

# SUIVI QUALITATIF DE LA NAPPE DE LA CRAU

ANNEE 2011/2012

**SYMCRAU**



MAI 2013

# SOMMAIRE

<b>I. LE RESEAU .....</b>	<b>3</b>
<b>II. ETAT QUALITATIF DE LA NAPPE.....</b>	<b>4</b>
<b>1. Physico-chimie classique.....</b>	<b>4</b>
1. Composition chimique de l'eau .....	4
2. Mesures in-situ .....	5
3. Analyses physico-chimiques de base.....	6
<b>2. Eléments majeurs.....</b>	<b>8</b>
1. La balance ionique .....	8
2. Analyse des résultats .....	9
<b>2. Composés azotés .....</b>	<b>12</b>
<b>3. Micropolluants minéraux.....</b>	<b>14</b>
<b>4. Pesticides.....</b>	<b>15</b>
<b>5. Hydrocarbures .....</b>	<b>16</b>
<b>7. Autres paramètres.....</b>	<b>17</b>
<b>8. Pollutions ponctuelles .....</b>	<b>17</b>
<b>9. Conclusion.....</b>	<b>18</b>
<b>III. SITUATION PAR RAPPORT AUX ANNEES PRECEDENTES .....</b>	<b>19</b>
<b>IV. CONCLUSION .....</b>	<b>21</b>

**CARTOGRAPHIE**

**ANNEXES**

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte du réseau de suivi qualitatif de la nappe de la Crau

Figure 2 : Diagrammes de Piper pour les 3 campagnes

Figure 3 : Tableau récapitulatif des moyennes obtenues pour les mesures effectuées in-situ

Figure 4 : Tableau récapitulatif des moyennes obtenues pour les mesures physicochimiques de base

Figure 5 : Balance ionique des différents échantillons analysés

Figure 6 : Tableau récapitulatif des moyennes obtenues pour les analyses physicochimiques de base

Figure 7 : Histogrammes représentant les concentrations en calcium, magnésium et bicarbonate dans la nappe

Figure 8 : Histogrammes des concentrations en chlorure et en sulfate pour chaque campagne

Figure 9 : Evolution des concentrations en nitrates trouvés lors des 3 campagnes de suivi

Figure 10 : Tableau récapitulatif des moyennes des concentrations en micropolluants dans la nappe

Figure 11 : Tableau récapitulatif des moyennes des concentrations mesurées dans la nappe au fil du temps

Figure 12 : Evolution de la température et du pH depuis 1975

Figure 13 : Evolution de la conductivité, du Titre Hydrotimétrique et du Titre Alcalimétrique Complet depuis 1975

Figure 14 : Evolution des concentrations en chlorure, sulfate et nitrate dans la nappe

## LISTE DES CARTES

Carte 1 : Conductivité, octobre 2011

Carte 2 : Conductivité, mars 2012

Carte 3 : Dureté, Octobre 2012

Carte 4 : Concentrations en Potassium, octobre 2011

Carte 5 : Concentrations en Potassium, mars 2012

Carte 6 : Concentrations en Potassium, octobre 2012

Carte 7 : Concentrations en Sodium, octobre 2011

Carte 8 : Concentrations en Sodium, mars 2012

Carte 9 : Concentrations en Sodium, octobre 2012

Carte 10 : Concentrations en Chlorures, octobre 2011

Carte 11 : Concentrations en Chlorures, mars 2012

Carte 12 : Concentrations en Chlorures, octobre 2012

Carte 13 : Concentrations en Sulfates, octobre 2011

Carte 14 : Concentrations en Sulfates, mars 2012

Carte 15 : Concentrations en Sulfates, octobre 2012

Carte 16 : Concentrations en Micropolluants minéraux, octobre 2011

Carte 17 : Concentrations en Micropolluants minéraux, mars 2012

Carte 18 : Concentrations en Micropolluants minéraux, octobre 2012

Carte 19 : Concentrations en Pesticides lors des 3 campagnes

Carte 20 : Concentrations en Hydrocarbures lors des 3 campagnes

Carte 21 : Concentrations des éléments dépassant les seuils DCE lors des 3 campagnes

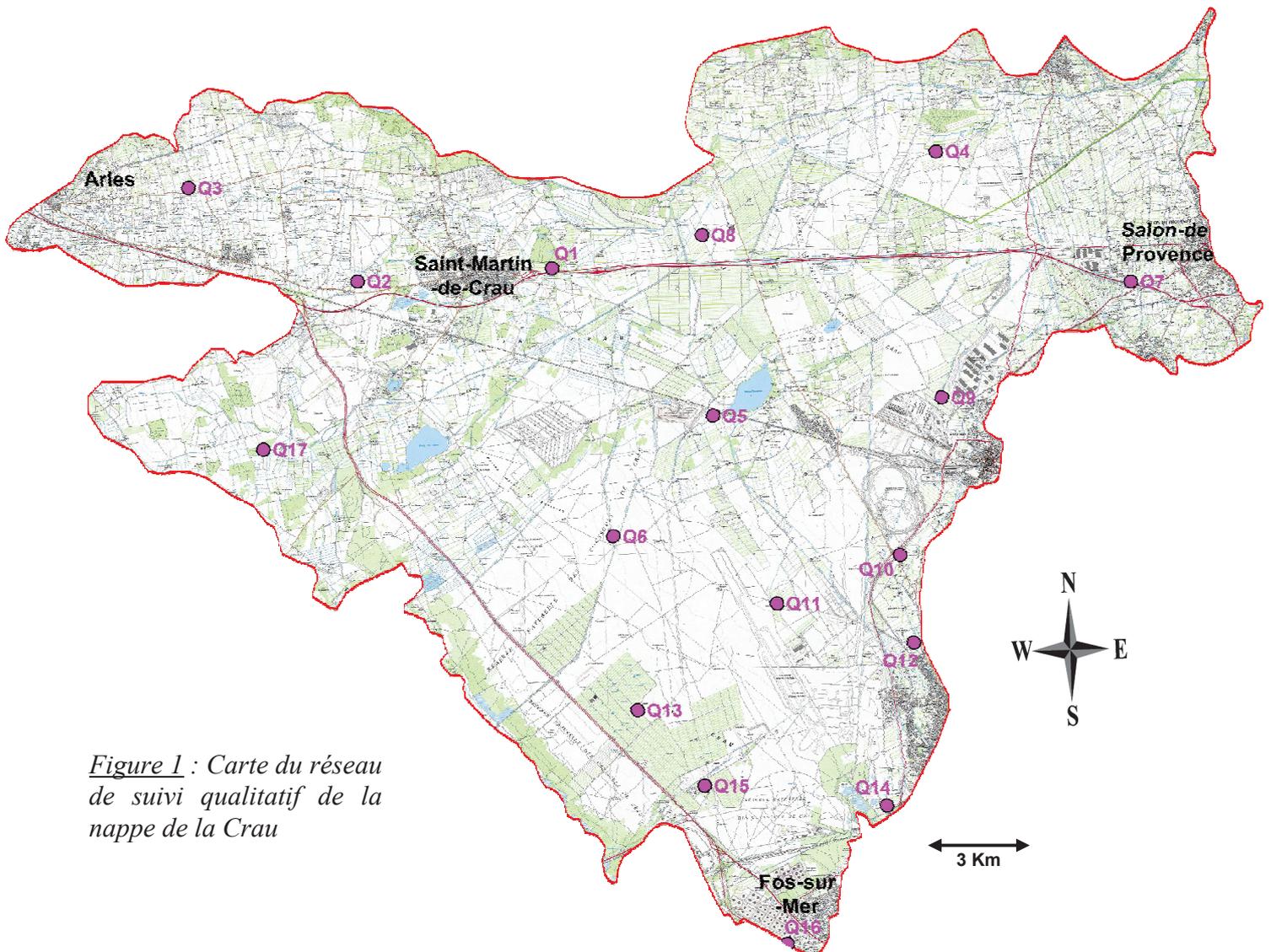
## I. LE RESEAU

Le suivi qualitatif de la nappe est réalisé sur 17 ouvrages deux fois par an ; en mars (période de hautes eaux) et en octobre (basses eaux). Les points de suivis ont été situés en fonction des zones de forte activité, des deux axes de drainage principaux de la nappe, et des suivis préexistants. Les paramètres analysés ont été définis suivant les recommandations de la Directive Cadre Européenne et correspondent aux éléments de physico-chimie classique, aux pesticides, aux micropolluants minéraux et organiques.

Le suivi ayant démarré en octobre 2011, aujourd'hui 3 campagnes ont été réalisées ; la campagne d'octobre 2011 et celles de mars et d'octobre 2012. Le point de suivi Q16 a été intégré dans le réseau en octobre 2012.

Suite à une année et demie de suivi, plusieurs hypothèses peuvent être émises quant aux caractéristiques chimiques de la nappe, ces hypothèses pourront être affirmées avec le temps.

La carte suivante présente le réseau de suivi du SYMCRAU :



*Figure 1 : Carte du réseau de suivi qualitatif de la nappe de la Crau*

## II. ETAT QUALITATIF DE LA NAPPE

Les résultats bruts obtenus dans le cadre du suivi sont présentés en annexe de ce document.

### 1. Physico-chimie classique

#### 1. Composition chimique de l'eau

Les 3 campagnes réalisées nous permettent de constater qu'au niveau des 17 points de suivi, on retrouve des eaux de composition quasiment similaire. Les compositions en éléments majeurs (cations, anions) des eaux échantillonnées sur chaque point ont été reportées sur les diagrammes représentés ci-dessous. Dans ces diagrammes, la composition de chaque échantillon est figurée par un point.

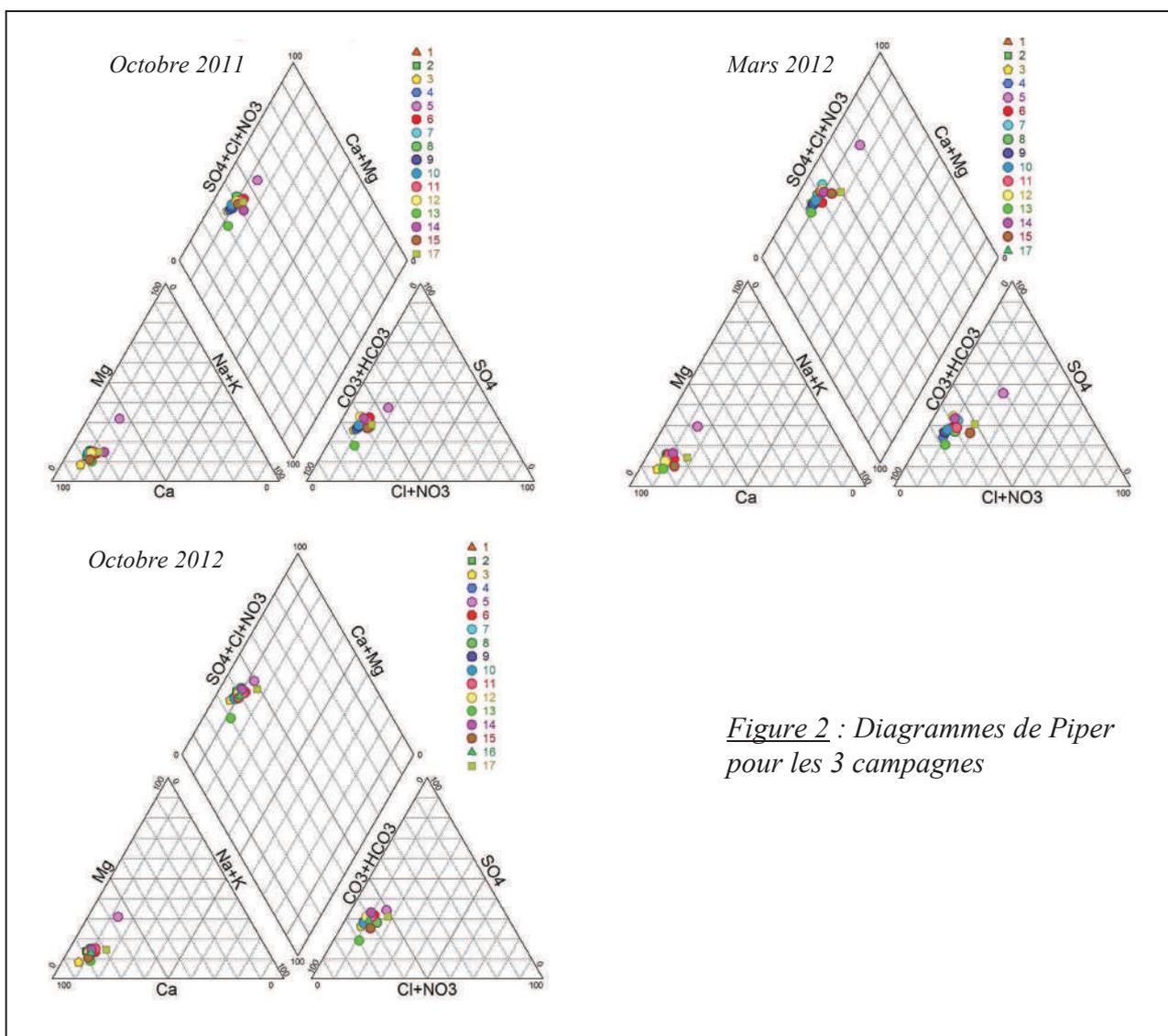


Figure 2 : Diagrammes de Piper pour les 3 campagnes

On observe sur ces diagrammes des amas de points qui montrent que la composition de l'eau sur tous les sites suivis est la même. Elle correspond à une composition de type bicarbonatée calcique. Deux points se différencient légèrement en sortant du regroupement principal, il s'agit des points 5 et 13. Ces différences seront expliquées par la suite.

La nappe phréatique de la Crau est alimentée en majeure partie par les eaux d'irrigation épandues sur les prairies de foin de Crau (eau de la Durance). Les différentes analyses

effectuées dans les eaux des canaux d'irrigation ont montré que le faciès de ces eaux était également bicarbonaté-calcique (Cf. Rapports du BRGM, surveillance de la qualité des eaux de la Crau).

## 2. Mesures in-situ

Certaines analyses sont réalisées directement sur le terrain, les moyennes des résultats obtenus sont présentées dans le tableau suivant :

ANALYSE	UNITE	Seuil DCE	Campagne oct 2011	Campagne mars 2012	Campagne oct 2012
Conductivité (à 25°C)	mS/cm	0,2 < C < 1,100	0,68	0,79	/
potentiel d'oxydoréduction (Eh)	mV		152,12	88,75	/
Oxygène dissous	mg/l		6,65	13,29	/
pH		6,5 < pH > 9	7,18	7,26	7,25
Température	°C	25	18,42	15,51	17,72

*Figure 3 : Tableau récapitulatif des moyennes obtenues pour les mesures effectuées in-situ*

Durant la dernière campagne de mesure, un problème est survenu sur les sondes de mesure de conductivité et d'oxygène dissous, les valeurs obtenues n'ont donc pas été reportées dans le tableau car elles sont erronées.

- Le **potentiel d'oxydoréduction** est un indicateur des conditions d'oxydoréduction de l'eau souterraine. Ici, le potentiel étant positif, nous nous trouvons en présence d'une eau oxydante ce qui est caractéristique d'une nappe libre (non couverte par une couche imperméable contrairement à une nappe captive).

- La **conductivité** est fonction de la concentration et de la teneur en éléments dissous et permet d'évaluer rapidement la minéralisation d'une eau.

Les résultats obtenus varient entre 0,4 et 1,42 mS/cm. Les analyses montrent une conductivité générale moyenne voir importante ponctuellement. Elle dépasse le seuil établi par la DCE au point 5 durant la campagne de mars 2012.

Les cartes 1 et 2, représentant les répartitions des conductivités sur le territoire, indiquent que les points où la conductivité est la plus basse correspondent aux points situés au Sud-Ouest de la nappe. Au contraire, certains points montrent des conductivités élevées notamment au Sud-Est de la plaine ainsi que dans le secteur d'Entressen.

Ce constat peut s'expliquer en partie par les différentes sources d'alimentation en eau de la nappe. En effet, elle est principalement alimentée par l'eau d'irrigation des prairies de foin de Crau s'infiltrant dans la nappe. Ces eaux d'irrigation ont des caractéristiques chimiques qui se retrouveront donc en partie dans l'eau de la nappe. Dans certaines zones du territoire, et notamment au niveau du coussoul, on peut penser que la nappe subit moins les influences des eaux d'irrigation mais que sa composition est plus fortement liée à celle de la pluie. Ainsi le point n°13, situé en plein coussoul, pourrait avoir une conductivité faible liée à la pluie qui est sans doute la principale source d'alimentation de la nappe en ce point.

D'une manière générale, on observe que la conductivité est plus forte lors de la campagne de basses eaux (mars), ce qui pourrait être expliqué par la dilution plus importante des eaux de la nappe en période de hautes eaux grâce à l'apport des eaux d'irrigation dont la conductivité est plus faible.

- Le **pH** est neutre, il n'évolue que très légèrement d'une campagne à l'autre.

- L'**oxygène dissous** reflète la quantité d'oxygène contenue dans l'eau. Ici elle est en moyenne de 6,65 à 13 mg/l ce qui correspond globalement à la teneur moyenne retrouvée au sein des nappes libres.

- La **température** moyenne de la nappe varie de 15,5°C en mars à 18,42°C en octobre. Cette variation montre une eau plus chaude en octobre ce qui est probablement lié à la température de l'eau d'irrigation alimentant la nappe en hautes eaux.

### 3. Analyses physico-chimiques de base

On entend par physico-chimie de base les paramètres répertoriés dans le tableau ci-dessous :

ANALYSE	UNITE	Seuil DCE	Campagne oct 2011	Campagne mars 2012	Campagne oct 2012
<b>Matières en suspension</b>					
Turbidité	NFU	1	0,58	0,29	0,72
Fer total	mg/l Fe	0,2	0,08	0,04	0,03
Manganèse Total	mg/l Mn	0,05	<0,02	<0,02	0,01
<b>Minéralisation et salinité</b>					
Dureté (Titre Hydrotimétrique)	°F		38,29	39,05	37,49
Silicates dissous	mg/l SiO2		10,84	10,35	10,71
Fluorures	mg/l F-	1,5	0,08	0,08	0,07
<b>Matières organiques oxydables</b>					
Carbone organique dissous (COD) < 0.45 µm	mg/l C	2	0,75	0,55	0,65
Indice permanganate	mg/l O2	5	0,18	0,12	0,34

*Figure 4 : Tableau récapitulatif des moyennes obtenues pour les mesures physico-chimiques de base*

Les moyennes des concentrations en éléments, pour ce tableau et les tableaux suivants, ont été calculées en prenant la valeur 0 quand la concentration en élément ne dépassait pas la limite de quantification.

Pour les éléments non détectés sur l'ensemble des échantillons d'une campagne, les limites de quantification de ces éléments ont été choisies pour compléter ce tableau et les suivants.

#### **Matières en suspension**

- La **turbidité** nous indique la teneur en matières en suspension de l'eau (argile, matière organique...). Elle peut provenir de la géologie du terrain ou d'éléments présents dans le système d'approvisionnement en eau (fer et manganèse). La turbidité de la nappe est moyenne (0,53 NFU). Elle varie de 0 à 4,2 NFU. Dans le temps, on remarque que la turbidité est plus faible en basse eaux qu'en hautes eaux.

Quatre points dépassent les seuils de bon état chimique lors des campagnes de hautes eaux, il s'agit des sites Q9, 16, 2 et 17. Ces dépassements pourraient être expliqués soit par les caractéristiques spécifiques du point de prélèvement, soit par la présence de matière organique dans les eaux analysées (par la suite nous verrons que des hydrocarbures ont été détectés sur les points Q2 et Q17 ce qui appuie cette théorie pour ces points).

- La quantité de **Fer** est également faible dans la nappe. Néanmoins, le point Q9 montre une teneur en fer élevée (0,47mg/l) en octobre 2011.

- Les mesures n'ont pas révélé de **manganèse** dans les eaux de la Crau sauf sur Q5, situé à proximité de l'ancienne décharge, où la teneur était élevée, dépassant les seuils de bon état chimique en hautes eaux 2012.

### ***Minéralisation et salinité***

- La **dureté** d'une eau correspond à sa concentration en ions alcalino-terreux (calcium et magnésium essentiellement). Les résultats montrent que la dureté de la Crau varie de 20 à 67°F, néanmoins les résultats sont généralement de l'ordre de 38°F ce qui correspond à une eau dure à très dure. Il n'y a quasiment pas de variations entre les campagnes de mesure.

La carte 3 présente la dureté obtenue lors de la 3<sup>ème</sup> campagne d'analyse qui donne un aperçu de la répartition spatiale des duretés de l'eau sur le territoire. On observe que la dureté est la plus faible au niveau du point Q13 qui est situé dans le coussoul. La dureté la plus forte est située dans le secteur d'Entressen (Q5). Sur le reste de la Crau la dureté varie de 32 à 43°F. Entre les campagnes, la dureté reste assez stable au niveau de l'ensemble des points de suivis.

- Les **silicates** sont issus de la décomposition de nombreuses roches. Les minéraux silicatés étant peu altérables, les teneurs mesurées sont souvent faibles dans les eaux. C'est le cas dans la nappe de la Crau où les valeurs varient entre 8 et 18 mg/l et sont en moyenne de 10,5 mg/l.

- Les **fluorures** sont présents en très faible quantité dans la nappe. Plusieurs échantillons ont une quantité de fluorures trop faible pour être mesurée, la moyenne mesurée étant de 0,08 mg/l. La valeur maximale obtenue est de 0,3mg/l au niveau de Q5.

On observe d'une manière générale que la minéralisation est assez forte dans la nappe. Ces trois derniers paramètres montrent que le point le plus minéralisé correspond au site situé à coté du CSD de la Crau qui peut avoir une influence sur les eaux souterraines et le plus faiblement minéralisé correspond au Q13 situé au Sud-Est de la plaine, point sans doute influencé en majeure partie par la pluie.

### ***Matières organiques oxydables***

- Le **COD (Carbone Organique Dissous)** donne une indication sur la charge organique d'une eau. Les résultats pour ce paramètre varient de 0 à 3 mg/l et reste en moyenne assez faible comme l'indique la figure 4. Les valeurs les plus élevées se situent au niveau des points Q5 et ponctuellement au droit de Q13.

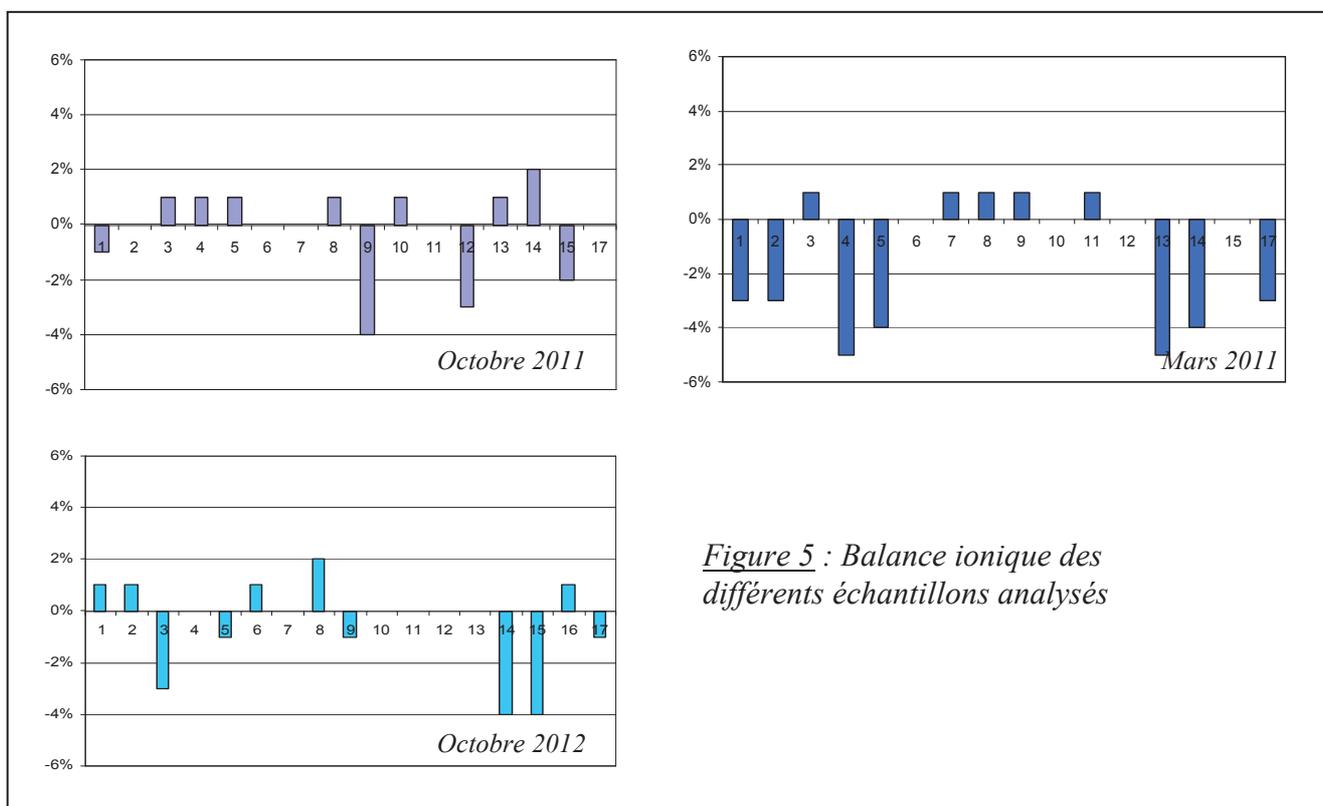
- L'**indice permanganate** mesure la quantité d'oxygène consommée par la matière organique et rend compte de l'abondance de matière organique du milieu. Ce paramètre est globalement faible (0,20 mg/l en moyenne). Les points Q1, 7 et 9 montrent des valeurs supérieures à 1mg/l lors de la campagne d'octobre 2012.

La présence de valeurs élevées en COD et d'indice permanganate peut montrer la présence d'une pollution par les matières organiques. L'indice permanganate est faible sur le site Q13 où une valeur élevée de COD a été décelée en octobre 2011 par contre le point Q5 montre la teneur de 0,8 et 0,9mg/l d'O<sub>2</sub> consommé lors des différentes campagnes ce qui appuie l'hypothèse d'une pollution par les matières organiques au niveau de ce site.

## 2. Eléments majeurs

### 1. La balance ionique

Afin de vérifier la fiabilité des résultats, la méthode des balances ioniques peut être appliquée. La balance ionique est l'expression d'une différence entre les charges positives (cations) et les charges négatives (anions). En théorie, il y a neutralité des charges au sein des échantillons d'eau, il existe donc une égalité entre la somme des cations et des anions. La balance ionique de tout échantillon d'eau doit donc nécessairement être proche de 0%. Les graphiques ci-dessous montrent les balances ioniques calculées sur chacun des échantillons de chaque campagne de suivi :



En règle générale, les résultats des analyses sont considérés de la manière suivante :

De -1 à 1% : Fiabilité excellente

De -5 à 5% : Fiabilité acceptable

De -10 à 10% : Fiabilité médiocre

Pour des pourcentages inférieurs à -10% et supérieurs à 10%, la fiabilité des résultats est mauvaise.

Dans le cas présent, les balances ioniques sont comprises entre 0 et 5%, les résultats présentent donc une fiabilité excellente à acceptable.

## 2. Analyse des résultats

Les éléments analysés sont les éléments figurants dans le tableau ci-dessous :

ANALYSE	UNITE	SEUILS DCE	Campagne oct 2011	Campagne mars 2012	Campagne oct 2012
Ammonium	mg/l NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,5	<0,05	0,006	0,01
Calcium	mg/l Ca <sup>++</sup>		132,80	123,76	121,96
Magnésium	mg/l Mg <sup>++</sup>		15,42	15,23	14,53
Sodium	mg/l Na <sup>+</sup>	200	19,65	18,33	17,39
Potassium	mg/l K <sup>+</sup>		2,39	2,69	2,85
Bicarbonates	mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		303,75	300,06	300,76
Chlorures	mg/l Cl <sup>-</sup>	200	27,69	32,03	27,09
Sulfates	mg/l SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	250	116,45	123,99	116,26
Nitrates	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	50	8,60	10,00	8,84
Nitrites	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,5	0,00	<0,02	0,02

*Figure 6 : Tableau récapitulatif des moyennes obtenues pour les analyses physicochimiques de base*

### **Bicarbonates**

Les principales origines des bicarbonates dans l'eau souterraine correspondent à la dissolution de minéraux carbonatés et l'action combinée du CO<sub>2</sub> des eaux et du sol. Ces interactions dépendent notamment du temps de résidence de l'eau dans l'aquifère et de la solubilité des minéraux au contact de l'eau.

Les bicarbonates se trouvent en moyenne dans la nappe à hauteur de 300 mg/l, leur teneur peut varier de 195 à 380 mg/l (respectivement, points Q13 et Q5). Dans le temps, on n'observe qu'une très légère variation. La répartition des teneurs au niveau spatial est quasiment la même d'une campagne à l'autre, les teneurs les plus élevées se situent à l'est du territoire et les plus faibles au sud-ouest.

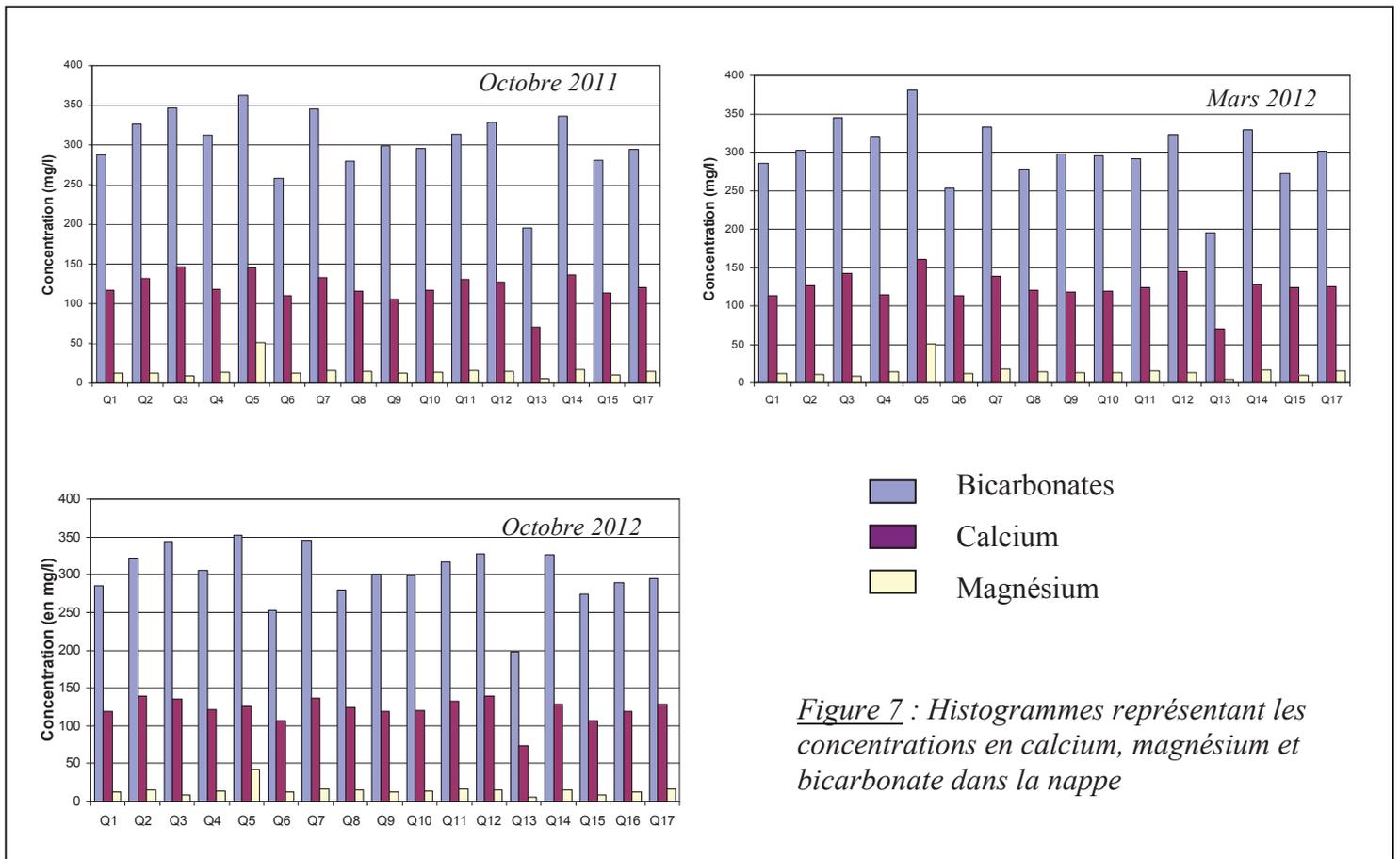
### **Calcium et Magnésium**

Le calcium et le magnésium se rencontrent dans toutes les eaux naturelles, ils proviennent pour les eaux souterraines de l'érosion des formations.

La teneur en calcium tourne autour de 70 (Q13) à 160 (Q5) mg/l dans la nappe. La concentration en calcium varie légèrement d'une campagne à une autre. Les teneurs restent sur tous les points de suivi assez stables dans le temps.

La concentration en magnésium est de 15 mg/l en moyenne dans la nappe, elle va de 4 à 50 mg/l sur les points Q13 et Q5. Cette valeur ne varie pas d'une campagne à l'autre que ce soit en concentration ou au niveau spatial.

Il est possible d'avoir un aperçu direct des interactions eau-roche en mettant en relation la quantité de bicarbonates, de calcium et de magnésium de chaque échantillon, ces derniers éléments étant également des indicateurs de ce phénomène. Les histogrammes suivants nous montrent cette relation :



*Figure 7 : Histogrammes représentant les concentrations en calcium, magnésium et bicarbonate dans la nappe*

Les histogrammes nous montrent que les plus fortes concentrations en bicarbonates présentent également les plus fortes concentrations en calcium et magnésium et inversement. Les concentrations paraissent liées pour la majeure partie des échantillons ce qui est le reflet des interactions eau-roche à l'origine des concentrations de ces éléments.

### **Potassium**

Les différentes sources du potassium dans les eaux souterraines sont l'altération et l'érosion des minéraux contenant cet élément, le lessivage des sols contenant des engrais ou encore l'eau de mer.

Les concentrations en potassium sont comprises ici entre 0,5 et 12,5 (Q13 et Q17). Globalement ces concentrations varient peu dans le temps. Les cartes 4, 5 et 6 montrent que la concentration en potassium est légèrement plus forte au centre et à l'ouest du territoire. Le point de suivi Q17 montre une teneur élevée de potassium en mars 2012, supérieure à la limite de potabilité. Ceci peut être issu du lessivage des sols ayant reçu des engrais.

## **Sodium**

Le sodium, élément très soluble, se trouve souvent dans l'eau souterraine. En effet, il est présent dans la plupart des roches et des sols.

Une concentration en sodium plus forte que la normale dans les eaux peut provenir d'agents polluants ou d'un biseau salé. Les sources artificielles les plus fréquentes dans les eaux souterraines sont les eaux usées, les lixiviats de sites d'enfouissement des déchets ou de sites industriels...

La concentration du sodium dans la nappe est de 18 mg/l en moyenne, elle peut varier de 10 à 40 mg/l (Q13 et Q5). Sa concentration est environ la même sur l'ensemble du territoire (voir cartes 7, 8 et 9). Seuls quelques points situés au centre de la plaine (Q11) et à l'ouest (Q17 et Q15) montrent des concentrations légèrement plus élevées. Les teneurs en sodium restent quasiment stables en chaque point dans le temps sauf au niveau du site Q14 qui voit sa teneur en sodium divisée par 2 des hautes eaux aux basses eaux.

## **Chlorures**

Les chlorures peuvent avoir différentes origines dans les eaux souterraines, leur présence peut être naturelle, issue de l'interaction eau-roche, de l'intrusion du biseau salé ou d'origine anthropique (engrais, lixiviats issus des décharges...)

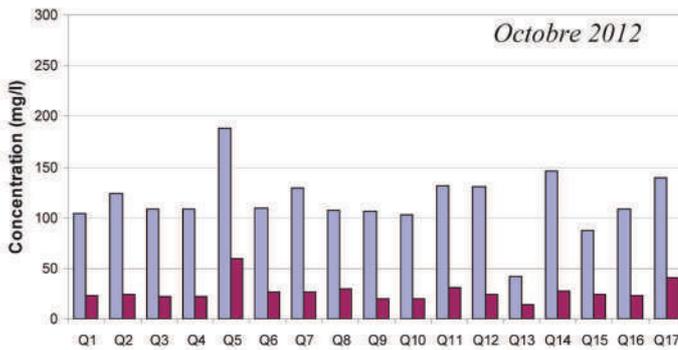
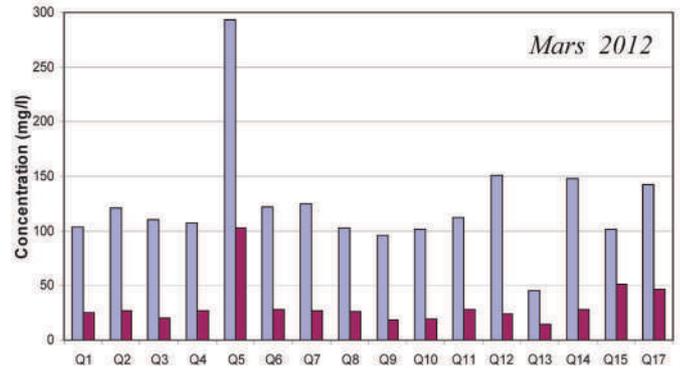
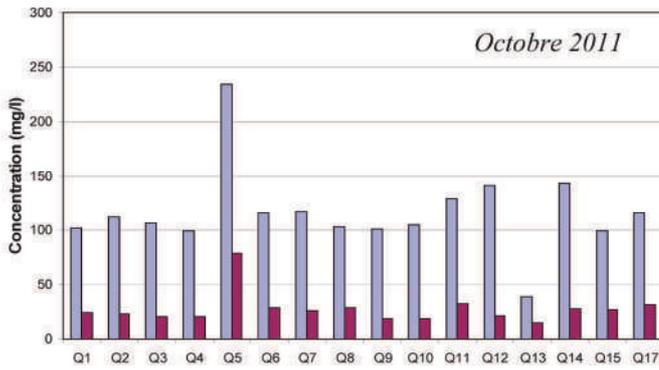
La moyenne des teneurs en chlorures est de 30 mg/l sur les trois campagnes. D'octobre à mars, on identifie une légère hausse en chlorures d'environ 5 mg/l en moyenne. Cette hausse se répartit globalement sur l'ensemble des points de mesure. Les cartes 10, 11 et 12 nous indiquent que les plus fortes teneurs se trouvent à l'Ouest du territoire et sont plus faibles sur la partie Nord et la bordure Est de la Crau. Les extrêmes correspondent encore aux points Q13 qui montre une teneur de 14 mg/l et Q5 qui montre une teneur de 103 mg/l en basses eaux.

## **Sulfates**

Les sulfates peuvent être présents naturellement dans la nappe en raison de l'altération météorique des roches mais peuvent également provenir de sources artificielles comme les dépôts de combustibles ou les rejets industriels.

La concentration en sulfate est en moyenne de 120 mg/l sur la majorité des points de suivis. De même que pour les chlorures on observe dans l'ensemble une hausse d'octobre à mars (de 7 mg/l). Les cartes 13, 14 et 15 mettent en évidence des taux assez forts en sulfates au centre et au Sud-Est de la nappe. Le point montrant la concentration la plus forte étant Q5 et celui ayant la concentration la plus faible est le point Q13. On observe qu'il y a peu de variation spatiale des classes de concentration d'une campagne à l'autre.

Il est possible d'évoquer une origine anthropique des sulfates lorsque leurs fortes concentrations sont corrélées avec une forte teneur en chlorures. Les histogrammes figurant ci-dessous montrent les concentrations de ces deux éléments lors des trois campagnes de suivi.



Sulfates  
 Chlorures

*Figure 8 : Histogrammes des concentrations en chlorures et en sulfates pour chaque campagne*

Ces figures nous permettent de mettre en évidence l'origine anthropique des sulfates au niveau de Q5 car les taux en chlorures et sulfates sont élevés au droit du site.

## 2. Composés azotés

### Nitrates

Les sources naturelles des nitrates sont principalement les pluies et l'interaction entre le sol et la végétation. Ils se retrouvent artificiellement dans les eaux souterraines à cause du lessivage d'engrais, d'effluents d'élevage et des rejets domestiques et industriels. La teneur en nitrate d'une eau est également régie par les processus chimiques du cycle de l'azote mais globalement, on affirme qu'une eau détenant un taux en nitrates supérieur à 10mg/l traduit un apport anthropique de cet élément.

Les analyses ont révélé une teneur moyenne en nitrates de 9 mg/l sur l'ensemble du territoire, cette teneur est légèrement plus élevée en basses eaux qu'en hautes eaux (voir graphique ci-dessous). Cette différence peut s'expliquer par l'épandage d'engrais à cette période de l'année sur certaines prairies et par la dilution de la nappe moins importante en basses eaux. Certains points montrent des teneurs supérieures à 10mg/l ce qui reste sous les normes de potabilité mais prouve qu'il existe des apports en nitrates artificiels sur la Crau. Ces points sont situés au centre et à l'ouest de la Crau.

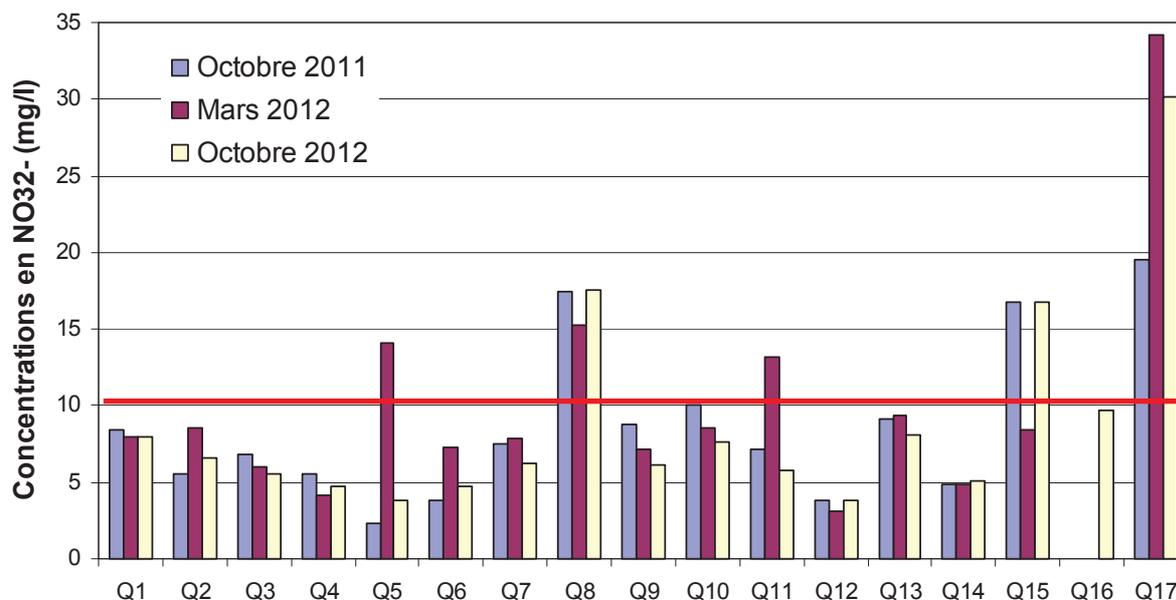


Figure 9 : Evolution des concentrations en nitrates trouvées lors des 3 campagnes de suivi

### Nitrites

Les nitrites sont présents à l'état naturel dans l'air, le sol, l'eau et les plantes. Dans certaines conditions, quand il n'y a pas assez d'oxygène, le nitrate peut se transformer en nitrite. Par conséquent, beaucoup de sources de nitrates peuvent également constituer des sources de nitrites.

Les origines anthropiques de cet élément peuvent correspondre à l'épandage d'engrais chimiques ou animales, du mauvais traitement des rejets domestiques, de la décomposition des matières végétales et animales et de l'érosion de gisements naturels.

Sur les 3 campagnes réalisées aujourd'hui, des concentrations en nitrites ont été détectées au niveau de 5 points en faibles quantités ne dépassant pas 0,09mg/l. Ces teneurs ont été révélées durant les campagnes de hautes eaux uniquement, sur les points Q 3, 5, 6, 9, 17.

### Ammonium

L'ammonium est la forme la plus réduite de l'azote dans les eaux naturelles. Il a la propriété d'être très absorbé par les minéraux. Ses sources principales sont les eaux de pluie (concentration de 0.1 à 2 mg/l), la réduction des nitrates par des bactéries ou par des éléments métalliques et la dégradation de la matière organique.

L'ion ammonium se trouve généralement dans les eaux souterraines en faible concentration. Ces concentrations peuvent être plus fortes au sein des milieux privés d'oxygène (ex. nappes captives) ou peuvent être un indice d'une activité bactérienne.

Les teneurs en ammonium sur le territoire de la Crau sont quasiment nulles. Les résultats ne dépassent qu'en deux points (Q5 et 1) très faiblement et de manière ponctuelle les limites de quantification de cet ion (0,05 mg/l).

En octobre 2012, 0,1mg/l d'ammonium est détecté sur le point Q5. Le graphique 9 montre que sur ce point la teneur en nitrates est très faible à cette période par rapport aux périodes de hautes eaux. En octobre 2012, la présence d'ammonium et la faible teneur en nitrates peuvent révéler la présence d'une activité bactérienne.

### 3. Micropolluants minéraux

Le Tableau ci-dessous reprend les moyennes des résultats obtenus pour chaque campagne en micropolluants minéraux. Les résultats concernant le fer et le manganèse ont été traités dans le chapitre « matières en suspension ».

ANALYSE	UNITE	SEUILS DCE	Campagne oct 2011	Campagne mars 2012	Campagne oct 2012
Aluminium total	mg/l Al	0,2	<0,02	0,01	<0,02
Antimoine total	mg/l Sb	0,005	0,001	<0,002	<0,002
Arsenic total	mg/l As	0,01	<0,004	<0,004	<0,004
Bore total	mg/l B	1	0,05	0,05	0,03
Cadmium total	mg/l Cd	0,005	<0,002	<0,002	<0,002
Chrome total	mg/l Cr	0,050	<0,01	<0,01	<0,01
Cuivre total	mg/l Cu	2	0,02	0,00	0,06
Cyanures totaux	mg/l CN-	>0,05	<0,01	<0,01	<0,01
Mercuré total	µg/l Hg	1	<0,5	<0,5	<0,5
Nickel total	mg/l Ni	0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Plomb total	mg/l Pb	0,01	<0,004	<0,004	<0,004
Sélénium total	mg/l Se	0,01	<0,004	<0,004	<0,004
Zinc total	mg/l Zn	5	0,04	0,07	0,08

Figure 10 : Tableau récapitulatif des moyennes des concentrations en micropolluants dans la nappe

Sur les 13 éléments analysés l'aluminium, l'antimoine, le bore, le cuivre et le zinc ont été détectés. Les concentrations des autres éléments ne dépassent pas les valeurs des limites de quantifications. Ces résultats pour chaque campagne sont représentés sur les cartes 16, 17 et 18.

Le **bore** est quasiment présent dans tous les échantillons à chaque campagne, sa concentration dans la nappe est en moyenne de 0,05 mg/l et ses valeurs maximales apparaissent au niveau du site Q5 et Q2. Le bore est naturellement présent dans les eaux souterraines, mais peut aussi être d'origine anthropique (égouts, lessivage décharges, engrais et pesticides) ce qui est sans doute le cas pour les deux points cités précédemment.

De plus, on trouve assez régulièrement du **cuivre** et du **zinc** dans les eaux de la Crau. Ces éléments peuvent se trouver naturellement dans les eaux souterraines. Les propriétés naturelles du cuivre sont telles que les fonds géochimiques ne dépassent pas quelques µg/l. Les sources artificielles du cuivre sont les engrais, les eaux usées, les déchets industriels ou encore la corrosion des tuyaux de plomberie. Le zinc, quant à lui, peut être retrouvé dans les eaux passant pas des anciennes tuyauteries ou provenir de fonderies ou de productions de fer.

Aucun échantillon ne voit sa concentration en cuivre ou zinc dépasser les seuils de qualité établis par la DCE. On retrouve les plus fortes teneurs en ces éléments dans la partie Nord de la Crau. Les concentrations en cuivre sont plus élevées en période de hautes eaux. Vu les concentrations en cuivre détectées, on peut supposer que certaines sont d'origine artificielles.

Ponctuellement, de l'**aluminium** et de l'**antimoine** ont été trouvés.

L'antimoine est souvent présent dans les nappes souterraines à cause de matériaux de plomberie, eaux résiduares industrielles, du lessivage des engrais, de combustibles fossiles ou de décharges.

De l'aluminium a été détecté en faible quantité dans deux échantillons en mars 2012.

L'antimoine s'est trouvé en quantité égale ou dépassant les seuils DCE sur les points Q8 et Q14 en période de hautes eaux 2011, les deux campagnes suivantes n'ont rien révélé par la suite.

## 4. Pesticides

Une centaine de produits phytosanitaires ont été analysés lors de ces campagnes, l'intégralité des éléments analysés figure en annexe. Pour la campagne d'octobre 2011, ces analyses ont été réalisées uniquement sur les sites Q 4, 6, 7, 8, 1 et 15.

La carte 19 représente l'ensemble des pesticides découverts lors des deux campagnes de l'année 2012. La première campagne n'a pas révélé de concentrations en pesticides dépassant les limites de quantification. Le seuil DCE pour chaque élément est de 100ng/l et pour un échantillon la somme des molécules ne doit pas dépasser 500ng/l.

Sur l'ensemble des éléments analysés, cinq molécules différentes ont été détectées. La carte montre que ces molécules ont principalement été trouvées au Nord et à l'Est de la Crau ce qui correspond approximativement aux zones où se sont développées de nombreuses activités (urbanisation, agriculture...).

### ***Glyphosate***

Le glyphosate a été détecté lors des deux campagnes de 2012. Il s'agit d'un produit dont l'utilisation est largement répandue comme herbicide (Roundup, Bypass) aussi bien pour l'entretien des espaces urbains que pour effectuer du désherbage agricole.

Il est détecté au niveau des points Q3 et 8 en quantité dépassant les seuils de bon état de l'eau.

### ***Fosétyl-aluminium***

Le Fosétyl-aluminium fait partie des fongicides les plus utilisés. Il est utilisé pour combattre les champignons pathogènes des plantes cultivées comme le mildiou. Il est par exemple contenu dans les produits Variant Flash ou Aliette qui sont utilisés dans le cadre de la production fruitière et maraîchère.

Ce produit a été retrouvé sur trois sites (Q2, 3 et 8) en hautes eaux 2012 avec des concentrations allant de 200 à 400 ng/l ce qui dépasse les seuils mis en place par la DCE. A chaque fois, la présence de cette molécule est associée avec la présence de glyphosate. On peut penser que ces deux produits sont utilisés sur des sites similaires situés à proximité des points de suivi.

### ***Fénuron***

Le fénuron est une molécule utilisée comme herbicide en agriculture (maraichage, colza...).

Ce produit a été détecté au niveau de Q3 à hauteur de 47 ng/l en octobre 2012. La présence de ce produit est associée sur ce site à la présence de Fosétyl et de glyphosate.

### ***Simazine***

Le Simazine est un produit herbicide dont l'utilisation est interdite en France depuis 2003. Il était utilisé en viticulture, arboriculture...

Ce produit a été retrouvé en assez faible quantité (20 ng/l) au niveau de Q10 en octobre 2012.

## ***Ethidimuron***

L'Ethidimuron est également un herbicide interdit en France depuis 2003, utilisé à l'époque pour le maraîchage...

Il a été retrouvé au niveau du point Q10 lors des deux campagnes de 2012 avec des concentrations de 24 et 33 ng/l.

Ces deux derniers produits peuvent avoir été détectés malgré leur non utilisation depuis plusieurs années car ces éléments ont une durée de vie importante. Ils ont pu à l'époque être stockés dans les sols et leur relargage dans les eaux provoque des phénomènes de transfert qui peuvent durer des années. Une autre possibilité qui expliquerait la présence de ces molécules dans les eaux souterraines est l'utilisation actuelle de ces produits malgré les interdictions.

## **5. Hydrocarbures**

La carte 20 présente les valeurs détectées en hydrocarbures (hydrocarbures dissous ou émulsionnés de C10 à C40), les hydrocarbures légers (BTEX) et les hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) lors des trois campagnes. L'origine des hydrocarbures est toujours liée à des activités anthropiques.

### **1. Hydrocarbures**

Sur la carte 20 on remarque que des hydrocarbures dissous ou émulsionnés (notés hydrocarbures sur la carte) ont été détectés durant les campagnes d'octobre 2011 et mars 2012. Ce paramètre nous informe sur la présence, en général, d'hydrocarbures dans les eaux. Il peut comprendre certains paramètres analysés en détail dans le groupe des HAP.

On trouve des hydrocarbures au niveau des points Q10 et 12 pour la période de basses eaux et Q2 et 17 pour celle de hautes eaux. Les valeurs détectées vont de 0,1 à 1,9 mg/l. Le point Q2 montre une valeur en hydrocarbures dépassant les seuils établis par la DCE (>1mg/l).

On note qu'au niveau des points Q2 et Q17, la turbidité était également forte ce qui est sans doute lié à la présence des hydrocarbures.

### **2. HAP**

Des HAP ont également été détectés dans les eaux de la Crau, il s'agit du naphtalène et du fluoranthène.

Le fluoranthène présent dans l'environnement est généralement issu des gaz d'échappement. Il est produit dans le pétrole et peut se retrouver dans les feux de pétrole, les incinérateurs...

Le naphtalène tire ses principales sources dans l'environnement du chauffage au bois, du trafic routier ou de son utilisation comme insecticide (antimite). La DCE n'a pas mis en place de seuil limite pour ce paramètre mais l'OMS préconise que l'eau utilisée pour la consommation humaine contienne moins de 700 ng/l de naphtalène.

Du fluoranthène a été découvert en faible quantité au niveau de Q7 lors de la campagne de hautes eaux 2012.

Du naphthalène a été trouvé dans les eaux souterraines lors des trois campagnes avec des quantités allant de 11 à 71 ng/l. Ces concentrations ont surtout été détectées durant la campagne d'octobre 2011. Ces teneurs ont été repérées de manière ponctuelle sur l'ensemble des points, aucun n'a montré des concentrations détectables sur plusieurs campagnes.

Certains points montrent des concentrations en naphthalène et hydrocarbures au même moment (Q2, 17, 12), on peut penser qu'un lien existe entre ces résultats.

### **3. BTEX**

Au sein du groupe des Btex, du Benzène a été détecté lors d'une campagne. Ce produit est contenu dans l'essence et est rejeté par les gaz d'échappements ou encore par le chauffage domestique.

Lors de la campagne d'octobre 2012, l'échantillon du site Q7 a montré des concentrations élevées en benzène à hauteur de 5,8 µg/l, dépassant le seuil DCE fixé à 1 µg/l. Ce piézomètre est situé au croisement de plusieurs routes qui peuvent être une source de benzène, néanmoins, cette concentration paraît élevée pour provenir uniquement du trafic routier.

## **7. Autres paramètres**

Les **chlorobenzènes** et **Composés Organo-halogénés Volatils (COHV)** ont également été analysés. Lors des trois campagnes de suivi, aucun échantillon n'a présenté des valeurs détectables pour ces paramètres. La liste complète pour ces paramètres et les limites de quantifications sont répertoriées en annexe.

## **8. Pollutions ponctuelles**

Il existe deux sites de pollutions ponctuelles importantes sur le territoire de la Crau :

- Il s'agit du **Centre de Stockage de Déchets de la Crau**. Ce site, exploité de 1912 à 2010, fait l'objet de suivis de la nappe souterraine depuis 1994. Un panache de pollution situé approximativement au Sud-Ouest du site est présent dans la nappe. Selon le rapport annuel d'exploitation de 2007 de la CSD (rapport réalisé par Pöyry pour la Communauté Urbaine de Marseille Provence), ces eaux montrent des conductivités et des teneurs en azote, MES, sulfates, fer et manganèse élevées...Il est probable que les résultats obtenus sur le site Q5 soient liés aux eaux provenant de la CSD. En aval direct de la décharge, un système de barrière hydraulique a été mis en place. Les eaux les plus polluées sont ainsi pompées et réinjectées dans le massif de déchets pour éviter leur dispersion dans la nappe. Par ailleurs le massif de déchets a fait l'objet d'une couverture permettant de limiter le lessivage par la pluie.
- Le second site correspond à l'**oléoduc qui s'est rompu** au cœur de la Réserve naturelle des Coussouls de Crau le 7 août 2009, entre Terme Blanc et la Brune d'Arles sur la commune de Saint Martin de Crau, répandant ainsi 7 000 m<sup>3</sup> de pétrole brut dans la nature et par la suite dans la nappe. Suite à la pollution, une barrière hydraulique a été mise en place pour confiner le panache, associée avec un dispositif de dépollution dit de pompage-écrémage qui récupère les hydrocarbures flottants sur la nappe. Ces dispositifs sont toujours actifs mais le système nécessite d'être optimisé (augmentation de la densité de points, biostimulation) pour garantir son efficacité. Aujourd'hui la lentille de pétrole flottant présente une superficie d'environ 4 hectares et seulement 25 m<sup>3</sup> ont été récupérés.

## 9. Conclusion

Les résultats obtenus lors des trois premières campagnes montrent que l'eau de la nappe de la Crau est de type bicarbonatée calcique, dure et assez minéralisée. Cette propriété vient principalement de la source d'alimentation principale de la nappe qui est l'eau d'irrigation des prairies de foin de Crau (eau venant de la Durance) mais aussi de la matrice carbonatée de la formation des cailloutis de la Crau.

La nappe des cailloutis est d'une manière générale de bonne qualité. Certains points ont toutefois montrés des concentrations élevées en polluants, la carte 21 reprend les points où ont été détectés des teneurs dépassant les seuils de qualité mis en place par la DCE lors des trois campagnes. On remarque notamment que :

- Au niveau de la physico-chimie classique, peu de points présentent des valeurs dépassant les limites DCE hormis les eaux du site Q5 qui sont généralement très minéralisées et contiennent en 2012 de fortes teneurs en sulfates (basses eaux) et en manganèse (hautes eaux). Néanmoins plusieurs sites montrent des concentrations en nitrates d'origines anthropiques et surement issues des pratiques agricoles.

- Certains points montrent une turbidité dépassant les normes, ce qui peut être dû aux conditions de prélèvements. Les fortes valeurs de turbidité au niveau des points Q2 et Q17 sont sans doute liées à la présence d'hydrocarbures dans les eaux prélevées.

- De plus, quelques micropolluants minéraux ont été détectés dans la nappe comme le fer, l'antimoine ou le manganèse.

L'antimoine se retrouve au sein de deux forages lors de la campagne d'octobre 2011. L'origine de cet élément n'est pas tout à fait identifiée, la suite du suivi nous en apprendra sans doute plus sur ce point.

- Des produits phytosanitaires ont été repérés dans la nappe principalement au Nord et à l'Est du territoire dans des zones agricoles. Du glyphosate et du Fosetyl-aluminium ont notamment été trouvés. Ces produits sont issus de traitements herbicides et fongicides sur des exploitations agricoles, dans les jardins de particuliers ou sur les espaces verts urbains.

- Du benzène a été découvert en assez forte quantité au niveau de Q7 qui se trouve au croisement d'une autoroute et d'autres routes. Une possible source du polluant serait les gaz d'échappements de la circulation alentour néanmoins cette concentration assez élevée est probablement issue d'une autre source de pollution.

Les diagrammes de Piper ainsi que les concentrations en éléments majeurs et les résultats de conductivité des points Q5 et Q13 montrent des valeurs assez différentes des autres points analysés.

Précédemment, on a remarqué que Q5 avait des eaux très minéralisées (fortes concentrations en sulfates, chlorures, sodium, magnésium...) dont certains éléments dépassaient les seuils DCE. Ces caractéristiques peuvent être causées par la provenance d'effluents de l'ancienne décharge de Marseille située à une centaine de mètres du point de prélèvement. Ce point n'est pas tout à fait placé en aval hydraulique de la décharge mais vu les résultats on peut penser que la décharge y exerce une influence.

Le point Q13 est situé au cœur du coussoul. Ici les eaux sont faiblement minéralisées. Vu la distance entre ce site et les premières prairies irriguées, on peut penser que les eaux de la nappe en ce point sont principalement alimentées par les précipitations. Cette hypothèse peut être appuyée par les analyses isotopiques qui ont été réalisées en collaboration avec le CEREGE afin de déterminer les origines d'alimentation de la nappe.

Les analyses ont été réalisées durant un an et demi, le nombre de résultats acquis ne permet d'émettre que des hypothèses. Les hypothèses énoncées précédemment seront donc à confirmer avec les données qui seront acquises par la suite.

### III. SITUATION PAR RAPPORT AUX ANNEES PRECEDENTES

➤ Un suivi de la qualité de la nappe était effectué depuis 1975 jusqu'en 1997 sur la nappe de la Crau par le BRGM sur commande de l'Etat. Un parallèle peut être effectué entre ces résultats et ceux obtenus par le Syndicat pour évaluer l'évolution du comportement de la nappe à long terme. Pour ce faire, les moyennes obtenues pour chaque paramètre sur l'ensemble des points de la campagne ont été comparées. Les anciens points de suivi ne correspondant pas aux nouveaux, cette comparaison ne pourra nous apporter qu'une information approximative sur l'évolution de la nappe.

Le tableau suivant indique les moyennes des différentes années de suivis effectués sur la nappe :

Année	Température °C	pH	Conductivité mS/cm	TH °F	TAC °F	Chlorures mg/l	Sulfates mg/l	Ammonium mg/l	Nitrates mg/l	Nitrites mg/l
1975	16,15	7,32	0,639	33,3	21	31	120	0,19	15,5	
1976	16,8	7,23	0,631	31,6	22,3	31	112	0,05	11,2	
1977	16,5	7,22	0,574	29,9		23,9	113		10,7	
1978	15,5	7,24	0,546	32	23,5	26,4	112	0,04	9,6	0,04
1979	16,3	7,31	0,557	33,5	22,2	25,4	107	0,17	5,9	0,05
1980	16,6	7,11	0,585	34,5	24,1	23,4	99	0,04	7,5	0,04
1981	16,3	7,35	0,585	36,3	23,7	26,1	93	0,07	9,9	0,05
1982	17,2	7,35	0,56	36,5	23,4	30	90	0,05	8,2	0,04
1983	17,6	7,4	0,583	34,1	24,4	25,7	88	0,09	8,9	0,04
1988	16,9	7,49	0,688	34,4	22	35,8	124	0,3	14,4	0,02
1991	13,4	7	0,588	28,7	23,7	40,8	143	0,67	12,6	0,13
1993	15,6	8	0,643	34,9	22,7	27,7	110	0,1	13,4	0,1
1994	17,5	7,6	0,622	35,3	21,9	29,6	107	0,1	14,1	0
1995	18,1	7,8	0,651	34,4	22,9	29,4	106	0,1	13,2	0
1996	16,7	8,1	0,582	38,1	23,2	26,1	108,4	0,1	12,6	0
1997	16,9	7,5	0,689	34,9		24,5	104,3	0,1	11,6	0,01
10-2011	18,42	7,18	0,68	38,29	24,88	27,69	116,45	0	8,60	0
03-2012	15,51	7,26	0,79	39,05	24,59	32,03	123,99	0,01	10,00	0
10-2012	17,72	7,25		37,49	26,64	27,09	116,26	0,01	8,84	0,02

Figure 11 : Tableau récapitulatif des moyennes des concentrations mesurées dans la nappe au fil du temps

Le graphique ci-contre nous montre l'évolution du pH et de la température.

La température dépend fortement des périodes de prélèvements et on ne constate pas d'évolution particulière dans le temps

Le pH semble rester du même ordre de grandeur qu'à l'époque.

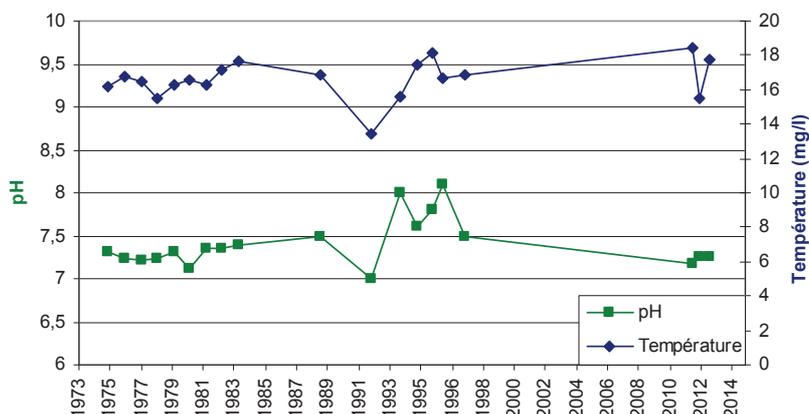


Figure 12 : Evolution de la température et du pH depuis 1975

La figure ci-dessous indique les évolutions de conductivité, Titre Hydrotimétrique et Titre Alcalimétrique Complet dans la nappe.

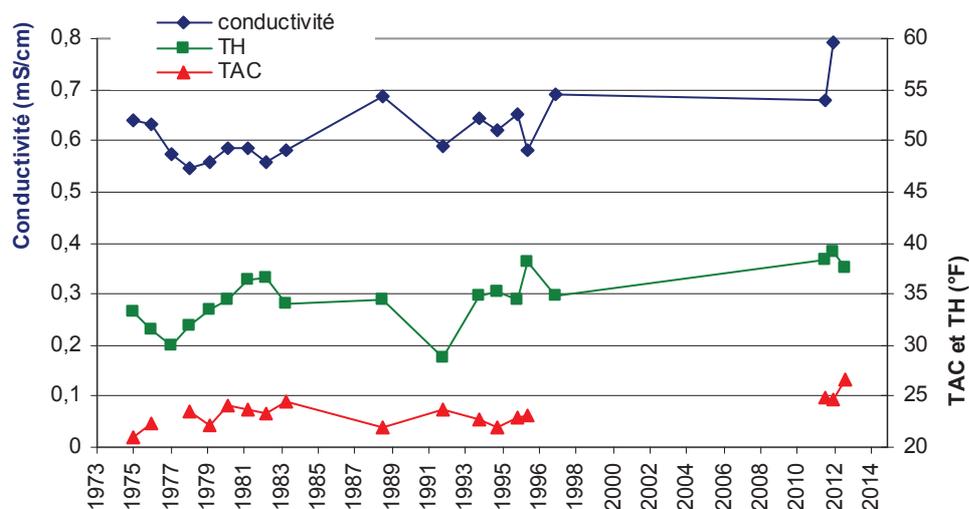


Figure 13 : Evolution de la conductivité, du Titre Hydrotimétrique et du Titre Alcalimétrique Complet depuis 1975

Au niveau de la conductivité, on peut observer une tendance à la hausse de la courbe qui se traduit par un accroissement de la minéralisation générale de la nappe. Néanmoins, le dernier point de la courbe représente la moyenne des données obtenues en mars 2011 or nous avons remarqué précédemment que les résultats de conductivité étaient plus élevés en période de basses eaux et étant donné que la plupart des prélèvements ont eu lieu en période de hautes eaux, ce point n'est pas représentatif.

Le TAC et le TH paraissent augmenter légèrement depuis 1975.

Sur la figure ci-dessous on observe que les concentrations en chlorures depuis 1975 restent stables.

Les concentrations en sulfates montrent par contre une légère tendance à la hausse.

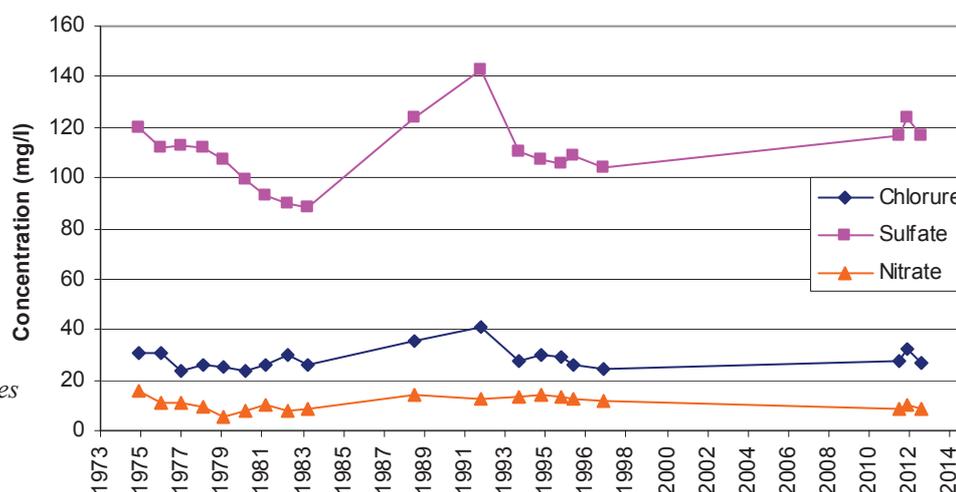


Figure 14: Evolution des concentrations en chlorures, sulfates et nitrates dans la nappe

En ce qui concerne les composés azotés, la figure 14 montre que la courbe des nitrates est quasiment stable depuis le début des analyses. Les résultats concernant les concentrations en nitrites et ammonium nous indiquent également qu'il n'y a pas d'évolution flagrante de leurs teneurs au cours des années d'analyse.

- Une synthèse régionale de la contamination des eaux par les produits phytosanitaires en PACA a été réalisée par le FREDON en 2012 à partir de données récoltées de 2004 à 2009 notamment sur la Crau. Une autre étude avait été réalisée à partir de données datant de 2001-2004. Ainsi cette étude a permis de constater que la nappe de la Crau s'est nettement dégradée depuis 2001-2004 par rapport à la présence de produits phytosanitaires et cette détérioration serait due à la contamination des eaux en grande partie par des fongicides et insecticides issus des exploitations maraichères et arboricoles ce qui est cohérent avec les résultats obtenus lors des campagnes d'analyses du Syndicat.
  
- La comparaison des résultats obtenus lors de ces trois campagnes d'analyses et des données disponibles sur la nappe a révélé l'augmentation de la minéralisation générale de la nappe depuis plusieurs années ainsi que la présence de plus en plus importante d'éléments phytosanitaires dans les eaux de la Crau.

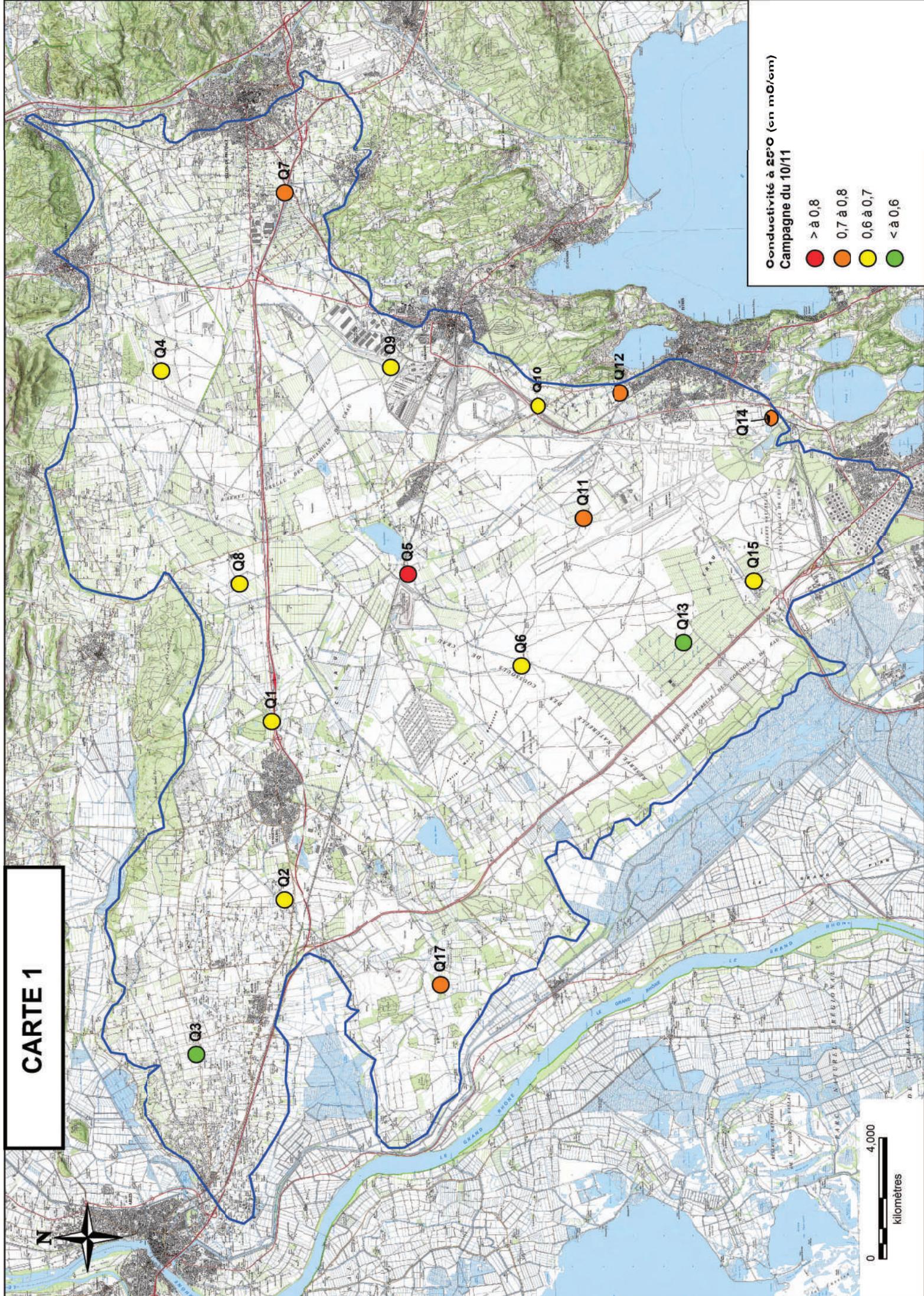
#### IV. CONCLUSION

Les analyses réalisées ces deux dernières années montrent que l'eau de la nappe phréatique est globalement de bonne qualité. Si l'on n'y trouve pas de pollution importante (excepté ponctuellement pour la CSD de la Crau et la rupture de l'oléoduc), quelques paramètres restent tout de même à surveiller avec attention tels que les produits phytosanitaires ou certains micropolluants minéraux. En effet, certaines substances détectées font partie des substances prioritaires figurant à l'annexe X de la DCE (benzène, Simazine, naphthalène...) dont les présences doivent à terme disparaître.

Afin de déterminer les sources de pollution ou confirmer les hypothèses émises, plusieurs années de suivi seront nécessaires. Des analyses thématiques, un suivi du biseau salé et le suivi des eaux des canaux seront mis en place pour étoffer le réseau et permettre une expertise plus fine de la qualité de la nappe.

# **CARTOGRAPHIE**

# CARTE 1

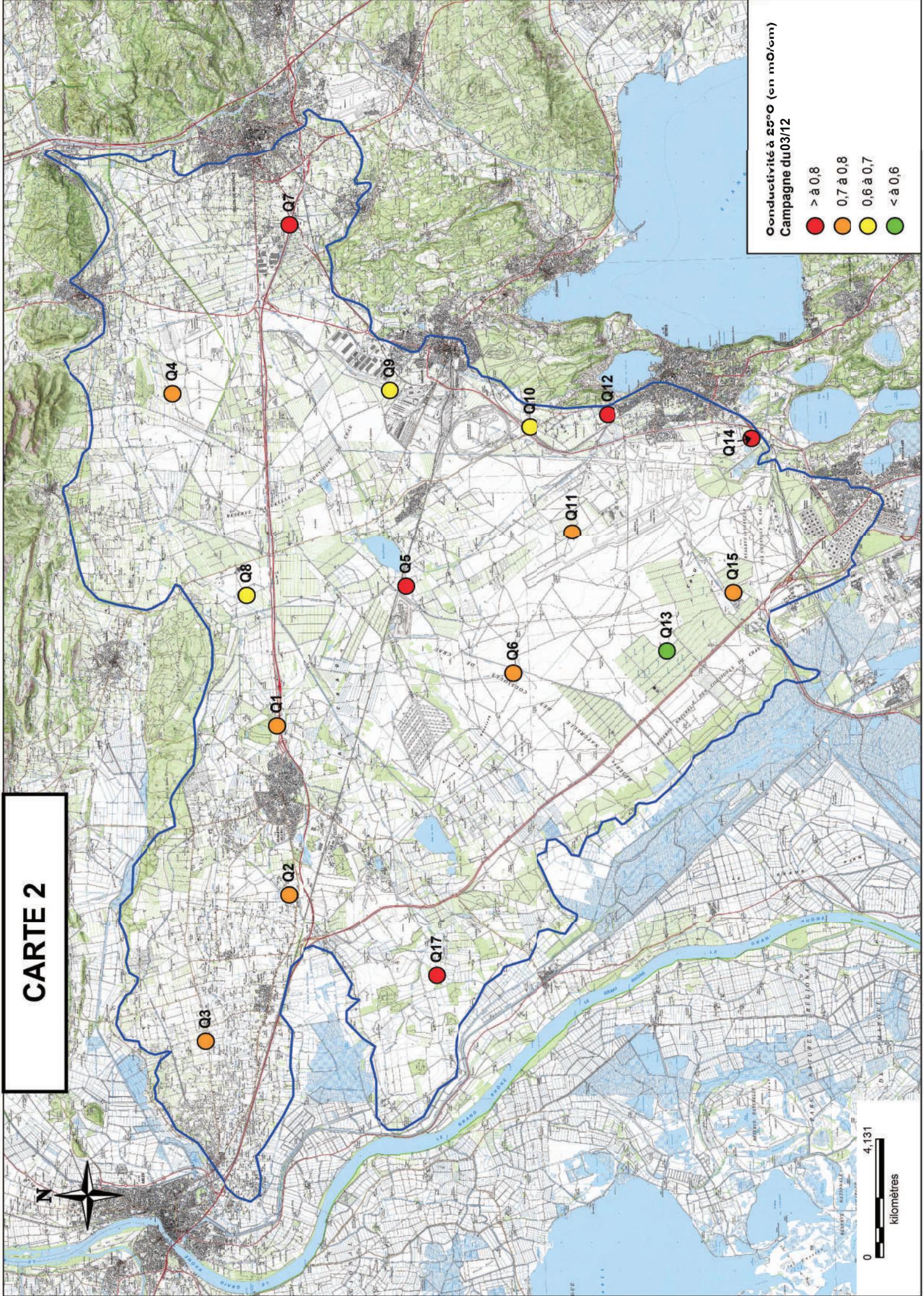


**Conductivité à 25°C (en mS/cm)**  
**Campagne du 10/11**

- > à 0,8 (Red circle)
- 0,7 à 0,8 (Orange circle)
- 0,6 à 0,7 (Yellow circle)
- < à 0,6 (Green circle)



# CARTE 2

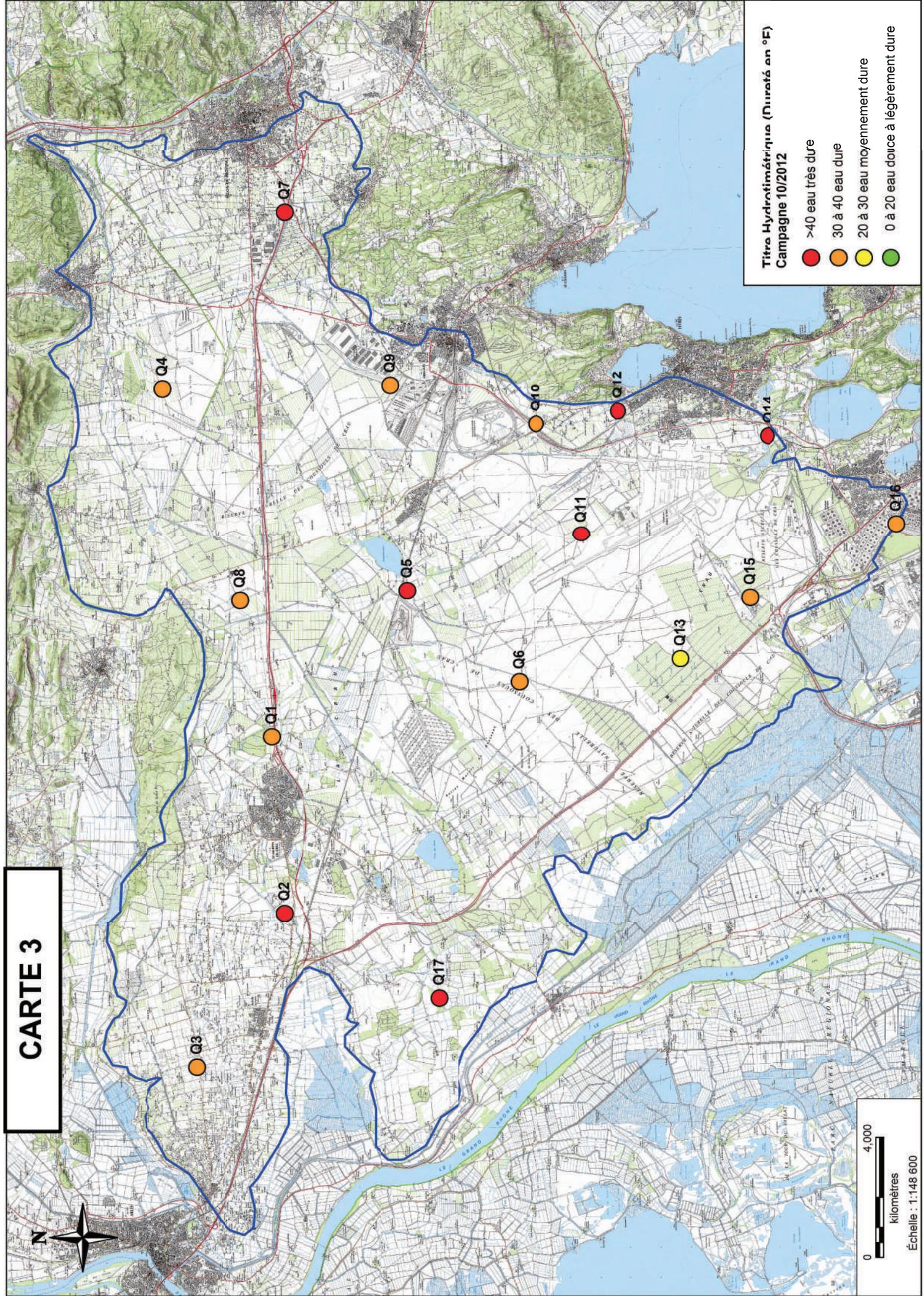


Conductivité à 25°C (en mS/cm)  
Campagne du 03/12

- > à 0,8
- 0,7 à 0,8
- 0,6 à 0,7
- < à 0,6

0 4,131  
kilomètres

# CARTE 3

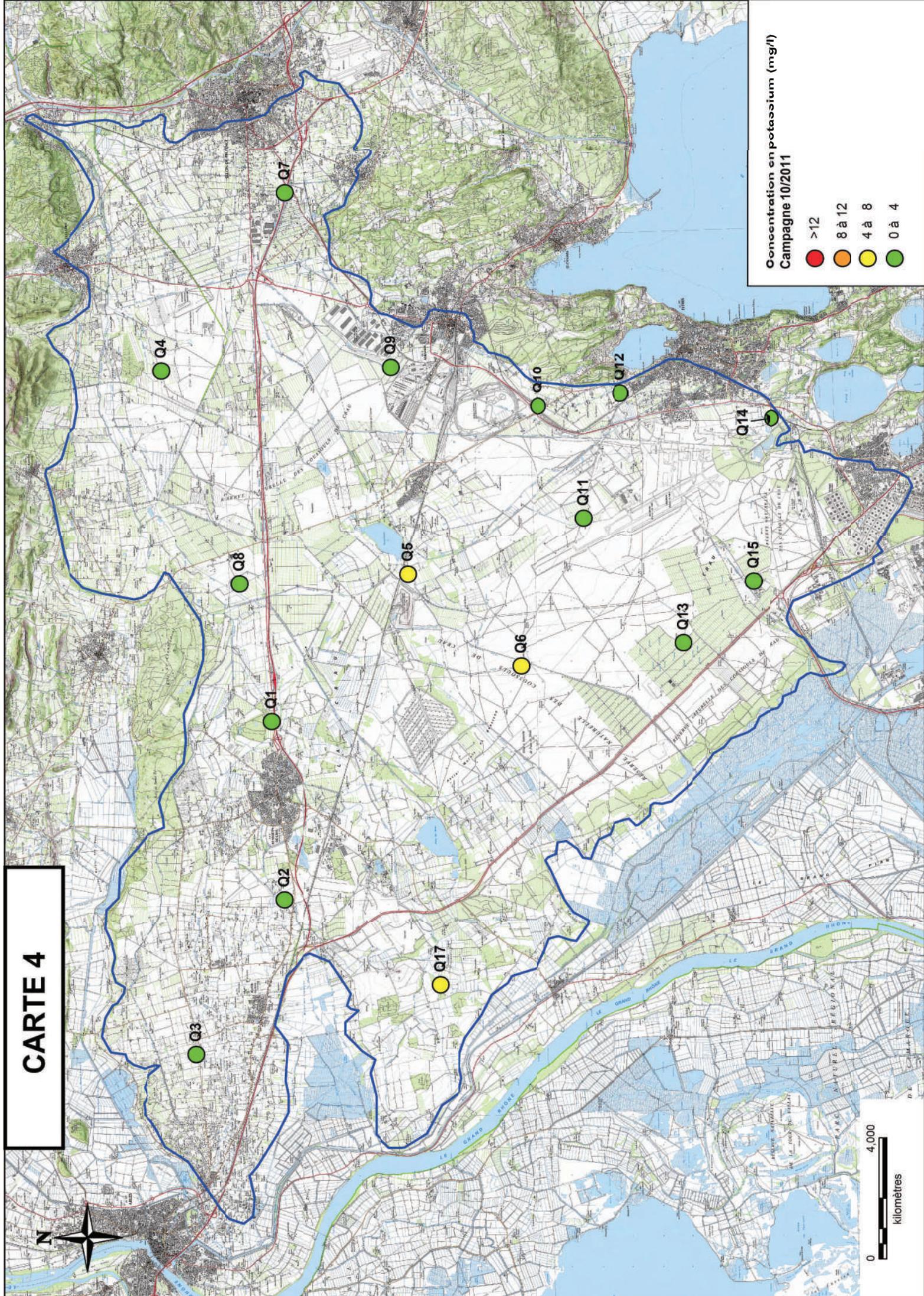


**Titre Hydrométrique (Niortais en 9F)  
Campagne 10/2012**

- >40 eau très dure
- 30 à 40 eau dure
- 20 à 30 eau moyennement dure
- 0 à 20 eau douce à légèrement dure

0 4,000  
kilomètres  
Échelle : 1:148 600

# CARTE 4

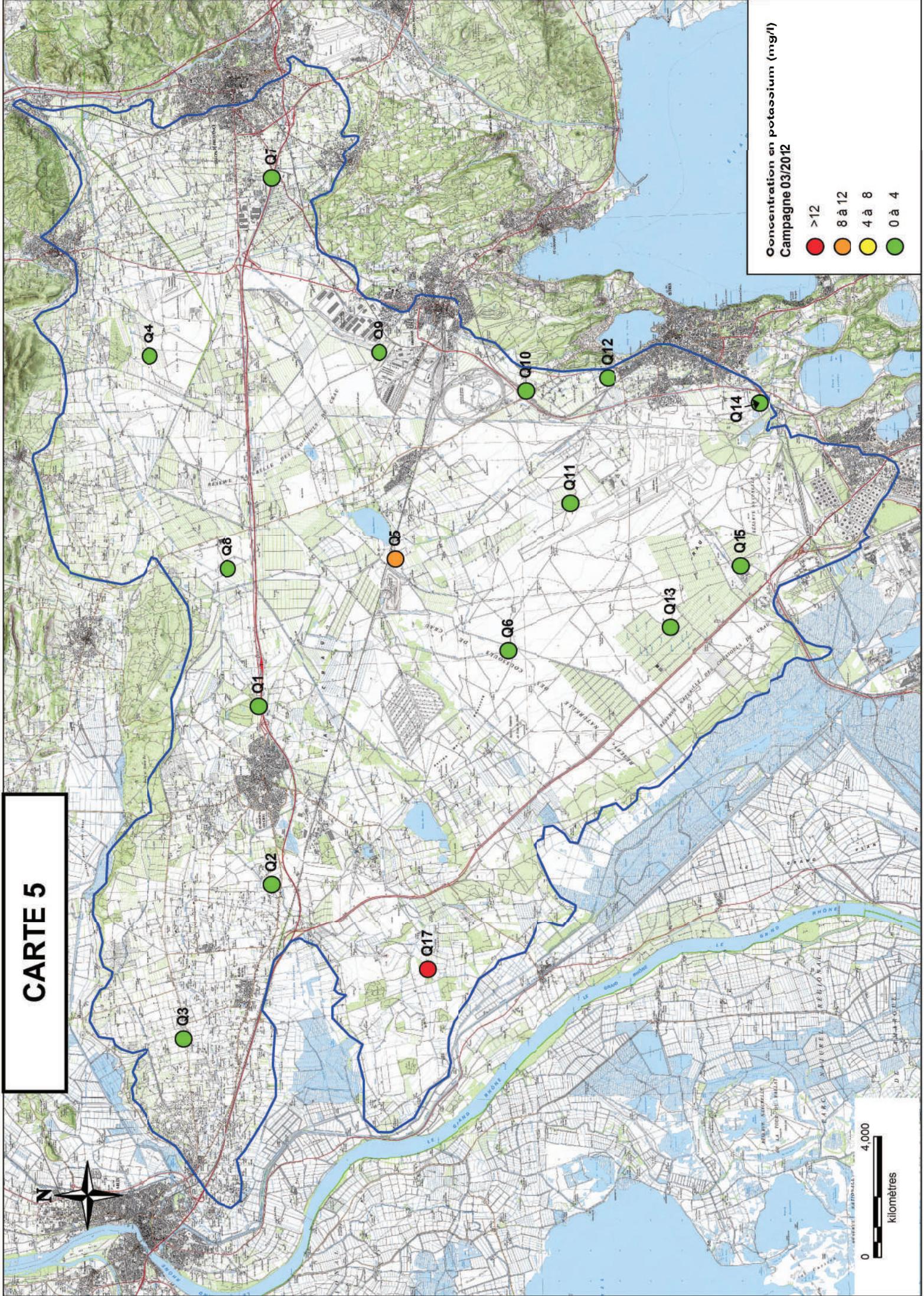


Concentration en potassium (mg/l)  
Campagne 10/2011

- >12
- 8 à 12
- 4 à 8
- 0 à 4

0 4,000  
kilomètres

# CARTE 5

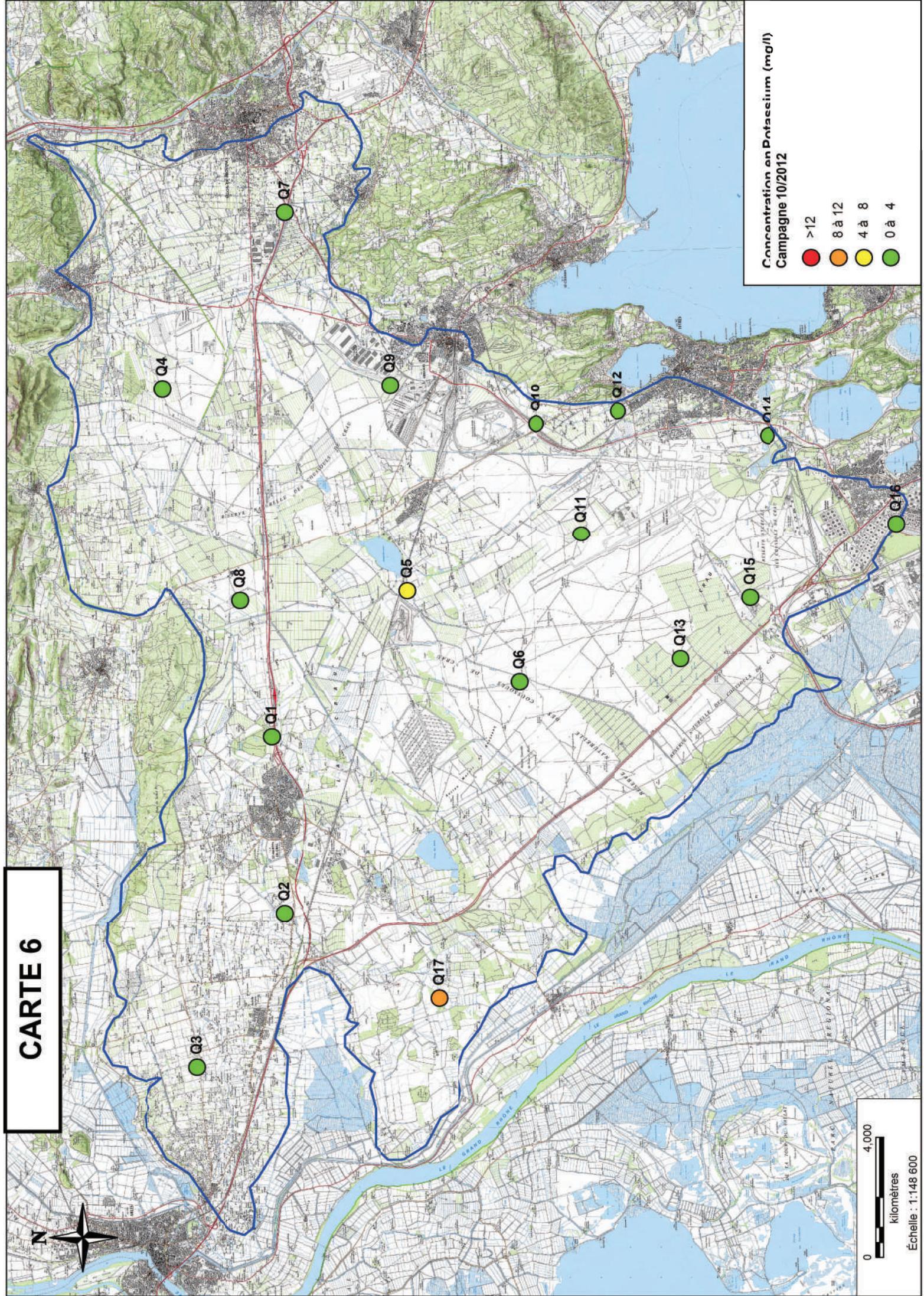


Concentration en potassium (mg/l)  
Campagne 03/2012

- >12
- 8 à 12
- 4 à 8
- 0 à 4

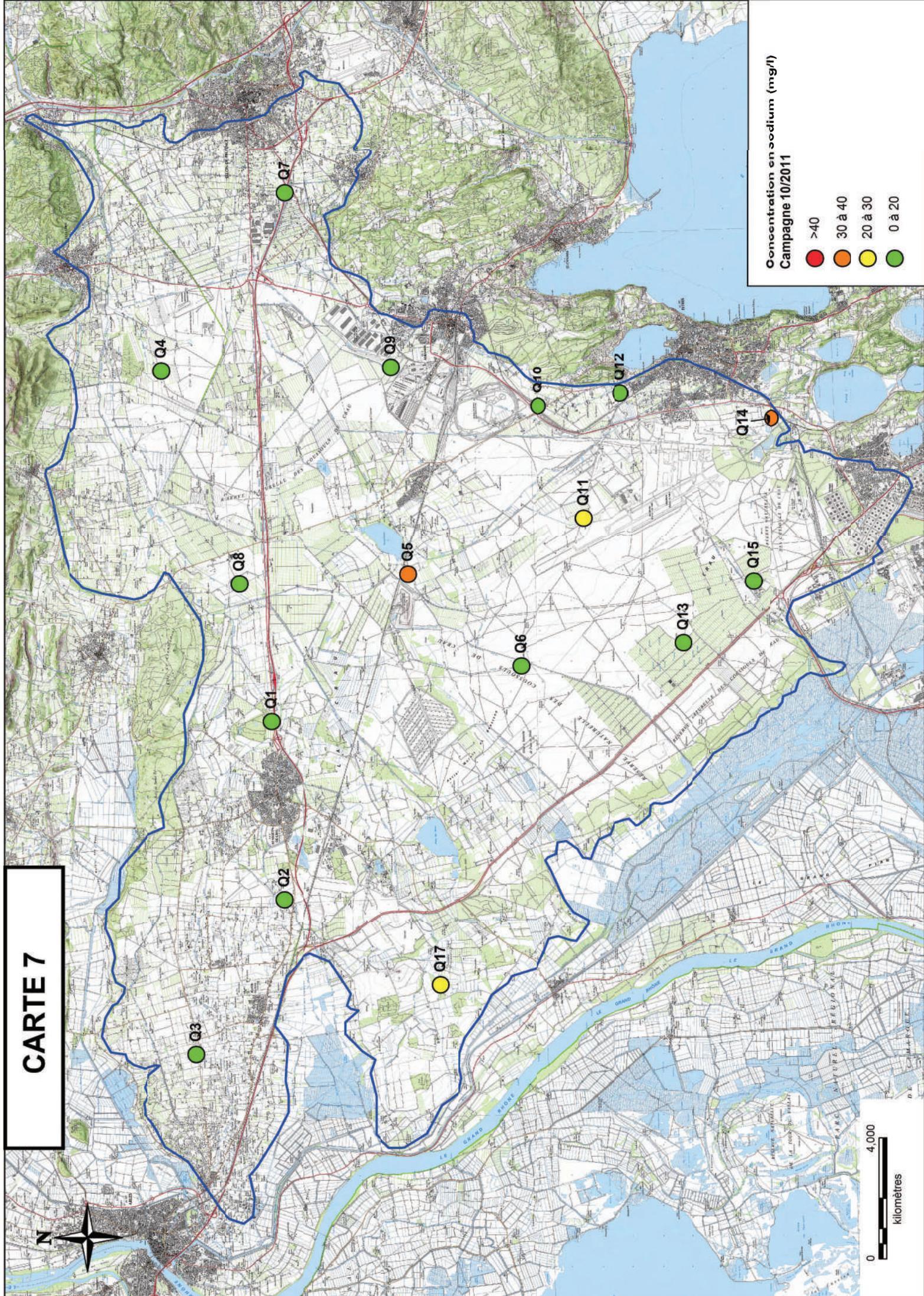
0 4,000  
kilomètres

# CARTE 6



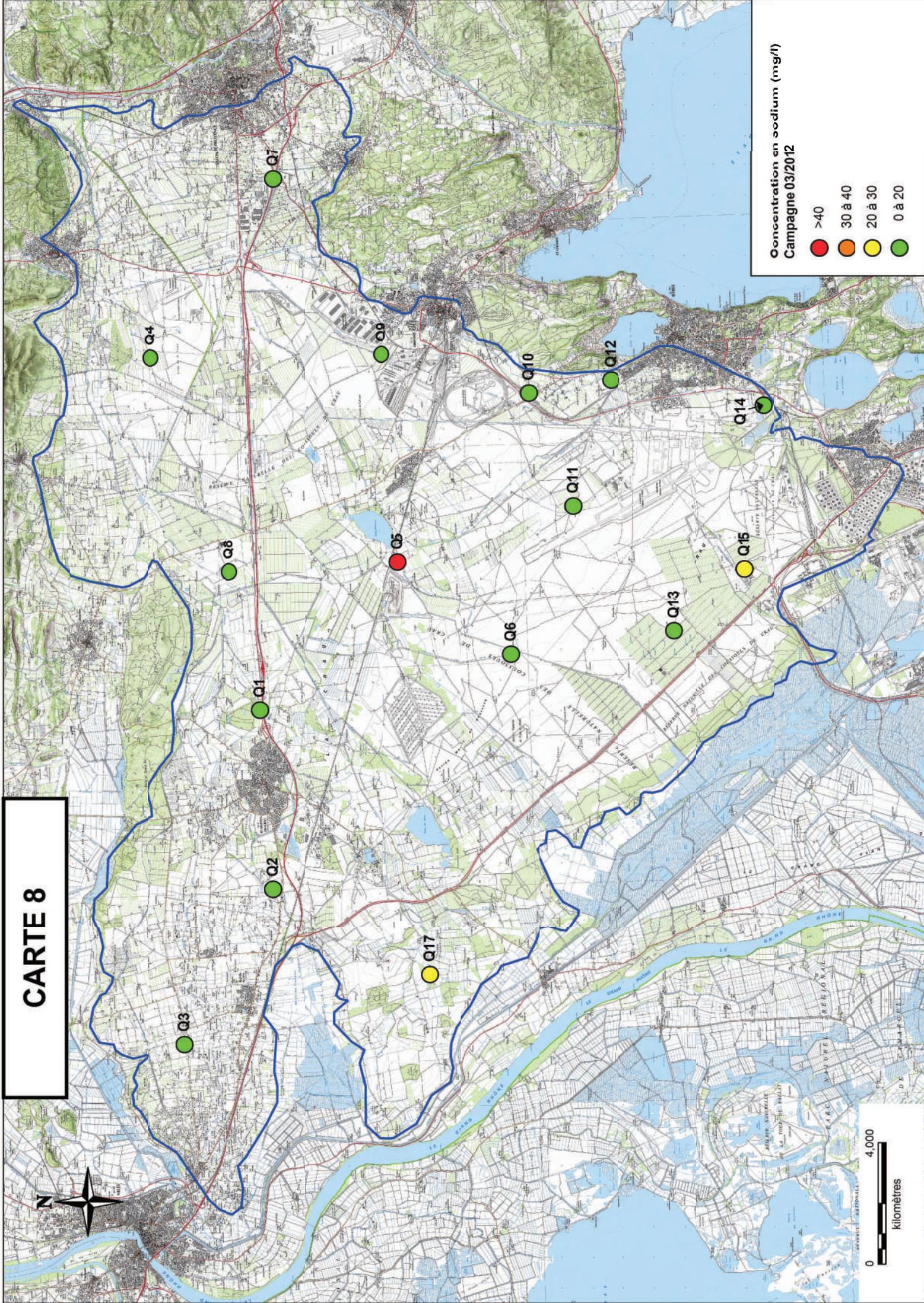
0 4,000  
kilomètres  
Échelle : 1:148 600

# CARTE 7

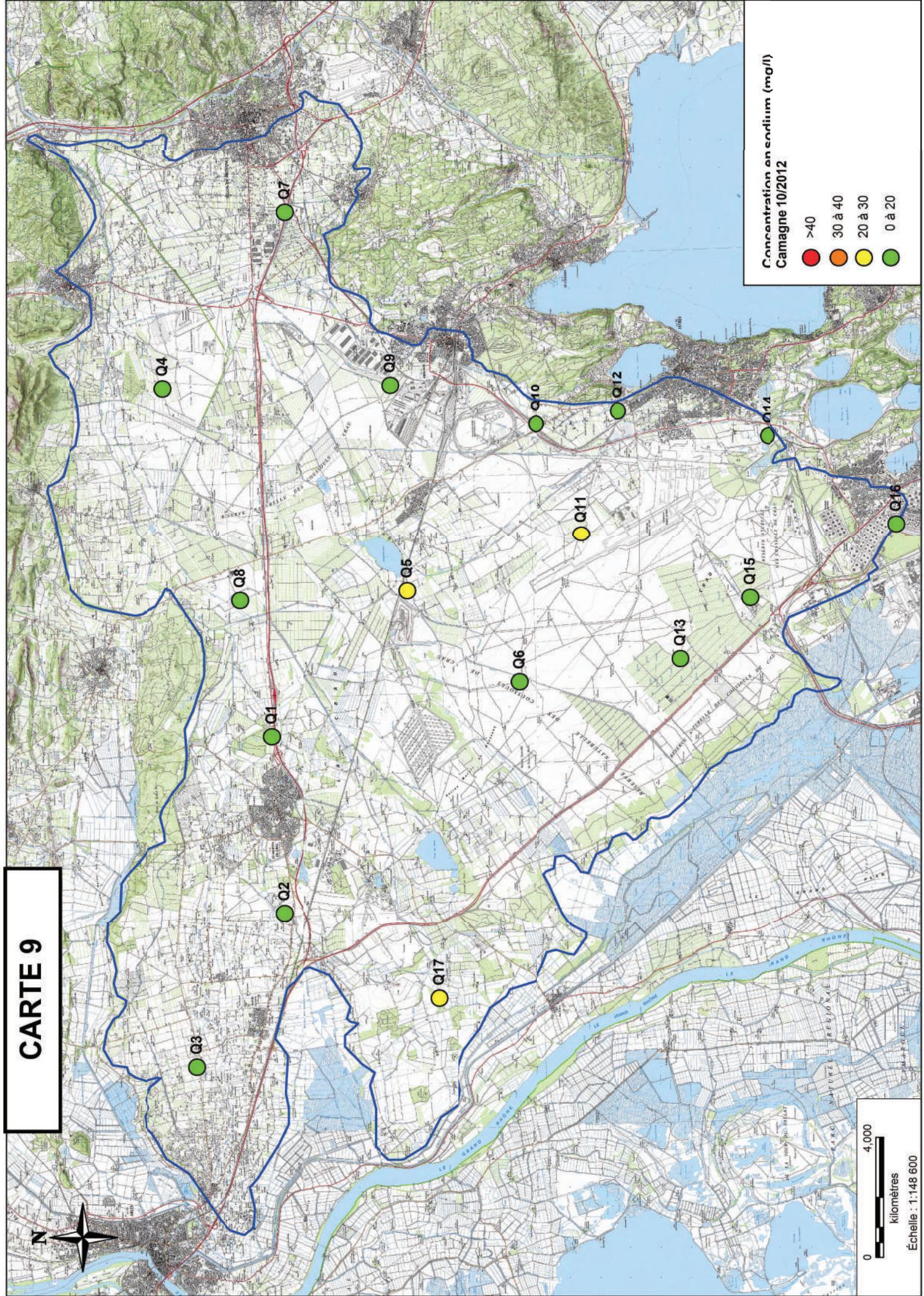


kilomètres

# CARTE 8



# CARTE 9



Q4

Q7

Q9

Q10

Q12

Q14

Q16

Q8

Q5

Q11

Q15

Q1

Q6

Q13

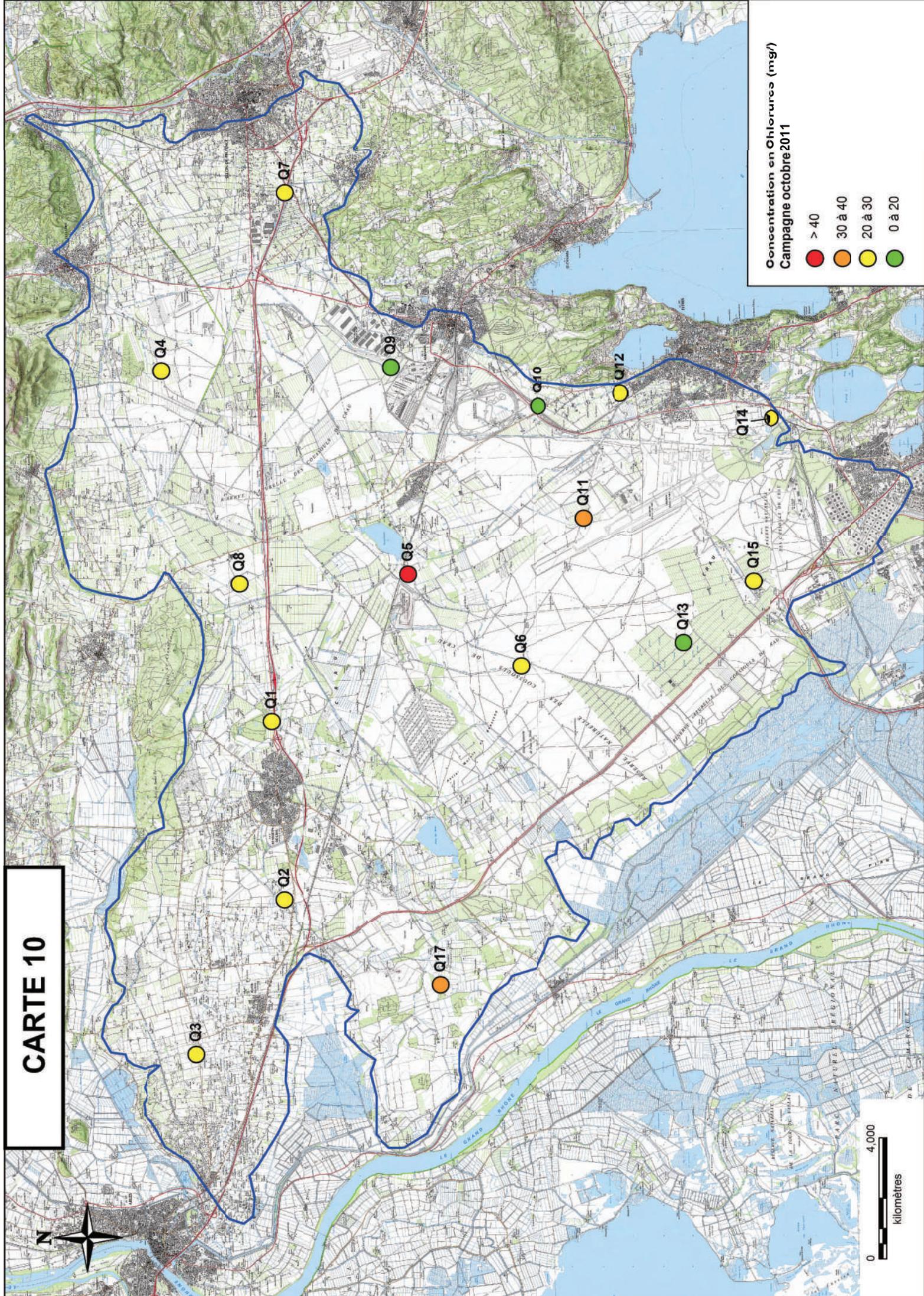
Q3

Q2

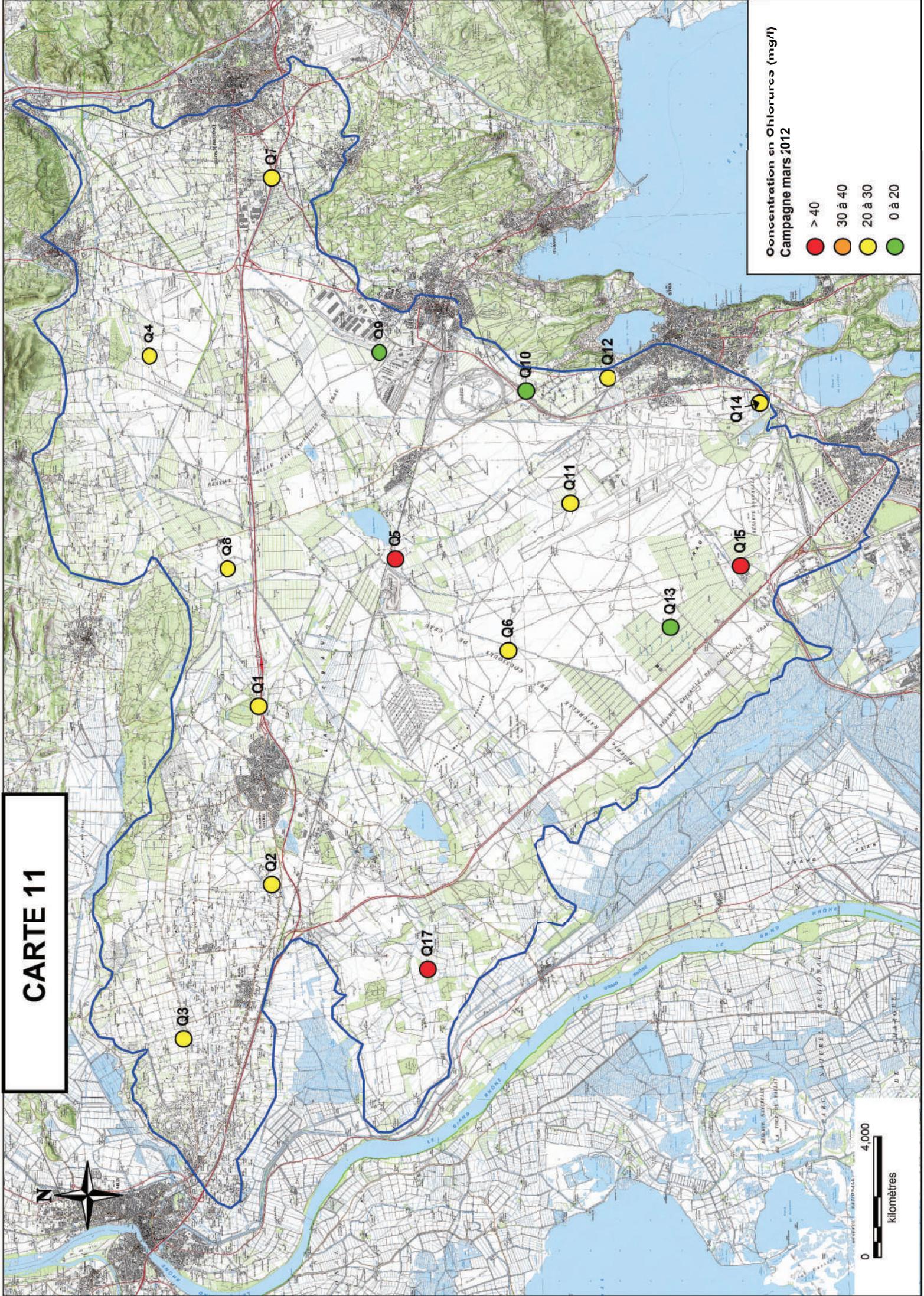
Q17



# CARTE 10



# CARTE 11

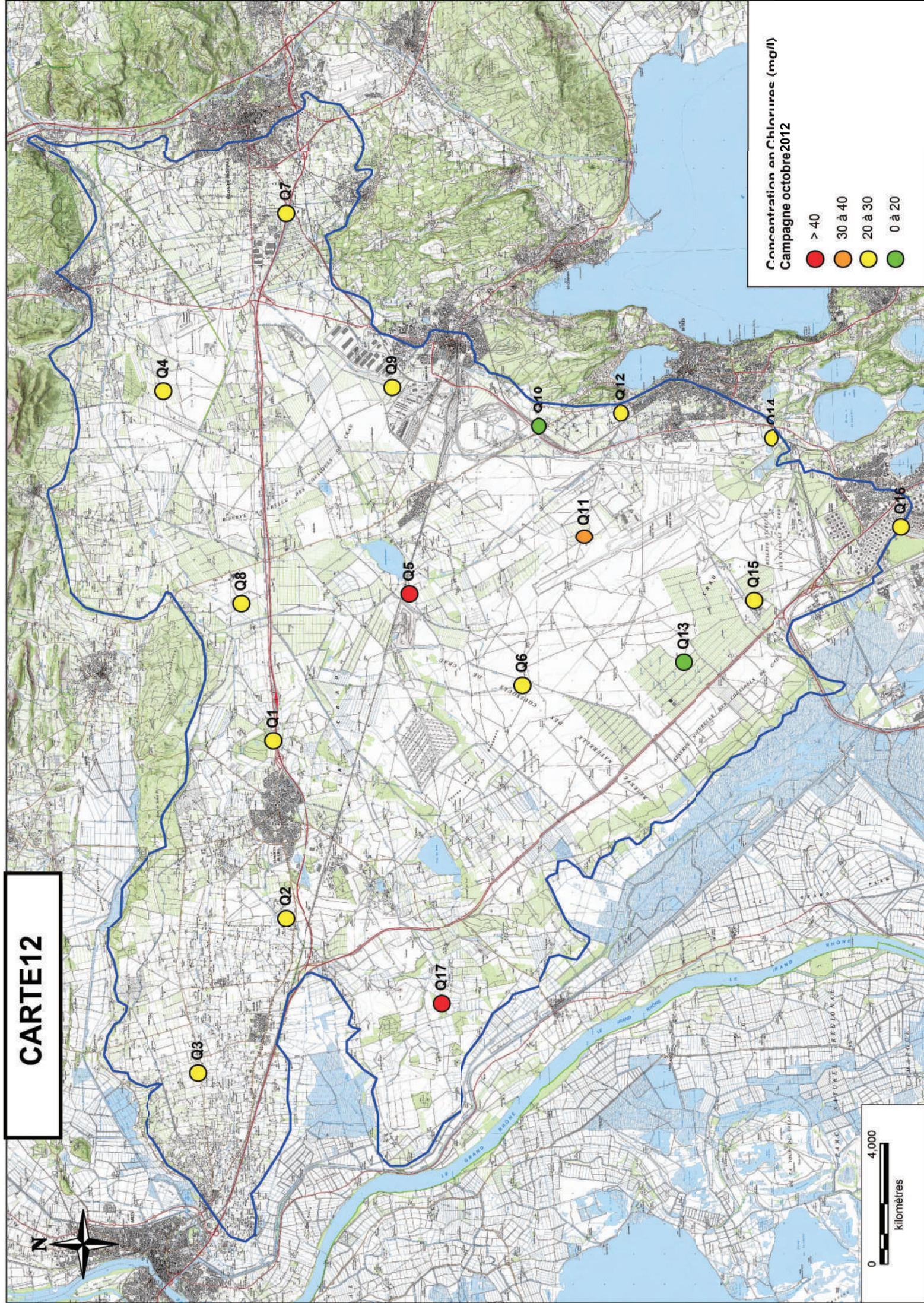


Concentration en Chlorures (mg/l)  
Campagne mars 2012

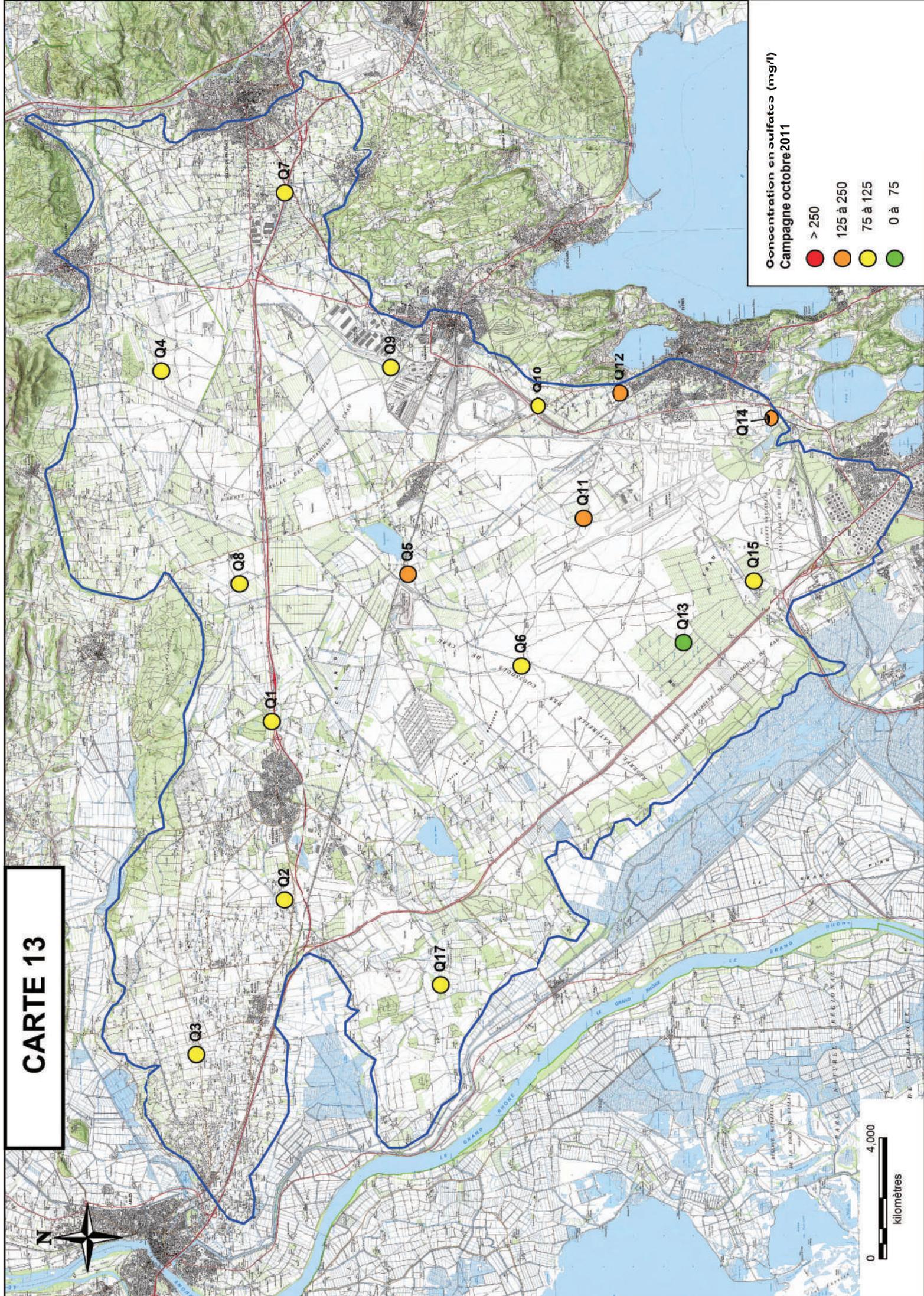
- > 40
- 30 à 40
- 20 à 30
- 0 à 20

0 4,000  
kilomètres

# CARTE12



# CARTE 13

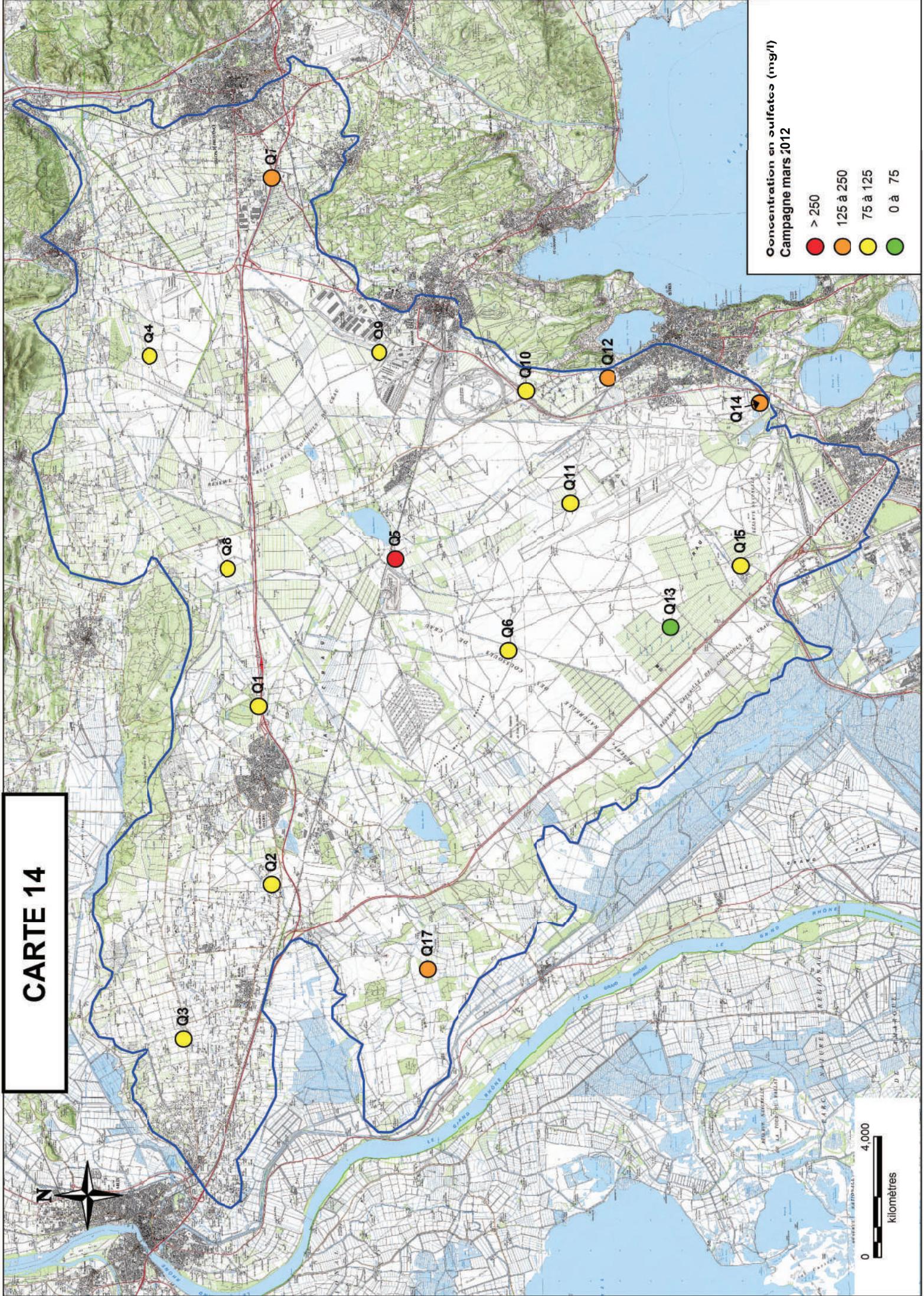


Concentration en sulfates (mg/l)  
Campagne octobre 2011

- > 250
- 125 à 250
- 75 à 125
- 0 à 75

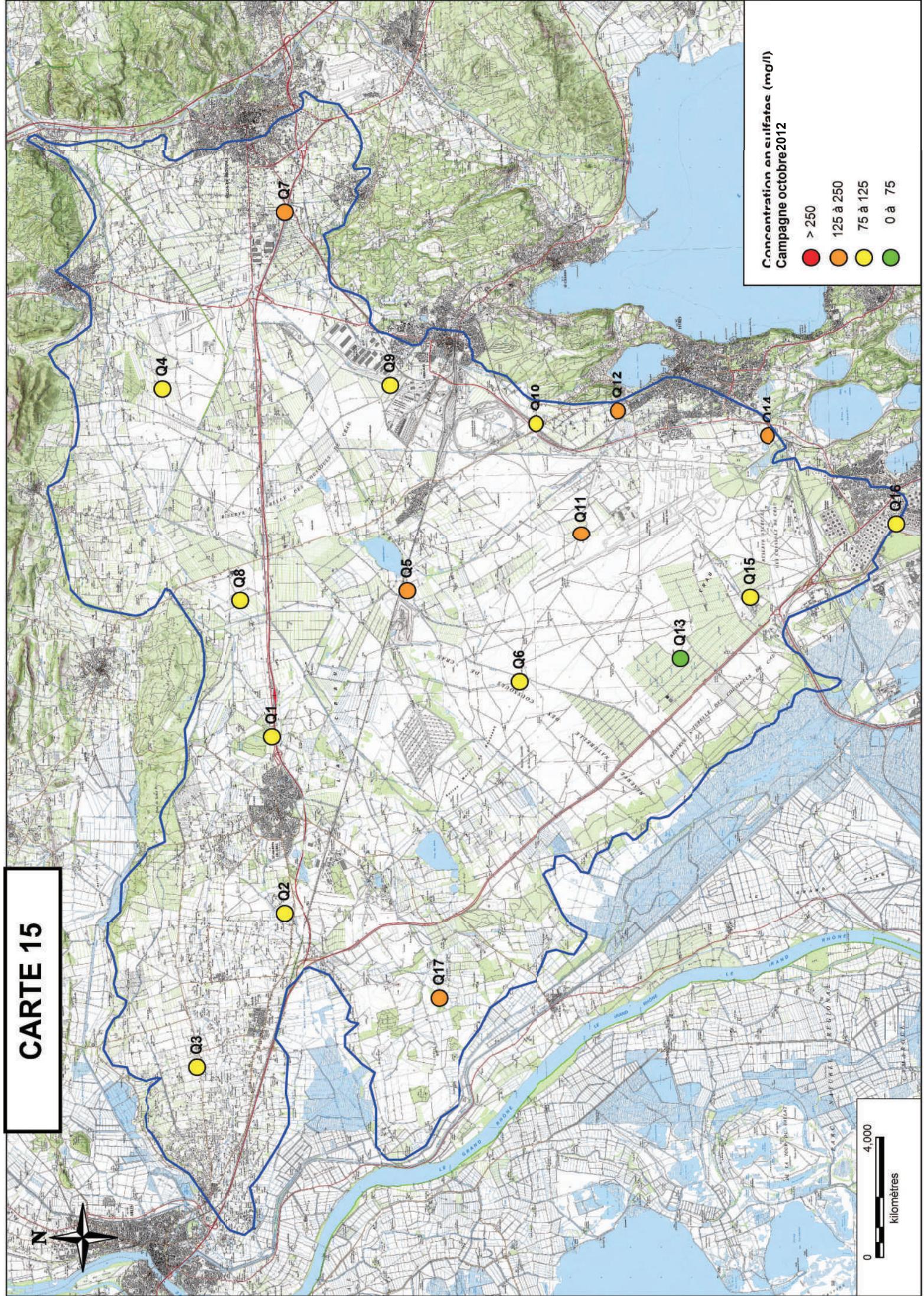
0 4,000  
kilomètres

# CARTE 14



kilomètres

# CARTE 15



Concentration en sulfates (mg/l)  
Campagne octobre 2012

- > 250 (Red circle)
- 125 à 250 (Orange circle)
- 75 à 125 (Yellow circle)
- 0 à 75 (Green circle)

0 4,000  
kilomètres



# CARTE 16



Bore: 0,041 mg/l  
Zinc: 0,045mg/l

Q3

Bore: 0,022 mg/l  
Cuivre: 0,146 mg/l  
Zinc: 0,162 mg/l

Bore: 0,04 mg/l  
Zinc: 0,104 mg/l

Q4

Bore: 0,037 mg/l  
Cuivre: 0,051 mg/l  
Zinc: 0,286 mg/l

Antimoine: 0,006 mg/l  
Bore: 0,044 mg/l  
Cuivre: 0,021 mg/l

Bore: 0,052 mg/l

Q2

Q1

Q7

Bore: 0,028 mg/l

Bore: 0,101 mg/l

Q5

Q9

Bore: 0,038 mg/l  
Zinc: 0,035 mg/l

Q17

Bore: 0,066 mg/l

Q6

Bore: 0,039 mg/l

Bore: 0,027 mg/l

Q10

Q11

Bore: 0,029 mg/l

Q12

Bore: 0,032 mg/l

Q13

Q15

Bore: 0,068 mg/l

Q14

Antimoine: 0,007 mg/l  
Bore: 0,065 mg/l  
Cuivre: 0,039 mg/l  
Zinc: 0,083 mg/l

## Concentrations en micropolluants minéraux, octobre 2011

Antimoine Concentrations > seuil DCE



# CARTE 17



Aluminium: 0,052 mg/l  
Bore: 0,035mg/l

Q3

Bore: 0,027 mg/l  
Zinc: 0,09 mg/l

Bore: 0,055 mg/l  
Zinc: 0,121 mg/l

Q4

Bore: 0,197 mg/l  
Zinc: 0,289 mg/l

Bore: 0,035 mg/l  
Zinc: 0,034 mg/l

Bore: 0,046 mg/l

Q2

Q1

Q7

Bore: 0,125 mg/l  
Zinc: 0,289 mg/l

Bore: 0,022 mg/l  
Cuivre: 0,021 mg/l  
Zinc: 0,021 mg/l

Q5

Q9

Bore: 0,042 mg/l  
Zinc: 0,042 mg/l

Bore: 0,039 mg/l

Aluminium: 0,037 mg/l  
Bore: 0,03 mg/l

Bore: 0,027 mg/l  
Zinc: 0,046 mg/l

Q17

Q6

Q11

Q10

Bore: 0,039 mg/l  
Zinc: 0,144 mg/l

Bore: 0,033 mg/l

Q13

Q12

Bore: 0,039 mg/l  
Cuivre: 0,027 mg/l  
Zinc: 0,12 mg/l

Bore: 0,034 mg/l

Q15

Q14

Concentrations en micropolluants minéraux, mars 2012



# CARTE 18



Bore: 0,026mg/l  
Zinc: 0,124 mg/l

Bore: 0,024 mg/l  
Cuivre: 0,96 mg/l  
Zinc: 0,188 mg/l

Bore: 0,029 mg/l  
Cuivre: 0,146 mg/l

Bore: 0,031 mg/l  
Cuivre: 0,024 mg/l  
Zinc: 0,332 mg/l

Bore: 0,029 mg/l

Bore: 0,038 mg/l  
Cuivre: 0,022 mg/l

Bore: 0,087 mg/l  
Zinc: 0,205 mg/l

Bore: 0,022 mg/l  
Cuivre: 0,04 mg/l  
Zinc: 0,115 mg/l

Bore: 0,037 mg/l  
Zinc: 0,031 mg/l

Bore: 0,038 mg/l

Bore: 0,037 mg/l

Bore: 0,029 mg/l  
Zinc: 0,058 mg/l

Bore: 0,031 mg/l  
Zinc: 0,041 mg/l

Bore: 0,028 mg/l

Bore: 0,032 mg/l  
Cuivre: 0,033 mg/l  
Zinc: 0,045 mg/l

Bore: 0,041 mg/l

## Concentrations en micropolluants minéraux, octobre 2012

0 4,000  
kilomètres  
Échelle : 1:148 600

# CARTE 19



Fosetyl aluminium: 406 ng/l  
Glyphosate: 277 ng/l  
Fenuron: 47 ng/l

Q3

Glyphosate: 21 ng/l

Q1

Fosetyl aluminium: 202 ng/l  
Glyphosate: 20 ng/l

Q8

Fosetyl aluminium: 551 ng/l  
Glyphosate: 63 ng/l

Q2

Glyphosate: 107 ng/l

Ethidimuron: 24 ng/l

Ethidimuron: 33 ng/l  
Simazine: 20 ng/l

Glyphosate: 59 ng/l

**Produits phytosanitaires**

- campagne de mars 2012
- campagne d'octobre 2012
- Glyphosate Concentration > seuil DCE

**Somme des concentrations**

- < 20 ng/l
- 20 à 50 ng/l
- 50 à 100 ng/l
- 100 à 500 ng/l
- > 500 ng/l

0 4,000



kilomètres

Échelle : 1:148 600

# CARTE 20



Naphtalène: 45 ng/l

Q3

Hydrocarbures: 1,9 mg/l  
Naphtalène: 51 ng/l

Q2

Naphtalène: 71 ng/l

Q1

Q8

Benzène: 5,8 µg/l  
Naphtalène: 29 ng/l

Q4

Fluoranthène: 11 ng/l

Q7

Hydrocarbures: 0,3 mg/l  
Naphtalène: 24 ng/l

Q17

Naphtalène: 11 ng/l

Q9

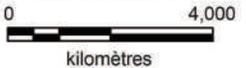
Hydrocarbures: 0,3 mg/l

Q10

## Concentrations en hydrocarbures lors des 3 campagnes réalisées

- Octobre 2011
- Mars 2012
- Octobre 2012

**Benzène** Concentrations > seuil DCE



Naphtalène: 44 ng/l

Q11

Hydrocarbures: 0,1 mg/l  
Naphtalène: 25 ng/l

Q12

Naphtalène: 55 ng/l

Q14

Q13

Q15

Q16

# Carte 21: Eléments dépassant les seuils de qualité de la DCE



Fosetyl aluminium: 406 ng/l  
Glyphosate: 277 ng/l

Turbidité: 1,9 NFU  
Hydrocarbures: 1,9 mg/l  
Fosetyl aluminium: 551 ng/l

Antimoine: 0,006 mg/l  
Fosetyl aluminium: 202 ng/l

Benzène: 5,8 µg/l

Conductivité: 1,42 mS/cm  
Sulfates: 293 mg/l  
Manganèse: 0,21 mg/l

Fer: 0,47 mg/l  
Glyphosate: 107 ng/l  
Turbidité: 2,1 NFU

Turbidité: 3,3 NFU

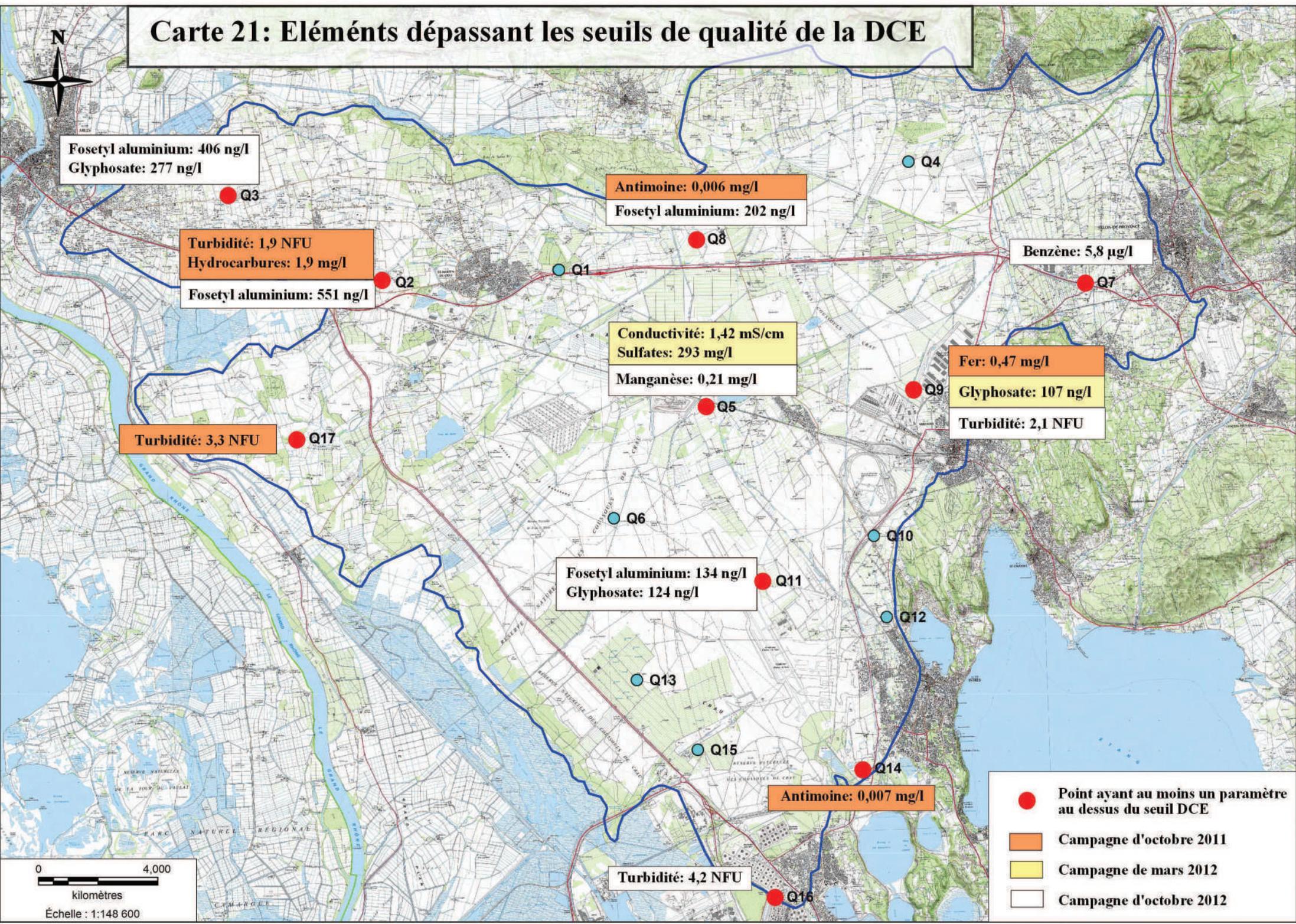
Fosetyl aluminium: 134 ng/l  
Glyphosate: 124 ng/l

Antimoine: 0,007 mg/l

Turbidité: 4,2 NFU

- Point ayant au moins un paramètre au dessus du seuil DCE
- Campagne d'octobre 2011
- Campagne de mars 2012
- Campagne d'octobre 2012

0 4,000  
kilomètres  
Échelle : 1:148 600



# ANNEXE







	UNITE	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13
	ng/l				<40		<40	<40	<40					<40
	ng/l				<40		<40	<40	<40					<40
	ng/l				<50		<50	<50	<50					<50
	ng/l				<20		<20	<20	<20					<20
	ng/l				<20		<20	<20	<20					<20
	ng/l				<40		<40	<40	<40					<40
	ng/l				<20		<20	<20	<20					<20
	ng/l				<20		<20	<20	<20					<20
	ng/l				<20		<20	<20	<20					<20
	ng/l				<20		<20	<20	<20					<20
	ng/l				<20		<20	<20	<20					<20
	ng/l				<20		<20	<20	<20					<20
	ng/l				<20		<20	<20	<20					<20
	ng/l				<20		<20	<20	<20					<20
	ng/l				<20		<20	<20	<20					<20
	ng/l				<20		<20	<20	<20					<20
	ng/l				<20		<20	<20	<20					<20
	ng/l				<20		<20	<20	<20					<20
	ng/l				<50		<50	<50	<50					<50
	ng/l				<20		<20	<20	<20					<20
	ng/l				<50		<50	<50	<50					<50
	ng/l				<50		<50	<50	<50					<50















