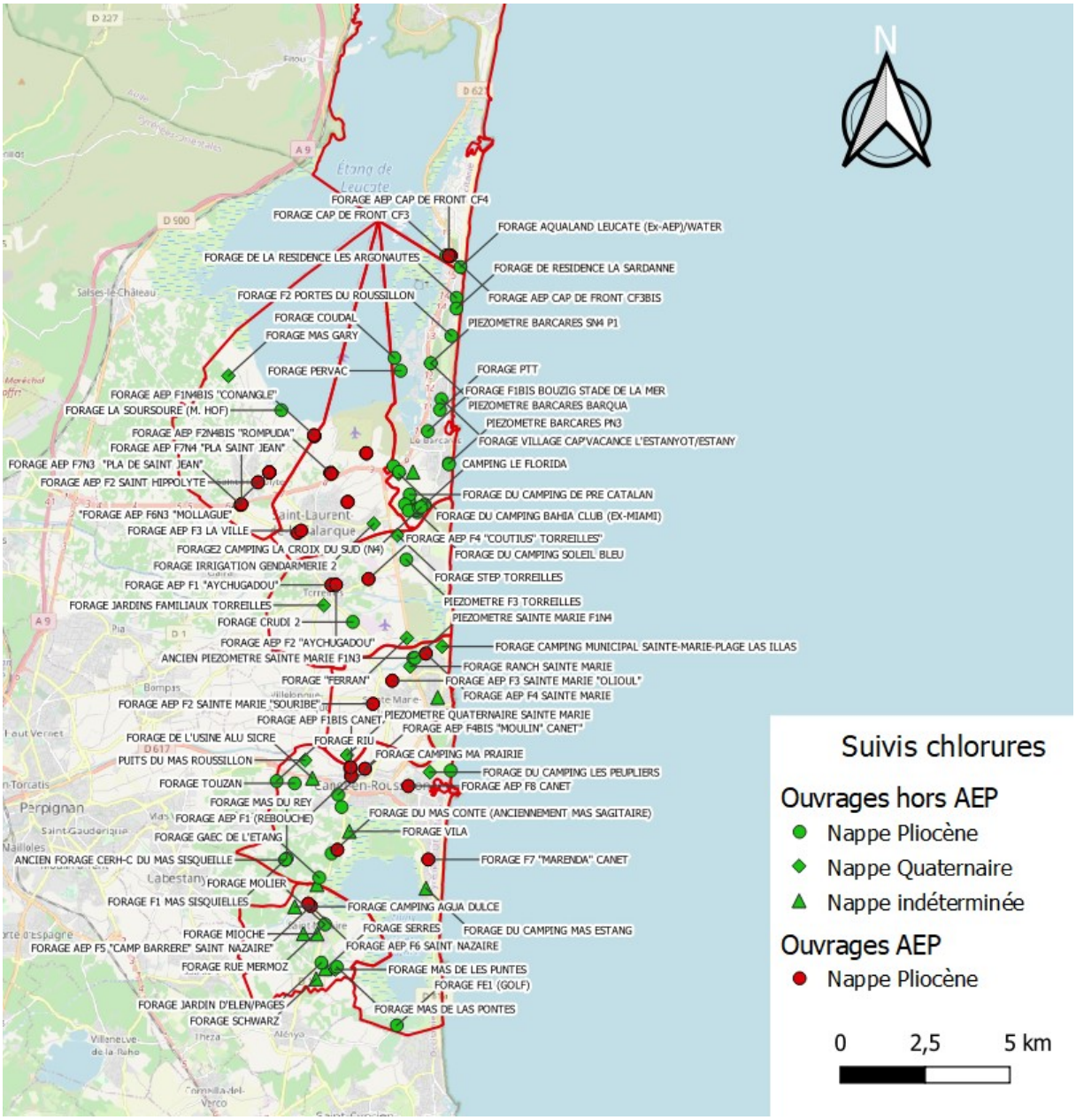



**Figure 3 : Localisation des points de suivi chlorures au droit de la zone d'étude**

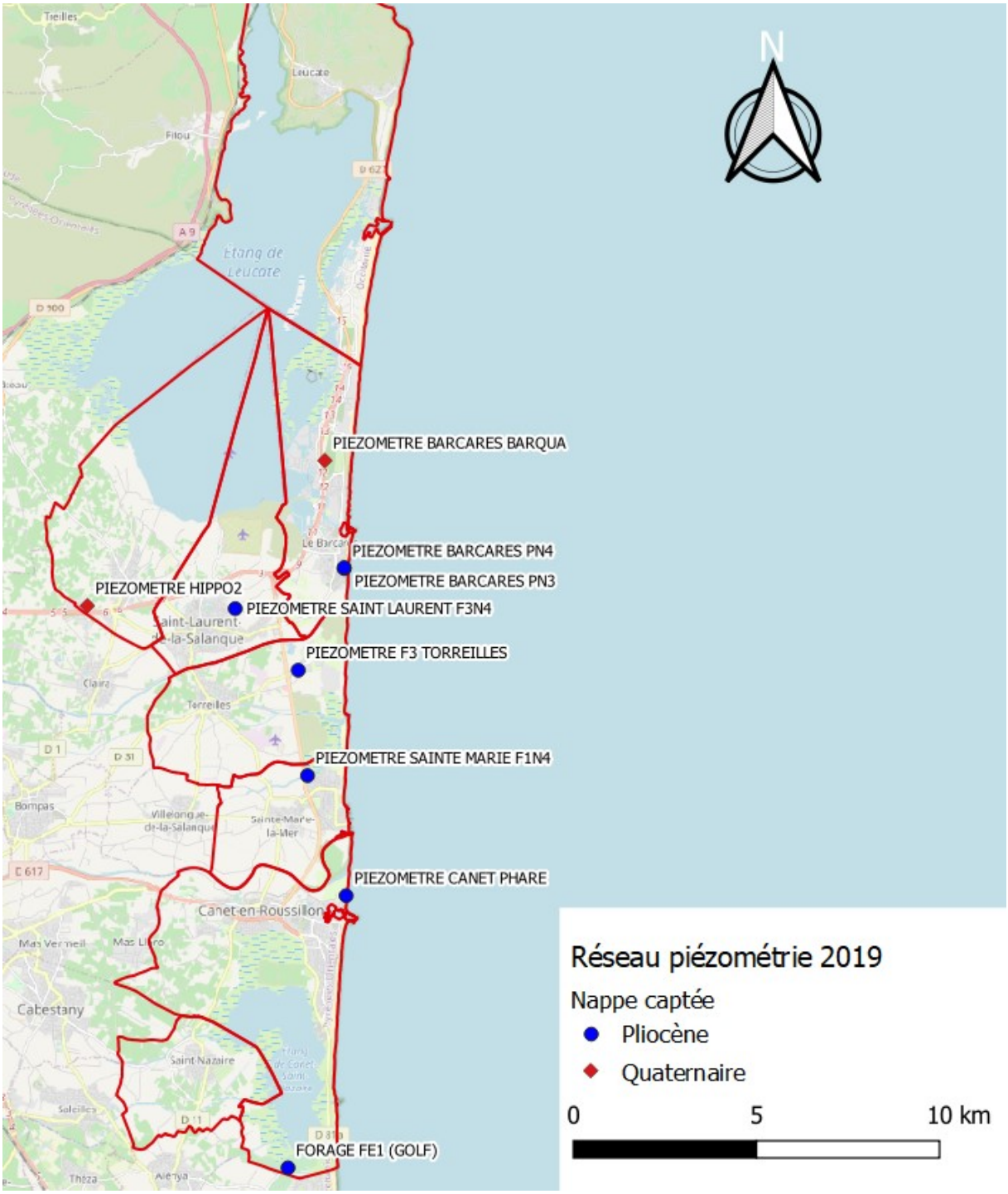



**Figure 4 : Localisation des piézomètres suivis au droit de la zone d'étude**

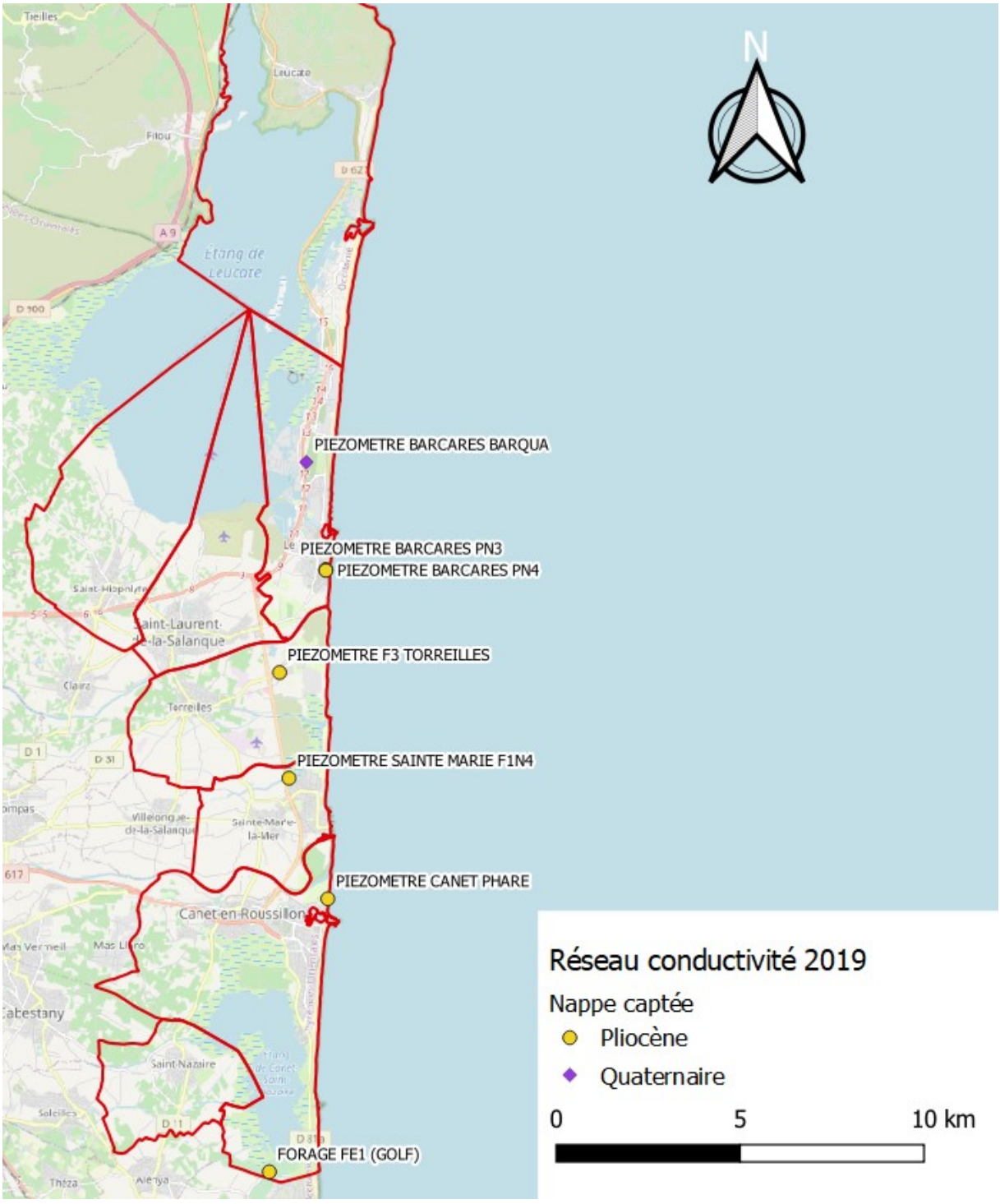



**Figure 5 : Localisation des ouvrages du réseau conductivité au droit de la zone d'étude**

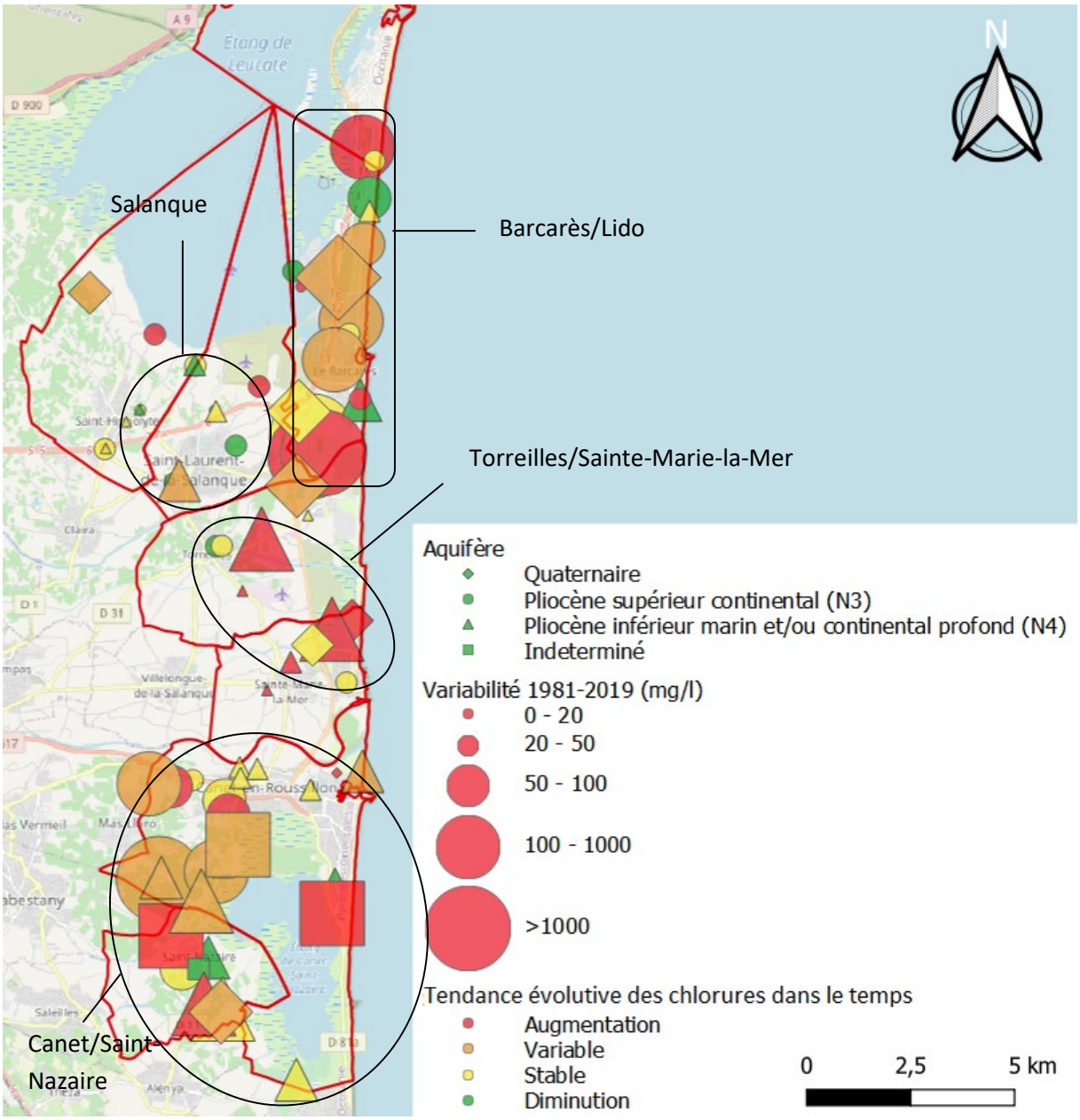



**Figure 6 : Variabilité des teneurs en chlorures au droit de la zone d'étude entre 1981 et 2019**

## 2.2 Les difficultés rencontrées

Lors de cette seconde phase d'étude, nous avons été confrontés à plusieurs difficultés qu'il est important de rappeler :

- Les données sur les prélèvements (débit, volumes) pour des usages autres que ceux destinés à l'AEP (agricole, tourisme, privé, industriel) sont très lagement manquantes dans les bases de données et n'ont pas pu être intégrées. Pourtant, il s'agirait là d'une donnée fondamentale pour bien comprendre le rôle des prélèvements en nappe dans la contamination des aquifères par les chlorures. En effet, l'étude des EVP menées en 2014 sur la base des données de 2011 avait montré que 31% des prélèvements en nappe ne sont pas déclarés à l'échelle de la plaine du Roussillon. Si ces prélèvements non déclarés ont pu être estimés lors de cette étude de 2014, à l'inverse, leur répartition sur le territoire n'est pas connue. C'est pourquoi la principale source de données de travail correspond aux volumes déclarés et pour lesquels l'AEP représente la quasi-totalité (80 à 88% selon les années, entre 2008 et 2017).
- Les données sur les prélèvements AEP pour des pas de temps réduits (journalier et horaire) présentent parfois des lacunes, des incohérences ou des imprécisions comme nous l'avion déjà évoqué dans le rapport de phase 1 sur la « *critique du réseau de surveillance des nappes* » :
    - Données piézométriques inexploitables avant 2017 pour les ouvrages gérés par SAUR et avant 2018 sur certains ouvrages gérés par VEOLIA.
    - Lacunes de plusieurs mois sur les données de débits et de niveaux de certains ouvrages gérés par VEOLIA.
    - La précision des cotes altimétriques est parfois faible car liée à l'imprécision sur la cote exacte de certains capteurs de pression dans les forages ou du repère de surface.
    - Les données de conductivité sont parfois incohérentes et présentent des décalages inexplicables et de très fortes disparités pour un même ouvrage.

Ainsi, les imprécisions cumulées qui en découlent devront donc au final nous forcer à modérer les résultats et à poursuivre ce travail de compréhension global sur ce système aquifère dynamique.

## 2.3 Rappel des caractéristiques des captages AEP

En 2020, au droit de la zone d'étude, on recense 29 ouvrages exploités pour l'AEP, tous prélevant dans l'aquifère des sables du Pliocène. L'exploitation des forages AEP est gérée par deux délégataires : VEOLIA et SAUR.

| **Commune** | **Ouvrages** | | | | **Exploitant** |
|---|---|---|---|---|---|
| | Nom | Prof. (m) | Aquifère capté | Position des crépines (m) | |
| Leucate | CF4 | 165 | N4 | 115-163 | VEOLIA |
| | CF3bis | 69 | N3 | 50-63 ? | VEOLIA |
| Saint-Laurent-de-la-Salanque | F3N3 « Els Prats » | 59 | N3 | 37-47 | VEOLIA |
| | F2N4bis « Rompuda » | 175 | N4 | 136-174 | VEOLIA |
| | F2N3 « Rompuda » | 49 | N3 | 37-46 | VEOLIA |
| | F4N3bis « Varatxe » | 57 | N3 | 41-53 | VEOLIA |
| | F2 « la Ville » | 60 | N3 | 33-45 | SAUR |
| | F3 « la Ville » | 167 | N4 | 85-161 | SAUR |
| Saint-Hippolyte | F6N3 « Mollague » | 60 | N3 | 26-56 | VEOLIA |
| | F6N4bis « Mollague » | 150 | N4 | 79-144 | VEOLIA |
| | F1N4bis « Conangle » | 160 | N4 | 107-156 | VEOLIA |
| | F1N3 « Conangle » | 49 | N3 | 38-47 | VEOLIA |
| | F7N3 « Pla Saint-Jean » | 60 | N3 | 28-55 | VEOLIA |
| | F7N4 « Pla Saint-Jean » | 158 | N4 | 93-153 | VEOLIA |
| | F2 | 150 | N4 | 118.3-140.6 | SAUR |
| Torreilles | F1 « Aychugadou » | 51 | N3 | 27-48 | SAUR |
| | F2 « Aychugadou » | 60 | N3 | 23.8-48.4 | SAUR |
| | F4 « Coutius » | 176 | N3/N4 | 62-152 | SAUR |
| Sainte-Marie-la-Mer | F2 « Souribe » | 112 | Pliocène | 40-107 | SAUR |
| | F3 « Olioul » | 205 | Pliocène | 42-164 | SAUR |
| | F4 | 127 | Pliocène | 61-121 | SAUR |
| Canet-en-Roussillon | F1bis | 98 | Pliocène | 32-92 | SAUR |
| | F4bis « Moulin » | 199 | Pliocène | 86-194 | SAUR |
| | F7 « Marenda » | 174 | Pliocène | 92-173 | SAUR |
| | F8 | 200 | Pliocène | 81-163 | SAUR |
| | F9 (F3bis) | 180 | Pliocène | 114-136 | SAUR |
| | F10 « Mas Comte Est » | 175 | Pliocène | 71-167 | SAUR |
| Saint-Nazaire | F5 « Camp Barrère » | 149 | Pliocène | 62-134 | SAUR |
| | F6 | 138 | Pliocène | 88-131 | SAUR |

**Tableau 1 : Liste des forages AEP au droit de la zone d'étude**

# 3 ETUDE DU SECTEUR DE LA SALANQUE

## 3.1 Contexte géologique et hydrogéologique

Le secteur de la Salanque présente un aquifère quaternaire de surface à caractère libre reposant sur des formations pliocènes sablo-argileuses qui sont le siège de deux aquifères superposés appelés N3 (Pliocène continental : argiles sableuses, sables grossiers et galets) et N4 (Pliocène marin profond : sables argileux). Ces deux aquifères sont séparés par des horizons argilo-sableux. Les coupes lithologiques et techniques des ouvrages sont fournies en Annexe 1.

Il s'agit d'un secteur où les productivités des formations pliocènes sont parfois très importantes. La contamination par les chlorures y est faible voire inexistante dans certains ouvrages.

Une coupe lithologique à travers la Salanque (localisation sur la Figure 7) est proposée sur la Figure 8.

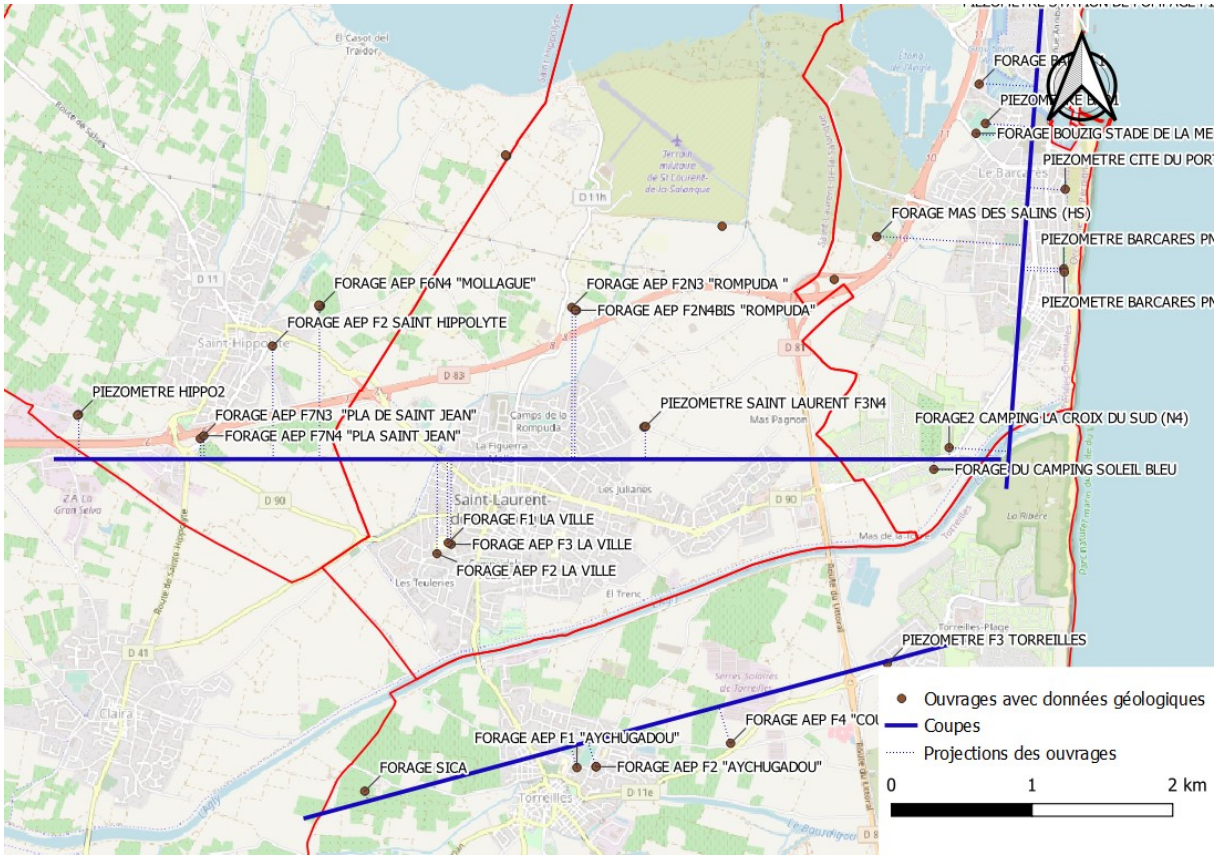



**Figure 7 : Localisation de la coupe lithologique au travers de la Salanque**

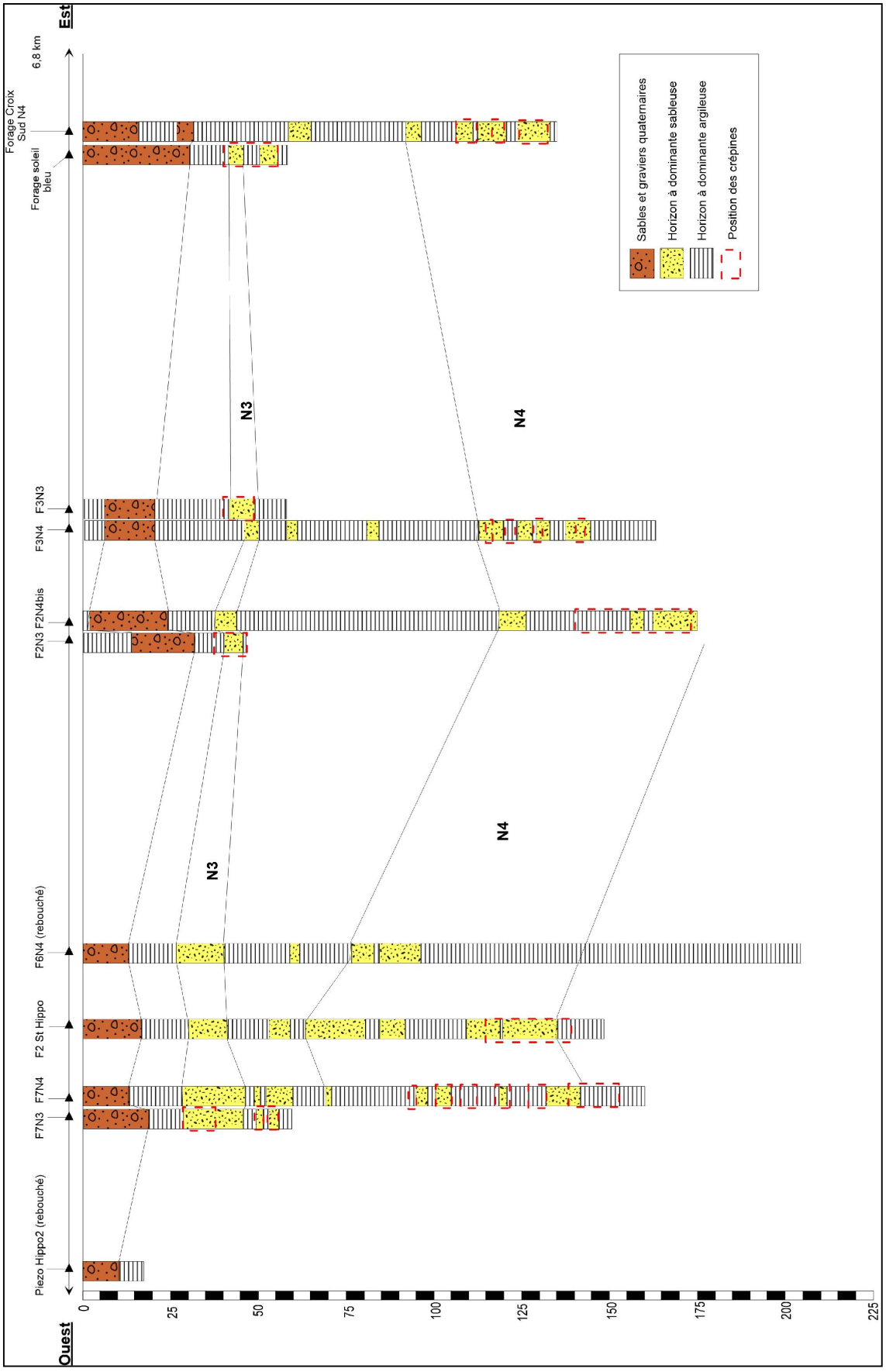



**Figure 8 : Coupe lithologique schématique à travers la Salanque**

## 3.2 Les prélèvements AEP

En Salanque, se trouvent 13 points de captage répartis sur les deux communes de Saint-Laurent-de-la-Salanque et de Saint-Hippolyte (Figure 9). Ces ouvrages sont pour la plupart des doublets de forages : l'un peu profond captant la nappe N3 et l'autre profond captant la nappe N4. Ces ouvrages sont :

- Sur Saint-Laurent-de-la-Salanque :
    - Zone de captage « F2-F3 la Ville » ;
    - Zone de captage « F2 La Rompuda » (F2N3 et F2N4bis) ;
    - Le forage F3N3 « Els Prats » ;
    - Le forage F4N3bis « Varatxe ».
- Sur Saint-Hippolyte :
    - Zone de captage « F1 Conangle » (F1N3 et F1N4bis) ;
    - Zone de captage « F6 Mollague » (F6N3 et F6N4bis) ;
    - Zone de captage « F7 Pla Saint-Jean » (F7N3 et F7N4) ;
    - Le forage F2 proche de la zone de captage « Mollague ».

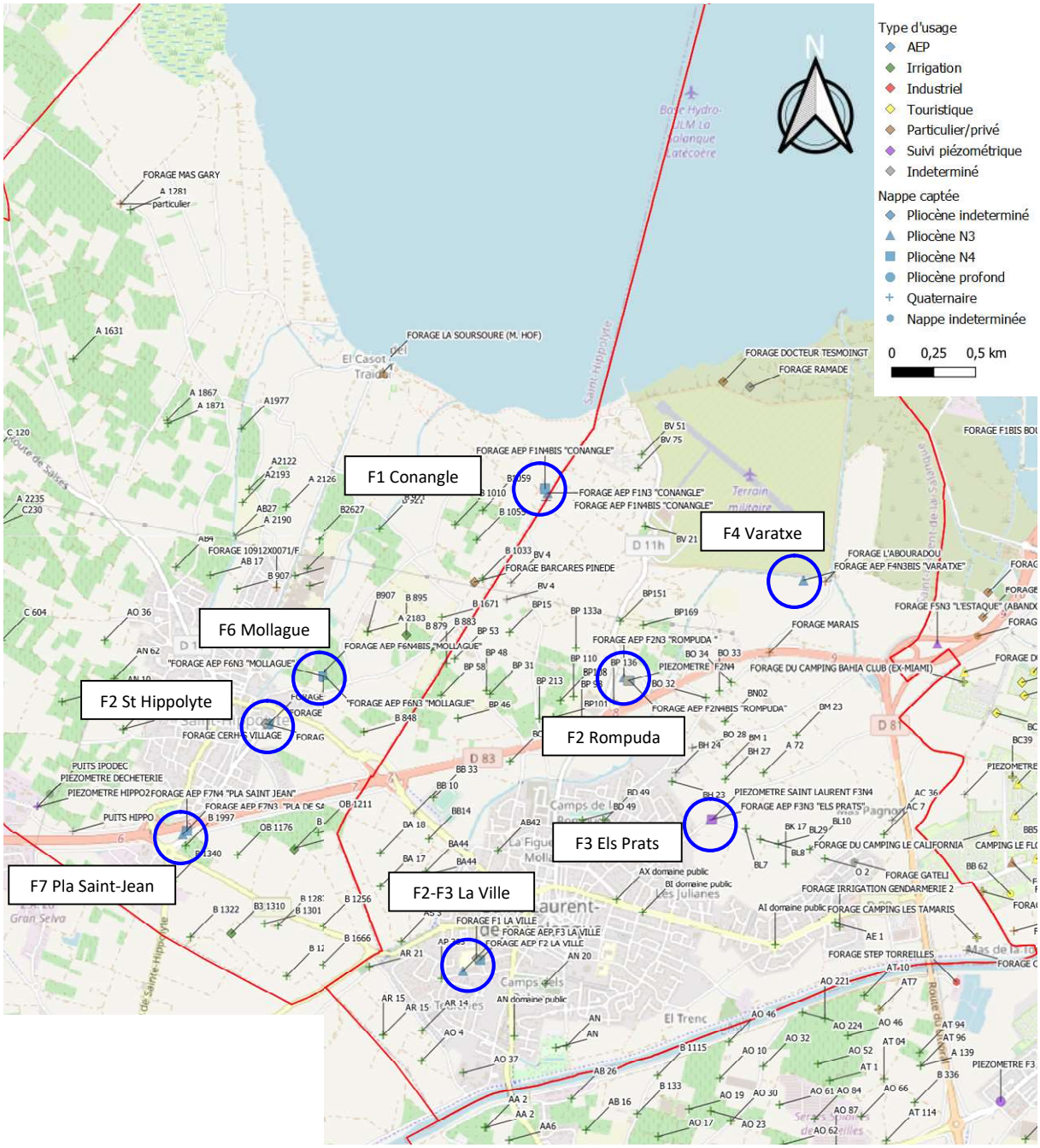



**Figure 9 : Localisation des ouvrages AEP + ouvrages pliocènes et quaternaires en Salanque**

### 3.2.1 Zone de captage « F2-F3 La Ville »

Les deux ouvrages F2 et F3 se situent à proximité immédiate l'un de l'autre (150 m) et captent des horizons aquifères différents (cf. Tableau 1). Dans le détail :

- Les volumes moyens mensuels sont minimums en février et maximum en août (Figure 11).
- Les deux forages sont exploités à des débits bien différents (90-100 $m^3$/h pour F2 et 40-50 $m^3$/h en moyenne sur F3).
- Le prélèvement sur F2 représente 81 à 85% du prélèvement moyen annuel sur la zone de captage.
- Les volumes prélevés sur F2 ont nettement augmenté entre 2006 et 2015 (+252 000 $m^3$ soit +62%) et semblent diminuer depuis 2015 (-22% soit -146 000 $m^3$). A l'inverse, les volumes prélevés sur F3 semblent globalement stables depuis les années 2000 (autour de 100 000 $m^3$/an +/-50 000 $m^3$).
- Le coefficient de pointe mensuelle (=volume mensuel de pointe / volume mensuel moyen) est très stable sur F2 depuis 20 ans (entre x1.1 et x1.5 : Figure 12) alors que sur F3 il oscille entre x1.2 et x2.4.
- D'après les données horaires de 2017 à 2020, les débits d'exploitation sur F2 baissent légèrement en période estivale (Figure 13) liés à la baisse généralisée du niveau piézométrique (conséquence de la forte augmentation des prélèvements) imposant alors aux pompes d'exploitation une HMT plus importante. Sur F3, les débits d'exploitation sont globalement stables entre 2017 et 2019. On observe une baisse du débit entre octobre et novembre 2019 suivi d'une nette augmentation en 2020. Cette variation n'est pas un défaut d'enregistrement du débit puisque l'enregistrement des niveaux d'eau indique une variation du niveau piézométrique proportionnelle au débit.
- D'après les données horaires de 2017 à 2020, le forage F2 est exploité en moyenne entre 4 et 11 heures par jour en période de faible consommation et entre 10 et 18 heures en période de pointe. Le forage F3 est exploité en moyenne entre 11 et 16 heures en périodes de faible consommation et entre 14 et 19 heures en période de pointe (Figure 14).
- Les deux forages sont donc exploités différemment l'un de l'autre d'après les données de pompage disponibles.

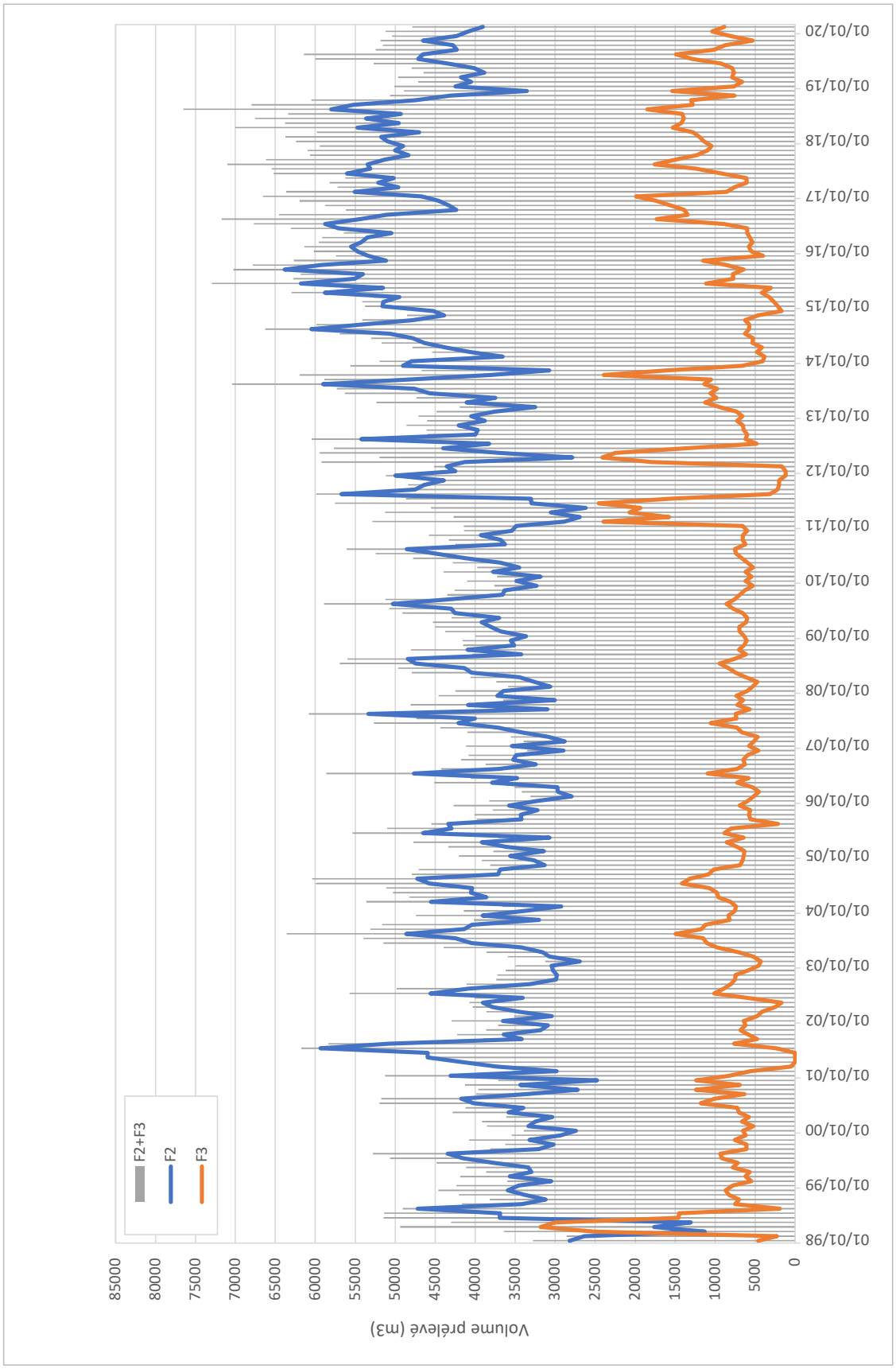



**Figure 10 : Volumes mensuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur les forages F2 et F3 « La Ville » - Commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque**

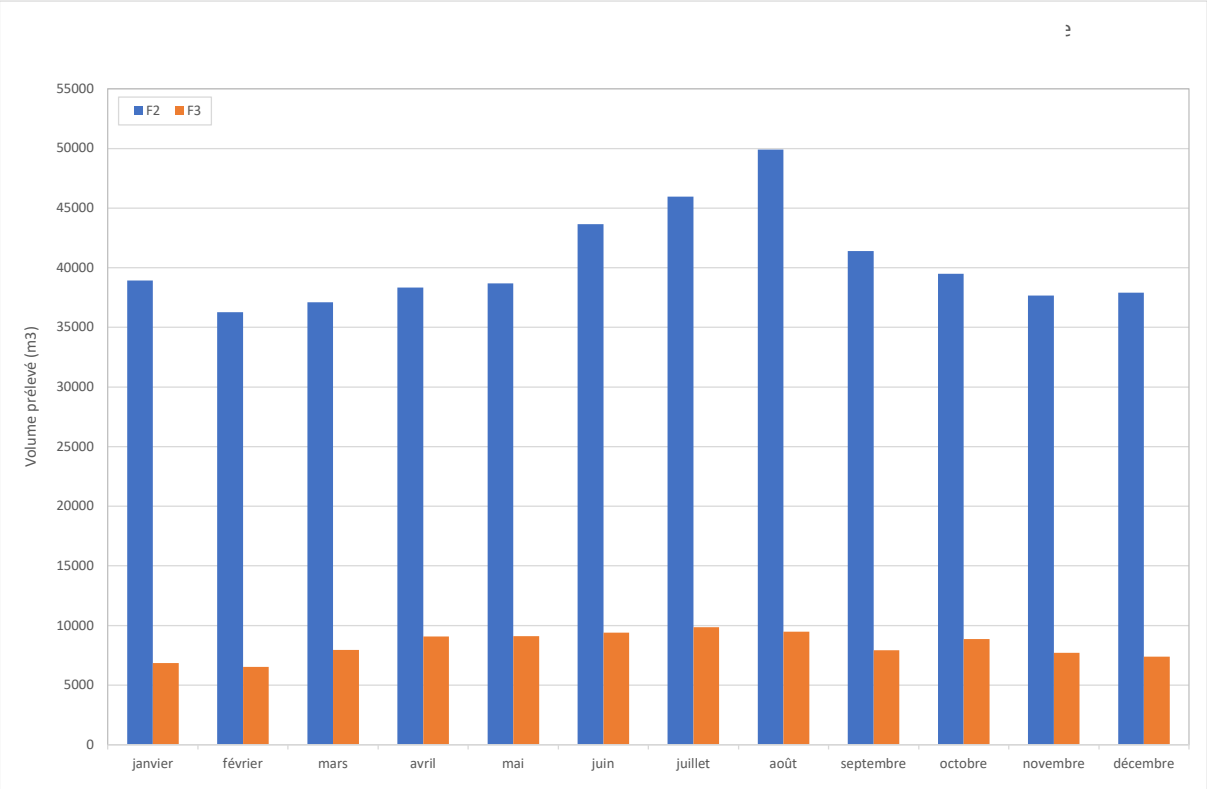



**Figure 11 : Volumes moyens mensuels (1998-2020) prélevés pour l'AEP sur les forages F2 et F3 « La Ville » - Commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque**

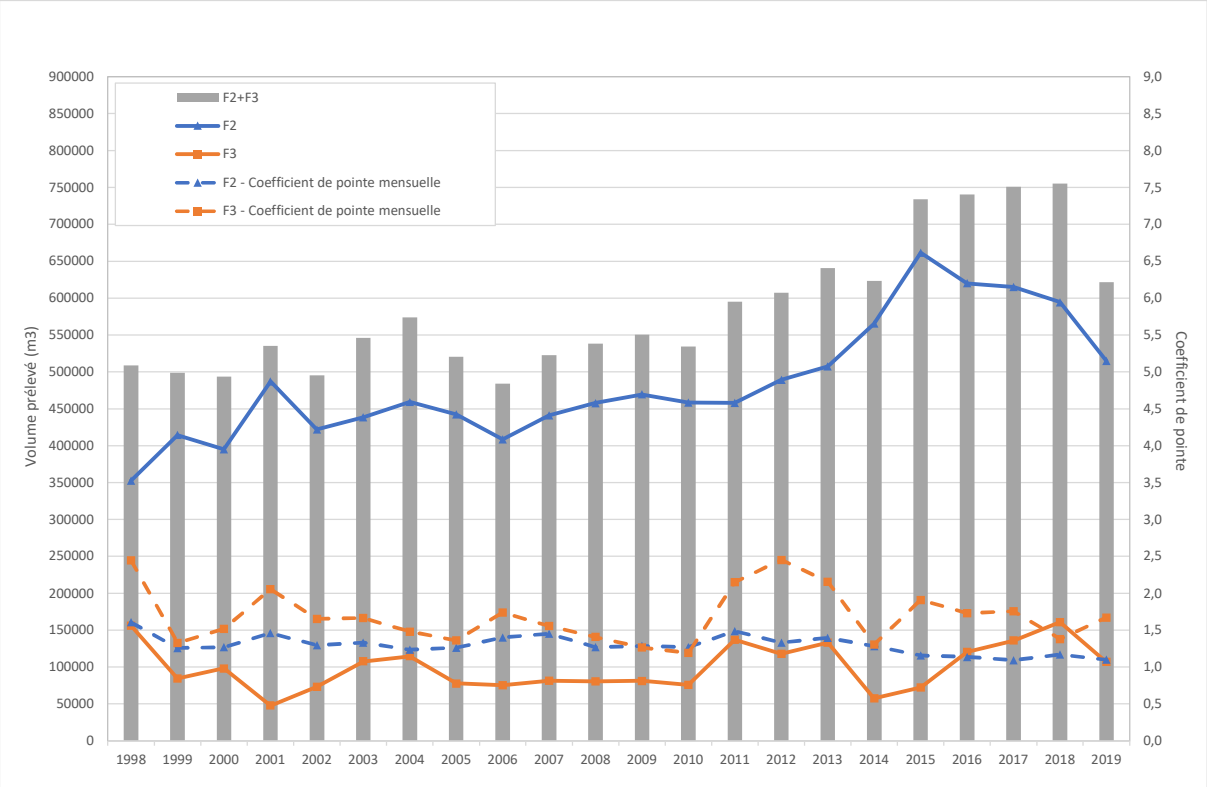



**Figure 12 : Volumes annuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur les forages F2 et F3 « La Ville » - Commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque**

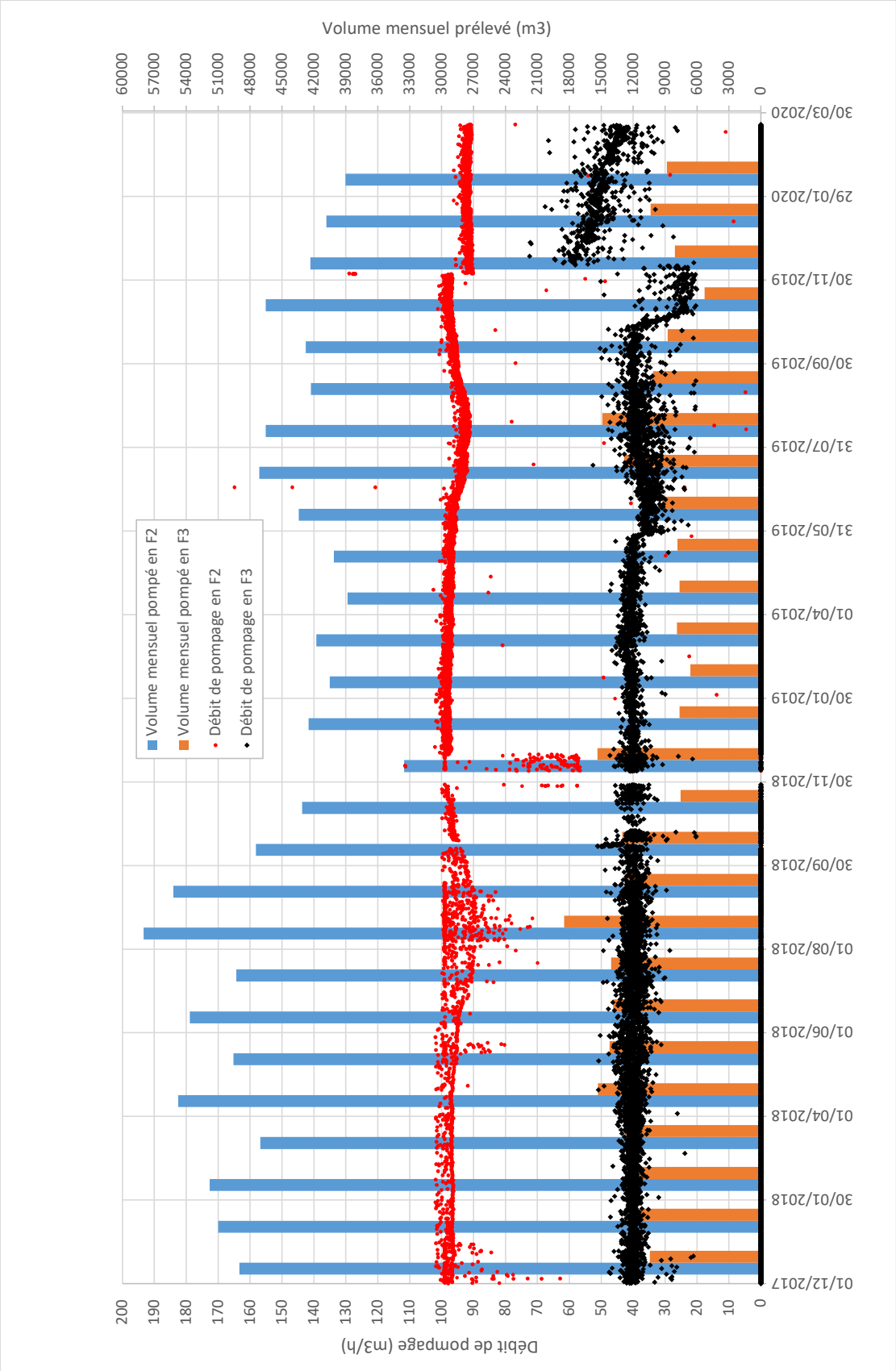



**Figure 13 : Volumes mensuels prélevés depuis 2017 VS débit sur les forages F2 et F3 « La Ville » - Commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque**

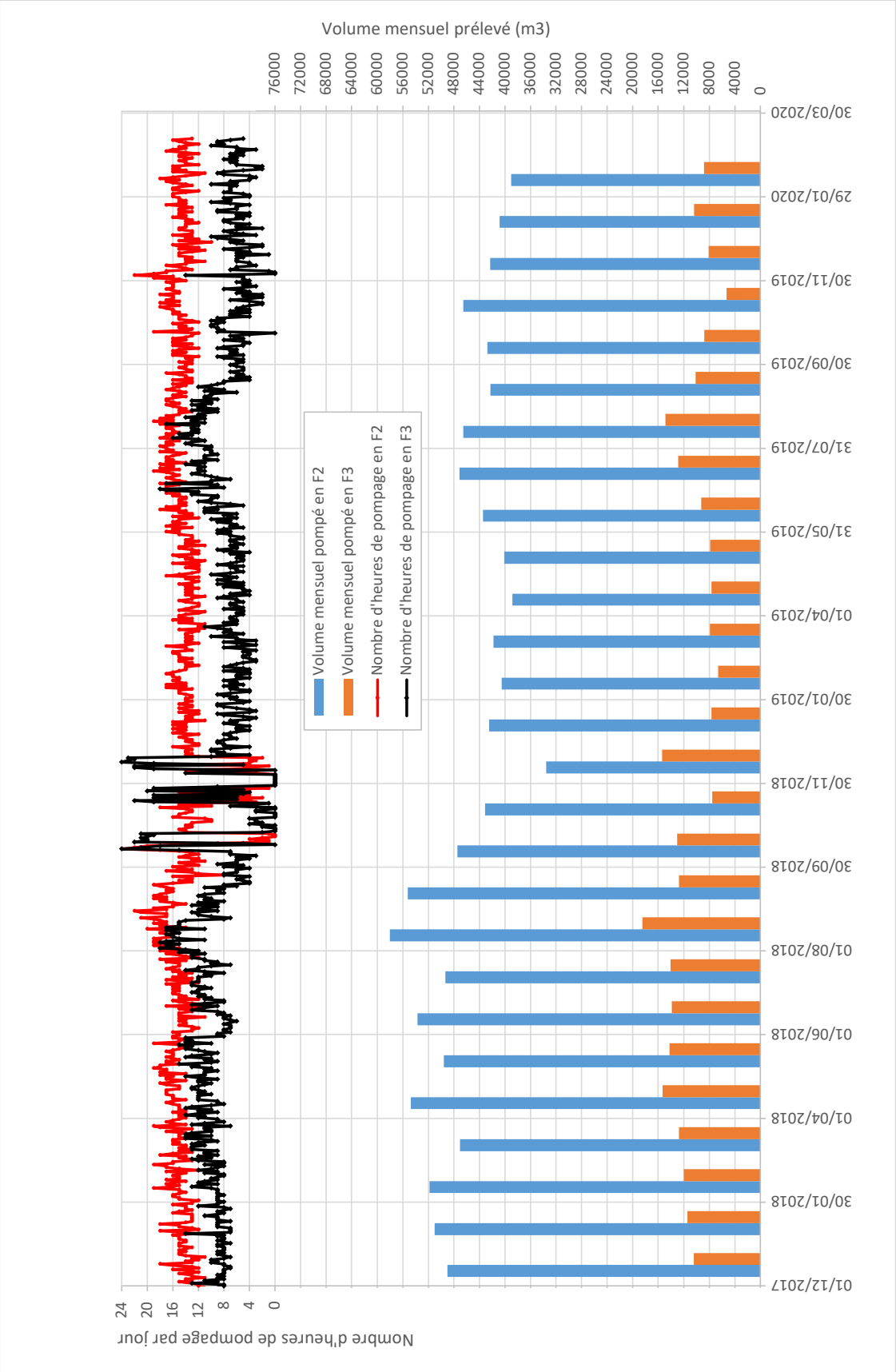



**Figure 14 : Volumes mensuels prélevés depuis 2017 VS temps de pompage sur les forages F2 et F3 « La Ville » - Commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque**

### 3.2.2 Zone de captage « F2 La Rompuda »

Les deux ouvrages F2N3 et F2N4bis se situent à proximité immédiate l'un de l'autre (50 m) et captent des horizons aquifères différents (cf. Tableau 1).

Entre 1998 et 2006, les volumes prélevés déclarés pour F2N4bis dans la base de données de l'AERMC sont nuls. Ils semblent intégrés aux volumes déclarés de F2N3 (en nappe N3). Ainsi, pour pouvoir faire un bilan des prélèvements AEP par aquifère sur cette zone de captage de « La Rompuda », avons fait l'hypothèse suivante : nous avons extrait une partie des volumes de F2N3 pour les attribuer à F2N4bis. Et pour ce faire, nous avons regardé le pourcentage de prélèvement entre ces deux forages sur la totalité des volumes déclarés entre 2006 et 2018 (moyenne de 69.2 % pour F2N3 et 30.8% pour F2N4bis) et avons appliqué ce pourcentage aux données de 1997 à 2006.

Au final, après réattribution d'une partie des volumes à F2N4bis avant 2006 :

- Les volumes moyens mensuels sont minimums en février et maximum en août (Figure 16).
- Les deux forages sont exploités à des débits bien différents (160-250 $m^3/h$ pour F2N3 et 55-80 $m^3/h$ sur F2N4bis).
- Le prélèvement sur F2N3 représente environ 69% du prélèvement moyen annuel sur la zone de captage.
- Les volumes prélevés sur F2N3 ont augmenté depuis 2012 (+159 000 $m^3$/an soit +85%). A l'inverse, les volumes prélevés sur F2N4bis semblent globalement stables depuis les années 2000 (autour de 150 000 $m^3$/an).
- Le coefficient de pointe mensuelle (=volume mensuel de pointe / volume mensuel moyen) est très important (x2 à x3.5 sur F2N3 et x1.7 à x3 pour F2N4bis) reflétant l'importance des besoins saisonniers (Figure 16 et Figure 17).
- D'après les données horaires de 2015 à 2020, les débits d'exploitation sur les deux forages baissent légèrement en période estivale (Figure 18) liés à la baisse généralisée du niveau piézométrique (conséquence de la forte augmentation des prélèvements) imposant alors aux pompes d'exploitation une HMT plus importante.
- D'après les données horaires de 2015 à 2020, les deux forages sont exploités en moyenne entre 2 et 7 heures par jour en période de faible consommation et entre 10 et 21 heures en période de pointe (Figure 19).

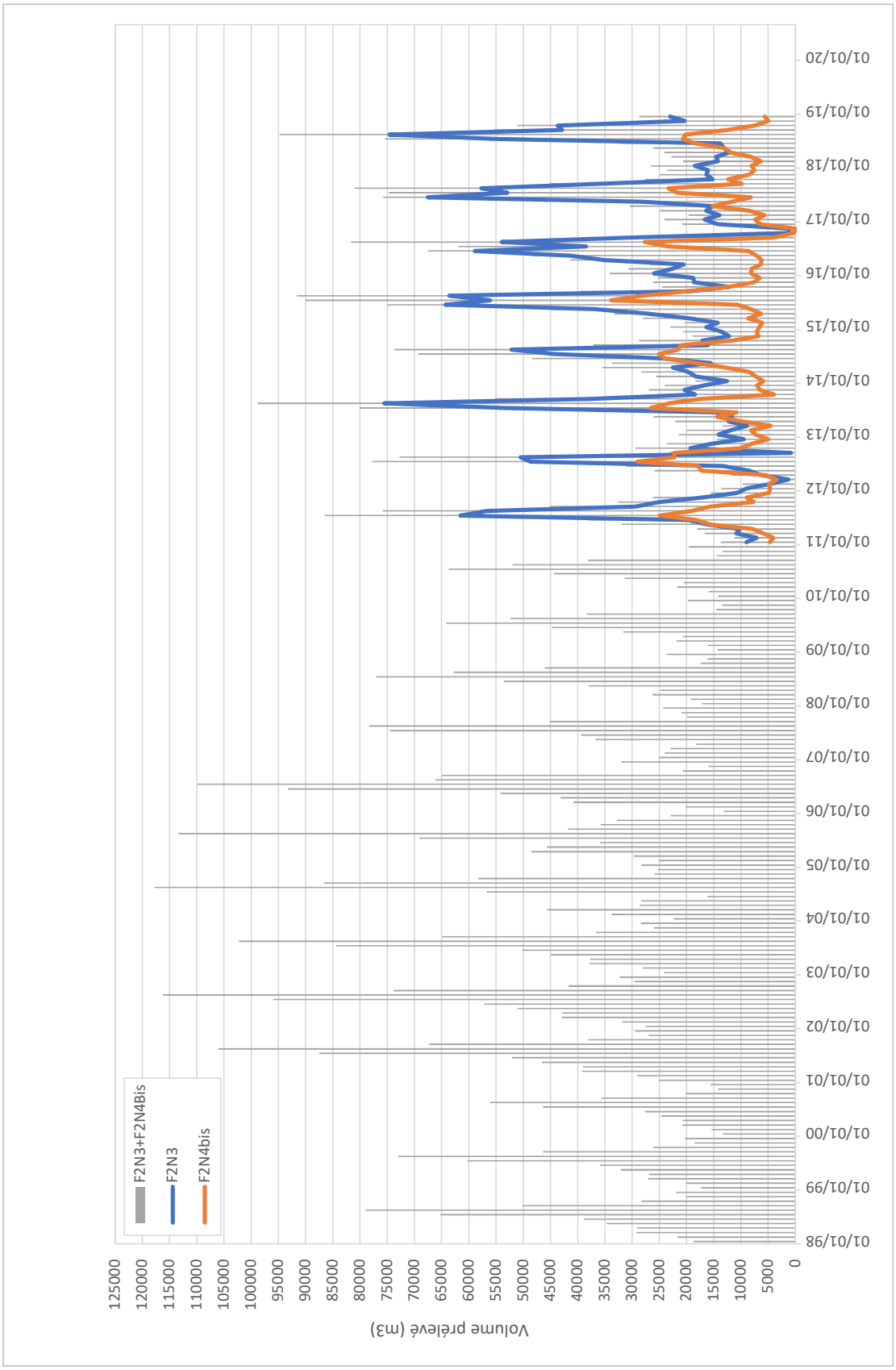



**Figure 15 : Volumes mensuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur les forages F2N3 et F2N4bis « La Rompuda » - Commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque**

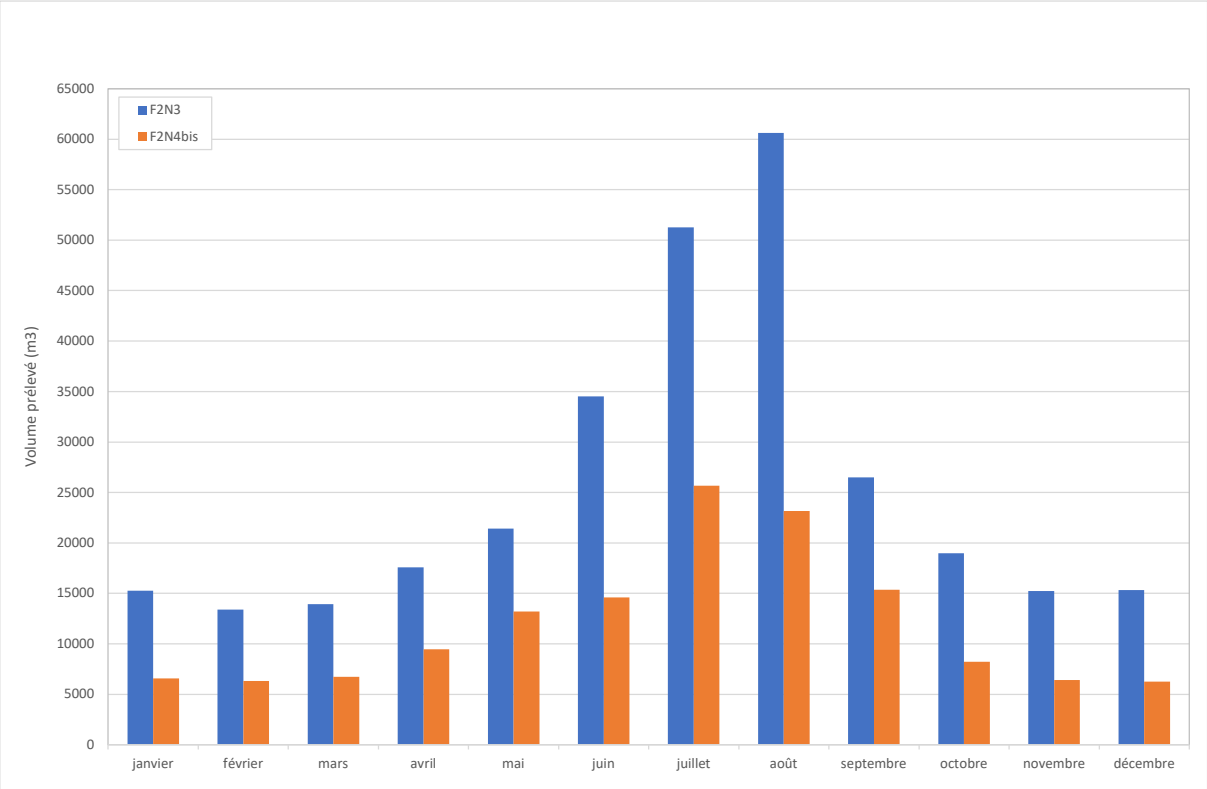



**Figure 16 : Volumes moyens mensuels (1998-2020) prélevés pour l'AEP sur les forages F2N3 et F2N4bis « La Rompuda » - Commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque**

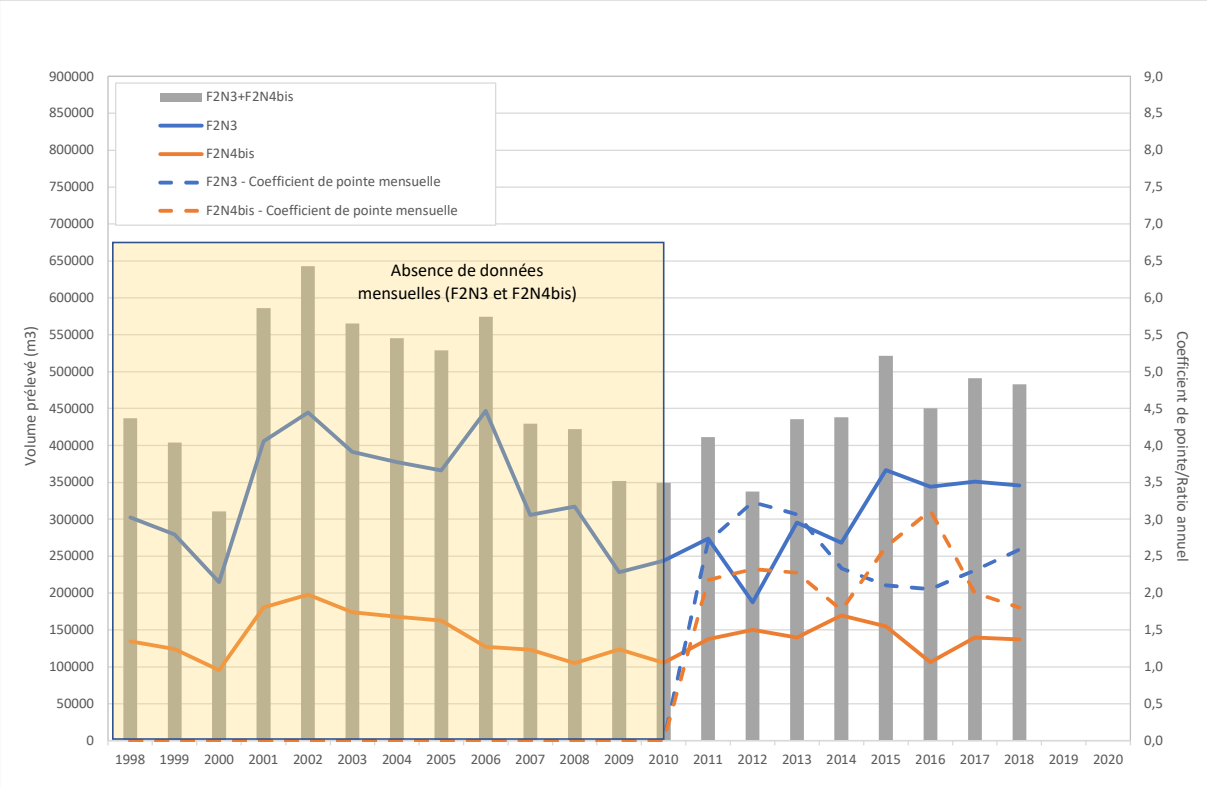



**Figure 17 : Volumes annuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur les forages F2N3 et F2N4bis « La Rompuda » - Commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque**

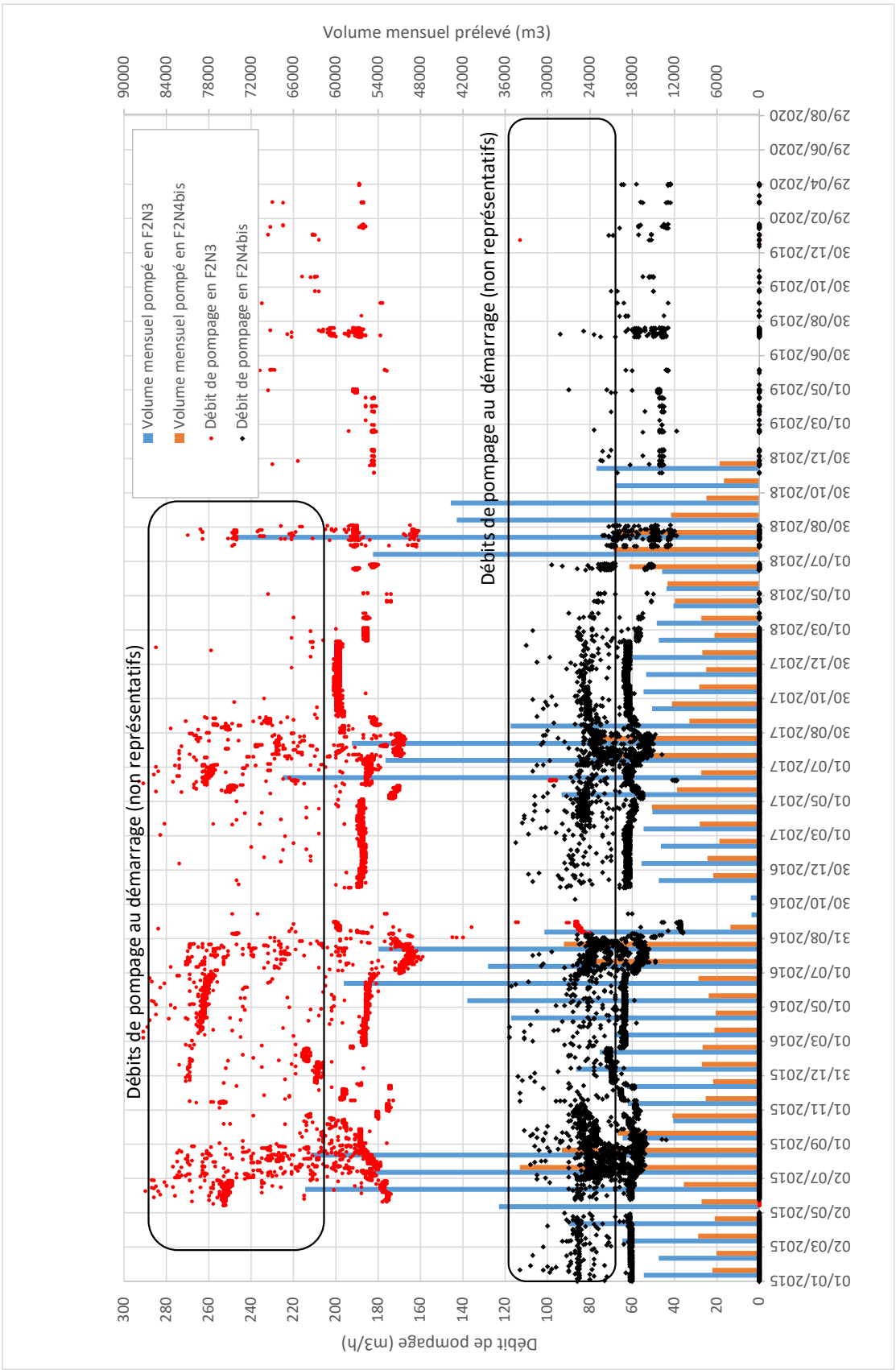



**Figure 18 : Volumes mensuels prélevés depuis 2015 VS débit sur les forages F2N3 et F2N4bis « La Rompuda » - Commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque**

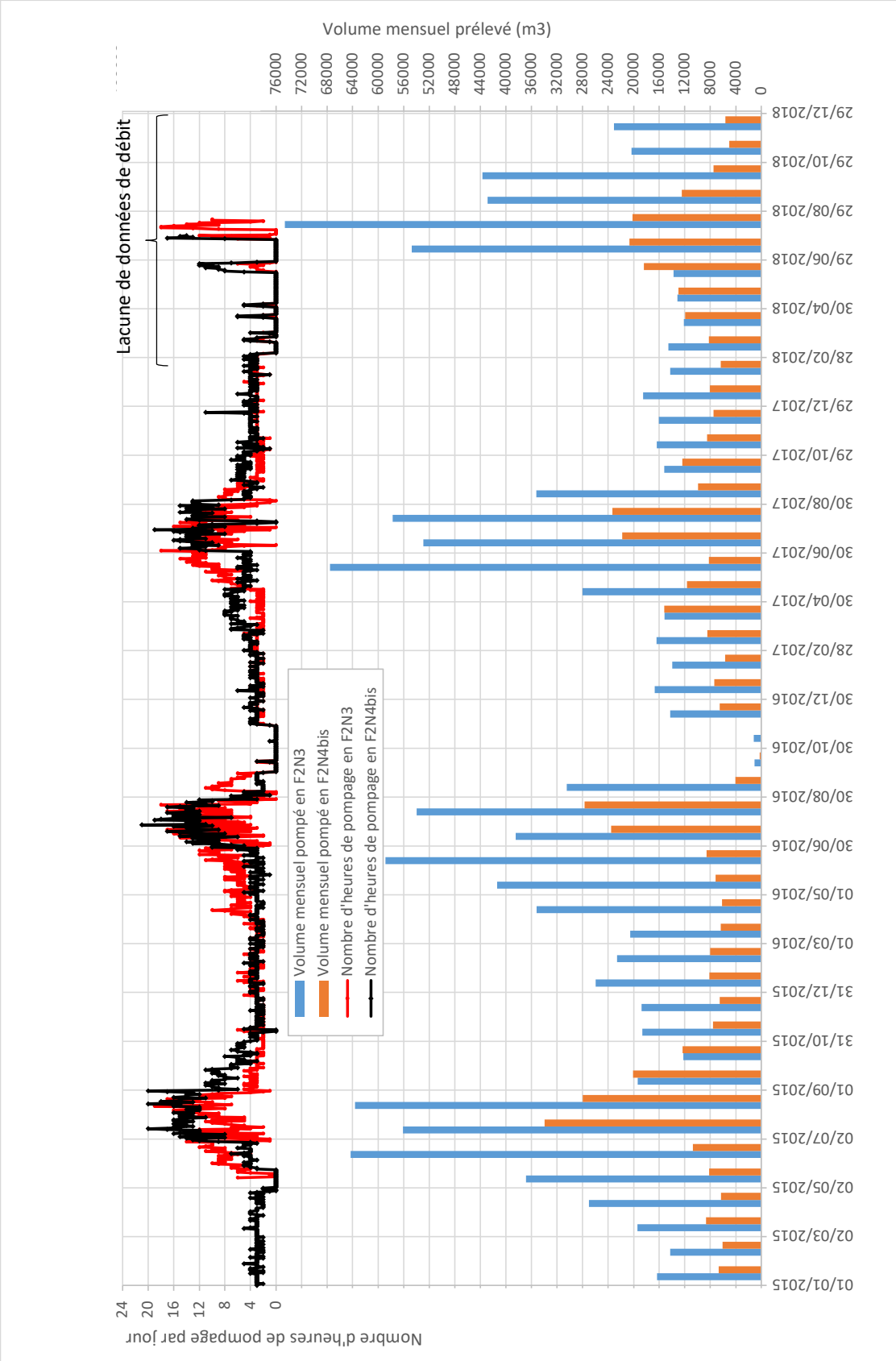



**Figure 19 : Volumes mensuels prélevés depuis 2015 VS temps de pompage sur les forages F2N3 et F2N4bis « La Rompuda » - Commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque**

### 3.2.3 Forage F3N3 « Els Prats »

Aucun forage AEP n'est présent à moins de 1000 m. Dans le détail :

- Les volumes moyens mensuels sont minimums en février et maximum en août (Figure 21). Le forage est exploité à hauteur d'un débit moyen de 120 $m^3$/h.
- Les volumes prélevés annuellement sur F3N3 ont augmenté de +102 000 $m^3$ entre 2008 et 2018 soit une augmentation de +71% en 10 ans.
- Le coefficient de pointe mensuelle (=volume mensuel de pointe / volume mensuel moyen) est important (x2 à x3) reflétant l'importance des besoins saisonniers (Figure 21 et Figure 22).
- D'après les données horaires de 2015 à 2020, les débits d'exploitation sur le forage baissent légèrement en période estivale (Figure 23) liés à la baisse généralisée du niveau piézométrique (conséquence de la forte augmentation des prélèvements) imposant alors aux pompes d'exploitation une HMT plus importante.
- D'après les données horaires de 2015 à 2020, Le forage est exploité en moyenne entre 2 et 4 heures par jour en période de faible consommation et entre 8 et 16 heures en période de pointe (Figure 24).

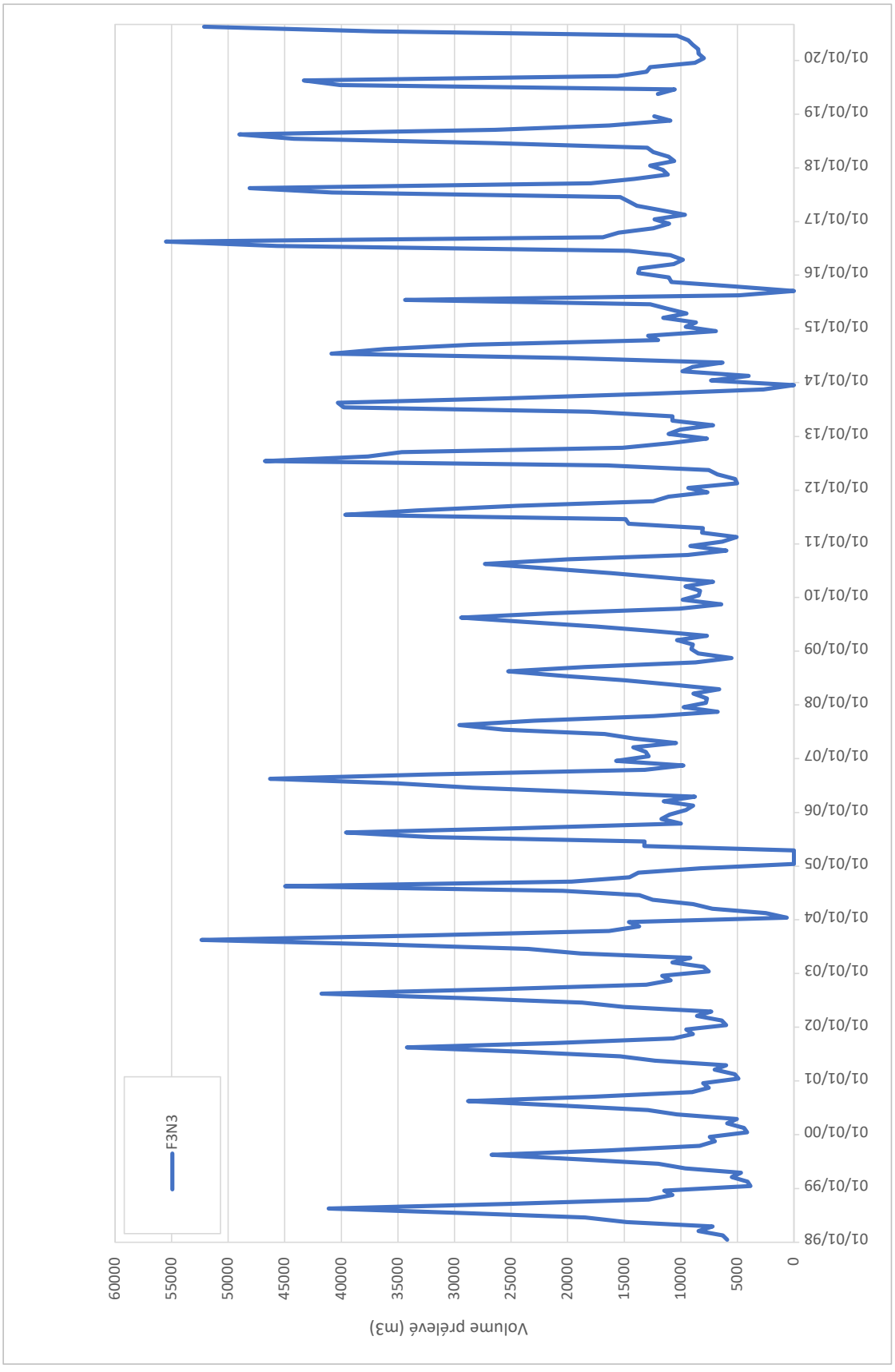



**Figure 20 : Volumes mensuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur le forage F3N3 - Commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque**

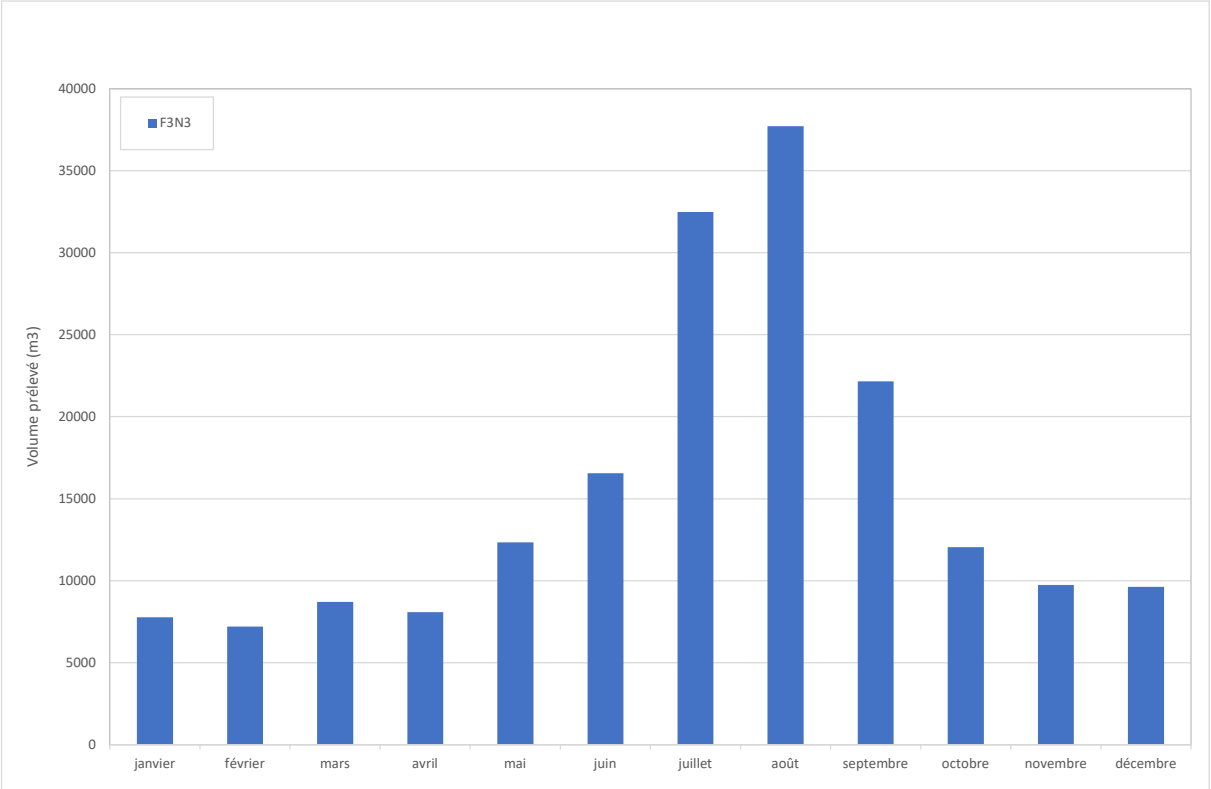



**Figure 21 : Volumes moyens mensuels (1998-2020) prélevés pour l'AEP sur le forage F3N3 - Commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque**

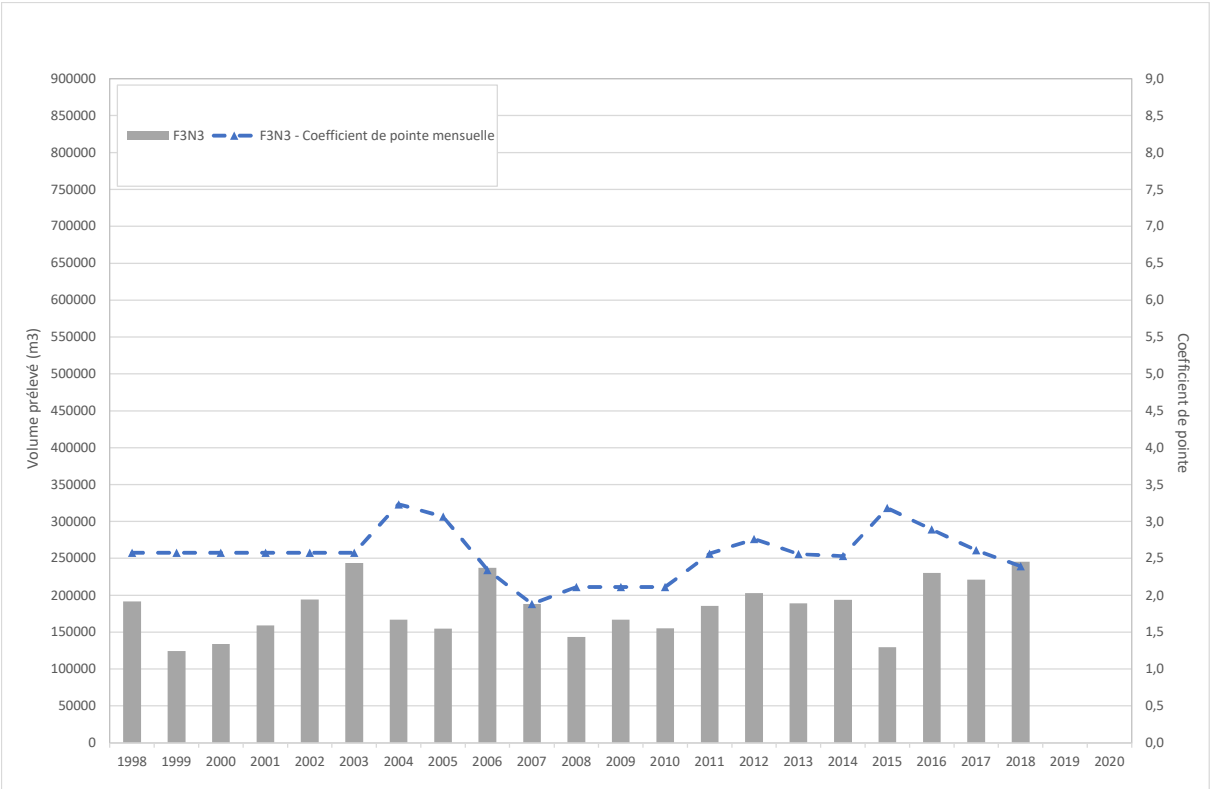



**Figure 22 : Volumes annuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur le forage F3N3 - Commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque**

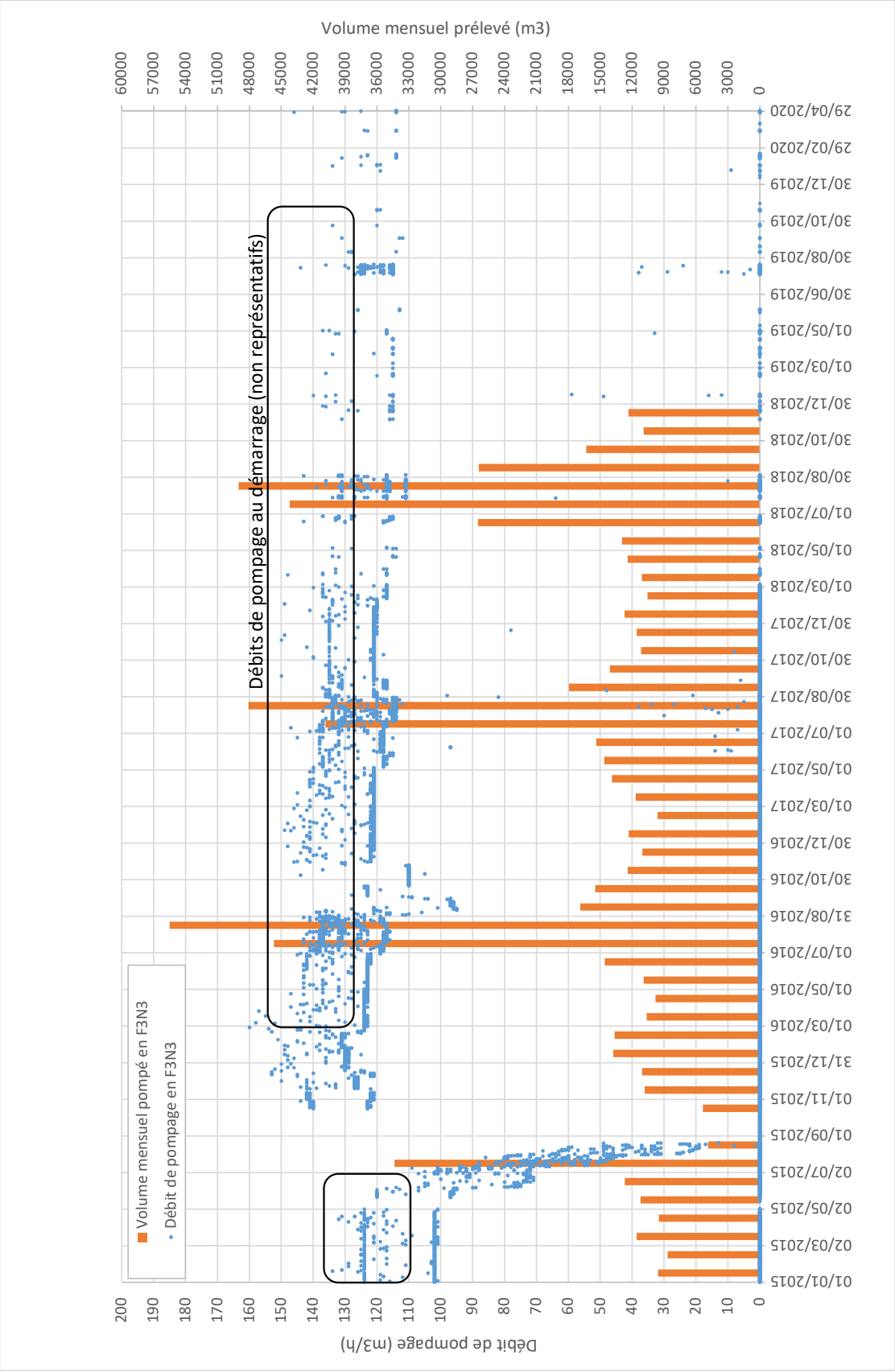



**Figure 23 : Volumes mensuels prélevés depuis 2015 VS débit sur le forage F3N3 - Commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque**

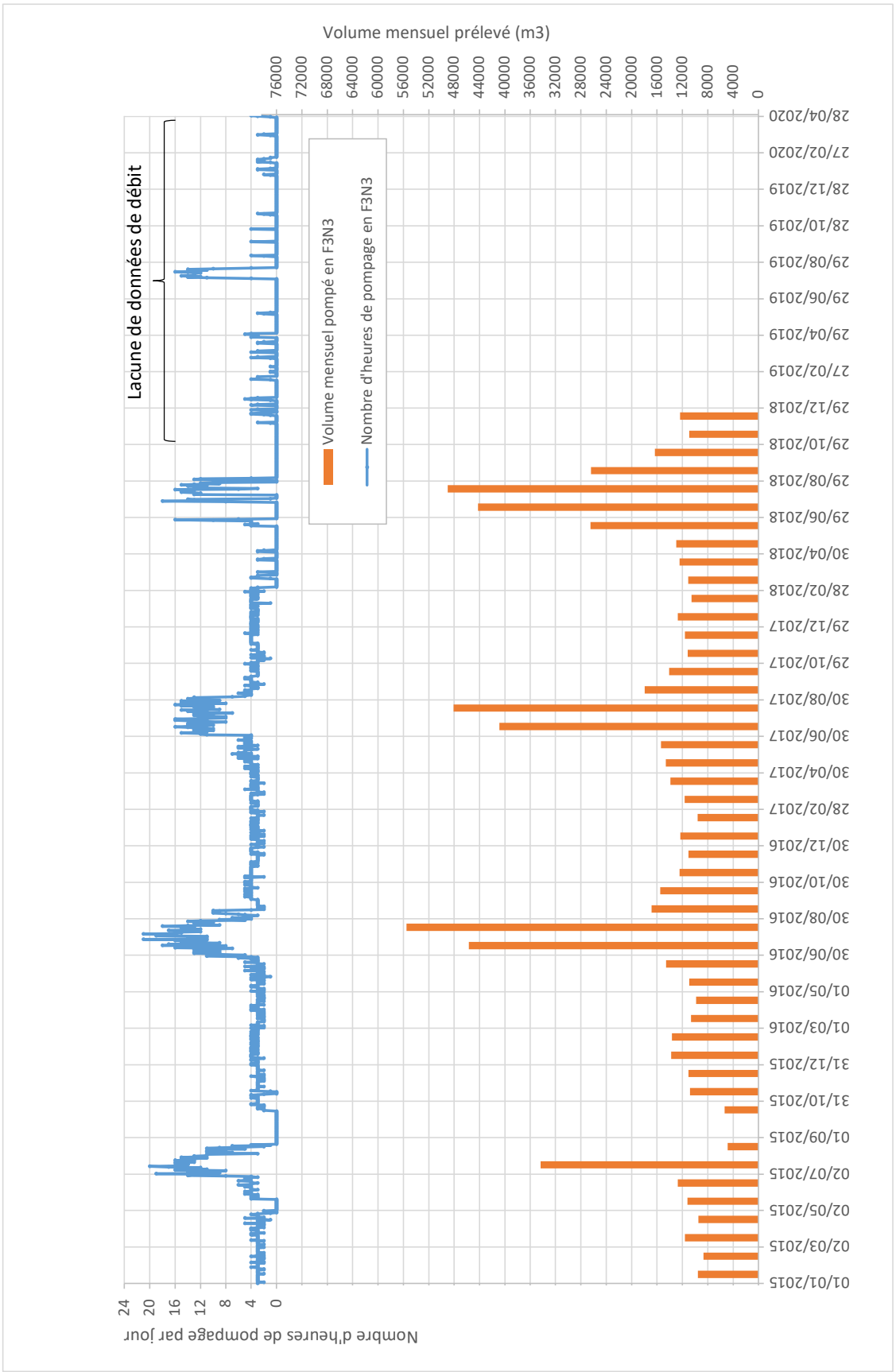



**Figure 24 : Volumes mensuels prélevés depuis 2015 VS temps de pompage sur le forage F3N3 - Commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque**

### 3.2.4 Forage F4N3bis « Varatxe »

Aucun forage AEP n'est présent à moins de 1500 m. Dans le détail :

- Les volumes moyens mensuels sont minimums en février et maximum en juillet/août (Figure 26).
- Le forage est exploité à hauteur d'un débit compris entre 115 et 130 $m^3$/h.
- Les volumes prélevés annuellement sur F4N3bis sont en baisse depuis 2004 (-52% soit -251 000 $m^3$ entre 2004 et 2018).
- Le coefficient de pointe mensuelle (=volume mensuel de pointe / volume mensuel moyen) est stable autour de x2 jusqu'en 2015. Depuis, le coefficient a augmenté car l'ouvrage n'est que très peu exploité hormis les périodes de pointe où il est exploité en appui des autres ouvrages (Figure 26 et Figure 27).
- D'après les données horaires de débit sur la période 2015 à 2020 (Figure 28), il est difficile d'identifier une quelconque tendance d'exploitation compte tenu de la très faible exploitation de l'ouvrage hors période de pointe.
- D'après les données horaires de débit sur la période 2015 à 2020, avant 2018, le forage était exploité en moyenne entre 2 et 4 heures par jour en période de faible consommation alors que depuis 2018, il n'est quasiment plus exploité hors période de pointe. Pendant cette période de forte consommation, l'ouvrage fonctionne entre 8 et 20 heures (Figure 29).

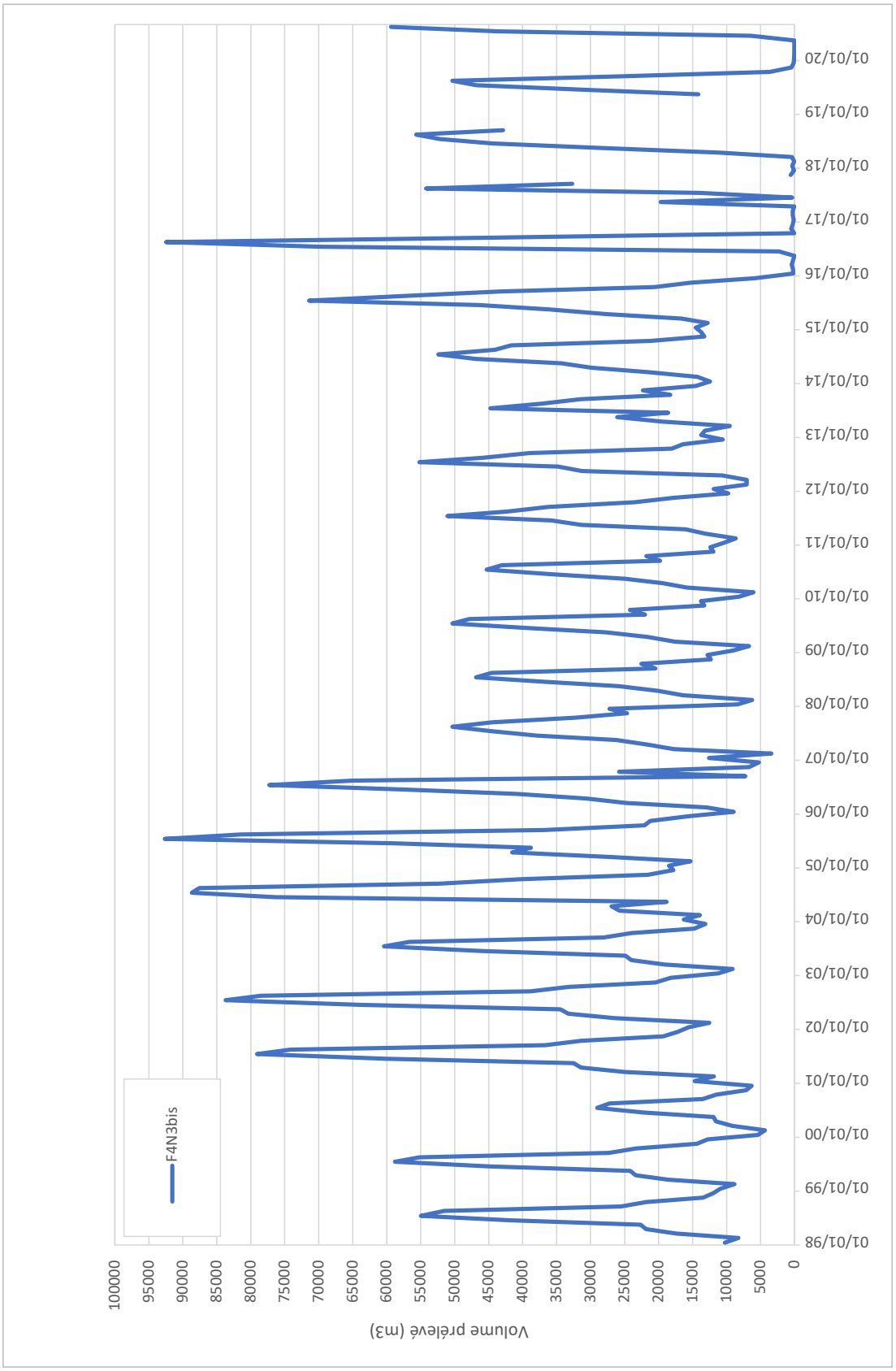



**Figure 25 : Volumes mensuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur le forage F4N3 bis - Commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque**

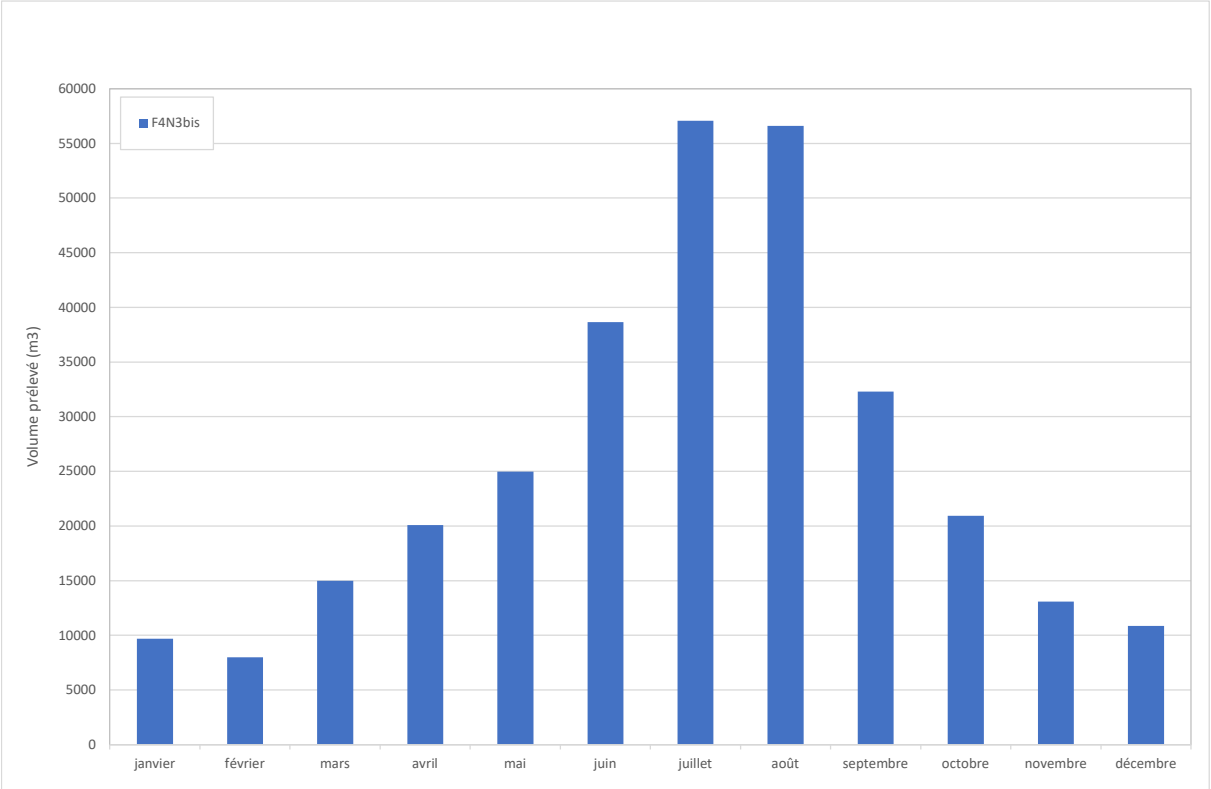



**Figure 26 : Volumes moyens mensuels (1998-2020) prélevés pour l'AEP sur le forage F4N3bis - Commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque**

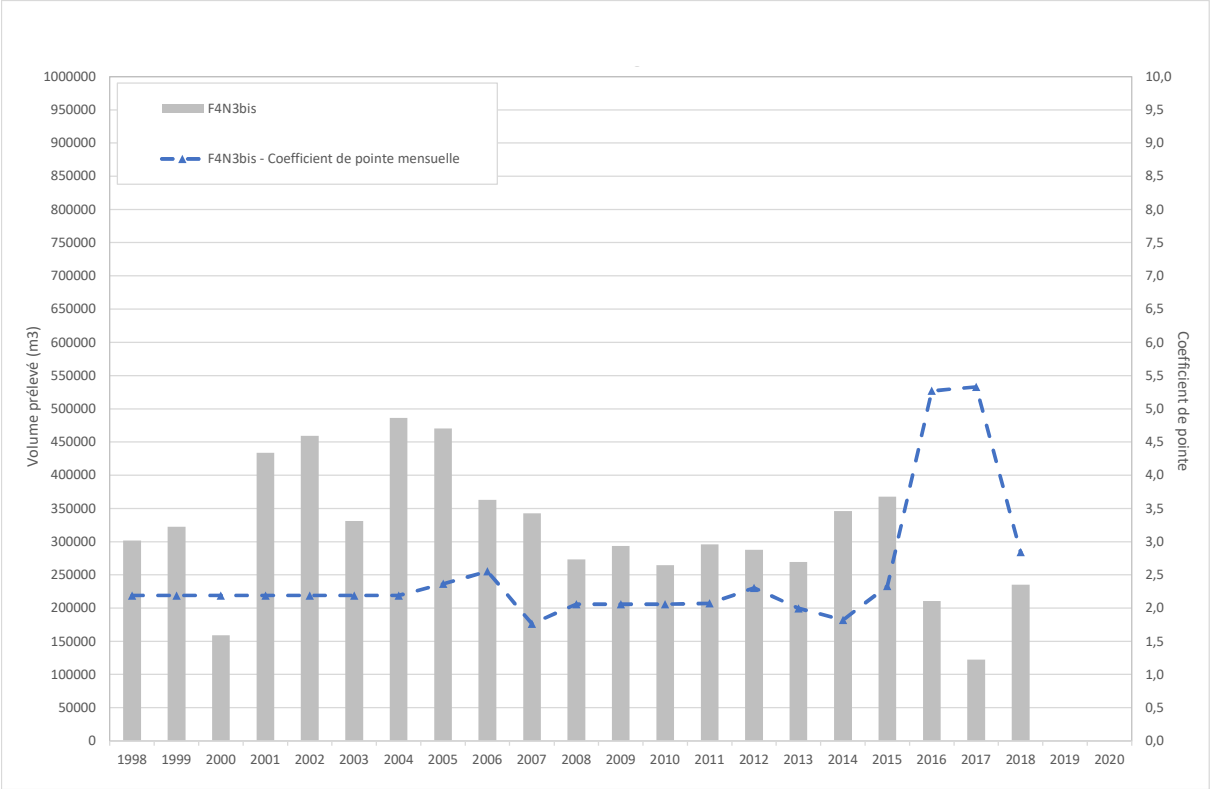



**Figure 27 : Volumes annuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur le forage F4N3bis - Commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque**

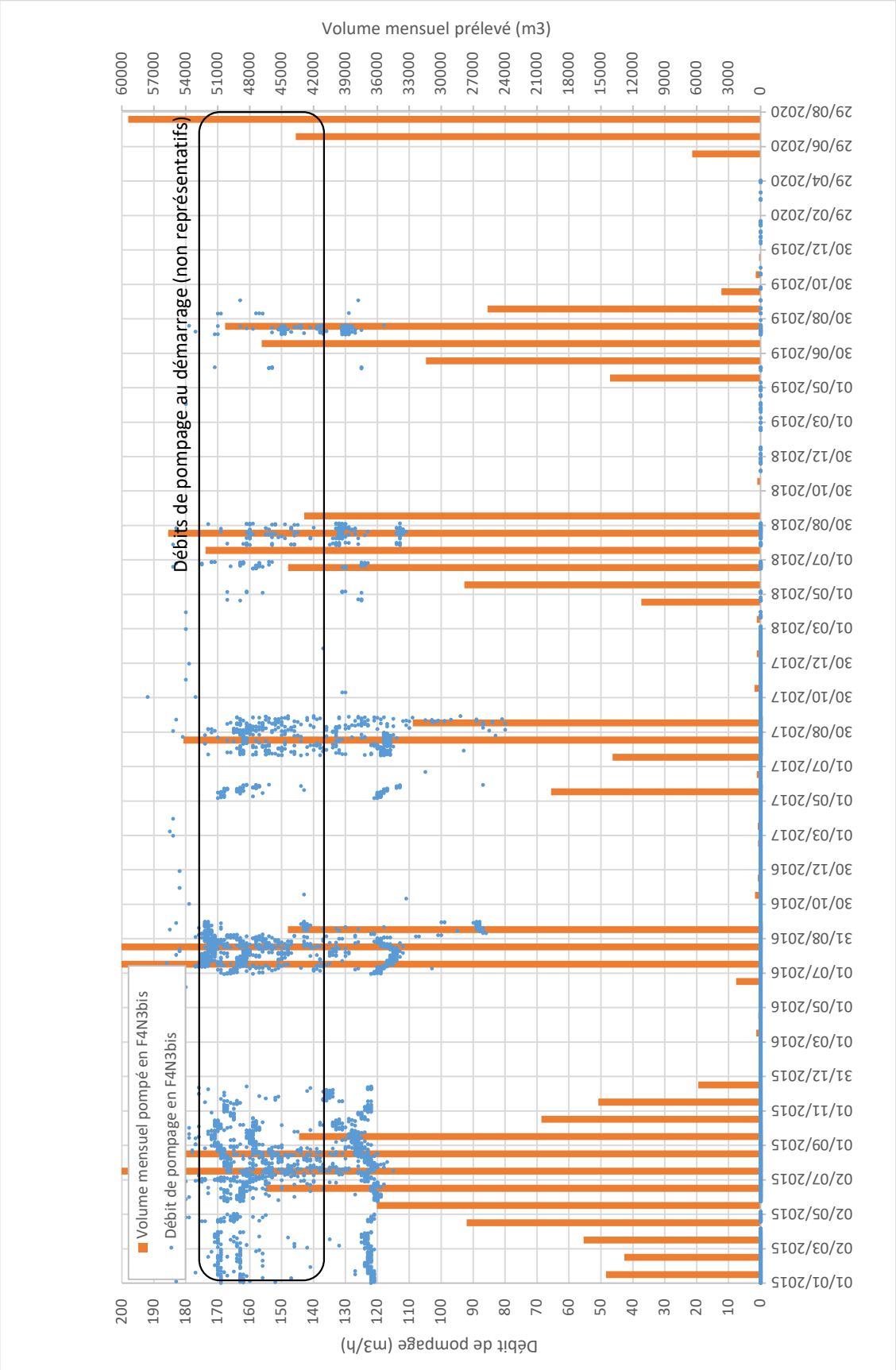



**Figure 28 : Volumes mensuels prélevés depuis 2015 VS débit sur le forage F4N3bis - Commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque**

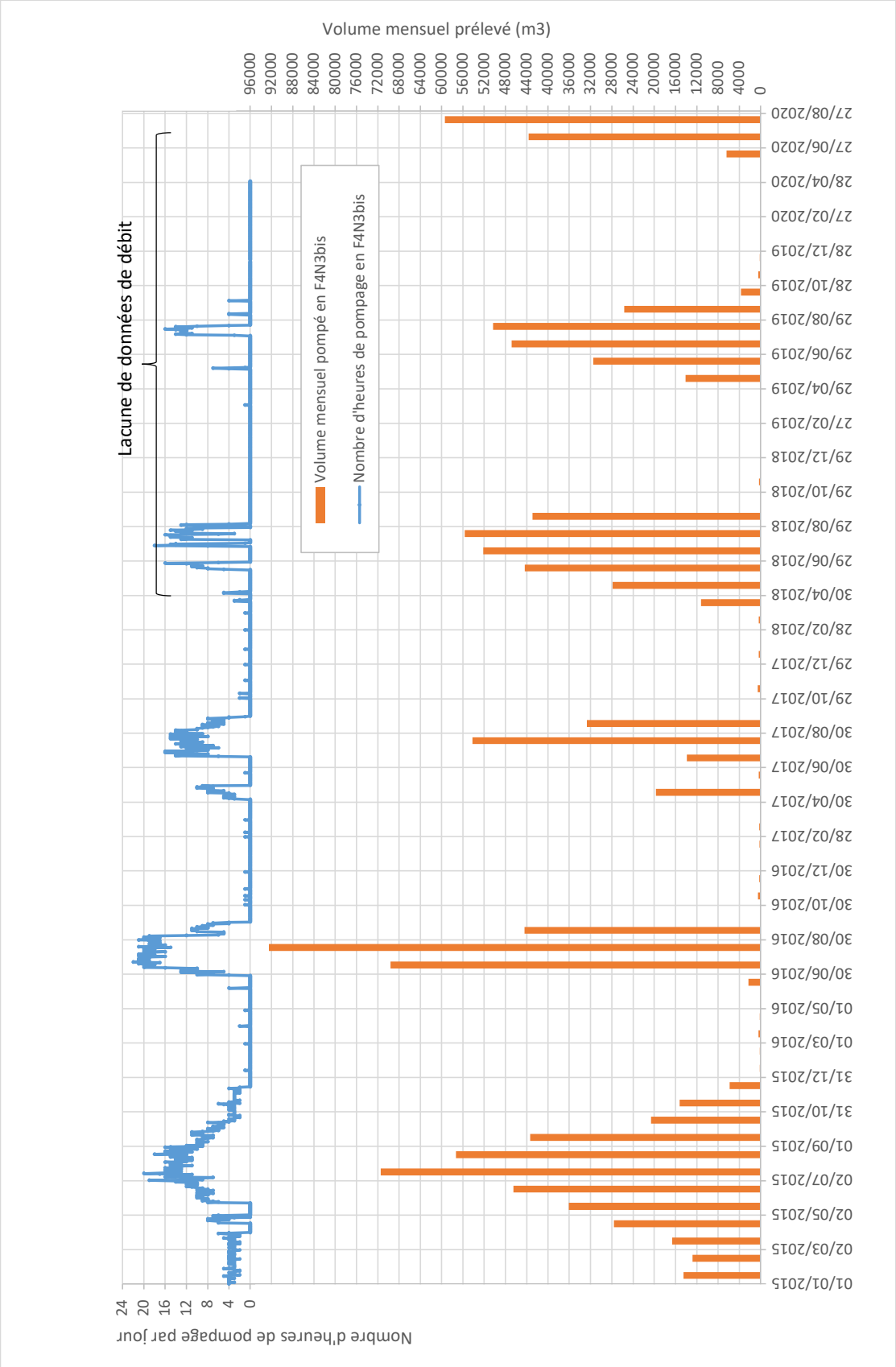



**Figure 29 : Volumes mensuels prélevés depuis 2015 VS temps de pompage sur le forage F4N3bis - Commune de Saint-Laurent-de-la-Salanque**

### 3.2.5 Zone de captage « F1 Conangle »

Les deux ouvrages F1N3 et F1N4bis se situent à proximité immédiate l'un de l'autre (50 m) et captent des horizons aquifères différents (cf. Tableau 1). Dans le détail :

- Les volumes moyens mensuels sont minimums en janvier/février et maximum en juillet/août (Figure 31).
- Les deux forages sont exploités à des débits bien différents (225-250 $m^3$/h pour F1N3 et 90-115 $m^3$/h en moyenne sur F1N4bis).
- Le prélèvement sur F1N3 représente 72% du prélèvement moyen annuel sur la zone de captage avec une baisse à 67% en août et 48% en septembre.
- Les volumes prélevés annuellement sur F1N3 sont en baisse depuis 2014 (-285 000 $m^3$ soit -47%) tandis que sur F1N4bis les volumes prélevés oscillent entre 217 000 et 300 000 $m^3$/an depuis 2013.
- Le coefficient de pointe mensuelle (=volume mensuel de pointe / volume mensuel moyen) est stable et oscille autour de x2.5 pour chacun des ouvrages (Figure 32).
- D'après les données horaires de débit sur la période 2015 à 2020, il apparait nettement que les débits d'exploitation baissent lors de la période de pointe (Figure 33) liés à la baisse généralisée du niveau piézométrique (conséquence de la forte augmentation des prélèvements) imposant alors aux pompes d'exploitation une HMT plus importante.
- D'après les données horaires de débit sur la période 2015 à 2020, les deux forages sont exploités en moyenne entre 2 et 4 heures par jour en période de faible consommation. En période de pointe, les durées de prélèvement oscillent entre 8 et 17 heures pour F1N3 contre 10 à 21 heures sur F1N4bis (Figure 34).

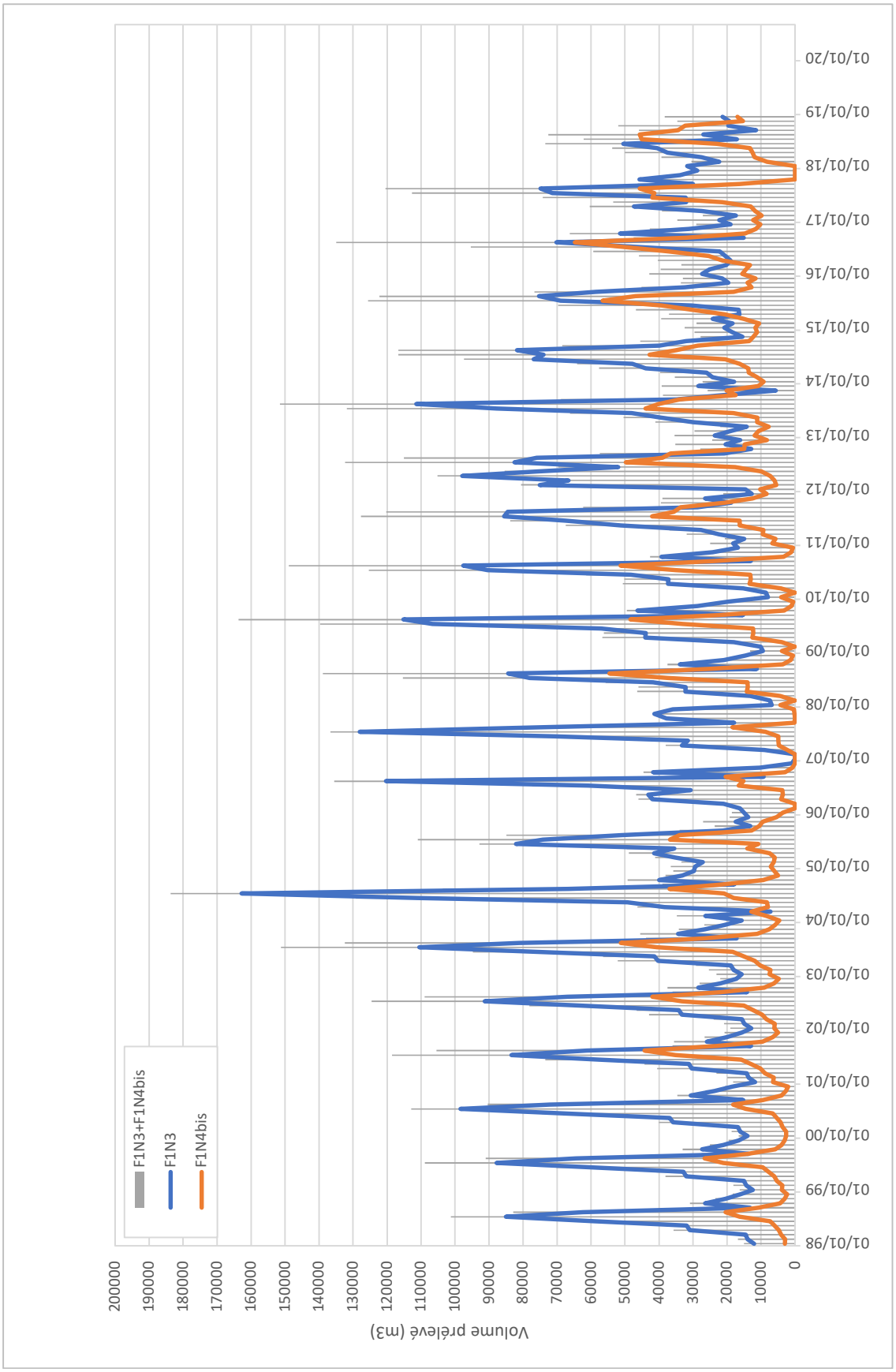



**Figure 30 : Volumes mensuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur les forages F1N3 et F1N4bis « Conangle » - Commune de Saint-Hippolyte**

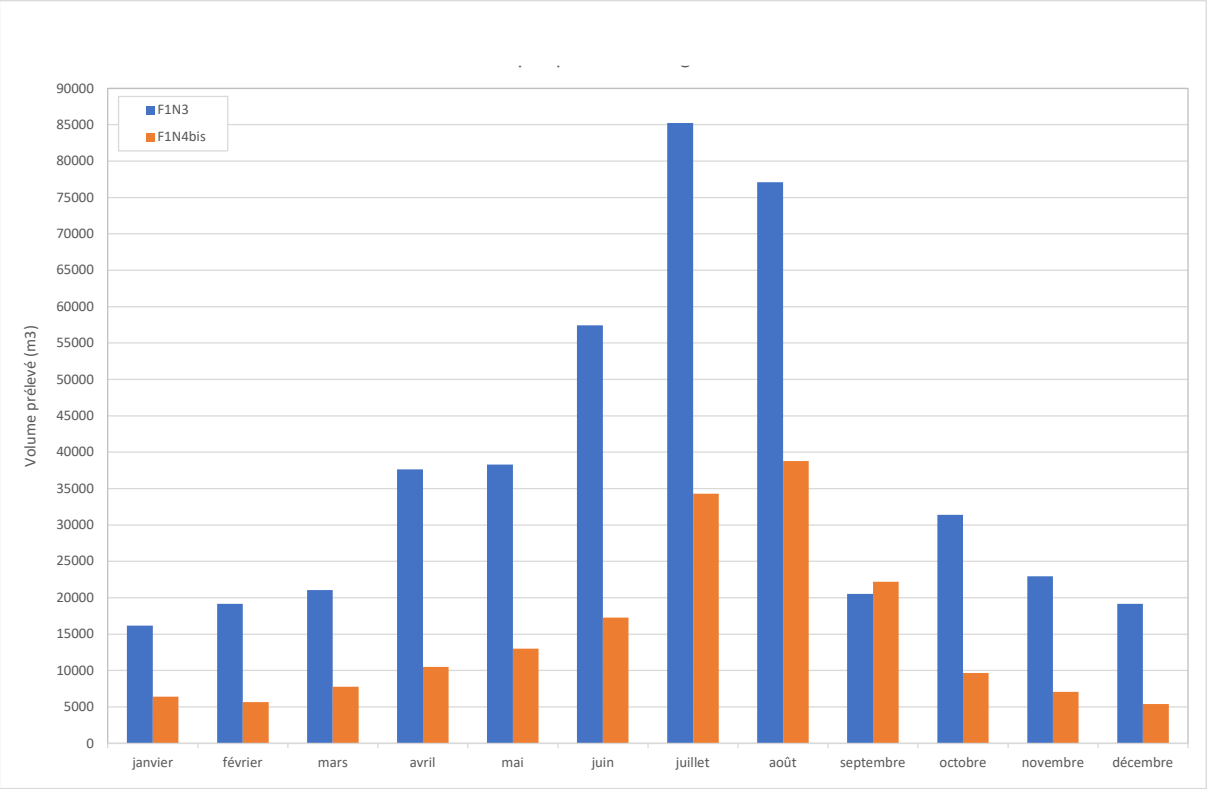



**Figure 31 : Volumes moyens mensuels (1998-2018) prélevés pour l'AEP sur les forages F1N3 et F1N4bis « Conangle » - Commune de Saint-Hippolyte**

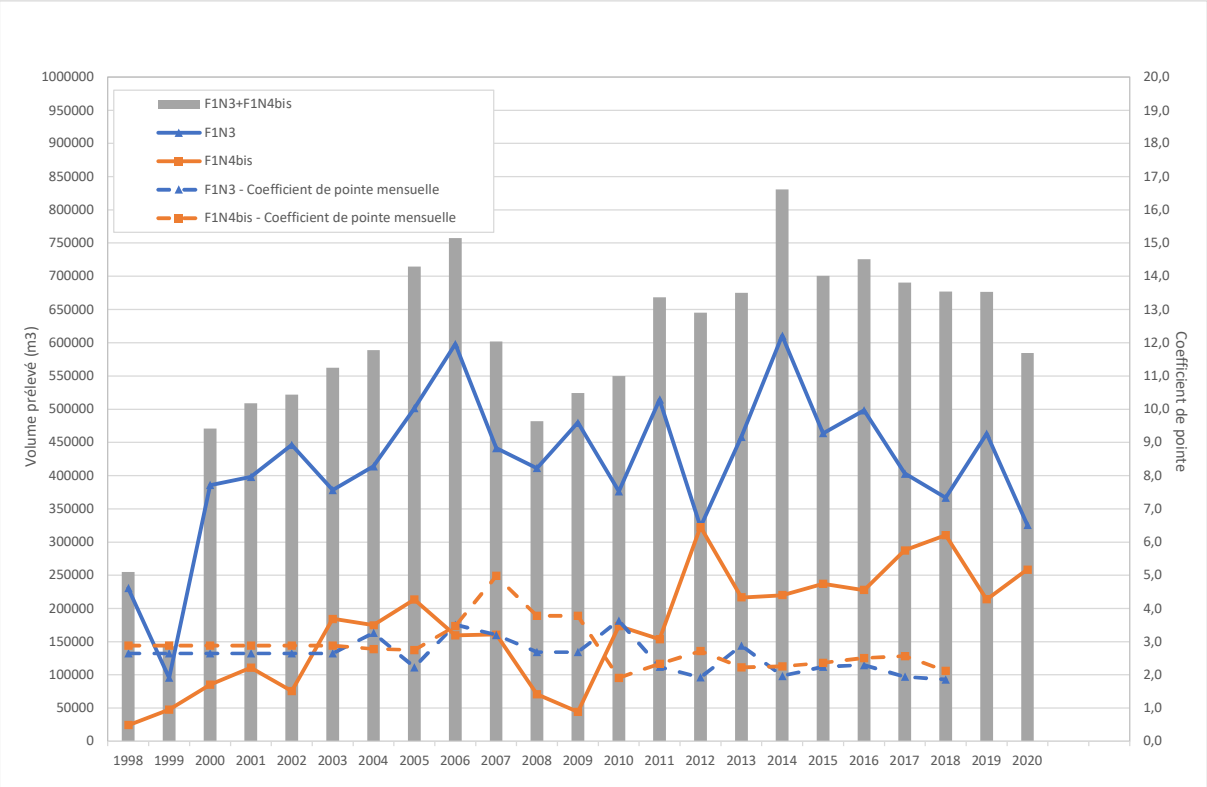



**Figure 32 : Volumes annuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur les forages F1N3 et F1N4bis « Conangle » - Commune de Saint-Hippolyte**

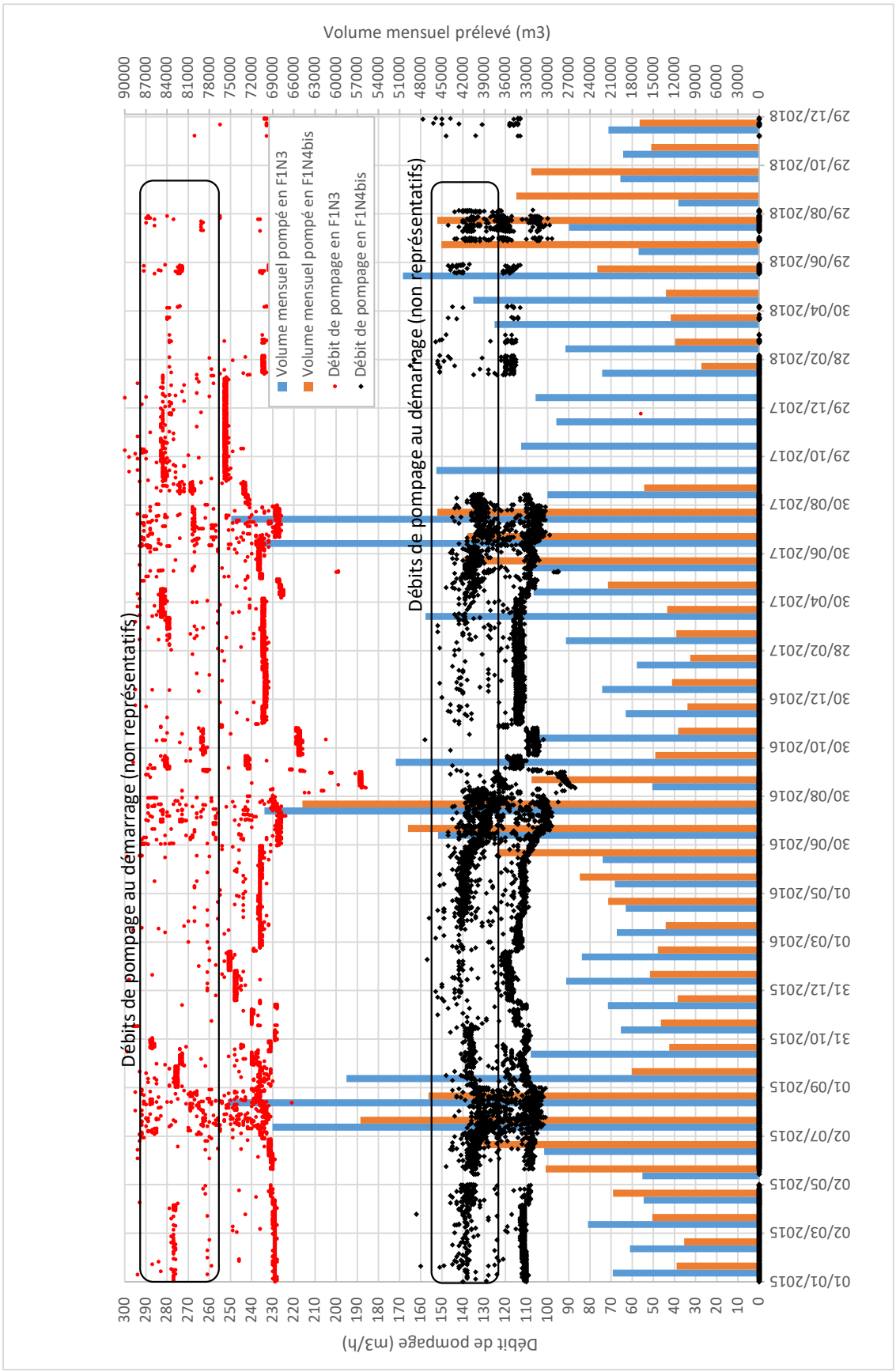



**Figure 33 : Volumes mensuels prélevés depuis 2015 VS débit sur les forages F1N3 et F1N4bis « Conangle » - Commune de Saint-Hippolyte**

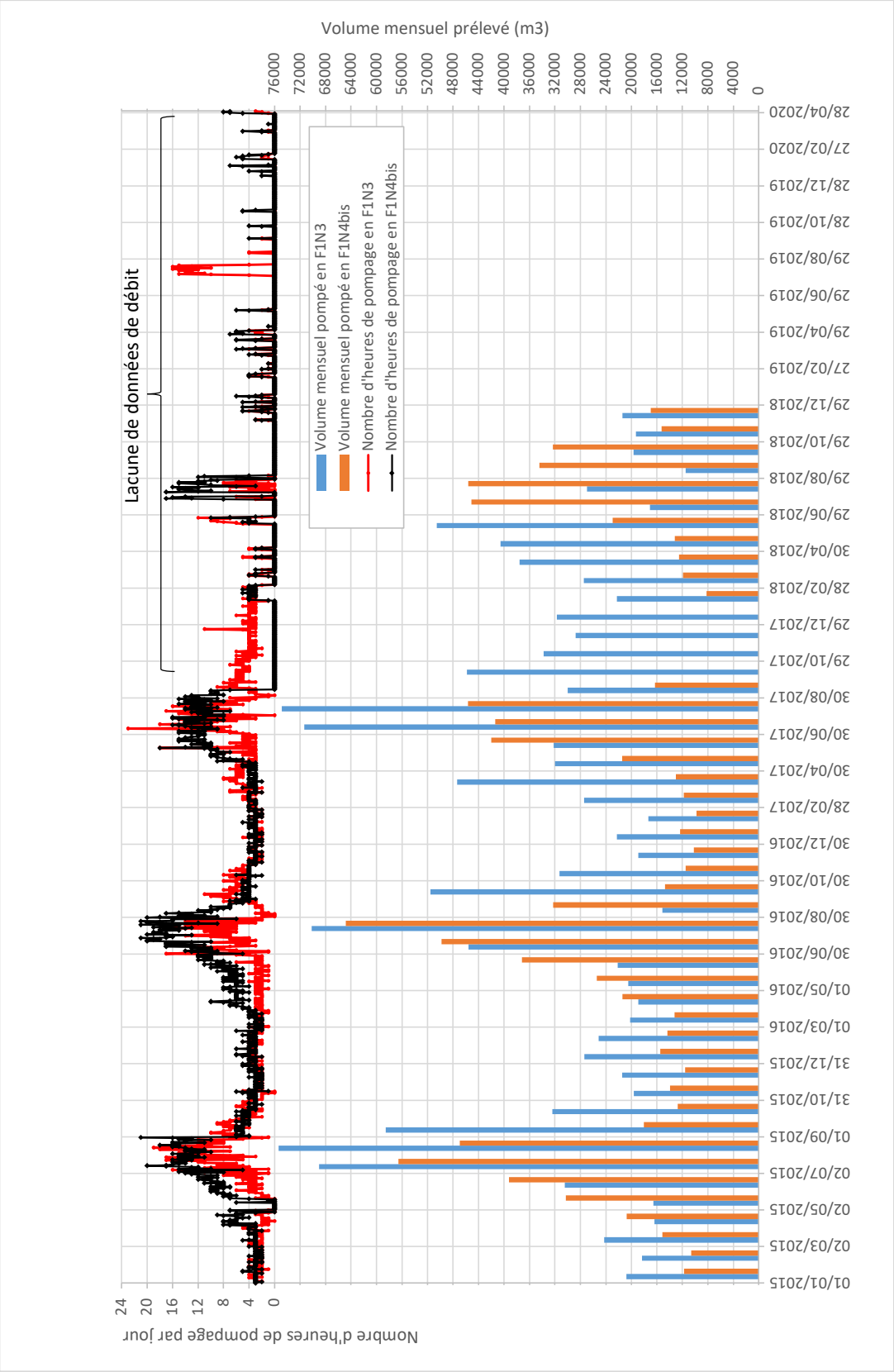



**Figure 34 : Volumes mensuels prélevés depuis 2015 VS temps de pompage sur les forages F1N3 et F1N4bis « Conangle » - Commune de Saint-Hippolyte**

### 3.2.6 Zone de captage « F6 Mollague »

Les deux ouvrages F6N3 et F6N4bis se situent à proximité immédiate l'un de l'autre (50 m) et captent des horizons aquifères différents (cf. Tableau 1).

Entre 1998 et 2006, les volumes prélevés déclarés pour F6N4bis dans la base de données de l'AERMC sont nuls. Ils semblent intégrés aux volumes déclarés de F6N3 (en nappe N3). Ainsi, pour pouvoir faire un bilan des prélèvements AEP par aquifère sur cette zone de captage de « Mollague », nous avons fait l'hypothèse suivante : nous avons extrait une partie des volumes de F6N3 pour les attribuer à F6N4bis. Et pour ce faire, nous avons regardé le pourcentage de prélèvement entre ces deux forages sur la totalité des volumes déclarés entre 2006 et 2018 (moyenne de 34.2% pour F6N3 et 65.8% pour F6N4/F6N4bis) et avons appliqué ce pourcentage aux données de 1997 à 2006.

Au final, après réattribution d'une partie des volumes à F6N4/F6N4bis avant 2006 :

- Les volumes moyens mensuels sont minimums en février et maximum en août (Figure 36).
- Les deux forages sont exploités à des débits bien différents (34-45 $m^3/h$ pour F6N3 et 145-180 $m^3/h$ en moyenne sur F6N4bis).
- Le prélèvement sur F6N3 représente environ 34% du prélèvement moyen annuel sur la zone de captage avec un maximum à 46% en septembre.
- Les volumes prélevés annuellement sur F6N3 sont relativement stables (autour de 130 000 $m^3$/an). Sur F6N4bis, après une période de baisse constante de -187 000 $m^3$ entre 2009 et 2016, les prélèvements ont augmenté depuis 2016 de +56% (+120 000 $m^3$).
- Le coefficient de pointe mensuelle (=volume mensuel de pointe / volume mensuel moyen) est plutôt fort et relativement stable (oscillant entre x2 et x3 depuis 2011) Figure 37).
- D'après les données horaires de débit sur la période 2015 à 2020, il apparait nettement que les débits d'exploitation baissent lors de la période de pointe (Figure 38) liés à la baisse généralisée du niveau piézométrique (conséquence de la forte augmentation des prélèvements) imposant alors aux pompes d'exploitation une HMT plus importante.
- D'après les données horaires de débit sur la période 2015 à 2020, les deux forages sont exploités en moyenne entre 2 et 4 heures par jour en période de faible consommation. En période de pointe, les durées de prélèvement oscillent entre 12 et 20 heures (Figure 39).

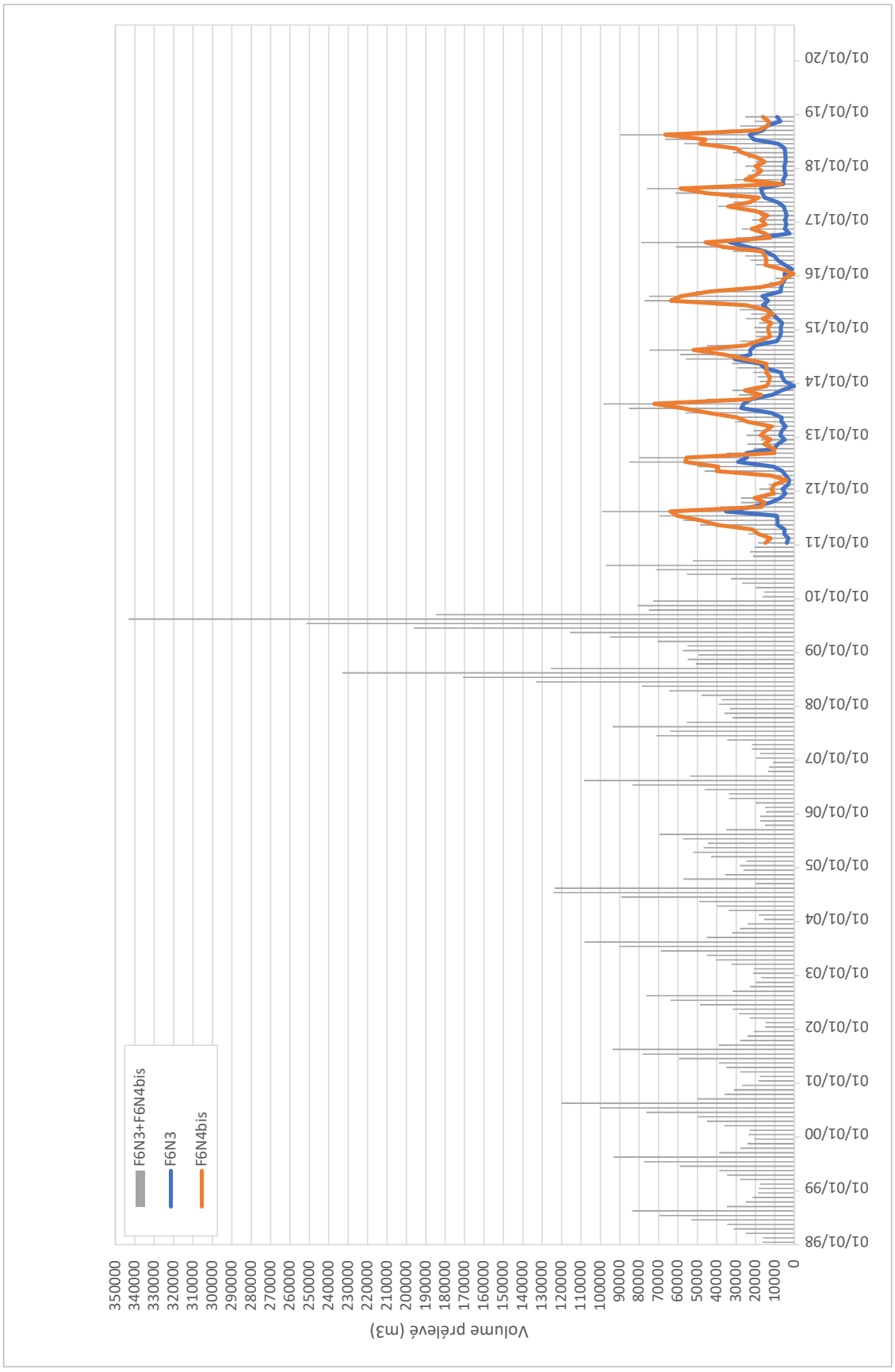



**Figure 35 : Volumes mensuels prélevés pour l'AEP sur les forages F6N3 et F6N4bis « Mollague » - Commune de Saint-Hippolyte**

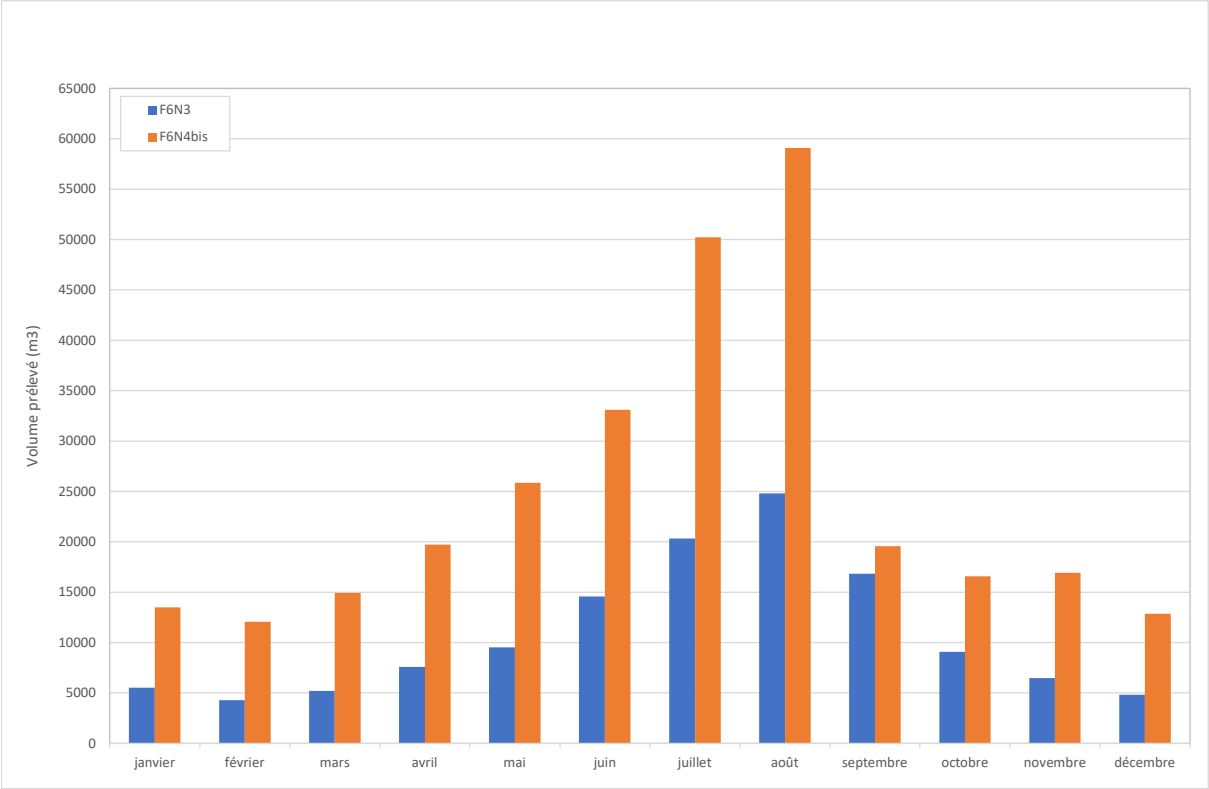



**Figure 36 : Volumes moyens mensuels (2011-2018) prélevés pour l'AEP sur les forages F6N3 et F6N4bis « Mollague » - Commune de Saint-Hippolyte**

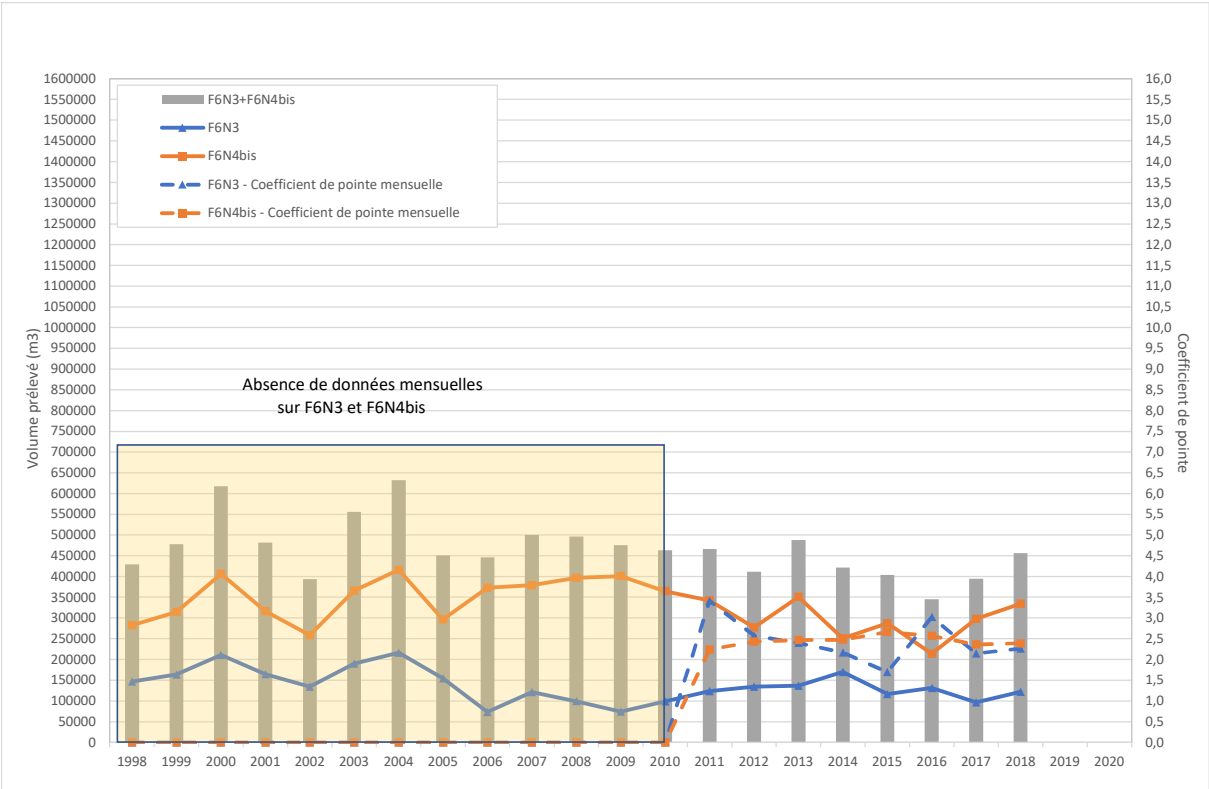



**Figure 37 : Volumes annuels prélevés pour l'AEP sur les forages F6N3 et F6N4bis « Mollague » - Commune de Saint-Hippolyte**

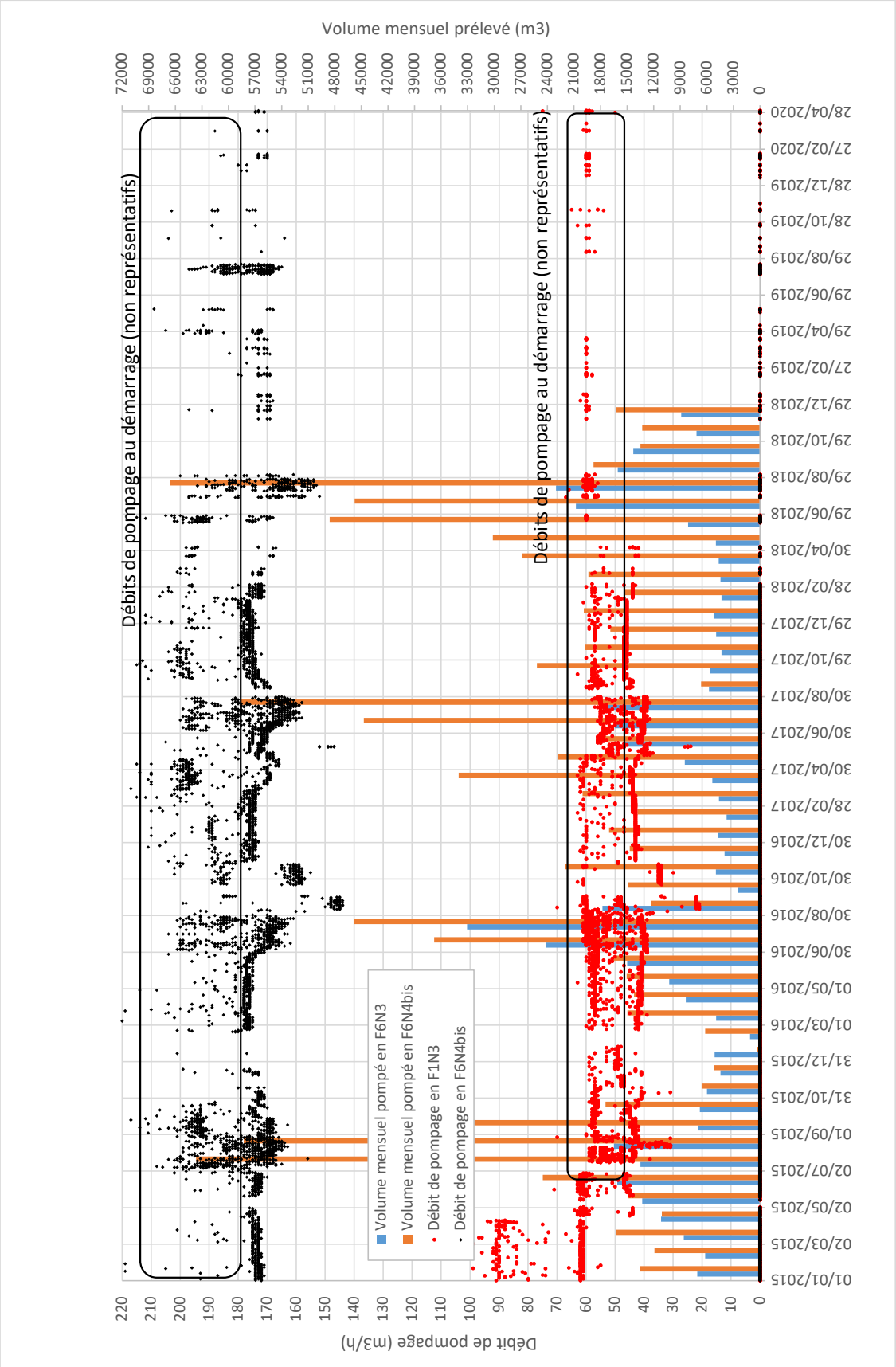



**Figure 38 : Volumes mensuels prélevés depuis 2015 VS débit sur les forages F6N3 et F6N4bis « Mollague » - Commune de Saint-Hippolyte**

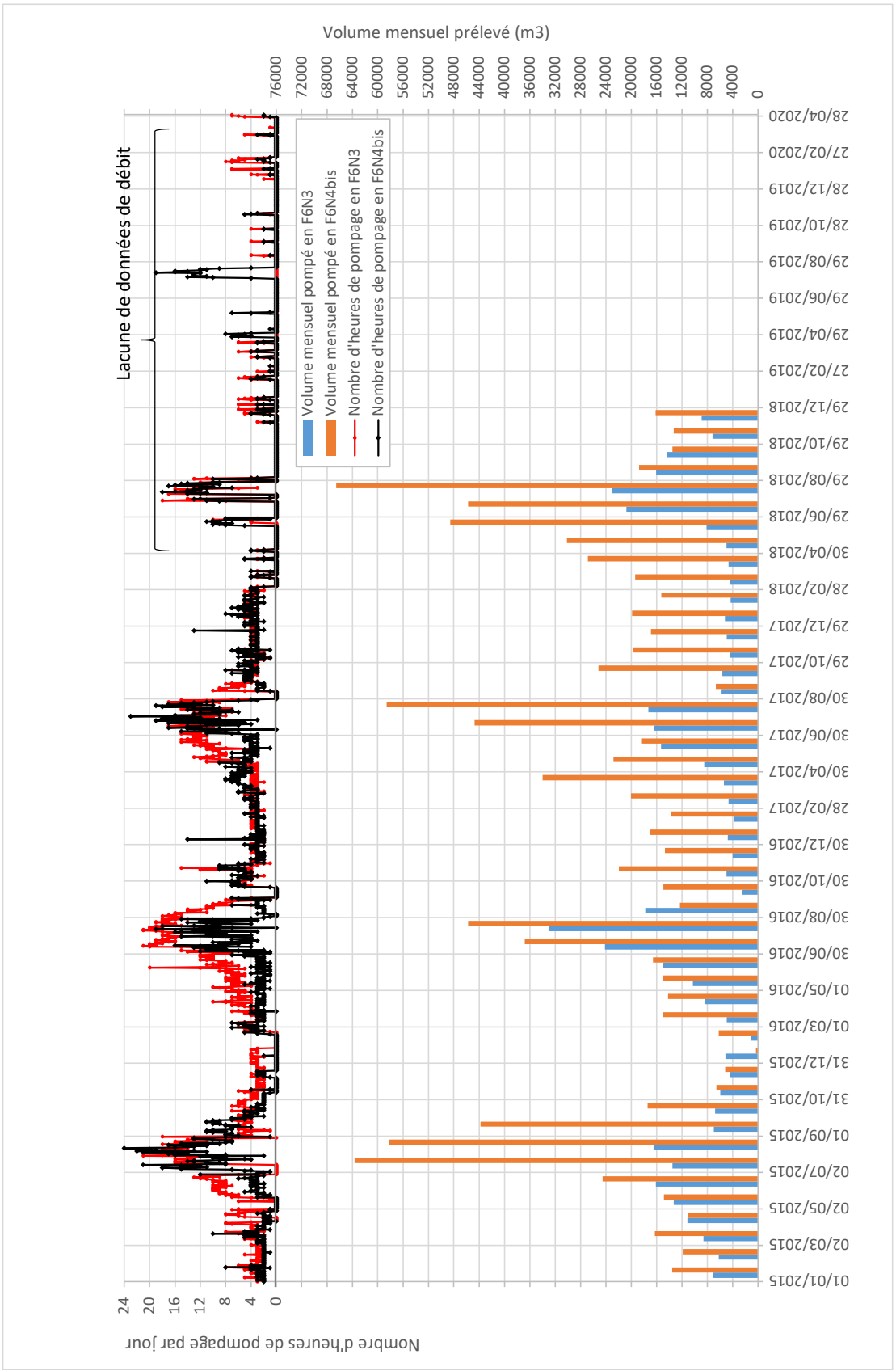



**Figure 39 : Volumes mensuels prélevés depuis 2015 VS temps de pompage sur les forages F6N3 et F6N4bis « Mollague » - Commune de Saint-Hippolyte**

### 3.2.7 Zone de captage « F7 Pla Saint-Jean »

Les deux ouvrages F7N3 et F7N4 se situent à proximité immédiate l'un de l'autre (50 m) et captent des horizons aquifères différents (cf. Tableau 1).

Entre 1998 et 2006, les volumes prélevés déclarés pour F7N4 dans la base de données de l'AERMC sont nuls. Ils semblent intégrés aux volumes déclarés de F7N3 (en nappe N3). Ainsi, pour pouvoir faire un bilan des prélèvements AEP par aquifère sur cette zone de captage de « Pla Saint-Jean », nous avons fait l'hypothèse suivante : nous avons extrait une partie des volumes de F7N3 pour les attribuer à F7N4. Et pour ce faire, nous avons regardé le pourcentage de prélèvement entre ces deux forages sur la totalité des volumes déclarés entre 2006 et 2018 (moyenne de 30.6% pour F7N3 et 69.4% pour F7N4) et avons appliqué ce pourcentage aux données de 1997 à 2006.

Au final, après réattribution d'une partie des volumes à F7N4 avant 2006 :

- Les volumes moyens mensuels sont minimums en février/mars et maximum en juillet/août (Figure 41).
- Les deux forages sont exploités à des débits bien différents (35-50 $m^3/h$ pour F7N3 et 110-130 $m^3/h$ en moyenne sur F7N4).
- Le prélèvement sur F7N3 représente 31% du prélèvement moyen annuel sur la zone de captage.
- Les volumes prélevés annuellement sur F7N3 sont globalement stables depuis 2011 (autour de 135 000 $m^3$/an) alors qu'on note une nette augmentation des prélèvements sur F7N4 depuis 2014 (+177 000 $m^3$ soit +143%) après une baisse constante entre 2005 et 2014 (-366 000 $m^3$).
- Le coefficient de pointe mensuelle (=volume mensuel de pointe / volume mensuel moyen) fluctue entre x1.8 et x3 pour chaque ouvrage (Figure 42).
- D'après les données horaires de débit sur la période 2015 à 2020, il apparait une tendance à la baisse des débits d'exploitation de la période de pointe (Figure 43) liée à la baisse généralisée du niveau piézométrique (conséquence de la forte augmentation des prélèvements) imposant alors aux pompes d'exploitation une HMT plus importante. On observe une légère tendance générale à la baisse du débit d'exploitation de l'ouvrage F7N3 alors que sur F7N4, on distingue une nette augmentation générale du débit d'exploitation passant de 110 $m^3/h$ en 2015 à 140 $m^3/h$ en 2018 et plus de 150 $m^3/h$ en 2019.
- D'après les données horaires de débit sur la période 2015 à 2020, les deux forages sont exploités en moyenne entre 2 et 4 heures par jour en période de faible consommation. En période de pointe, les durées de prélèvement oscillent entre 12 et 20 heures (Figure 44).

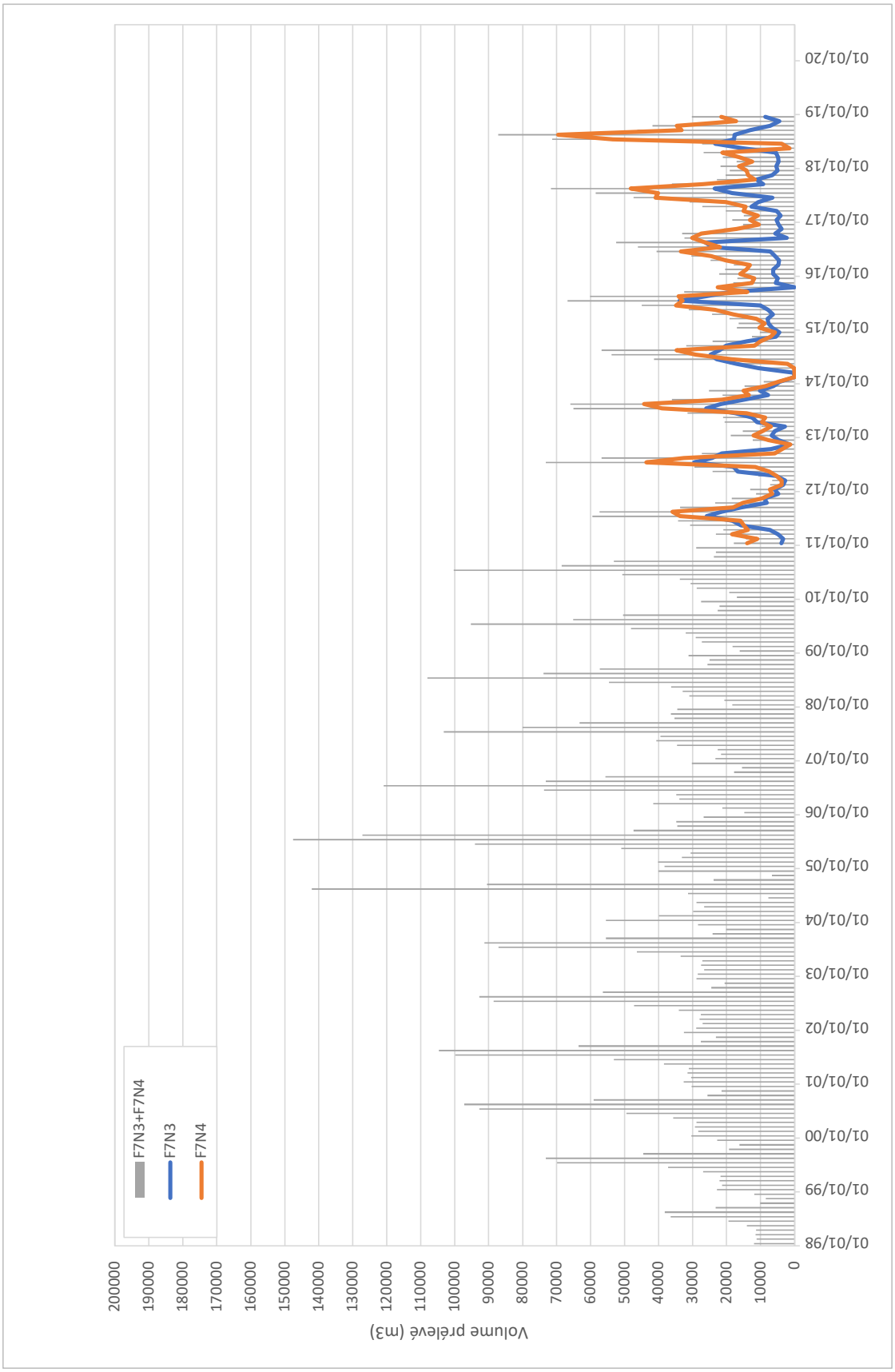



**Figure 40 : Volumes mensuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur les forages F7N3 et F7N4 « Pla Saint-Jean » - Commune de Saint-Hippolyte**

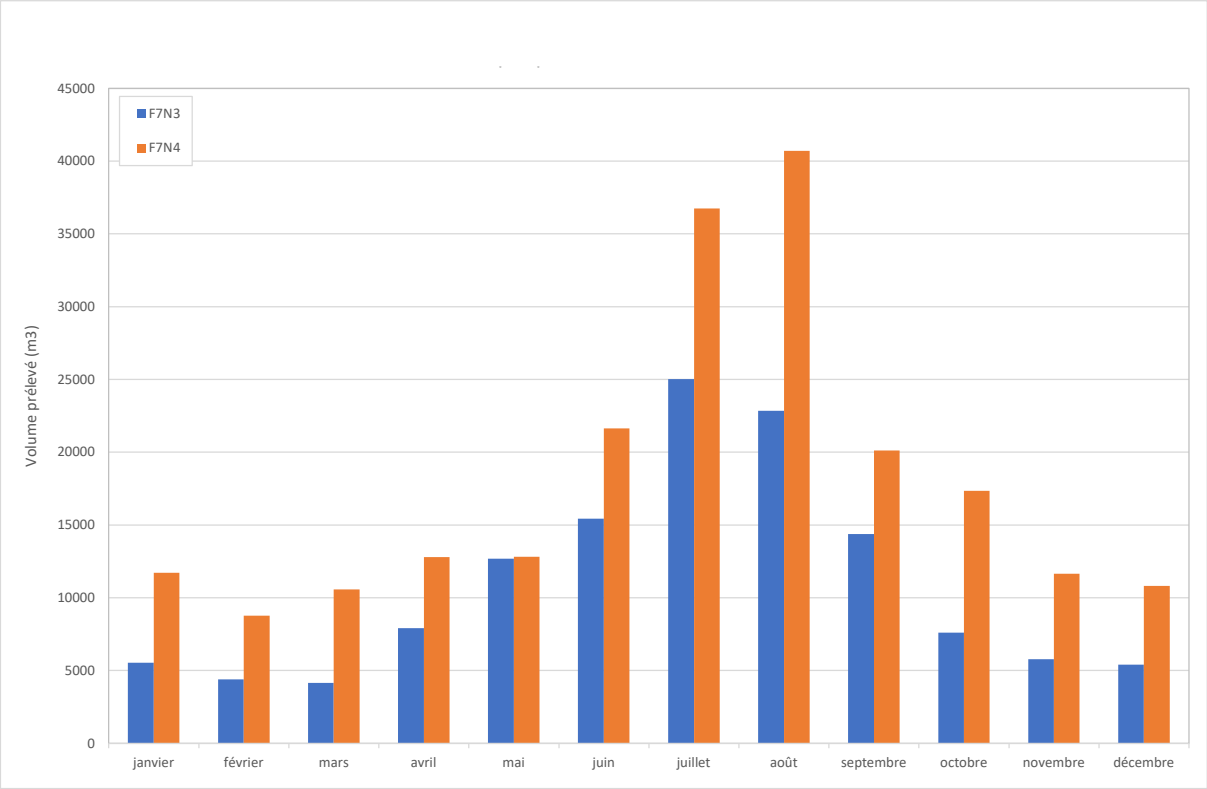



**Figure 41 : Volumes moyens mensuels (2011-2018) prélevés pour l'AEP sur les forages F7N3 et F7N4 « Pla Saint-Jean » - Commune de Saint-Hippolyte**

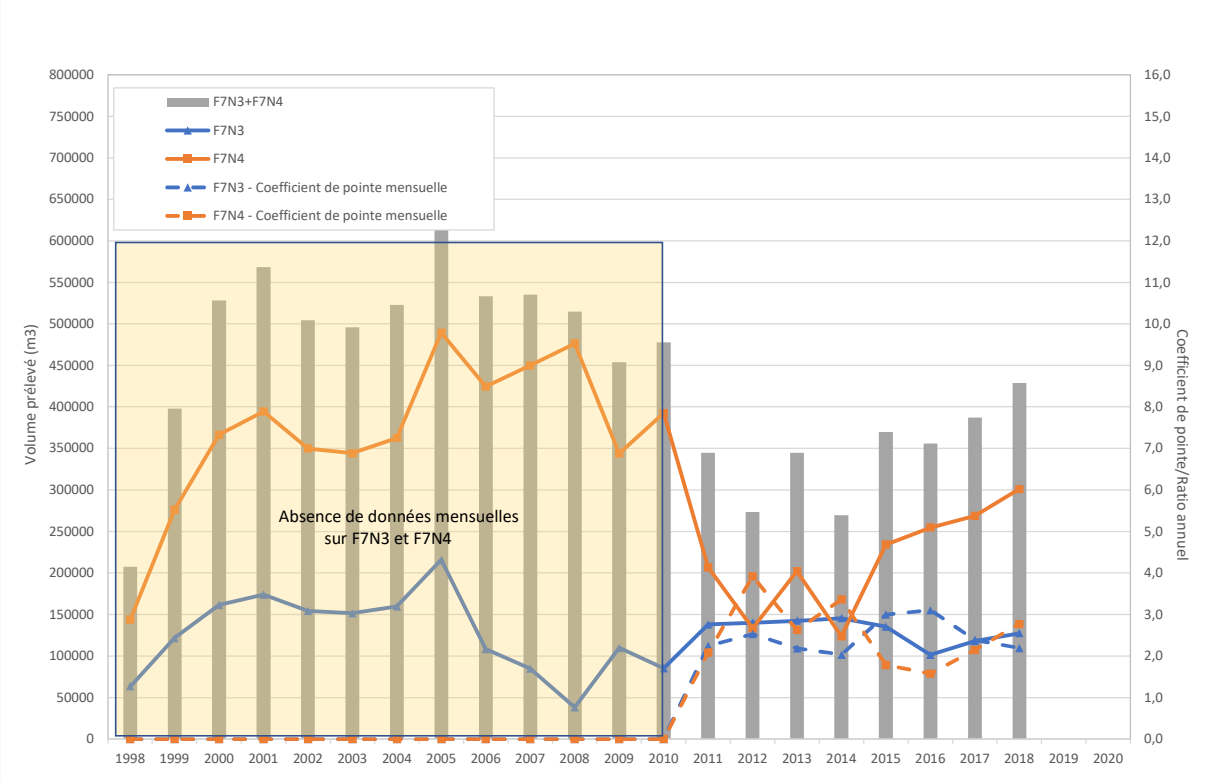



**Figure 42 : Volumes annuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur les forages F7N3 et F7N4 « Pla Saint-Jean » - Commune de Saint-Hippolyte**

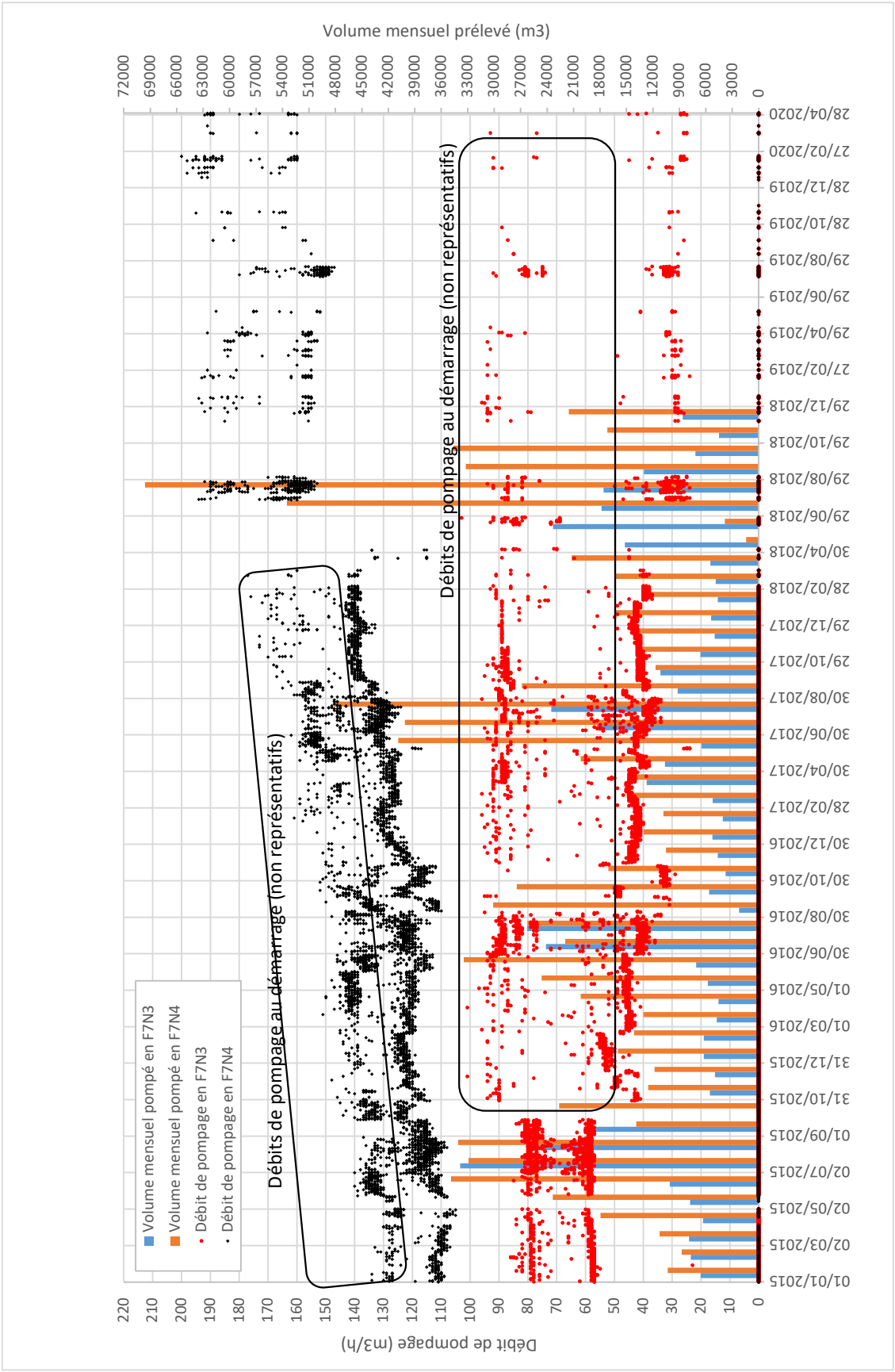



**Figure 43 : Volumes mensuels prélevés depuis 2015 VS débit sur les forages F7N3 et F7N4bis « Pla Saint-Jean » - Commune de Saint-Hippolyte**

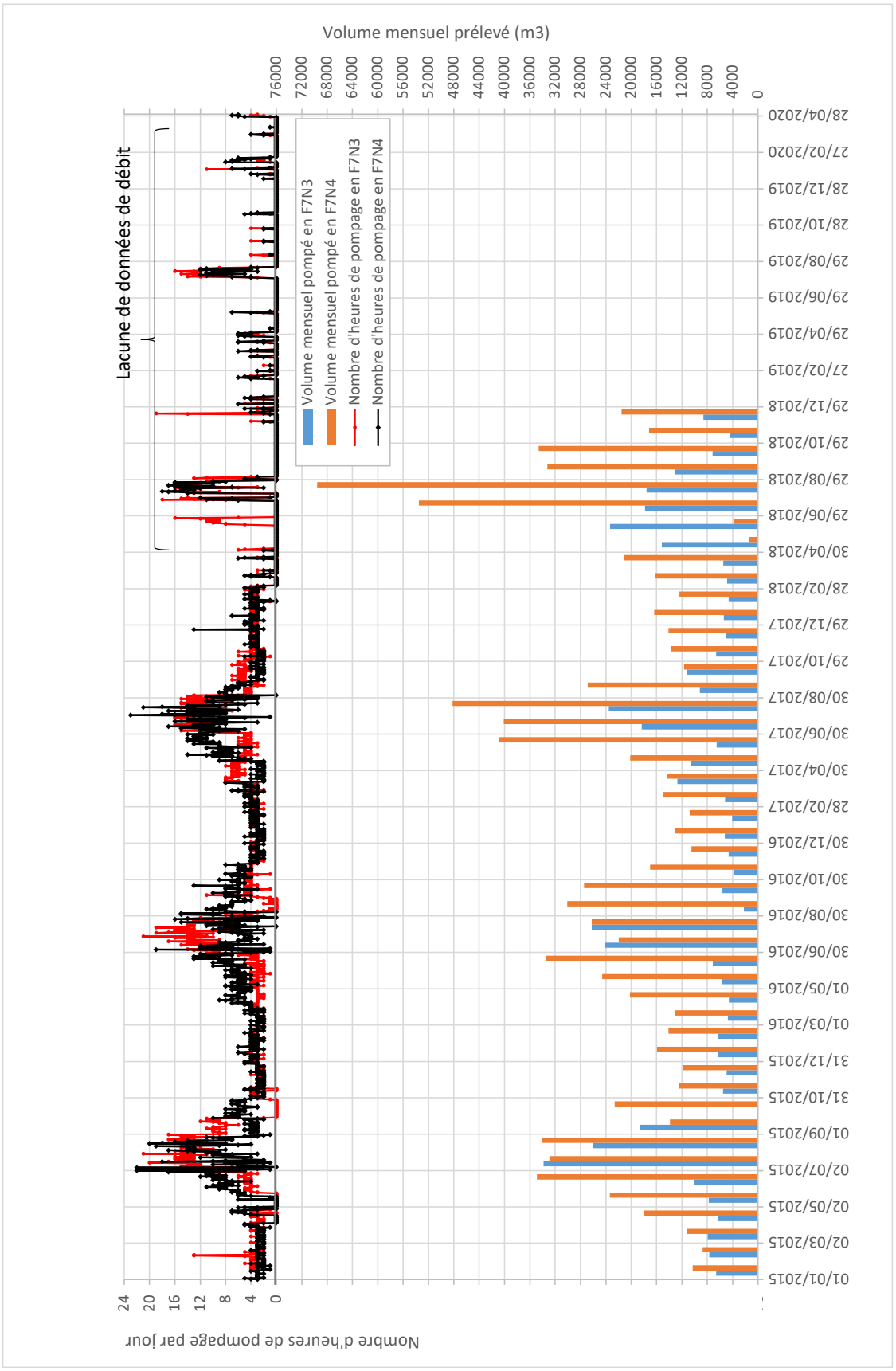



**Figure 44 : Volumes mensuels prélevés depuis 2015 VS temps de pompage sur les forages F6N3 et F6N4bis « Pla Saint-Jean » - Commune de Saint-Hippolyte**

### 3.2.8 Forage F2 Saint-Hippolyte

L'ouvrage est situé à 400 m au Sud-Est de la zone de captage de « Mollague » et 1000 m au Nord-Est de la zone de captage de « Pla Saint-Jean ». Dans le détail :

- Les volumes moyens mensuels sont minimums en février et maximum en juillet/août (Figure 46).
- Le forage est exploité à hauteur d'un débit moyen de 40 $m^3/h$.
- Les volumes prélevés annuellement sur F2 ont globalement augmenté de 2002 à 2017 (de 108 000 à 184 000 $m^3$/an soit une augmentation de 70%). A partir de 2017, on observe une légère baisse (-19% passant de 184 000 à 149 000 $m^3$/an en 2020).
- Le coefficient de pointe mensuelle (=volume mensuel de pointe / volume mensuel moyen) est stable autour de x1.2 (Figure 46 et Figure 47).
- D'après les données horaires de débit sur la période 2018 à 2020, il apparait une tendance à la baisse des débits d'exploitation de la période de pointe (Figure 48) liée à la baisse généralisée du niveau piézométrique (conséquence de la forte augmentation des prélèvements) imposant alors aux pompes d'exploitation une HMT plus importante.
- D'après les données horaires de débit sur la période 2018 à 2020, le forage est exploité de manière relativement constante : en moyenne entre 8 et 12 heures par jour en période de faible consommation et entre 12 et 15 heures en période de pointe (Figure 49).

### 3.2.9 Synthèse des prélèvements AEP en Salanque

| Saint-Laurent-de-la-Salanque | | F2N3 Rompuda | F2N4 Rompuda | F3N3 Els Prat | F4N3 Varatxe | F2 La Ville | F3 La Ville |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur (m) | | 48.8 | 175 | 47.2 | 57 | 60 | 166.8 |
| Aquifère | | N3 | N4 | N3 | N3 | N3 | N4 |
| Prélèvement 2018 ($m^3$) | Annuel | 345 655 | 245 474 | 137 395 | 235 144 | 594 423 | 160 807 |
| | Mensuel min. | 12 158 | 10 562 | 4 995 | 0 | 33 527 | 7 543 |
| | Mensuel max | 74 616 | 49 003 | 20 164 | 55 652 | 58 015 | 18 485 |
| Coef. de pointe (depuis 2015) | | 2.1 à 2.6 | 1.8 à 3 | 2.5 à 3.2 | 2.3 à 5.4 | 1.1 à 1.2 | 1.4 à 1.8 |
| Débit d'exploitation (m3/h) | Min | 160 | 110 | 55 | 115 | 87 | 39 |
| | Max | 250 | 125 | 80 | 130 | 102 | 50 |
| Heures de pompages (depuis 2015) | Faible conso | 2-7 | 2-4 | 2-7 | 2-4 | 4-11 | 11-16 |
| | Pointe | 10-21 | 8-16 | 10-21 | 8-22 | 10-18 | 14-19 |

**Tableau 2 : Synthèse des prélèvements AEP sur Saint-Laurent-de-la-Salanque**

| Saint Hippolyte | | F1N3 Conangle | F1N4 Conangle | F6N3 Mollague | F6N4 Mollague | F7N3 Pla St-Jean | F7N4 Pla St Jean | F2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur (m) | | 48.5 | 160 | 60 | 150 | 60 | 158 | 146 |
| Aquifère | | N3 | N4 | N3 | N4 | N3 | N4 | N4 |
| Prélèvement 2018 ($m^3$) | Annuel | 325 933 | 258 469 | 122 091 | 334 246 | 127 640 | 301 147 | 161 500 |
| | Mensuel min. | 11 465 | 0 | 4 345 | 13 304 | 4 497 | 3 853 | 10 384 |
| | Mensuel max | 50 547 | 45 632 | 23 028 | 66 568 | 23 315 | 69 582 | 19 191 |
| Coef. de pointe (depuis 2015) | | 2 à 2.5 | 2 à 2.5 | 1.7 à 3 | 2.4 à 2.6 | 2 à 3 | 1.8 à 2.9 | 1.3 |
| Débit d'exploitation (m3/h) | Min | 225 | 90 | 34 | 145 | 35 | 110 | 35 |
| | Max | 250 | 115 | 45 | 180 | 50 | 130 | 45 |
| Heures de pompages (depuis 2015) | Faible conso | 2-4 | 2-4 | 2-4 | 2-4 | 2-4 | 2-4 | 8-12 |
| | Pointe | 8-17 | 8-17 | 12-20 | 12-20 | 12-20 | 12-20 | 12-15 |

**Tableau 3 : Synthèse des prélèvements AEP sur Saint-Hippolyte**

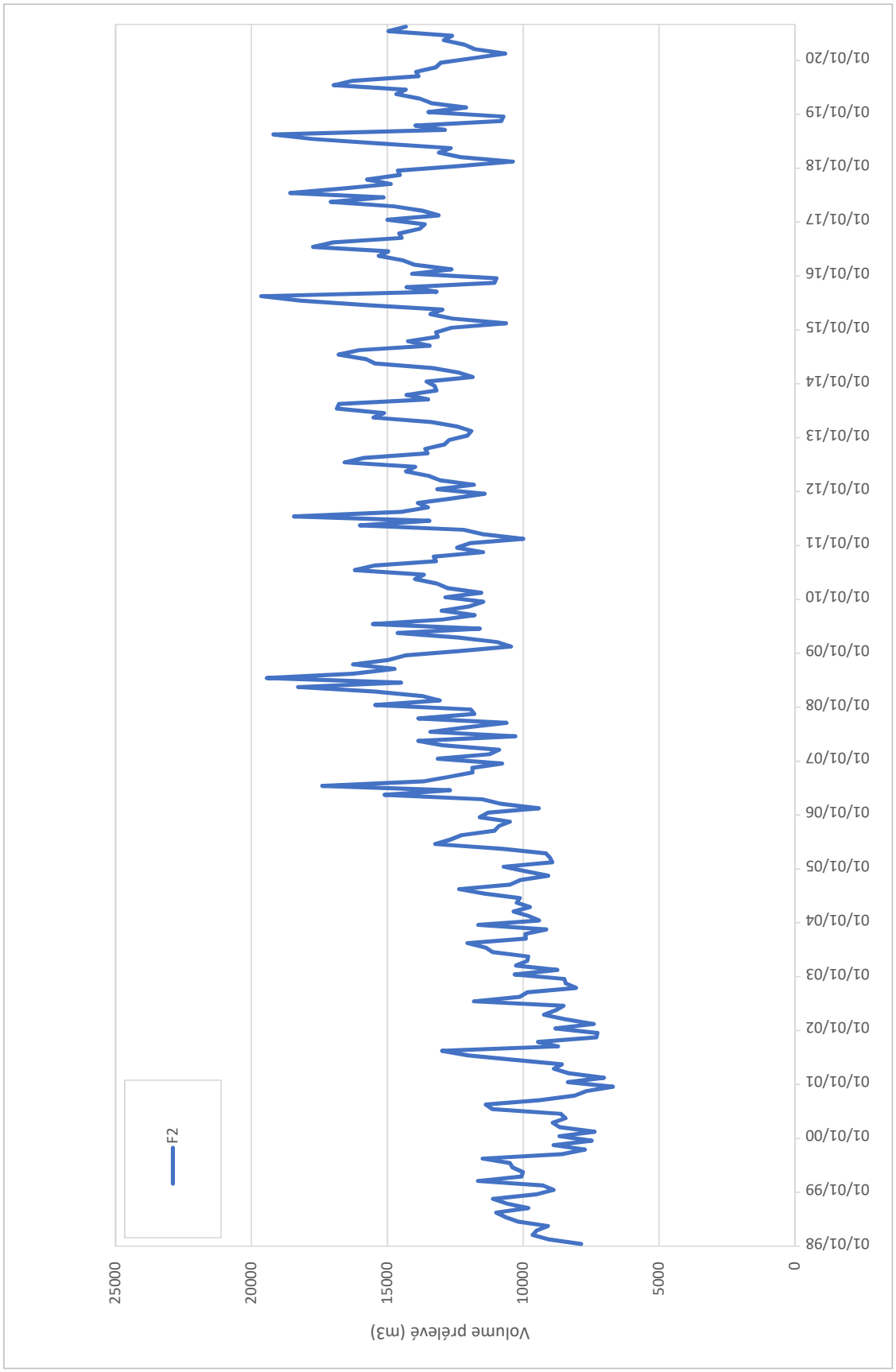



**Figure 45 : Volumes mensuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur le forage F2 - Commune de Saint-Hippolyte**

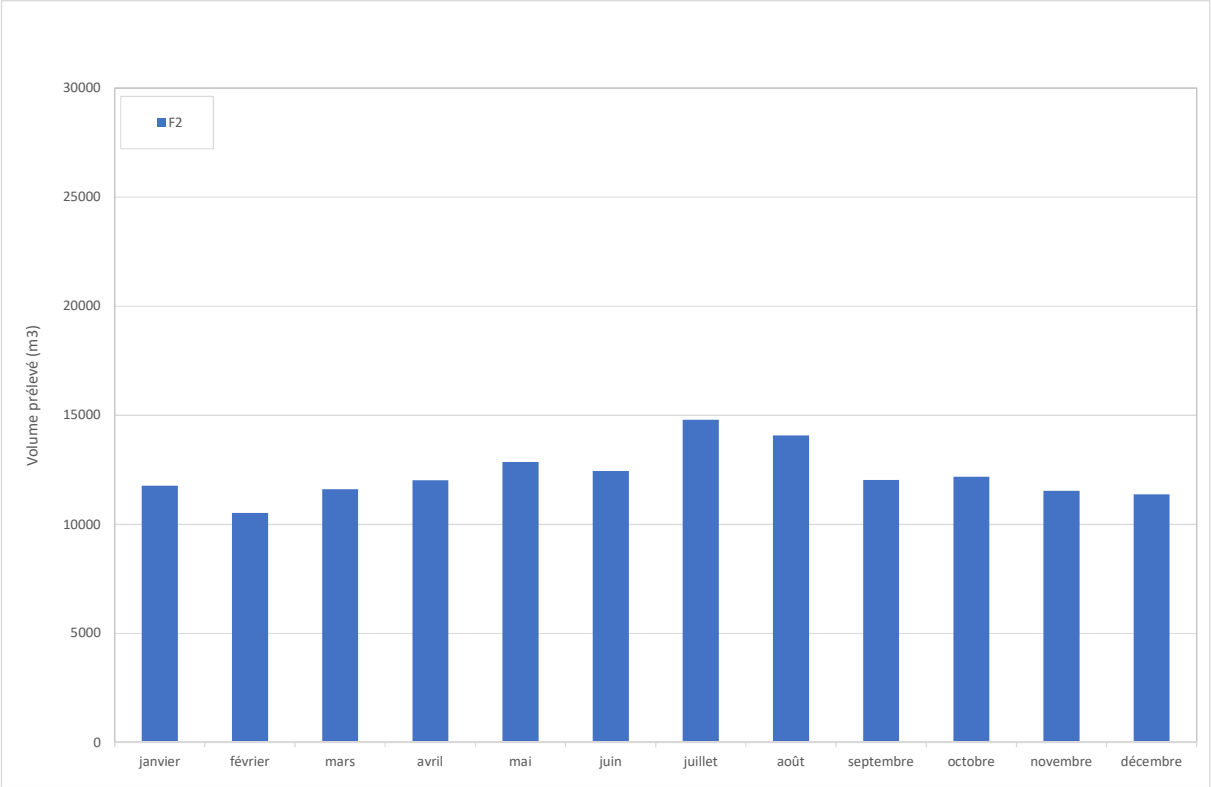



**Figure 46 : Volumes moyens mensuels (2011-2020) prélevés pour l'AEP sur le forage F2 - Commune de Saint-Hippolyte**

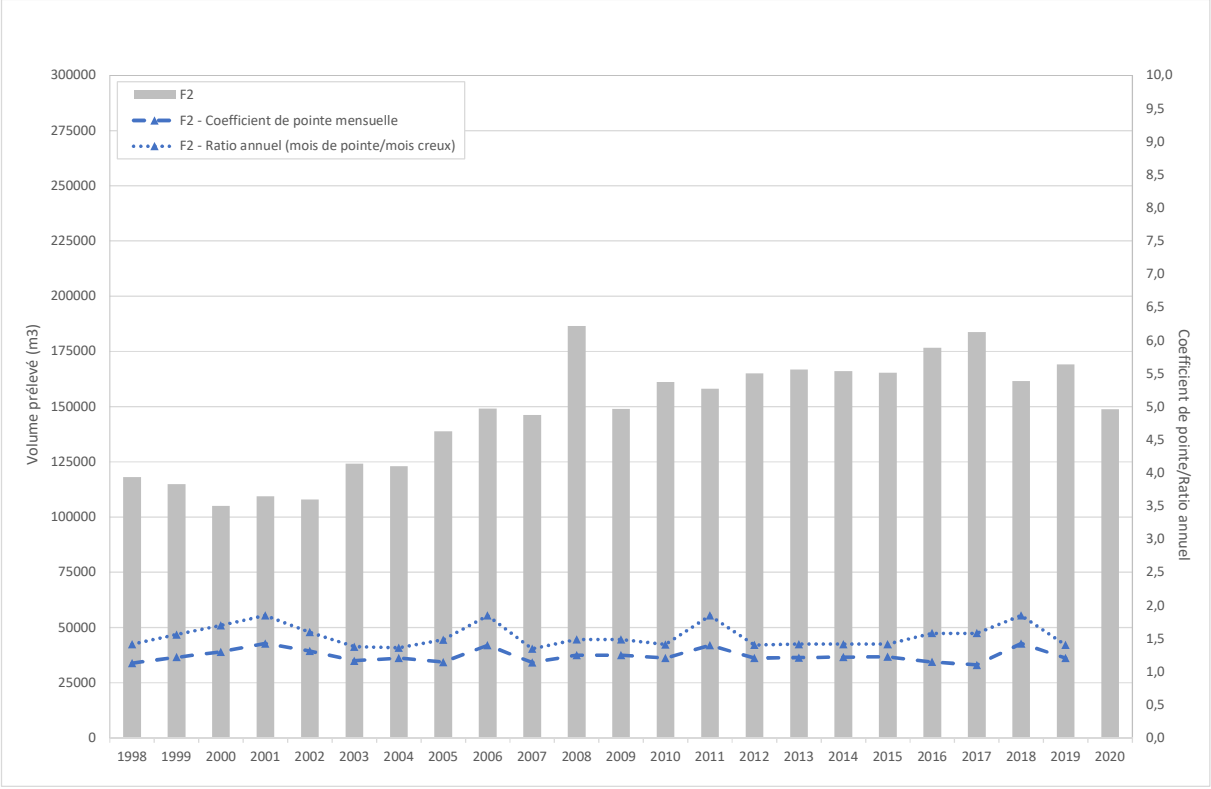



**Figure 47 : Volumes annuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur le forage F2 - Commune de Saint-Hippolyte**

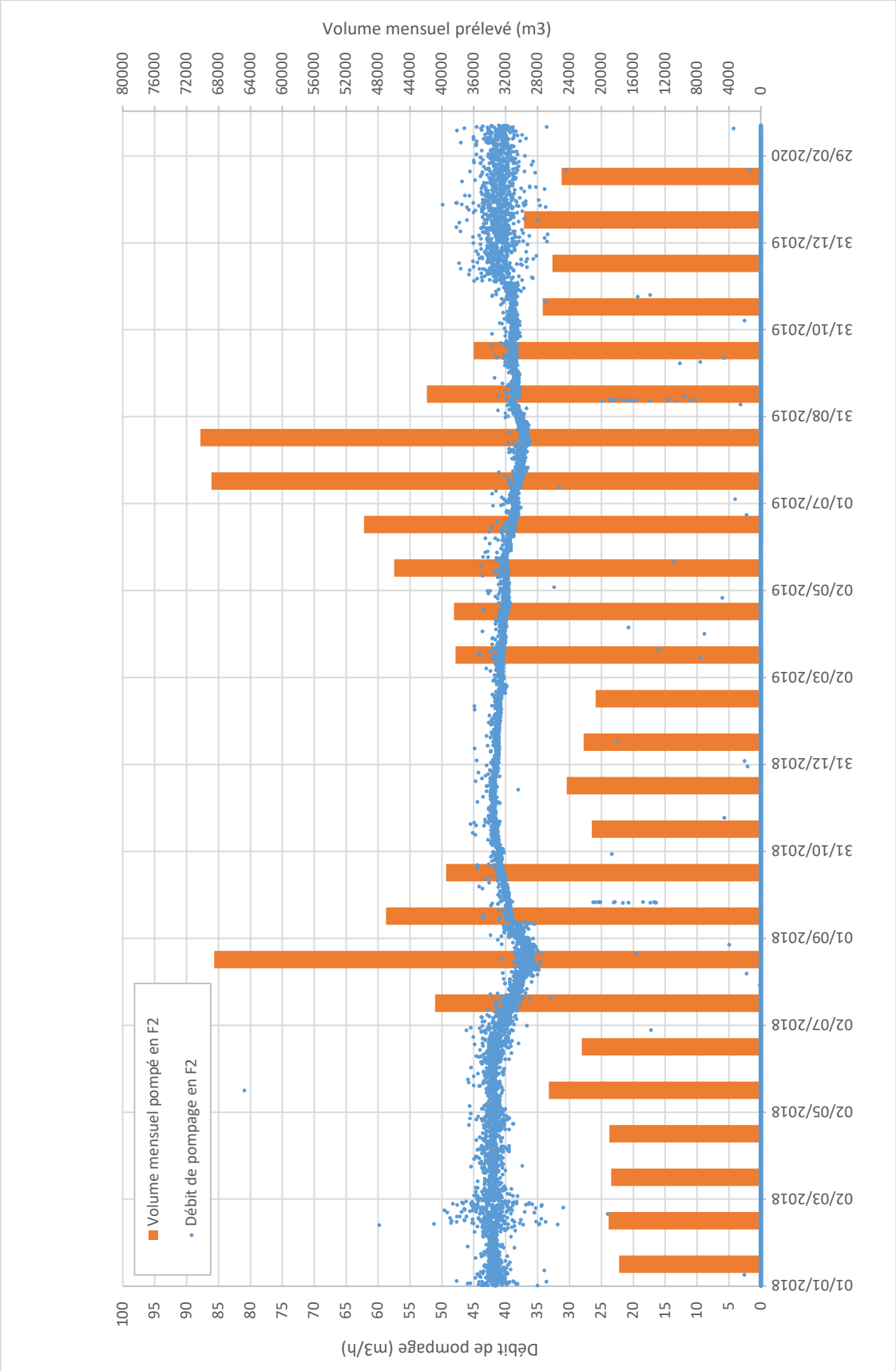



**Figure 48 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS débit sur le forage F2 - Commune de Saint-Hippolyte**

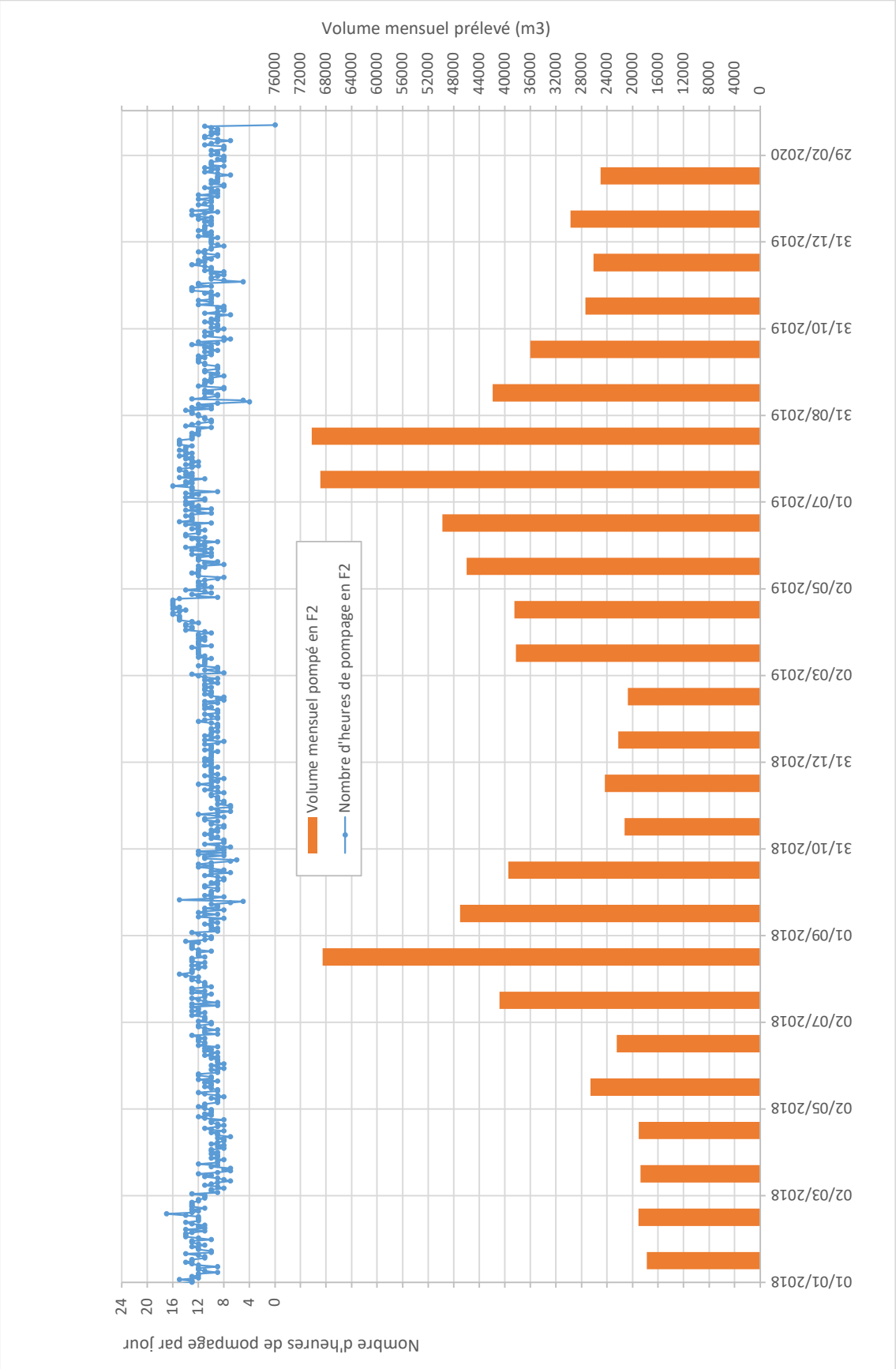



**Figure 49 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS temps de pompage sur le forage F2 - Commune de Saint-Hippolyte**

## 3.3 La piézométrie

### 3.3.1 Zone de captage « F2-F3 La Ville »

Concernant l'analyse piézométrique sur la zone de captage « La Ville » : **la référence des mesures de niveaux d'eau est douteuse et ceux-ci ne semblent pas correspondre à des valeurs en m NGF**. Les deux ouvrages sont distants de 150 m.

L'analyse piézométrique sur la zone de captage « F2-F3 La Ville » s'est portée sur :

- Une chronique de 7 jours représentative des conditions de hautes eaux et de faible consommation (février 2018 en Figure 40) ;
- Une chronique de 7 jours représentative des conditions de basses eaux et de très forte consommation (août 2019 en Figure 41).

Les commentaires sont les suivants :

- Quelles que soient les conditions hydrologiques (hautes eaux ou basses eaux) le prélèvement en F2 (nappe N3) au débit moyen de 100 $m^3$/h (rabattement d'environ 6 m après plusieurs heures de pompage) ne semble pas impacter le niveau d'eau dans le forage F3 (nappe N4).
- Quelles que soient les conditions hydrologiques (hautes eaux ou basses eaux), l'impact du prélèvement en F3 (nappe N4) au débit de 40 $m^3$/h sur le forage F2 (nappe N3) est difficilement quantifiable compte tenu de la variation du niveau enregistré par le capteur.
- En période de hautes eaux seul le niveau d'eau dans le forage F2 (nappe N3) revient toujours à un niveau de référence après l'arrêt du pompage.
- **En période de forte consommation, le niveau d'eau des deux nappes ne retrouve jamais son niveau statique de référence lors des phases de repos des ouvrages même après plusieurs heures d'arrêt de l'exploitation**.

Compte tenu de l'importante couche argileuse entre N3 et N4, identifiée sur la coupe lithologique de l'ouvrage F3 La Ville (entre 50 et 87 m) et considérant que la cimentation est bien étanche sur ce dernier, les phénomènes de drainance lors des phases de pompage semblent peu probables.

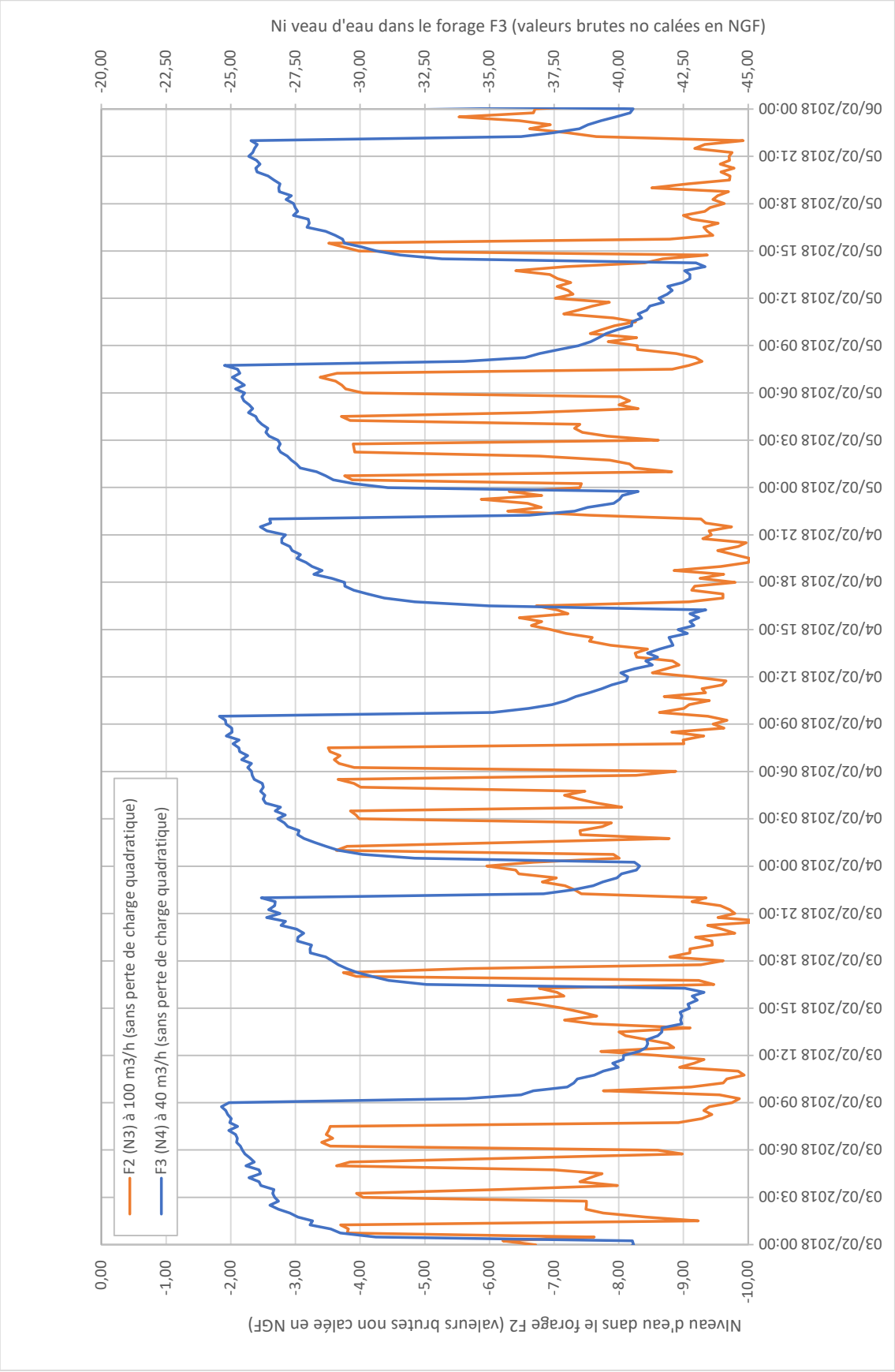



**Figure 50 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP « la Ville » en période de hautes eaux (sans pertes de charge quadratique)**

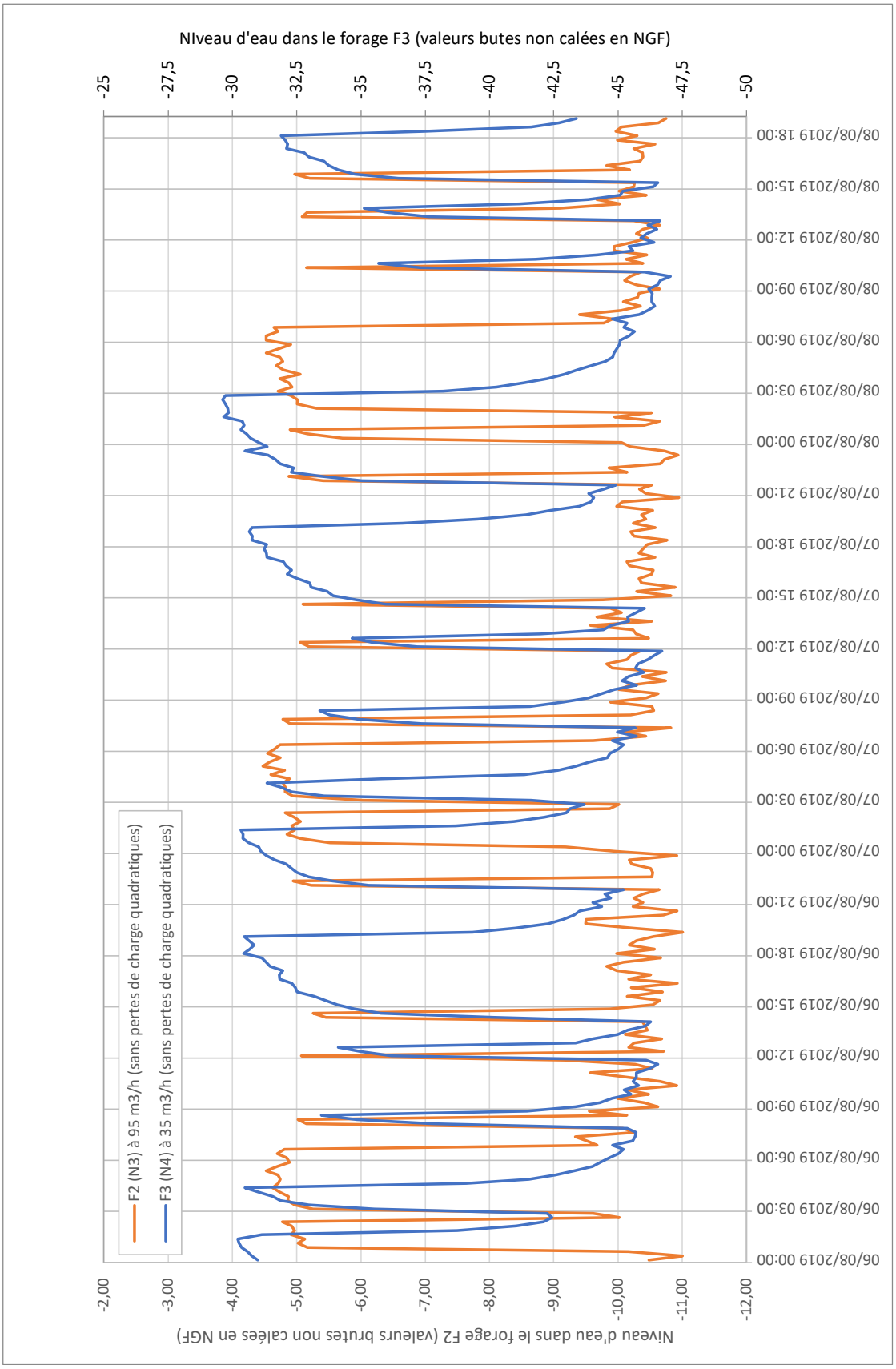



**Figure 51 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP « La Ville » en période de basses eaux (sans pertes de charge quadratique)**

### 3.3.2 Zone de captage « F2 La Rompuda »

L'analyse piézométrique sur la zone « La Rompuda » s'est portée sur :

- Une chronique de 7 jours représentative des conditions de hautes eaux et de faible consommation (février 2018 en Figure 52) ;
- Une chronique de 7 jours représentative des conditions de basses eaux et de très forte consommation (août 2019 en Figure 53).

En conditions de hautes eaux, les commentaires sont les suivants :

- Naturellement la nappe N4 a une charge piézométrique plus haute que la nappe N3.
- Le niveau d'eau des deux nappes ne retrouve jamais son niveau statique de référence lors des phases de repos des ouvrages même après plusieurs heures d'arrêt de l'exploitation. Le niveau d'eau au repos dans N4 est plus haut que le niveau de la mer **alors que celui de N3 est constamment en-dessous du niveau de la mer**.
- Le prélèvement dans la nappe pliocène N4 au débit moyen de 80 $m^3/h$ (rabattement moyen de 23.5 m après 1 heure de pompage) abaisse la charge piézométrique de la nappe pliocène N3 d'environ 0.15 m au bout d'une heure avec un retard de 10 minutes.

En conditions de basses eaux, les commentaires sont les suivants :

- Naturellement, la nappe N4 a une charge piézométrique plus importante que N3.
- Le niveau d'eau des deux nappes ne retrouve jamais son niveau statique de référence lors des phases d'arrêt des forages même après plusieurs heures de repos. **Le niveau d'eau des deux nappes est toujours inférieur au niveau de la mer**.
- L'impact du prélèvement dans la nappe pliocène N4 au débit moyen de 80 $m^3/h$ (rabattement moyen de 25.5 m après 1 heure de pompage) abaisse la charge piézométrique de la nappe pliocène N3 d'environ 0.69 m au bout de 8 heures avec un retard de 10 minutes.
- Le prélèvement dans la nappe pliocène N3 au débit moyen de 200 $m^3/h$ (rabattement moyen de 11.57 m après 1 heure de pompage) ne semble pas impacter sur la nappe N4 comme en témoigne l'absence de variation piézométrique dans le forage F2N4bis au repos lors de l'arrêt de l'exploitation de l'ouvrage F2N3 le 10/08/2019 à 15h10 comme illustré la Figure 54.

Compte tenu de l'absence d'évolution de la conductivité de l'eau pompée dans N4 vers une valeur représentative de l'eau pompée dans N3, la défaillance de la cimentation annulaire (qui pourrait entrainer des échanges d'eau de N3 vers N4) est à exclure. Il semblerait donc que **cette influence observée reflète l'existence de phénomènes de transfert de pression entre ces deux nappes malgré l'importante couche argileuse séparant les nappes N3 et N4** (argiles identifiées entre 44 et 121 m sur l'ouvrage F2N4bis).

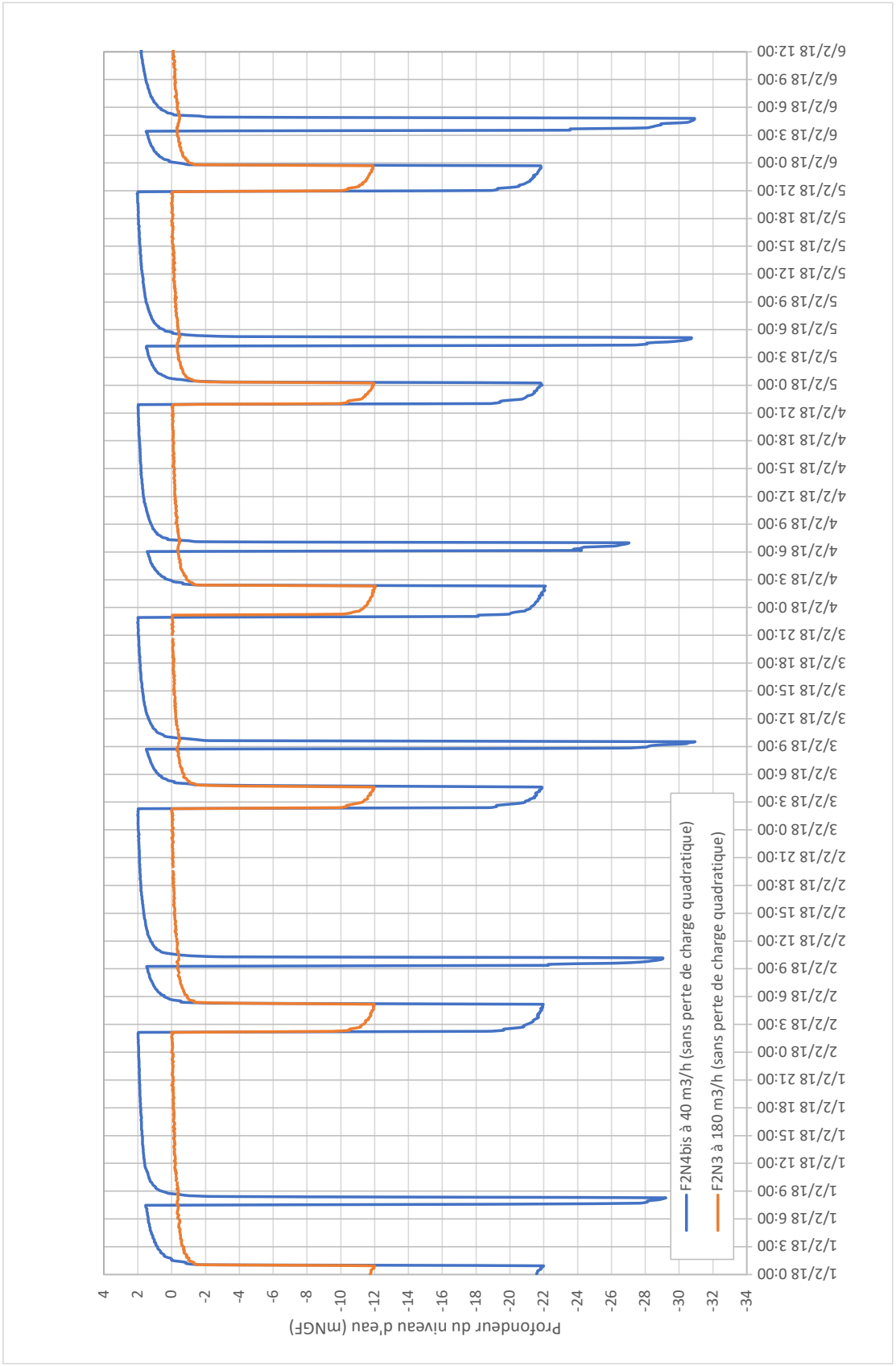



**Figure 52 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP « La Rompuda » en période de hautes eaux (sans pertes de charge quadratique)**

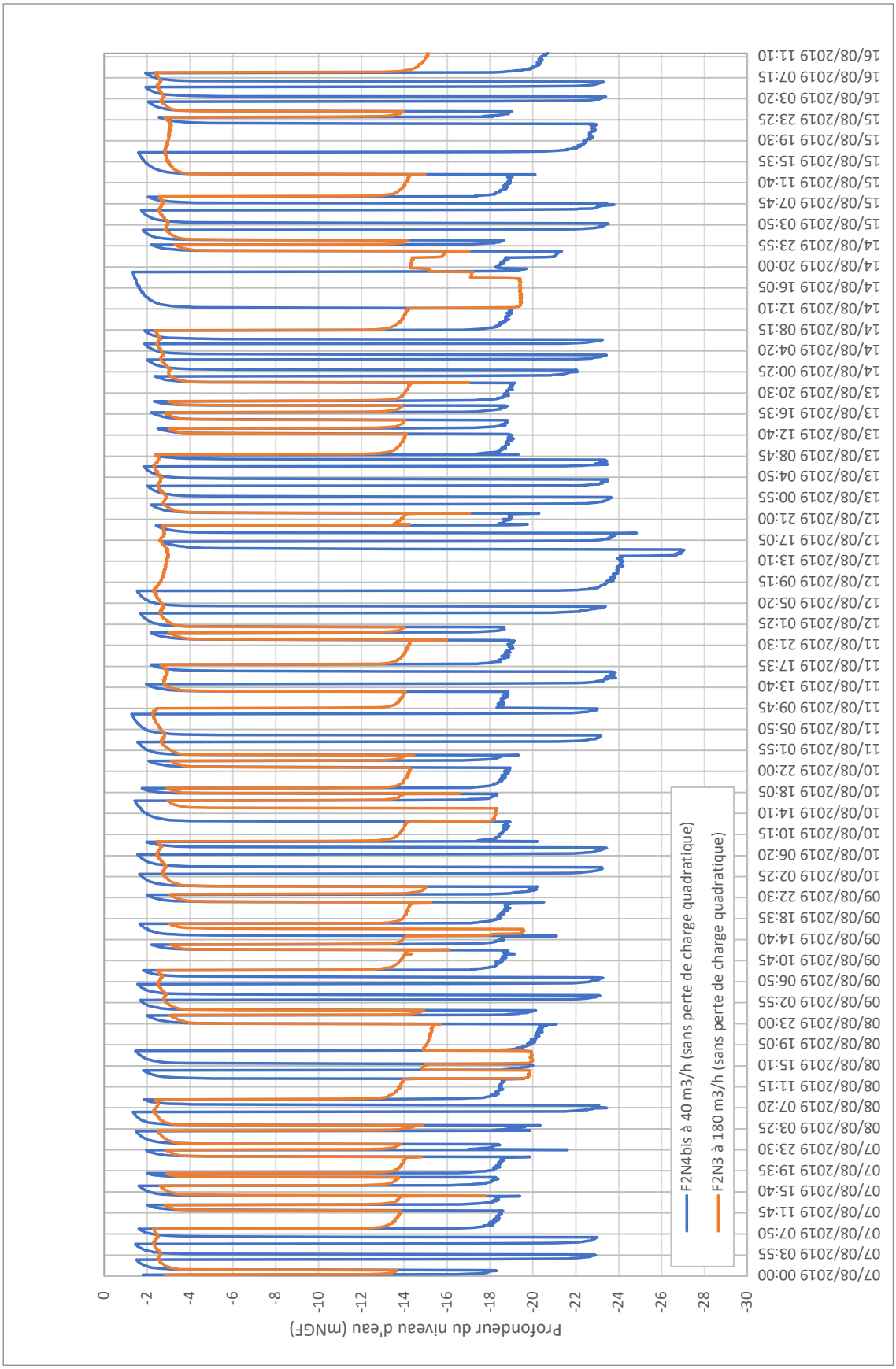



**Figure 53 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP « La Rompuda » en période de basses eaux (sans pertes de charge quadratique)**

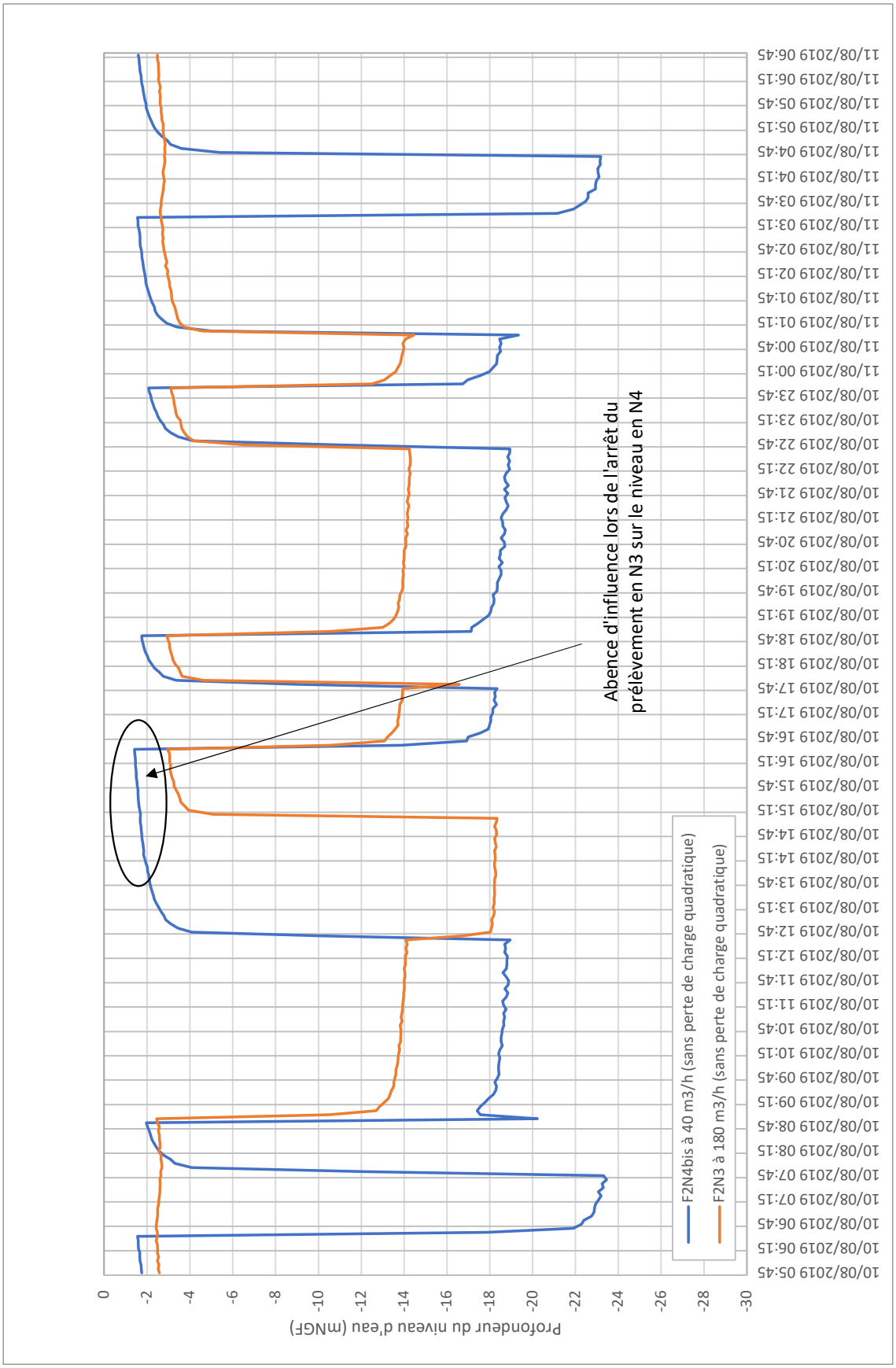



**Figure 54 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP « La Rompuda » en période de basses eaux (sans pertes de charge quadratique) – Zoom**

### 3.3.3 Forage F3N3 « Els Prats »

L'analyse piézométrique sur la zone du forage F3N3 « Els Prats » s'est portée sur :

- Une chronique de 7 jours représentative des conditions de hautes eaux et de faible consommation (février 2018 en Figure 55) ;
- Une chronique de 7 jours représentative des conditions de basses eaux et de très forte consommation (août 2019 en Figure 56).

En conditions de hautes eaux, les commentaires sont les suivants :

- Le niveau d'eau de la nappe N3 au repos ne retrouve jamais son niveau statique de référence lors des phases de repos du forage même après plusieurs heures d'arrêt de l'exploitation. **Le niveau d'eau au repos est plus haut que le niveau de la mer**.
- Le prélèvement dans la nappe N3 au débit moyen de 125 $m^3/h$ créé un rabattement moyen supérieur à 5.7 m après 2 heures de pompage.

En conditions de basses eaux, les commentaires sont les suivants :

- La fréquence de pompage est très importante avec de nombreuses phases de pompage au cours d'une journée (7 phases de pompage en moyenne).
- Le niveau d'eau de la nappe N3 au repos ne retrouve jamais son niveau statique de référence lors des phases de repos du forage même après plusieurs heures d'arrêt de l'exploitation. **Le niveau d'eau au repos est toujours inférieur au niveau de la mer**.
- Le prélèvement dans la nappe N3 au débit moyen de 110 $m^3/h$ créé un rabattement moyen supérieur à 5.3 m après 5 heures de pompage.

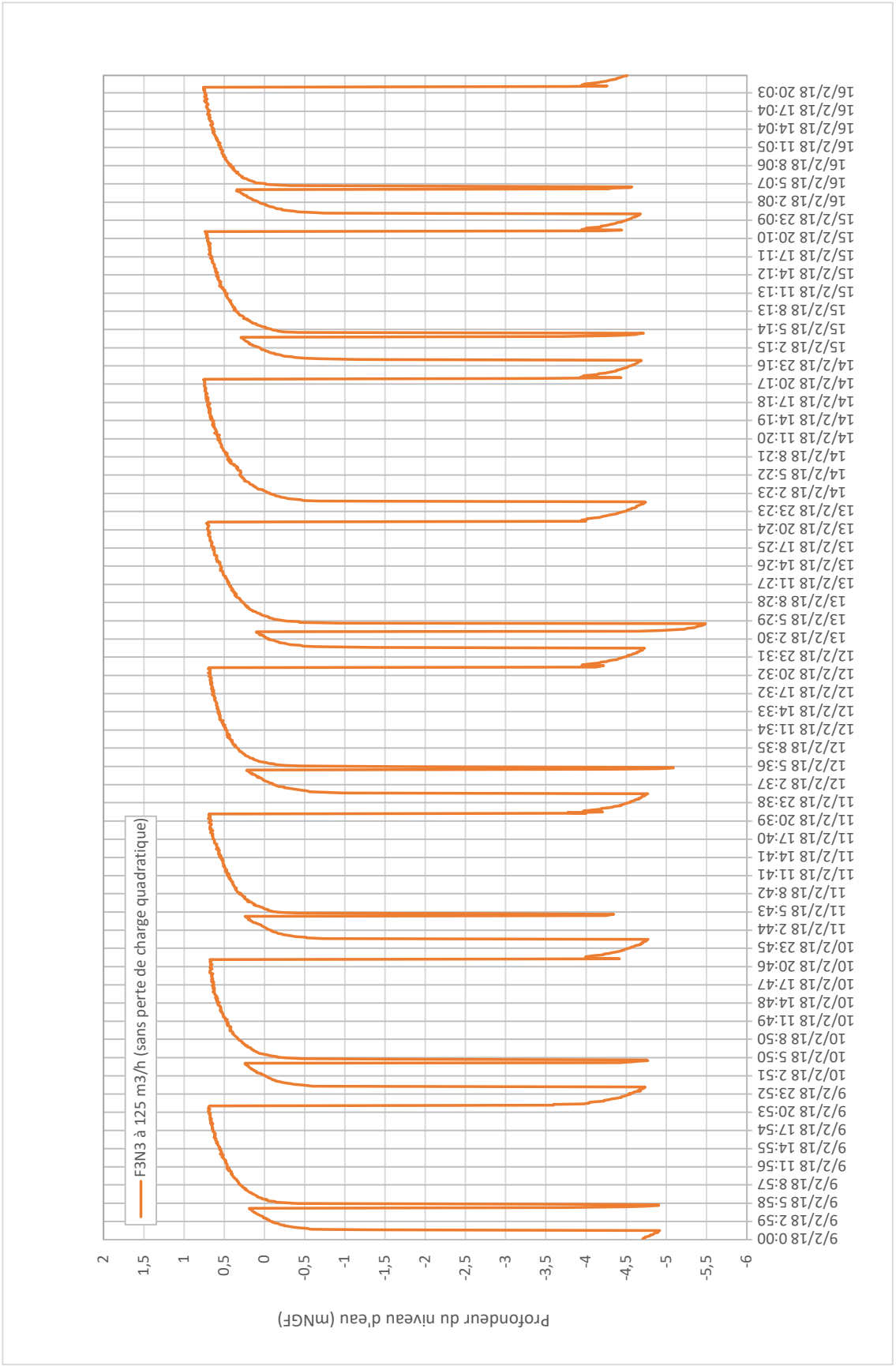



**Figure 55 : Evolution des niveaux d'eau dans le forage AEP F3N3 « Els Prats » en période de hautes eaux (sans pertes de charge quadratique)**

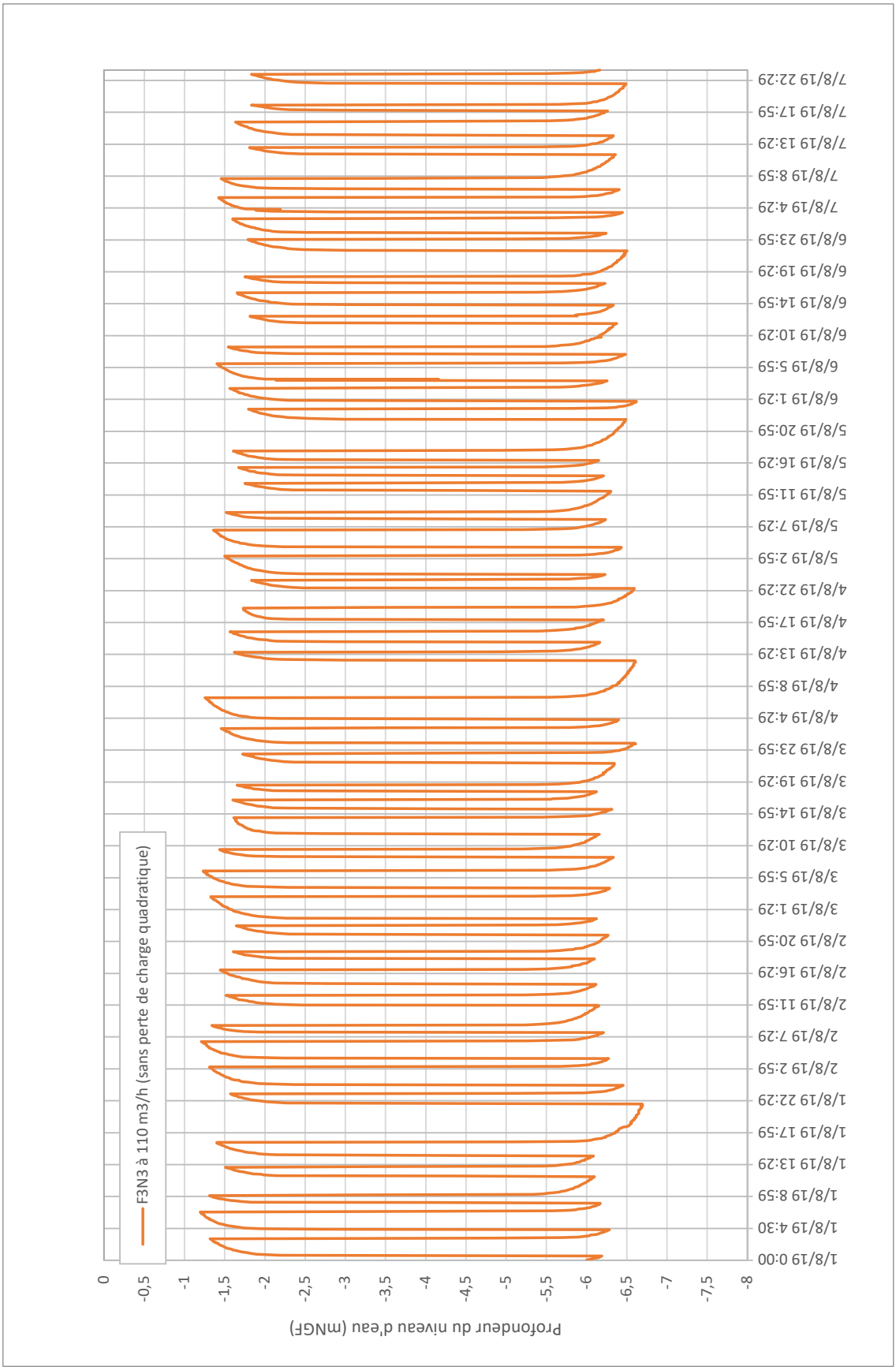



**Figure 56 : Evolution des niveaux d'eau dans le forage AEP F3N3 « Els Prats » en période de basses eaux (sans pertes de charge quadratique)**

### 3.3.4 Forage F4N3 « Varaxte »

Concernant l'analyse piézométrique sur la zone de captage F4N3 « Varaxte » : **la position du capteur dans l'ouvrage est inconnue**.

L'analyse piézométrique sur la zone du forage F4N3 « Varaxte » s'est portée sur :

- Une chronique de 6 jours représentative des conditions de hautes eaux et de faible consommation (février 2018 en Figure 57) ;
- Une chronique de 7 jours représentative des conditions de basses eaux et de très forte consommation (août 2019 en Figure 58).

En conditions de hautes eaux, les commentaires sont les suivants :

- L'ouvrage est à l'arrêt la plupart du temps. De fait, on peut distinguer les fluctuations du niveau piézométrique au repos et on identifie nettement l'influence des prélèvements environnants dans l'aquifère N3. On constate que tous les ouvrages AEP environnant implantés dans l'aquifère N3 fonctionnent en parallèle car ils sont asservis au réservoir « Centralisatrice » situé à Le Barcarès. Au final, les prélèvements en Salanque dans la nappe en N3 créent un rabattement cumulé non stabilisé de l'ordre de 0.5 m au droit de F4N3 après 2h30 de pompage.

En conditions de basses eaux, les commentaires sont les suivants :

- La fréquence de pompage est très importante avec de nombreuses phases de pompage au cours d'une journée (7 phases de pompage en moyenne).
- Le niveau d'eau de la nappe N3 au repos ne retrouve jamais son niveau statique de référence lors des phases de repos du forage même après plusieurs heures d'arrêt de l'exploitation.
- Le prélèvement dans la nappe N3 au débit moyen de 150 $m^3/h$ créé un rabattement moyen supérieur à 6.7 m après 5 heures de pompage.

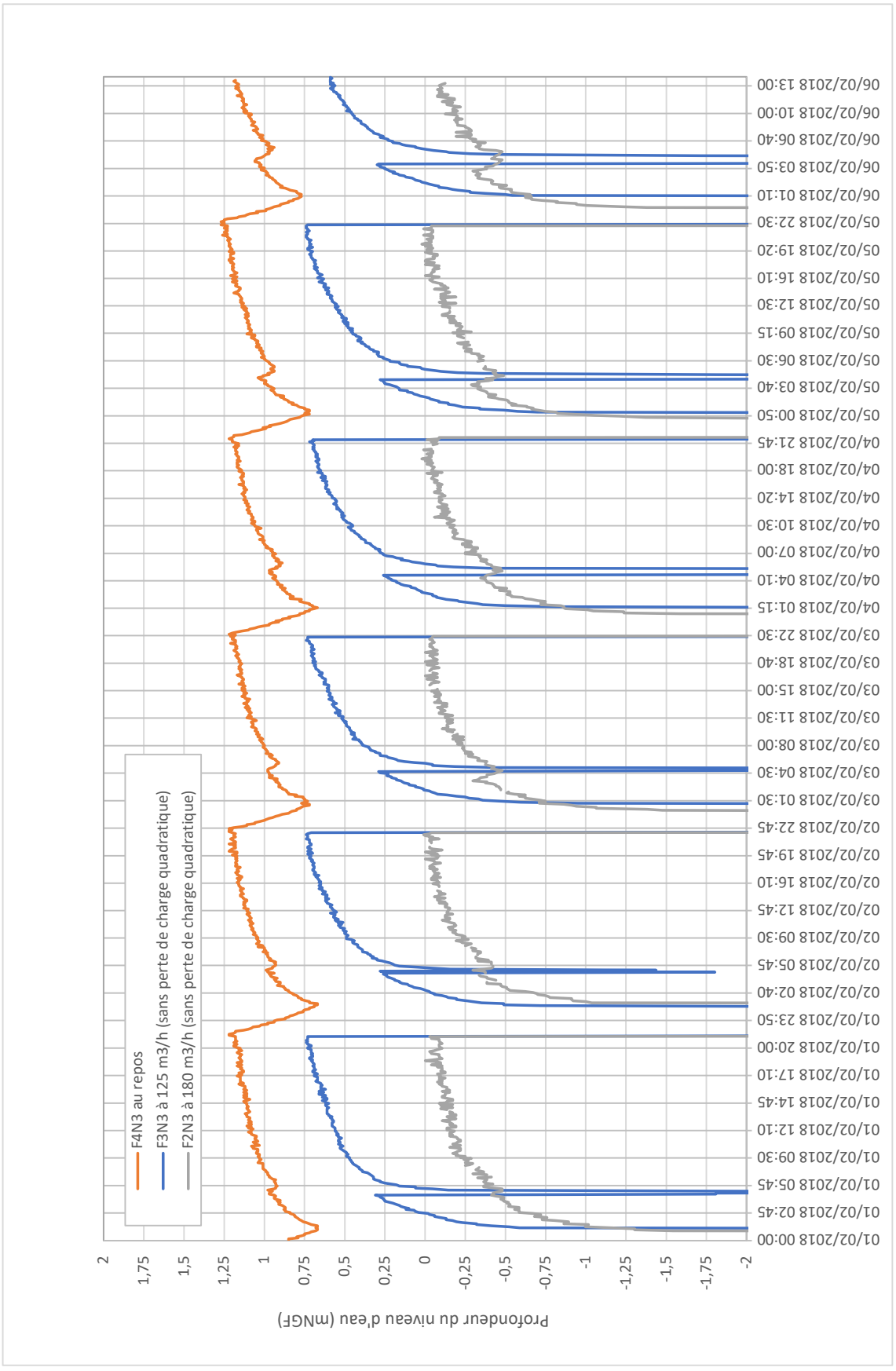



**Figure 57 : Evolution des niveaux d'eau dans le forage AEP F4N3 « Varaxte » en période de hautes eaux (sans pertes de charge quadratique)**

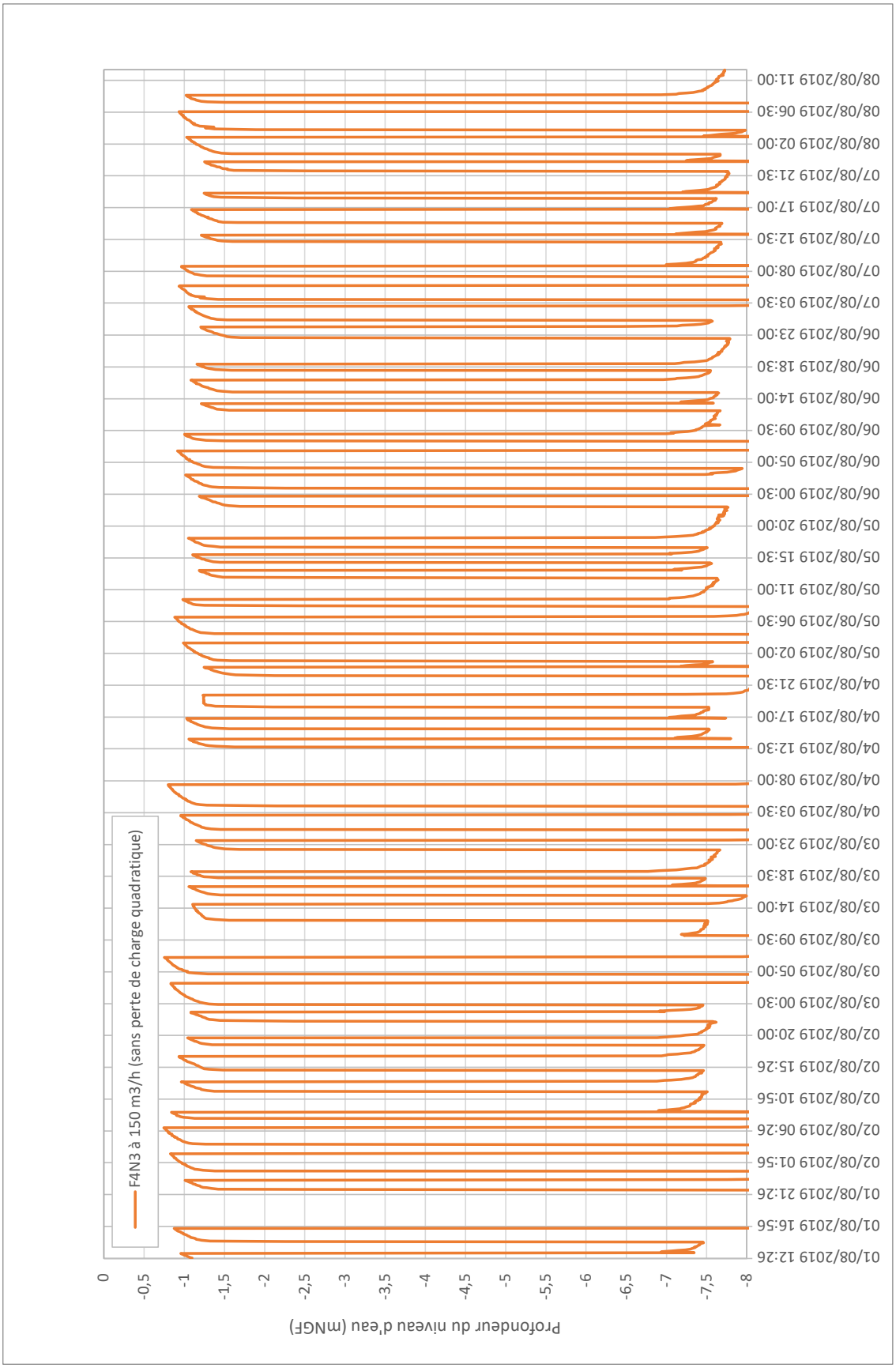



**Figure 58 : Evolution des niveaux d'eau dans le forage AEP F4N3 « Varaxte » en période de basses eaux (sans pertes de charge quadratique)**

### 3.3.5 Zone de captage « F1 Conangle »

Concernant l'analyse piézométrique sur la zone de captage « Conangle » : **la position du capteur dans l'ouvrage F1N4bis est inconnue**.

L'analyse piézométrique sur la zone « Conangle » s'est portée sur :

- Une chronique de 7 jours représentative des conditions de hautes eaux et de faible consommation (février 2018 en Figure 59) ;
- Une chronique de 7 jours représentative des conditions de basses eaux et de très forte consommation (août 2018 en Figure 60).

En conditions de hautes eaux, les commentaires sont les suivants :

- Le prélèvement en F1N3 au débit moyen de 230 $m^3$/h (rabattement d'environ 8 m après plusieurs heures de pompage) ne semble pas impacter le niveau d'eau dans le forage F1N4.
- Le prélèvement en F1N4 au débit moyen de 115 $m^3$/h (rabattement >20 m après plusieurs heures de pompage) ne semble pas impacter le niveau d'eau dans le forage F1N3.
- Seul le niveau d'eau dans le forage F1N3 revient toujours à un niveau de référence après l'arrêt du pompage.

En conditions de basses eaux, les commentaires sont les suivants :

- Le prélèvement en F1N3 au débit moyen de 225 $m^3$/h (rabattement d'environ 8 m après plusieurs heures de pompage) ne semble pas impacter le niveau d'eau dans le forage F1N4.
- Le prélèvement en F1N4 au débit moyen de 110 $m^3$/h (rabattement >23 m après plusieurs heures de pompage) ne semble pas impacter le niveau d'eau dans le forage F1N3.
- **En période de forte consommation, le niveau d'eau de la nappe N4 ne retrouve jamais son niveau statique de référence lors des phases de repos de l'ouvrage même après plusieurs heures d'arrêt de l'exploitation**.
- Sur l'étiage 2018, l'ouvrage F1N3 semble peu exploité, ce qui permet au niveau d'eau de retrouver son **niveau statique de référence autour de 0 m NGF.** On constate également des variations des variations du niveau d'eau dans l'ouvrage de l'ordre de 0.40 m avec des temps de retour de 6 à 20 heures qui sembleraient coïncider avec les autres prélèvements dans l'aquifère N3.

Compte tenu de l'importante couche argileuse entre N3 et N4, identifiée sur la coupe lithologique de l'ouvrage F1N4 (entre 44 et 112 m) et considérant que la cimentation est bien étanche sur ce dernier, les phénomènes de drainance lors des phases de pompage semblent peu probables.

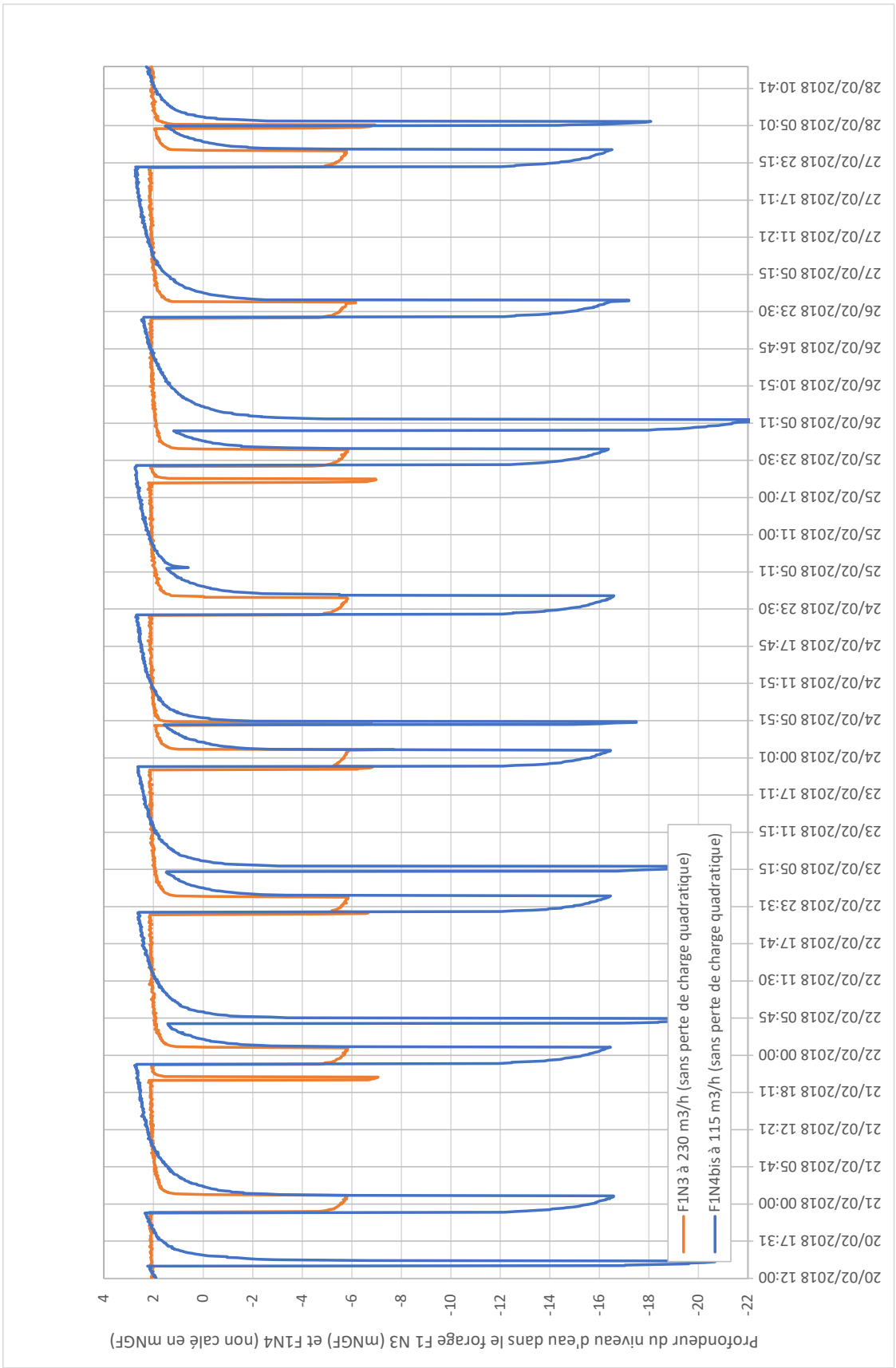



**Figure 59 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP « Conangle » en période de hautes eaux (sans pertes de charge quadratique)**

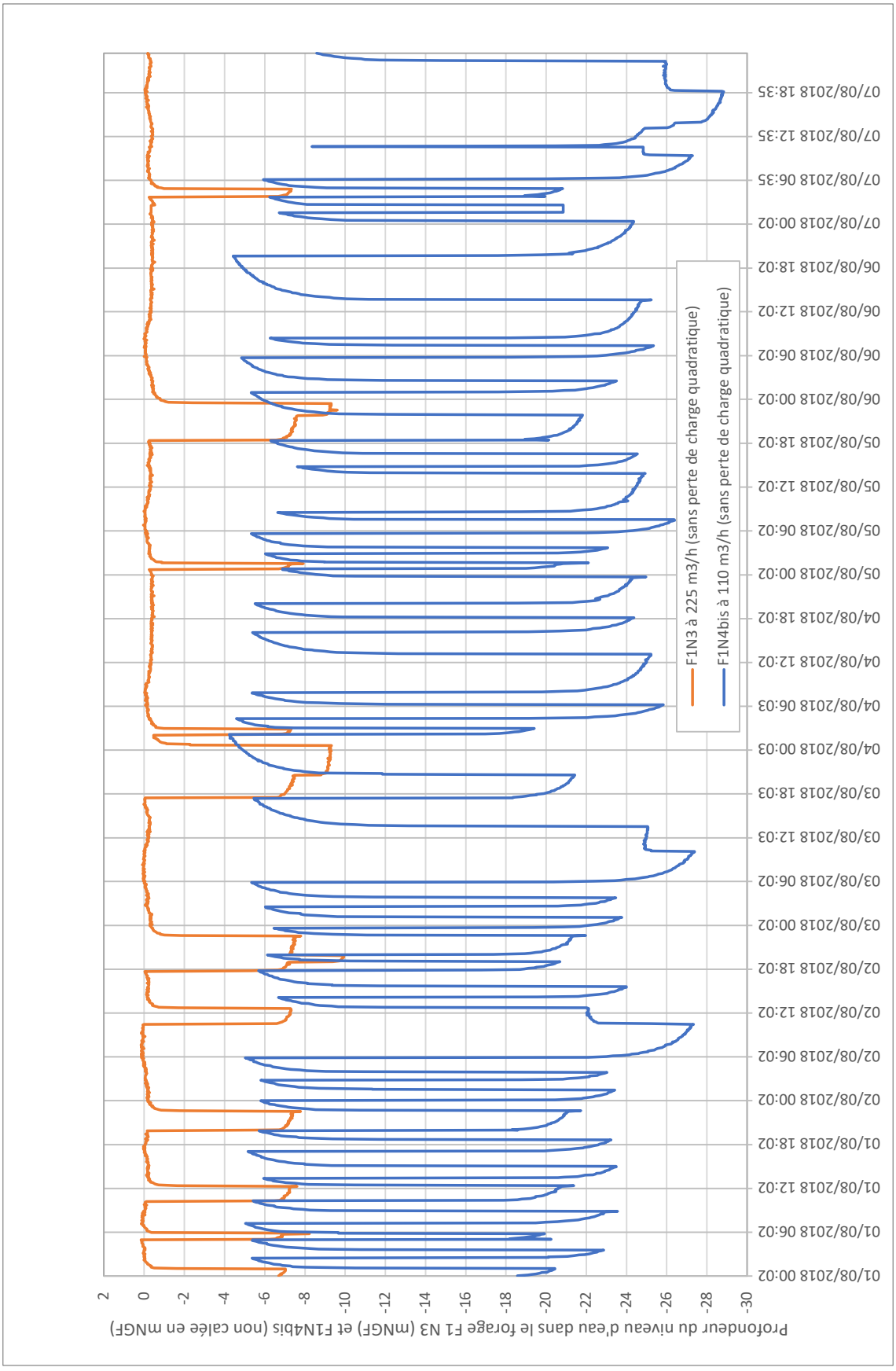



**Figure 60 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP « Conangle » en période de basses eaux (sans pertes de charge quadratique)**

### 3.3.6 Zone de captage « F6 Mollague »

Concernant l'analyse piézométrique sur la zone de captage « Mollague » : **la position du capteur dans l'ouvrage F6N4bis est inconnue**.

L'analyse piézométrique s'est portée sur :

- Une chronique de 7 jours représentative des conditions de hautes eaux et de faible consommation (février 2019 en Figure 61) ;
- Une chronique de 7 jours représentative des conditions de basses eaux et de très forte consommation (août 2019 en Figure 62).

En conditions de hautes eaux, les commentaires sont les suivants :

- Le niveau d'eau de la nappe N4 ne retrouve jamais son niveau statique de référence lors des phases de repos même après plusieurs heures d'arrêt de l'exploitation. Quant au niveau d'eau de la nappe N3, il retrouve son état statique de référence après quelques heures d'arrêt.
- **Le niveau piézométrique de la nappe N3 est plus haut que le niveau de la mer.**
- Le prélèvement dans la nappe pliocène N3 au débit moyen de 45 $m^3/h$ (rabattement moyen de 1.9 m après 2 heures de pompage) ne semble pas impacter sur le niveau piézométrique de la nappe N4.

En conditions de basses eaux, les commentaires sont les suivants :

- Le niveau d'eau des deux nappes N3 et N4 ne semble pas retrouver son niveau statique de référence après quelques heures d'arrêt du pompage.
- **Le niveau piézométrique de la nappe N3 au repos passe sous le niveau de la mer**.
- Les deux ouvrages fonctionnent en parallèle. L'impact réciproque des prélèvements n'est donc pas quantifiable.

Compte tenu de l'importance des couches argileuses entre N3 et N4, identifiée sur la coupe lithologique de l'ouvrage F6N4bis (dominante argileuse entre 59 et 107 m) et considérant que la cimentation est bien étanche sur ce dernier, les phénomènes de drainance lors des phases de pompage semblent peu probables.

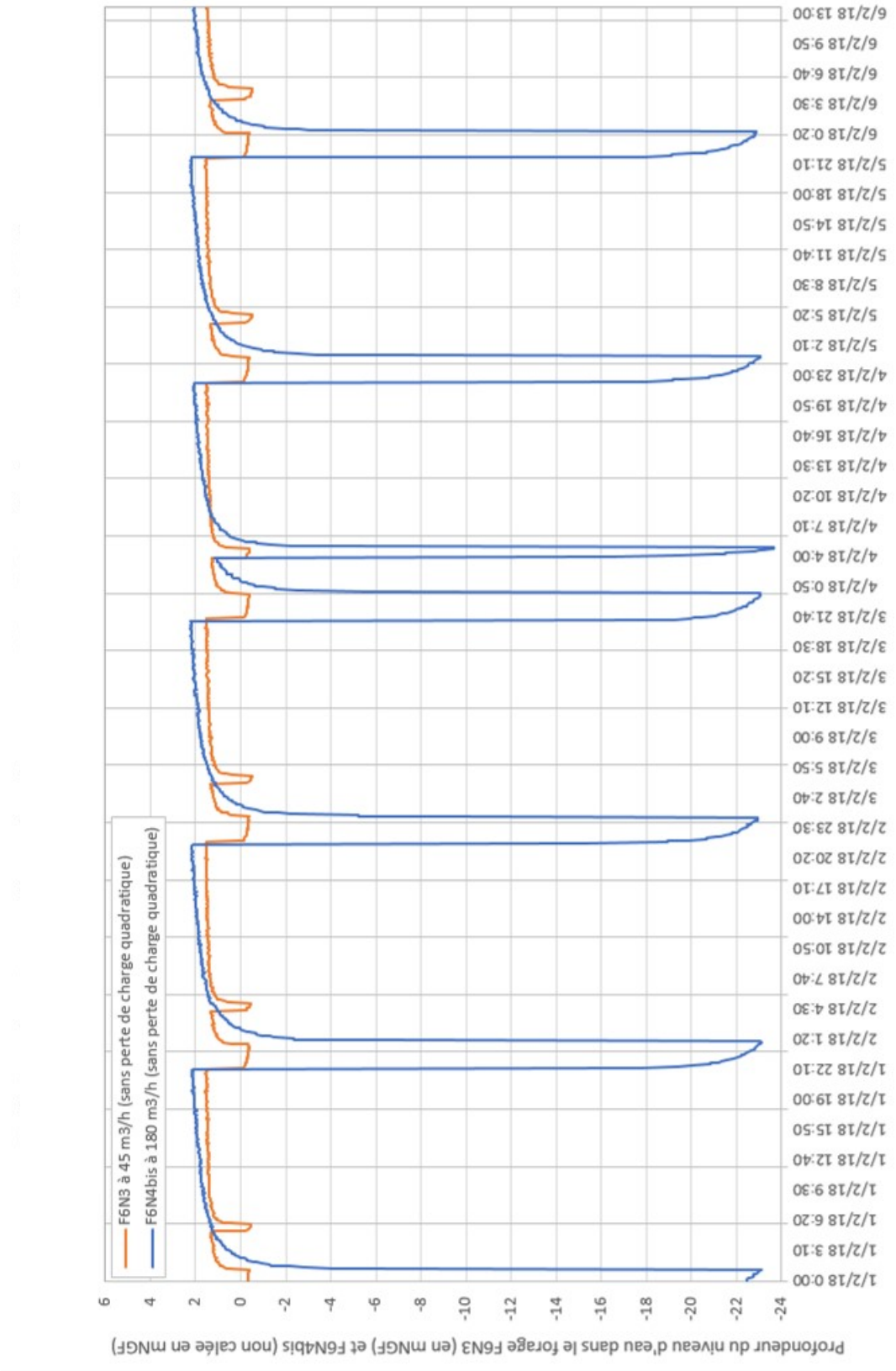



**Figure 61 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP « Mollague » en période de hautes eaux (sans pertes de charge quadratique)**

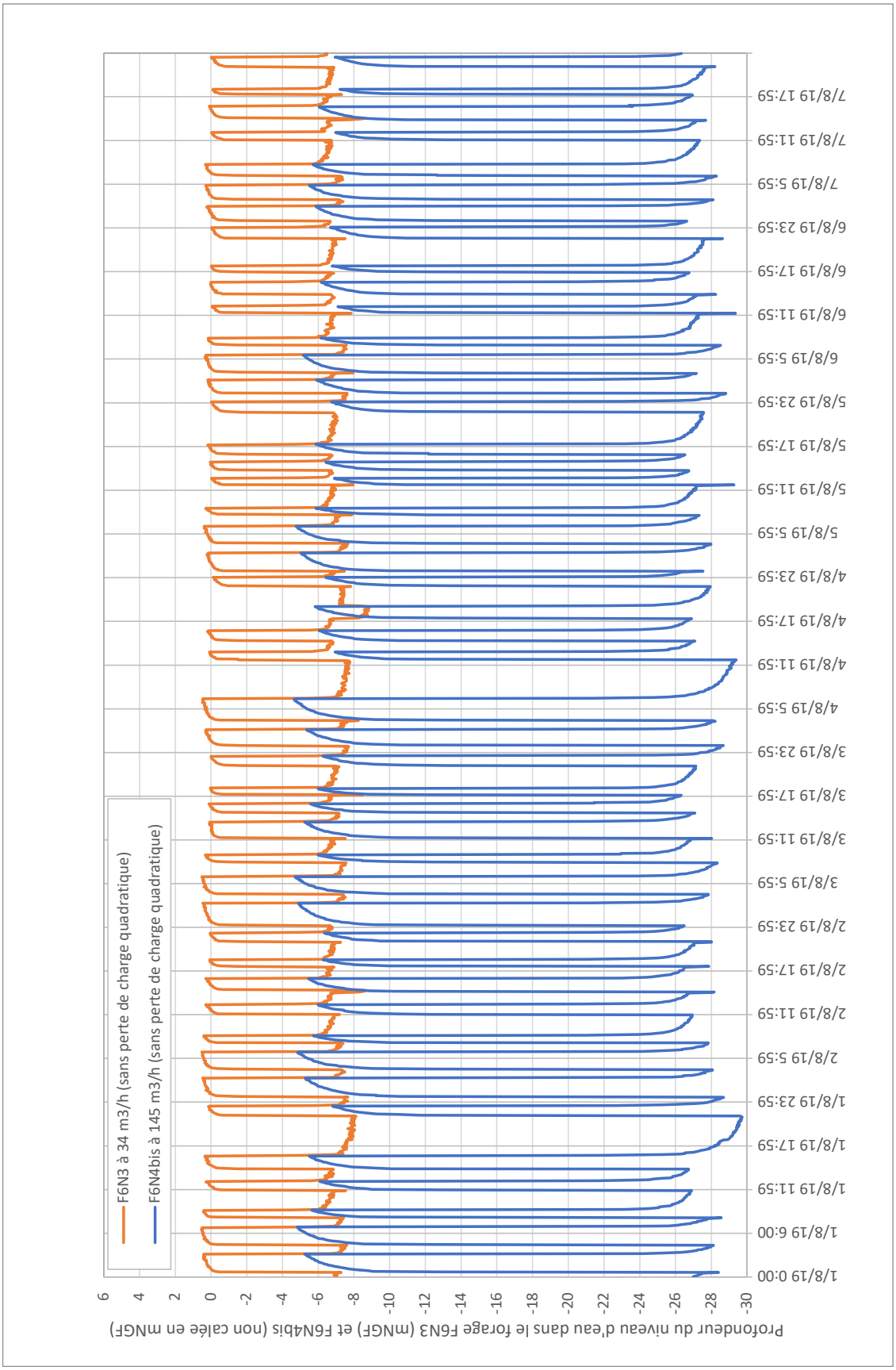



**Figure 62 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP « Mollague » en période de basses eaux (sans pertes de charge quadratique)**

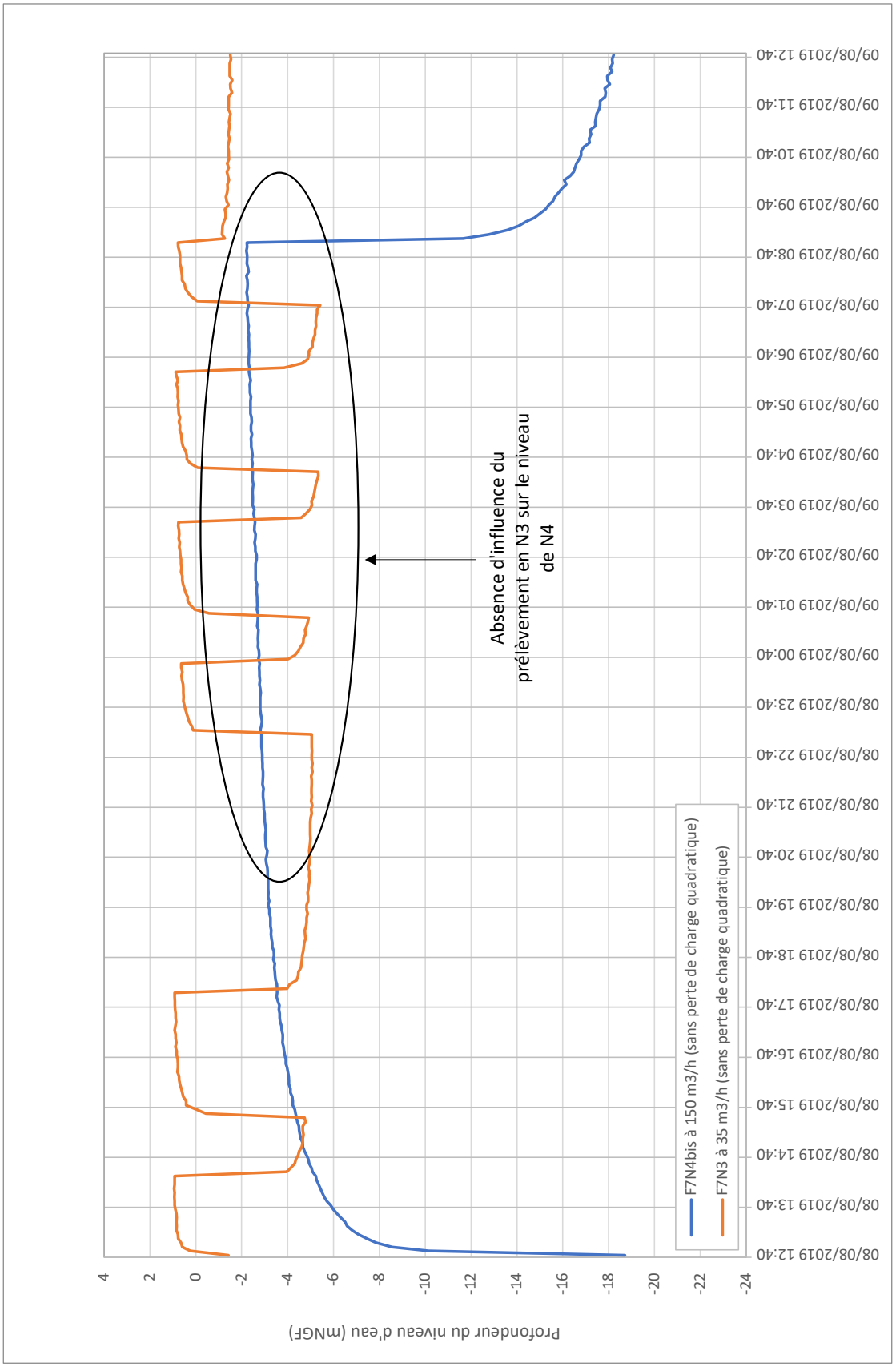



**Figure 63 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP « Mollague » en période de basses eaux (sans pertes de charge quadratique) – Zoom**

### 3.3.7 Zone de captage « F7 Pla Saint-Jean »

L'analyse piézométrique s'est portée sur :

- Une chronique de 7 jours représentative des conditions de hautes eaux et de faible consommation (février 2019 en Figure 64) ;
- Une chronique de 7 jours représentative des conditions de basses eaux et de très forte consommation (août 2019 en Figure 65).

En conditions de hautes eaux, les commentaires sont les suivants :

- Naturellement, la nappe N4 a une charge piézométrique plus grande que la nappe N3.
- Le niveau d'eau de la nappe N4 ne retrouve jamais son niveau statique de référence lors des phases de repos même après plusieurs heures d'arrêt de l'exploitation. Quant au niveau d'eau de la nappe N3, il retrouve son état statique de référence après quelques heures d'arrêt.
- **Le niveau piézométrique des deux nappes est plus haut que le niveau de la mer.**
- Le prélèvement dans la nappe pliocène N4 au débit moyen de 112 $m^3/h$ (rabattement moyen de 17 m après 1h de pompage) ne semble pas impacter sur le niveau piézométrique de la nappe N3.
- Le prélèvement dans la nappe pliocène N3 au débit moyen de 65 $m^3/h$ (rabattement moyen de 7.25 m après 1 heure de pompage) ne semble pas impacter sur le niveau piézométrique de la nappe N4.

En conditions de basses eaux, les commentaires sont les suivants :

- Le niveau d'eau de la nappe N3 semble retrouver son niveau statique de référence après quelques heures d'arrêt du pompage. A l'inverse, le niveau d'eau de la nappe N4 ne retrouve jamais son niveau statique de référence lors des phases de repos même après 20 heures d'arrêt.
- **Le niveau piézométrique de la nappe N4 est toujours inférieur au niveau de la mer alors que celui de la nappe N3 est supérieur au niveau de la mer pendant les phases d'arrêt**.
- Le prélèvement dans la nappe pliocène N4 au débit moyen de 112 $m^3/h$ ne semble pas impacter sur le niveau piézométrique de la nappe N3.
- Le prélèvement dans la nappe pliocène N3 au débit moyen de 60 $m^3/h$ ne semble pas impacter sur le niveau piézométrique de la nappe N4.

Compte tenu de l'importance des couches argileuses entre N3 et N4, identifiée sur la coupe lithologique de l'ouvrage F7N4 (dominante argileuse entre 54 et 101 m) et considérant que la cimentation est bien étanche sur ce dernier, les phénomènes de drainance lors des phases de pompage semblent peu probables.

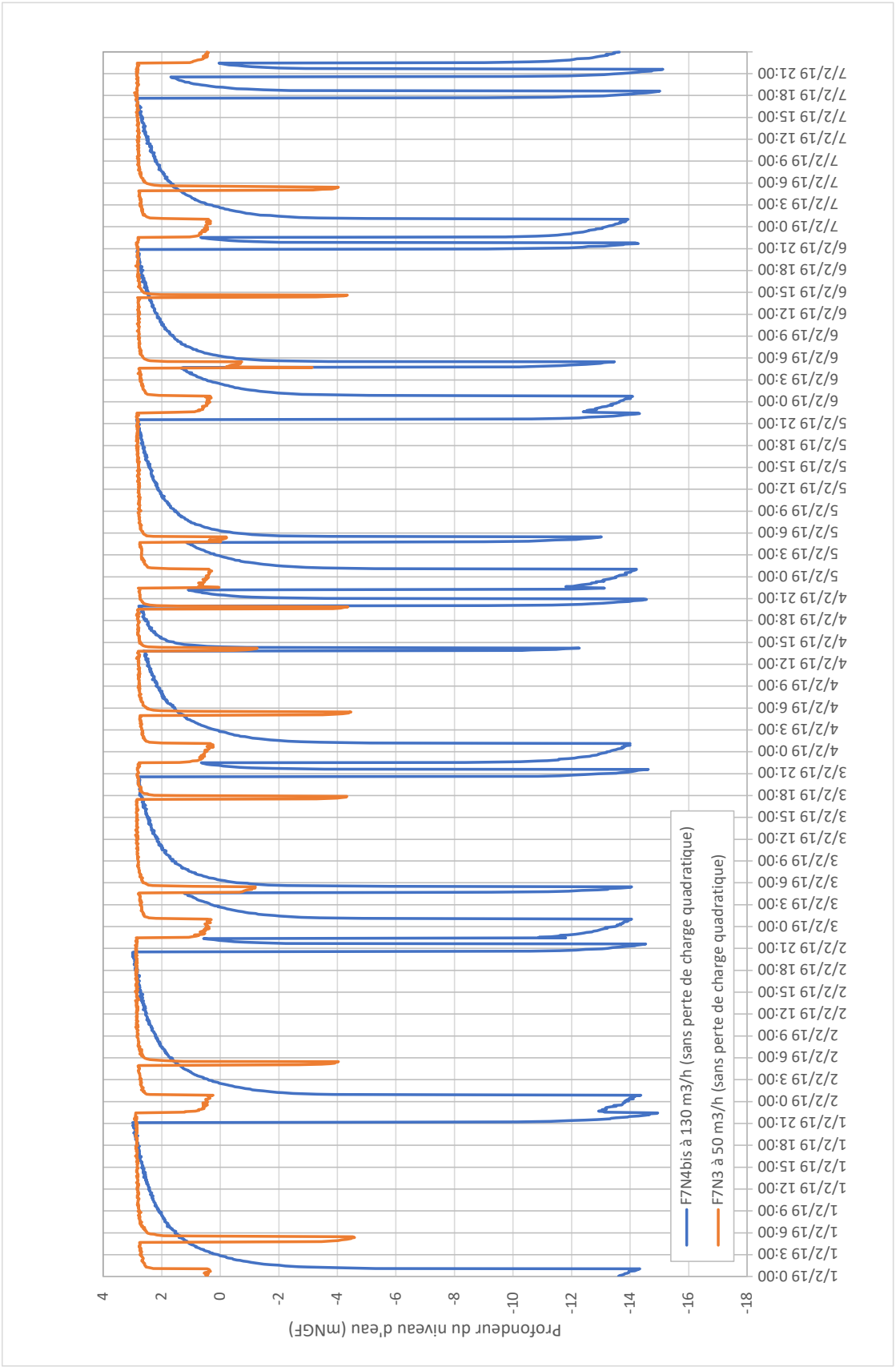



**Figure 64 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP « Pla Saint-Jean » en période de hautes eaux (sans pertes de charge quadratique)**

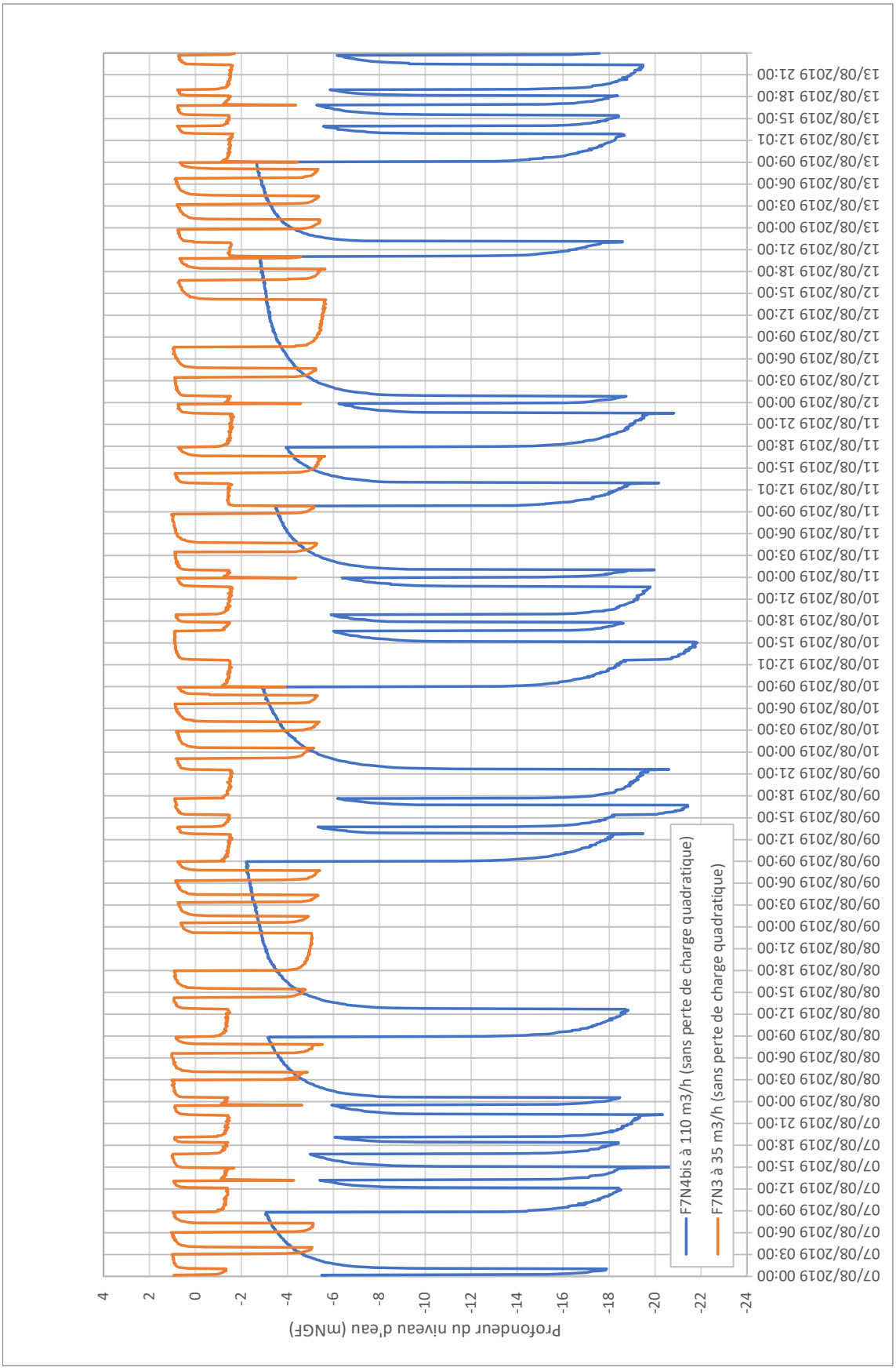



**Figure 65 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP « Pla Saint-Jean » en période de basses eaux (sans pertes de charge quadratique)**

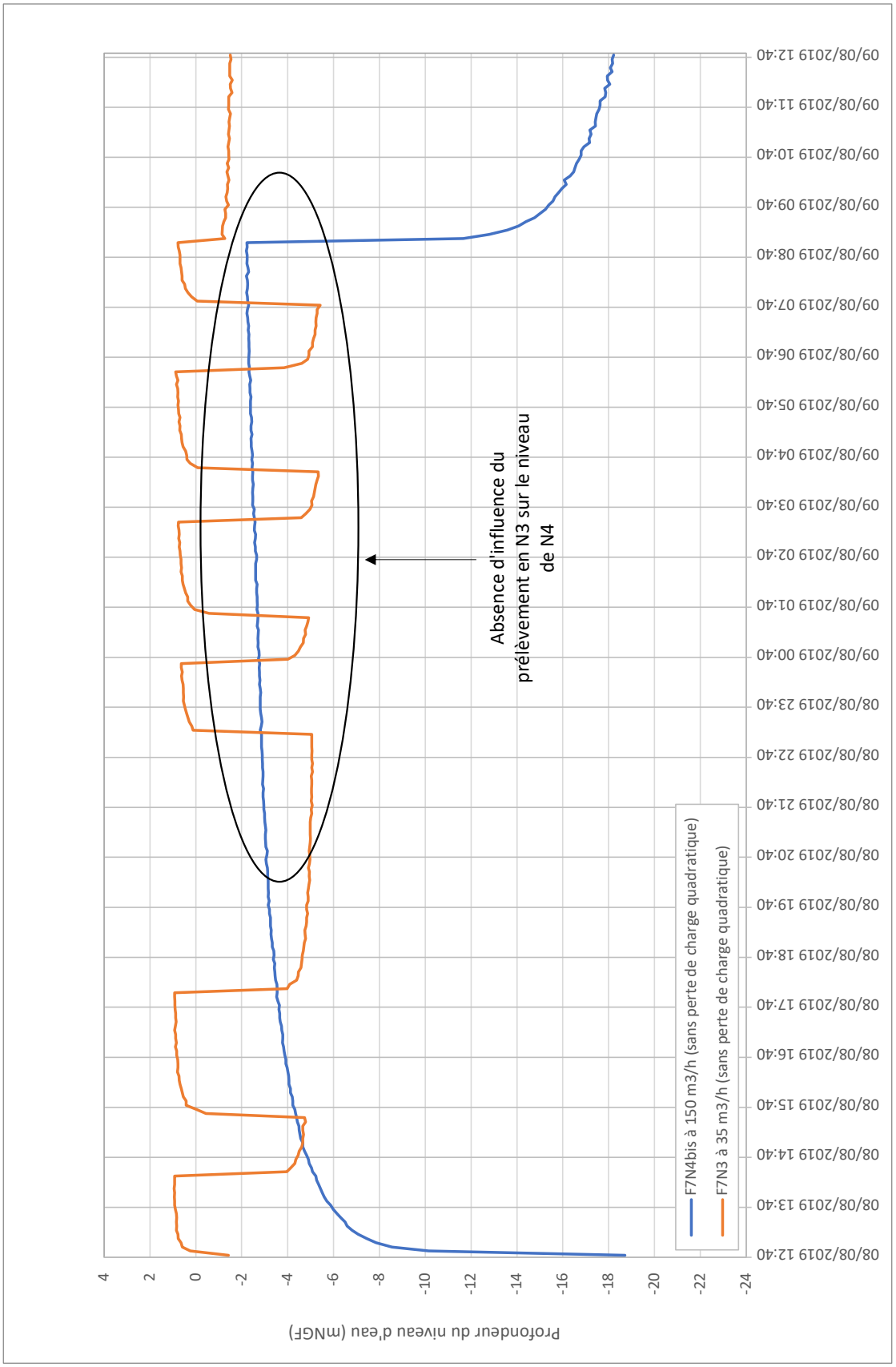



**Figure 66 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP « Pla Saint-Jean » en période de basses eaux (sans pertes de charge quadratique) – Zoom**

### 3.3.8 Forage F2 Saint-Hippolyte

Concernant l'analyse piézométrique sur la zone de captage F2 de Saint-Hippolyte : **la référence des mesures de niveaux d'eau est douteuse et ceux-ci ne semblent pas correspondre à des valeurs en m NGF**.

L'analyse piézométrique sur la zone F2 de Saint-Hippolyte s'est portée sur :

- Une chronique de 7 jours représentative des conditions de hautes eaux et de faible consommation (février 2018 en Figure 67) ;
- Une chronique de 7 jours représentative des conditions de basses eaux et de très forte consommation (août 2018 en Figure 68).

En conditions de hautes eaux, les commentaires sont les suivants :

- La fréquence de pompage est très importante avec de nombreuses phases de pompage au cours d'une journée (7 phases de pompage en moyenne).
- Le niveau d'eau de la nappe N4 au repos ne retrouve jamais son niveau statique de référence lors des phases de repos du forage même après plusieurs heures d'arrêt de l'exploitation.
- Le prélèvement dans la nappe N4 au débit moyen de 45 $m^3/h$ créé un rabattement moyen supérieur à 7.5 m après 3 heures de pompage.

En conditions de basses eaux, les commentaires sont les suivants :

- La fréquence de pompage est très importante avec de nombreuses phases de pompage au cours d'une journée (7 à 8 phases de pompage en moyenne).
- Le niveau d'eau de la nappe N4 au repos ne retrouve jamais son niveau statique de référence lors des phases de repos du forage même après plusieurs heures d'arrêt de l'exploitation.
- Le prélèvement dans la nappe N4 au débit moyen de 35 $m^3/h$ créé un rabattement moyen supérieur à 5.8 m après 3 heures de pompage.

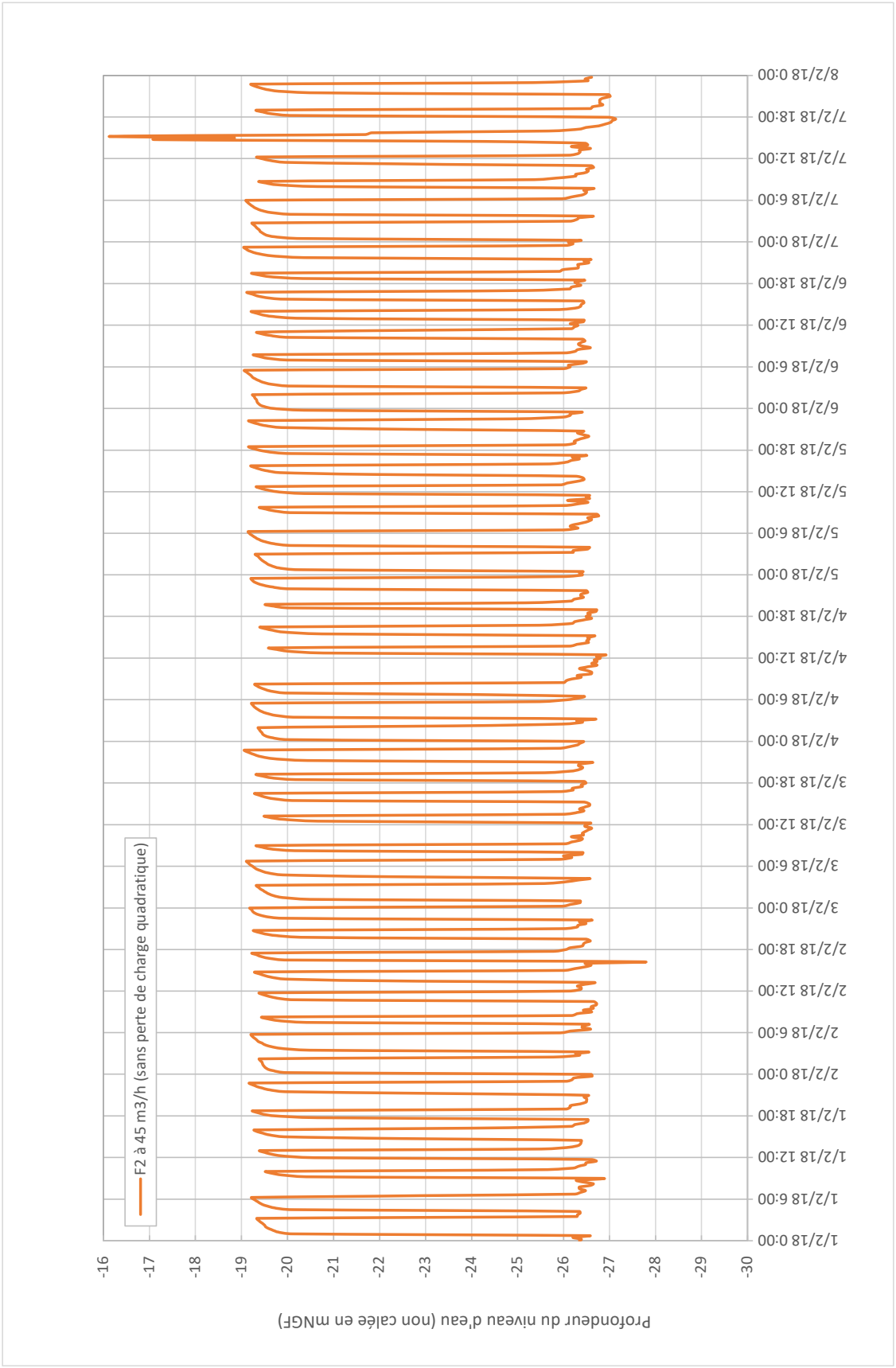



**Figure 67 : Evolution des niveaux d'eau dans le forage AEP F2 Saint-Hippolyte en période de hautes eaux (sans pertes de charge quadratique)**

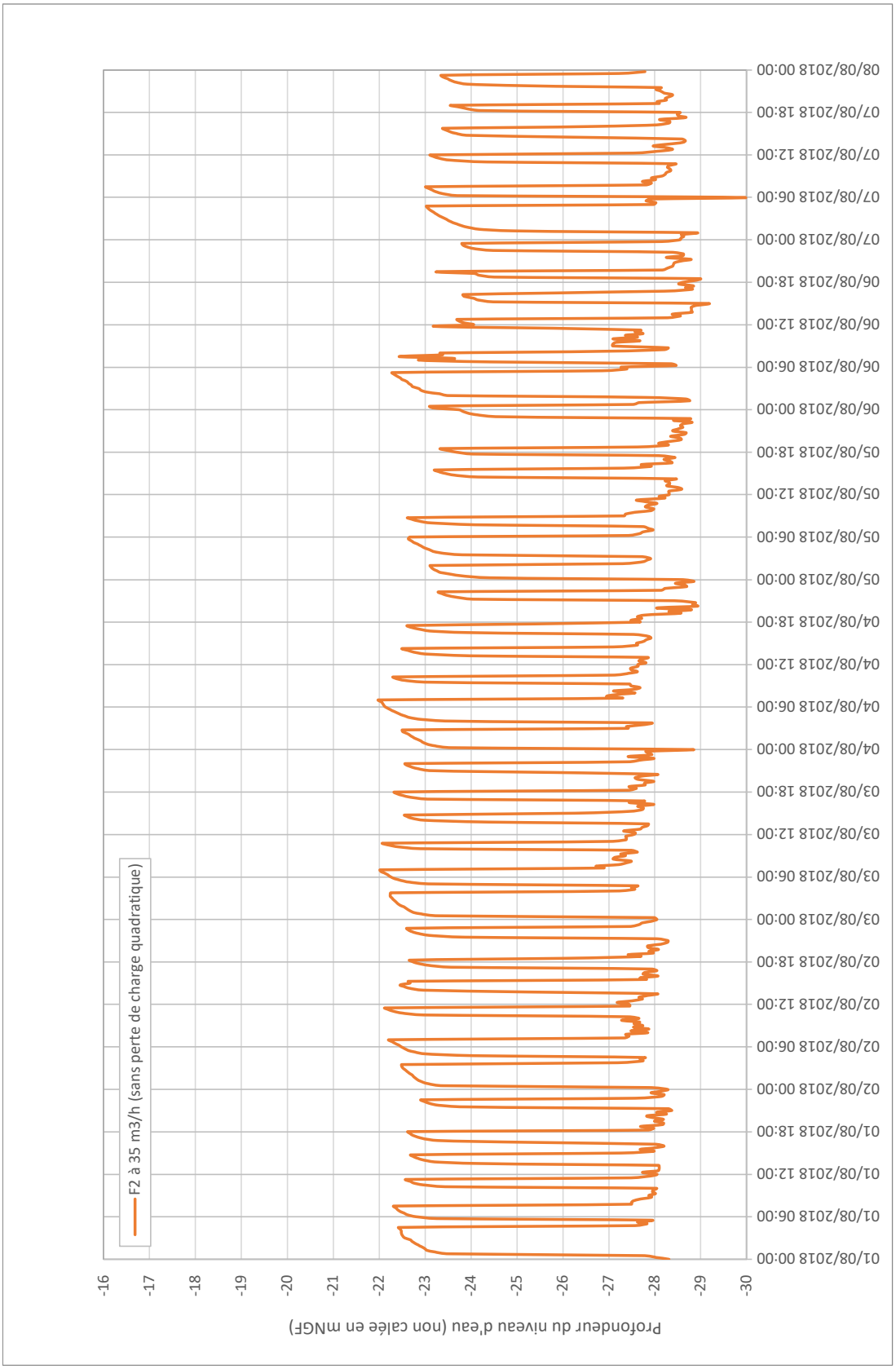



**Figure 68 : Evolution des niveaux d'eau dans le forage AEP F2 Saint-Hippolyte en période de basses eaux (sans pertes de charge quadratique)**

### 3.3.9 Piézométrie des nappes plio-quaternaires en Salanque

D'après la Figure 69, il apparait clairement que le niveau piézométrique au repos de certains ouvrages captant la nappe N3 passe sous le niveau 0 m NGF en période de basses eaux. Il s'agit de la partie centrale de la zone (Rompuda – Els Prats). A l'inverse les zones en amont (Pla Saint-Jean, Mollague et Conangle présente un niveau piézométrique statique supérieur au niveau 0 m NGF.

De plus, sur la Figure 69, on constate qu'en conditions de hautes eaux, l'altitude des niveaux d'eau au repos dans la nappe N3 en amont hydraulique (secteur Conangle – Mollague – Pla Saint-Jean) est globalement similaire à celle enregistrée dans le piézomètre de suivi du Quaternaire « Hippo2 » situé à proximité de la zone de captage de « Pla Saint-Jean ». On distingue également une similitude de comportement hydraulique lors des épisodes de recharge entre octobre 2019 et janvier 2020 avec des ressauts piézométriques en « marches d'escalier ».

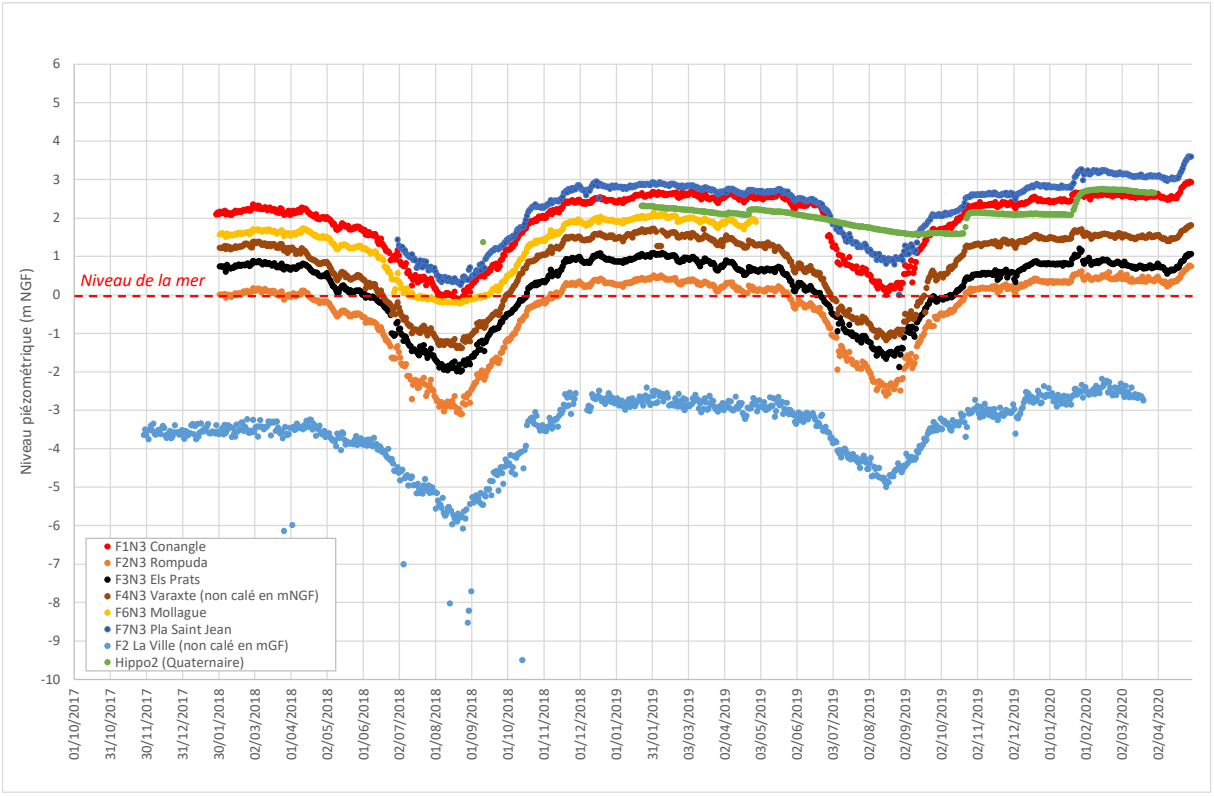



**Figure 69 : Evolution des niveaux d'eau au repos dans la nappe N3 et quaternaire (2017-2019)**

Selon le BRGM, les études, en partie basées sur la géochimie, tendraient à montrer une alimentation des nappes plio-quaternaires par le karst ou une alimentation des nappes pliocènes par les nappes quaternaires via des phénomènes de drainance. La Figure 70 montre une similitude de comportement hydraulique entre les niveaux piézométriques suivis dans l'ouvrage REBOUL (karst) et le forage F2 (Pliocène) à Salses-le-Château.

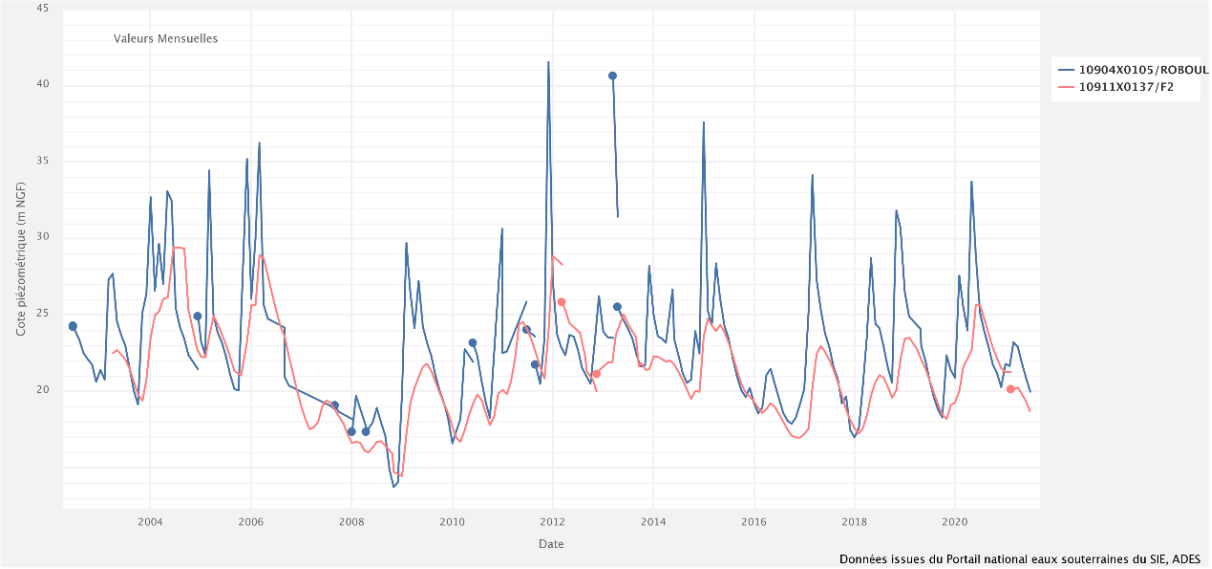



**Figure 70 : Evolution des niveaux piézométriques dans le karst (Roboul) et dans la nappe N3 (F2 Salses-le-Château)**

D'après la Figure 71, il apparait clairement que le niveau piézométrique de la nappe N4 au repos passe sous le niveau 0 m NGF en période de basses eaux, pendant plusieurs mois. (*Remarque : les valeurs piézométriques des ouvrages F1N4, F6N4, F3 La Ville et F2 Saint-Hippolyte ne sont pas calées en mNGF*).

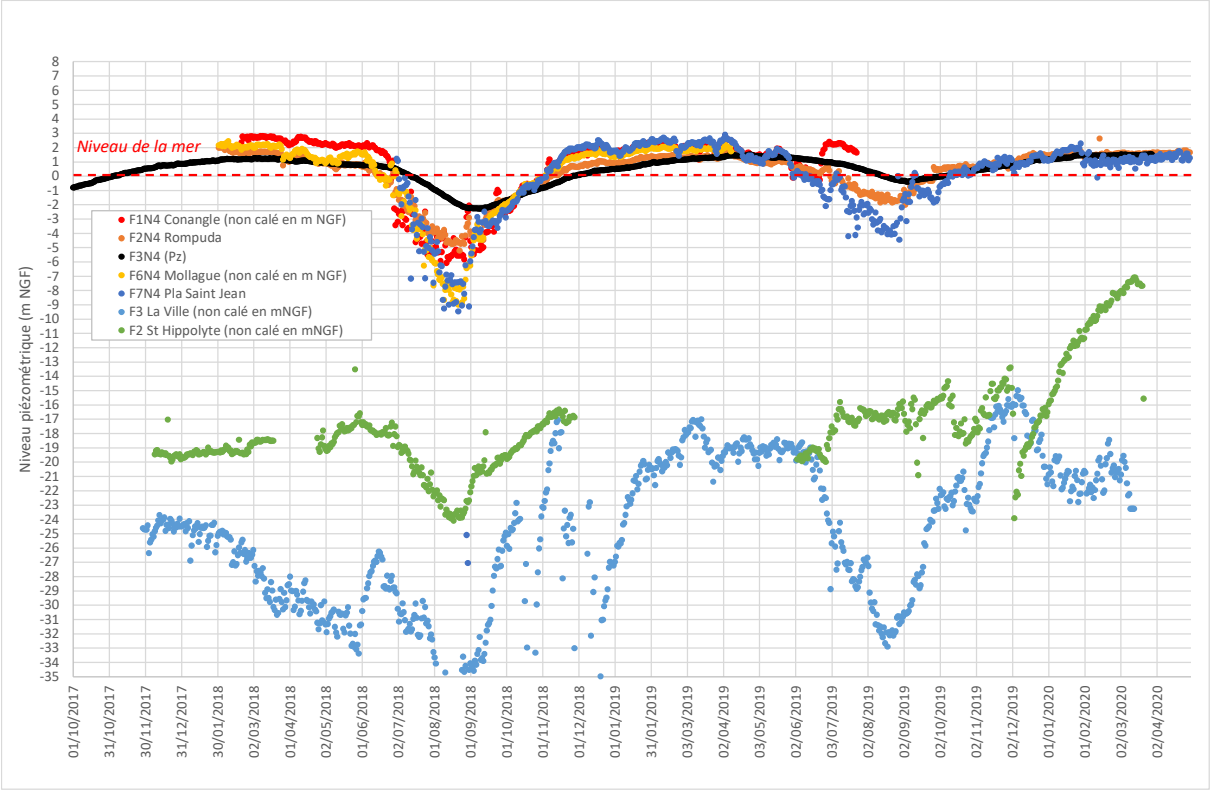



**Figure 71 : Evolution des niveaux d'eau au repos dans la nappe N4 (2017-2019)**

| Commune | Ouvrage | Aquif. | Fluctuation piézométrique annuelle au repos (2018-2020) | Hautes eaux (2018-2020) | | Basses eaux (2018-2020) | | Nombre de jour par an sous 0 m NGF (nappe au repos) (2018-2019) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Cote NGF les plus hautes au repos | Cote NGF les plus basses en pompage | Cote NGF les plus basses au repos | Cote NGF les plus basses en pompage | |
| Saint-Laurent-de-la-Salanque | F2 « La Ville » | N3 | 4.10 | Non calé | Non calé | Non calé | Non calé | - |
| | F3 « La Ville » | N4 | 4.91 | Non calé | Non calé | Non calé | Non calé | - |
| | F2N3 « La Rompuda » | N3 | 3.87 | 0.76 | -15.51 (250m³/h) | -3.11 | -20.0 (160 m³/h) | 167 |
| | F2N4 « La Rompuda » | N4 | 7.83 | 2.62 | -31.13 (125m³/h) | -5.21 | -34.23 (110m³/h) | 102-126 |
| | F3N3 « Els Prats » | N3 | 3.13 | 1.20 | -4.56 (80m³/h) | -2.00 | -7.63 (55m³/h) | 118 |
| | F3N4 (Pz) | N4 | 3.81 | 1.53 | - | -2.28 | - | 103-114 |
| | F4N3 « Varaxte » | N3 | 2.85 | Non calé | Non calé | Non calé | Non calé | - |
| Saint-Hippolyte | F1N3 « Conangle » | N3 | 3.12 | 2.94 | -5.34 (250m³/h) | -0.18 | -27.26 (225m³/h) | 1-12 |
| | F1N4 « Conangle » | N4 | 7.13 | Non calé | Non calé | Non calé | Non calé | - |
| | F6N3 « Mollague » | N3 | 2.36 | 2.14 | -0.52 (45m³/h) | -0.22 | -1.21 (34m³/h) | >52 |
| | F6N4 « Mollague » | N4 | 6.95 | Non calé | Non calé | Non calé | Non calé | - |
| | F7N3 « Pla Saint-Jean » | N3 | 3.34 | 3.6 | -3.24 (50m³/h) | 0.26 | -7.02 (35m³/h) | 0 |
| | F7N4 « Pla Saint-Jean » | N4 | 12.36 | 2.89 | -15.39 (130m³/h) | -9.47 | -30.17 (110m³/h) | 140-149 |
| | F2 | N4 | 16.99 | Non calé | Non calé | Non calé | Non calé | - |
| | Hippo2 | Q | 1.17 | 2.75 | - | 1.58 | - | 0 |

**Tableau 4 : Synthèse de la piézométrie dans les ouvrages suivis en Salanque (AEP + réseau SMNPR)**

## 3.4 Etude des chlorures et de la conductivité

### 3.4.1 Evolution temporelle des chlorures en Salanque

La contamination sur le secteur de la Salanque est faible et la tendance évolutive est stable sur la plupart des ouvrages (Figure 73). Seuls les ouvrages Soursoure et F4N3bis au nord, les plus proches de l'Etang de Leucate-Barcarès présente une légère augmentation. Toutefois, le point Soursoure ne sera pas pris en compte dans les analyses car des doutes subsistent sur ce point (problème de prélèvement pas toujours effectué dans le même ouvrage).

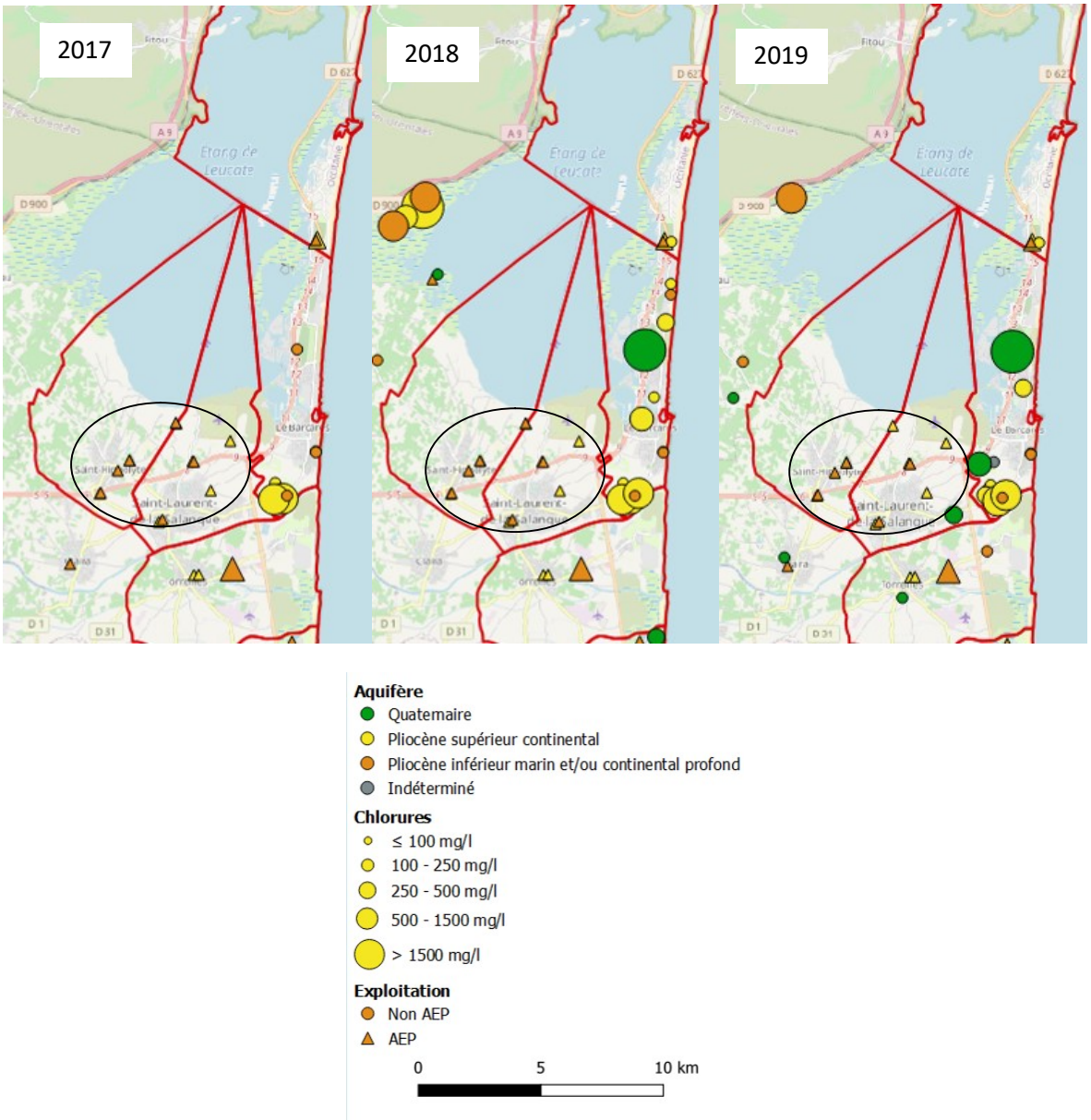



**Figure 72 : Cartographie des teneurs en chlorures de 2017 à 2019 en Salanque (source Réseau Chlorures et Export ADES)**

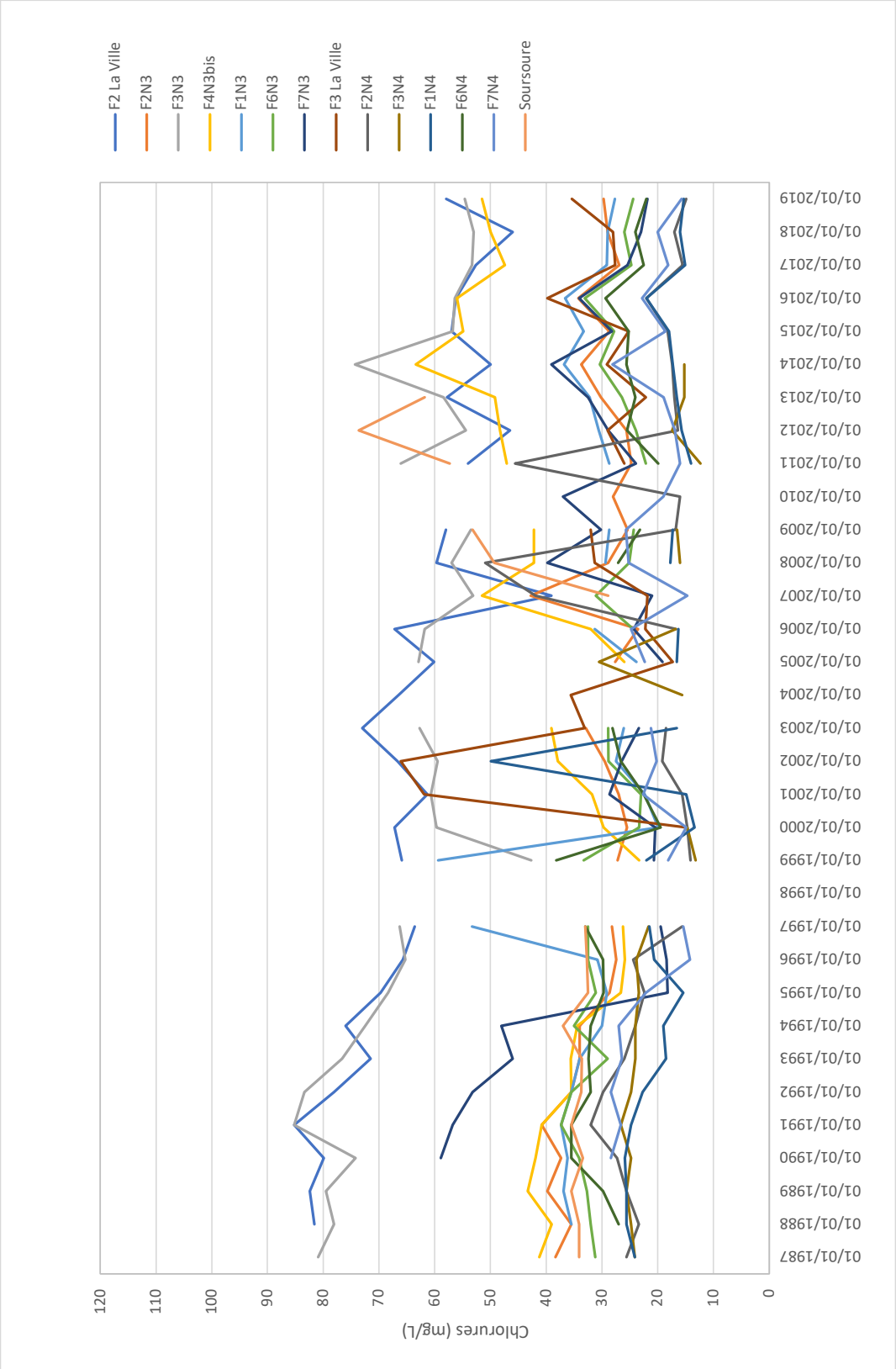



**Figure 73 : Evolution temporelle de la teneur en chlorures en Salanque (source Réseau Chlorures et Export ADES)**

### 3.4.2 Relation entre conductivité/chlorures et profondeur

Sur la Figure 74, il apparait que la conductivité des eaux est le reflet de la teneur en chlorures. Sur ce postulat, il est possible d'identifier les niveaux lithologiques correspondant aux teneurs en chlorures les plus élevées dans les ouvrages grâce aux données de diagraphies (Tableau 5). Les ouvrages qui ont fait l'objet d'une diagraphie conductivité/flux (voir Annexe 1) montrent que les horizons les plus riches en chlorures dans l'aquifère N4 sont situés globalement entre 80 et 90 m et entre 106 et 110 m de profondeur. Au-delà, les conductivités mesurées baissent traduisant de fait une diminution des chlorures.

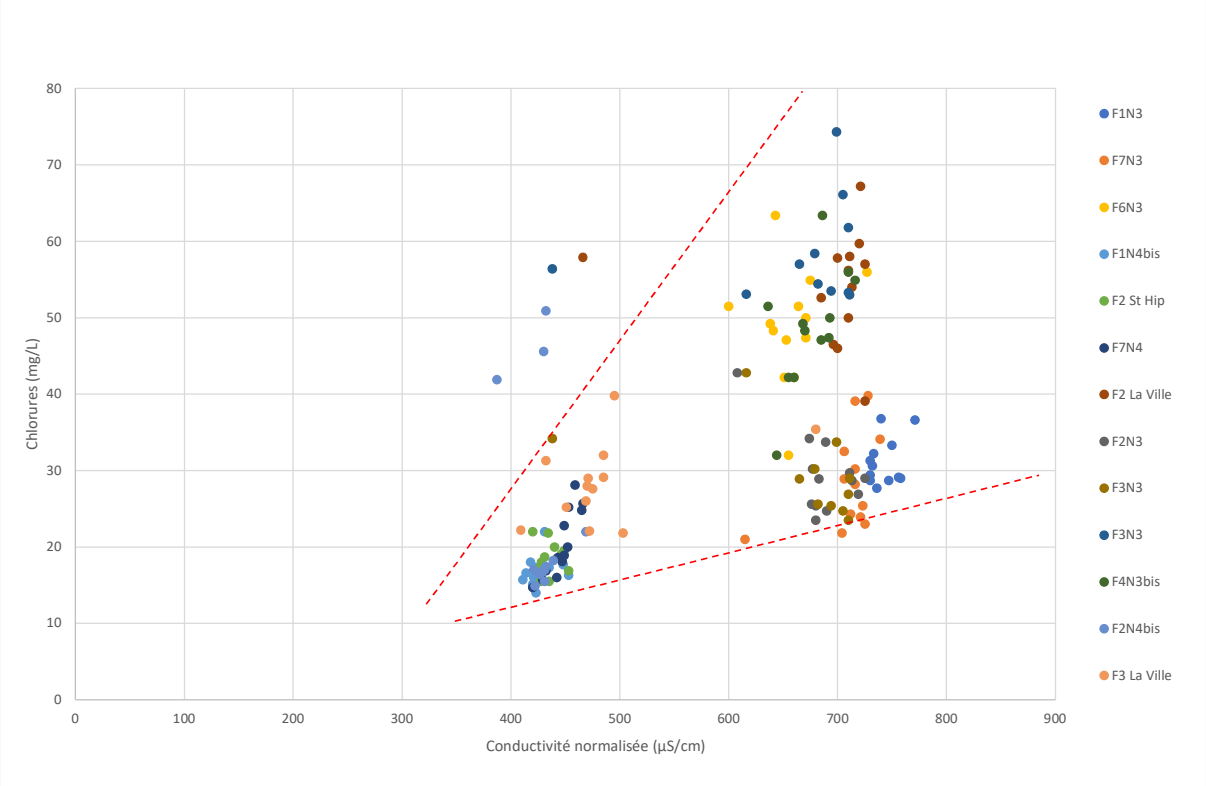



Figure 74 : Relation conductivité/chlorures en Salanque

| Ouvrage | Aquifère capté | Date de la mesure | Horizons les plus riches en chlorures (m) | Conductivité des niveaux les plus riches en chlorures (µS/cm) | Conductivité globale de l'eau pompée (µS/cm) | Teneur en chlorures en pompage (mg/L) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| F6N4bis « Mollague » | N4 | 2002 | 79-85 et 106-110 | 450 et 420 | Env. 450 | 26.6 |
| F3 « La Ville » | N4 | 2012 | 89-91 et 108-120 | 450 et 430 | 450 | 29 |

Tableau 5 : Niveaux les plus riches en chlorures dans les forages AEP en Salanque

Après avoir analysé les diagraphies disponibles, il convient d'étudier la relation de dépendance entre la teneur en chlorures et la profondeur captée par les ouvrages. Pour ce faire, nous proposons d'utiliser comme données d'entrée la cote du sommet des crépines. La Figure 75 illustre la relation « profondeur du top-crépine et la teneur en chlorures ». Il semblerait que plus la cote du sommet des crépines est haute et plus la teneur en chlorures est élevée. La distribution verticale des chlorures dans l'aquifère N3 montrerait donc une diminution avec la profondeur, l'aquifère pliocène profond N4 étant moins impacté que l'aquifère pliocène superficiel N3. Les diagraphies de conductivité réalisées sur les forages AEP profonds F6N4 « Mollague » et F3 « La Ville » corroborent cette observation montrant une diminution de la conductivité avec la profondeur (Figure 76 et Figure 77).

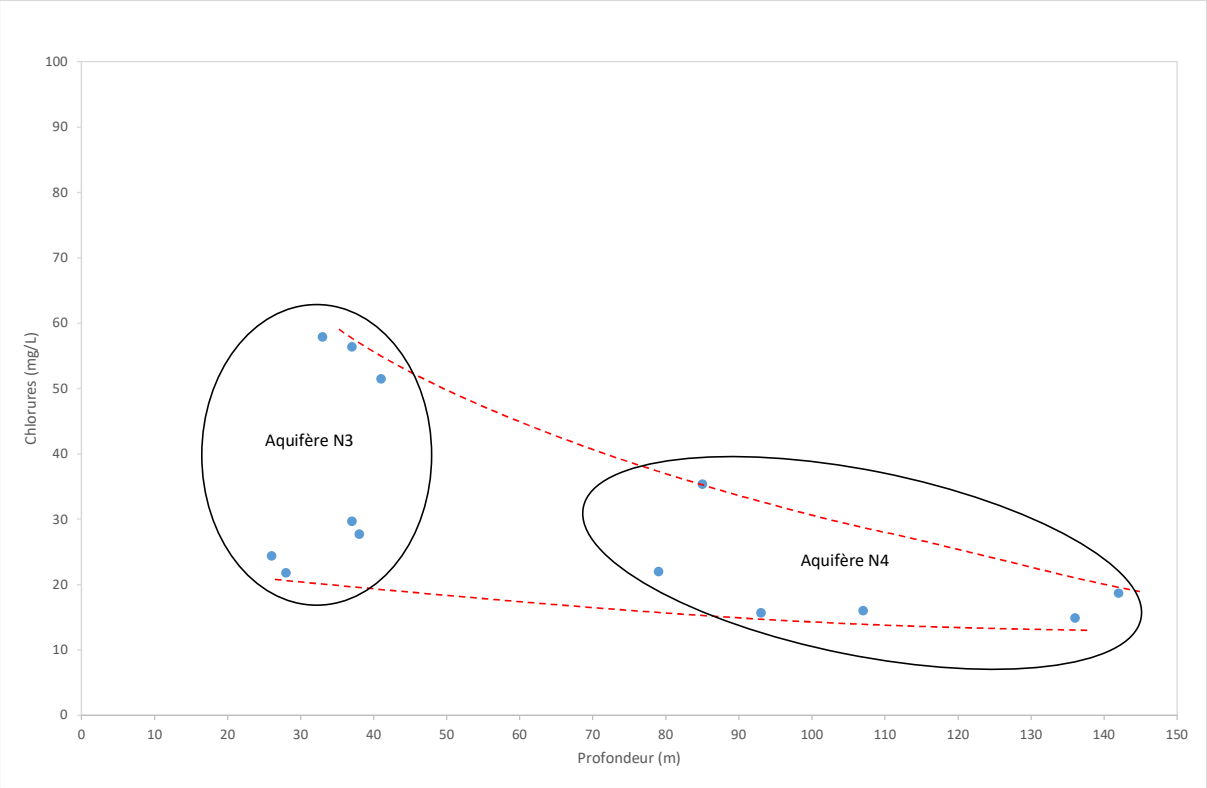



**Figure 75 : Relation entre la cote du top-crépines et les chlorures en Salanque (données de chlorures de 2019)**

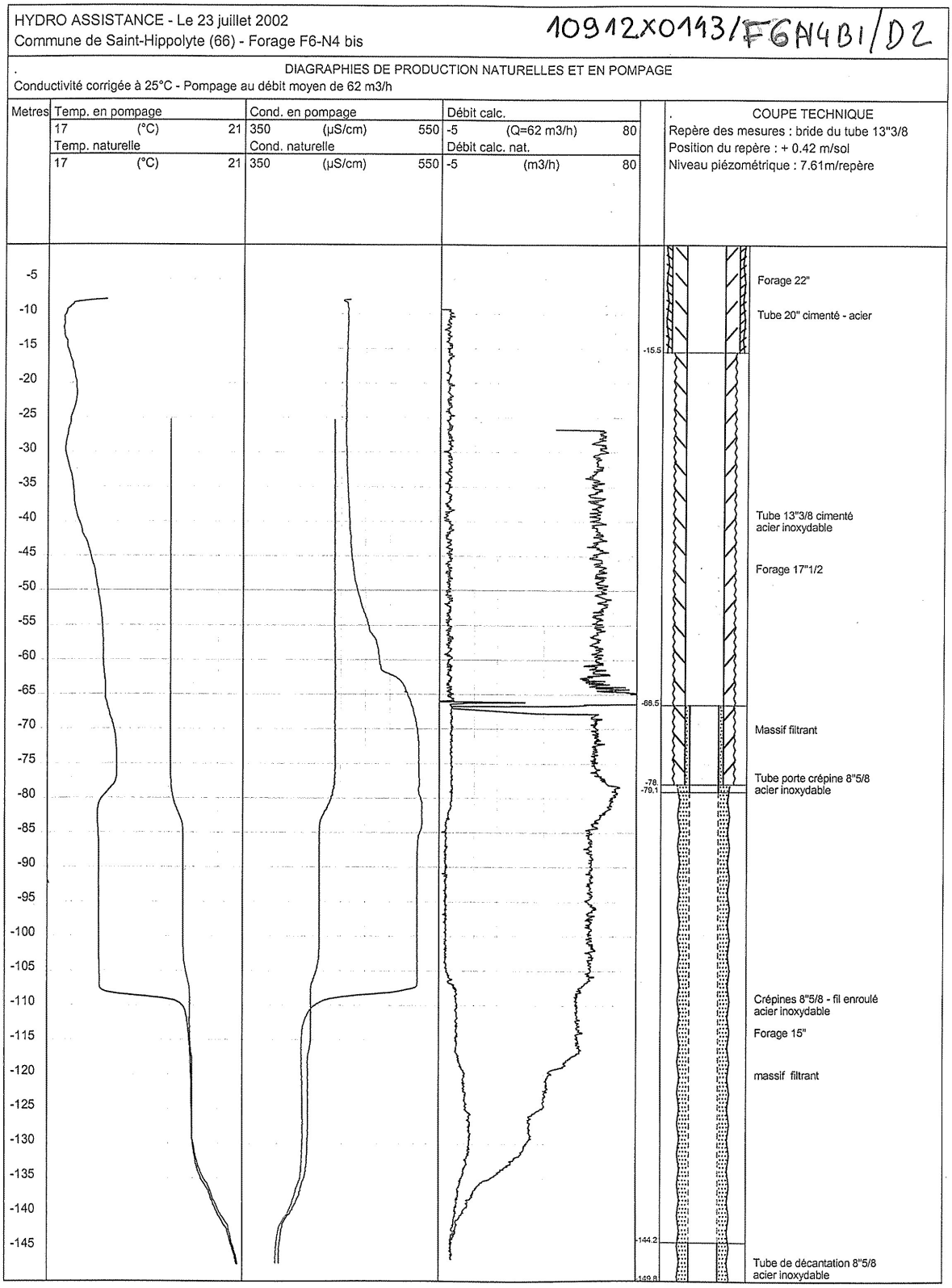



**Figure 76 : Profil de diagraphie sur le forage F6N4 « Mollague » (données HydroAssistance 2002)**

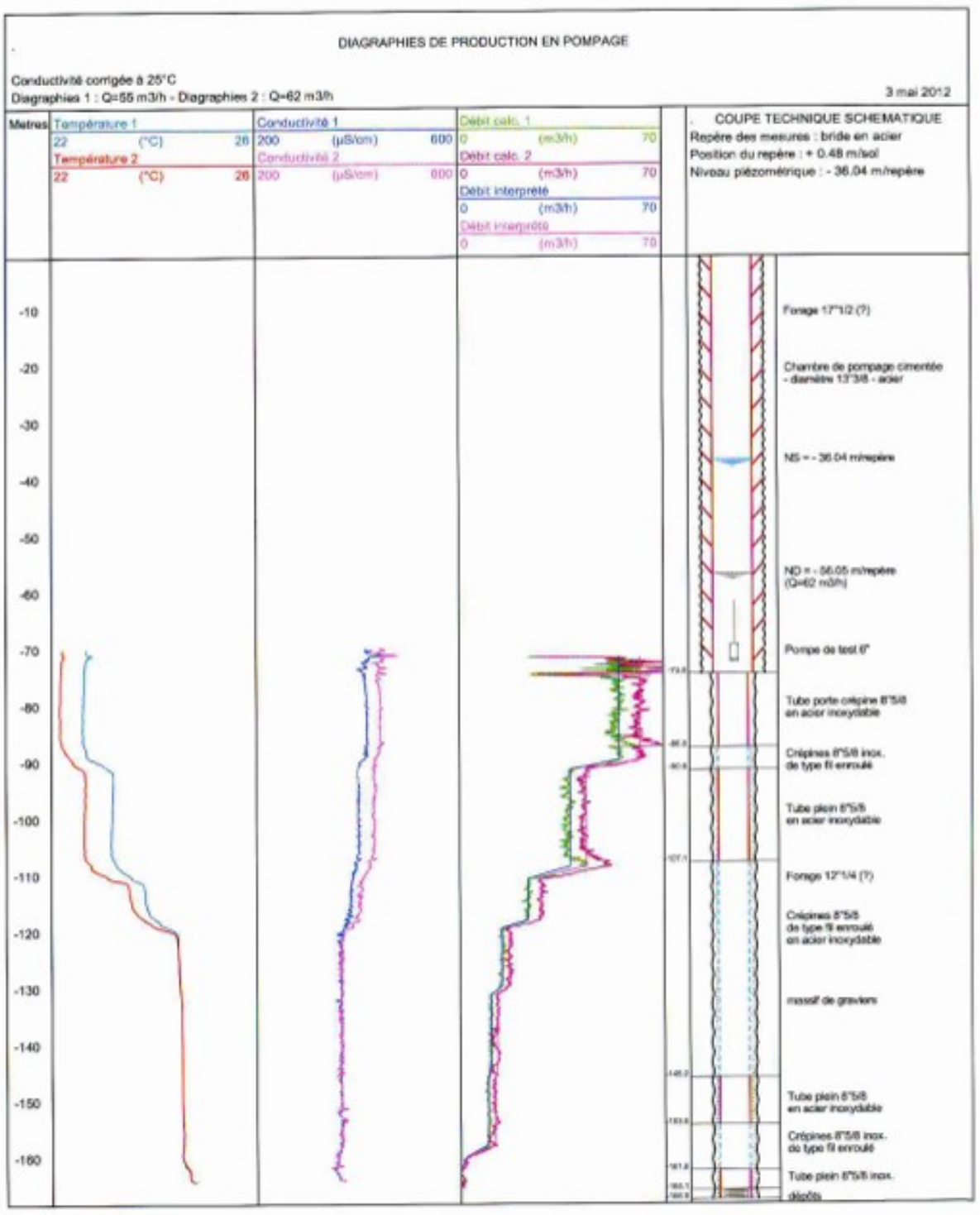



**Figure 77 : Profil de diagraphie sur le forage F3 « La Ville » (données HydroAssistance 2012)**

### 3.4.3 Relation entre les pluies et les chlorures

Pour étudier le degré de dépendance entre pluies et chlorures nous avons croisé pour chaque ouvrage suivi, les analyses chlorures (septembre) avec le cumul mensuel de pluies précédent l'analyse, et ce, à plusieurs pas de temps : de 1 mois cumulé (août) à 24 mois cumulés. Les résultats sur les ouvrages captant l'aquifère pliocène N3 sont présentés sur la Figure 78, ceux concernant les ouvrages captant l'aquifère pliocène N4, sur la Figure 79.

*Concernant l'aquifère N3*, l'analyse fréquentielle semblerait indiquer qu'il y aurait une corrélation de la teneur en chlorures avec le cumul mensuel des pluies sur les fréquences courtes (1 à 4 mois). Deux forages présentent un degré de corrélation plutôt sur des fréquences longues >12 mois (F3N3 et F2 La Ville). Toutefois, si certaines relations sont corrélées (les chlorures augmentent quand le cumul des pluies augmente), à l'inverse d'autres semblent anti-corrélées (les chlorures baissent quand le cumul des pluies augmente). De plus, pour les fréquences mises en évidence, le degré de corrélation reste faible ($R^2$ compris entre -0.2 et 0.2).

Au final, il semblerait que la pluie ne soit pas un réel facteur déterminant des teneurs en chlorures dans l'aquifère N3.

*Concernant l'aquifère N4*, l'analyse fréquentielle semblerait indiquer qu'il y aurait une corrélation de la teneur en chlorures avec le cumul mensuel des pluies sur les fréquences courtes (3 à 8 mois). Toutefois, certaines relations sont corrélées (les chlorures augmentent quand le cumul des pluies augmente) alors que d'autres semblent anti-corrélées (les chlorures baissent quand le cumul des pluies augmente). De plus, pour les fréquences mises en évidence, le degré de corrélation reste faible ($R^2$ compris entre -0.2 et 0.2) à l'exception du forage F1N4bis CONANGLE (0.62).

Au final, il semblerait que la pluie ne soit pas un réel facteur déterminant des teneurs en chlorures dans l'aquifère N4.

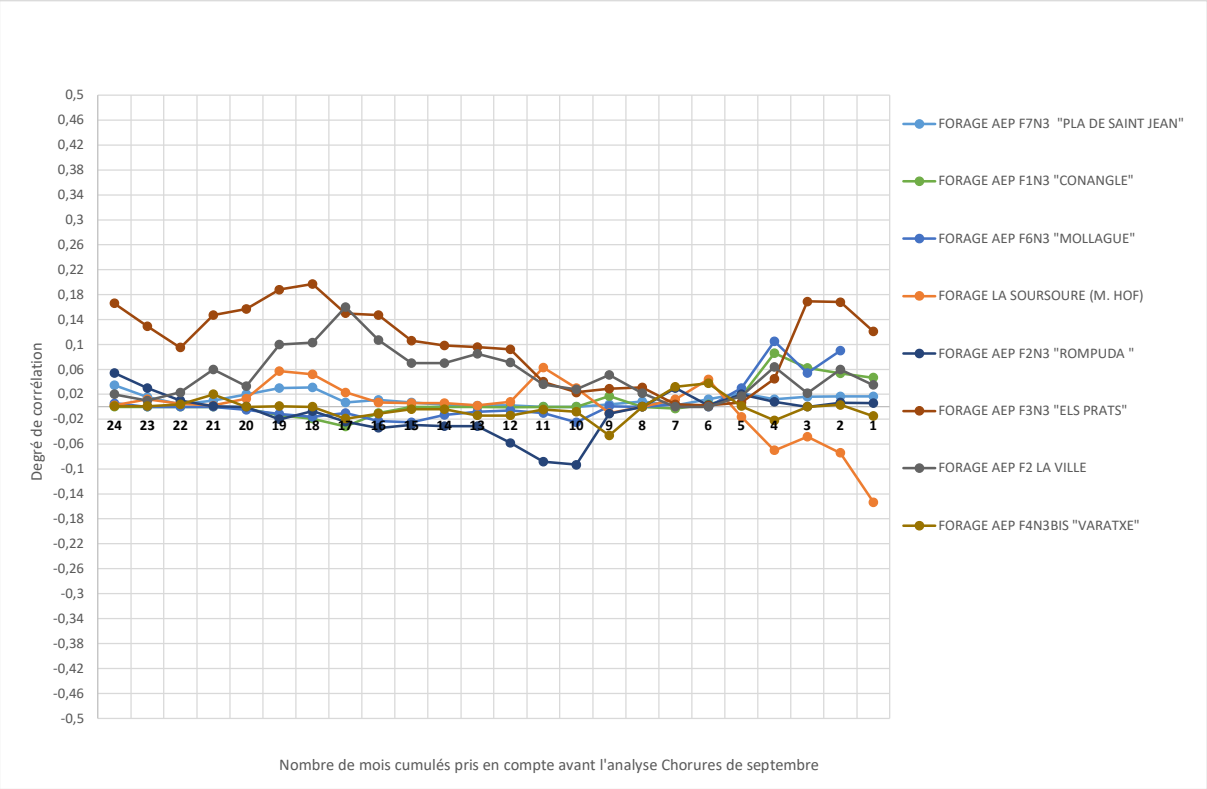



**Figure 78 : Degré de corrélation ($R^2$) entre teneur en chlorures et cumul des pluies mensuels au pas de temps 1 mois à 24 mois sur les ouvrages captant l'aquifère pliocène N3 sur le secteur Salanque**

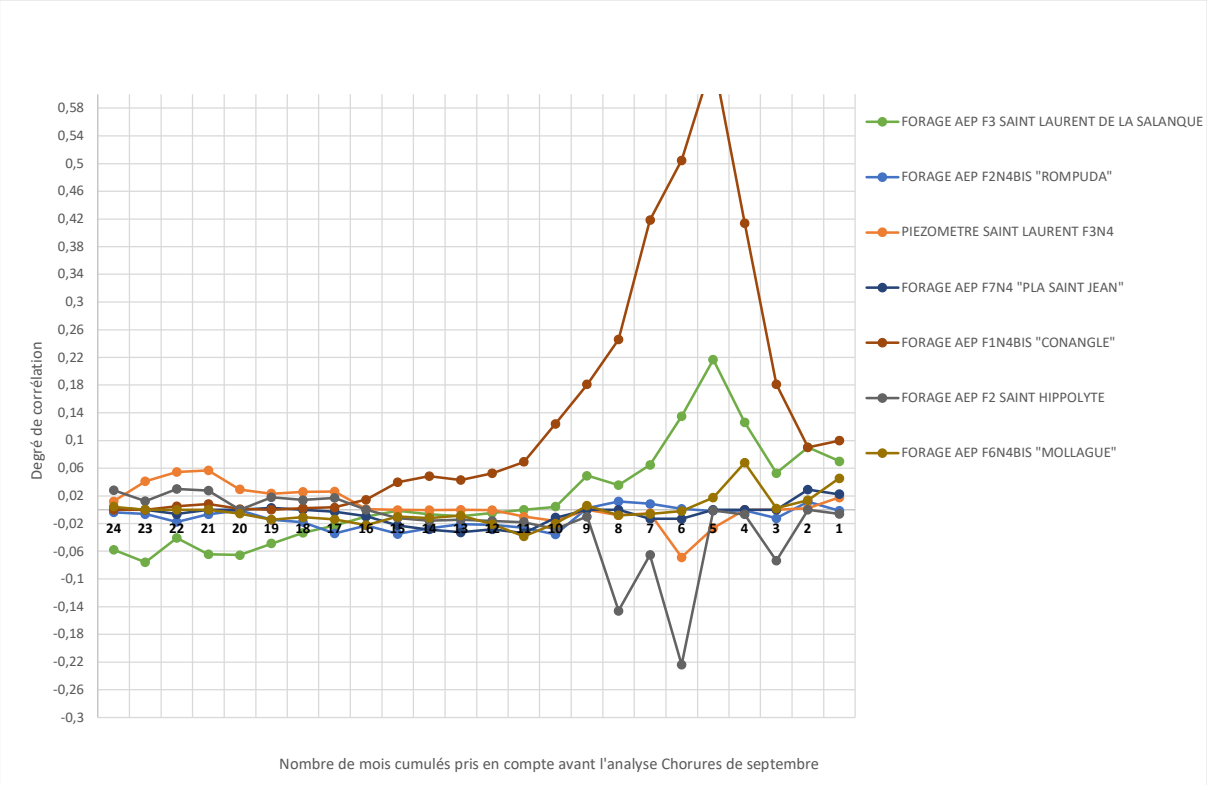



**Figure 79 : Degré de corrélation ($R^2$) entre teneur en chlorures et cumul des pluies mensuels au pas de temps 1 mois à 24 mois sur les ouvrages captant l'aquifère pliocène N4 sur le secteur Salanque**

### 3.4.4 Relation entre débit spécifique et chlorures

Le débit spécifique traduit la productivité d'un forage. Il s'agit du débit possible par mètre de rabattement dans un ouvrage. Plus un ouvrage est productif et plus le débit spécifique est important. Dans le temps, le débit spécifique évolue : il diminue avec le colmatage et augmente avec le développement. Nous avons calculé les débits spécifiques de chaque ouvrage AEP entre 2016 et 2019 sur la base du suivi des chroniques de niveaux d'eau et de débit d'exploitation. Les résultats pour les ouvrages AEP de la Salanque sont illustrés sur la Figure 80. Il en ressort les éléments suivants :

- Les ouvrages les plus productifs sont les plus impactés en chlorures. Il s'agit majoritairement des ouvrages captant l'aquifère N3. En effet, la nappe N3 étant généralement plus productive, les débits spécifiques sont plus importants. Mais étant donné que les ces horizons aquifères sont moins profonds, ils sont plus sensibles aux apports en chlorures, notamment par drainance depuis le Quaternaire.

- Pour un même ouvrage, plus les débits spécifiques diminuent (en lien avec le degré de colmatage qui augmente dans le temps) plus les teneurs en chlorures sont faibles.

Concrètement, les ouvrages les plus productifs sont exploités à des débits importants et créent un cône d'influence plus important sollicitant des portions de nappe bien plus importantes qu'un ouvrage faiblement productif qui a un impact spatialement limité.

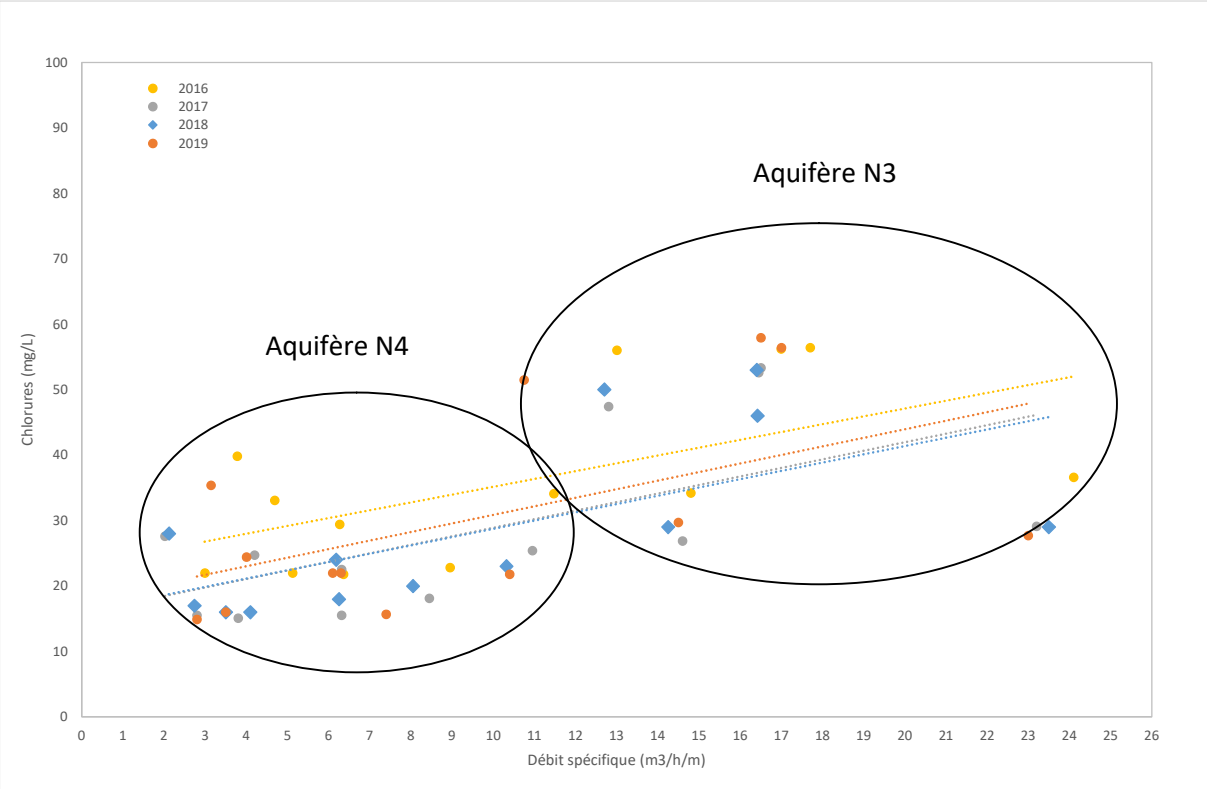



**Figure 80 : Relation entre débit spécifique et teneur en chlorures dans les ouvrages AEP**

### 3.4.5 Relation entre débits de pompage et chlorures/conductivité

D'après la Figure 81, il semble que la teneur en chlorures soit indépendante du débit de pompage à l'échelle de la Salanque.

Toutefois à l'échelle d'un forage il semble qu'il y ait une relation entre évolution des débits et évolution de la conductivité (donc des chlorures). En effet, certains ouvrages montrent une baisse du débit de pompage en période de forte consommation associé à une légère baisse de la conductivité. La baisse de débit en période d'étiage s'explique par une baisse des niveaux piézométriques qui impose aux pompes d'exploitation une HMT plus importante et donc ces dernières régulent (baisse de 5 à 15 $m^3/h$ selon les ouvrages). C'est le cas des forages évoqués au paragraphe précédents, les plus éloignés de l'étang (F2 Saint-Hippolyte, F7N3, F2N3, F2 La Ville : exemple en Figure 82).

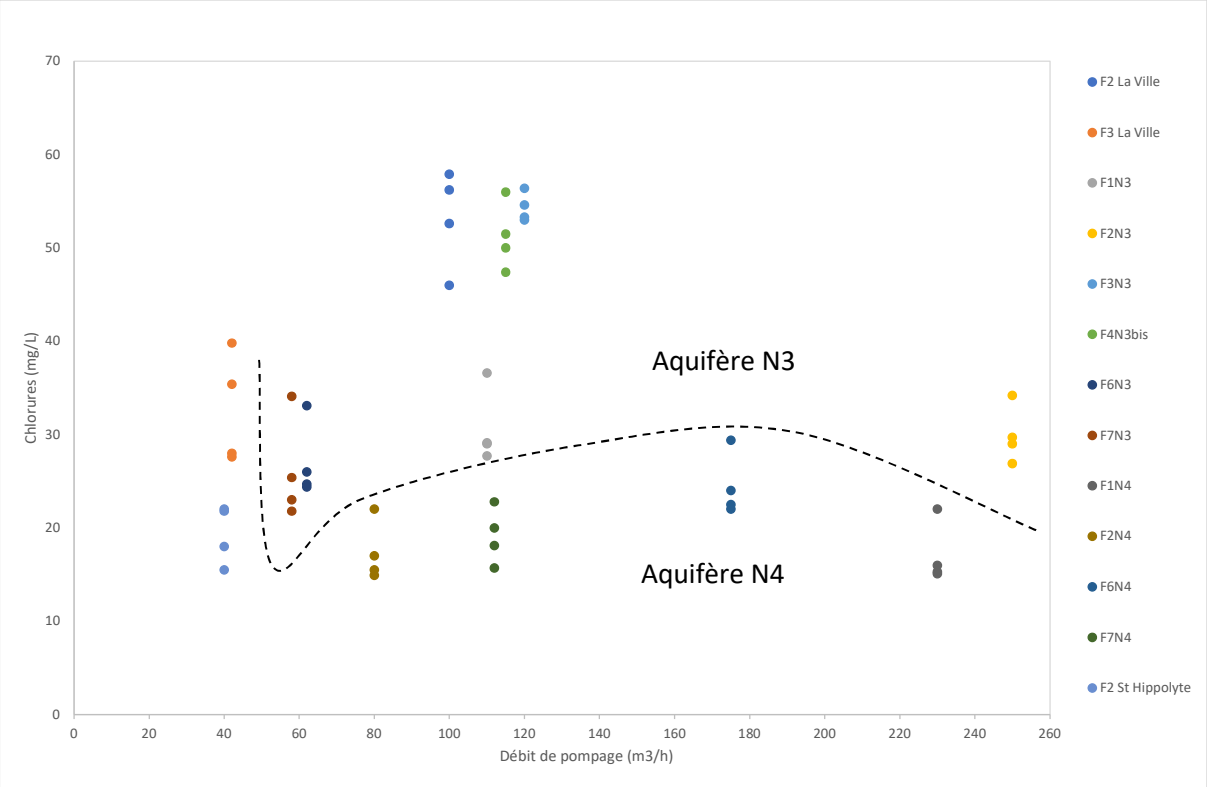



**Figure 81 : Relation entre débit de pompage et chlorures**

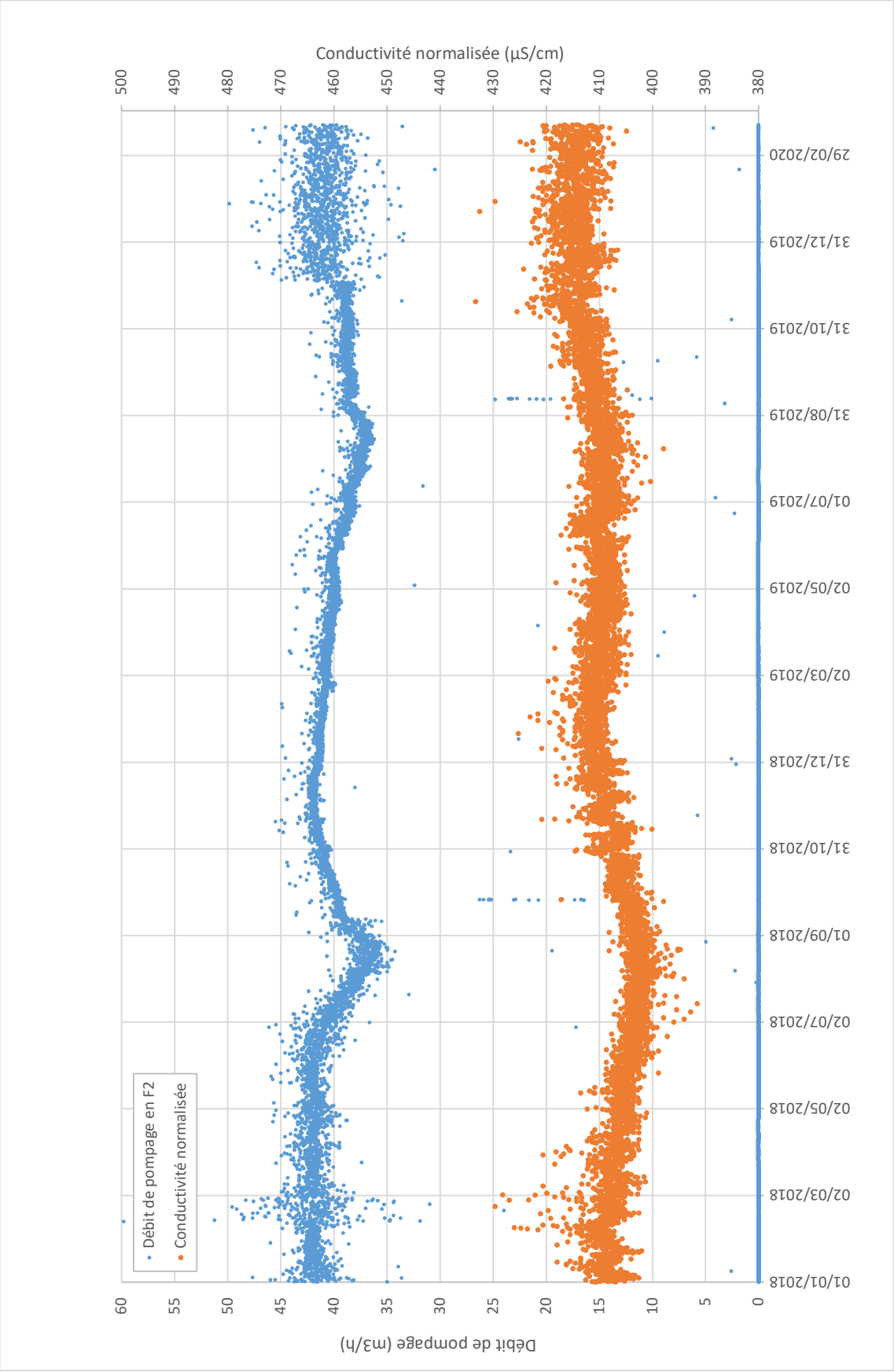



**Figure 82 : Relation entre débit de pompage et conductivité : exemple sur le forage F2 à Saint-Hippolyte**

### 3.4.6 Relation entre volumes prélevés et conductivité/chlorures

La Figure 83 et la Figure 84 illustrent les volumes prélevés annuellement et les teneurs en chlorures mesurées (années 1987 à 2019). Les commentaires sont les suivants :

- Il semble qu'en majorité, plus les volumes prélevés sont importants et plus les teneurs en chlorures augmentent.
- Dans l'aquifère N4, on observe une relative stabilité des teneurs en chlorures quels que soient les volumes prélevés.
- Certains ouvrages montrent des tendances inverses avec une légère baisse de la teneur en chlorures avec l'augmentation des prélèvements. C'est le cas des ouvrages F2 La Ville ou F2N3.
- Certains ouvrages présentent des teneurs en chlorures plus fortes que d'autres ouvrages pour les mêmes volumes de prélèvements (cas des forages F4N3bis et F3N3).

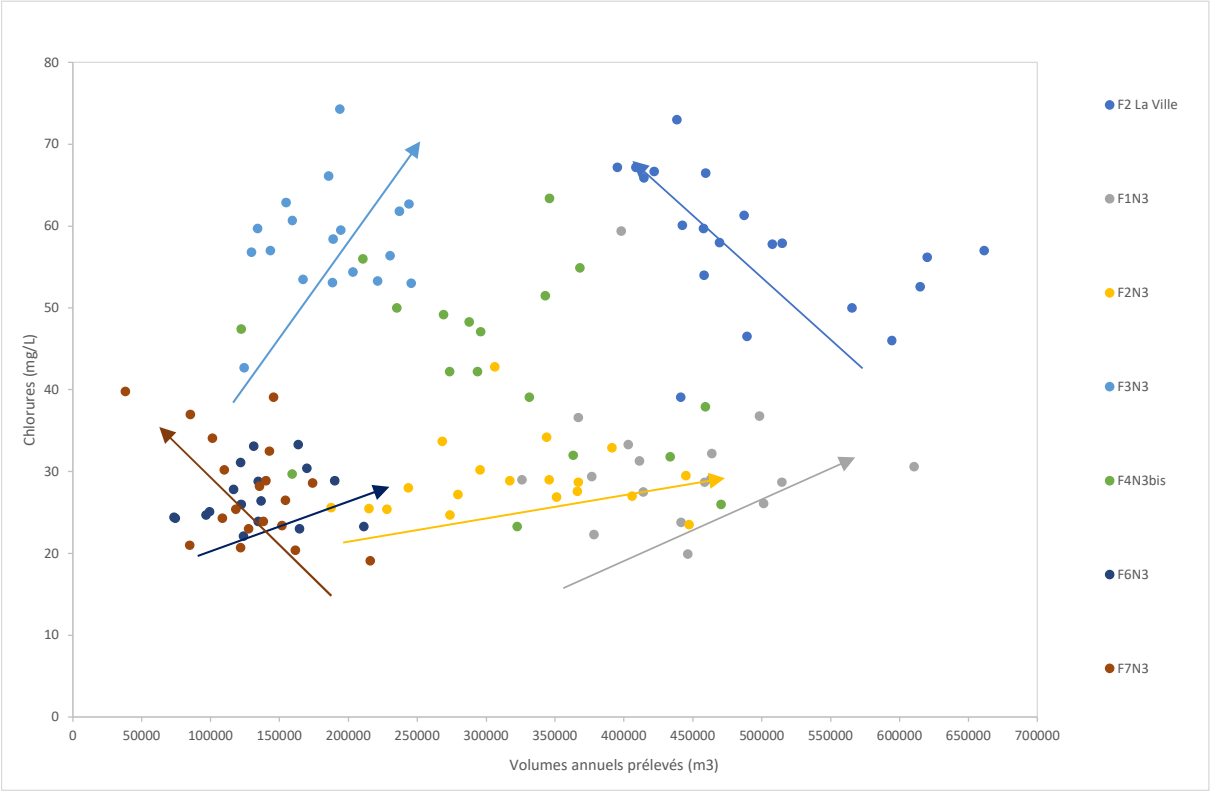



**Figure 83 : Relation entre volumes annuels prélevés dans la nappe N3 et chlorures en Salanque**

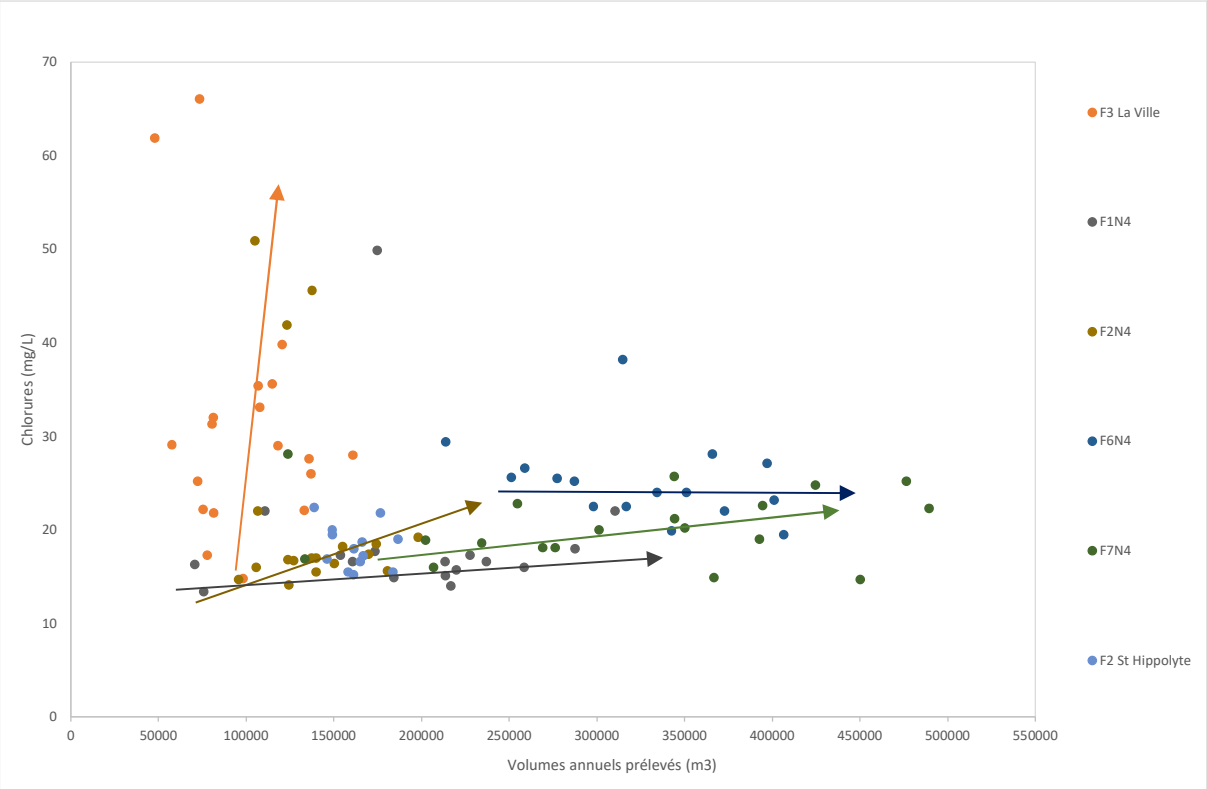



**Figure 84 : Relation entre volumes annuels prélevés dans la nappe N4 et chlorures en Salanque**

Toutefois, l'étude des données au pas de temps de 15' révèle une relation entre évolution des volumes mensuels prélevés et évolution de la conductivité (donc des chlorures) pour de nombreux ouvrages implantés dans la nappe N3 (à l'exception de F2 Saint-Hippolyte implanté dans la nappe N4) :

- Certains ouvrages montrent une augmentation de la conductivité (10 à 50 µS/cm) en période de pointe (cas des forages F1N3, F3N3, F4N3bis : Figure 86 à Figure 88). On note toutefois un léger décalage sur F4N3bis entre le pic de conductivité et le pic de prélèvements. Géographiquement, ce sont généralement les ouvrages les plus proches de l'étang de Leucate ou de la mer :
    - F1N3 : 400 m (étang) ;
    - F3N3 : 2400 m (étang) ;
    - F4N3bis : 1300 m (étang).
- A l'inverse, certains ouvrages montrent une baisse de la conductivité (5 à 15 µS/cm) en période de pointe (cas des forages F2 Saint-Hippolyte, F7N3, F2N3, F2 La Ville : Figure 89 à Figure 92). Géographiquement, ce sont généralement les ouvrages les plus éloignés de l'étang de Leucate :
    - F2N3 : 1500 m (étang) ;
    - F7N3 : 3000 m (étang) ;
    - F2 Saint-Hippolyte : 2200 m (étang) ;
    - F2 « La Ville » : 3300 m (étang).

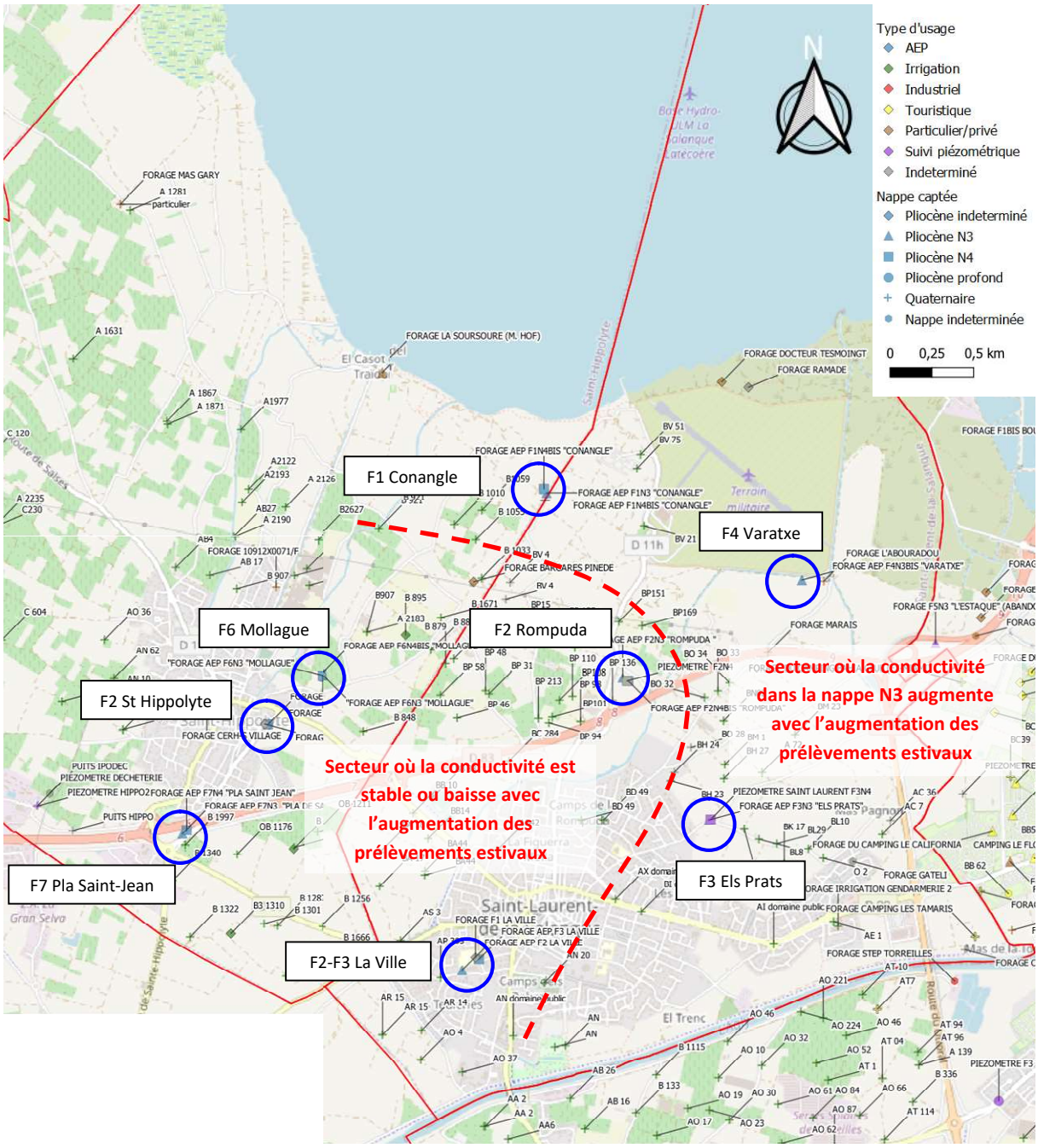



**Figure 85 : Zonage de la variation de conductivité dans la nappe N3 en fonction de l'augmentation des prélèvements estivaux**

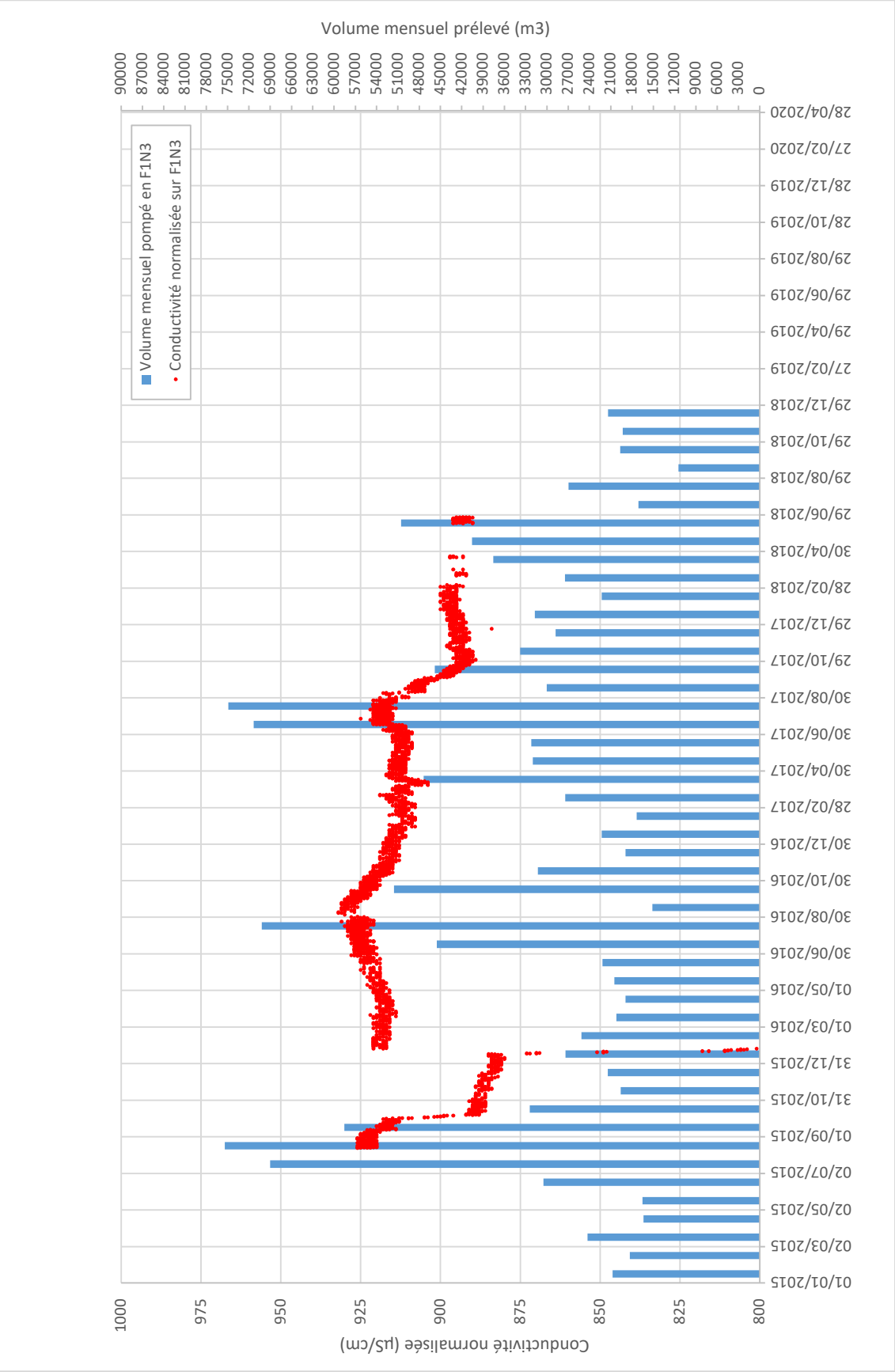



**Figure 86 : Relation entre volumes mensuels prélevés et conductivité sur le forage F1N3 « Conangle » à Saint-Hippolyte**

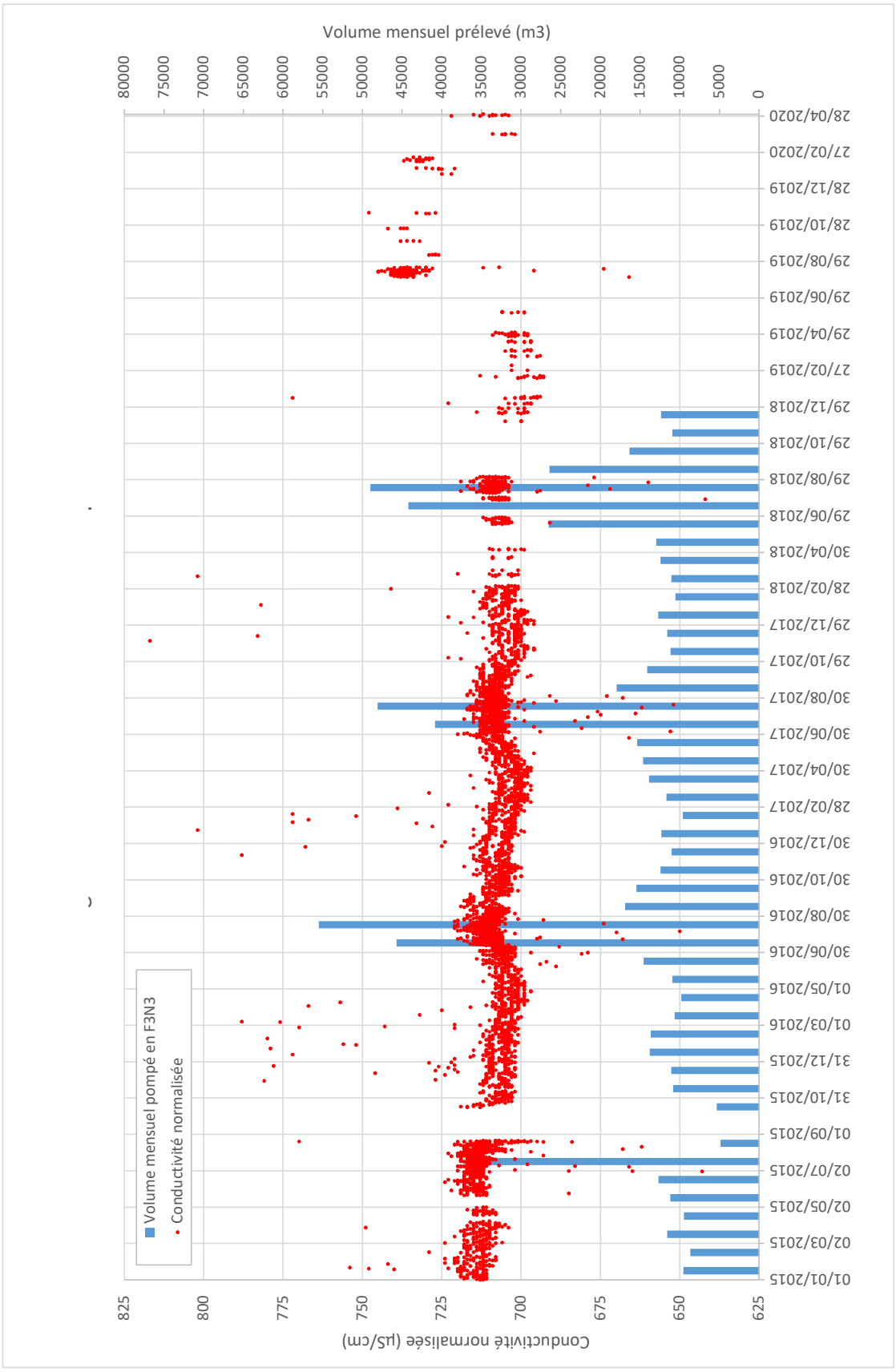



**Figure 87 : Relation entre volumes mensuels prélevés et conductivité sur le forage F3N3 Saint-Laurent-de-la-Salanque**

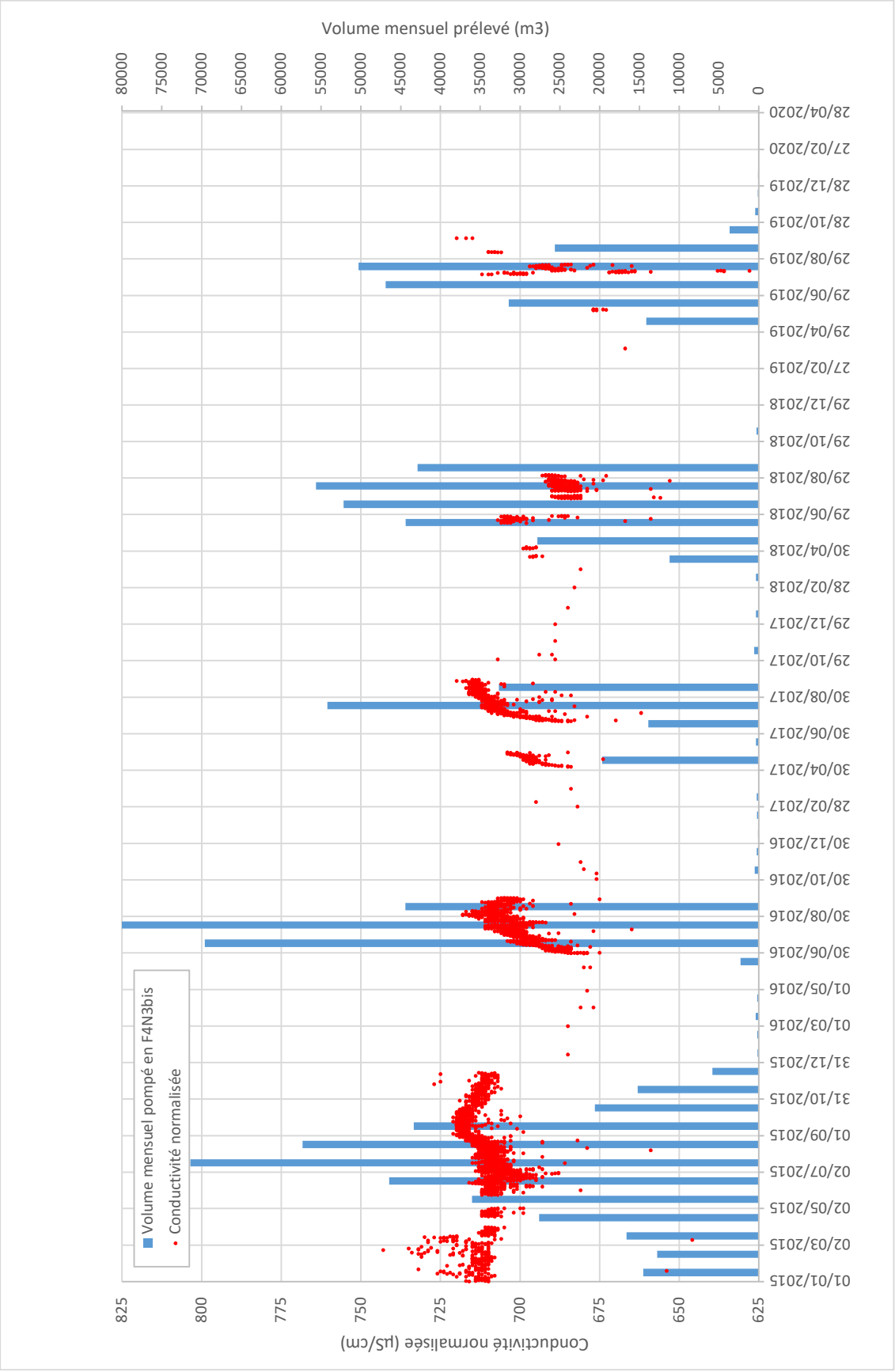



**Figure 88 : Relation entre volumes mensuels prélevés et conductivité sur le forage F4N3bis Saint-Laurent-de-la-Salanque**

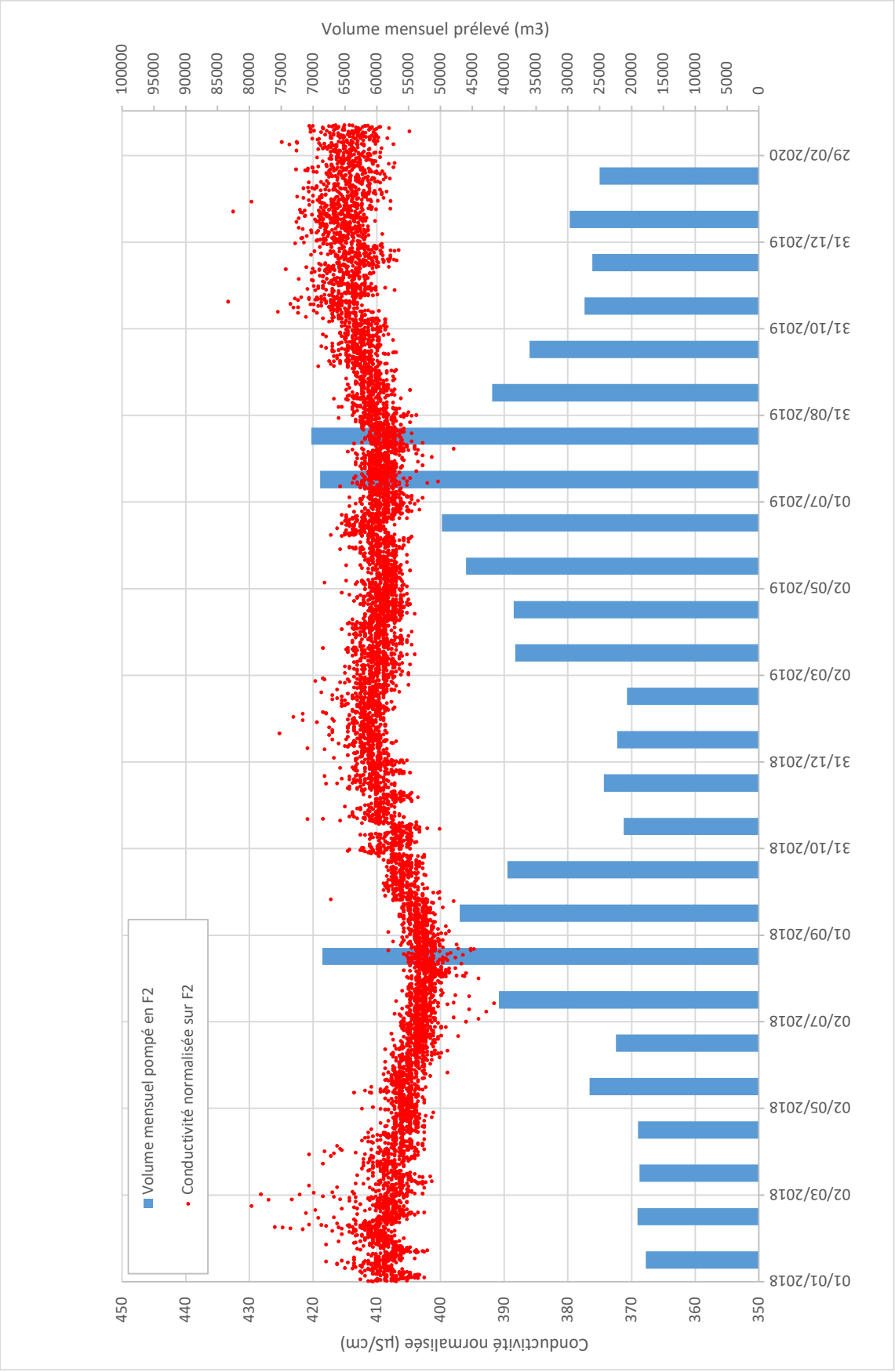



**Figure 89 : Relation entre volumes mensuels prélevés et conductivité sur le forage F2 à Saint-Hippolyte**

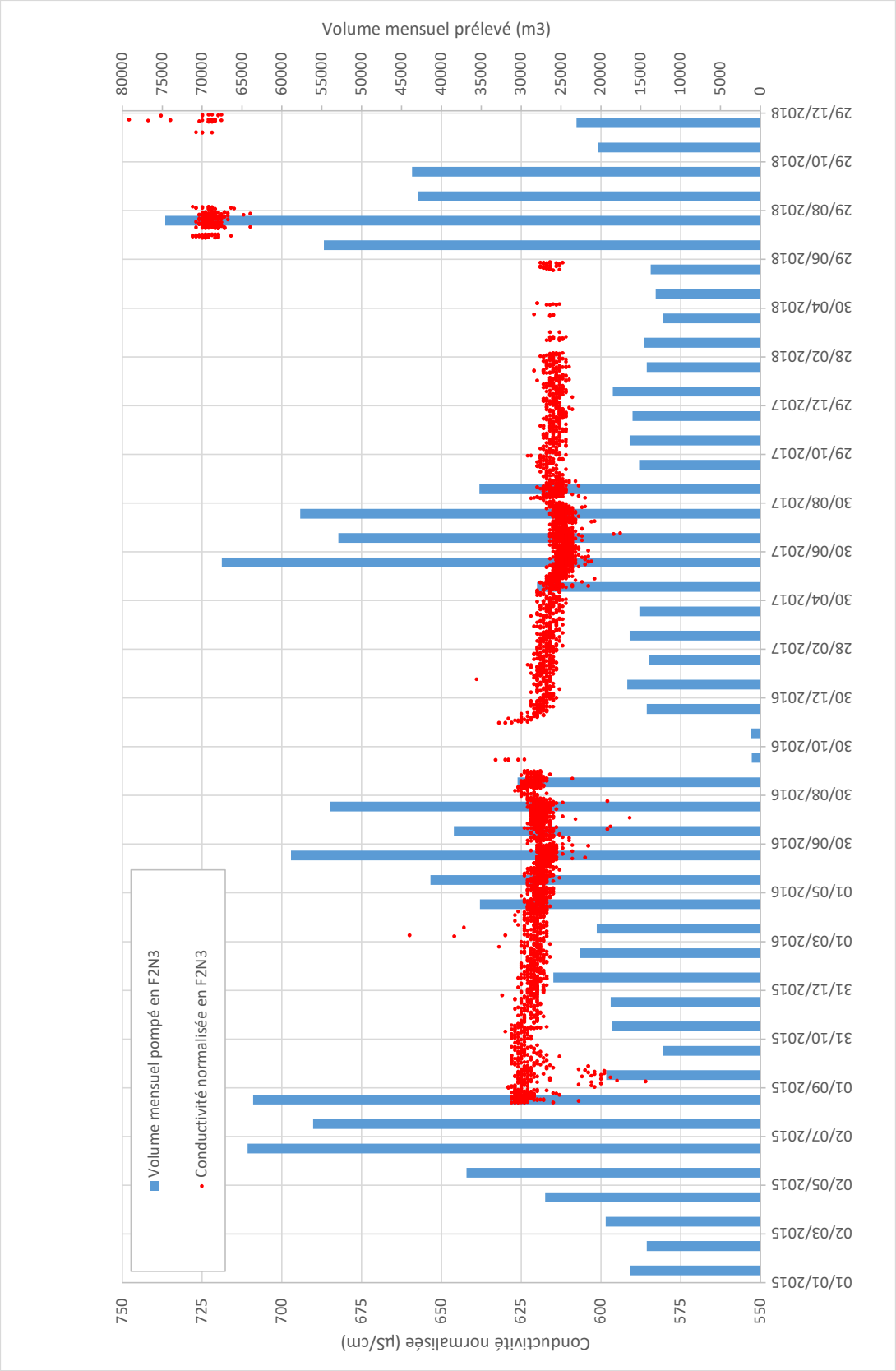



**Figure 90 : Relation entre volumes mensuels prélevés et conductivité sur le forage F2N3 à Saint-Laurent-de-la-Salanque**

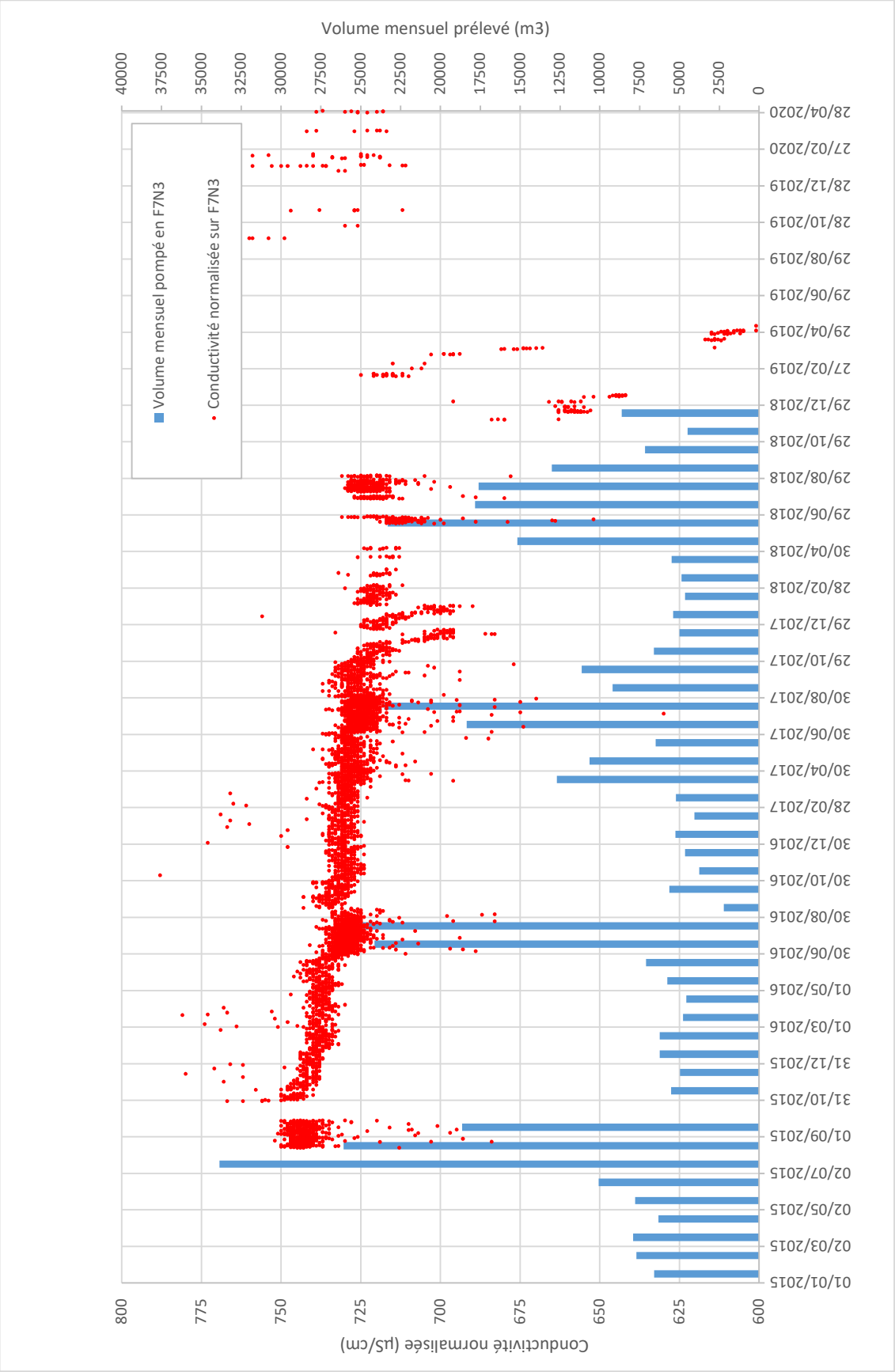



**Figure 91 : Relation entre volumes mensuels prélevés et conductivité sur le forage F7N3 à Saint-Hippolyte**

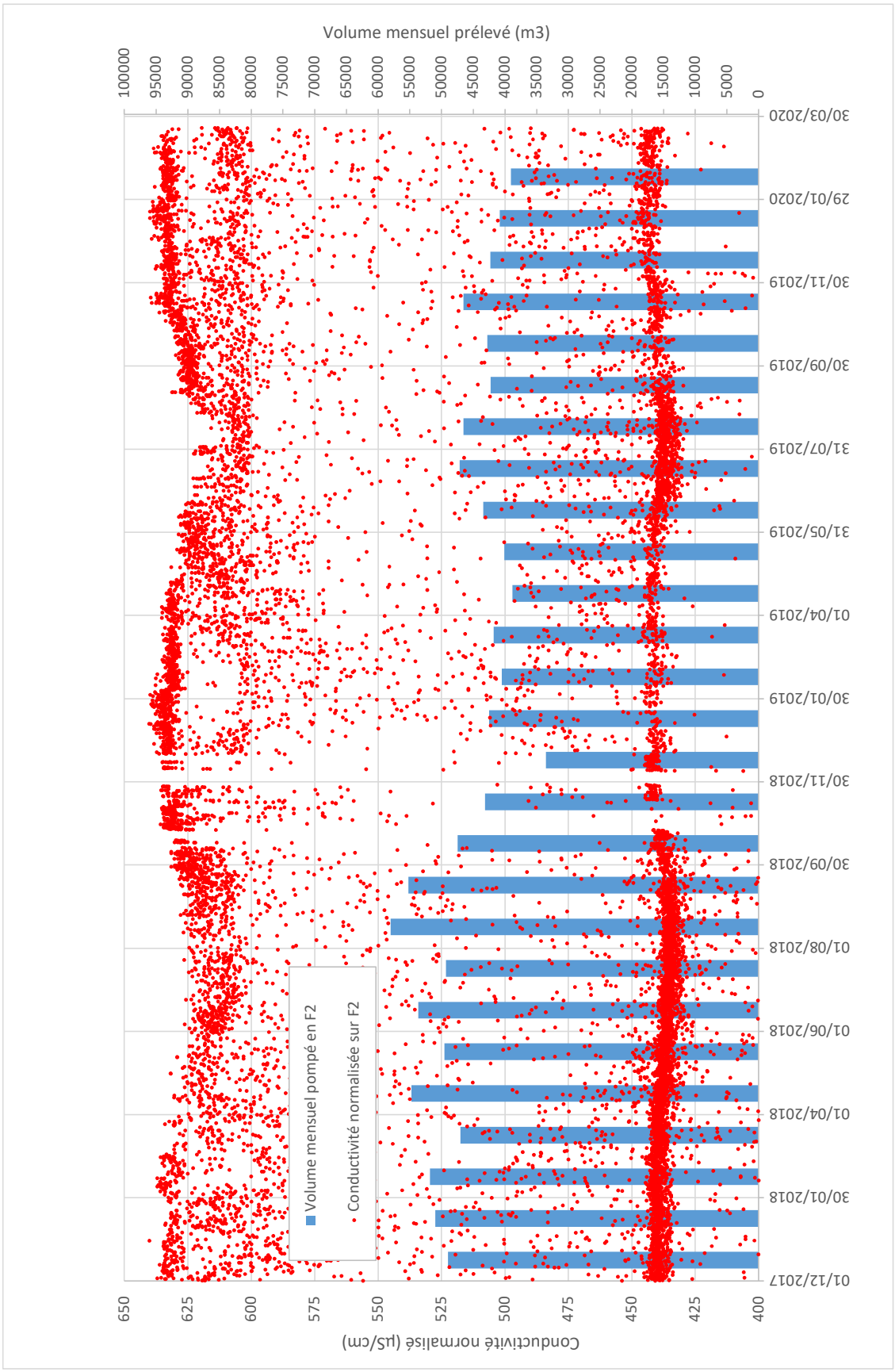



**Figure 92 : Relation entre volumes mensuels prélevés et conductivité sur le forage F2 « La Ville » à Saint-Laurent-de-la-Salanque**

### 3.4.7 Relation entre volumes/durées de prélèvement et conductivité

Concernant les 3 ouvrages sensibles à l'augmentation de prélèvement en période de pointe (F1N3, F3N3 et F4N3), à l'échelle journalière, la comparaison entre la durée de prélèvement et la conductivité sur ces 3 ouvrages amène les commentaires suivants :

- Sur l'ouvrage AEP F1N3 à Saint-Hippolyte (Figure 93), on distingue que l'augmentation de la conductivité intervient dès lors que la durée de pompage journalière dépasse environ 4h. Une augmentation accentuée se produit au-delà de 10h de pompage par jour (phénomène observable lors de la période estivale de 2017).
- Sur l'ouvrage AEP F3N3 à Saint-Laurent-de-la-Salanque (Figure 94), on distingue que l'augmentation de la conductivité intervient dès lors que la durée de pompage journalière dépasse environ 4h.
- Sur l'ouvrage AEP F4N3 à Saint-Laurent-de-la-Salanque (Figure 95), l'augmentation de la conductivité semblerait intervenir au-delà d'une durée de pompage journalière d'environ 8h.

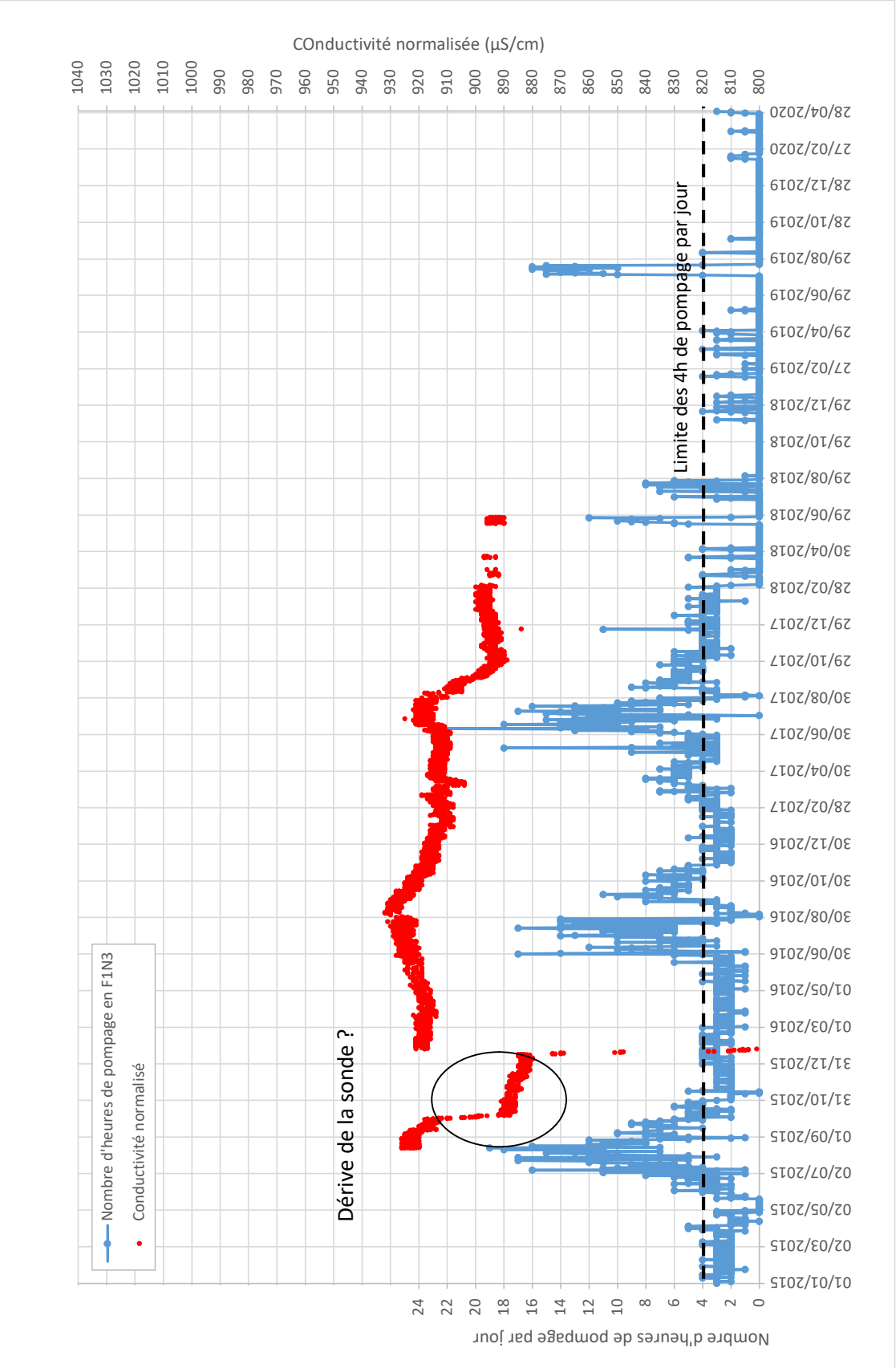



**Figure 93 : Relation durée de prélèvement et conductivité sur le forage F1N3 « Conangle » à Saint-Hippolyte**

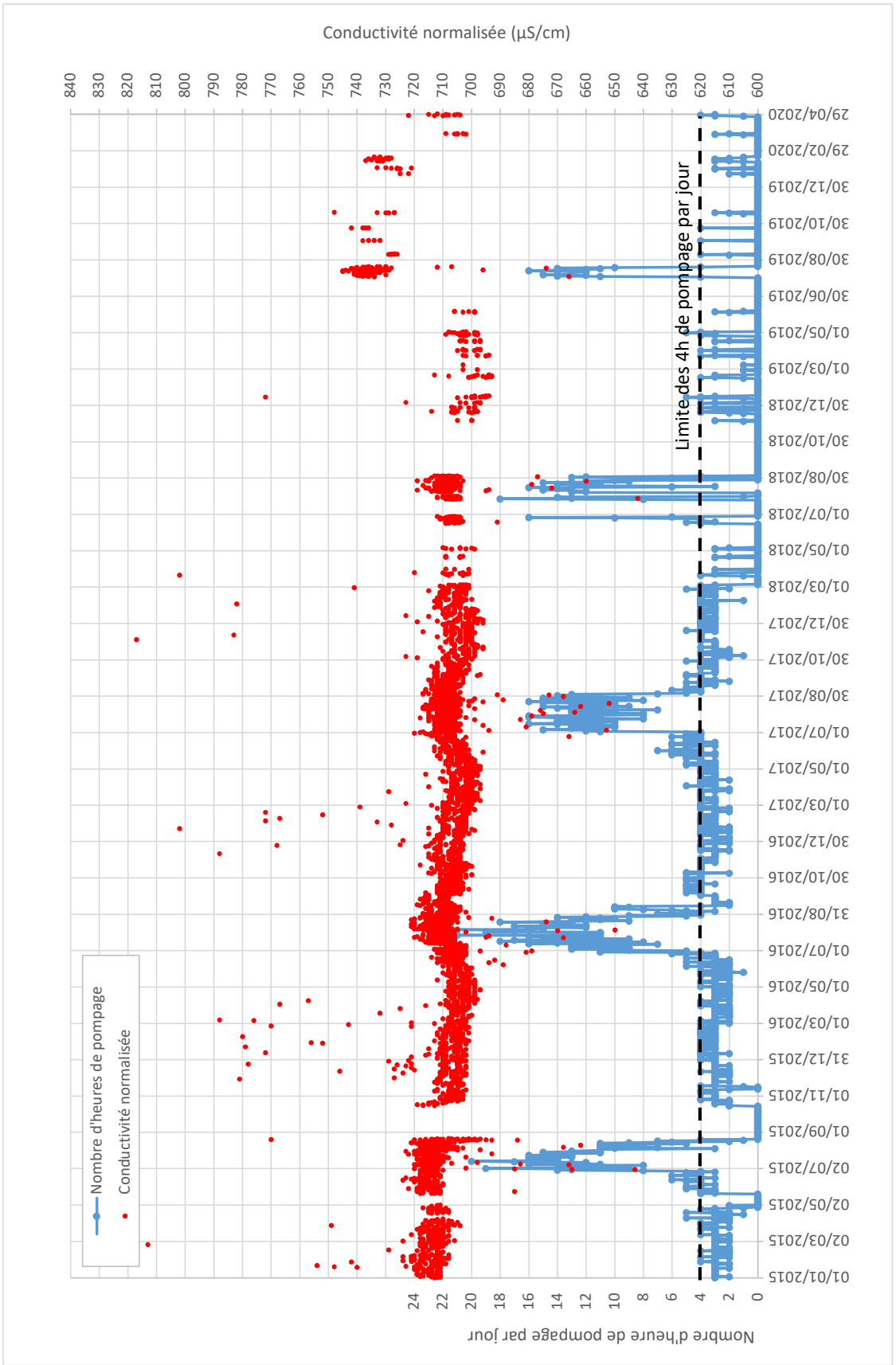



**Figure 94 : Relation durée de prélèvement et conductivité sur le forage F3N3 « Els Prats » à Saint-Laurent-de-la-Salanque**

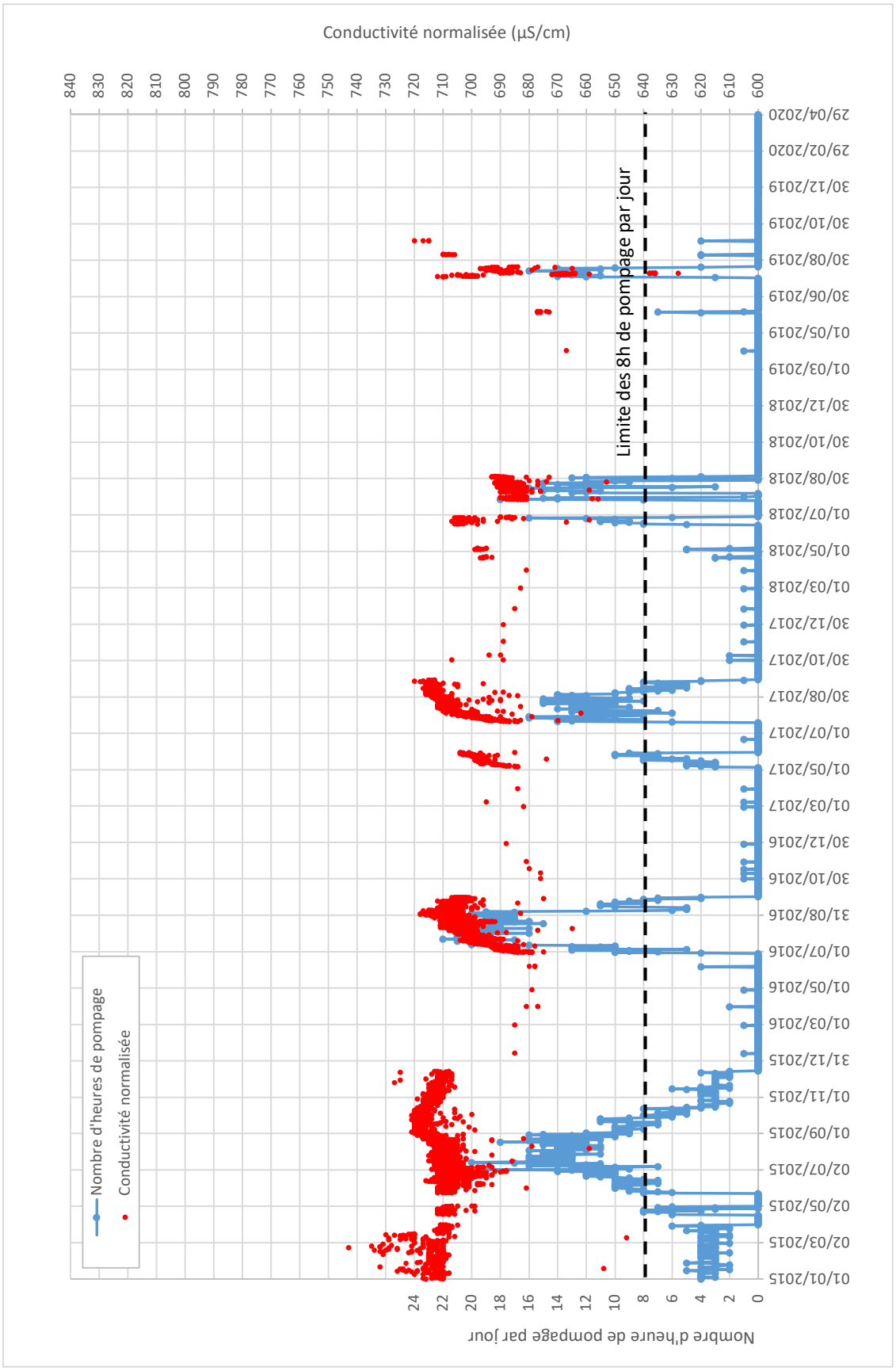



**Figure 95 : Relation durée de prélèvement et conductivité sur le forage F4N3 « Varaxte » à Saint-Laurent-de-la-Salanque**

### 3.4.8 Relation entre nombre d'ouvrages environnants et chlorures

La figure suivante illustre pour chaque forage de suivi en chlorures en Salanque, le nombre d'ouvrages de prélèvement existant dans un rayon de 1000 m (AEP, agricoles, …). Il semble qu'il n'y ait aucune relation établie.

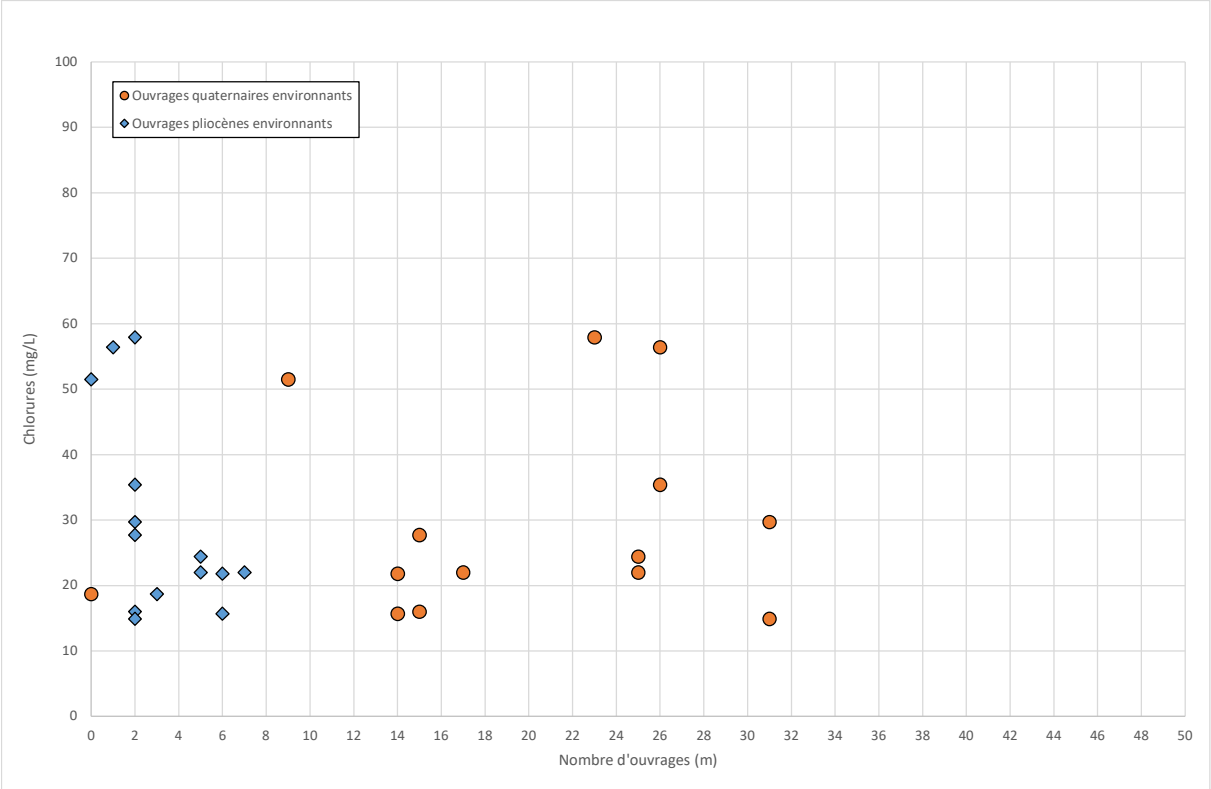



**Figure 96 : Relation entre nombre d'ouvrages de prélèvement environnants et chlorures en Salanque**

### 3.4.9 Relation nombre de jour < 0 NGF et chlorures

Sur la base du suivi piézométrique naturel dans l'aquifère N4 (piézomètre F3N4), la Figure 97 présente l'évolution des chlorures dans les ouvrages suivis en fonction du nombre de jours par an où le niveau piézométrique de la nappe N4 est inférieur à 0 m NGF. Aucune réelle tendance n'est observée hormis peut-être l'ouvrage F3 La Ville qui semble être corrélable.

A l'échelle des forages, la Figure 98 confronte le nombre de jours par an où le niveau statique est < 0 m NGF et les chlorures. De même, aucune tendance n'est identifiable.

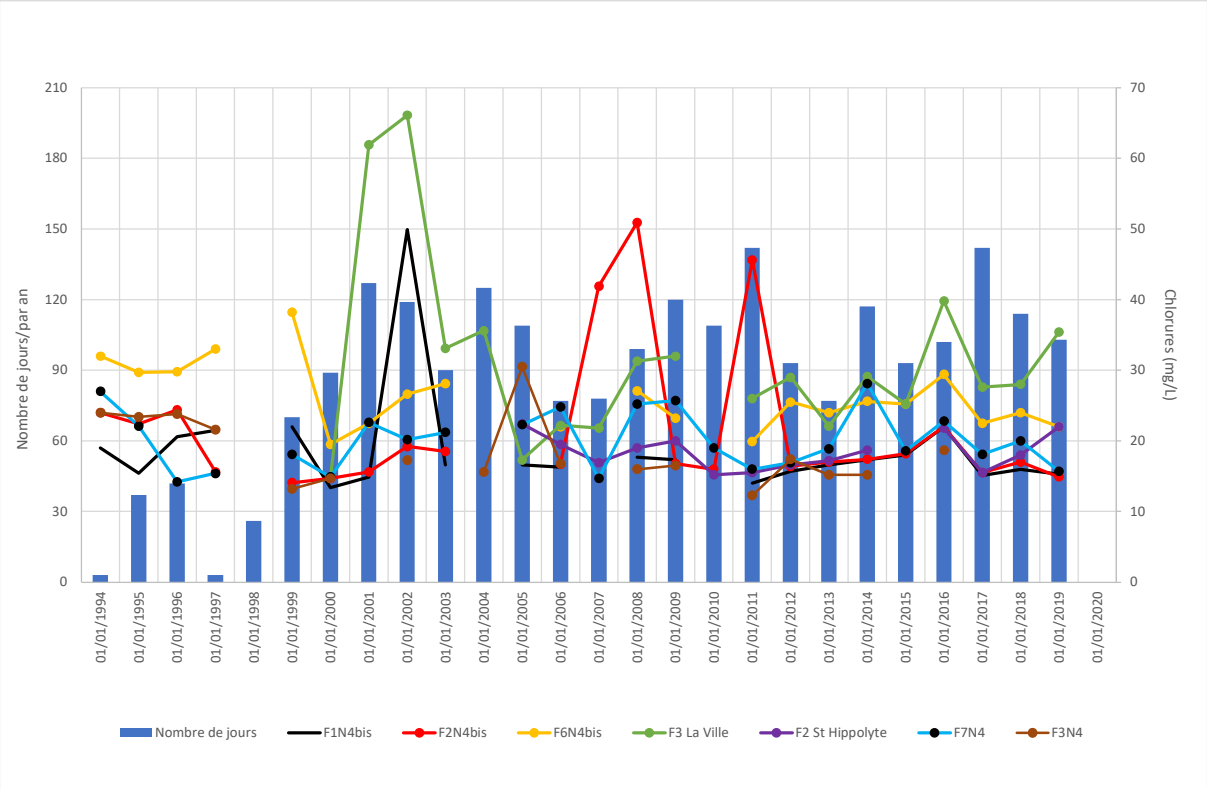



**Figure 97 : Relation entre le nombre de jours par an où le niveau piézométrique de la nappe N4 (au Pz F3N4) est <0 m NGF et les chlorures en Salanque**

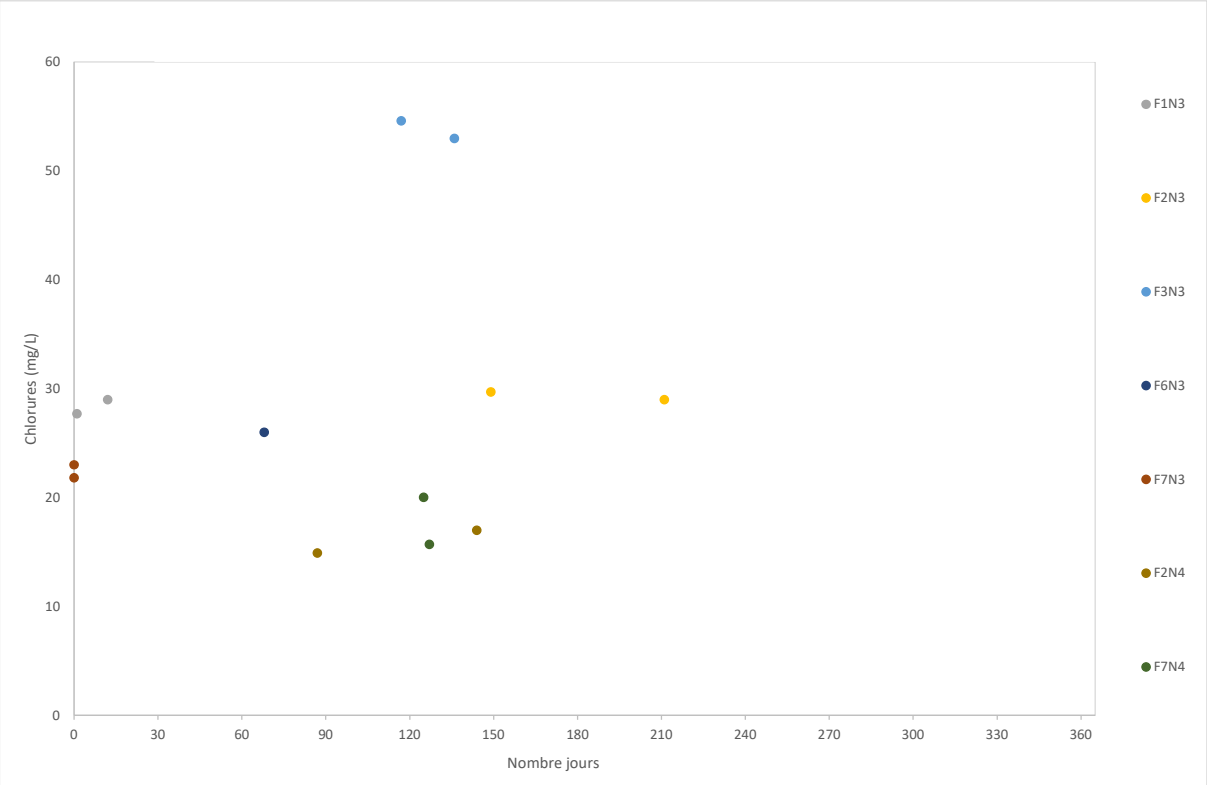



**Figure 98 : Relation entre le nombre de jours où le niveau statique dans les forages est <0 m NGF et les chlorures en Salanque**

## 3.5 Synthèse du secteur de la Salanque

En Salanque, le Pliocène est composé de deux nappes N3 et N4 bien distinctes hydrogéologiquement grâce à un épais interface argileux. De fait, la charge piézométrique de chaque nappe est différente et les prélèvements dans la nappe N3 n'influent pas sur la nappe N4 et réciproquement. Seule la zone de « La Rompuda » montre un impact du prélèvement en N4 sur N3 reflétant un phénomène de drainance vraisemblablement.

La nappe N3 semble être en équilibre avec la nappe superficielle du Quaternaire. Il existe vraisemblablement des phénomènes de drainance entre ces deux nappes lors de l'exploitation des forages.

D'un point de vue des prélèvements annuels dans le Pliocène, la Figure 99 et la Figure 100 indiquent qu'ils sont globalement stables depuis 2011 avec une légère tendance tout de même à l'augmentation des prélèvements dans l'aquifère N4 depuis 2016.

La teneur en chlorures dans le Pliocène bien que faible dans ce secteur semble être proportionnelle aux volumes prélevés à la fois annuellement mais également mensuellement où l'augmentation de la conductivité est nette sur certains ouvrages N3 en période de pointe, notamment sur les ouvrages les plus proches de l'étang de Barcarès-Leucate. Mais à l'inverse, certains forages N3 affichent une baisse de la conductivité à l'étiage en lien avec une baisse du débit de pompage pour cause de niveaux piézométriques plus bas : il s'agit des ouvrages les plus éloignés de l'étang. En l'absence de réels problèmes dans ce secteur vis-à-vis des chlorures, des corrélations sont difficilement observables. Néanmoins, ces pics de conductivité en période de pointe, probablement en lien à une proximité à l'étang, apparaissent importants et une des principales informations à retenir de ce secteur.

Les pluies ne semblent pas être un facteur important dans l'évolution de la teneur en chlorures de l'aquifère. L'analyse fréquentielle a montré que pour la majorité des ouvrages suivis, le degré de corrélation est faible et que l'évolution des chlorures pourrait évoluer légèrement en fonction des cumuls mensuels de pluies sur des fréquences courtes (<6 mois).

La teneur en chlorures mesurée dans les forages pliocènes semble indépendante :

- Du nombre d'ouvrages de prélèvement environnants (dans un rayon de 1000 m) ;
- De la durée annuelle où le niveau statique de l'aquifère est < 0 m NGF

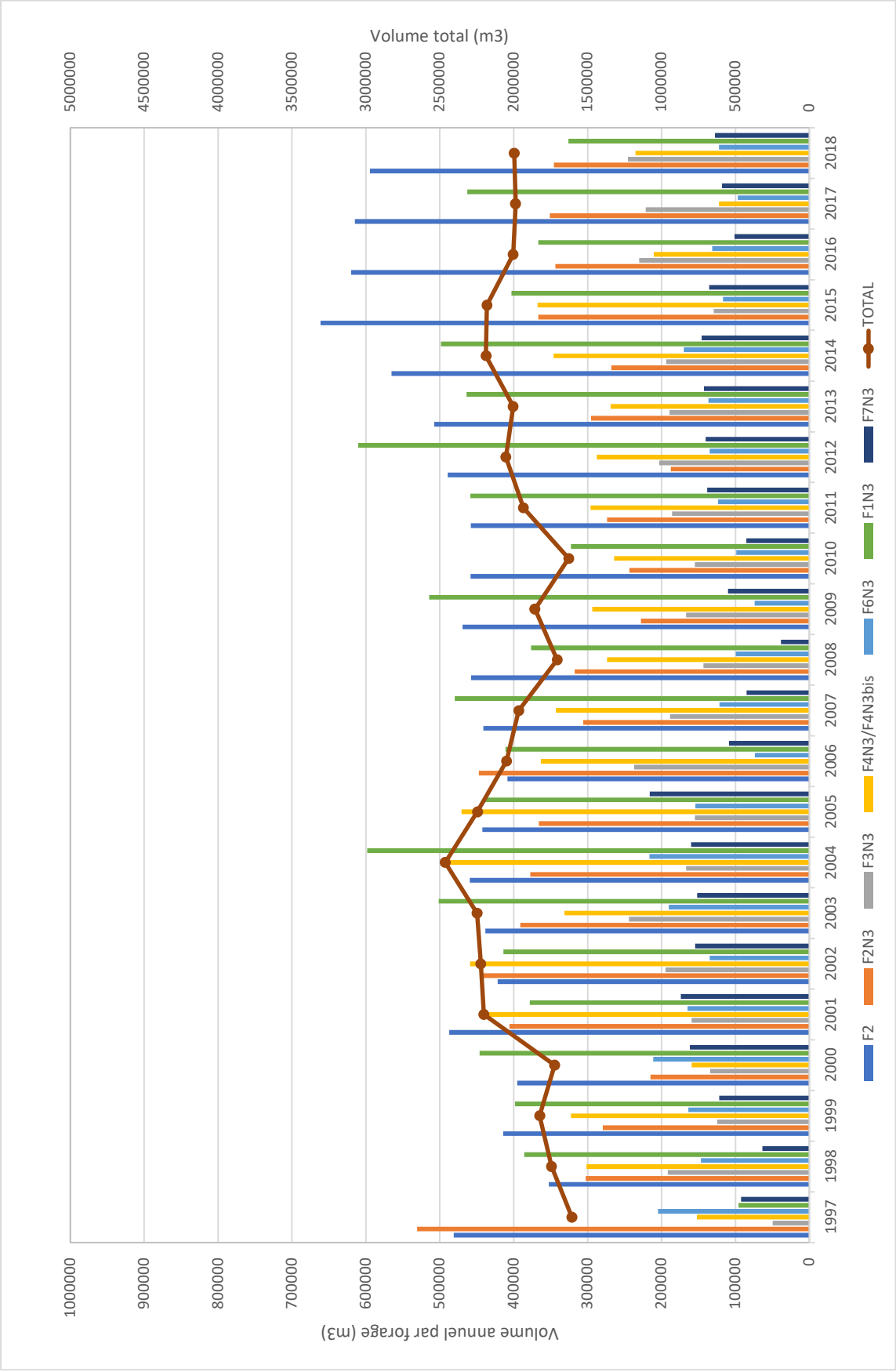



**Figure 99 : Evolution des prélèvements dans l'aquifère N3 pour l'AEP en Salanque**

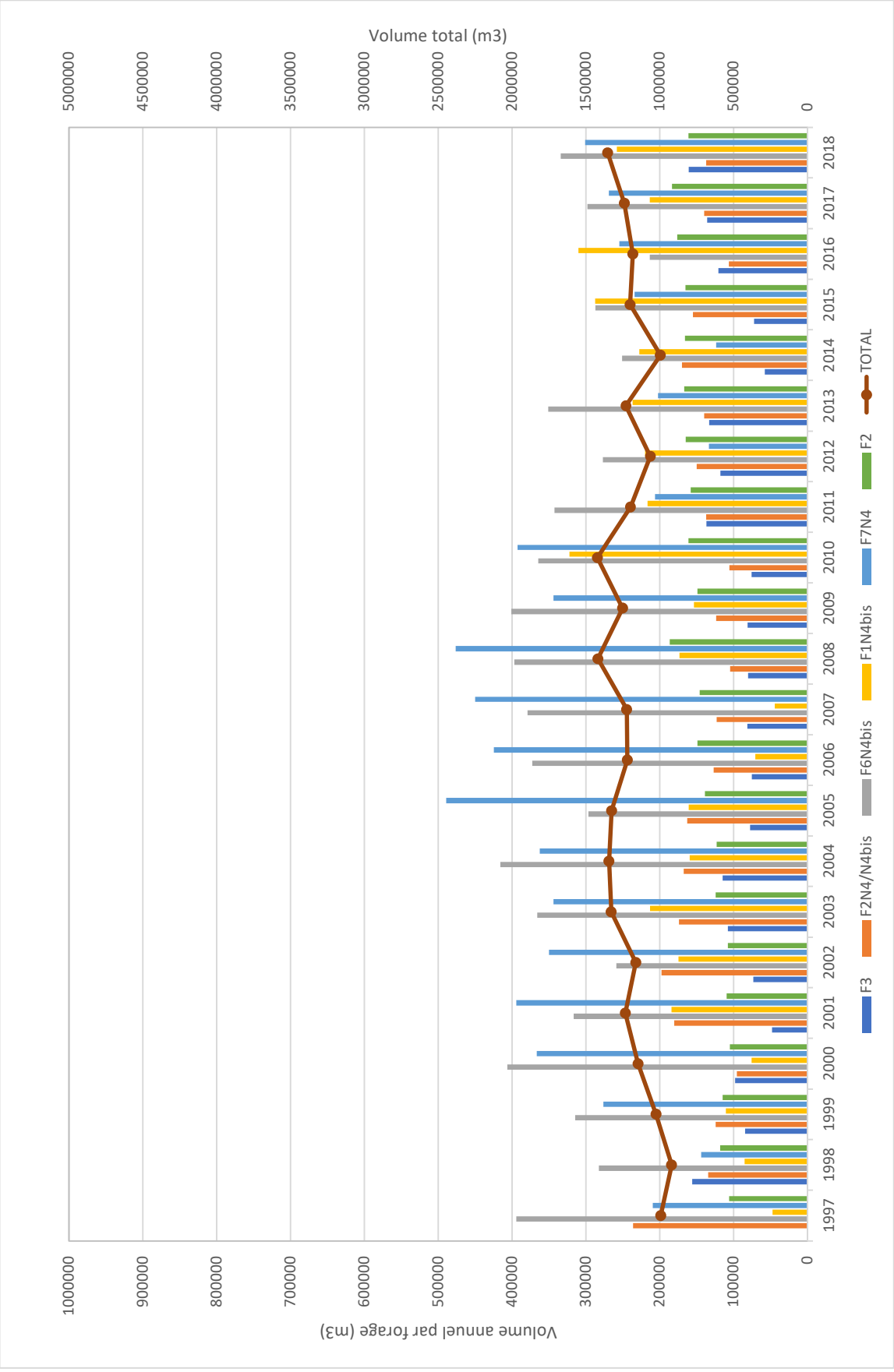



**Figure 100 : Evolution des prélèvements dans l'aquifère N4 pour l'AEP en Salanque**

# 4 ETUDE DU SECTEUR BARCARES/LIDO

## 4.1 Contexte géologique et hydrogéologique

Le secteur de Barcarès/Lido présente un aquifère quaternaire de surface à caractère libre cintrée entre l'étang de Leucate et la mer. Il repose sur les formations pliocènes sablo-argileuses qui sont le siège des aquifères superposés N3 et N4. Ces deux aquifères sont séparés par des horizons argilo-sableux. Les coupes lithologiques et techniques des ouvrages sont fournies en Annexe 2.

La contamination du Quaternaire par les chlorures est en lien avec les deux étendues d'eau salée qui l'entourent. La contamination dans le Pliocène y est reconnue, notamment dans les ouvrages captant l'aquifère N3 dans la partie Sud de Barcarès. L'aquifère N4 semble épargné.

Une coupe lithologique à travers le secteur (localisation en Figure 101) est proposée sur Figure 102.

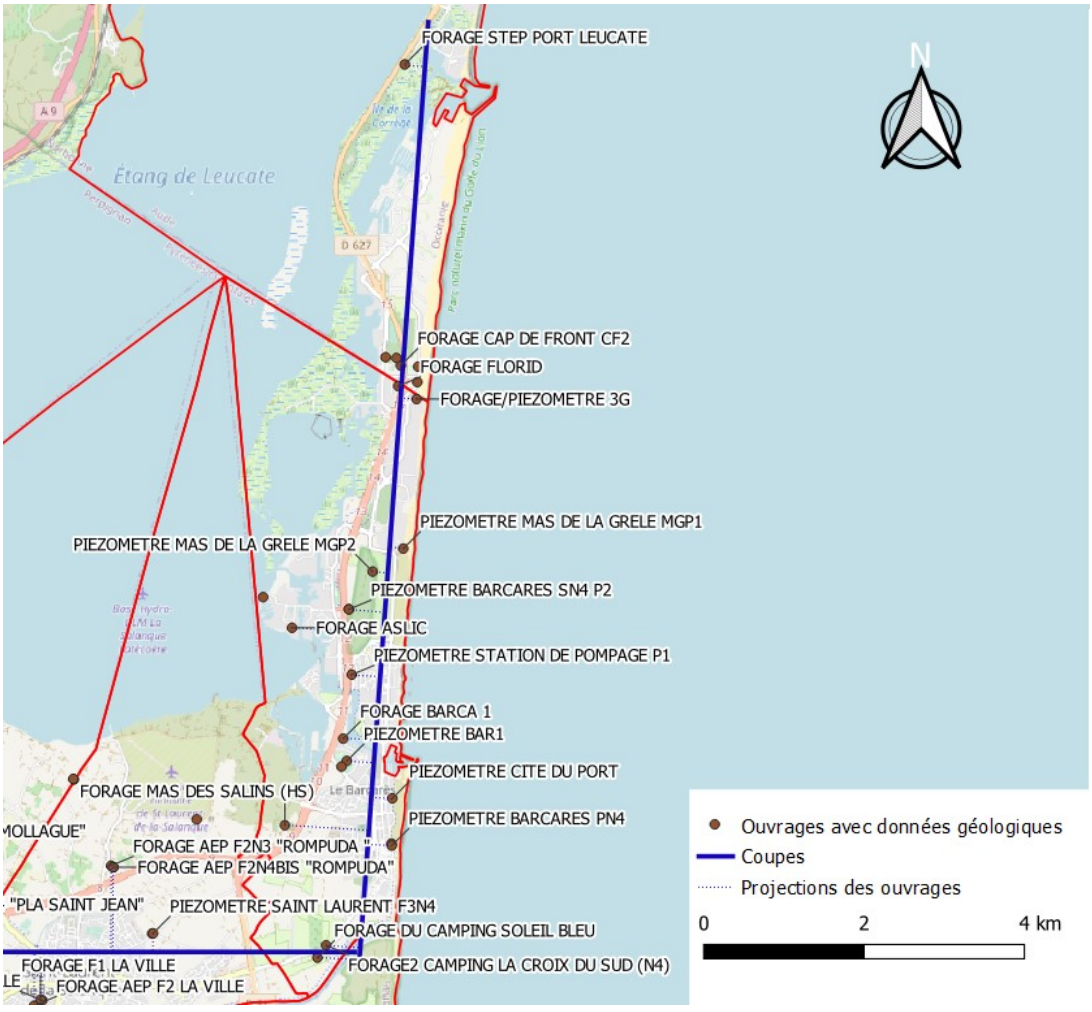



Figure 101 : Localisation de la coupe lithologique sur le secteur Barcarès/Lido

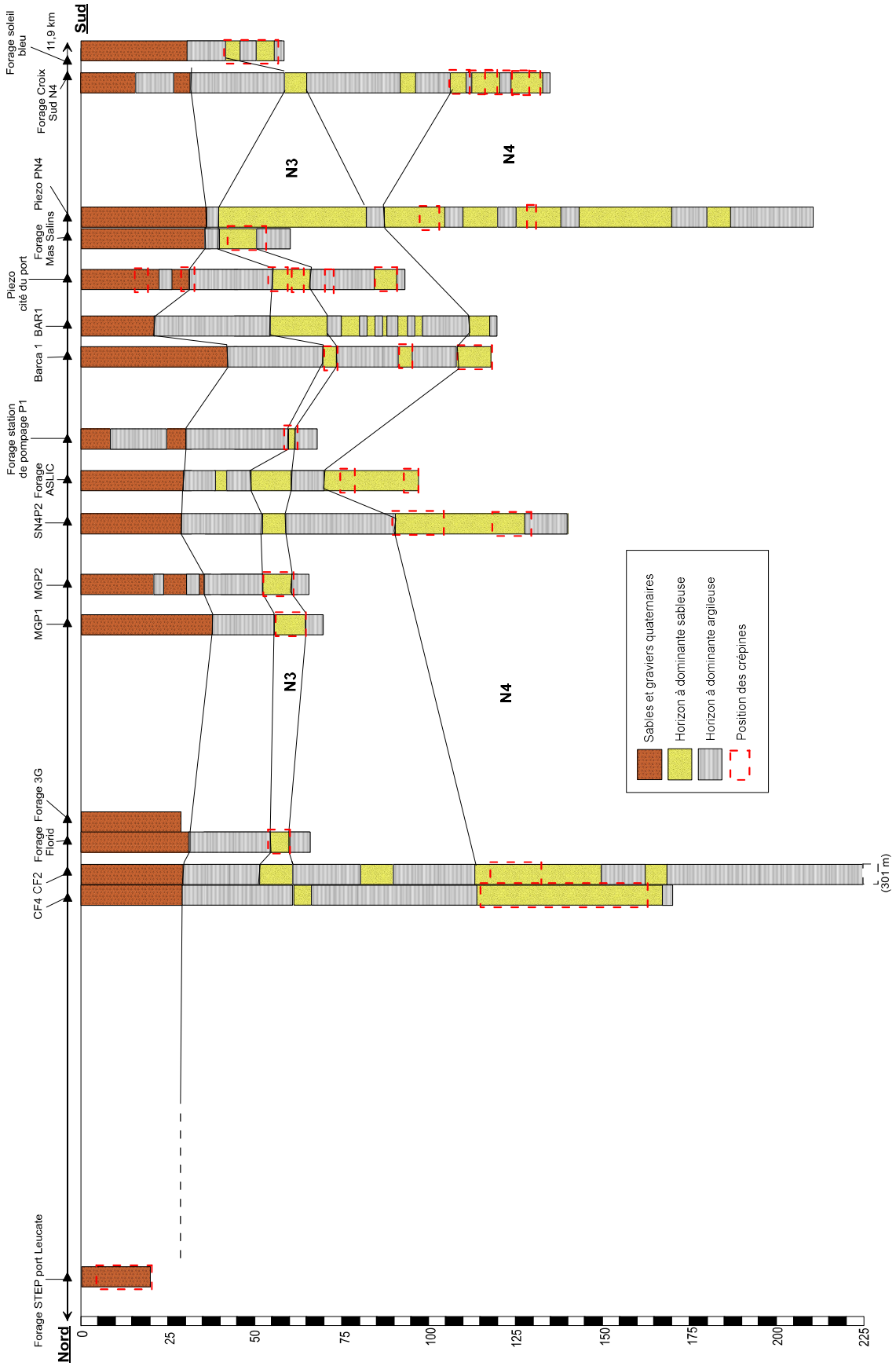



**Figure 102 : Coupe lithologique schématique à travers le secteur Barcarès/Lido**

## 4.2 Les prélèvements AEP

Sur le secteur Barcarès/Lido, se trouve une seule zone de captage : la zone de « Cap de Front » située à Leucate en limite avec la commune de Le Barcarès (Figure 103). Il s'agit d'un doublet de forage : CF3 peu profond (60 m) captant la nappe N3 et CF4 profond (166 m) captant la nappe N4.

**Figure 103 : Localisation des ouvrages AEP + ouvrages pliocènes et quaternaires sur le Secteur Barcarès/Lido**

### 4.2.1 Zone de captage « Cap de Front »

Les deux forages AEP de la commune de Leucate se situent à proximité immédiate l'un de l'autre (50 m) et captent des horizons aquifères différents (cf. Tableau 1). Dans le détail :

- Les volumes moyens mensuels sont minimums en février et maximum en juillet (Figure 105).
- Les deux ouvrages sont exploités quasiment au même débit (CF3 : 50-55 $m^3/h$, CF4 : 45-50 $m^3/h$).
- Le prélèvement sur CF3 représente 42 à 46% du prélèvement moyen annuel sur la zone de captage.
- Les volumes prélevés sur les deux forages sont globalement stables depuis 2009 (entre 300 000 et 350 000 $m^3$/an) (Figure 106).
- Le coefficient de pointe mensuelle (=volume mensuel de pointe / volume mensuel moyen) est très stable depuis 20 ans, entre x1.2 et x1.5 (Figure 106).
- D'après les données horaires de 2015 à 2020, les débits d'exploitation sont stables toute l'année. Sur CF3, on observe une baisse des débits de pompage en période critique (Figure 107) liée à la baisse généralisée du niveau piézométrique (conséquence de la forte augmentation des prélèvements) imposant alors aux pompes d'exploitation une HMT plus importante. A plus large échelle, on constate une très légère baisse du débit de pompage depuis 2015 sur les deux ouvrages.
- D'après les données horaires de 2015 à 2020, les ouvrages sont exploités en moyenne entre 12 et 18 heures par jour en période de faible consommation et sont exploités quasiment 24h/24h entre mai et septembre (Figure 109 et Figure 110).
- Les deux forages sont exploités de manière similaire et en simultané.

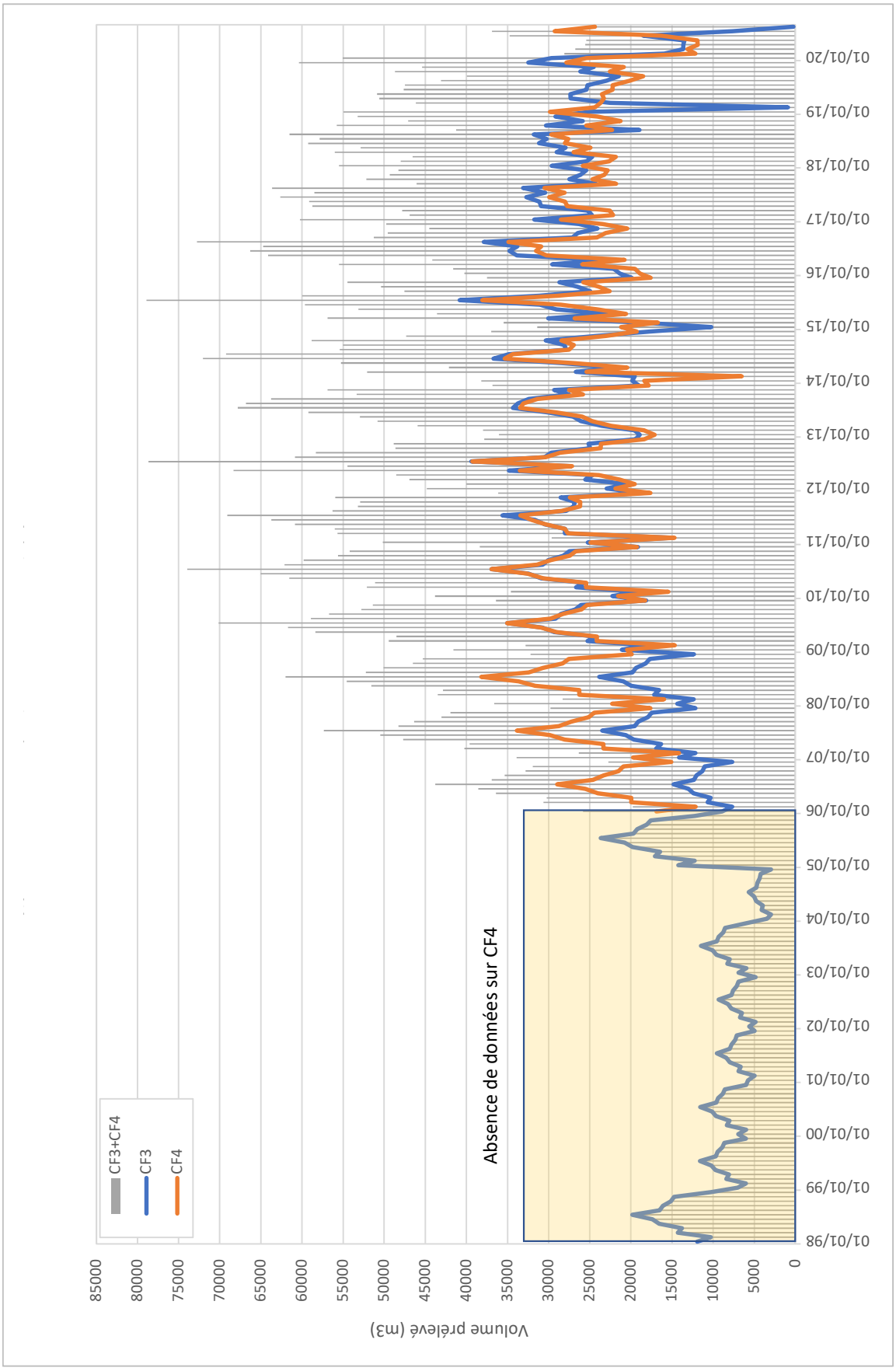



**Figure 104 : Volumes mensuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur la commune de Leucate**

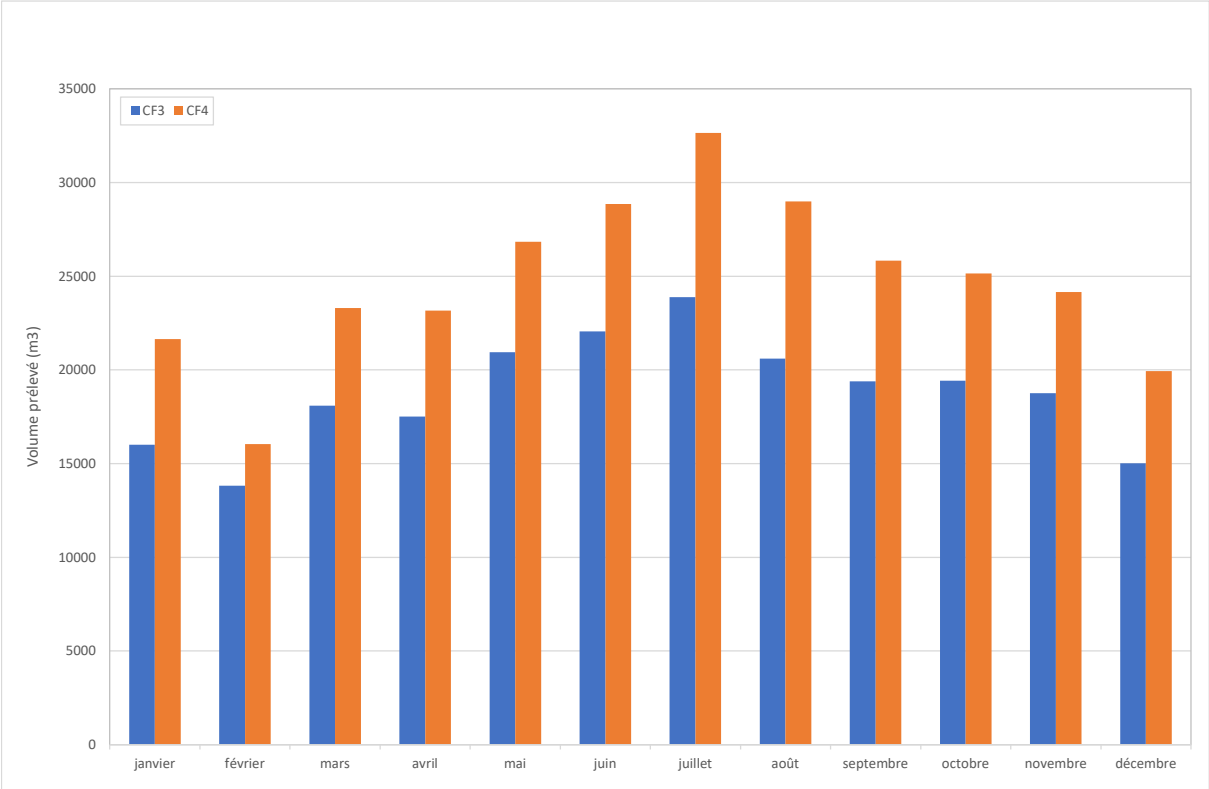



**Figure 105 : Volumes moyens mensuels (1998-2020) prélevés pour l'AEP sur la commune de Leucate**

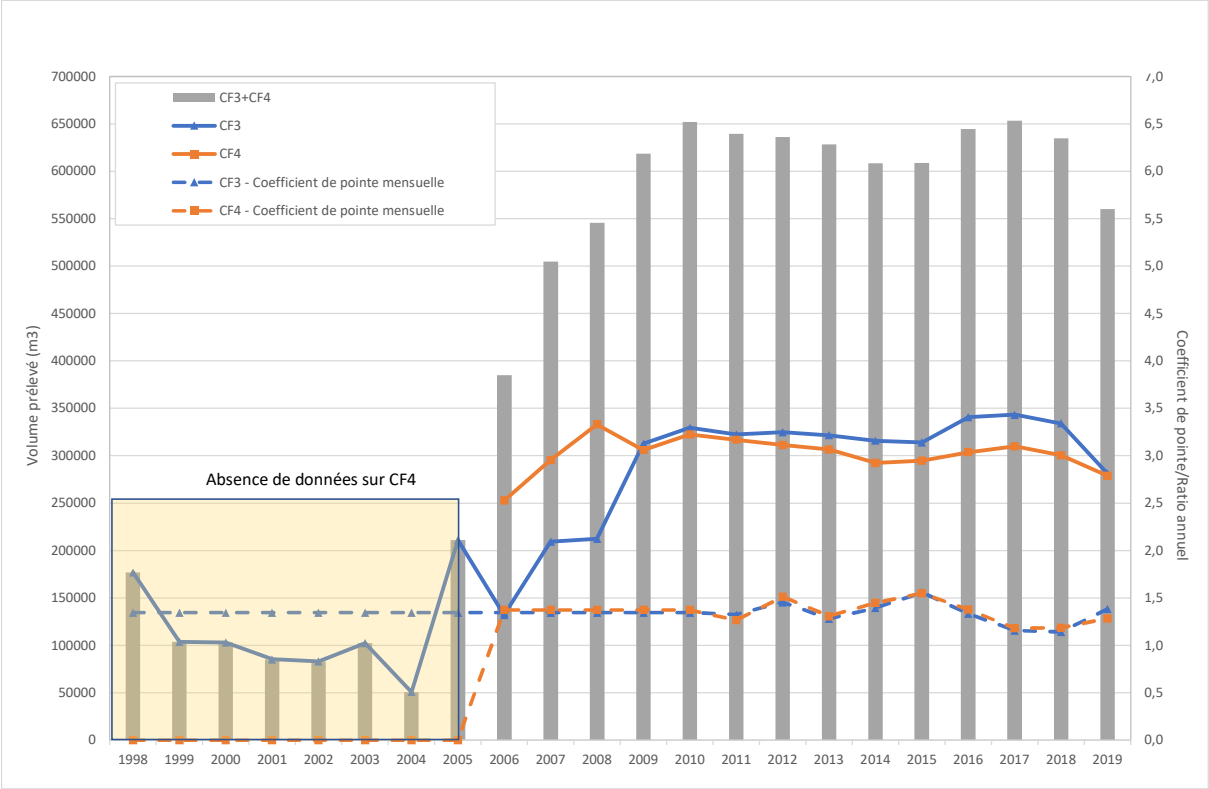



**Figure 106 : Volumes annuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur la commune de Leucate**

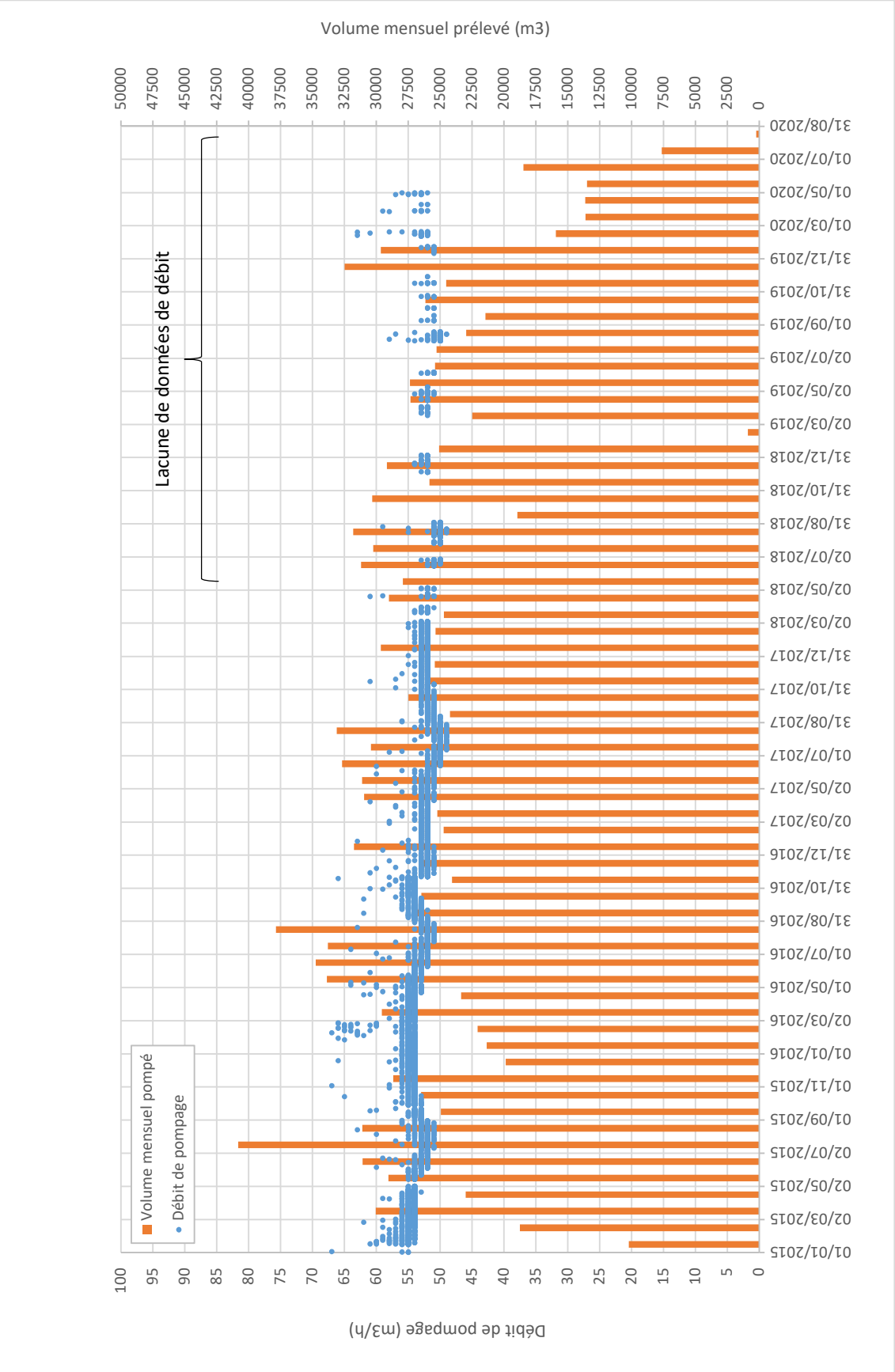



**Figure 107 : Volumes mensuels prélevés depuis 2015 VS débit sur le forage CF3 - Commune de Leucate**

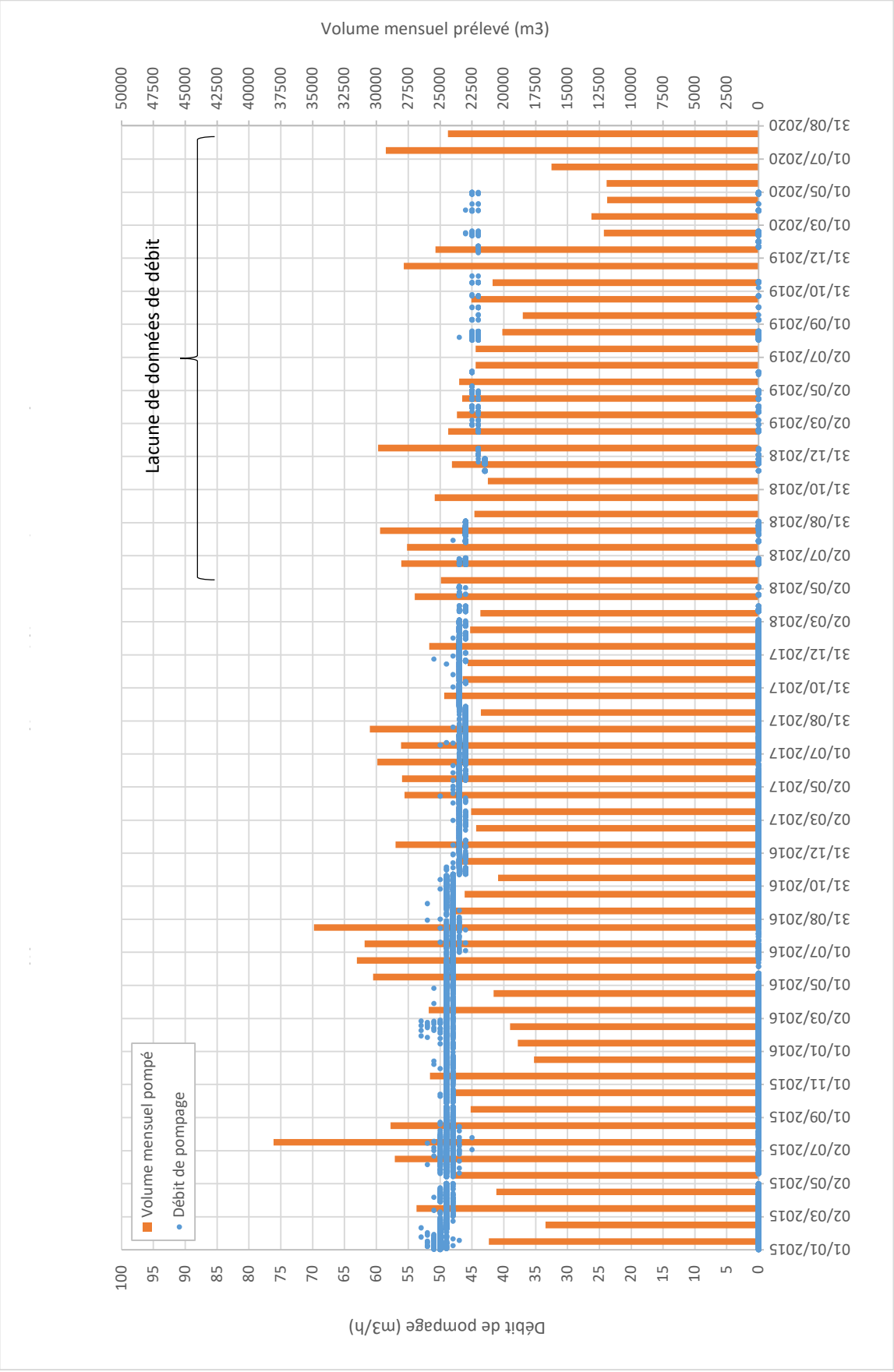



**Figure 108 : Volumes mensuels prélevés depuis 2015 VS débit sur le forage CF4 - Commune de Leucate**

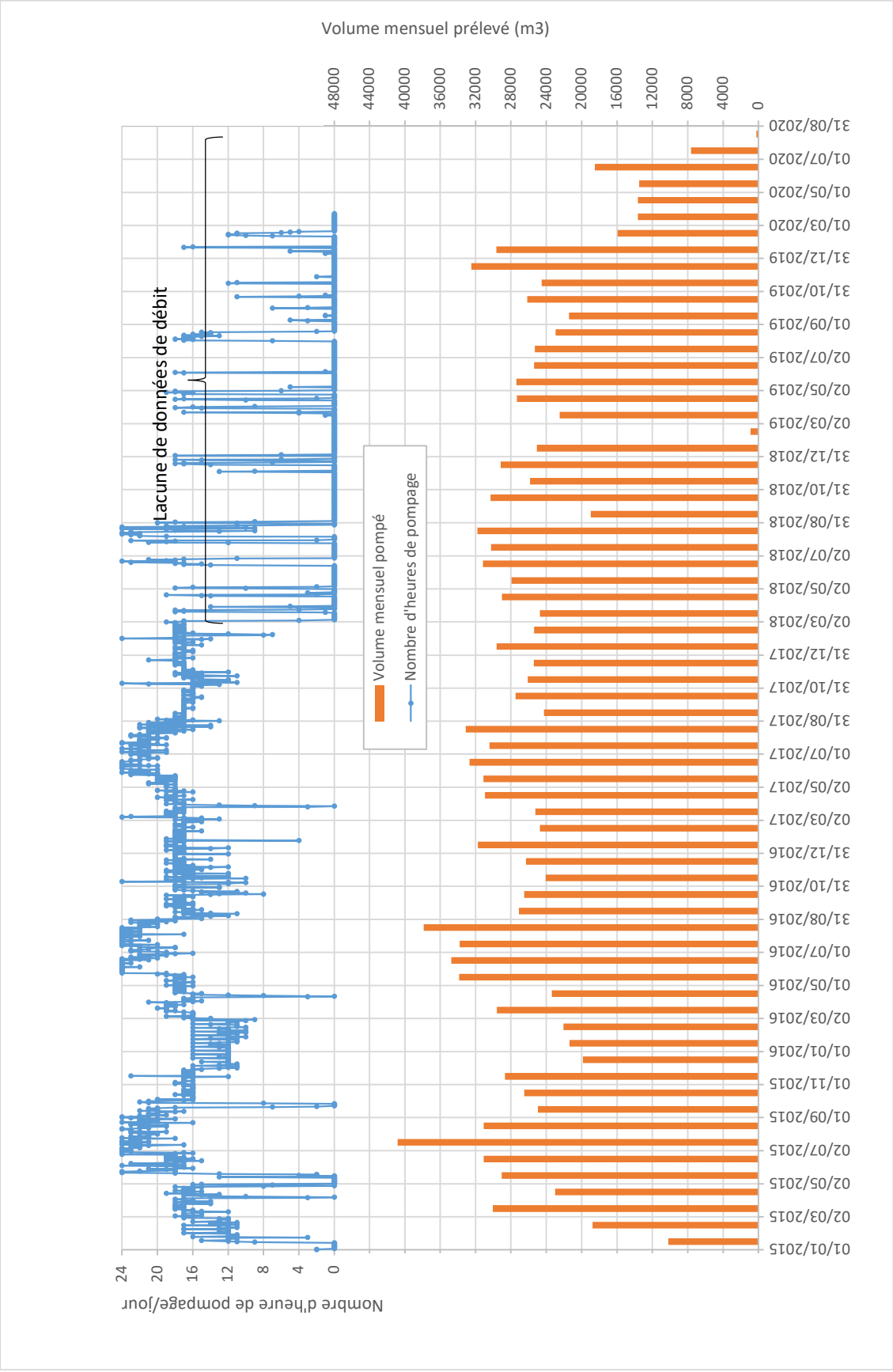



**Figure 109 : Volumes mensuels prélevés depuis 2015 VS temps de pompage sur le forage CF3 - Commune de Leucate**

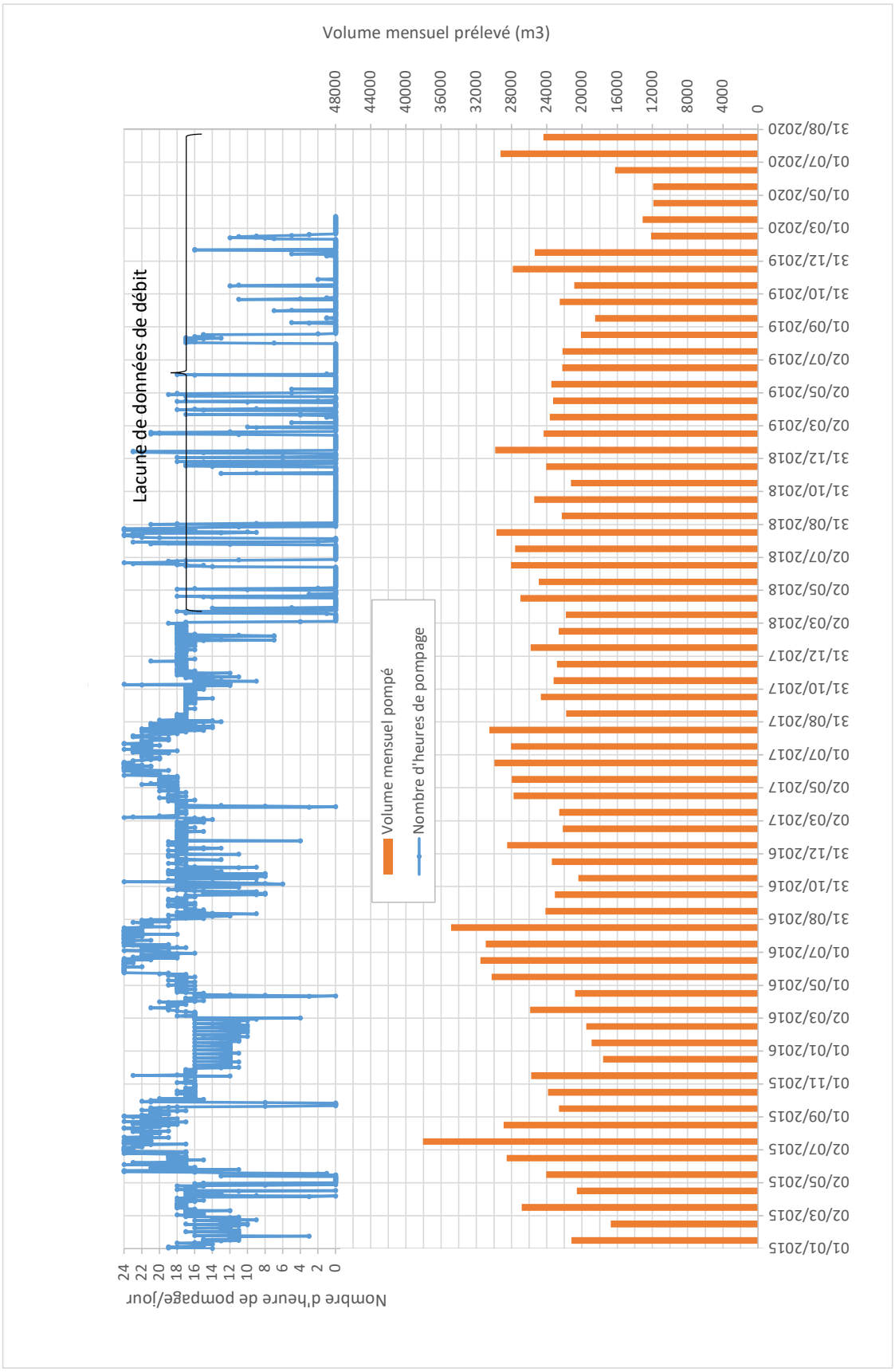



**Figure 110 : Volumes mensuels prélevés depuis 2015 VS temps de pompage sur le forage CF4 - Commune de Leucate**

### 4.2.2 Synthèse des prélèvements AEP sur le secteur Barcarès/Lido

| Leucate | | CF3 | CF4 |
|---|---|---|---|
| Profondeur (m) | | 60 | 166 |
| Aquifère | | N3 | N4 |
| Prélèvement 2018 ($m^3$) | Annuel | 334 202 | 300 605 |
| | Mensuel min. | 18 954 | 21 252 |
| | Mensuel max | 31 817 | 29 699 |
| Coef. de pointe (depuis 2015) | | 1.2 à 1.5 | 1.2 à 1.5 |
| Débit d'exploitation (m3/h) | Min | 50 | 45 |
| | Max | 55 | 50 |
| Heures de pompages (depuis 2015) | Faible conso | 12-18 | 12-18 |
| | Pointe | 24 | 24 |

**Tableau 6 : Synthèse des prélèvements AEP sur le secteur Barcarès-Lido**

## 4.3 La piézométrie

### 4.3.1 Les captages de Cap de Front

L'analyse piézométrique sur la zone « Cap Front » s'est portée sur :

- Une chronique de 7 jours représentative des conditions de hautes eaux et de faible consommation (avril 2018 en Figure 111) ;
- Une chronique de 7 jours représentative des conditions de basses eaux et de très forte consommation (août 2018 en Figure 112).

En conditions de hautes eaux, les commentaires sont les suivants :

- Les deux ouvrages sont exploités en parallèle.
- **Le niveau d'eau des deux nappes ne retrouve jamais son niveau statique de référence lors des phases de repos des ouvrages même après plusieurs heures d'arrêt de l'exploitation. Le niveau statique dans le forage CF4 est toujours au-dessus de 0 mNGF. Le niveau d'eau dans le forage CF3 est toujours en-dessus de 0 mNGF même après près 30 heures d'arrêt du forage (10/04/2018).**
- Le prélèvement dans la nappe pliocène N3 au débit de 55 $m^3/h$ ne semble pas impacter le niveau piézométrique de la nappe N4 comme témoigne l'arrêt prolongé du pompage en CF3 le 10/04/2018. L'impact du prélèvement dans la nappe N4 au débit de 50 $m^3/h$ sur la nappe N3 n'est pas quantifiable (ouvrages exploités en parallèle).

En conditions de basses eaux, les commentaires sont les suivants :

- Les deux ouvrages sont également exploités en parallèle.
- **Le niveau d'eau dans les deux nappes ne retrouve jamais son niveau de référence. Celui de la nappe N4 revient toutefois au-dessus de 0 m NGF.**
- L'interférence mutuelle des prélèvements n'est pas quantifiable (ouvrages exploités en simultané).

Compte tenu de l'importante couche argileuse entre N3 et N4, identifiée sur la coupe lithologique de l'ouvrage CF4 (entre 64 et 115 m) et considérant que la cimentation est bien étanche sur ce dernier, les phénomènes de drainance lors des phases de pompage semblent peu probables.

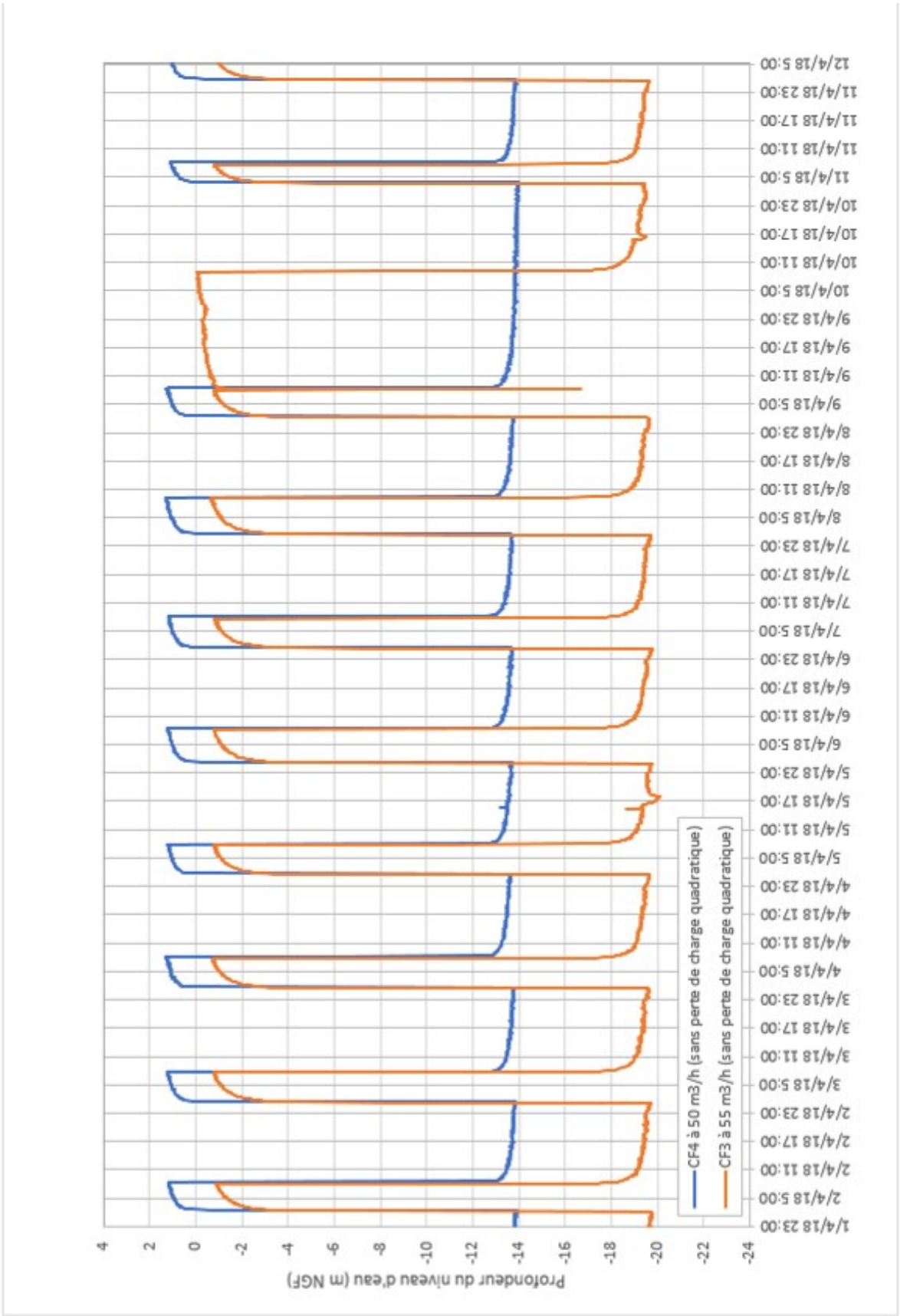



**Figure 111 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP « Cap de Front » en période de hautes eaux (sans pertes de charge quadratique)**

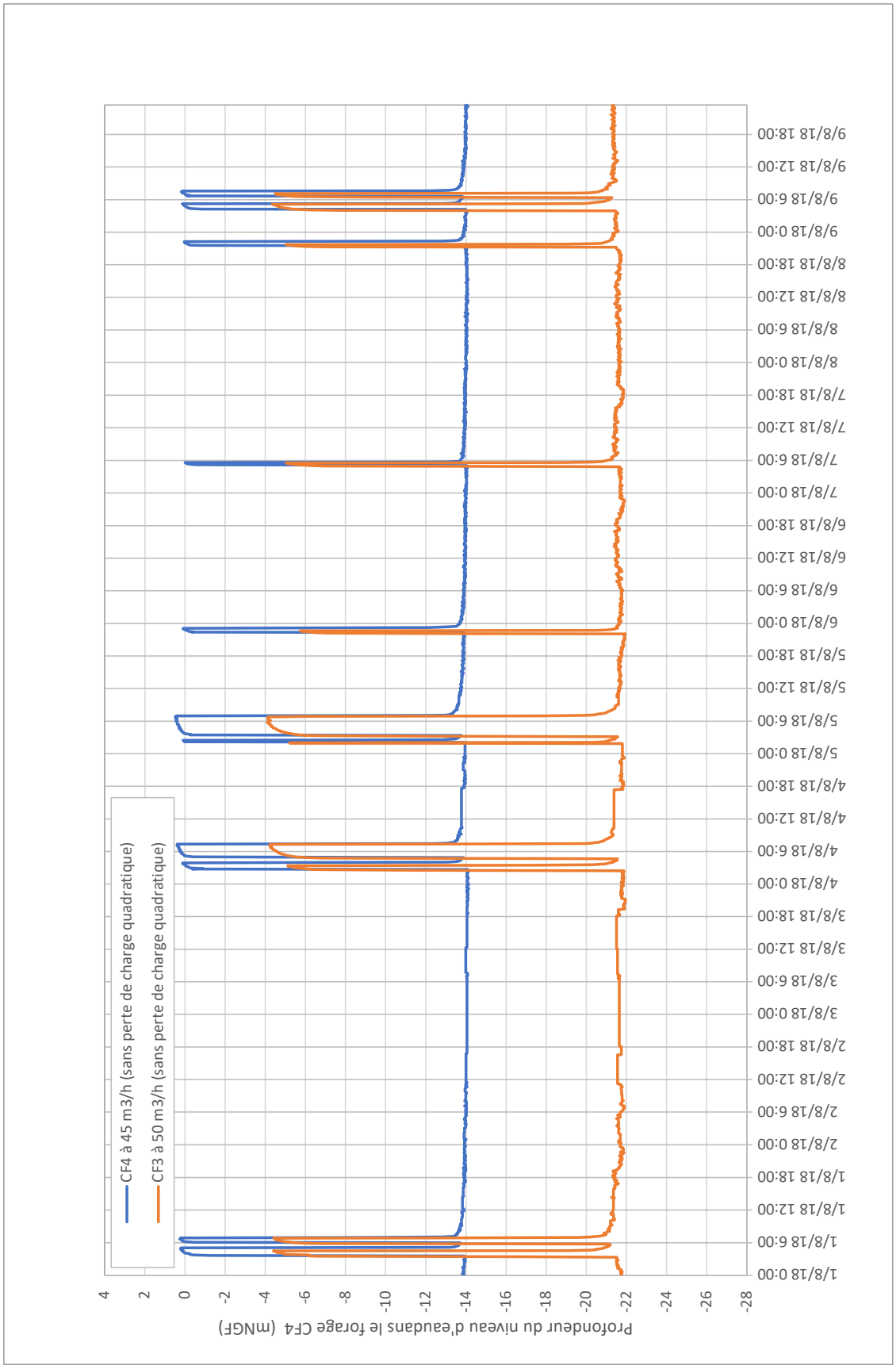



**Figure 112 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP « Cap de Front » en période de basses eaux (sans pertes de charge quadratique)**

### 4.3.2 Piézométrie des nappes plio-quaternaires sur le secteur Barcarès/Lido

Les niveaux piézométriques sont suivis sur 7 ouvrages :

- CF4 (données exploitables uniquement en 2018) ;
- CF3 (données exploitables uniquement à partir de février 2018) ;
- SN4 (1980-2013) ;
- PN4 (1990-2020) ;
- PN3 (1990-2020) ;
- BARQUA ;
- F3N4.

Concernant l'aquifère N4, d'après la Figure 113, les commentaires sont les suivants :

- Le niveau piézométrique naturel dans l'aquifère N4 baisse depuis les années 1990 avec une baisse généralisée de l'ordre de 0.5 m. Depuis 2008, le niveau piézométrique à l'étiage passe sous le niveau 0 m NGF.

- L'altitude des niveaux hauts enregistrés sur CF4 en 2018 coïncide avec l'altitude des niveaux enregistrés dans l'ouvrage en PN4 beaucoup plus au Sud.

- Depuis le début des enregistrements, les niveaux d'eau en SN4 sont plus hauts de près de 1.5 m par rapport PN4 ce qui est étonnant et semblerait indiquer que, si l'écoulement s'effectue d'ouest en est comme supposé, le gradient hydraulique est relativement fort de l'ordre de 3‰.

Concernant les aquifères N3 et quaternaire, d'après la Figure 117, les commentaires sont les suivants :

- L'évolution des niveaux piézométriques bas et hauts de la nappe N3 (ouvrage PN3) apparait relativement stable depuis les années 2000. Le niveau de la nappe N3 se situe sous le niveau 0 m NGF pendant plusieurs mois à l'étiage.

- **Au droit du forage AEP CF3, les niveaux d'eau repos sont sous le niveau 0 m NGF la grande majorité du temps (338 jours du 01/02/2018 au 01/02/2019 et 312 jours du 01/02/2019 au 01/02/2020)**.

- L'altitude du niveau piézométrique de l'aquifère N3 enregistrée dans l'ouvrage PN3 est plus haute d'environ 1 à 1.5 m en hautes eaux que celle de l'aquifère quaternaire enregistrée dans l'ouvrage BARQUA. De plus, la réponse à la recharge par les pluies ne coïncide pas : elle est bien différente d'un aquifère à l'autre avec une inertie et un décalage retardé pour l'aquifère N3 par rapport à l'aquifère quaternaire. Sur ces constatations, on peut donc envisager que les deux nappes ne soient pas en communication hydraulique dans le secteur du Lido.

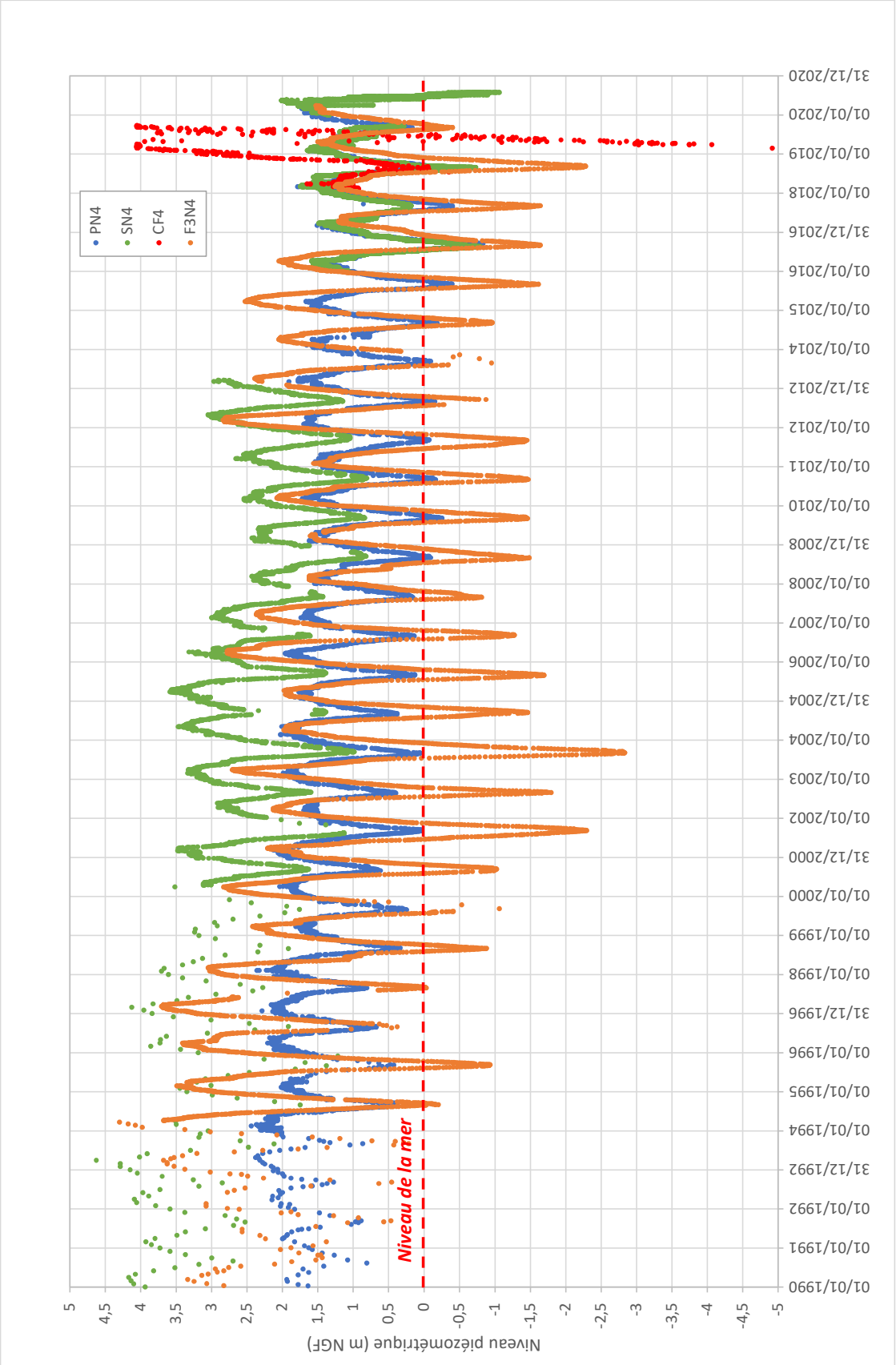



**Figure 113 : Evolution des niveaux d'eau au repos de l'aquifère N4 dans le secteur Barcarès-Lido (1990-2019)**

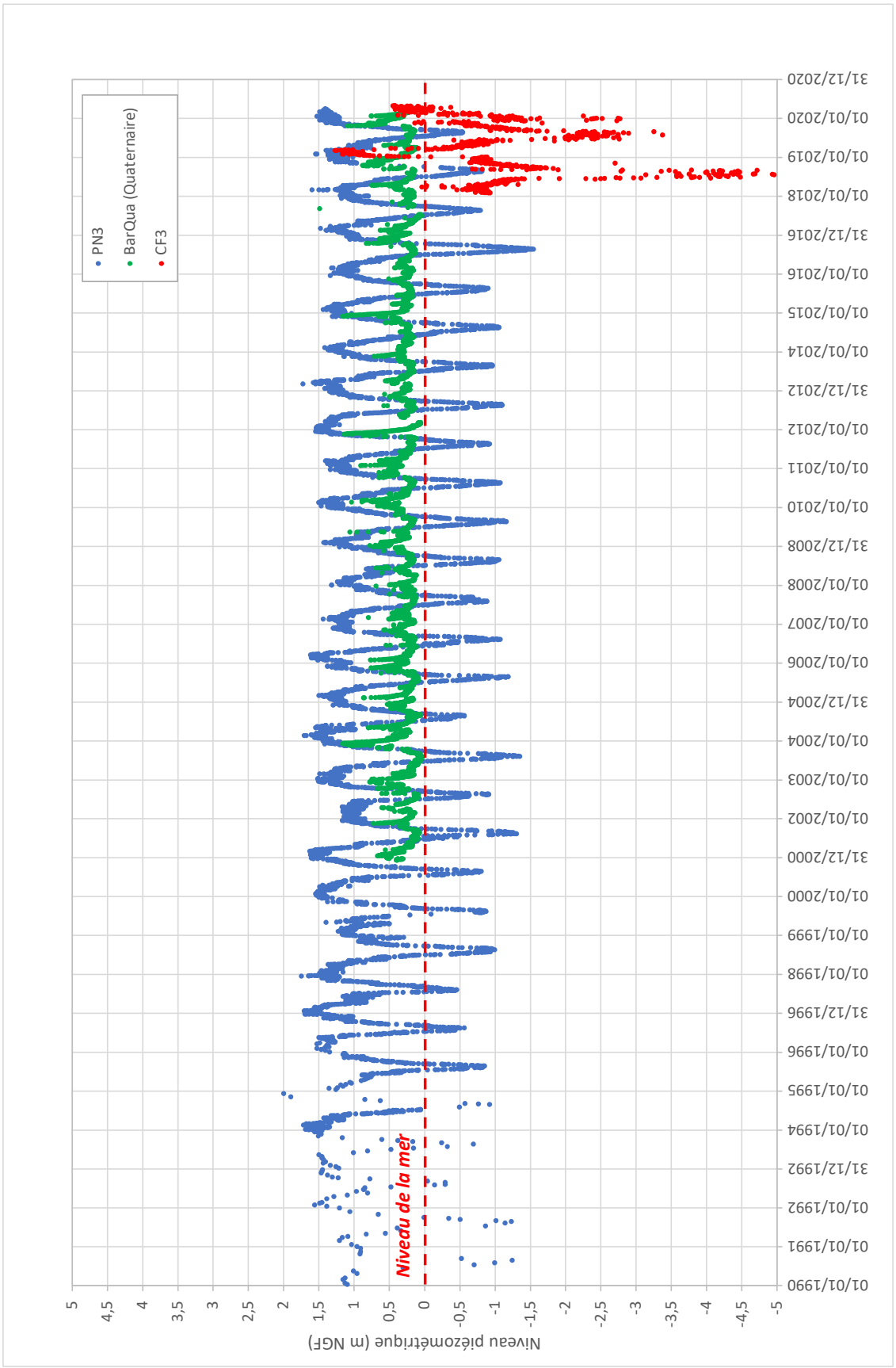



**Figure 114 : Evolution des niveaux d'eau au repos des aquifères N3 et quaternaire dans le secteur Barcarès-Lido (1990-2019)**

## 4.4 Etude des chlorures et de la conductivité

### 4.4.1 Evolution temporelle des chlorures

La contamination de l'aquifère N4 reste globalement faible sur l'ensemble du secteur. Concernant l'aquifère N3, la zone de Sud Barcarès est fortement impactée avec une tendance évolutive à l'augmentation de la teneur en chlorures (Figure 116) alors que la partie Nord Barcarès/Lido reste plutôt épargné. Toutefois, il est noté que depuis l'été 2018, les valeurs de conductivité (=chlorures) ont grandement augmenté dans l'ouvrage CF3 ayant entrainé sa mise à l'arrêt provisoire en juillet 2020 pendant plusieurs semaines consécutivement à un dépassement constant du seuil d'alerte de conductivité en juin 2020. L'ouvrage a été depuis remis en service moyennant une forte dilution avec l'ouvrage CF4.

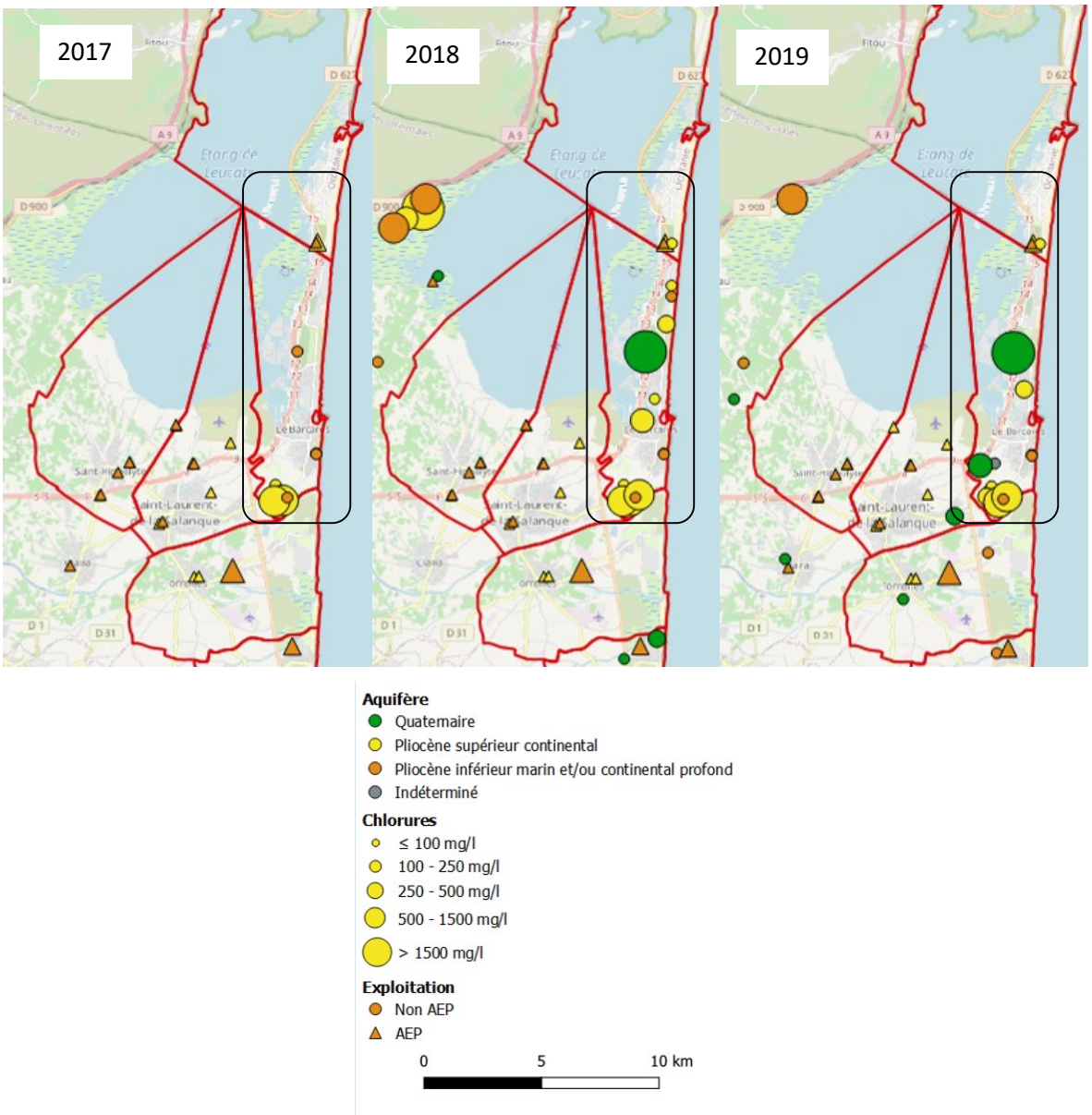



**Figure 115 : Cartographie des teneurs en chlorures de 2017 à 2019 sur le secteur Barcarès/Lido (source Réseau Chlorures et Export ADES)**

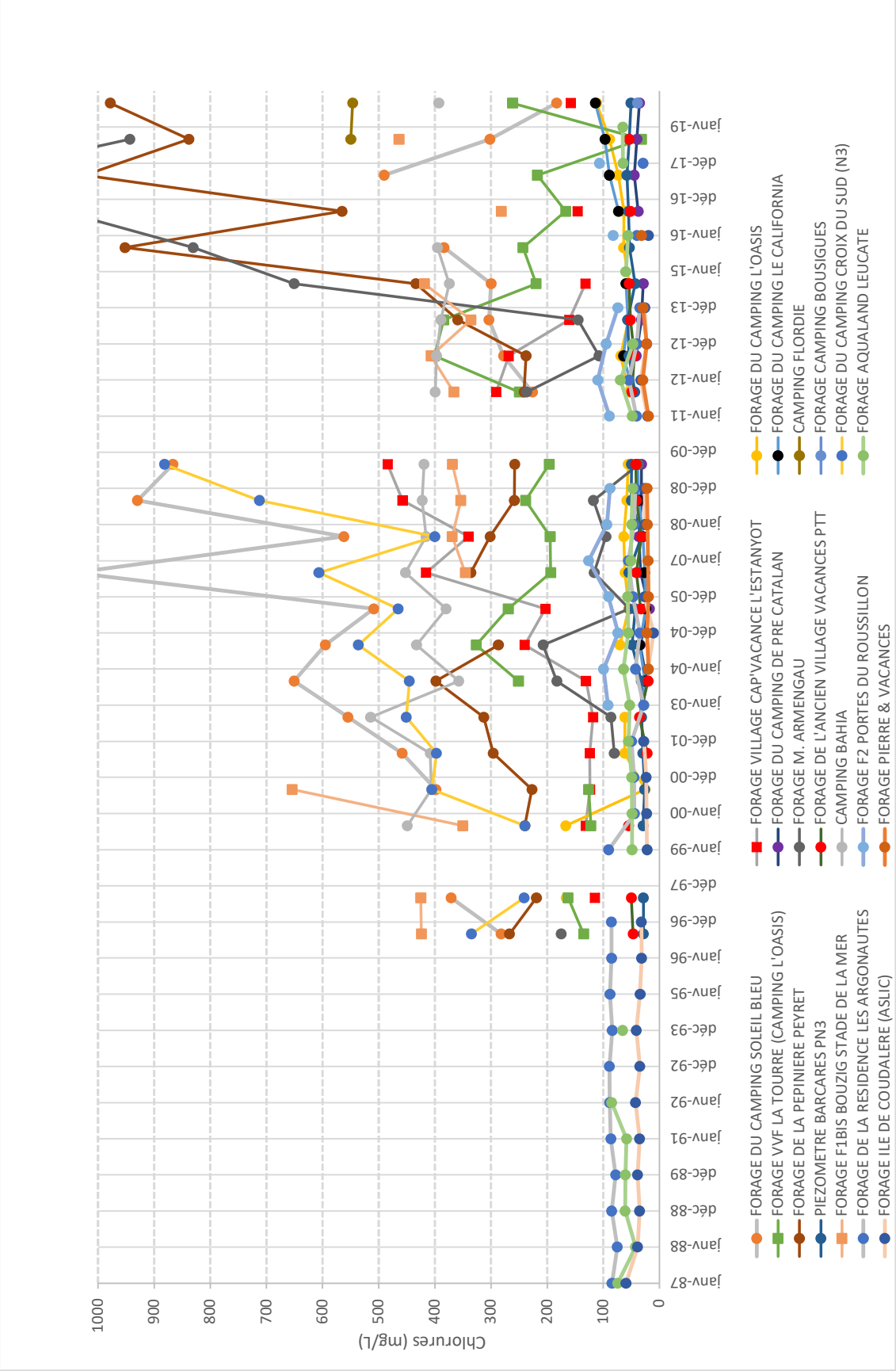



**Figure 116 : Evolution temporelle de la teneur en chlorures dans les ouvrages captant la nappe N3 sur le secteur de Barcarès/Lido (source Réseau chlorures et Export ADES)**

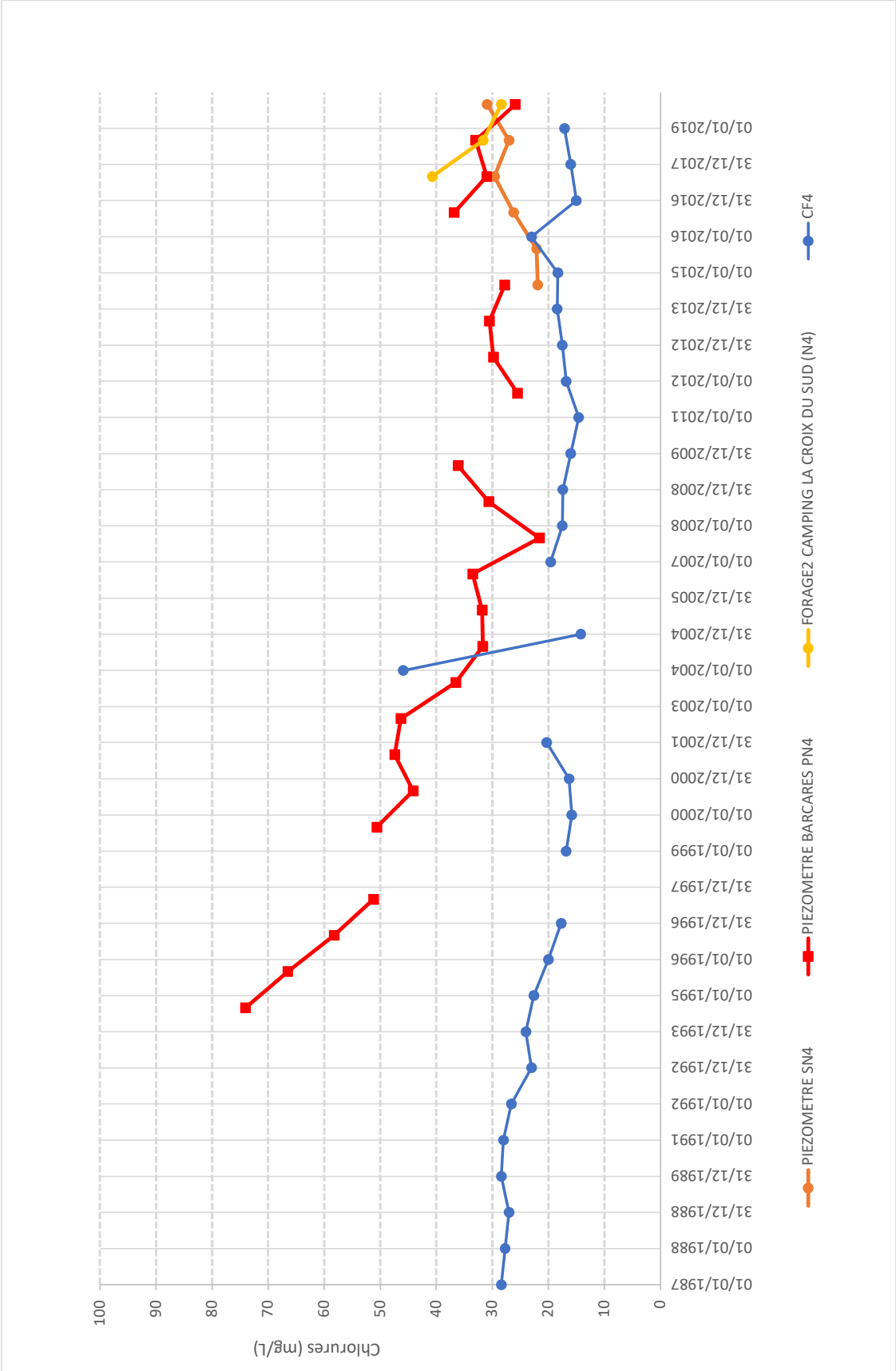



**Figure 117 : Evolution temporelle de la teneur en chlorures dans les ouvrages captant la nappe N4 sur le secteur de Barcarès/Lido (source Réseau chlorures et Export ADES)**

Cas de l'incident sur le forage AEP CF3

Le forage CF3 a été mis à l'arrêt le 09/07/2020 après dépassement continu en juin 2020 du seuil d'alerte de conductivité fixée à 900 µS/cm. L'ouvrage à l'arrêt pendant plusieurs semaines a ensuite été pompé de nouveau le 27/07/2020 pour la réalisation d'un prélèvement d'eau dans la cadre de la campagne mensuelle de mesure des chlorures prévue entre mai 2019 et juillet 2020. A cette occasion, il a été fait le constat d'une très forte valeur de conductivité (2220 µS/cm) et de teneur en chlorures (648 mg/L). L'ouvrage a ensuite été laissé en pompage continu (au débit de 52 $m^3$/h) et la conductivité a diminué peu à peu pour atteindre une valeur de 1730 µS/cm après 2h de pompage.

**On constate donc clairement que l'augmentation de la teneur en chlorures dans l'ouvrage CF3 (+260%) a été soudaine et sans réelle augmentation progressive au cours des mois précédents.** On peut donc quantifier ce délai d'apparition à moins de 3 semaines entre l'arrêt du forage le 09/07/2020 et le prélèvement d'eau du 27/07/20.

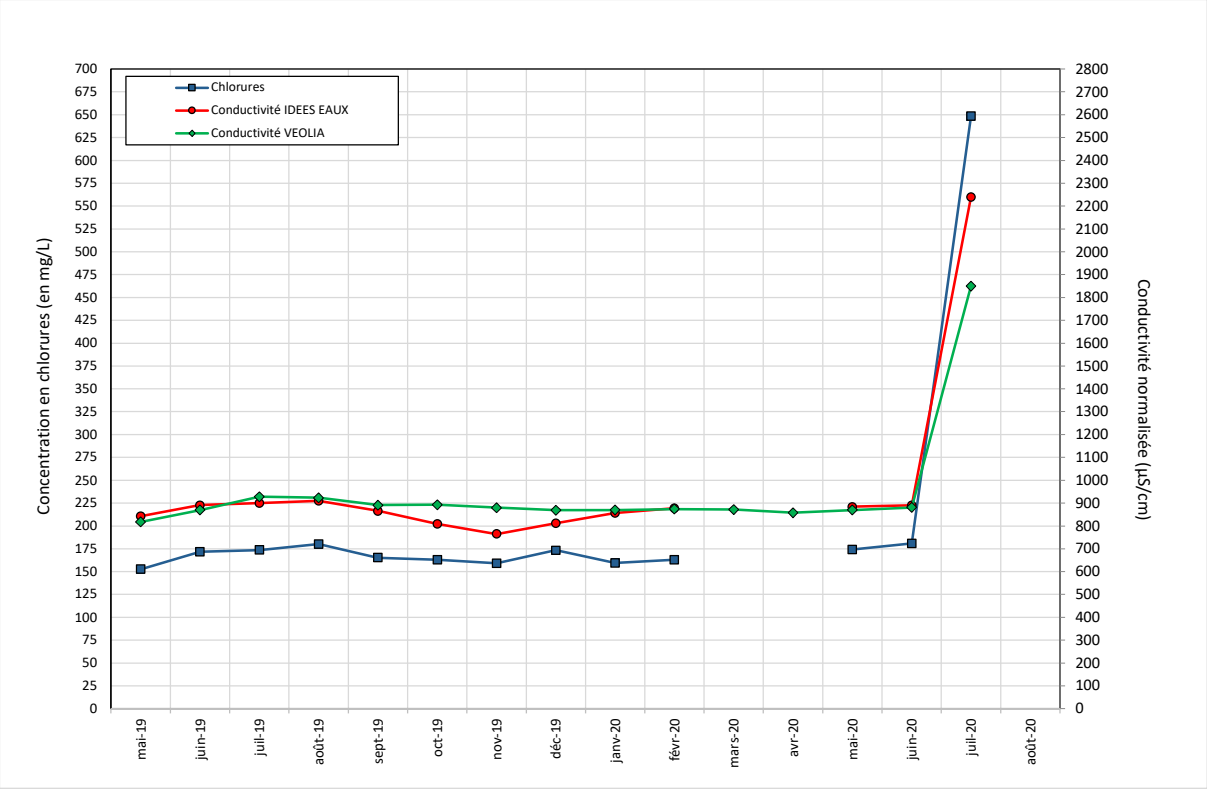



**Figure 118 : Evolution temporelle de la teneur en chlorures et de la conductivité dans le forage AEP CF3 (source VEOLIA/IDEES EAUX)**

### 4.4.2 Relation entre conductivité/chlorures et profondeur

Sur la Figure 119, il apparait que la conductivité des eaux est le reflet de la teneur en chlorures.

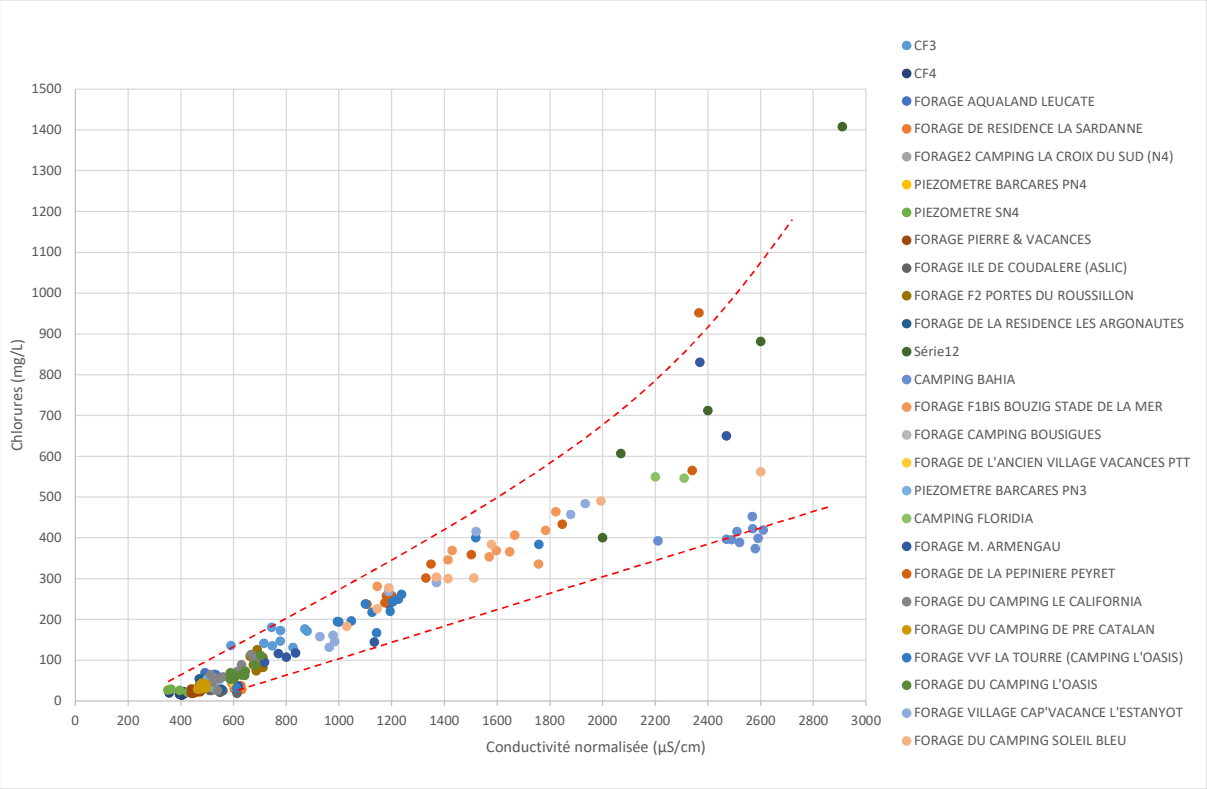



**Figure 119 : Relation conductivité/chlorures sur le secteur Barcarès-Lido**

Sur ce postulat, il est possible d'identifier les niveaux lithologiques correspondant aux teneurs en chlorures les plus élevées dans les ouvrages grâce aux données de diagraphies disponibles sur PN3, PN4, SN4 et CF3. Et à ce titre, il nous semble opportun de réinterpréter les données diagraphies conductivité de ces ouvrages, car il semble y avoir des incohérences.

<u>Concernant la diagraphie conductivité (en régime statique) sur PN3</u> (Figure 122) :

- Les valeurs de conductivité présentées sur la diagraphie des étudiants de l'Université de Montpellier ne nous semblent pas être normalisées à 25°C. En effet, les valeurs s'échelonnent entre 425 et 455 µS/cm alors que toutes les valeurs de conductivité normalisées mesurées lors des campagnes annuelles de prélèvement chlorures en septembre, indiquent des valeurs entre de 500 à 540 µS/cm. Si l'on retranscrit les données de conductivité de la diagraphie en valeurs normalisées à l'aide de la diagraphie température réalisée conjointement, il s'avère que les valeurs s'échelonnent désormais entre 480 et 520 µS/cm ce qui semble plus cohérent.

- De plus, les conclusions annoncées dans le rapport des étudiants de l'Université de Montpellier stipulent que la zone productive se situe entre -40 et -60 m. Or, de par

notre expérience, ce n'est pas ce qu'indique le profil car en effet, les potentielles circulations d'eau dans un forage sont toujours marquées par des décrochements dans le profil (à la faveur d'une baisse ou d'une hausse) et non par une linéarité : de ce fait, la zone entre -40 m et -53 m correspond au tubage plein selon nous et non à une zone productive comme annoncée. D'après nous, les potentielles circulations en régime statique seraient plutôt identifiables aux cotes suivantes : entre -53 et -54 m, puis vers -56 m, -62 m, -65.5 m et -67 m. Si on se réfère aux deux coupes techniques existantes (Figure 120), celles-ci indiqueraient soit des crépines entre -65 à -73 m, soit entre ≈-50 m et ≈-68 m avec deux zones de crépines. Nos observations concorderaient avec la seconde coupe.

- Au final, dans cet ouvrage PN3, l'horizon le plus productif et responsable de la conductivité (et donc des chlorures mesurés) enregistrée lors des prélèvements annuels se situerait entre -53 et -54 m (sables fins jaunes d'après la coupe géologique) et il serait caractérisé par une conductivité normalisée autour de 515 µS/cm lors de la réalisation de la diagraphie. Les horizons productifs inférieurs sont moins marqués en chlorures comme en témoignent leur conductivité plus faible.

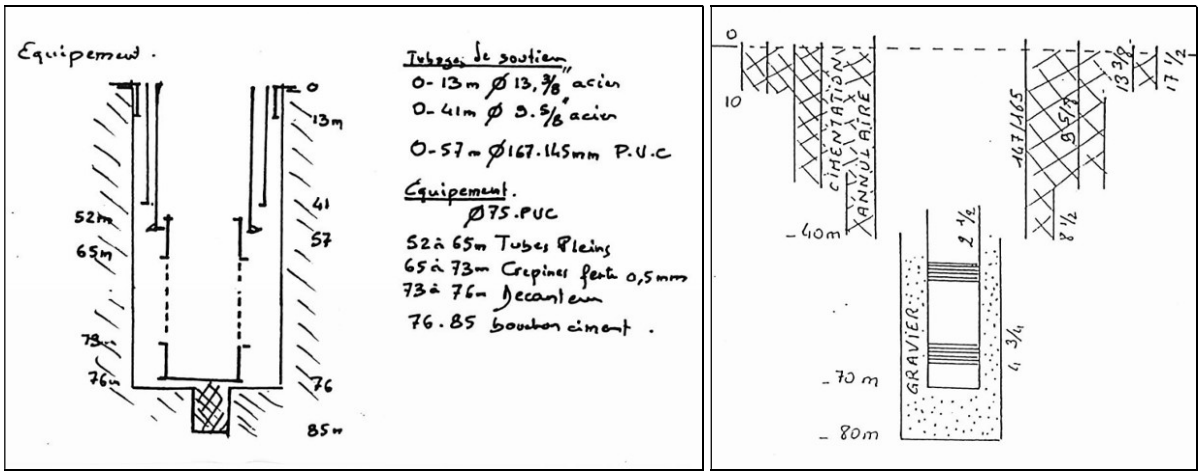



Figure 120 : Coupes techniques du forage PN3 à Le Barcarès

Concernant la diagraphie conductivité (en régime statique) sur PN4 (Figure 122) :

- Les valeurs de conductivité présentées sur la diagraphie des étudiants de l'Université de Montpellier ne nous semblent pas être normalisées à 25°C. En effet, les valeurs s'échelonnent entre 415 et 422 µS/cm alors que toutes les valeurs de conductivité normalisées mesurées lors des campagnes annuelles de prélèvement chlorures en septembre, indiquent des valeurs entre de 450 à 490 µS/cm. Si l'on retranscrit les données de conductivité de la diagraphie en valeurs normalisées à l'aide de la diagraphie température réalisée conjointement, il s'avère que les valeurs s'échelonnent désormais entre 450 et 500 µS/cm ce qui semble plus cohérent.

- La linéarité du profil traduit l'absence de venue d'eau préférentielle sur la portion entre -12 et -120 m. Ceci est tout fait normal au regard des deux coupes techniques existantes (Figure 121) qui indiquent des crépines soit entre -96 et -131 m, soit entre ≈-115 m et ≈-150 m. Au final, la diagraphie réalisée n'aurait donc pas atteint les zones crépinées et productives de l'aquifère N4.

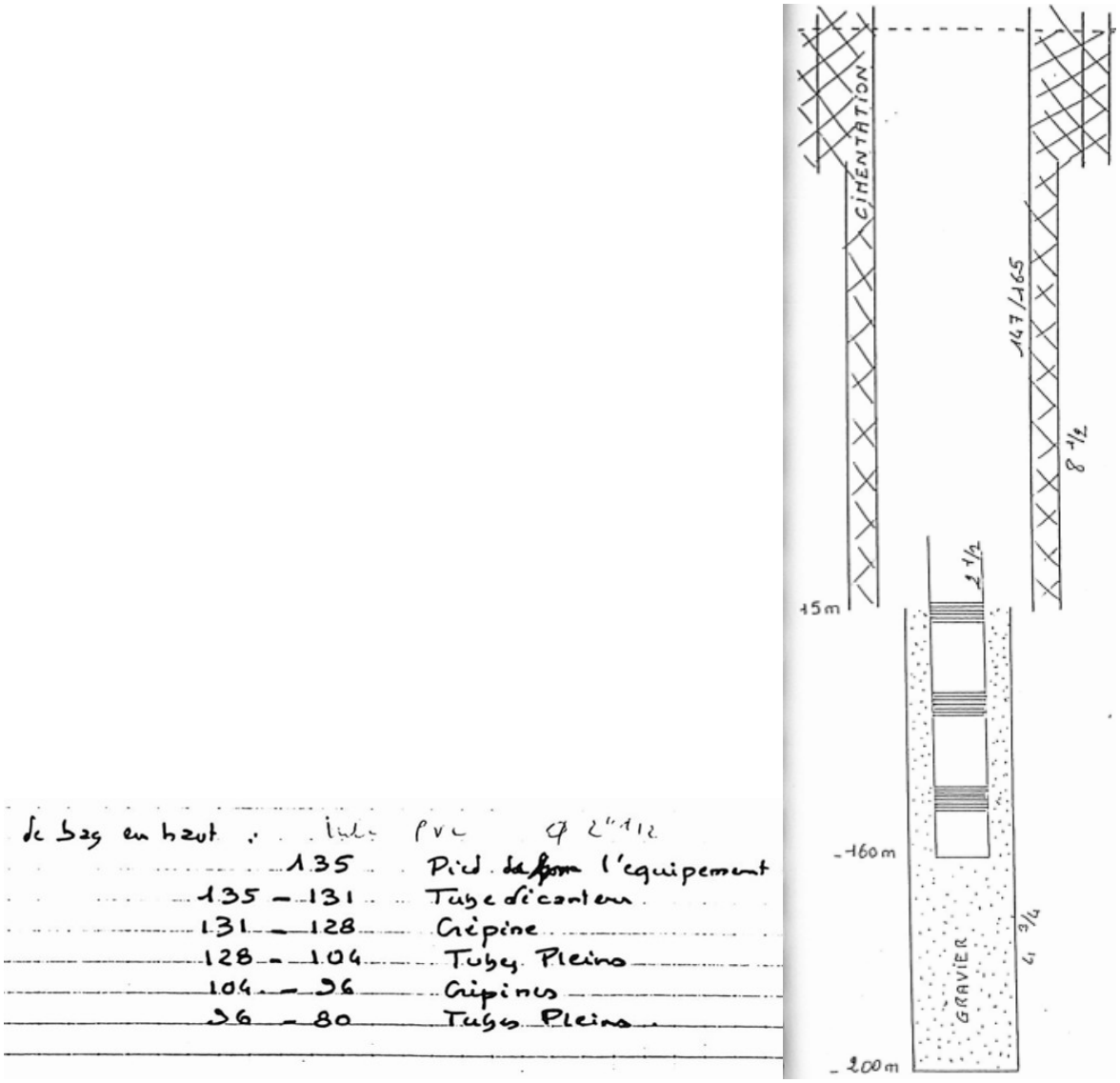



**Figure 121 : Coupes techniques du forage PN4 à Le Barcarès**

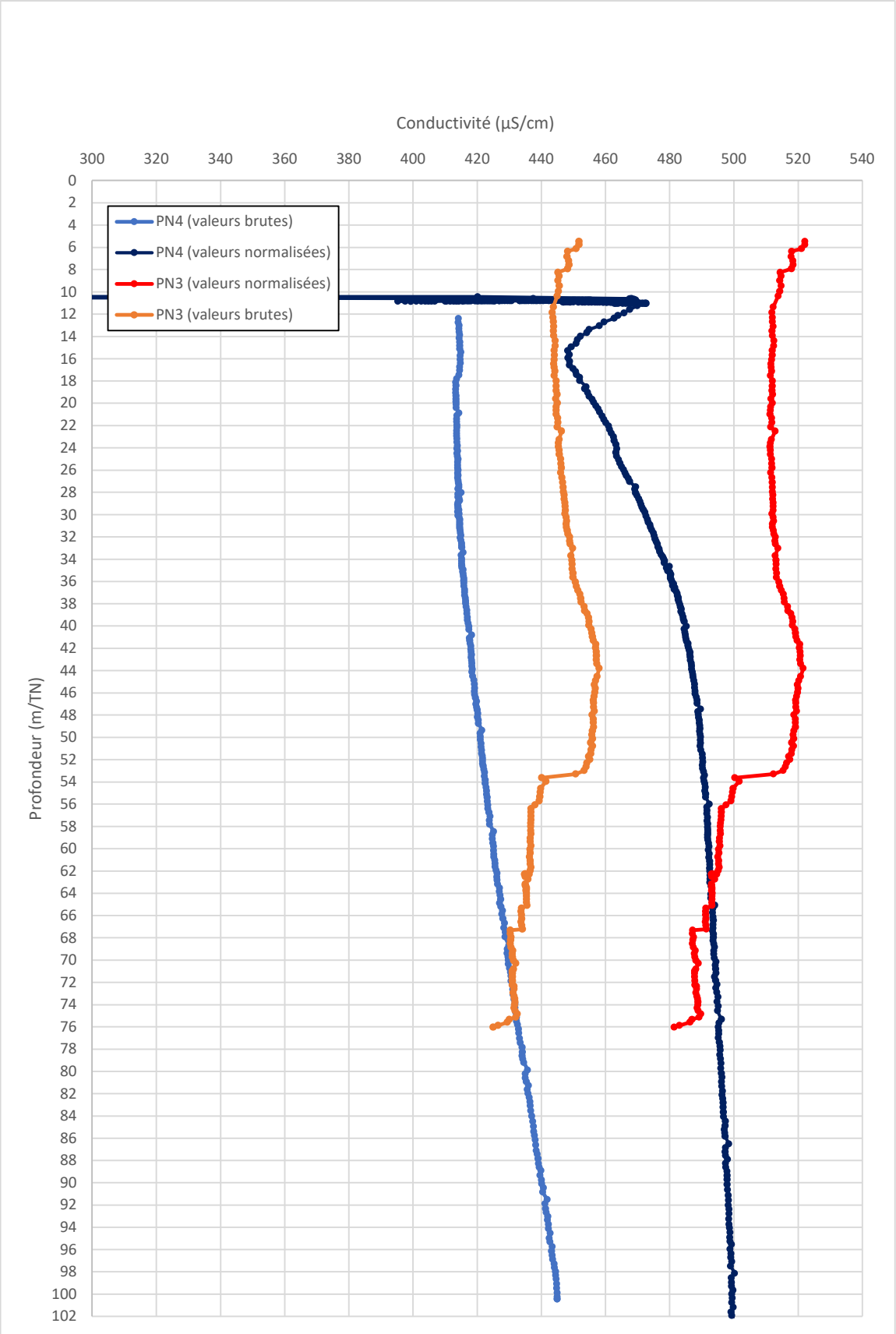



**Figure 122 : Profil de conductivité dans les ouvrages PN4 et PN3 à Le Barcarès (source Université de Montpellier)**

Concernant la diagraphie conductivité (en régime statique) sur CF3 (Figure 123) :

D'un point de vue physico-chimique, le profil de conductivité en régime statique montre que les horizons riches en chlorures sont situés entre 58 et 63 m de profondeur (partie basse des crépines). La conductivité normalisée atteint 2010 µS/cm à la base des crépines à la cote 63.7 m. Il s'agit donc un horizon très localisé.

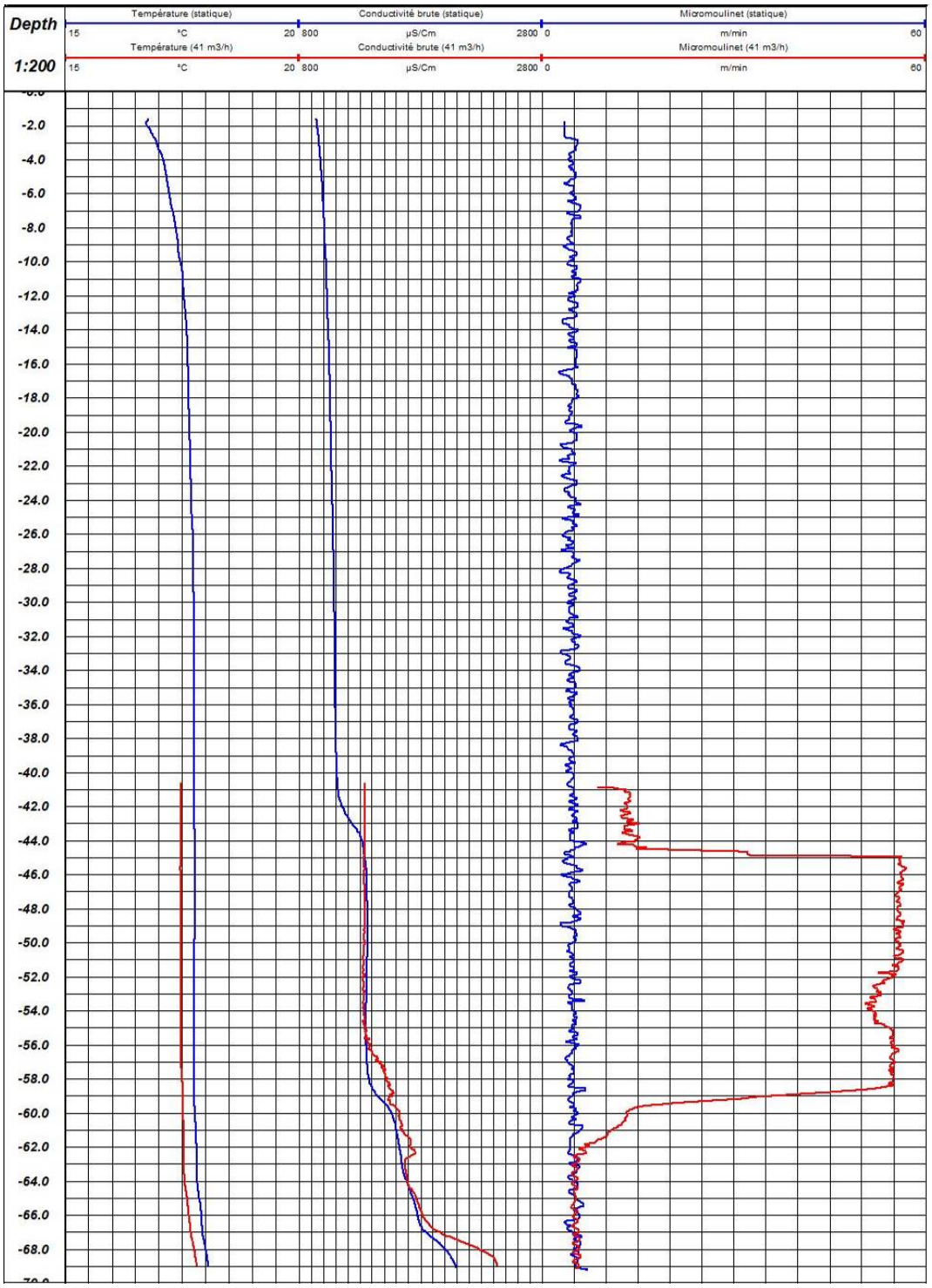



**Figure 123 : Profil de conductivité le forage AEP CF3 à Leucate (source IDEES EAUX 2021)**

Les deux ouvrages CF3 et PN3 montrent donc que les horizons les plus contaminés dans l'aquifère N3 se situent entre 58 et 63 sur CF3 et entre 53 et 54 m de profondeur sur PN3.

Après avoir analysé les diagraphies disponibles, il convient d'étudier la relation de dépendance entre la teneur en chlorures et la profondeur captée par les ouvrages, notamment pour les ouvrages captant la nappe N3. Pour ce faire, nous proposons d'utiliser comme données d'entrée la cote du sommet des crépines. Malheureusement, les coupes techniques des forages sur le secteur Barcarès/Lido ne sont pas toutes connues. La figure suivante illustre la relation « profondeur du top-crépine et la teneur en chlorures ». Il semblerait que plus la cote du sommet des crépines est haute et plus la teneur en chlorures est élevée. La distribution verticale des chlorures dans l'aquifère N3 montrerait donc une diminution avec la profondeur (information corroborée avec la diagraphie de conductivité réalisée sur le forage SN4bis en Figure 125).

Aujourd'hui, six ouvrages implantés dans l'aquifère N3 se démarquent clairement (Pépinère Peyret, Armengau, Camping Floride, Bouzigue Stade de la Mer, Camping Croix du Sud et CF3) et indiquent une valeur en chlorures très forte témoignant probablement de phénomènes de drainance locale des niveaux aquifères quaternaires supérieurs comme en témoignent les très fortes teneurs mesurées sur l'ouvrage quaternaire BARQUA (entre 5600 et 8500 mg/L) ou celui du camping BAHIA (entre 1400 et 2400 mg/L de chlorures).

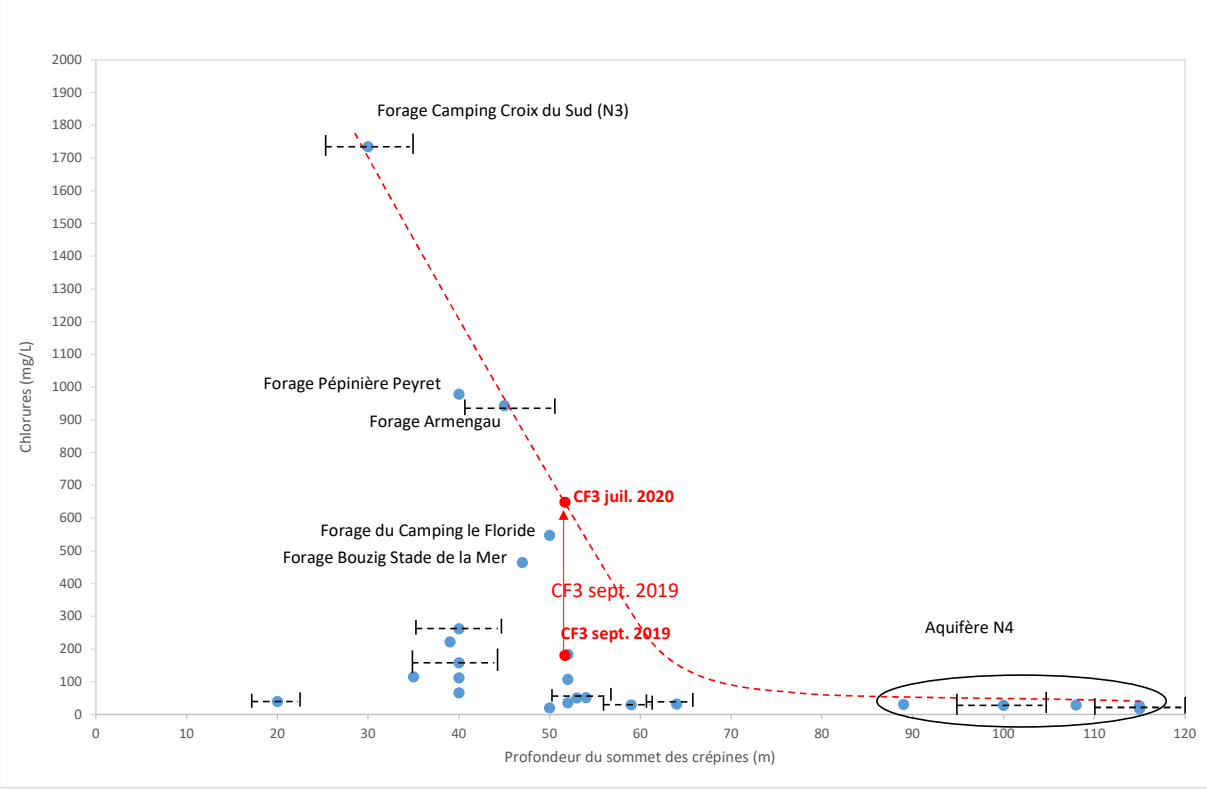



**Figure 124 : Relation entre la cote du top-crépines et les chlorures dans les forages N3 et N4 sur le secteur Barcarès/Lido (sources Réseau Chlorures 2016/2019)**

** Remarque : Pour certains ouvrages, la position du top-crépines n'est pas connue, nous avons donc proposé donc une incertitude (tiretés noirs)*

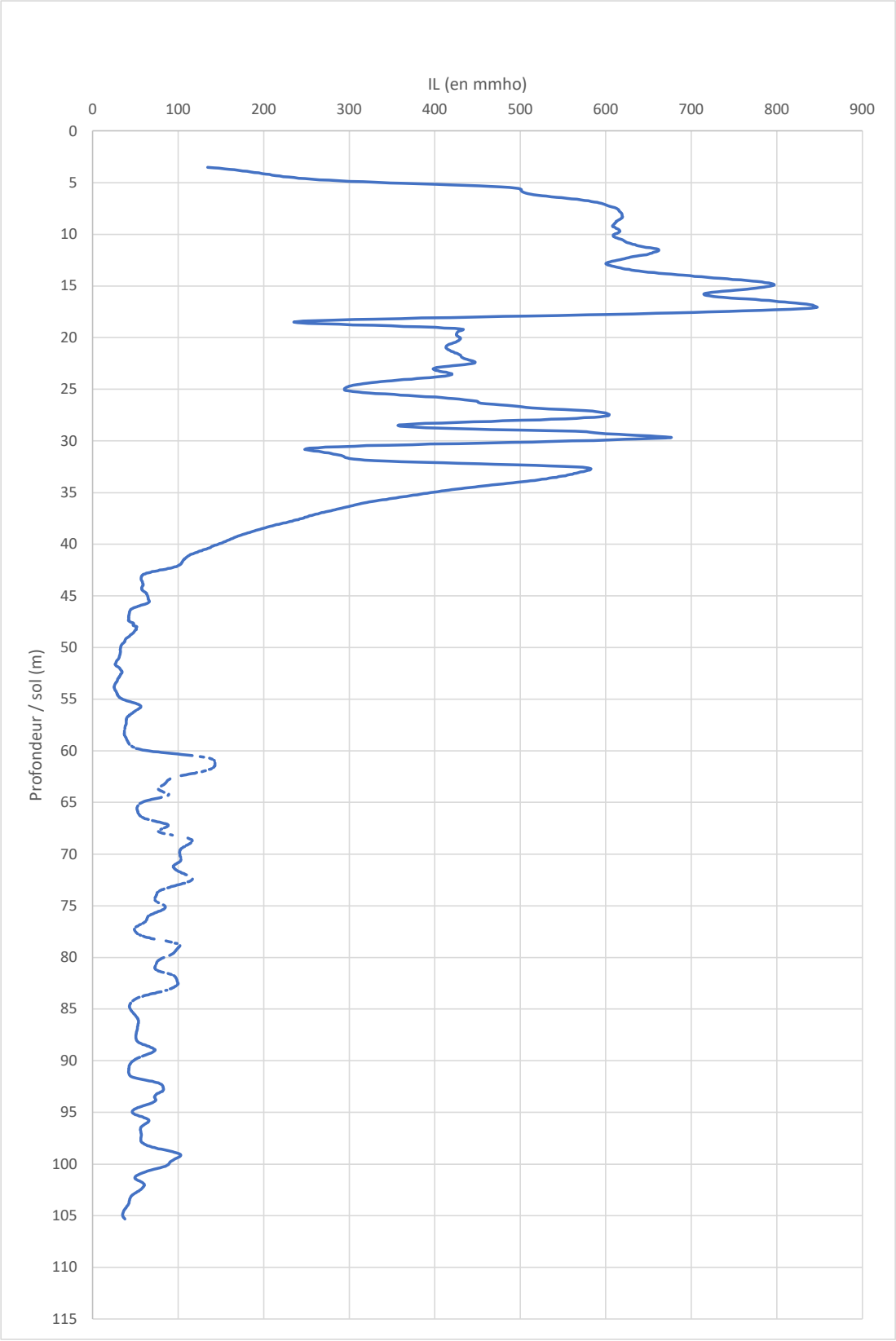



**Figure 125 : Profil de conductivité sur le forage SN4bis (données SMNPR)**

### 4.4.3 Relation entre les pluies et les chlorures

Pour étudier le degré de dépendance entre pluies et chlorures nous avons croisé pour chaque ouvrage suivi, les analyses chlorures (septembre) avec le cumul mensuel de pluies précédent l'analyse, et ce, à plusieurs pas de temps : de 1 mois cumulé (août) à 24 mois cumulés. Les résultats sur les ouvrages captant l'aquifère pliocène N3 sont présentés sur la Figure 126, ceux concernant les ouvrages captant l'aquifère pliocène N4, sur la Figure 127.

*Concernant l'aquifère N3*, il semblerait qu'il y ait une corrélation de la teneur en chlorures avec le cumul mensuel des pluies sur les fréquences 2, 4 et 10 mois. Toutefois, si certaines relations sont corrélées (les chlorures augmentent quand le cumul des pluies augmente), à l'inverse d'autres semblent anti-corrélées (les chlorures baissent quand le cumul des pluies augmente). De plus, pour les fréquences mises en évidence, le degré de corrélation reste faible ($R^2$ compris entre -0.2 et 0.2) à l'exception du forage Pierre et Vacances (0.51). Il semblerait donc que la pluie ne soit pas un réel facteur déterminant des teneurs en chlorures dans l'aquifère N3.

*Concernant l'aquifère N4*, l'analyse des fréquences est moins évidente : aucune fréquence ne se dégage. De même, certaines relations sont corrélées (les chlorures augmentent quand le cumul des pluies augmente) alors que d'autres semblent anti-corrélées (les chlorures baissent quand le cumul des pluies augmente). Le degré de corrélation reste faible. Il semblerait donc également que la pluie ne soit pas un réel facteur déterminant des teneurs en chlorures dans l'aquifère N4.

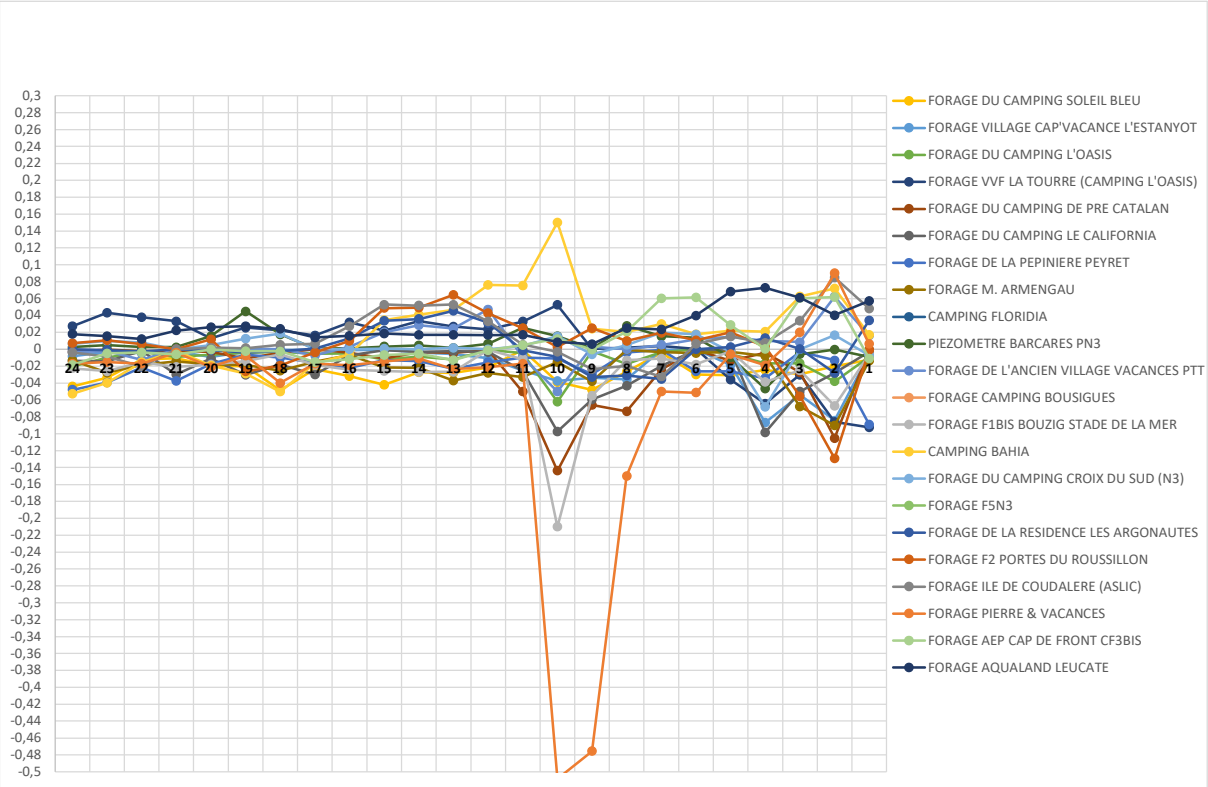



**Figure 126 : Degré de corrélation ($R^2$) entre teneur en chlorures et cumul des pluies mensuels au pas de temps 1 mois à 24 mois sur les ouvrages captant l'aquifère pliocène N3 sur le secteur Barcarès/Lido**

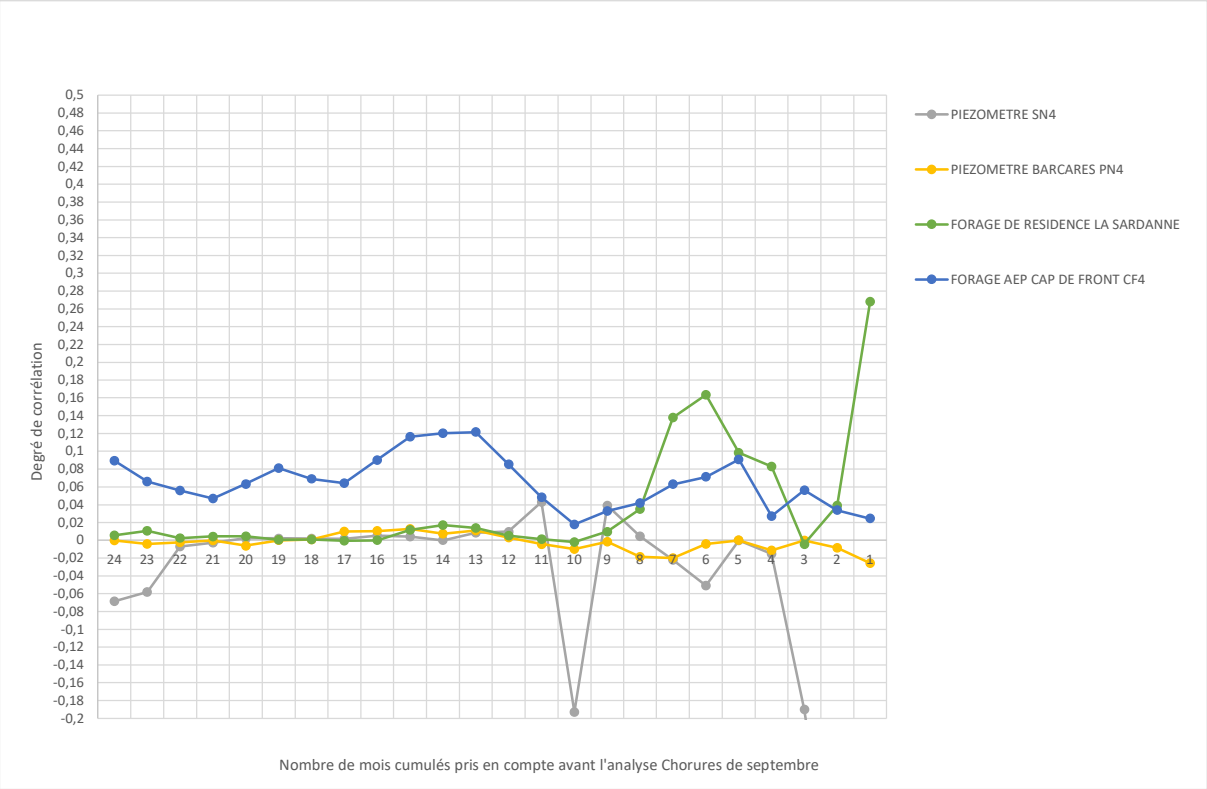



**Figure 127 : Degré de corrélation ($R^2$) entre teneur en chlorures et cumul des pluies mensuels au pas de temps 1 mois à 24 mois sur les ouvrages captant l'aquifère pliocène N4 sur le secteur Barcarès/Lido**

### 4.4.4 Relation entre débit spécifique et chlorures

Compte tenu de l'absence de données de pompages conséquentes sur ce secteur (hormis sur CF3 et CF4), il est impossible en l'état des connaissances d'évaluer le degré de corrélation à large échelle entre débit spécifique des ouvrages et les teneurs en chlorures mesurées.

### 4.4.5 Relation entre débit de pompage et chlorures/conductivité

Au même titre que pour les débits spécifiques, l'absence de données de pompages conséquentes ne permet pas malheureusement pas d'étudier la relation à large échelle entre débit de pompage et teneur en chlorures. Des données informatives existent concernant les ouvrages de la COUDALIERE (30 $m^3$/h), le forage F1bis BOUZIG Stade de la mer (20 $m^3$/h) et l'ancien forage F5N3 (40 $m^3$/h). Mais ces données sont couvertes d'incertitudes (débit d'exploitation ? débit de pompages d'essai à l'origine ? durée de pompage ? …).

Seuls les ouvrages AEP CF3 et CF4 disposent de données exploitables. En effet, à l'échelle d'un forage il semble qu'il y ait une relation entre évolution des débits et évolution de la conductivité (donc des chlorures) concernant le forage CF3 implanté dans l'aquifère N3. L'ouvrage montre une légère baisse du débit de pompage en période de forte consommation. Cette baisse de débit en période d'étiage s'explique par une baisse des niveaux piézométriques qui impose à la pompe d'exploitation une HMT plus importante et donc cette dernière régule (baisse de 5 $m^3$/h). En parallèle on constate une augmentation de la conductivité (Figure 128). Mais cette augmentation de la conductivité est vraisemblablement à mettre en lien avec l'augmentation de la durée de pompage et donc l'augmentation des prélèvements journaliers en période de pointe (cf. paragraphe 4.4.7 en page 184).

Sur le forage CF4 implanté dans l'aquifère N4, on ne constate pas ce phénomène (Figure 129).

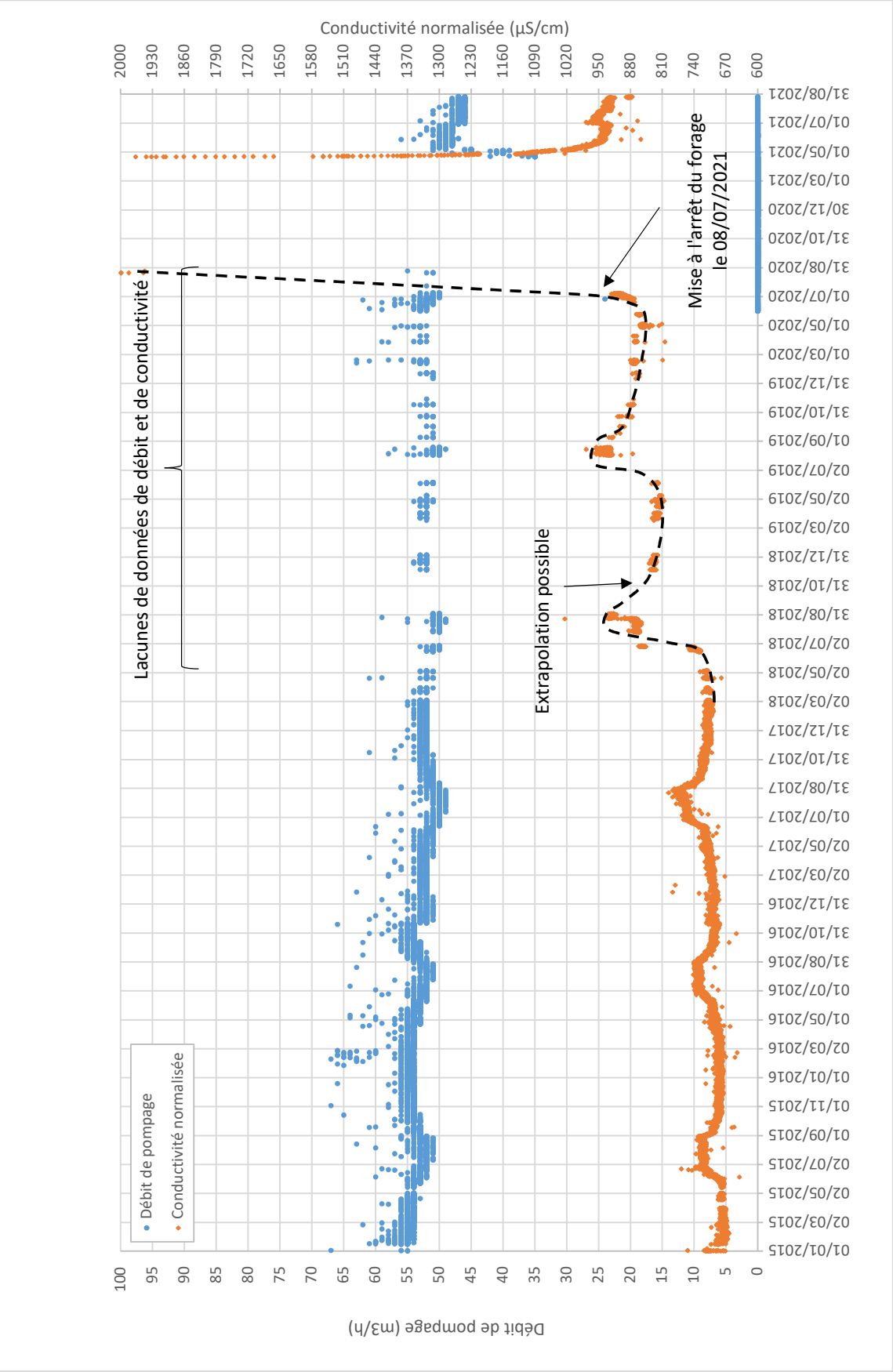



**Figure 128 : Relation entre débit de pompage et conductivité sur le forage CF3 à Leucate**

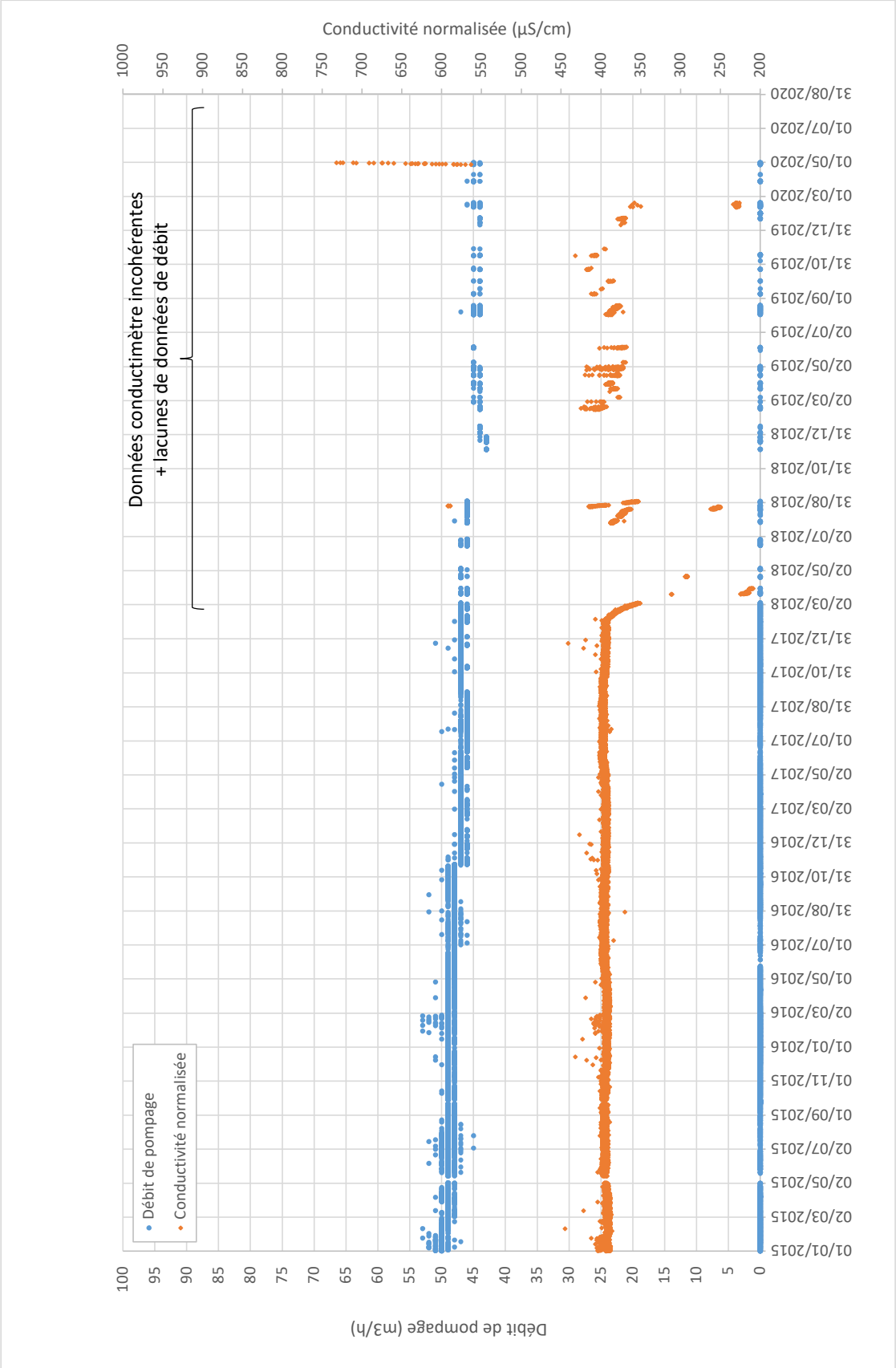



**Figure 129 : Relation entre débit de pompage et conductivité sur le forage CF4 à Leucate**

### 4.4.6 Relation entre volumes prélevés et chlorures

Pour plusieurs forages, nous avons croisé la chronique de chlorures (analyses réalisées en septembre) avec les volumes prélevés sur le/les forage(s) AEP environnant (s), et ce, à plusieurs échelles :

- Sur le mois précédent l'analyse ;
- Sur le cumul des 2 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 3 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 4 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 5 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 6 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 8 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 10 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 12 mois précédents l'analyse.

Le but étant d'identifier le degré de corrélation le plus élevé. Les données couvrent la période 1998-2019.

Pour les ouvrages sensibles AEP CF3, nous avons croisé également la chronique de chlorures 2019-2020 (analyses mensuelles réalisées entre mai 2019 et juillet 2020 dans le cadre de l'Etape 1) avec les volumes prélevés sur le forage considéré et/ou avec les volumes prélevés sur les forages environnants et ce, à plusieurs échelles :

- Sur le mois précédent l'analyse ;
- Sur le cumul des 2 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 3 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 4 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 6 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 8 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 12 mois précédents l'analyse.

#### *4.4.6.1 Cas des forages de la zone de camping Sud Barcarès*

Autour de cette zone de campings, dans un rayon d'environ 2 km, on trouve 5 zones de captage AEP :

- F4N3 à Saint-Laurent-de-la-Salanque au Nord-Ouest ;
- F3N3 à Saint-Laurent-de-la-Salanque à l'Ouest ;
- F2N3/F2N4 à Saint-Laurent-de-la-Salanque à l'Ouest ;
- F5N3 (abandonné) à Barcarès à l'Ouest ;
- F4 à Torreilles au Sud-Ouest.

Il apparait dans les tableaux ci-dessous et sur les graphiques illustrés en Figure 130 à Figure 133 que les teneurs en chlorures dans les 8 forages testés présentent des degrés de corrélation plutôt faibles avec les cumuls de prélèvements mensuels. Les meilleurs

ajustements correspondent en général aux corrélations avec les cumuls de prélèvements mensuels sur le forage AEP F3N3 ($R^2$=0.16 à 0.35) et sur des temps généralement longs (8 à 12 mois) précédents l'analyse. Toutefois, les incertitudes sont grandes et il est vraisemblable que les coefficients de corrélation soient faibles car il est impossible de tenir compte des prélèvements dans les forages privés les plus proches et dans l'ouvrage considéré (données de prélèvements non disponibles).

| | Pépinière Peyret (BSS002MQMF) | | | Camping Soleil Bleu (BSS002MQKT) | | | Camping L'Oasis (BSS002MQLS) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F3N3 | F3N3 +F4N3 +F2N3 +F5N3 | F3N3 +F4N3 +F2N3 +F5N3 +F4Tor | F3N3 | F3N3 +F4N3 +F2N3 +F5N3 | F3N3 +F4N3 +F2N3 +F5N3 +F4Tor | F3N3 | F3N3 +F4N3 +F2N3 +F5N3 | F3N3 +F4N3 +F2N3 +F5N3 +F4Tor |
| 1 mois (août) | 0.021 | 0.039 | 0.125 | 0.001 | 0.001 | 0.040 | 0.0009 | 0.009 | 0.001 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.139 | 0.024 | 0.090 | 0.009 | 0.001 | 0.058 | 0.009 | 0.003 | 0.001 |
| 3 mois (juin à août) | 0.134 | 0.032 | 0.114 | 0.009 | 0.036 | 0.123 | 0.009 | 0.002 | 0.001 |
| 4 mois (mai à août) | 0.132 | 0.034 | 0.121 | 0.012 | 0.090 | 0.147 | 0.012 | 0.001 | 0.003 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.176 | 0.024 | 0.109 | 0.010 | 0.070 | 0.158 | 0.010 | 0.001 | 0.004 |
| 6 mois (mars à août) | 0.212 | 0.012 | 0.080 | 0.011 | 0.095 | 0.185 | 0.012 | 0.001 | 0.005 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.272 | 0.014 | 0.083 | 0.010 | 0.085 | 0.181 | 0.010 | 0.001 | 0.006 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.275 | 0.003 | 0.052 | 0.001 | 0.117 | 0.206 | 0.001 | 0.001 | 0.008 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.244 | 0.001 | 0.048 | 0.001 | 0.120 | 0.194 | 0.001 | 0.001 | 0.008 |

| | ARMENGAU (BSS002MQMR) | | | VVF Tourre (BSS002MQLT) | | | Croix du Sud N3 (BSS002MQNE) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F3N3 | F3N3 +F4N3 +F2N3 +F5N3 | F3N3 +F4N3 +F2N3 +F5N3 +F4Tor | F3N3 | F3N3 +F4N3 +F2N3 +F5N3 | F3N3 +F4N3 +F2N3 +F5N3 +F4Tor | F3N3 | F3N3 +F4N3 +F2N3 +F5N3 | F3N3 +F4N3 +F2N3 +F5N3 +F4Tor |
| 1 mois (août) | 0.030 | 0.015 | 0.092 | 0.001 | 0.012 | 0.019 | 0.001 | 0.008 | 0.015 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.168 | 0.001 | 0.031 | 0.006 | 0.036 | 0.067 | 0.152 | 0.001 | 0.058 |
| 3 mois (juin à août) | 0.136 | 0.003 | 0.026 | 0.001 | 0.012 | 0.001 | 0.122 | 0.010 | 0.025 |
| 4 mois (mai à août) | 0.106 | 0.008 | 0.014 | 0.001 | 0.009 | 0.001 | 0.076 | 0.016 | 0.018 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.159 | 0.016 | 0.007 | 0.001 | 0.008 | 0.001 | 0.103 | 0.024 | 0.013 |
| 6 mois (mars à août) | 0.197 | 0.029 | 0.001 | 0.003 | 0.005 | 0.001 | 0.113 | 0.046 | 0.003 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.239 | 0.027 | 0.002 | 0.011 | 0.009 | 0.001 | 0.166 | 0.036 | 0.010 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.214 | 0.050 | 0.001 | 0.009 | 0.014 | 0.001 | 0.103 | 0.043 | 0.009 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.159 | 0.088 | 0.008 | 0.003 | 0.034 | 0.003 | 0.068 | 0.071 | 0.004 |

| | California (BSS002MQLV) | | | Pré Catalan (BSS002MQLU) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F3N3 | F3N3 +F4N3 +F2N3 +F5N3 | F3N3 +F4N3 +F2N3 +F5N3 +F4Tor | F3N3 | F3N3 +F4N3 +F5N3 +F2N3 | F3N3 +F4N3 +F2N3 +F5N3 +F4Tor |
| 1 mois (août) | 0.130 | 0.001 | 0.050 | 0.013 | 0.021 | 0.001 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.351 | 0.013 | 0.006 | 0.054 | 0.066 | 0.011 |
| 3 mois (juin à août) | 0.290 | 0.070 | 0.006 | 0.043 | 0.091 | 0.025 |
| 4 mois (mai à août) | 0.197 | 0.120 | 0.028 | 0.027 | 0.124 | 0.046 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.257 | 0.170 | 0.055 | 0.068 | 0.132 | 0.100 |
| 6 mois (mars à août) | 0.259 | 0.229 | 0.105 | 0.103 | 0.121 | 0.136 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.309 | 0.233 | 0.100 | 0.193 | 0.131 | 0.141 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.251 | 0.299 | 0.154 | 0.206 | 0.192 | 0.173 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.156 | 0.271 | 0.203 | 0.167 | 0.197 | 0.193 |

**Tableau 7 : Degré de corrélation $R^2$ entre la teneur en chlorures dans les forages du secteur Sud Barcarès et les volumes prélevés dans les forages environnants**

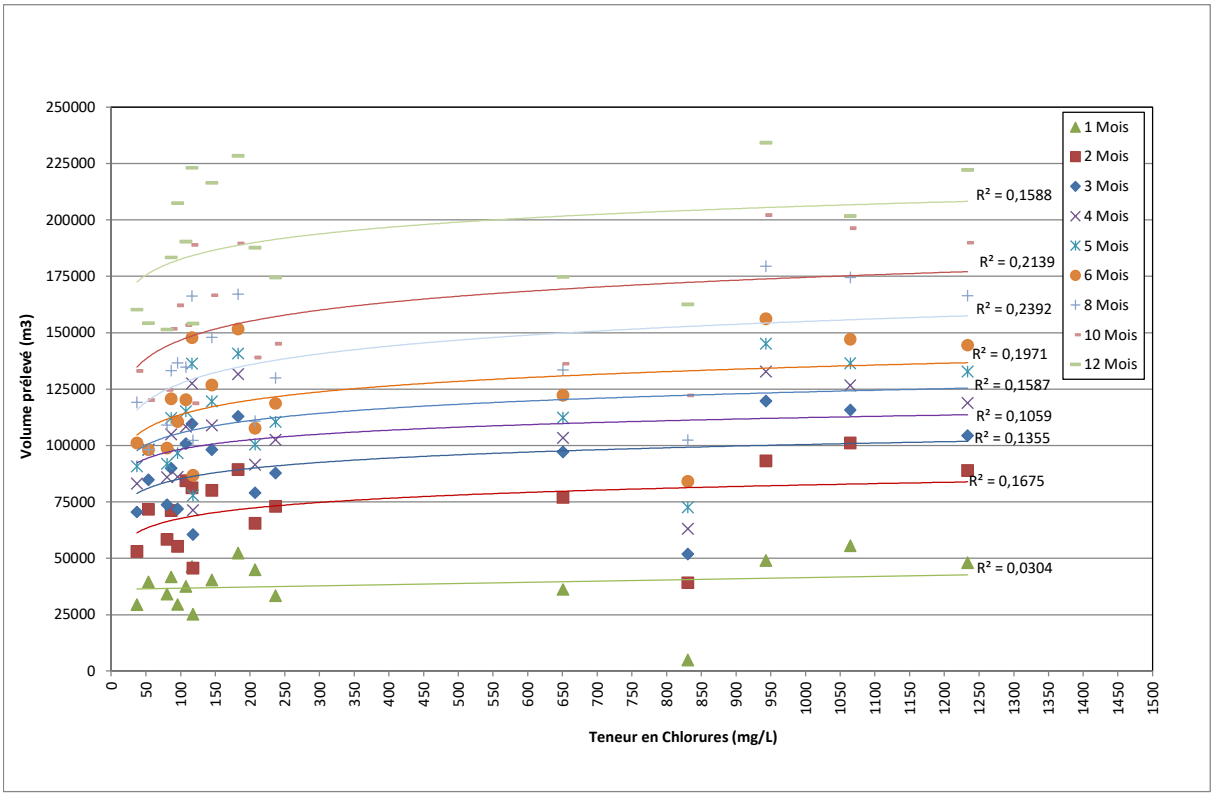



**Figure 130 : Corrélation entre les chlorures mesurés sur le forage ARMENGAU (BSS002MQMR) à Barcarès et le cumul des prélèvements mensuels sur F3N3 à Saint-Laurent-de-la-Salanque**

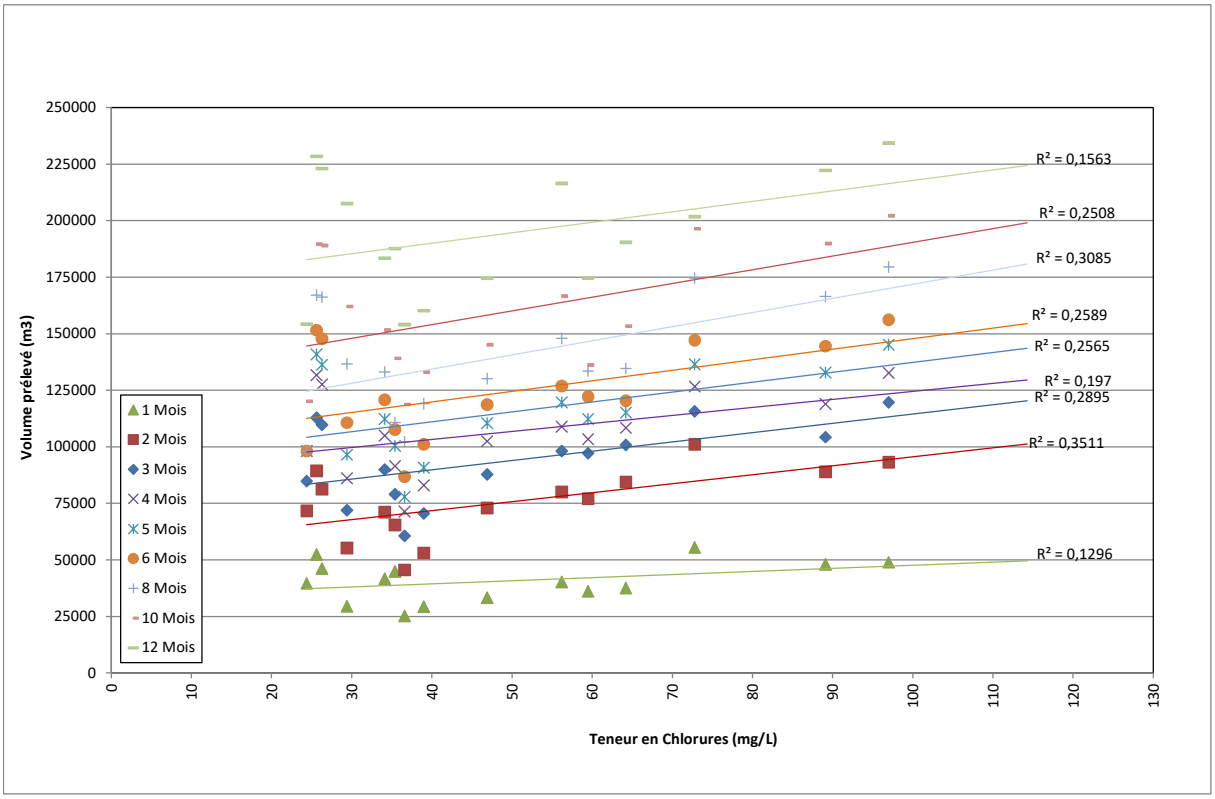



**Figure 131 : Corrélation entre les chlorures mesurés sur le forage du Camping Le California (BSS002MQLV) à Barcarès et le cumul des prélèvements mensuels sur F3N3 à Saint-Laurent-de-la-Salanque**

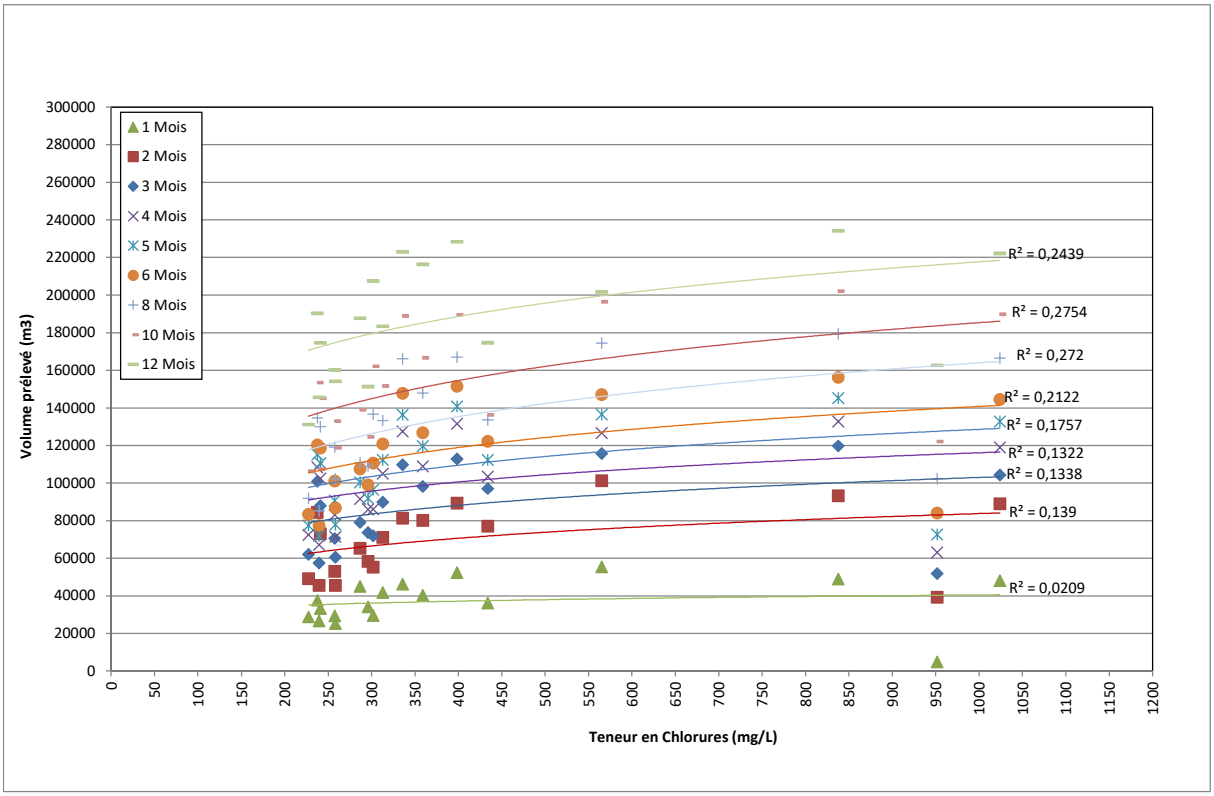



**Figure 132 : Corrélation entre les chlorures mesurés sur le forage de la pépinière PEYRET (BSS002MQMF) à Barcarès et le cumul des prélèvements mensuels sur F3N3 à Saint-Laurent-de-la-Salanque**

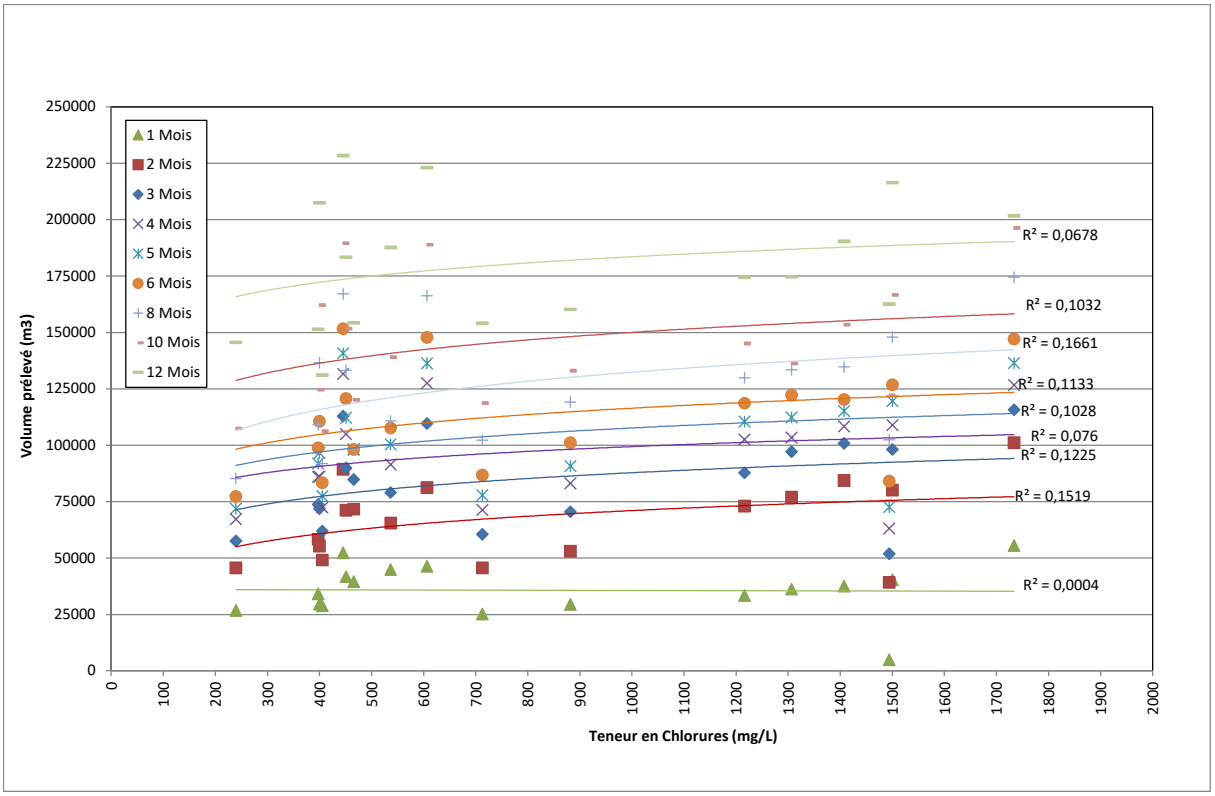



**Figure 133 : Corrélation entre les chlorures mesurés sur le forage du Camping Croix du Sud (BSS002MQNE) à Barcarès et le cumul des prélèvements mensuels sur F3N3 à Saint-Laurent-de-la-Salanque**

#### *4.4.6.2 Cas des forages privés du Lido*

Autour de cette zone, dans un rayon d'environ 3 km, on trouve 6 zones de captage AEP :

- F4N3 à Saint-Laurent-de-la-Salanque à l'Ouest ;
- F1N3/F1N4 à Saint-Hippolyte à l'Ouest ;
- F2N3/F2N4 à Saint-Laurent-de-la-Salanque au Sud-Ouest
- F3N3 à Saint-Laurent-de-la-Salanque au Sud-Ouest ;
- F5N3 (abandonné) à Barcarès au Sud-Ouest ;
- CF3/CF4 à Leucate au Nord.

A la différence du secteur Sud Barcarès, il apparait dans les tableaux ci-dessous et sur les graphiques illustrés en Figure 134 à Figure 136 que les teneurs en chlorures dans les 7 forages testés présentent des degrés de corrélation relativement importants avec les cumuls de prélèvements AEP mensuels. Les meilleurs ajustements correspondent en général aux corrélations avec les cumuls de prélèvements mensuels sur des temps souvent longs (10 à 12 mois) précédents l'analyse. Deux forages se détachent avec de meilleures corrélations avec des temps de cumul relativement courts (1 à mois) : c'est le cas du forage Pierre et Vacances et Bouzigues Stade de la Mer. Toutefois, dans ce dernier les teneurs en chlorures sont étonnamment anti-corrélées avec le cumul de prélèvements mensuels tout comme les ouvrages de la résidence Portes du Roussillon et SN4.

Les très fortes valeurs de corrélation calculées sur le piézomètre SN4 sont à relativisées car elles sont à mettre en relation avec le trop faible nombre de valeurs de mesures de chlorures (5 mesures de 2014 à 2019).

On constate également que les meilleurs ajustements s'obtiennent en prenant souvent en compte un groupe de 3 ou 4 forages témoignant de l'existence de corrélations à large échelle et non localisées. Pour le cas du piézomètre PN3, l'étude temporelle de la variation de la teneur en chlorures vis-à-vis des prélèvements cumulés sur les 4 forages AEP CF3/CF4/F3N3/F4N3 semblerait montrer une légère réversibilité de la situation qui serait plus évidente au pas de temps court de 2 mois (Figure 137) qu'au pas de temps de long de 12 mois (Figure 138). Sur la Figure 137, un dépassement de la teneur en chlorures au-dessus de 32 mg/L pourrait coïncider avec un dépassement du seuil de prélèvement de 230 000 $m^3$ prélevés sur 2 mois sur les 4 forages AEP considérés.

| | Pierre et Vacances (BSS002MQND) | | | | | Estanyot (BSS002MQLG) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | CF3 | CF3+ CF4 | CF3+ F4N3+F3N 3+F2N3+F1 N3+F5N3 | CF3+ CF4+ F4N3 | CF3+CF4 +F4N3 +F3N3 +F5N3 | CF3 | CF3+CF4 | CF3+ F4N3+F3 N3+F2N3 +F1N3+ F5N3 | CF3 +CF4 +F4N3 | CF3+CF4 +F4N3 +F3N3 +F5N3 |
| 1 mois (août) | 0.456 | 0.301 | 0.023 | 0.455 | 0.400 | 0.041 | 0.180 | 0.001 | 0.064 | 0.013 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.415 | 0.266 | 0.019 | 0.588 | 0.582 | 0.064 | 0.215 | 0.001 | 0.124 | 0.043 |
| 3 mois (juin à août) | 0.421 | 0.266 | 0.091 | 0.589 | 0.568 | 0.059 | 0.209 | 0.002 | 0.198 | 0.110 |
| 4 mois (mai à août) | 0.434 | 0.273 | 0.079 | 0.416 | 0.433 | 0.062 | 0.214 | 0.015 | 0.243 | 0.170 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.395 | 0.241 | 0.023 | 0.286 | 0.327 | 0.067 | 0.221 | 0.018 | 0.263 | 0.196 |
| 6 mois (mars à août) | 0.397 | 0.242 | 0.003 | 0.241 | 0.273 | 0.066 | 0.219 | 0.019 | 0.274 | 0.219 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.403 | 0.243 | 0.047 | 0.241 | 0.265 | 0.067 | 0.220 | 0.005 | 0.267 | 0.225 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.428 | 0.260 | 0.080 | 0.281 | 0.302 | 0.060 | 0.198 | 0.012 | 0.279 | 0.224 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.419 | 0.259 | 0.117 | 0.316 | 0.314 | 0.057 | 0.184 | 0.009 | 0.225 | 0.212 |

| | Forage PTT (BSS002MQNB) | | | | | Portes du Roussillon (BSS002MQNG) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | CF3 | CF3+ CF4 | CF3+ F4N3+F3N 3+F2N3+F1 N3+F5N3 | CF3+ CF4+ F4N3 | CF3+CF4 +F4N3 +F3N3 +F5N3 | CF3 | CF3+ CF4 | CF3+ F4N3+F3N3+ F2N3+F1N3 +F5N3 | CF3 +CF4 +F4N3 | CF3+CF4 +F4N3 +F3N3 +F5N3 |
| 1 mois (août) | 0.421 | 0.401 | 0.003 | 0.190 | 0.111 | 0.009 | 0.007 | 0.143 | 0.016 | 0.027 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.403 | 0.376 | 0.115 | 0.218 | 0.178 | 0.004 | 0.009 | 0.034 | 0.034 | 0.045 |
| 3 mois (juin à août) | 0.422 | 0.391 | 0.226 | 0.258 | 0.216 | 0.018 | 0.004 | 0.063 | 0.030 | 0.038 |
| 4 mois (mai à août) | 0.412 | 0.383 | 0.177 | 0.279 | 0.232 | 0.015 | 0.005 | 0.074 | 0.010 | 0.014 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.416 | 0.386 | 0.149 | 0.281 | 0.249 | 0.011 | 0.008 | 0.082 | 0.008 | 0.008 |
| 6 mois (mars à août) | 0.417 | 0.389 | 0.125 | 0.280 | 0.252 | 0.013 | 0.006 | 0.103 | 0.011 | 0.008 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.421 | 0.395 | 0.036 | 0.308 | 0.282 | 0.008 | 0.010 | 0.121 | 0.003 | 0.001 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.489 | 0.420 | 0.007 | 0.361 | 0.338 | 0.006 | 0.010 | 0.223 | 0.006 | 0.001 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.538 | 0.436 | 0.001 | 0.389 | 0.374 | 0.006 | 0.009 | 0.252 | 0.010 | 0.001 |

| | SN4 (BSS002MQJJ) | | | | | PN3 (BSS002MQMX) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | CF4 | CF3+ CF4 | | CF3+ CF4+ F4N3 | CF3+CF4 +F4N3 +F3N3 +F5N3 | CF3 | F4N3 | F3N3 | CF3+ F4N3+F3N3 +F2N3+F1N 3+F5N3 | CF3+CF4 +F4N3 +F3N3 |
| 1 mois (août) | 0.236 | 0.276 | | 0.102 | 0.341 | 0.527 | 0.003 | 0.034 | 0.247 | 0.517 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.379 | 0.210 | | 0.133 | 0.001 | 0.491 | 0.001 | 0.176 | 0.091 | 0.631 |
| 3 mois (juin à août) | 0.483 | 0.337 | | 0.539 | 0.151 | 0.477 | 0.023 | 0.167 | 0.031 | 0.632 |
| 4 mois (mai à août) | 0.176 | 0.092 | | 0.709 | 0.263 | 0.479 | 0.020 | 0.140 | 0.063 | 0.650 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.006 | 0.087 | | 0.810 | 0.400 | 0.486 | 0.034 | 0.170 | 0.080 | 0.651 |
| 6 mois (mars à août) | 0.006 | 0.001 | | 0.900 | 0.653 | 0.480 | 0.049 | 0.175 | 0.092 | 0.630 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.761 | 0.891 | | 0.880 | 0.508 | 0.490 | 0.054 | 0.212 | 0.184 | 0.651 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.885 | 0.950 | | 0.955 | 0.582 | 0.513 | 0.054 | 0.212 | 0.263 | 0.668 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.513 | 0.920 | | 0.973 | 0.907 | 0.524 | 0.035 | 0.211 | 0.283 | 0.674 |

| | Bouzigues Stade de la Mer (BSS002MQNV) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | CF3 | CF3+CF4 | CF3+ F4N3+F3N3+F2N3+ F1N3+F5N3 | CF3+CF4+F4N3 | CF3+CF4+F4N3 +F3N3 +F5N3 |
| 1 mois (août) | 0.152 | 0.270 | 0.490 | 0.469 | 0.385 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.140 | 0.256 | 0.548 | 0.514 | 0.412 |
| 3 mois (juin à août) | 0.135 | 0.250 | 0.472 | 0.464 | 0.381 |
| 4 mois (mai à août) | 0.134 | 0.250 | 0.403 | 0.407 | 0.368 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.126 | 0.239 | 0.335 | 0.389 | 0.360 |
| 6 mois (mars à août) | 0.128 | 0.242 | 0.307 | 0.389 | 0.369 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.111 | 0.222 | 0.293 | 0.358 | 0.353 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.117 | 0.210 | 0.324 | 0.341 | 0.356 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.127 | 0.204 | 0.316 | 0.330 | 0.351 |

**Tableau 8 : Degré de corrélation $R^2$ entre la teneur en chlorures dans les forages du secteur Nord Barcarès et les volumes prélevés dans les forages environnants**

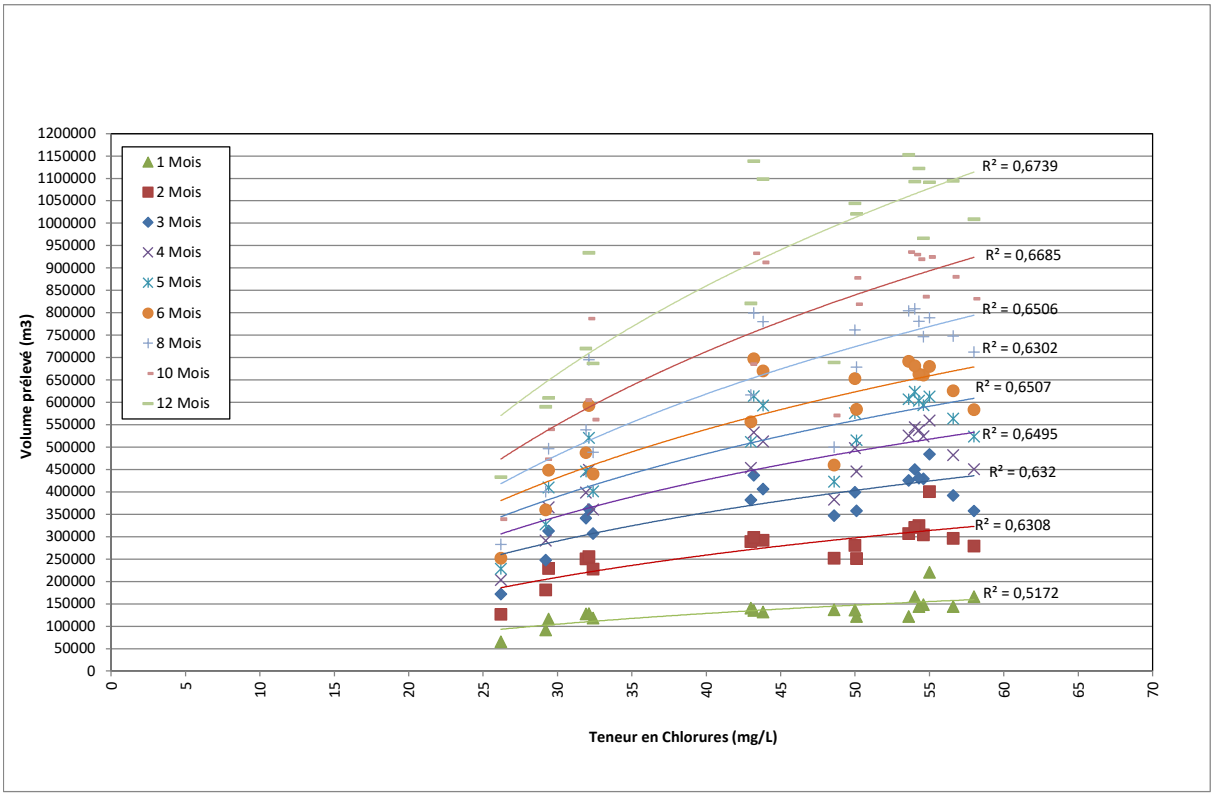



**Figure 134 : Corrélation entre les chlorures mesurés sur le forage PN3 (BSS002MQMX) à Barcarès et le cumul des prélèvements mensuels sur CF3/CF4 à Leucate et F3N3/F4N3 à Saint-Laurent-de-la-Salanque**

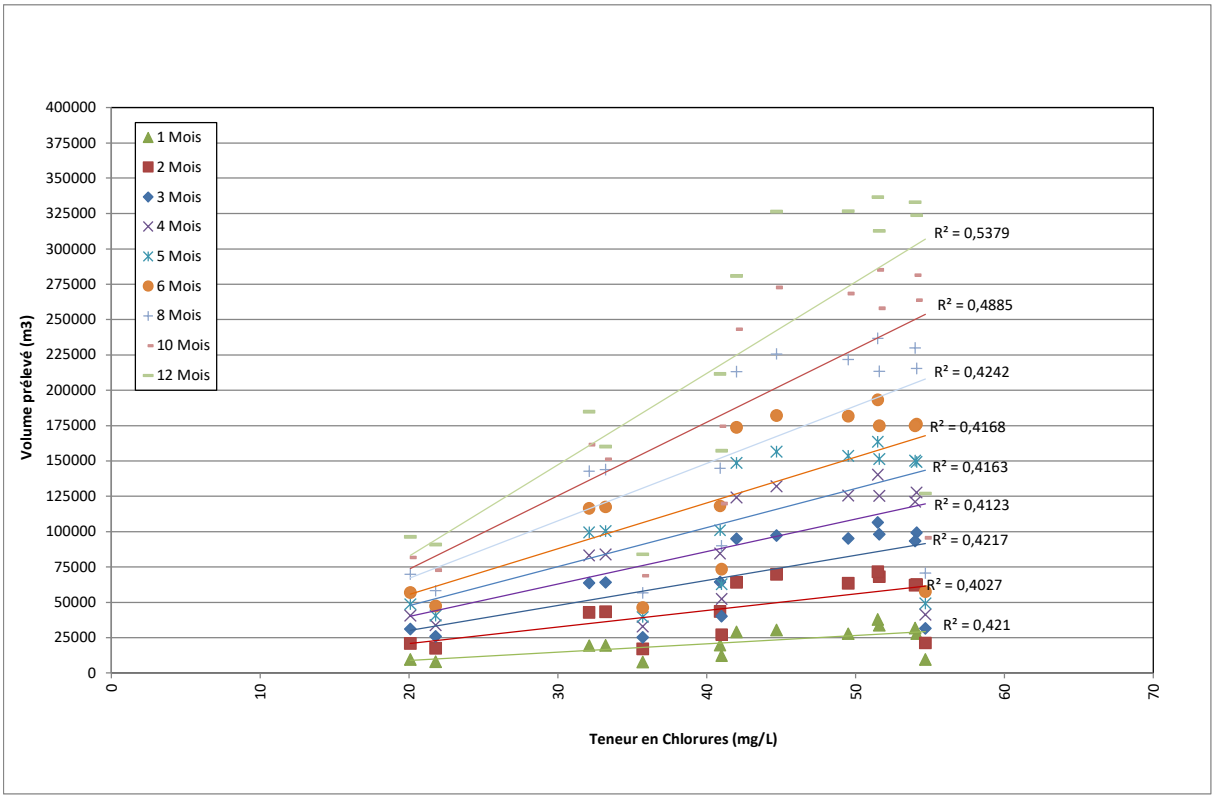



**Figure 135 : Corrélation entre les chlorures mesurés sur le forage PTT (BSS002MQNB) à Barcarès et le cumul des prélèvements mensuels sur CF3 à Leucate**

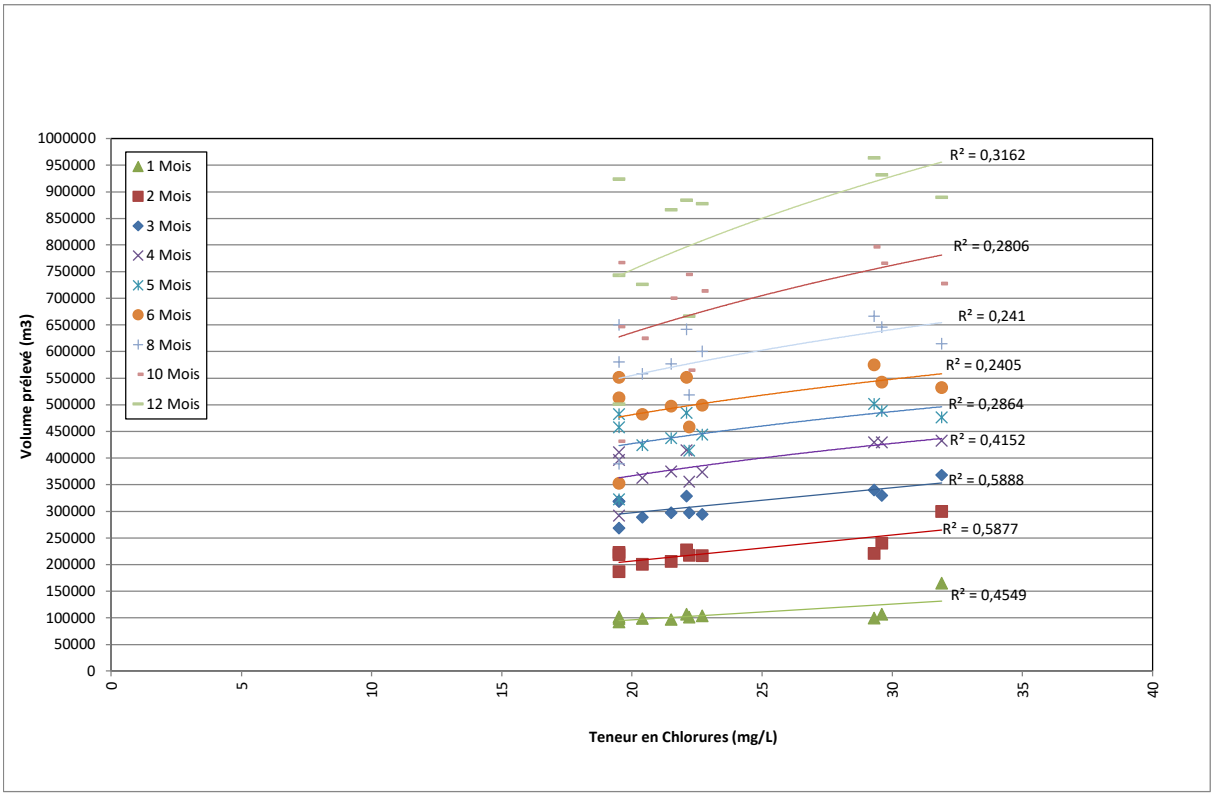



**Figure 136 : Corrélation entre les chlorures mesurés sur le forage PIERRE ET VACANCES (BSS002MQND) à Barcarès et le cumul des prélèvements mensuels sur CF3/CF4 à Leucate et F4N3 à Saint-Laurent-de-la-Salanque**

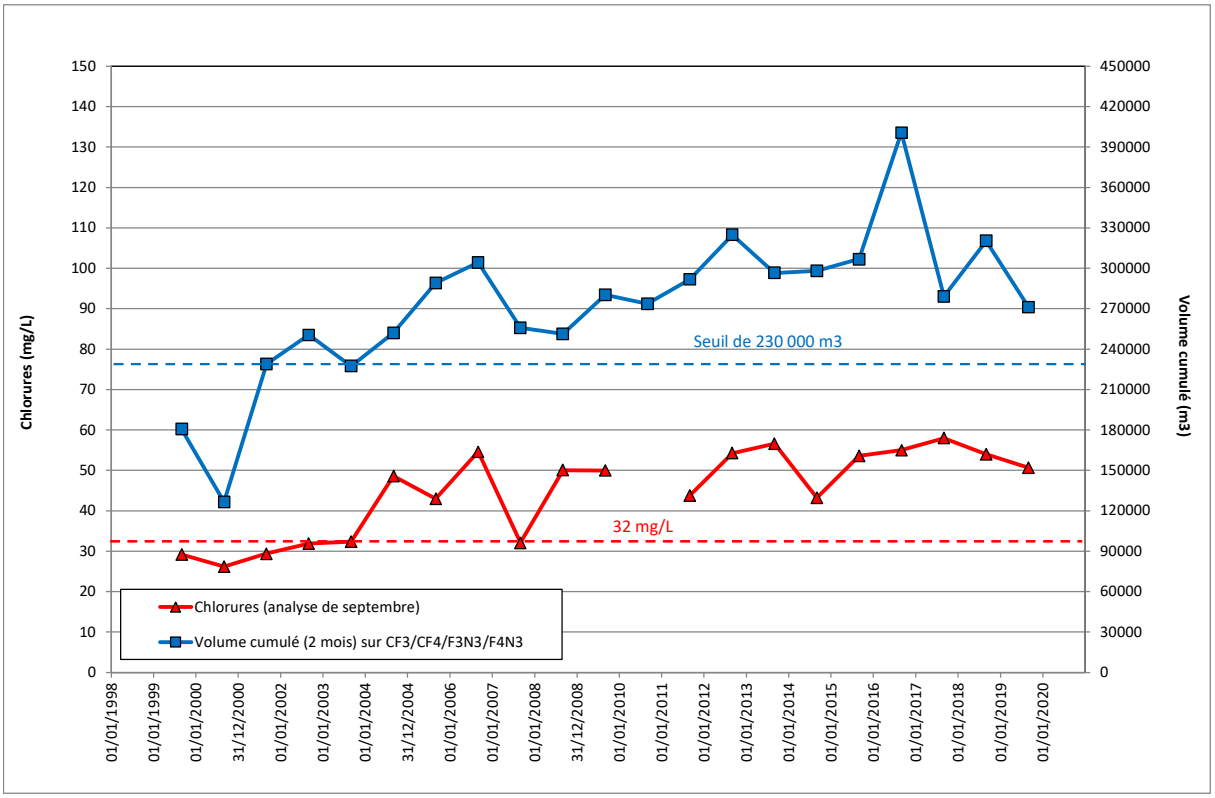



**Figure 137 : Evolution temporelle de la teneur en chlorures dans le piézomètre PN3 (BSS002MQMX) et du cumul de prélèvement mensuel sur 2 mois dans les forages AEP CF3/CF4/F3N3/F4N3**

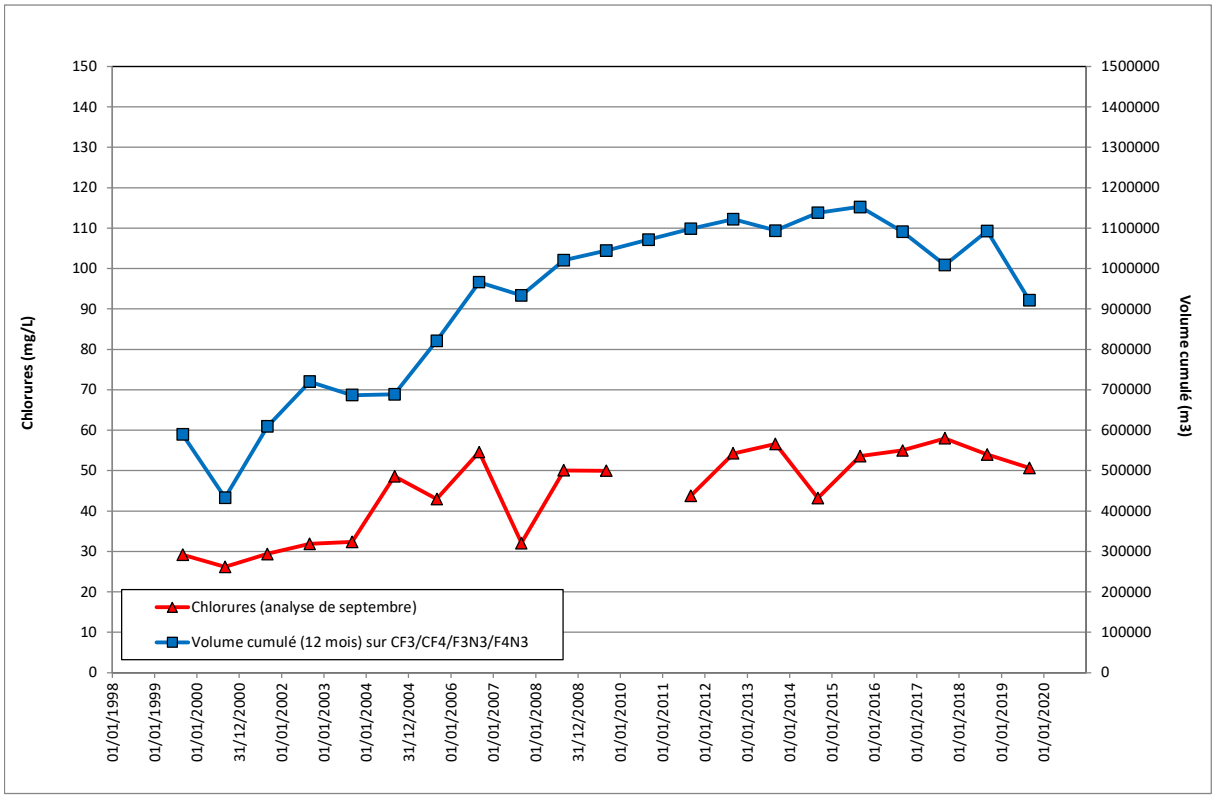



**Figure 138 : Evolution temporelle de la teneur en chlorures dans le piézomètre PN3 (BSS002MQMX) et du cumul de prélèvement mensuel sur 12 mois dans les forages AEP CF3/CF4/F3N3/F4N3**

### *4.4.6.3 Cas du forage CF3*

D'après le tableau suivant et le graphique illustré sur la Figure 139, la teneur en chlorures sur le forage CF3 ne semble pas se corréler avec le cumul de prélèvements mensuels sur CF3 et les ouvrages AEP proches et captant l'aquifère N3 en Salanque (F1N3, F2N3, F3N3 et F4N3). Le coefficient de corrélation maximal obtenu serait de 0.28.

| | Groupe de forages considérés | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | CF3 | CF3+CF4 | CF3+F4N3+F1N3+F2N3+F3N3 | CF3+CF4+F4N3+F1N3+F2N3+F3N3 |
| 1 mois (août) | 0.185 | 0.154 | 0.091 | 0.124 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.178 | 0.142 | 0.094 | 0.131 |
| 3 mois (juin à août) | 0.203 | 0.159 | 0.117 | 0.168 |
| 4 mois (mai à août) | 0.211 | 0.159 | 0.140 | 0.180 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.198 | 0.170 | 0.152 | 0.192 |
| 6 mois (mars à août) | 0.176 | 0.170 | 0.157 | 0.195 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.170 | 0.186 | 0.241 | 0.233 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.202 | 0.199 | 0.249 | 0.241 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.210 | 0.203 | 0.292 | 0.277 |

**Tableau 9 : Degré de corrélation $R^2$ entre la teneur en chlorures dans le forage AEP CF3 et les volumes prélevés dans les forages environnants**

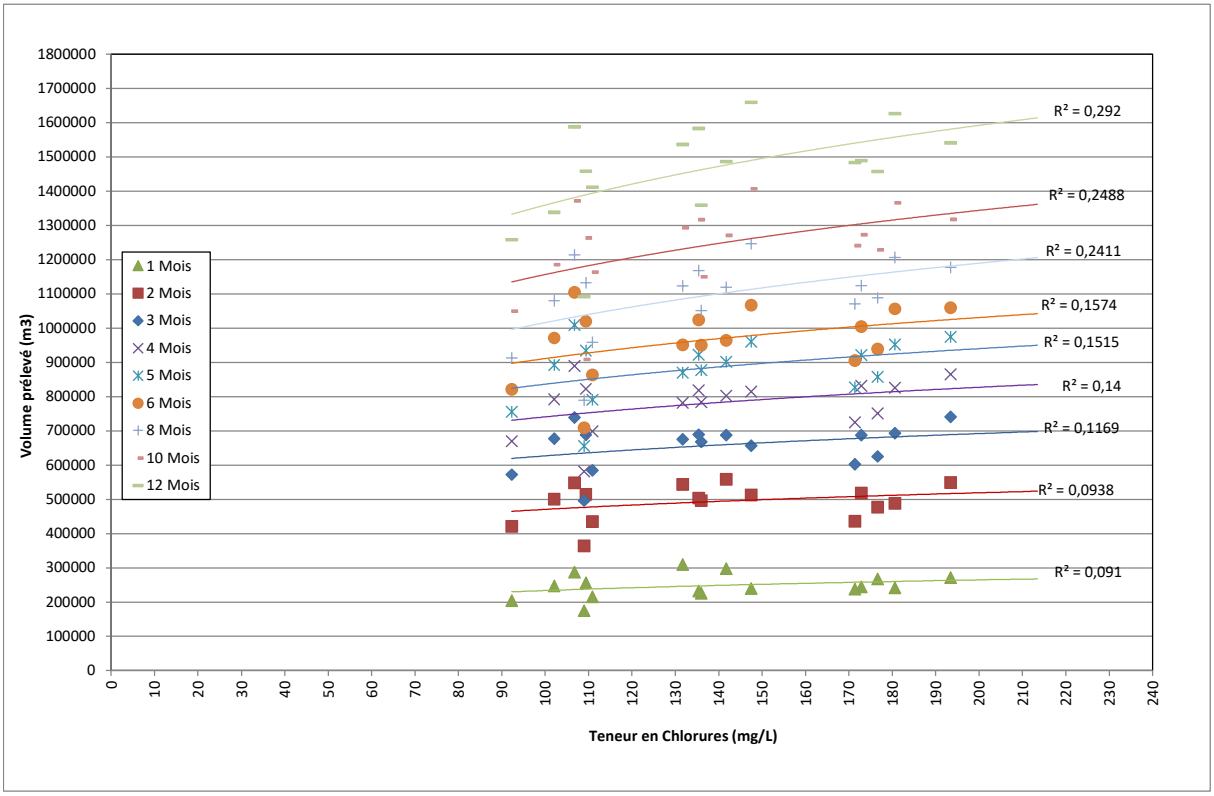



**Figure 139 : Corrélation entre les chlorures mesurés sur le forage AEP CF3 et le cumul des prélèvements mensuels sur CF3 et F1N3/F2N3/F3N3/F4N3 en Salanque**

La dernière donnée de juillet de 2020 (teneur en chlorures de 648 mg/L) montre qu'il est difficile d'établir un lien direct entre volumes prélevés et teneur en chlorures au droit du forage. En effet, les volumes pompés mensuellement en 2020 n'ont pas évolué par rapport aux années précédentes (Figure 140) et ont même diminué considérablement les mois précédents l'incident (février à mai 2020) du fait du confinement dû à la crise sanitaire.

De même, au cours de la période 2019-2020, les prélèvements mensuels pour analyse chlorures ont permis de confirmer sur CF3 que les teneurs en chlorures les plus élevées avaient été identifiées lors de la période estivale mais pour autant les volumes prélevés ont diminué de mai à août 2019 (Figure 141). Ceci semble montrer de nouveau que sur l'ouvrage CF3, le lien direct entre volume de prélèvement et chlorures est difficile à établir.

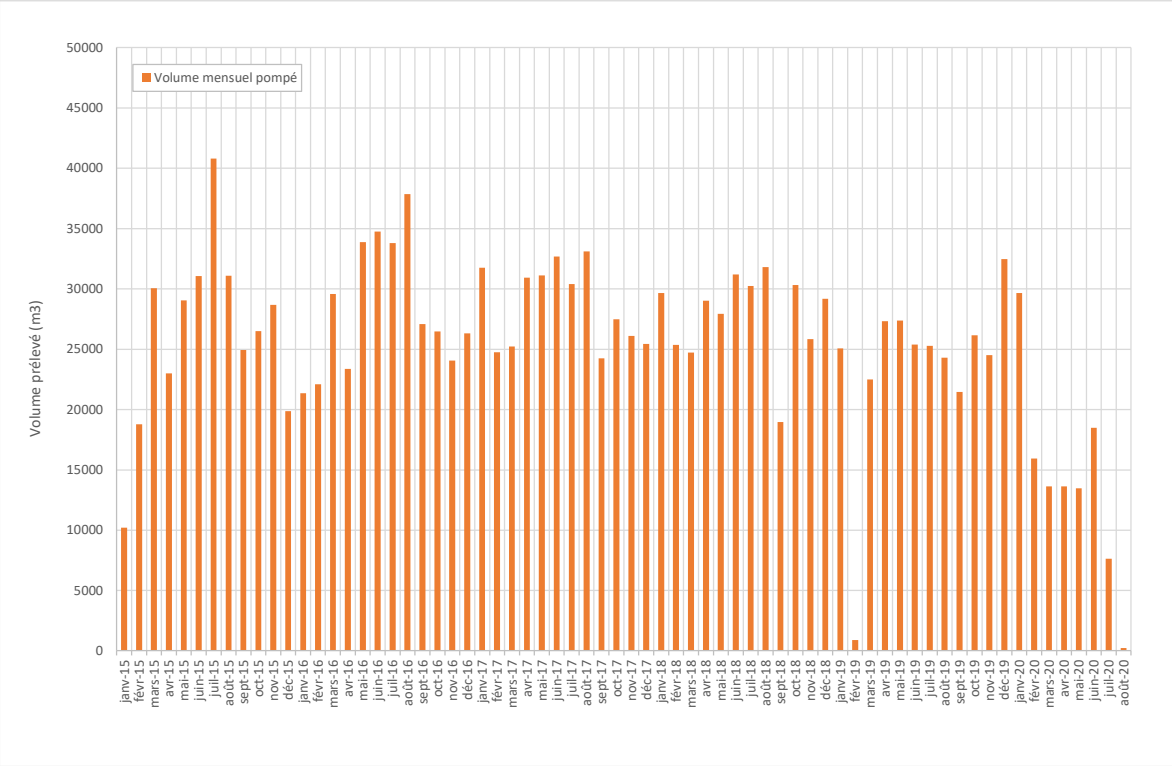



**Figure 140 : Volume mensuel prélevé sur le forage CF3 à Leucate entre 2015 et 2020**

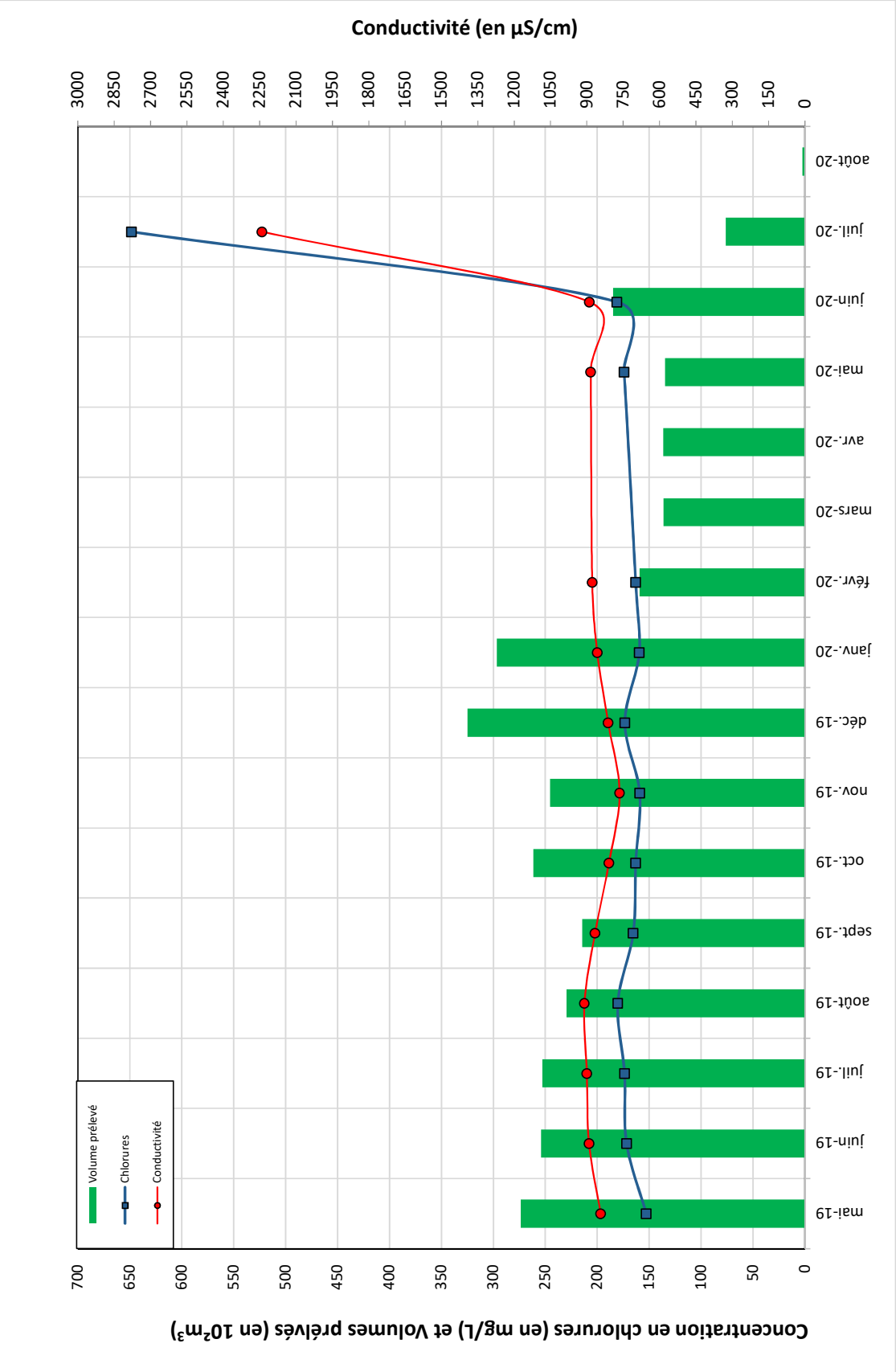



**Figure 141 : Evolution des chlorures VS conductivité et volumes mensuels prélevés sur le forage AEP CF3bis de Leucate**

Après l'étude du croisement entre chlorures (1 analyse par an en septembre) et volumes mensuels prélevés sur la période 1998-2019, nous avons étudié ce même croisement sur la base d'une année hydrologique complète avec les données mensuelles chlorures issues de la campagne de prélèvement réalisée entre mai 2019 et juillet 2020. Pour chaque analyse mensuelle, nous avons de nouveau regardé le degré de corrélation à 1, 2, 3, 4, 6, 8 et 12 mois de cumul de volumes prélevés.

Dans le Tableau 10, l'analyse de juillet 2020 (648 mg/L de chlorures) n'a pas été intégrée. Dans le Tableau 11, l'analyse de juillet de 2020 a été intégrée.

On constate que les degrés de corrélation sont faibles et que les relations sont quasi-toutes anti-corrélées (Figure 142 et Figure 143).

| | Groupe de forages considérés | | | |
|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | CF3 | CF3+CF4 | CF3+F4N3+F1N3+F2N3+F3N3 | CF3+CF4+F4N3+F1N3+F2N3+F3N3 |
| 1 mois | 0.09 | 0.07 | 0.28 | 0.26 |
| 2 mois | 0.24 | 0.22 | 0.15 | 0.13 |
| 3 mois | 0.20 | 0.21 | 0.05 | 0.04 |
| 4 mois | 0.05 | 0.13 | 0.01 | 0.01 |
| 6 mois | 0.19 | 0.27 | 0.01 | 0.01 |
| 8 mois | 0.34 | 0.30 | 0.07 | 0.08 |
| 12 mois | 0.32 | 0.25 | 0.11 | 0.16 |

**Tableau 10 : Degré de corrélation $R^2$ entre teneur en chlorures sur CF3 à Leucate (sans l'analyse de juillet 2020) et les volumes prélevés dans les forages environnants**

| | Groupe de forages considérés | | | |
|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | CF3 | CF3+CF4 | CF3+F4N3+F1N3+F2N3+F3N3 | CF3+CF4+F4N3+F1N3+F2N3+F3N3 |
| 1 mois | 0.44 | 0.04 | 0.12 | 0.14 |
| 2 mois | 0.32 | 0.09 | 0.04 | 0.04 |
| 3 mois | 0.32 | 0.16 | 0.00 | 0.00 |
| 4 mois | 0.29 | 0.20 | 0.00 | 0.00 |
| 6 mois | 0.53 | 0.48 | 0.03 | 0.04 |
| 8 mois | 0.48 | 0.43 | 0.08 | 0.10 |
| 12 mois | 0.52 | 0.36 | 0.51 | 0.45 |

**Tableau 11 : Degré de corrélation $R^2$ entre teneur en chlorures sur CF3 à Leucate (avec l'analyse de juillet 2020) et les volumes prélevés dans les forages environnants**

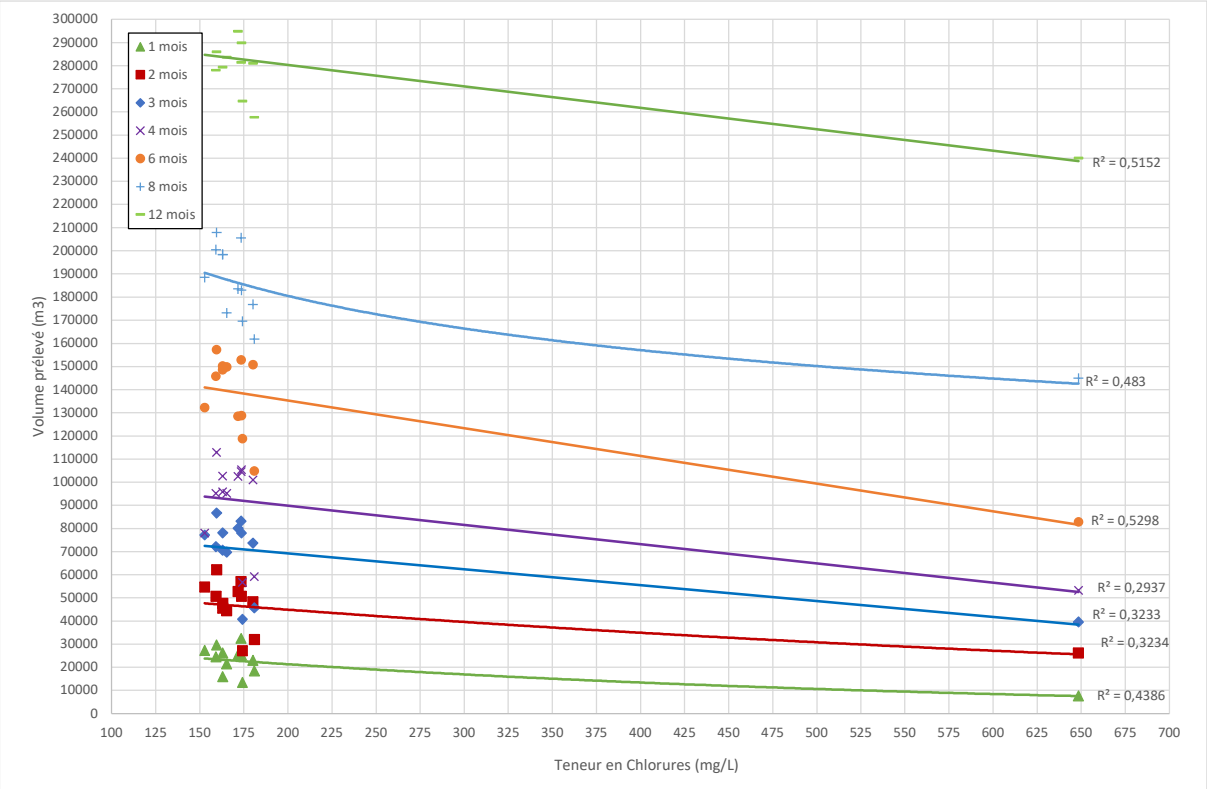



**Figure 142 : Corrélation entre les chlorures mesurés (2019-2020) et le cumul des prélèvements mensuels sur CF3 à Leucate**

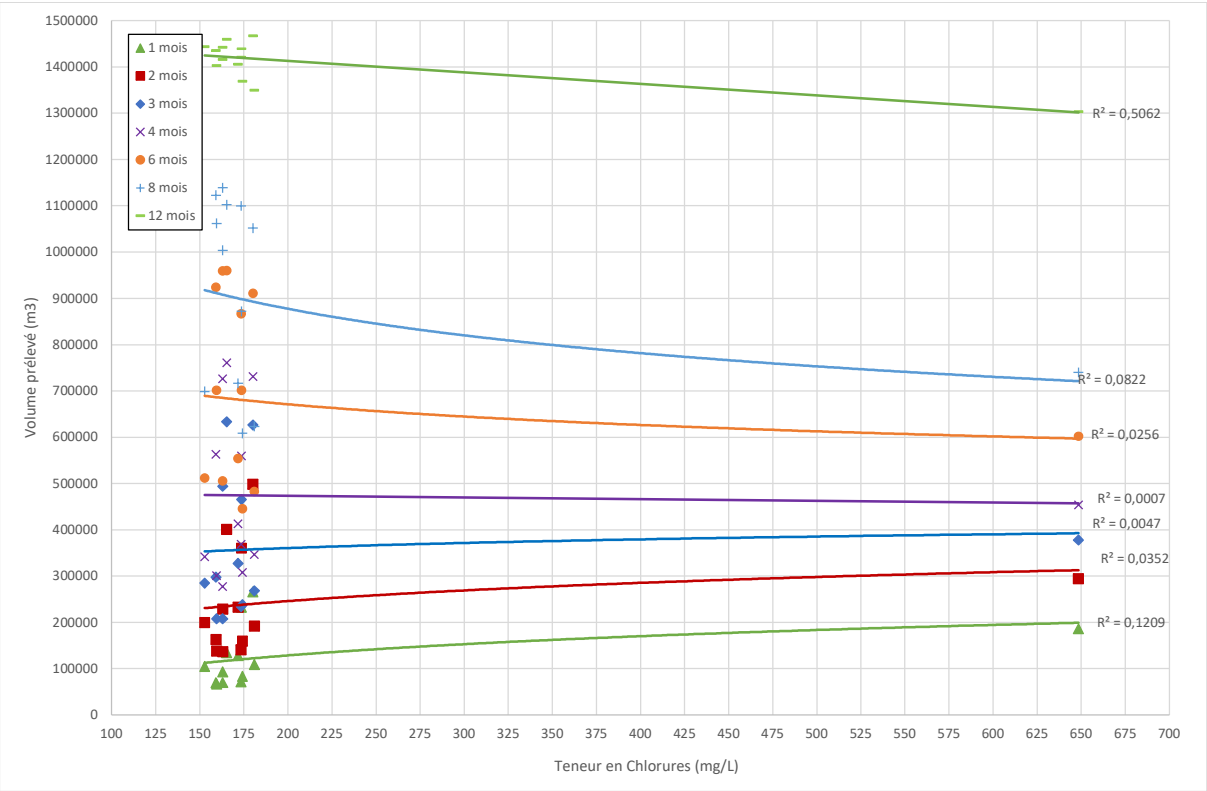



**Figure 143 : Corrélation entre les chlorures mesurés sur CF3 à Leucate et le cumul (2019-2020) des prélèvements mensuels sur les ouvrages AEP CF3 et F1N3, F2N3, F3N3 et F4N3 en Salanque**

### 4.4.7 Relation entre volumes/durées de prélèvement et conductivité

Seuls les deux ouvrages AEP CF3 et CF4 disposent de données.

Concernant l'ouvrage CF3 :

L'ouvrage montre clairement une augmentation de la conductivité en période de pointe (Figure 144).

Jusqu'en 2018, cette augmentation est de l'ordre de +50 à +70 µS/cm. Elle se manifeste d'abord de manière lente à partir d'une durée de pompage journalière atteignant 16h (Figure 145) soit un volume pompé compris entre 800 et 960 $m^3$/jour (considérant un débit de pompage entre 50 et 60 $m^3$/h). Puis cette augmentation s'accentue quand la durée de pompage journalière dépasse 18h soit un volume pompé compris entre 900 et 1080 $m^3$/jour.

Depuis 2018, cette augmentation saisonnière est beaucoup plus marquée avec +230 µS/cm à l'été 2018, +140 µS/cm à l'été 2019 et environ +1000 µS/cm à l'été 2020 (valeur enregistrée le 27/07/2020 : VEOLIA 1850 µS/cm, IDEES EAUX 2210 µS/cm).

Au printemps 2021, après la remise en service de l'ouvrage (21/04/2021), on constate tout d'abord une forte baisse de la conductivité de 1950 à 1000 µS/cm pour un débit de pompage réduit (de 35 à 39 $m^3$/h) et pour une durée de prélèvement journalière <15h. Ensuite, on constate clairement que l'augmentation la durée journalière de pompage (>16 h) au-delà du 12/05/2021 se traduit par une diminution de la pente de descente de conductivité. A partir du 02/07/2021, les durées de pompage journalière augmentent de nouveau (>18h) et on distingue de nouveau une augmentation de la conductivité (pic à 980 µS/cm) suivi d'une baisse légère au cours des deux mois d'été pour atteindre 925 µS/cm au 24/08/2021.

En complément, on constate également sur la Figure 144 que la conductivité « basse » représentative des périodes de faibles consommations (novembre à avril) augmente régulièrement d'année en année, passant de 670 µS/cm en février 2015 à 860 µS/cm en février 2020. Après l'augmentation saisonnière de la conductivité en période estivale, celle-ci ne retrouve jamais son niveau d'avant l'été. Au printemps 2020, avant l'incident (conductivité mesurée à 2210 µS/cm), la valeur de base de l'eau pompée était autour de 860-870 µS/cm soit environ +200 µS/cm en 5 ans.

Au final, les éléments pertinents à retenir sont les suivants :

- **La conductivité « de base » est montée progressivement depuis des années conséquence d'une forte exploitation en période de pointe (débit de 55 $m^3$/h et durée de pompage journalière >18h).**
- **Le prélèvement raisonné (débit réduit <40 $m^3$/h et durée de pompage journalière réduite <16h) semblerait pouvoir permettre d'abaisser la conductivité.**
- **L'arrêt prolongé du prélèvement sur l'ouvrage a été suivi d'une augmentation de la conductivité. Ceci pourrait s'expliquer par le fait qu'en pompage, l'ouvrage sollicite en partie des eaux moins contaminées en provenance de l'amont hydraulique qui dilueraient le signal conductivité plus élevé de la partie de l'aquifère plus contaminée, située en aval hydraulique, plus proche de la mer.**

Concernant l'ouvrage CF4 :

L'ouvrage montre également une augmentation de la conductivité mais beaucoup plus modeste (de l'ordre de 5 µS/cm) en période de pointe (Figure 146).

De même que sur CF3, jusqu'en 2018, cette augmentation de la conductivité se manifeste d'abord de manière lente à partir d'une durée de pompage journalière atteignant 16h (Figure 147) soit un volume pompé de l'ordre de 800 $m^3$/jour (considérant un débit de pompage de 50 $m^3$/h). Puis la conductivité semble plafonner. La baisse de la conductivité après la période de pointe semble s'opérer avec un décalage de 2 mois (novembre).

En complément, on constate également que la conductivité « basse » représentative des périodes de faibles consommations (novembre à avril) augmente très légèrement mais régulièrement d'année en année, passant de 385 µS/cm en février 2015 à 395 µS/cm en février 2018.

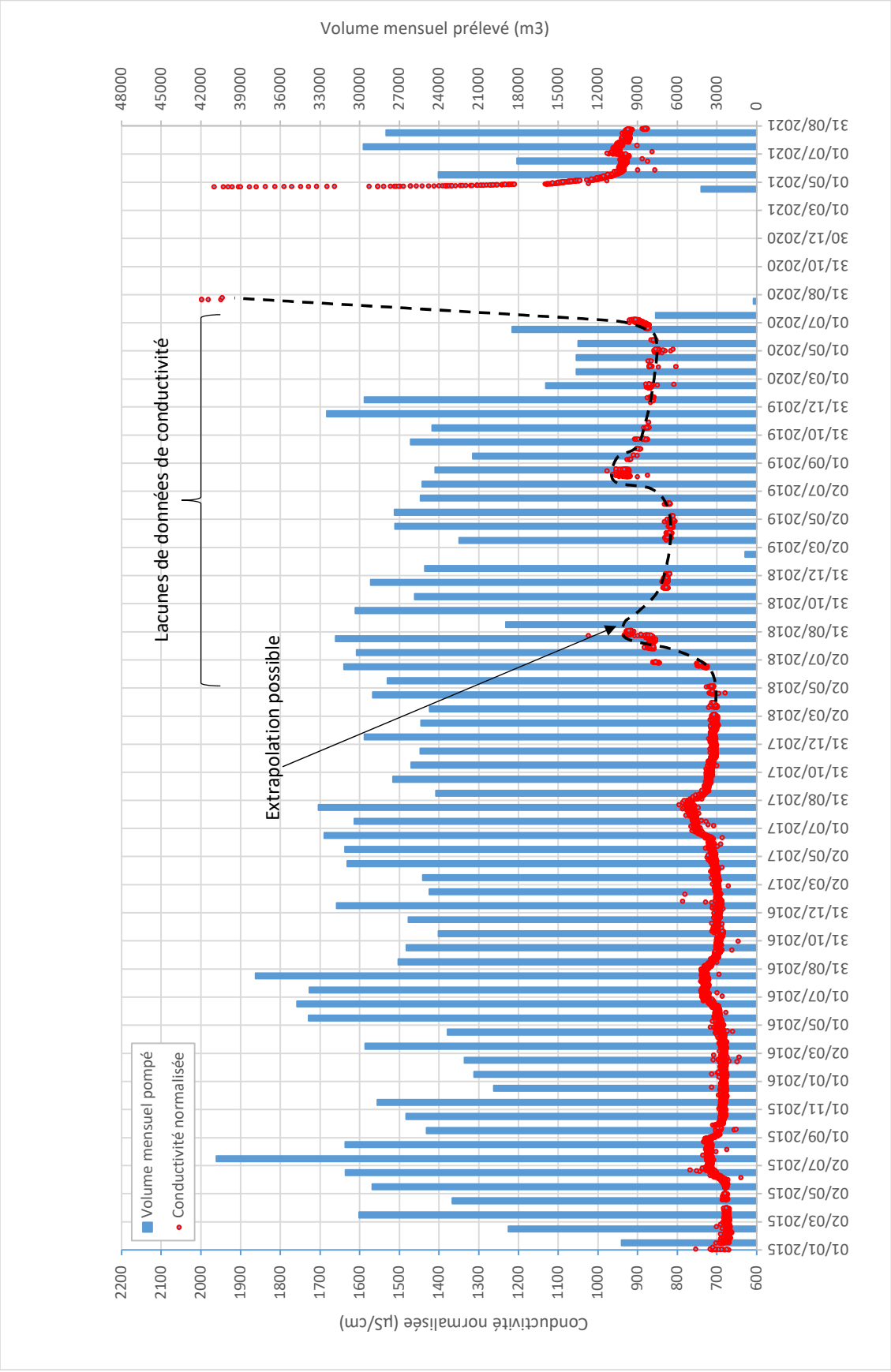



**Figure 144 : Relation entre volumes mensuels prélevés et conductivité sur le forage CF3 à Leucate**

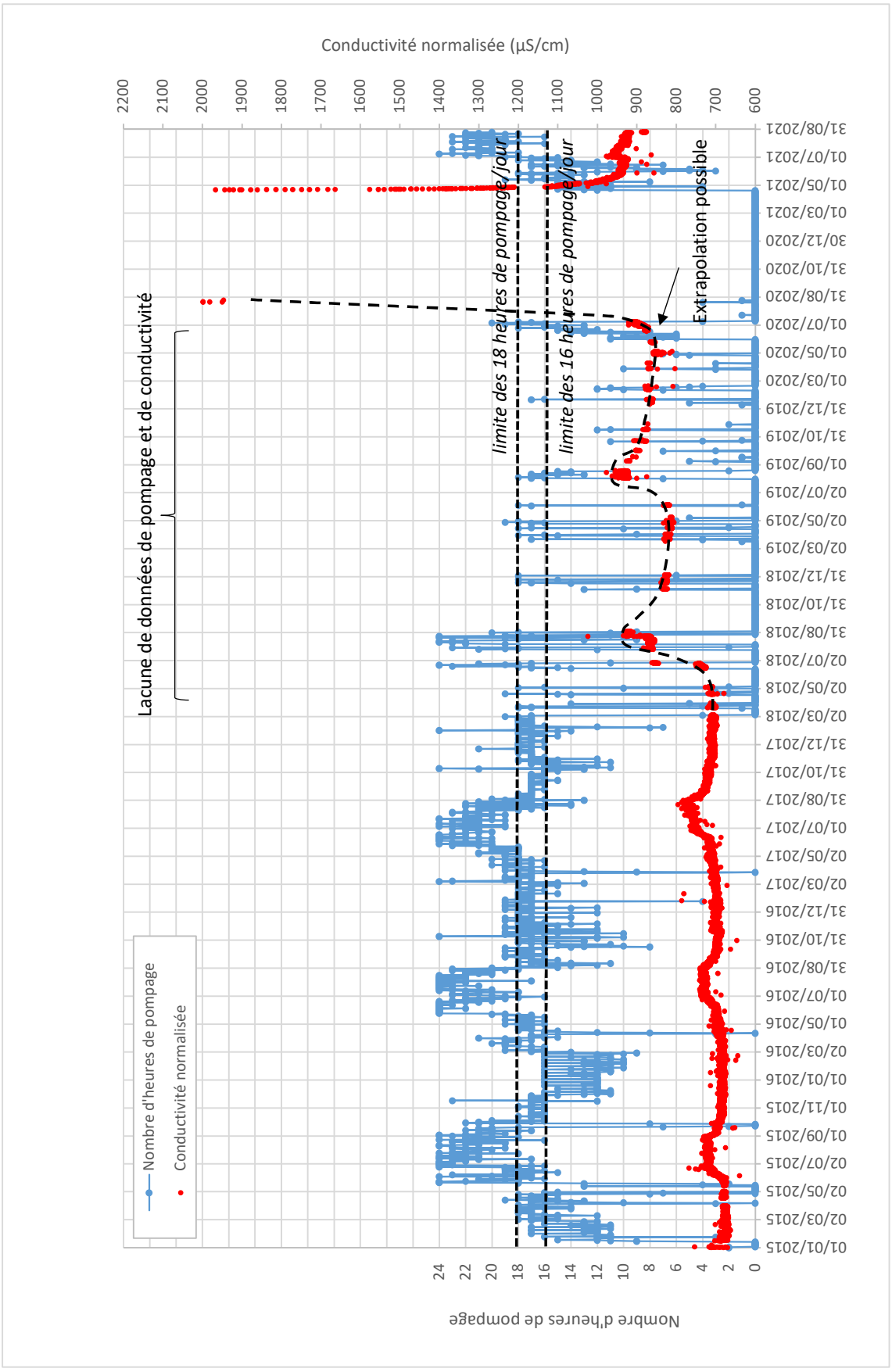



**Figure 145 : Relation entre temps de pompage et conductivité sur le forage CF3 à Leucate**

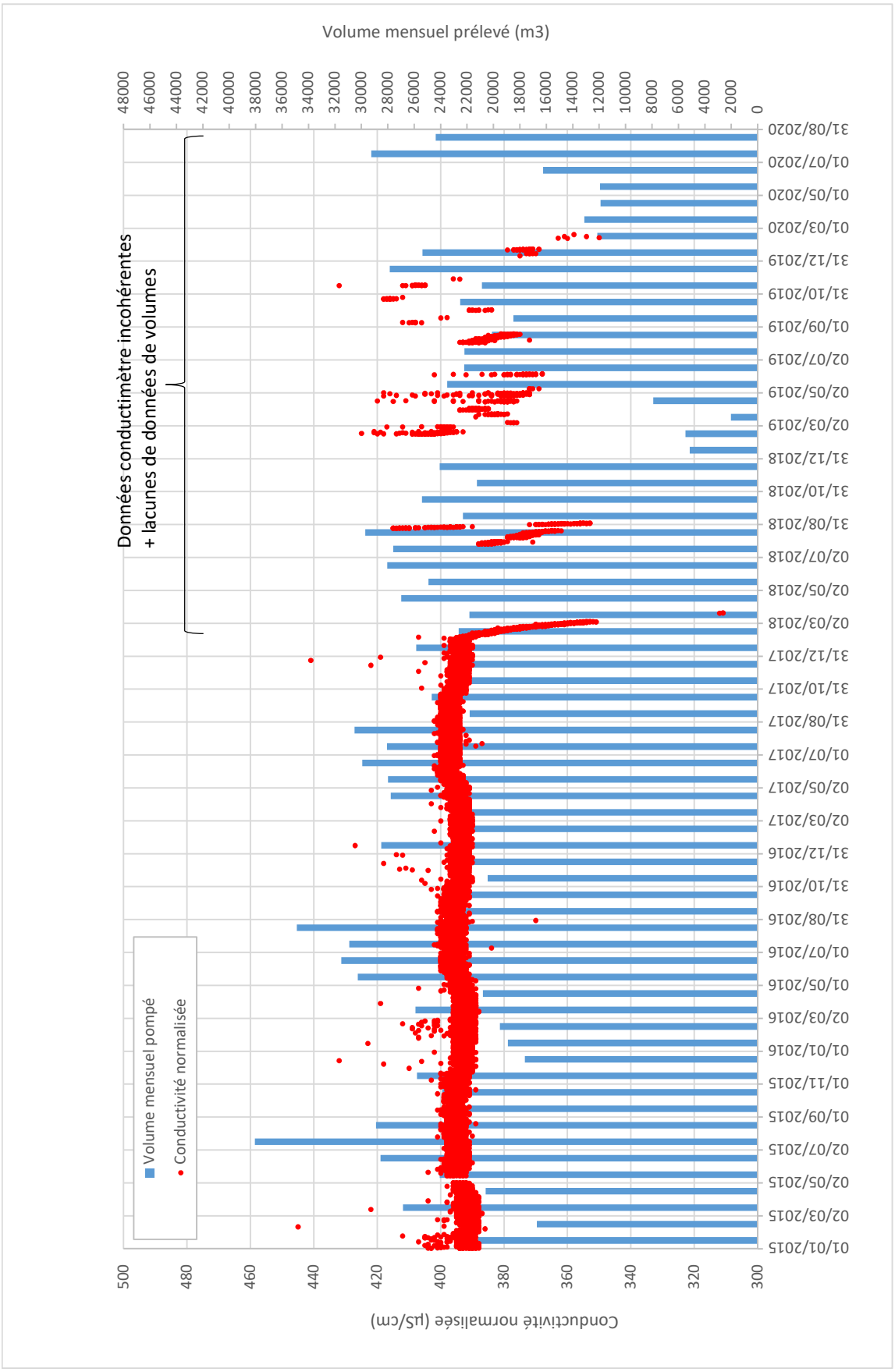



**Figure 146 : Relation entre volumes mensuels prélevés et conductivité sur le forage CF4 à Leucate**

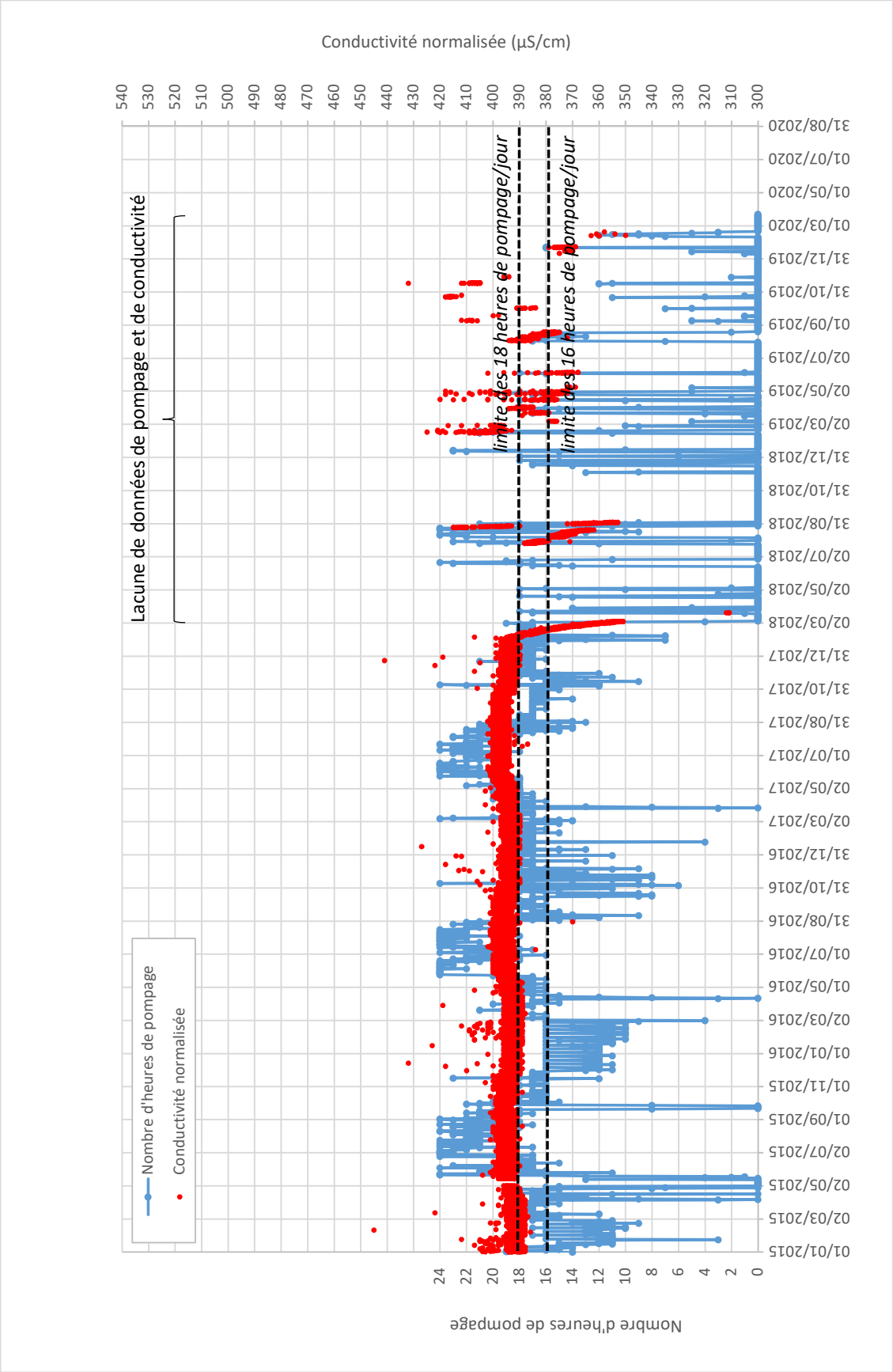



**Figure 147 : Relation entre temps de pompage et conductivité sur le forage CF4 à Leucate**

### 4.4.8 Relation entre nombre d'ouvrages environnants et chlorures

La figure suivante illustre pour chaque forage de suivi en chlorures sur le secteur de Barcarès-Lido, le nombre d'ouvrages de prélèvement existants dans un rayon de 1000 m (AEP, agricoles, …). Il semble qu'il y ait une relation établie : les ouvrages les plus contaminés en chlorures sont ceux qui présentent le plus grand nombre d'ouvrages de prélèvement environnants implantés dans le Quaternaire ou dans le Pliocène.

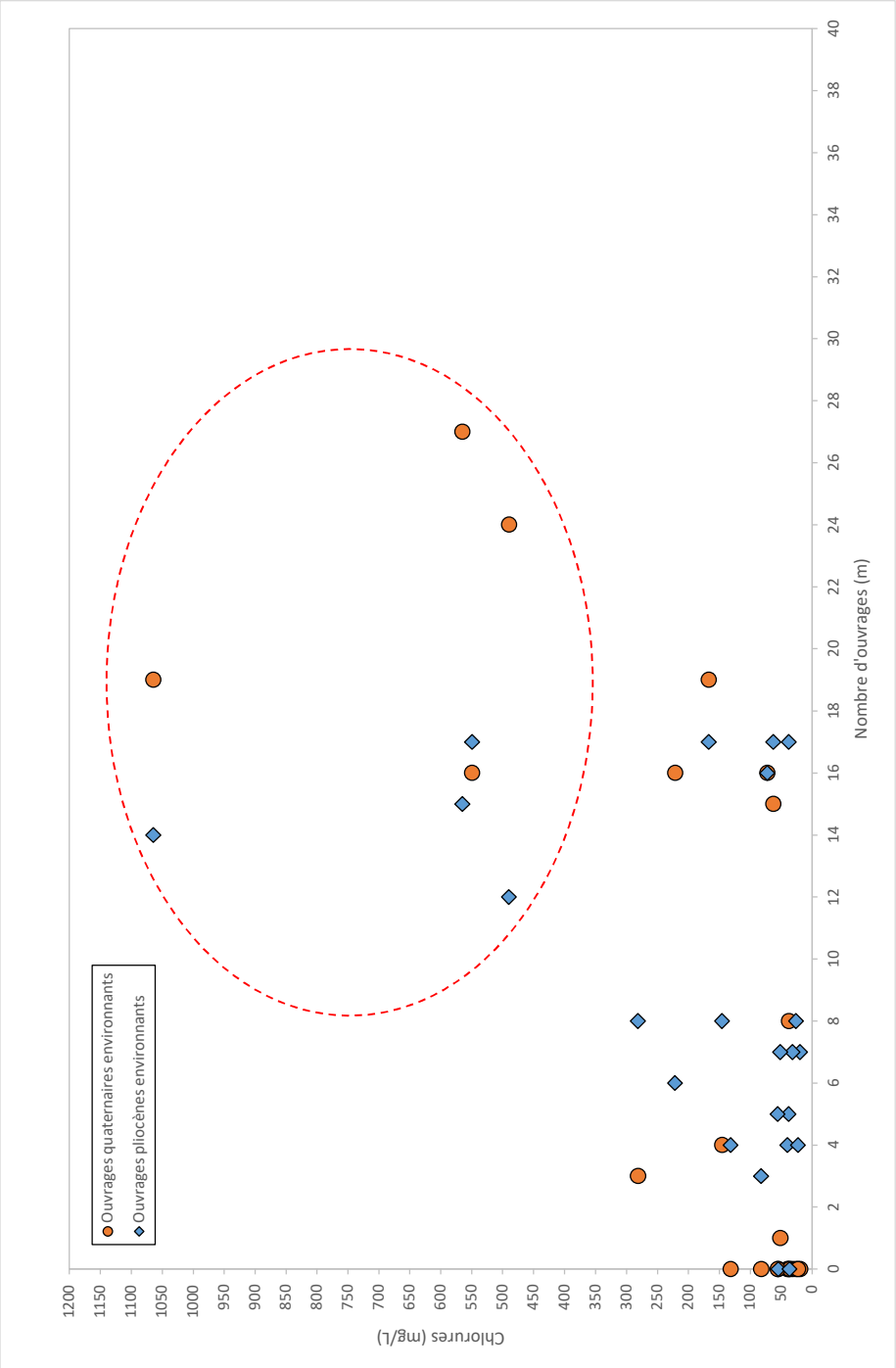



**Figure 148 : Relation entre nombre d'ouvrages de prélèvement environnants et chlorures sur le secteur Barcarès/Lido**

### 4.4.9 Relation entre piézométrie et chlorures

Sur le secteur Barcarès/Lido, les piézomètres de référence du réseau sont PN3, PN4, SN4 auxquels s'ajoutent F3 (Torreilles) au Sud de Barcarès et F3N4 (Saint-Laurent) à l'Ouest de Barcarès.

Les chroniques piézométriques des piézomètres de référence ont été utilisées dès lors que les données journalières étaient disponibles :

- PN3 : 1995-2020 ;
- PN4 : 1993-2020 ;
- SN4 : 1993-2013 ;
- F3 Torreilles : 1990-2020 ;
- F3N4 : 1994-2020.

#### *4.4.9.1 Relation entre piézométrie moyenne (à 1, 2 et 3 mois) et chlorures*

Sur chaque piézomètre, nous avons identifié le niveau piézométrique moyen au cours :

- Du mois précédent l'analyse chlorures (août) ;
- Des 2 mois précédents l'analyse chlorures (juillet/août) ;
- Des 3 mois précédents l'analyse chlorures (juin/juillet/août).

Dans un premier temps, la chronique « niveau piézométrique moyen » sur chaque piézomètre (à 1, 2 et 3 mois) a été croisée avec la chronique de chlorures dans le piézomètre considéré. Les résultats sont les suivants :

| | Degré de corrélation $R^2$ | Ajustement optimal |
|---|---|---|
| PN3 (BSS002MQMX) | 0.12 | 3 mois |
| PN4 (BSS002MQMW) | x | x |
| SN4 (BSS002MQMJJ) | Impossible car données chlorures disponibles >2016 | |
| F3 à Torreilles (BSS002MQMV) | 0.17 | 1 mois |
| F3N4 à Saint-Laurent (BSS002MQKX) | x | x |

**Tableau 12 : Degré de corrélation $R^2$ entre la teneur en chlorures et les niveaux piézométriques moyens dans les piézomètres du réseau dans le secteur Barcarès/Lido**

Il s'avère que le degré de relation est plutôt faible pour les piézomètres PN3 et F3 Torreilles (Figure 149 et Figure 150). Sur les piézomètres PN4 et F3N4, les relations sont même étonnamment anti-corrélées (Figure 151 et Figure 152).

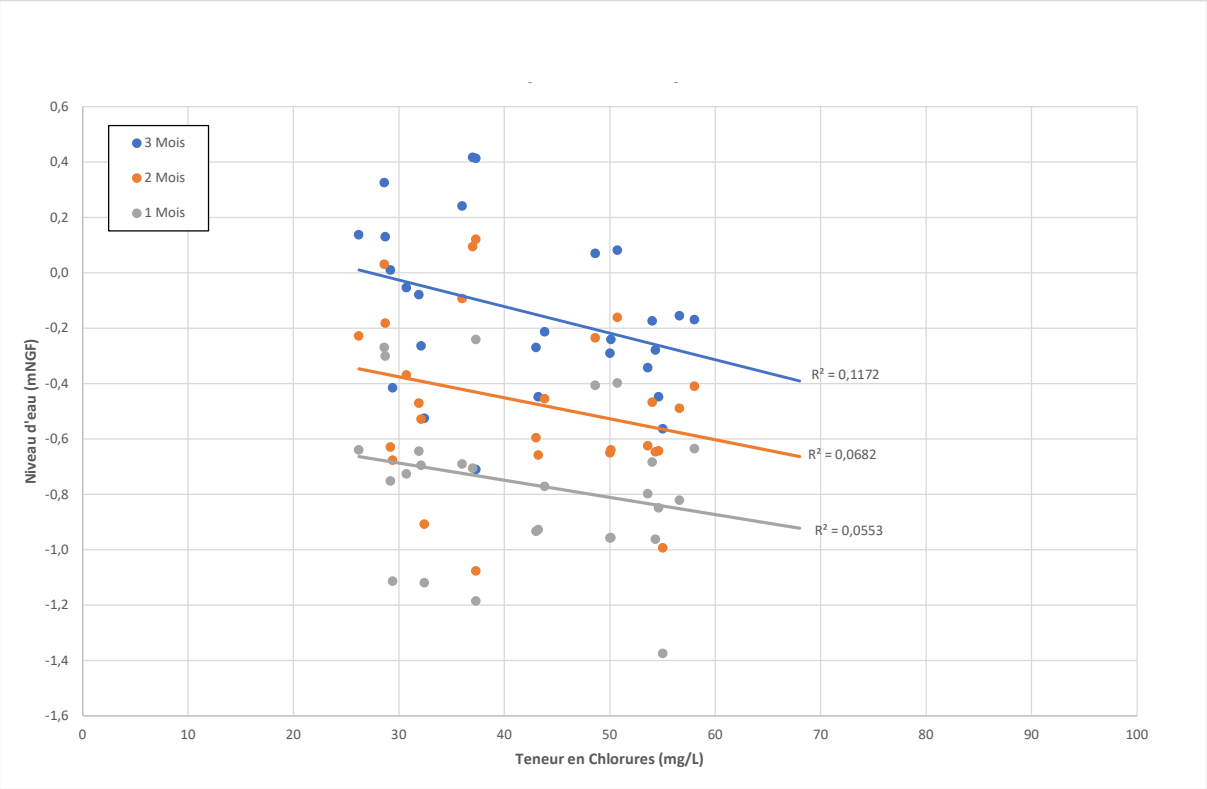



**Figure 149 : Relation entre le niveau piézométrique moyen (1, 2 et 3 mois) et la teneur en chlorures dans le piézomètre PN3 (BSS002MQMX)**

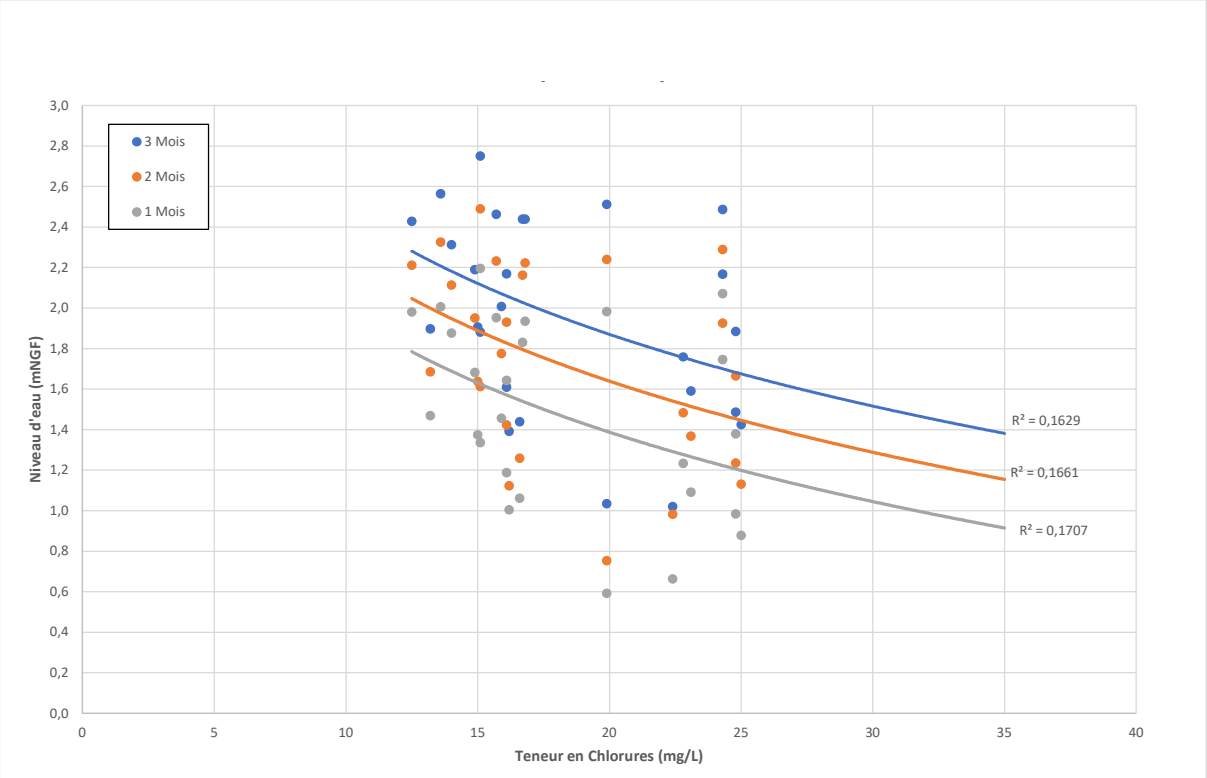



**Figure 150 : Relation entre le niveau piézométrique moyen (1, 2 et 3 mois) et la teneur en chlorures dans le piézomètre F3 à Torreilles (BSS002MQMV)**

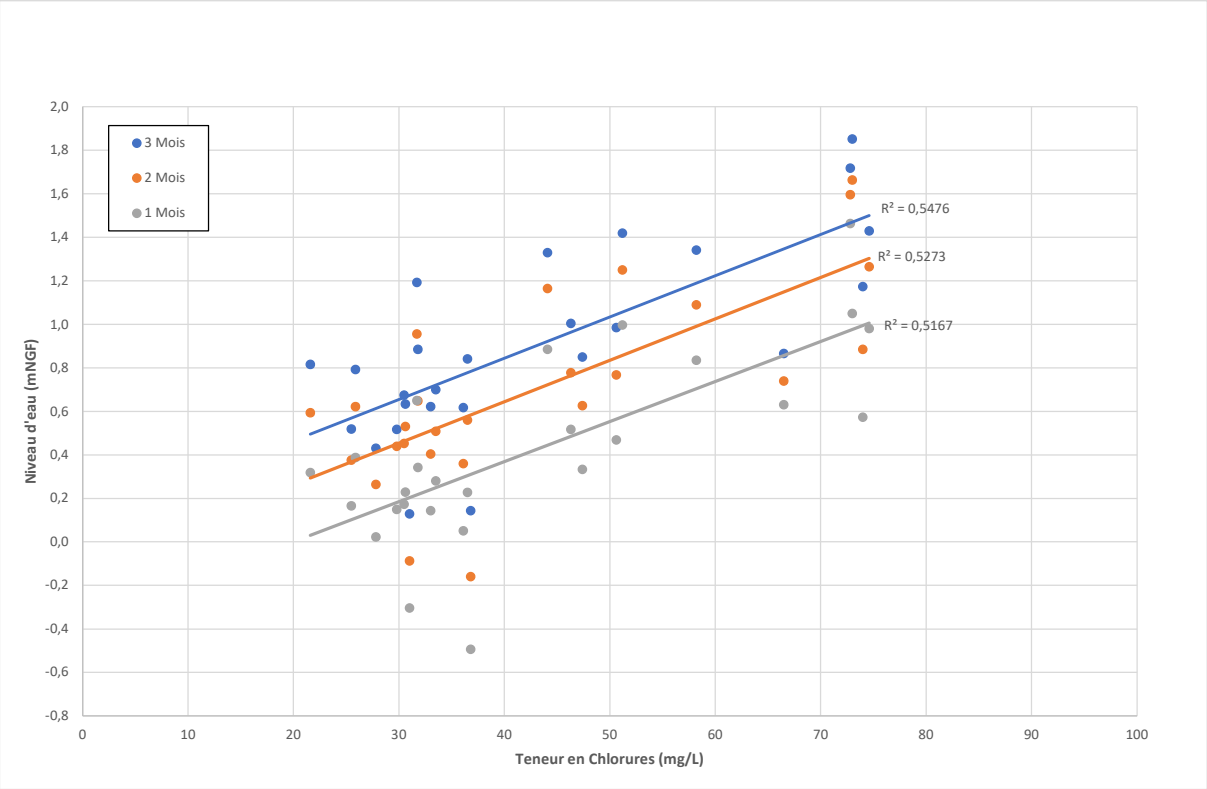



**Figure 151 : Relation entre le niveau piézométrique moyen (1, 2 et 3 mois) et la teneur en chlorures dans le piézomètre PN4 (BSS002MQMW)**

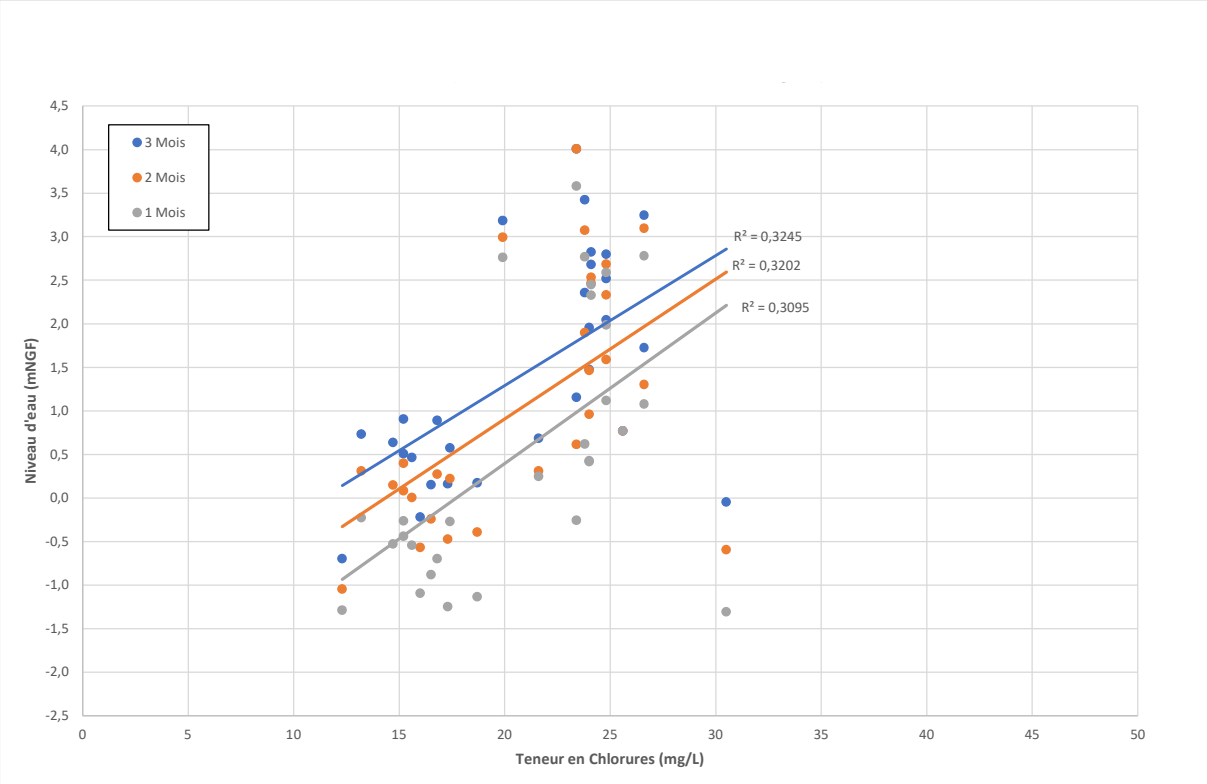



**Figure 152 : Relation entre le niveau piézométrique moyen (1, 2 et 3 mois) et la teneur en chlorures dans le piézomètre F3N4 (BSS002MQKX)**

Dans un second temps, la chronique « niveau piézométrique moyen » sur chaque piézomètre (à 1, 2 et 3 mois) a été croisée avec les chroniques de chlorures sur les ouvrages du réseau suivis les plus proches. Les résultats sont les suivants :

| | PN3 (BSS002MQMX) | | F3 Torreilles (BSSMQMV) | | SN4 (BSS002MQJJ) | | PN4 (BSS002MQMW) | | F3N4 (BSS002MQKX) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $R^2$ | Ajustement optimal | $R^2$ | Ajustement optimal | $R^2$ | Ajustement optimal | $R^2$ | Ajustement optimal | $R^2$ | Ajustement optimal |
| Camping Croix du Sud (BSS002MQNE) | 0.27 | 1 mois | 0.59 | 1 mois | x | x | x | x | 0.11 | 3 mois |
| Camping Pré Catalan (BSS002MQLU) | 0.02 | 1 mois | 0.11 | 1 mois | x | x | x | x | x | x |
| Camping l'Oasis (BSSMQLS) | x | x | 0.05 | 1 mois | x | x | x | x | x | x |
| Camping California (BSS002MQLV) | x | x | 0.79 | 3 mois | x | x | x | x | x | x |
| Camping Soleil Bleu (BSS002MQKT) | 0.10 | 2 mois | x | x | x | x | x | x | 0.30 | 1 mois |
| Pépinière PEYRET (BSS002MQMF) | x | x | 0.30 | 3 mois | x | x | x | x | 0.19 | 2 mois |
| ARMENGAU (BSS002MQMR) | 0.02 | 3 mois | 0.50 | 3 mois | x | x | x | x | 0.10 | 2 mois |
| VVF TOURRE (BSS002MQLT) | 0.06 | 3 mois | x | x | x | x | x | x | 0.18 | 3 mois |
| Estanyot (BSS002MQLG) | 0.05 | 3 mois | x | x | 0.12 | 1 mois | 0.15 | 3 mois | x | x |
| Bouzigues Stade (BSS002MQNV) | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| PTT (BSS002MQNB) | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Pierre et Vacances (BSS002MQND) | x | x | x | x | 0.57 | 1 mois | 0.57 | 1 mois | x | x |
| Portes du Roussillon (BSS002QNG) | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Sardanne (BSS002MQMJ) | x | x | x | x | 0.10 | 2 mois | x | x | x | x |

**Tableau 13 : Degré de corrélation $R^2$ entre la teneur en chlorures dans les forages suivis et le niveau piézométrique moyen sur les piézomètres considérés**

Au regard de ces résultats, il apparait que le degré de corrélation est plutôt faible voire inexistant pour la majorité des ouvrages testés à l'exception du forage ARMENGAU, du forage du camping California et celui du camping Croix du Sud (N3) où les teneurs en chlorures pourraient être reliées au niveau moyen piézométrique enregistré sur le piézomètre F3 de Torreilles au cours des mois de juin à août.

Concernant le forage de Pierre et Vacances, il est plus difficile de conclure quant à un lien avéré étant donné que l'ouvrage (N3) n'est pas implanté dans le même aquifère que le piézomètre de surveillance (SN4) avec qui une relation pourrait être établi. Donc la relation présentée doit être prise avec précautions.

Par extrapolation pour les forages ARMENGAU, du camping Croix du Sud et du camping California, on pourrait donc proposer en première approche que :

- Les teneurs en chlorures atteignent la valeur de 200 mg/L dans le forage ARMEGAU pour un niveau moyen piézométrique d'environ +1.95 m NGF sur l'ouvrage F3 Torreilles sur les 3 mois d'été ;
- Les teneurs en chlorures atteignent la valeur de 200 mg/L dans le forage du camping Croix du Sud pour un niveau moyen piézométrique d'environ +2 m NGF sur l'ouvrage F3 Torreilles sur le mois d'août ;
- Les teneurs en chlorures atteindraient la valeur de 200 mg/L dans le forage du camping Le California pour un niveau moyen piézométrique d'environ +0.60 m NGF sur l'ouvrage F3 Torreilles sur les 3 mois d'été.

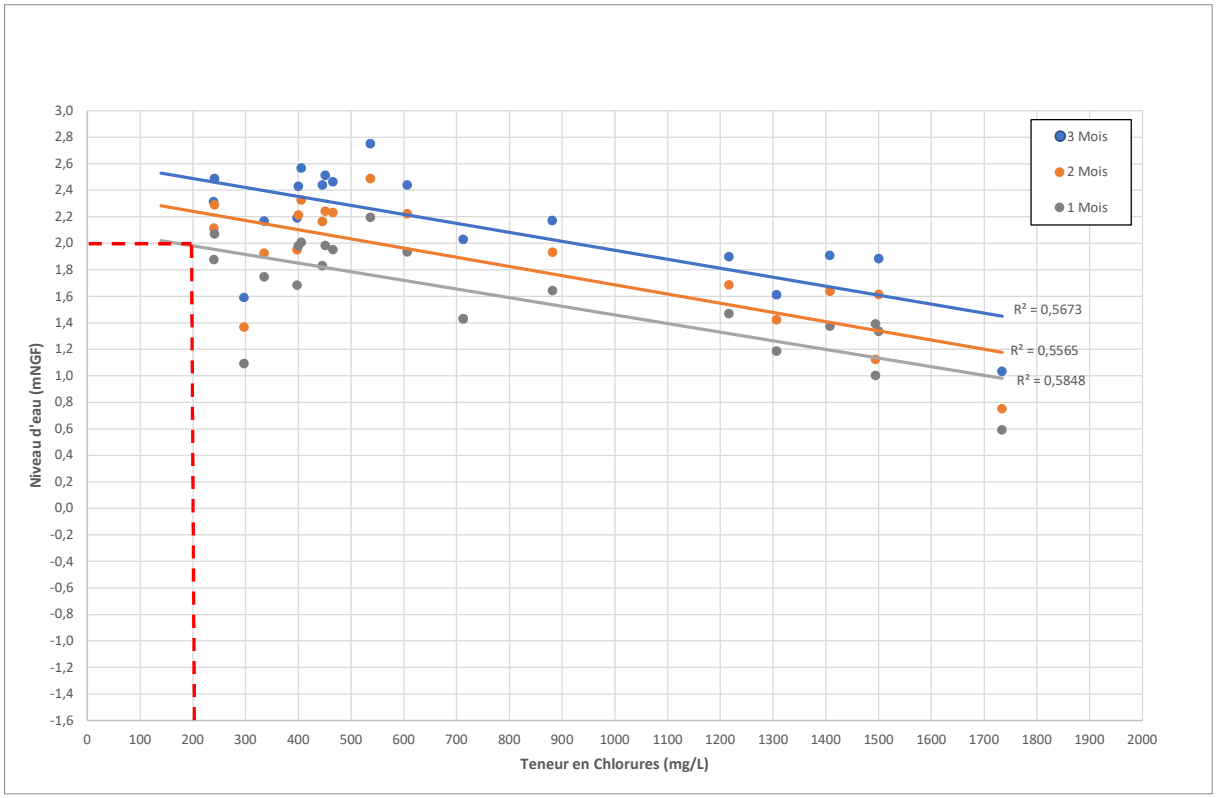



**Figure 153 : Relation entre le niveau piézométrique moyen (1, 2 et 3 mois) dans le piézomètre F3 Torreilles (BSS002MQMV) et la teneur en chlorures dans le forage du camping Croix du Sud (BSS002MQNE)**

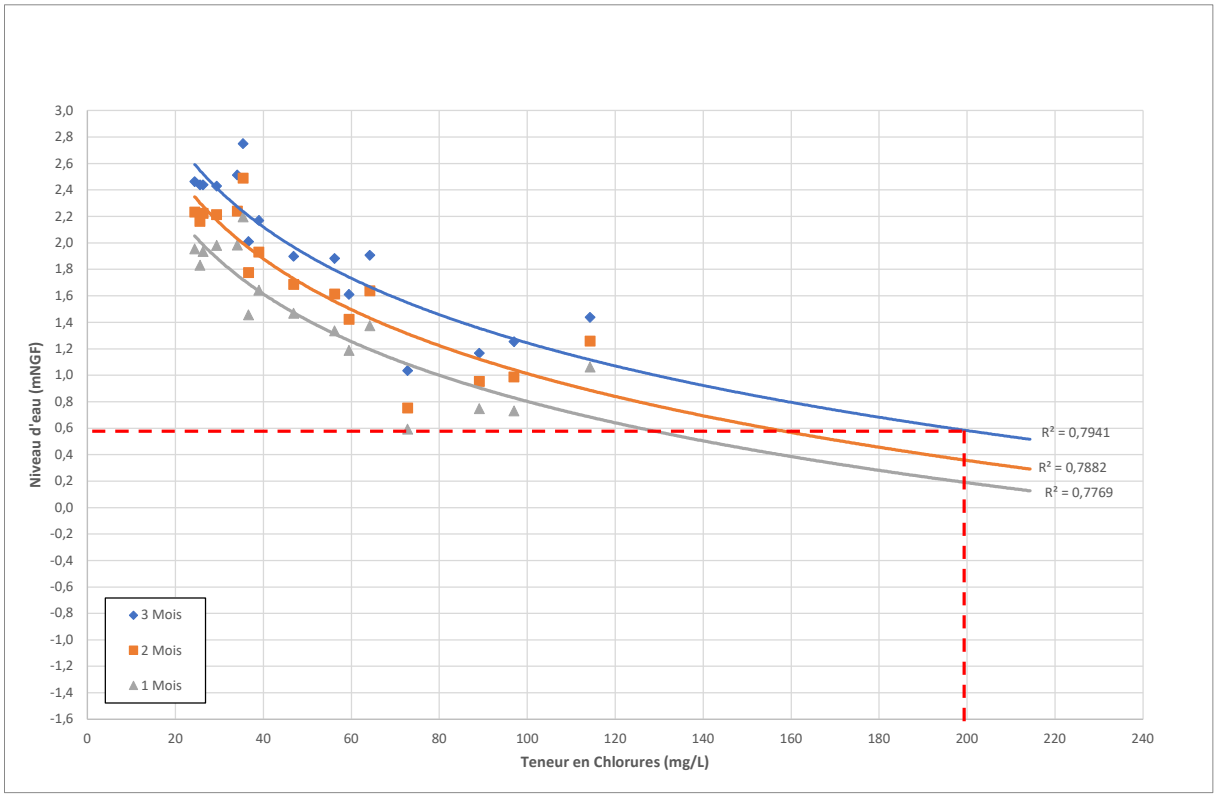



**Figure 154 : Relation entre le niveau piézométrique moyen (1, 2 et 3 mois) dans le piézomètre F3 Torreilles (BSS002MQMV) et la teneur en chlorures dans le forage du camping California (BSS002MQLV)**

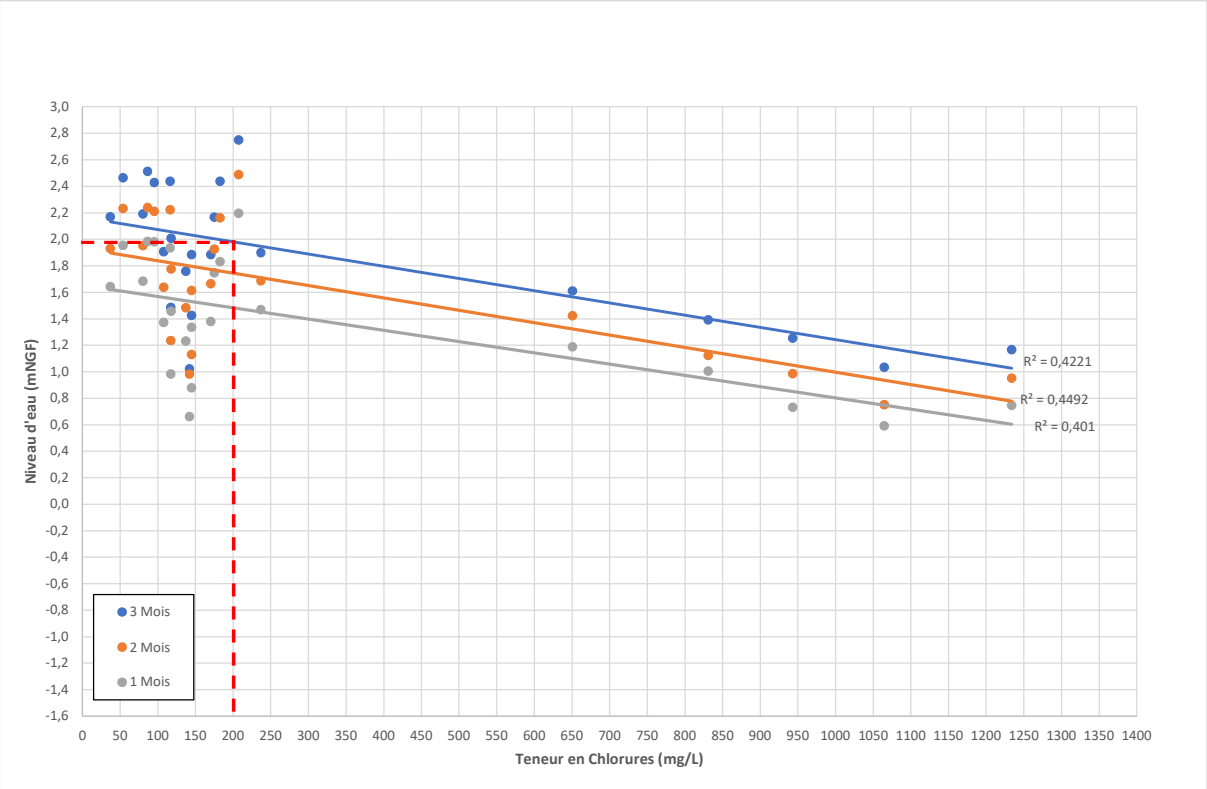



**Figure 155 : Relation entre le niveau piézométrique moyen (1, 2 et 3 mois) dans le piézomètre F3 Torreilles (BSS002MQMV) et la teneur en chlorures dans le forage ARMENGAU (BSS002MQMR)**

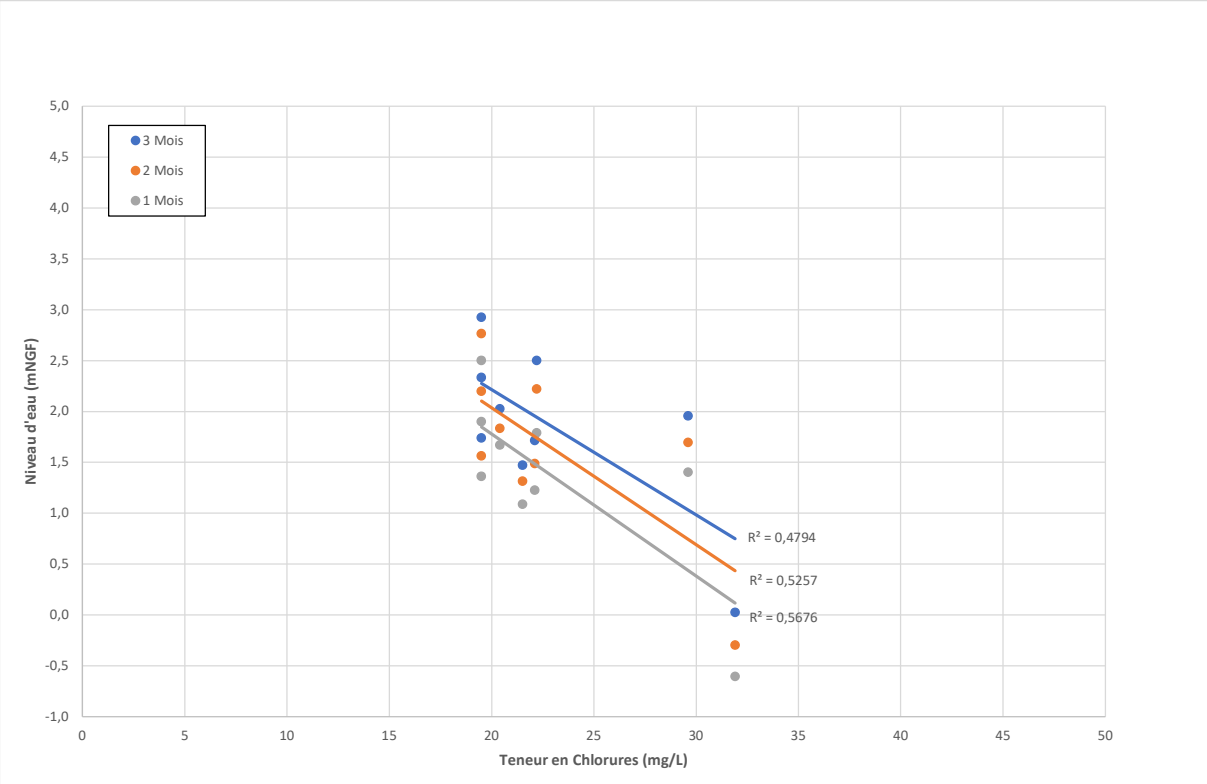



**Figure 156 : Relation entre le niveau piézométrique moyen (1, 2 et 3 mois) dans le piézomètre SN4 (BSS002MQJJ) et la teneur en chlorures dans le forage Pierre et Vacances (BSS002MNQND)**

Les ouvrages ARMENGAU et camping Croix du Sud (N3) présentent la même évolution : ils sont déjà fortement contaminés et présentent la même tendance évolutive à l'augmentation, ce qui pourrait refléter un certain conservatisme des chlorures dans l'aquifère d'une année sur l'autre même en période de faible consommation. C'est pourquoi nous proposons de réaliser sur ces deux ouvrages cette même analyse avec les niveaux piézométriques moyens sur F3 Torreilles mais avec un pas de temps de 12 mois. Les résultats sont illustrés sur la Figure 157. Il apparait que la teneur en chlorures dans le forage ARMENGAU semble corrélée avec le niveau moyen annuel dans le piézomètre F3 ($R^2$=0.50). On pourrait donc proposer en première approche que la teneur en chlorures atteint la valeur de 200 mg/L dans le forage ARMEGAU pour un niveau moyen piézométrique annuel d'environ +2.40 m NGF sur F3 Torreilles.

A l'inverse, le forage du camping Croix du Sud montre un coefficient de corrélation faible.

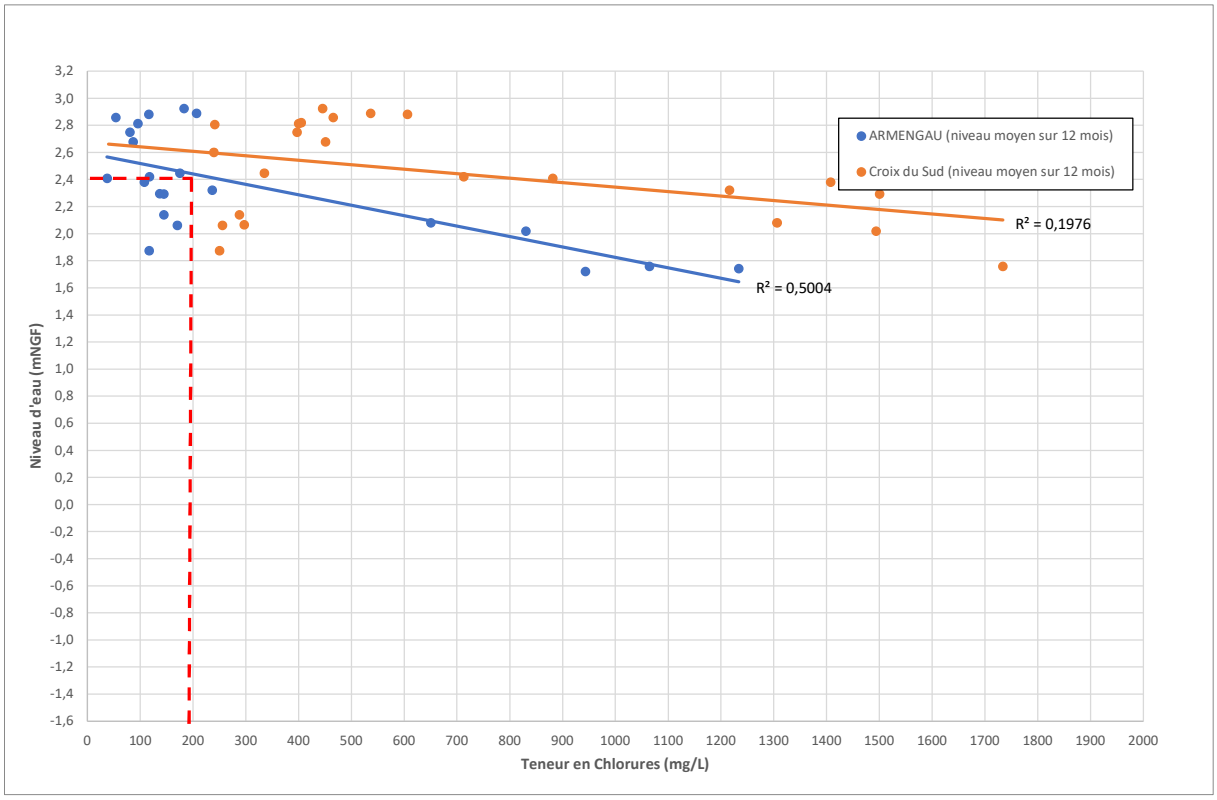



**Figure 157 : Relation entre le niveau piézométrique moyen (12 mois) dans le piézomètre F3 Torreilles (BSS002MQMV) et la teneur en chlorures dans le forage ARMENGAU (BSS002MQMR) et Croix du Sud (BSS002MQNE)**

Au final, avec ces seuils proposés à 1, 3 et 12 mois, il est important de vérifier la réversibilité de la situation dans le temps, notamment sur la base des ouvrages déjà impactés (ARMENGAU et camping Croix du Sud). Les résultats sont illustrés sur les figures suivantes :

- Pour l'ouvrage ARMENGAU (Figure 158), la baisse continue et importante du niveau piézométrique moyen à 3 et 12 mois à partir de 2013 sur le piézomètre F3 de Torreilles coïncide avec l'augmentation importante de la teneur en chlorures. Réciproquement, les dernières analyses de septembre 2019 et 2020 sembleraient indiquer une baisse de la teneur en chlorures consécutivement à la remontée des niveaux d'eau moyens sur 3 mois depuis 2017.

- Pour l'ouvrage du camping Croix du Sud (Figure 159), la baisse continue et importante du niveau piézométrique moyen sur le mois d'août à partir de 2013 sur le piézomètre F3 de Torreilles coïncide avec l'augmentation importante de la teneur en chlorures. Malheureusement, l'absence de données chlorures après 2017 (ouvrage rebouché en 2017) ne permet plus de vérifier l'éventuelle inversion de tendance parallèlement à la remontée des niveaux moyens depuis 2017.

- Pour l'ouvrage du camping California (Figure 160), la baisse continue du niveau piézométrique moyen à 3 mois depuis 2007 sur le piézomètre F3 de Torreilles coïncide avec l'augmentation continue de la teneur en chlorures. Réciproquement, la dernière analyse de septembre 2020 sembleraient indiquer une baisse de la teneur en chlorures consécutivement à la remontée des niveaux d'eau moyens sur 3 mois depuis 2017.

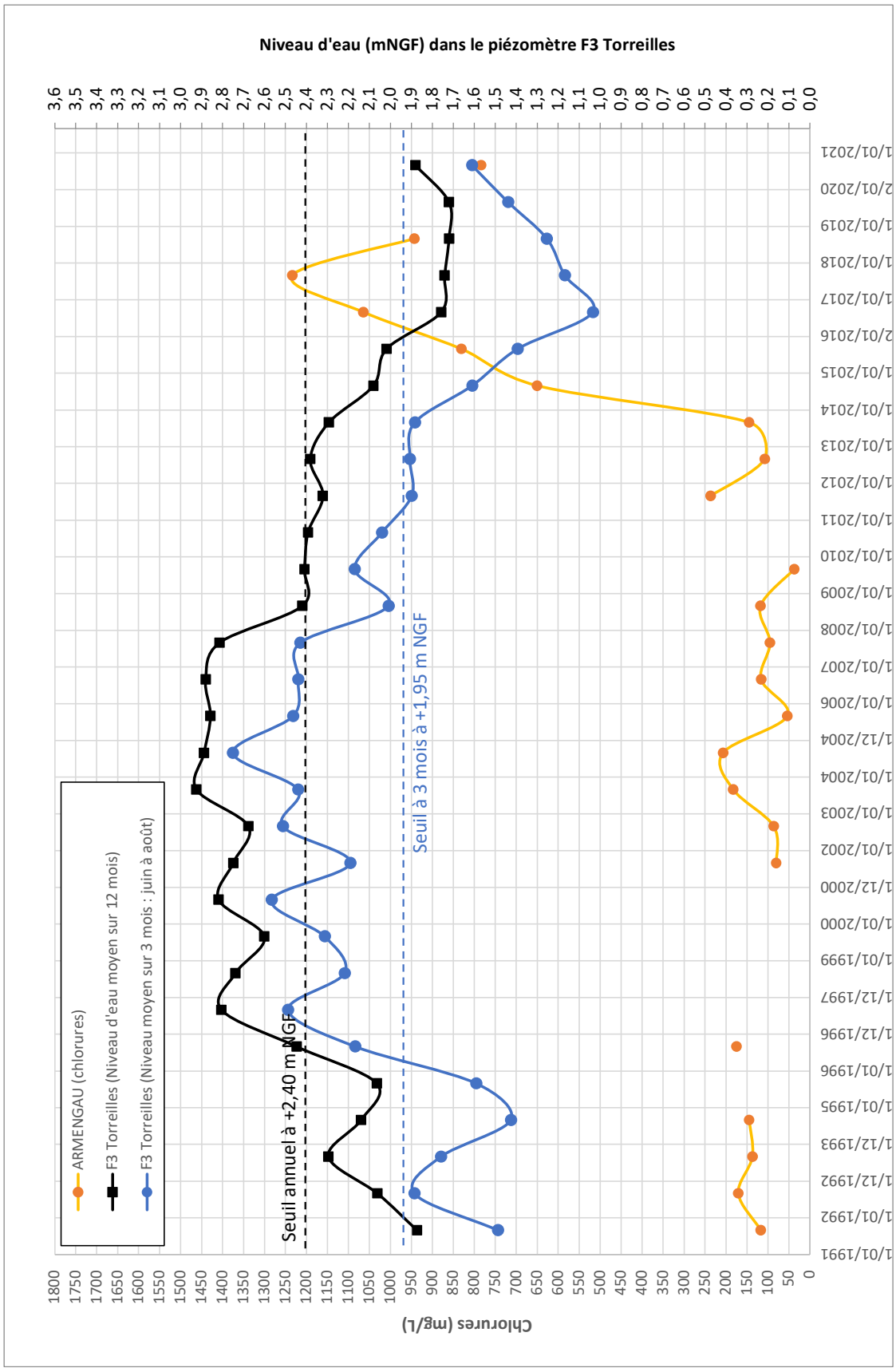



**Figure 158 : Evolution temporelle du niveau piézométrique moyen à 3 mois dans le piézomètre F3 Torreilles (BSS002MQMV) et la teneur en chlorures dans le forage ARMENGAU (BSS002MQMR)**

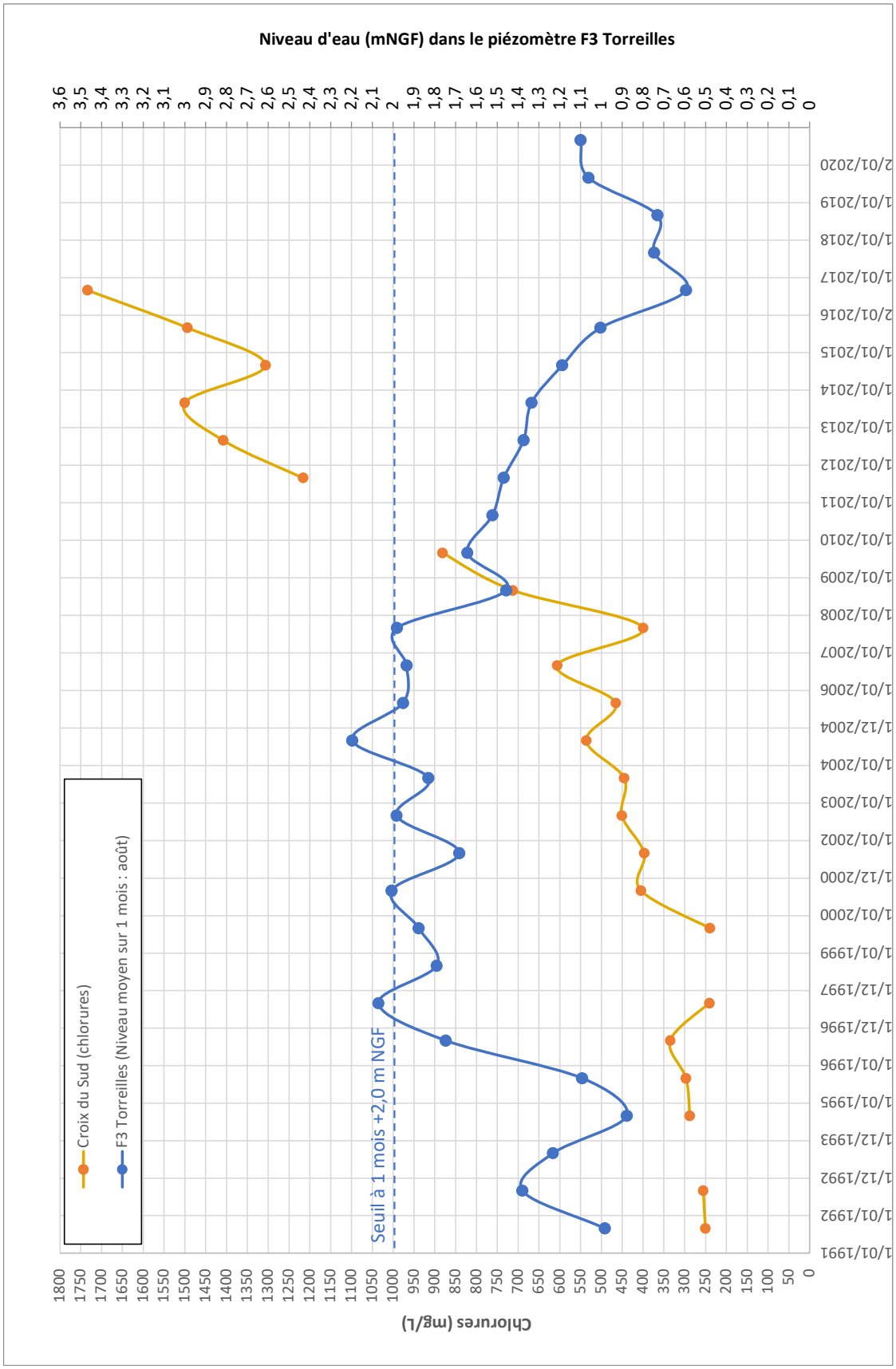



**Figure 159 : Evolution temporelle du niveau piézométrique moyen à 1 mois dans le piézomètre F3 Torreilles (BSS002MQMV) et la teneur en chlorures dans le forage du camping Croix du Sud (BSS002MQNE)**

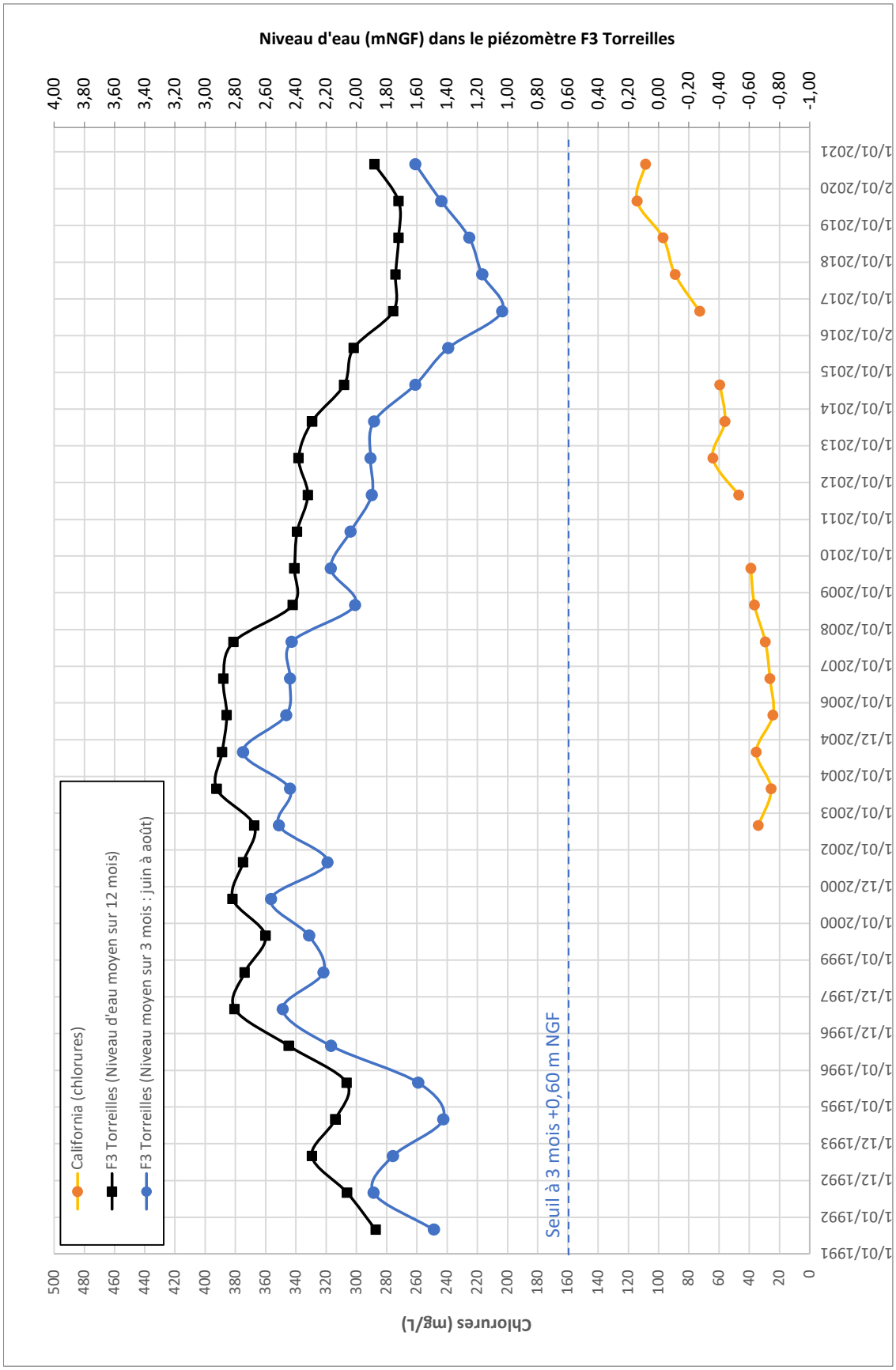



**Figure 160 : Evolution temporelle du niveau piézométrique moyen à 1 mois dans le piézomètre F3 Torreilles (BSS002MQMV) et la teneur en chlorures dans le forage du camping California (BSS002MQLV)**

### *4.4.9.2 Relation entre nombre de jours par an un sous un seuil piézométrique et chlorures*

Nous avons étudié la relation pouvant exister entre les teneurs en chlorures dans les ouvrages de suivis et le nombre de jours par an où le niveau d'eau dans les piézomètres de suivis est inférieur à certains seuils. Pour ce faire, et selon la piézométrie de certains ouvrages, nous avons ciblé plusieurs seuils (en m NGF) :

- +2.5 m / +2 m / +1.5 m / +1 m / +0.75 m / +0.5 m / + 0.25 m ;
- 0 m / -0.25 m / -0.5 m / -0.75 m / -1 m / -1.25 m / -1.5 m.

Dans un premier temps, chaque chronique « nombre de jours par an sous un certain seuil » sur chaque piézomètre a été croisée avec la chronique de chlorures dans le piézomètre considéré. Les résultats sont les suivants :

| | Degré de corrélation $R^2$ | Ajustement optimal |
|---|---|---|
| PN3 (BSS002MQMX) | 0.22 | Seuil +1 m NGF |
| PN4 (BSS002MQMW) | x | x |
| SN4 (BSS002MQMJJ) | Impossible car données chlorures disponibles >2016 | |
| F3 à Torreilles (BSS002MQMV) | 0.07 | Seuil +1 m NGF |
| F3N4 à Saint-Laurent (BSS002MQKX) | x | x |

**Tableau 14 : Degré de corrélation $R^2$ entre la teneur en chlorures et les seuils piézométriques dans les piézomètres du réseau dans le secteur Barcarès/Lido**

Il s'avère que le degré de relation est relativement faible voire la relation est anti-corrélée (cas de SN4). Un exemple d'analyse sur le piézomètre PN3 est présenté en Figure 161.

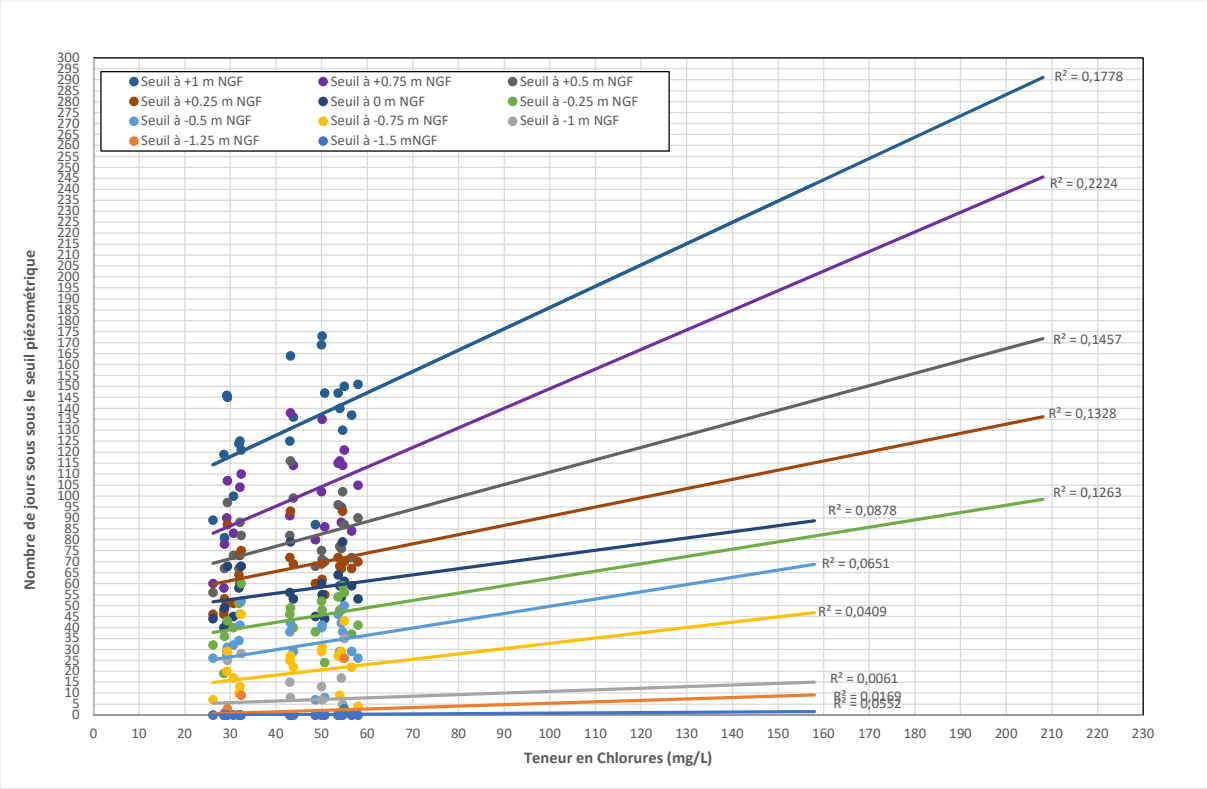



**Figure 161 : Relation entre la teneur en chlorures et les seuils piézométriques dans le piézomètre PN3 (BSS002MQMX)**

Dans un second temps, la chronique « nombre de jours par an sous un certain seuil » sur chaque piézomètre a été croisée avec les chroniques de chlorures sur les ouvrages suivis du réseau les plus proches. Les résultats sont les suivants :

| | PN3 (BSS002MQMX) | | F3 Torreilles (BSS002MQMV) | | SN4 (BSS002MQMJJ) | | PN4 (BSS002MQMW) | | F3N4 (BSS002MQKX) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $R^2$ | Ajustement optimal | $R^2$ | Ajustement optimal | $R^2$ | Ajustement optimal | $R^2$ | Ajustement optimal | $R^2$ | Ajustement optimal |
| Camping Croix du Sud (BSS002MQNE) | 0.25 | Seuil -0.75 m NGF | 0.29 | Seuil +2 m NGF | x | x | x | x | 0.16 | Seuil +0.75 m NGF |
| Camping Pré Catalan (BSS002MQLU) | x | x | 0.14 | Seuil +2.5 m NGF | x | x | x | x | x | x |
| Camping l'Oasis (BSSMQLS) | x | x | 0.08 | Seuil +2.5 m NGF | x | x | x | x | x | x |
| Camping California (BSS002MQLV) | x | x | 0.89 | Seuil +2 m NGF | x | x | x | x | x | x |
| Camping Soleil Bleu (BSS002MQKT) | 0.30 | Seuil -0.25 m NGF | x | x | x | x | x | x | 0.07 | Seuil -0.5 m NGF |
| Pépinière PEYRET (BSS002MQMF) | 0.13 | Seuil +1 m NGF | 0.56 | Seuil +2 m NGF | x | x | x | x | 0.05 | Seuil -1.25 m NGF |
| ARMENGAU (BSS002MQMR) | 0.17 | Seuil +0.75 m NGF | 0.70 | Seuil +2 m NGF | x | x | x | x | 0.01 | Seuil +0.5 m NGF |
| VVF TOURRE (BSS002MQLT) | 0.06 | Seuil +0.25 m NGF | x | x | x | x | x | x | 0.12 | Seuil + 0.5 m NGF |
| Estanyot (BSS002MQLG) | 0.18 | Seuil +0.75 m NGF | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Bouzigues Stade (BSS002MQNV) | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| PTT (BSS002MQNB) | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Pierre et Vacances (BSS002MQND) | x | x | x | x | x | x | 0.63 | Seuil 0 m NGF | x | x |
| Portes du Roussillon (BSS002QNG) | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Sardanne (BSS002MQMJ) | x | x | x | x | x | x | 0.02 | Seuil +0.75 m NGF | x | x |

**Tableau 15 : Degré de corrélation $R^2$ entre la teneur en chlorures dans les forages suivis et le nombre de jours sous le niveau seuil sur les piézomètres considérés**

Au regard de ces résultats, il apparait que le degré de corrélation est plutôt faible voire inexistant pour la majorité des ouvrages testés corrélés avec les piézomètres de surveillance dans l'aquifère N4. A l'inverse certains ouvrages présentent de bonnes corrélations entre leurs chroniques de chlorures et les piézomètres de surveillance de l'aquifère N3. C'est le cas des forages :

- Pierre et Vacances bien corrélés avec le piézomètre PN4 ;
- Pépinière PEYRET, ARMENGAU et camping California, bien corrélés avec le piézomètre F3 de Torreilles.

Concernant le forage de Pierre et Vacances, il est de nouveau plus difficile de conclure quant à un lien avéré étant donné que l'ouvrage (N3) n'est pas implanté dans le même aquifère que le piézomètre de surveillance (N4). Donc la relation présentée doit être prise avec précautions.

Par extrapolation, pour les forages présentant un degré de corrélation, on pourrait donc proposer en première approche que :

- Les teneurs en chlorures dépassent la valeur de 200 mg/L dans le forage du camping California dès lors que le niveau piézométrique passe sous +2 m NGF plus de 270 jours sur le piézomètre F3 de Torreilles (Figure 162) ;
- Les teneurs en chlorures dépassent la valeur de 200 mg/L dans le forage de la pépinière PEYRET dès lors que le niveau piézométrique passe sous +2 m NGF plus de 34 jours sur le piézomètre F3 de Torreilles (Figure 163) ;
- Les teneurs en chlorures dépassent la valeur de 200 mg/L dans le forage ARMENGAU dès lors que le niveau piézométrique passe sous +2 m NGF plus de 44 jours sur le piézomètre F3 de Torreilles (Figure 164) ;

Pour ces trois forages, les seuils piézométriques en-deçà duquel les teneurs en chlorures dépasseraient 200 mg/L concordent autour de +2 m NGF. Concernant, le nombre de jours par an, il concorde également pour les ouvrages ARMENGAU et PEYRET (34 à 44 jours).

Toutefois, il faut garder à l'esprit que même avec un degré de corrélation « important », il y a encore beaucoup d'incertitudes compte tenu de la disparité des valeurs en chlorures mesurées (exemple de la Figure 163 : $R^2$=0.56 pour le forage PEYRET corrélés avec les niveaux d'eau dans le piézomètre F3 de Torreilles pour un seuil de +2 m NGF).

Enfin, en termes d'évolution temporelle des chlorures dans ces 3 forages (Figure 165 à Figure 167) la réversibilité est difficilement observable.

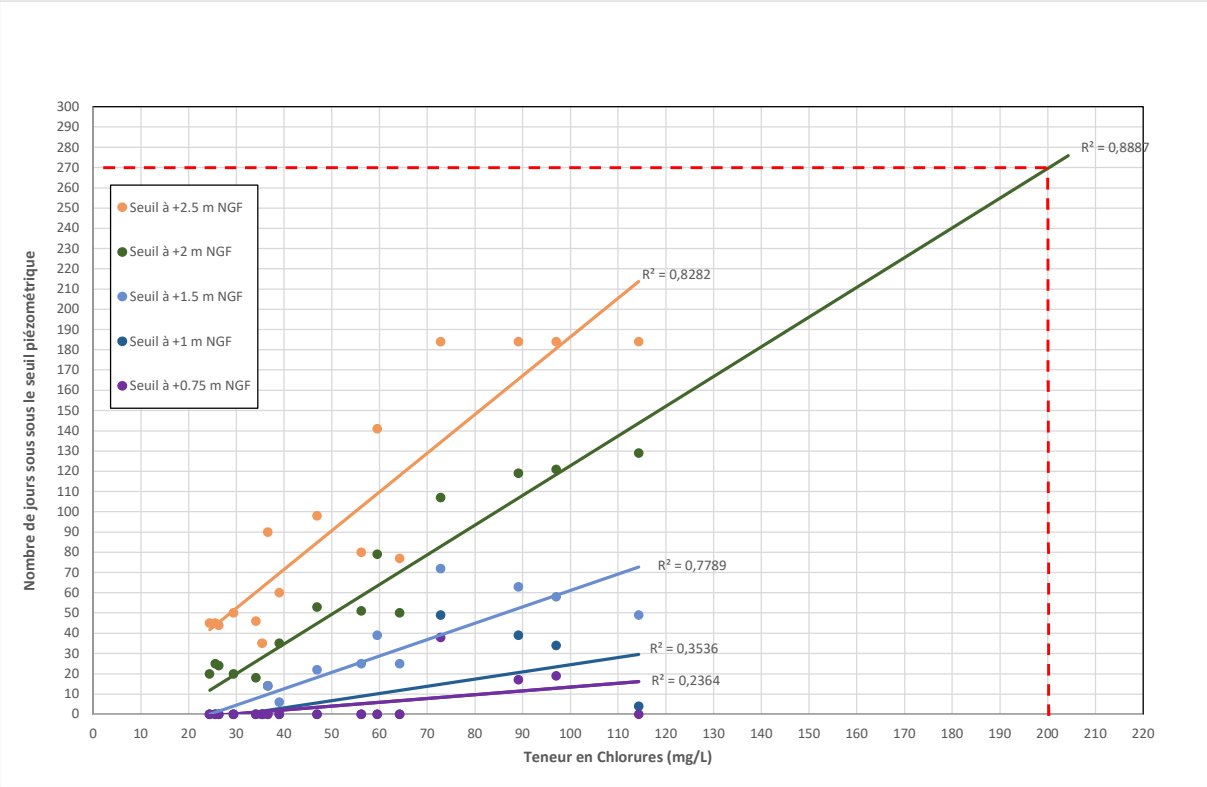



**Figure 162 : Relation entre le nombre de jours par an sous un seuil piézométrique sur le piézomètre F3 (BSS002MQMV) et la teneur en chlorures dans le forage du camping California (BSS002MQLV)**

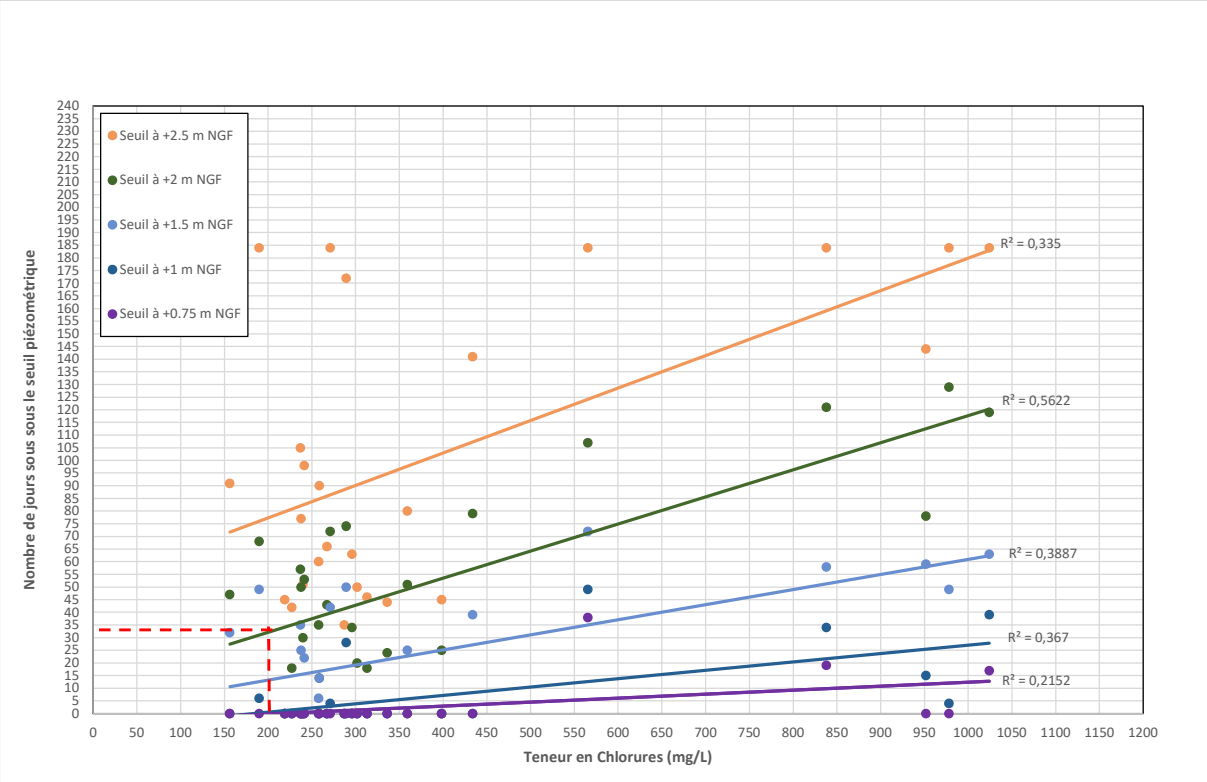



**Figure 163 : Relation entre le nombre de jours par an sous un seuil piézométrique sur le piézomètre F3 (BSS002MQMV) et la teneur en chlorures dans le forage de la pépinière PEYRET (BSS002MQMF)**

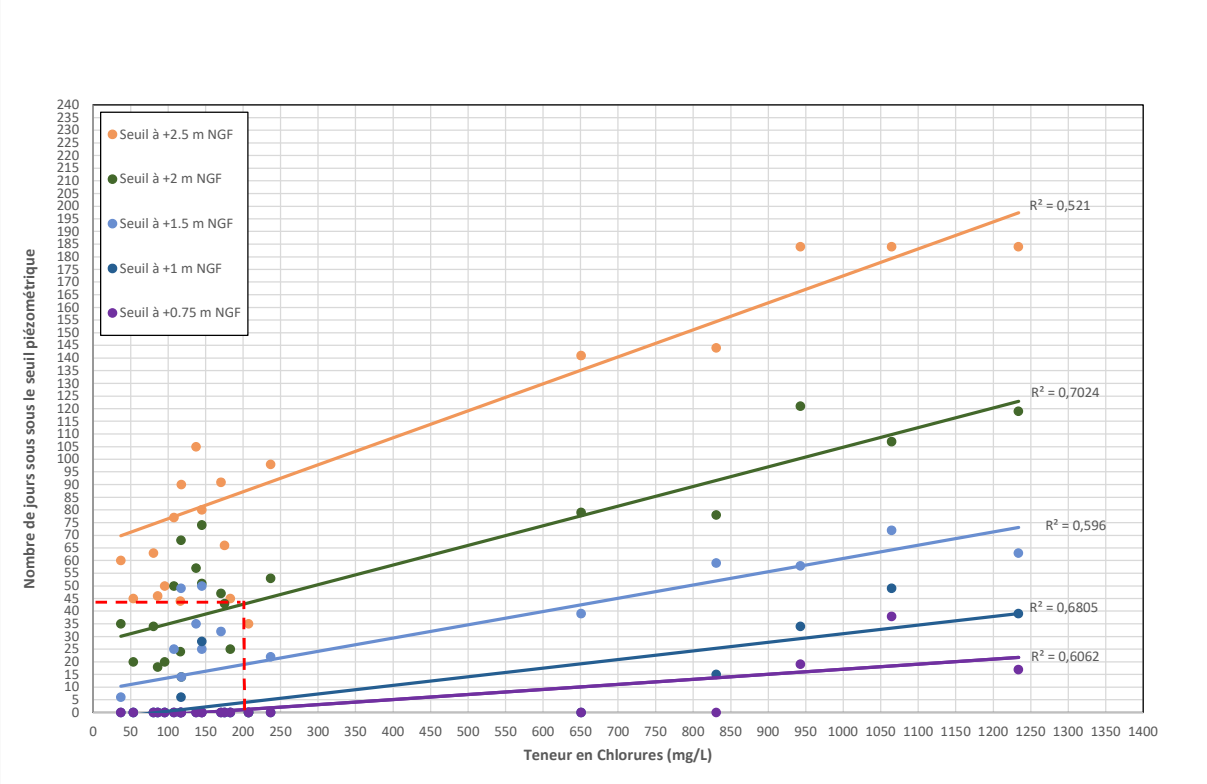



**Figure 164 : Relation entre le nombre de jours par an sous un seuil piézométrique sur le piézomètre F3 (BSS002MQMV) et la teneur en chlorures dans le forage ARMENGAU (BSS002MQMR)**

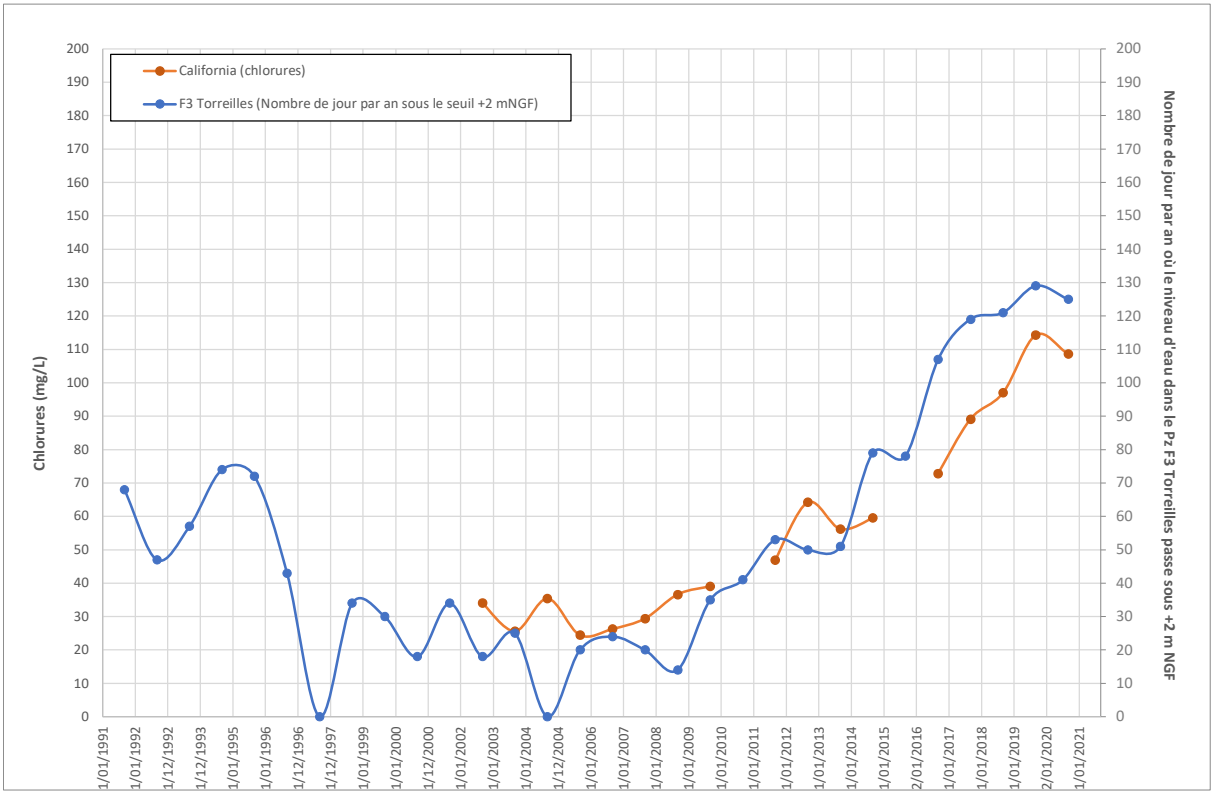



**Figure 165 : Evolution temporelle du nombre de jour par an sous le seuil +2 mNGF dans le piézomètre F3 Torreilles (BSS002MQMV) et la teneur en chlorures dans le forage du camping California (BSS002MQLV)**

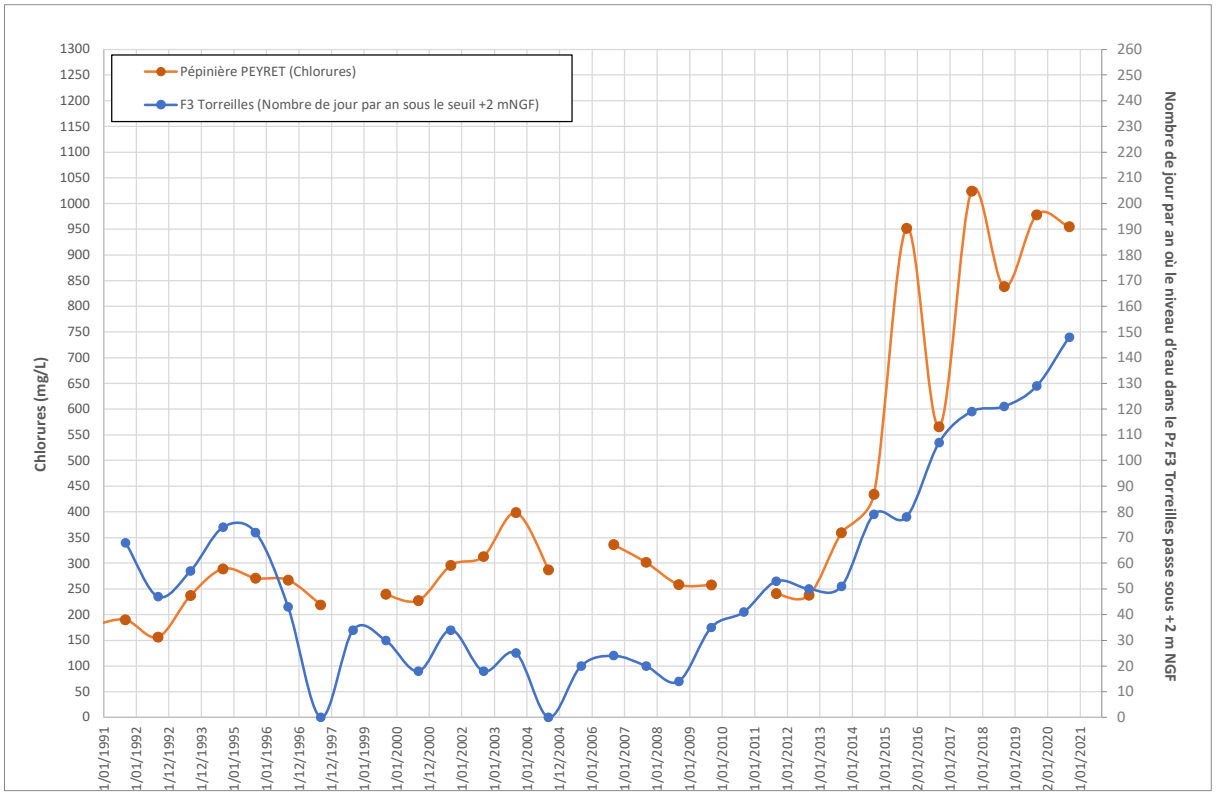



**Figure 166 : Evolution temporelle du nombre de jour par an sous le seuil +2 mNGF dans le piézomètre F3 Torreilles (BSS002MQMV) et la teneur en chlorures dans le forage de la Pépinière PEYRET (BSS002MQMF)**

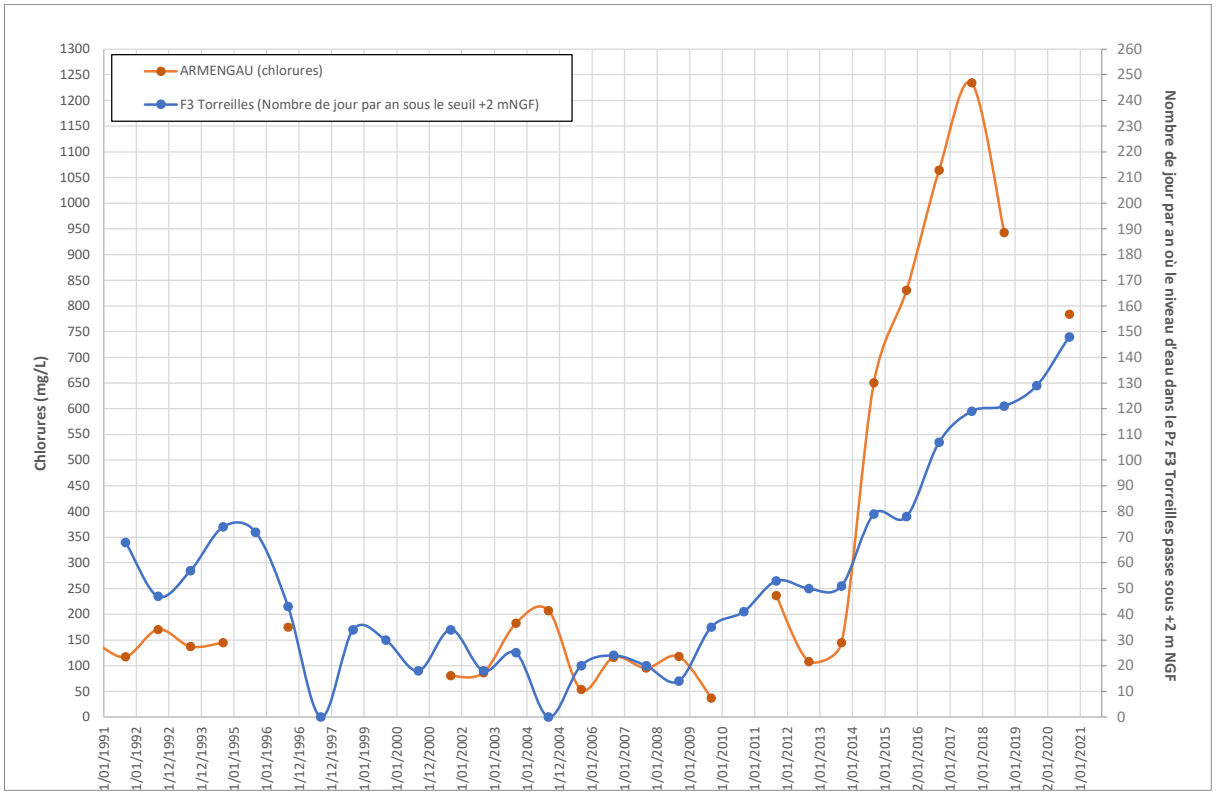



**Figure 167 : Evolution temporelle du nombre de jour par an sous le seuil +2 mNGF dans le piézomètre F3 Torreilles (BSS002MQMV) et la teneur en chlorures dans le forage ARMENGAU (BSS002MQMR)**

### 4.4.10 Relation entre piézométrie au repos et conductivité

A l'échelle des ouvrages présentant un suivi parallèle conductivité et piézométrie (PN4, PN3 et SN4<2013), les données sont difficilement exploitables car la position de la sonde de conductivité dans les ouvrages (placée vers -10 m dans une zone « d'eau morte ») ne permet pas l'enregistrement de données fiables.

Seules les données récentes acquises sur le piézomètre SN4bis semblerait montrer une augmentation de la conductivité quand le niveau piézométrique passerait sous le niveau de la mer.

Nous avons essayé de retrouver ce phénomène sur les forages AEP CF3 et CF4 de Leucate en confrontant la conductivité au niveau piézométrique au repos de l'ouvrage (Figure 170 et Figure 171) :

- Sur CF3, les données sont exploitables uniquement depuis février 2018. Il semble que l'augmentation saisonnière de la conductivité coïncide avec la chute du niveau d'eau au repos dans l'ouvrage en période estivale. Cette augmentation de la conductivité s'amorcerait pour un niveau d'eau au repos autour de -1 m NGF. Toutefois les données lacunaires de conductivité sur cette période rendent l'interprétation difficile. A ce titre, on constate une baisse des niveaux d'eau au repos au-dessous de -1 m NGF dans l'ouvrage entre décembre 2019 et janvier 2020 et qui pour autant n'est pas suivi d'une augmentation de la conductivité.

- Sur CF4, malheureusement les données incohérentes dans ce forage ne permettent pas d'interprétation fiable.

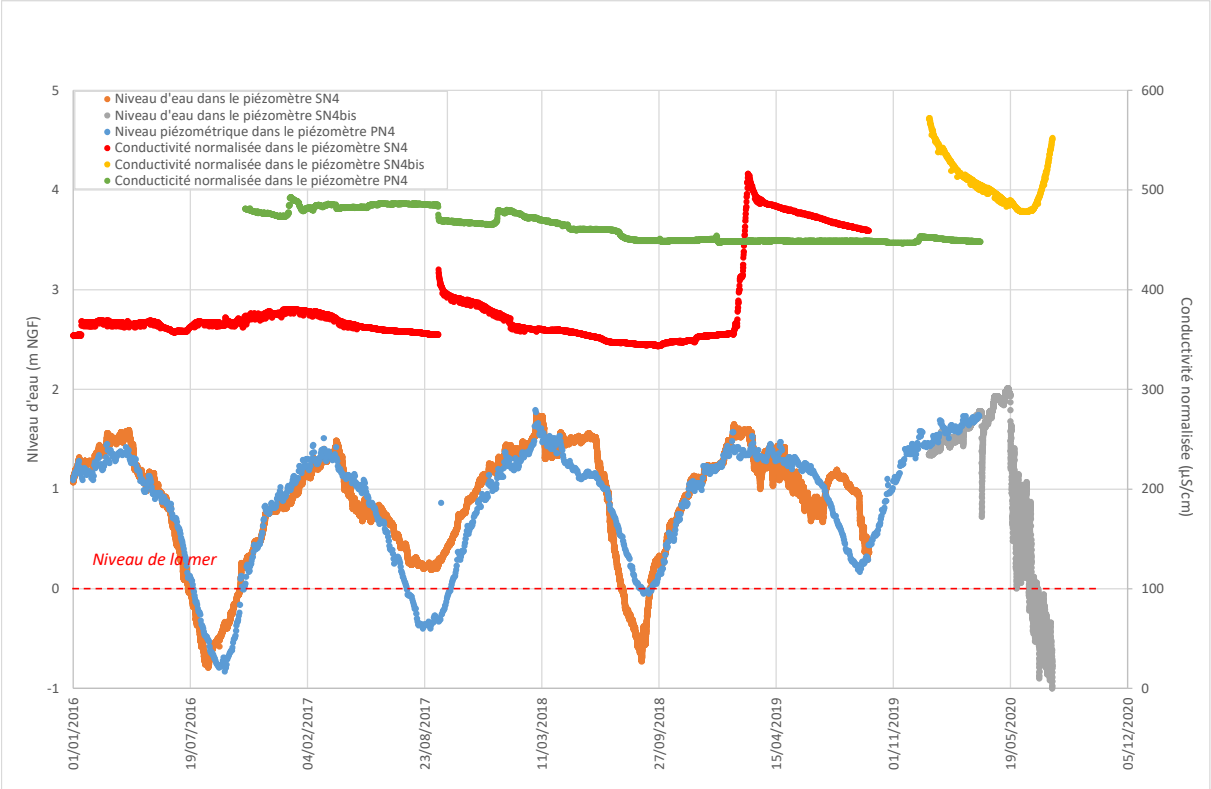



**Figure 168 : Suivi de la piézométrie et de la conductivité normalisée dans les piézomètres de la nappe N4 sur le secteur Barcarès/Lido**

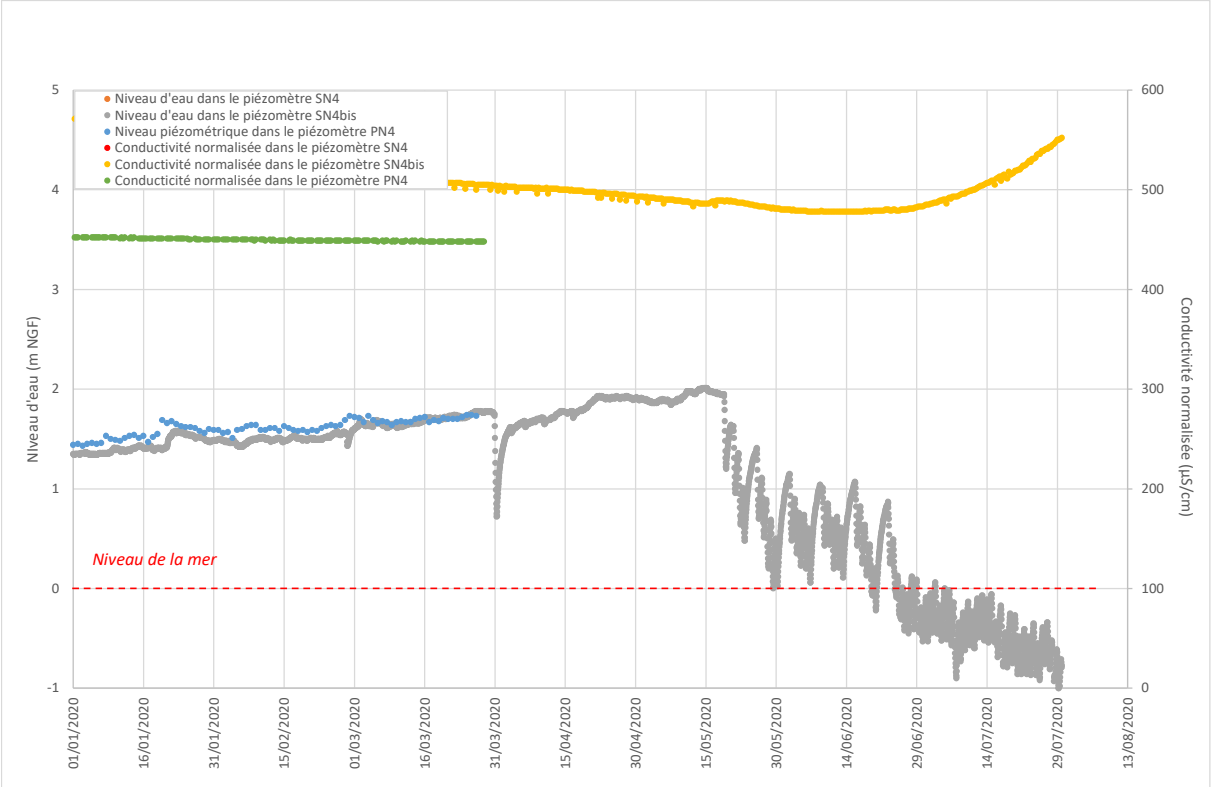



**Figure 169 : Suivi de la piézométrie et de la conductivité normalisée dans les piézomètres de la nappe N4 dans le secteur Barcarès/Lido – ZOOM sur SN4bis**

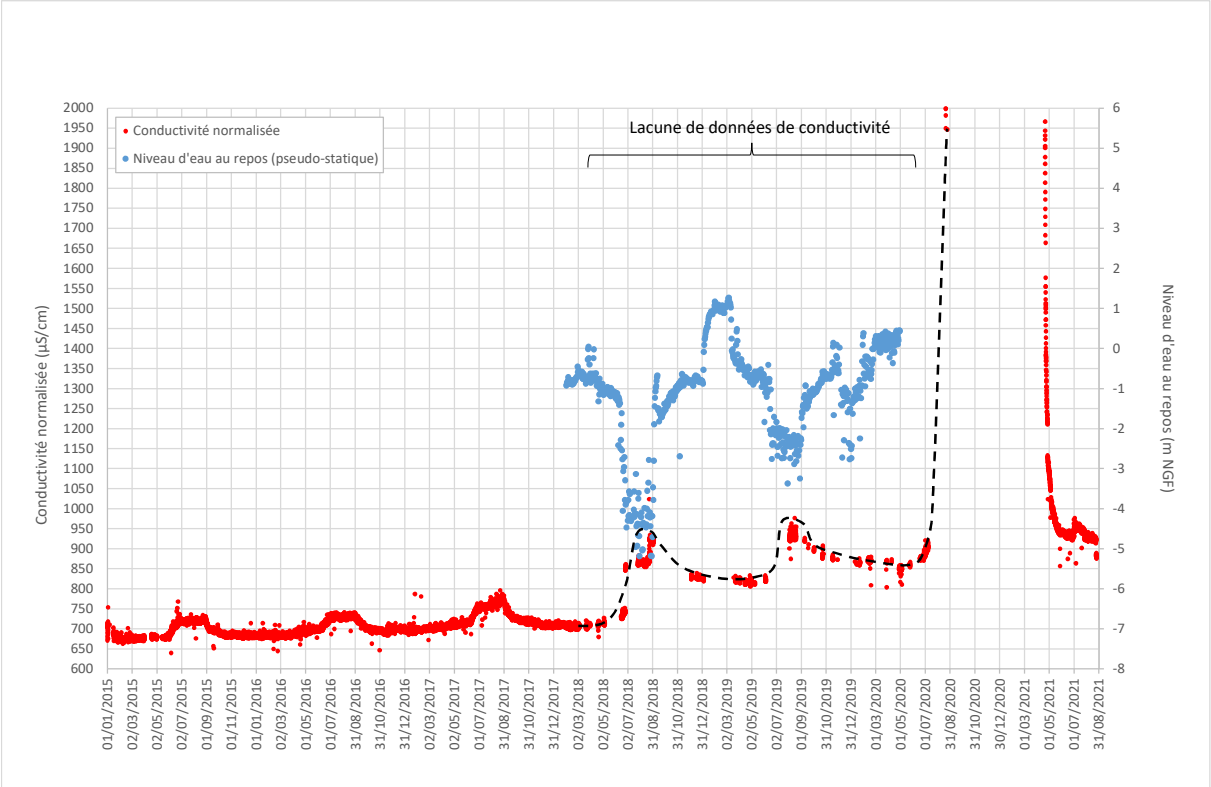



**Figure 170 : Suivi de la piézométrie et de la conductivité normalisée dans le forage CF3 sur le secteur Barcarès/Lido**

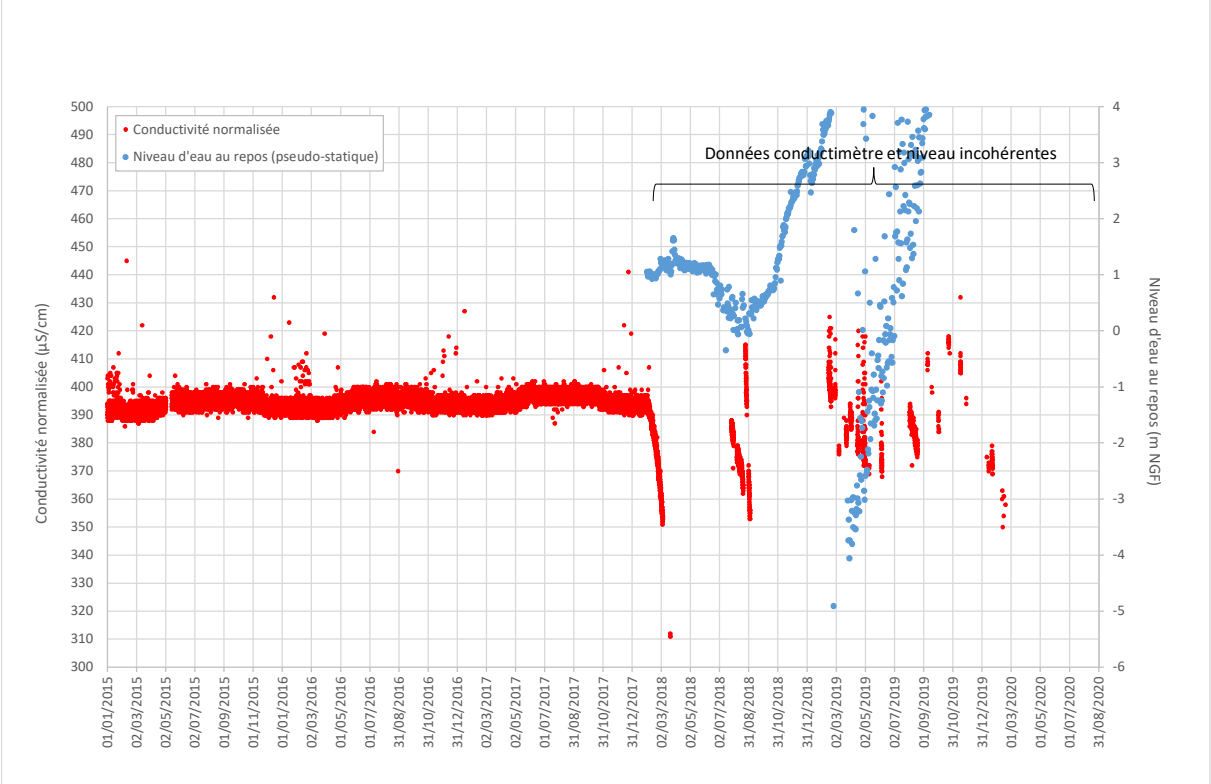



**Figure 171 : Suivi de la piézométrie et de la conductivité normalisée dans le forage CF4 sur le secteur Barcarès/Lido**

## 4.5 Synthèse du secteur de Barcarès/Lido

Sur le secteur de Barcarès/Lido, le Pliocène est composé de deux nappes N3 et N4 bien distinctes hydrogéologiquement grâce à un épais interface argileux. De fait, la charge piézométrique de chaque nappe est différente et les prélèvements dans la nappe N3 ne semblent pas influer sur la nappe N4 et réciproquement d'après l'étude des données d'exploitation de la zone de captage de Cap de Front.

D'un point de vue des prélèvements annuels dans le Pliocène, la Figure 172 indique qu'ils sont globalement stables depuis 2009 avec une légère tendance tout de même à l'augmentation dans l'aquifère N4 depuis 2016.

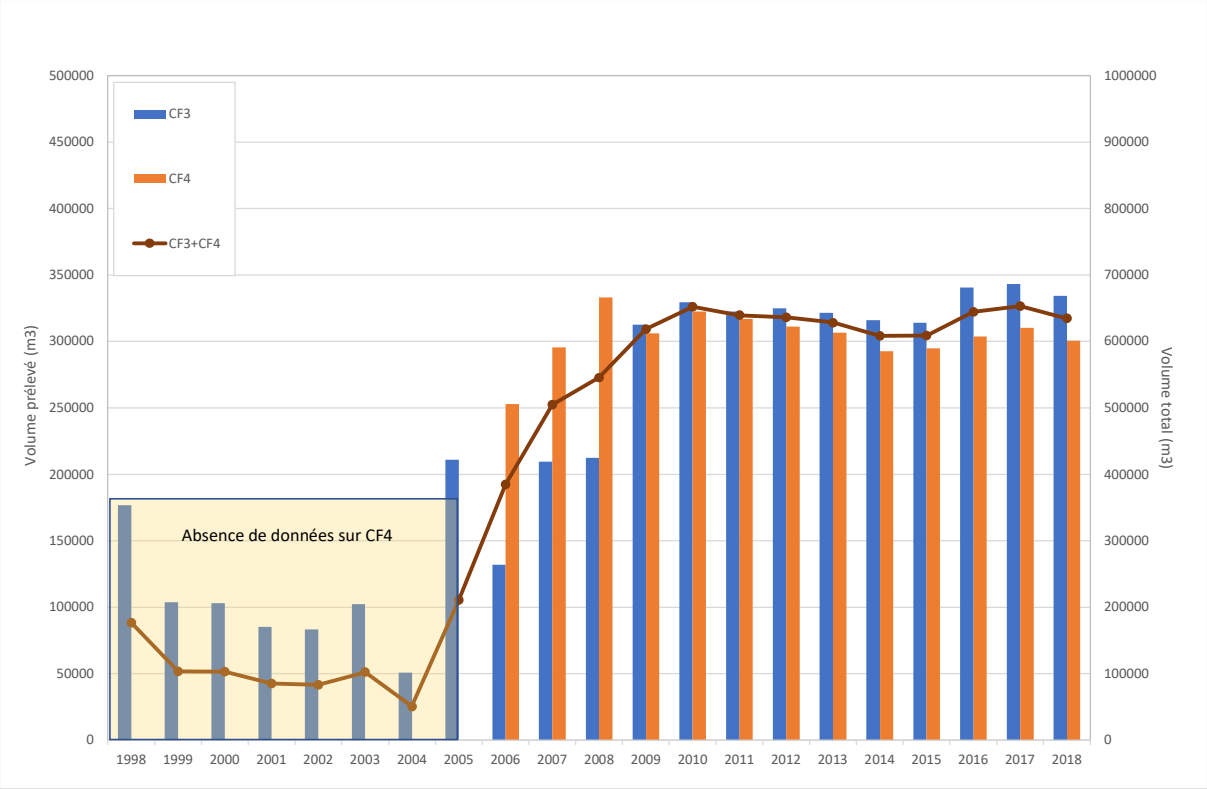



**Figure 172 : Evolution des prélèvements dans les aquifères N3 et N4 pour l'AEP sur le secteur Barcarès/Lido**

Dans ce secteur, l'aquifère N4 semble préservé de la contamination aux chlorures. A l'inverse, l'aquifère N3 montre une augmentation croissante des teneurs en chlorures. En termes de distribution verticale, il semble que les teneurs en chlorures augmentent plus les horizons aquifères captés sont hauts : la partie basse de cet aquifère semble donc moins contaminée.

Dans la partie Sud Barcarès, les corrélations entre prélèvements AEP et teneur en chlorures sont faibles car il est à ce jour impossible de tenir compte des prélèvements vraisemblablement non négligeables dans les forages privés les plus proches et dans l'ouvrage considéré (données de prélèvements non disponibles).

Dans la partie Nord Barcarès, le lien entre prélèvements AEP et teneur en chlorures peut également être établi sur certains forages privés. Les meilleurs ajustements correspondent en général aux corrélations avec les cumuls de prélèvements mensuels sur des temps souvent longs (10 à 12 mois) et en prenant en compte un groupe de 3 ou 4 forages témoignant de l'existence de corrélations à large échelle et non localisées. Sur le piézomètre PN3, l'étude temporelle semblerait montrer une légère réversibilité de la situation (baisse de la teneur en chlorures consécutivement à la baisse des prélèvements AEP).

Concernant plus spécifiquement le forage AEP CF3, l'étude des corrélations a montré que plus les durées de pompage journalières augmentent et plus la conductivité à tendance à augmenter (+50 à 70 µS/cm). On observe une amorce de cette élévation de la conductivité pour des durées >16h de pompage par jour (soit environ 800 et 960 $m^3$/jour considérant un débit de pompage compris entre 50 et 60 $m^3$/h). Puis cette augmentation s'accentue quand la durée de pompage journalière dépasse 18h soit un volume pompé compris entre 900 et 1080 $m^3$/jour. La conductivité « de base » (représentative des périodes de faibles consommations) ne retrouve jamais son niveau d'avant période estivale et ce, depuis 2015. L'étude de l'incident de juillet 2021 a montré également que

- L'arrêt prolongé du prélèvement a été suivi d'une augmentation brutale de la conductivité. Ceci pourrait s'expliquer par le fait qu'en pompage, l'ouvrage sollicite en partie des eaux moins contaminées en provenance de l'amont hydraulique qui dilueraient le signal conductivité élevé de la partie de l'aquifère plus contaminée, située en aval hydraulique et plus proche de la mer.
- Le prélèvement raisonné (débit réduit <40 $m^3$/h et durée de pompage journalière réduite <16h) a permis d'abaisser la conductivité.

De plus, il apparait majoritairement que les ouvrages les plus contaminés sont ceux pour lesquels il existe de nombreux forages environnants (dans le Quaternaire ou le Pliocène).

Un lien a également pu être établi entre le niveau piézométrique moyen au cours des mois de juin à août dans les piézomètres de surveillance et la teneur en chlorures dans certains forages : forages ARMENGAU, camping Croix du Sud (N3) et camping California, où les teneurs en chlorures pourraient être reliées au niveau moyen piézométrique enregistré sur le piézomètre F3 de Torreilles. Un niveau piézométrique seuil pourrait être envisagé pour lequel la teneur en chlorures atteindrait 200 mg/L sur ARMENGAU et camping Croix du Sud (N3) : un niveau moyen de +1.95 à +2 m NGF sur la totalité de la période estivale (3 mois) sur le piézomètre F3 à Torreilles. L'étude temporelle semblerait montrer également sur l'ouvrage ARMENGAU et California, qu'il existerait une réversibilité avec une baisse des teneurs en chlorures consécutivement à la remontée des niveaux d'eau.

Enfin, un lien a également pu être établi entre le nombre de jours par an où le niveau piézométrique se situe sous certains seuils dans les piézomètres de surveillance et la teneur en chlorures dans certains forages : les forages California, pépinière PEYRET et ARMENGAU, bien corrélés avec le piézomètre F3 de Torreilles. Des niveaux piézométriques seuils sur des temps d'observation pourraient être envisagés pour lesquels la teneur en chlorures atteindrait 200 mg/L : 34 à 44 jours sous le seuil de +2 m NGF sur le piézomètre F3 de Torreilles.

# 5 ETUDE DU SECTEUR TORREILLES/SAINTE-MARIE

## 5.1 Contexte géologique et hydrogéologique

Le secteur de Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer présente un aquifère quaternaire de surface à caractère libre reposant sur les formations pliocènes sablo-argileuses qui sont le siège des aquifères superposés N3 et N4 mais dont l'interface semble se réduire vers le sud en direction de Canet-en-Roussillon. Les coupes lithologiques et techniques des ouvrages sont fournies en Annexe 3.

Deux coupes lithologiques à travers le secteur (localisation en Figure 173) sont proposées sur la Figure 174 (secteur Torreilles) et la Figure 175 (secteur Sainte-Marie-la-Mer).

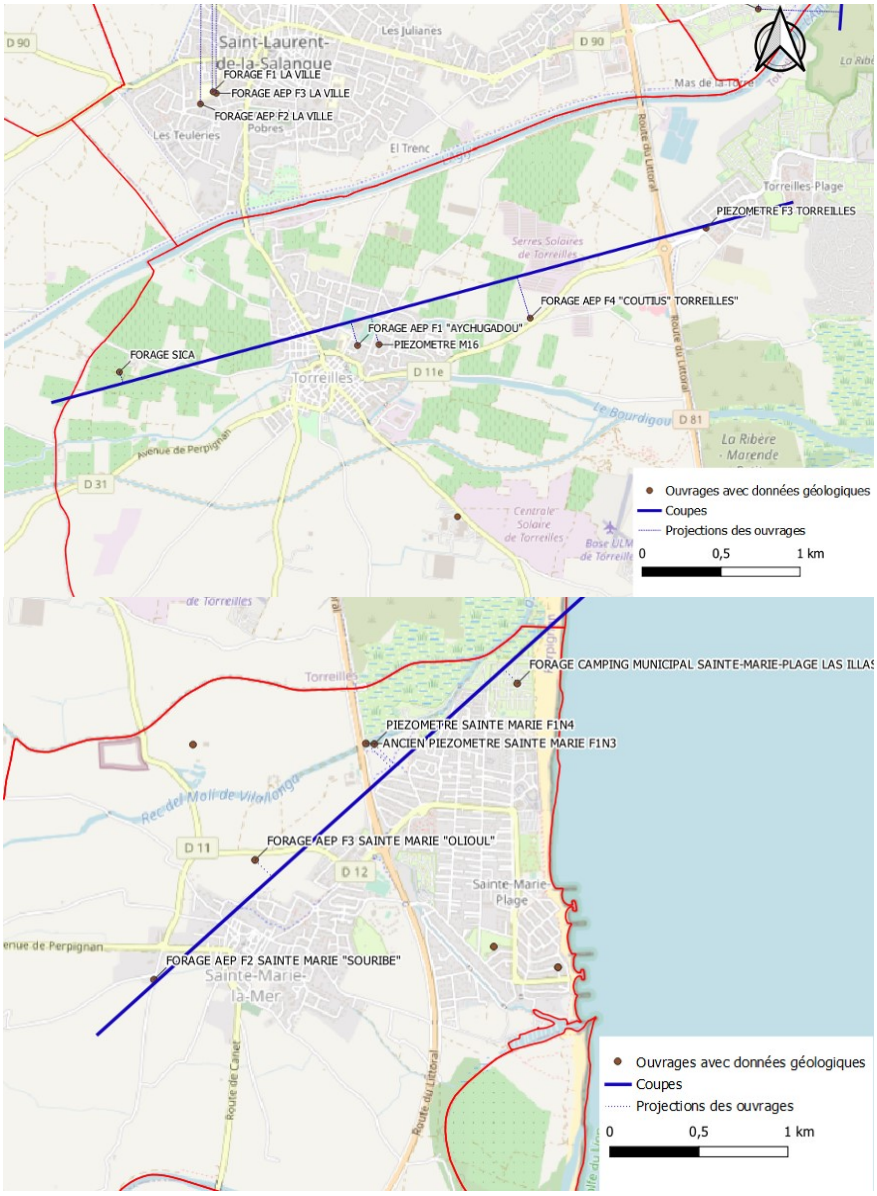



**Figure 173 : Localisation des coupes lithologiques sur le secteur Torreilles/Sainte-Marie**

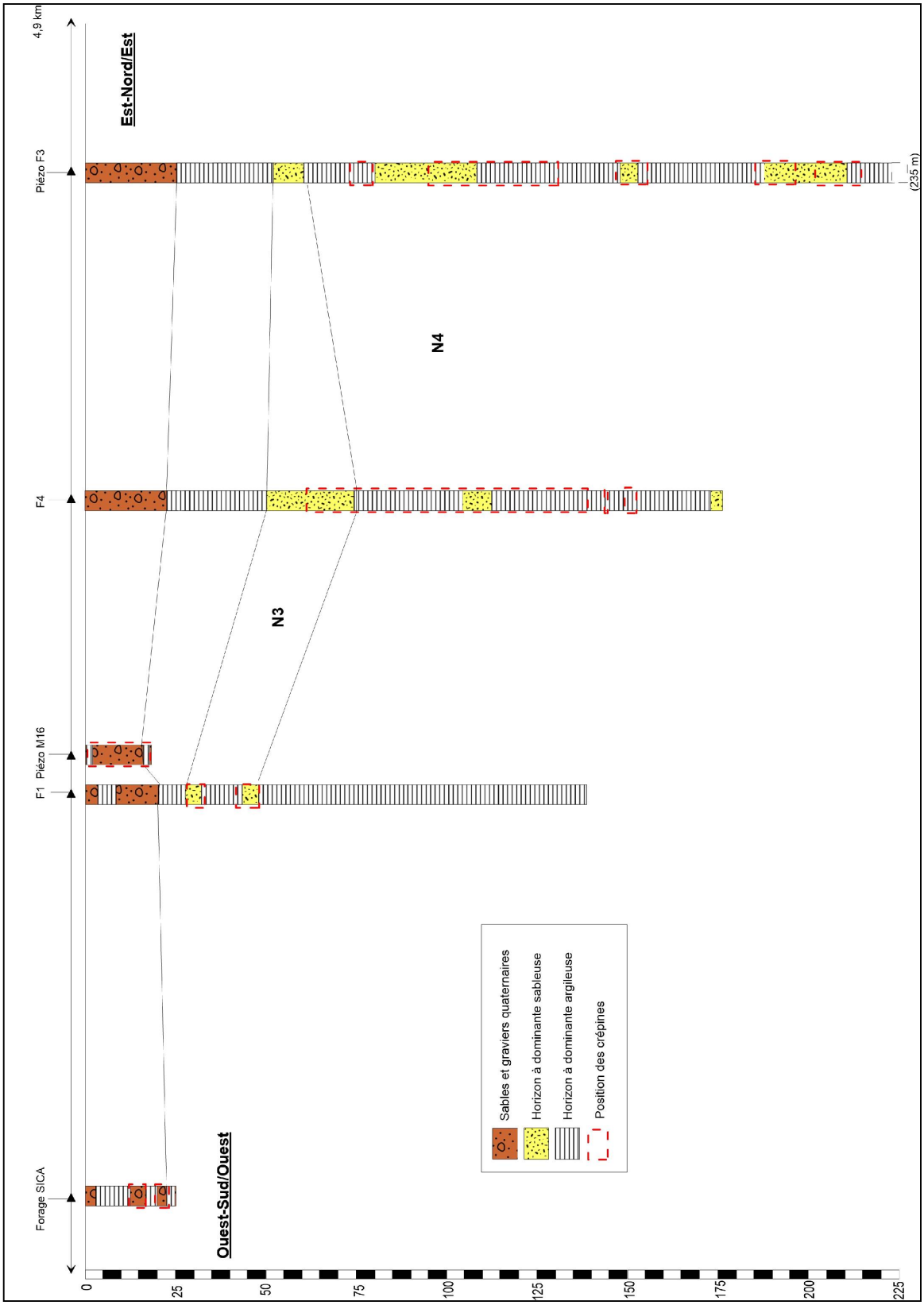



**Figure 174 : Coupe lithologique schématique à travers le secteur Torreilles**

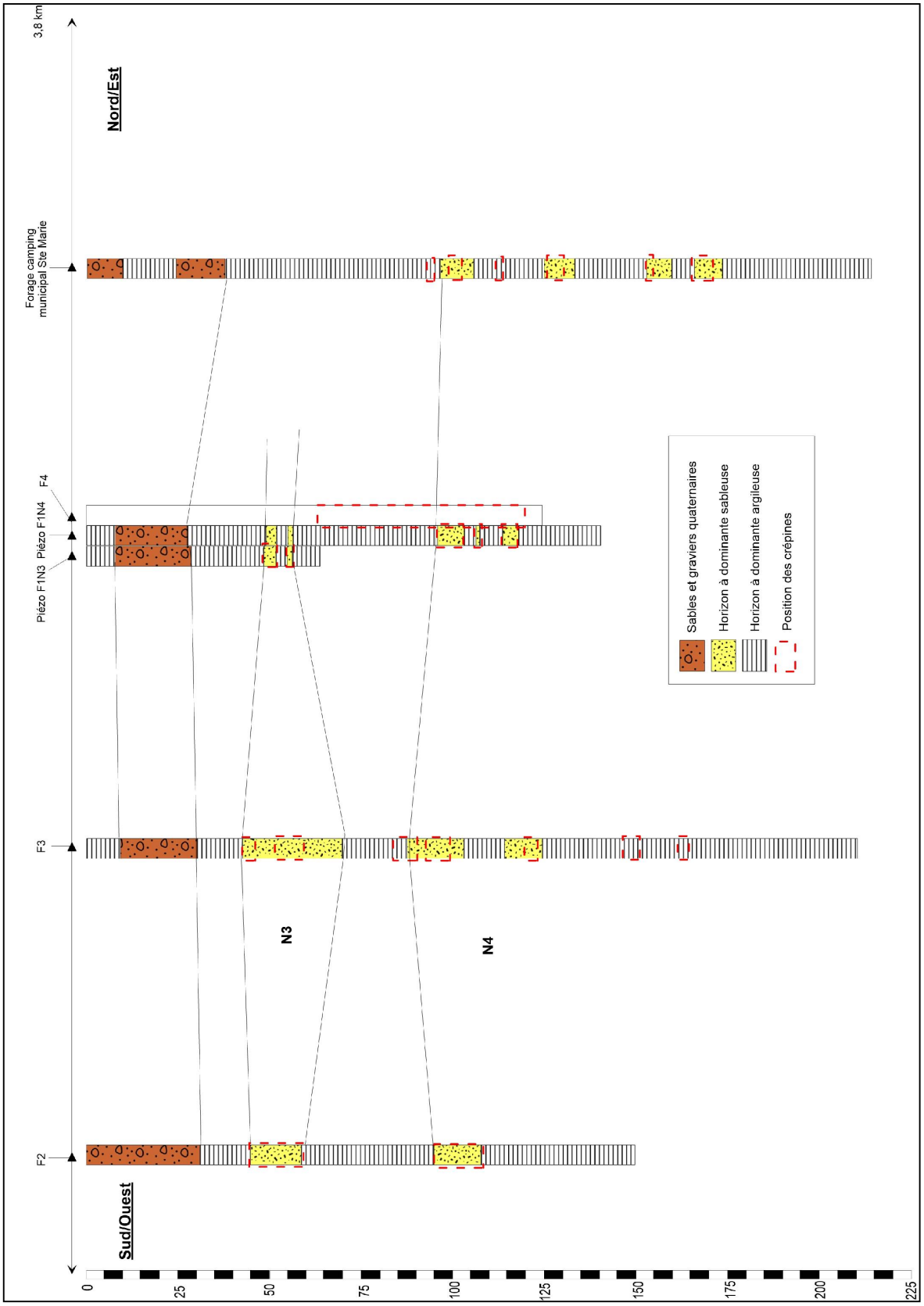



**Figure 175 : Coupe lithologique schématique à travers le secteur Sainte-Marie-la-Mer**

## 5.2 Les prélèvements AEP

Sur le secteur de Torreilles/Sainte-Marie, se trouvent 6 points de captages répartis comme suit (Figure 176) :

- Zone de captage « Aychugadou » au centre-ville de Torreilles : Forages F1 et F2 ;
- Forage F4 à Torreilles ;
- Forage F2 à Sainte-Marie-la-Mer ;
- Forage F3 à Sainte-Marie-la-Mer ;
- Forage F4 à Sainte-Marie-la-Mer.

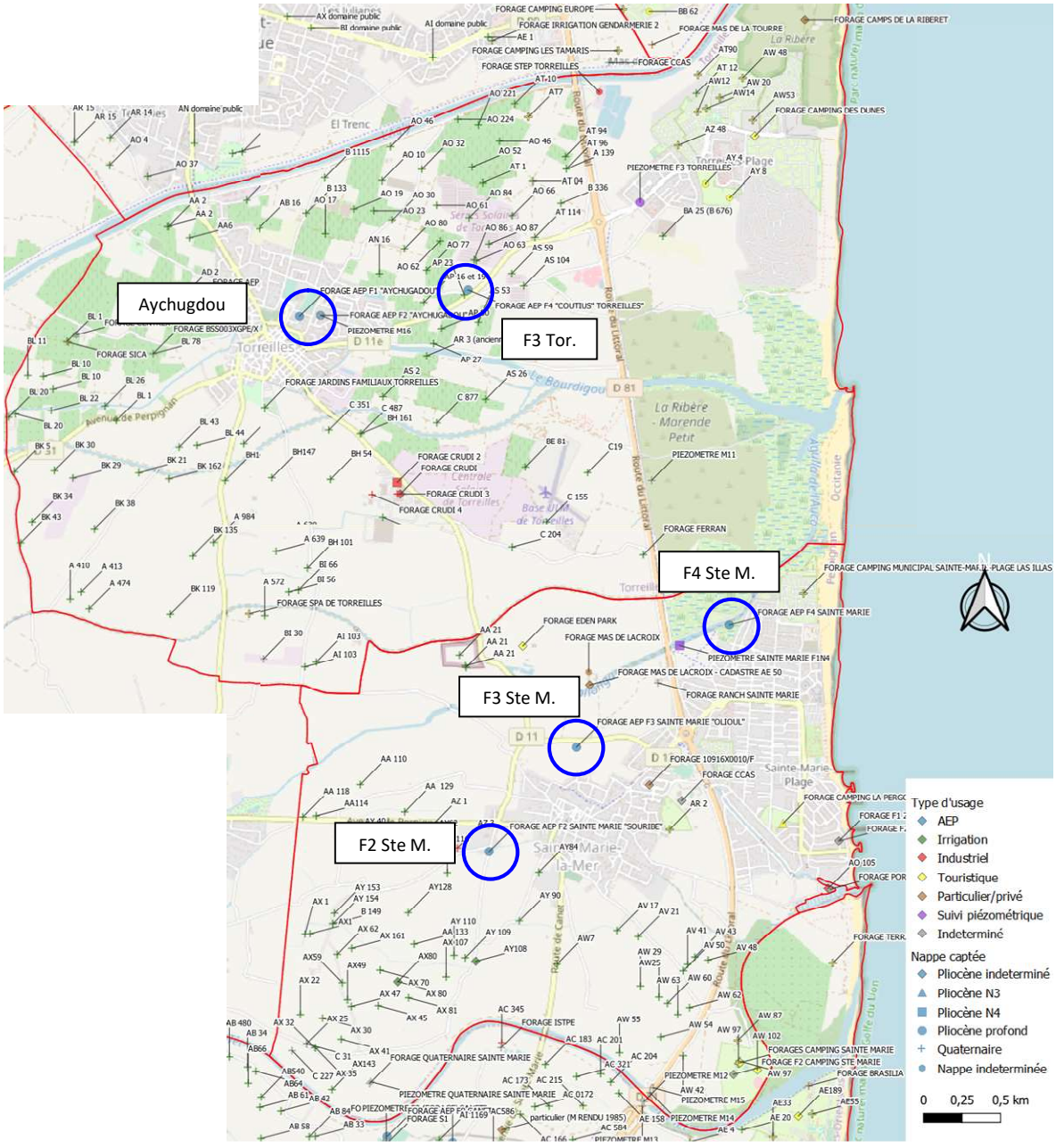



**Figure 176 : Localisation des ouvrages AEP + ouvrages pliocènes et quaternaires sur le secteur Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer**

### 5.2.1 Zone de captage « Aychugadou » à Torreilles

Les deux ouvrages F1 et F2 se situent à proximité immédiate l'un de l'autre (150 m) et captent le même aquifère pliocène N3 (cf. Tableau 1). Dans le détail :

- Les volumes moyens mensuels sont minimums en janvier et maximum en juillet/août (Figure 178).
- Les deux forages sont exploités à des débits bien différents (90 $m^3$/h pour F1 et 54 $m^3$/h en moyenne sur F2).
- Le prélèvement sur F1 représente 66% du prélèvement moyen annuel sur la zone de captage avec un maximum à 74% en septembre.
- Les volumes prélevés annuellement sur F1 sont relativement stables entre 2006 et 2012 (autour de 125 000 $m^3$/an) puis augmentent de manière très importante à partir de 2013 pour atteindre 350 000 $m^3$ en 2019 soit une augmentation de +179%, alors que sur F2, le prélèvement annuel a baissé de 68 000 $m^3$ depuis 2015 soit une baisse de -62%.
- Le coefficient de pointe mensuelle (=volume mensuel de pointe / volume mensuel moyen) est relativement stable sur chaque forage entre 2011 et 2015 (autour de depuis 2011 (x2.5 pour F1 et x1.5 pour F2 : Figure 179). Puis après 2015, les tendances s'inversent (x1.2 pour F1 et x2.2 pour F2) en lien avec la baisse de prélèvement sur F2 au profit du F1.
- D'après les données horaires de débit et sur la période 2018 à 2020, il apparait une tendance à la baisse des débits d'exploitation de la période de pointe de près de 10 $m^3$/h sur F1 et de 5 $m^3$/h sur F2 (Figure 180) liée à la baisse généralisée du niveau piézométrique (conséquence de la forte augmentation des prélèvements) imposant alors aux pompes d'exploitation une HMT plus importante.
- D'après les données horaires de débit sur la période 2018 à 2020, en période de faible consommation, le forage F1 fonctionne entre 7 et 8 heures par jour tandis que le forage F2 est exploité environ 4 heures. En période de pointe, les deux ouvrages fonctionnent environ 16 à 17 heures par jour (Figure 181).

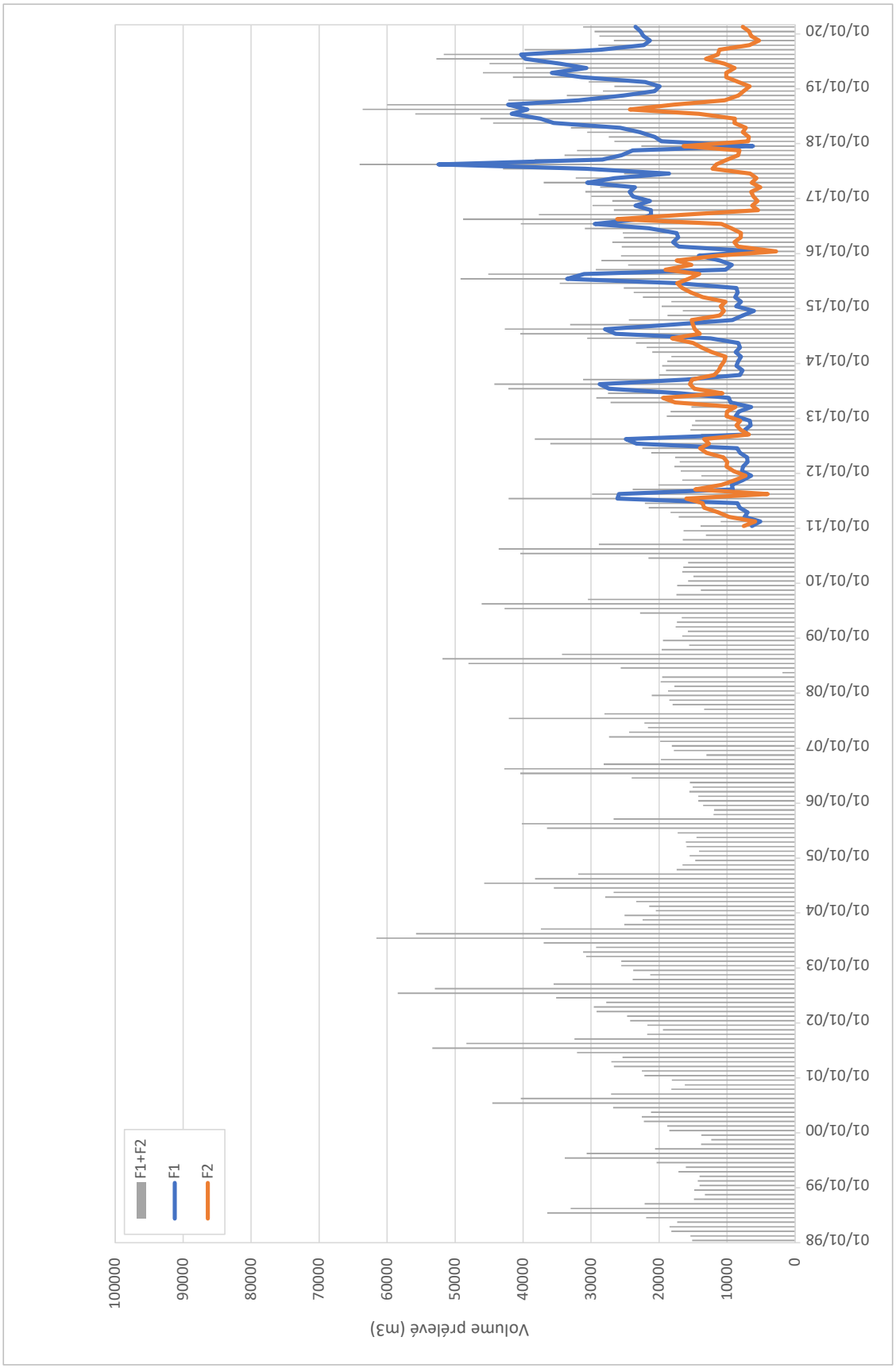



**Figure 177 : Volumes mensuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur les forages F1 et F2 « Aychugadou » - Commune de Torreilles**

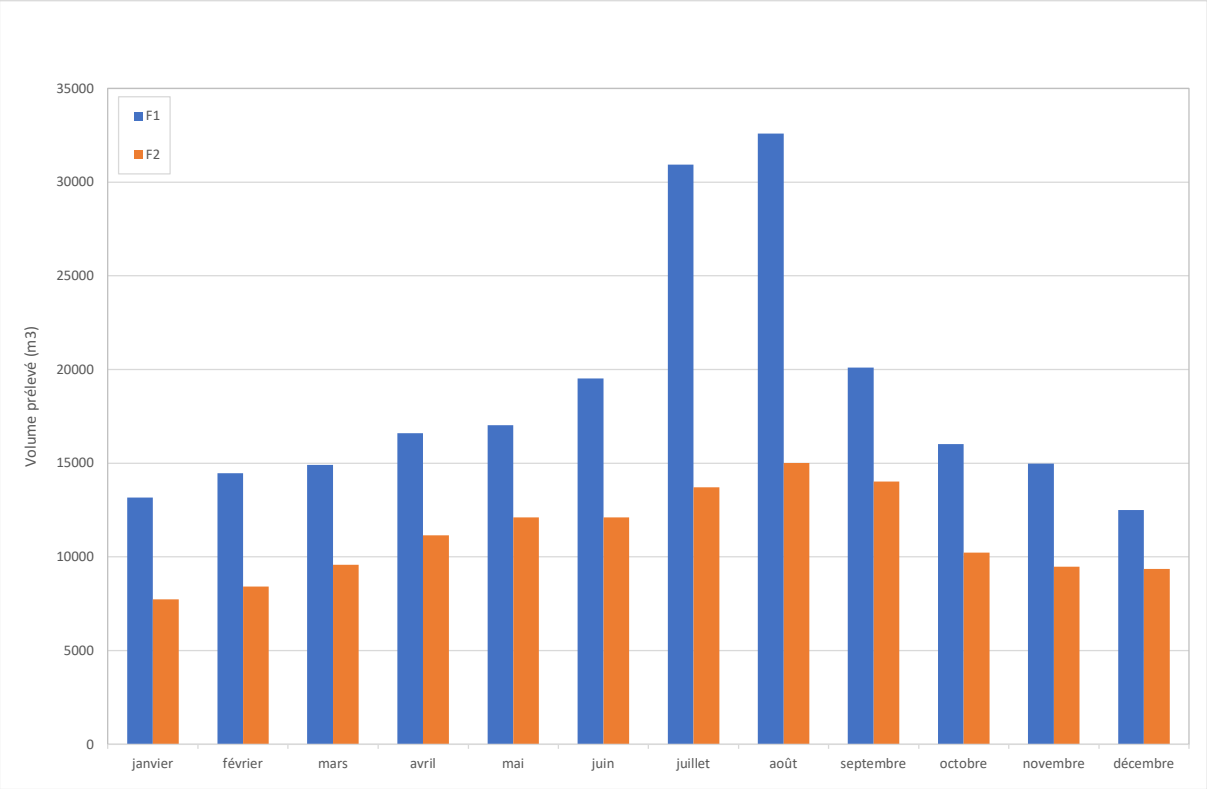



**Figure 178 : Volumes moyens mensuels (2011-2019) prélevés pour l'AEP sur les forages F1 et F2 « Aychugadou » - Commune de Torreilles**

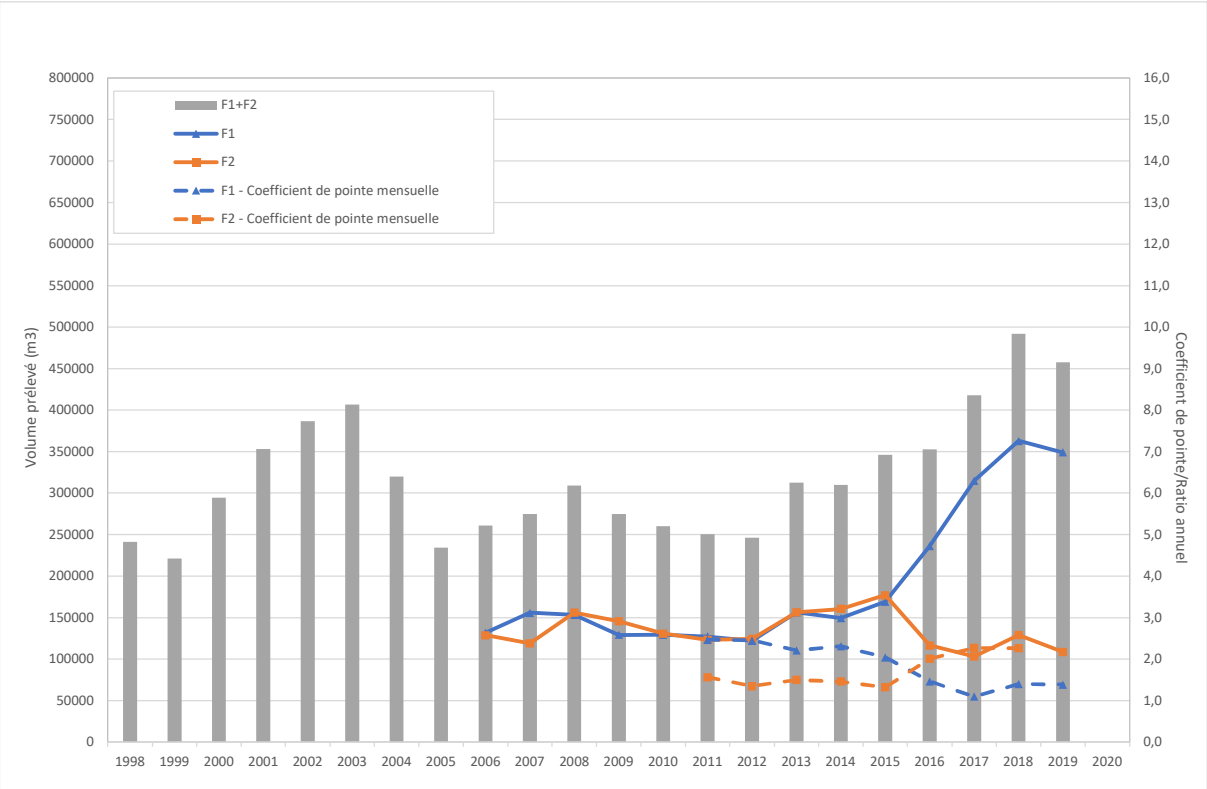



**Figure 179 : Volumes annuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur les forages F1 et F2 « Aychugadou » - Commune de Torreilles**

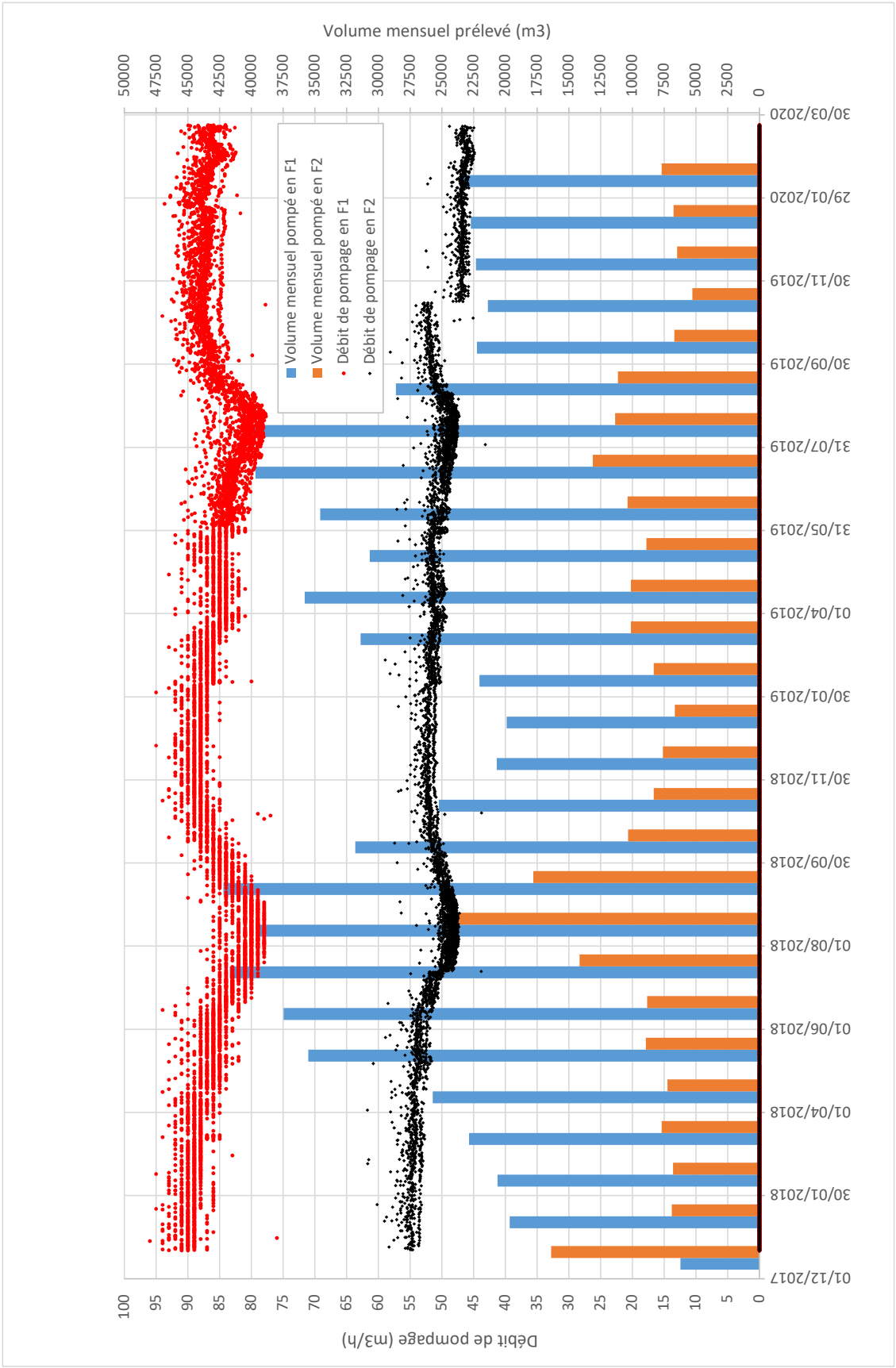



**Figure 180 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS débit sur les forages F1 et F2 « Aychugadou » - Commune de Torreilles**

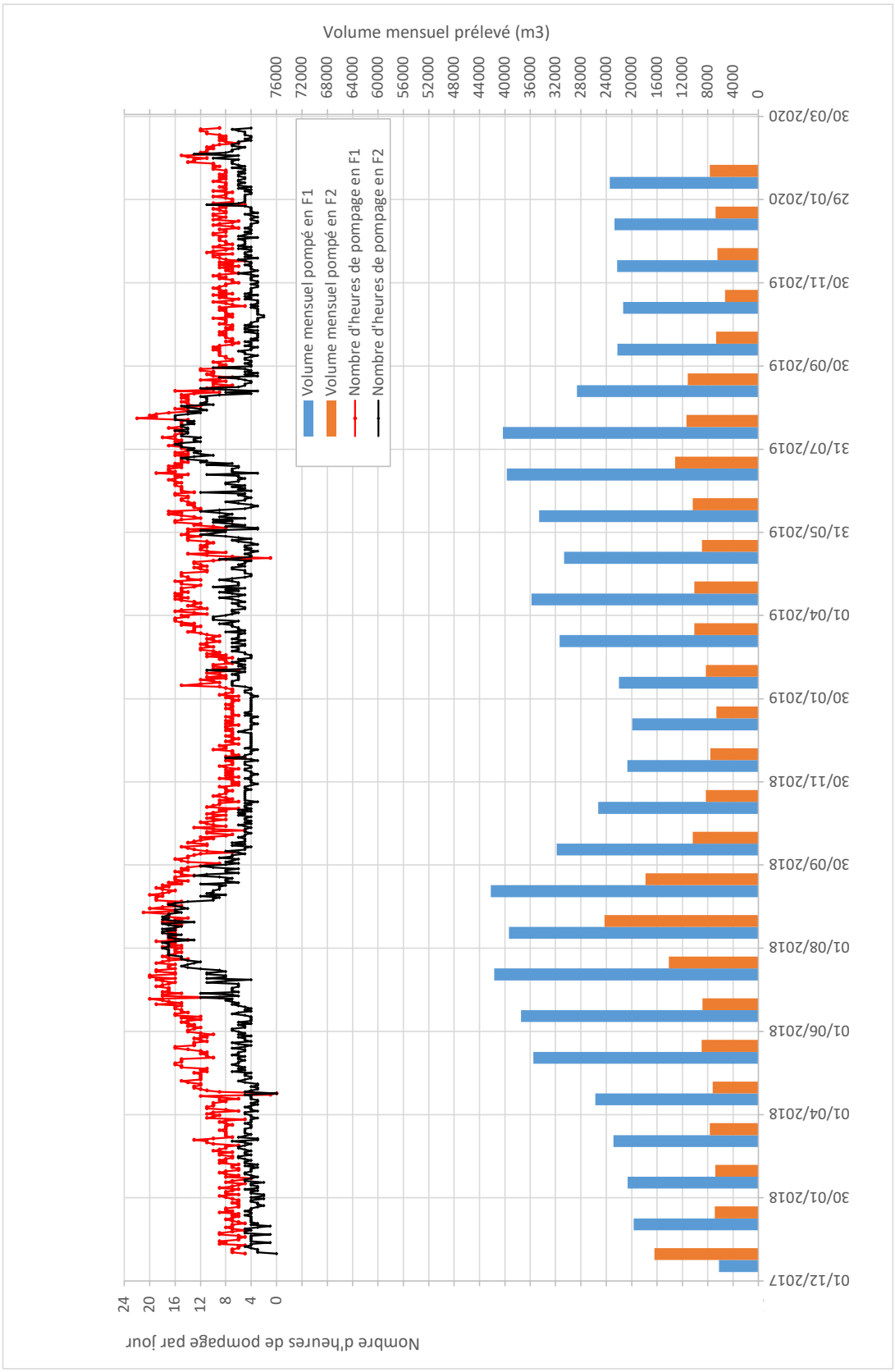



**Figure 181 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS temps de pompage sur les forages F1 et F2 « Aychugadou » - Commune de Torreilles**

### 5.2.2 Forage F4 de Torreilles

L'ouvrage est situé à 1000 m à l'Est de la zone de captage « Aychugadou ». Dans le détail :

- Les volumes moyens mensuels sont minimums en février et maximum en juillet/août (Figure 183).
- Le forage est exploité à hauteur d'un débit moyen de 110 $m^3/h$.
- Les volumes prélevés annuellement sur F4 ont augmenté depuis 2004 passant de 61 000 $m^3$ en 2004 à 211 000 $m^3$ en 2016 soit une augmentation +246%. Depuis 2016, les prélèvements ont baissé de -47% (-99 000 $m^3$).
- Le coefficient de pointe mensuelle (=volume mensuel de pointe / volume mensuel moyen) oscille entre x2 et x2.5 depuis 2006 (Figure 184).
- D'après les données horaires de débit sur la période 2018 à 2020, il apparait une tendance à la baisse des débits d'exploitation en période de pointe de 5 à 10 $m^3/h$ (Figure 185) liée à la baisse généralisée du niveau piézométrique (conséquence de la forte augmentation des prélèvements) imposant alors aux pompes d'exploitation une HMT plus importante.
- D'après les données horaires de débit sur la période 2018 à 2020, en période de faible consommation, le forage F4 fonctionne entre 1 et 3 heures par jour tandis qu'en période de pointe, il est exploité entre 8 et 13 heures par jour (Figure 186).

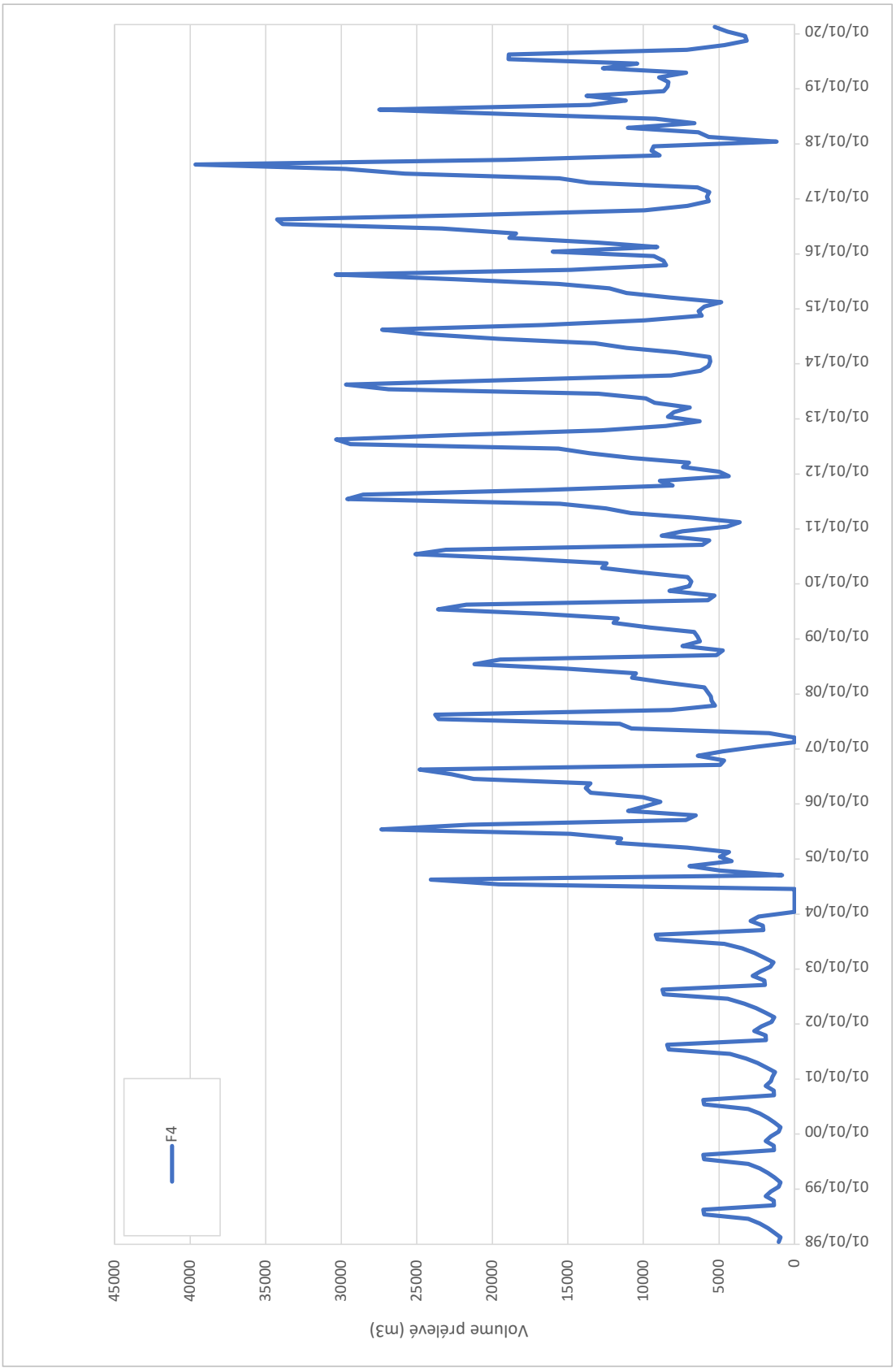



**Figure 182 : Volumes mensuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur le forage F4 « Aychugadou » - Commune de Torreilles**

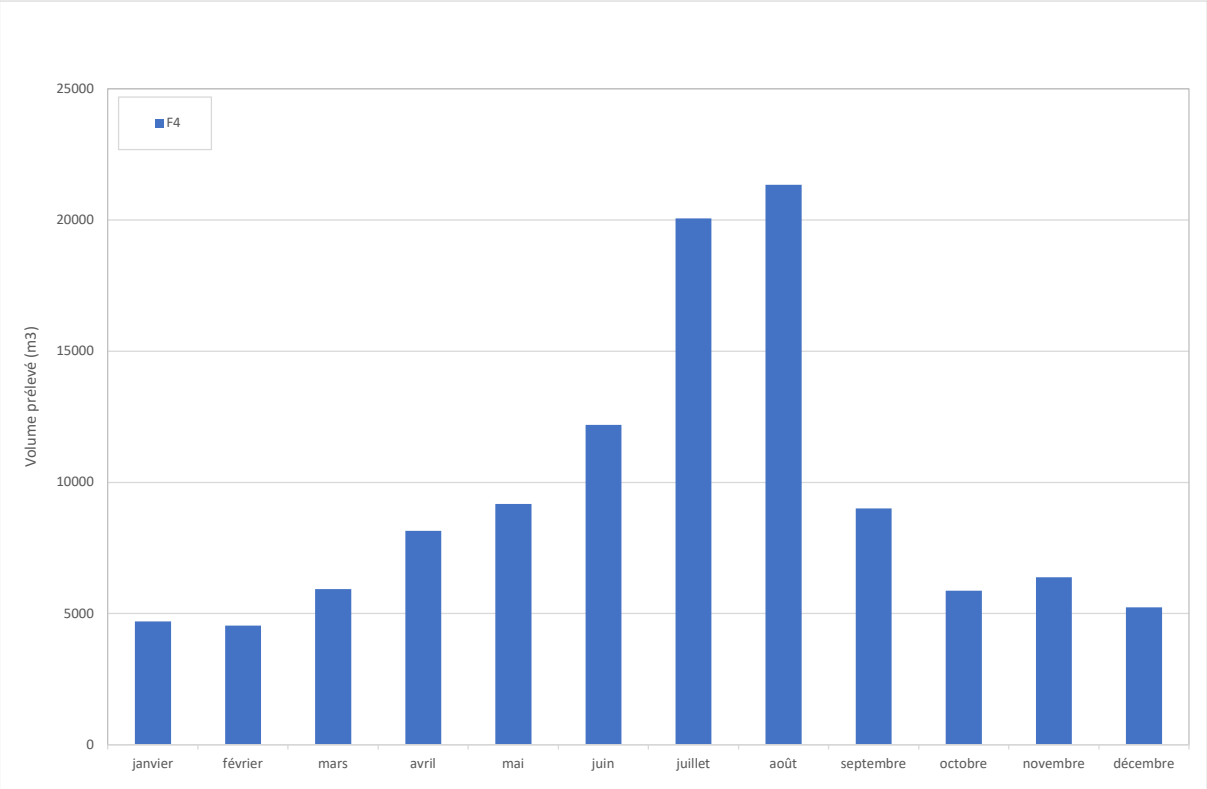



**Figure 183 : Volumes moyens mensuels (1998-2020) prélevés pour l'AEP sur le forage F4 « Aychugadou » - Commune de Torreilles**

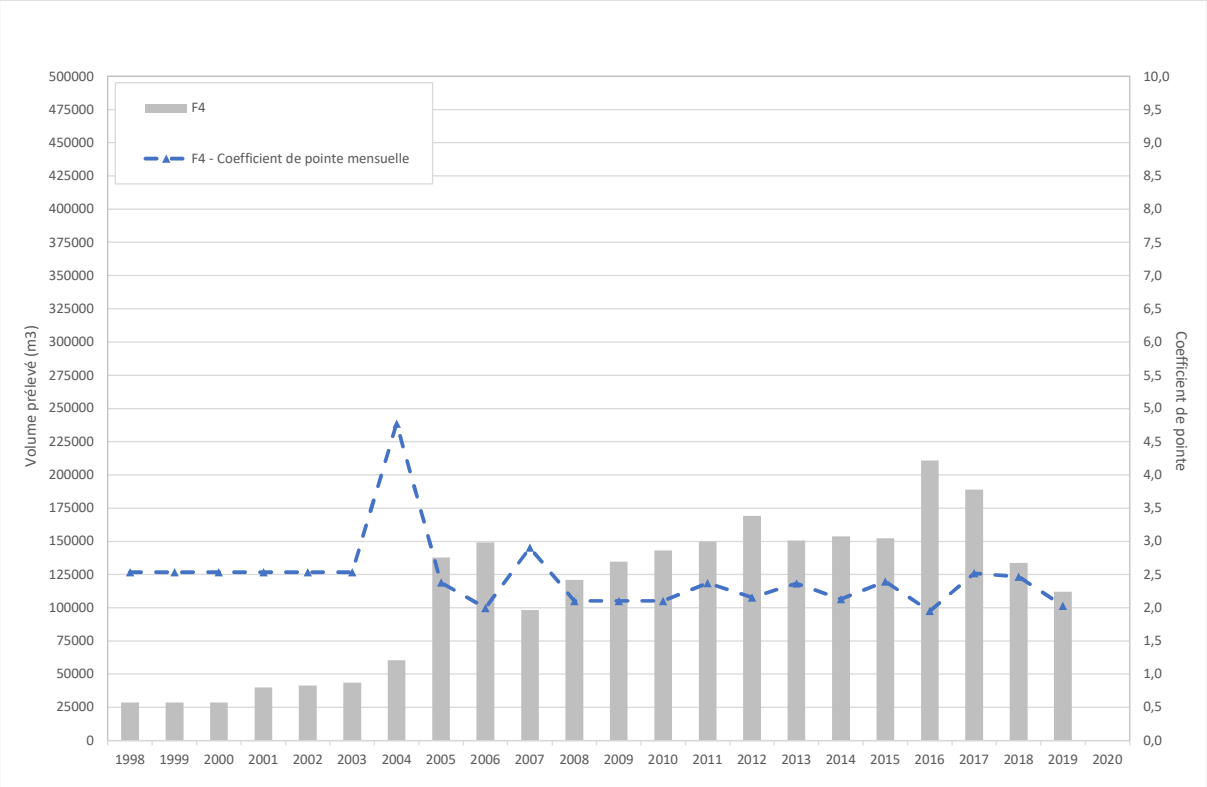



**Figure 184 : Volumes annuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur le forage F4 « Aychugadou » - Commune de Torreilles**

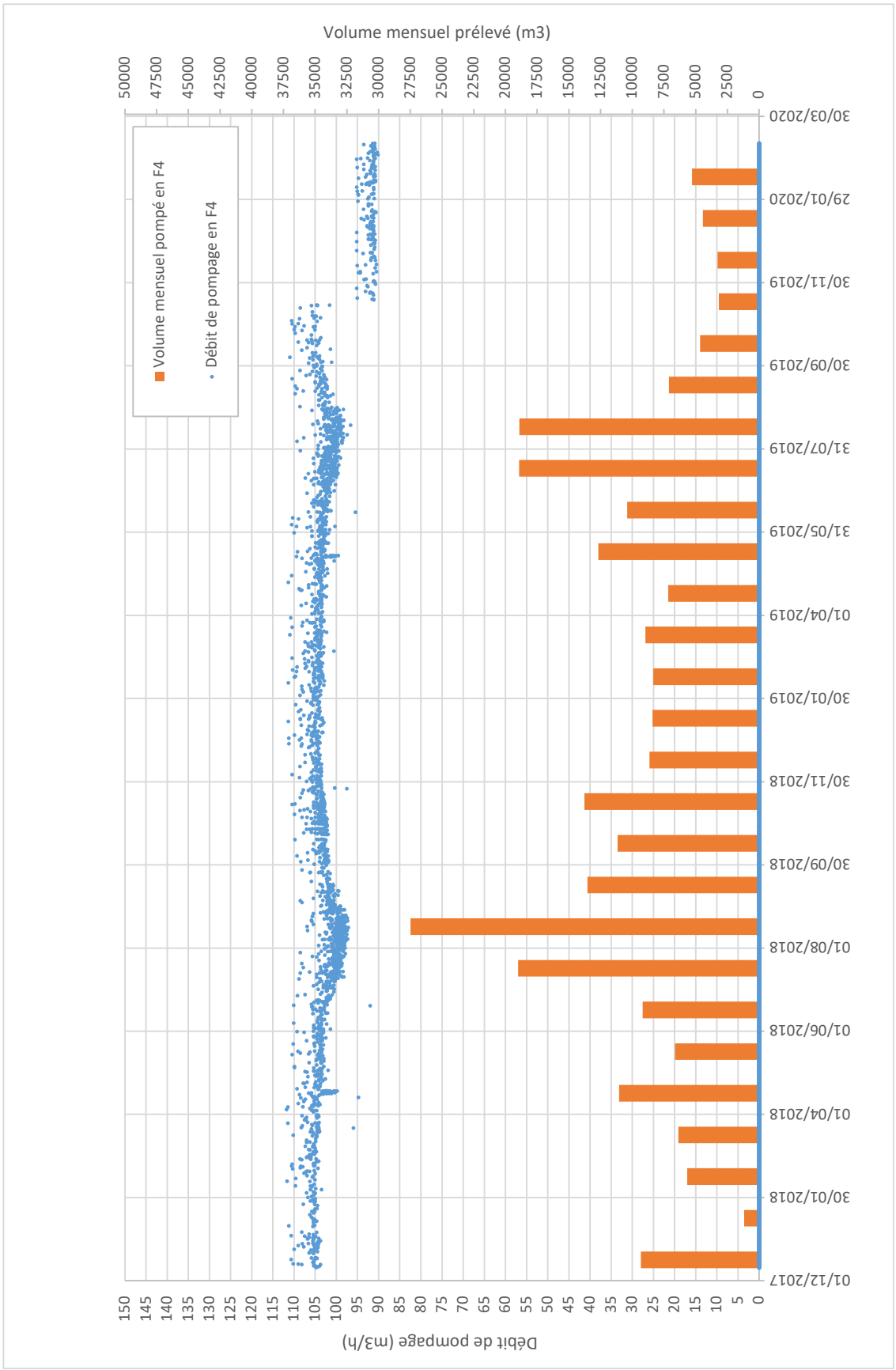



**Figure 185 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS débit sur le forage F4 « Aychugadou » - Commune de Torreilles**

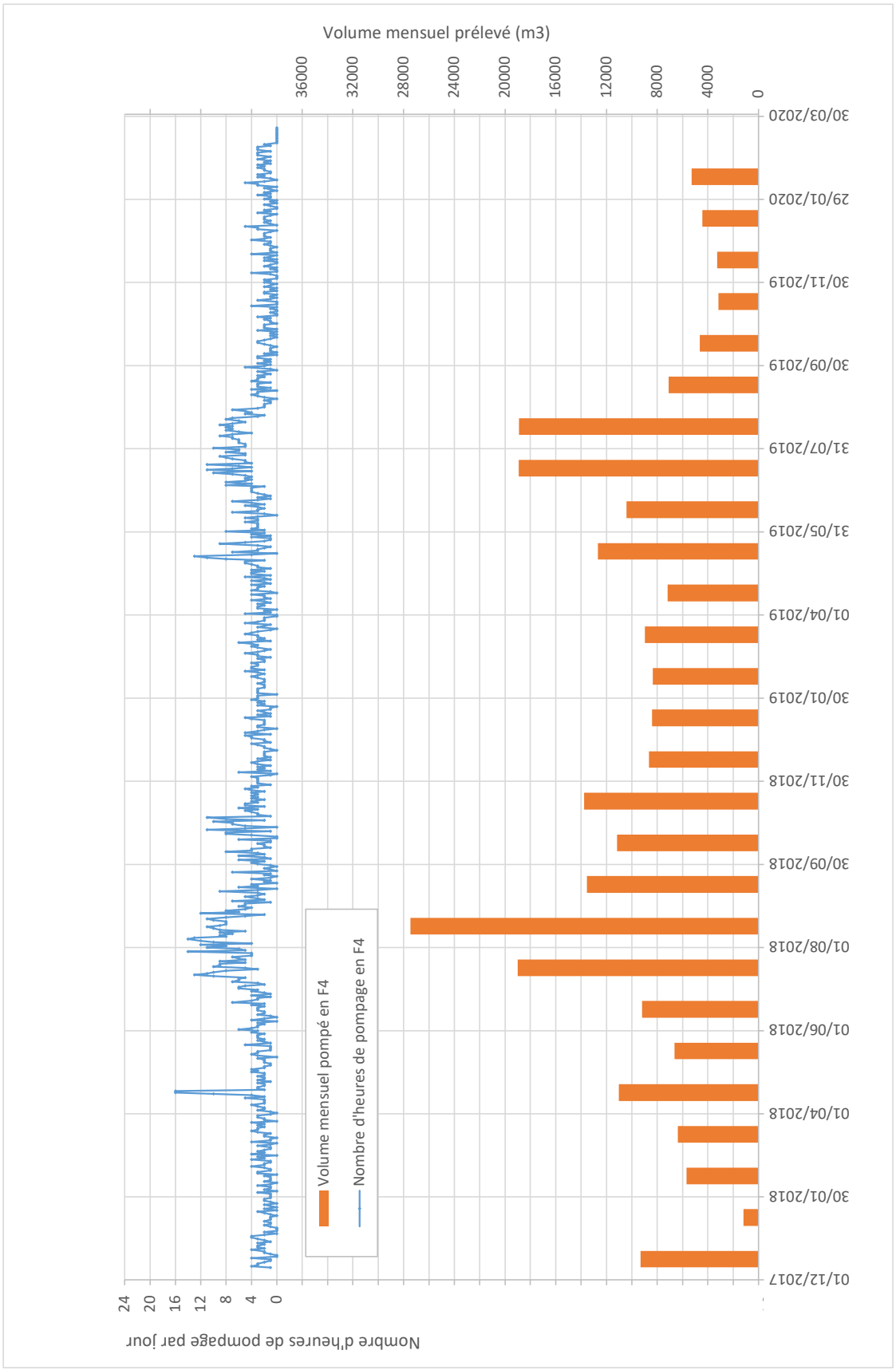



**Figure 186 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS temps de pompage sur le forage F4 « Aychugadou » - Commune de Torreilles**

### 5.2.3 Les forages de Sainte-Marie-la-Mer

Les 3 forages AEP (F2, F3 et F4) se situent entre 850 et 1230 m les uns des autres. Ces trois forages captent globalement les mêmes horizons aquifères pliocènes (cf. Tableau 1). Dans le détail :

- Les volumes moyens mensuels sont minimums en février et maximum en juillet/août (Figure 188).
- Les trois forages sont exploités à des débits bien différents (54 $m^3$/h pour F2, 100 $m^3$/h pour F3 et 50 $m^3$/h pour F4).
- Le prélèvement sur F3 représente à lui seul 47% du prélèvement moyen annuel avec un maximum à 52% en juillet.
- Les volumes prélevés annuellement :
    - Augmentent sur F2 de manière croissante depuis 2008 (+210% soit +141 000 $m^3$) ;
    - Ont brusquement diminué sur F3 entre 2013 et 2014 (-32% soit -183 000 $m^3$) puis sont stables autour de 400 000 $m^3$ depuis 2014 ;
    - Diminuent fortement sur F4 depuis 2014 (-76% soit -285 000 $m^3$).
- Depuis 2007, le coefficient de pointe mensuelle (=volume mensuel de pointe / volume mensuel moyen) est relativement stable sur chaque forage autour de x1.5 à x2 (Figure 189).
- D'après les données horaires de débit sur la période 2018 à 2020, il apparait une nette tendance à la baisse des débits d'exploitation en période de pointe de 5 à 10 $m^3$/h sur F3 (Figure 192) et une baisse plus modérée sur F4 (Figure 194) liée à la baisse généralisée du niveau piézométrique (conséquence de la forte augmentation des prélèvements) imposant alors aux pompes d'exploitation une HMT plus importante.
- D'après les données horaires de débit sur la période 2018 à 2020, en période de faible consommation, les forages F2 et F3 fonctionnent entre 4 et 8 heures par jour (Figure 191 et Figure 193) tandis que F4 ne fonctionnent guère plus de 4 heures. En période de pointe, F2 et F3 fonctionnent entre 16 et 20h tandis que le forage F4 fonctionne entre 12 et 18 heures (Figure 195).

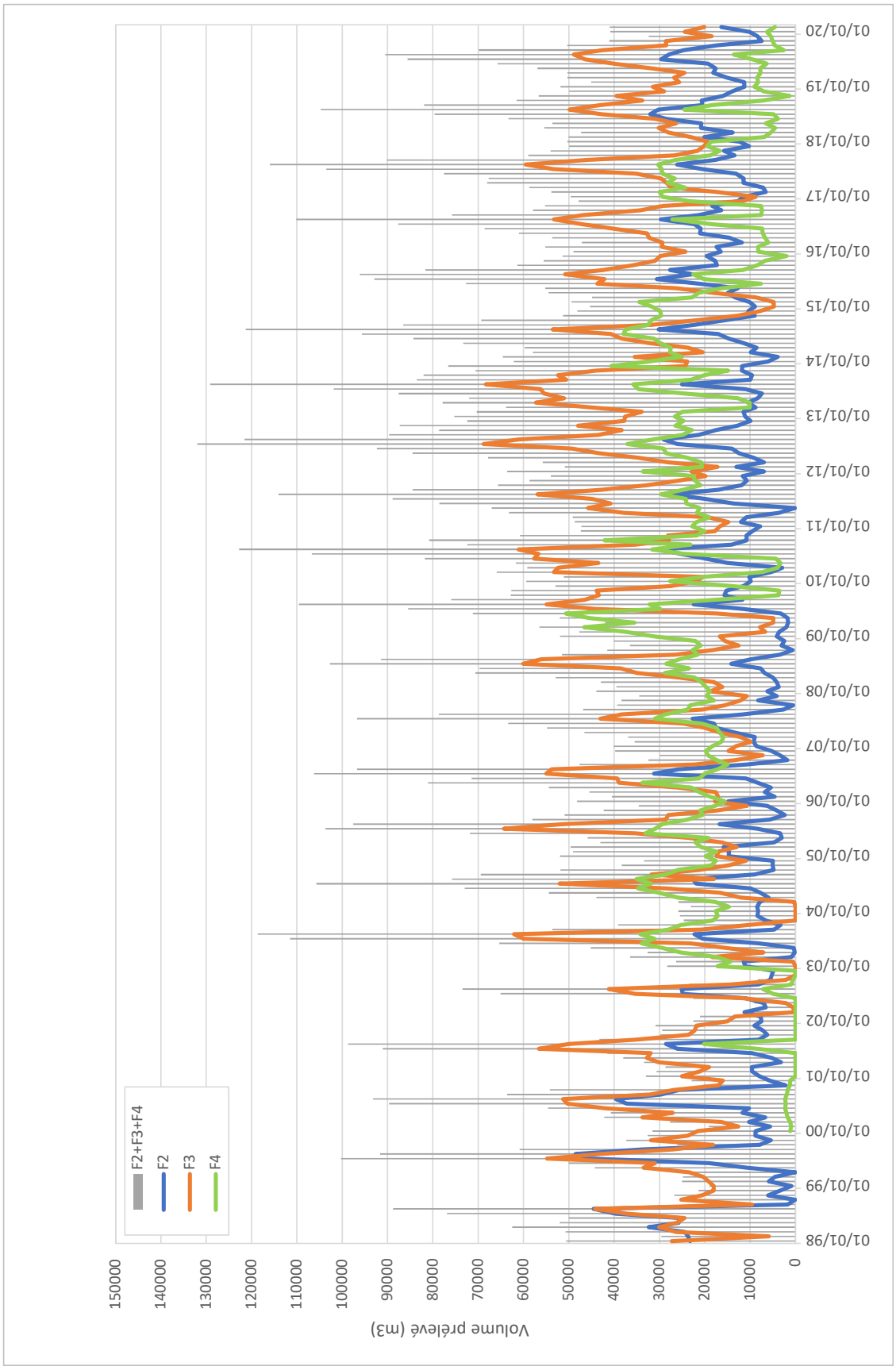



**Figure 187 : Volumes mensuels prélevés pour l'AEP sur la commune de Sainte-Marie-La-Mer**

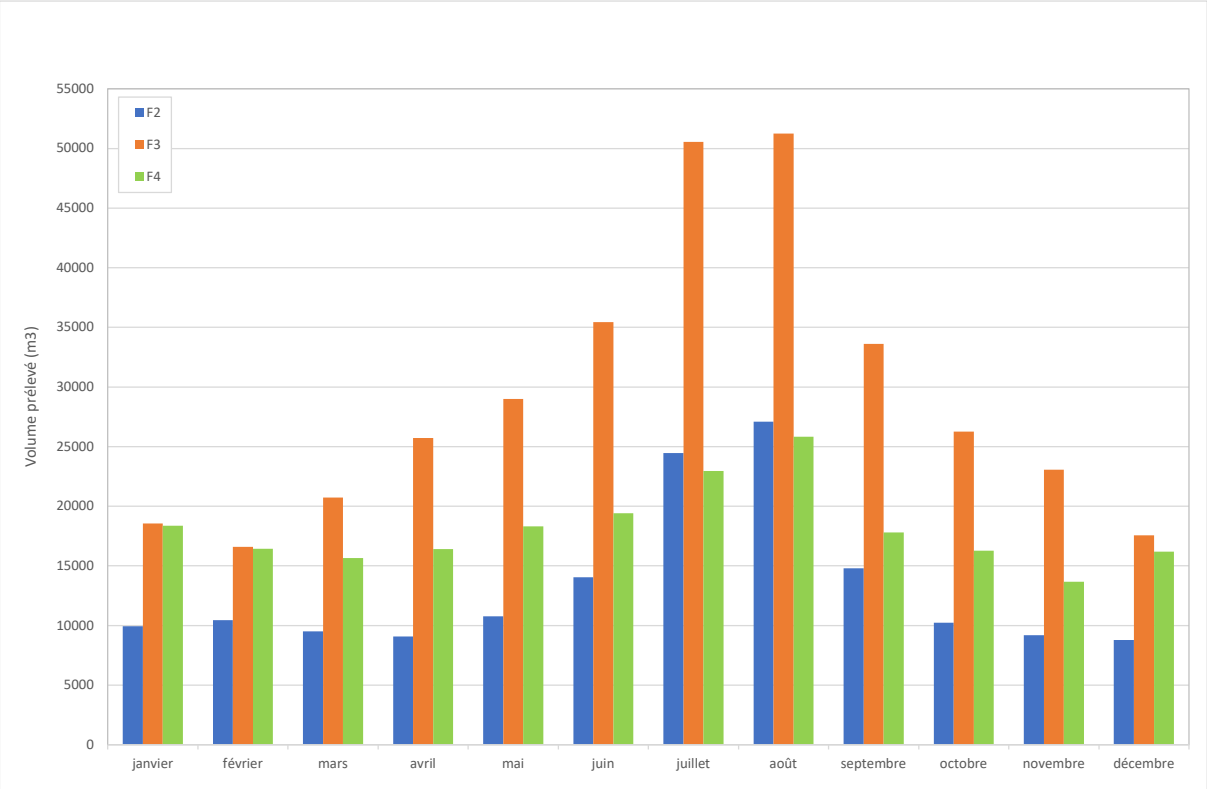



**Figure 188 : Volumes moyens mensuels (1998-2019) prélevés pour l'AEP sur la commune de Sainte-Marie-La-Mer**

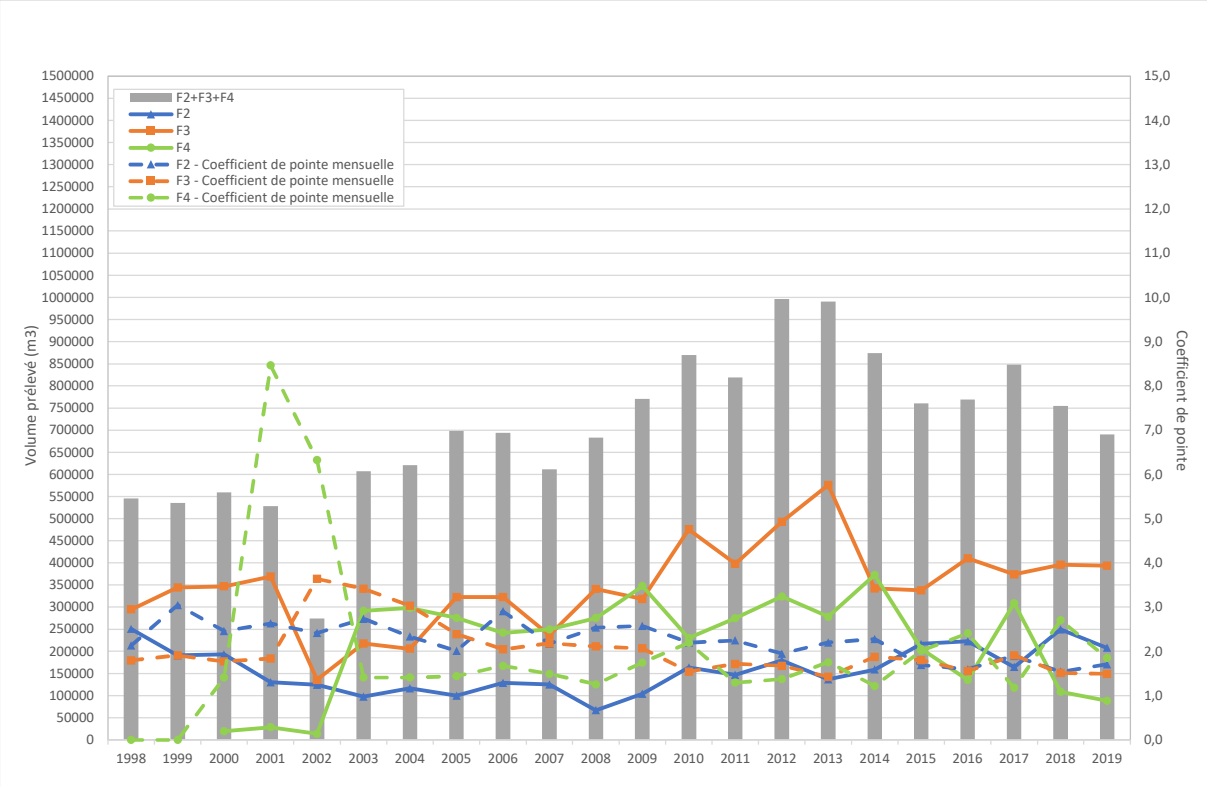



**Figure 189 : Volumes annuels prélevés pour l'AEP sur la commune de Sainte-Marie-La-Mer**

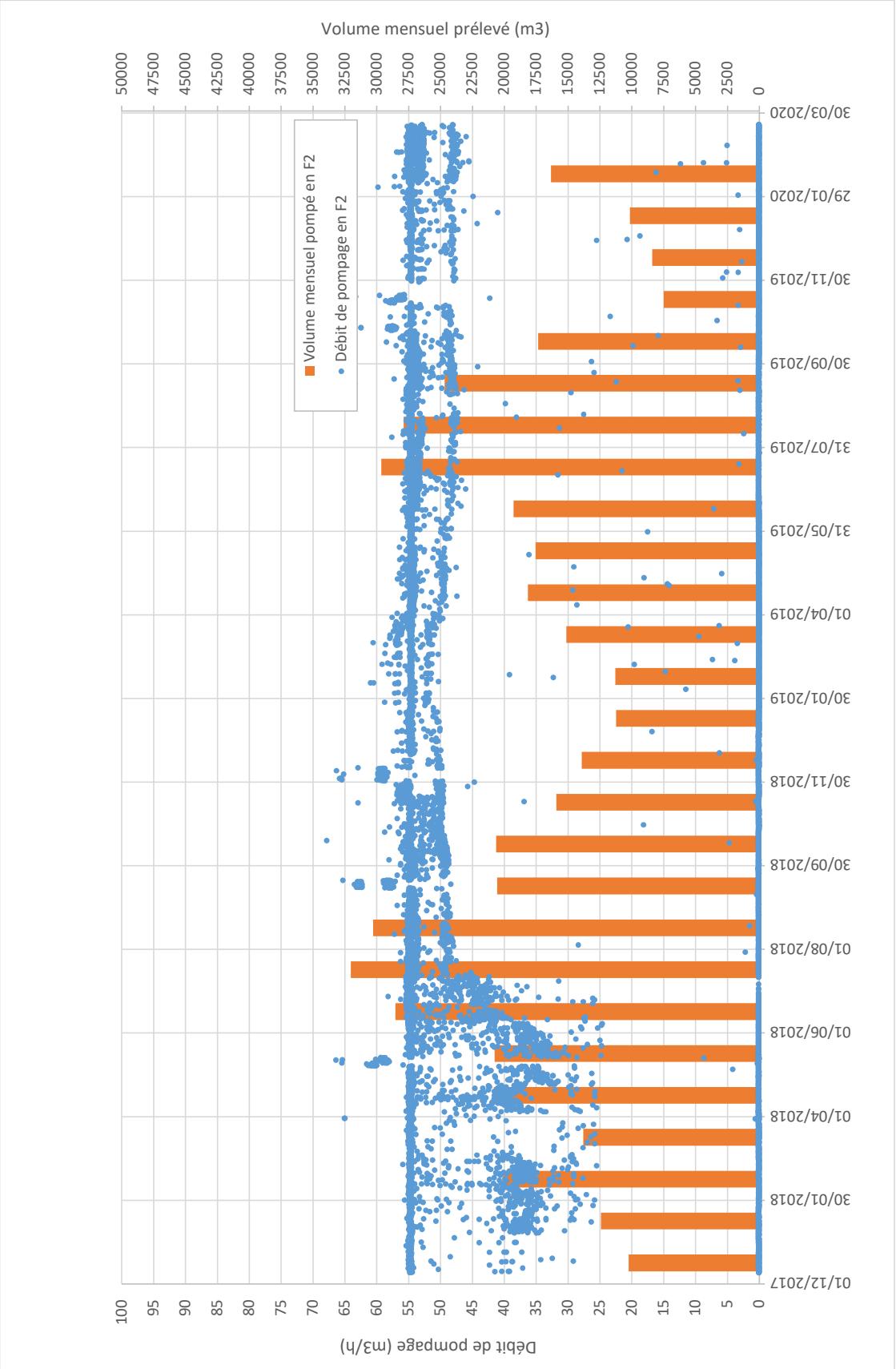



**Figure 190 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS débit sur le forage F2 – Commune de Sainte-Marie-la-Mer**

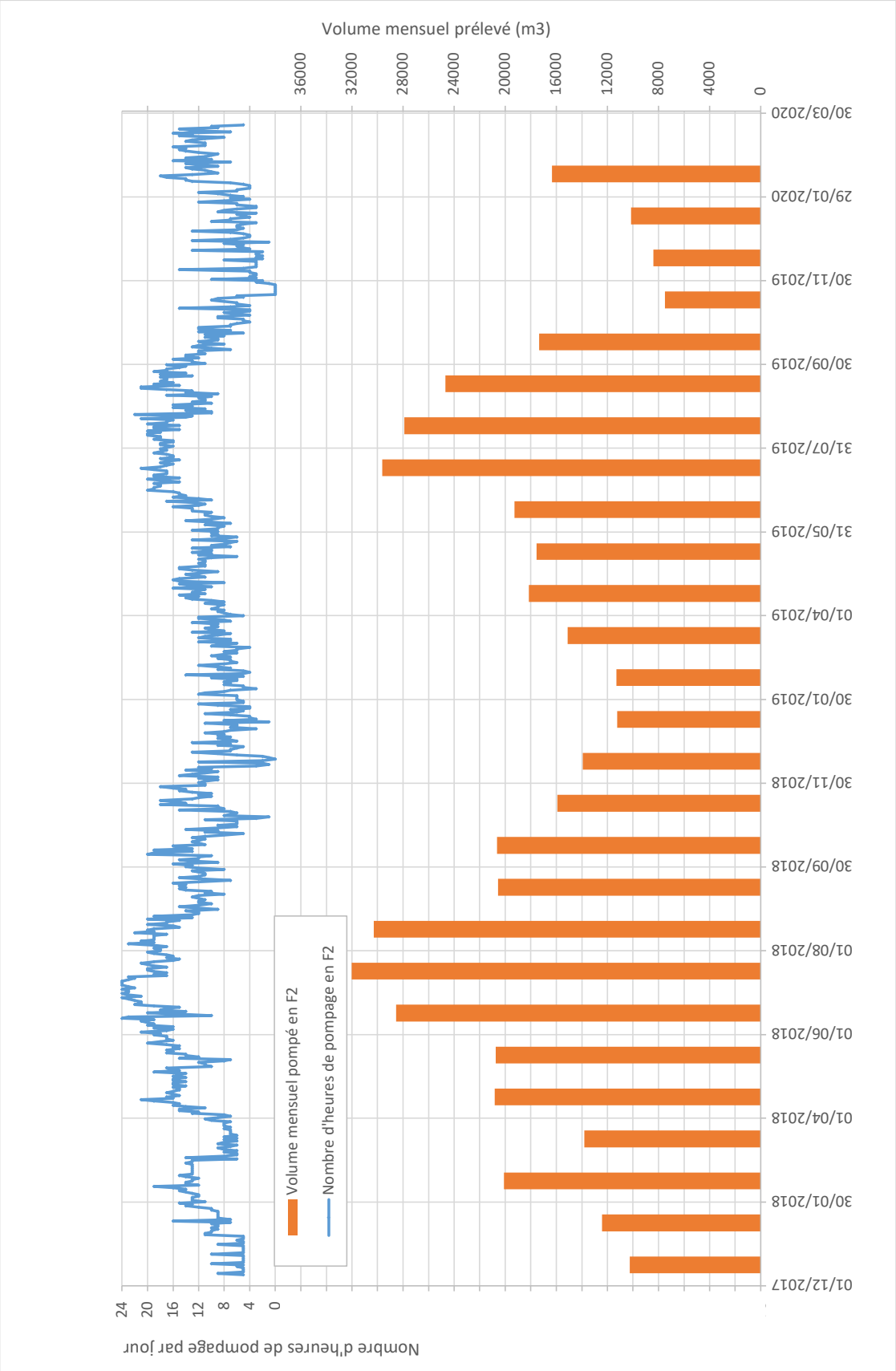



**Figure 191 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS temps de pompage sur le forage F2 – Commune de Sainte-Marie-la-Mer**

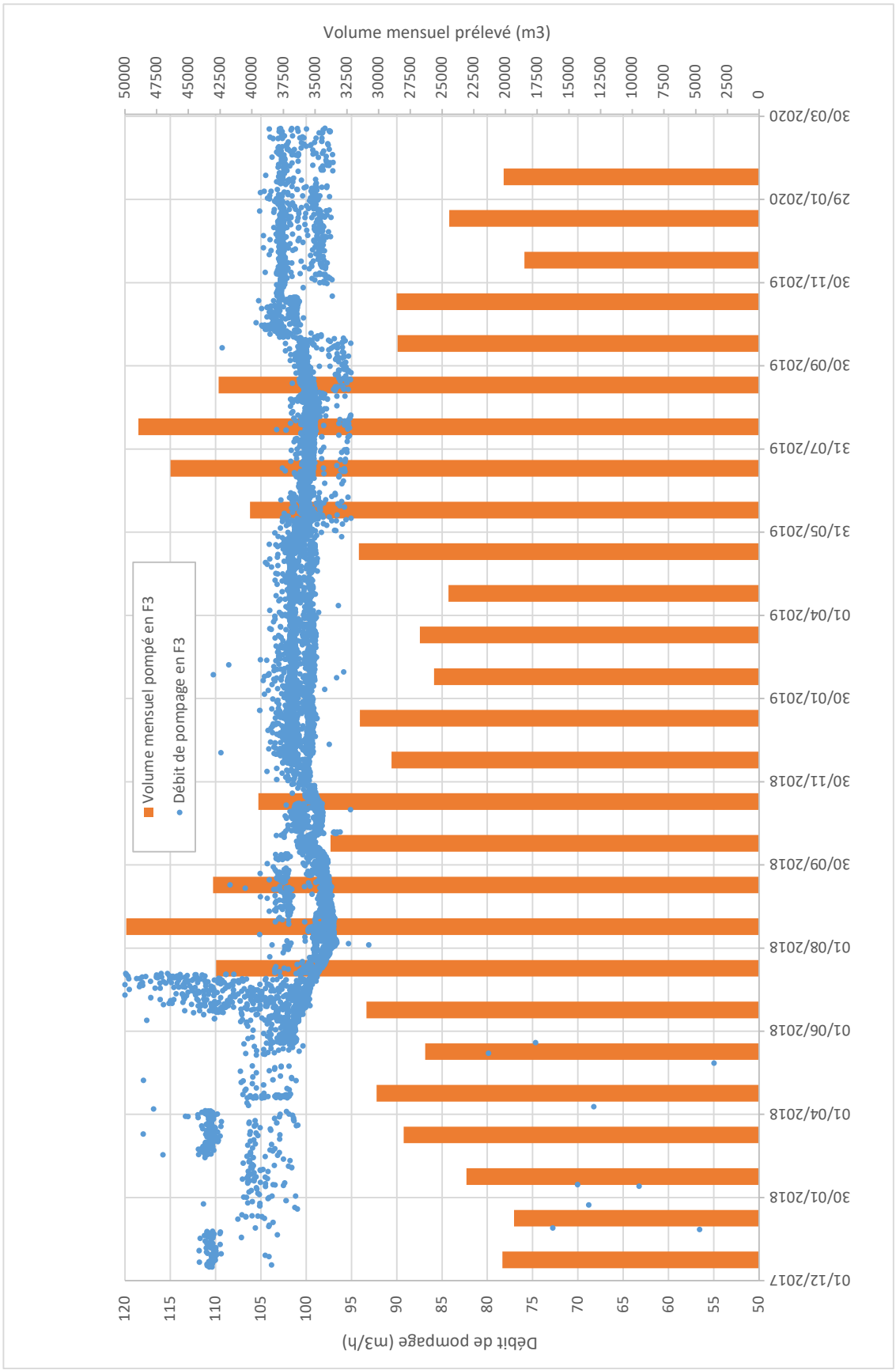



**Figure 192 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS débit sur le forage F3 – Commune de Sainte-Marie-la-Mer**

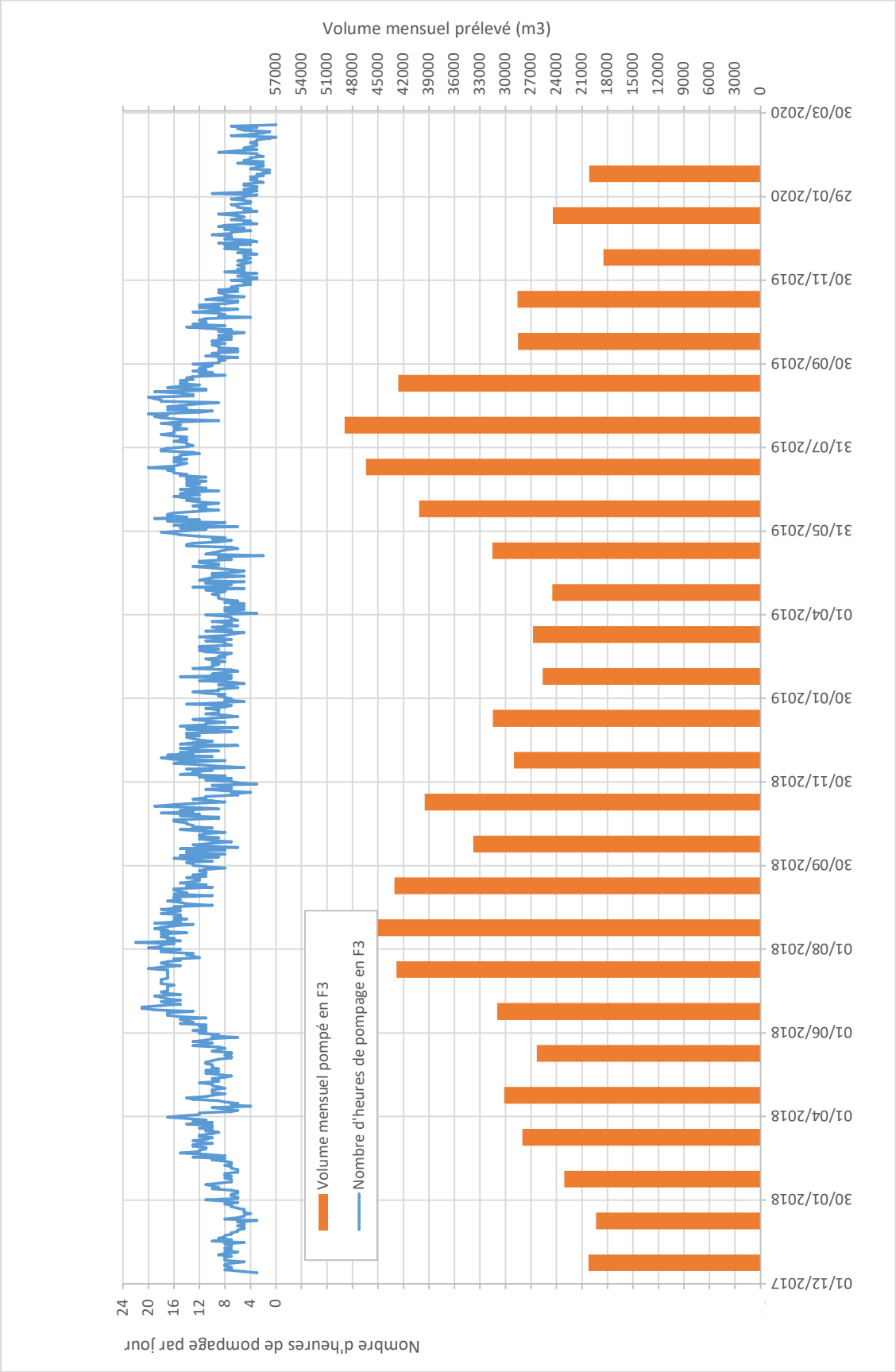



**Figure 193 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS temps de pompage sur le forage F3 – Commune de Sainte-Marie-la-Mer**

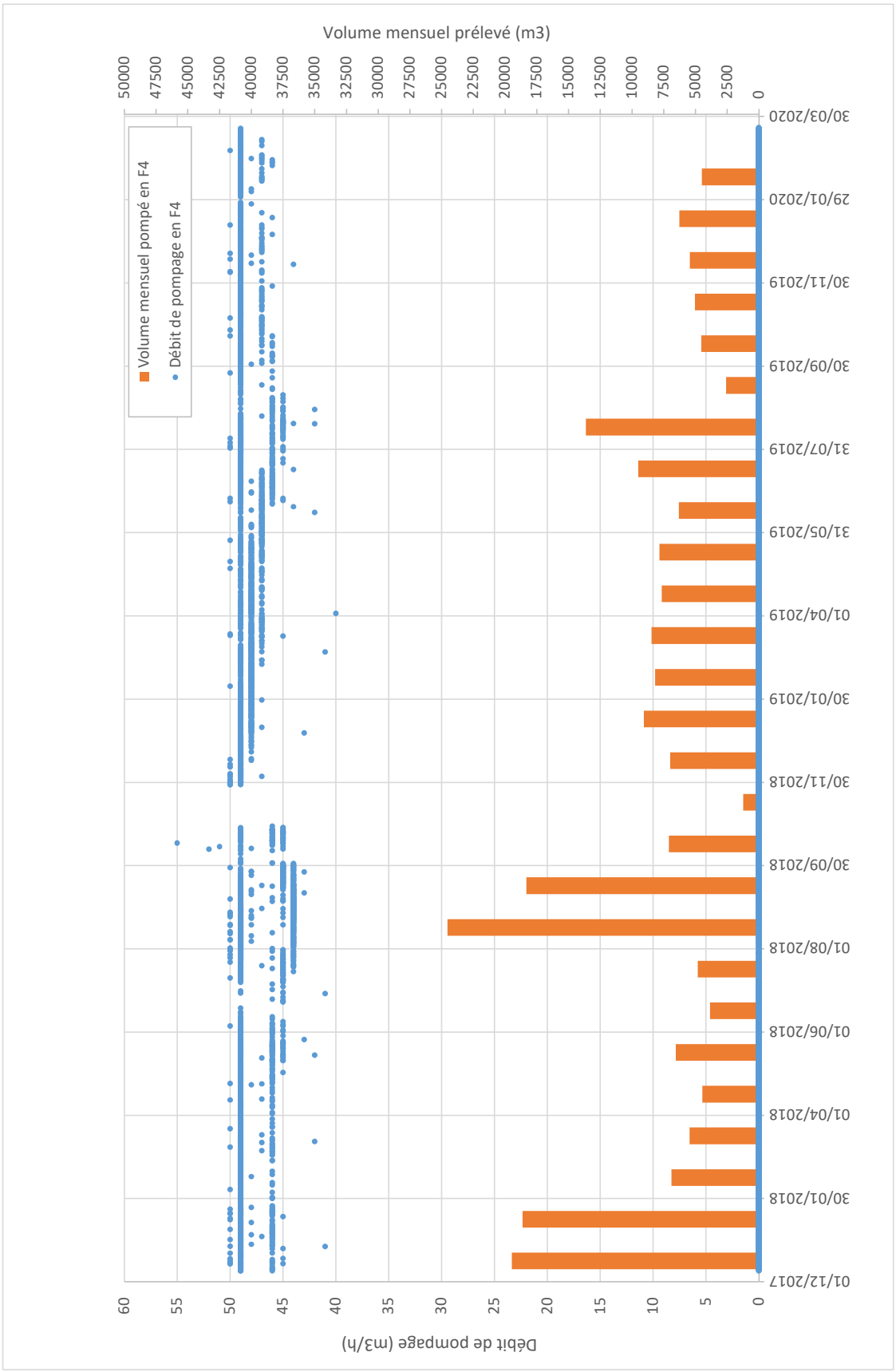



**Figure 194 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS débit sur le forage F4 – Commune de Sainte-Marie-la-Mer**

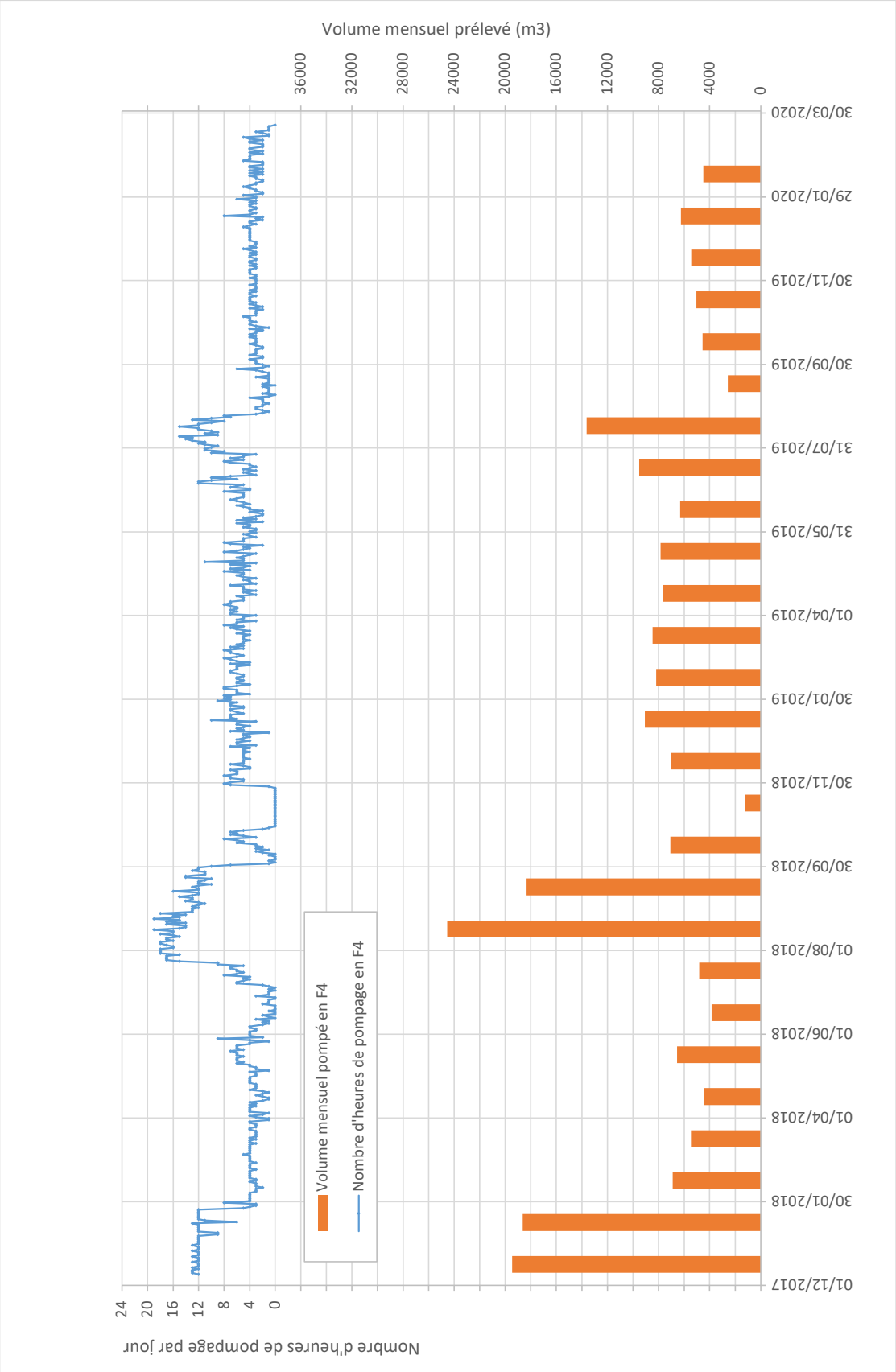



**Figure 195 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS temps de pompage sur le forage F4 – Commune de Sainte-Marie-la-Mer**

### 5.2.4 Synthèse des prélèvements AEP sur le secteur Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer

| Torreilles | | F1 | F2 | F4 |
|---|---|---|---|---|
| Profondeur (m) | | 51 | 48 | 157 |
| Aquifère | | N3 | N3 | N3/N4 |
| Prélèvement 2018 ($m^3$) | Annuel | 362 870 | 128 907 | 133 690 |
| | Mensuel min. | 19 661 | 6 793 | 1 189 |
| | Mensuel max | 42 206 | 24 267 | 27 478 |
| Coef. de pointe (depuis 2015) | | 1.2 | 2.2 | 2.2 à 2.5 |
| Débit d'exploitation (m3/h) | Min | 80 | 45 | 97 |
| | Max | 93 | 57 | 110 |
| Heures de pompages (depuis 2015) | Faible conso | 7-8 | 4 | 1-3 |
| | Pointe | 16-17 | 16-17 | 8-14 |

**Tableau 16 : Synthèse des prélèvements AEP sur Torreilles**

| Sainte-Marie-la-Mer | | F2 | F3 | F4 |
|---|---|---|---|---|
| Profondeur (m) | | 106 | 168 | 126 |
| Aquifère | | Pliocène | Pliocène | Pliocène |
| Prélèvement 2018 ($m^3$) | Annuel | 12 411 | 395 877 | 108 821 |
| | Mensuel min. | 13 803 | 19 326 | 1 238 |
| | Mensuel max | 32 029 | 49 889 | 24 536 |
| Coef. de pointe (depuis 2015) | | 1.5 | 1.5 à 2 | 1.5 à 2.6 |
| Débit d'exploitation (m3/h) | Min | 50 | 95 | 45 |
| | Max | 55 | 110 | 50 |
| Heures de pompages (depuis 2015) | Faible conso | 4-8 | 4-8 | 4 |
| | Pointe | 16-20 | 16-20 | 12-18 |

**Tableau 17 : Synthèse des prélèvements AEP sur Sainte-Marie-la-Mer**

## 5.3 La piézométrie

### 5.3.1 Les captages de Torreilles

L'analyse piézométrique sur les 3 forages s'est portée sur :

- Une chronique de 4 jours représentative des conditions de hautes eaux et de faible consommation (février 2020 en Figure 196) ;
- Une chronique de 7 jours représentative des conditions de basses eaux et de très forte consommation (août 2020 en Figure 197).

En conditions de hautes eaux, les commentaires sont les suivants :

- Au repos, les deux forages F1 et F2 semblent avoir une même charge piézométrique.
- **Le niveau d'eau de la nappe N3 (forages F1 et F2), ne retrouve jamais son niveau statique de référence lors des phases de repos des ouvrages même après plusieurs heures d'arrêt de l'exploitation**. L'ouvrage F4 est très peu exploité ce qui permet de retrouver un niveau piézométrique statique mais non représentatif de la nappe N4 car d'après la coupe technique, l'ouvrage capterait la nappe N4 et la partie inférieure de la nappe N3 (Annexe 3).
- Hors phases de pompage, les niveaux d'eau sont toujours supérieurs au niveau de la mer.
- Les deux ouvrages F1 et F2 implantés dans la même nappe N3, fonctionnent en alternance ce qui permet de voir clairement l'influence mutuelle des prélèvements (rabattement de 1.2 m sur F2 au débit de 90 $m^3$/h sur F1 et rabattement de 0.20 à 0.40 m sur F1 au débit de 54 $m^3$/h sur F2). L'ouvrage F1 présente un bien meilleur débit spécifique (20 à 22 $m^3$/h/m) que le forage F2 (8 à 9 $m^3$/h/m) pour un équipement quasi similaire.
- Bien que situé à environ 1000 m à l'Est des forages F1 et F2, **le forage F4 est nettement influencé par les prélèvements dans les deux autres forages**, avec un rabattement de l'ordre 0.5 m. En revanche, les prélèvements courts sur F4 (phases d'1 heure au débit de 110 $m^3$/h) n'influent en rien sur les niveaux d'eau en F1 et F2

En conditions de basses eaux, les commentaires sont les suivants :

- Au repos, les deux forages F1 et F2 semblent avoir une même charge piézométrique.
- **Le niveau d'eau de la nappe N3 (forages F1 et F2), ne retrouve jamais son niveau statique de référence lors des phases de repos des ouvrages même après plusieurs heures d'arrêt de l'exploitation**. Lors des phases d'arrêt prolongé de l'ouvrage F4, le niveau statique est retrouvé.
- Les deux ouvrages F1 et F2, fonctionnent en alternance et l'influence mutuelle est nette et du même ordre de grandeur qu'en hautes eaux. A l'inverse, et étonnamment, le prélèvement sur les forages F1 et F2 n'est plus perceptible sur le niveau

piézométrique en F4 comme en témoignent la Figure 198. De même, l'impact du prélèvement dans la nappe N4 (en F4) n'a pas d'influence sur le niveau de la nappe N3 (en F1 et F2).

Les ouvrages F1 et F2 captent l'aquifère N3 entre -27 et -33 m et entre -42 et -48 m (sables grossiers). L'ouvrage F4 est quant à lui, crépiné de -62 m à -157 m (cimenté de 0 à 60 m) et capterait donc les niveaux aquifères inférieurs N4 et serait donc isolés des niveaux aquifères supérieurs. Toutefois, compte tenu de la lithologie grossière (entre -59 et -74 m) au sommet des crépines de F4 et compte tenu de la distance entre F1/F2 et F4, il n'est pas impossible qu'il s'agisse de la base de l'aquifère N3 (sables grossiers). Cela pourrait expliquer l'influence nette des prélèvements en F1/F2 sur F4. Ainsi, au droit de F4, les deux horizons N3 et N4 pourraient être en communication.

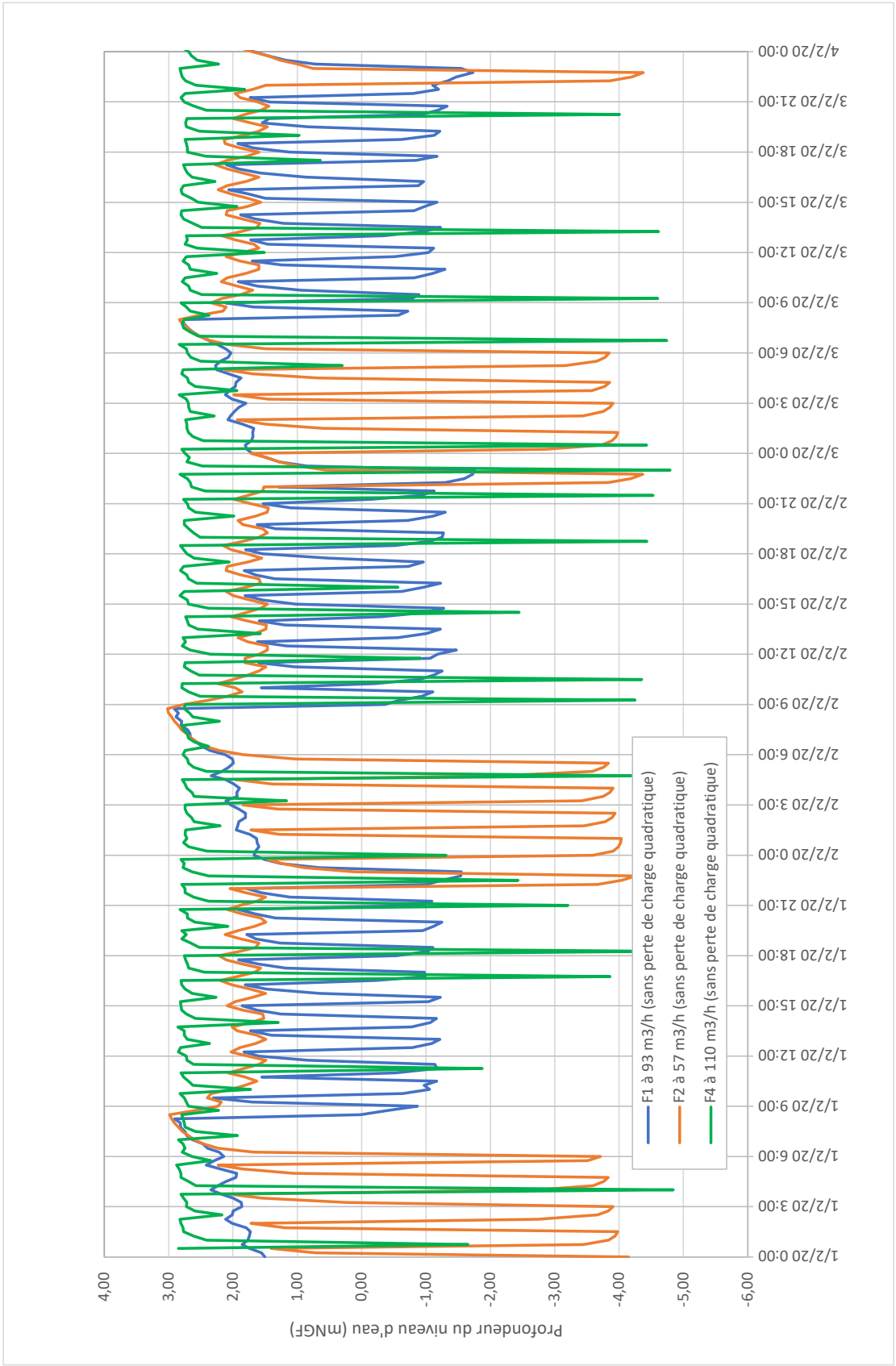



**Figure 196 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP de Torreilles en période de hautes eaux (sans pertes de charge quadratique)**

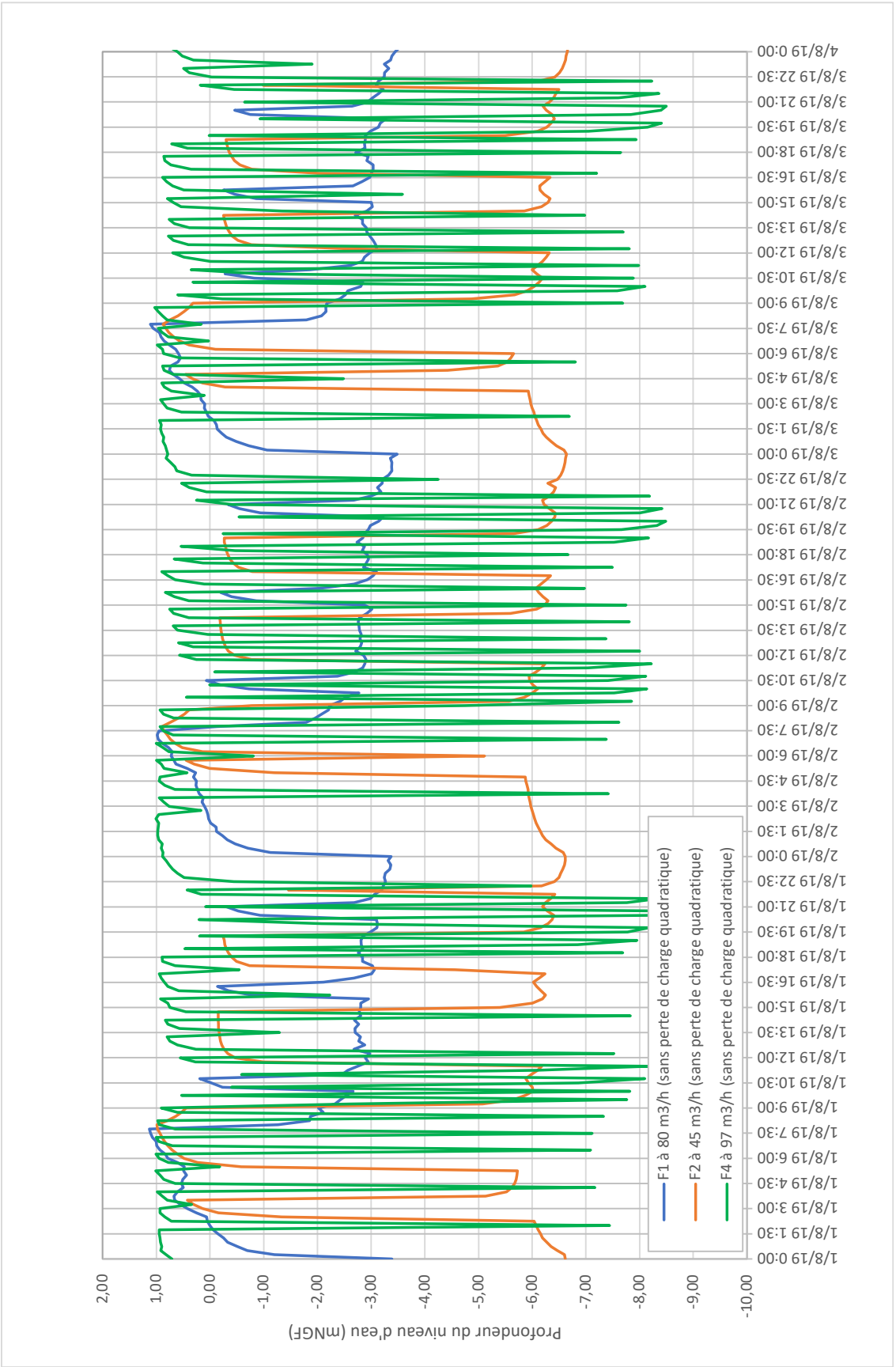



**Figure 197 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP de Torreilles en période de basses eaux (sans pertes de charge quadratique)**

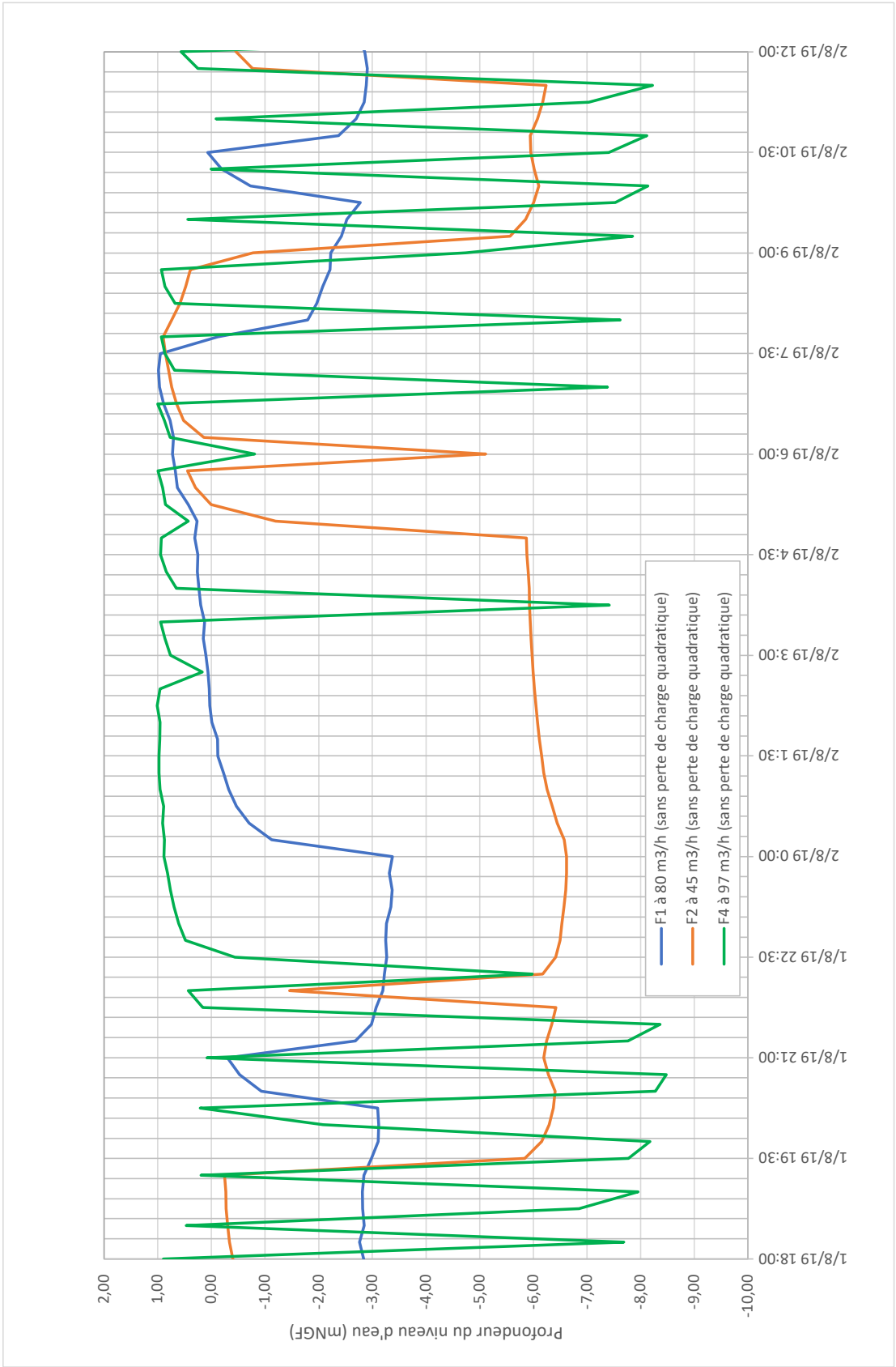



**Figure 198 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP de Torreilles en période de basses eaux (sans pertes de charge quadratique) - ZOOM**

### 5.3.2 Les captages de Sainte-Marie-la-Mer

L'analyse piézométrique sur les 3 forages s'est portée sur :

- Une chronique de 4 jours représentative des conditions de hautes eaux et de faible consommation (février 2018 en Figure 199) ;
- Une chronique de 4 jours représentative des conditions de basses eaux et de très forte consommation (août 2019 en Figure 200).

En conditions de hautes eaux, les commentaires sont les suivants :

- Le niveau d'eau dans les forages F2 et F3 ne retrouve jamais son niveau statique de référence lors des phases de repos des ouvrages même après plusieurs heures d'arrêt de l'exploitation. L'ouvrage F4 est très peu exploité ce qui permet d'avoir le niveau piézométrique quasi statique de la nappe N4.
- **Hors phases de pompage, les niveaux d'eau dans les 3 forages sont toujours supérieurs au niveau de la mer**.
- Les trois forages ne semblent pas s'influencer bien que captant les mêmes horizons aquifères sableux. Les ouvrages capteraient à la fois les sables supérieurs (dont le toit est situé vers -42 m en amont hydraulique sur F2 et vers -61 m en aval hydraulique sur F4) et les sables inférieurs (dont le toit serait situé vers -95 m).
- Les forages F2 et F3 fonctionnement en parallèle.

En conditions de basses eaux, les commentaires sont les suivants :

- Le niveau d'eau de l'aquifère en F2, ne retrouve jamais son niveau statique de référence lors des phases de repos des ouvrages même après plusieurs heures d'arrêt de l'exploitation. Lors des phases d'arrêt prolongé de l'ouvrage F4, la nappe retrouve son niveau statique tout comme en F3.
- **D'après les cotes NGF SAUR, seul le niveau d'eau dans le forage F3 au repos après plusieurs repasse au-dessus du niveau de la mer ce qui n'est pas le cas du niveau d'eau dans les forages F2 et F4 constamment sous le niveau 0 m NGF**.
- Les deux ouvrages F2 et F3, fonctionnent quasi en alternance. Mais lors des phases de repos de l'ouvrage F3, il est possible d'identifier une légère influence du prélèvement en F2 (baisse de 5 à 10 cm) sur F3 (Figure 201).

Au final, l'aquifère pliocène dans le secteur F3 semble présenter de meilleurs paramètres hydrogéologiques conférant à l'ouvrage une bien meilleure productivité (débit spécifique Qs de l'ordre de 40 $m^3/h/m$) que les forages F2 (Qs de l'ordre de 7 à 9 $m^3/h/m$) et F4 (Qs de l'ordre de 23 à 26 $m^3/h/m$). D'après les données de diagraphies, les horizons les plus productifs sont identifiés entre -42 et -91 m contre -44 et -55 m sur F2 et entre -61 et -82 m sur F4. L'ouvrage F4 présente un horizon productif dans les sables profonds entre -105 et -115 m.

Les ouvrages captent les mêmes horizons aquifères, et compte tenu de la distance F2-F3 (environ 1000 m), l'influence de F2 sur F3 est perceptible. L'inverse est envisageable mais non quantifiable car F3 fonctionne en simultané de F2.

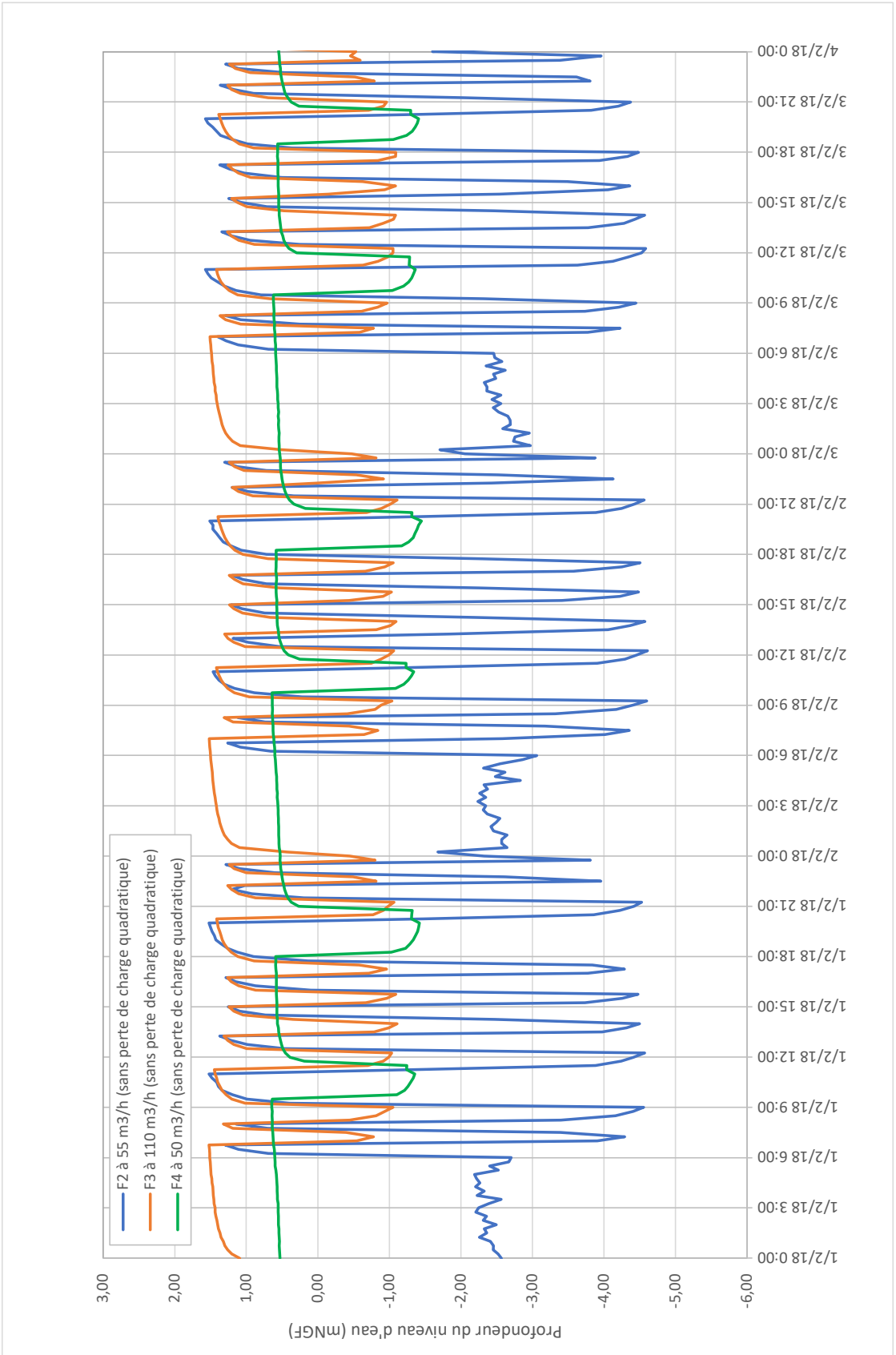



**Figure 199 : Evolution des niveaux d'eau dans l'aquifère pliocène à Sainte-Marie-la-Mer en période de hautes eaux**

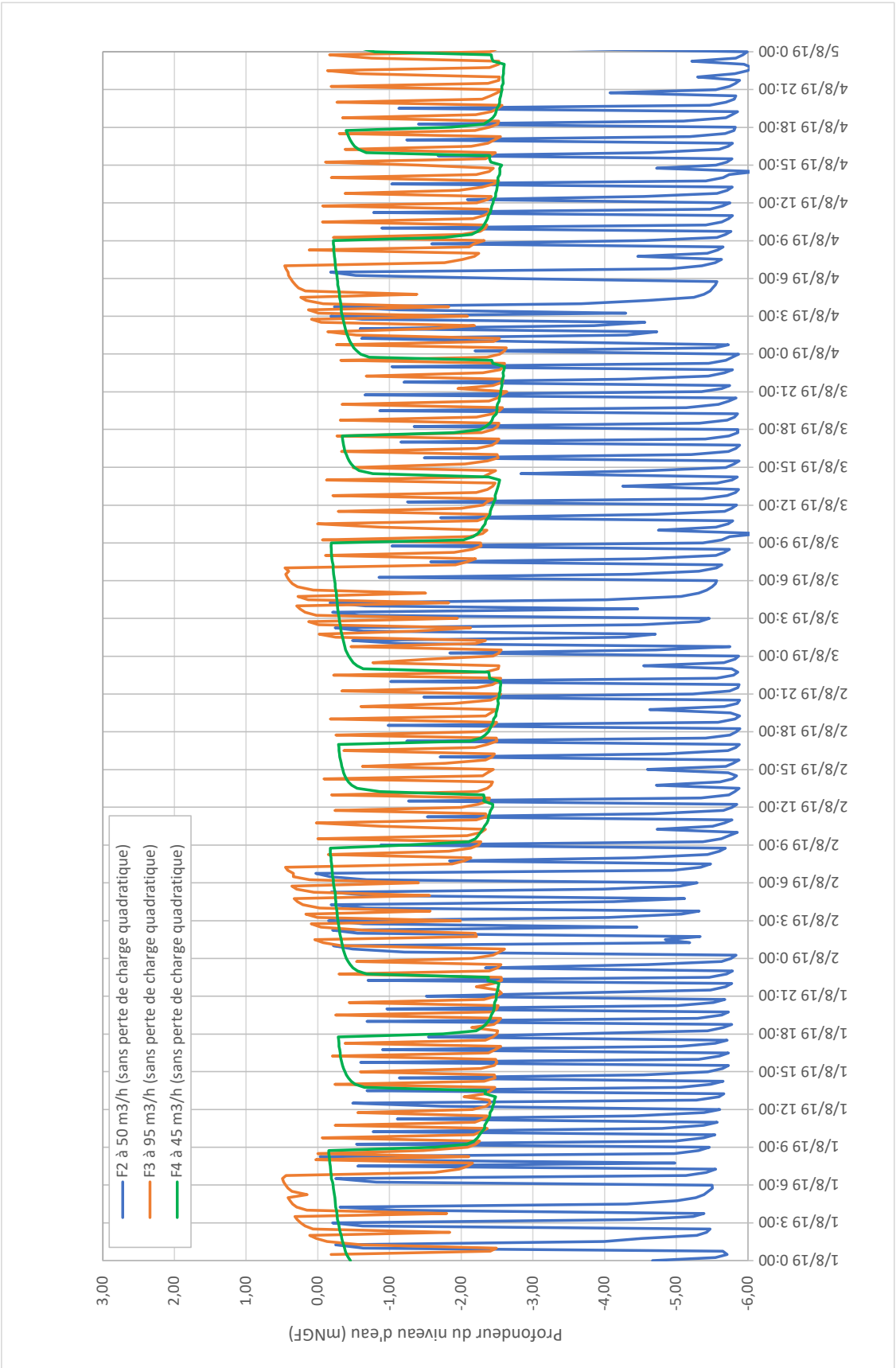



**Figure 200 : Evolution des niveaux d'eau dans l'aquifère pliocène à Sainte-Marie-la-Mer en période de basses eaux**

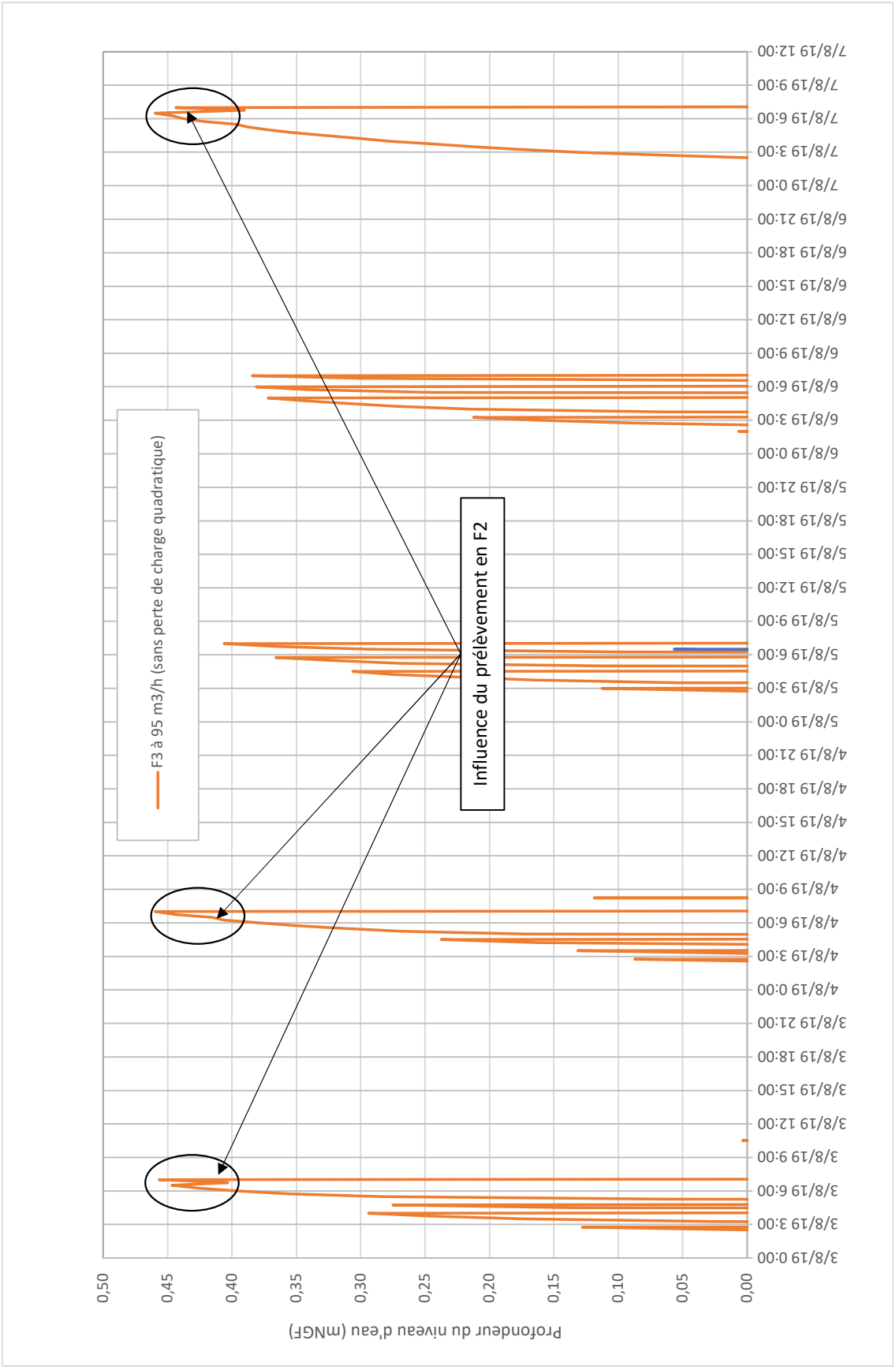



**Figure 201 : Evolution des niveaux d'eau dans l'aquifère pliocène à Sainte-Marie-la-Mer en période de basses eaux - ZOOM**

### 5.3.3 Piézométrie des nappes pliocènes sur le secteur Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer

La difficulté d'analyse de ce secteur réside dans le fait que tous les ouvrages captent à la fois les sables supérieurs (nappe N3) et les sables inférieurs (nappe N4) hormis les forages AEP F1 et F2 « Aychugadou » de Torreilles.

En considérant que les niveaux piézométriques enregistrés dans les ouvrages sont calés en m NGF, l'étude des niveaux au repos (pseudo-statiques) amène les commentaires suivants :

- Au repos, le niveau piézométrique du secteur Torreilles semble toujours supérieur au niveau de la mer à l'exception de l'étiage 2019 sur le forage AEP F1. L'amplitude naturelle est de l'ordre de 1.5 m.

- Sur Sainte-Marie-la-Mer, le secteur en aval hydraulique (piézomètre F1 et forage AEP F4) montre un niveau piézométrique naturel sous le niveau de la mer à chaque période d'étiage entre mi-juin/début juillet et fin septembre/début octobre soit environ 3 mois. L'amplitude est de l'ordre de 1.5 m. Le secteur en amont hydraulique reste au-dessus du niveau de la mer en étiage comme en témoignent les niveaux d'eau au repos sur le forage AEP F3 avec une amplitude de l'ordre de 2 m. Etonnamment, les niveaux d'eau enregistrés sur le forage AEP F2 semblent situés en permanence sous le niveau de la mer depuis l'étiage 2018. Il est probable qu'il s'agisse d'une dérive du capteur de pression.

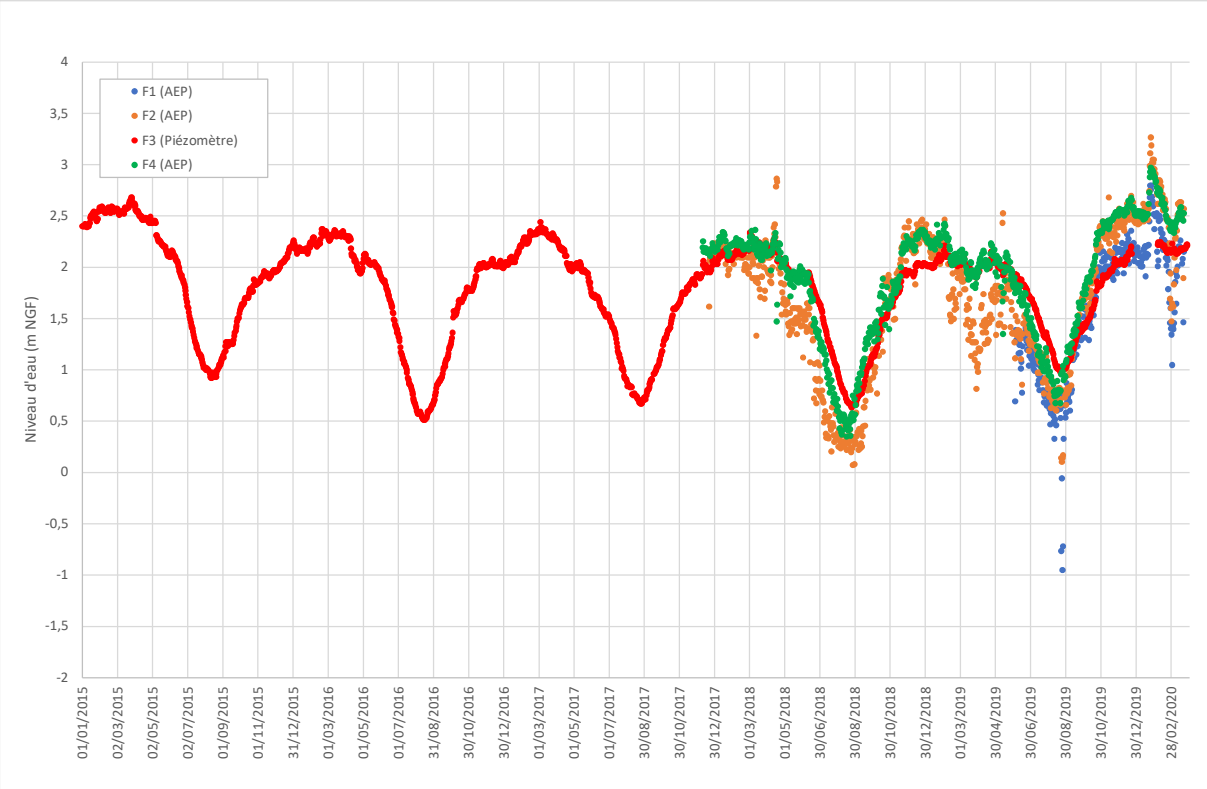



**Figure 202 : Evolution des niveaux d'eau au repos dans les aquifères N3 et N4 dans le secteur Torreilles (2015-2020)**

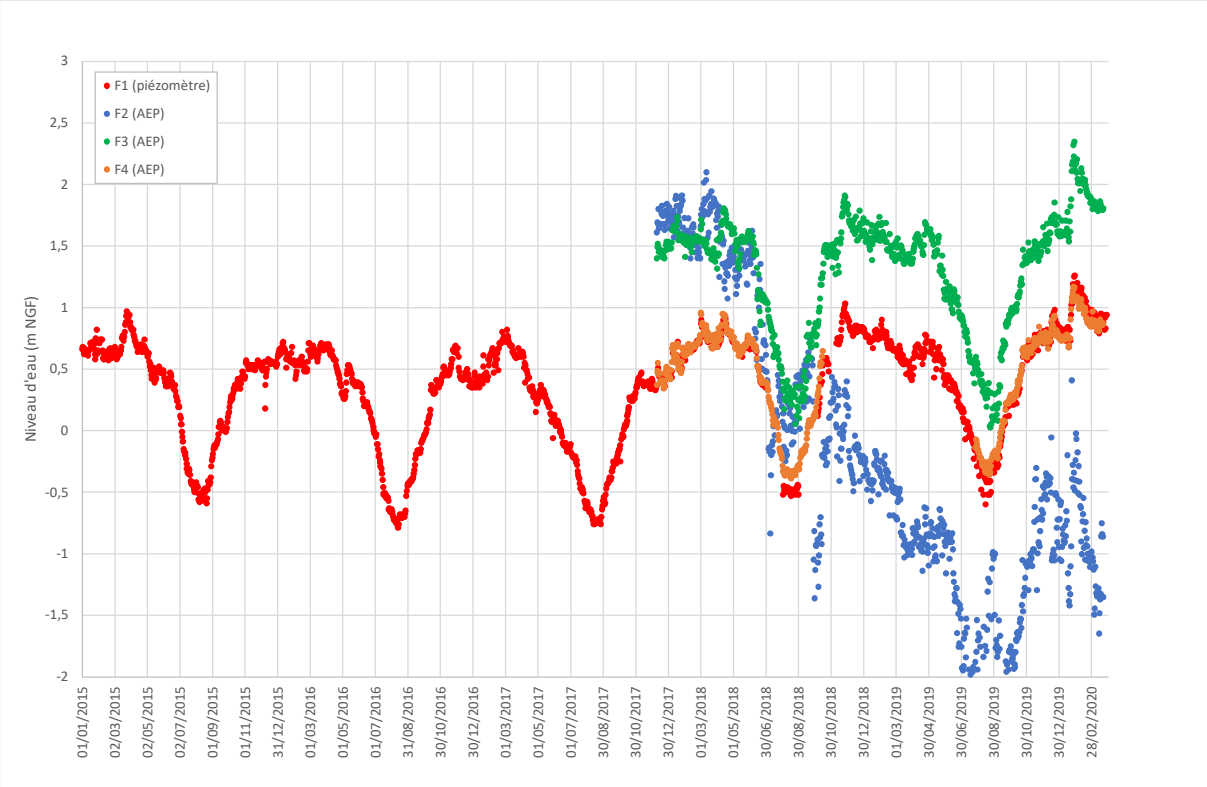



**Figure 203 : Evolution des niveaux d'eau au repos dans les aquifères N3 et N4 dans le secteur Sainte-Marie-la-Mer (2015-2020)**

## 5.4 Etude des chlorures et de la conductivité

### 5.4.1 Evolution temporelle des chlorures

Globalement la contamination sur ce secteur reste modérée, à l'exception des deux forages AEP F4 à Torreilles et à F4 Sainte-Marie-la-Mer pour lesquels la tendance évolutive semble en augmentation (Figure 205).

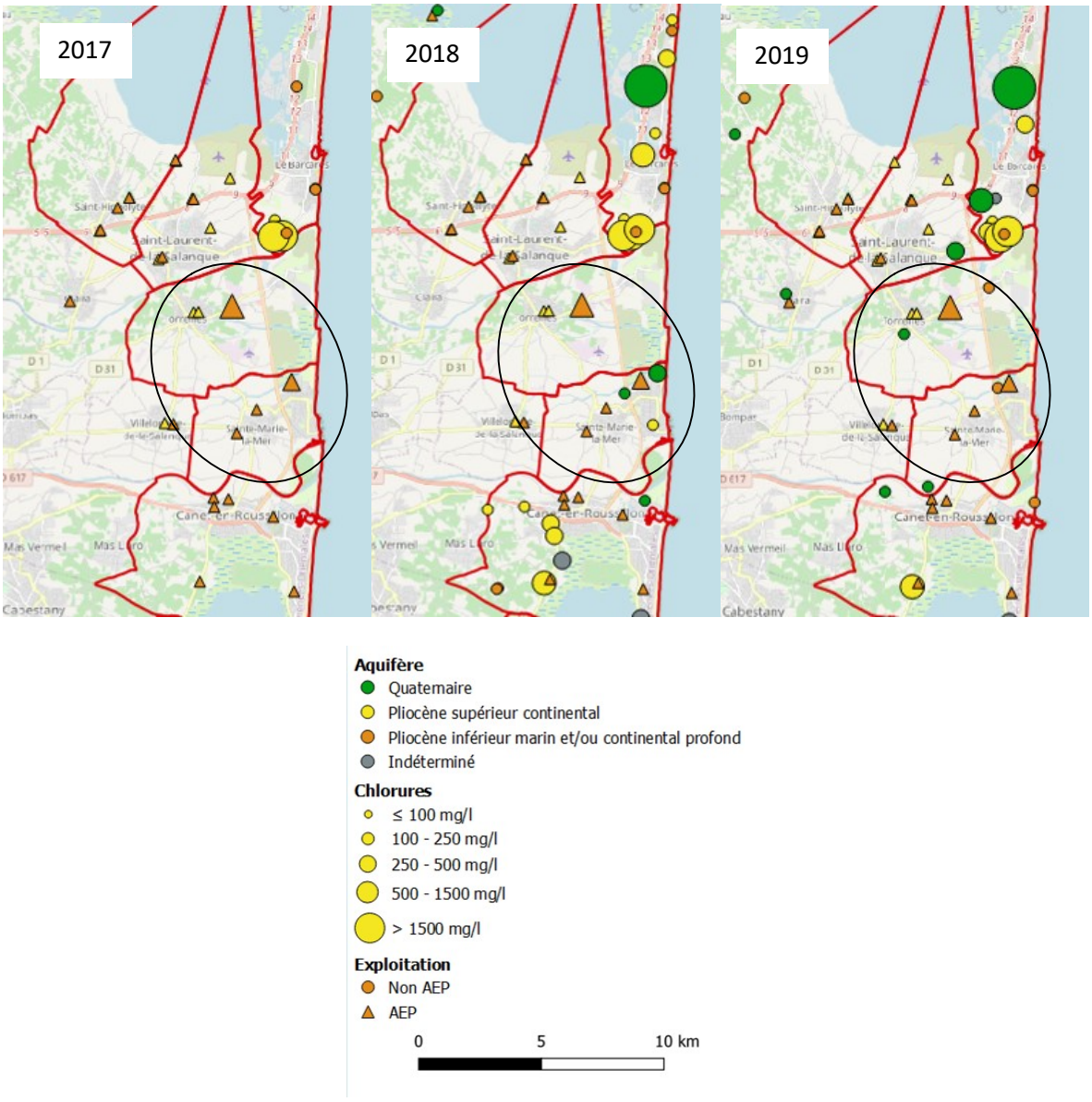



**Figure 204 : Cartographie des teneurs en chlorures de 2017 à 2019 sur le secteur Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer (source Réseau Chlorures et Export ADES)**

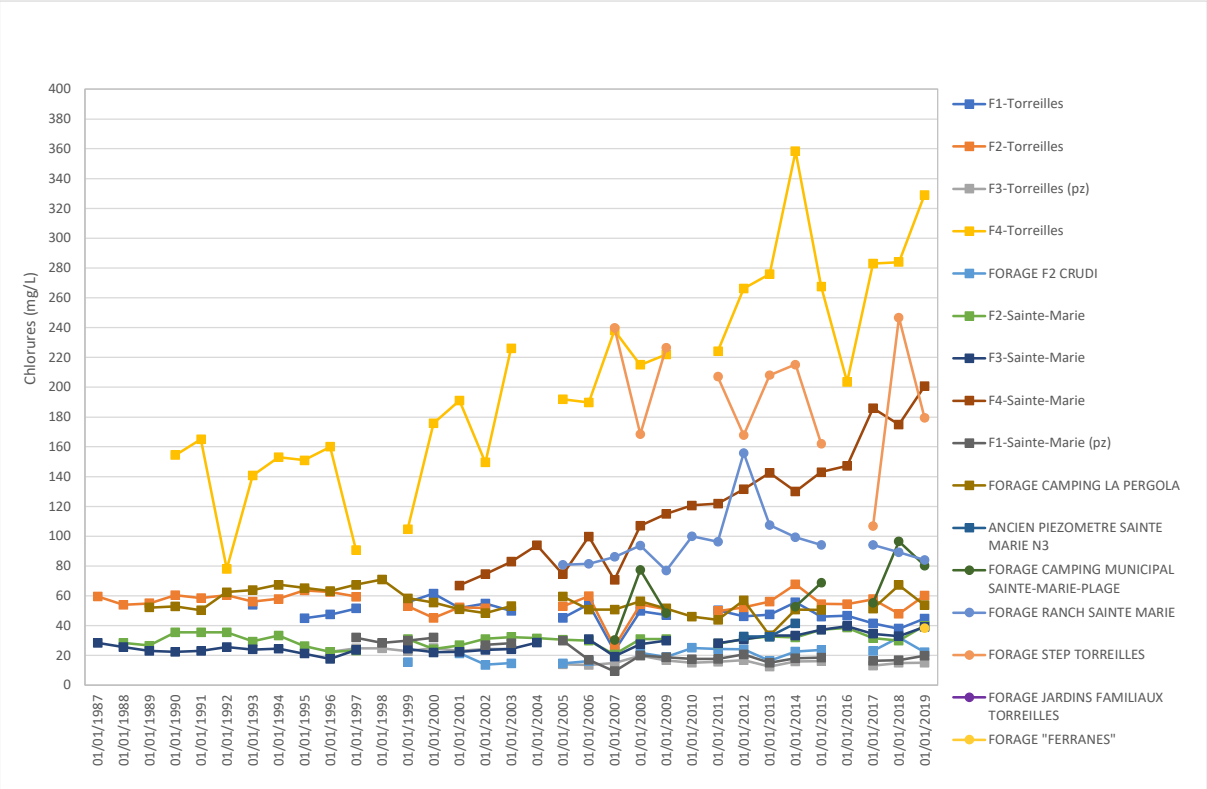



**Figure 205 : Evolution temporelle de la teneur en chlorures sur le secteur Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer (source Réseau Chlorures et Export ADES)**

### 5.4.2 Relation entre conductivité/chlorures et profondeur

Sur la Figure 206, il apparait que la conductivité des eaux est le reflet de la teneur en chlorures. Sur ce postulat, il est possible d'identifier les niveaux lithologiques correspondant aux teneurs en chlorures les plus élevées dans les ouvrages grâce aux données de diagraphies (Tableau 18). Les ouvrages qui ont fait l'objet d'une diagraphie conductivité/flux (voir Annexe 1) montrent que les horizons les plus riches en chlorures dans l'aquifère N4 sont situés globalement entre 80 et 90 m et entre 106 et 110 m de profondeur. Au-delà, les conductivités mesurées baissent traduisant de fait une diminution des chlorures.

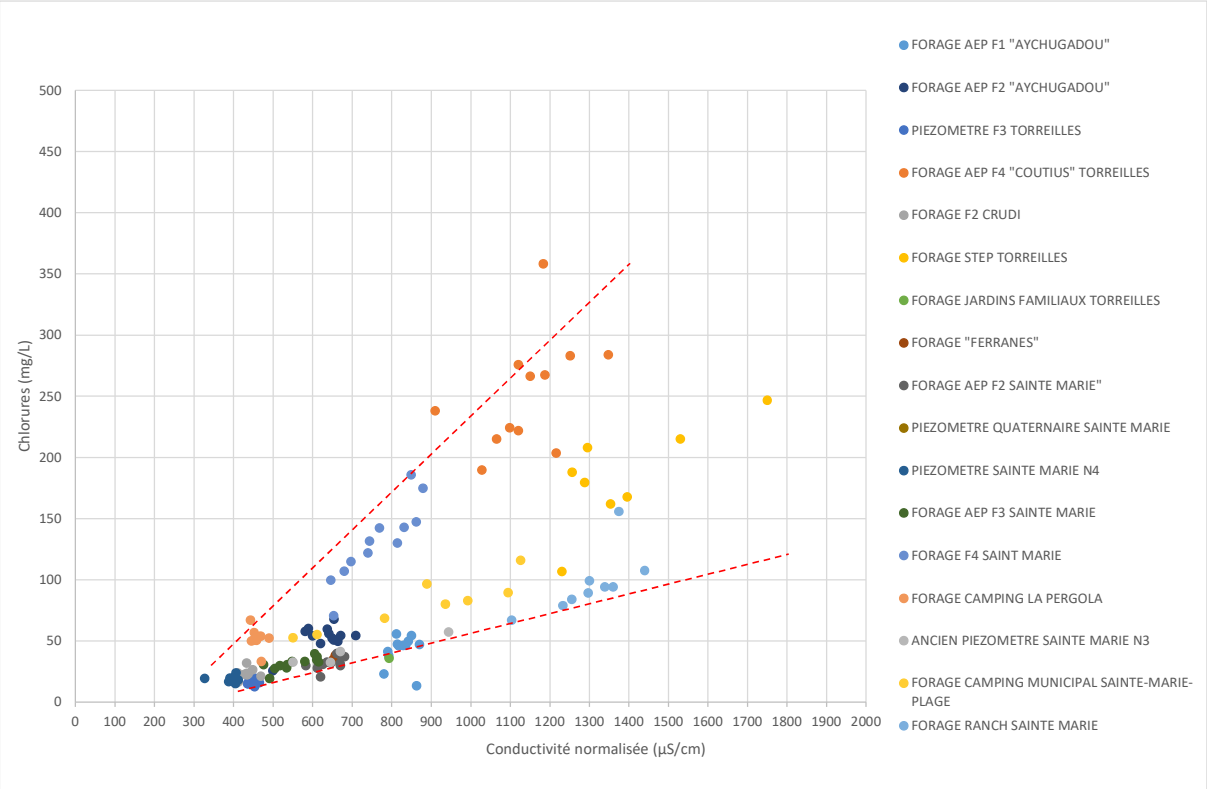



**Figure 206 : Relation conductivité/chlorures sur le secteur Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer**

| Ouvrage | Aquifère capté | Date de la mesure | Horizons les plus riches en chlorures (m) | Conductivité des niveaux les plus riches en chlorures (µS/cm) | Conductivité globale de l'eau pompée (µS/cm) | Teneur en chlorures en pompage (mg/L) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| F1 Torreilles | N3 | 2005 | 27.5-29.5 | >850 | 825 | 54.4 |
| F2 Torreilles | N3 | 2003 | 30-37 | 580 | 580 | Env. 52 |
| F4 Torreilles | N3/N4 | 2007 | 88-91 | 1200 | 796 | 238 |
| F2 Ste-Marie | N3/N4 | 2006 | 45-54 | 700-730 | 684 | 30 |
| F3 Ste-Marie | N3/N4 | 2004 | 43-60 | 425 | 410 | 28.6 |
| F4 Ste-Marie | N3/N4 | 2015 | 105-120 | 1000 à 1924 | 829 | 143 |

**Tableau 18 : Niveaux les plus riches en chlorures dans les forages AEP sur le secteur Torreilles/Sainte-Marie d'après les données de diagraphie**

Après avoir analysé les diagraphies disponibles, il convient d'étudier la relation de dépendance entre la teneur en chlorures et la profondeur captée par les ouvrages, notamment pour les ouvrages captant la nappe N3. Pour ce faire, nous proposons d'utiliser comme données d'entrée la cote du sommet des crépines. Malheureusement, les coupes techniques des forages sur le secteur Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer ne sont pas toutes connues. La figure suivante illustre la relation « profondeur du top-crépine et la teneur en chlorures ».

Il semblerait que plus la cote du sommet des crépines est haute et plus la teneur en chlorures est élevée. La distribution verticale des chlorures dans l'aquifère N3 montrerait donc une diminution avec la profondeur. La plupart des diagraphies de conductivité réalisées sur les forages AEP corrobore cette observation montrant une stratification de la conductivité avec la profondeur à la faveur d'une baisse (Figure 207 et Figure 208) à l'exception du forage F4 à Sainte-Marie-la-Mer montrant une augmentation de la conductivité avec la profondeur (Figure 207 et Figure 209).

Notons que sur le secteur du forage AEP F3 de Sainte-Marie-la-Mer, on observe une non stratification de la conductivité avec la profondeur (profil linéaire) sur toute la partie diagnostiquée démarrant à la base de l'aquifère N3 (vers -60 m) et jusqu'à -160 m (aquifère N4) (Figure 209).

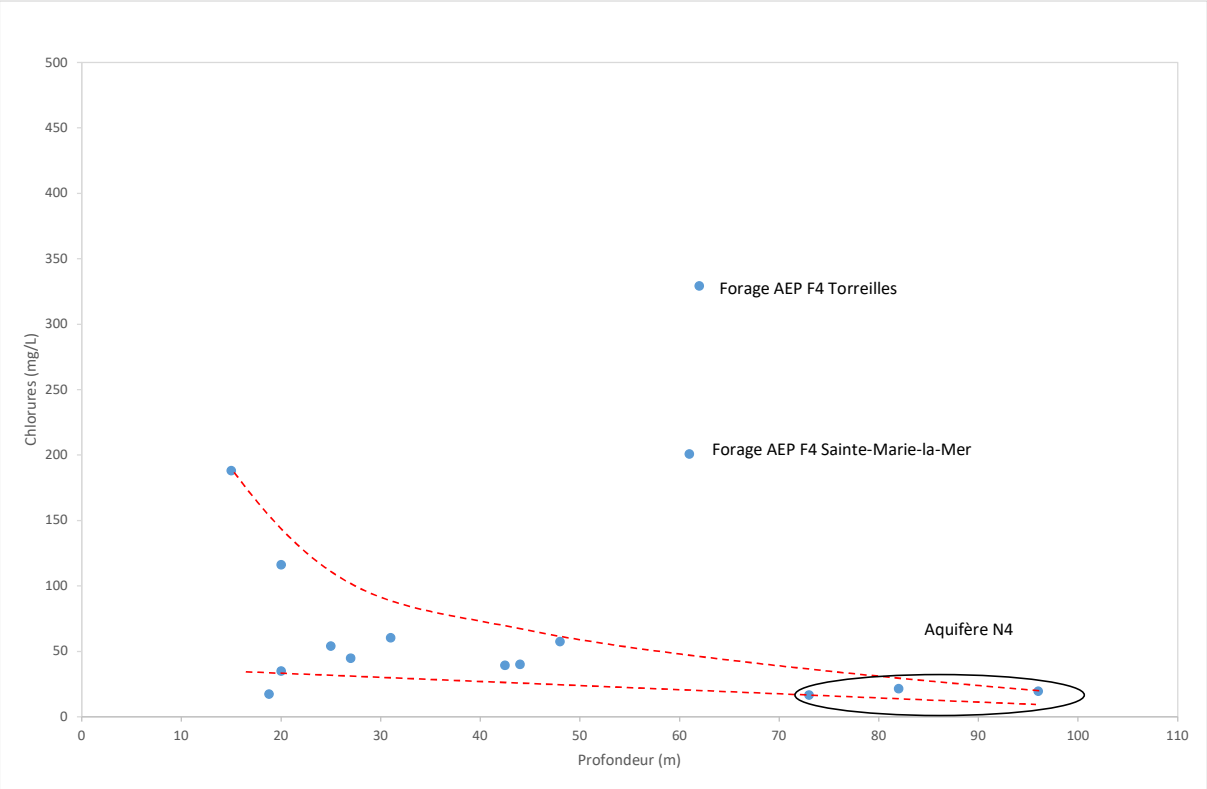



**Figure 207 : Relation entre la cote du top-crépines et les chlorures sur le secteur Torreilles/Sainte-Marie (sources Réseau Chlorures 2016/2019)**

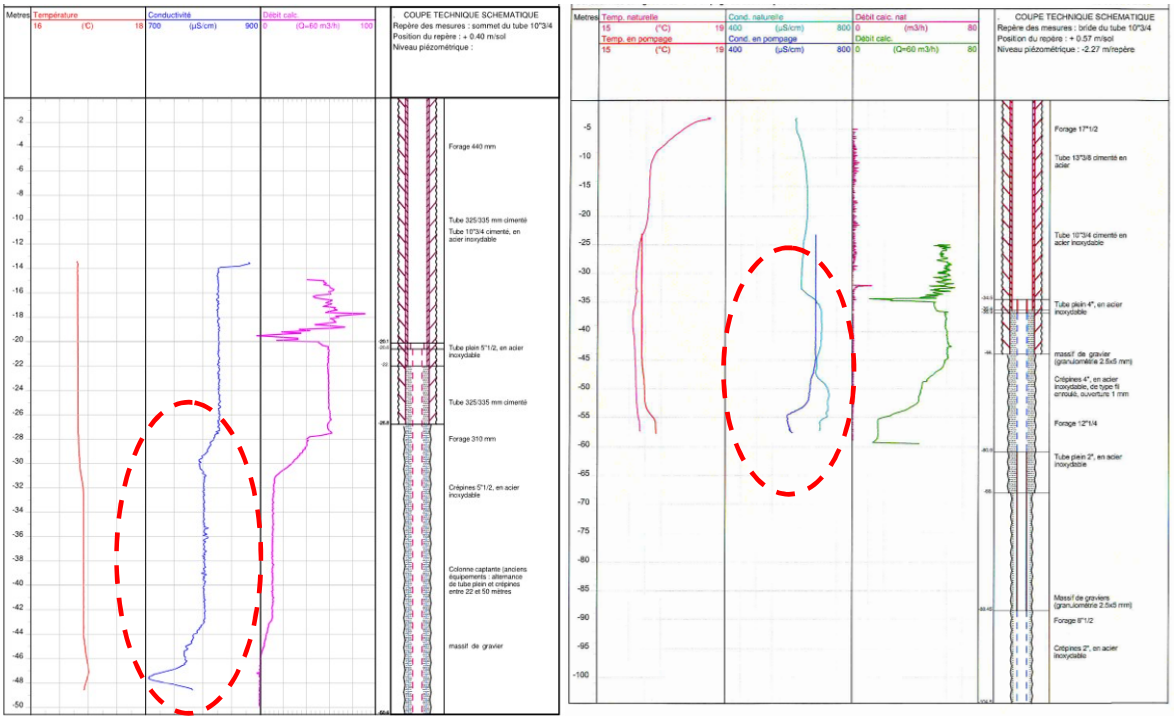


**Figure 208 : Diagraphie conductivité (F1 Torreilles à gauche et F2 Sainte-Marie-la-Mer à droite) montrant une stratification de la conductivité (baisse de la conductivité avec la profondeur)**

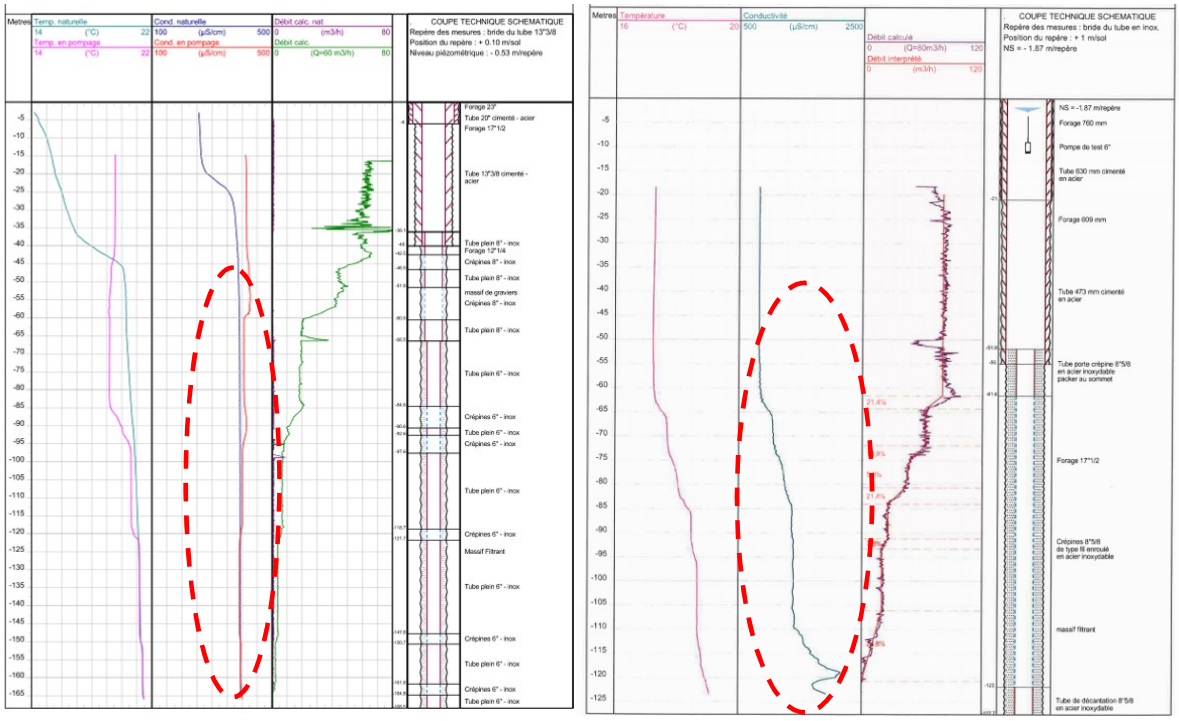


**Figure 209 : Diagraphie conductivité montrant une homogénéité de la conductivité avec la profondeur (F3 Sainte-Marie-la-Mer à gauche) ou une stratification inversée de la conductivité (augmentation de la conductivité avec la profondeur sur F4 Sainte-Marie-la-Mer à droite)**

### 5.4.3 Relation entre les pluies et les chlorures

Pour étudier le degré de dépendance entre pluies et chlorures nous avons croisé pour chaque ouvrage suivi, les analyses chlorures (septembre) avec le cumul mensuel de pluies précédent l'analyse, et ce, à plusieurs pas de temps : de 1 mois cumulé (août) à 24 mois cumulés. Les résultats sont présentés sur la Figure 210.

L'analyse fréquentielle ne fait ressortir aucune fréquence. Si certaines relations sont corrélées (les chlorures augmentent quand le cumul des pluies augmente), à l'inverse, d'autres semblent anti-corrélées (les chlorures baissent quand le cumul des pluies augmente). Toutefois, le degré de corrélation reste très faible (compris en moyenne entre -0.1 et 0.1).

Au final, il semblerait donc également que la pluie ne soit pas un réel facteur déterminant des teneurs en chlorures dans l'aquifère pliocène sur ce secteur.

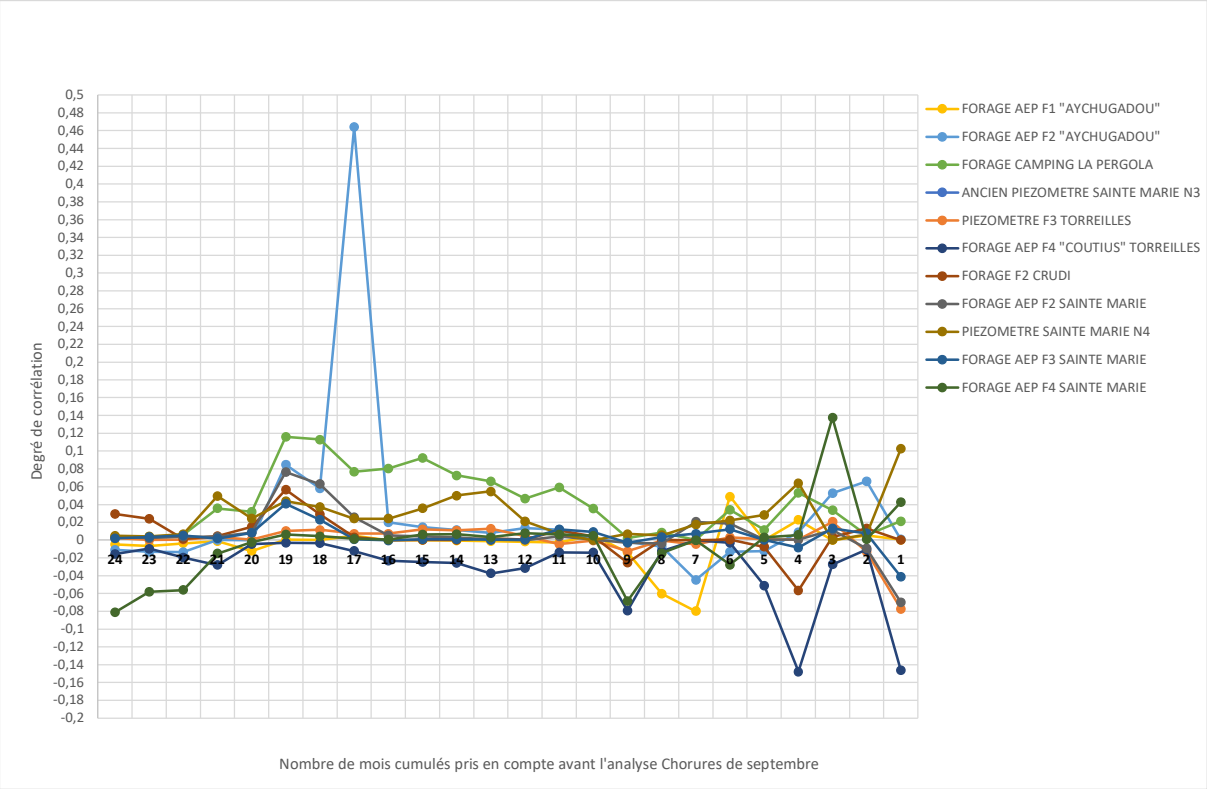



**Figure 210 : Degré de corrélation ($R^2$) entre teneur en chlorures et cumul des pluies mensuels au pas de temps 1 mois à 24 mois sur les ouvrages suivis sur le secteur Torreilles/Sainte-Marie**

### 5.4.4 Relation entre débit spécifique et chlorures

Le débit spécifique traduit la productivité d'un forage. Nous avons calculé les débits spécifiques de chaque ouvrage AEP entre 2017 et 2019 sur la base du suivi des chroniques de niveaux d'eau à l'étiage (septembre) et du débit d'exploitation. Les résultats pour les ouvrages AEP sont illustrés sur la Figure 211. Il apparait que les teneurs en chlorures semblent indépendantes du débit spécifique sur le secteur de Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer.

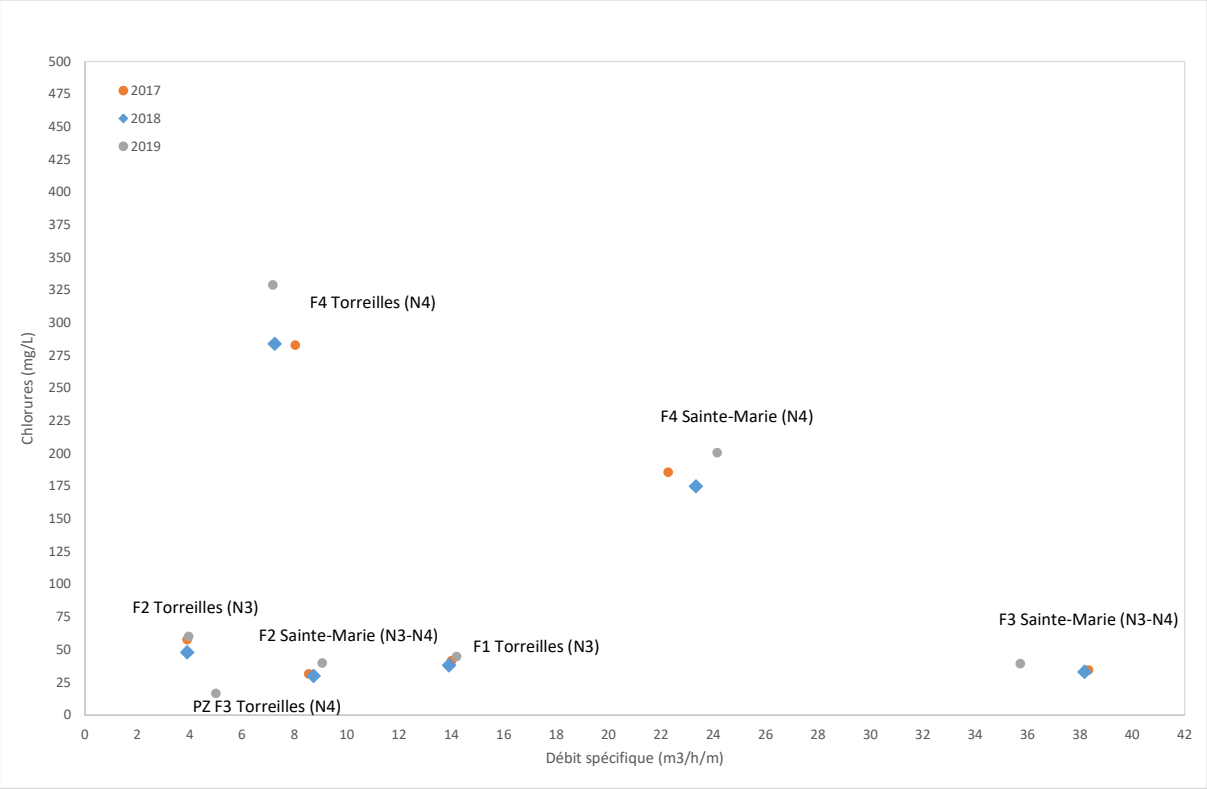



**Figure 211 : Relation entre débit spécifique et teneur en chlorures dans les ouvrages AEP sur le secteur Torreilles/Sainte-Marie**

### 5.4.5 Relation entre débits de pompage et chlorures/conductivité

A large échelle, d'après la Figure 212, il semble que la teneur en chlorures soit indépendante du débit de pompage à l'échelle du secteur de Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer.

Toutefois, l'étude des données au pas de temps de 15' révèle une relation entre évolution des débits et évolution de la conductivité (donc des chlorures). En effet, certains ouvrages montrent une baisse du débit de pompage en période de forte consommation associée à une légère baisse de la conductivité. La baisse de débit en période d'étiage s'explique par une baisse des niveaux piézométriques qui impose aux pompes d'exploitation une HMT plus importante et donc ces dernières régulent (baisse de 5 à 10 $m^3/h$ selon les ouvrages). C'est le cas des forages évoqués au paragraphe précédents (F2 et F3 à Sainte-Marie-la-Mer et F1 à Torreilles : Figure 213).

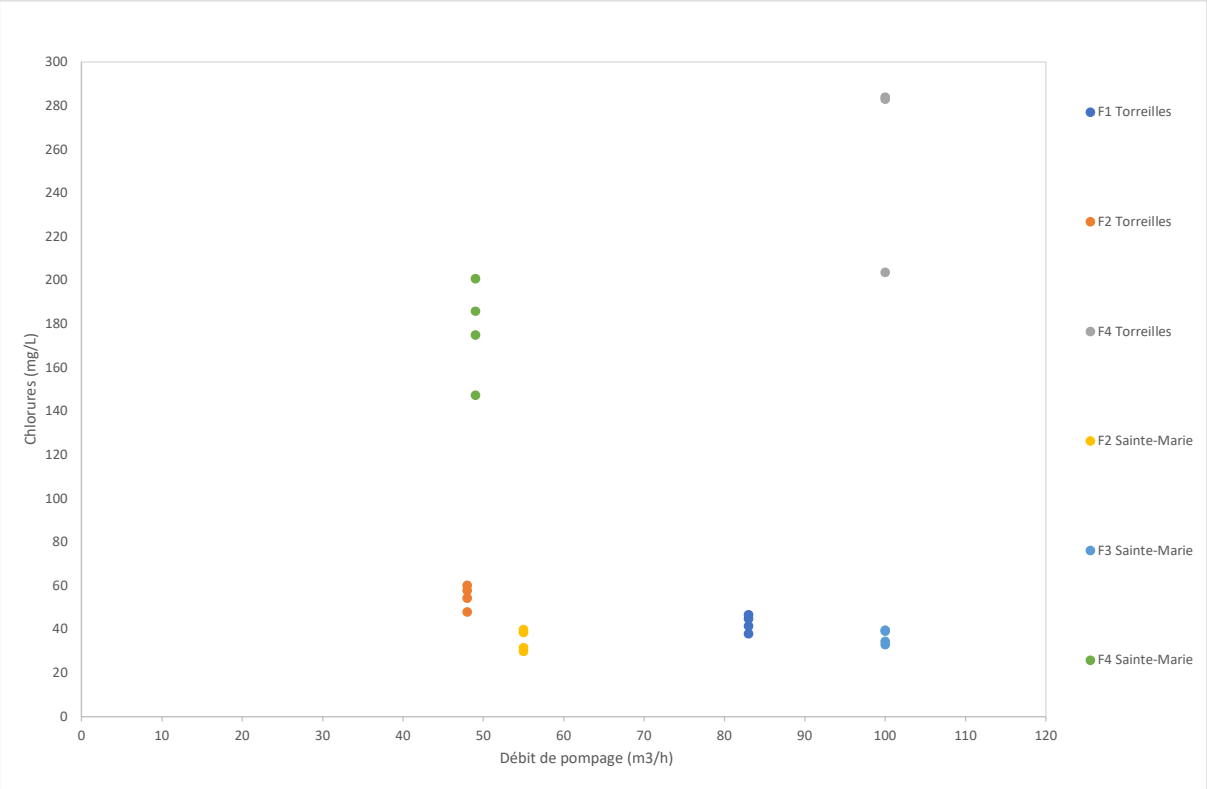



**Figure 212 : Relation entre débit de pompage et chlorures sur le secteur Torreilles/Sainte-Marie**

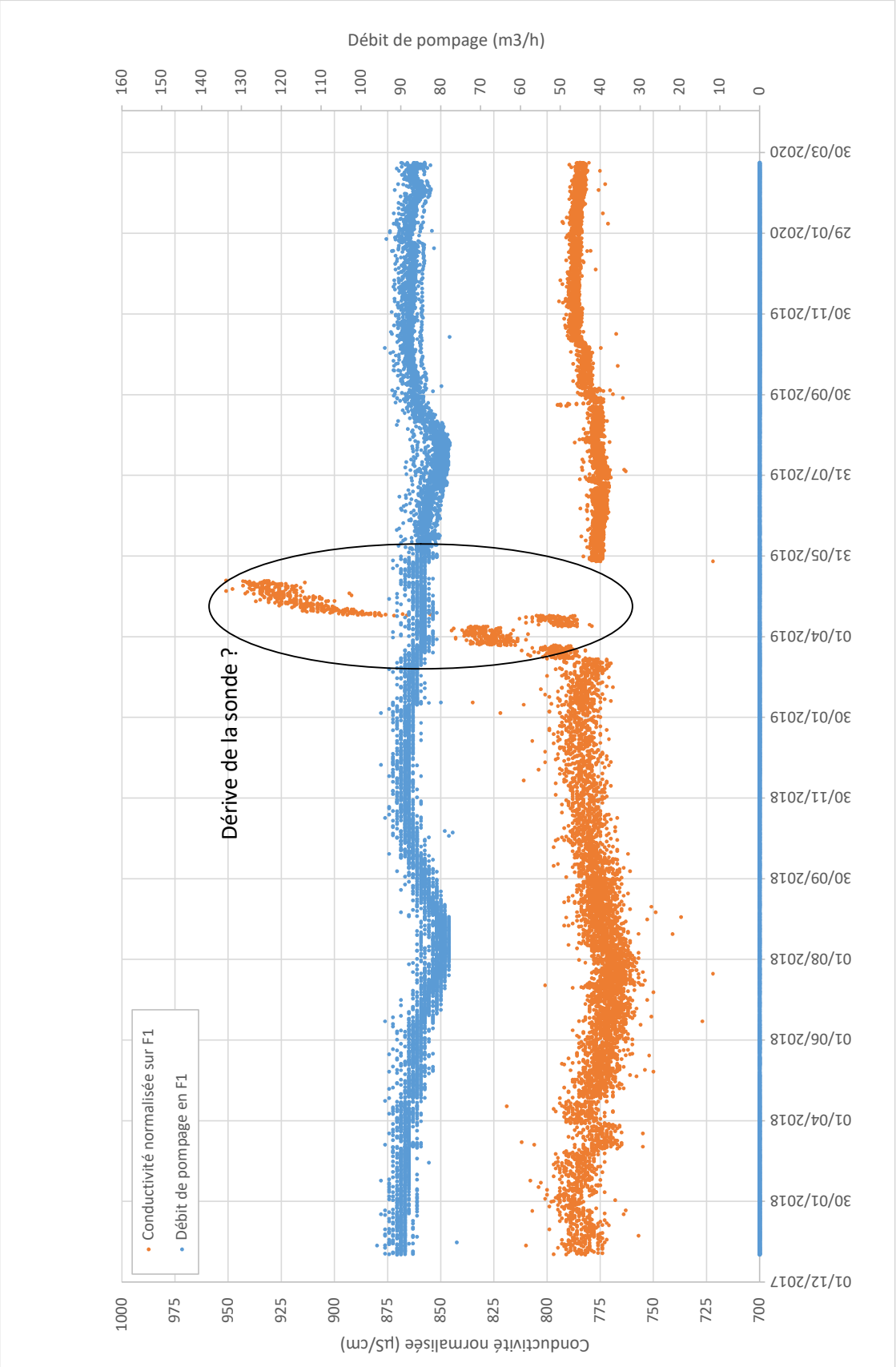



**Figure 213 : Relation entre débit de pompage et conductivité (exemple du forage F1 à Torreilles)**

### 5.4.6 Relation entre volumes prélevés et chlorures

Pour plusieurs forages, nous avons croisé la chronique de chlorures (analyses réalisées en septembre) avec les volumes prélevés sur le forage considéré et/ou les volumes prélevés sur les forages environnants et ce, à plusieurs échelles :

- Sur le mois précédent l'analyse ;
- Sur le cumul des 2 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 3 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 4 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 5 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 6 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 8 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 10 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 12 mois précédents l'analyse.

Le but étant d'identifier le degré de corrélation le plus élevé. Les données couvrent la période 1998-2019.

Pour les ouvrages sensibles AEP F4 à Torreilles et F4 à Sainte-Marie-la-Mer, nous avons croisé également la chronique de chlorures 2019-2020 (analyses mensuelles réalisées entre mai 2019 et juillet 2020 dans le cadre de l'Etape 1) avec les volumes prélevés sur le forage considéré et/ou avec les volumes prélevés sur les forages environnants et ce, à plusieurs échelles :

- Sur le mois précédent l'analyse ;
- Sur le cumul des 2 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 3 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 4 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 6 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 8 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 12 mois précédents l'analyse.

### *5.4.6.1 Cas du forage F4 de Torreilles*

Il apparait dans le tableau ci-dessous que la teneur en chlorures sur le forage F4 présente de bons degrés de corrélations avec le cumul de prélèvements. Le meilleur ajustement s'obtient avec le croisement n°6, c'est-à-dire avec le cumul de prélèvements mensuels sur les 3 forages AEP de Torreilles + les 3 forages AEP de Sainte-Marie-la-Mer au pas de temps de 12 mois (0.63).

| | Groupe de forages considérés | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F4 à Torreilles | F1+F2+F4 à Torreilles | F1+F2+F4 à Torreilles + F2+F3 La Ville à St-Laurent | F1+F2+F4 à Torreilles + F2+F3 La Ville + F3N3 à St-Laurent | F1+F2+F4 à Torreilles + F4 à Ste-Marie | F1+F2+F4 à Torreilles + F2-F3+F4 à Ste-Marie | F1+F2+F4 à Torreilles + F2+F3+F4 à Ste-Marie + F2+F3 La Ville à St-Laurent | F1+F2+F4 à Torreilles + F2+F3+F4 à Ste-Marie + F2+F3 La Ville +F3N3 à St-Laurent |
| 1 mois (août) | 0.329 | 0.388 | 0.423 | 0.334 | 0.452 | 0.311 | 0.355 | 0.324 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.263 | 0.433 | 0.401 | 0.39 | 0.437 | 0.269 | 0.326 | 0.350 |
| 3 mois (juin à août) | 0.227 | 0.472 | 0.438 | 0.423 | 0.430 | 0.362 | 0.407 | 0.412 |
| 4 mois (mai à août) | 0.230 | 0.520 | 0.476 | 0.437 | 0.463 | 0.432 | 0.461 | 0.450 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.219 | 0.518 | 0.465 | 0.487 | 0.474 | 0.491 | 0.498 | 0.488 |
| 6 mois (mars à août) | 0.214 | 0.502 | 0.455 | 0.433 | 0.466 | 0.525 | 0.519 | 0.509 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.213 | 0.507 | 0.441 | 0.420 | 0.498 | 0.574 | 0.550 | 0.534 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.223 | 0.475 | 0.427 | 0.402 | 0.533 | 0.591 | 0.553 | 0.538 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.287 | 0.480 | 0.442 | 0.446 | 0.572 | 0.632 | 0.551 | 0.551 |

**Tableau 19 : Degré de corrélation $R^2$ entre teneur en chlorures sur F4 à Torreilles et les volumes prélevés dans les forages environnants**

Nous présentons ci-après le détail des deux meilleurs ajustements : corrélations des chlorures sur l'ouvrage F4 de Torreilles avec le cumul sur 12 mois des 6 forages AEP de Torreilles et de Sainte-Marie-la-Mer (Figure 215) puis avec le cumul sur 12 mois des 3 forages AEP de Torreilles + F4 de Sainte-Marie-la-Mer (Figure 214).

En considérant le pas de temps de surveillance de 12 mois avant l'analyse de septembre, d'après le meilleur ajustement possible, la teneur en chlorures sur le forage F4 de Torreilles dépasserait la limite fixée par le Code de la Santé Publique (200 mg/L) en fin de période estivale au-delà de 570 000 $m^3$ prélevés sur les 3 forages AEP de Torreilles + F4 Sainte-Marie-la-Mer (Figure 215) ou au-delà de 1 070 000 sur les 6 forages AEP de Torreilles et de Sainte-Marie-la-Mer (Figure 214).

En ne considérant que les ouvrages AEP de Torreilles, la teneur en chlorures sur le forage F4 de Torreilles serait la mieux corrélée sur un pas de temps de 4 mois avec le cumul sur les 3 forages AEP : cette teneur dépasserait la limite fixée par le Code de la Santé Publique (200 mg/L) en fin de période estivale au-delà de 200 000 $m^3$ prélevés sur ces 3 forages entre mai et août (Figure 216).

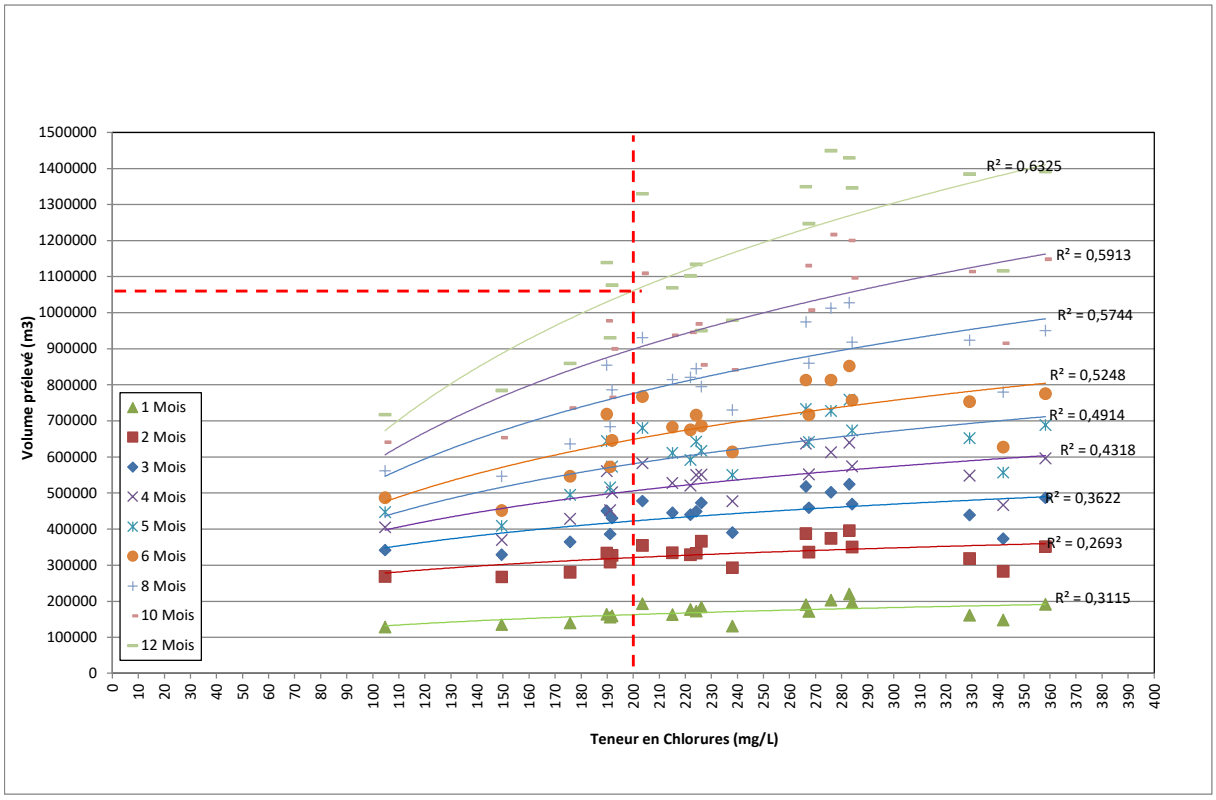



**Figure 214 : Corrélation entre les chlorures mesurés sur F4 à Torreilles et le cumul des prélèvements mensuels sur F1+F2+F4 à Torreilles et F2+F3+F4 à Sainte-Marie-la-Mer**

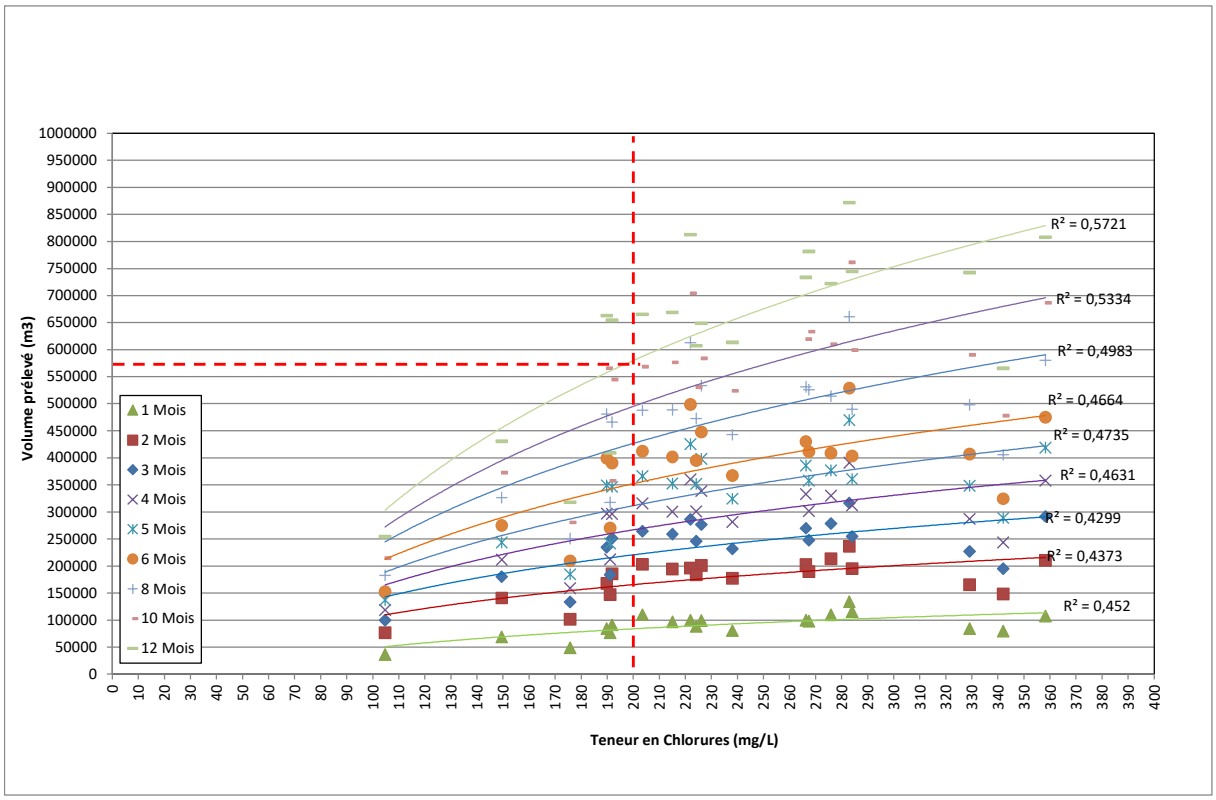



**Figure 215 : Corrélation entre les chlorures mesurés sur F4 à Torreilles et le cumul des prélèvements mensuels sur F1+F2+F4 à Torreilles et F4 à Sainte-Marie-la-Mer**

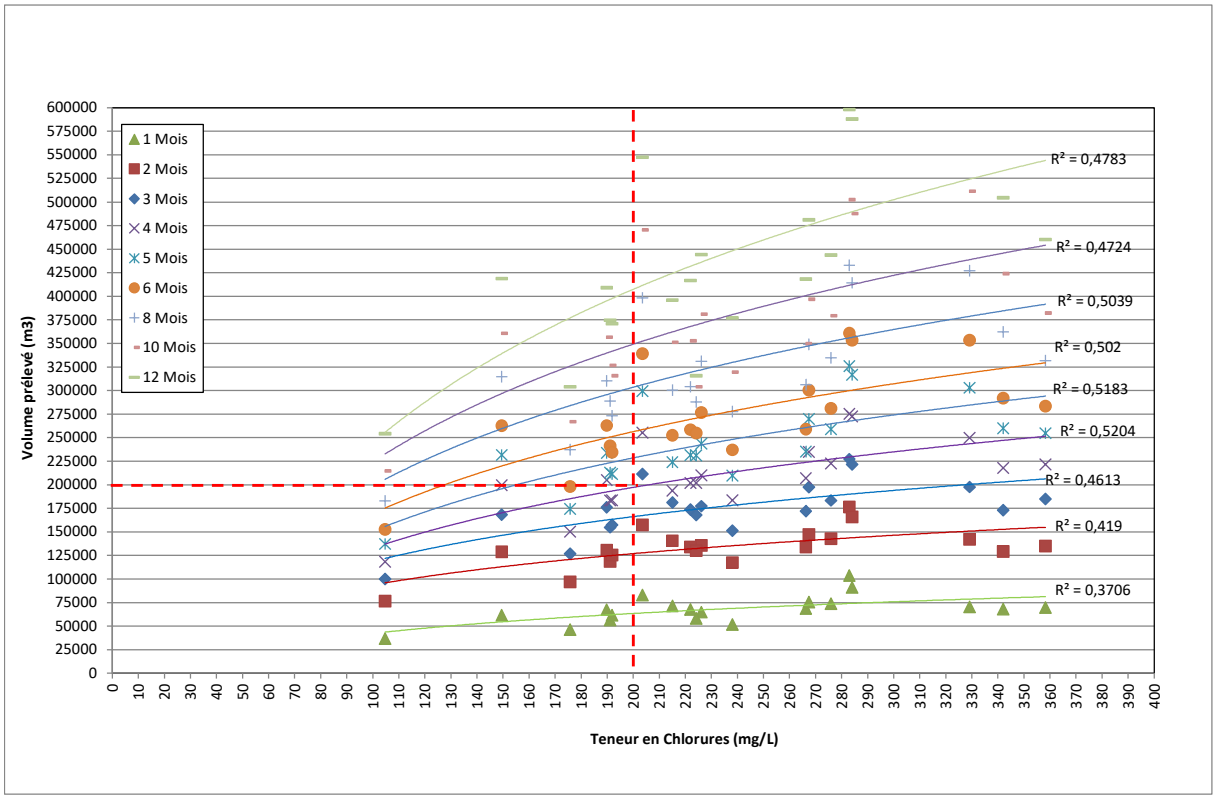



**Figure 216 : Corrélation entre les chlorures mesurés sur F4 à Torreilles et le cumul des prélèvements mensuels sur F1+F2+F4 à Torreilles**

Après l'étude du croisement entre chlorures (1 analyse par an en septembre) et volumes mensuels prélevés sur la période 1998-2019, nous avons étudié ce même croisement sur la base d'une année hydrologique complète avec les données mensuelles chlorures issues de la campagne de prélèvement réalisée entre mai 2019 et juillet 2020. Pour chaque analyse mensuelle, nous avons de nouveau regardé le degré de corrélation à 1, 2, 3, 4, 6, 8 et 12 mois de cumul de volumes prélevés.

Le tableau ci-dessous montre que les degrés de corrélation sont faibles. Cela s'explique aisément car sur cet ouvrage les teneurs en chlorures sont en constante augmentation sans baisse d'après période estivale. De fait, les teneurs en chlorures en période de faible consommation sont plus fortes ou tout du moins aussi importantes que lors de la période estivale précédente alors que les volumes mensuels prélevés cumulés sont plus faibles.

| | Groupe de forages considérés | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F4 à Torreilles | F1+F2+F4 à Torreilles | F1+F2+F4 à Torreilles + F2+F3 La Ville à St-Laurent | F1+F2+F4 à Torreilles + F4 à Ste-Marie | F1+F2+F4 à Torreilles + F1-F3+F4 à Ste-Marie | F1+F2+F4 à Torreilles + F1+F3+F4 à Ste-Marie + F2+F3 La Ville à St-Laurent |
| 1 mois | 0.30 | 0.31 | 0.21 | 0.24 | 0.25 | 0.28 |
| 2 mois | 0.22 | 0.28 | 0.18 | 0.25 | 0.22 | 0.21 |
| 3 mois | 0.21 | 0.27 | 0.16 | 0.26 | 0.17 | 0.19 |
| 4 mois | 0.16 | 0.23 | 0.11 | 0.23 | 0.10 | 0.14 |
| 6 mois | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 |
| 8 mois | 0.02 | 0.03 | 0.20 | 0.02 | 0.15 | 0.09 |
| 12 mois | 0.47 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.19 | 0.11 |

**Tableau 20 : Degré de corrélation $R^2$ entre teneur en chlorures (2019-2020) sur F4 à Torreilles et les volumes prélevés dans les forages environnants**

Au final, avec ces différents seuils, il est important de vérifier la réversibilité de la situation dans le temps selon les seuils de cumul de prélèvements proposés précédemment.

| | Seuils de cumul de prélèvement ($m^3$) avant l'analyse chlorures de septembre pour les groupes de forages considérés | | |
|---|---|---|---|
| | F1+F3+F4 à Torreilles + F2+F2+F4 à Sainte-Marie (Figure 217) | F1+F3+F4 à Torreilles + F4 à Sainte-Marie (Figure 218) | F1+F3+F4 à Torreilles (Figure 219) |
| Pas de temps | 12 mois | 12 mois | 4 mois |
| 200 mg/L | 1 070 000 | 570 000 | 200 000 |

**Tableau 21 : Seuil de cumul de prélèvements mensuels selon les valeurs de la teneur en chlorures sur F4 à Torreilles**

Les résultats sont présentés sur les figures suivantes (Figure 217 à Figure 219) et permettent d'illustrer l'évolution temporelle de la teneur en chlorures confrontée à l'évolution des cumuls de prélèvements mensuels. Il en ressort que la réversibilité est difficilement observable, notamment :

- Sur les teneurs en chlorures de septembre 2019 et 2020 qui augmentent alors que les volumes prélevés cumulés les forages considérés baissent et approchent les seuils proposés.

- Sur l'analyse de septembre 2016 (203.6 mg/L) qui ne semble pas être le simple reflet d'une baisse des prélèvements sur les forages considérés sous les seuils proposés. On notera tout de même la que la baisse des chlorures entre 2014 et 2016 semble bien se corréler avec la baisse des prélèvements sur 12 mois dans les 3 forages AEP de Torreilles + F4 Sainte-Marie (Figure 218) alors que ce n'est pas le cas entre 2017 et 2020.

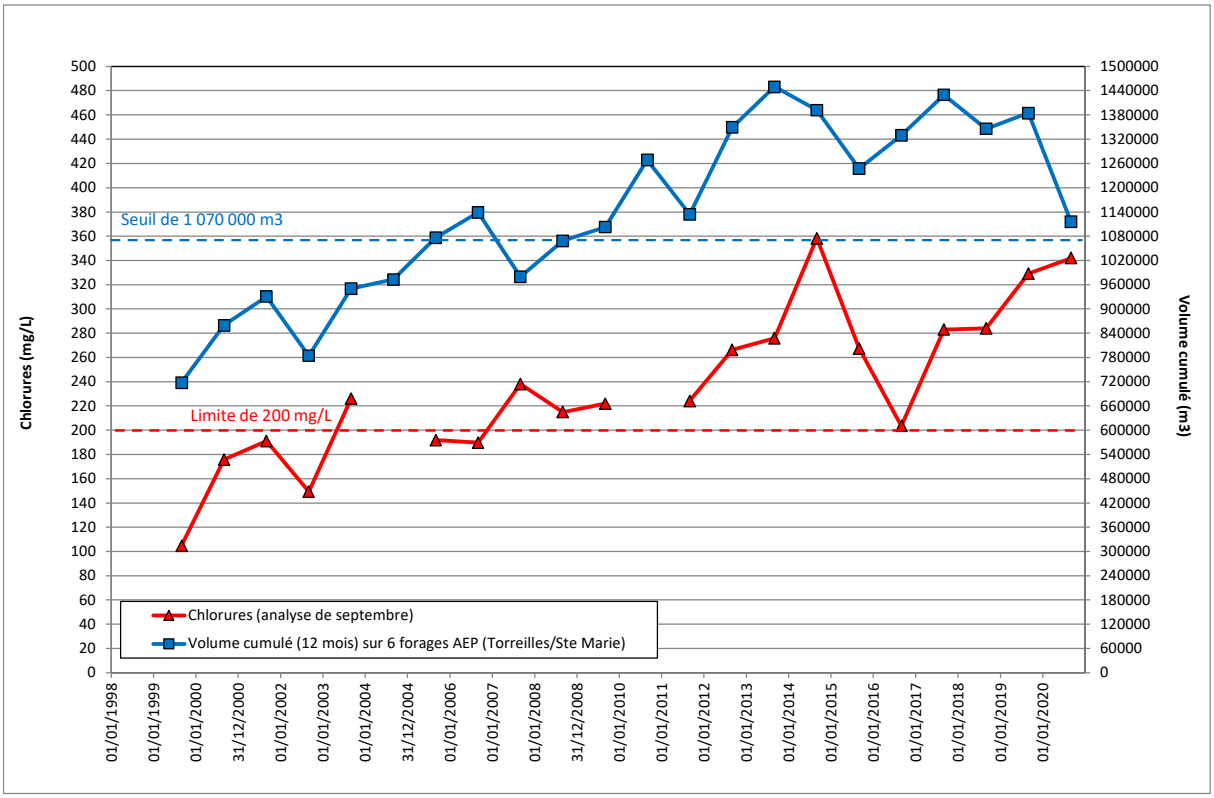



**Figure 217 : Evolution temporelle de la teneur en chlorures sur le F4 Torreilles et du cumul de prélèvements mensuels (12 mois) sur les 6 ouvrages AEP de Torreilles et de Sainte-Marie**

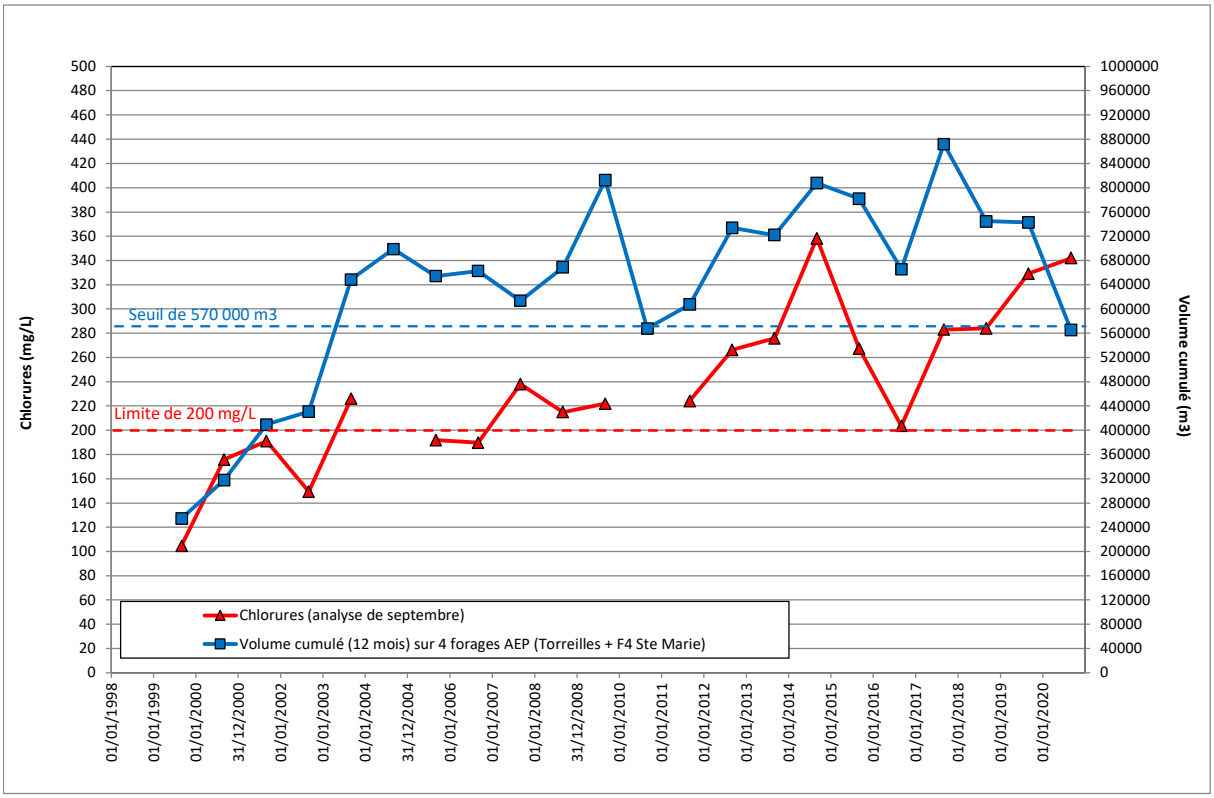



**Figure 218 : Evolution temporelle de la teneur en chlorures sur le F4 Torreilles et du cumul de prélèvements mensuels (12 mois) sur les 3 ouvrages AEP de Torreilles + F4 Sainte-Marie**

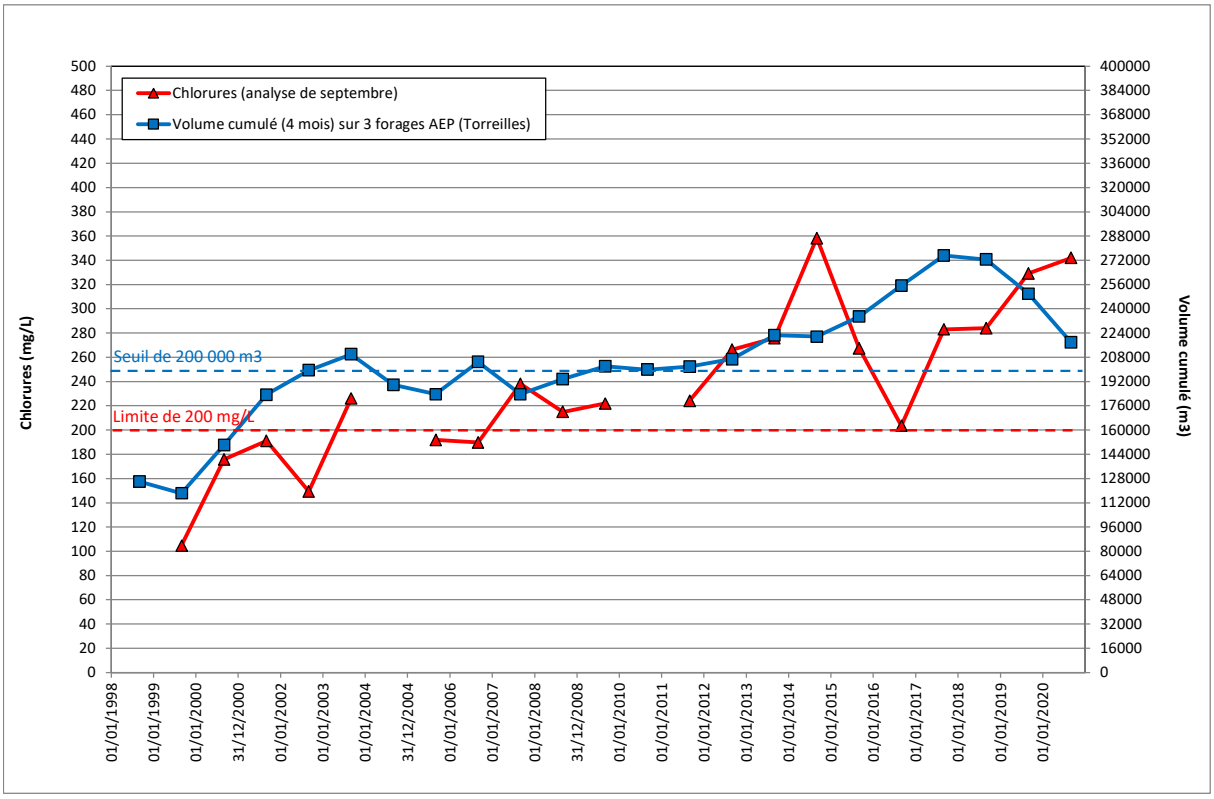



**Figure 219 : Evolution temporelle de la teneur en chlorures sur le F4 Torreilles et du cumul de prélèvements mensuels (4 mois) sur les 3 ouvrages AEP de Torreilles**

### *5.4.6.2 Cas des forages F1 et F2 à Torreilles*

Ces deux ouvrages présentent des teneurs en chlorures faibles (<70 mg/L). De fait, les ajustements testés ne montrent pas de très bonnes corrélations quel que soit le croisement :

Pour F1 :

| Croisement | 1 | 2 |
|---|---|---|
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F1+F2 Torreilles | F1+F2+F4 à Torreilles |
| 1 mois (août) | 0.076 | 0.015 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.044 | 0.065 |
| 3 mois (juin à août) | 0.040 | 0.044 |
| 4 mois (mai à août) | 0.011 | 0.062 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.007 | 0.054 |
| 6 mois (mars à août) | 0.004 | 0.047 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.005 | 0.028 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.002 | 0.012 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.00005 | 0.003 |

Pour F2 :

| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F1+F2 Torreilles | F1+F2+F4 à Torreilles | F1+F2+F4 à Torreilles + F2 La Ville à Saint-Laurent | F1+F2+F4 à Torreilles + F2+F3 La Ville à Saint-Laurent |
| 1 mois (août) | 0.126 | 0.130 | 0.092 | 0.071 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.035 | 0.074 | 0.093 | 0.075 |
| 3 mois (juin à août) | 0.028 | 0.098 | 0.102 | 0.072 |
| 4 mois (mai à août) | 0.013 | 0.073 | 0.085 | 0.059 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.007 | 0.075 | 0.083 | 0.057 |
| 6 mois (mars à août) | 0.0008 | 0.067 | 0.080 | 0.055 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.0004 | 0.070 | 0.082 | 0.066 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.002 | 0.072 | 0.083 | 0.059 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.002 | 0.069 | 0.079 | 0.073 |

**Tableau 22 : Degré de corrélation $R^2$ entre teneur en chlorures sur F1 et F2 à Torreilles et les volumes prélevés dans les forages environnants**

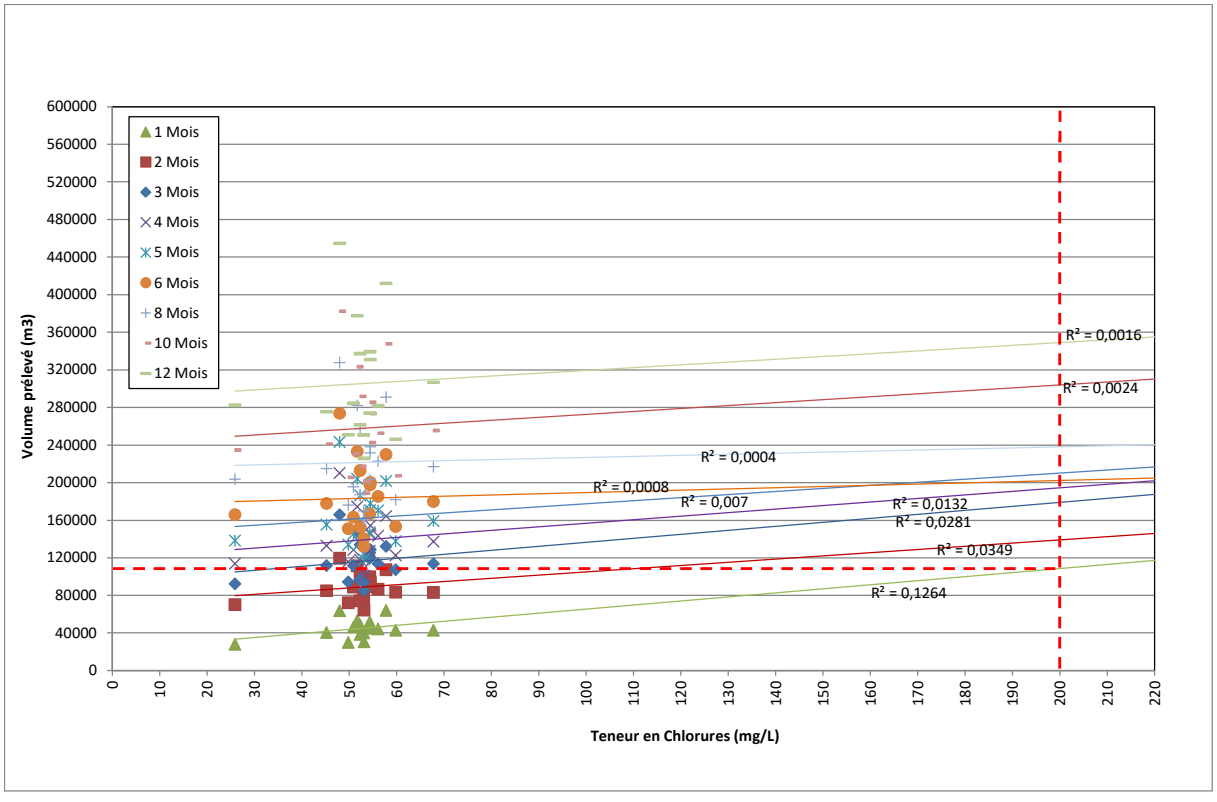



**Figure 220 : Corrélation entre les chlorures mesurés sur F2 à Torreilles et le cumul des prélèvements mensuels sur F1+F2 à Torreilles**

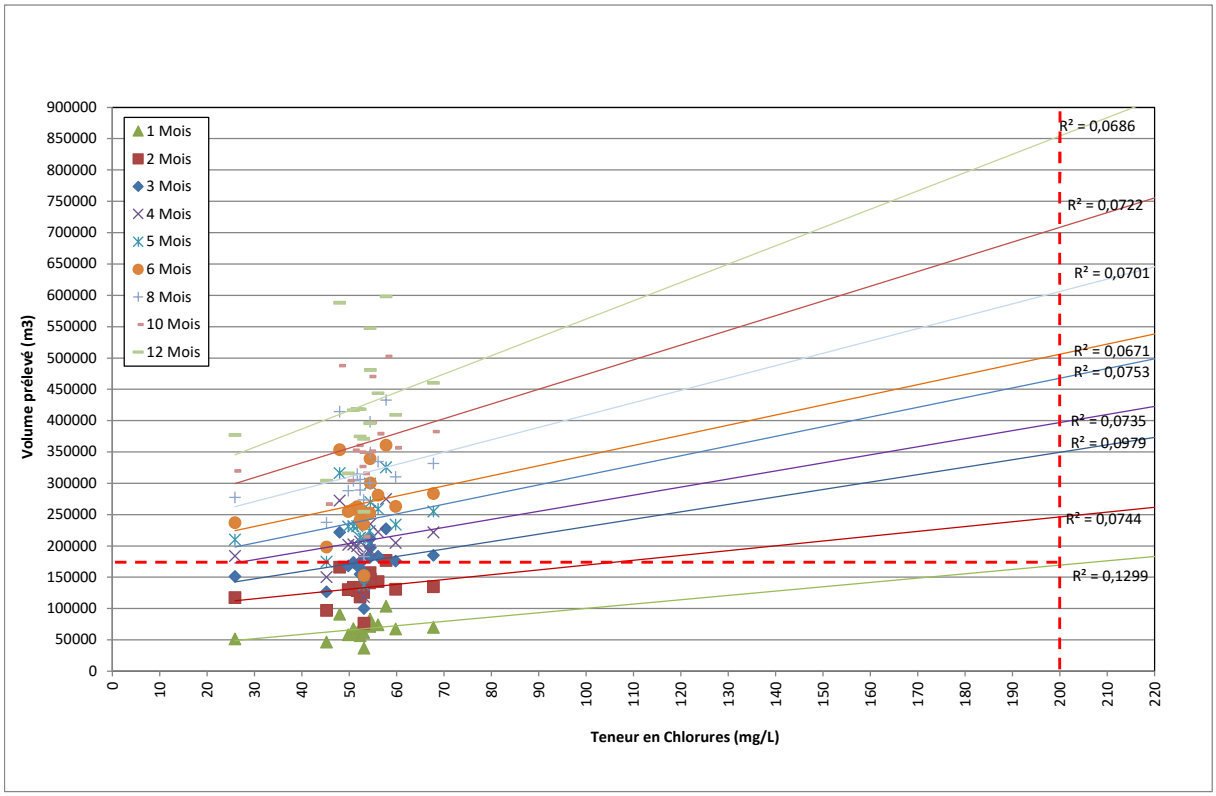



**Figure 221 : Corrélation entre les chlorures mesurés sur F2 à Torreilles et le cumul des prélèvements mensuels sur F1+F2+F4 à Torreilles**

### *5.4.6.3 Cas du forage F4 de Sainte-Marie-la-Mer*

Il apparait dans le tableau ci-dessous que la teneur en chlorures sur le forage F4 présente les meilleurs degrés de corrélation avec le croisement n°7, c'est-à-dire avec le cumul de prélèvements mensuels sur les AEP de Sainte-Marie-la-Mer + les forages AEP de Torreilles + les ouvrages F1bis, F4bis et F9 « Centre-Ville » au Nord de Canet-en-Roussillon avec un ajustement optimal au pas de temps de 5 mois (0.82).

| | Groupe de forages considérés | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F4 à Sainte-Marie | F3+F4 à Sainte-Marie | F2+F3+F4 à Sainte-Marie | F2+F3+F4 à Sainte-Marie + F4 à Torreilles | F2+F3+F4 à Sainte-Marie + F1+F2+F4 à Torreilles | F2+F3+F4 à Sainte-Marie + F1+F4+F9 à Canet | F2+F3+F4 à Sainte-Marie + F1+F2+F4 à Torreilles + F1bis+F4bis+ F9 à Canet | F2+F3+F4 à Sainte-Marie + F1+F2+F4 à Torreilles + F1bis+F4bis+ F9+F8 à Canet |
| 1 mois (août) | 0.016 | 0.013 | 0.058 | 0.152 | 0.282 | 0.445 | 0.549 | 0.278 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.037 | 0.010 | 0.002 | 0.045 | 0.174 | 0.417 | 0.573 | 0.120 |
| 3 mois (juin à août) | 0.047 | 0.002 | 0.020 | 0.065 | 0.266 | 0.466 | 0.642 | 0.205 |
| 4 mois (mai à août) | 0.045 | 0.000 | 0.045 | 0.090 | 0.366 | 0.535 | 0.718 | 0.326 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.039 | 0.004 | 0.088 | 0.131 | 0.385 | 0.578 | 0.761 | 0.442 |
| 6 mois (mars à août) | 0.031 | 0.015 | 0.117 | 0.157 | 0.497 | 0.600 | 0.754 | 0.481 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.001 | 0.041 | 0.161 | 0.196 | 0.554 | 0.606 | 0.773 | 0.518 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.004 | 0.078 | 0.226 | 0.252 | 0.561 | 0.629 | 0.823 | 0.620 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.003 | 0.109 | 0.281 | 0.313 | 0.678 | 0.668 | 0.824 | 0.658 |

**Tableau 23 : Degré de corrélation $R^2$ entre teneur en chlorures sur F4 à Sainte-Marie-la-Mer et les volumes prélevés dans les forages environnants**

Nous présentons ci-après le détail des corrélations des chlorures selon les croisements les mieux adaptés : n°5 (Figure 223) et n°7 (Figure 222).

En considérant le pas de temps de surveillance de 12 mois avant l'analyse de septembre, d'après les deux meilleurs ajustements possibles, la teneur en chlorures sur le forage F4 de Sainte-Marie-la-Mer dépasserait la limite fixée par le Code de la Santé Publique (200 mg/L) en fin de période estivale au-delà de 2 300 000 $m^3$ prélevés sur 12 mois sur ce groupe de 9 forages AEP (Figure 222) ou 1 420 000 $m^3$ prélevés sur 12 mois sur les 6 forages AEP de Sainte-Marie-la-Mer/Torreilles (Figure 223).

Si l'on considère un pas de temps de surveillance plus court (1 et 2 mois avant l'analyse de septembre), la teneur en chlorures sur le forage F4 de Sainte-Marie-la-Mer serait susceptible de dépasser la limite fixée par le Code de la Santé Publique (200 mg/L) en fin de période estivale au-delà de 580 000 $m^3$ prélevés sur les 9 forages AEP considérés (croisement n°7) pour juillet et août (Figure 222).

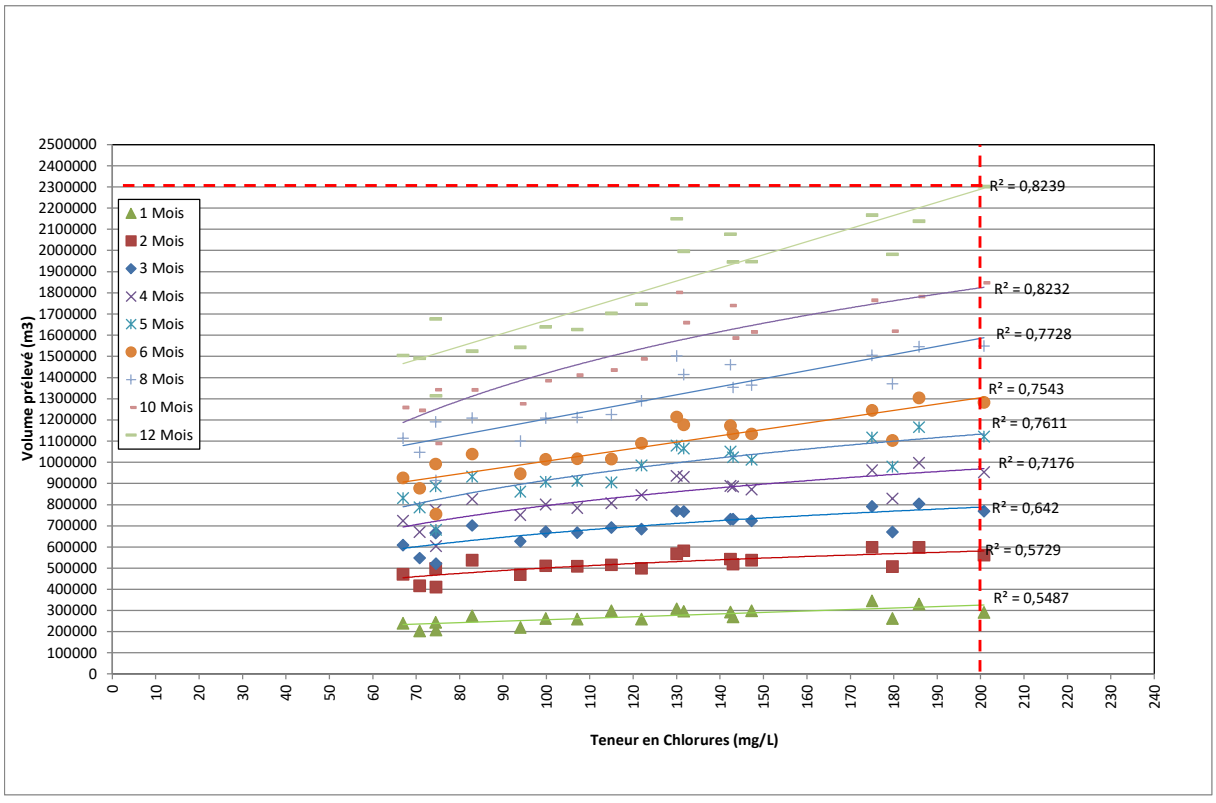



**Figure 222 : Corrélation entre les chlorures mesurés sur F4 à Sainte-Marie et le cumul des prélèvements mensuels sur les ouvrages AEP de Sainte-Marie-la-Mer, de Torreilles et les forages AEP Canet « Centre-Ville » (F1bis/F4bis/F9)**

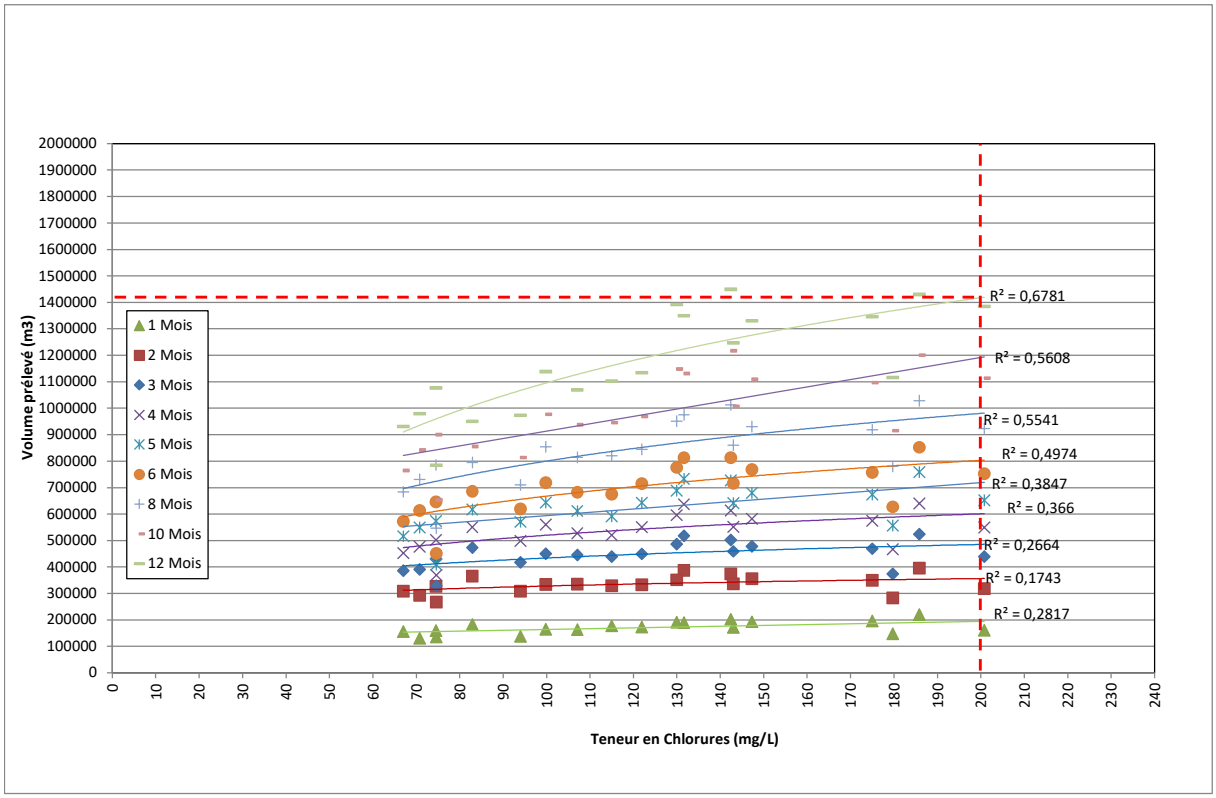



**Figure 223 : Corrélation entre les chlorures mesurés sur F4 à Sainte-Marie-la-Mer et le cumul des prélèvements mensuels sur les ouvrages AEP de Sainte-Marie et de Torreilles**

Après l'étude du croisement entre chlorures (1 analyse par an en septembre) et volumes mensuels prélevés sur la période 1998-2019, nous avons étudié ce même croisement sur la base d'une année hydrologique complète avec les données mensuelles chlorures issues de la campagne de prélèvement réalisée entre mai 2019 et juillet 2020. Pour chaque analyse mensuelle, nous avons de nouveau regardé le degré de corrélation à 1, 2, 3, 4, 6, 8 et 12 mois de cumul de volumes prélevés.

D'après le tableau ci-dessous, on retrouve de bons degrés de corrélation $R^2$>0.6 avec les cumuls de volumes prélevés. Les meilleurs ajustements correspondent aux croisements 1, 5 et 6 avec des temps de cumuls longs de 6 à 8 mois

| | Groupe de forages considérés | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F4 à Sainte-Marie | F3+F4 à Sainte-Marie | F2+F3+F4 à Sainte-Marie | F2+F3+F4 à Sainte-Marie + F4 à Torreilles | F2+F3+F4 à Sainte-Marie + F1+F2+F4 à Torreilles | F2+F3+F4 à Sainte-Marie + F1+F2+F4 à Torreilles + F1+F4+F9 à Canet |
| 1 mois | 0.28 | 0.33 | 0.28 | 0.24 | 0.21 | 0.29 |
| 2 mois | 0.27 | 0.42 | 0.36 | 0.27 | 0.30 | 0.37 |
| 3 mois | 0.21 | 0.51 | 0.44 | 0.41 | 0.35 | 0.42 |
| 4 mois | 0.21 | 0.54 | 0.50 | 0.48 | 0.43 | 0.51 |
| 6 mois | 0.37 | 0.62 | 0.61 | 0.63 | 0.67 | 0.67 |
| 8 mois | 0.66 | 0.57 | 0.43 | 0.54 | 0.55 | 0.34 |
| 12 mois | 0.01 | 0.11 | 0.06 | 0.05 | 0.02 | 0.01 |

**Tableau 24 : Degré de corrélation $R^2$ entre teneur en chlorures (2019-2020) sur F4 à Sainte-Marie-la-Mer et les volumes prélevés dans les forages environnants**

Nous présentons ci-après le détail des corrélations selon les croisements les mieux adaptés : n°1 (Figure 224), n°5 (Figure 225) et n°6 (Figure 226).

En considérant le pas de temps de surveillance de 6 à 8 mois précédent les analyses mensuelles réalisées, d'après les trois meilleurs ajustements possibles, la teneur en chlorures sur le forage F4 de Sainte-Marie-la-Mer dépasserait la limite fixée par le Code de la Santé Publique (200 mg/L) en cours d'année au-delà de :

- 68 000 $m^3$ prélevés sur 8 mois consécutifs sur le forage AEP F4 de Sainte-Marie-la-Mer (Figure 224) ;
- 810 000 $m^3$ prélevés sur 6 mois consécutifs sur le groupe des 6 forages AEP de Sainte-Marie-la-Mer/Torreilles (Figure 225) ;
- 1 400 000 $m^3$ prélevés sur 6 mois consécutifs sur le groupe des 6 forages AEP de Sainte-Marie-la-Mer/Torreilles + F1bis/F4bis/F9 à Canet (Figure 226).

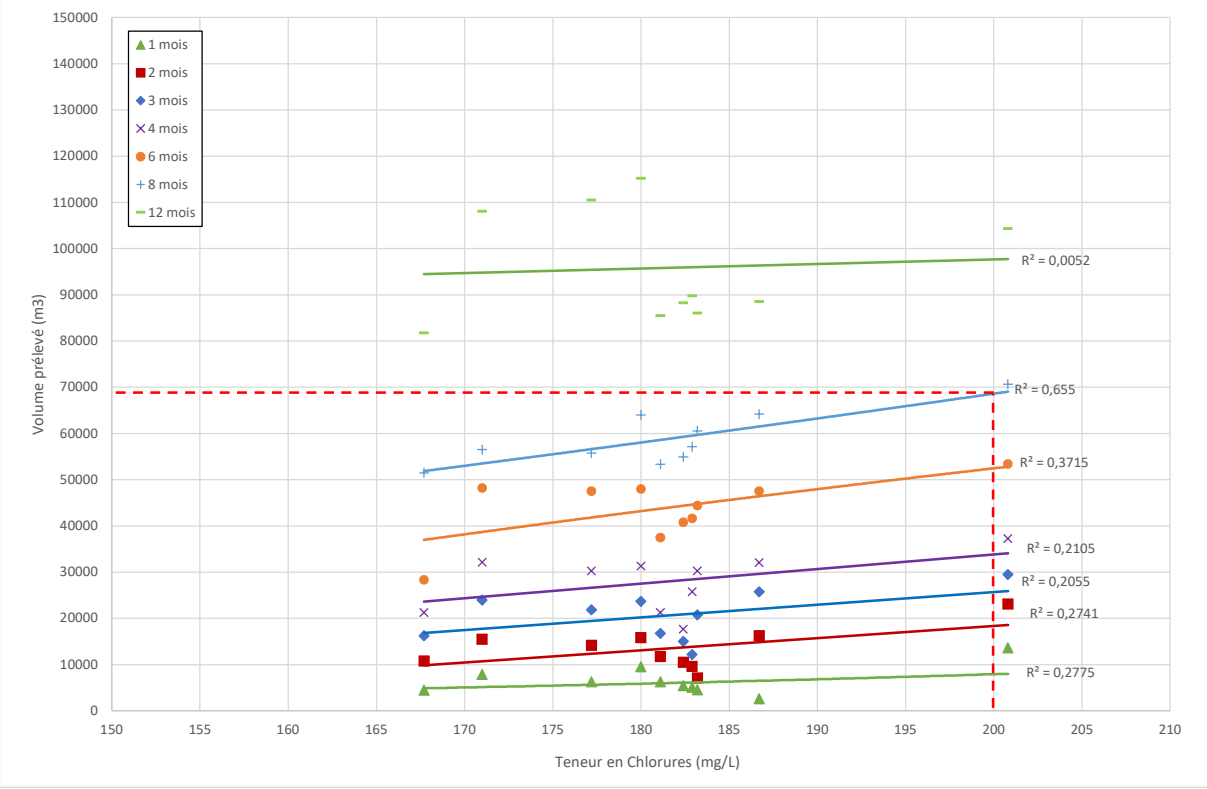



**Figure 224 : Corrélation entre les chlorures mesurés (2019-2020) et le cumul des prélèvements mensuels sur F4 à Sainte-Marie-la-Mer**

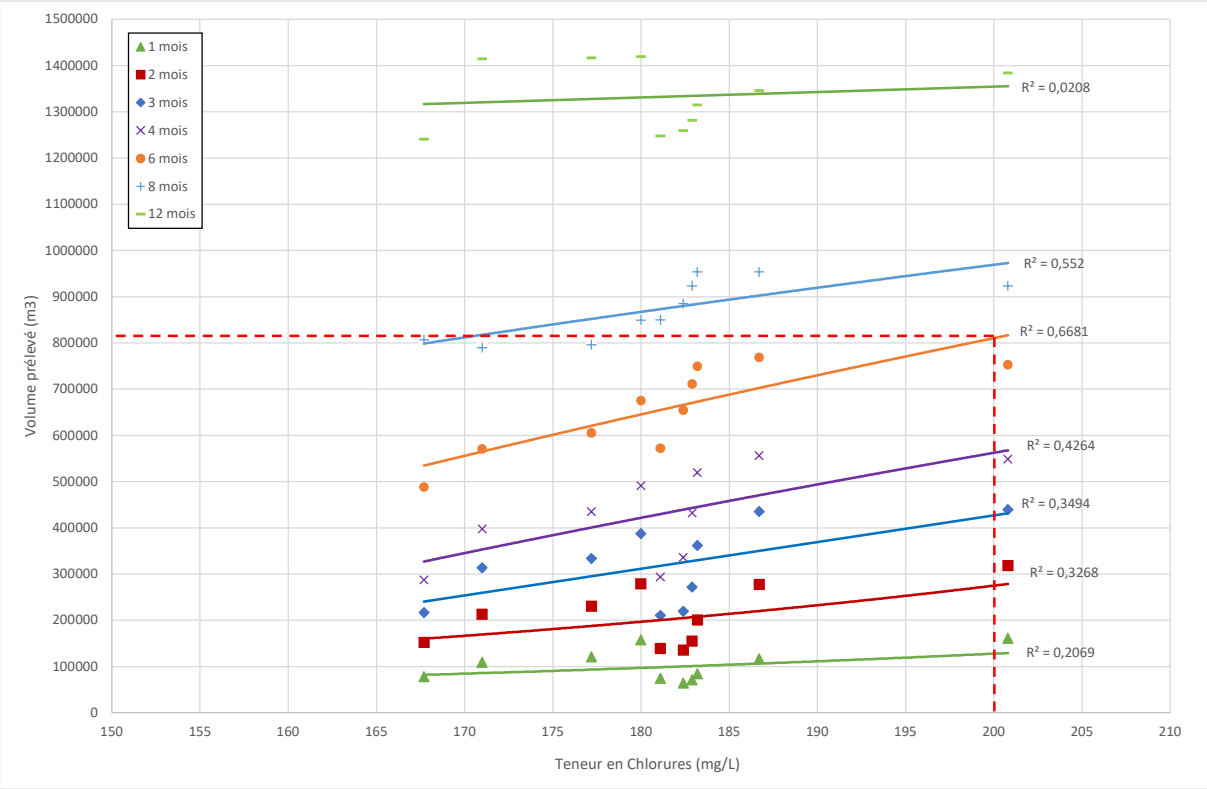



**Figure 225 : Corrélation entre les chlorures mesurés sur F4 à Sainte-Marie et le cumul (2019-2020) des prélèvements mensuels sur les ouvrages AEP de Sainte-la-Marie-la-Mer et de Torreilles**

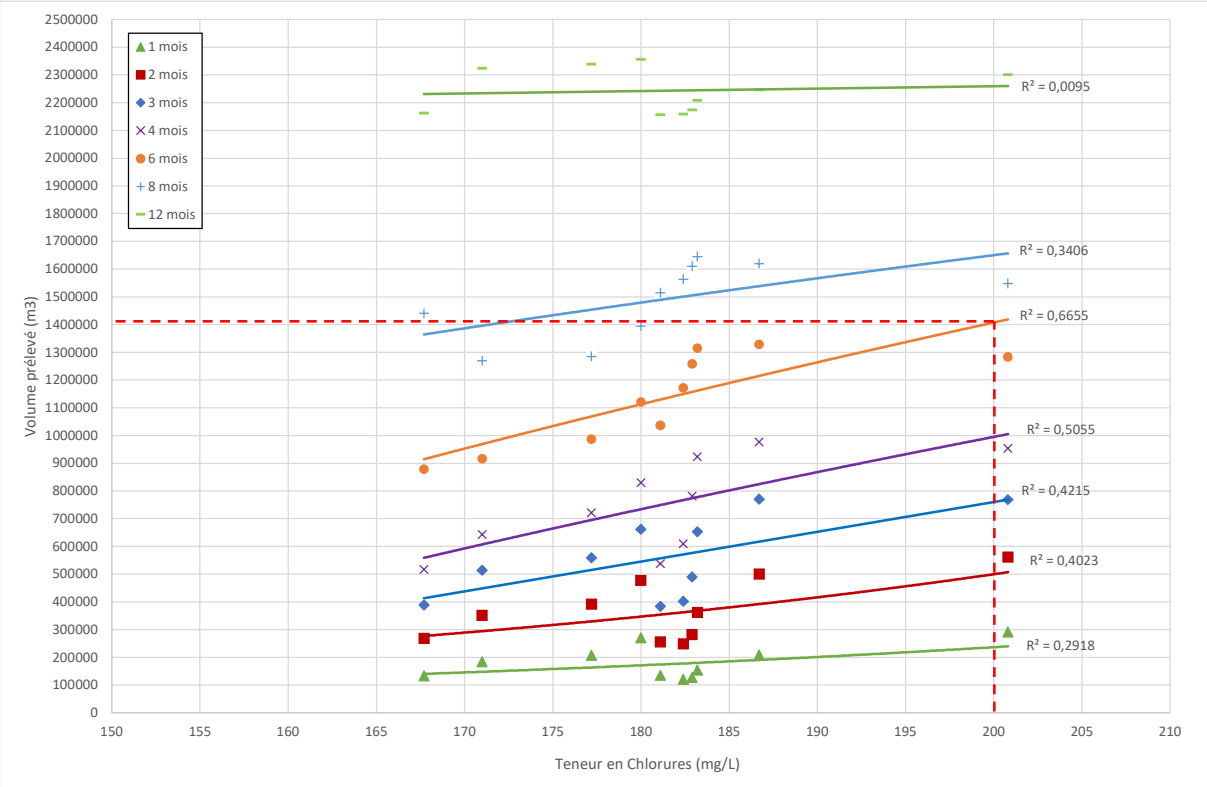



**Figure 226 : Corrélation entre les chlorures mesurés sur F4 à Sainte-Marie-la-Mer (2019-2020) et le cumul des prélèvements mensuels sur les ouvrages AEP de Sainte-Marie-la-Mer, de Torreilles et les forages AEP Canet « Centre-ville » (F1bis/F4bis/F9)**

Au final, avec ces différents seuils proposés, il est important de vérifier la réversibilité de la situation dans le temps. Pour ce faire, comme la teneur en chlorures n'a quasi jamais dépassée la limite de 200 mg/L (exception faite de l'analyse de septembre 2019), nous proposons de regarder des seuils pour des valeurs fréquemment dépassées : 150 mg/L et 180 mg/L :

| | Seuils de cumul de prélèvement (m3) avant l'analyse chlorures de septembre pour les groupes de forages considérés | | |
|---|---|---|---|
| | F2+F3+F4 à Sainte-Marie + F1+F2+F4 à Torreilles + F1bis+F4bis+F9 à Canet (Figure 227) | F2+F3+F4 à Sainte-Marie + F1+F2+F4 à Torreilles (Figure 228) | F2+F3+F4 à Sainte-Marie + F1+F2+F4 à Torreilles + F1bis+F4bis+F9 à Canet (Figure 229) |
| Pas de temps | 12 mois | 12 mois | 2 mois |
| 200 mg/L | 2 300 000 | 1 420 000 | 580 000 |
| 180 mg/L | 2 150 000 | 1 360 000 | 570 000 |
| 150 mg/L | 1 970 000 | 1 290 000 | 550 000 |

**Tableau 25 : Seuil de cumul de prélèvements mensuels selon les valeurs de la teneur en chlorures sur F4 à Sainte-Marie-la-Mer**

Sur cette base, les figures suivantes (Figure 227 à Figure 229) permettent d'illustrer l'évolution temporelle de la teneur en chlorures confrontée à l'évolution des cumuls de prélèvements mensuels. Il en ressort que sur des temps longs (12 mois), la baisse importante des prélèvements cumulés sur les forages considérés sur l'année 2019-2020 semblerait indiquer qu'il existe une réversibilité de la situation avec une baisse notable de la teneur en chlorures lors de l'analyse de septembre 2020 par rapport à la situation de septembre 2019.

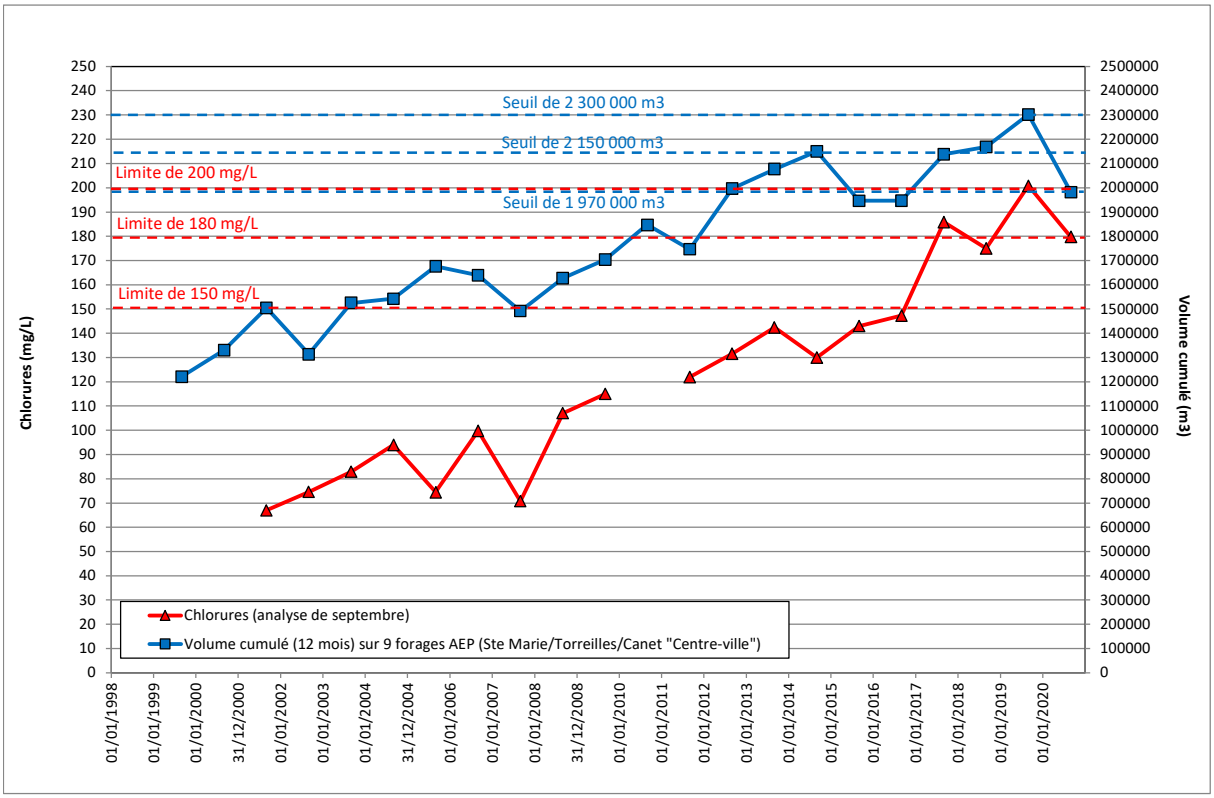



**Figure 227 : Evolution temporelle de la teneur en chlorures sur le F4 Sainte-Marie-la-Mer et du cumul de prélèvements mensuels (12 mois) sur les 9 ouvrages AEP de Sainte-Marie-la-Mer, de Torreilles et Canet « Centre-Ville »**

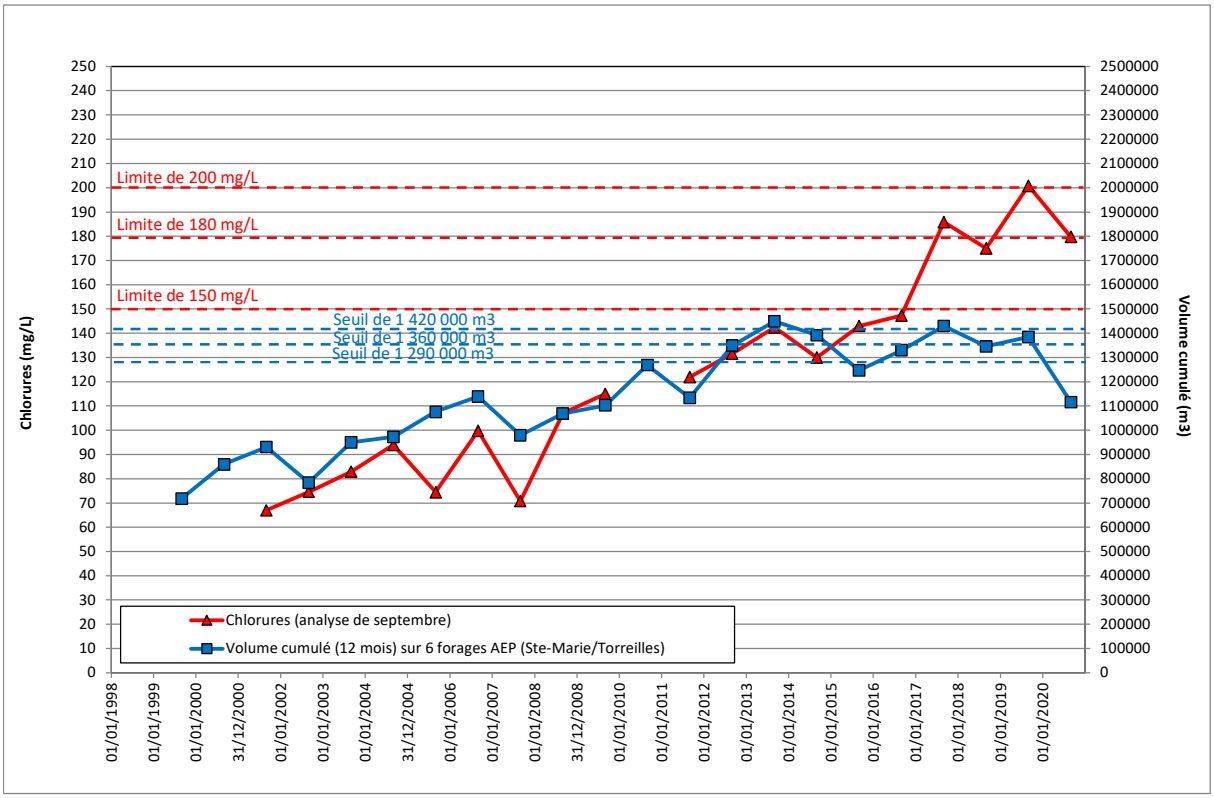



**Figure 228 : Evolution temporelle de la teneur en chlorures sur le F4 Sainte-Marie-la-Mer et du cumul de prélèvements mensuels (12 mois) sur les 6 ouvrages AEP de Sainte-Marie et de Torreilles**

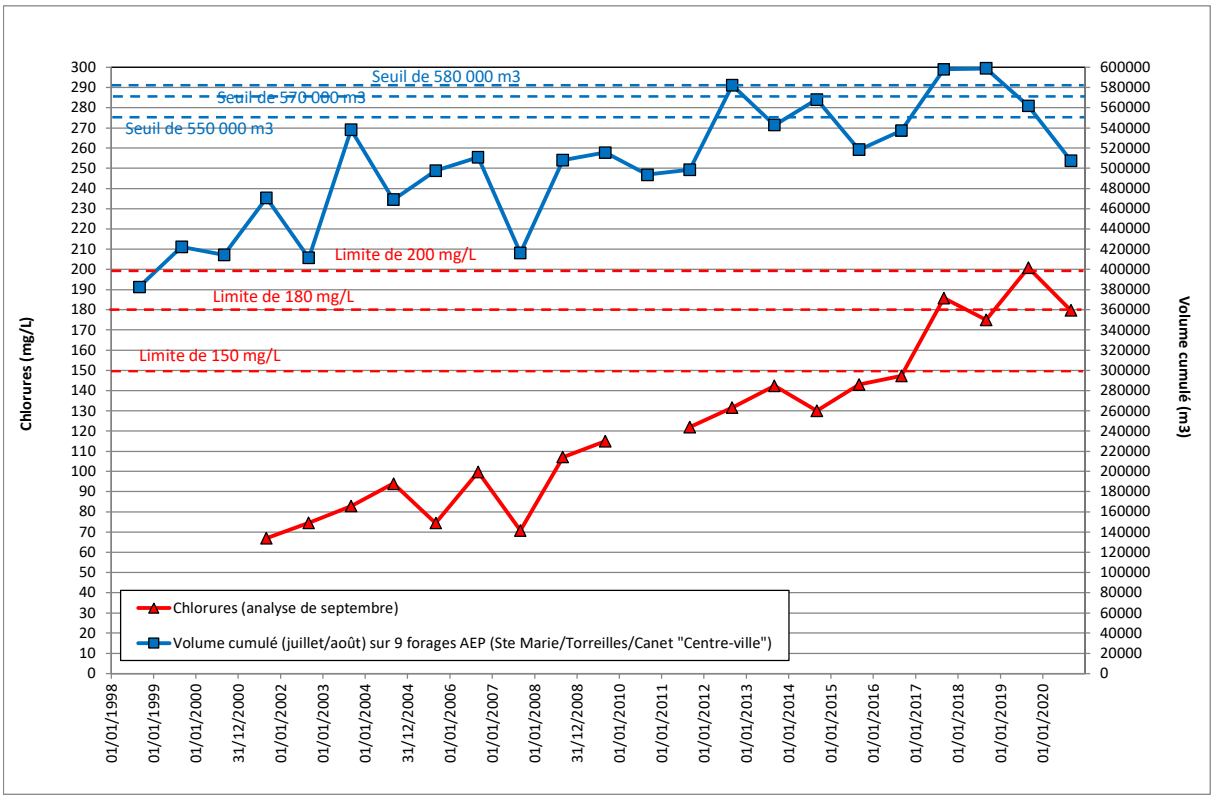



**Figure 229 : Evolution temporelle de la teneur en chlorures sur le F4 Sainte-Marie-la-Mer et du cumul de prélèvements mensuels (2 mois) sur les 9 ouvrages AEP de Sainte-Marie, de Torreilles et Canet « Centre-Ville » (F1bis/F4bis/F9)**

#### *5.4.6.4 Cas du forage du camping La Pergola*

Nous avons testé ce forage privé car il s'agit du seul forage suivi au Sud-Est de Sainte-Marie-la-Mer. Cet ouvrage présente des teneurs en chlorures plutôt faibles (<70 mg/L). De fait, les ajustements testés ne montrent pas de très bonnes corrélations quel que soit le croisement.

| | Groupe de forages considérés | | | |
|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F4 à Sainte-Marie | F3+F4 à Sainte-Marie | F1+F3+F4 à Sainte-Marie | F1+F3+F4 à Sainte-Marie + F1/F4/F9/F8 à Canet |
| 1 mois (août) | 0.078 | 0.004 | 0.146 | 0.003 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.069 | 0.0004 | 0.138 | 0.034 |
| 3 mois (juin à août) | 0.064 | 0.0002 | 0.067 | 0.024 |
| 4 mois (mai à août) | 0.045 | 0.004 | 0.060 | 0.040 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.043 | 0.006 | 0.044 | 0.030 |
| 6 mois (mars à août) | 0.041 | 0.007 | 0.037 | 0.021 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.030 | 0.100 | 0.031 | 0.016 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.030 | 0.013 | 0.035 | 0.025 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.030 | 0.013 | 0.033 | 0.033 |

**Tableau 26 : Degré de corrélation $R^2$ entre teneur en chlorures sur le forage du camping LA PERGOLA (BSS002MRGK) à Sainte-Marie-la-Mer et les volumes prélevés dans les forages environnants**

### 5.4.7 Relation entre volumes/durées de prélèvement et conductivité

A l'échelle mensuelle, on identifie deux tendances de l'évolution de la conductivité (et donc de la teneur en chlorures vraisemblablement) :

- Certains forages montrent une baisse de la conductivité (20 à 40 µS/cm) en période de pointe (forages AEP F2 et F3 à Sainte-Marie et F1 à Torreilles : Figure 230, Figure 231 et Figure 234). Géographiquement, ce sont les forages les plus éloignés de la mer.

- A l'inverse, le forage AEP F4 de Sainte-Marie, semblerait montrer une augmentation de la conductivité (environ +20 µS/cm) lors de l'étiage de 2019 (Figure 232) puis la conductivité semble redescendre en période de faible consommation. Cette observation avait été faite également lors des prélèvements mensuels chlorures au cours de la période 2019-2020 où les mois de juillet et d'août avaient été marqués par une augmentation de la teneur en chlorures (Figure 233). La forte valeur de chlorures/conductivité mesurée en juin 2020 est le reflet selon nous de mauvaises conditions de prélèvement (temps de pompage trop faible avant prélèvement : cf. « détail horaire du forage F4 » en page 286).

- De même, le forage AEP F4 à Torreilles, montre une augmentation de la conductivité (+20 à 50 µS/cm) à chaque période de pointe depuis 2017 (Figure 235) puis la conductivité semble se stabiliser en période de faible consommation mais ne redescend pas au niveau de base d'avant période estivale. Cette observation avait été faite également lors des prélèvements mensuels chlorures au cours de la période 2019-2020 où les chlorures et la conductivité d'après période estivale, ne retrouvaient pas les valeurs d'avant l'été (Figure 236). La baisse observée fin juin 2020 correspond au recalibrage de la sonde suite à la mesure réalisée dans le cadre de la campagne mensuelle chlorure de l'Etape 1.

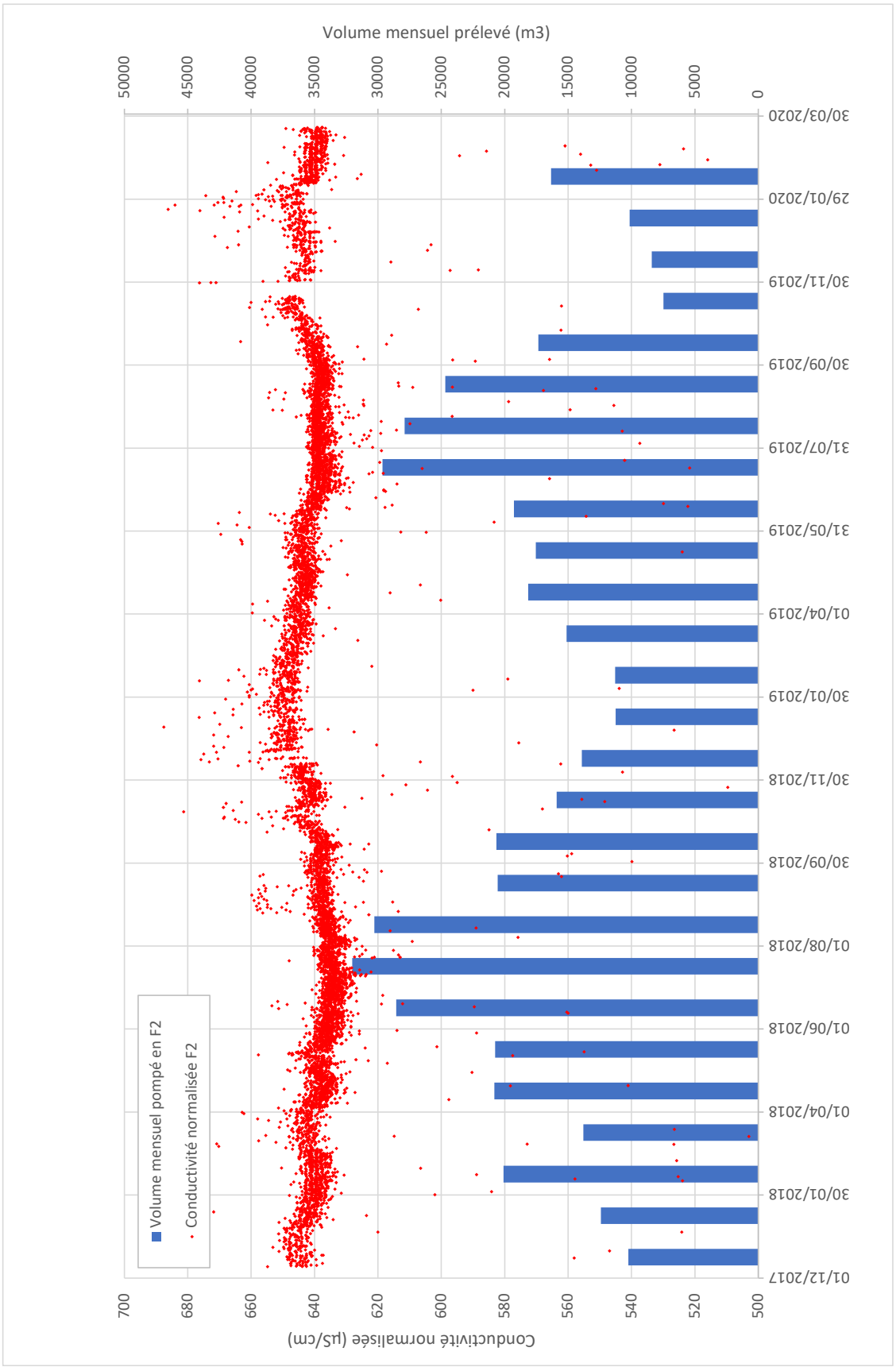



**Figure 230 : Relation entre volumes mensuels prélevés et conductivité sur le forage AEP F2 à Sainte-Marie-la-Mer**

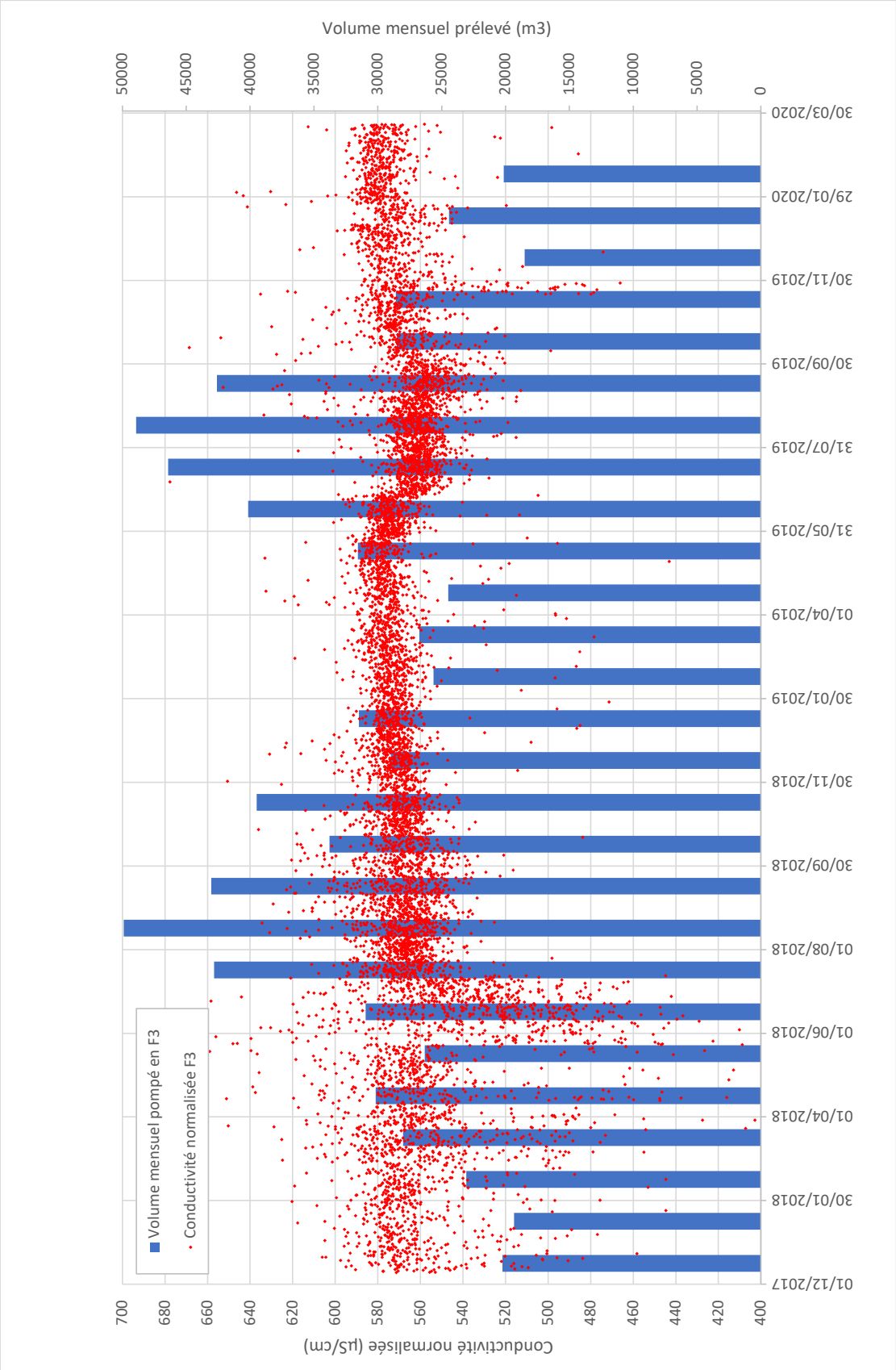



**Figure 231 : Relation entre volumes mensuels prélevés et conductivité sur le forage AEP F3 à Sainte-Marie-la-Mer**

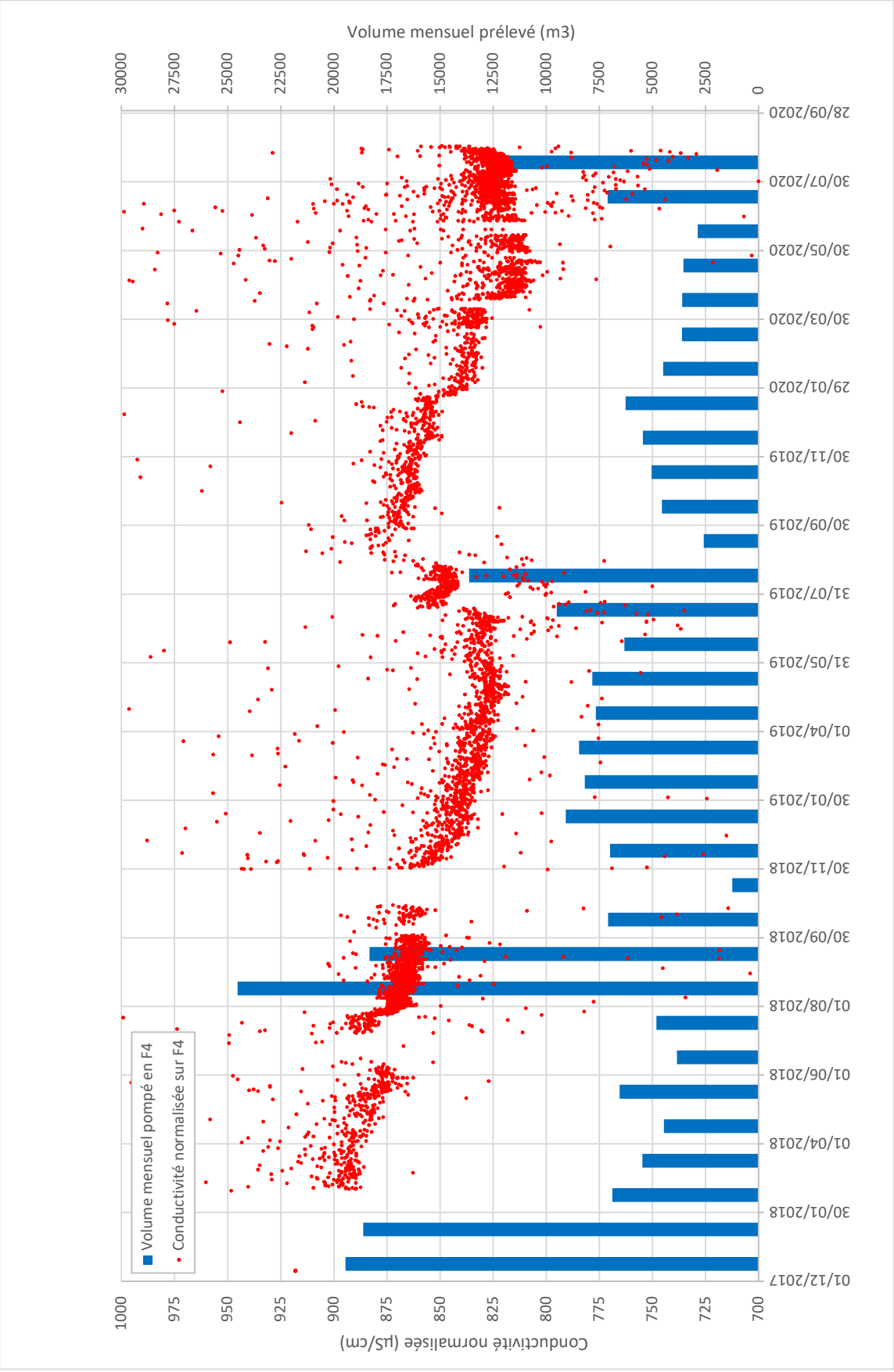



**Figure 232 : Relation entre volumes mensuels prélevés et conductivité sur le forage AEP F4 à Sainte-Marie-la-Mer**

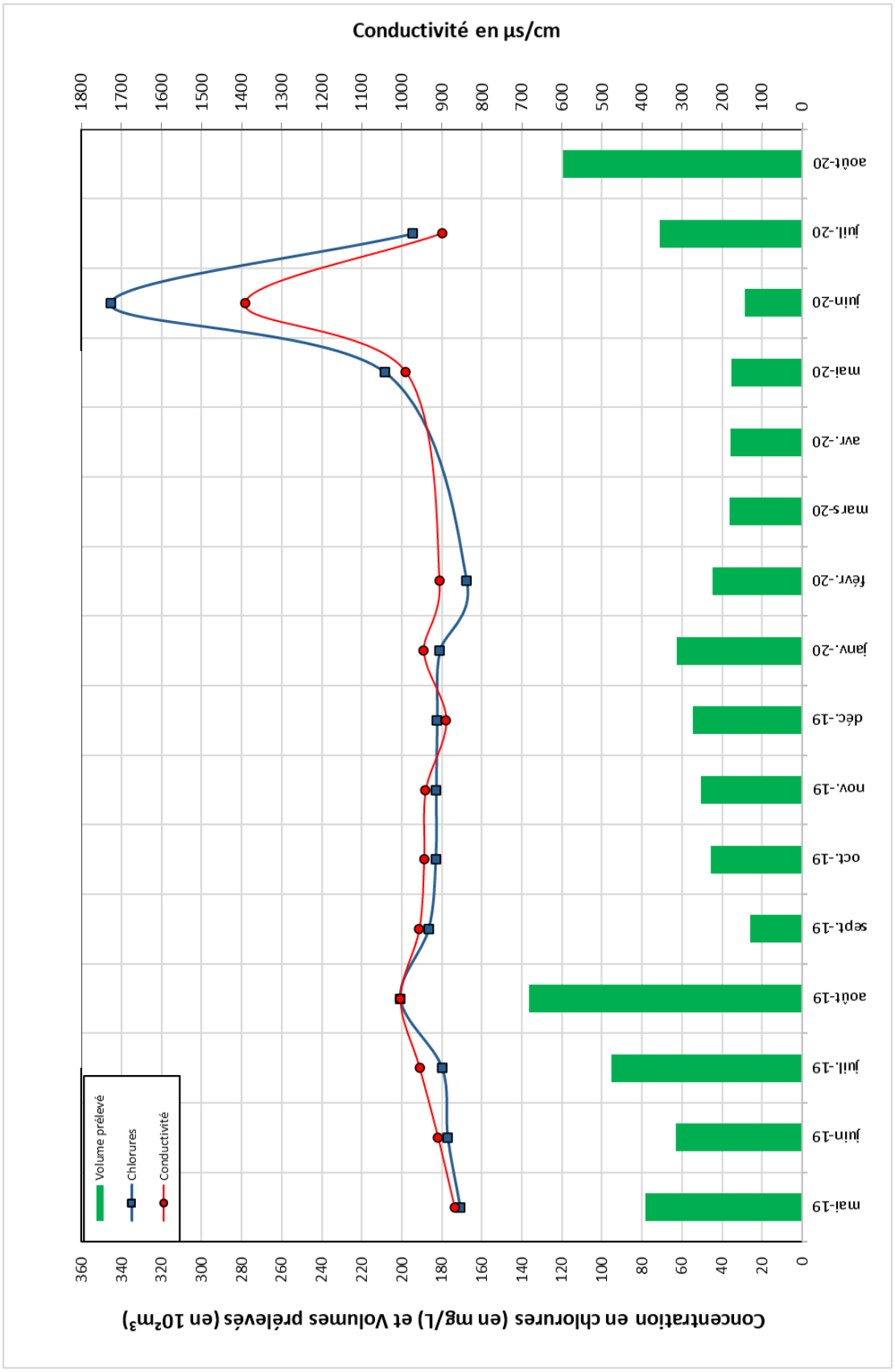



**Figure 233 : Evolution des chlorures mensuels VS conductivité et volumes mensuels prélevés sur le forage AEP F4 à Sainte-Marie-la-Mer**

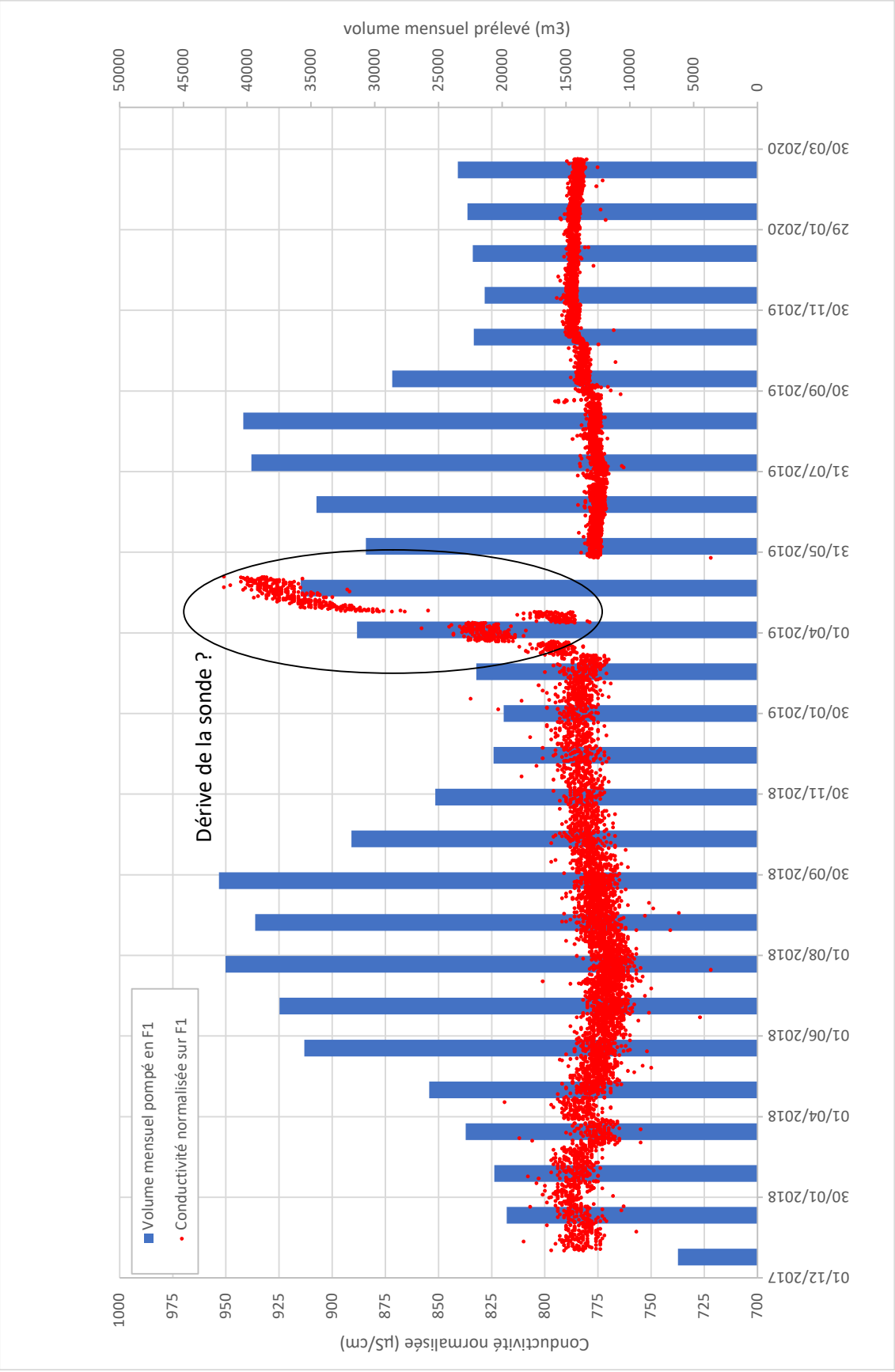



**Figure 234 : Relation entre volumes mensuels prélevés et conductivité sur le forage AEP F1 à Torreilles**

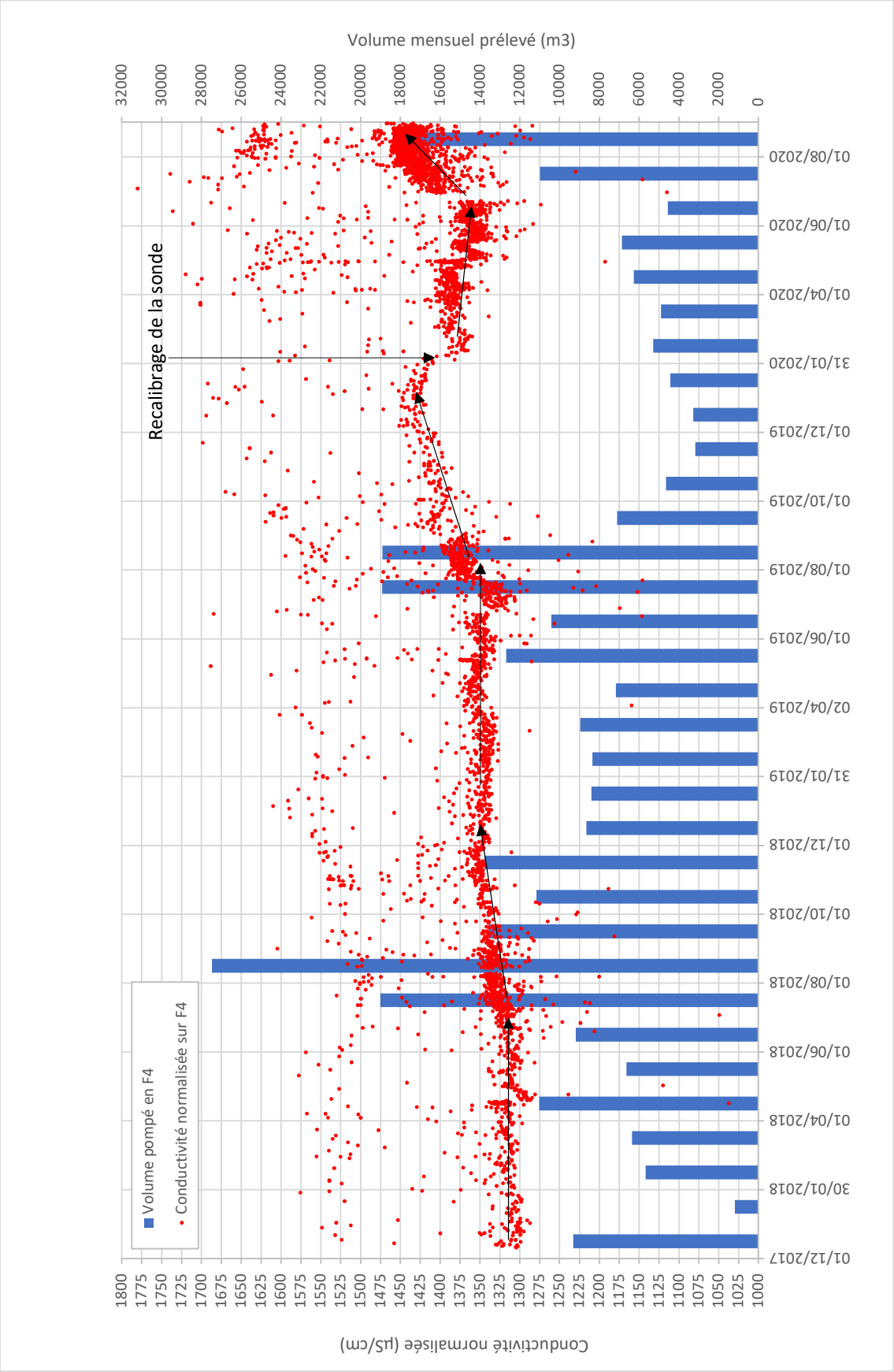



**Figure 235 : Relation entre volumes mensuels prélevés et conductivité sur le forage AEP F4 à Torreilles**

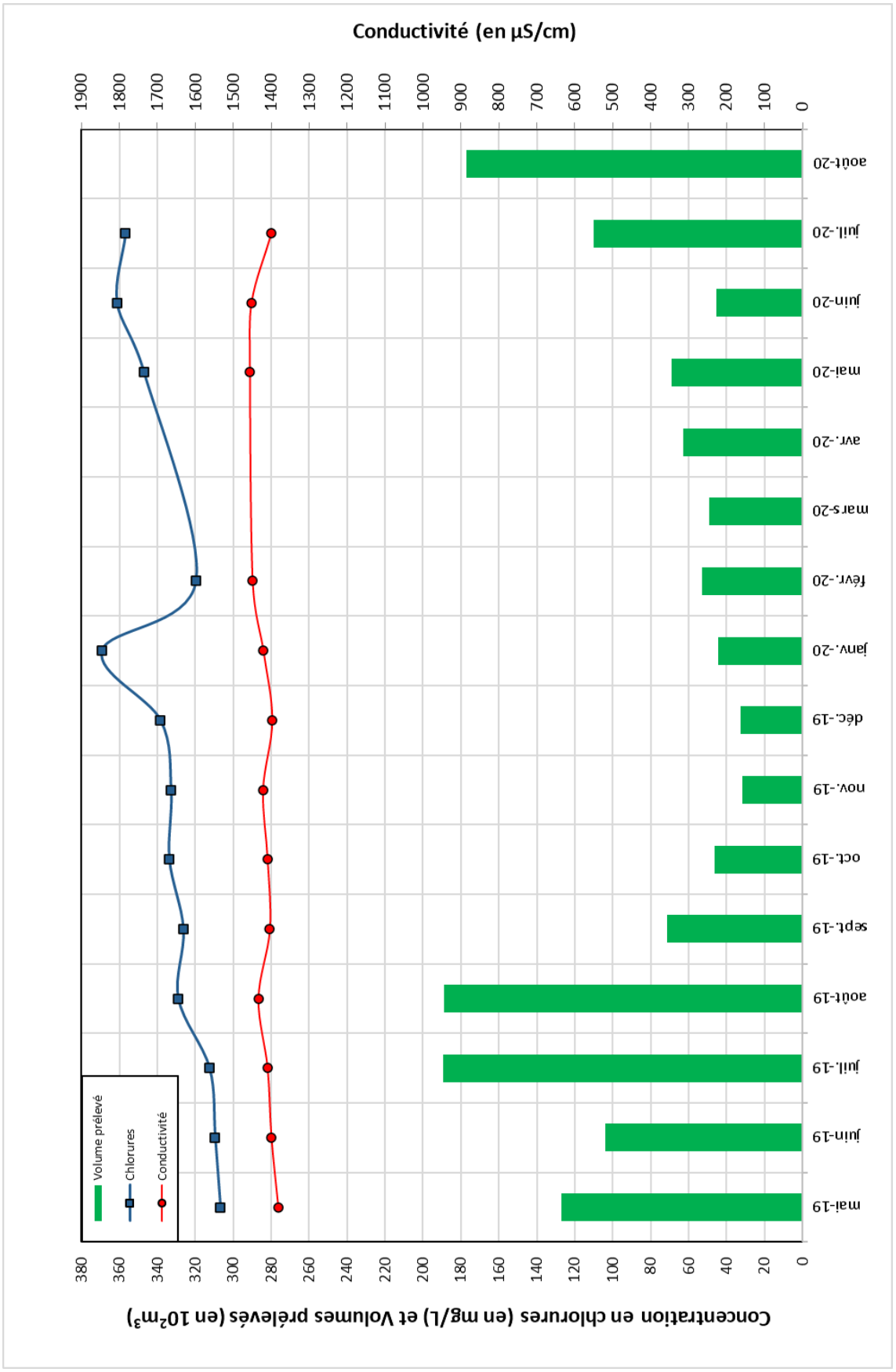



Figure 236 : Evolution des chlorures VS conductivité et volumes prélevés sur le forage AEP F4 à Torreilles

A l'échelle journalière, la comparaison entre la durée de prélèvement et la conductivité sur ces mêmes 4 ouvrages amène les commentaires suivants :

- Sur l'ouvrage AEP F1 de Torreilles (Figure 237), on distingue la baisse de conductivité dès lors que la durée de pompage journalière dépasse environ 12h.

- Sur l'ouvrage AEP F4 de Torreilles (Figure 238), il semblerait que la conductivité commence à augmenter dès lors que la durée de pompage journalière dépasse 4h mais comme évoqué précédemment, celle-ci ne semble pas redescendre à son niveau d'avant été depuis 2017. La baisse de juin 2020 correspond à au recalibrage de la sonde suite à la mesure réalisée dans le cadre de la campagne mensuelle de l'Etape 1.

- Sur l'ouvrage AEP F2 de Sainte-Marie-la-Mer (Figure 239), on distingue la baisse de conductivité dès lors que la durée de pompage journalière dépasse environ 13h.

- Sur l'ouvrage AEP F3 de Sainte-Marie-la-Mer (Figure 240), on distingue la baisse de conductivité dès lors que la durée de pompage journalière dépasse environ 14h.

  Sur l'ouvrage AEP F4 de Sainte-Marie-la-Mer (Figure 241), seul l'étiage 2019 semble exploitable en termes de données de conductivité. Sur cette base, il semblerait que la conductivité commence à augmenter dès lors que la durée de pompage journalière dépasse 7h puis augmente d'environ +20 µS/cm. Dès la baisse des durées journalières de pompage, il semble que la conductivité redescende lentement vers une valeur de base.

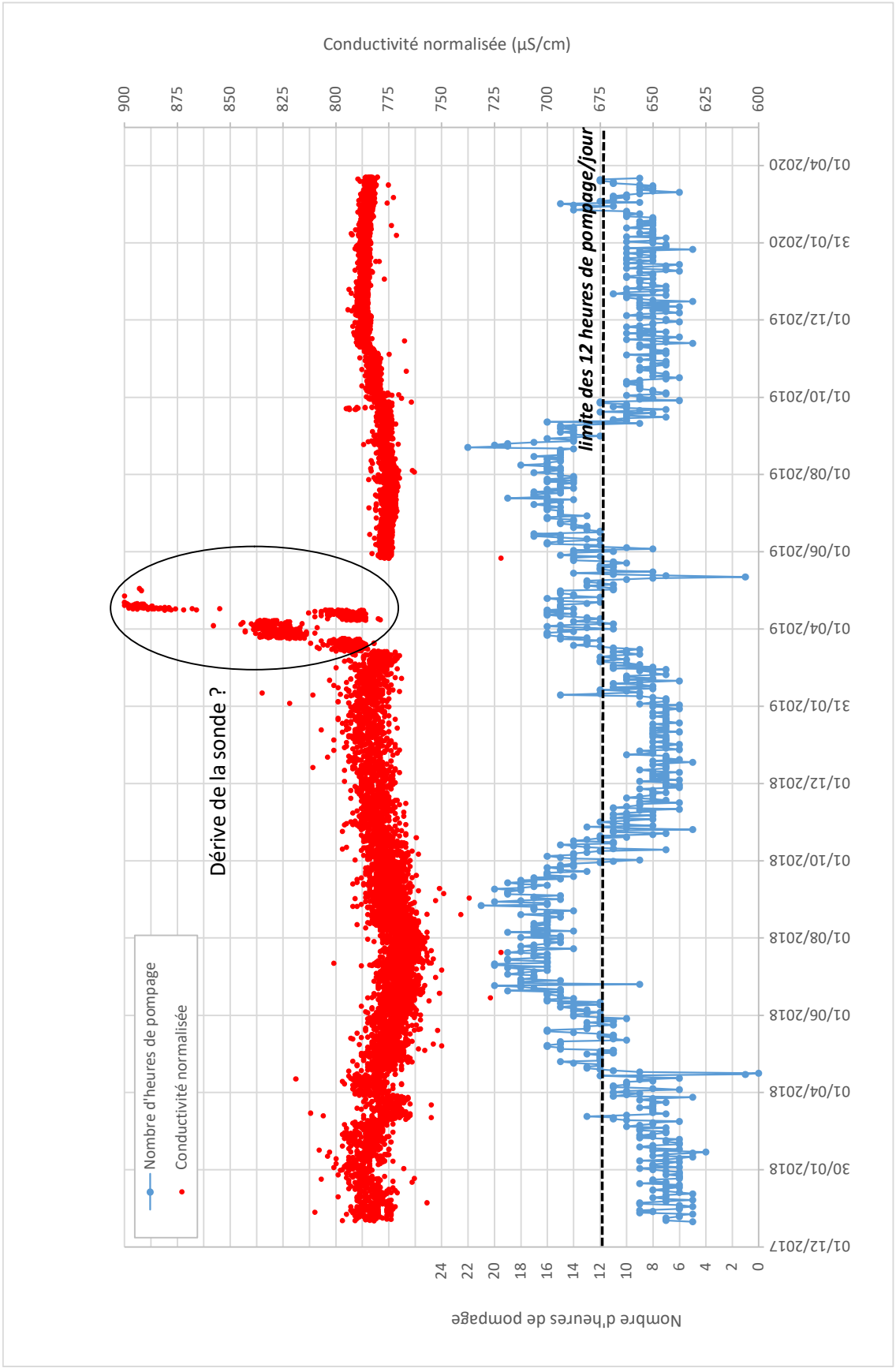



**Figure 237 : Relation durée de prélèvement et conductivité sur le forage AEP F1 à Torreilles**

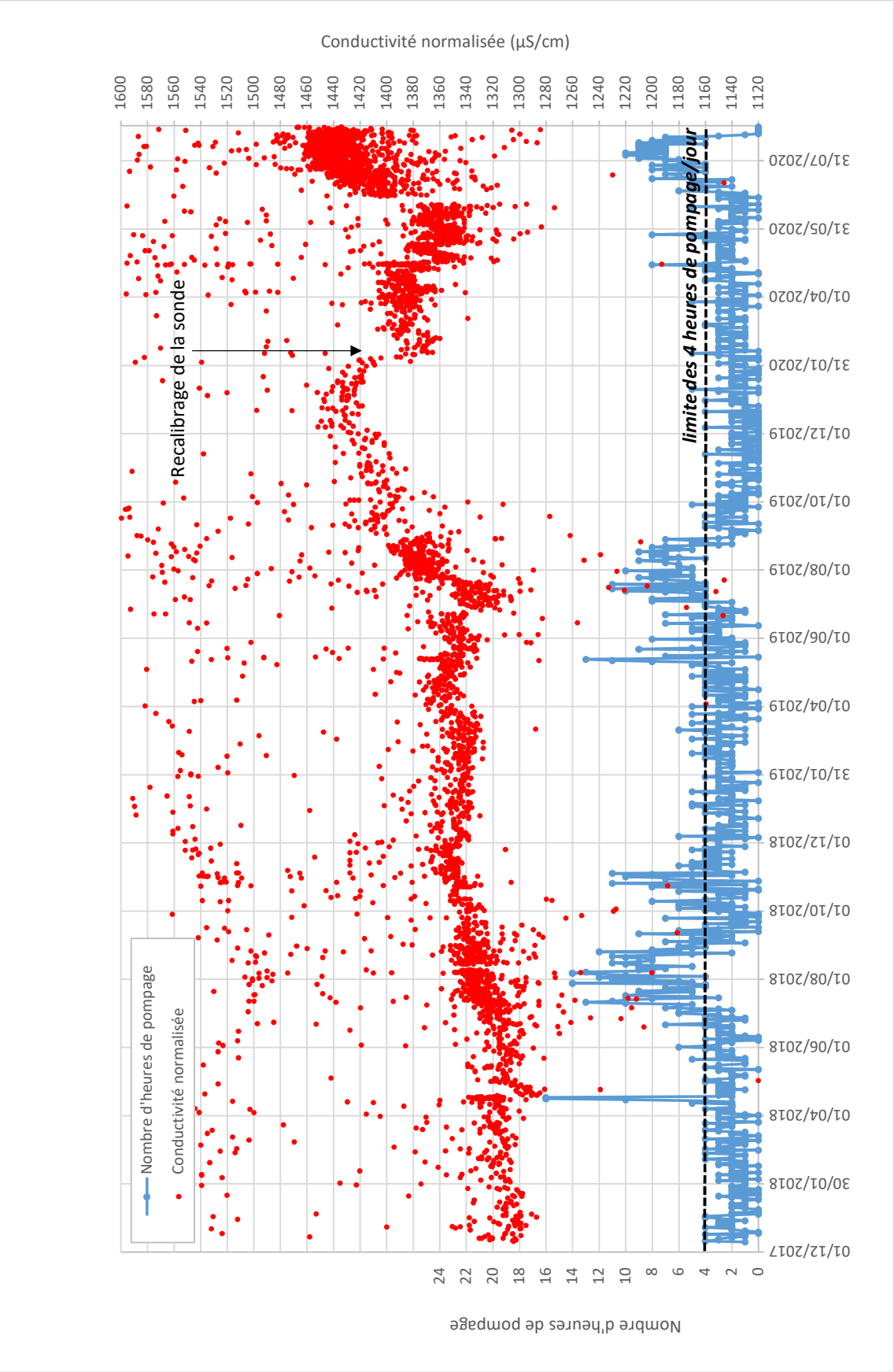



**Figure 238 : Relation durée de prélèvement et conductivité sur le forage AEP F4 à Torreilles**

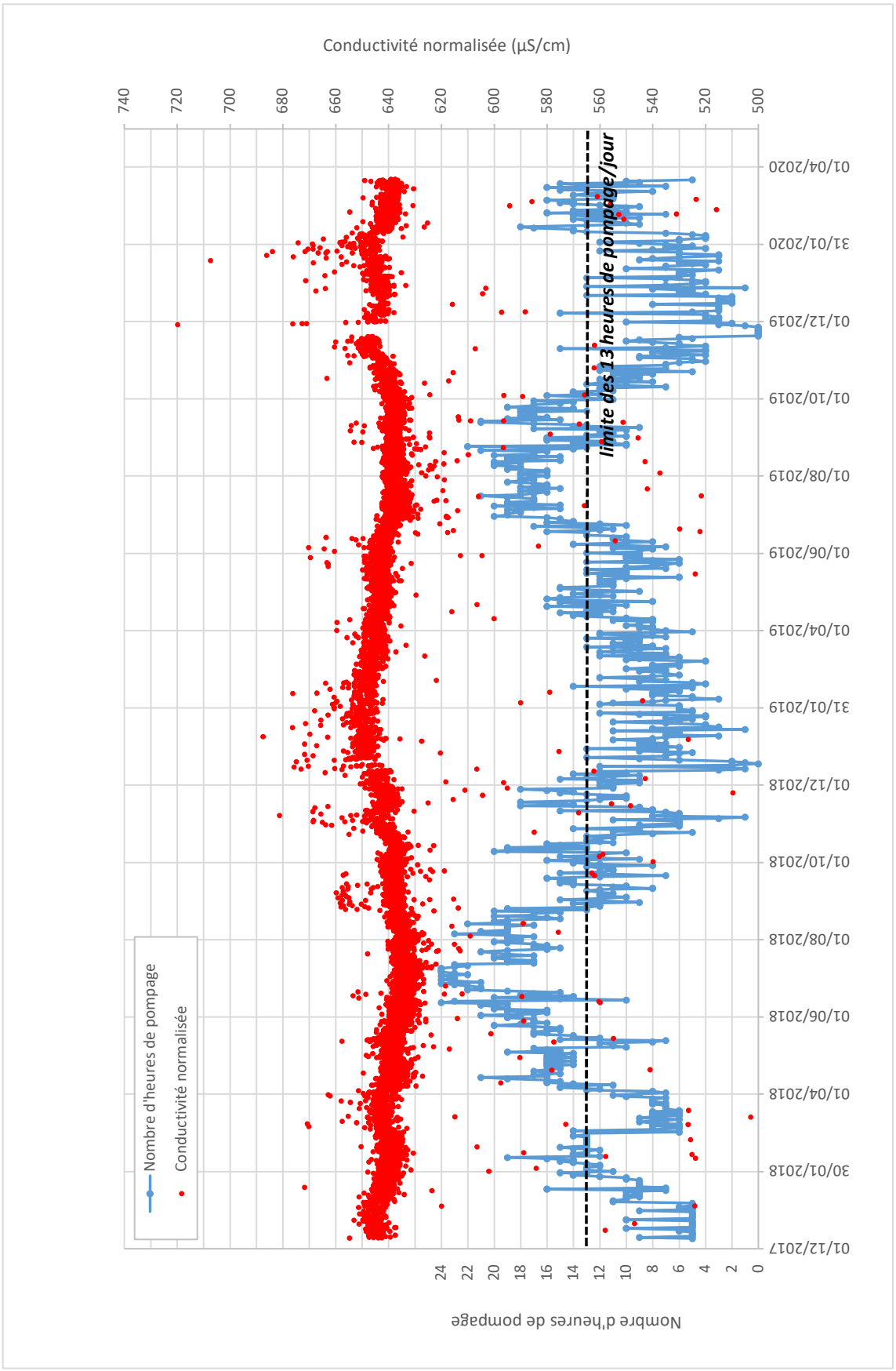



**Figure 239 : Relation durée de prélèvement et conductivité sur le forage AEP F2 à Sainte-Marie-la-Mer**

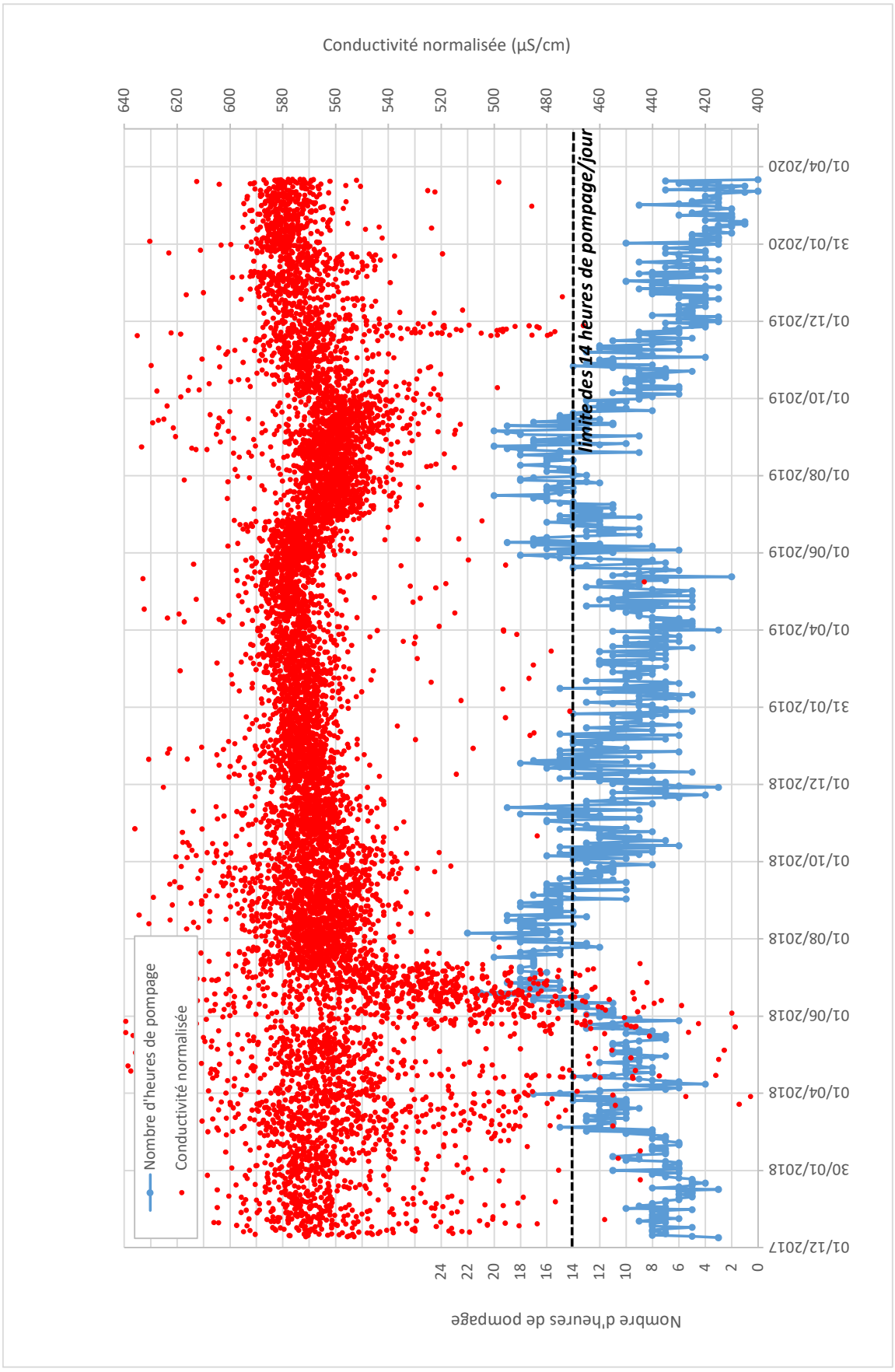



**Figure 240 : Relation durée de prélèvement et conductivité sur le forage AEP F3 à Sainte-Marie-la-Mer**

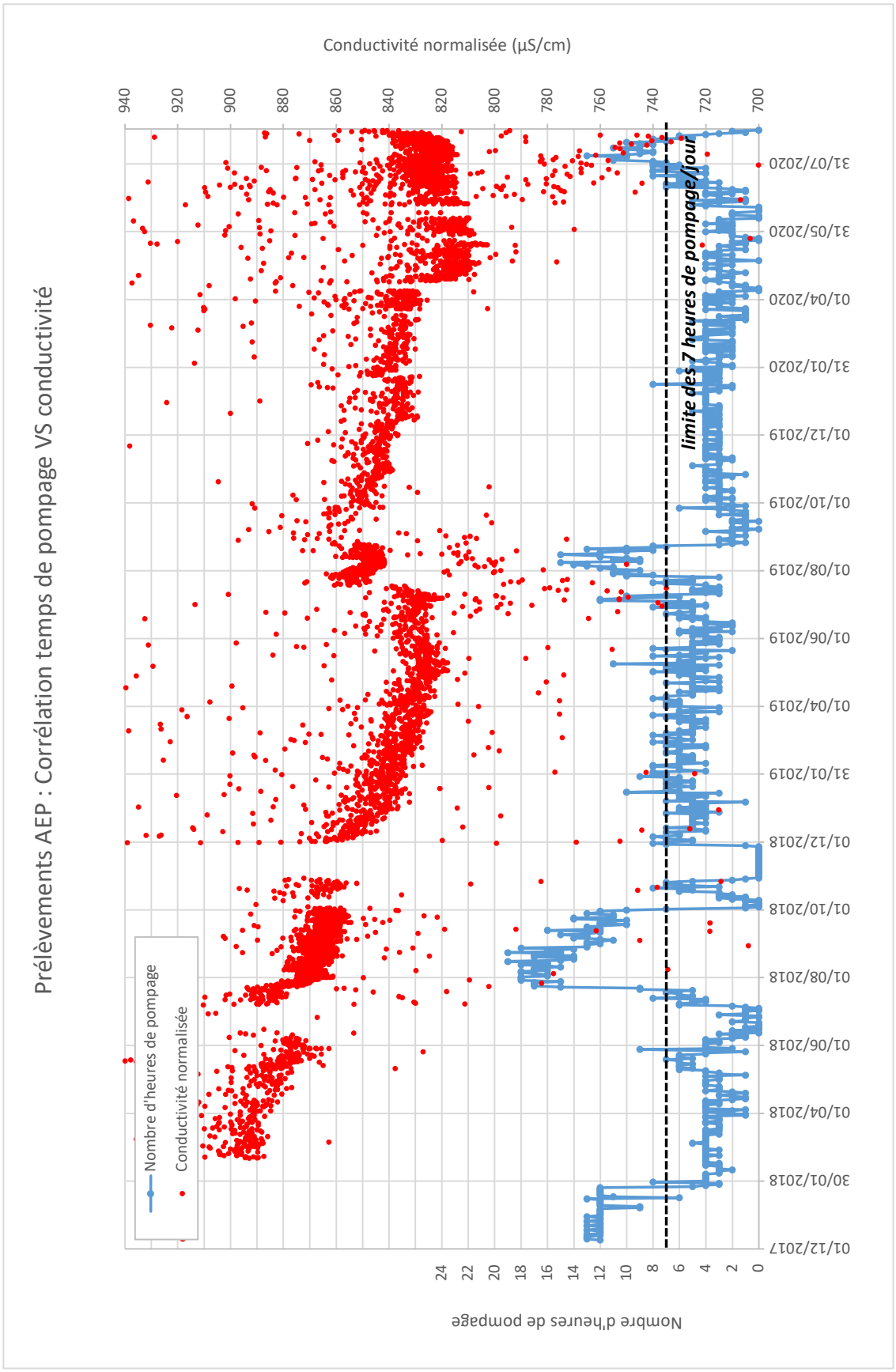



**Figure 241 : Relation durée de prélèvement et conductivité sur le forage AEP F4 à Sainte-Marie-la-Mer**

Détail horaire de la conductivité du forage F4 de Sainte-Marie-la-Mer :

A l'échelle journalière, l'ouvrage montre clairement une augmentation de la conductivité en période de pointe (+20 µS/cm sur l'été 2019) comme précédemment mis en évidence.

Toutefois, à une échelle plus fine (15') on distingue que chaque démarrage de pompe est marqué par un pic de conductivité (1000 à 1450 µS/cm) avant de revenir à une conductivité de base autour de 830-850 µS/cm, après quelques heures de pompage. En période de faible exploitation (périodes journalières de repos du forage plus longues), les pics sont importants (exemple en Figure 242 et photo en Figure 243) alors qu'en période de pointe où les durées journalières de pompage sont plus importantes, les pics sont quasi absents (exemple en Figure 244).

Si on regarde sur une chronique plus large 2018-2020 (Figure 245), on distingue clairement cette différence entre les périodes de plus forte durée d'exploitation (périodes estivales) marquées par l'absence de pics et les périodes de faible exploitation soulignées par ces pics.

Comme pour l'ouvrage CF3, il se pourrait que les teneurs en chlorures dans les horizons aquifères contaminés soient plus importantes que celles mesurées dans l'eau pompée car le prélèvement sollicite vraisemblablement des eaux en provenance de l'amont hydraulique et probablement moins contaminées et donc tendant à diluer le signal chlorures/conductivité.

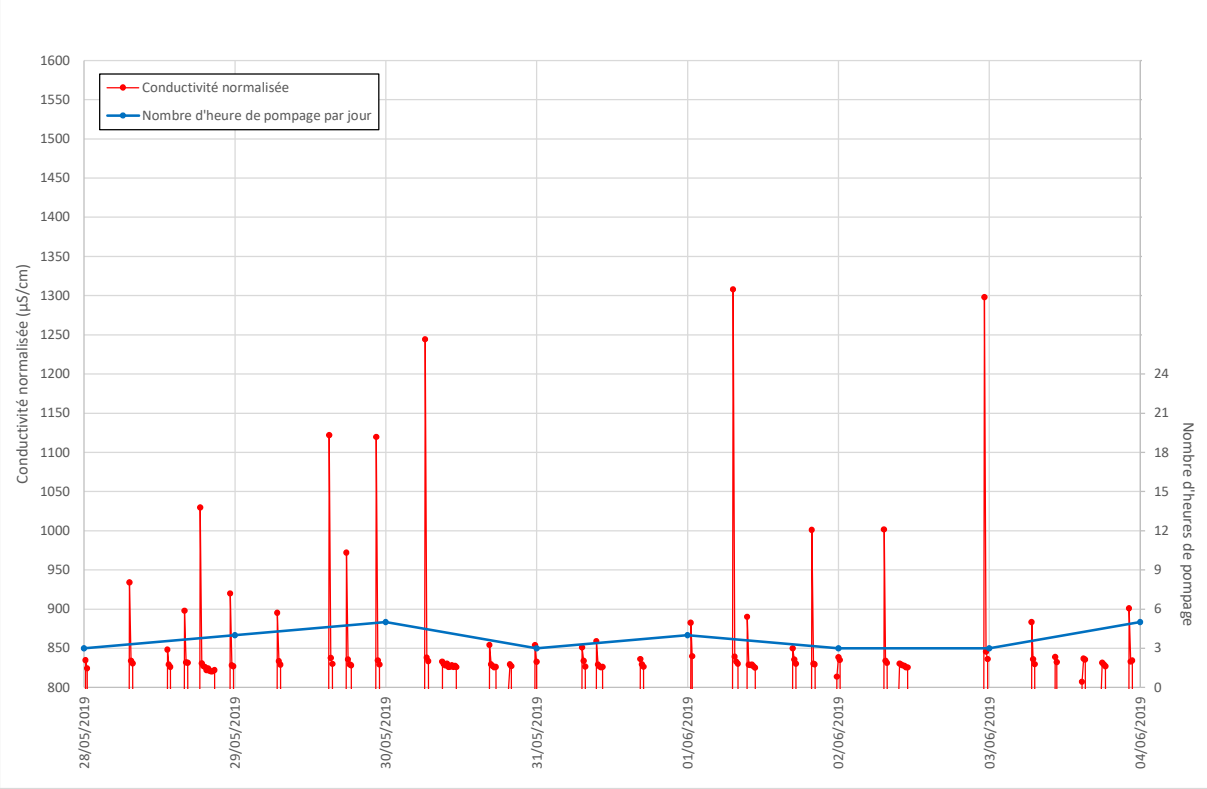



**Figure 242 : Suivi de la conductivité à 15' sur le forage AEP F4 à Sainte-Marie-la-Mer (période de faible exploitation)**

**Figure 243 : Conductivité instantanée à l'affichage sur le forage AEP à Sainte-Marie-la-Mer**

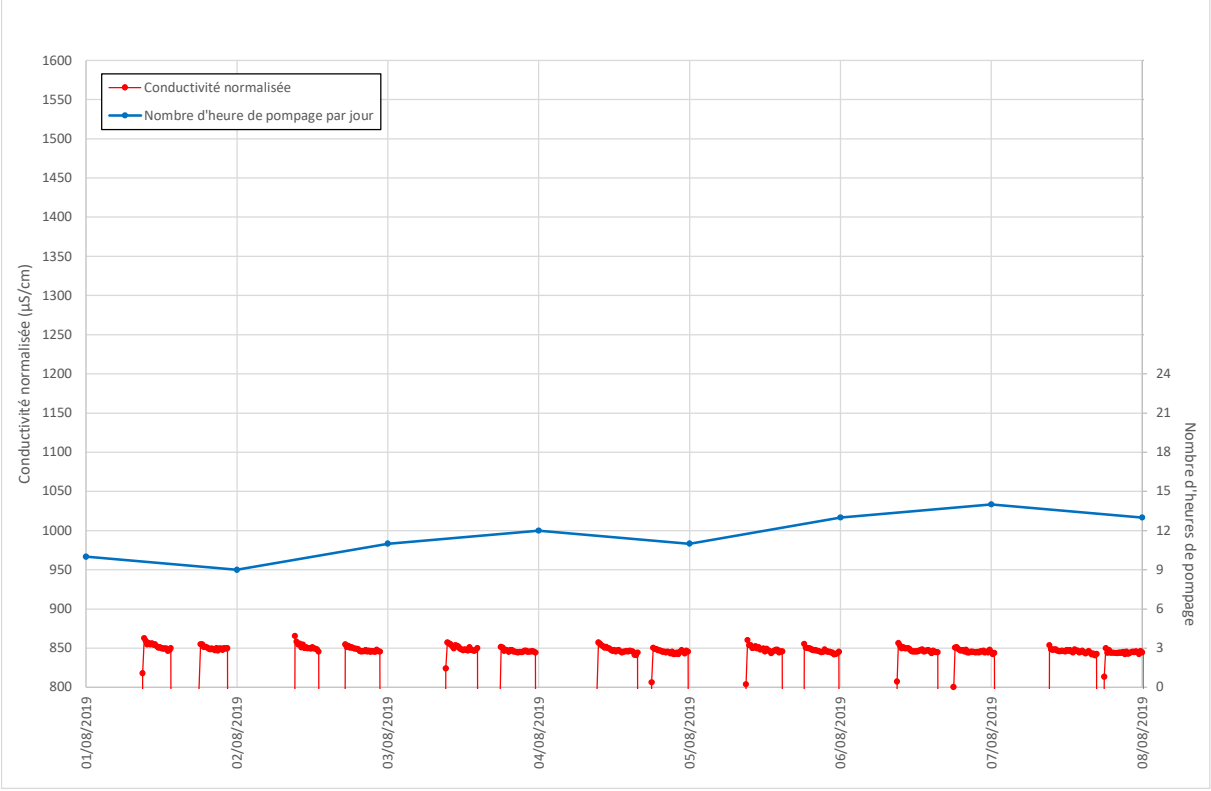



**Figure 244 : Suivi de la conductivité à 15' sur le forage AEP F4 à Sainte-Marie-la-Mer (période de forte exploitation)**

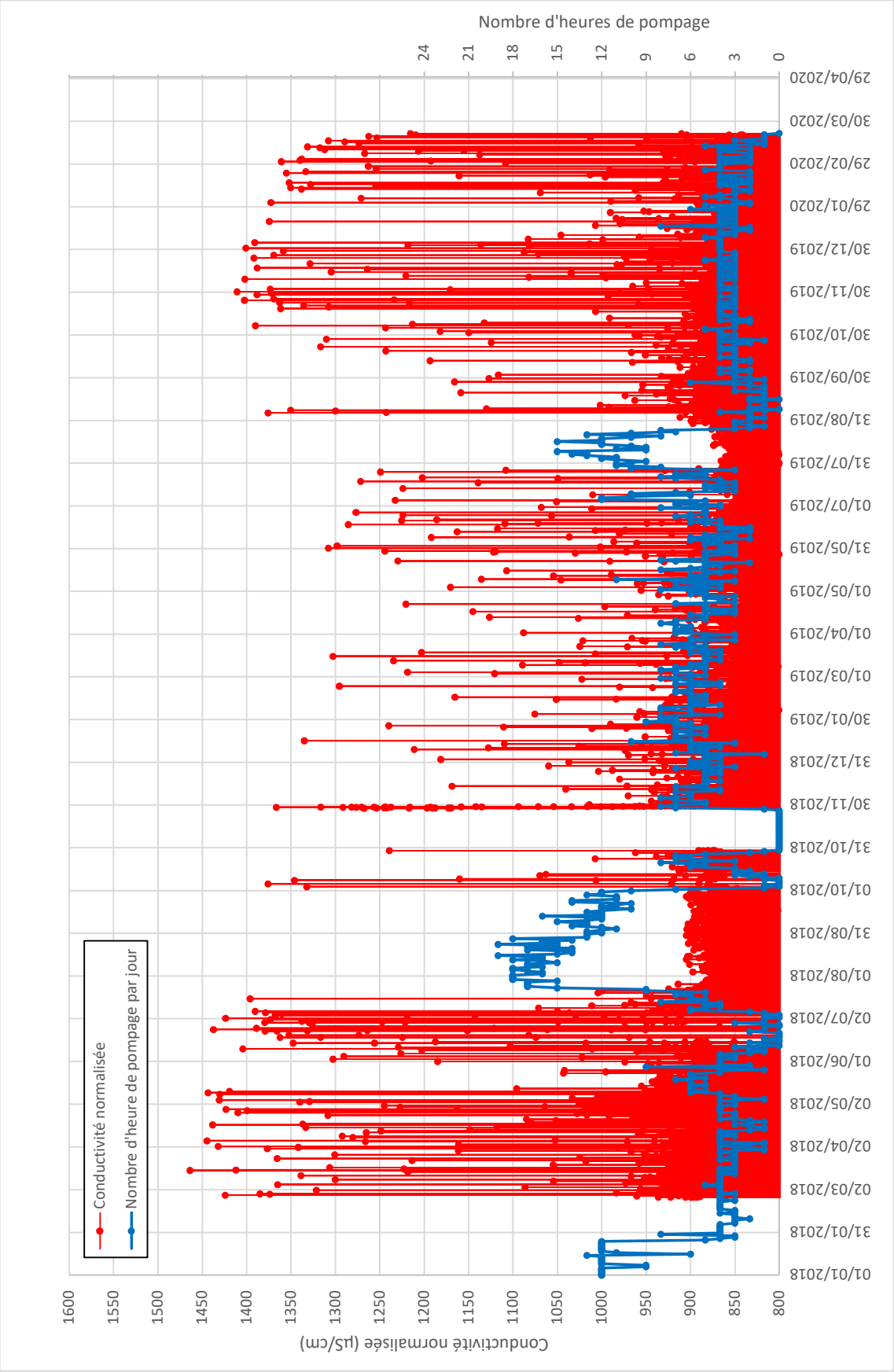



**Figure 245 : Suivi de la conductivité à 15' sur le forage AEP F4 à Sainte-Marie-la-Mer (période 2018-2020)**

### 5.4.8 Relation entre nombre d'ouvrages environnants et chlorures

La figure suivante illustre pour chaque forage de suivi en chlorures sur le secteur Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer, le nombre d'ouvrages de prélèvement existant dans un rayon de 1000 m (AEP, agricoles, …). Il semble qu'il n'y ait aucune relation établie.

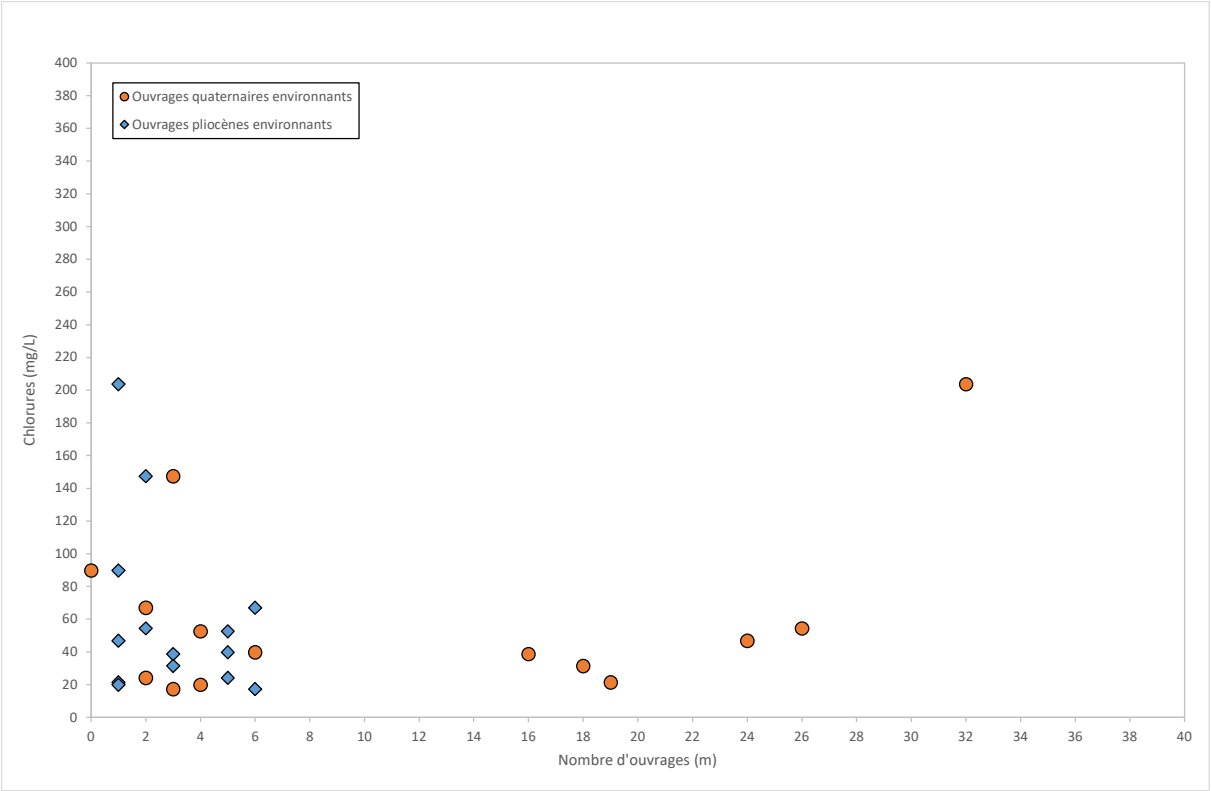



**Figure 246 : Relation entre nombre d'ouvrages de prélèvement environnants et chlorures sur le secteur Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer**

### 5.4.9 Relation entre piézométrie et chlorures

Sur le secteur Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer, les piézomètres de référence du réseau sont F3 (Torreilles) et F1N4 (Sainte-Marie-la-Mer).

Les chroniques piézométriques des piézomètres de référence ont été utilisées dès lors que les données journalières étaient disponibles :

- F3 Torreilles : 1990-2020 ;
- F1N4 à Sainte-Marie-la-Mer : 2000-2020.

#### *5.4.9.1 Relation entre piézométrie moyenne (à 1, 2 et 3 mois) et chlorures*

Sur chaque piézomètre, nous avons identifié le niveau piézométrique moyen au cours :

- Du mois précédent l'analyse chlorures (août) ;
- Des 2 mois précédents l'analyse chlorures (juillet/août) ;
- Des 3 mois précédents l'analyse chlorures (juin/juillet/août).

Dans un premier temps, la chronique « niveau piézométrique moyen » sur chaque piézomètre (à 1, 2 et 3 mois) a été croisée avec la chronique de chlorures dans le piézomètre considéré. Les résultats sont les suivants :

| | Degré de corrélation $R^2$ | Ajustement optimal |
|---|---|---|
| Piézomètre F3 (BSS002MQMV) - Torreilles | 0.17 | 1 mois |
| Piézomètre F1N4 (BSS002MRJF) – Ste-Marie | x | x |

**Tableau 27 : Degré de corrélation $R^2$ entre la teneur en chlorures et les niveaux piézométriques moyens dans les piézomètres du réseau dans le secteur Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer**

Il s'avère que le degré de relation est relativement faible pour le piézomètre F3 Torreilles (Figure 247). Sur le piézomètre F1N4, la relation est même étonnamment anti-corrélée (Figure 248). Ces mauvaises corrélations pourraient être expliquées par des conditions de prélèvement pas toujours optimales dans les piézomètres (difficulté de renouveler suffisamment la colonne d'eau).

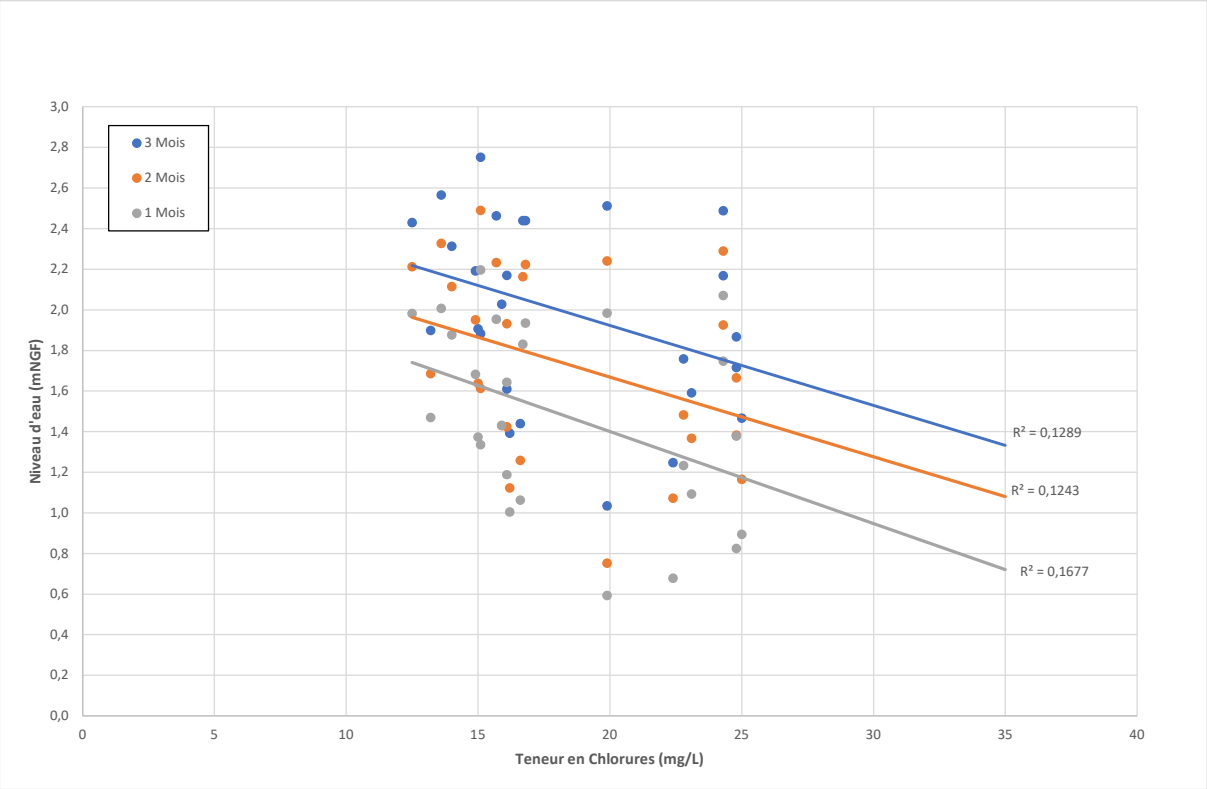



**Figure 247 : Relation entre le niveau piézométrique moyen (1, 2 et 3 mois) et la teneur en chlorures dans le piézomètre F3 de Torreilles (BSS002MQMV)**

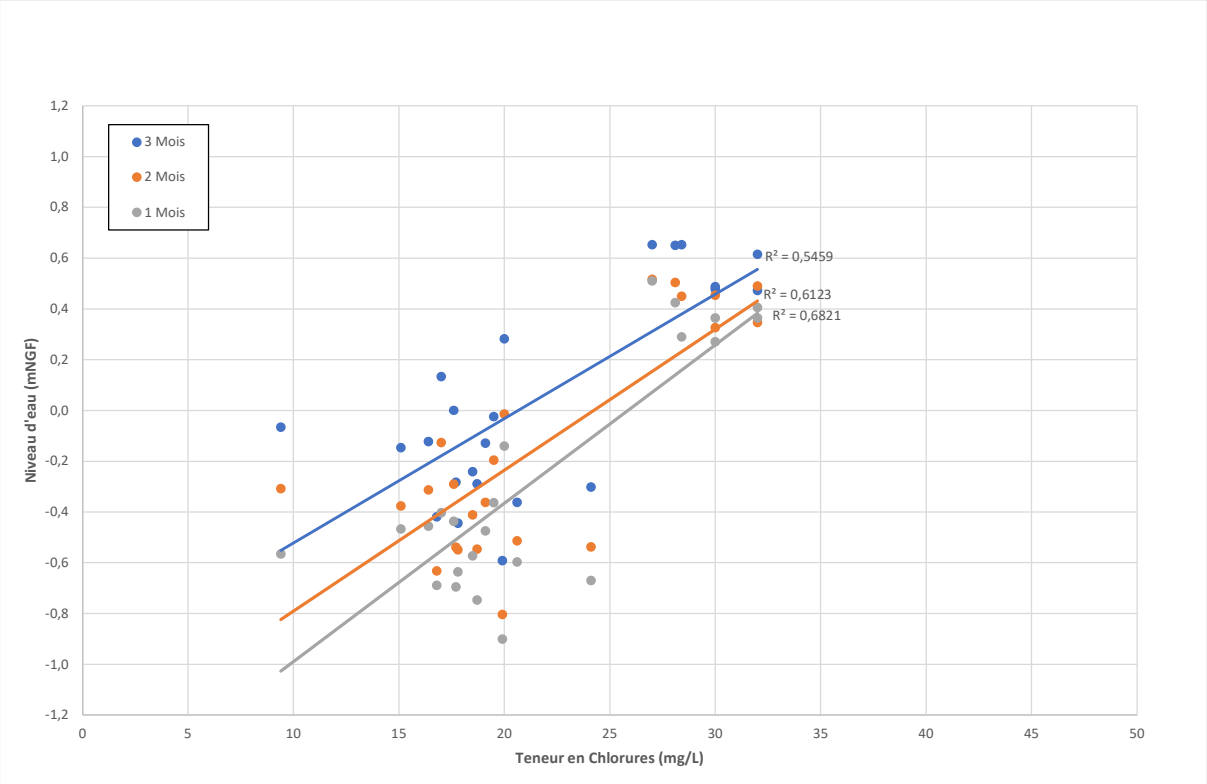



**Figure 248 : Relation entre le niveau piézométrique moyen (1, 2 et 3 mois) et la teneur en chlorures dans le piézomètre F1N4 de Sainte-Marie-la-Mer (BSS002MRJF)**

Dans un second temps, la chronique « niveau piézométrique moyen » sur chaque piézomètre (à 1, 2 et 3 mois) a été croisée avec les chroniques de chlorures sur les ouvrages du réseau suivis les plus proches. Les résultats sont les suivants :

| | Piézomètre F3 (BSS002MQMV) Torreilles | | Piézomètre F1N4 (BSS002MRJF) Sainte-Marie | |
|---|---|---|---|---|
| | $R^2$ | Ajustement optimal | $R^2$ | Ajustement optimal |
| Crudi (BSS002MRLV) | 0.06 | 1 mois | x | x |
| F4 Torreilles | 0.12 | 2 mois | x | x |
| F4 Sainte-Marie | x | x | 0.04 | 2 mois |
| F3 Sainte-Marie | 0.73 | 1 et 3 mois | 0.34 | 3 mois |
| Pergola | x | x | x | x |

**Tableau 28 : Degré de corrélation $R^2$ entre la teneur en chlorures dans les forages suivis et le niveau piézométrique moyen sur les piézomètres considérés**

Au regard de ces résultats, il apparait que le degré de corrélation est plutôt faible voire inexistant pour les ouvrages testés à l'exception de l'ouvrage AEP F4 de Sainte-Marie où le degré de corrélation semble important (0.73) sur un pas de temps court de 1 et 3 mois (Figure 249). Par extrapolation, on pourrait donc proposer en première approche que la teneur en chlorures dans le forage AEP F4 de Sainte-Marie dépasse la valeur de 200 mg/L pour un niveau moyen piézométrique d'environ +0.6 m NGF sur l'ouvrage F3 Torreilles sur le mois d'août ou +1.1 m NGF sur la période juin à août.

L'évolution temporelle de la teneur en chlorures mise en parallèle de l'évolution du niveau piézométrique moyen à 1 et 3 mois sur le piézomètre F3 de Torreilles (Figure 252) semblerait indiquer que l'augmentation importante des chlorures observée à partir de 2017, fait suite à la baisse importante des niveaux d'eau moyens jusqu'en 2016. La remontée des niveaux d'eau moyens depuis 2017 ne se traduit pas par une baisse flagrante des chlorures malgré une nette baisse en 2020. Toutefois, il semblerait qu'il y ait un décalage d'une année hydrologique entre la réponse l'évolution de lu niveau piézométrique moyen et la réponse en chlorures.

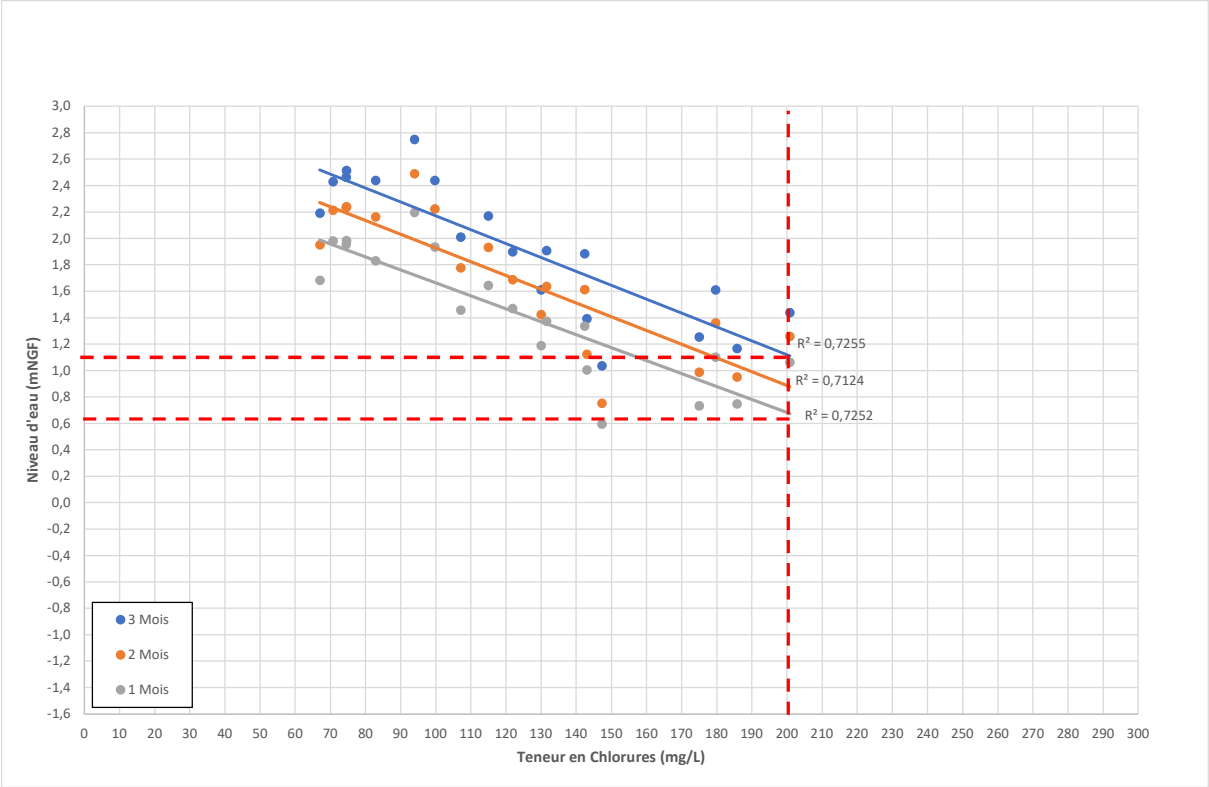



**Figure 249 : Relation entre le niveau piézométrique moyen (1, 2 et 3 mois) dans le piézomètre F3 Torreilles (BSS002MQMV) et la teneur en chlorures dans le forage AEP F4 de Sainte-Marie**

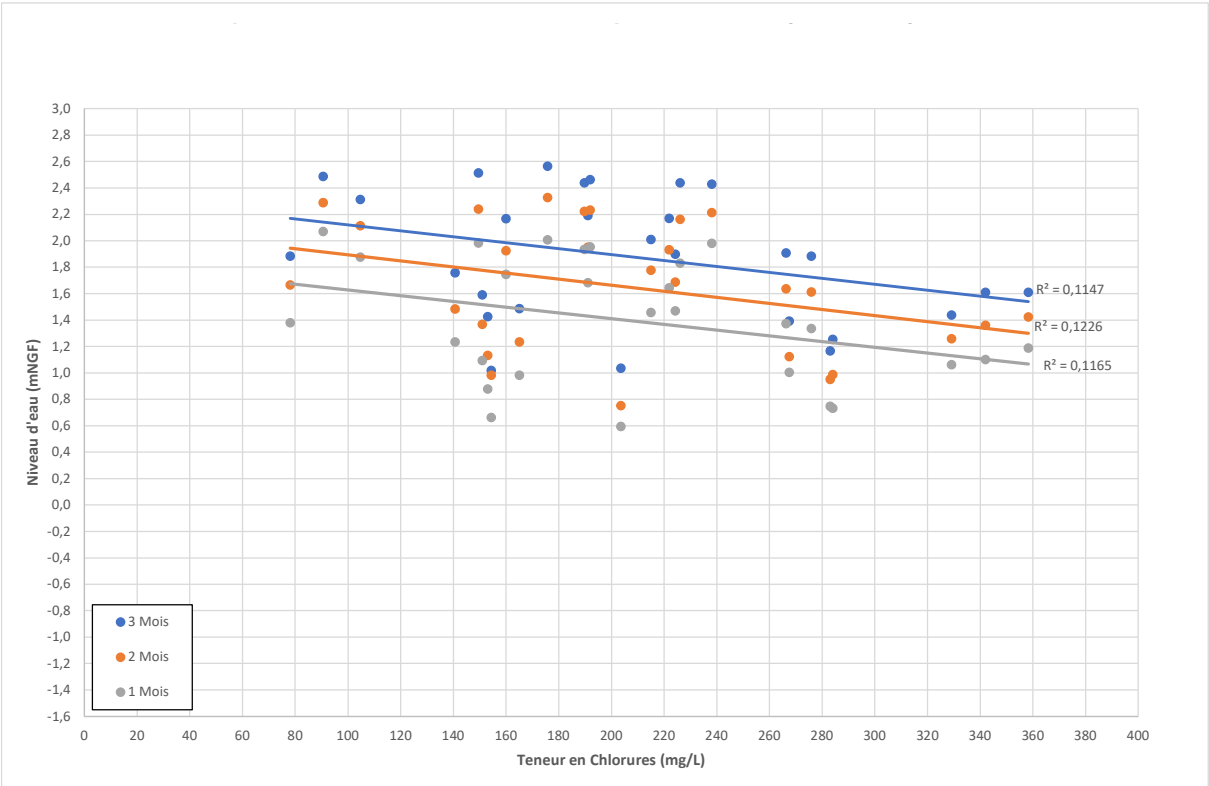



**Figure 250 : Relation entre le niveau piézométrique moyen (1, 2 et 3 mois) dans le piézomètre F3 Torreilles (BSS002MQMV) et la teneur en chlorures dans le forage AEP F4 de Torreilles**

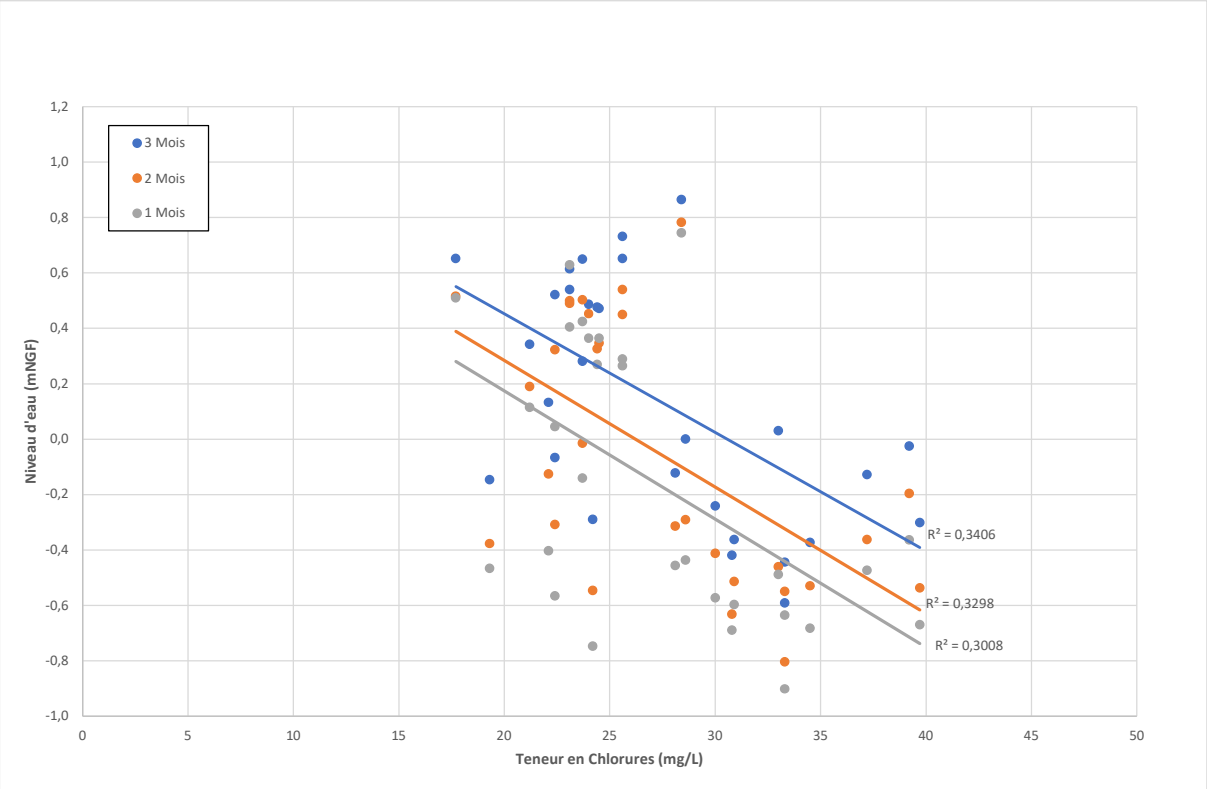



**Figure 251 : Relation entre le niveau piézométrique moyen (1, 2 et 3 mois) dans le piézomètre F1N4 (BSS002MRJF) et la teneur en chlorures dans le forage AEP F3 de Sainte-Marie-la-Mer**

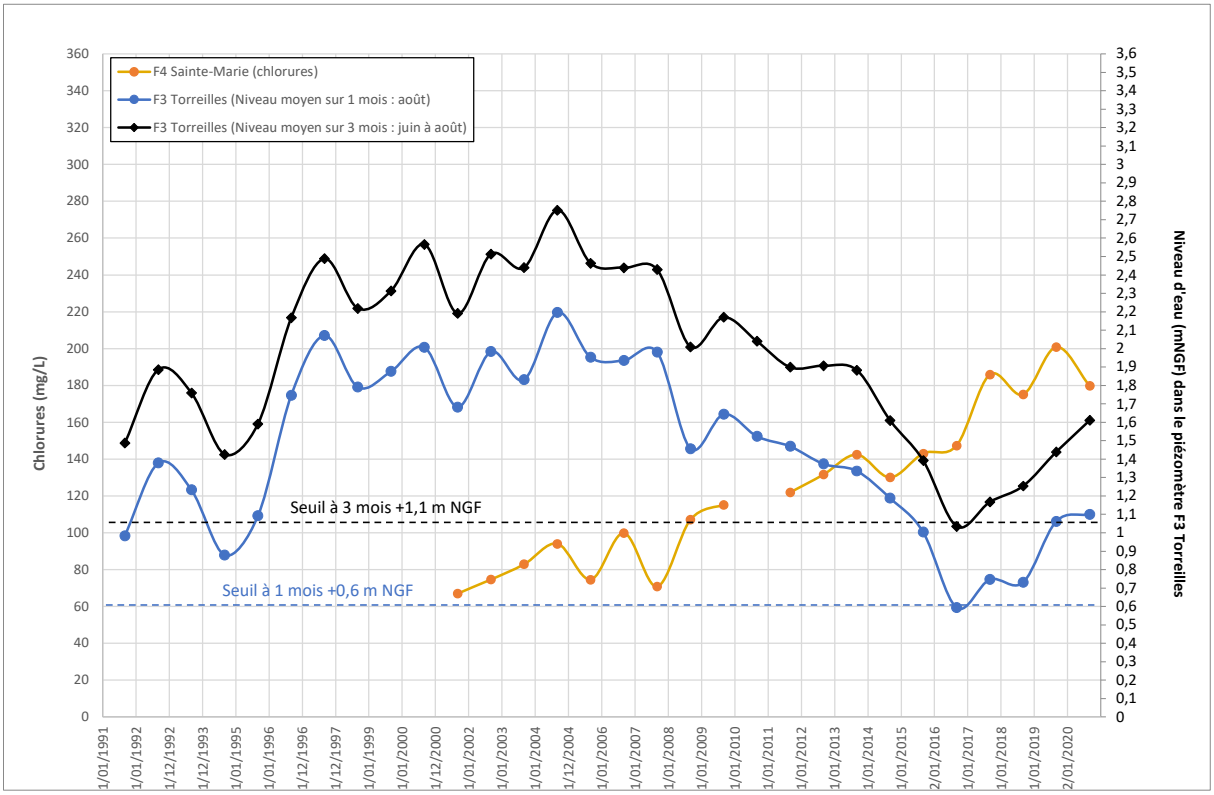



**Figure 252 : Evolution temporelle du niveau piézométrique moyen à 1 et 3 mois dans le piézomètre F3 Torreilles (BSS002MQMV) et la teneur en chlorures dans le forage AEP F4 de Sainte-Marie-la-Mer**

### *5.4.9.2 Relation entre nombre de jours par an un sous un seuil piézométrique et chlorures*

Nous avons étudié la relation pouvant exister entre les teneurs en chlorures dans les ouvrages de suivis et le nombre de jours par an où le niveau d'eau dans les piézomètres de suivis est inférieur à certains seuils. Pour ce faire, et selon la piézométrie de certains ouvrages, nous avons ciblé plusieurs seuils (en m NGF) :

- +2.5 m / +2 m / +1.5 m / +1 m / +0.75 m / +0.5 m / + 0.25 m ;
- 0 m / -0.25 m / -0.5 m / -0.75 m / -1 m / -1.25 m / -1.5 m.

Dans un premier temps, chaque chronique « nombre de jours par an sous un certain seuil » sur chaque piézomètre a été croisée avec la chronique de chlorures dans le piézomètre considéré. Les résultats sont les suivants :

| | Degré de corrélation $R^2$ | Ajustement optimal |
|---|---|---|
| Piézomètre F3 (BSS002MQMV) - Torreilles | 0.17 | Seuil +2.5 m NGF |
| Piézomètre F1N4 (BSS002MRJF) – Ste-Marie | 0.06 | Seuil +0.75 m NGF |

**Tableau 29 : Degré de corrélation $R^2$ entre la teneur en chlorures et les seuils piézométriques dans les piézomètres du réseau dans le secteur Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer**

Il s'avère que le degré de relation est relativement faible (Figure 253 et Figure 254). Ces mauvaises valeurs peuvent être liées aux concentrations mesurées plutôt faibles et relativement stables.

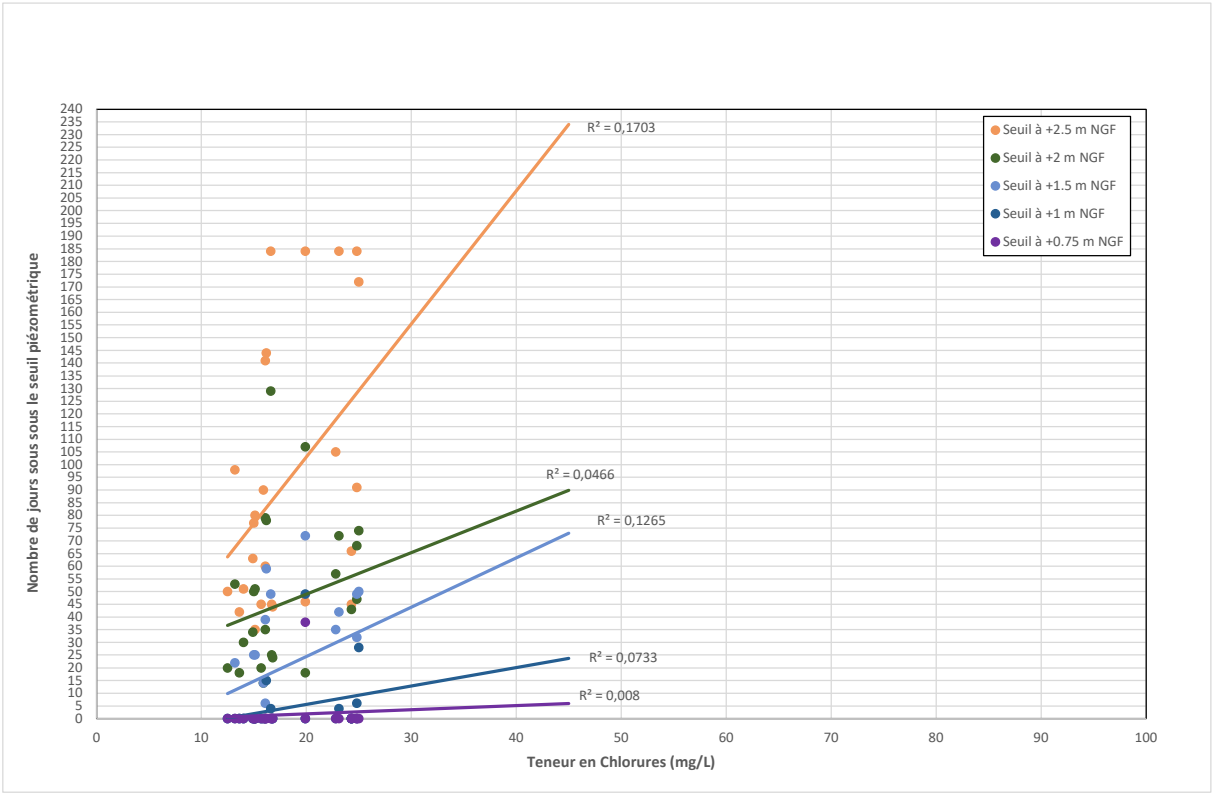



**Figure 253 : Relation entre la teneur en chlorures et les seuils piézométriques dans le piézomètre F3 Torreilles (BSS002MQMV)**

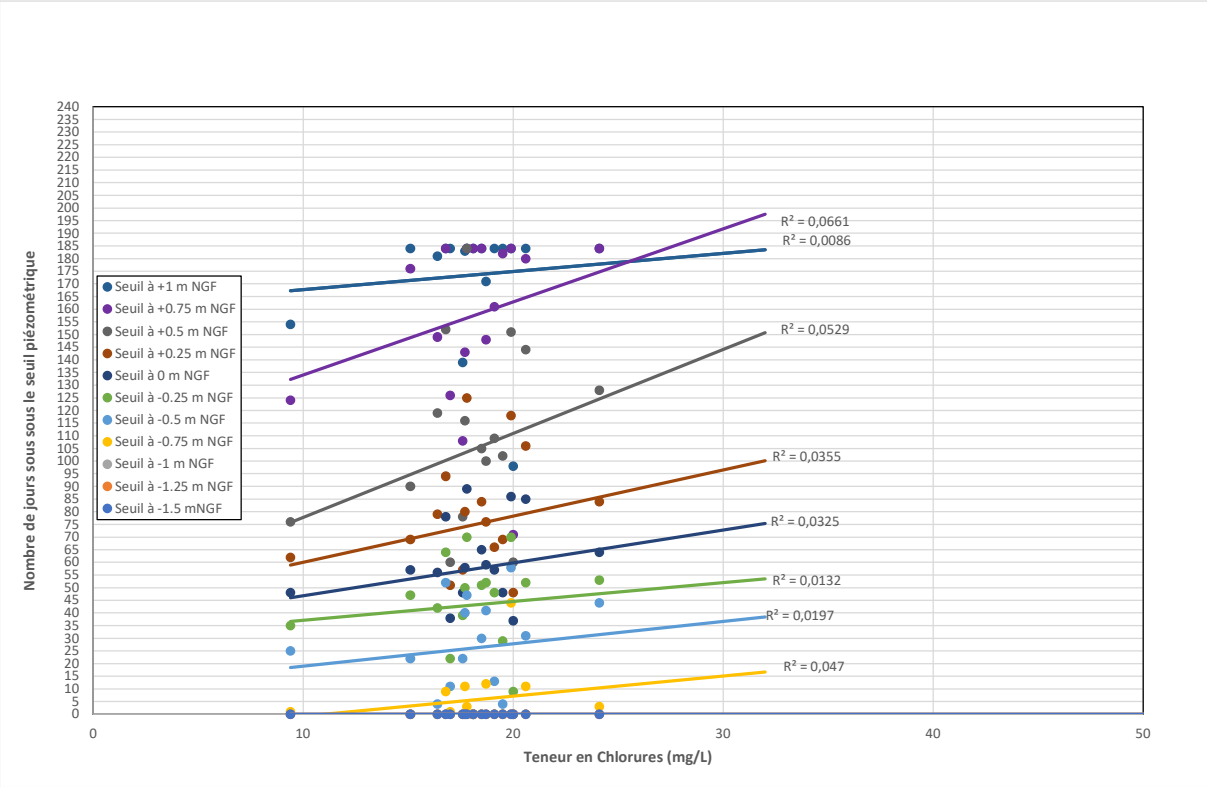



**Figure 254 : Relation entre la teneur en chlorures et les seuils piézométriques dans le piézomètre F1N4 Sainte-Marie-la-Mer (BSS002MRJF)**

Dans un second temps, la chronique « nombre de jours par an sous un certain seuil » sur chaque piézomètre a été croisée avec les chroniques de chlorures sur les ouvrages suivis du réseau les plus proches. Les résultats sont les suivants :

| | Piézomètre F3 (BSS002MQMV) Torreilles | | Piézomètre F1N4 (BSS002MRJF) Sainte-Marie | |
|---|---|---|---|---|
| | $R^2$ | Ajustement optimal | $R^2$ | Ajustement optimal |
| Crudi (BSS002MRLV) | 0.07 | Seuil +2 m NGF | 0.13 | Seuil +0.5 m NGF |
| F4 Torreilles | 0.28 | Seuil +2 m NGF | 0.34 | Seuil +0.75 m NGF |
| F4 Sainte-Marie | 0.83 | Seuil +2 m NGF | 0.24 | Seuil +0.75 m NGF |
| F3 Sainte-Marie | 0.39 | Seuil +2 m NGF | 0.27 | Seuil +0.75 m NGF |
| Pergola | x | x | 0.06 | Seuil +0.5 m NGF |

**Tableau 30 : Degré de corrélation $R^2$ entre la teneur en chlorures dans les forages suivis et le nombre de jours sous le niveau seuil sur les piézomètres considérés**

Au regard de ces résultats, il apparait que les degrés de corrélation sont plutôt faibles pour la majorité des ouvrages testés corrélés avec les piézomètres de surveillance à l'exception du forage AEP F4 de Sainte-Marie-la-Mer (seuil de +2 m NGF sur le piézomètre F3 de Torreilles).

Par extrapolation, sur ce forage AEP F4 de Sainte-Marie-la-Mer on pourrait donc proposer en première approche que les teneurs en chlorures atteignent la valeur de 200 mg/L dans l'ouvrage dès lors que le niveau piézométrique passe sous +2 m NGF plus de 137 jours sur le piézomètre F3 de Torreilles (Figure 255). Pour autant, la réversibilité est difficile à observer d'après l'étude de l'évolution temporelle (Figure 256).

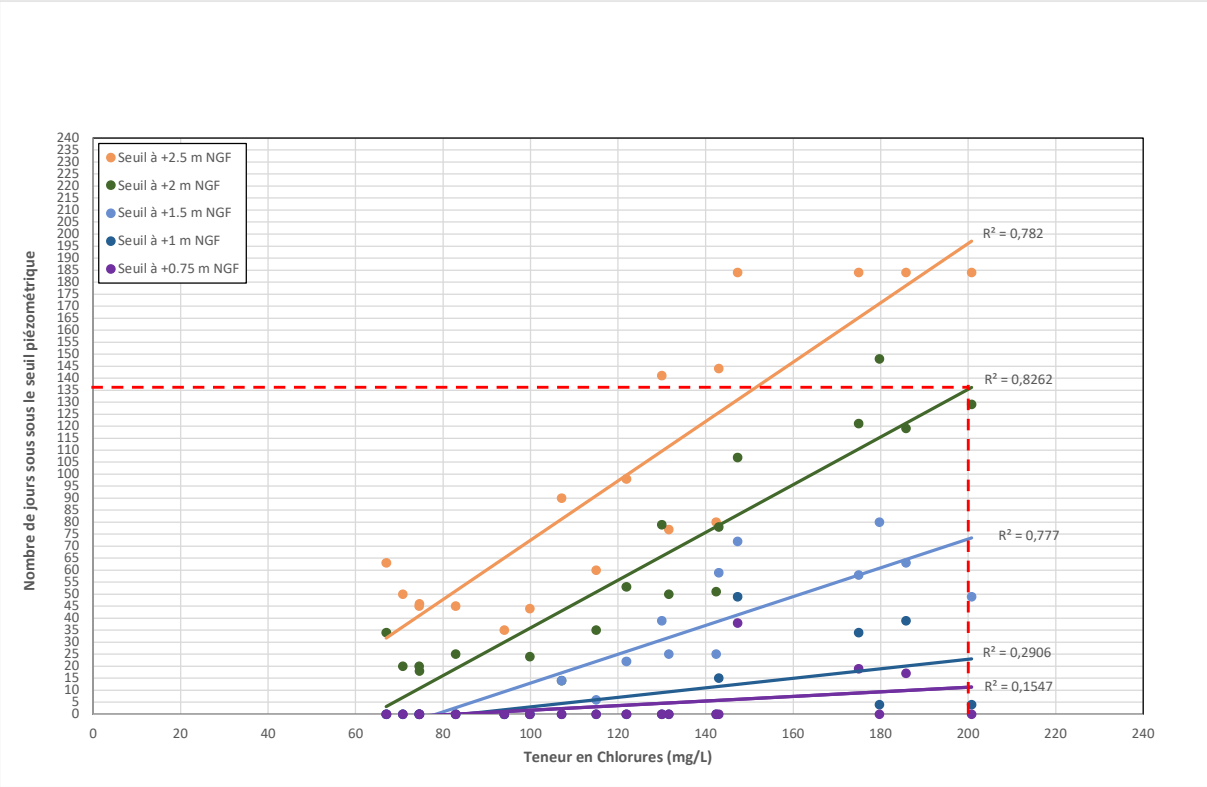



**Figure 255 : Relation entre le nombre de jours par an sous un seuil piézométrique sur le piézomètre F3 de Torreilles (BSS002MQMV) et la teneur en chlorures dans le forage AEP F4 à Sainte-Marie-la-Mer**

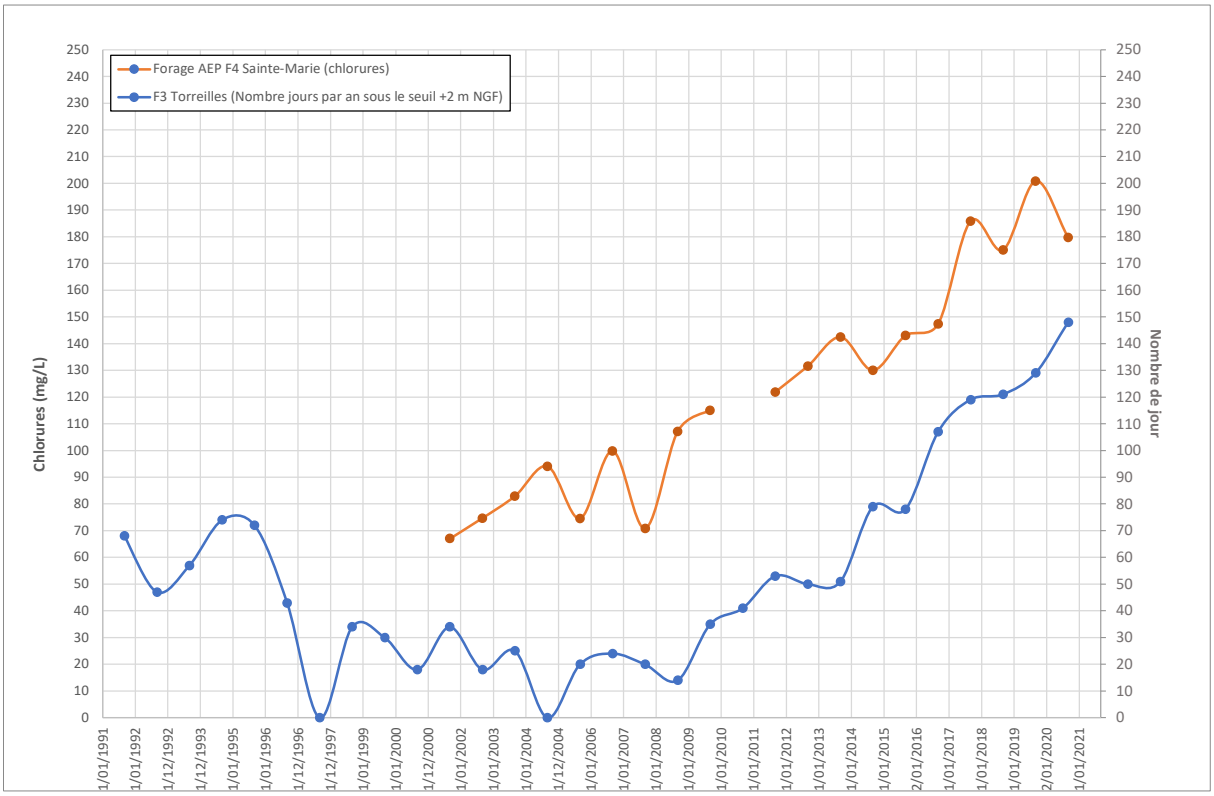



**Figure 256 : Evolution temporelle du nombre de jour par an sous le seuil +2 mNGF dans le piézomètre F3 Torreilles (BSS002MQMV) et la teneur en chlorures dans le forage AEP F4 à Sainte-Marie**

## 5.5 Synthèse du secteur Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer

Sur le secteur de Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer, le Pliocène est composé de deux nappes N3 et N4 bien distinctes hydrogéologiquement. Néanmoins, dans le secteur de Torreilles, les prélèvements dans la nappe N3 (forages AEP F1 et F2) semblent influer sur la nappe N4 (forage AEP F4) car le forage AEP F4 plus profond capte vraisemblablement la base de la nappe N3 qui n'est donc pas totalement isolée à cet endroit.

Dans ce secteur, les deux aquifères N3 et N4 semblent relativement peu contaminés aux chlorures à l'exception des deux forages F4 à Sainte-Marie et F4 à Torreilles qui montrent une augmentation croissante des teneurs en chlorures.

En termes de distribution verticale, il semble que les teneurs en chlorures augmentent plus les horizons aquifères captés sont hauts : la partie basse de cet aquifère semble donc moins contaminée à l'exception des deux forages F4 à Sainte-Marie et F4 à Torreilles où l'aquifère est contaminé aux chlorures. Sur ces deux ouvrages les diagraphies conductivité montrent clairement que les horizons contaminés sont situés plus en profondeur : entre -88 et -90 m (sur F4 Torreilles) et entre -105 et -120 m (sur F4 Sainte-Marie-la-Mer).

Du point de vue des prélèvements annuels dans le Pliocène pour l'AEP, la Figure 257 et la Figure 258 indiquent que dans le secteur de Torreilles, ceux-ci sont en constante augmentation depuis 2011 et qu'ils sont en baisse dans le secteur de Sainte-Marie-la-Mer depuis 2013.

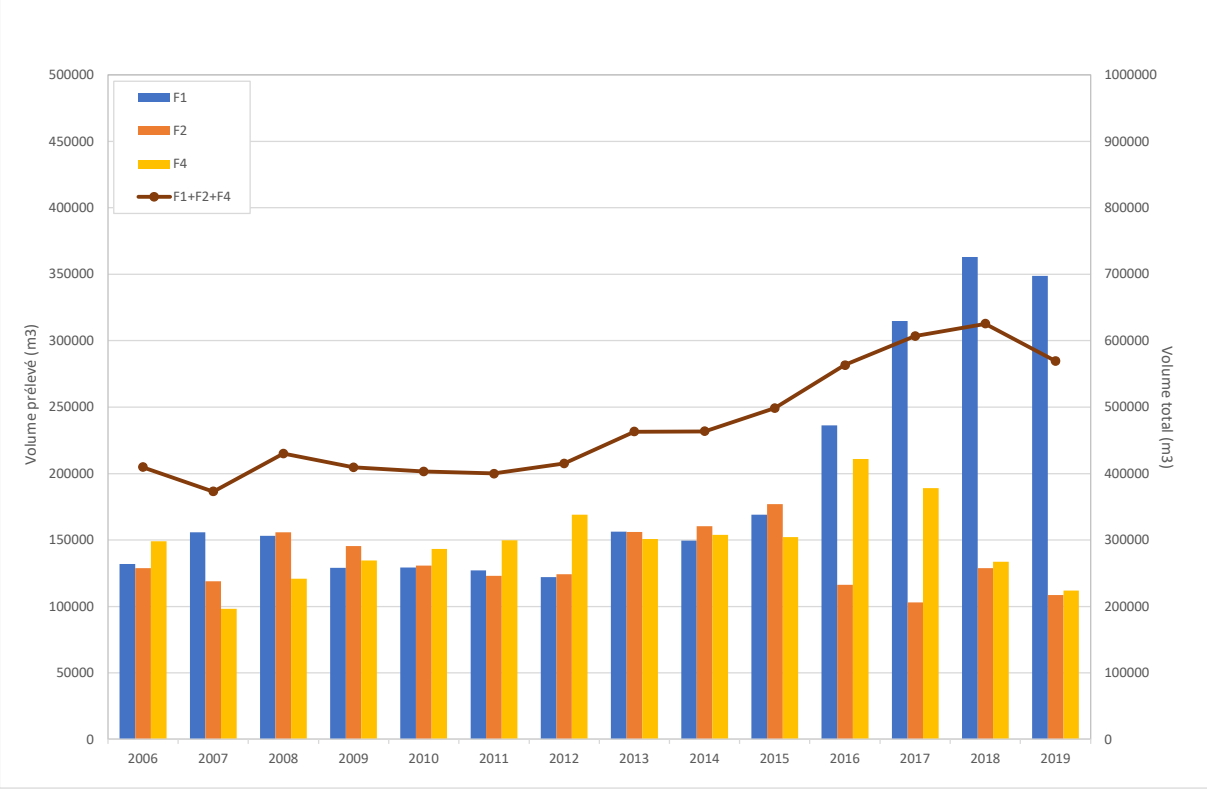



**Figure 257 : Evolution des prélèvements dans les aquifères N3 et N4 pour l'AEP dans le secteur de Torreilles**

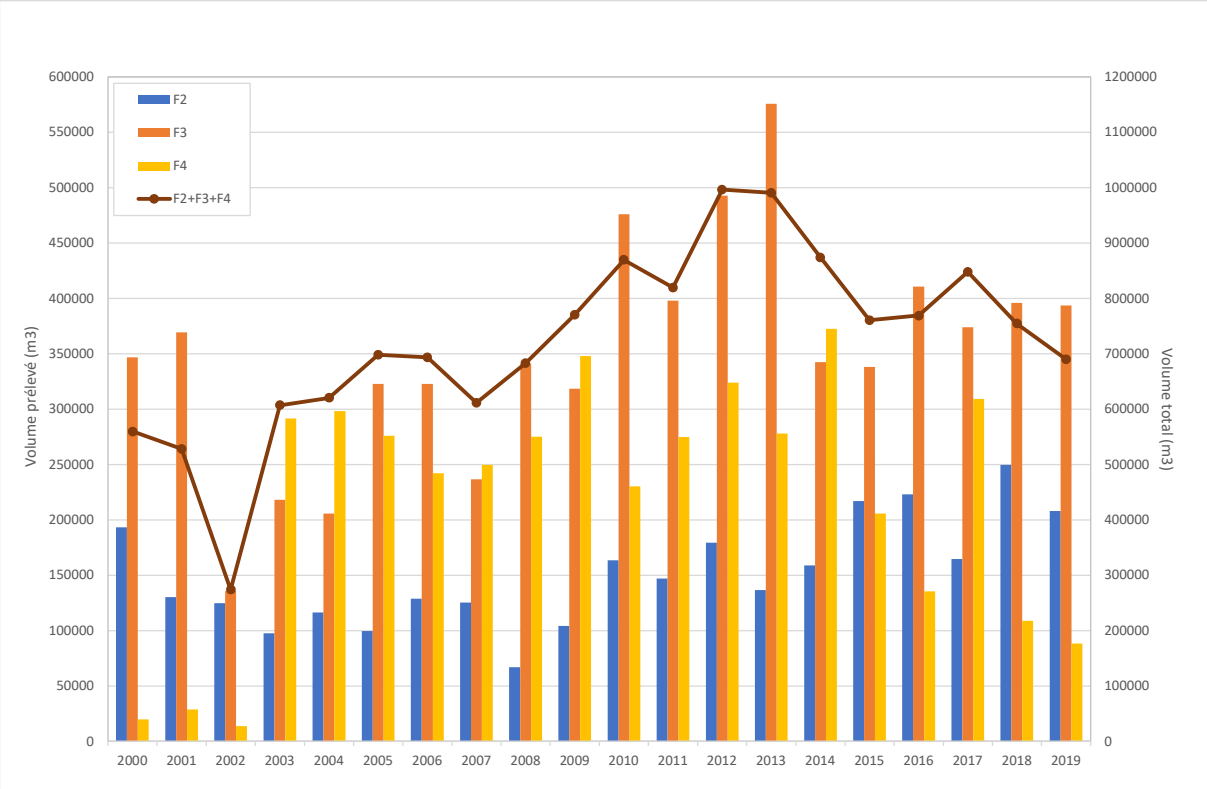



**Figure 258 : Evolution des prélèvements dans les aquifères N3 et N4 pour l'AEP dans le secteur de Sainte-Marie-la-Mer**

On constate sur plusieurs ouvrages une baisse de la conductivité en période de pointe (cas des forages AEP F2 et F3 à Sainte-Marie et F1 à Torreilles). Ce phénomène peut être relié à la baisse du débit de pompage (5-10 $m^3$/h) en lien avec une HMT plus importante du fait de la baisse du niveau piézométrique générale de la nappe à l'étiage.

Un lien entre prélèvement AEP et teneur en chlorures a pu être établi sur certains forages : c'est le cas notamment :

- Sur F4 Torreilles, fortement corrélable avec le cumul de prélèvements sur les 3 forages AEP de Torreilles et F4 Sainte-Marie ;
- Sur F4 Sainte-Marie, corrélable avec le cumul de prélèvements sur les 3 forages AEP de la commune + les 3 forages AEP de Torreilles auxquels on peut ajouter également les forages AEP « Centre-Ville » à Canet.

Les meilleures corrélations s'obtiennent plutôt en considérant des cumuls de prélèvements longs (12 mois). Des seuils pourraient être proposés au-delà desquels la teneur en chlorures atteindrait la valeur de 200 mg/L **en fin de période estivale** :

- Sur F4 Torreilles :
    - 1 070 000 $m^3$ prélevés sur les 6 forages AEP de Torreilles et de Sainte-Marie sur 12 mois (septembre à août) ;
    - 570 000 $m^3$ prélevés sur les 3 forages AEP de Torreilles et F4 Sainte-Marie sur 12 mois (septembre à août).

  - 200 000 $m^3$ prélevés sur les 3 forages AEP de Torreilles sur 4 mois (mai à août).

- Sur F4 Sainte-Marie :
  - 2 300 000 $m^3$ prélevés sur les 9 forages AEP de Torreilles, de Sainte-Marie et de Canet « Centre-Ville » sur 12 mois (septembre à août) ;
  - 1 420 000 $m^3$ prélevés sur les 6 forages AEP de Torreilles et de Sainte-Marie sur 12 mois (septembre à août) ;
  - 580 000 $m^3$ prélevés sur les 9 forages AEP de Torreilles, de Sainte-Marie et de Canet « Centre-Ville » sur juillet et août.

Les analyses chlorures mensuelles réalisées lors de la campagne de prélèvement de mai 2019 à juillet 2020 permettent de compléter les seuils maximums de cumul de prélèvements en cours d'année. Sur le forage F4 de Sainte-Marie-la-Mer, la teneur en chlorures dépasserait la limite fixée par le Code de la Santé Publique (200 mg/L) **en cours d'année** au-delà de :

- 68 000 $m^3$ prélevés sur 8 mois consécutifs sur le forage AEP F4 de Sainte-Marie ;
- 810 000 $m^3$ prélevés sur 6 mois consécutifs sur le groupe des 6 forages AEP de Sainte-Marie et de Torreilles ;
- 1 400 000 $m^3$ prélevés sur 6 mois consécutifs sur le groupe des 9 forages AEP de Sainte-Marie, de Torreilles et de Canet « Centre-Ville ».

La réversibilité (baisse de la teneur en chlorures avec la baisse des cumuls de prélèvements sous les seuils proposés) est difficilement observable sur F4 Torreilles. A l'inverse, sur F4 Sainte-Marie il semblerait qu'il existe une réversibilité au regard de la situation lors des cycles 2018-2019 et 2019-2020.

Un lien a pu être établi entre le niveau piézométrique moyen sur le piézomètre de surveillance F3 à Torreilles (BSS002MQMV) au cours des mois de juin à août et la teneur en chlorures dans le forage AEP de F4 de Sainte-Marie : des niveaux piézométriques moyens (+0.6 m NGF en août ou +1.1 m NGF entre juin et août) pourraient être envisagés en-dessous desquels la teneur en chlorures pourrait atteindre 200 mg/L.

Un lien a pu être établi entre le nombre de jours par an où le niveau piézométrique se situe sous certains seuils dans le piézomètre de surveillance F3 à Torreilles (BSS002MQMV) et la teneur en chlorures le forage AEP F4 à Sainte-Marie : un niveau piézométrique seuil (137 jours sous +2.0 m NGF) pourrait être envisagé pour lequel la teneur en chlorures atteindrait 200 mg/L.

Enfin, aucun lien n'a été démontré entre la teneur en chlorures et le débit spécifique des ouvrages ou avec le nombre de forages de prélèvement existants dans un rayon de 1000 m autour de chaque forage étudié.

# 6 ETUDE DU SECTEUR CANET/SAINT-NAZAIRE

## 6.1 Contexte géologique et hydrogéologique

Le secteur de Canet/Saint-Nazaire présente un aquifère quaternaire de surface à caractère libre reposant sur les formations pliocènes sablo-argileuses qui sont le siège d'un aquifère unique regroupant les aquifères N3 et N4 qui ne sont plus individualisés dans ce secteur. Les coupes lithologiques et techniques des ouvrages sont fournies en Annexe 4.

Une coupe lithologique à travers le secteur (localisation Figure 259) est proposée sur la Figure 260.

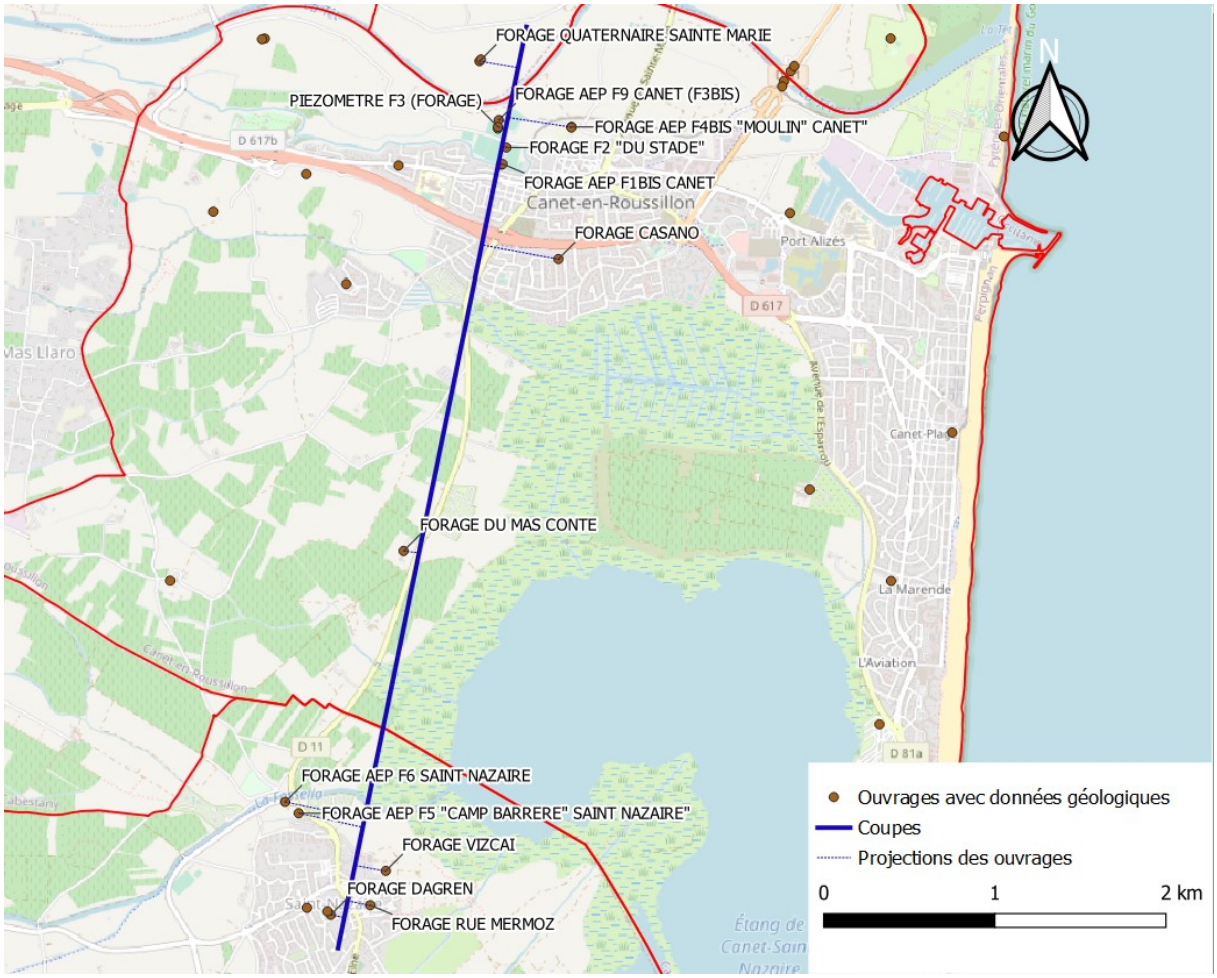



Figure 259 : Localisation de la coupe lithologique sur le secteur Canet/Saint-Nazaire

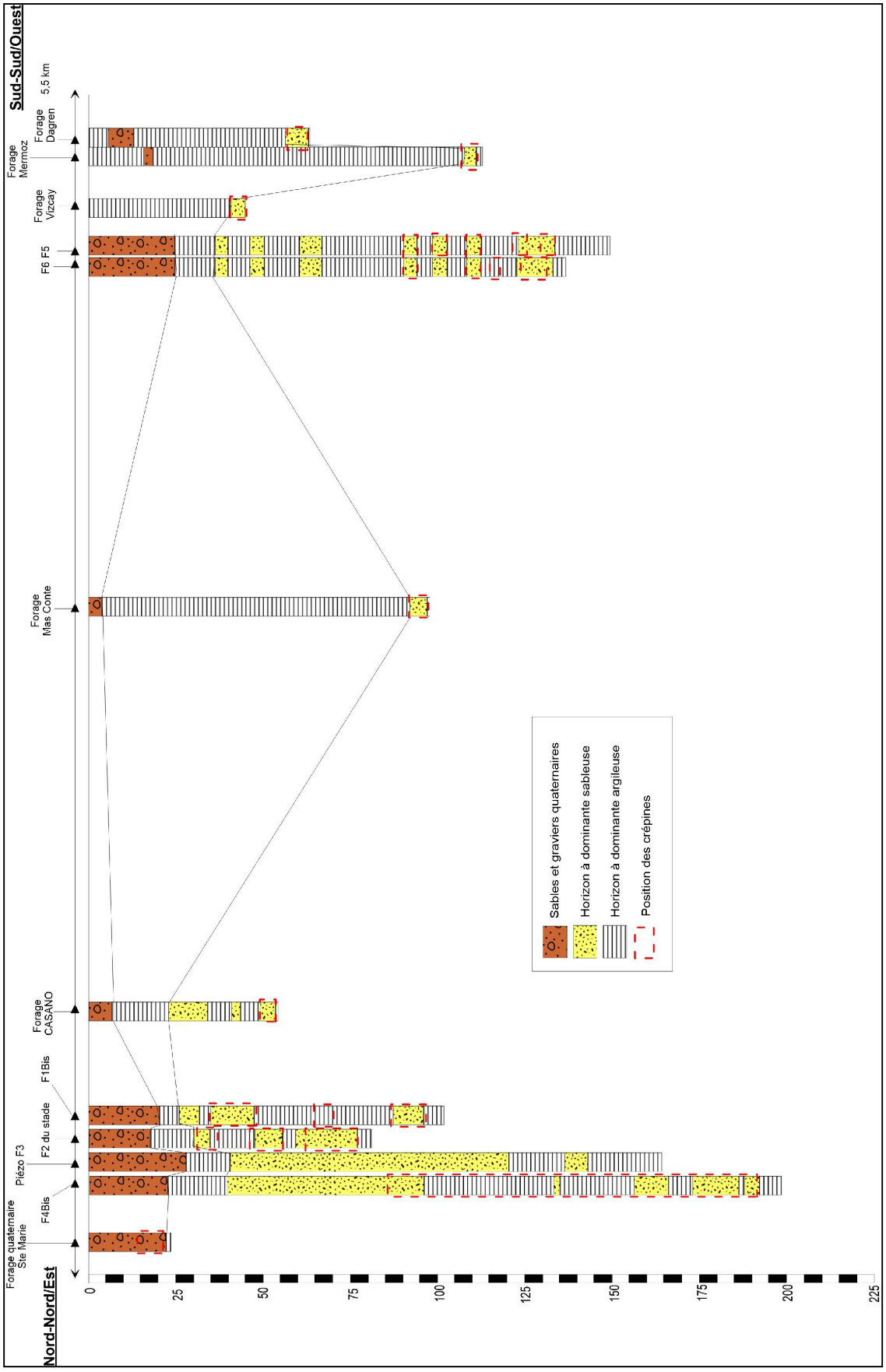



**Figure 260 : Coupe lithologique schématique à travers le secteur Canet/Saint-Nazaire**

## 6.2 Les prélèvements AEP

Sur le secteur de Canet/Saint-Nazaire, se trouvent 8 points de captages répartis comme suit (Figure 261) :

- Zone de captage « centre-ville » de Canet : Forages F1bis, F4bis et F9 ;
- Forage F7 « Marenda » à Canet ;
- Forage F8 à Canet ;
- Forage F10 « Mas Comte » à Canet ;
- Zone de captage de Saint-Nazaire : Forages F5 et F6.

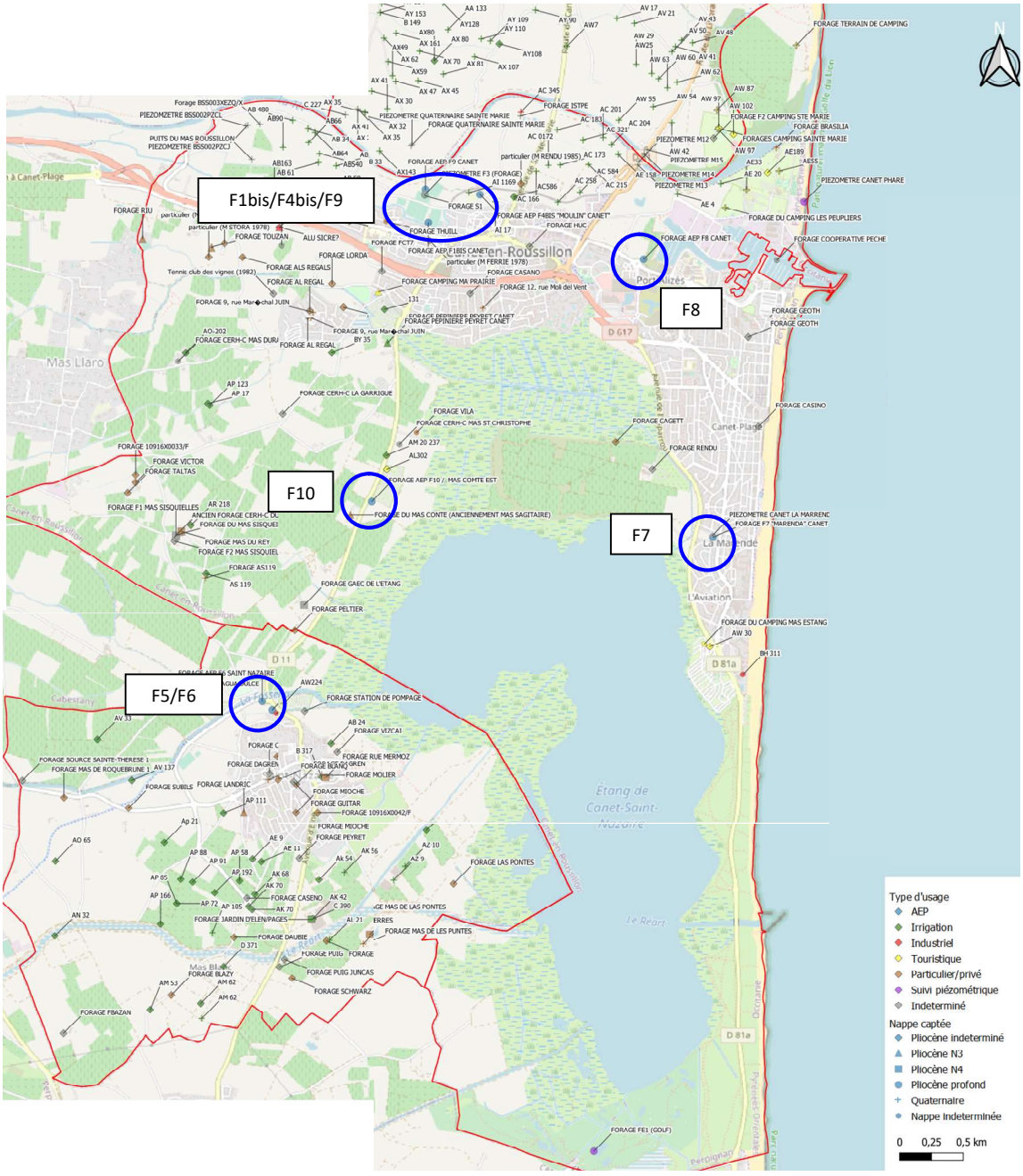



**Figure 261 : Localisation des ouvrages AEP + ouvrages pliocènes et quaternaires sur le secteur Canet/Saint-Nazaire**

### 6.2.1 Zone de captage F1bis, F4bis et F9 « centre-ville » à Canet

Les trois ouvrages F1bis, F4bis et F9 se situent à proximité les uns des autres (<300 m). F1bis capte les horizons « superficiels » (entre -32 et -92 m) tandis que F4bis et F9 captent des horizons plus « profonds » (cf. Tableau 1). Notons que le forage F9 ne capte que 20 m d'horizons productifs (entre -114 et -136 m) alors que F4bis capte 108 m de niveaux productifs. Dans le détail :

- Les volumes moyens mensuels sont minimums en février/mars et maximum en juillet/août (Figure 263).
- Les trois forages sont exploités à des débits bien différents (45 $m^3$/h pour F1bis, 95 $m^3$/h pour F4bis et 115 $m^3$/h pour F9).
- Le prélèvement sur F9 représente à lui seul près de 40% du prélèvement moyen annuel sur la zone un maximum à 46% en juillet.
- Les volumes prélevés annuellement :
    - Sont stables sur F1bis depuis 2008 ;
    - Augmentent de manière continue sur F4 depuis 2004 (+454% soit +227 000 $m^3$ entre 2004 et 2018) ;
    - Augmentent rapidement sur F9 depuis 2016 (+240 000 $m^3$ soit une augmentation de + 146%).
- Le coefficient de pointe mensuelle (=volume mensuel de pointe / volume mensuel moyen) est relativement stable sur F1bis et F9 (oscillant entre x1.3 à x2.8 : Figure 264), tandis que sur F4bis il oscille entre x1.5 et x3.2 depuis 2010.
- D'après les données horaires de débit sur la période 2018 à 2020, il apparait une nette tendance à la baisse des débits d'exploitation en période de pointe de 10 à 15 $m^3$/h sur F4bis et F9 (Figure 265 et Figure 266) liée à la baisse généralisée du niveau piézométrique (conséquence de la forte augmentation des prélèvements) imposant alors aux pompes d'exploitation une HMT plus importante. Les données sur F1bis sont inexploitables.
- D'après les données horaires de débit sur la période 2018 à 2020, en période de faible consommation, les forages F4bis et F9 fonctionnent entre 2 et 8 heures par jour (Figure 267 et Figure 268). En période de pointe, ces ouvrages fonctionnent entre 12 et 20h. Quant au forage F1bis il semble fonctionner de la même manière quelques soit la période (environ 12 à 20 heures par jour) (Figure 269).

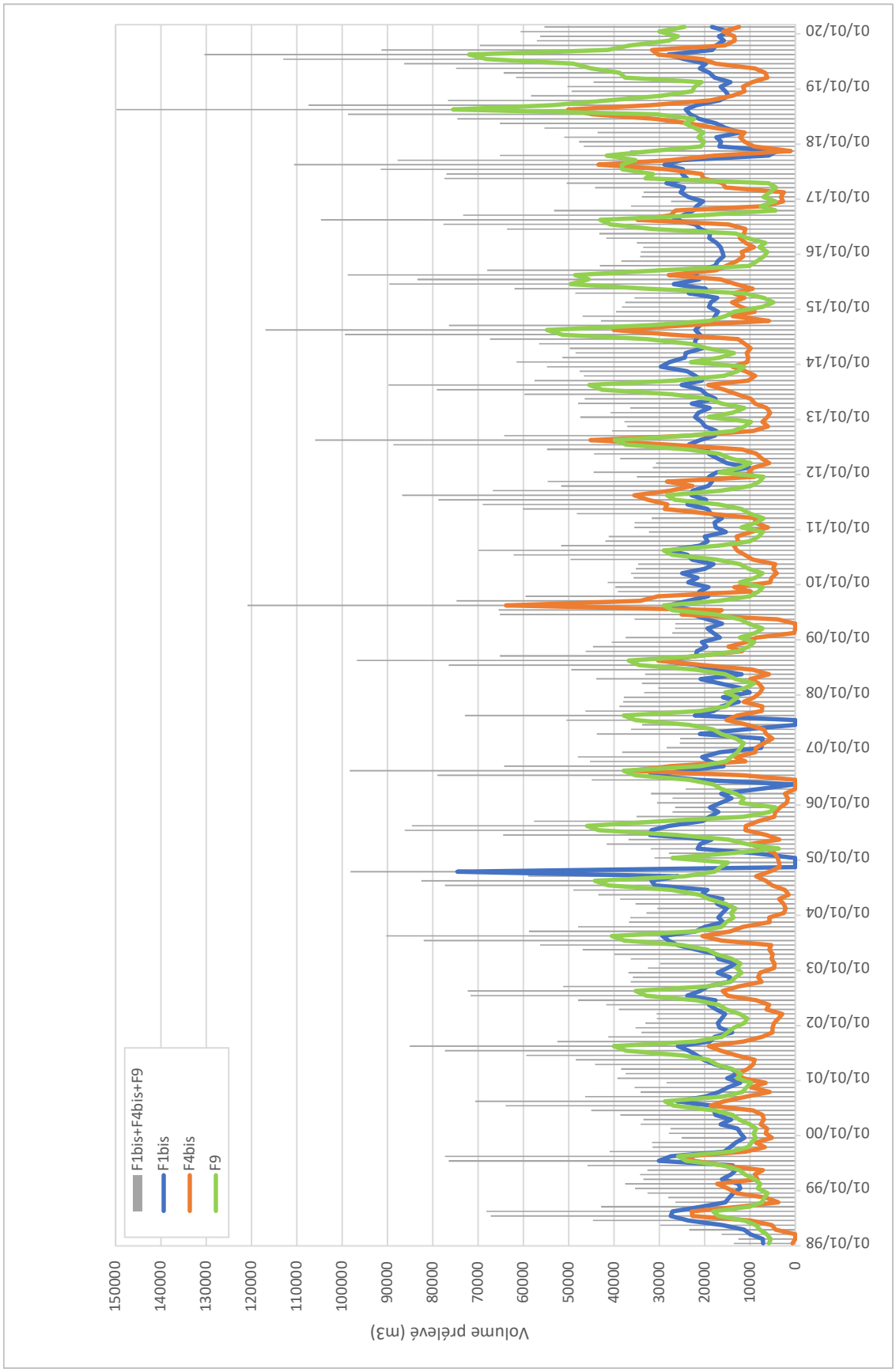



**Figure 262 : Volumes mensuels prélevés pour l'AEP sur la commune de Canet-en-Roussillon – Zone de captage nord**

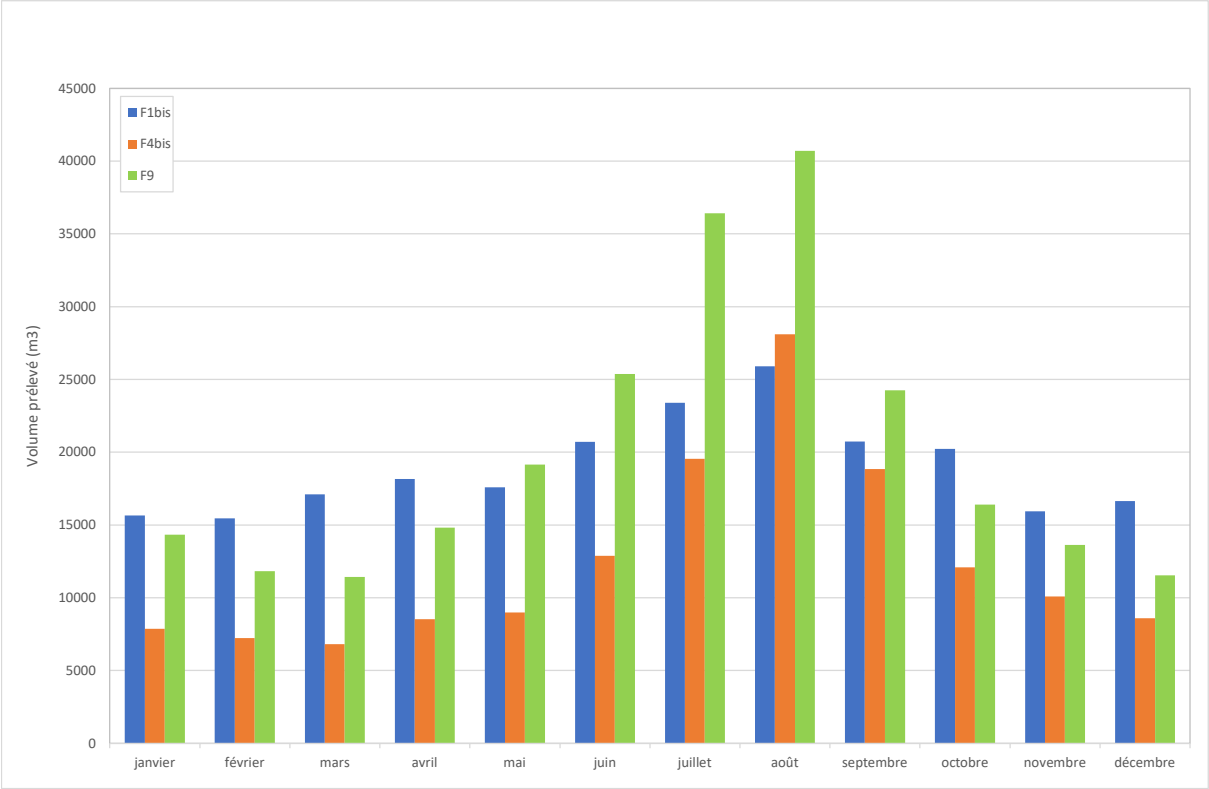



**Figure 263 : Volumes moyens mensuels (1998-2019) prélevés pour l'AEP sur la commune de Canet-en-Roussillon – Zone de captage nord**

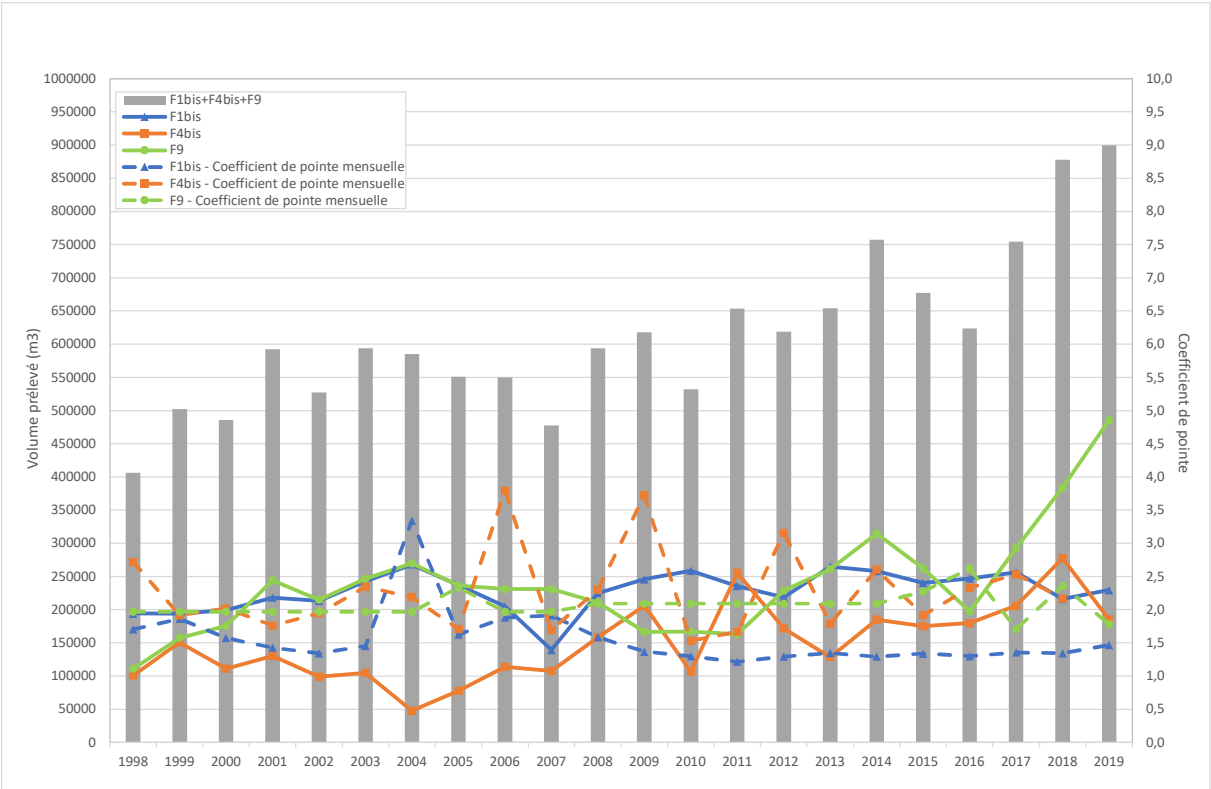



**Figure 264 : Volumes annuels prélevés pour l'AEP sur la commune de Canet-en-Roussillon – Zone de captage nord**

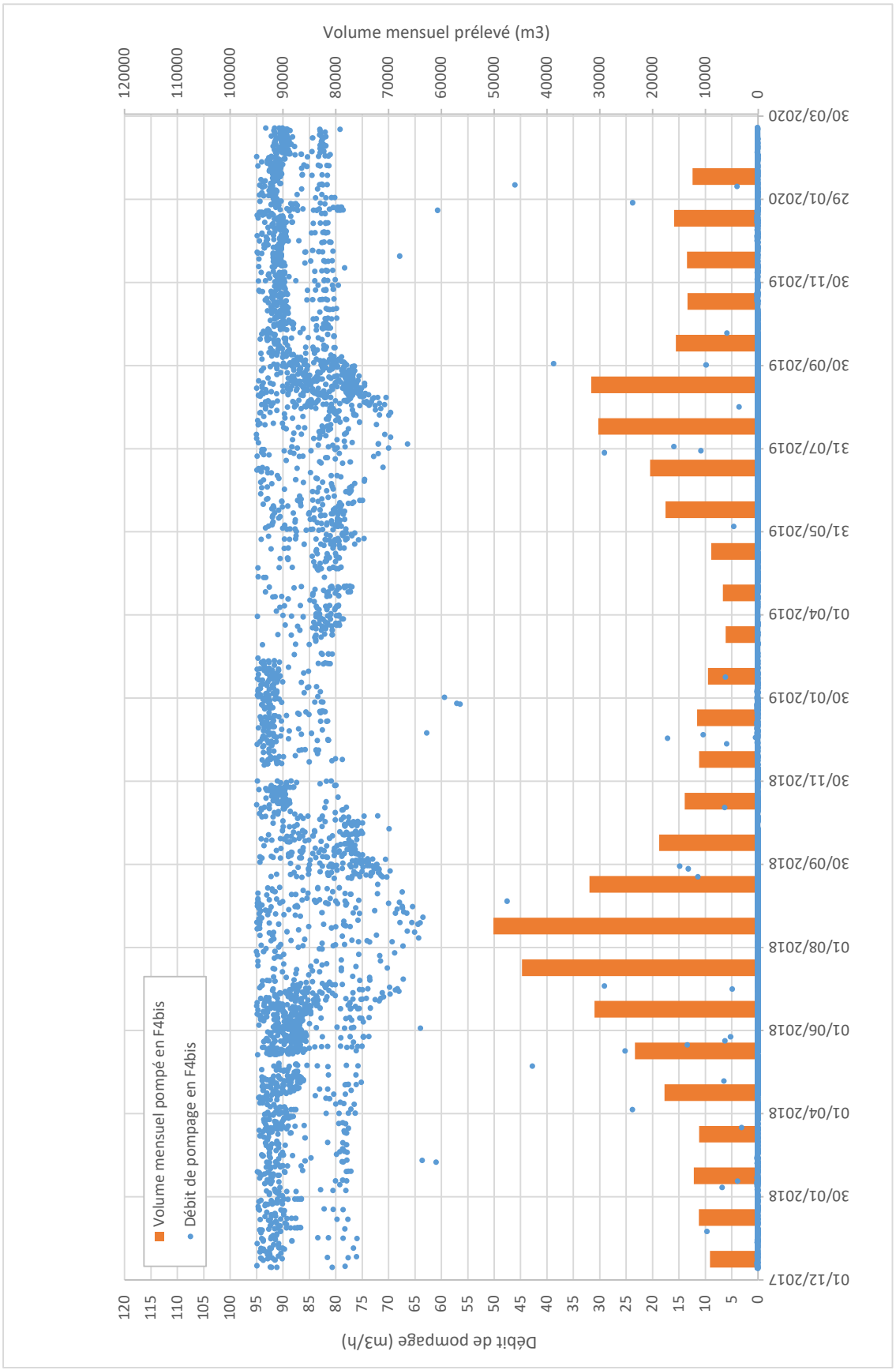



**Figure 265 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS débit sur le forage F4bis – Commune de Canet-en-Roussillon**

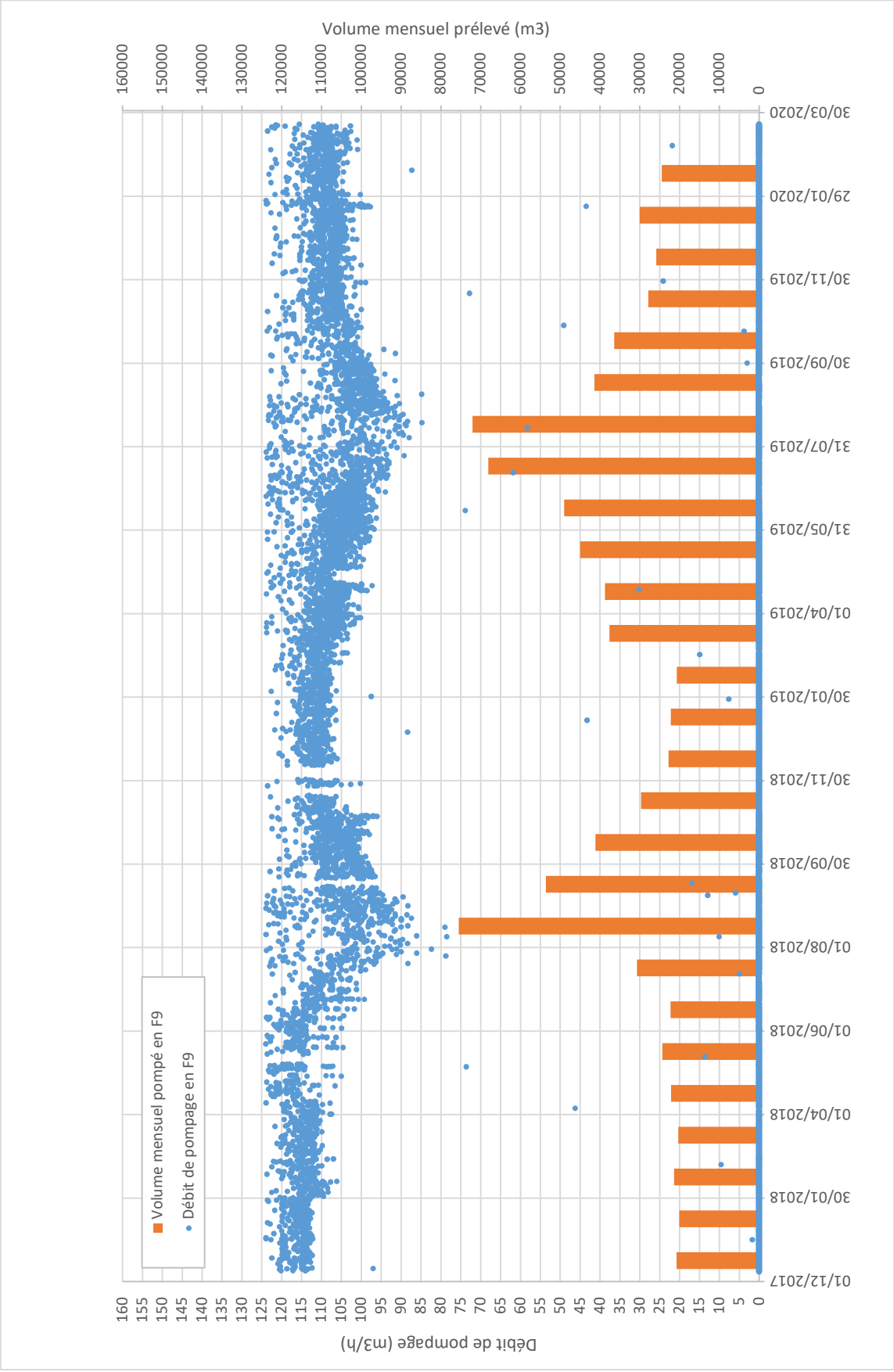



**Figure 266 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS débit sur le forage F9 – Commune de Canet-en-Roussillon**

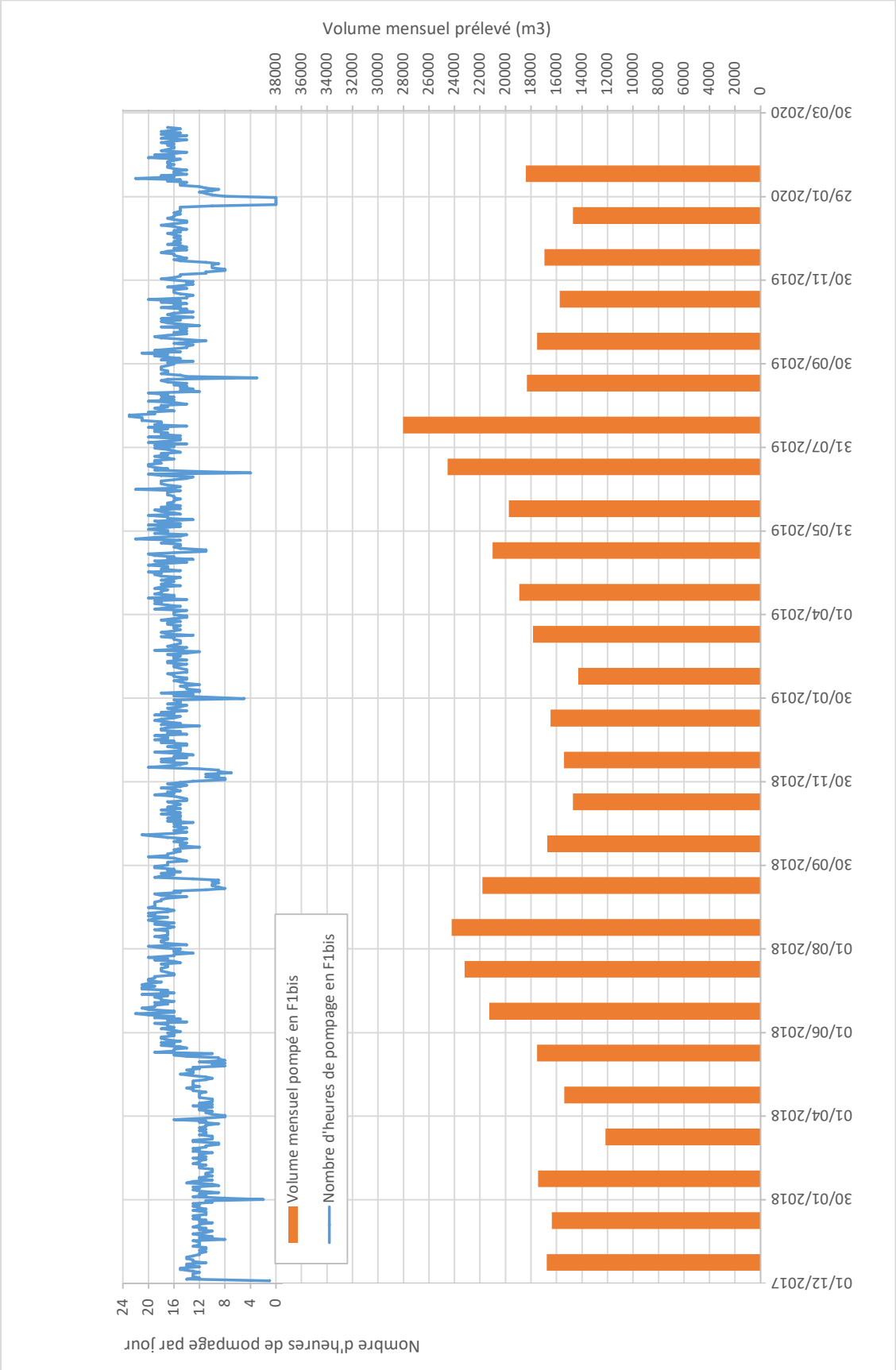



**Figure 267 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS temps de pompage sur le forage F1bis – Commune de Canet-en-Roussillon**

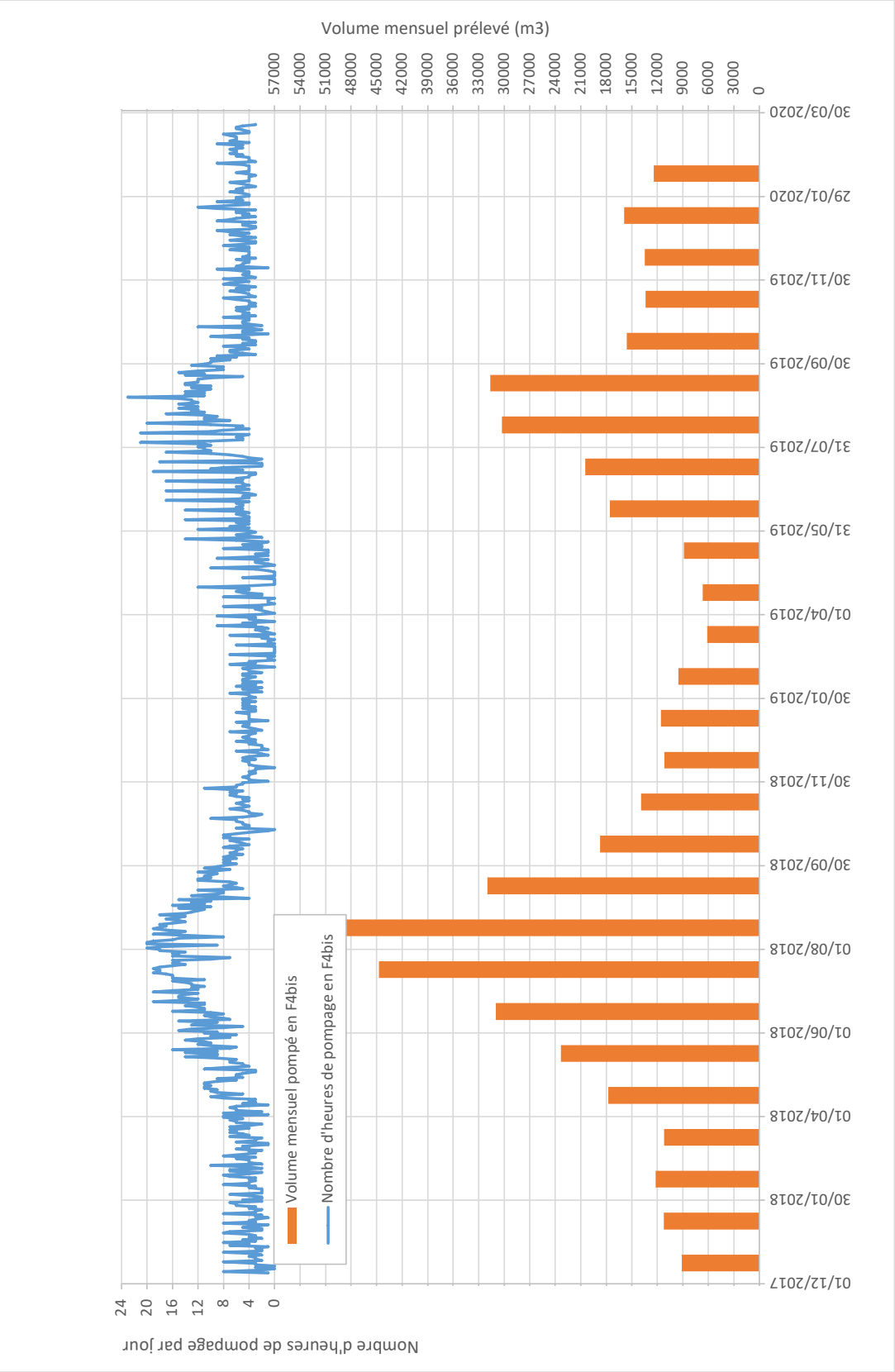



**Figure 268 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS temps de pompage sur le forage F4bis – Commune de Canet-en-Roussillon**

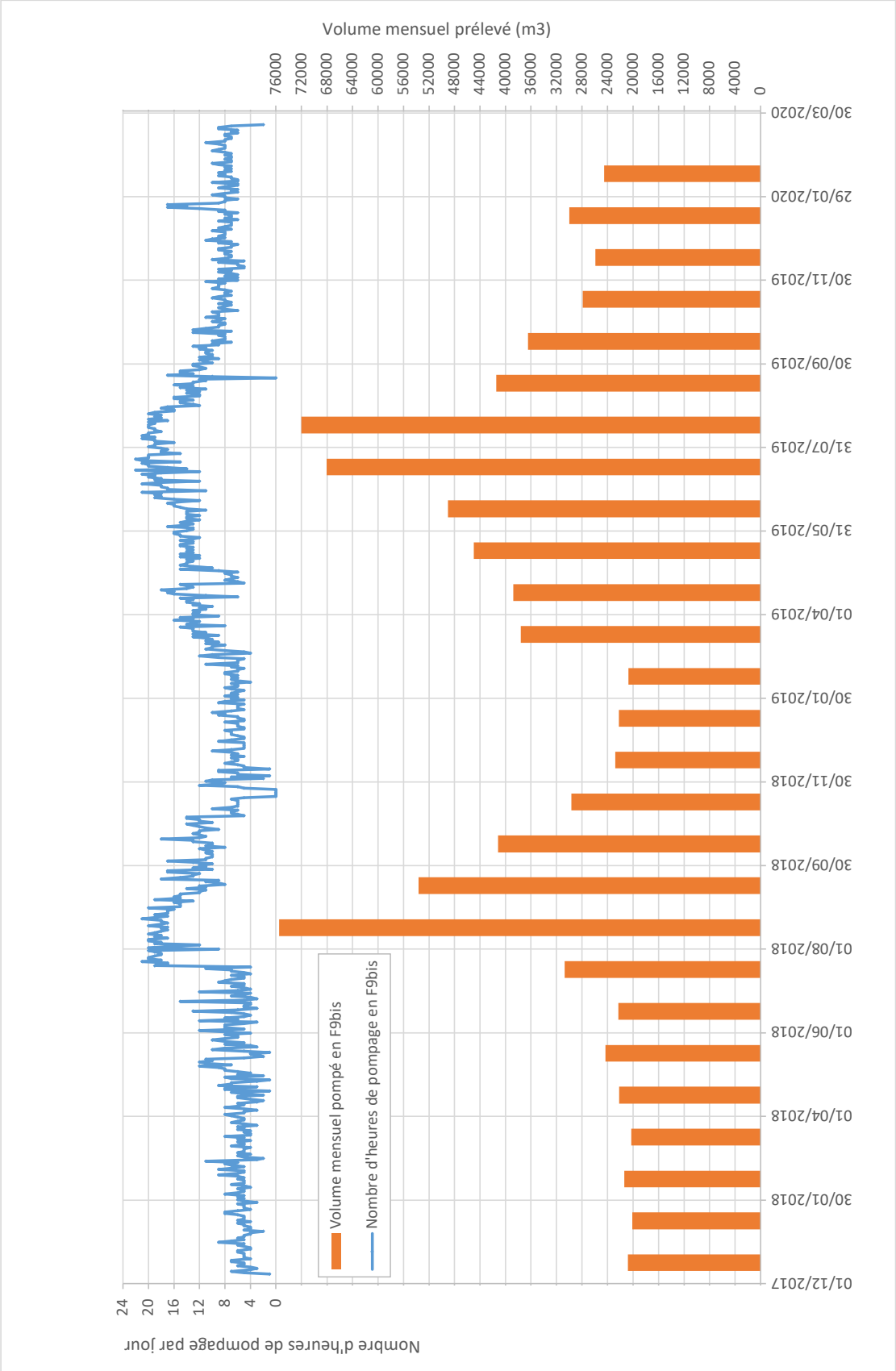



**Figure 269 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS temps de pompage sur le forage F9 – Commune de Canet-en-Roussillon**

### 6.2.2 Les forages F7, F8 et F10

Aucun ouvrage de prélèvement AEP ne situent à moins de 1500 m de chacun des trois forages. Les trois ouvrages captent les horizons « profonds », globalement entre -70 et -170 m selon les ouvrages (cf. Tableau 1). Dans le détail :

- Les volumes moyens mensuels sont minimums en février/mars et maximum en juillet/août (Figure 271).
- Les trois forages sont exploités à des débits globalement similaires (85 $m^3$/h pour F7, 90 $m^3$/h pour F8 et 110 $m^3$/h pour F10).
- Les volumes prélevés annuellement :
    - Augmentent de manière continue sur F7 depuis 2007 (+290% soit +327 000 $m^3$) ;
    - Diminuent de manière continue sur F8 de manière similaire depuis 2007 (environ -76% soit -347 000 $m^3$) ;
    - Diminuent de manière continue sur F10 de manière similaire depuis 2008 (environ -70% soit -361 000 $m^3$) ;
- Le coefficient de pointe mensuelle (=volume mensuel de pointe / volume mensuel moyen) est relativement stable sur les 3 forages oscillant entre x1.2 à x2.2 depuis le début des années 2000 (Figure 272).
- D'après les données horaires de débit sur la période 2018 à 2020, il apparait une nette tendance à la baisse des débits d'exploitation en période de pointe de 5 à 10 $m^3$/h sur F7 et F10 (Figure 273 et Figure 277) liée à la baisse généralisée du niveau piézométrique (conséquence de la forte augmentation des prélèvements) imposant alors aux pompes d'exploitation une HMT plus importante. Les données sur F8 sont inexploitables.
- D'après les données horaires de débit sur la période 2018 à 2020 ; :
    - Le forage F7 est exploité entre 9 et 16 heures par jour en moyenne toute l'année d'après les données horaires de 2018 (Figure 274).
    - Le forage F8 est exploité entre 4 et 6 heures par jour en période de faible consommation contre 12 à 20 heures en période de pointe (Figure 276) ;
    - Le forage F10 est exploité entre 1 et 4 heures par jour en période de faible consommation contre 10 à 16 heures en période de pointe (Figure 278).

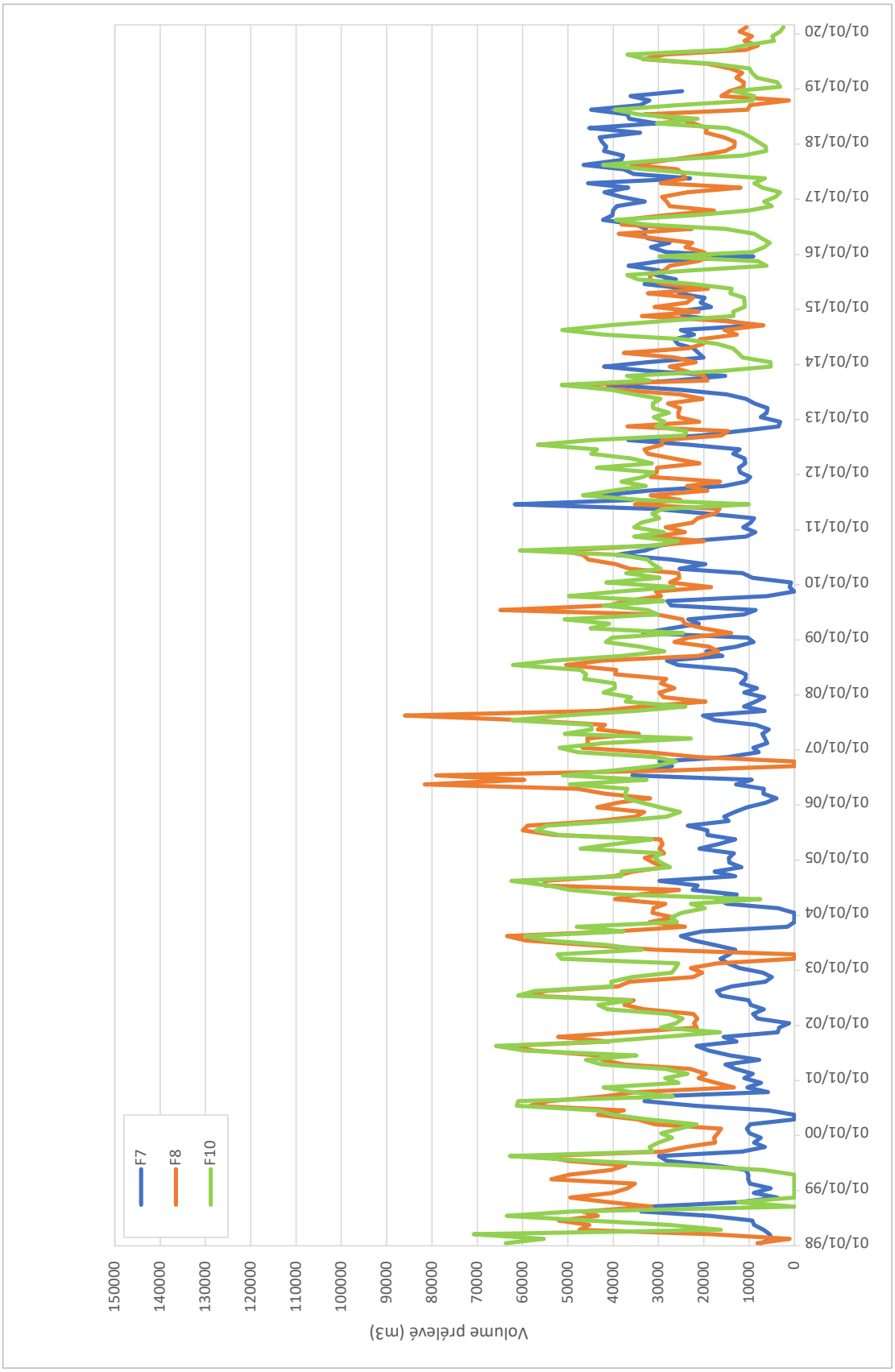



**Figure 270 : Volumes mensuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur les forages isolés F7, F8 et F10 – Commune de Canet-en-Roussillon**

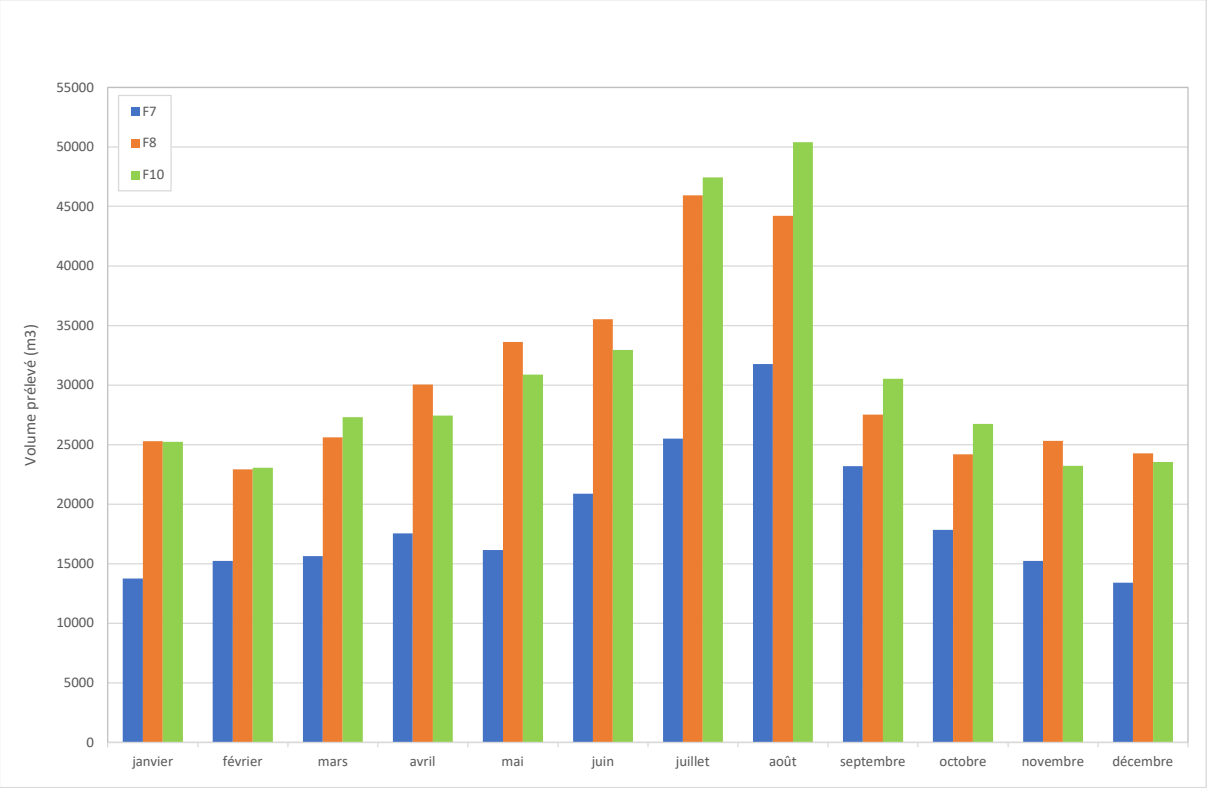



**Figure 271 : Volumes moyens mensuels (1998-2019) prélevés pour l'AEP sur les forages isolés F7, F8 et F10 – Commune de Canet-en-Roussillon**

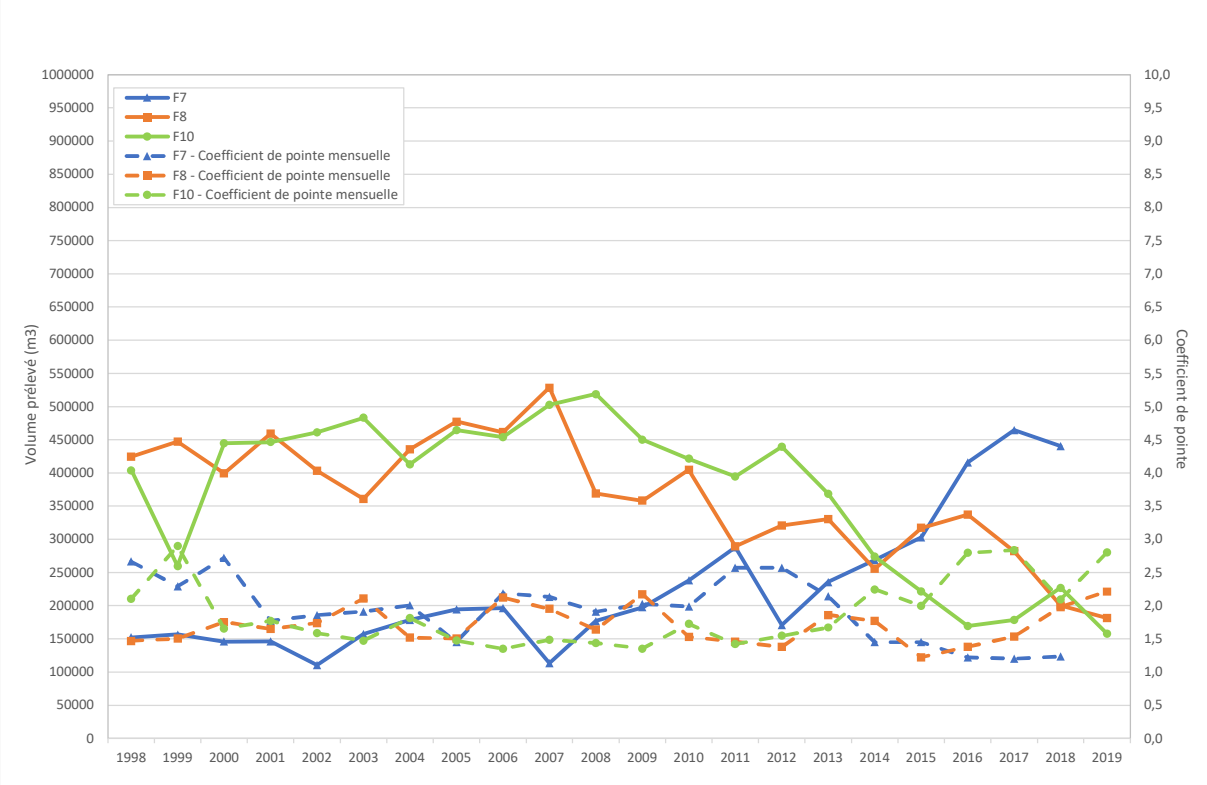



**Figure 272 : Volumes annuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur les forages isolés F7, F8 et F10 – Commune de Canet-en-Roussillon**

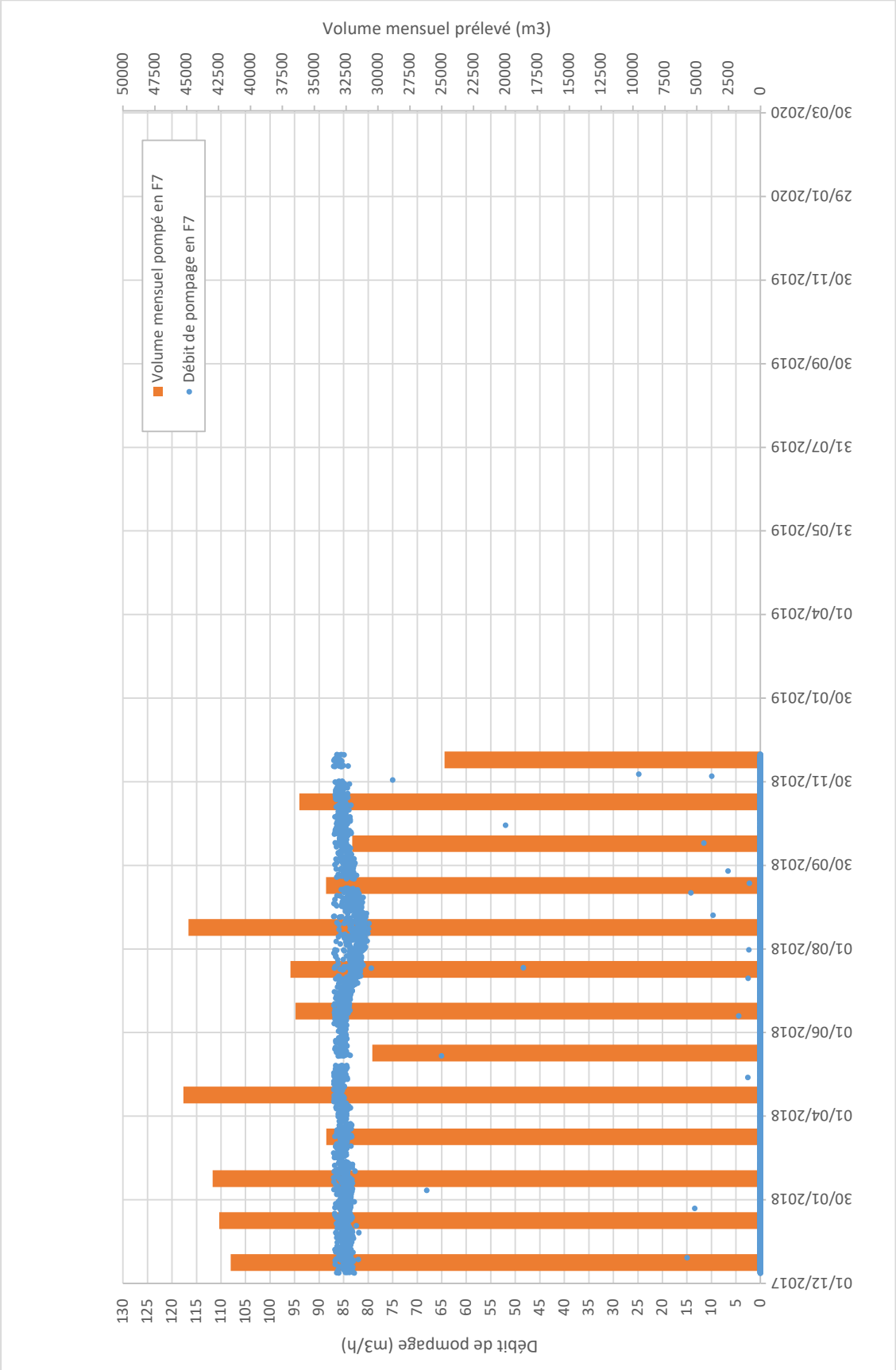



**Figure 273 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS débit sur le forage F7 – Commune de Canet-en-Roussillon**

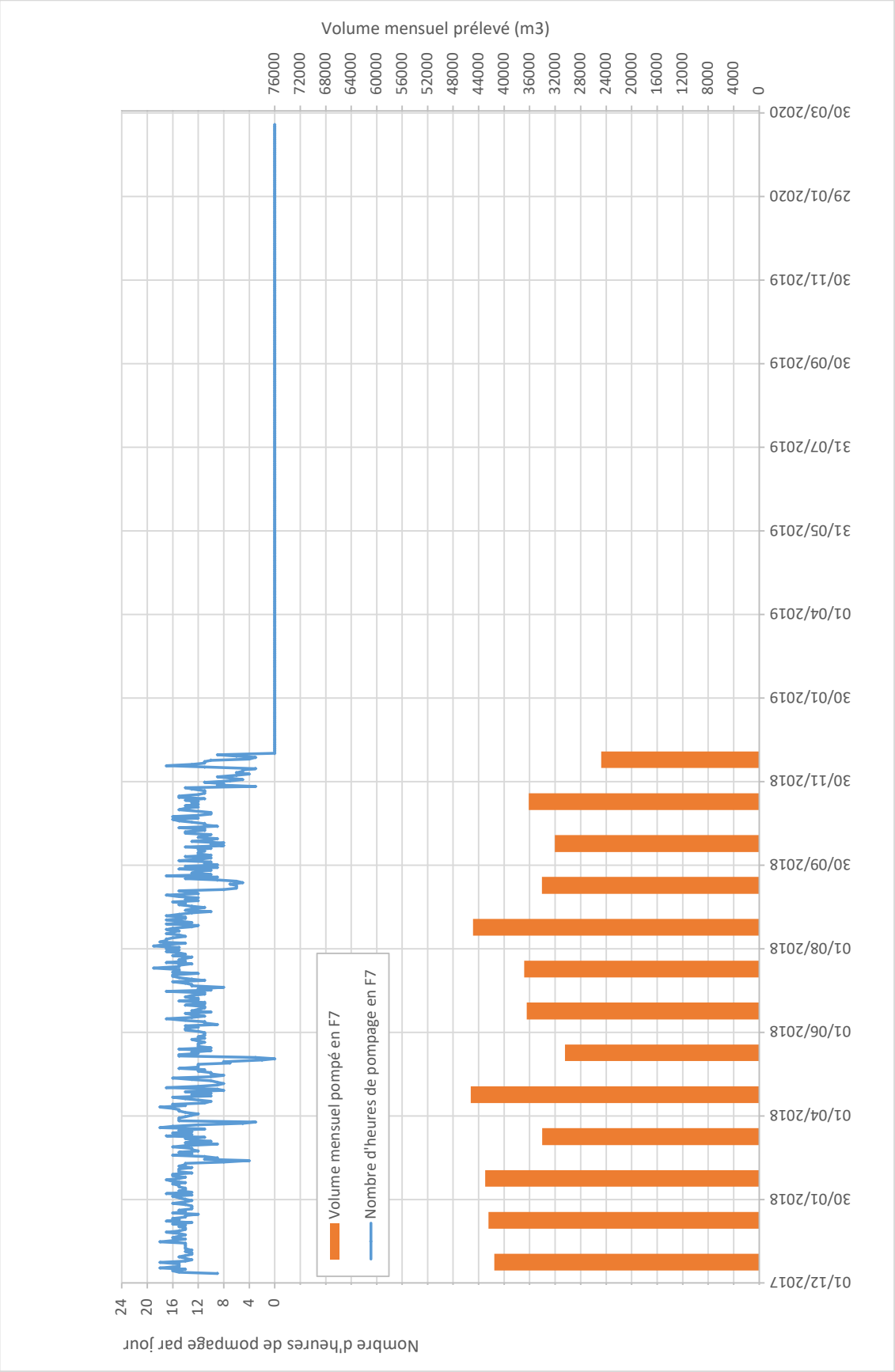



**Figure 274 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS temps de pompage sur le forage F7 – Commune de Canet-en-Roussillon**

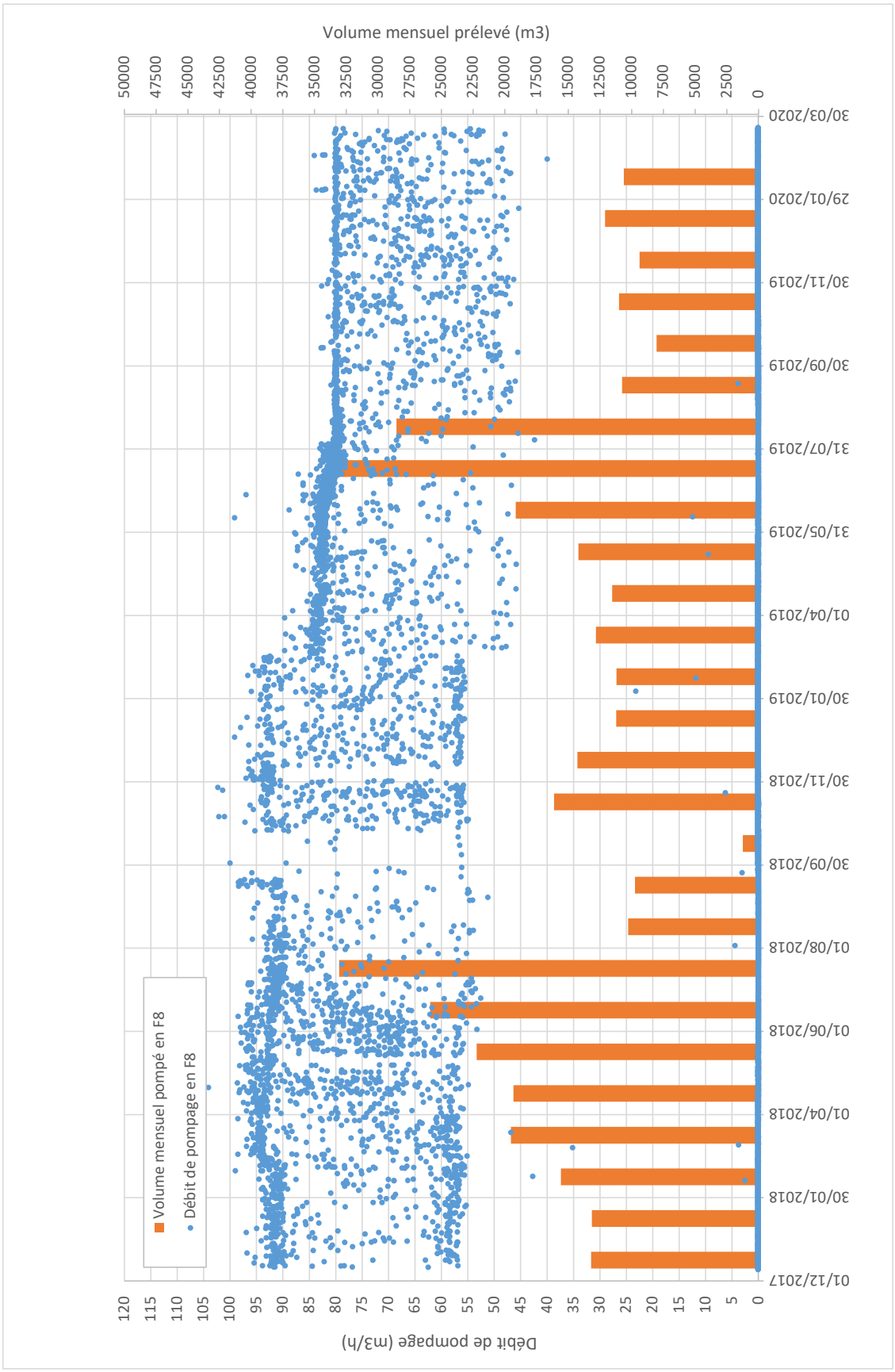



**Figure 275 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS débit sur le forage F8 – Commune de Canet-en-Roussillon**

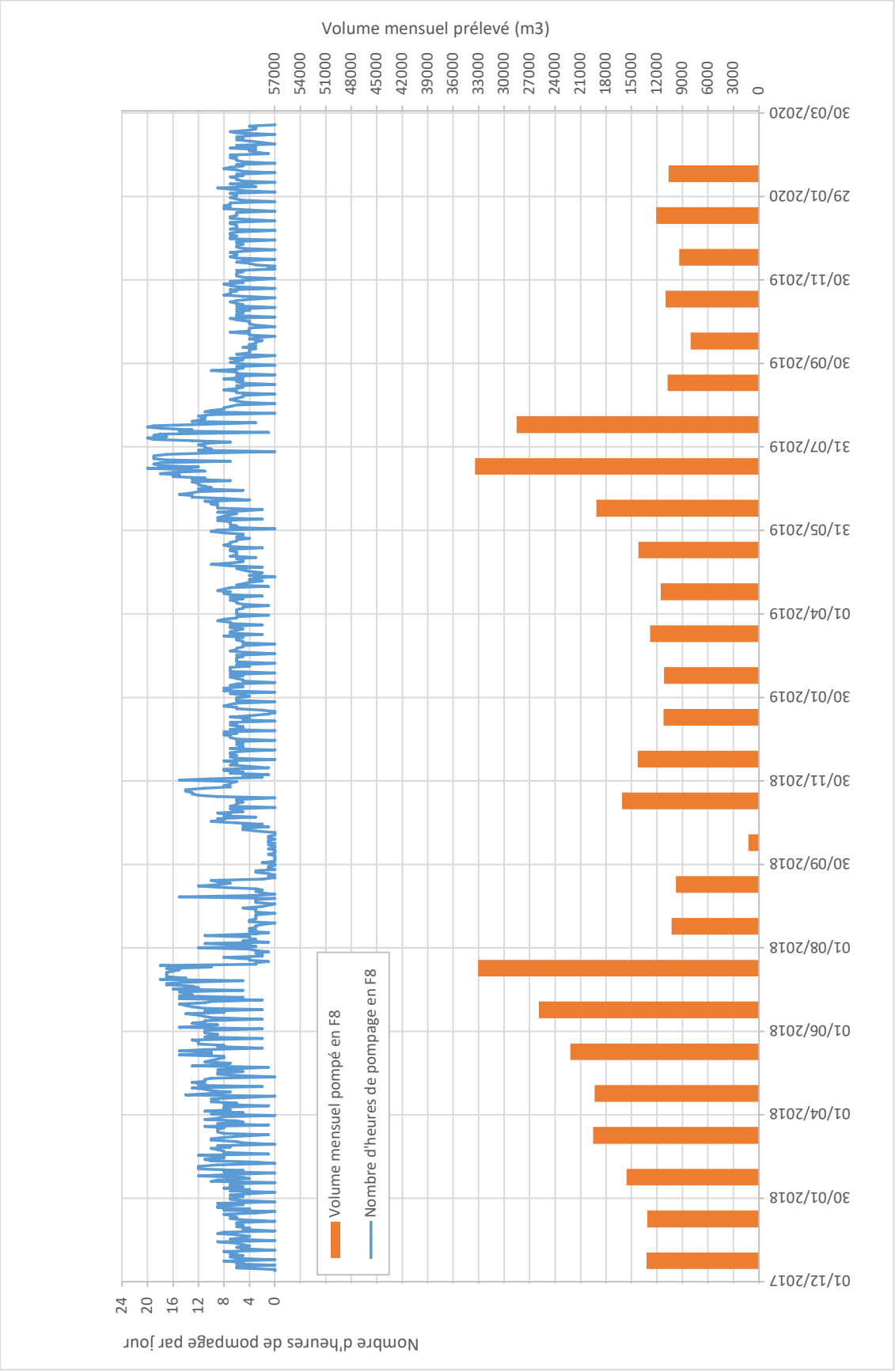



**Figure 276 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS temps de pompage sur le forage F8 – Commune de Canet-en-Roussillon**

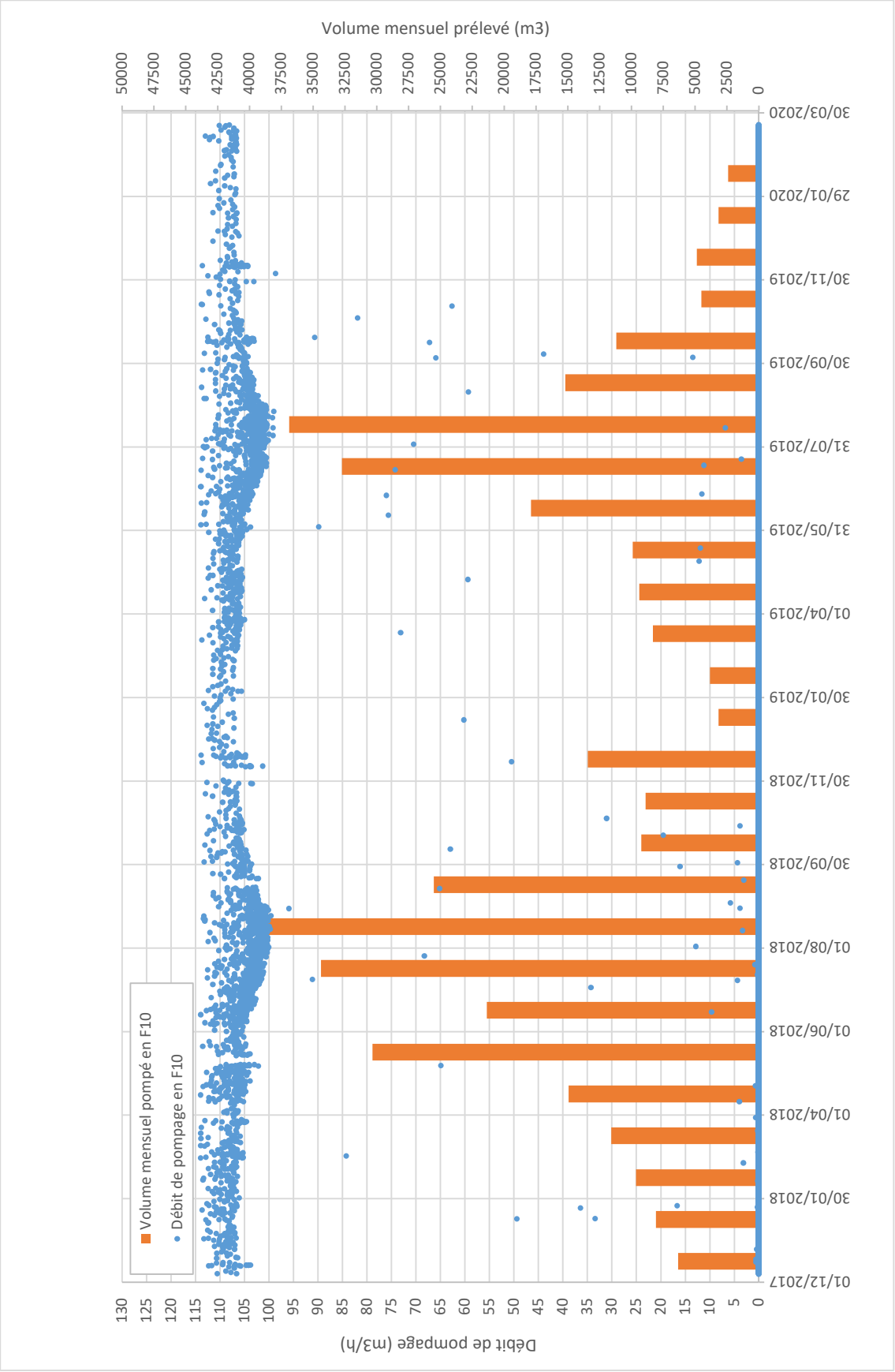



**Figure 277 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS débit sur le forage F10 – Commune de Canet-en-Roussillon**

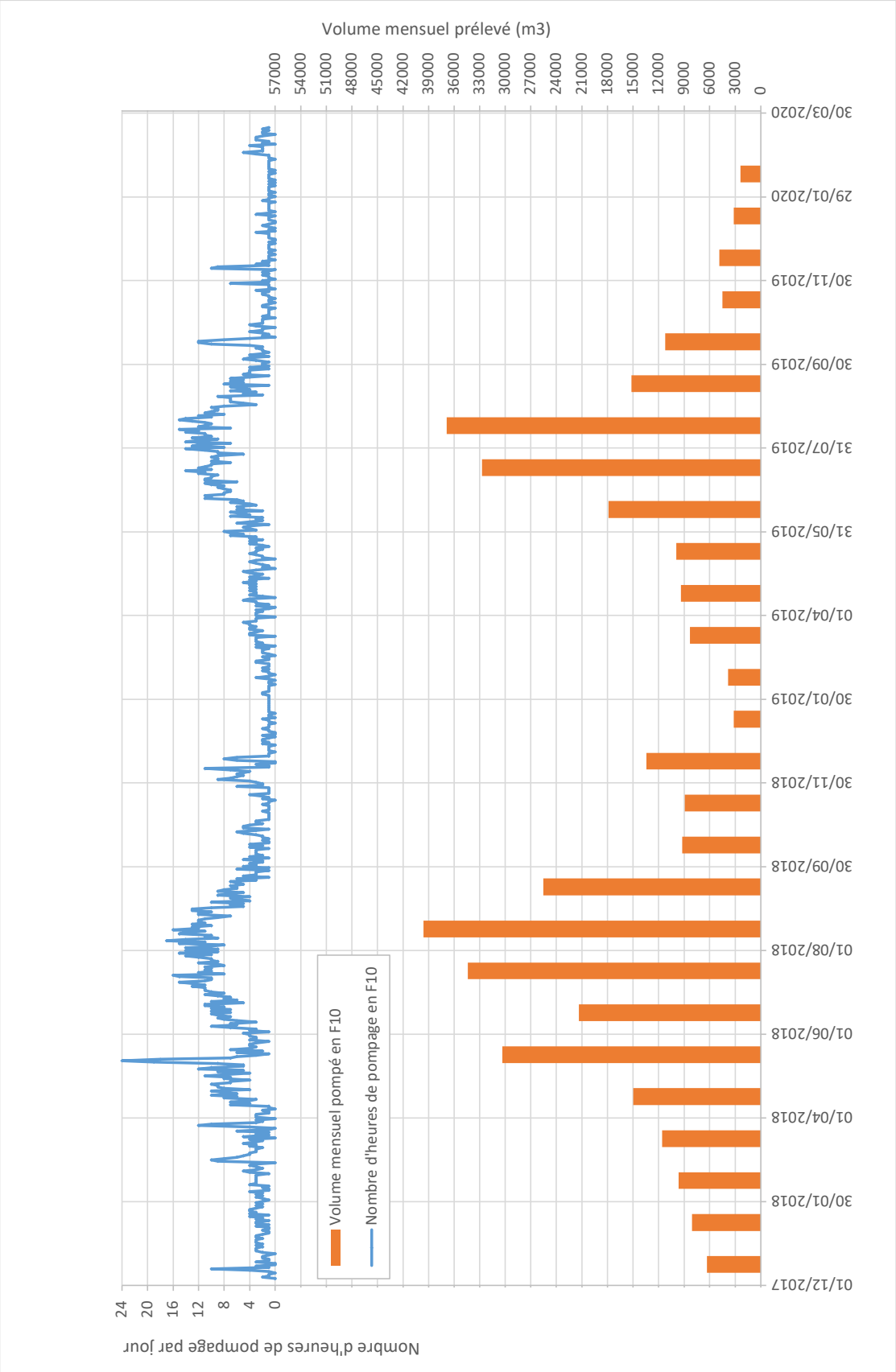



**Figure 278 : Volumes mensuels prélevés depuis 2018 VS temps de pompage sur le forage F10 – Commune de Canet-en-Roussillon**

### 6.2.3 Les forages F5 et F6 à Saint-Nazaire

Les deux forages AEP de la commune de Saint-Nazaire sont situés dans le même champ captant, à proximité immédiate l'un de l'autre (100 m) et captent le même aquifère (cf. Tableau 1). Dans le détail :

- Les volumes moyens mensuels sont minimums en février/mars et maximum en juillet/août (Figure 280).
- Le coefficient de pointe mensuelle (=volume mensuel de pointe / volume mensuel moyen) présente une tendance à la baisse depuis les années 2002 (Figure 281).
- Les deux ouvrages sont exploités globalement au même débit (F5 : 90-100 $m^3$/h, F6 : 100-120 $m^3$/h).
- Le prélèvement sur F5 représente 45 à 49% du prélèvement moyen annuel sur la zone de captage.
- Les volumes prélevés sur les deux forages sont en baisse depuis 2017 (de -30 à -36% soit -92 000 $m^3$ et -106 000 $m^3$ respectivement sur F6 et F5) après une période d'augmentation constante depuis 2009 (de +107 à +153% soit +159 000 $m^3$ et +178 000 $m^3$ respectivement sur F5 et F6) (Figure 281).
- Le coefficient de pointe mensuelle (=volume mensuel de pointe / volume mensuel moyen) est très stable depuis 20 ans, entre x1.2 et x1.5 (Figure 106).
- D'après les données horaires de 2017 à 2020, les débits d'exploitation baissent légèrement en période estivale sur les forages F5 et F6 liée à la baisse généralisée du niveau piézométrique (conséquence de la forte augmentation des prélèvements) imposant alors aux pompes d'exploitation une HMT plus importante.
- D'après les données horaires de 2017 à 2020, les ouvrages sont exploités en moyenne entre 4 et 6 heures par jour avec des pics entre 8 et 10 heures par jour en période de pointe estivale (Figure 284 et Figure 285).
- Les deux forages sont exploités de manière similaire.

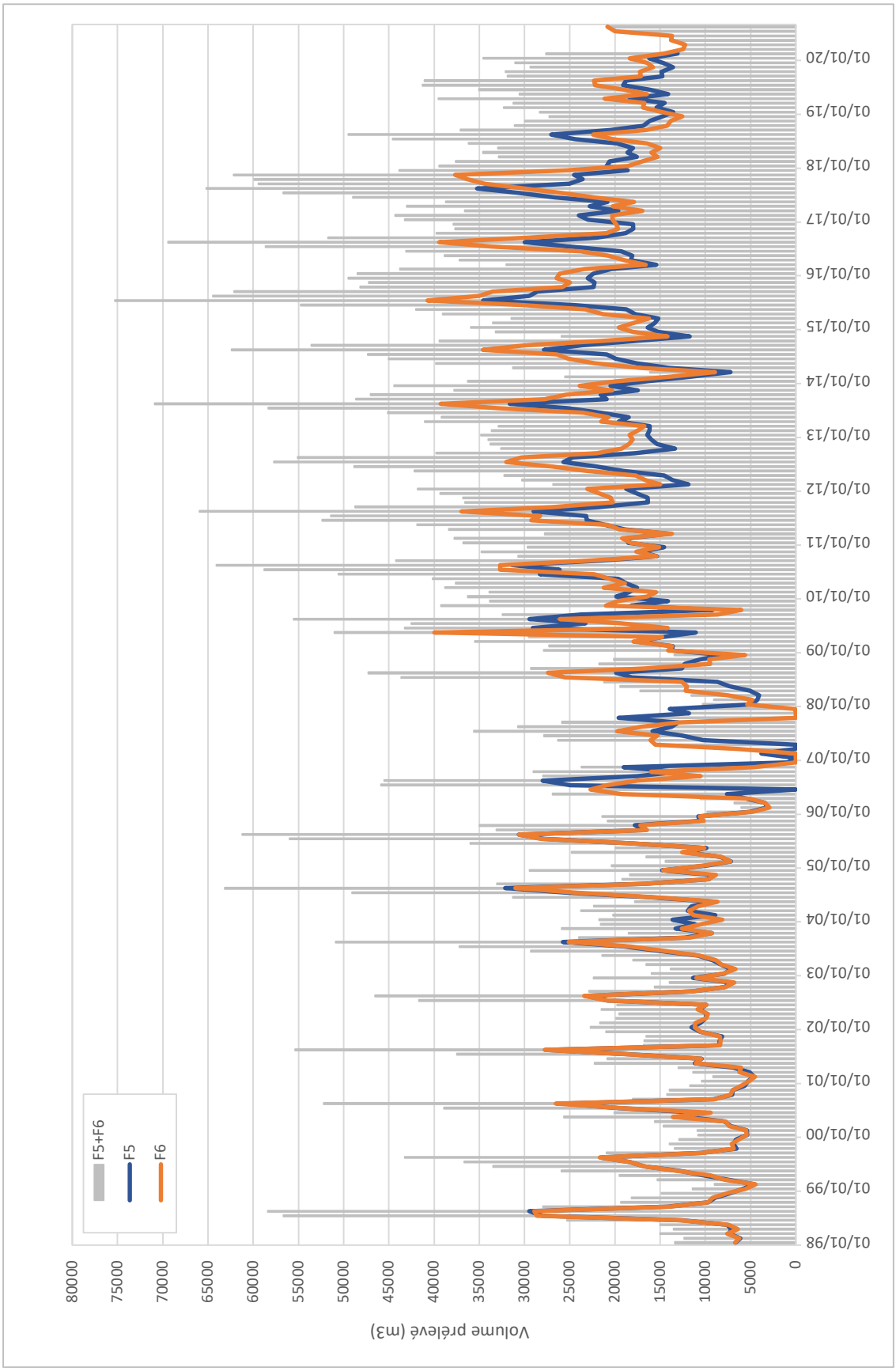



**Figure 279 : Volumes mensuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur la commune de Saint-Nazaire**

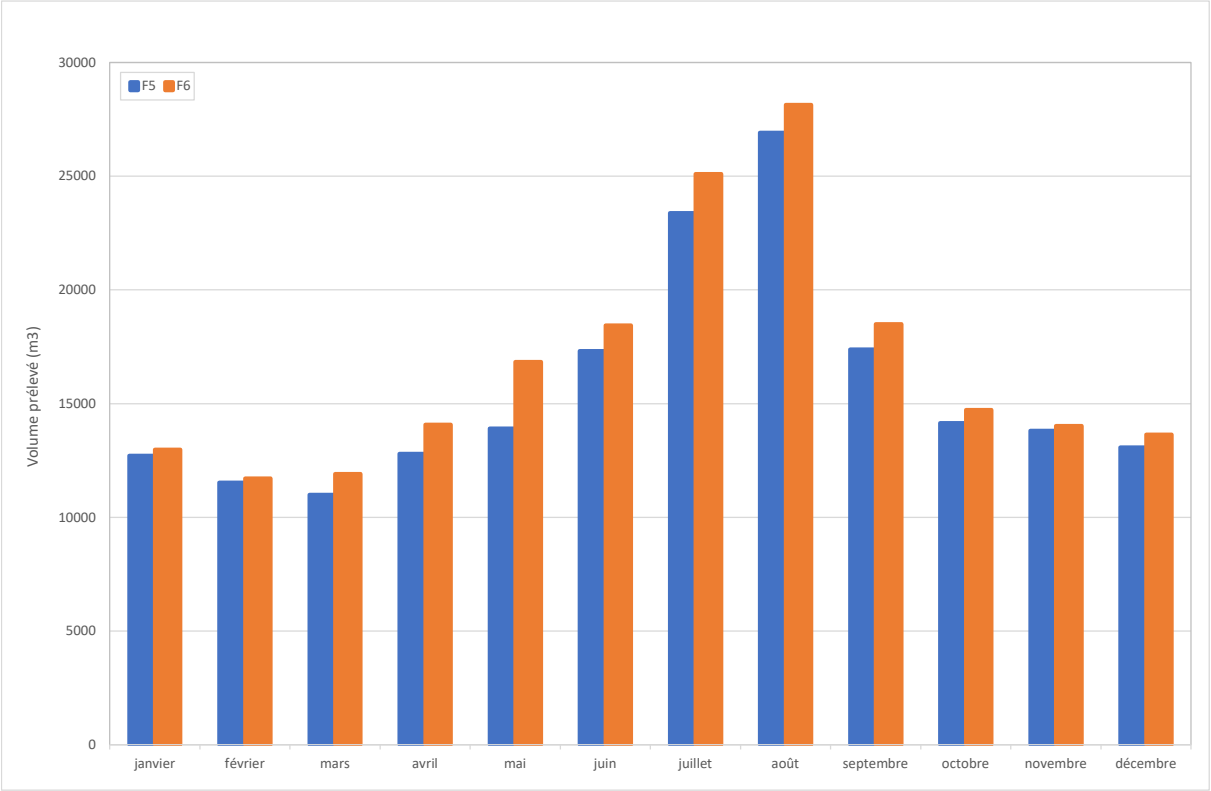



**Figure 280 : Volumes moyens mensuels (1998-2020) prélevés pour l'AEP sur la commune de Saint-Nazaire**

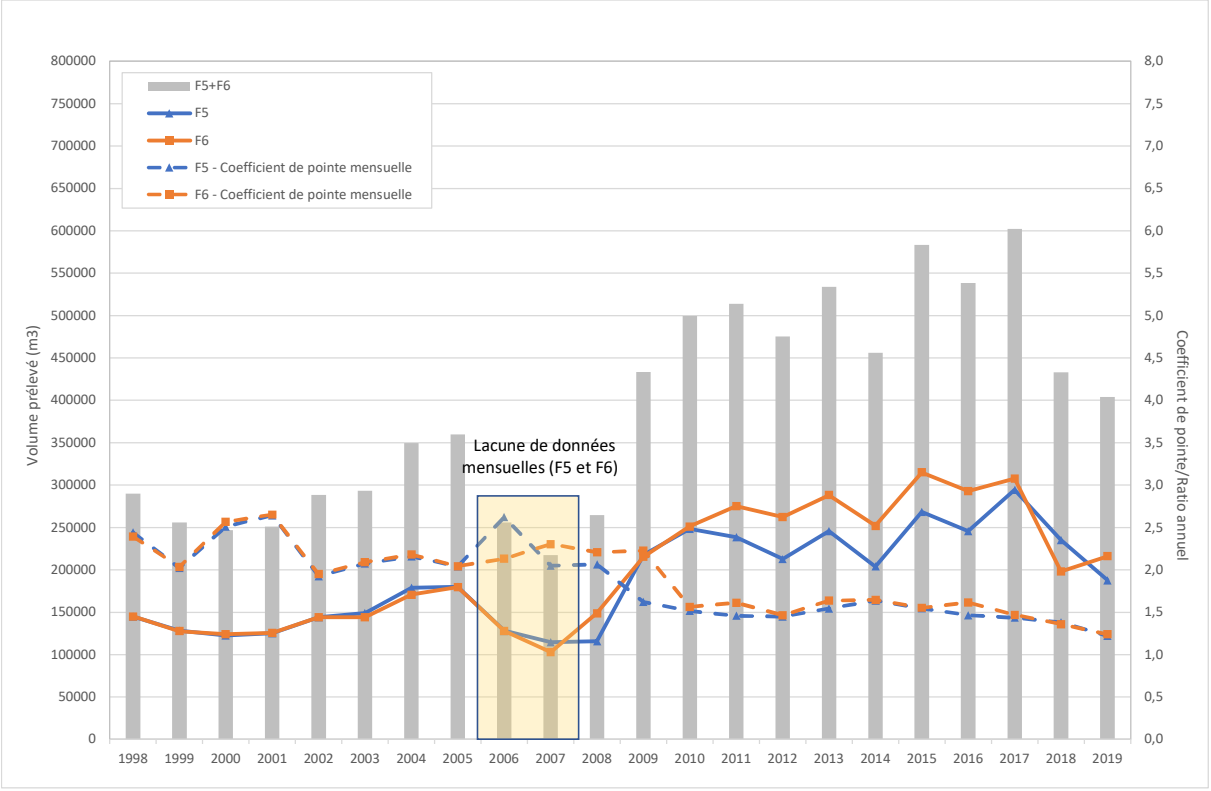



**Figure 281 : Volumes annuels prélevés depuis 1998 pour l'AEP sur la commune de Saint-Nazaire**

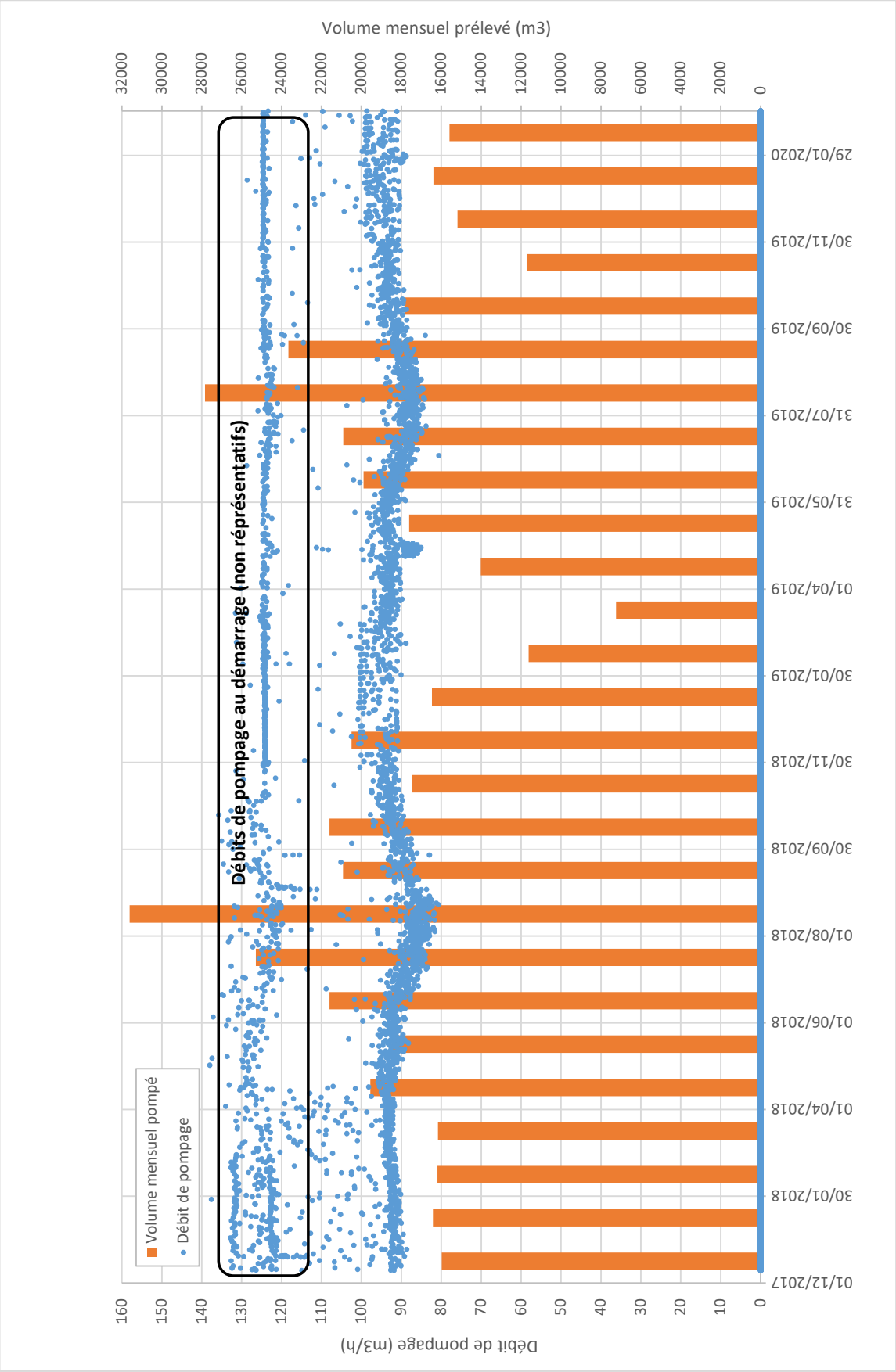



**Figure 282 : Volumes mensuels prélevés depuis 2017 VS débit sur le forage F5 - Commune de Saint-Nazaire**

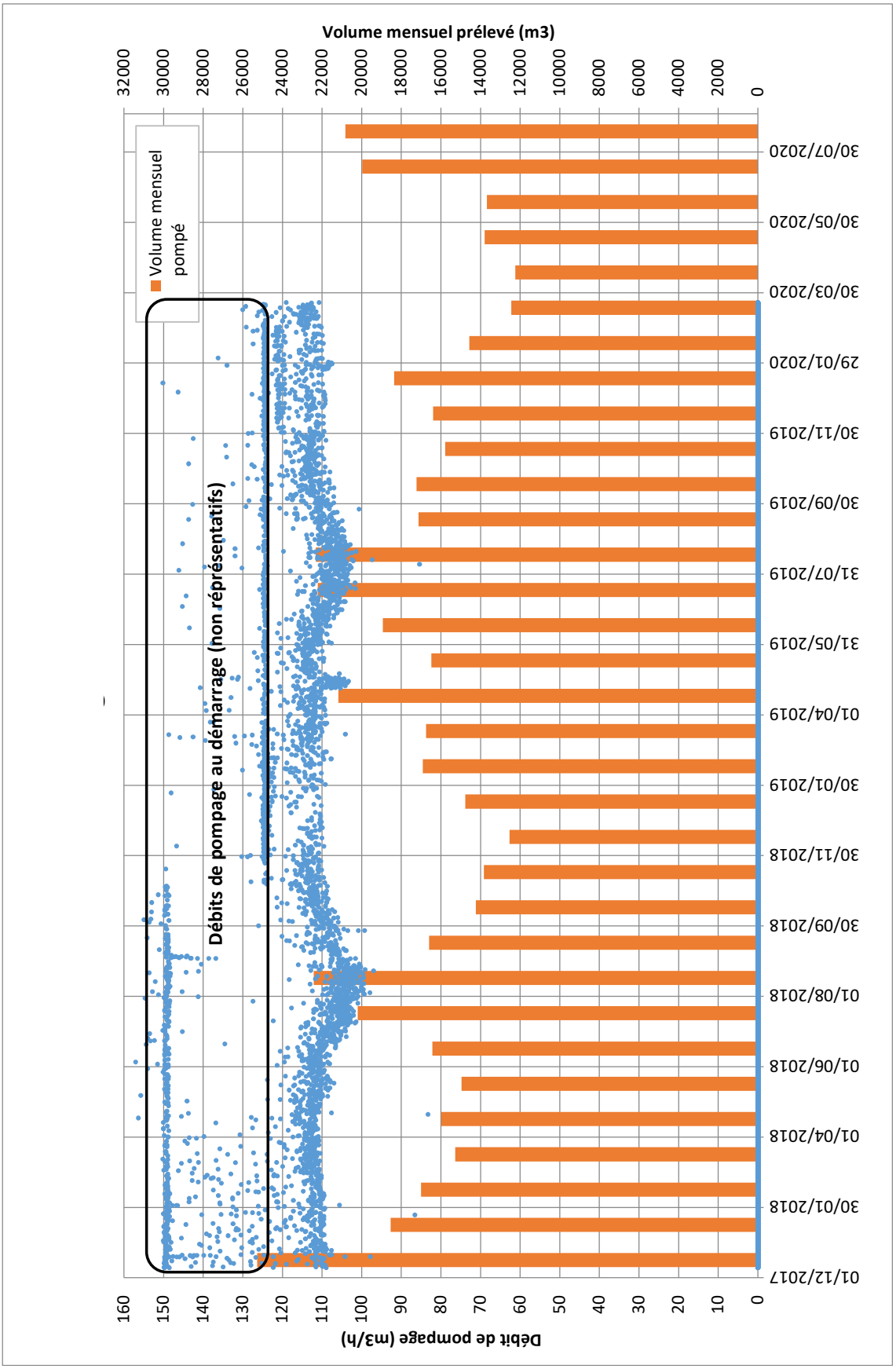



Figure 283 : Volumes mensuels prélevés depuis 2017 VS débit sur le forage F6 - Commune de Saint-Nazaire

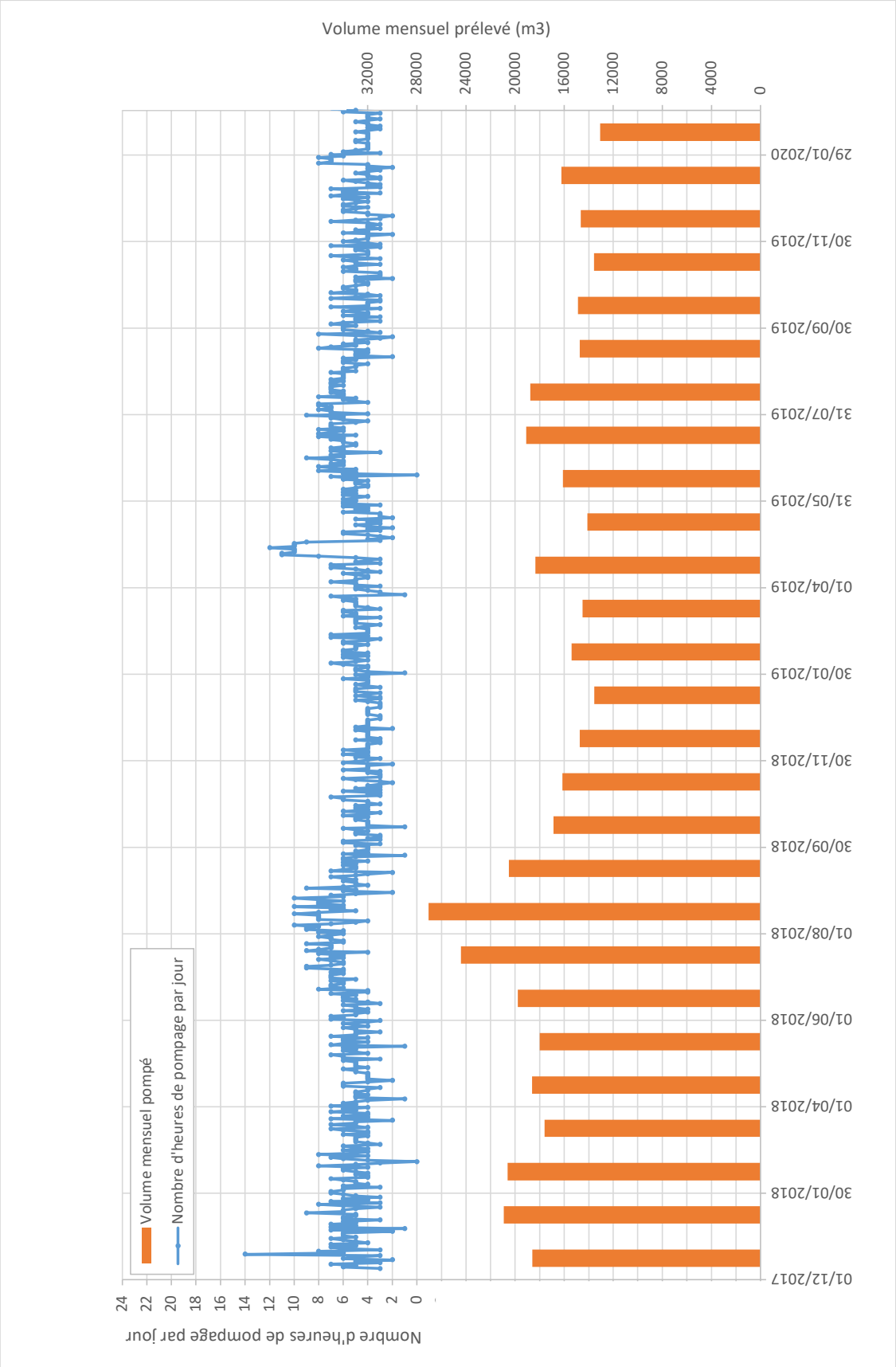



**Figure 284 : Volumes mensuels prélevés depuis 2017 VS temps de pompage sur le forage F5 - Commune de Saint-Nazaire**

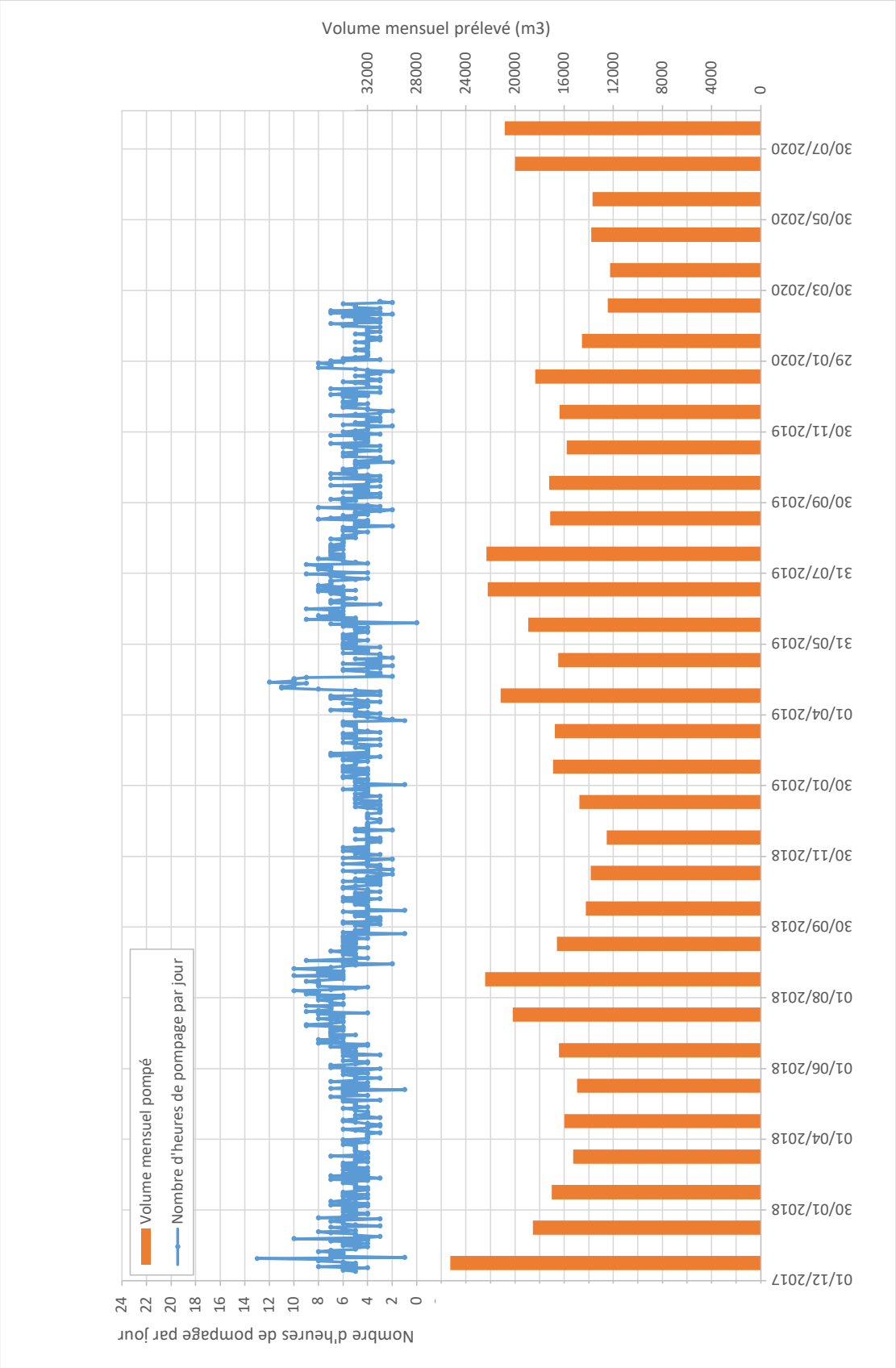



**Figure 285 : Volumes mensuels prélevés depuis 2017 VS temps de pompage sur le forage F6 - Commune de Saint-Nazaire**

### 6.2.4 Synthèse des prélèvements AEP sur le secteur Canet/Saint-Nazaire

| Canet-en-Roussillon | | F1bis | F4bis | F7 | F8 | F9 | F10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur (m) | | 98 | 200 | 173 | 163 | 180 | 141 |
| Aquifère | | Pliocène | Pliocène | Pliocène | Pliocène | Pliocène | Pliocène |
| Prélèvement 2018 ($m^3$) | Annuel | 216 215 | 277 388 | 440 423 | 200 410 | 384 144 | 227 003 |
| | Mensuel min. | 12 154 | 11 185 | 24 784 | 1 231 | 20 111 | 8 070 |
| | Mensuel max | 24 215 | 50 121 | 44 868 | 33 071 | 75 516 | 39 596 |
| Coef. de pointe (depuis 2015) | | 1.3 à 2.8 | 1.5 à 3.2 | 1.2 à 1.5 | 1.6 à 2.4 | 1.3 à 2.8 | 2 à 2.8 |
| Débit d'exploitation ($m^3/h$) | Min | 45 | 75 | 80 | 80 | 90 | 100 |
| | Max | 45 | 95 | 86 | 95 | 120 | 113 |
| Heures de pompages (depuis 2015) | Faible conso | 12-20 | 2-8 | 9-16 | 4-6 | 2-8 | 1-4 |
| | Pointe | 12-20 | 12-20 | 9-16 | 12-20 | 12-20 | 10-16 |

**Tableau 31 : Synthèse des prélèvements AEP sur Canet-en-Roussillon**

| Saint-Nazaire | | F5 | F6 |
|---|---|---|---|
| Profondeur (m) | | 131 | 132 |
| Aquifère | | Pliocène | Pliocène |
| Prélèvement 2018 ($m^3$) | Annuel | 235 187 | 197 994 |
| | Mensuel min. | 14 724 | 12 537 |
| | Mensuel max | 27 053 | 22 426 |
| Coef. de pointe (depuis 2015) | | 1.3 à 1.7 | 1.3 à 1.7 |
| Débit d'exploitation ($m^3/h$) | Min | 80 | 100 |
| | Max | 100 | 120 |
| Heures de pompages (depuis 2015) | Faible conso | 4-6 | 4-6 |
| | Pointe | 8-10 | 8-10 |

**Tableau 32 : Synthèse des prélèvements AEP sur Saint-Nazaire**

## 6.3 La piézométrie

### 6.3.1 Les forages F1bis, F4bis et F9 « centre-ville » de Canet

Tout d'abord, il apparait que **les niveaux d'eau enregistrés dans le forage F9 sont incohérents** car le niveau d'eau en pompage apparait plus haut qu'au repos. Il est fort probable que la pompe de ce forage soit équipée d'un variateur de fréquence qui créé des harmoniques lors des phases de pompage, faussant totalement les données de niveau d'eau enregistrées. Ces données sont donc ininterprétables.

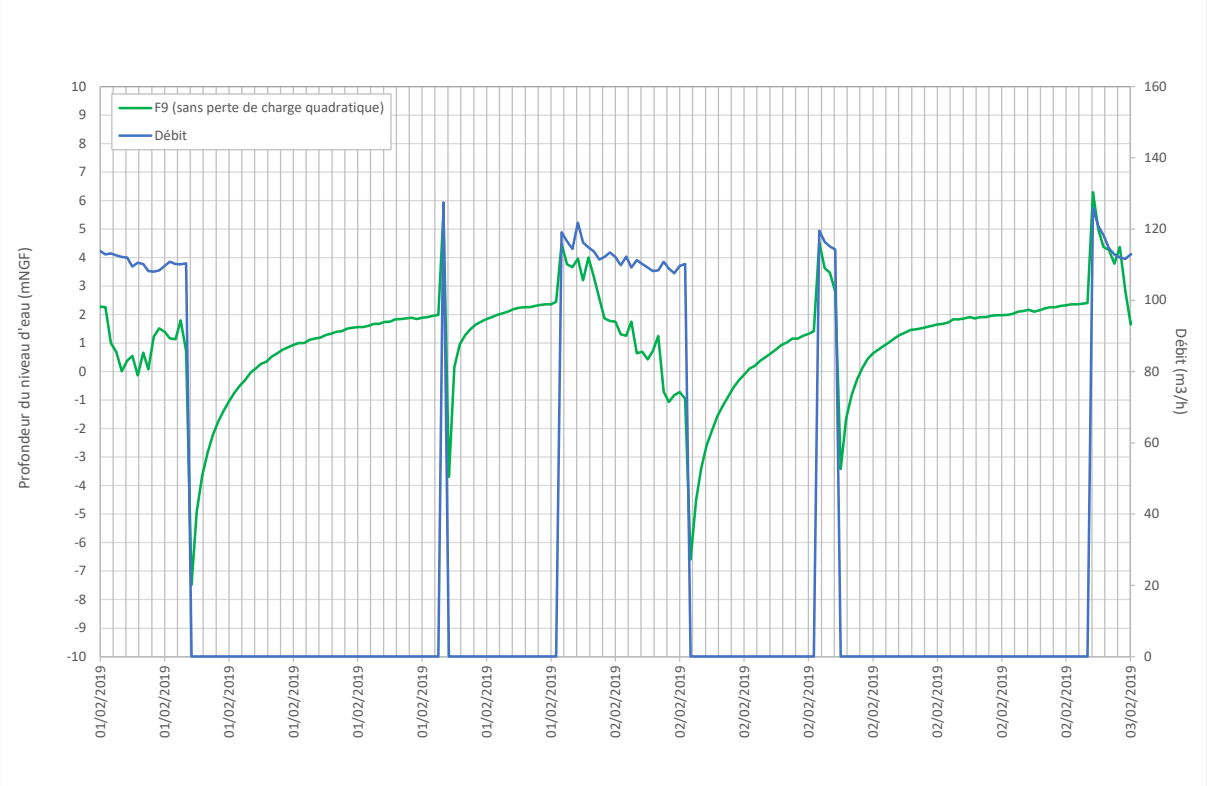



**Figure 286 : Evolution des niveaux d'eau dans l'aquifère pliocène dans le forage F9 à Canet**

Ensuite, il apparait que les niveaux d'eau dans les deux autres forages F1bis et F4bis ne sont pas calés en m NGF. En effet, sur ces deux ouvrages proches on enregistre un delta de près de 1 m du niveau piézométrique statique (Figure 287) alors que les ouvrages sont distants de moins de 500 m.

Au final, il apparait difficile d'avoir une approche comparative détaillée de l'évolution de la piézométrie dans ce secteur. Seule une approche relative de l'influence entre ouvrages peut donc être réalisée.

L'analyse piézométrique sur les 2 forages F1bis et F4bis s'est donc portée sur :

- Une chronique de 4 jours représentative des conditions de hautes eaux et de faible consommation (février 2019 en Figure 287) ;

- Une chronique de 4 jours représentative des conditions de basses eaux et de très forte consommation (août 2019 en Figure 288).

En conditions de hautes eaux, les commentaires sont les suivants :

- Le niveau piézométrique de la nappe dans F4bis retrouve son niveau statique de référence lors des phases de repos des ouvrages après quelques heures d'arrêt de l'exploitation (5 à 8 heures d'arrêt). A l'inverse, l'ouvrage F1bis étant le plus exploité en termes de durée de pompage, son niveau ne retrouve pas un niveau statique de référence.

- Le prélèvement en F1bis (au débit de 45 $m^3$/h) semble impacter le niveau d'eau dans les forages F4bis (baisse du 7 cm mais avec un retard de l'ordre de 1h30). Pourtant, F1bis capte des horizons sableux supérieurs (entre -33 et -93 m) alors que le forage F4bis capte les horizons sableux inférieurs (entre -89 et -197 m de profondeur). Il y a donc également une communication hydraulique entre ces niveaux aquifères.

- Les horizons aquifères présentent des propriétés hydrauliques bien différentes conférant des débits spécifiques théoriques (=sans pertes de charge quadratiques) bien différents d'un ouvrage à l'autre :

    - F4bis (sans pertes de charge quadratiques) = 14.5 $m^3$/h/m ;
    - F1 (sans pertes de charge quadratiques) = 18 $m^3$/h/m.

  Les horizons supérieurs apparaissent plus productifs.

En conditions de basses eaux, les commentaires sont les suivants :

- Le niveau piézométrique dans le forage F4bis retrouve le niveau statique de référence lors des phases d'arrêt du pompage. A l'inverse, le niveau d'eau dans l'ouvrage F1bis ne retrouve jamais son état statique de référence même après plusieurs d'arrêt.

- Sur F4bis on retrouve l'influence du prélèvement en F1, de l'ordre 5 à 7 cm. Il y a donc une communication hydraulique entre ces niveaux aquifères en conditions de basses eaux.

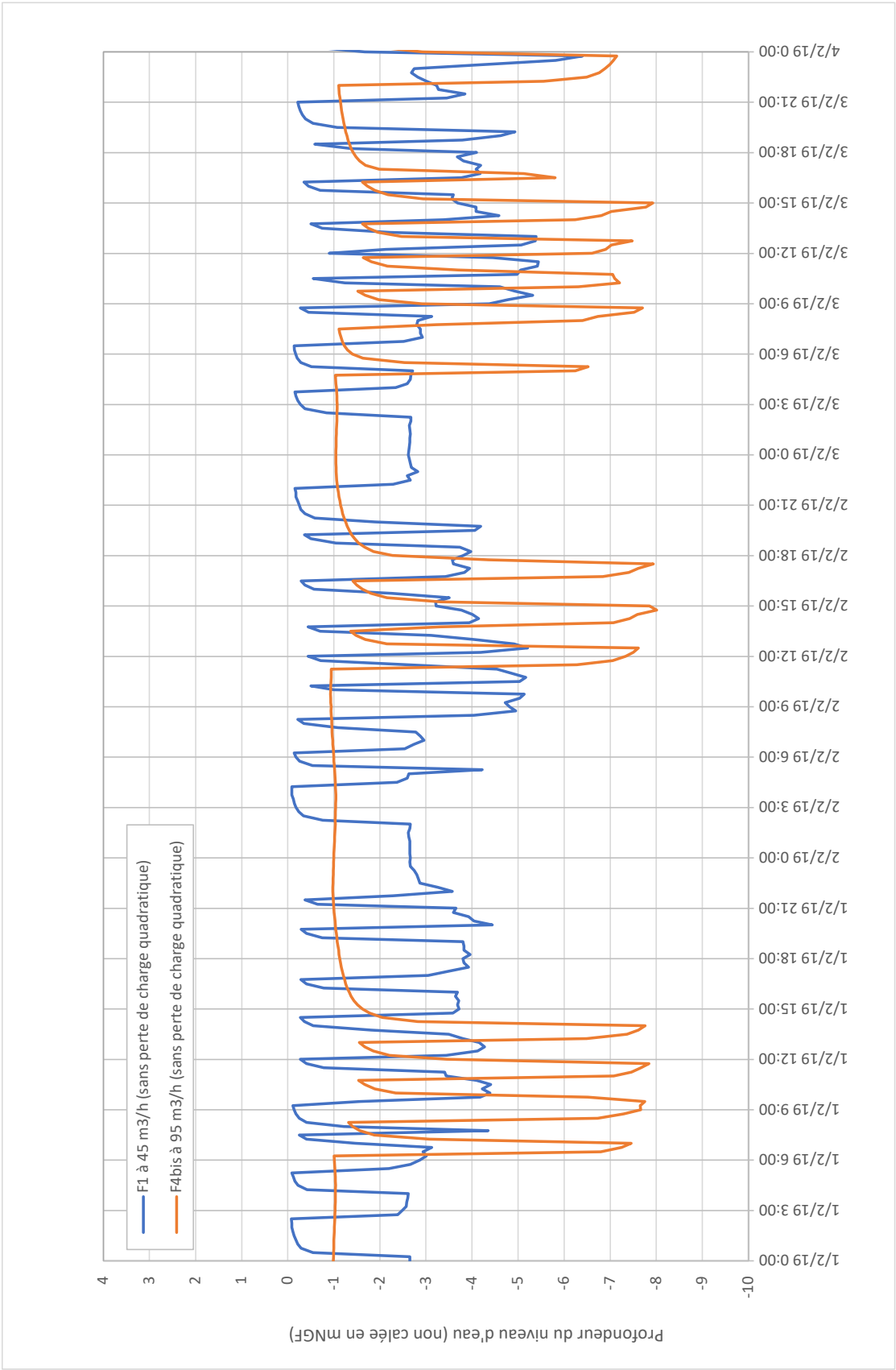



**Figure 287 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP de Canet « centre-ville » en période de hautes eaux (sans pertes de charge quadratique et niveaux d'eau non calés en m NGF)**

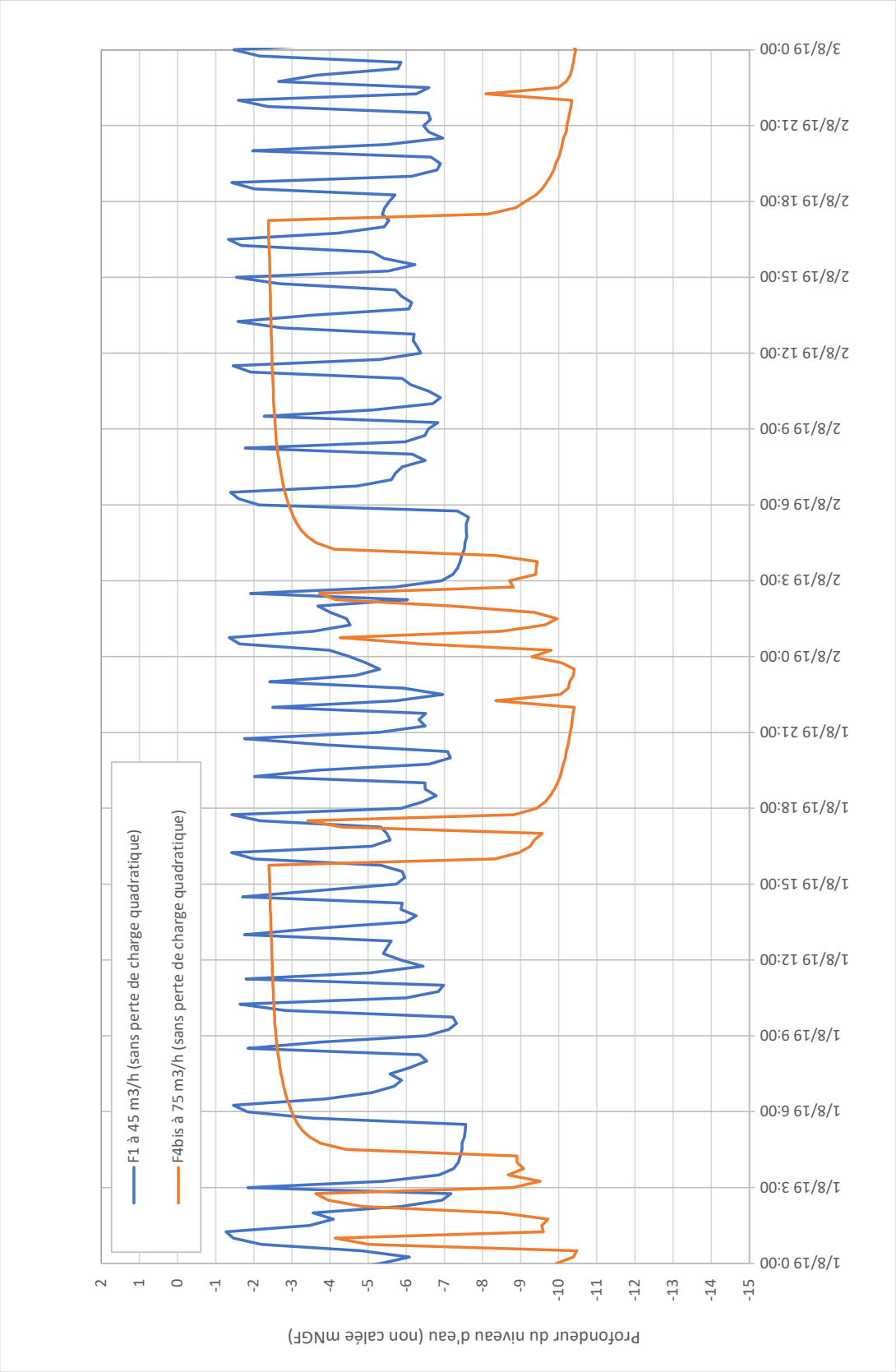



**Figure 288 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP de Canet « centre-ville » en période de basses eaux (sans pertes de charge quadratique et niveaux d'eau non calés en m NGF)**

### 6.3.2 Les forages isolés F7, F8 et F10

**Tout d'abord il semblerait selon nous que les niveaux d'eau dans les forages F7 et F8 ne soient pas calés en m NGF** au regard des données piézométriques sur les piézomètres Phare (Canet) et Golf (Saint-Cyprien) qui montrent des niveaux plus de haut de 1.5 à 2 m. De plus, d'après les données SAUR, le niveau statique dans le forage F8 serait constamment inférieur à 0 m NGF en hautes eaux ce qui semble assez peu probable à cette période.

L'analyse piézométrique sur les 3 forages s'est donc portée sur :

- Une chronique de 4 jours représentative des conditions de hautes eaux et de faible consommation (février 2019 en Figure 289) ;
- Une chronique de 4 jours représentative des conditions de basses eaux et de très forte consommation (août 2019 en Figure 290).

En conditions de hautes eaux, les commentaires sont les suivants :

- Le forage F8 n'est pas influencé par les prélèvements dans les forages AEP « Centre-Ville » car trop éloigné (1500 m vers l'Est). Le niveau d'eau retrouve un niveau statique de référence suite aux longues phases d'arrêt. De même, la faible exploitation du forage F10 permet au niveau piézométrique de retrouver son état statique de référence. Le niveau d'eau y est constamment plus haut que le niveau de la mer. A l'inverse, sur F7, les nombreuses phases de pompage ne permettent pas au niveau d'eau de retrouver un état statique de référence.
- Bien que présentant une configuration technique globalement similaire (crépines positionnées entre -94 et -173 sur F7 m, entre -81 et -163 m sur F8 et entre -73 et -170 m sur F10), les horizons aquifères présentent des propriétés hydrauliques bien différentes sur chacun des ouvrages conférant des débits spécifiques théoriques (=sans pertes de charge quadratiques) bien différents d'un ouvrage à l'autre :
    - F7 (sans perte de charge quadratique) = 15.2 $m^3/h/m$ ;
    - F8 (sans perte de charge quadratique) = 41.3 $m^3/h/m$ ;
    - F10 (sans perte de charge quadratique) = 8.7 $m^3/h/m$.

En conditions de basses eaux, les commentaires sont les suivants :

- Les niveaux d'eau dans les forages F7 et F10 ne reviennent jamais à l'état statique de référence compte tenu de l'importante exploitation. A l'inverse sur F8, les longs temps de repos permettent au niveau d'eau de retrouver un état initial de référence.
- Le niveau piézométrique sur F10 semble constamment sous le niveau de la mer.
- Les fortes variations du niveau d'eau dynamique dans le forage F7 proviennent de la fluctuation du débit (entre 82 et 110 $m^3/h$).
- Sur F8 on observe des variations du niveau piézométrique de l'ordre de 15 cm pendant les périodes de pompage (alors que le débit est stable) ce qui pourrait refléter soit l'influence de prélèvements extérieurs soit d'une dérive du capteur de pression, en limite de sa gamme de mesure.

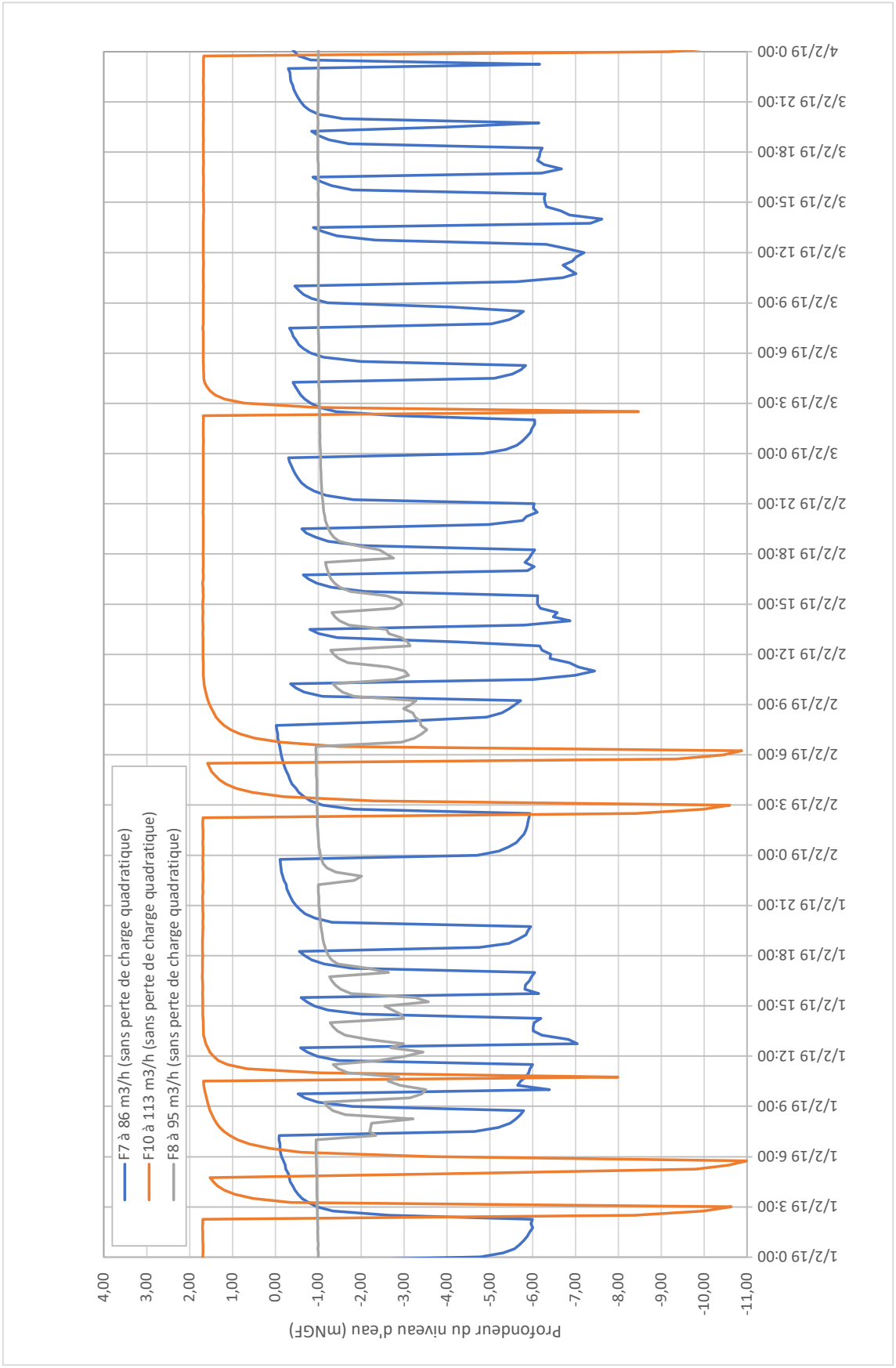



**Figure 289 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP de Canet F7, F8 et F10 en période de hautes eaux (sans pertes de charge quadratique et non calés en m NGF pour F7 et F8)**

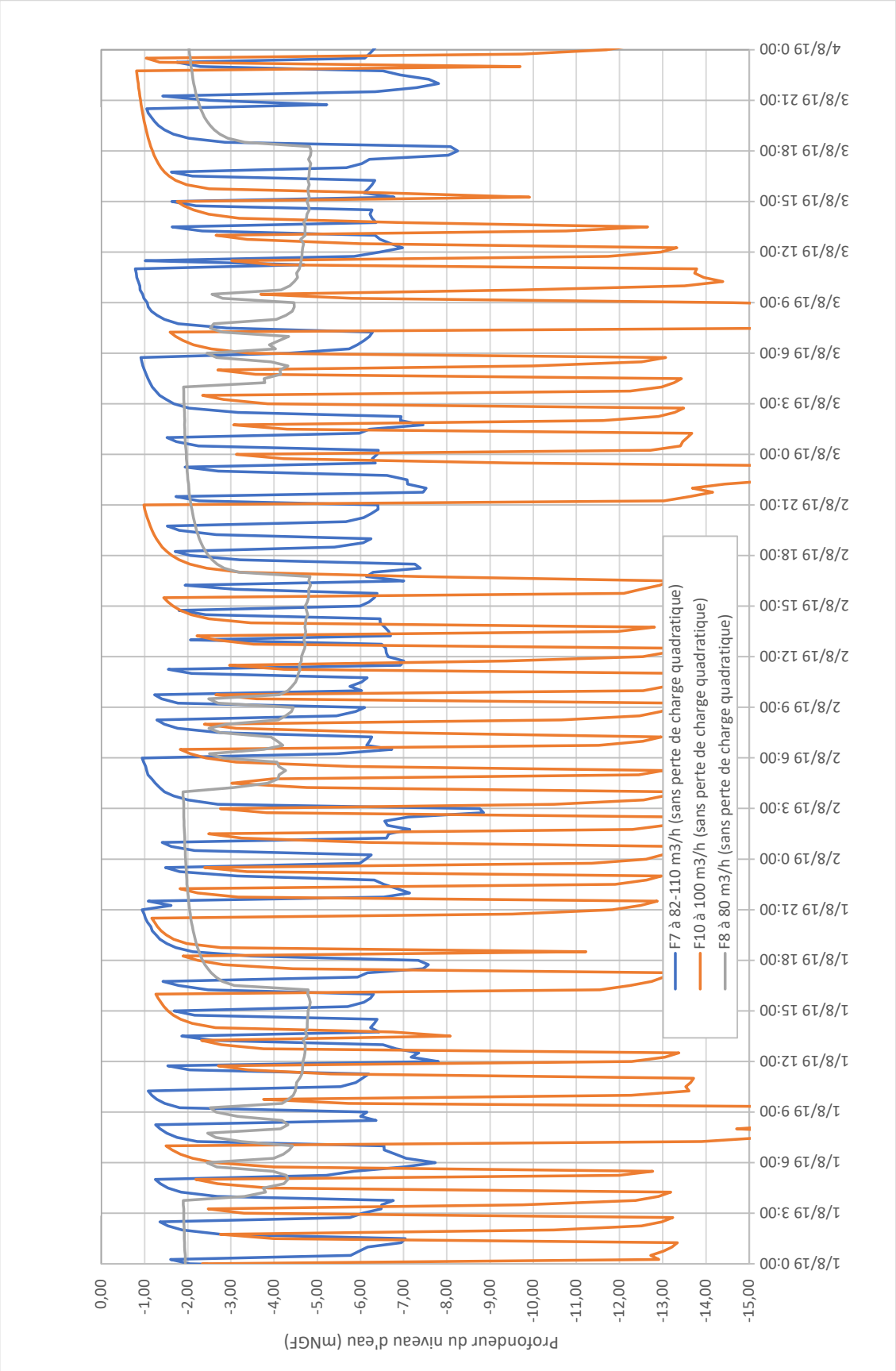



**Figure 290 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP de Canet F7, F8 et F10 en période de basses eaux (sans pertes de charge quadratique et non calés en m NGF pour F7 et F8)**

### 6.3.3 Les forages F5 et F6 de Saint-Nazaire

Dans un premier temps, compte tenu de la proximité immédiate des deux ouvrages (distance inférieure à 100 m) et de leur configuration technique globalement similaire (crépines positionnées entre -81 et -131 m sur F5 et entre -91 et -130 sur F6), les niveaux d'eau statiques en m NGF devraient naturellement être très proches. Or, d'après les données brutes fournies par SAUR, on constate un delta de près de 4 m sur les niveaux au repos (donc n'intégrant pas de pertes de charge quadratiques). **Les données ne sont donc vraisemblablement pas calées en m NGF**.

Au final, il apparait difficile d'avoir une approche comparative détaillée de l'évolution de la piézométrie dans ce secteur. Seule une approche relative de l'influence entre ouvrages peut donc être réalisée.

L'analyse piézométrique sur les 2 forages s'est portée sur :

- Une chronique de 4 jours représentative des conditions de hautes eaux et de faible consommation (février 2019 en Figure 199) ;
- Une chronique de 4 jours représentative des conditions de basses eaux et de très forte consommation (août 2019 en Figure 200).

<u>En conditions de hautes eaux</u>, les commentaires sont les suivants :

- Les deux forages fonctionnement en simultanée. L'influence mutuelle certaine n'est donc pas quantifiable.
- Au repos, le niveau d'eau dans le forage F5 semble retrouver son état statique de référence, ce qui n'est pas le cas pour le forage F6.
- Les débits spécifiques théoriques (sans pertes de charge) semblent globalement similaires :
    - F5 (sans pertes de charge quadratiques) = 8.7 $m^3$/h/m ;
    - F6 (sans pertes de charge quadratiques) = 7.8 $m^3$/h/m.

<u>En conditions de basses eaux</u>, les commentaires sont les suivants :

- Les deux forages fonctionnement en simultanée. L'influence mutuelle certaine n'est donc pas quantifiable.
- **Au repos, le niveau d'eau dans les deux forages ne semble pas retrouver son état statique de référence**.

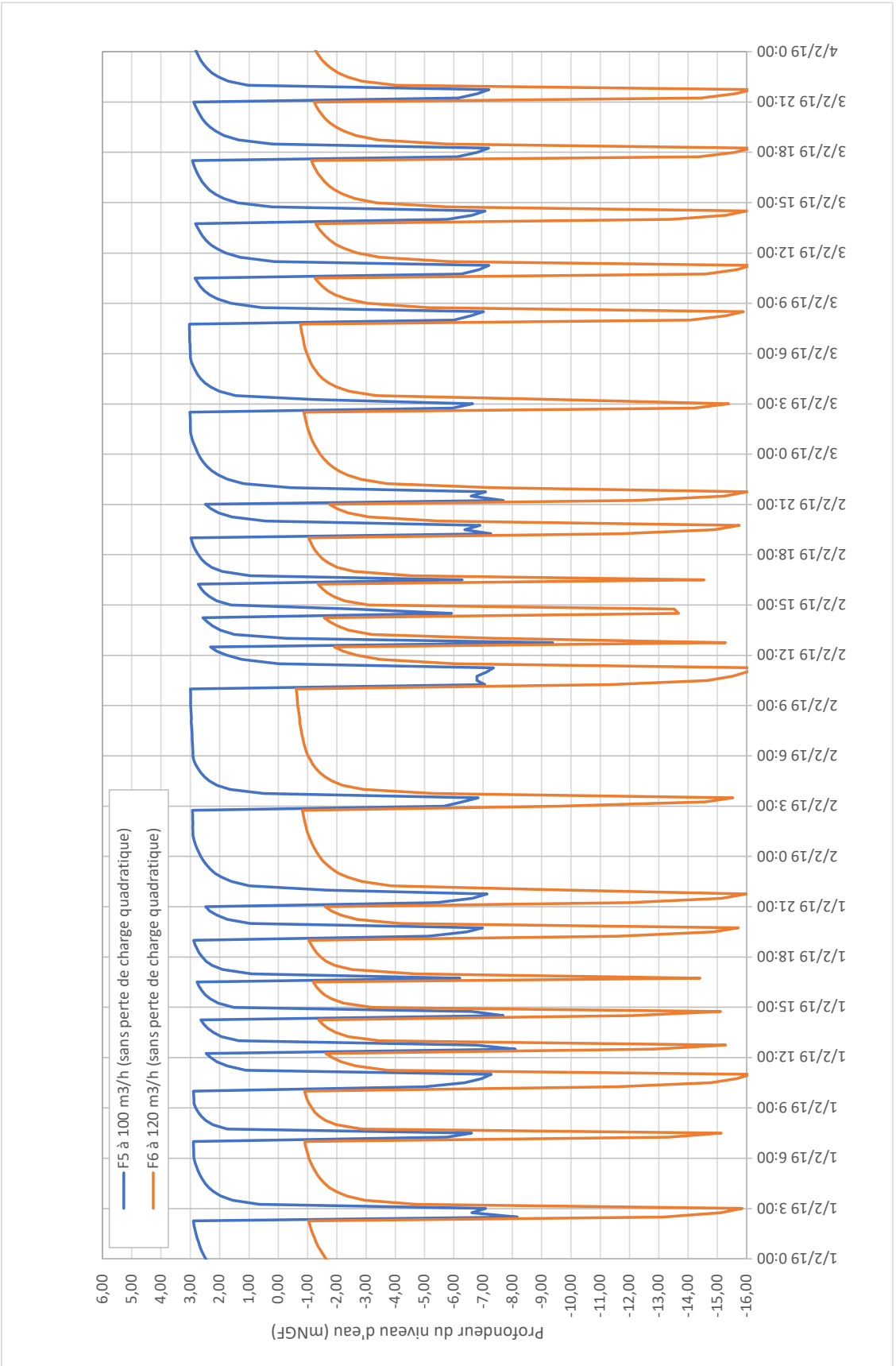



**Figure 291 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP de Saint-Nazaire F5 et F6 en période de hautes eaux (sans pertes de charge quadratique et niveaux d'eau non calés en m NGF)**

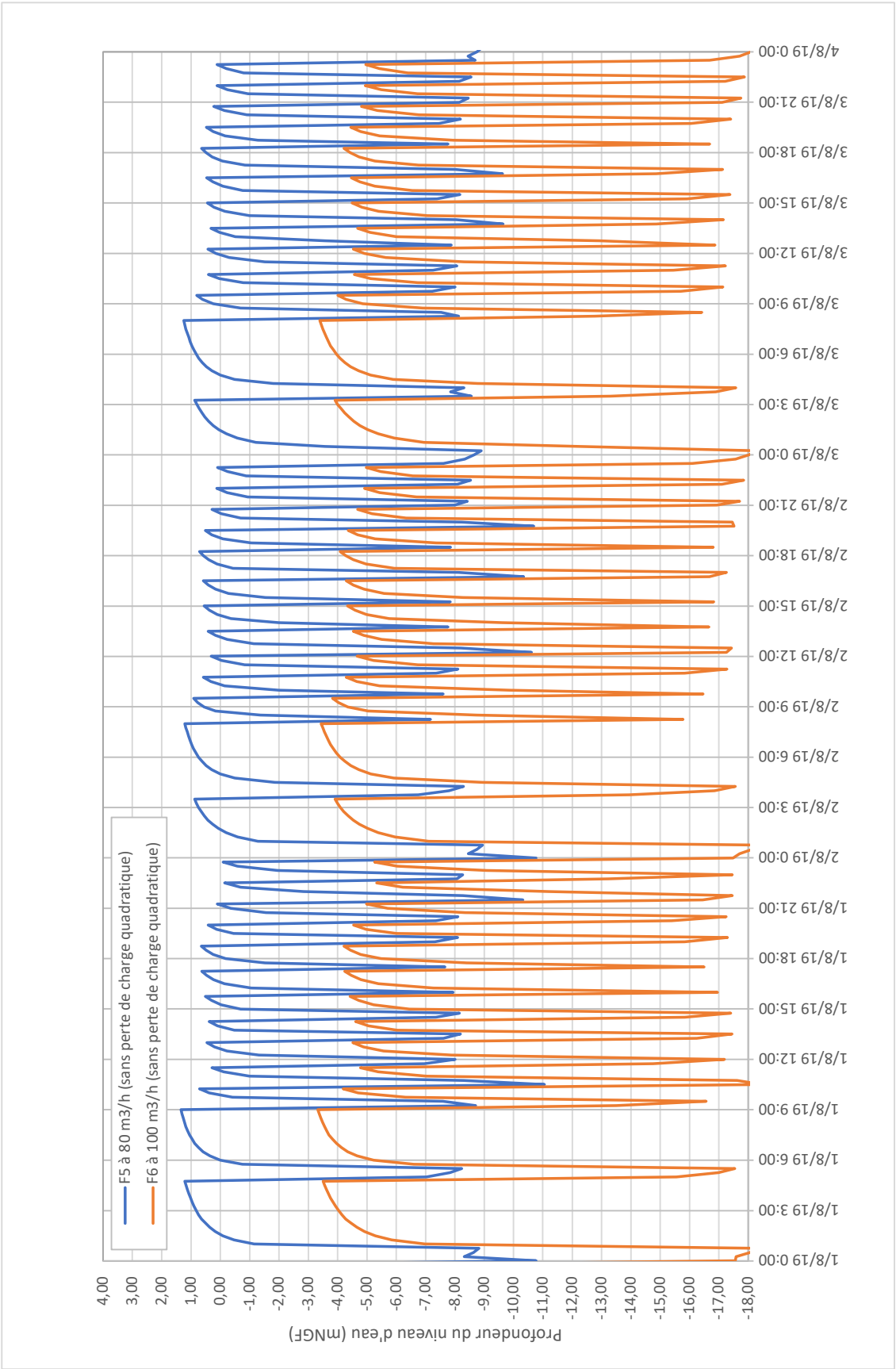



**Figure 292 : Evolution des niveaux d'eau dans les forages AEP de Saint-Nazaire F5 et F6 en période de basses eaux (sans pertes de charge quadratique et niveaux d'eau non calés en m NGF)**

### 6.3.4 Piézométrie de la nappe pliocène sur le secteur Canet/Saint-Nazaire

La difficulté d'analyse de ce secteur réside dans le fait que les données des ouvrages AEP ne semblent pas calées en m NGF. Seuls les ouvrages suivis par le SMNPR (Phare à Canet et Golf à Saint-Cyprien) sont nivelés et donc fiables. Globalement, la piézométrie naturelle du secteur reste constamment au-dessus du niveau de la mer lors des périodes d'étiage depuis 2010.

On observe un décalage (retard) de près de 15 jours des niveaux d'étiage naturels les plus bas entre la partie Sud (piézomètre Golf) et la partie Nord (piézomètre Phare) nettement visible sur la Figure 294.

L'amplitude piézométrique naturelle de l'aquifère pliocène au cours d'un cycle hydrologique est faible sur les ouvrages F1, F8, Pz Phare et Pz Golf, de l'ordre de 1 à 1.5 m. A l'inverse, dans les autres ouvrages l'amplitude saisonnière semble plus marquée, de l'ordre 2 à 3 m selon les secteurs, notamment sur F10 et F5/F6.

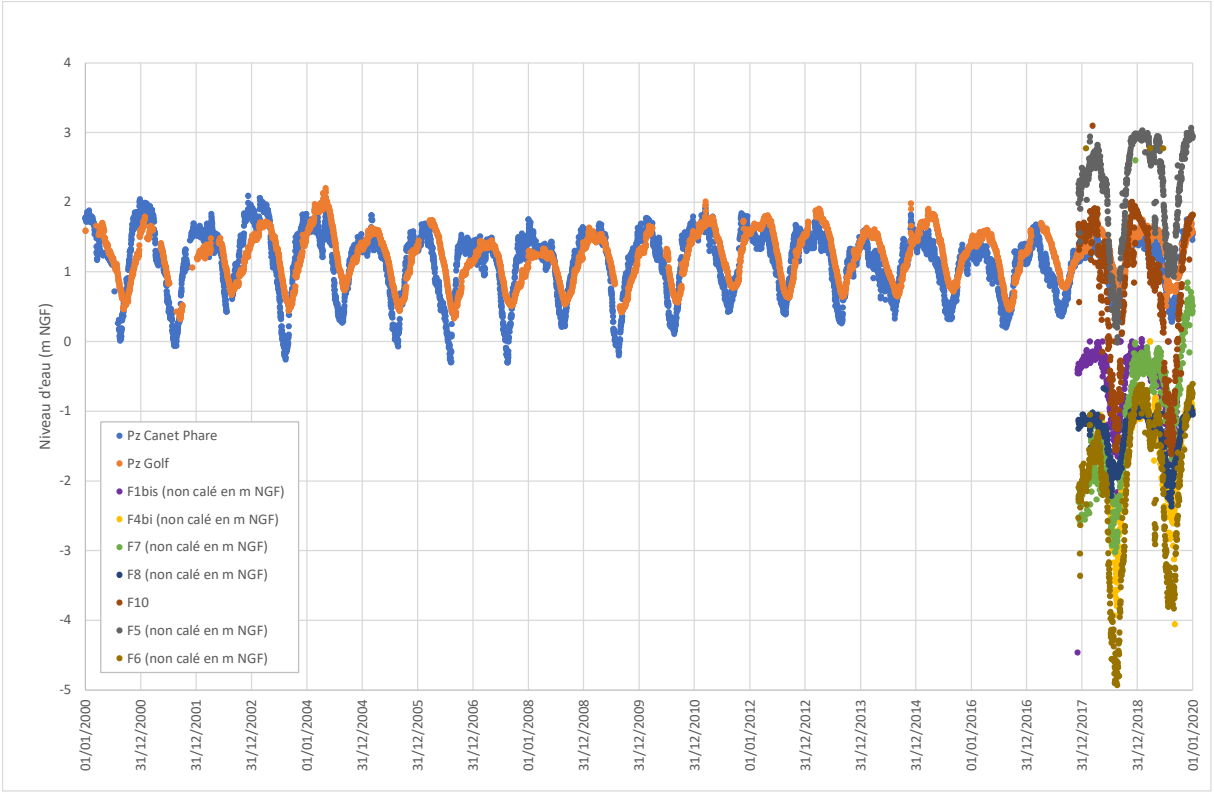



**Figure 293 : Evolution des niveaux d'eau au repos dans l'aquifère pliocène dans le secteur Canet/Saint-Nazaire (2000-2020)**

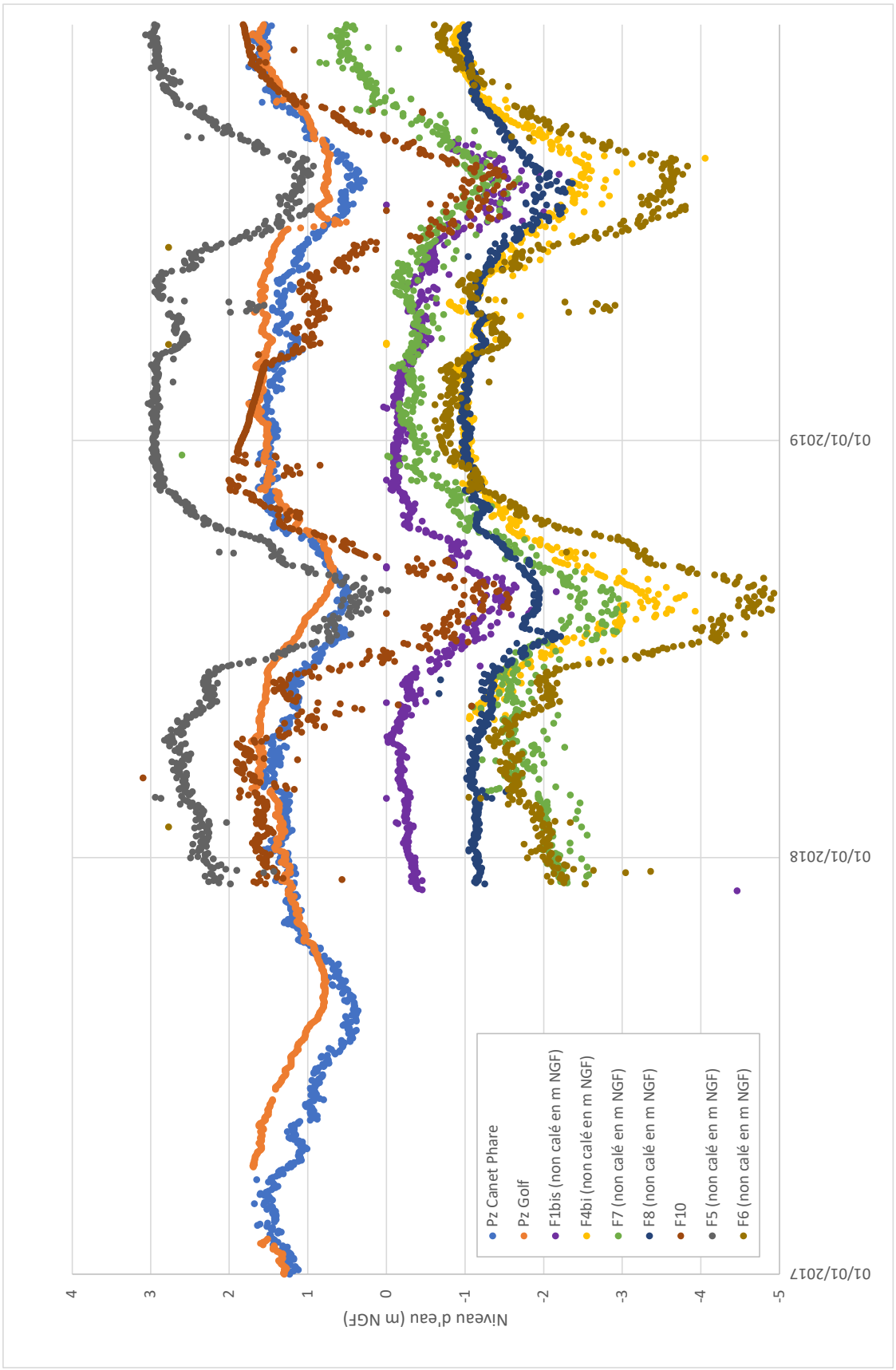



**Figure 294 : Evolution des niveaux d'eau au repos dans l'aquifère pliocène dans le secteur Canet/Saint-Nazaire (zoom 2017-2020)**

## 6.4 Etude des chlorures et de la conductivité

### 6.4.1 Evolution temporelle des chlorures

Globalement les horizons profonds semblent moins contaminés que les horizons plus superficiels, et ces derniers semblent plus impactés par les chlorures dans le secteur autour de l'étang de Canet/Saint-Nazaire (Figure 295). La tendance évolutive des chlorures semble à l'augmentation dans les ouvrages à l'Ouest de l'étang (Figure 6 en page 29).

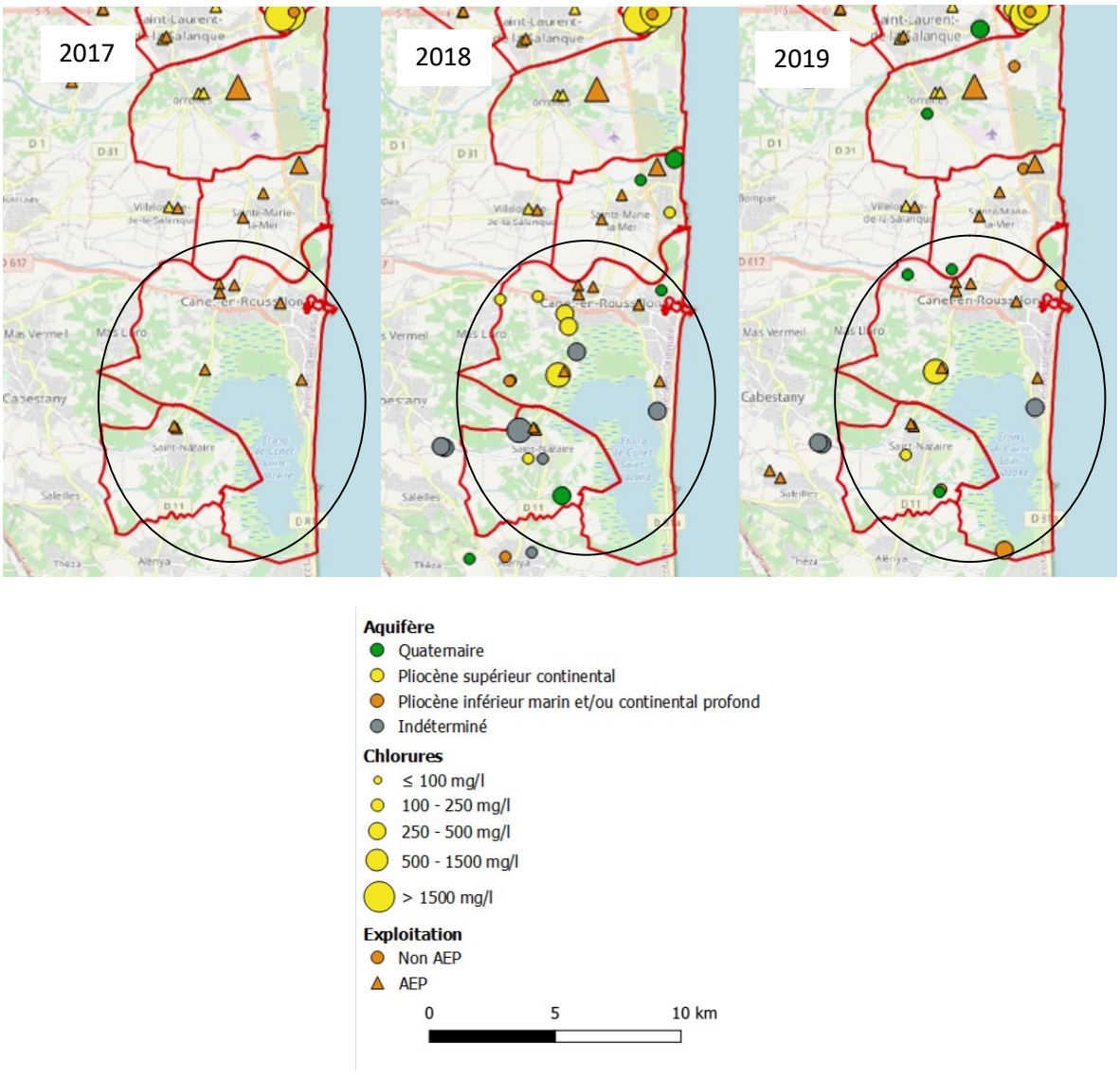



**Figure 295 : Cartographie des teneurs en chlorures de 2017 à 2019 sur le secteur Canet/Saint-Nazaire (source Réseau Chlorures et Export ADES)**

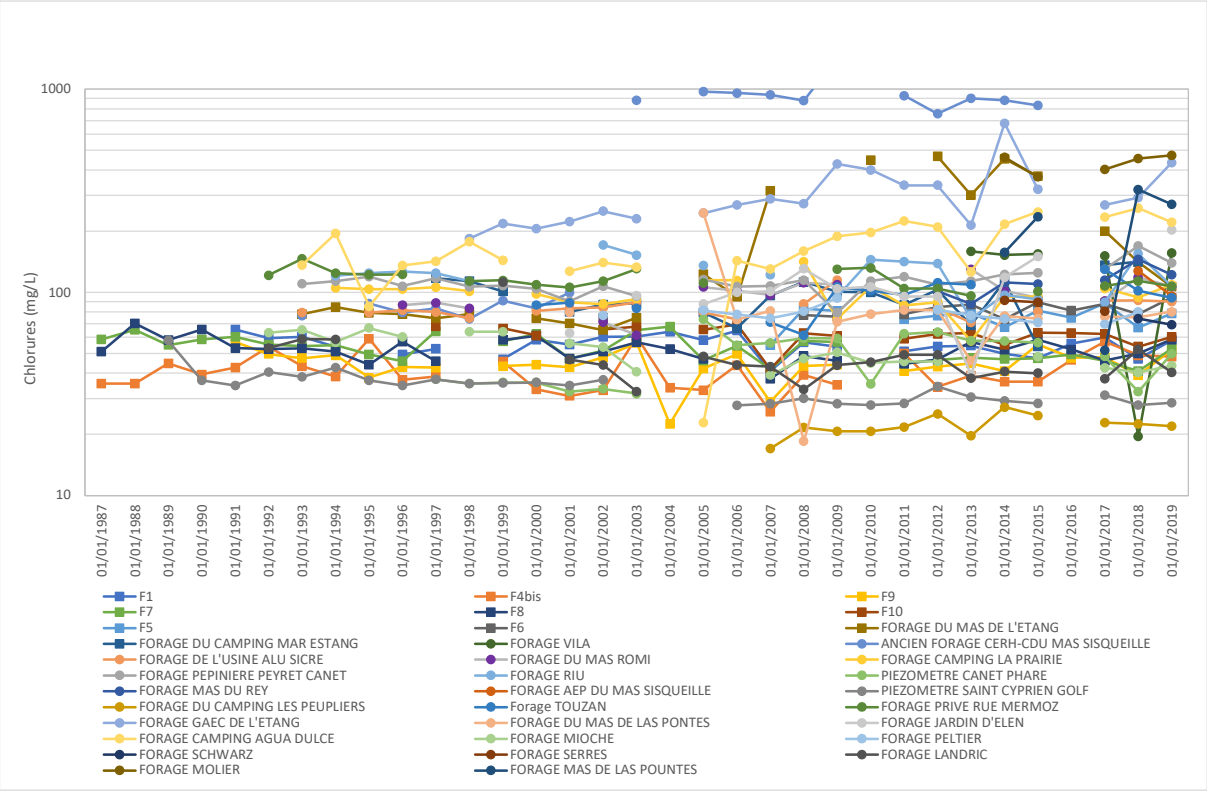



**Figure 296 : Evolution temporelle de la teneur en chlorures sur le secteur Canet/Saint-Nazaire (source Réseau Chlorures et Export ADES)**

### 6.4.2 Relation entre conductivité/chlorures et profondeur

Sur la Figure 297, il apparait que la conductivité des eaux est le reflet de la teneur en chlorures. Sur ce postulat, il est possible d'identifier les niveaux lithologiques correspondant aux teneurs en chlorures les plus élevées dans les ouvrages grâce aux données de diagraphies (Tableau 33). Les ouvrages qui ont fait l'objet d'une diagraphie conductivité/flux (voir Annexe 1) montrent que les horizons les plus riches en chlorures dans l'aquifère sont situés globalement entre 80 et 90 m et entre 106 et 110 m de profondeur. Au-delà, les conductivités mesurées baissent traduisant de fait une diminution des chlorures.

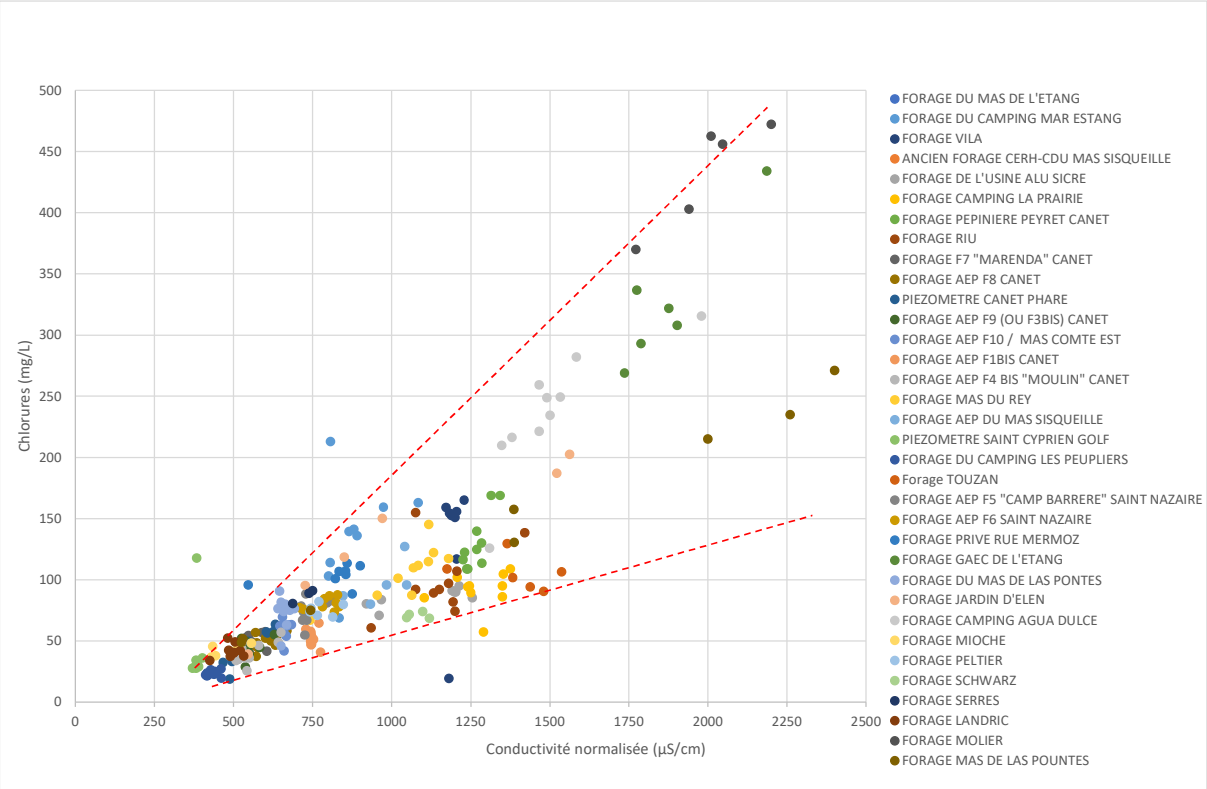



**Figure 297 : Relation conductivité/chlorures sur le secteur Canet/Saint-Nazaire**

| Ouvrage | Aquifère capté | Date de la mesure | Horizons les plus riches en chlorures (m) | Conductivité des niveaux les plus riches en chlorures (µS/cm) | Conductivité globale de l'eau pompée (µS/cm) | Teneur en chlorures en pompage (mg/L) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| F1bis | Pliocène | 2006 | Profil de conductivité homogène | 800 | 800 | 64.8 |
| F4bis | Pliocène | 2006 | 95-99 | 760-790 | 700 | 43.8 |
| F9 | Pliocène | 2004 | 117-115 | 500-530 | 533 | 22.5 |
| F7 | Pliocène | 2004 | Profil de conductivité homogène | 470 | 470 | 67.8 |
| F8 | Pliocène | 2004 | Profil de conductivité homogène | 420 | 420 | 35.4 |
| F10 | Pliocène | 2004 | 74-79 | 560-620 | 620 | 67 |
| F5 | Pliocène | 2006 | 90-95 | 640-700 | 700 | 70 |
| F6 | Pliocène | 2004 | 90-95 | 660-720 | 750 | 77 |

**Tableau 33 : Niveaux les plus riches en chlorures dans les forages AEP sur le secteur Canet/Saint-Nazaire d'après les données de diagraphie**

Après avoir analysé les diagraphies disponibles, il convient d'étudier la relation de dépendance entre la teneur en chlorures et la profondeur captée par les ouvrages, notamment pour les ouvrages captant les horizons les moins profonds. Pour ce faire, nous proposons d'utiliser comme données d'entrée la cote du sommet des crépines. Sur la base des données techniques connues (de nombreux ouvrages privés ne disposant pas de données techniques), la figure suivante illustre la relation « profondeur du top-crépine et la teneur en chlorures ».

Il apparait que dans ce secteur, la disparité semble beaucoup plus forte que dans les autres secteurs étudiés ce qui semble traduire que la distribution verticale des chlorures n'est pas très marquée. A ce titre, plusieurs diagraphies réalisées sur les forages AEP montrent bien une homogénéité verticale de la conductivité (cas des forages F1, F7, F8, cf. Tableau 33). La stratification verticale semble plus marquée dans le secteur proche de l'Etang de Canet/Saint-Nazaire.

Notons le cas du forage du Mas Comte. Sur cet ouvrage, les teneurs en chlorures fluctuent énormément d'une année sur l'autre expliquant son positionnement sur le graphique.

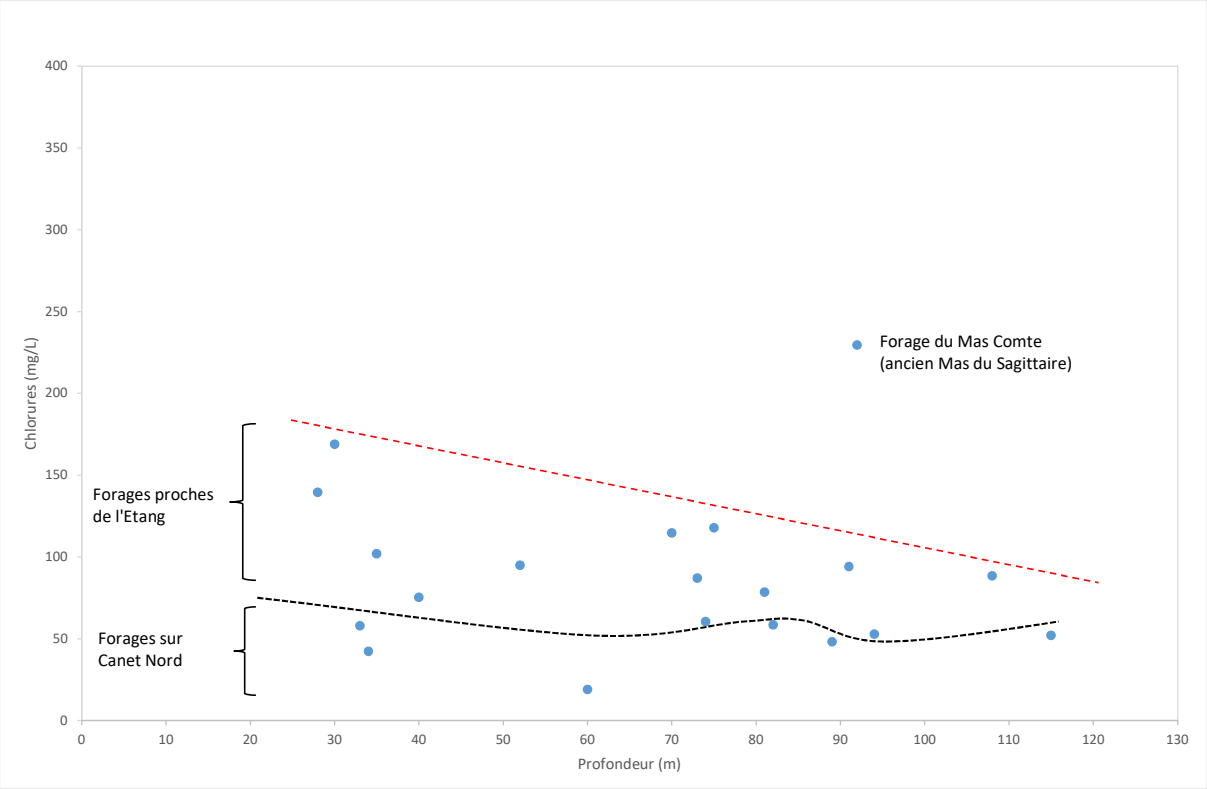



**Figure 298 : Relation entre la cote du top-crépine et les chlorures sur le secteur Canet/Saint-Nazaire (sources Réseau Chlorures 2016/2019)**

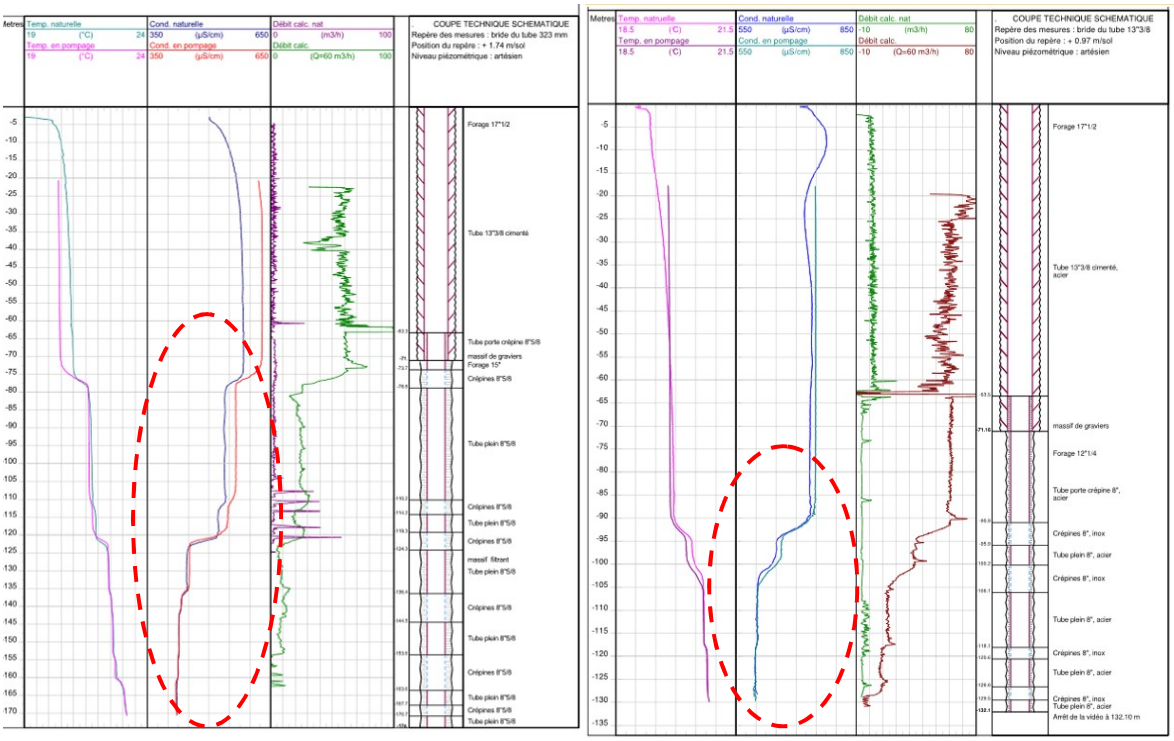



**Figure 299 : Diagraphies de conductivité (F10 à gauche et F5 à droite) montrant une stratification de la conductivité (baisse de la conductivité avec la profondeur)**

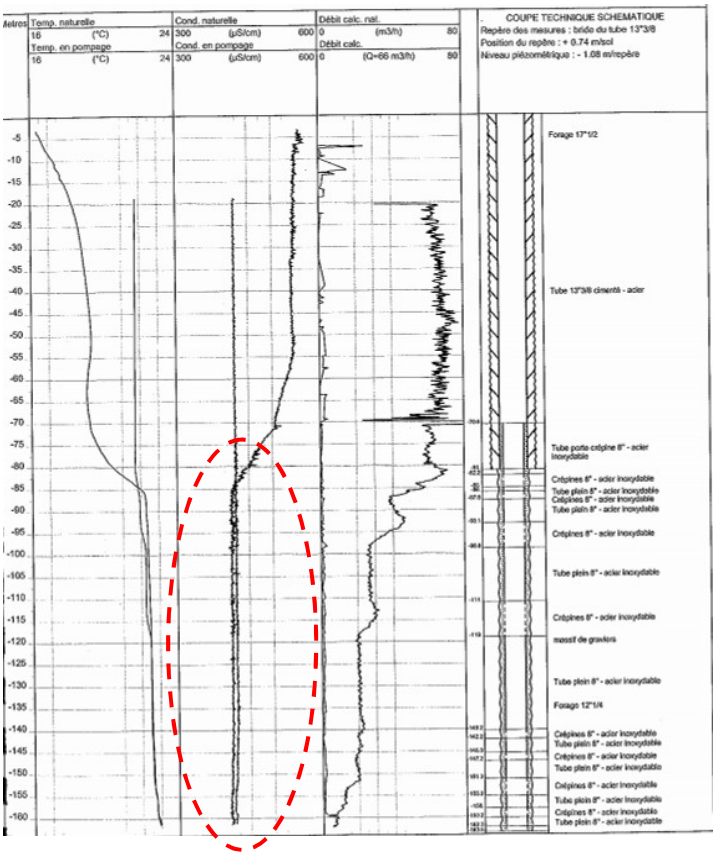



**Figure 300 : Diagraphie de conductivité montrant une non stratification de la conductivité avec la profondeur (F8)**

### 6.4.3 Relation entre les pluies et les chlorures

Pour étudier le degré de dépendance entre pluies et chlorures nous avons croisé pour chaque ouvrage suivi, les analyses chlorures (septembre) avec le cumul mensuel de pluies précédent l'analyse, et ce, à plusieurs pas de temps : de 1 mois cumulé (août) à 24 mois cumulés. Les résultats sont présentés sur la Figure 301.

L'analyse fréquentielle ne fait ressortir aucune fréquence. Si certaines relations sont corrélées (les chlorures augmentent quand le cumul des pluies augmente), à l'inverse d'autres semblent anti-corrélées (les chlorures baissent quand le cumul des pluies augmente). Toutefois, le degré de corrélation reste très faible (compris en moyenne entre -0.14 et 0.14) à l'exception du forage MERMOZ qui semble présenter un bon degré d'anti-corrélation pour des fréquences longues (11 à 21 mois).

Au final, il semblerait que la pluie ne soit pas un réel facteur déterminant des teneurs en chlorures dans l'aquifère pliocène sur secteur.

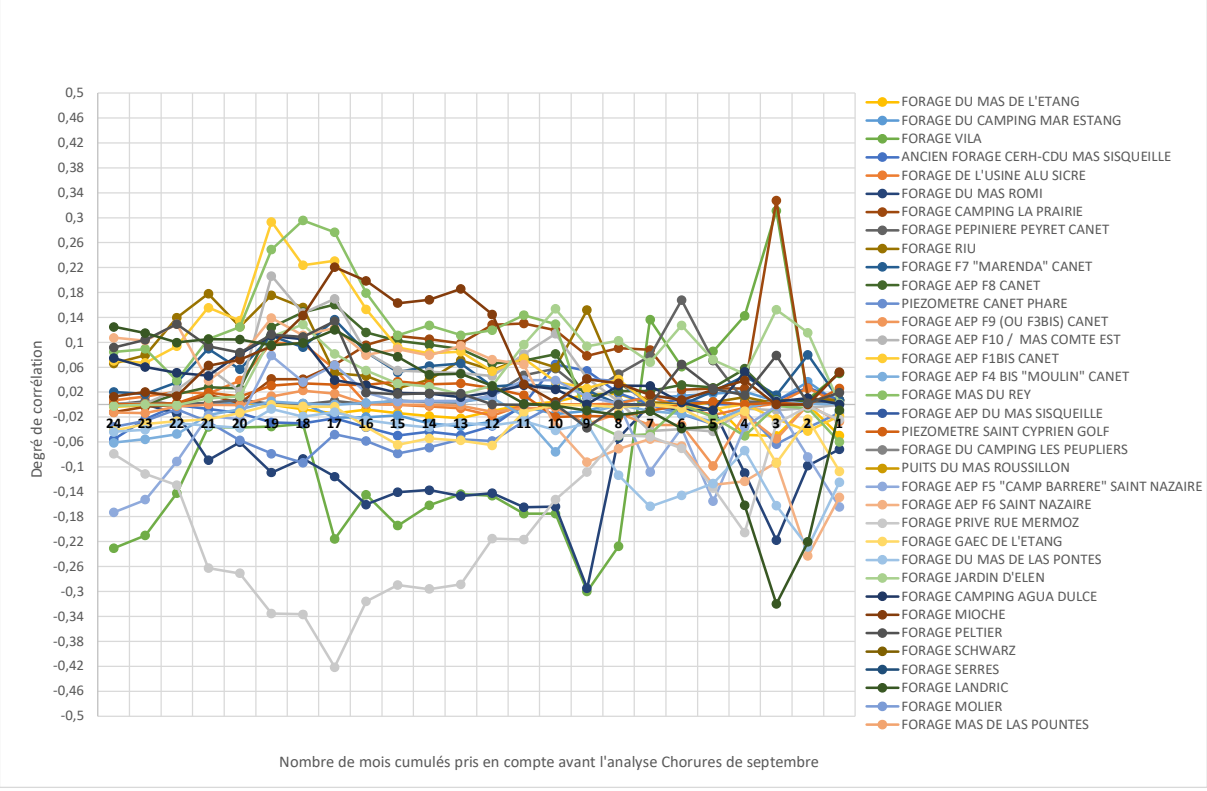



**Figure 301 : Degré de corrélation ($R^2$) entre teneur en chlorures et cumul des pluies mensuels au pas de temps 1 mois à 24 mois sur les ouvrages suivis sur le secteur Canet/Saint-Nazaire**

### 6.4.4 Relation entre débit spécifique et chlorures

Le débit spécifique traduit la productivité d'un forage. Nous avons calculé les débits spécifiques de chaque ouvrage AEP entre 2017 et 2019 sur la base du suivi des chroniques de niveaux d'eau à l'étiage (septembre) et du débit d'exploitation. Les résultats pour les ouvrages AEP sont illustrés sur la Figure 302. Il apparait que les teneurs en chlorures semblent indépendantes du débit spécifique sur le secteur de Canet/Saint-Nazaire.

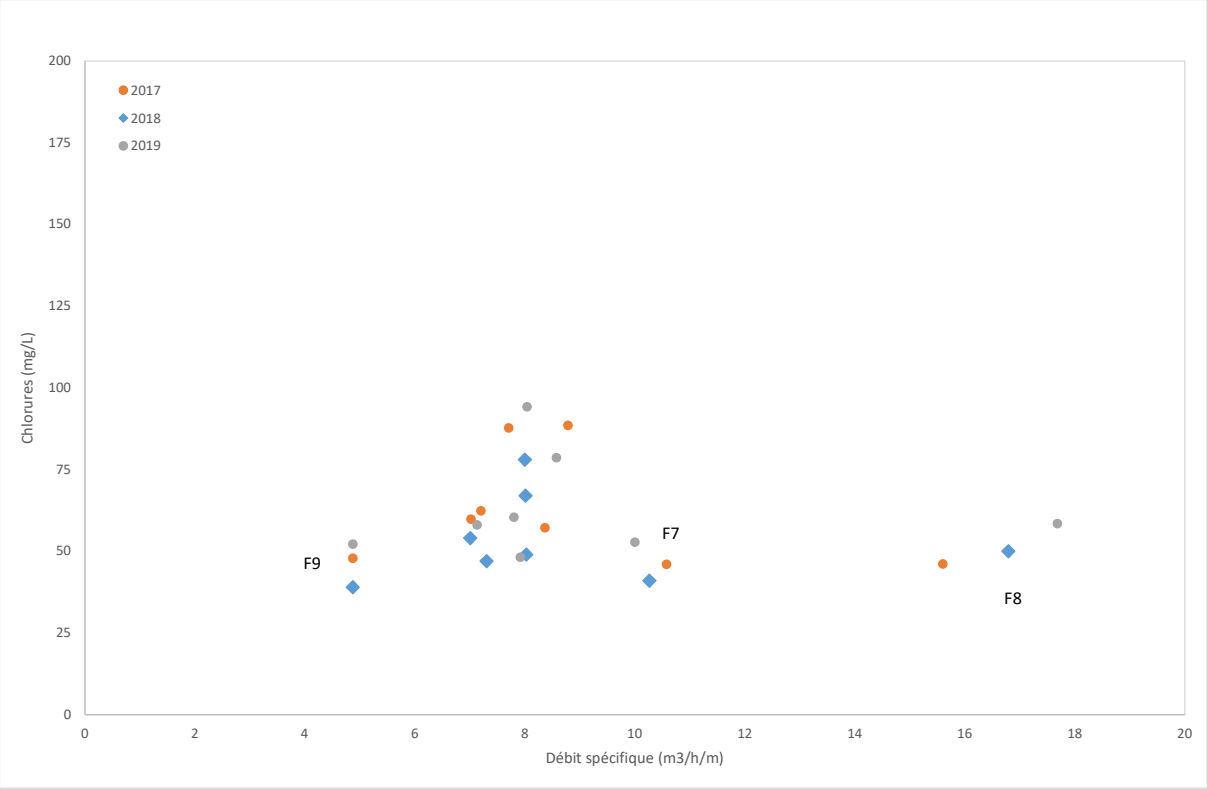



**Figure 302 : Relation entre débit spécifique et teneur en chlorures dans les ouvrages AEP sur le secteur Canet/Saint-Nazaire**

### 6.4.5 Relation entre débits de pompage et chlorures

A large échelle, d'après la Figure 303, il semble que la teneur en chlorures soit indépendante du débit de pompage à l'échelle du secteur de Canet/Saint-Nazaire.

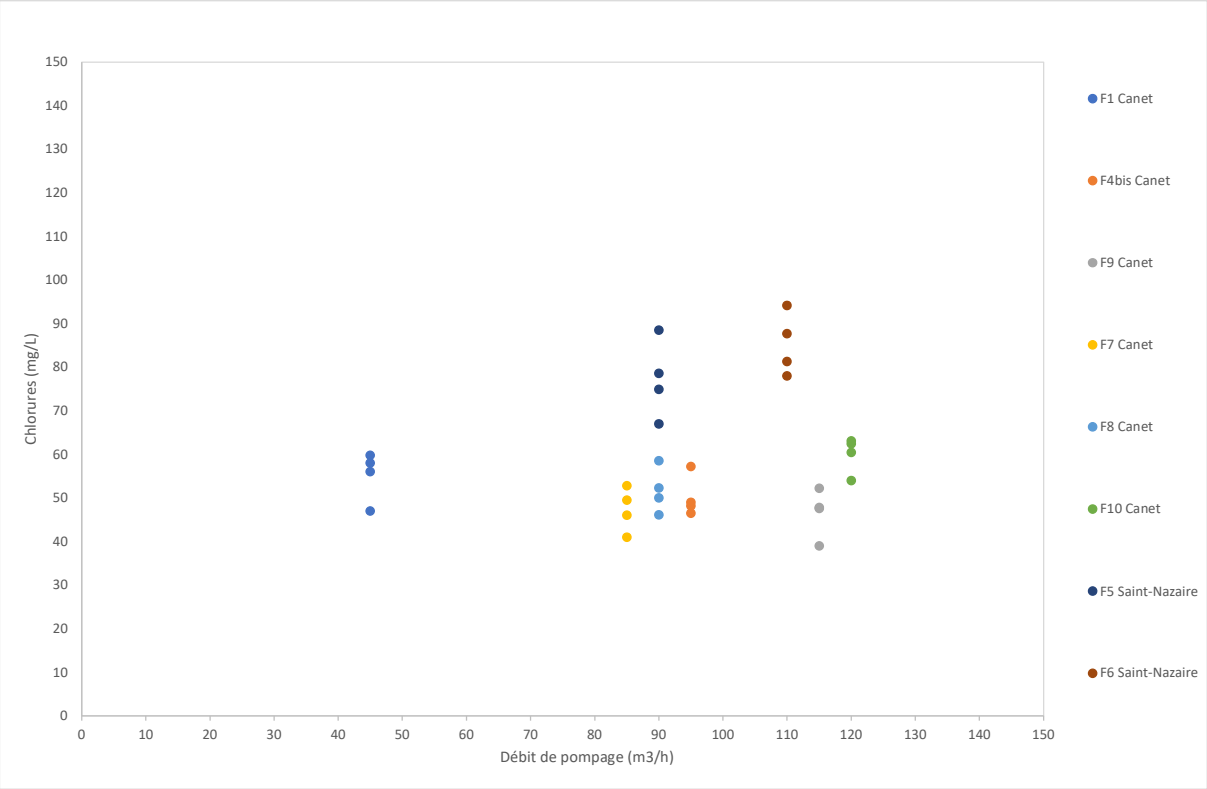



**Figure 303 : Relation entre débit de pompage et chlorures sur le secteur Canet/Saint-Nazaire**

Toutefois, l'étude des données au pas de temps de 15' révèle une relation entre évolution des débits et évolution de la conductivité (donc des chlorures) : certains forages montrent une baisse du débit de pompage en période de forte consommation associée à une légère baisse de la conductivité. La baisse de débit en période d'étiage s'explique par une baisse des niveaux piézométriques qui impose aux pompes d'exploitation une HMT plus importante et donc ces dernières régulent (baisse de 5 à 10 $m^3/h$ selon les ouvrages). C'est le cas des forages évoqués au paragraphe précédents (F5 et F6 à Saint-Nazaire et F10 à Canet : Figure 304).

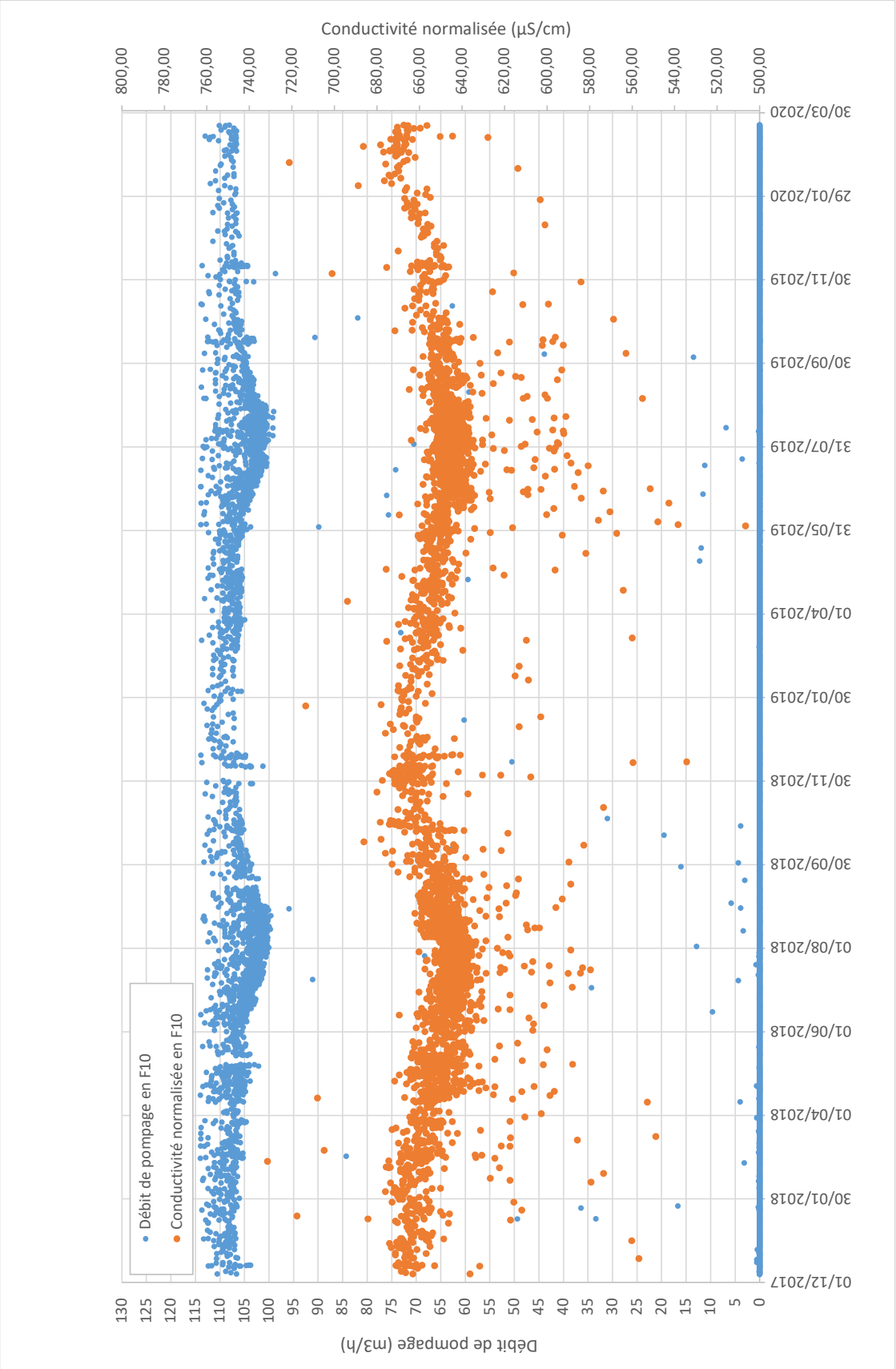



**Figure 304 : Relation entre débit de pompage et conductivité (exemple du forage F10 à Canet)**

### 6.4.6 Relation entre volumes prélevés et chlorures

Pour plusieurs forages, nous avons croisé la chronique de chlorures (analyses réalisées en septembre) avec les volumes prélevés sur le forage considéré et/ou les volumes prélevés sur les forages environnants et ce, à plusieurs échelles :

- Sur le mois précédent l'analyse ;
- Sur le cumul des 2 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 3 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 4 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 5 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 6 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 8 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 10 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 12 mois précédents l'analyse.

Le but étant d'identifier le degré de corrélation le plus élevé. Les données couvrent la période 1998-2019.

L'ouvrage AEP F8 de Canet a semblé montré une évolution de la teneur en chlorures au cours d'un cycle hydrologique lors de la campagne de prélèvements réalisée entre mai 2019 et juillet 2020 dans le cadre de l'Etape 1. De fait, nous avons croisé les teneurs en chlorures mensuelles avec les volumes prélevés sur le forage considéré et/ou avec les volumes prélevés sur les forages environnants et ce, à plusieurs échelles :

- Sur le mois précédent l'analyse ;
- Sur le cumul des 2 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 3 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 4 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 6 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 8 mois précédents l'analyse ;
- Sur le cumul des 12 mois précédents l'analyse.

### *6.4.6.1 Cas des forages « Centre-Ville » de Canet-en-Roussillon : F1bis, F4bis et F9*

Dans un rayon de 2.5 km autour de la zone de captage « Centre-Ville » on trouve les forages AEP suivants :

- F8 à l'Ouest ;
- F10 au Sud ;
- F2 au Nord à Sainte-Marie-la-Mer au Nord.

*Pour F1bis*, il apparait dans le tableau ci-dessous que la teneur en chlorures ne présente pas de bons degrés de corrélation avec le cumul de prélèvements mensuels quels que soient le/les ouvrages considérés.

| | Groupe de forages considérés | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F1bis | F1bis+F 4bis | F1bis+F9 | F1bis+F4bis +F9 | F1bis+F4bis +F9+F8 | F1bis+F4bis +F9+F8+F1 0 | F1bis+F4bis+F9 +F8+F10 +F2 Ste Marie |
| 1 mois (août) | 0.228 | 0.005 | 0.005 | 0.029 | 0.063 | 0.008 | 0.017 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.463 | 0.001 | 0.059 | 0.007 | 0.059 | 0.106 | 0.049 |
| 3 mois (juin à août) | 0.423 | 0.005 | 0.060 | 0.013 | 0.047 | 0.131 | 0.045 |
| 4 mois (mai à août) | 0.217 | 0.017 | 0.035 | 0.024 | 0.076 | 0.172 | 0.061 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.341 | 0.037 | 0.019 | 0.041 | 0.029 | 0.112 | 0.026 |
| 6 mois (mars à août) | 0.224 | 0.027 | 0.026 | 0.034 | 0.001 | 0.105 | 0.028 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.082 | 0.057 | 0.017 | 0.057 | 0.049 | 0.033 | 0.003 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.150 | 0.088 | 0.002 | 0.098 | 0.119 | 0.017 | 0.001 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.115 | 0.080 | 0.002 | 0.092 | 0.004 | 0.079 | 0.045 |

**Tableau 34 : Degré de corrélation $R^2$ entre teneur en chlorures sur le forage AEP F1bis à Canet-en-Roussillon et les volumes prélevés dans les forages environnants**

*Pour F4bis*, il apparait dans le tableau ci-dessous que la teneur en chlorures ne présente pas de bons degrés de corrélation avec le cumul de prélèvements mensuels quels que soient le/les ouvrages considérés.

| | Groupe de forages considérés | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F4bis | F4bis+F1 | F4bis+F9 | F1bis+F4bis +F9 | F1bis+F4bis +F9+F8 | F1bis+F4bis +F9+F8+F1 0 | F1bis+F4bis+F9 +F8+F10 +F2 Ste Marie |
| 1 mois (août) | 0.112 | 0.163 | 0.087 | 0.124 | 0.003 | 0.014 | 0.001 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.165 | 0.304 | 0.096 | 0.184 | 0.005 | 0.055 | 0.017 |
| 3 mois (juin à août) | 0.155 | 0.305 | 0.096 | 0.192 | 0.042 | 0.057 | 0.020 |
| 4 mois (mai à août) | 0.190 | 0.322 | 0.135 | 0.213 | 0.091 | 0.073 | 0.044 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.203 | 0.317 | 0.128 | 0.198 | 0.033 | 0.128 | 0.109 |
| 6 mois (mars à août) | 0.214 | 0.326 | 0.128 | 0.205 | 0.003 | 0.149 | 0.158 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.169 | 0.291 | 0.078 | 0.159 | 0.001 | 0.224 | 0.231 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.125 | 0.193 | 0.044 | 0.115 | 0.002 | 0.259 | 0.284 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.120 | 0.231 | 0.041 | 0.086 | 0.004 | 0.211 | 0.231 |

**Tableau 35 : Degré de corrélation $R^2$ entre teneur en chlorures sur le forage AEP F4 à Canet-en-Roussillon et les volumes prélevés dans les forages environnants**

*Pour F9*, il apparait dans le tableau ci-dessous que la teneur en chlorures ne présente pas de bons degrés de corrélation avec le cumul de prélèvements mensuels quels que soient le/les ouvrages considérés.

| | Groupe de forages considérés | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F9 | F9+F1bis | F4bis+F9 | F1bis+F4bis +F9 | F1bis+F4bis +F9+F8 | F1bis+F4bis +F9+F8+F10 | F1bis+F4bis+F9 +F8+F10 +F2 Ste Marie |
| 1 mois (août) | 0.010 | 0.019 | 0.019 | 0.015 | 0.026 | - | - |
| 2 mois (juil. à août) | 0.002 | 0.002 | 0.017 | 0.033 | 0.0001 | - | - |
| 3 mois (juin à août) | 0.004 | 0.05 | 0.026 | 0.072 | 0.084 | - | - |
| 4 mois (mai à août) | 0.083 | 0.046 | 0.025 | 0.058 | 0.100 | - | - |
| 5 mois (avr. à août) | 0.001 | 0.029 | 0.015 | 0.042 | 0.034 | - | - |
| 6 mois (mars à août) | 0.001 | 0.024 | 0.011 | 0.040 | - | - | - |
| 8 mois (janv. à août) | 0.009 | 0.013 | 0.003 | 0.028 | - | - | - |
| 10 mois (nov. à août) | 0.020 | 0.004 | 0.001 | 0.016 | - | - | - |
| 12 mois (sept. à août) | 0.015 | 0.001 | 0.001 | 0.006 | - | - | - |

**Tableau 36 : Degré de corrélation $R^2$ entre teneur en chlorures sur le forage AEP F9 à Canet-en-Roussillon et les volumes prélevés dans les forages environnants**

### *6.4.6.2 Cas du forage « isolé » F8*

Dans un rayon de 2 km autour du forage on trouve les forages AEP groupés F1bis, F4bis et F9 à l'Ouest.

Il apparait dans le tableau ci-dessous que la teneur en chlorures en septembre ne présente pas de bons degrés de corrélation avec le cumul de prélèvements mensuels quels que soient le/les ouvrages considérés.

| | Groupe de forages considérés | | | |
|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F8 | F1bis+F4bis+F9+F8 | F1bis+F4bis+F9+F8+ F10 | F1bis+F4bis+F9+F8+F10 +F2 Ste Marie |
| 1 mois (août) | 0.015 | 0.013 | - | 0.021 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.006 | 0.024 | - | 0.048 |
| 3 mois (juin à août) | 0.012 | 0.018 | - | 0.030 |
| 4 mois (mai à août) | 0.010 | 0.023 | - | 0.001 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.005 | 0.024 | - | - |
| 6 mois (mars à août) | 0.005 | 0.010 | - | - |
| 8 mois (janv. à août) | 0.023 | 0.028 | - | - |
| 10 mois (nov. à août) | 0.013 | 0.024 | - | - |
| 12 mois (sept. à août) | 0.001 | 0.034 | - | - |

**Tableau 37 : Degré de corrélation $R^2$ entre teneur en chlorures sur le forage AEP F8 à Canet-en-Roussillon et les volumes prélevés dans les forages environnants**

Après l'étude du croisement entre chlorures (1 analyse par an en septembre) et volumes mensuels prélevés sur la période 1998-2019, nous avons étudié ce même croisement sur la base d'une année hydrologique complète avec les données mensuelles chlorures issues de la campagne de prélèvement réalisée entre mai 2019 et juillet 2020. Pour chaque analyse mensuelle, nous avons de nouveau regardé le degré de corrélation à 1, 2, 3, 4, 6, 8 et 12 mois de cumul de volumes prélevés.

D'après le tableau ci-dessous, les degrés de corrélation sont bons : $R^2>0.65$ avec les cumuls de volumes prélevés. Les meilleurs ajustements correspondent aux croisements 2, 3 et 4 avec des temps de cumuls de 3 mois. Toutefois, ces bons degrés de corrélation peuvent être également le fait de la faible variabilité des teneurs sur cet ouvrage (entre 46 et 59 µg/L).

| | Groupe de forages considérés | | | |
|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F8 | F1bis+F4bis+F9+F8 | F1bis+F4bis+F9+F8+ F10 | F1bis+F4bis+F9+F8+F10 +F2 Ste Marie |
| 1 mois | 0.02 | 0.25 | 0.26 | 0.26 |
| 2 mois | 0.32 | 0.55 | 0.57 | 0.52 |
| 3 mois | 0.52 | 0.66 | 0.67 | 0.64 |
| 4 mois | 0.60 | 0.63 | 0.63 | 0.62 |
| 6 mois | 0.59 | 0.43 | 0.43 | 0.45 |
| 8 mois | 0.22 | 0.09 | 0.10 | 0.11 |
| 12 mois | 0.18 | 0.01 | 0.02 | 0.04 |

**Tableau 38 : Degré de corrélation $R^2$ entre teneur en chlorures sur F8 à Canet et les volumes prélevés dans les forages environnants**

Nous présentons ci-après sur la Figure 305 le détail des corrélations selon le croisement le mieux adapté.

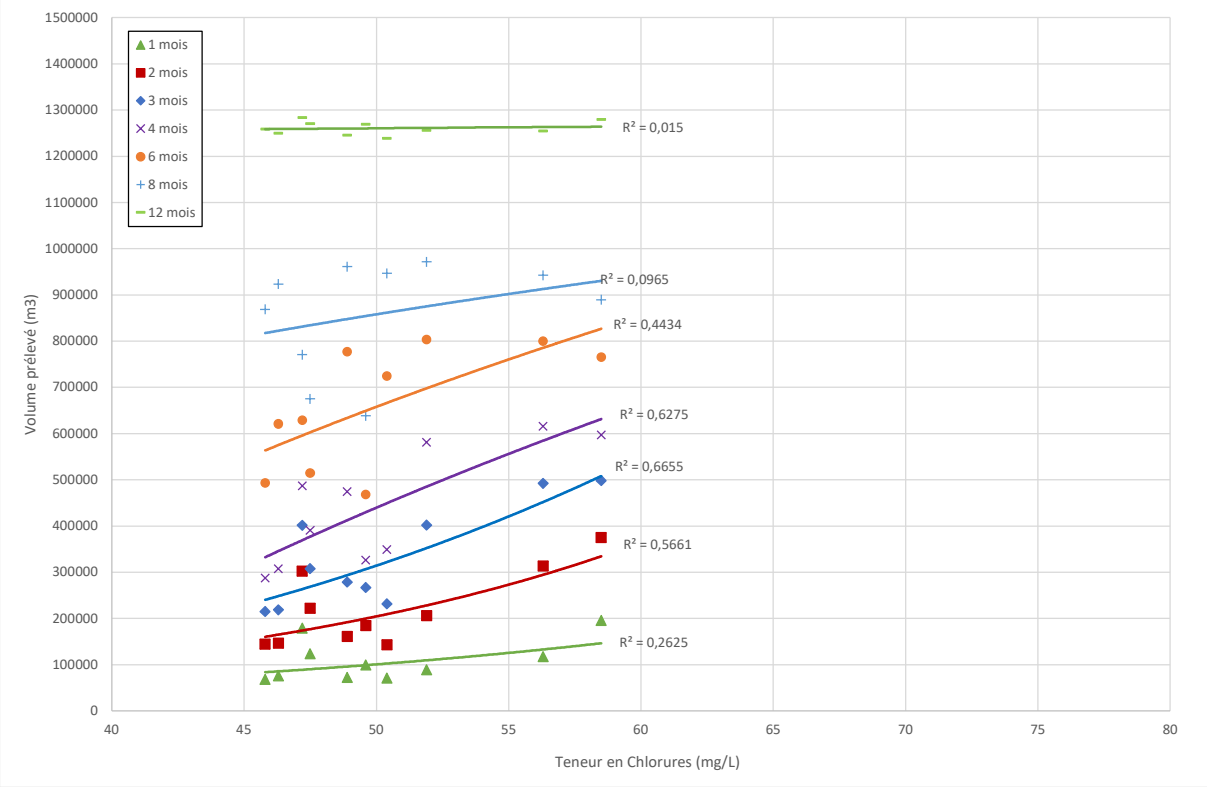



**Figure 305 : Corrélation entre les chlorures mesurés sur F8 Canet (2019-2020) et le cumul des prélèvements mensuels sur les ouvrages F1bis, F4bis, F9, F8 et F10 à Canet**

### *6.4.6.3 Cas du forage « isolé » F10*

Dans un rayon de 2 km autour du forage on trouve les forages AEP suivants :

- Les forages groupés F1bis, F4bis et F9 au Nord ;
- Les forages F5 et F6 au Sud à Saint-Nazaire.

Il apparait dans le tableau ci-dessous que la teneur en chlorures ne présente pas de bons degrés de corrélation avec le cumul de prélèvements mensuels quels que soient le/les ouvrages considérés.

| | Groupe de forages considérés | | | |
|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F10 | F10+F5+F6 | F10+F1bis+F4bis+F9 | F10 +F1bis+F4bis+F9+F5+F6 |
| 1 mois (août) | 0.015 | 0.150 | 0.013 | 0.005 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.003 | 0.143 | 0.003 | 0.048 |
| 3 mois (juin à août) | 0.002 | 0.053 | 0.009 | 0.025 |
| 4 mois (mai à août) | 0.001 | 0.009 | 0.003 | 0.001 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.001 | 0.001 | 0.022 | 0.005 |
| 6 mois (mars à août) | 0.002 | 0.010 | 0.002 | 0.001 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.001 | 0.001 | 0.025 | 0.006 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.002 | 0.003 | 0.060 | 0.038 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.001 | 0.009 | 0.056 | 0.027 |

**Tableau 39 : Degré de corrélation $R^2$ entre teneur en chlorures sur le forage AEP F10 à Canet-en-Roussillon et les volumes prélevés dans les forages environnants**

### *6.4.6.4 Cas du forage « isolé » F7*

Dans un rayon de 2.8 km autour du forage on trouve les forages AEP suivants :

- F8 au Nord ;
- F10 à l'Ouest.

Il apparait dans le tableau ci-dessous que la teneur en chlorures ne présente pas de bons degrés de corrélation avec le cumul de prélèvements mensuels quels que soient le/les ouvrages considérés.

| | Groupe de forages considérés | | |
|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F7 | F7+F8 | F7+F8+F10 |
| 1 mois (août) | - | 0.037 | 0.030 |
| 2 mois (juil. à août) | - | 0.133 | 0.050 |
| 3 mois (juin à août) | - | 0.0.36 | 0.030 |
| 4 mois (mai à août) | - | 0.029 | 0.028 |
| 5 mois (avr. à août) | - | 0.002 | 0.012 |
| 6 mois (mars à août) | - | 0.001 | 0.010 |
| 8 mois (janv. à août) | - | 0.056 | 0.001 |
| 10 mois (nov. à août) | - | 0.12 | 0.001 |
| 12 mois (sept. à août) | - | 0.103 | 0.001 |

**Tableau 40 : Degré de corrélation $R^2$ entre teneur en chlorures sur le forage AEP F7 à Canet-en-Roussillon et les volumes prélevés dans les forages environnants**

### *6.4.6.5 Cas des forages F5 et F6*

Dans un rayon de 2 km autour de la zone de captage de Saint-Nazaire, on trouve uniquement le forage F10 de Canet-en-Roussillon au Nord.

Il apparait dans les tableaux ci-dessous que la teneur en chlorures sur le forage F6 pourrait présenter un lien de corrélation avec le cumul de prélèvements mensuels. Le meilleur ajustement s'obtient avec le croisement n°2, c'est-à-dire avec le cumul de prélèvements mensuels sur les forages AEP F5+F6 au pas de temps de 2 mois (0.50). Par extrapolation, la teneur en chlorures pourrait dépasser la limite fixée par le Code de la Santé Publique (200 mg/L) en fin de période estivale au-delà de 360 000 $m^3$ prélevés sur juillet/août (Figure 306). Pour rappel, à l'heure actuelle, le prélèvement cumulé sur ces deux forages sur juillet/août varie de 80 000 à 140 000 $m^3$.

Ces valeurs sont à prendre avec précautions compte tenu des valeurs plutôt faibles de teneur en chlorure dans le forage (<95 mg/L) et de sa faible variabilité dans le temps (73 à 94 mg/L). Au même titre, la réversibilité temporelle est difficilement observable (Figure 307).

| | Groupe de forages considérés | | |
|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F5 | F5+F6 | F5+F6+F10 |
| 1 mois (août) | 0.409 | 0.328 | 0.250 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.434 | 0.349 | 0.150 |
| 3 mois (juin à août) | 0.352 | 0.270 | 0.112 |
| 4 mois (mai à août) | 0.264 | 0.237 | 0.068 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.270 | 0.237 | 0.056 |
| 6 mois (mars à août) | 0.289 | 0.272 | 0.130 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.255 | 0.244 | 0.120 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.207 | 0.150 | 0.077 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.158 | 0.090 | 0.039 |

**Tableau 41 : Degré de corrélation $R^2$ entre teneur en chlorures sur F5 à Saint-Nazaire et les volumes prélevés dans les forages environnants**

| | Groupe de forages considérés | | |
|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F6 | F5+F6 | F5+F6+F10 |
| 1 mois (août) | 0.146 | 0.278 | 0.098 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.255 | 0.500 | 0.156 |
| 3 mois (juin à août) | 0.255 | 0.414 | 0.267 |
| 4 mois (mai à août) | 0.178 | 0.319 | 0.088 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.228 | 0.356 | 0.077 |
| 6 mois (mars à août) | 0.285 | 0.391 | 0.068 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.305 | 0.375 | 0.098 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.265 | 0.321 | 0.120 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.225 | 0.268 | 0.113 |

**Tableau 42 : Degré de corrélation $R^2$ entre teneur en chlorures sur F6 à Saint-Nazaire et les volumes prélevés dans les forages environnants**

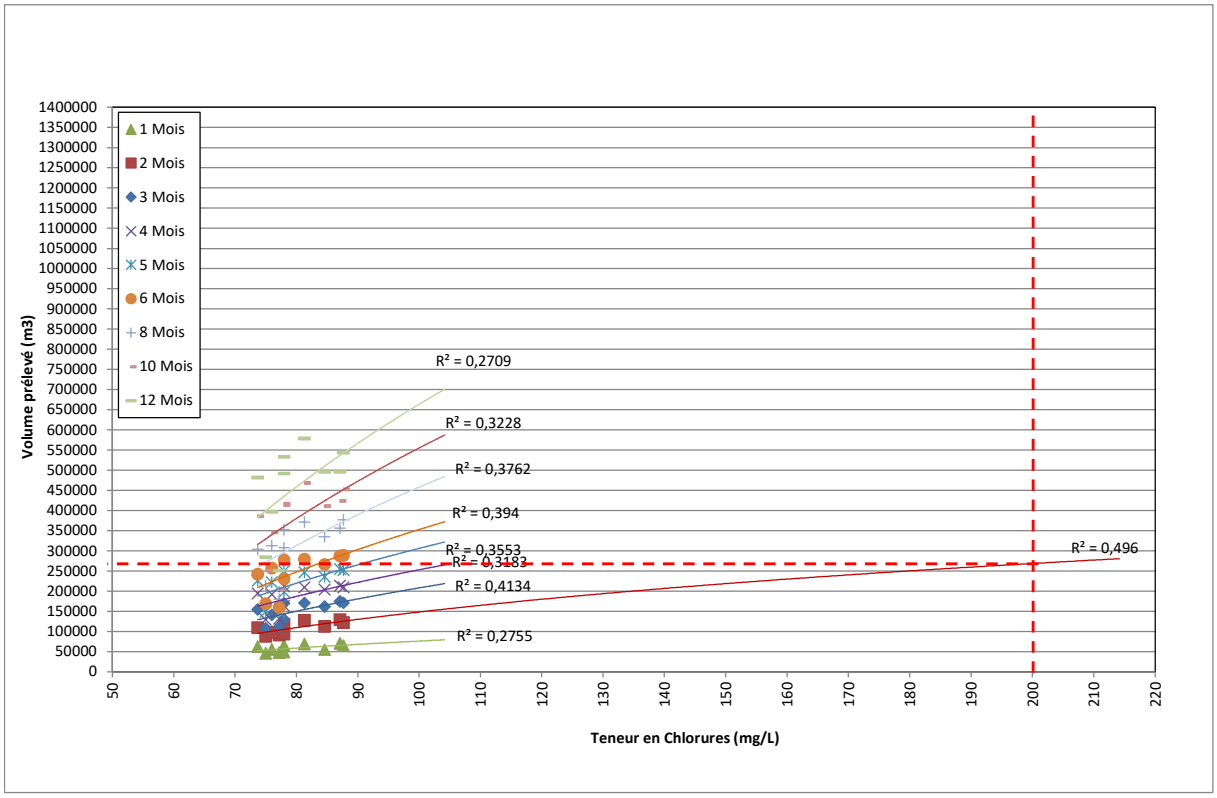



**Figure 306 : Corrélation entre les chlorures sur F6 et le cumul des prélèvements mensuels sur F5+F6 à Saint-Nazaire**

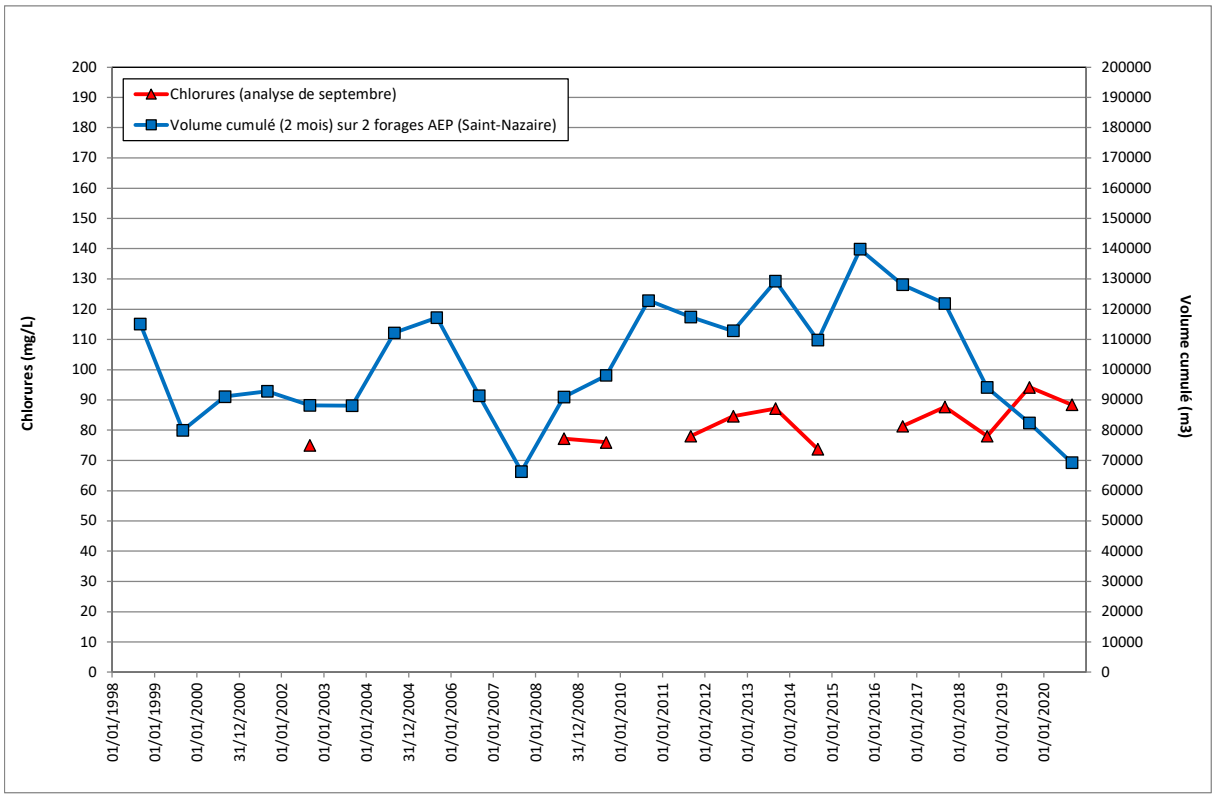



**Figure 307 : Evolution temporelle de la teneur en chlorures sur le F6 Saint-Nazaire et du cumul de prélèvements mensuels (2 mois) sur les 2 ouvrages AEP de Saint-Nazaire**

### *6.4.6.6 Cas des forages privés suivis à Saint-Nazaire*

Autour des forages privés suivis à Saint-Nazaire, on trouve uniquement la zone de captage AEP de Saint-Nazaire (F5/F6).

Il apparait dans les tableaux ci-dessous que les teneurs en chlorures dans 2 forages présentent un degré de corrélation avec les cumuls de prélèvements mensuels sur les deux ouvrages AEP F5/F6. Toutefois, il semblerait d'après le SMNPR qu'il y ait un doute sur les mesures de chlorures dans l'ouvrage « Jardin d'Elen » : il est fort probable que ne soit pas tout le temps le même ouvrage qui ait été prélevé. De ce fait, nous l'écarterons des tests. Au final, seul l'ouvrage du Camping Aqua Dulce semble présenter un degré de corrélation avec le cumul de prélèvement mensuel sur 12 mois précédents l'analyse.

Par extrapolation, une première approche serait de dire que la teneur en chlorures dans le forage Aqua Dulce dépasse la limite fixée par le Code de la Santé Publique (200 mg/L) en fin de période estivale dès lors que le prélèvement cumulé sur les deux forages AEP F5+F6 dépasse 350 000 $m^3$ sur 12 mois (Figure 308). De plus, l'évolution temporelle de la teneur en chlorures dans ce forage mise en parallèle des prélèvements cumulés sur F5 et F6 sur 12 mois, semblerait indiquer une probable réversibilité avec une baisse des chlorures consécutivement à la baisse des prélèvements (Figure 309).

| | Mermoz (BSS002MRHK) | Mioche (BSS002MRKD) | Mas de Las Poutes (BSS002MUUP) | Jardin d'Elen (BSS002MUVD) | Landric (BSS002MRHS) | Camping Aqua Dulce (BSS002MRJP) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F5/F6 | F5/F6 | F5/F6 | F5/F6 | F5/F6 | F5/F6 |
| 1 mois (août) | 0.002 | 0.081 | 0.009 | 0.567 | 0.006 | 0.332 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.004 | 0.121 | 0.017 | 0.526 | 0.024 | 0.433 |
| 3 mois (juin à août) | 0.013 | 0.119 | 0.002 | 0.580 | 0.015 | 0.444 |
| 4 mois (mai à août) | 0.056 | 0.121 | 0.003 | 0.663 | 0.003 | 0.469 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.056 | 0.138 | 0.003 | 0.682 | 0.001 | 0.485 |
| 6 mois (mars à août) | 0.045 | 0.135 | 0.004 | 0.686 | 0.002 | 0.506 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.043 | 0.191 | 0.010 | 0.757 | 0.014 | 0.579 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.047 | 0.293 | 0.011 | 0.776 | 0.017 | 0.571 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.084 | 0.363 | 0.010 | 0.749 | 0.019 | 0.683 |

**Tableau 43 : Degré de corrélation $R^2$ entre teneur en chlorures dans les forages privés de Saint-Nazaire et les volumes prélevés dans les forages environnants F5+F6**

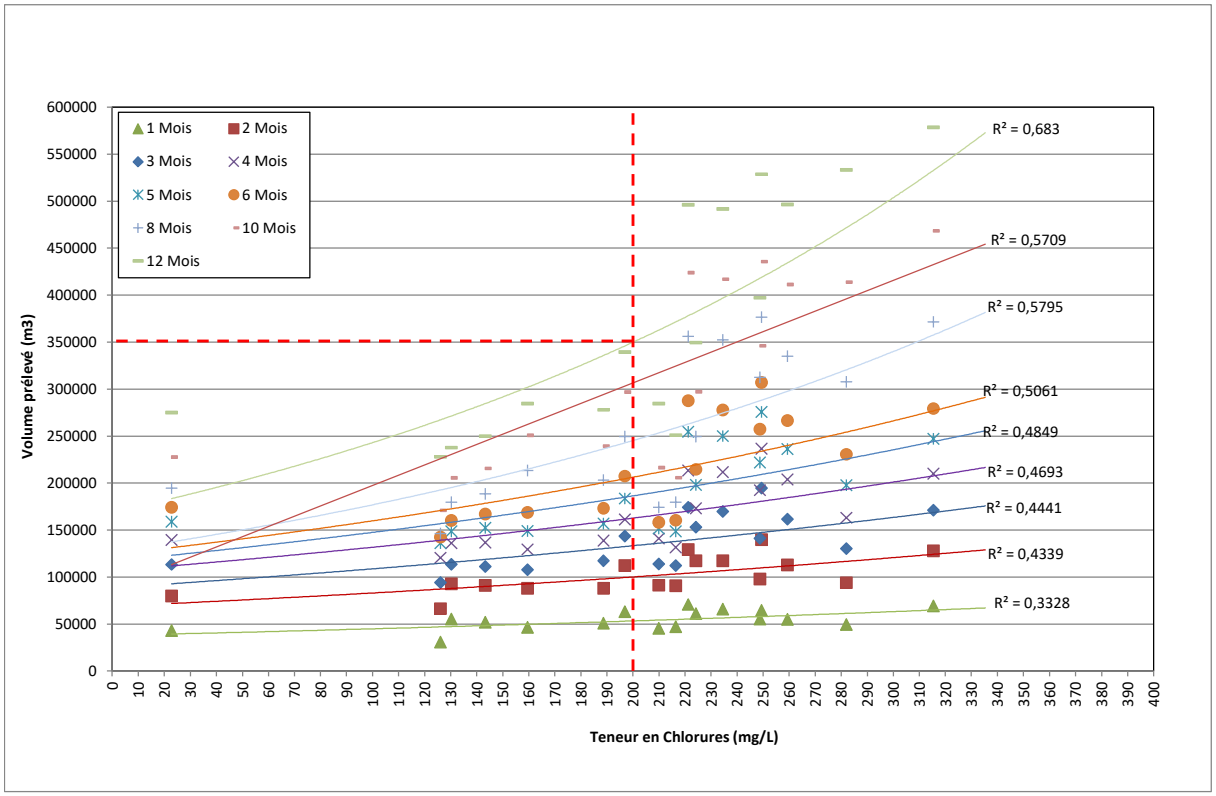



**Figure 308 : Corrélation entre les chlorures sur le forage du camping Aqua Dulce (BSS002MRJP) et le cumul des prélèvements mensuels sur F5+F6 à Saint-Nazaire**

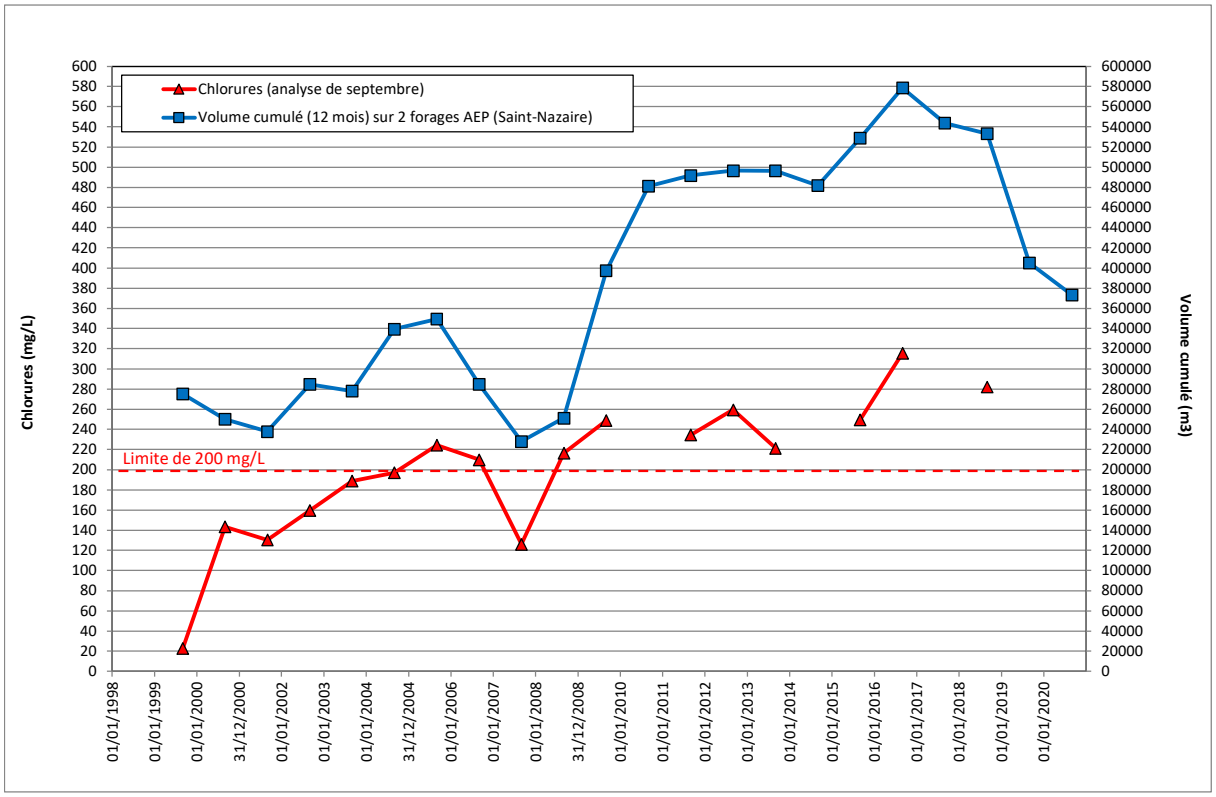



**Figure 309 : Evolution temporelle de la teneur en chlorures sur le forage du camping Aqua Dulce (BSS002MRJP) et du cumul de prélèvements mensuels (2 mois) sur les 2 ouvrages AEP de Saint-Nazaire**

### *6.4.6.7 Cas des forages privés suivis à Canet-en-Roussillon à l'Ouest de l'Etang*

Autour de ces forages privés suivis on trouve les zones de captage AEP :

- F5 et F6 au Sud à Saint-Nazaire ;
- F10.

Il apparait dans le tableau ci-dessous que les teneurs en chlorures dans les 4 forages testés présentent de mauvais degrés de corrélation avec les cumuls de prélèvements mensuels sur les deux ouvrages F5/F6.

En intégrant les prélèvements sur le forage F10, les teneurs en chlorures dans le forage du Mas Rey présente une bonne corrélation avec le cumul des prélèvement mensuels sur F5+F6+F10, avec un ajustement optimal au pas de temps 4 mois (0.84). Par extrapolation, il semblerait que la teneur en chlorures atteigne la valeur de 200 mg/L en fin de période estivale pour un total prélevé sur ces 3 ouvrages AEP entre mai et août d'environ 480 000 $m^3$ (Figure 310). A l'heure actuelle, les volumes prélevés cumulés sur F5+F6+F10 sur cette même période varient entre 230 000 et 350 000 $m^3$. De plus, l'évolution temporelle de la teneur en chlorures dans ce forage Mas Rey confrontée aux prélèvements cumulés sur F5/F6/F10 sur 4 mois, semblerait indiquer une probable réversibilité avec une baisse des chlorures consécutivement à la baisse des prélèvements (Figure 311).

| | Gaec de l'Etang (BSS002MRLF) | | Peltier (BSS002MRKG) | | Mas Sisquielle (BSS002MRGM) | | Mas Rey (BSS002MRLZ) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F5+F6 | F5+F6+F10 | F5+F6 | F5+F6+F10 | F5+F6 | F5+F6+F10 | F5+F6 | F5+F6+F10 |
| 1 mois (août) | 0.031 | 0.020 | 0.101 | 0.002 | 0.013 | 0.160 | 0.112 | 0.261 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.037 | 0.067 | 0.109 | 0.011 | 0.007 | 0.048 | 0.163 | 0.531 |
| 3 mois (juin à août) | 0.003 | 0.074 | 0.117 | 0.010 | 0.001 | 0.067 | 0.190 | 0.712 |
| 4 mois (mai à août) | 0.001 | 0.053 | 0.160 | 0.047 | 0.021 | 0.004 | 0.190 | 0.848 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.001 | 0.061 | 0.165 | 0.047 | 0.014 | 0.001 | 0.145 | 0.736 |
| 6 mois (mars à août) | 0.001 | 0.087 | 0.155 | 0.031 | 0.008 | 0.009 | 0.110 | 0.643 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.001 | 0.062 | 0.133 | 0.075 | 0.004 | 0.001 | 0.059 | 0.591 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.002 | 0.053 | 0.096 | 0.076 | 0.003 | 0.001 | 0.020 | 0.542 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.002 | 0.041 | 0.093 | 0.053 | 0.022 | 0.001 | 0.003 | 0.552 |

**Tableau 44 : Degré de corrélation $R^2$ entre teneur en chlorures dans les forages à l'Ouest de l'Etang de Canet et les volumes prélevés dans les forages environnants**

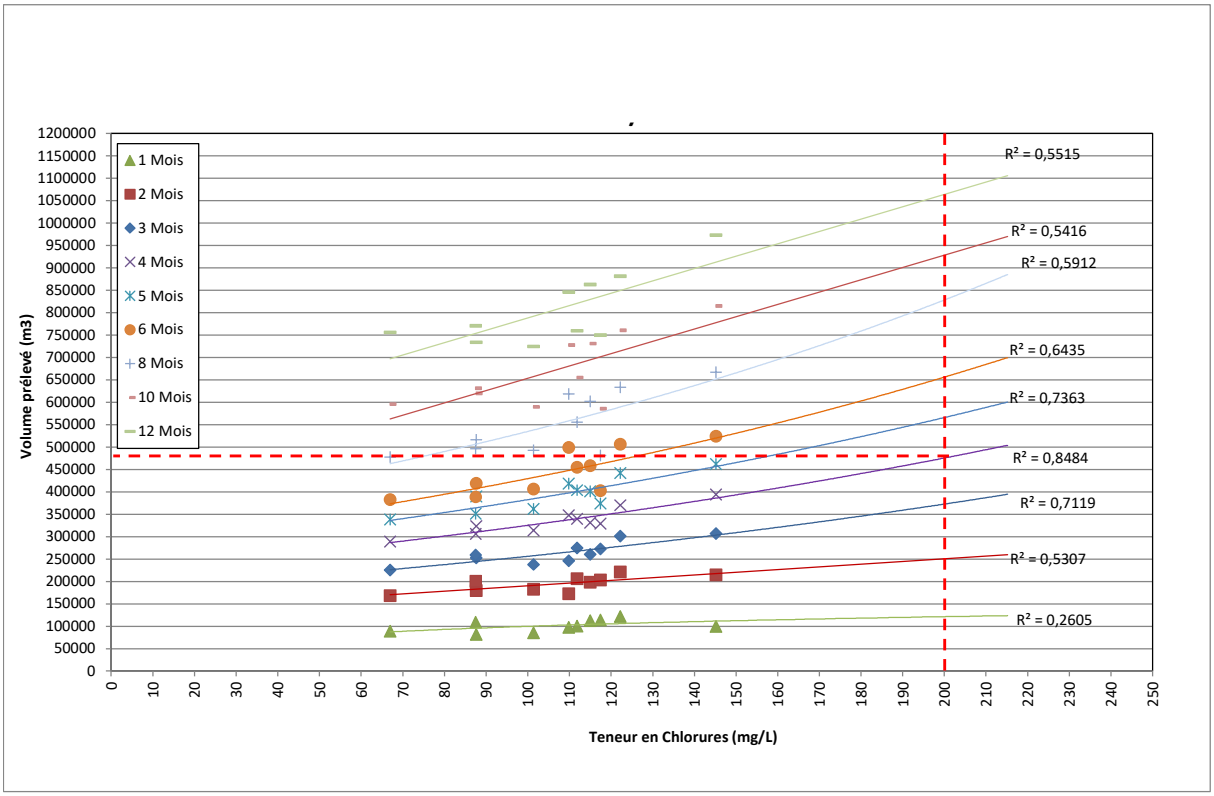



**Figure 310 : Corrélation entre les chlorures sur le forage du Mas Rey (BSS002MRLZ) et le cumul des prélèvements mensuels sur F5+F6 à Saint-Nazaire et F10 à Canet**

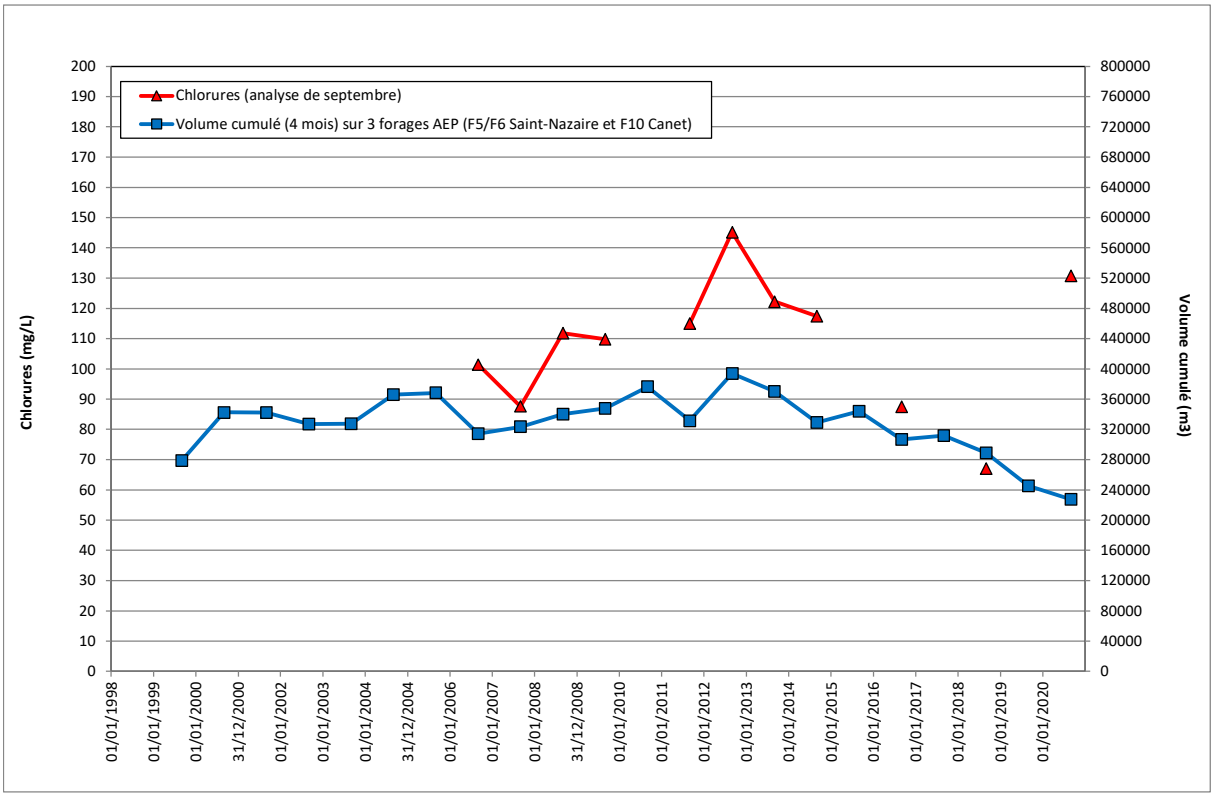



**Figure 311 : Evolution temporelle de la teneur en chlorures sur le forage du Mas Rey (BSS002MRLZ) et du cumul de prélèvements mensuels (4 mois) sur les 3 ouvrages AEP F5/F6 à Saint-Nazaire et F10 à Canet**

#### *6.4.6.8 Cas des forages privés suivis à Canet-en-Roussillon au Nord-Ouest de l'Etang*

Autour de ces forages privés suivis on trouve les zones de captage AEP suivantes :

- F10 ;
- Le groupe des forages « Centre-Ville » F1bis, F4bis, F9 ;
- F8 plus à l'Est.

Il apparait dans les tableaux ci-dessous que les teneurs en chlorures dans les forages testés présentent un faible degré de corrélation avec les cumuls de prélèvements mensuels sur les ouvrages AEP environnants.

Seul l'ouvrage de l'Usine Alu Sicre montre un degré de corrélation avec le prélèvement mensuel cumulé sur 4 ou 5 mois sur l'ouvrage AEP F1bis ($R^2$=0.51) qui est l'ouvrage le plus proche à l'Est. Par extrapolation, la teneur en chlorures dans l'eau de l'aquifère pourrait atteindre la valeur de 200 mg/L en fin de période estivale pour un total prélevé sur F1bis de 180 000 $m^3$ en 5 mois (Figure 312). De plus, l'évolution temporelle de la teneur en chlorures dans ce forage de l'usine Alu Sicre confrontée aux prélèvements cumulés sur F1bis sur 5 mois (avril à août), semblerait indiquer une probable réversibilité avec une baisse des chlorures consécutivement à la baisse des prélèvements (Figure 313).

| | Vila (BSS002MRMA) | | | | Pépinière Peyret (BSS002MRJW) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F10 | F10+F1bis | F10+ F1bis+F4 bis+F9 | F10+F1bis+ F4bis+F9 +F8 | F10 | F10+F1bis | F10+F1bis+ F4bis+F9 | F10+F1bis+ F4bis+F9 +F8 |
| 1 mois (août) | 0.006 | 0.110 | 0.001 | 0.169 | 0.246 | 0.005 | 0.205 | 0.053 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.053 | 0.085 | 0.105 | 0.016 | 0.192 | 0.007 | 0.137 | 0.151 |
| 3 mois (juin à août) | 0.071 | 0.138 | 0.117 | 0.001 | 0.122 | 0.014 | 0.121 | 0.100 |
| 4 mois (mai à août) | 0.062 | 0.159 | 0.120 | 0.001 | 0.064 | 0.082 | 0.165 | 0.069 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.030 | 0.070 | 0.103 | 0.001 | 0.067 | 0.081 | 0.104 | 0.054 |
| 6 mois (mars à août) | 0.024 | 0.055 | 0.096 | 0.002 | 0.066 | 0.079 | 0.052 | 0.059 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.018 | 0.045 | 0.021 | 0.004 | 0.033 | 0.035 | 0.085 | 0.013 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.018 | 0.047 | 0.040 | 0.019 | 0.030 | 0.039 | 0.069 | 0.087 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.039 | 0.090 | 0.054 | 0.070 | 0.034 | 0.035 | 0.088 | 0.042 |

| | Camping Ma Prairie (BSS002MRJR) | | | | Touzan (BSS002MRHY) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F1bis | F1bis+F9 +F4bis | F1bis+F9 +F4bis +F10 | F1bis+F4bis +F9+F8 | F1bis | F1bis+F9 | F1bis+F9 +F4bis | F1bis+F4bis +F9+F10 |
| 1 mois (août) | 0.007 | 0.032 | 0.007 | 0.027 | 0.007 | 0.009 | 0.070 | 0.031 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.065 | 0.010 | 0.002 | 0.111 | 0.005 | 0.022 | 0.025 | 0.152 |
| 3 mois (juin à août) | 0.050 | 0.005 | 0.006 | 0.112 | 0.001 | 0.001 | 0.050 | 0.096 |
| 4 mois (mai à août) | 0.063 | 0.001 | 0.003 | 0.111 | 0.005 | 0.002 | 0.049 | 0.125 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.040 | 0.002 | 0.025 | 0.065 | 0.003 | 0.006 | 0.044 | 0.157 |
| 6 mois (mars à août) | 0.040 | 0.002 | 0.034 | 0.048 | 0.002 | 0.012 | 0.030 | 0.130 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.079 | 0.001 | 0.053 | 0.086 | 0.002 | 0.006 | 0.010 | 0.093 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.041 | 0.003 | 0.091 | 0.070 | 0.001 | 0.024 | 0.012 | 0.052 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.008 | 0.014 | 0.100 | 0.019 | 0.001 | 0.018 | 0.024 | 0.035 |

| | Riu (BSS002MRKE) | | | | Usine Alu Sicre (BSS002MRHF) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Croisement | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F1bis | F1bis+F9 | F1bis +F9+ F4bis | F1bis +F9+F4bis+ F10 | F1bis | F1bis+F9 | F1bis +F9+F4 bis | F1bis +F4bis +F9+F10 |
| 1 mois (août) | 0.053 | 0.020 | 0.092 | 0.052 | 0.043 | 0.140 | 0.126 | 0.163 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.339 | 0.019 | 0.030 | 0.007 | 0.212 | 0.247 | 0.264 | 0.304 |
| 3 mois (juin à août) | 0.224 | 0.015 | 0.046 | 0.024 | 0.347 | 0.303 | 0.294 | 0.348 |
| 4 mois (mai à août) | 0.120 | 0.002 | 0.081 | 0.006 | 0.451 | 0.318 | 0.327 | 0.314 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.064 | 0.001 | 0.111 | 0.001 | 0.501 | 0.288 | 0.326 | 0.329 |
| 6 mois (mars à août) | 0.049 | 0.001 | 0.112 | 0.001 | 0.426 | 0.241 | 0.330 | 0.392 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.001 | 0.011 | 0.120 | 0.002 | 0.376 | 0.231 | 0.293 | 0.250 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.028 | 0.050 | 0.183 | 0.013 | 0.298 | 0.187 | 0.265 | 0.160 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.001 | 0.024 | 0.133 | 0.003 | 0.261 | 0.153 | 0.231 | 0.158 |

**Tableau 45 : Degré de corrélation $R^2$ entre teneur en chlorures dans les forages à l'Ouest de l'Etang de Canet et les volumes prélevés dans les forages environnants**

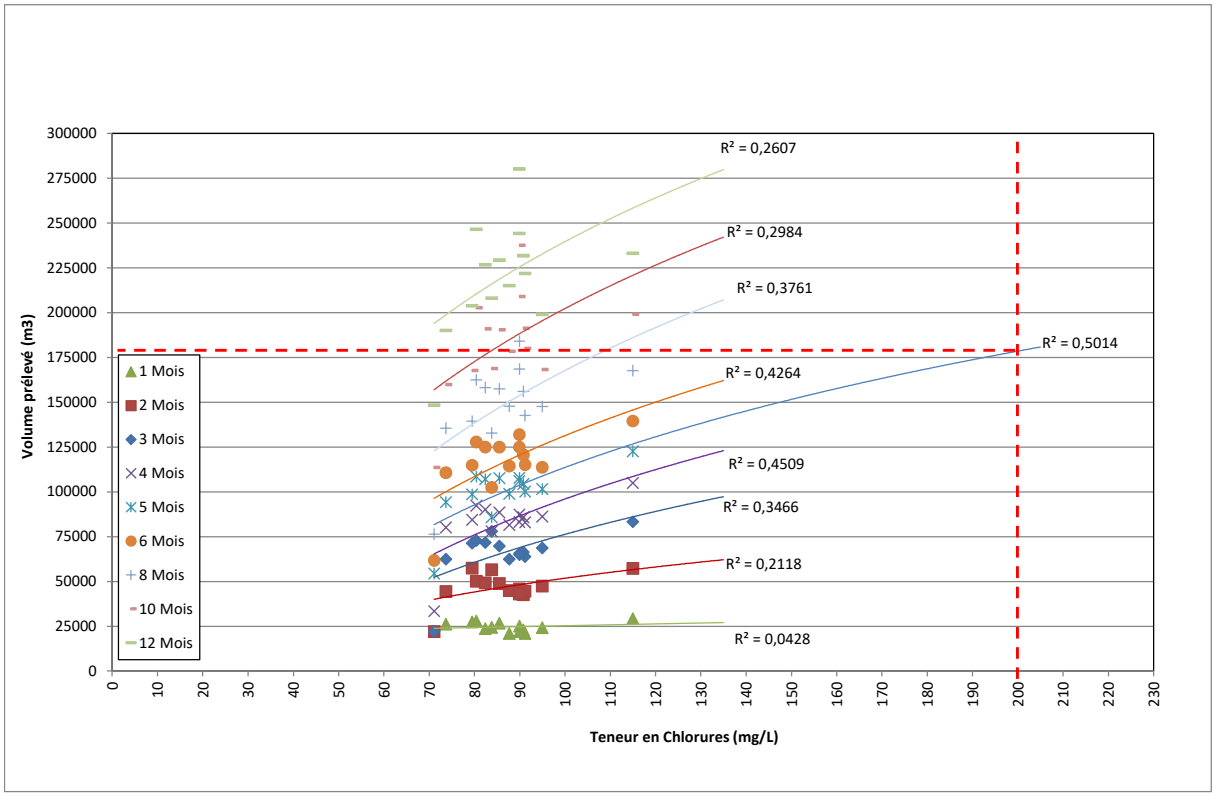



**Figure 312 : Corrélation entre les chlorures sur le forage de l'usine Alu Sicre (BSS002MRHF) et le cumul des prélèvements mensuels sur l'ouvrage AEP F1bis à Canet**

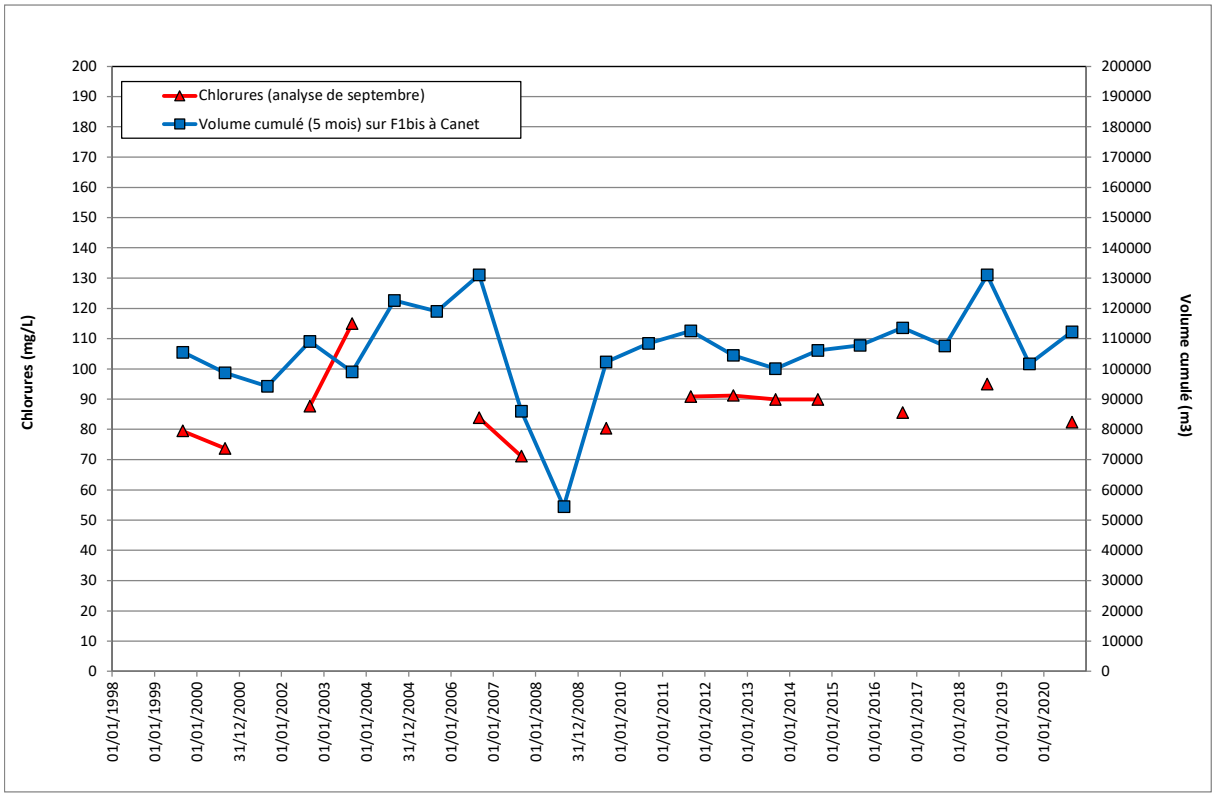



**Figure 313 : Evolution temporelle de la teneur en chlorures sur le forage de l'usine Alu Sicre (BSS002MRHF) et du cumul de prélèvements mensuels (5 mois) sur le forage AEP F1bis à Canet**

### *6.4.6.9 Cas des forages à l'Est de l'Etang*

Il s'agit du piézomètre PHARE et du forage du Camping du Mar Estang. Autour de ces ouvrages, on trouve les zones de captage AEP F7 et F8.

Il apparait dans les tableaux ci-dessous que la teneur en chlorures sur les deux forages suivis présente de bons degrés de corrélation avec le cumul mensuels des volumes prélevés dans chaque forage AEP environnants (F7 et F8).

Concernant le piézomètre PHARE, le meilleur ajustement s'obtient au pas de temps 3 mois (0.61) avec F8. Par extrapolation, la teneur en chlorures atteindrait la valeur de 200 mg/L en fin de période estivale au-delà de 250 000 $m^3$ prélevés sur juin/juillet/août sur F8 (Figure 314). A l'heure actuelle, le prélèvement cumulé sur ce forage sur 3 mois varie de 70 000 à 140 000 $m^3$. De plus, l'évolution temporelle de la teneur en chlorures dans ce piézomètre mise en parallèle des prélèvements cumulés sur F8 sur 3 mois (juin à août), semblerait indiquer une probable réversibilité avec une baisse des chlorures consécutivement à la baisse des prélèvements (Figure 316).

Concernant le forage du camping du Mar Estang, le meilleur ajustement s'obtient au pas de temps 10 mois (0.65) avec F7. Par extrapolation, la teneur en chlorures atteindrait la valeur de 200 mg/L en fin de période estivale au-delà de 380 000 $m^3$ prélevés sur 10 mois sur F7 (Figure 315). A l'heure actuelle, le prélèvement cumulé sur ce forage AEP sur 10 mois varie de 127 000 à 397 000 $m^3$. De plus, l'évolution temporelle de la teneur en chlorures dans ce piézomètre mise en parallèle des prélèvements cumulés sur F7 sur 10 mois (novembre à août), semblerait indiquer une probable réversibilité avec une baisse des chlorures consécutivement à la baisse des prélèvements (Figure 317).

| | PHARE (BSS002MRKJ) | Camping du Mar Estang (BSS002MRJV) |
|---|---|---|
| Cumul des prélèvements mensuels précédents l'analyse $Cl^-$ | F8 | F7 |
| 1 mois (août) | 0.367 | 0.375 |
| 2 mois (juil. à août) | 0.563 | 0.379 |
| 3 mois (juin à août) | 0.653 | 0.446 |
| 4 mois (mai à août) | 0.638 | 0.549 |
| 5 mois (avr. à août) | 0.622 | 0.605 |
| 6 mois (mars à août) | 0.585 | 0.619 |
| 8 mois (janv. à août) | 0.537 | 0.640 |
| 10 mois (nov. à août) | 0.529 | 0.646 |
| 12 mois (sept. à août) | 0.619 | 0.633 |

**Tableau 46 : Degré de corrélation $R^2$ entre teneur en chlorures sur les ouvrages suivis à l'Est de l'Etang et les volumes prélevés dans les forages AEP environnants**

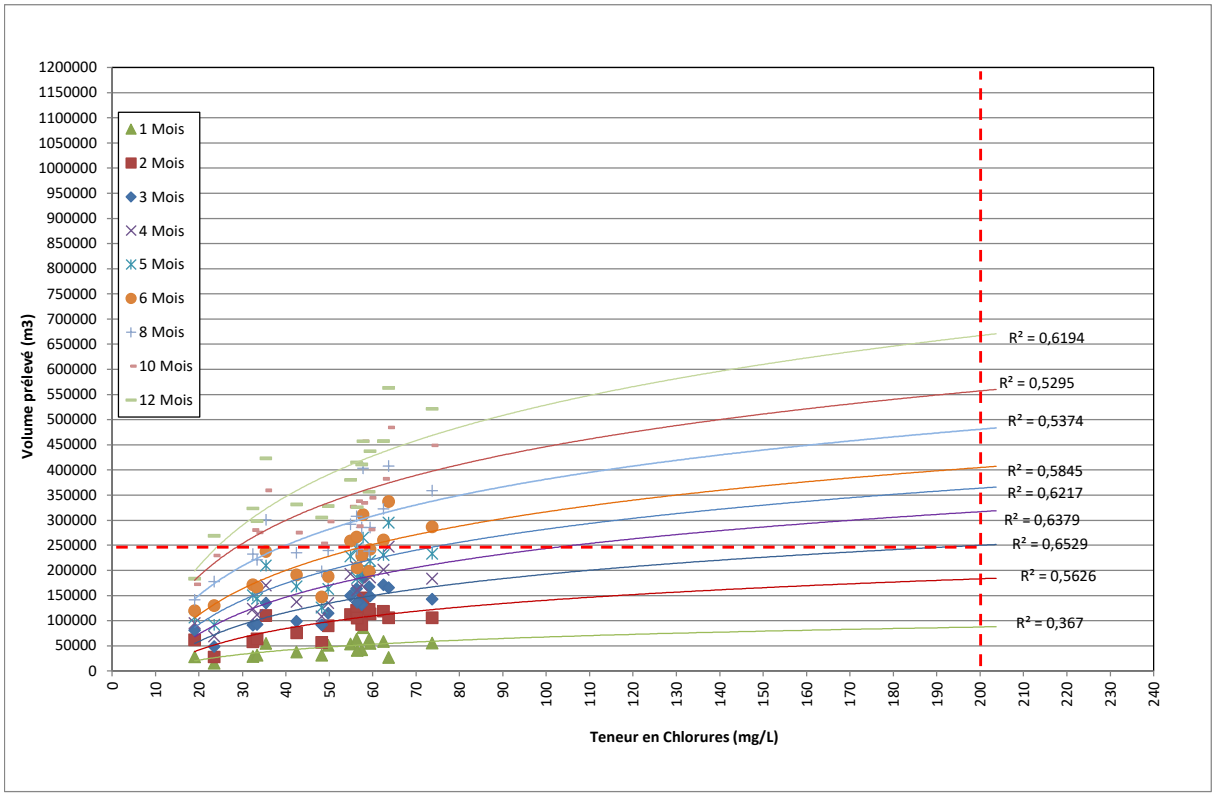



**Figure 314 : Corrélation entre les chlorures sur le piézomètre PHARE (BSS002MRKJ) et le cumul des prélèvements mensuels sur l'ouvrage AEP F8**

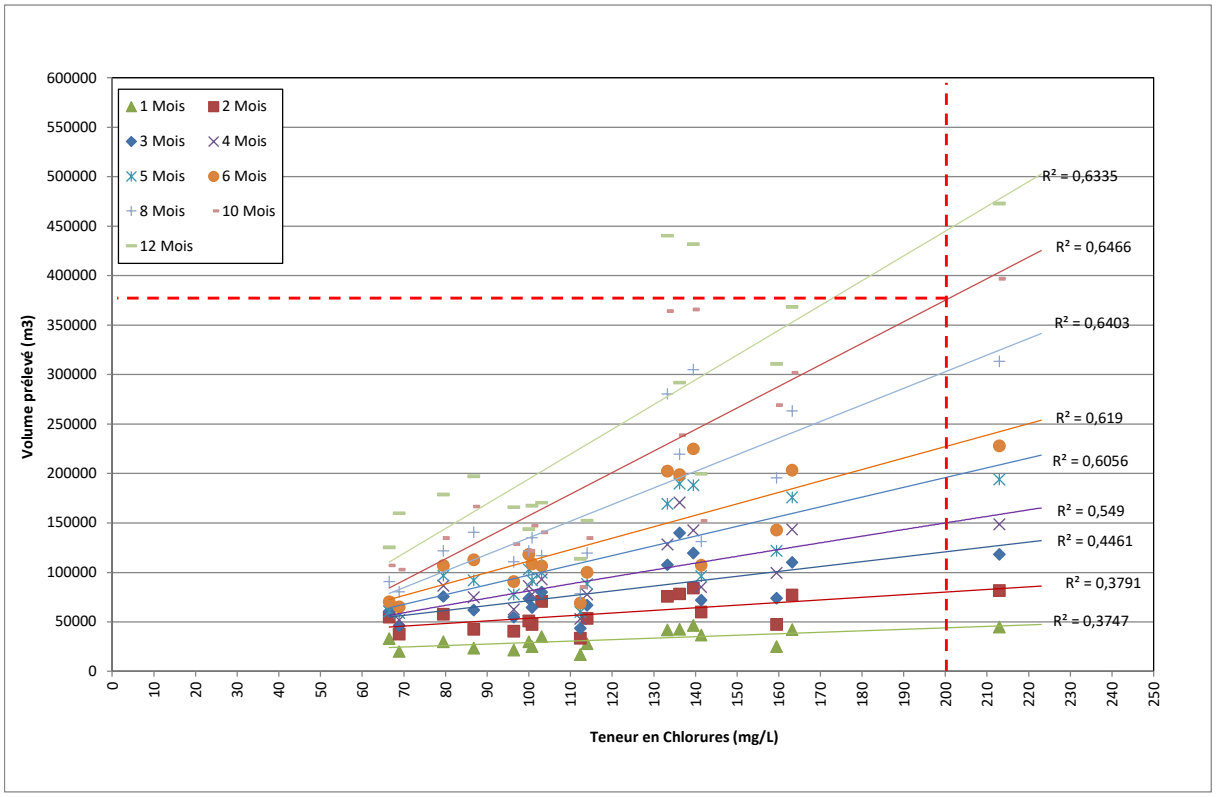



**Figure 315 : Corrélation entre les chlorures sur le forage du camping du Mar Estang (BSS002MRJV) et le cumul des prélèvements mensuels sur l'ouvrage AEP F7**

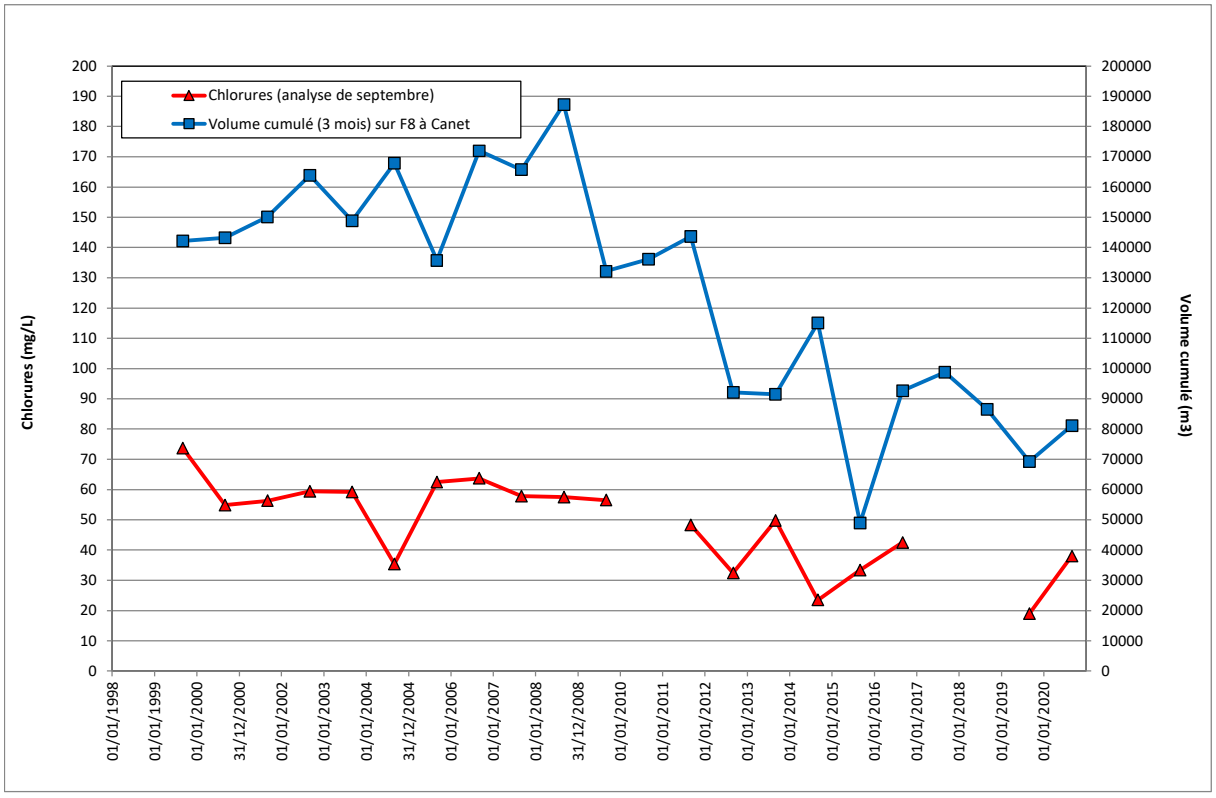



**Figure 316 : Evolution temporelle de la teneur en chlorures sur le piézomètre PHARE (BSS002MRKJ) et du cumul de prélèvements mensuels (3 mois) sur le forage AEP F8 à Canet**

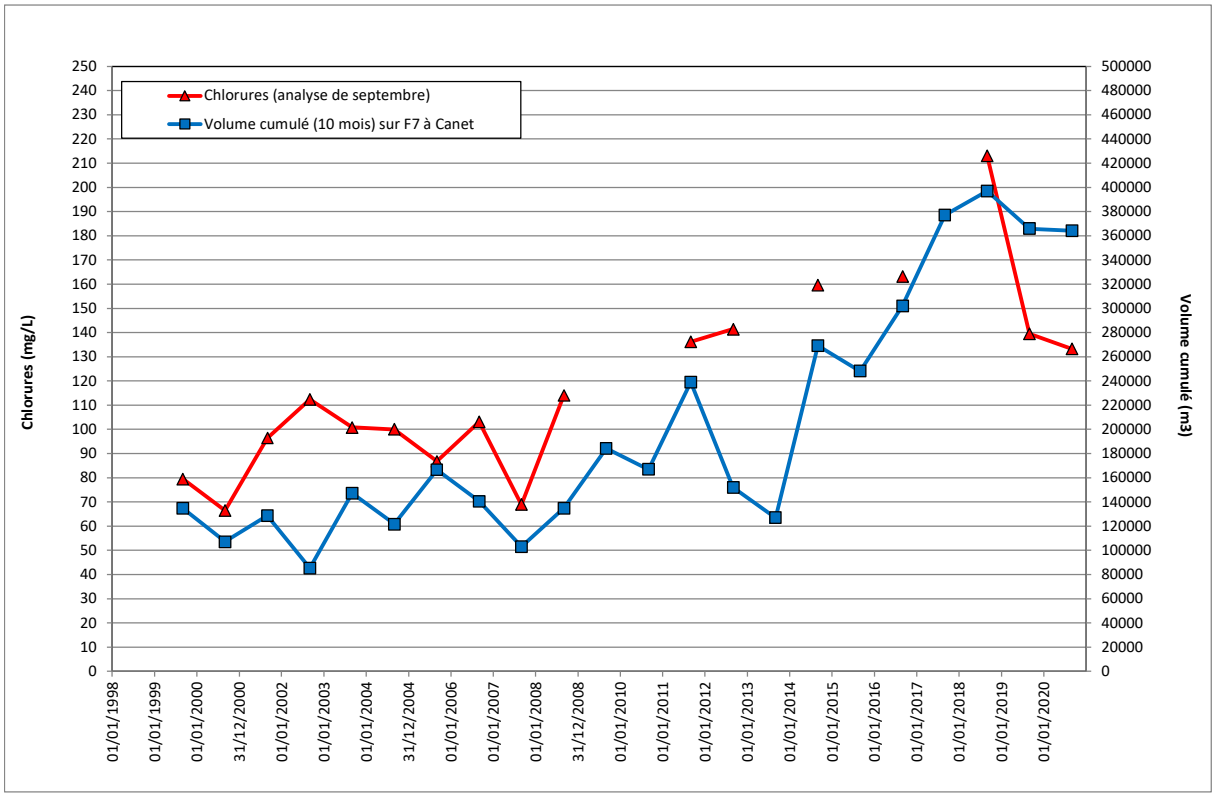



**Figure 317 : Evolution temporelle de la teneur en chlorures sur le forage du camping du Mar Estang (BSS002MRJV) et du cumul de prélèvements mensuels (12 mois) sur le forage AEP F7 à Canet**

### 6.4.7 Relation entre volumes/durées de prélèvement et conductivité

A l'échelle mensuelle, on constate que certains ouvrages montrent une baisse de la conductivité (20 à 40 µS/cm) en période de pointe (cas des forages F5 et F6 à Saint-Nazaire et F10 à Canet : Figure 318, Figure 319 et Figure 320). Cette tendance n'a pas pu être mise en évidence sur les autres ouvrages à cause de la très forte dispersion des valeurs de conductivité mesurées qui de fait ne nous semblent pas fiables (Figure 321).

A l'échelle journalière, la comparaison entre la durée de prélèvement et la conductivité sur ces mêmes 3 ouvrages amène les commentaires suivants :

- Sur l'ouvrage AEP F5 de Saint-Nazaire (Figure 322), on distingue la baisse de conductivité dès lors que la durée de pompage journalière dépasse environ 6h.
- Sur l'ouvrage AEP F6 de Saint-Nazaire (Figure 323), on distingue la baisse de conductivité dès lors que la durée de pompage journalière dépasse environ 6h.
- Sur l'ouvrage AEP F10 de Canet (Figure 324), on distingue la baisse de conductivité dès lors que la durée de pompage journalière dépasse environ 4h.

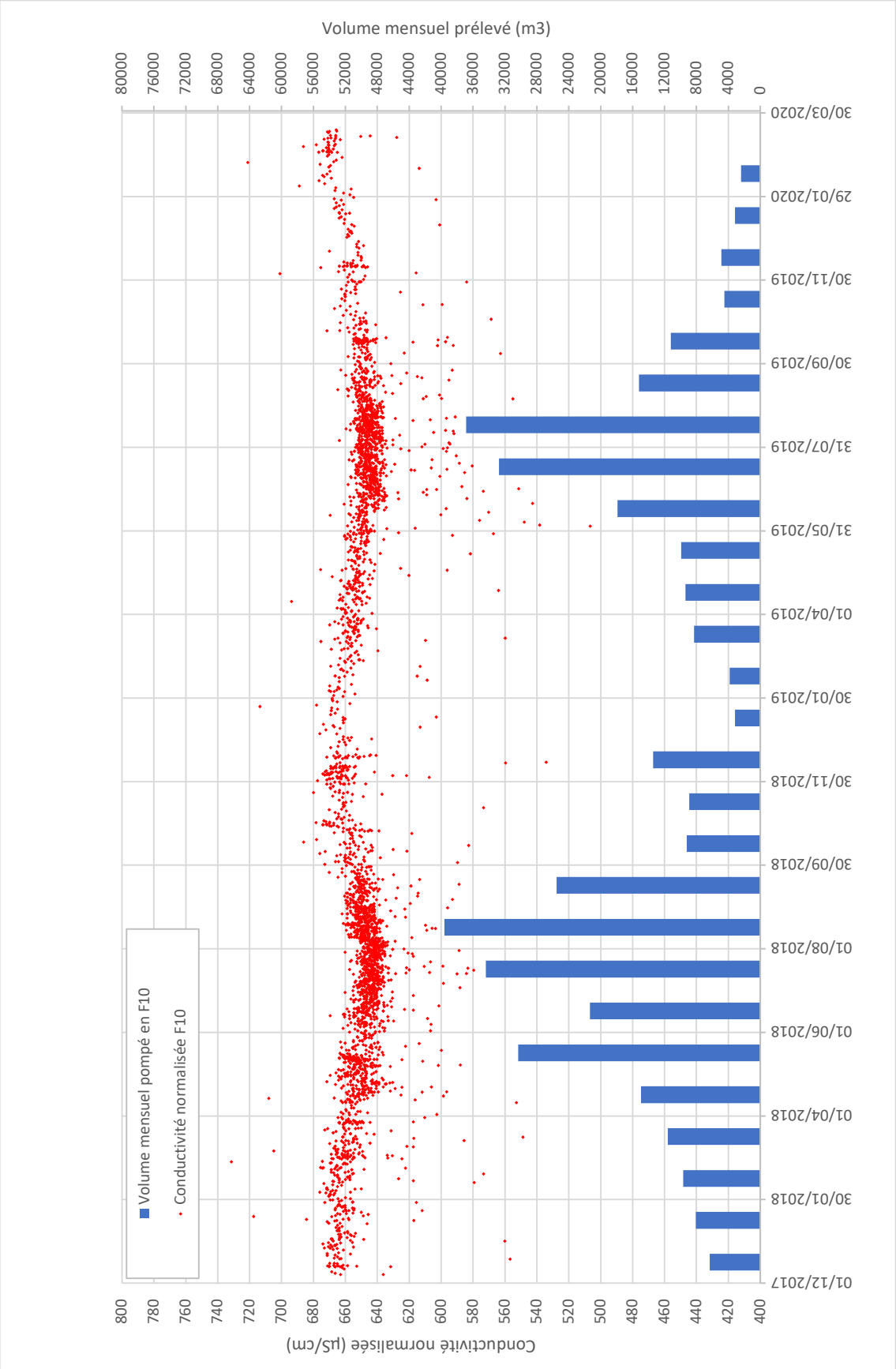



**Figure 318 : Relation entre volumes mensuels prélevés et conductivité (exemple du forage AEP F10 à Canet)**

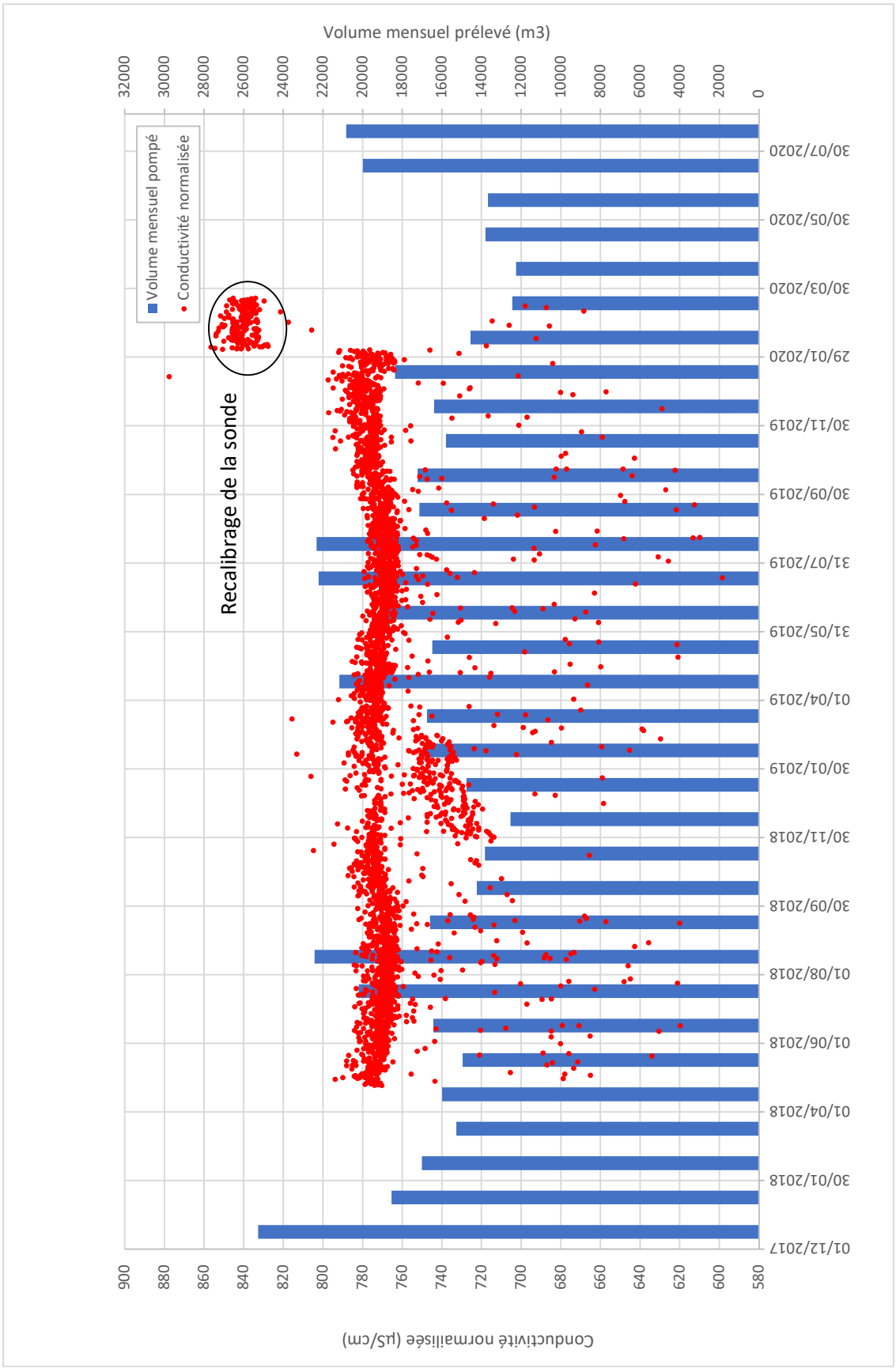



**Figure 319 : Relation entre volumes mensuels prélevés et conductivité (exemple du forage AEP F6 à Saint-Nazaire)**

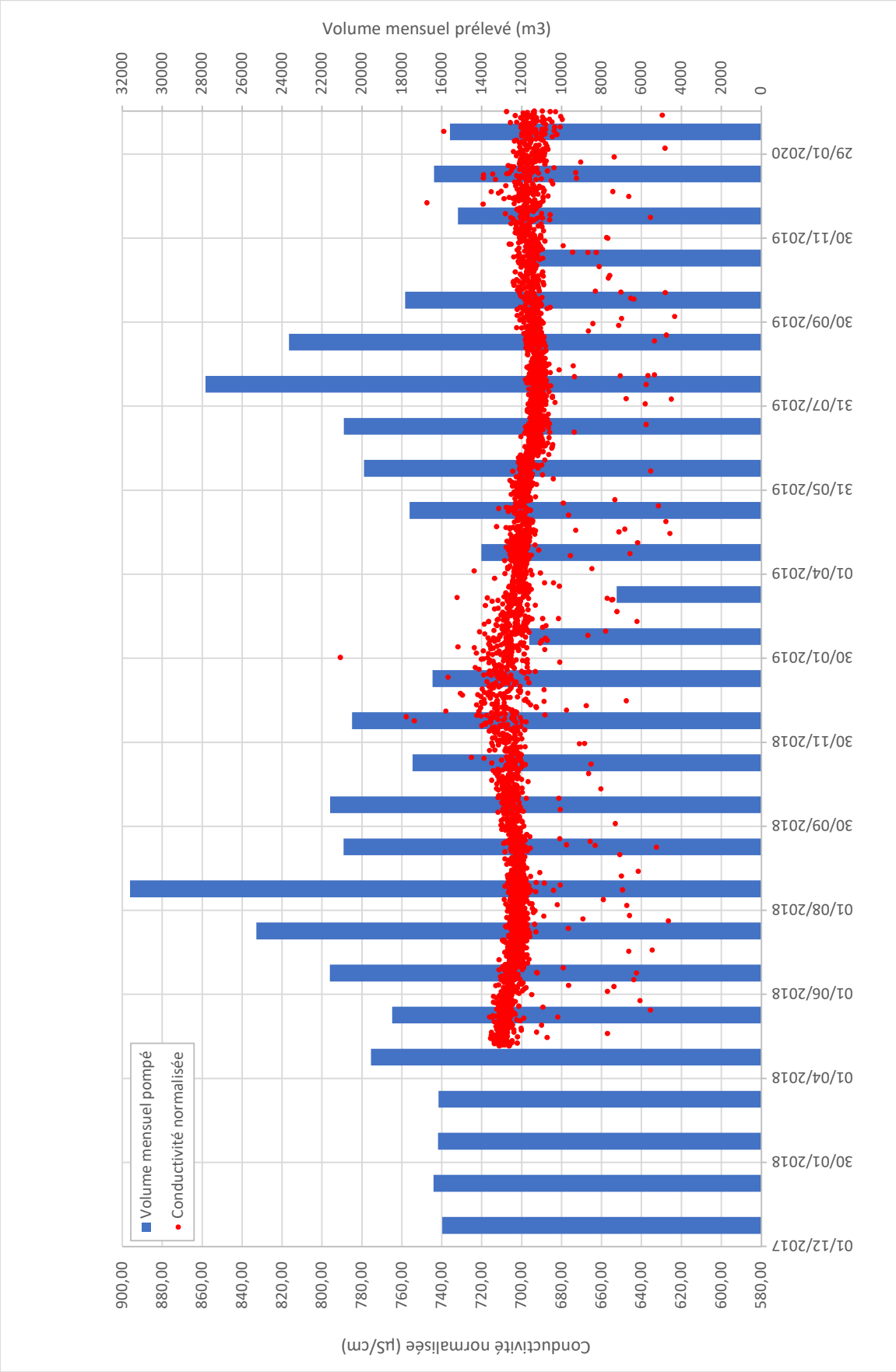



**Figure 320 : Relation entre volumes mensuels prélevés et conductivité (exemple du forage AEP F5 à Saint-Nazaire)**

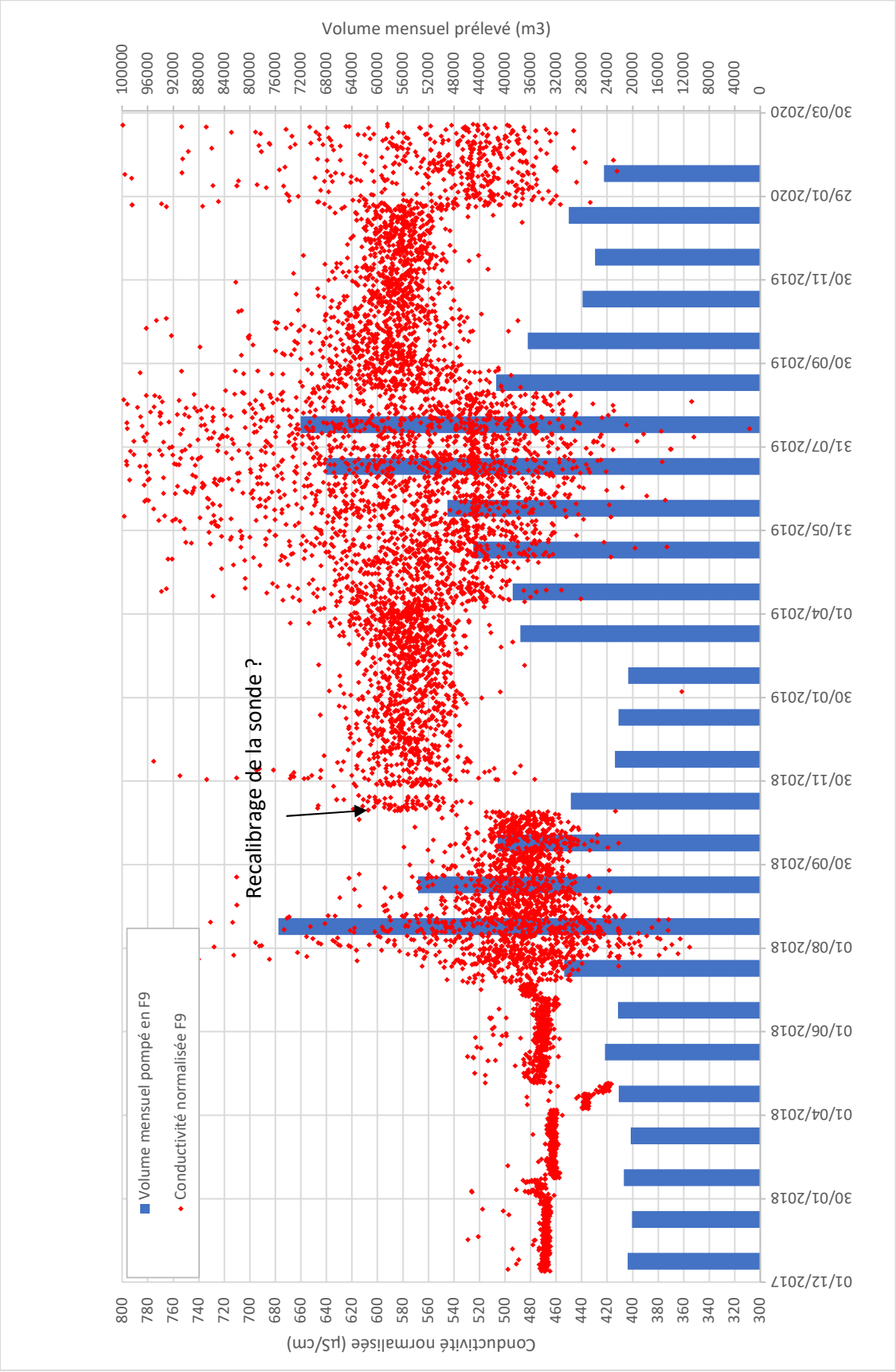



**Figure 321 : Relation entre volumes mensuels prélevés et conductivité ininterprétable (exemple du forage AEP F9 à Canet)**

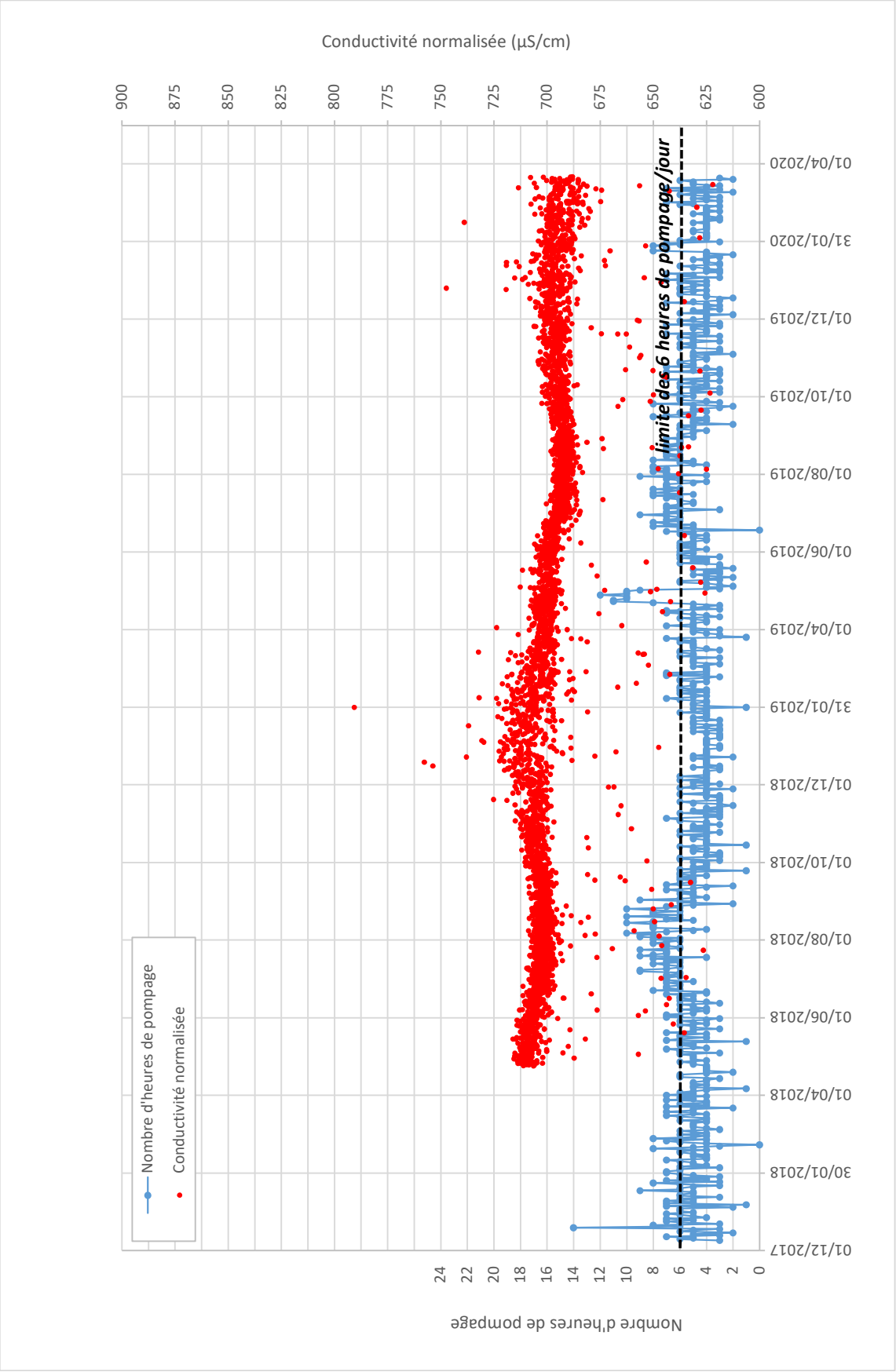



**Figure 322 : Relation durée de prélèvement et conductivité (exemple du forage AEP F5 à Saint-Nazaire)**

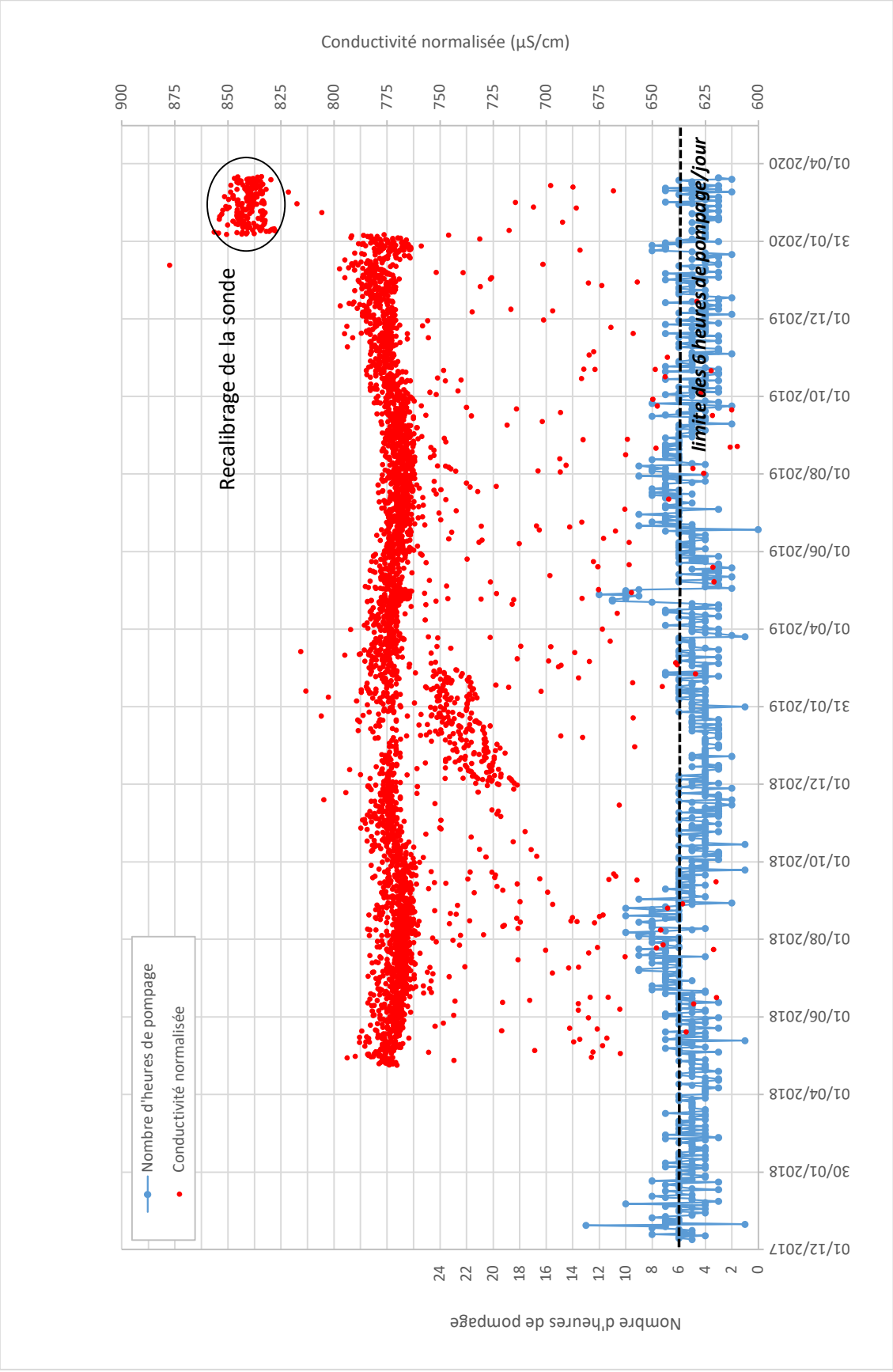



**Figure 323 : Relation durée de prélèvement et conductivité (exemple du forage AEP F6 à Saint-Nazaire)**

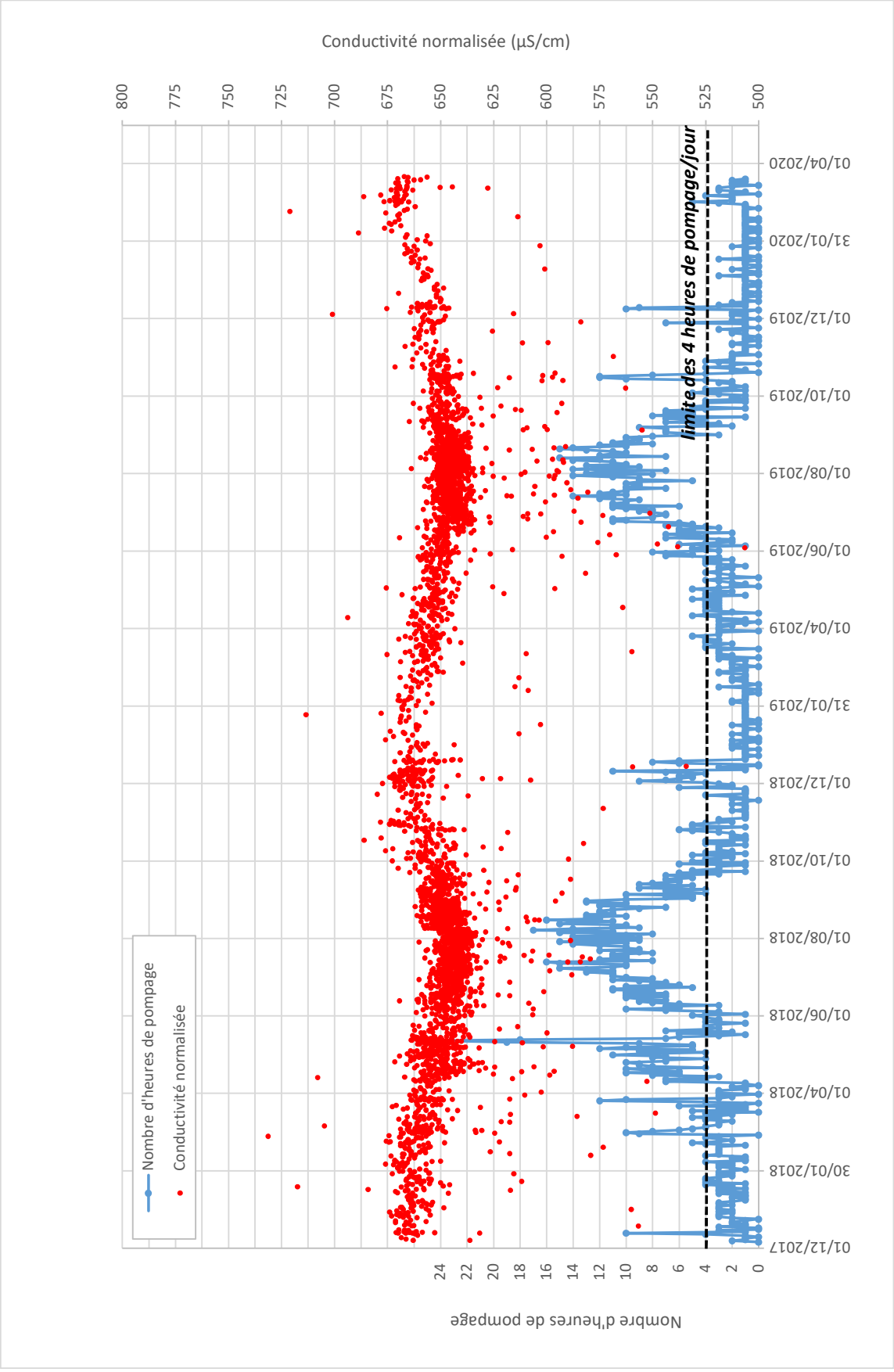



**Figure 324 : Relation durée de prélèvement et conductivité (exemple du forage AEP F10 à Canet)**

### 6.4.8 Relation entre nombre d'ouvrages environnants et chlorures

La figure suivante illustre pour chaque forage de suivi en chlorures sur le secteur Canet/Saint-Nazaire, le nombre d'ouvrages de prélèvement existant dans un rayon de 1000 m (AEP, agricoles, …). Il semble qu'il n'y ait aucune relation établie.

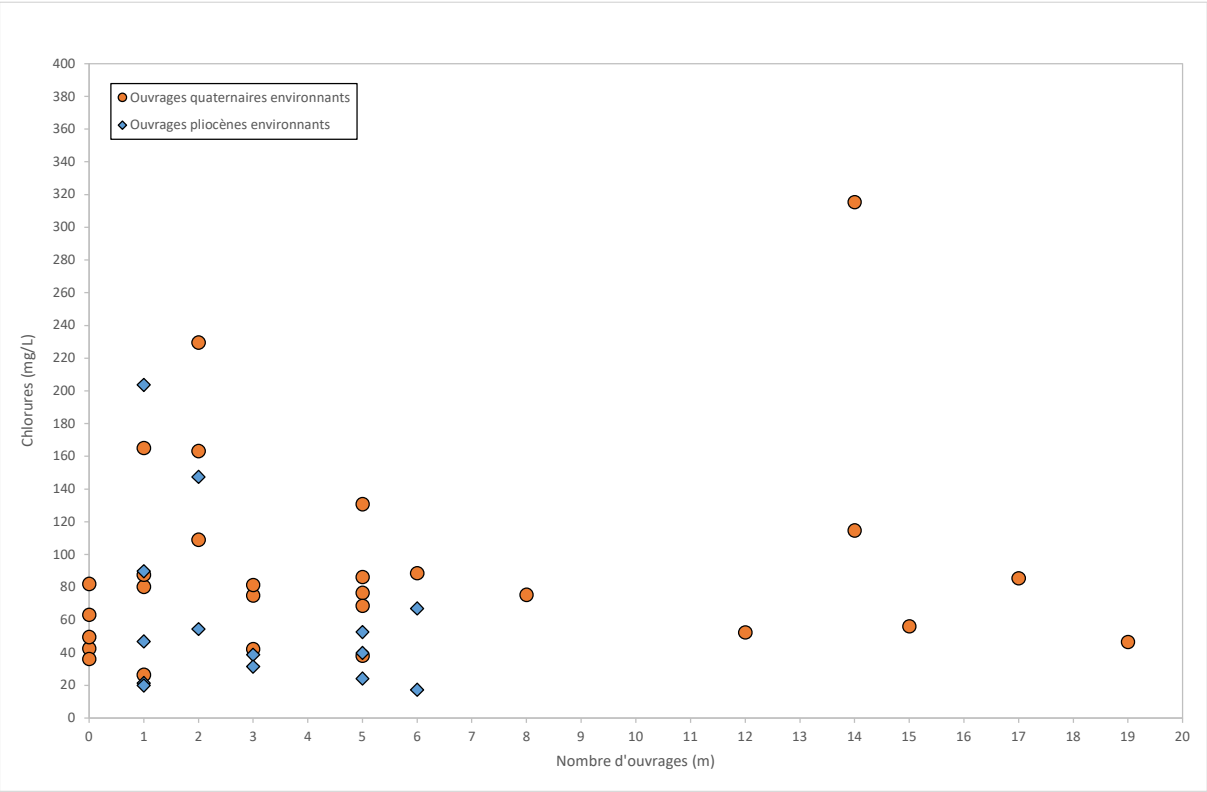



**Figure 325 : Relation entre nombre d'ouvrages de prélèvement environnants et chlorures sur le secteur Canet/Saint-Nazaire**

### 6.4.9 Relation entre piézométrie et chlorures

Sur le secteur Canet/Saint-Nazaire, les piézomètres de référence du réseau sont GOLF (Saint-Cyprien) et PHARE (Canet).

Les chroniques piézométriques des piézomètres de référence ont été utilisées dès lors que les données journalières étaient disponibles :

- PHARE à Canet : 1992-2020 ;
- GOLF à Saint-Cyprien : 2000-2020.

### *6.4.9.1 Relation entre piézométrie moyenne (à 1, 2 et 3 mois) et chlorures*

Sur chaque piézomètre, nous avons identifié le niveau piézométrique moyen au cours :

- Du mois précédent l'analyse chlorures (août) ;
- Des 2 mois précédents l'analyse chlorures (juillet/août) ;
- Des 3 mois précédents l'analyse chlorures (juin/juillet/août).

Dans un premier temps, la chronique « niveau piézométrique moyen » sur chaque piézomètre (à 1, 2 et 3 mois) a été croisée avec la chronique de chlorures dans le piézomètre considéré. Les résultats sont les suivants :

| | Degré de corrélation $R^2$ | Ajustement optimal |
|---|---|---|
| PHARE (BSS002MRKJ) | 0.31 | 1 mois |
| GOLF (BSS002MUUL) | 0.01 | 1 mois |

**Tableau 47 : Degré de corrélation $R^2$ entre la teneur en chlorures et les niveaux piézométriques moyens dans les piézomètres du réseau dans le secteur Canet/Saint-Nazaire**

Il s'avère que le degré de relation est faible concernant les deux piézomètre (Figure 326 et Figure 327). Les mauvaises corrélations pourraient-elles être expliquées avec des conditions de prélèvements non optimales dans les piézomètres liés à une difficulté de renouveler suffisamment la colonne d'eau.

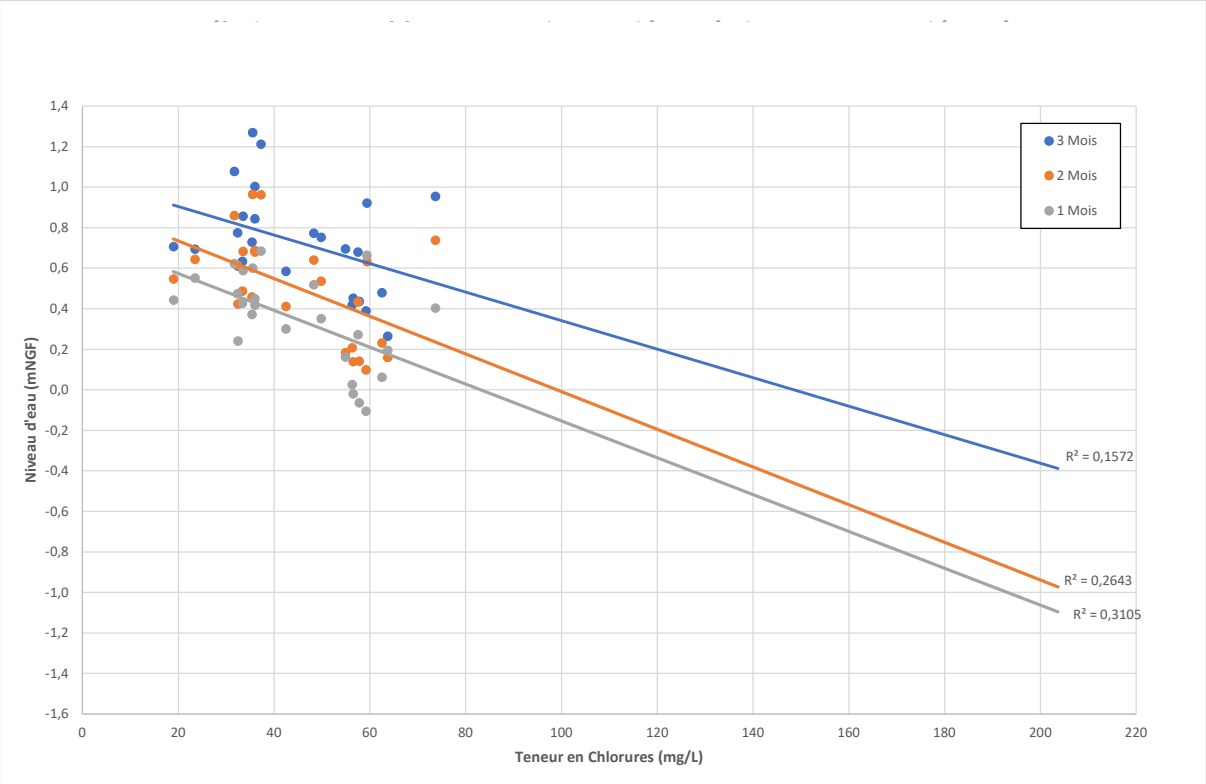



**Figure 326 : Relation entre le niveau piézométrique moyen (1, 2 et 3 mois) et la teneur en chlorures dans le piézomètre PHARE (BSS002MRKJ)**

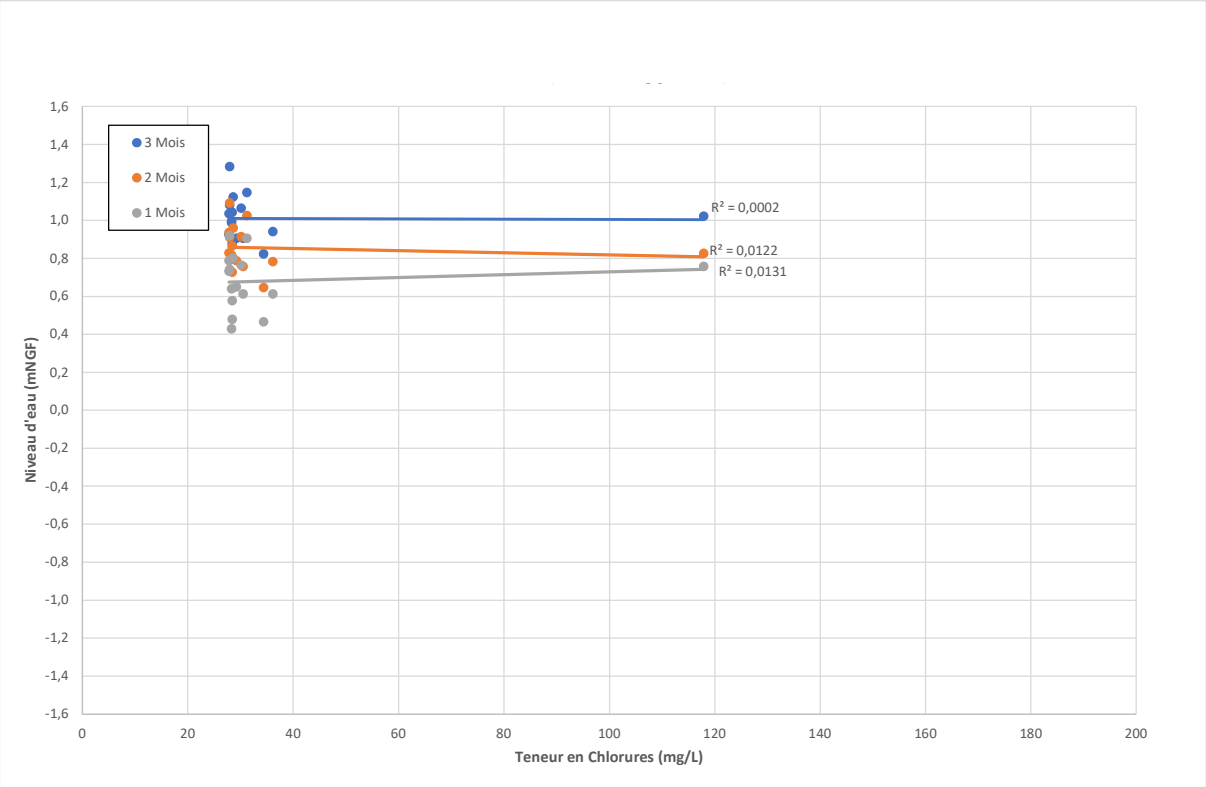



**Figure 327 : Relation entre le niveau piézométrique moyen (1, 2 et 3 mois) et la teneur en chlorures dans le piézomètre GOLF (BSS002MUUL)**

Dans un second temps, la chronique « niveau piézométrique moyen » sur chaque piézomètre (à 1, 2 et 3 mois) a été croisée avec les chroniques de chlorures sur les ouvrages du réseau suivis les plus proches. Les résultats ci-dessous montrent que le degré de corrélation est très faible voire nul pour les ouvrages testés.

| | PHARE (BSS002MRKJ) | | GOLF (BSS002MUUL) | |
|---|---|---|---|---|
| | $R^2$ | Ajustement optimal | $R^2$ | Ajustement optimal |
| VILA (BSS002MRMA) | 0.13 | 2 mois | x | x |
| F8 AEP | x | x | x | x |
| F7 AEP | x | x | x | x |
| GAEC de l'Etang (BSS002MRLF) | | | x | x |
| PELTIER (BSS002MRKG) | | | 0.09 | 2 mois |
| MIOCHE (BSS002MRKD) | | | 0.02 | 1 mois |
| MERMOZ (BSS002MRHK) | | | x | x |
| LANDRIC (BSS002MRHS) | | | 0.10 | 2 mois |
| Jardin d'ELEN (BSS002MUVD) | | | x | x |
| Mas de Las Puntes (BSS002MUUP) | | | x | x |
| Mas de l'Etang (BSS002MRHJ) | | | 0.14 | 1 mois |
| Camping Mar Estang (BSS002MRJV) | | | 0.10 | 1 mois |
| Camping Aqua Dulce (BSS002MRJP) | | | x | x |
| F5 AEP | | | x | x |
| F6 AEP | | | x | x |
| Camping Ma Prairie (BSS002MRJR) | x | x | x | x |
| Pépinière PEYRET (BSS002MRJW) | x | x | x | x |
| Camping Pergola (BSS002MRGK) | x | x | | |
| AEP F4 | x | x | | |

**Tableau 48 : Degré de corrélation $R^2$ entre la teneur en chlorures dans les forages suivis et le niveau piézométrique moyen sur les piézomètres considérés**

### *6.4.9.2 Relation entre nombre de jours par an un sous un seuil piézométrique et chlorures*

Nous avons étudié la relation pouvant exister entre les teneurs en chlorures dans les ouvrages de suivis et le nombre de jours par an où le niveau d'eau dans les piézomètres de suivis est inférieur à certains seuils. Pour ce faire, et selon la piézométrie de certains ouvrages, nous avons ciblé plusieurs seuils (en m NGF) :

- +2.5 m / +2 m / +1.5 m / +1 m / +0.75 m / +0.5 m / + 0.25 m ;
- 0 m / -0.25 m / -0.5 m / -0.75 m / -1 m / -1.25 m / -1.5 m.

Dans un premier temps, chaque chronique « nombre de jours par an sous un certain seuil » sur chaque piézomètre a été croisée avec la chronique de chlorures dans le piézomètre considéré. Les résultats sont les suivants :

| | Degré de corrélation $R^2$ | Ajustement optimal |
|---|---|---|
| GOLF à Saint-Cyprien | 0.02 | Seuil +2 m NGF |
| PHARE à Canet | 0.37 | Seuil +0.5 m NGF |

**Tableau 49 : Degré de corrélation $R^2$ entre la teneur en chlorures et les seuils piézométriques dans les piézomètres du réseau dans le secteur Canet/Saint-Nazaire**

Il s'avère que le degré de corrélation est faible pour les deux piézomètres probablement en lien avec les conditions de prélèvement non optimales.

Dans un second temps, la chronique « nombre de jours par an sous un certain seuil » sur chaque piézomètre a été croisée avec les chroniques de chlorures sur les ouvrages suivis du réseau les plus proches. Les résultats ci-dessous montrent que le degré de corrélation est quasi nul voire inexistant pour tous les ouvrages testés. Dans ce secteur, il n'y aurait donc aucune corrélation entre la teneur en chlorures dans les ouvrages suivis et le nombre de jours ou le niveau d'eau passe sous certains seuils dans les piézomètres GOLF et PHARE.

| | PHARE (BSS002MRKJ) | | GOLF (BSS002MUUL) | |
|---|---|---|---|---|
| | $R^2$ | Ajustement optimal | $R^2$ | Ajustement optimal |
| VILA (BSS002MRMA) | 0.12 | Seuil +0.75 m NGF | x | x |
| F8 AEP | x | x | x | x |
| F7 AEP | x | x | x | x |
| GAEC de l'Etang (BSS002MRLF) | | | x | x |
| PELTIER (BSS002MRKG) | | | x | x |
| MIOCHE (BSS002MRKD) | | | x | x |
| MERMOZ (BSS002MRHK) | | | x | x |
| LANDRIC (BSS002MRHS) | | | 0.1 | Seuil à +0.75 m NGF |
| Jardin d'ELEN (BSS002MUVD) | | | x | x |
| Mas de Las Puntes (BSS002MUUP) | | | x | x |
| Mas de l'Etang (BSS002MRHJ) | | | 0.11 | Seuil à +1.5 m NGF |
| Camping Mar Estang (BSS002MRJV) | | | x | x |
| Camping Aqua Dulce (BSS002MRJP) | | | x | x |
| F5 AEP | | | x | x |
| F6 AEP | | | x | x |
| Camping Ma Prairie (BSS002MRJR) | x | x | x | x |
| Pépinière PEYRET (BSS002MRJW) | x | x | x | x |
| Camping Pergola (BSS002MRGK) | x | x | | |
| AEP F4 | x | x | | |

**Tableau 50 : Degré de corrélation $R^2$ entre la teneur en chlorures dans les forages suivis et le nombre de jours sous le niveau seuil sur les piézomètres considérés**

## 6.5 Synthèse du secteur Canet/Saint-Nazaire

Sur le secteur de Canet/Saint-Nazaire, le Pliocène est composé d'une seule entité hydrogéologique pliocène avec plusieurs horizons plus ou moins productifs et communiquant plus ou moins entre eux comme démontré entre les forages F1bis et F4bis captant pourtant des horizons sableux nettement différents (entre -33 et -93 m sur F1bis et entre -89 et -197 sur F4bis)

L'aquifère pliocène dans la zone Nord de Canet semble moins contaminé que la zone environnante de l'Etang de Canet/Saint-Nazaire.

De manière corolaire, il apparait que dans le secteur Canet-Saint-Nazaire, la distribution verticale des chlorures n'est pas uniforme : les ouvrages au Nord et à l'Est de Canet montrent une homogénéité verticale de la conductivité contrairement au secteur proche de l'Etang de Canet/Saint-Nazaire où la stratification verticale semble plus marquée avec une diminution de la conductivité vers la profondeur.

L'absence de piézomètre de suivi de l'aquifère quaternaire autour de l'Etang ne permet pas de statuer sur une potentielle communication hydraulique entre les horizons pliocènes sableux superficiels et les formations quaternaires qui pourrait s'opérer par drainance. Toutefois, les deux ouvrages quaternaires suivis pour les chlorures indiquent des teneurs importantes (> 400 mg/L pour le forage Molier et entre 50 et 320 mg/L pour le forage du Mas de Las Pountes). Il n'est donc pas exclu que les plus fortes valeurs de chlorures dans les horizons pliocènes supérieurs soient la résultante d'une communication hydraulique par drainance avec l'aquifère alluvial quaternaire contaminé car proche de l'étendue saumâtre de l'Etang de Canet/Saint-Nazaire.

Du point de vue des prélèvements annuels dans le Pliocène pour l'AEP, la Figure 328 indique une légère tendance à l'augmentation générale depuis 2007 et notamment une nette augmentation sur les ouvrages F7 et F9 depuis 2015/2016. A l'inverse les ouvrages F5, F6 et F8 montrent une baisse continue des prélèvements.

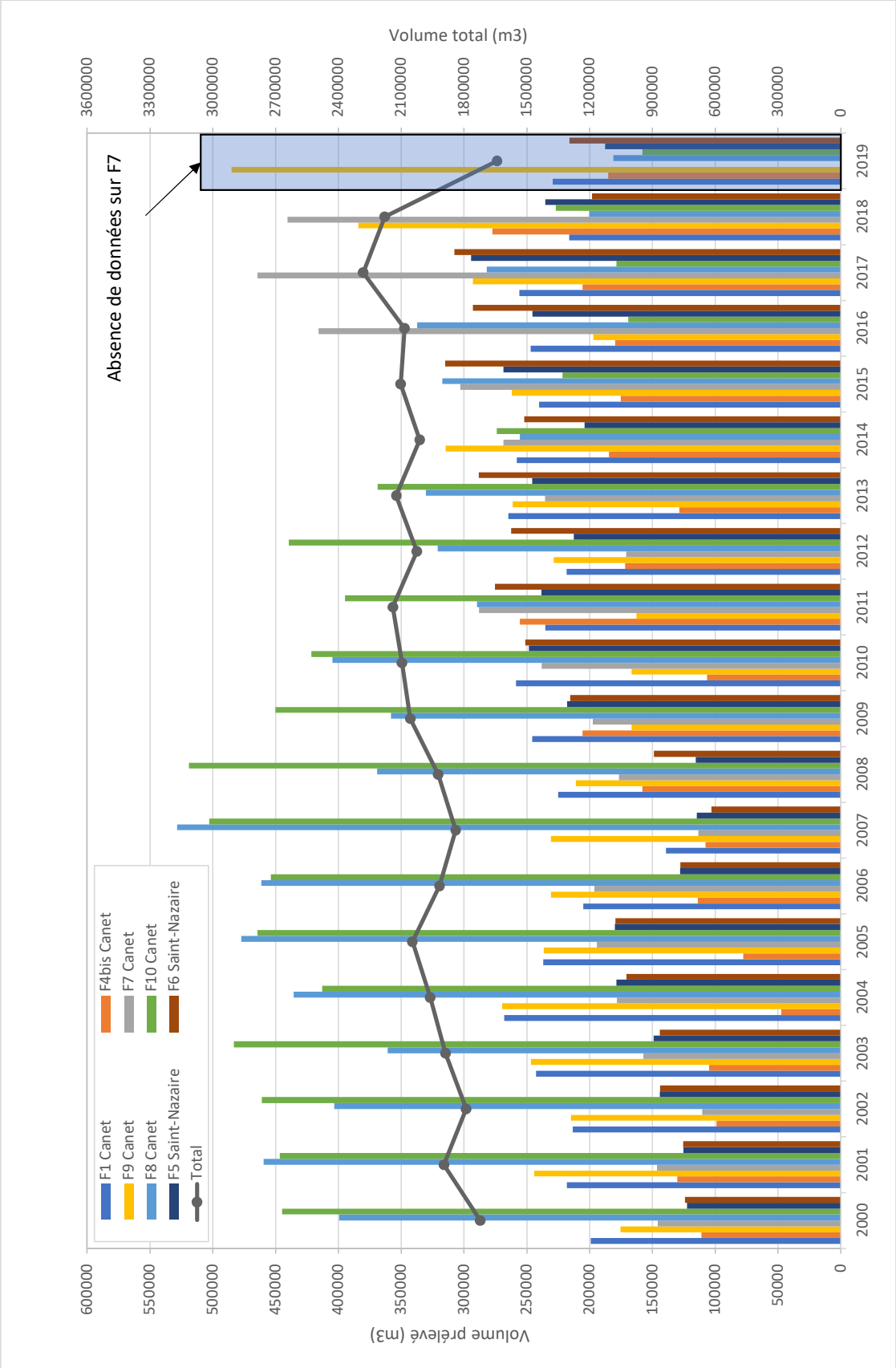



**Figure 328 : Evolution des prélèvements dans l'aquifère pliocène pour l'AEP dans le secteur Canet/Saint-Nazaire**

On constate sur plusieurs ouvrages une baisse de la conductivité en période de pointe (cas des forages F5, F6 et F10 et probablement d'autres mais les données de conductivité sont très difficilement exploitables). Ce phénomène peut être relié à la baisse du débit de pompage (5-10 $m^3$/h) en lien avec une HMT plus importante du fait de la baisse générale du niveau piézométrique de la nappe à l'étiage du fait de la forte exploitation.

Aucun lien avéré entre prélèvements AEP et teneur en chlorures n'a pu être établi sur les ouvrages AEP à l'exception du forage F6 de Saint-Nazaire corrélable avec le cumul de prélèvements sur F5+F6 sur 2 mois. Un seuil pourrait être proposé au-delà duquel la teneur en chlorures atteindrait la valeur de 200 mg/L : 360 000 $m^3$ prélevés F5+F6 sur juillet/août. Concernant les forages privés suivis, 5 ouvrages (forage du Camping Aqua Dulce, de l'usine Alu Sicre, du Mas Rey, du Camping Mar Estang et piézomètre PHARE) sembleraient montrer un lien avec les prélèvements dans les ouvrages AEP environnants. L'étude temporelle semblerait montrer qu'il existe une potentielle réversibilité (baisse de la teneur en chlorures consécutivement à la baisse des prélèvements) sur ces mêmes 5 ouvrages.

Aucun lien entre le niveau piézométrique moyen au cours des mois de juin à août dans les piézomètres de surveillance (GOLF et PHARE) et la teneur en chlorures en septembre dans les forages suivis n'a pu être mis en évidence.

De même le lien entre le nombre de jours par an où le niveau piézométrique se situe sous certains seuils dans les piézomètres de surveillance (GOLF et PHARE) et la teneur en chlorures dans certains forages est beaucoup moins évident dans ce secteur.

Enfin, aucun lien n'a été démontré entre la teneur en chlorures et les débits spécifiques des ouvrages, les précipitations ou encore le nombre de forages de prélèvement existants dans un rayon de 1000 m autour de chaque forage étudié.

# 7 SYNTHESE ET CONCLUSIONS

## 7.1 Méthodologie

Dans cette seconde phase de travail, compte tenu de l'hétérogénéité géologique, hydrogéologique, de développement urbain et de contamination aux chlorures sur le territoire d'étude, nous avons choisi d'étudier des grands secteurs présentant des similitudes plutôt que de travailler sur l'ensemble de la zone qui aurait rendu quasi impossible l'identification de corrélations valables et applicables à tout le territoire.

Les secteurs étudiés ont été les suivants :

- La Salanque présentant entre autres les caractères suivants :
    - Deux horizons aquifères pliocènes (N3 et N4) bien individualisés ;
    - Forte productivité des ouvrages AEP ;
    - Doublet de forages AEP N3 et N4 pour de nombreuses zones de captage ;
    - Faible contamination aux chlorures.
- Le secteur Barcarès/Lido présentant entre autres les caractères suivants :
    - Deux horizons aquifères pliocènes (N3 et N4) bien individualisés ;
    - Forte pression touristique ;
    - Doublet de forages AEP N3 et N4 sur la seule zone de captage ;
    - Contamination aux chlorures de la nappe N3.
- Le secteur Torreilles/Sainte-Marie présentant entre autres les caractères suivants :
    - Deux horizons aquifères pliocènes (N3 et N4) ;
    - Forte pression touristique sur la partie côtière ;
    - Forages AEP « isolés » pour la plupart ;
    - Contamination aux chlorures de deux ouvrages AEP profonds.
- Le secteur Canet/Saint-Nazaire présentant entre autres les caractères suivants :
    - Une seule entité aquifère pliocène avec plusieurs niveaux productifs ;
    - Forte pression touristique sur la partie côtière ;
    - Forages « isolés » pour la plupart ;
    - Contamination aux chlorures des niveaux pliocènes superficiels, pas de contamination des ouvrages AEP.

Pour chacun de ces secteurs, la stratégie a été la suivante :

1. Analyse détaillée des données d'exploitation des forages AEP (volumes pompés, débits, niveaux) à différents pas de temps (15 minutes, horaire, journalier, mensuel ou annuel) permettant d'identifier des modes d'exploitation et les influences mutuelles entre ouvrages et entre horizons aquifères.

2. Analyse du degré de dépendance des chlorures avec de nombreuses composantes : prélèvements, débits spécifiques, débit de pompage, piézométrie, pluviométrie, nombre d'ouvrages environnants, configuration technique des ouvrages …

## 7.2 Bilan des prélèvements AEP

L'analyse détaillée de toutes les données d'exploitation disponibles sur les 29 ouvrages AEP sur le territoire d'étude a permis de mettre en évidence les tendances et les modes d'exploitation suivants :

| Commune | Nom | Aquif. capté | Débit d'exploitation (m³/h) | Tendance des prélèvements annuels (m³) | | Heure de pompage /j en pointe | Coef. de pointe (depuis 2015) | Evolution mensuelle des chlorures 2019-2020 (mg/L) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Période 2005-2019 | Période 2017-2019 | | | Min | Max |
| Leucate | CF4 | N4 | 45-50 | +26 176 | -31 086 | 20-24 | 1.2 à 1.5 | 12.1 | 17.6 |
| | CF3bis | N3 | 50-55 | +70 284 | -61 869 | 20-24 | 1.2 à 1.5 | 152.8 | 648.4 |
| Saint-Laurent-de-la-Salanque | F3N3 « Els Prats » | N3 | 55-80 | +90 574 | +24 306 | 10-21 | 2.5 à 3.2 | 39.7 | 56.4 |
| | F2N4bis « Rompuda » | N4 | 110-125 | -25 448 | -2 520 | 8-16 | 1.8 à 3 | | |
| | F2N3 « Rompuda » | N3 | 160-250 | -20 386 | -5 545 | 10-21 | 2.1 à 2.6 | | |
| | F4N3bis « Varatxe » | N3 | 115-130 | -235 316 | +113 063 | 8-22 | 2.3 à 5.4 | 32.5 | 51.5 |
| | F2 « la Ville » | N3 | 87-102 | +72 329 | -100 143 | 10-18 | 1.1 à 1.2 | | |
| | F3 « la Ville » | N4 | 39-50 | +29 175 | -28 914 | 14-19 | 1.4 à 1.8 | | |
| Saint-Hippolyte | F6N3 « Mollague » | N3 | 34-45 | -32 115 | +25 281 | 12-20 | 1.7 à 3 | | |
| | F6N4bis « Mollague » | N4 | 145-180 | +37 557 | +36 211 | 12-20 | 2.4 à 2.6 | | |
| | F1N4bis « Conangle » | N4 | 90-115 | +97 813 | +44 781 | 8-17 | 2 à 2.5 | | |
| | F1N3 « Conangle » | N3 | 225-250 | -115 477 | -137 145 | 8-17 | 2 à 2.5 | | |
| | F7N3 « Pla Saint-Jean » | N3 | 35-50 | -88 154 | +9 422 | 12-20 | 2 à 3 | | |
| | F7N4 « Pla Saint-Jean » | N4 | 110-130 | -188 267 | +32 149 | 12-20 | 1.8 à 2.9 | | |
| | F2 | N4 | 35-45 | +30 193 | -14 688 | 12-15 | 1.3 | | |
| Torreilles | F1 « Aychugadou » | N3 | 80-93 | +217 138 | +34 131 | 16-17 | 1.2 | 42 | 50.4 |
| | F2 « Aychugadou » | N3 | 45-57 | -20 187 | +5 545 | 16-17 | 2.2 | | |
| | F4 « Coutius » | N3/N4 | 97-110 | -25 948 | -77 003 | 8-14 | 2.2 à 2.5 | 306.8 | 369.4 |
| Sainte-Marie-la-Mer | F2 « Souribe » | Plio. | 50-55 | +108 320 | +43 317 | 16-20 | 1.5 | | |
| | F3 « Olioul » | Plio. | 95-110 | +170 392 | +19 536 | 16-20 | 1.5 à 2 | 34.8 | 41.8 |
| | F4 | Plio. | 45-50 | -187 668 | -220 871 | 12-18 | 1.2 à 2.6 | 167.7 | 345.3 |
| Canet-en-Roussillon | F1bis | Plio. | 45 | -7 467 | -26 623 | 12-20 | 1.3-2.8 | | |
| | F4bis « Moulin » | Plio. | 75-95 | +107 501 | -20 570 | 12-20 | 1.5-3.2 | | |
| | F7 « Marenda » | Plio. | 80-86 | -194 305 | -24 080 | 9-16 | 1.2 à 1.5 | | |
| | F8 | Plio. | 80-95 | -296 141 | -100 731 | 12-20 | 1.6 à 2.4 | 45.8 | 58.5 |
| | F9 (F3bis) | Plio. | 90-120 | +248 621 | +192 169 | 12-20 | 1.3 à 2.8 | | |
| | F10 « Mas Comte Est » | Plio. | 100-113 | -306 540 | -20 747 | 10-16 | 2 à 2.8 | 42.4 | 70.0 |
| Saint-Nazaire | F5 « Camp Barrère » | Plio. | 80-100 | +7 712 | -106 813 | 8-10 | 1.3 à 1.7 | | |
| | F6 | Plio. | 100-120 | +36 434 | -91 529 | 8-10 | 1.3 à 1.7 | 88.5 | 101.6 |

**Tableau 51 : Evolution des prélèvements dans les forages AEP au droit de la zone d'étude**

## 7.3 Conclusions

Au travers cette étude, il apparait des spécificités propres à certains secteurs et des caractères communs à plusieurs secteurs avec des corrélations qui ont pu être mises en évidence. On rappellera :

- Une communication par drainance existe entre la nappe alluviale et les horizons sableux supérieurs pliocènes dans le secteur de la Salanque proche de l'Etang et probablement dans le secteur de Saint-Nazaire proche de l'Etang. Il n'est pas impossible que ce comportement hydraulique se retrouve sur d'autres secteurs (Torreilles/Sainte-Marie, Canet ou Barcarès Sud) mais l'absence de données de piézométrie du Quaternaire ne permet pas de le confirmer. Avec cette donnée, il est donc envisageable d'attribuer l'origine des chlorures dans certains secteurs à une drainance verticale descendante à l'interface Quaternaire/Pliocène.

- La stratification verticale de la conductivité est caractérisée par une baisse de la conductivité (et donc des chlorures) vers la profondeur sur la majorité des ouvrages diagnostiqués. Concrètement, plus les ouvrages implantés dans le Pliocène sont crépinés haut et plus les teneurs en chlorures où la conductivité de l'eau pompée augmente. Seuls les ouvrages au Nord de Canet présentent une homogénéité de la conductivité tout le long des horizons captés. La distribution verticale semble même inversée sur l'ouvrage AEP F4 à Sainte-Marie où les niveaux profonds sont plus riches en chlorures.

- La baisse des débits de pompage en période d'étiage (par régulation des pompes contrôlée par la baisse du niveau piézométrique général de la nappe en lien avec la forte exploitation en période estivale) provoque la baisse de la conductivité plus ou moins marquée dans de nombreux forages AEP. A l'inverse, certains ouvrages ont un fonctionnement inverse où la conductivité augmente l'été (+20 à +50 µS/cm) : c'est le cas des forages AEP CF3 à Leucate, F4 à Sainte-Marie, F4 à Torreilles ainsi que F1N3, F3N3 et F4N3bis en Salanque. Géographiquement, il s'agit des ouvrages les plus proches d'une étendue d'eau salée.

- De manière corolaire au débit, l'augmentation des durées de prélèvement semble provoquer l'augmentation de la conductivité dans certains forages. C'est le cas des ouvrages précédemment cités (forages AEP CF3 à Leucate, F4 à Sainte-Marie-la-Mer, F4 à Torreilles ainsi que F1N3, F3N3 et F4N3bis en Salanque) pour lesquels des seuils limites de durée d'exploitation ont pu être proposés. Si pour la plupart de ces ouvrages, la baisse des durées de prélèvement à la fin de la période estivale est suivie d'une baisse de conductivité vers un retour à une conductivité « de base », en revanche pour les deux ouvrages CF3 et F4 Torreilles, la baisse des consommations ne permet pas de retrouver cette valeur de conductivité d'avant été. On constate donc une augmentation interannuelle de la conductivité de base sur ces deux ouvrages (depuis 2017).

- L'incident sur le forage AEP CF3 en juillet 2020 (explosion soudaine de la conductivité) semblerait alerter sur le fait que si l'augmentation progressive de la conductivité

d'année en année apparait tout d'abord linéaire, celle-ci peut augmenter brutalement en quelques semaines, sans lien direct avec l'augmentation des prélèvements. L'apparition de cette très forte conductivité après une période d'arrêt du forage de 3 semaines et sa baisse rapide (sans toutefois revenir à niveau d'avant incident) après une remise en service selon une exploitation diminuée pourrait suggérer que dans les zones aquifères déjà contaminées, les teneurs en chlorures sont en réalité plus importantes que celles mesurées dans les ouvrages exploités car ceux-ci sollicitent en partie des eaux de l'amont hydraulique, probablement moins contaminées et qui tendraient à diminuer la teneur en chlorures de l'eau pompée. Cette observation de pic de conductivité suivi d'une baisse peut être mise en évidence également dans une moindre mesure sur l'ouvrage AEP F4 de Sainte-Marie-la-Mer, où chaque démarrage de pompe en période de faible exploitation est marqué d'un pic de conductivité (de 1000 à 1450 µS/cm) redescendant ensuite rapidement à une valeur de base (830 à 850 µS/cm).

- Un lien existerait entre les prélèvements AEP et la teneur en chlorures dans certains ouvrages. Nous avons pu mettre en évidence des seuils de prélèvement (à l'échelle mensuelle ou plurimensuelle) au-delà desquels la teneur en chlorures dans certains ouvrages suivis (AEP ou réseau) pourrait dépasser 200 mg/L. Sur l'ouvrage AEP F4 de Sainte-Marie-la-Mer tout comme sur plusieurs ouvrages de suivi (PN3, camping Aqua Dulce, Mas Rey, usine Alu Sicre, camping Mar Estang ou piézomètre PHARE) une réversibilité pourrait exister (baisse de la teneur en chlorures consécutivement à la baisse des prélèvements sous les seuils proposés). Malheureusement, pour une grande partie des ouvrages de suivis (réseau SMNPR ou AEP) cette réversibilité est plus difficilement observable.

- Un lien existerait entre le niveau piézométrique moyen observé dans les piézomètres de surveillance pendant les mois d'été et la teneur en chlorures dans certains ouvrages. Sur certains ouvrages de suivis, nous avons pu mettre en évidence des seuils d'observation au cours des mois d'été en-dessous desquels la teneur en chlorures dans certains ouvrages suivis (AEP ou réseau) pourrait dépasser 200 mg/L. De plus, sur un ouvrage déjà fortement contaminé (forage ARMENGAU sur le secteur Barcarès Sud), il semblerait qu'il existe une réversibilité, avec une baisse de la teneur en chlorures en parallèle de la remontée des niveaux piézométriques moyens dans le piézomètre de suivi F3 de Torreilles.

- Un lien existerait enfin entre le nombre de jours par an où le niveau piézométrique observé dans les piézomètres de surveillance passe sous certains seuils et la teneur en chlorures dans certains ouvrages. Sur certains ouvrages de suivis nous avons pu mettre en évidence des seuils et des durées d'observation en-dessous desquels la teneur en chlorures dans certains ouvrages suivis (AEP ou réseau) pourrait dépasser 200 mg/L.

A l'inverse, le croisement des données a mis en évidence un faible degré de dépendance voire une absence de corrélation sur la plupart des zones étudiées entre :

- Les chlorures et les débits spécifiques des ouvrages, à l'exception des forages AEP en Salanque ;
- Les chlorures et le cumul des précipitations pour plusieurs fréquences d'analyse (1 à 24 mois) ;
- Les chlorures et le nombre d'ouvrages environnants existant autour des forages suivis en chlorures, à l'exception du secteur Sud Barcarès où les ouvrages les plus fortement impactés sont ceux présentant un grand nombre d'ouvrages environnants (quaternaires et/ou pliocènes).

Au final, il ressort de cette analyse des corrélations que la contamination des horizons aquifères semble multifactorielle et non due à un critère unique.

Il semblerait que les zones aquifères pliocènes les plus préservées correspondent aux secteurs combinant les facteurs suivants : (1) prélèvements réduits, (2) formations alluviales non en communication hydrauliques avec les horizons pliocènes aquifères sous-jacents, (3) nappe alluviale peu ou pas contaminée par les chlorures et/ou (4) éloignement des étendues salées ou saumâtres important.

A l'inverse, les zones les plus impactées par les intrusions salines correspondraient à la combinaison des facteurs suivants : (1) prélèvements importants, (2) existence d'une communication hydraulique par drainance entre la nappe alluviale et les formations aquifères pliocènes, (3) contamination de la nappe alluviale et/ou (4) proximité des zones d'étendues salée ou saumâtres.

La contamination des horizons sableux pliocènes superficiels pourraient donc être la résultante d'intrusions de chlorures depuis les formations alluviales de surface par drainance descendante après abaissement de la piézométrie causées par de nombreux prélèvements proches. La contamination des horizons sableux pliocènes profonds serait plutôt due à des remontées de chlorures en lien avec la remontée de l'interface eau douce/eau salée (loi de Ghyben-Herzberg) dans certains horizons bien qu'isolés des horizons aquifères de surface.

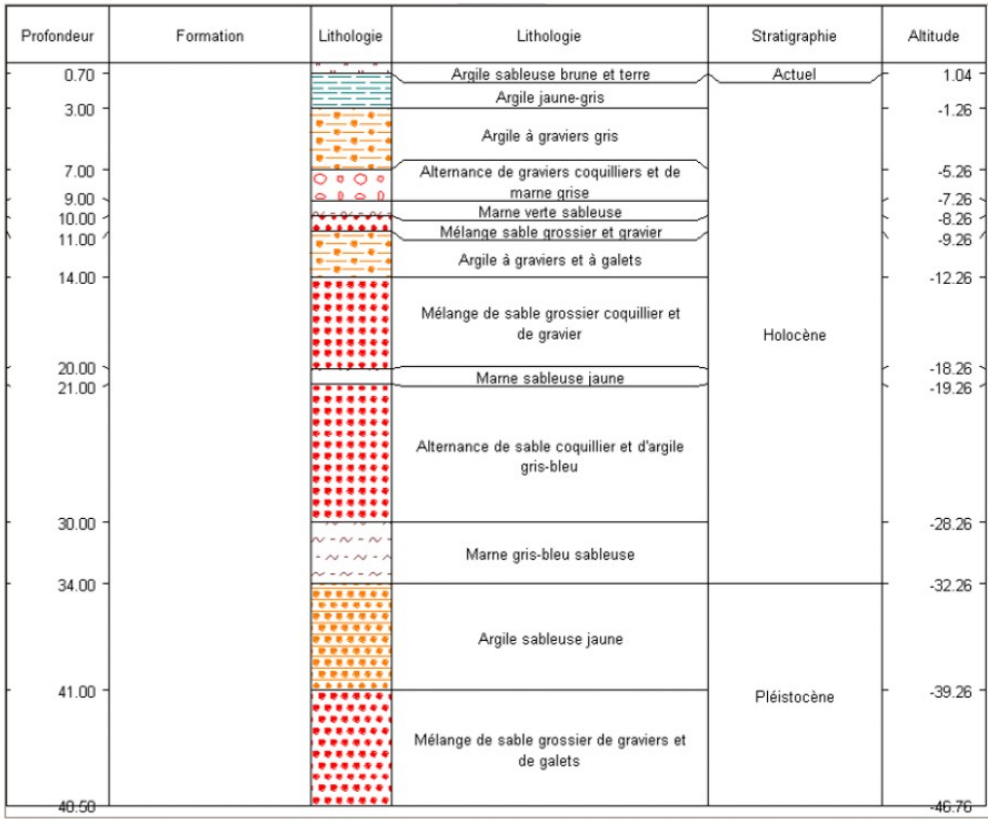
Pour terminer, nous rappelons que toutes les corrélations et analyses réalisées dans ce rapport sont basées presque exclusivement sur les données des forages AEP publics pour lesquels la somme de données est massive, ainsi que sur les données sur l'ensemble du réseau SMNPR. Malheureusement, les prélèvements déclarés agricoles sont minimes et ne sont pas suffisamment renseignés pour permettre une analyse globale, ce qui cause forcément des biais dans les analyses proposées ici. Pour rappel, l'étude sur les volumes prélevables de 2014 (basée sur les données de 2011) a montré que les prélèvements pour l'AEP publique représentaient seulement 44.6% des prélèvements totaux estimés sur la BCN (déclarés + non déclarés) et que les prélèvements agricoles et pour le tourisme (campings et résidences) représentaient respectivement 43% et 3.3% soit un total de 46.3%. Même si les prélèvements agricoles semblent majoritairement concerner l'aquifère alluvial, ils ont un impact certain sur l'aquifère pliocène exploité essentiellement pour l'AEP. C'est pourquoi il convient d'avoir un regard critique sur les conclusions proposées dans ce rapport d'étape 2.

En revanche, l'analyse poussée des prélèvements dans les forages AEP et l'analyse des origines probables des chlorures dans certains forages, vont pouvoir permettre de proposer en phase 3 des modes d'exploitation adaptés pour certains ouvrages AEP pour pouvoir maitriser la qualité de l'eau pompée ainsi que des seuils de vigilance sur les ouvrages de surveillance du SMNPR, dont une grande partie a déjà été présentée dans ce rapport d'étape 2. Or, si cette stratégie semble envisageable sur des ouvrages où la maitrise est publique, en revanche, il semble difficile d'envisager, si ce n'est à long terme, des programmes d'actions sur les prélèvements privés. Mais quoi qu'il en soit, il conviendra à moyen terme d'intégrer les nouvelles données acquises par la DDTM à l'issue de la campagne de régularisation des ouvrages et des prélèvements.

# ANNEXES

# Annexe 1 : Coupes lithologiques et techniques des ouvrages AEP et des piézomètres de suivis de la Salanque

## Forage F1N3 « Conangle » (données BSS et HydroAssistance)

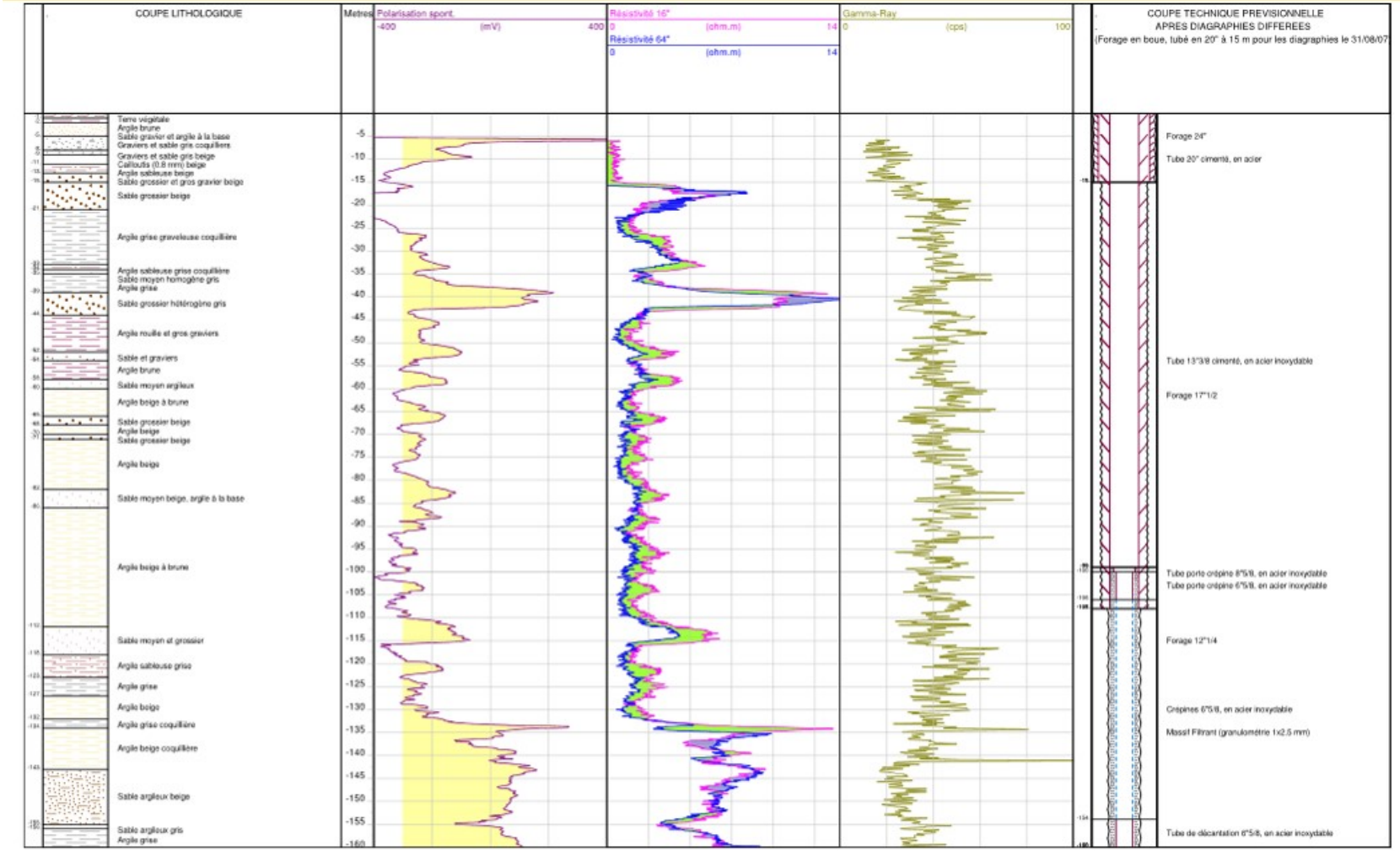



- La foration
  - de 0 à 37.23 m : diamètre 1000 mm
  - de 37.23 à 48.50 m : diamètre 440 mm
- Les équipements
  - de 0 à 37.23 m : tube de soutènement en acier doux, diamètre extérieur 800 mm, épaisseur 6 mm, espace annulaire cimenté de 2 à 12 mètres et de 17 à 37.23 mètres
    **Rechemisage en 1998**
    tube en acier, diamètre interne 590 mm, espace annulaire cimenté
  - de 33.96 à 37.96 m : tube lisse porte-crépine en acier inoxydable, diamètre 336.6 mm, espace annulaire gravillonné
  - de 37.96 à 48.20 m : crépines Johnson en acier inoxydable, diamètre 304.8x336.6 mm, slot 35, espace annulaire gravillonné
  - de 48.20 à 48.50 m : sabot laveur Johnson en acier inoxydable, diamètre 336.6 mm, espace annulaire gravillonné

**D'après l'examen endoscopique après travaux**

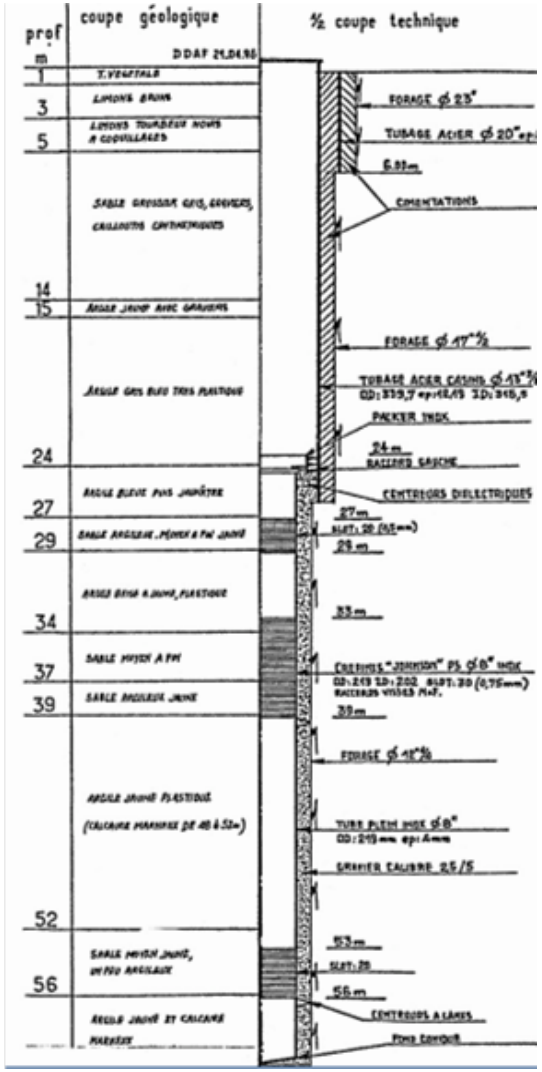
- de 0 à 34 m : tube en acier, diamètre interne 590 mm
- de 34 à 38.10 m : tube porte-crépine en acier inoxydable, diamètre 336.6 mm, espace annulaire gravillonné
- de 38.10 à 48 m : crépines en acier inoxydable, de type fil enroulé, diamètre 304.8x336.6 mm, espace annulaire gravillonné

Forage F1N4bis « Conangle » (données HydroAssistance)

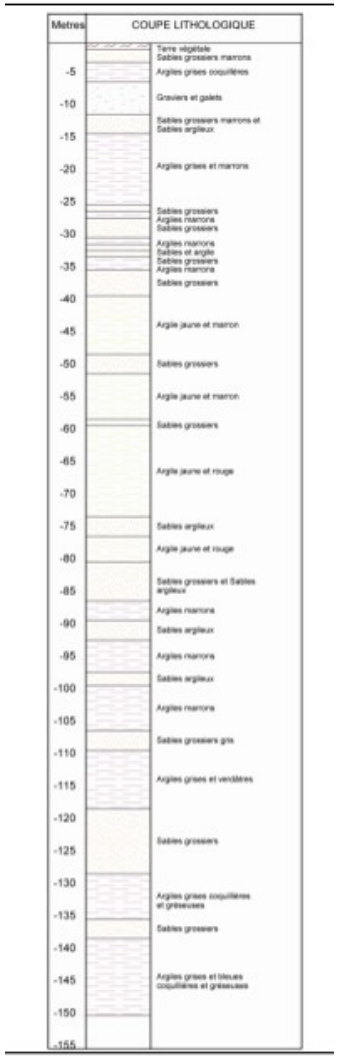


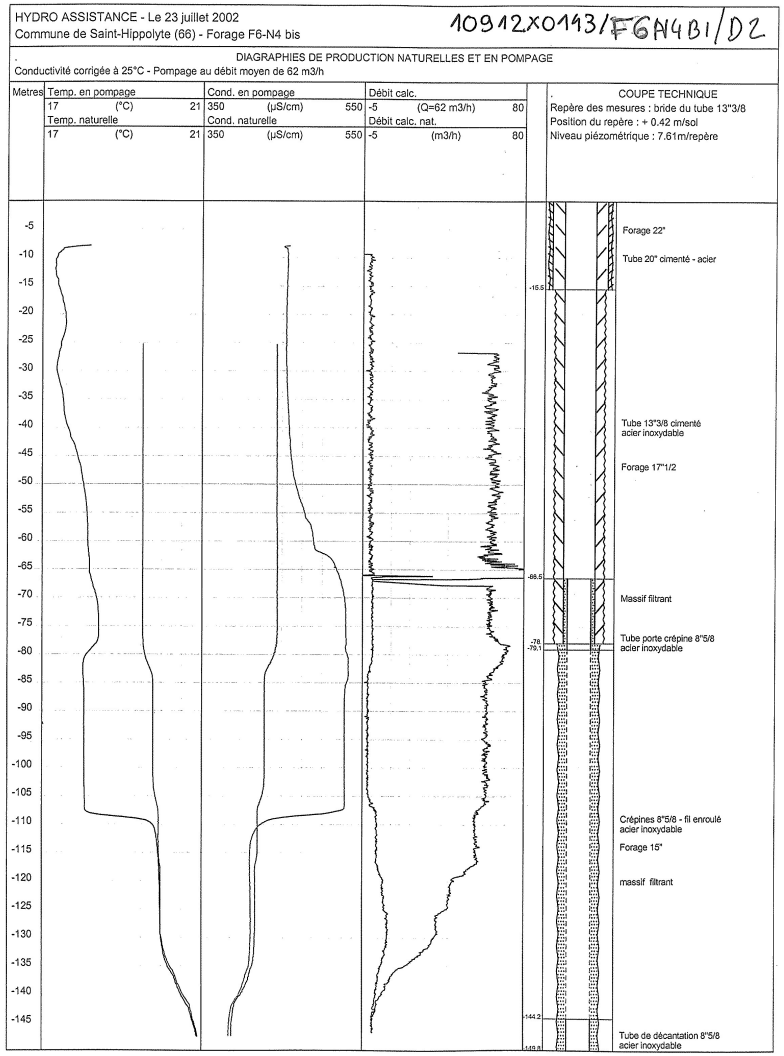
## Forage F6N3 « Mollague » (données BSS et HydroAssistance)

| Profondeur | Formation | Lithologie | Lithologie | Stratigraphie | Altitude |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.00 | | | Terre végétale | Actuel | 2.00 |
| 3.00 | | | Limons bruns | | 0.00 |
| 5.00 | | | Limons tourbeux noirs à coquillages | | -2.00 |
| | | | Sables grossiers gris, graviers et cailloutis centimètriques | | |
| 14.00 | | | | | -11.00 |
| 15.00 | | | Argile jaune avec graviers | Holocène | -12.00 |
| | | | Argile gris-bleu très plastique | | |
| 24.00 | | | | | -21.00 |
| 27.00 | | | Argile bleue puis jaunâtre | | -24.00 |
| 29.00 | | | Sable argileux moyen à fin jaune | | -26.00 |
| | | | Argile bleue à jaune plastique | Pléistocène | |
| 34.00 | | | | | -31.00 |
| 37.00 | | | Sable moyen à fin | | -34.00 |
| 39.00 | | | Sable argileux jaune | | -36.00 |
| | | | Argile jaune plastique (calcaire argileux de 48 à 52mètres) | Pliocène | |
| 52.00 | | | | | -49.00 |
| 56.00 | | | Sable moyen jaune un peu argileux | | -53.00 |
| 60.00 | | | Argile jaune et calcaire argileux | | -57.00 |

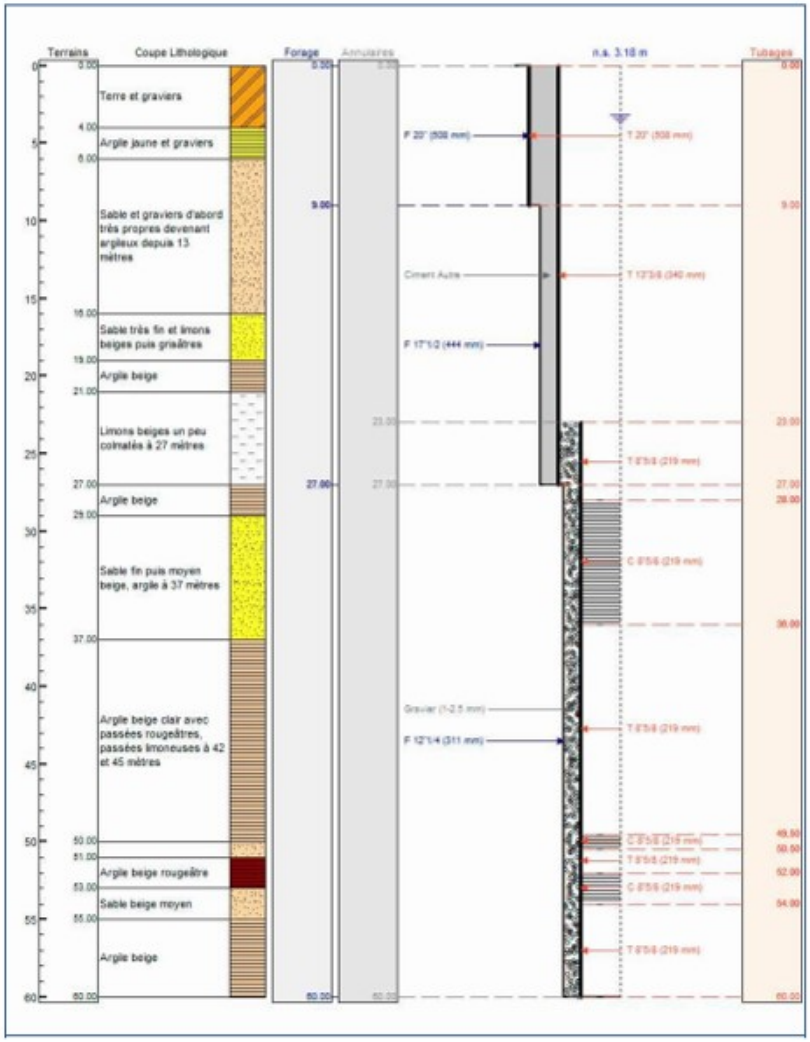


# Forage F6N4 « Mollague » (données HydroAssistance et VEOLIA)

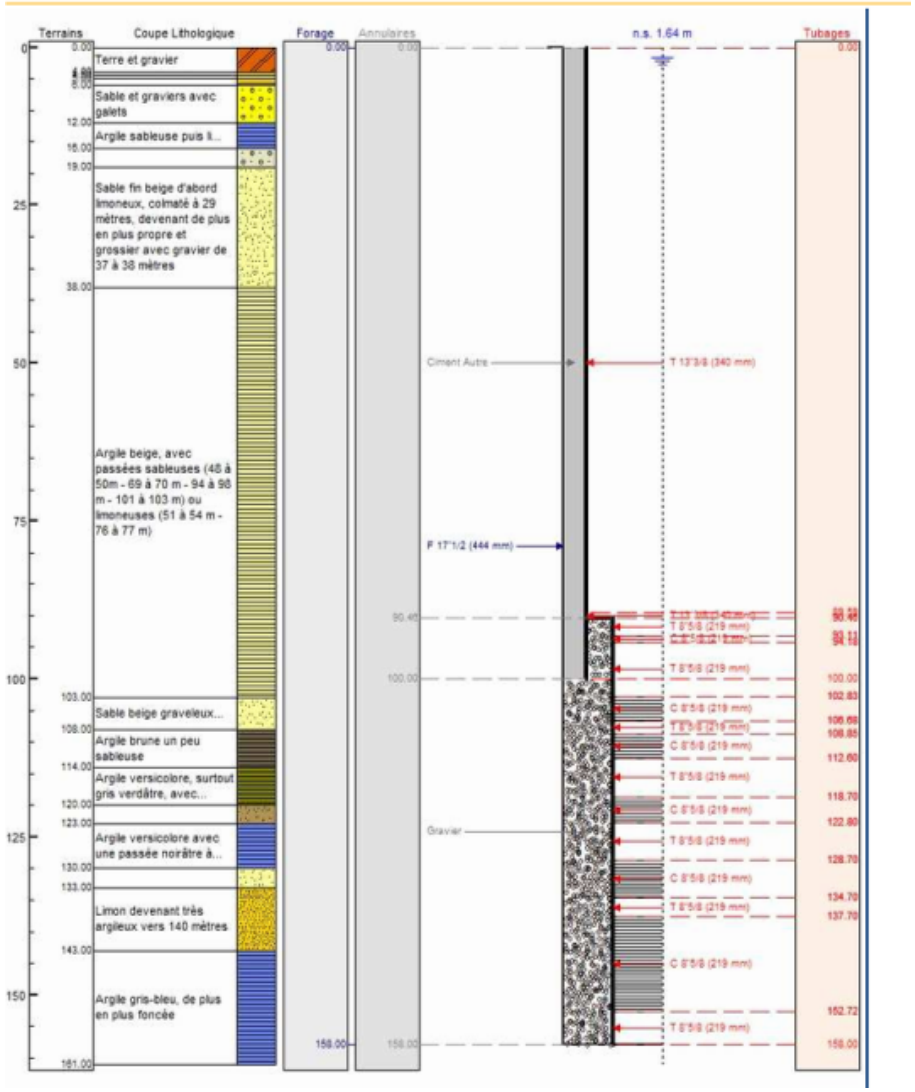


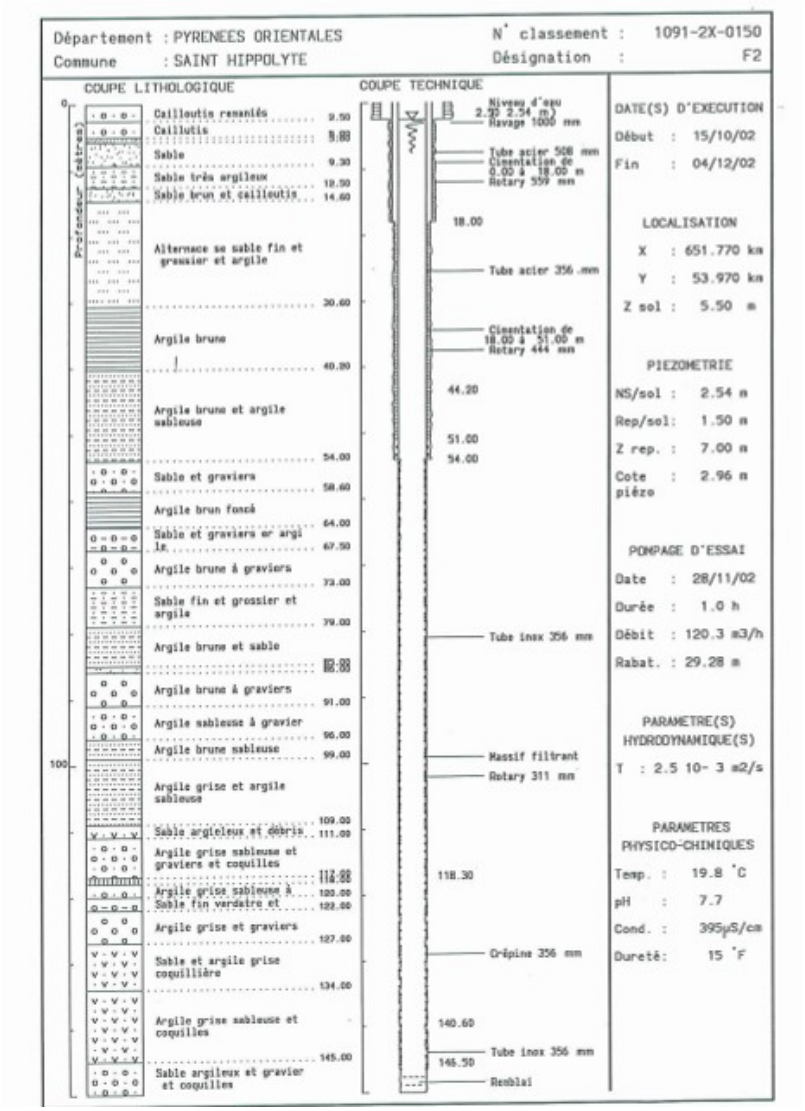
Forage F7N3 « Pla Saint-Jean » (données VEOLIA)



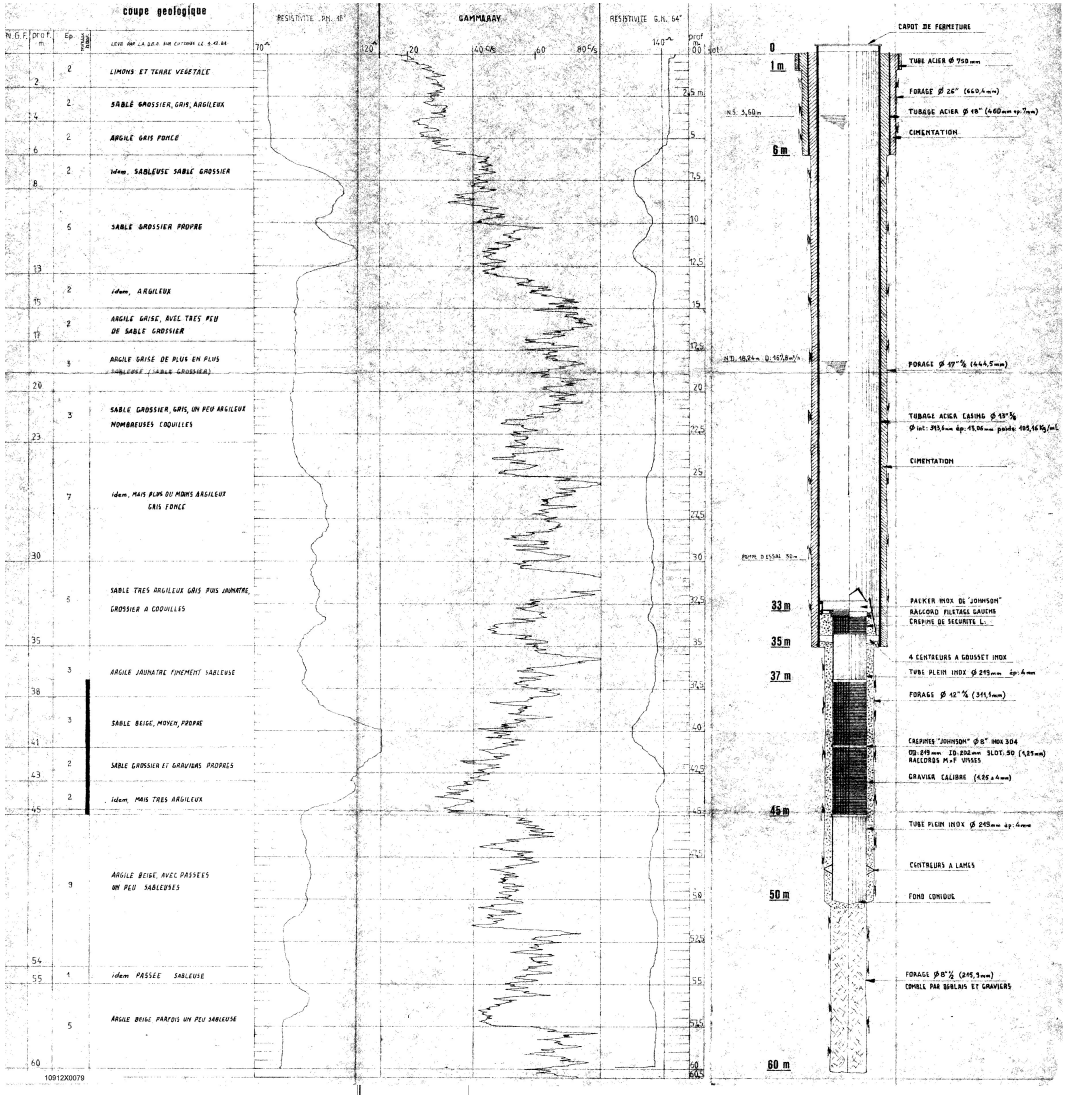
Forage F7N4 « Pla Saint-Jean » (données VEOLIA)



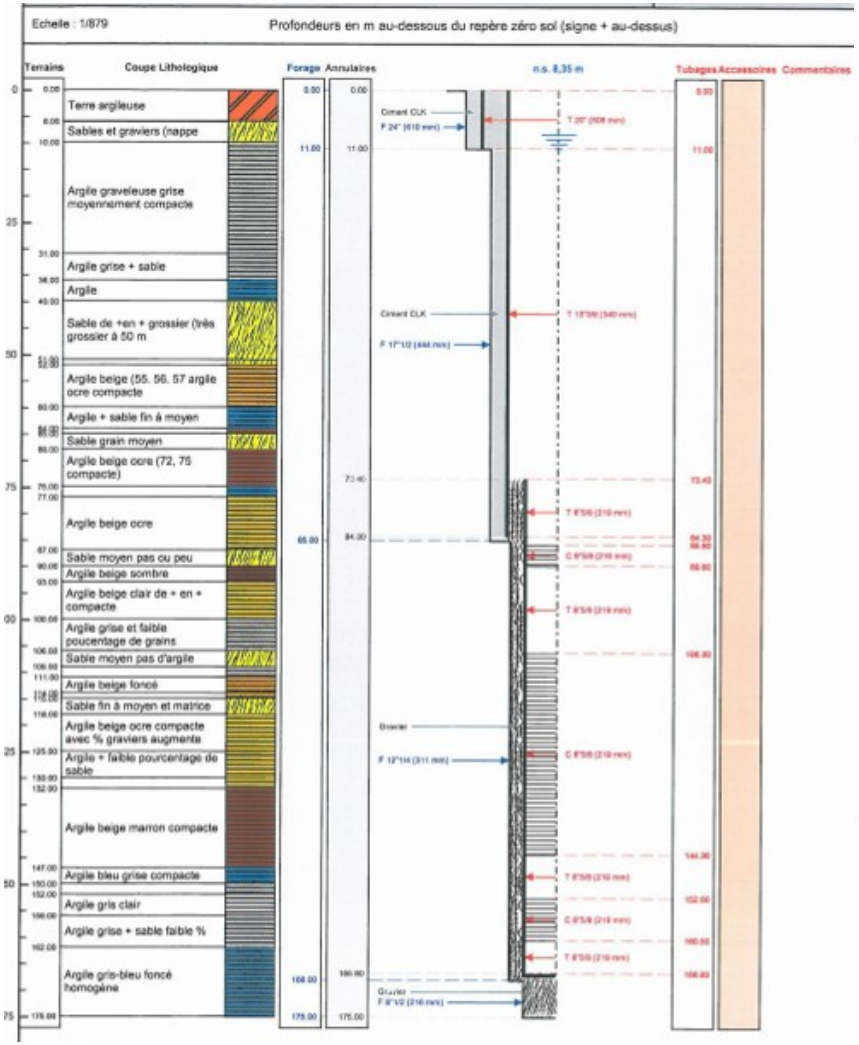
## Forage F2 Saint-Hippolyte (données Infoterre)

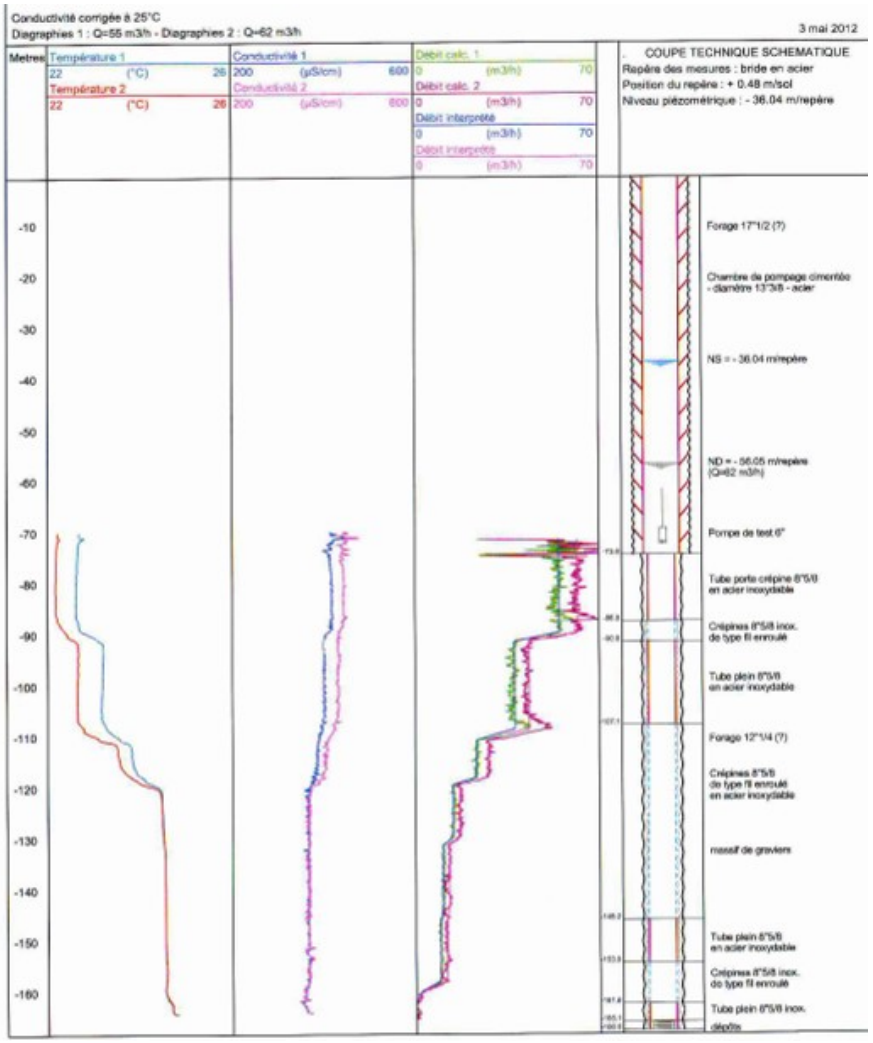


## Forage F2 « La Ville » (données Infoterre)



## Forage F3 « La Ville » (données HydroAssistance)



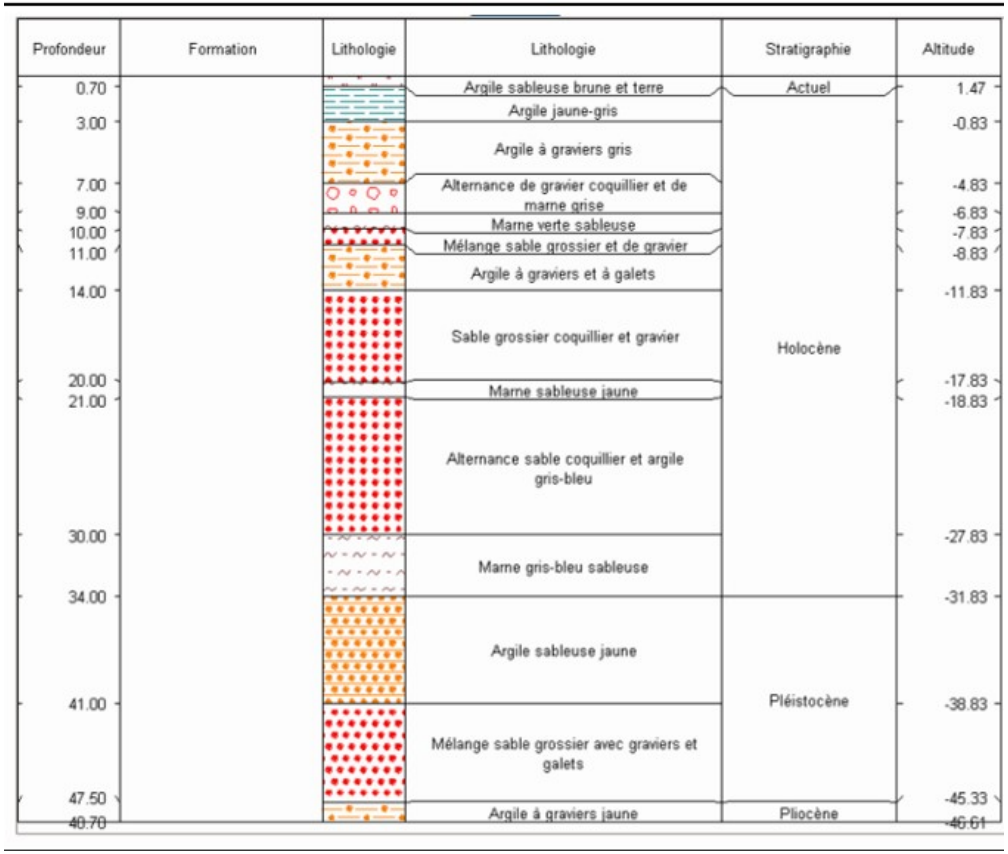
## Forage F2N3 « Rompuda » (données VEOLIA et Infoterre)

La foration

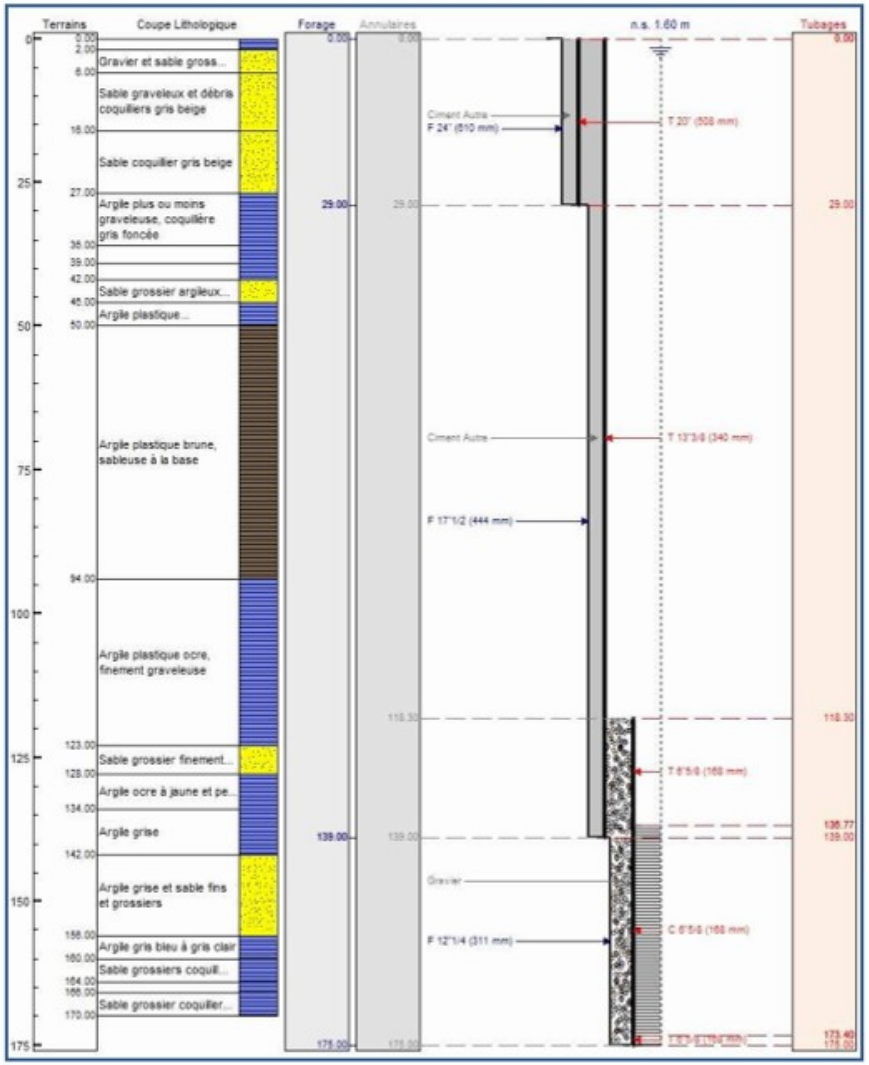
- de 0 à 36.50 m : diamètre 1000 mm
- de 36.50 à 48.70 m : diamètre 440 mm

Les équipements

- de 0 à 36.50 m : tube en acier doux, à tôle roulée, diamètre 800 mm, espace annulaire cimenté
  **Rechemisage en 1998**
  tube en acier, diamètre interne 590 mm, espace annulaire cimenté
- de 33.35 à 37.35 m : tube porte-crépine en acier inoxydable, diamètre 336.6 mm, espace annulaire gravillonné (gravier roulé, calibré)
- de 37.35 à 47.62 m : crépines en acier inoxydable de type fil enroulé, slot 35, diamètre 336.6 mm, espace annulaire gravillonné (gravier roulé, calibré)
- de 47.62 à 47.90 m : sabot laveur, diamètre 336.6 mm, espace annulaire gravillonné (gravier roulé, calibré)



## Forage F2N4bis « Rompuda » (données VEOLIA)

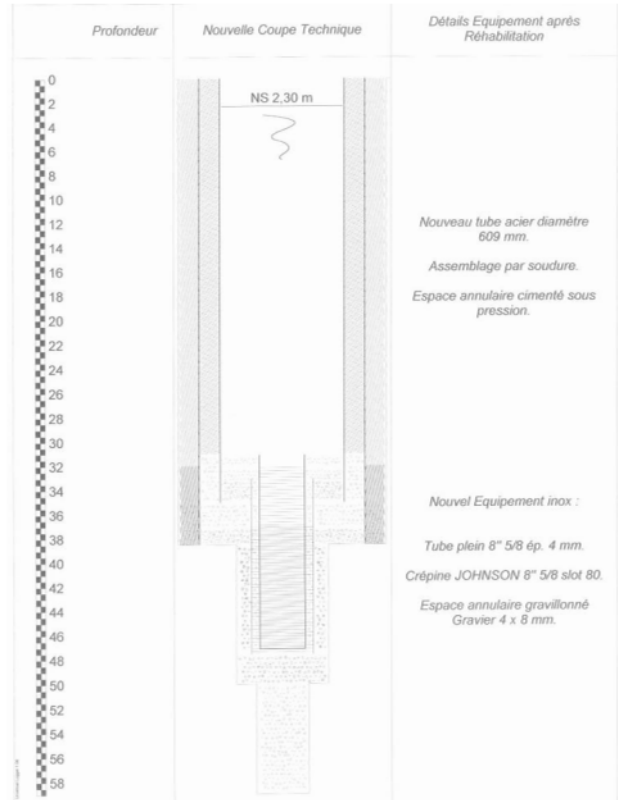



de 0 à 2,20 m : argile sableux gris beige
de 2,20 à 5,80 m : gravier et sable grossier coquillier
de 5,80 à 13,80 m : sable grossier et débris coquillier gris beige
de 13,80 à 24,80 m : sable coquillier gris beige
de 24,80 à 33,80 m : argile plus ou moins graveleuse, coquillier gris foncé
de 33,80 à 36,80 m : argile molle brun beige et débris coquillier
de 36,80 à 39,80 m : argile plastique brune finement graveleuse et débris coquillier
de 39,80 à 43,80 m : sable grossier argileux brun-beige
de 43,80 à 47,80 m : argile plastique graveleuse brun clair
de 47,80 à 91,80 m : argile plastique brune sableuse à la buse
de 91,80 à 120,80 m : argile plastique ocre finement graveleuse
de 120,80 à 125,80 m : sable grossier faiblement argileux
de 125,80 à 131,80 m : argile ocre à jaune et petits graviers
de 131,80 à 139,80 m : argile grise
de 139,80 à 153,80 m : argile et sables fins et grossiers
de 153,80 à 157,80 m : argile gris bleu à gris clair
de 157,80 à 161,80 m : sables grossiers coquillier et argile bruns
de 161,80 à 163,80 m : argile sableuse gris bleu
de 163,80 à 167,80 m : sable grossier coquille et argile ocre

## Forage F3N3 « Els Prats » (données Infoterre)

| Profondeur | Formation | Lithologie | Lithologie | Stratigraphie | Altitude |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.70 | | | Argile sableuse brune et terre | Actuel | 2.06 |
| 3.00 | | | Argile jaune-gris | | -0.24 |
| | | | Argile à graviers grise | | |
| 7.00 | | | Alternance de gravier coquillier et de marne grise | | -4.24 |
| 9.00 | | | | | -6.24 |
| 10.00 | | | Marne verte sableuse | | -7.24 |
| 12.00 | | | Mélange sable grossier et gravier | | -9.24 |
| 14.00 | | | Argile à graviers et galets | | -11.24 |
| | | | Mélange sable coquillier grossier et gravier | Holocène | |
| 20.00 | | | Marne sableuse jaune | | -17.24 |
| 21.00 | | | | | -18.24 |
| | | | Alternance sable coquillier et argile gris-bleu | | |
| 30.00 | | | Marne gris-bleu sableuse | | -27.24 |
| 34.00 | | | | | -31.24 |
| | | | Argile sableuse jaune | | |
| 42.00 | | | | Pléistocène | -39.24 |
| | | | Mélange sable grossier, graviers et galets | | |
| 49.00 | | | Argile à graviers jaune | | -46.24 |
| 50.00 | | | | | -47.24 |
| | | | Argile sableuse à graviers jaune | Pliocène | |
| 59.00 | | | | | -56.24 |

Ouvrage réhabilité en juin 2000 :



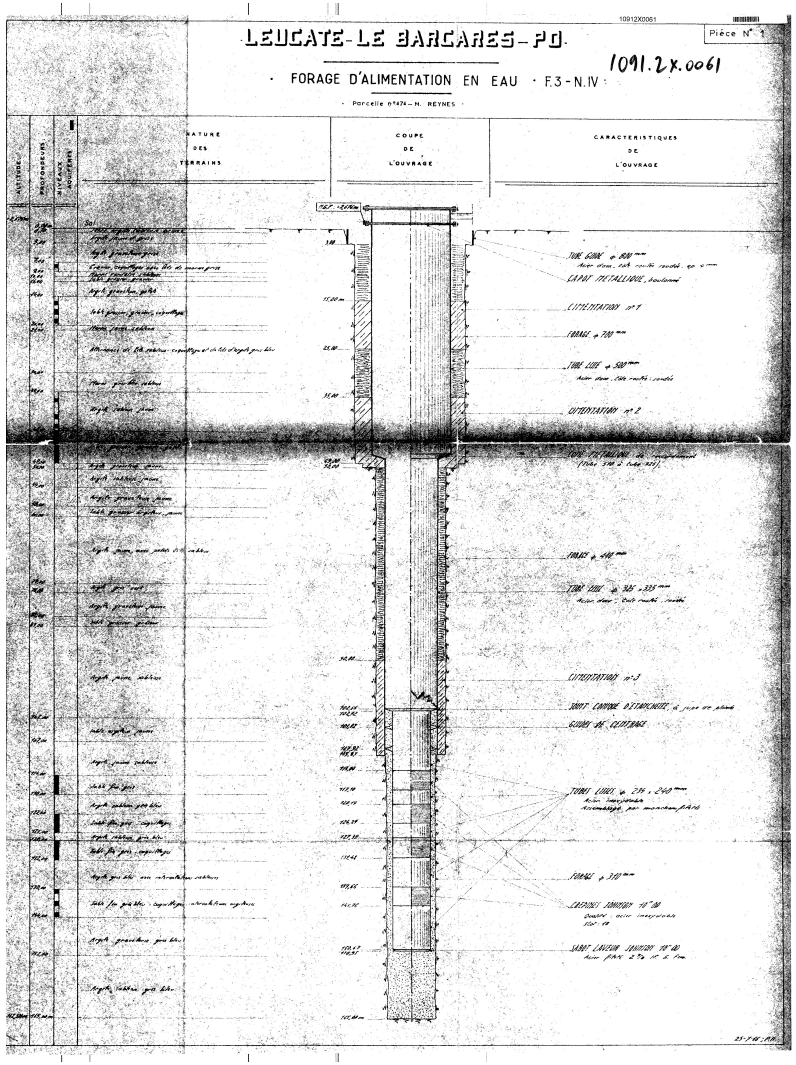
Forage F4N3bis « Varaxte » (données VEOLIA)

| | |
|---|---|
| Coupe technique: | ☞ De 0 à 35.10 m : tube en acier inoxydable, diamètre 13"3/8, espace annulaire cimenté<br>☞ De 35.10 à 41.50 m : tube porte crépine acier inoxydable, diamètre 8"5/8, espace annulaire gravillonné<br>☞ De 41.50 à 52.70 m : crépines en acier inoxydable de type fil enroulé, slot 0.75 mm, diamètre 8"5/8, espace annulaire gravillonné<br>☞ De 52.70 à 59 m : tube de décantation, diamètre 8"5/8, espace annulaire gravillonné |

| | |
|---|---|
| Log stratigraphique : | ☞ de 0 à 9 m : sable et graviers<br>☞ de 9 à 13 m : argile<br>☞ de 13 à 16 m : sable<br>☞ de 16 à 18 m : argile<br>☞ de 18 à 38 m : marne gris bleu<br>☞ de 38 à 45 m : marne dure (tuf) avec alter-nuance de lits sableux<br>☞ de 45 à 53 m : sable et graviers avec intercalations marneuses<br>☞ de 53 à 58 m : argile |

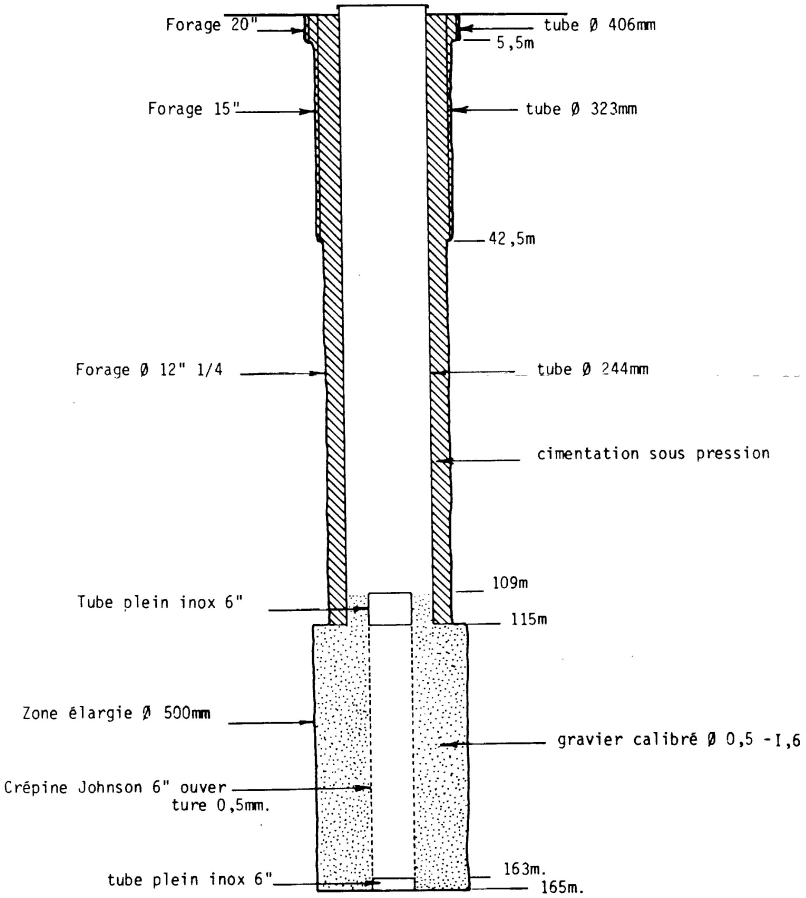
## Piézomètre F3N4 (données Infoterre)

| | | |
|---|---|---|
| De 0 à 0.7 m | SUPERF: TERRE, ARGILEUX SABLEUX BRUN | QUATERNAIRE |
| De 0.7 à 3 m | ALLUV: ARGILE, JAUNE GRIS | QUATERNAIRE |
| De 3 à 7 m | ALLUV: ARGILE, A-GRAVIERS GRIS | QUATERNAIRE |
| De 7 à 9 m | ALLUV: ALT/GRAVIER, COQUILLIER/MARNE, GRIS/ | QUATERNAIRE |
| De 9 à 10 m | ALLUV: MARNE, VERT SABLEUX | QUATERNAIRE |
| De 10 à 11 m | ALLUV: MEL/SABLE, GROSSIER/GRAVIER/ | QUATERNAIRE |
| De 11 à 14 m | ALLUV: ARGILE, A-GRAVIERS A-GALETS | QUATERNAIRE |
| De 14 à 20 m | ALLUV: MEL/SABLE, GROSSIER COQUILLIER/GRAVIER/ | QUATERNAIRE |
| De 20 à 21 m | MARNE, SABLEUX JAUNE | PLIOCENE |
| De 21 à 30 m | ALT/SABLE, COQUILLIER/ARGILE, GRIS BLEU/ | PLIOCENE |
| De 30 à 34 m | MARNE, GRIS BLEU SABLEUX | PLIOCENE |
| De 34 à 47 m | ARGILE, SABLEUX JAUNE | PLIOCENE |
| De 47 à 49 m | MEL/SABLE, GROSSIER/GRAVIER/GALET/ | PLIOCENE |
| De 49 à 58 m | ARGILE, A-GRAVIERS JAUNE SABLEUX | PLIOCENE |
| De 58 à 60 m | SABLE, GROSSIER ARGILEUX JAUNE | PLIOCENE |
| De 60 à 74 m | ARGILE, JAUNE; SABLE | PLIOCENE |
| De 74 à 76 m | ARGILE, GRIS VERT | PLIOCENE |
| De 76 à 81 m | ARGILE, A-GRAVIERS JAUNE | PLIOCENE |
| De 81 à 83 m | SABLE, GROSSIER | PLIOCENE |
| De 83 à 102 m | ARGILE, JAUNE SABLEUX | PLIOCENE |
| De 102 à 107 m | SABLE, ARGILEUX JAUNE | PLIOCENE |
| De 107 à 114 m | ARGILE, JAUNE SABLEUX | PLIOCENE |
| De 114 à 118 m | SABLE, FIN GRIS | PLIOCENE |
| De 118 à 122 m | ARGILE, SABLEUX GRIS BLEU | PLIOCENE |
| De 122 à 126 m | SABLE, FIN GRIS COQUILLIER | PLIOCENE |
| De 126 à 128 m | ARGILE, SABLEUX GRIS BLEU | PLIOCENE |
| De 128 à 132 m | SABLE, FIN GRIS COQUILLIER | PLIOCENE |
| De 132 à 138 m | ARGILE, GRIS BLEU; SABLE | PLIOCENE |
| De 138 à 144 m | SABLE, FIN GRIS BLEU COQUILLIER; ARGILE | PLIOCENE |
| De 144 à 152 m | ARGILE, A-GRAVIERS GRIS BLEU | PLIOCENE |
| De 152 à 165 m | ARGILE, SABLEUX GRIS BLEU | PLIOCENE |



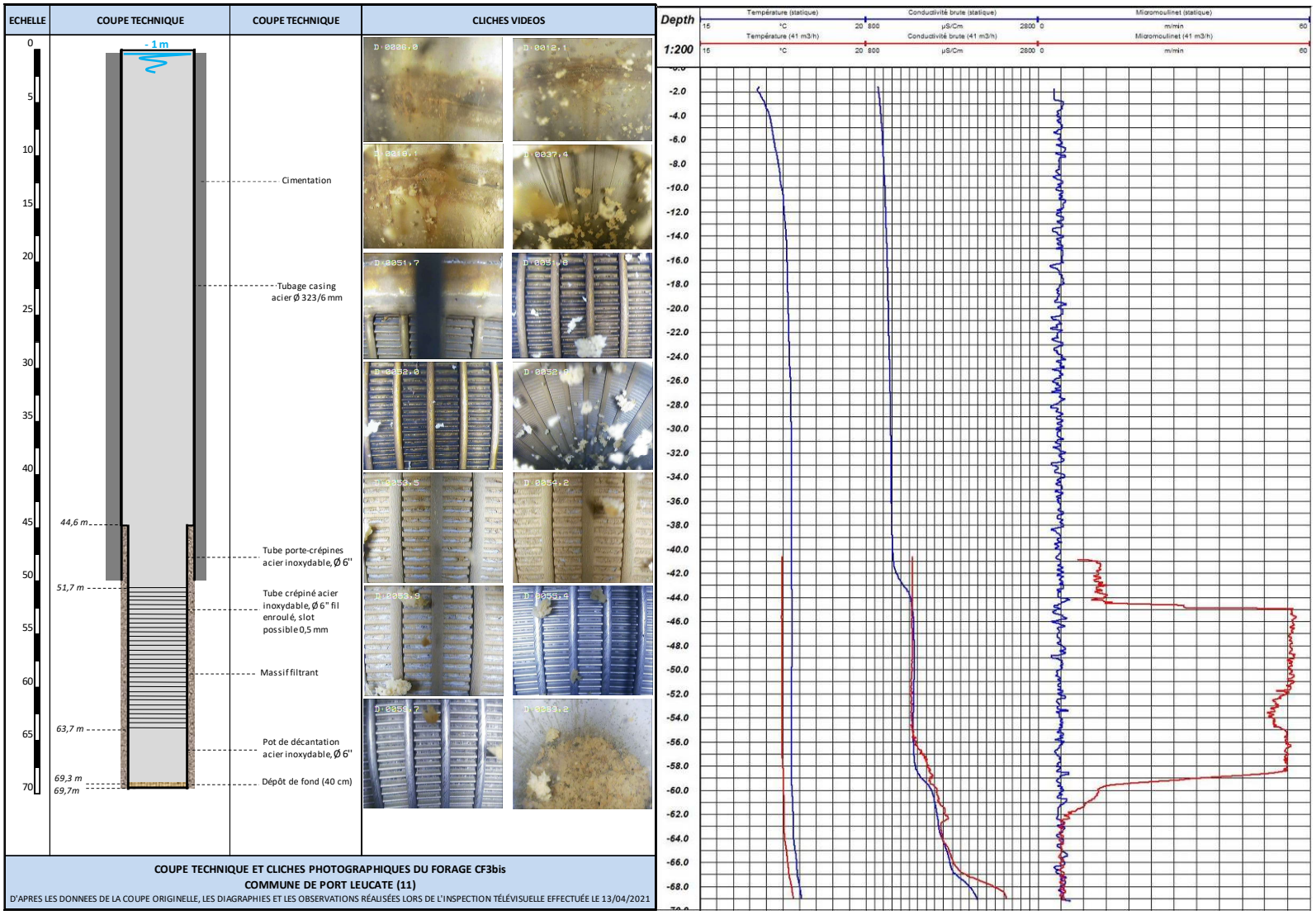
# Annexe 2 : Coupes lithologiques et techniques des ouvrages AEP sur le secteur Barcarès/Lido

## Forage CF4 (données Infoterre)




| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | - | 1m00 | Sable fin |
| 1 | - | 4m00 | Sable fin jaunâtre |
| 4 | - | 5m00 | Sable fin siliceux jaunâtre |
| 5 | - | 6m00 | Gravier |
| 6 | - | 7m00 | Sable fin + gravier |
| 8 | - | 23m | Sable fin coquiller jaunâtre |
| 24 | - | 26m | Niveau identique légèrement argileux |
| 27 | - | 33m | Sable fin argileux |
| 34 | - | 39m | Sable plus grenu, anguleux, coquiller et argileux (sable moyen) |
| 40 | - | 60m | Argile légèrement sableuse (silt) |
| 61 | - | 63m | Sable moyen, coquiller |
| 64 | - | 72m | Alternance argile et gravier surtout au sommet |
| 73 | - | 76m | Argile jaunâtre, quelques éléments de gravier |
| 77 | - | 82m | Argile sableuse + gravier |
| 83 | - | 115m | Argile sableuse très fine quelques débrits coquillers |
| 116 | - | 127m | Sable très argileux |
| 128 | - | 166m | Sable argileux |
| 166 | - | 170m | Argile sableuse très grasse |

## Forage CF3 (données IDEES EAUX)

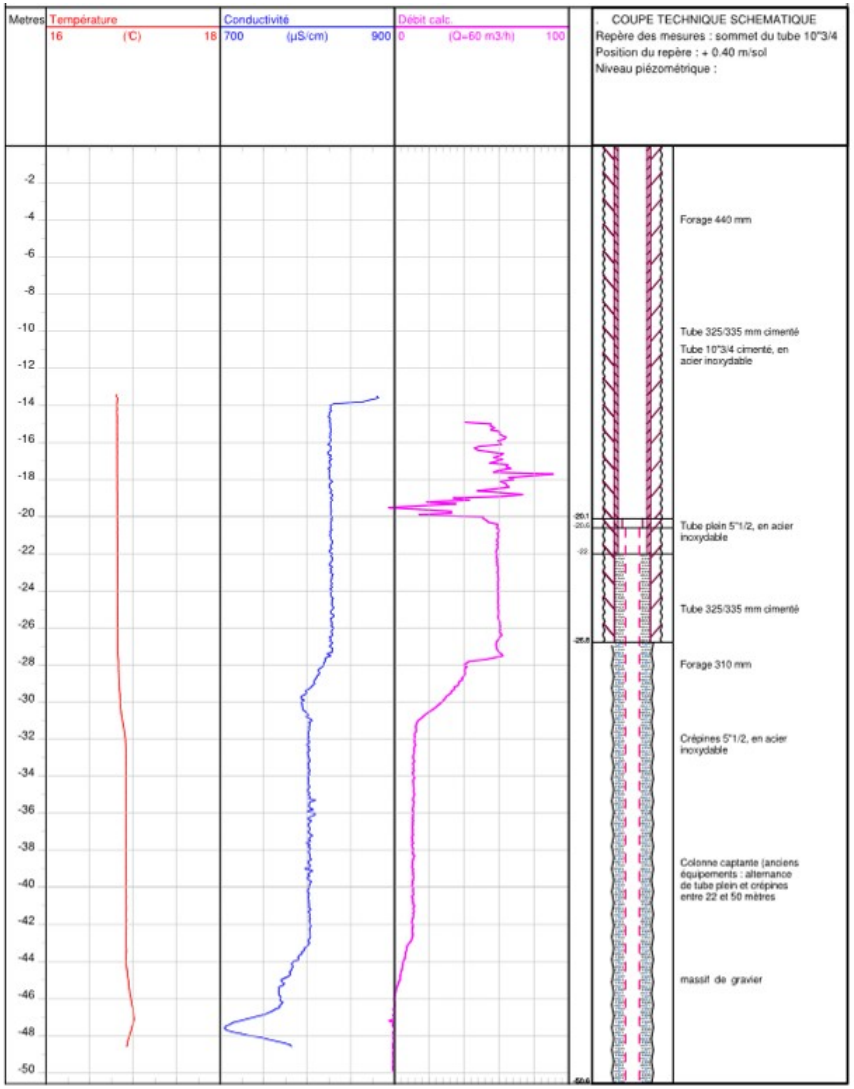



**COUPE TECHNIQUE ET CLICHES PHOTOGRAPHIQUES DU FORAGE CF3bis**
**COMMUNE DE PORT LEUCATE (11)**
D'APRES LES DONNEES DE LA COUPE ORIGINELLE, LES DIAGRAPHIES ET LES OBSERVATIONS RÉALISÉES LORS DE L'INSPECTION TÉLÉVISUELLE EFFECTUÉE LE 13/04/2021

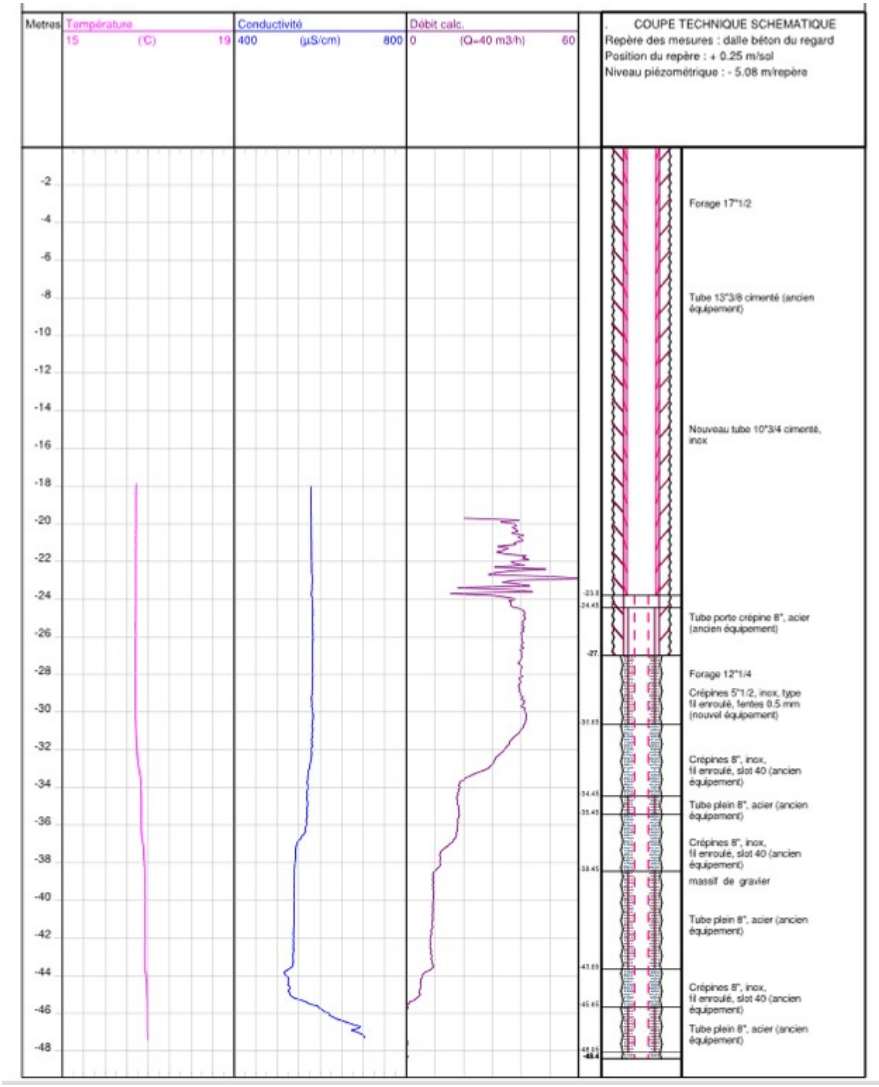
# Annexe 3 : Coupes lithologiques des ouvrages AEP et des piézomètres de suivis sur le secteur Torreilles/Sainte-Marie-la-Mer

## Forage F1-Torreilles (données HydroAssistance)

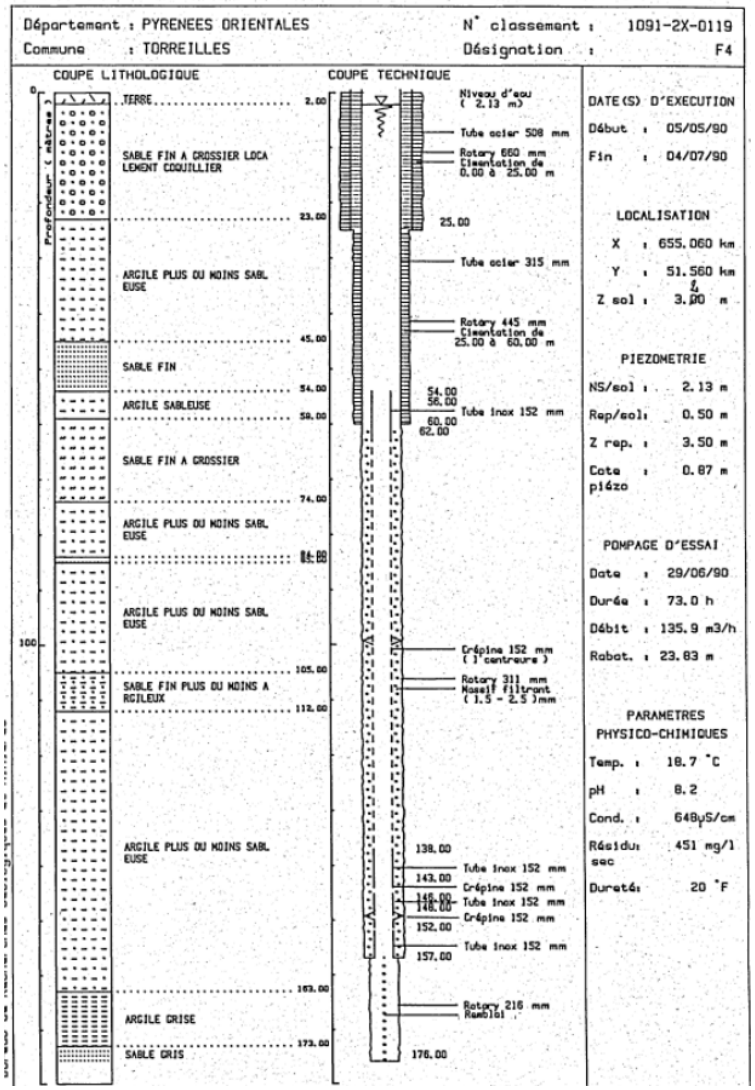
- *de 0 à 4 m : terre argileuse brune*
- *de 4 à 6 m : argile gris bleu, plastique*
- *de 6 à 10 m : argile gris bleu, avec sable et coquillage*
- *de 10 à 12 m : sable grossier, gravier*
- *de 12 à 15 m : gravier, sable grossier*
- *de 15 à 18 m : gravier, galet*
- *de 18 à 27 m : argile brune*
- *de 27 à 32 m : sable grossier, quelques lits argileux bruns*
- *de 32 à 35 m : argile brune*
- *de 35 à 36 m : lits sableux*
- *de 36 à 43 m : argile brune, quelques lits sableux*
- *de 43 à 47 m : sable, gravier, quelques lits argileux bruns*
- *de 47 à 102 m : argile brune, quelques lits argilo-graveleux*
- *de 102 à 106 m : argile brun-verdâtre*
- *de 106 à 108 m : argile brune*
- *de 108 à 110 m : argile brune sableuse*
- *de 110 à 112 m : sable avec petits lits argileux*
- *de 112 à 113 m : argile brune*
- *de 113 à 118 m : sable avec petits lits argileux*
- *de 118 à 120 m : argile sableuse*
- *de 120 à 125 m : argile gris bleu plastique, nombreux débris végétaux*
- *de 125 à 133 m : argile brune sableuse*
- *de 133 à 138 m : argile gris bleu, débris végétaux*

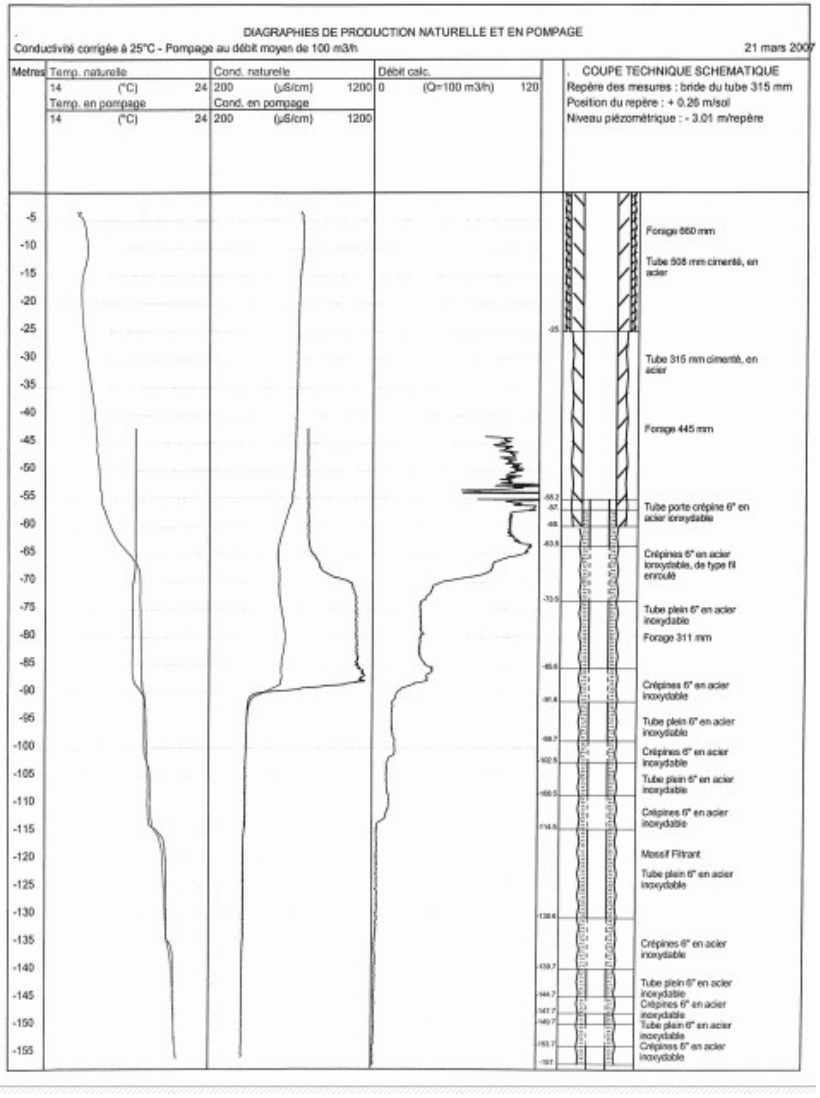


Forage F2-Torreilles (données HydroAssistance)

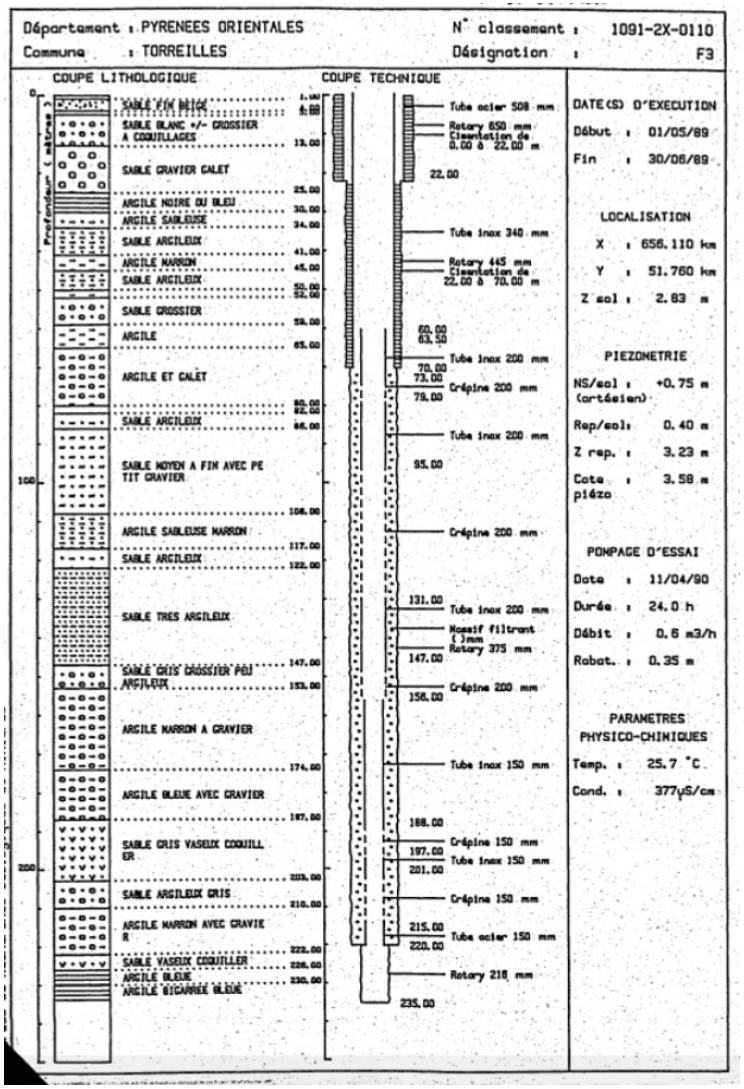


## Forage F4-Torreilles (données Infoterre)

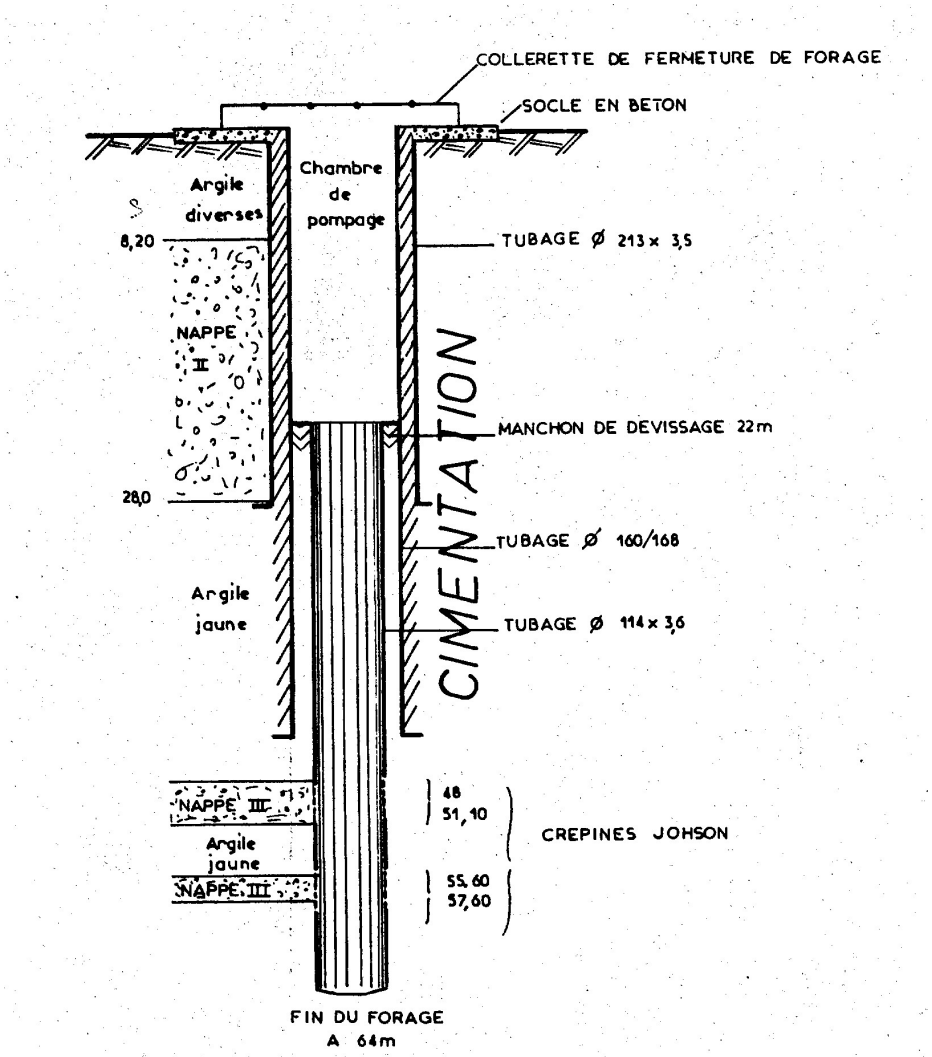


Piézomètre F3-Torreilles (données Infoterre)



Piézomètre F1N3-Sainte-Marie-la-Mer (données Infoterre)

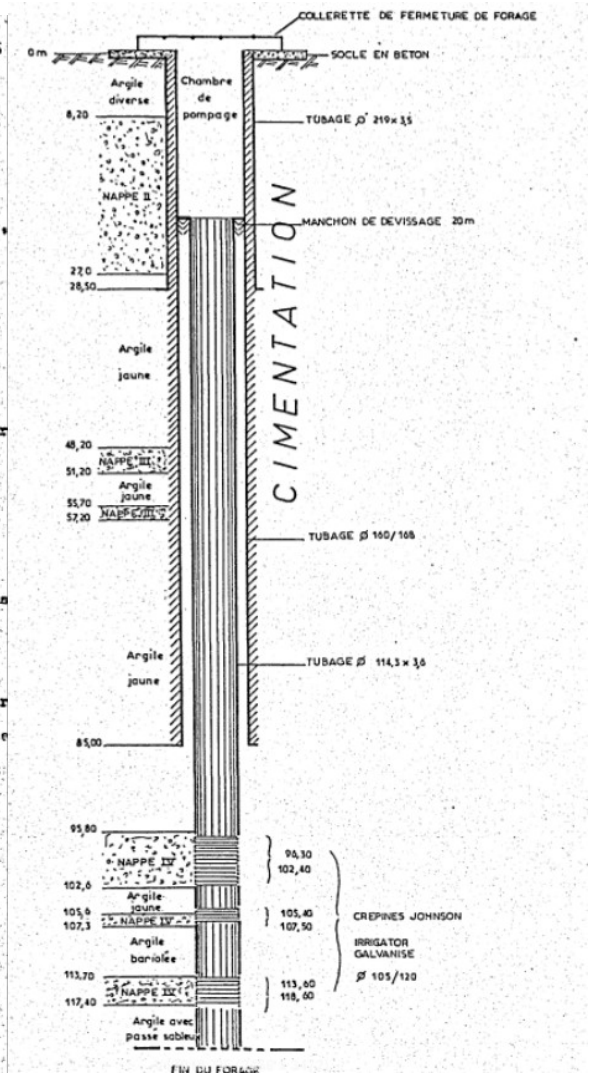


## Piézomètre F1N4-Sainte-Marie-la-Mer (données Infoterre)

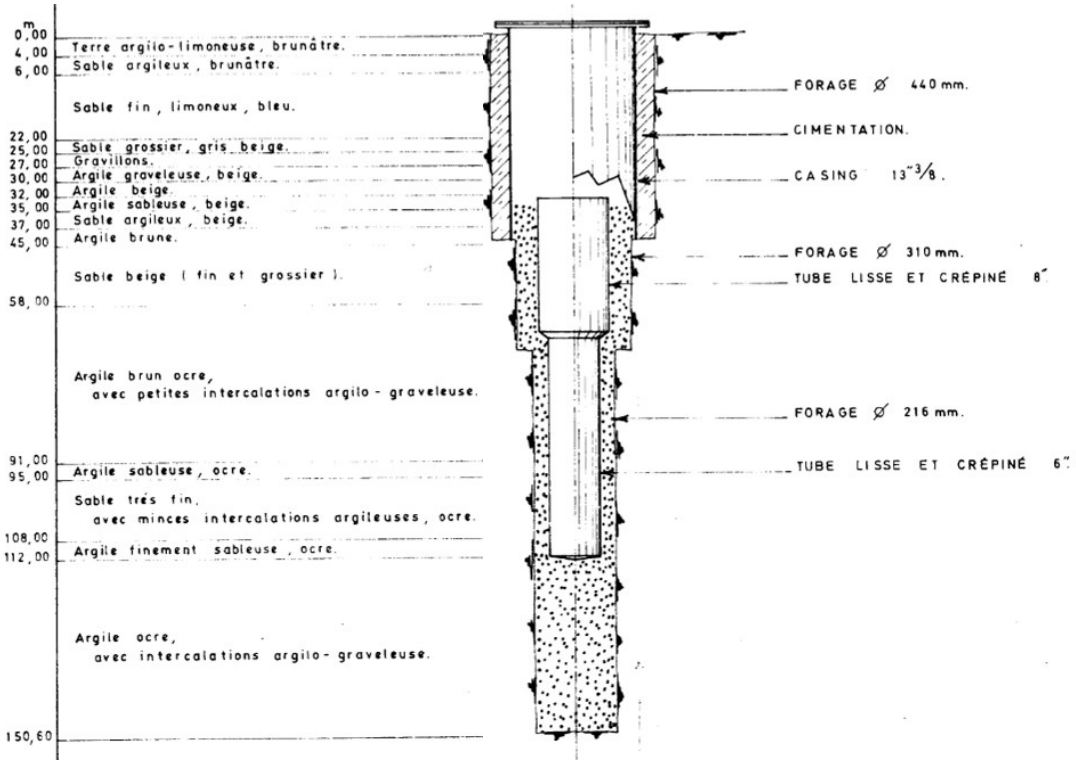
Forage N° I – Nappe IV – Coupe Géologique

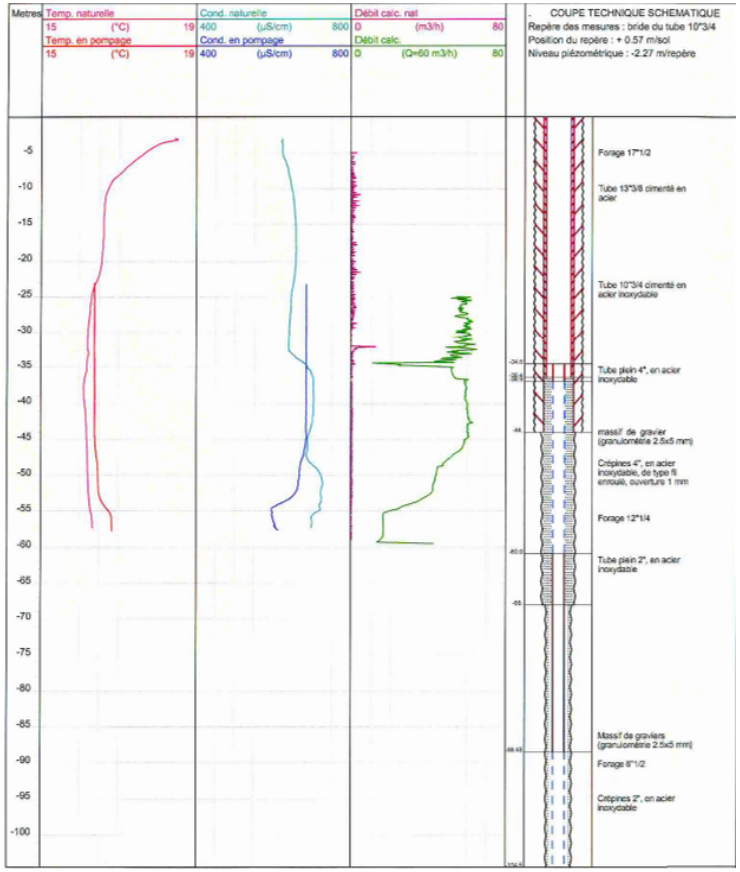
ENTREPRISE DE PUITS ET FORAGES
BELLIURE
S. A. R. L. Capital 30000 F
Chemin des Sept Fonts
34500 AGDE
Tél. 94 - 12 - 19
R. C. Béziers B 712 920 693
SIREN 712 920 693 00017

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0,00 m. | 0,50 m. | – | Limon |
| 0,50 | 3,50 | – | Argile jaune |
| 3,50 | 5,80 | – | Argile Bleue |
| 5,80 | 7,40 | – | Sable gris bleue |
| 7,40 | 8,20 | – | Argile noire |
| 8,20 | II,00 | – | Sable gris bleue |
| II,00 | 27,00 | – | Sable, gravier et gros galets jaune |
| 27 ,00 | 36,50 | – | Argile jaune grèseuse à passé Ocre jaune, verdâtre, marron et noir |
| 36,50 | 38,00 | – | Argile jaune sableuse |
| 38,00 | 39,30 | – | Sable jaune grossier |
| 39,30 | 40,20 | – | " " " limoneux |
| 40,20 | 4I,00 | – | Argile jaune |
| 4I,00 | 42,20 | – | Sable jaune grossier limoneux |
| 42,20 | 48,20 | – | Argile jaune |
| 48,20 | 50,00 | – | Sable jaune très grossier + Gravillons |
| 50,00 | 50,40 | – | Argile jaune verdatre |
| 50,40 | 5I,20 | – | Sable + Gravillons argileux |
| 5I,20 | 55,70 | – | Argile jaune sableuse à passé Ocre |
| 55,70 | 57,20 | – | Sable grossier + Gravillons à grains noir |
| 57,20 | 64,60 | – | Argile jaune |
| 64,60 | 66,20 | – | " " grèseuse |
| 66,20 | 66,90 | – | " " à éléments grèseux |
| 66,90 | 7I,00 | – | Argile jaune |
| 7I,00 | 73,50 | – | Sable fin argileux |
| 73,50 | 77,80 | – | " + grossier – Argileux |
| 77,80 | 84,00 | – | Argile jaune grèseuse à passé Ocre |
| 84,00 | 93,30 | – | Argile jaune à passé gris et Ocre jaune |
| 93,30 | 95,80 | – | Argile jaune grèseuse et sableuse |
| 95,80 | I02,60 | – | Sable très grossier + Gravillons à grains noir et Ocre rouge |
| I02,6 0 | I03,70 | – | Argile brune |
| I03,70 | I04,I0 | – | grès |
| I04,I0 | I05,60 | – | Argile jaune grèseuse |
| I05,60 | I06,00 | – | " " sableuse |
| I06,00 | I07,30 | – | Sable grossier + Gravillons à grains noir et Ocre rouge |
| I07,30 | II3,70 | – | Argile bariolée – Jaune, Ocre jaune, Grise |
| II3,70 | II6,00 | – | Sable jaune grossier |
| II6,00 | II7,40 | – | Argile bariolée – gris bleue, verdâtre et jaune ocre |
| II7,40 | II8,60 | – | Sable jaune très grossier + gravillons |
| II8,60 | I20,00 | – | Marne rouge ocre |
| I20,00 | I2I,60 | – | Argile jaune sableuse à passé gris |
| I2I,60 | I25,00 | – | Marne bariolée – jaune, verdâtre et gris bleue |
| I25,00 | I25,80 | – | Argile jaune grèseise |
| I25,80 | I26,I0 | – | Sable argileux |
| I26,I0 | I28,30 | – | Argile jaune grèseuse |
| I28,30 | I29,I0 | – | Sable jaune argileux |
| I29,I0 | I33,50 | – | Marne bariolée – Jaune, Ocre jaune, verte et bleue |
| I33,50 | I35,30 | – | Marne bleue |
| I35,30 | I36,40 | – | Argile grèseuse jaune ocre |
| I36,40 | I37,00 | – | Sable jaune |
| I37,00 | I39,00 | – | Marne bariolée– Brune, rouge ocre, bleue |
| I39,00 | I42,00 | – | Marne bleue |

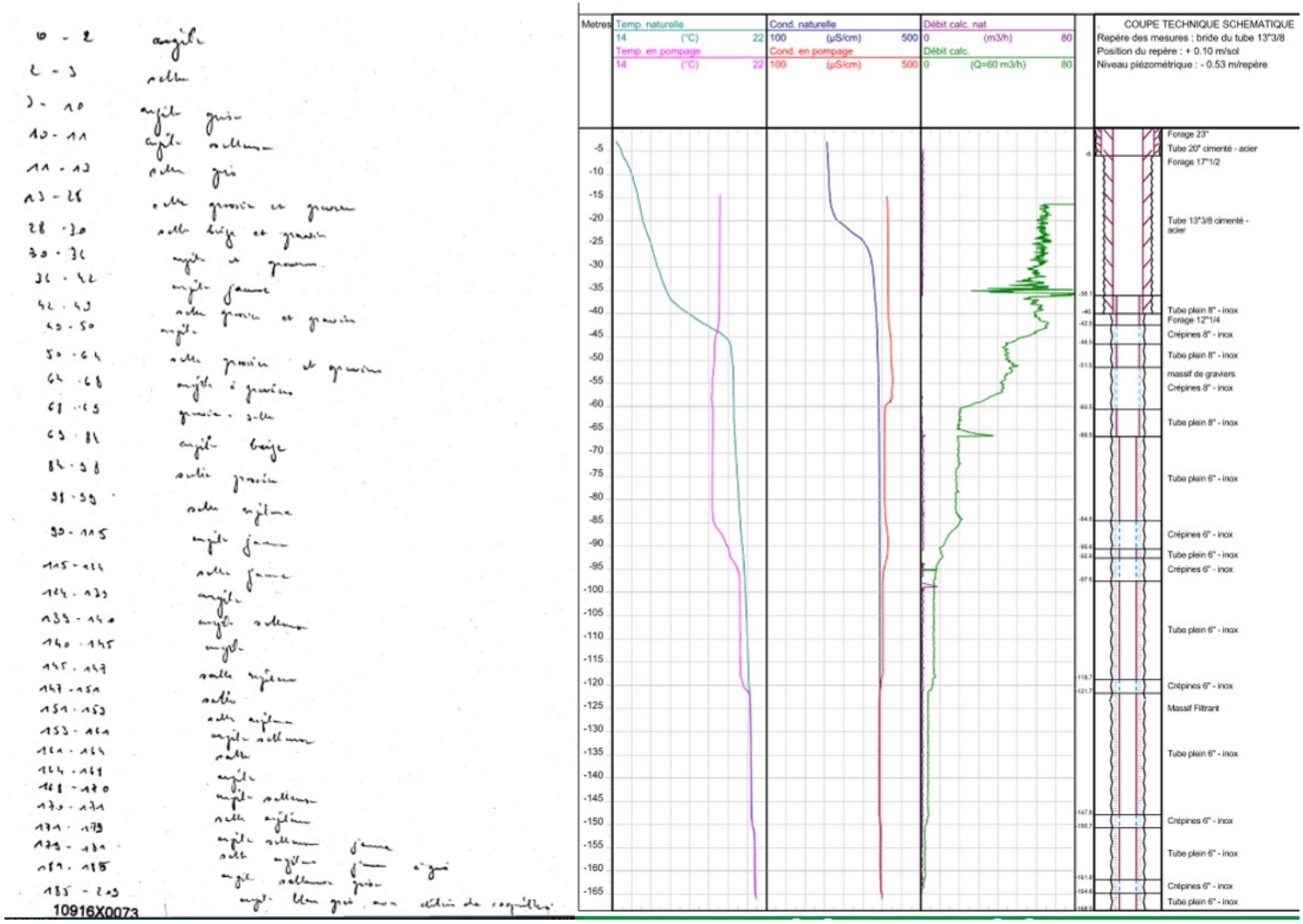


## Forage F2-Sainte-Marie-la-Mer (données HydroAssistance et Infoterre)

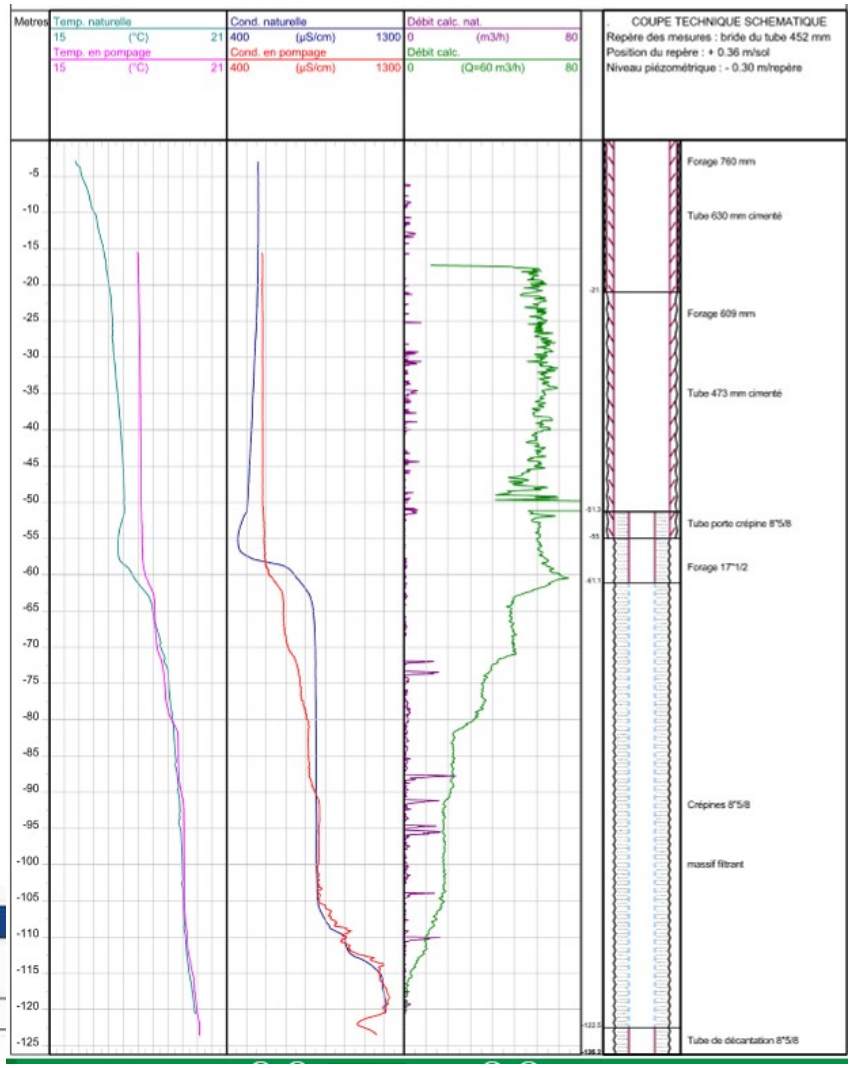


Forage F3-Sainte-Marie-la-Mer (données HydroAssistance et Infoterre)



## Forage F4-Sainte-Marie-la-Mer (données HydroAssistance)

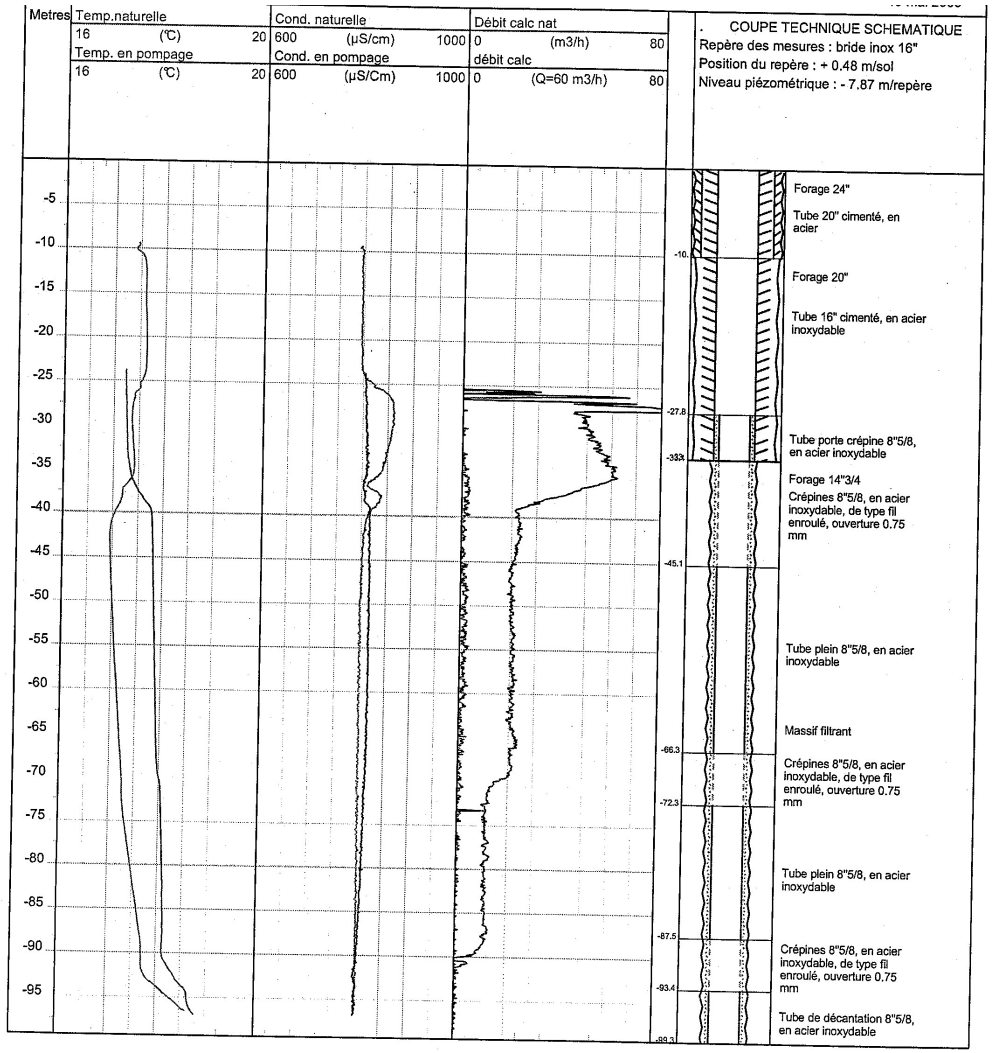



| Profondeurs | Lithologie | Stratigraphie |
|---|---|---|
| 0 - 28 m | alluvions constituées de limons, vases et sables recouvrant des graviers, et sables à passées argileuses | Quaternaire |
| 28 - 178 m | alternance d'argile graveleuse et de sables | Pliocène |

# Annexe 4 : Coupes lithologiques des ouvrages AEP et des piézomètres de suivis sur le secteur Canet/Saint-Nazaire

## Forage F1 (données HydroAssistance)

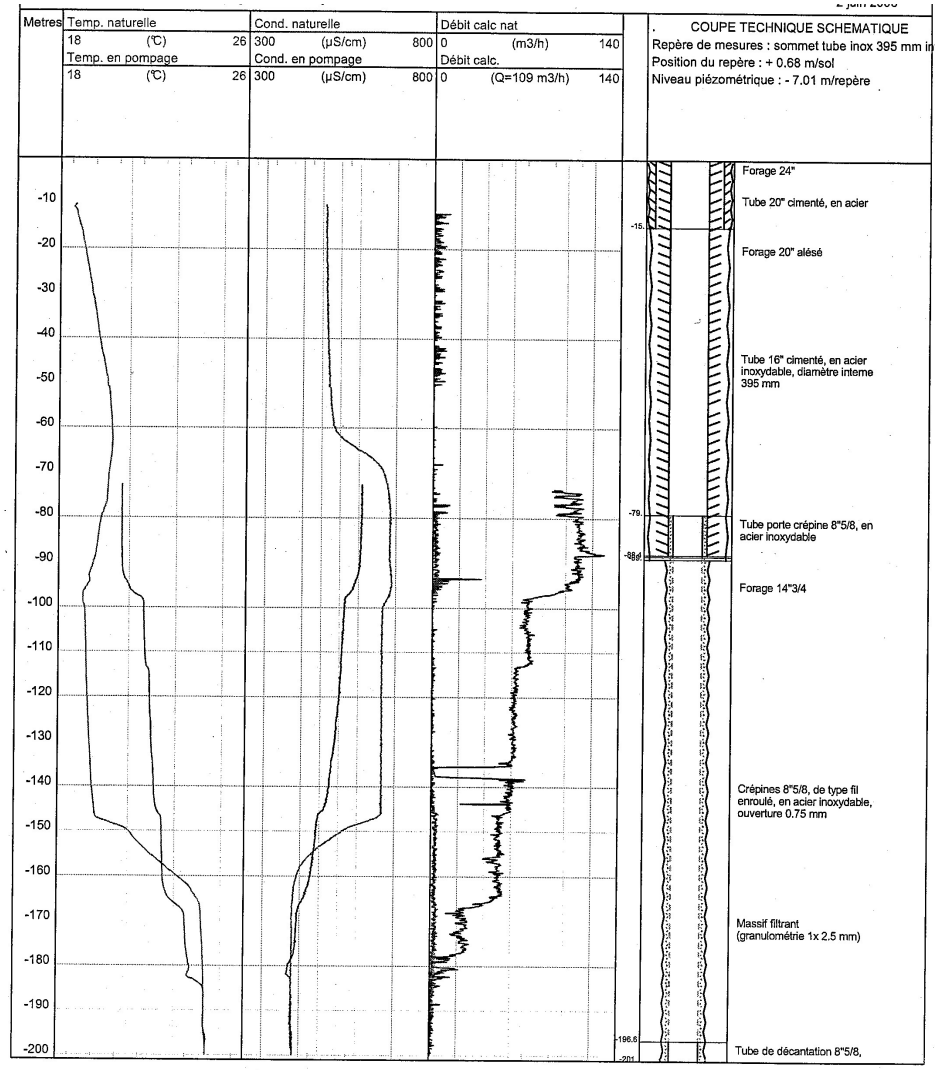
- de 0 à 2.50 m : terre végétale
- de 2.50 à 17.50 m : marne brune
- de 17.50 à 19 m : sable argileux
- de 19 à 21.50 m : sable fin
- de 21.50 à 26.10 m : marne brune
- de 26.10 à 31 m : sable
- de 31 à 35 m : marne brune
- de 35 à 40.30 m : sable grossier
- de 40.30 à 42 m : marne brune
- de 42 à 43.50 m : sable fin argileux
- de 43.50 à 47.50 m : marne brune sableuse
- de 47.50 à 87 m : marne brune avec intercalation sableuses
- de 87 à 95.50 m : sable grossier à graviers et petits galets
- de 95.50 à 102.50 m : marne brune compacte



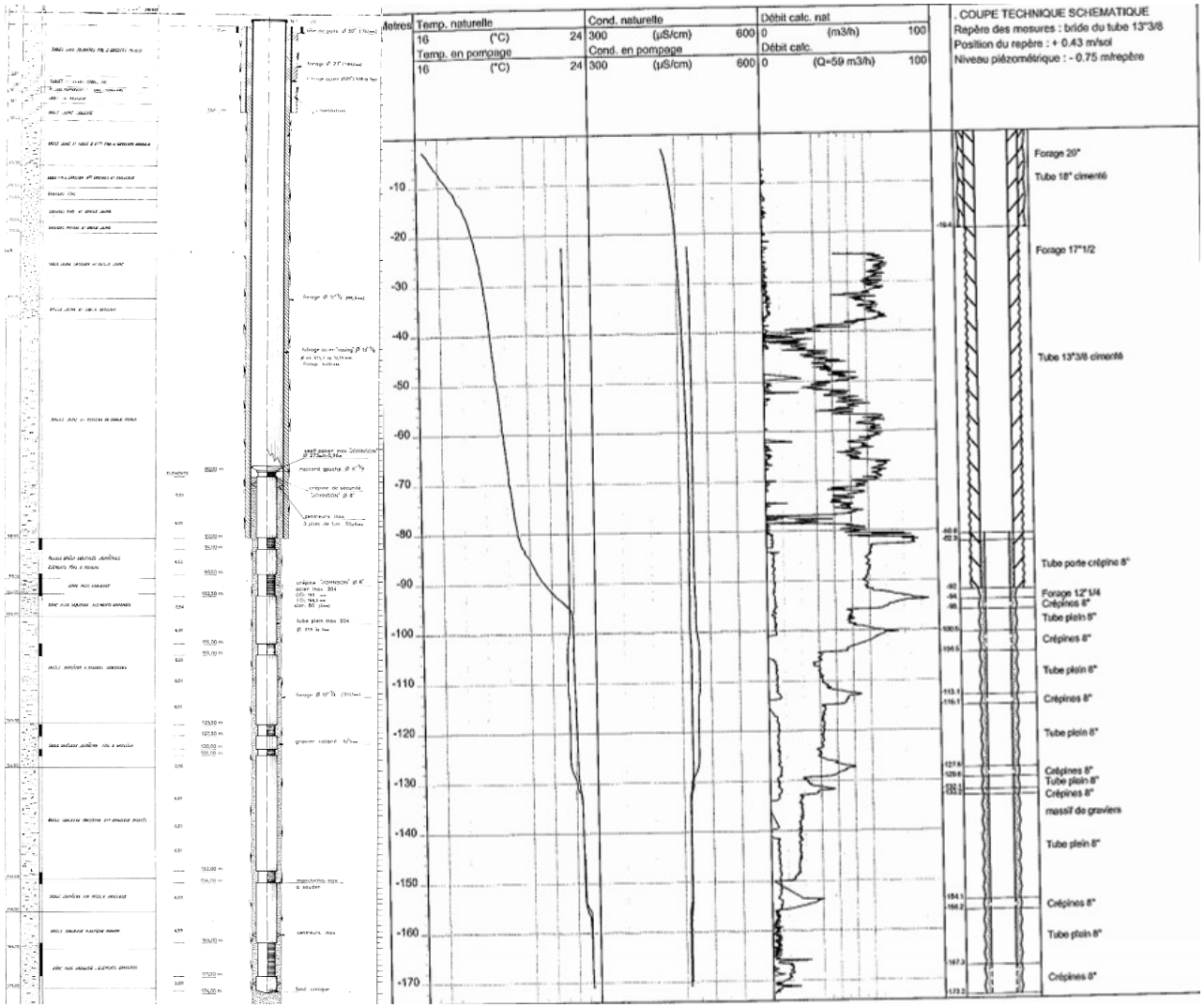
## Forage F4bis « Le Moulin » (données HydroAssistance)

- *de 0 à 3 m : terre argilo-sableuse*
- *de 3 à 5 m : sable grossier gris blanc*
- *de 5 à 8 m : sable et graviers*
- *de 8 à 13 m : limon bleu*
- *de 13 à 19 m : sable moyen gris blanc*
- *de 19 à 22 m : sable grossier gris blanc*
- *de 22 à 26 m : argile sablo-graveleuse*
- *de 26 à 35 m : argile plastique brune*
- *de 35 à 39 m : sable et argile*
- *de 39 à 92 m : argile brune avec lits sableux*
- *de 92 à 96 m : sable*

- *de 96 à 105 m : argile brune*
- *de 105 à 115 m : sable avec intercalations d'argile brune*
- *de 115 à 132 m : argile brune avec petits lits de sable*
- *de 132 à 135 m : sable*
- *de 135 à 137 m : argile brune*
- *de 137 à 146 m : sable avec intercalations d'argile brune*
- *de 146 à 157 m : argile brune sableuse*
- *de 157 à 166 m : sable*
- *de 166 à 173 m : argile brune sableuse*
- *de 173 à 186 m : sable*
- *de 186 à 188 m : argile brune et verte*
- *de 188 à 192 m : sable coquillier avec argile*
- *de 192 à 198 m : sable coquillier avec argile gris bleu*
- *de 198 à 198.92 m : argile plastique bleue*

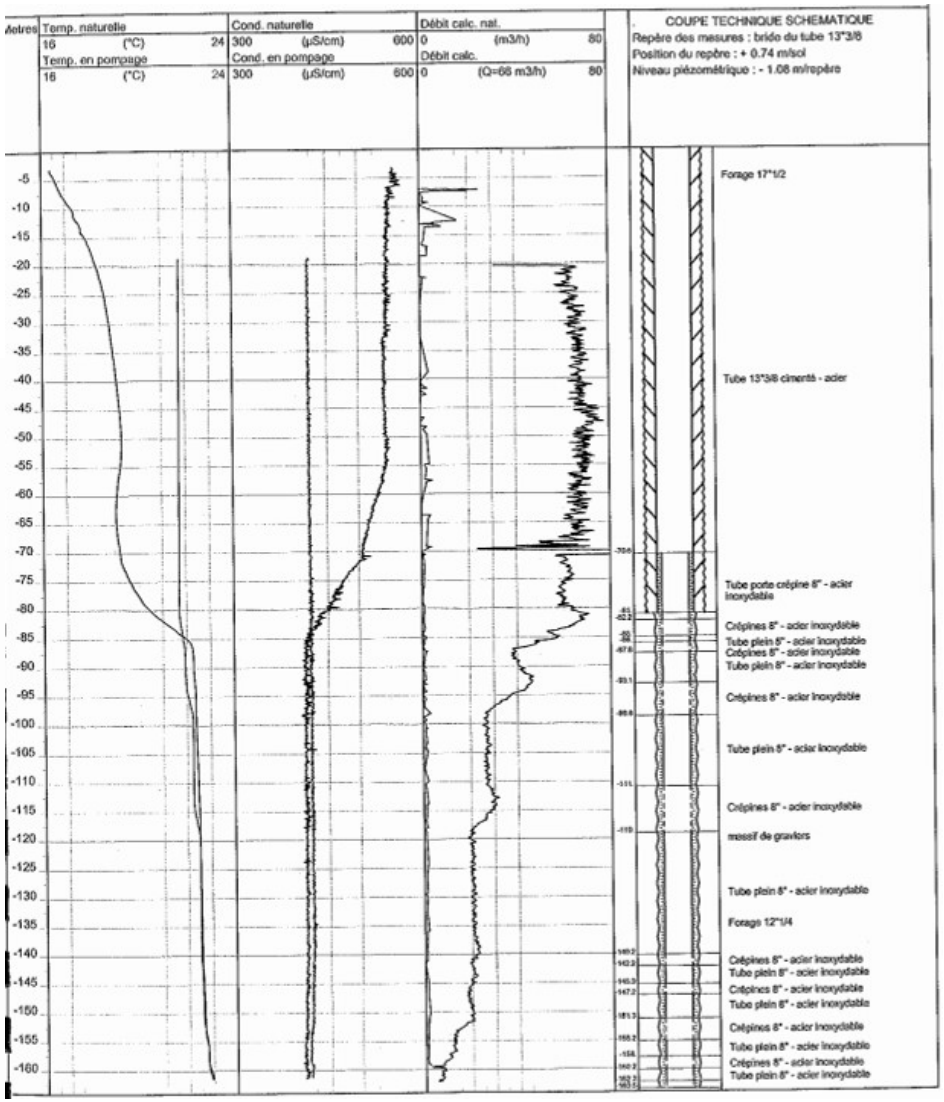


## Forage F7 « Marenda » (données HydroAssistance et Infoterre)

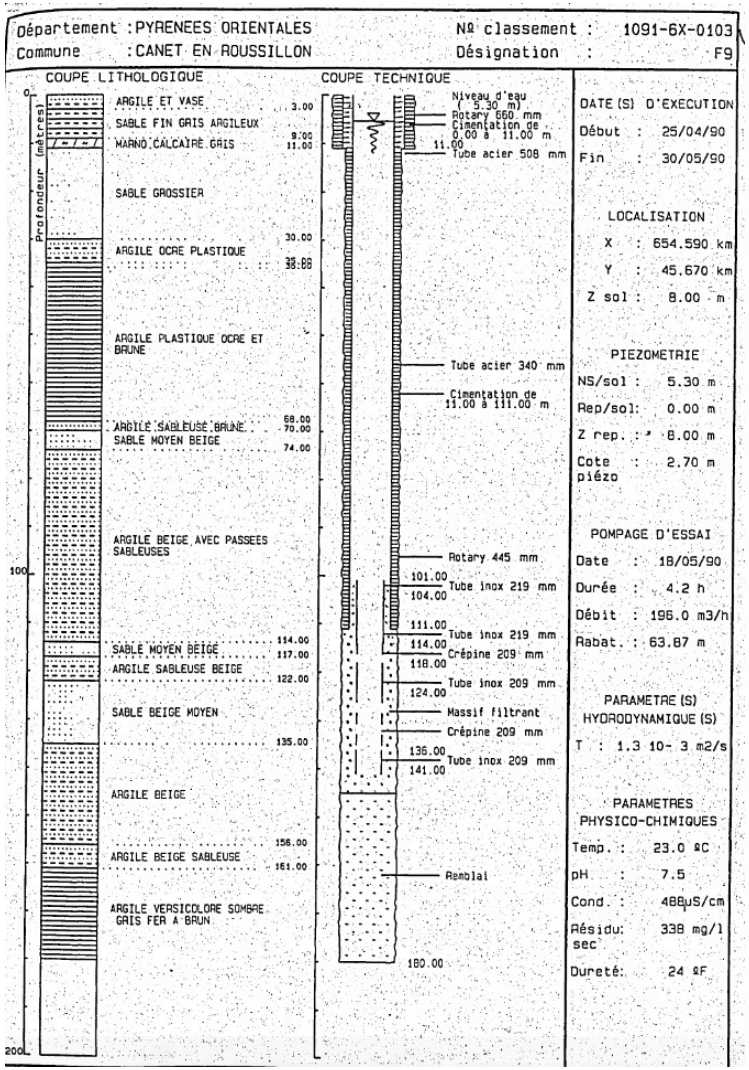


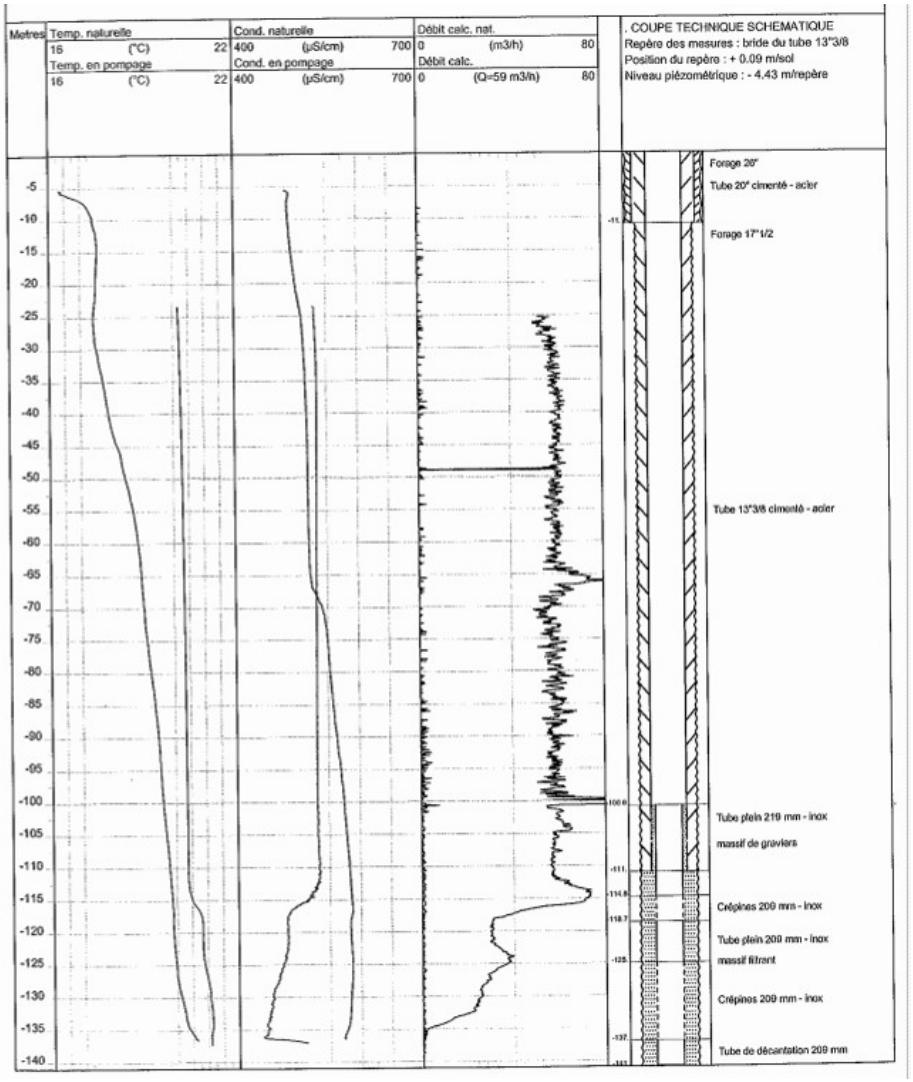
## Forage F8 (données HydroAssistance)

- de 0 à 1 m : terre végétale
- de 1 à 5 m : marne brune et grise
- de 5 à 11 m : sable beige et gris relativement grossier
- de 11 à 20 m : sable argileux gris coquiller
- de 20 à 23 m : argile verte
- de 23 à 34 m : argile jaune avec passées de sable et gravier
- de 34 à 36 m : sable jaune grossier
- de 36 à 56 m : argile jaune
- de 56 à 68 m : sable moyen jaune
- de 68 à 70 m : argile sableuse jaune
- de 70 à 76 m : sable argileux jaune
- de 76 à 80 m : argile sableuse jaune
- de 80 à 83 m : sable argileux jaune
- de 83 à 88 m : sable fin jaune
- de 88 à 91 m : argile sableuse jaune
- de 91 à 100 m : sable fin jaune
- de 100 à 114 m : argile jaune compacte
- de 114 à 117 m : argile sableuse jaune
- de 117 à 119 m : sable argileux jaune
- de 119 à 144 m : argile sableuse jaune
- de 144 à 147 m : sable argileux jaune
- de 147 à 150 m : argile jaune
- 150 à 163 m : sable jaune

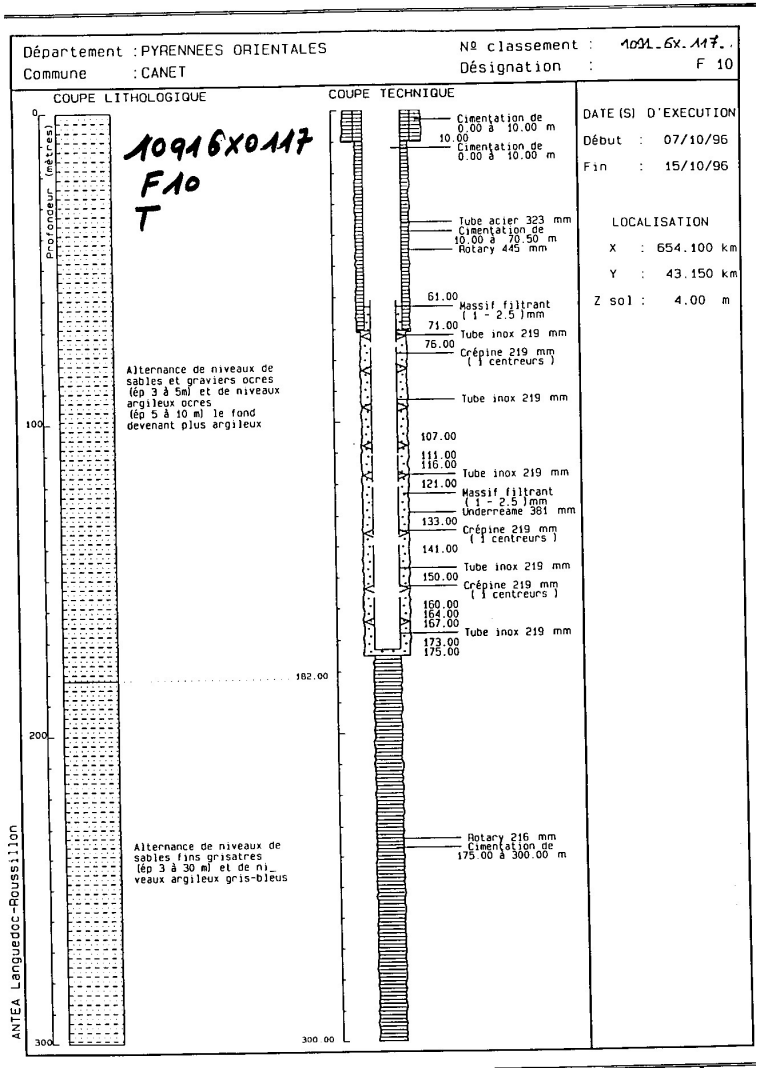


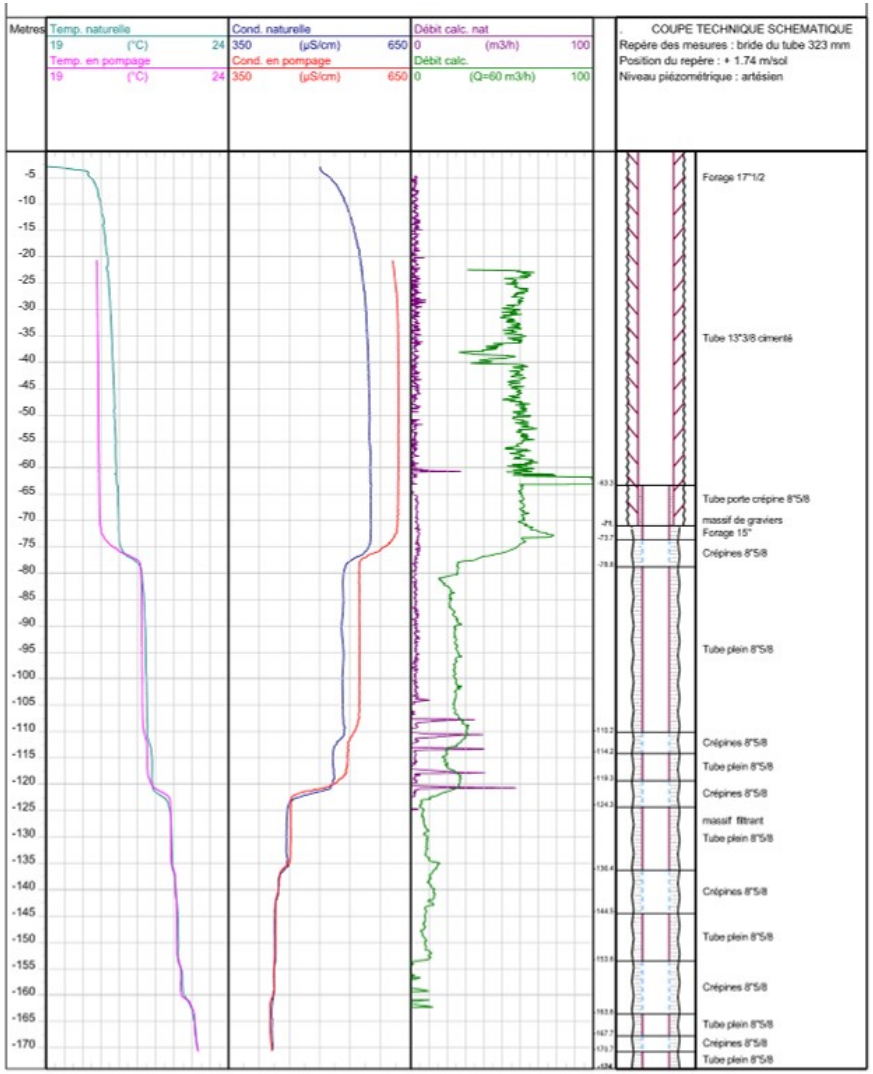
## Forage F9 (données HydroAssistance et Infoterre)



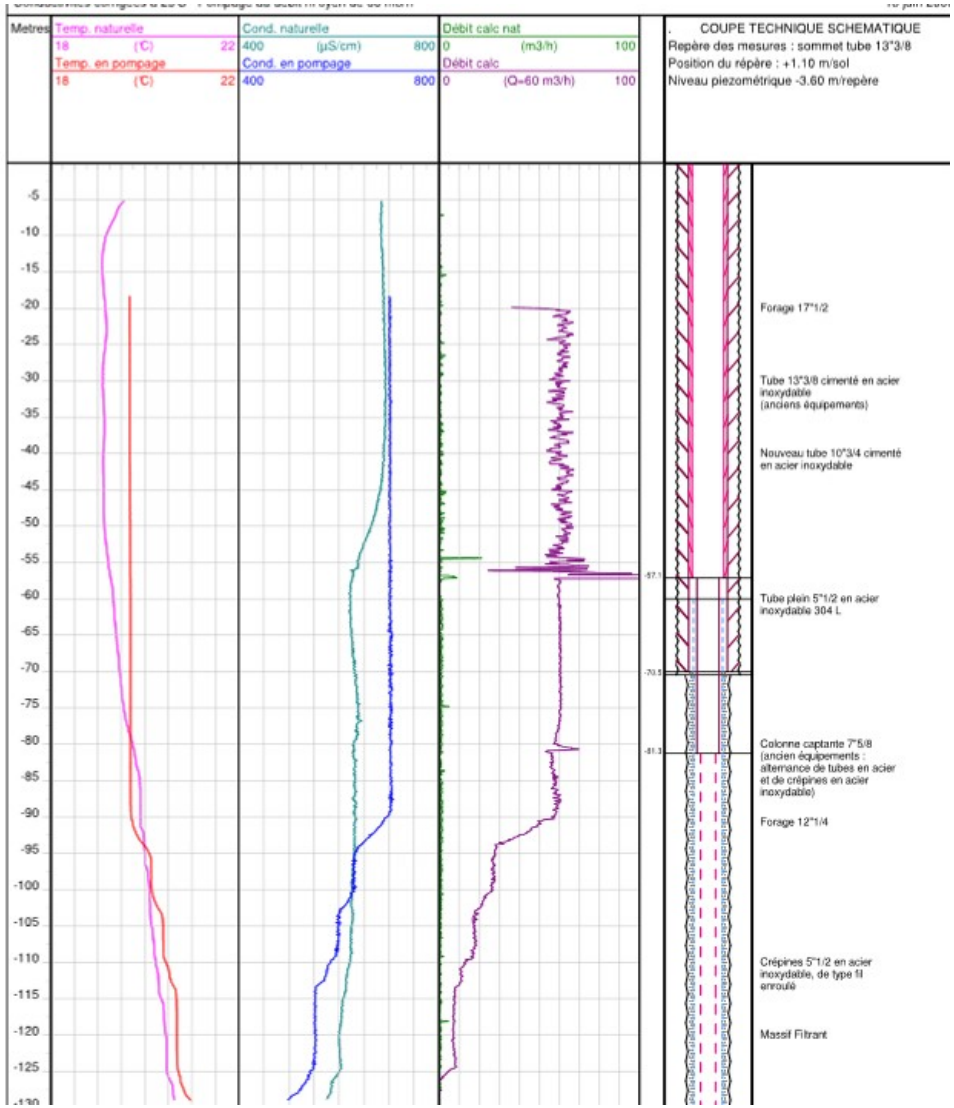



## Forage F10 « Mas Comte » (données HydroAssistance)



Forage F5 « Camp Barrere » (données HydroAssistance et Infoterre)



## Forage F6 (données HydroAssistance et Infoterre)