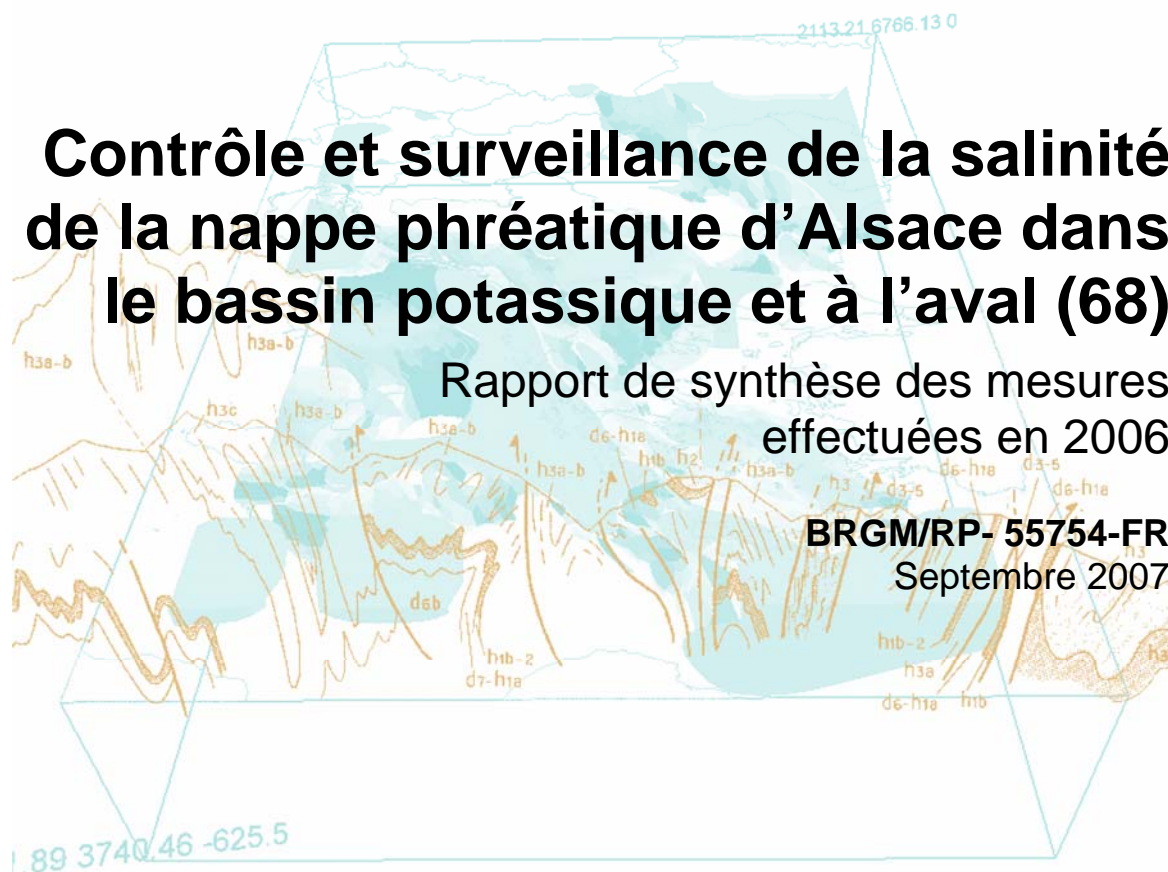




# Contrôle et surveillance de la salinité de la nappe phréatique d'Alsace dans le bassin potassique et à l'aval (68)

Rapport de synthèse des mesures effectuées en 2006

BRGM/RP- 55754-FR  
Septembre 2007





# Contrôle et surveillance de la salinité de la nappe phréatique d'Alsace dans le bassin potassique et à l'aval (68)

Rapport de synthèse des mesures  
effectuées en 2006

**BRGM/RP- 55754-FR**  
Septembre 2007

Étude réalisée dans le cadre des projets  
de Service public du BRGM 2006-EAU-D28

**S. Schomburgk , P. Elsass**  
Avec la collaboration de  
**J .M. Mieke**

Vérificateur :  
Nom : P. ELSASS  
Date : 31/10/07  
  
Original signé par P. ELSASS

Approbateur :  
Nom : P. ELSASS  
Date : 31/10/07  
  
Original signé par P. ELSASS

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.



**Mots clés :** Nappe phréatique, salinité, chlorures, dépollution, dissolution accélérée, qualité-eau, méthode de prélèvement, mines de potasse, Haut-Rhin.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

**Schomburgk S., Elsass P., Miehe J.M.** (2007) - Contrôle et surveillance de la salinité de la nappe phréatique d'Alsace dans le bassin potassique et à l'aval (68). Rapport de synthèse des mesures effectuées en 2006. Rapport BRGM RP-55754-FR. 99 p., 37 ill., 7 ann.

© BRGM, 2007, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## Synthèse

Le contrôle de la salure de la nappe phréatique d'Alsace dans le département du Haut-Rhin est effectué dans le cadre de la Mission de Service Public du BRGM et cofinancé par la dotation du BRGM, l'Agence de l'eau Rhin-Meuse et les Mines de Potasses d'Alsace (MDPA).

La source de cette pollution saline est essentiellement constituée par les terrils des MDPAs, sur lesquels ont été déposés des résidus salés jusqu'à la fin des années 30. La dissolution du sel par les pluies et son infiltration dans la nappe sont à l'origine de la salinité des eaux souterraines.

Une stratégie de dépollution de la nappe a été initiée par les MDPAs sous l'égide de la Commission Interservices de Contrôle des Rejets des MDPAs. Après la mise en place de puits de fixation à l'aval direct des terrils (1975-1985), un programme de résorption des terrils les plus salés par dissolution accélérée a été engagé en 1989 et se poursuit actuellement. Des opérations d'étanchement-végétalisation des terrils peu salés, non susceptibles de dissolution accélérée, sont soit en cours soit viennent d'être achevées.

En 2006, les teneurs en chlorures ont été collectées sur 428 ouvrages (5514 analyses de chlorures, dont 5100 fournies par les MDPAs) captant la nappe à différentes profondeurs dans le bassin potassique, à l'amont (débouché de la Thur et terrils de l'Ochsenfeld) et à l'aval jusqu'à la hauteur de Colmar. Ces données proviennent des MDPAs, de la DDASS du Haut-Rhin, des producteurs d'eau potable et de la DRIRE et intègrent 111 points d'eau du réseau élargi suivis par le BRGM.

Les résultats des contrôles ont conduit à la **cartographie interprétative des teneurs moyennes en chlorures dans les 40 premiers mètres de l'aquifère** qui montre une stabilisation de la surface salée. Certains secteurs comme les langues aval restent stables, les langues aval des secteurs traités s'améliorent, certaines langues aval des terrils en cours de traitement augmentent localement. L'amélioration dans le bassin potassique est surtout sensible pour la classe de forte salinité, reflétant le renforcement des dispositifs de fixation et de dépollution notamment à l'aval des terrils Théodore-Eugène (puits de dépollution – langue salée Est), Alex-Rodolphe (puits de dépollution d'Ungersheim – langue salée Ouest) et Amélie (puits de fixation).

Le **bilan annuel des actions de dépollution** entreprises a été dressé sur la base des données fournies par les MDPAs. En considérant que la nappe reçoit annuellement par infiltration près de 19 000 tonnes de chlorures, l'extraction par les pompages de près de 144 000 tonnes de chlorures entraîne une dépollution nette de la nappe de 125 000 tonnes de chlorures, soit plus qu'un quart du stock contenu dans la nappe (estimé à 200 000 à 300 000 tonnes). La dissolution accélérée maîtrisée des terrils et la dissolution naturelle par les pluies représentent en 2006 plus de 21 % de la masse stockée sur les terrils, qui est estimée par les MDPAs au 01/01/2007 à un peu plus de 1.2 millions de tonnes de chlorures.

## Sommaire

<b>1. Introduction .....</b>	<b>7</b>
1.1. LA POLLUTION.....	7
1.2. LES ACTIONS ENTREPRISES .....	8
1.3. OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	9
<b>2. Résultats en 2006 sur les eaux souterraines au niveau du bassin potassique</b>	<b>13</b>
2.1. AMONT DU BASSIN POTASSIQUE – PUIITS DU LANGENZUG.....	15
2.2. SECTEUR AMÉLIE .....	17
2.3. SECTEUR JOSEPH-ELSE .....	19
2.4. SECTEUR FERNAND-ANNA.....	25
2.5. SECTEUR THEODORE-EUGENE .....	30
2.6. SECTEUR ENSISHEIM .....	35
2.7. SECTEUR MARIE-LOUISE .....	38
2.8. SECTEUR ALEX-RODOLPHE.....	41
<b>3. Résultats en 2006 sur les eaux souterraines en aval du bassin potassique....</b>	<b>45</b>
3.1. LA LANGUE SALEE OUEST .....	45
3.2. LA LANGUE SALEE EST.....	53
3.3. SAUMODUC ET BORDURE RHENANE .....	55
<b>4. Etudes géophysiques en 2007 .....</b>	<b>57</b>
4.1. OBJECTIFS DE LA CAMPAGNE 2007.....	57
4.2. PRINCIPAUX RESULTATS .....	58
<b>5. Décontamination de la nappe .....</b>	<b>63</b>
5.1. HISTORIQUE .....	63
5.2. BILAN DE LA DÉPOLLUTION EN 2006 .....	64
<b>6. Conclusions.....</b>	<b>67</b>

## Liste des illustrations

<i>illustration 1 : Le bassin potassique et la localisation des puits et piézomètres avec leurs noms propres .....</i>	<i>13</i>
<i>illustration 2 : Carte de localisation des points de référence pour le bassin potassique et son aval.....</i>	<i>14</i>
<i>illustration 3 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 au niveau des puits de Langenzug et des terrils Amélie (Légende Annexe 7).....</i>	<i>16</i>
<i>illustration 4 : Courbes de concentrations en aval éloigné des terrils Amélie.....</i>	<i>19</i>
<i>illustration 5 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 du secteur « Joseph-Else ».....</i>	<i>20</i>
<i>illustration 6 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 du secteur «Dollerbaechlein» .....</i>	<i>23</i>
<i>illustration 7 : Courbes de concentrations en amont et aval des terrils Joseph Else.....</i>	<i>24</i>
<i>illustration 8 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 du secteur «Fernand-Anna» .....</i>	<i>26</i>
<i>illustration 9 : Courbes de concentrations en aval des terrils Anna et Fernand .....</i>	<i>29</i>
<i>illustration 10 : Courbes de concentrations en aval éloigné des terrils de la langue Est.....</i>	<i>29</i>
<i>illustration 11 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 du secteur «Théodore-Eugène» .....</i>	<i>31</i>
<i>illustration 12 : Courbes de concentration des points du Réseau de Bassin des Eaux Souterraines.....</i>	<i>34</i>
<i>illustration 13 : Courbes de concentrations en aval des terrils d'Ensisheim.....</i>	<i>35</i>
<i>illustration 14 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 du secteur « Ensisheim ».....</i>	<i>36</i>
<i>illustration 15 : Courbes de concentrations de l'aval direct des terrils d'Ensisheim .....</i>	<i>38</i>
<i>illustration 16 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 du secteur «Marie-Louise».....</i>	<i>39</i>
<i>illustration 17 : Courbes de concentrations en aval des terrils Marie Louise et Alex-Rodolphe.....</i>	<i>41</i>
<i>illustration 18 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 du secteur « Alex-Rodolphe ».....</i>	<i>43</i>
<i>illustration 19 : Courbes de concentrations en aval des terrils Alex et Rodolphe.....</i>	<i>44</i>
<i>illustration 20 : Courbes de concentrations dans le secteur des puits EBE .....</i>	<i>46</i>
<i>illustration 21 : Courbes de concentrations en aval éloigné des puits EBE.....</i>	<i>46</i>
<i>illustration 22 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 du secteur « Langue salée Ouest - Puits EBE » .....</i>	<i>48</i>
<i>illustration 23 : Courbes de concentrations du secteur Mattenmuhl.....</i>	<i>49</i>
<i>illustration 24 : Courbes de concentrations du piézomètre multiple, secteur Mattenmuhl .....</i>	<i>50</i>
<i>illustration 25 : Evolution des concentrations Na et Ca du Sud au Nord, du Dollerbaechlein jusqu'au nord des puits EBE.....</i>	<i>51</i>
<i>illustration 26 : Evolution des concentrations en Na et Ca depuis 1970 dans les puits AEP de Colmar .....</i>	<i>52</i>

<i>illustration 27 : Courbes de concentrations des Multitubes de la langue Est</i> .....	53
<i>illustration 28 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 du secteur « Aval des langues salées Ouest et Est »</i> .....	54
<i>illustration 29 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 du secteur est du saumoduc</i> .....	56
<i>Illustration 30: Profils géophysiques en aval de Joseph Else</i> .....	58
<i>Illustration 31 : Profils géophysiques dans le secteur Fernand-Anna</i> .....	59
<i>Illustration 32 : Profils géophysiques en amont de Théodore</i> .....	59
<i>Illustration 33 : Profils géophysiques autour du terriil Marie-Louise</i> .....	60
<i>Illustration 34 : Profil de résistivité à l'amont de Marie-Louise</i> .....	61
<i>illustration 35 - Bilan 2006 des flux de matière en tonnes de chlorures (estimation BRGM d'après les données MDPa)</i> .....	64
<i>illustration 36 : Bilan 2006 de la dépollution en tonnes de chlorures (estimation BRGM d'après les données MDPa)</i> .....	65
<i>illustration 37 : Tableau de synthèse des opérations et de la surveillance dans le bassin potassique.</i> .....	69

## Liste des annexes

<b>Annexe 1 : Tableaux des points de contrôle et des résultats d'analyses du réseau "SALURE" de 2006</b> .....	71
<b>Annexe 2 : Carte de la salure moyenne dans le bassin potassique en 2006</b> .....	79
<b>Annexe 3 : Carte de la salure moyenne sur le réseau élargi en 2006</b> .....	83
<b>Annexe 4 : Carte de la salure moyenne sur le bassin potassique et évolution des concentrations 2004-2006 (avec localisation des profils géophysiques)</b> .....	87
<b>Annexe 5 : Tableau des résultats d'analyses ioniques</b> .....	91
<b>Annexe 6 : Localisation des cartes d'évolutions sur le réseau élargi</b> .....	93
<b>Annexe 7 : Légende des cartes de la salure</b> .....	97



# 1. Introduction

La Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement d'Alsace (DRIRE Alsace), agissant par délégation du Ministère de l'Industrie, et l'Agence de l'eau Rhin-Meuse ont chargé le BRGM, Service Géologique Régional Alsace, de l'élaboration d'un document de synthèse annuelle sur le contrôle et la surveillance de la salure du bassin potassique qui se propage au sein de la nappe phréatique rhénane en direction du nord-nord-est suivant différents mécanismes hydrodynamiques. L'étude est cofinancée par la dotation du BRGM (fiche programme de Service Public 2006-EAU-D02), par l'Agence de l'eau Rhin-Meuse et les MDPA.

## 1.1. LA POLLUTION

Le chlorure de sodium est un sous-produit de l'exploitation de la potasse. Le traitement du minerai du gisement alsacien pour en extraire la potasse a engendré :

- des schistes insolubles argileux déposés en terrils à proximité des mines ;
- du chlorure de sodium (NaCl) également déposé sur les terrils.

Les dépôts de sels résiduaux sur terrils ont été particulièrement intenses entre 1910 et 1933. A partir de cette date ils n'ont cessé de décroître car le sel était en grande partie rejeté dans le Rhin sous forme de saumures. Les dépôts de sels résiduaux solides sur terrils ont totalement cessé après 1970 (mis à part quelques expérimentations et dépôts temporaires sur plates-formes étanches dans le cadre de la convention de Bonn sur les rejets dans le Rhin).

Les terrils salés sont à l'origine d'une pollution saline des eaux souterraines. Les eaux de pluie s'infiltrant dans les terrils se chargent en sel et gagnent la nappe phréatique. L'eau chargée en sel a tendance à progresser dans le sens d'écoulement de la nappe, les saumures plus denses ont tendance à descendre à la base de l'aquifère où elles s'accumulent et ne progressent que très lentement. Il se constitue ainsi des langues salées propageant la pollution à l'aval de chaque terril.

Le saumoduc de rejet des saumures vers le Rhin a connu par le passé des fuites accidentelles qui ont été à l'origine d'une contamination de la nappe, aujourd'hui complètement résorbée. Des mesures appropriées ont été mises en place pour réparer les fuites et en contrôler l'impact. Des bassins de stockage temporaire (« bassins-tampon ») destinés à la régulation des rejets dans le Rhin ont également montré des défauts d'étanchéité par le passé. Ils ne sont plus utilisés depuis 1976.

## 1.2. LES ACTIONS ENTREPRISES

Afin de restituer une situation non dégradée des eaux de surface et des eaux souterraines, des actions de dépollution ont été entreprises par les MDPA à partir des orientations de la Commission Interservices de Contrôle des Rejets des MDPA. Elles s'insèrent dans une Stratégie Globale validée par le Préfet du Haut-Rhin en janvier 1998.

Ces actions sont encadrées par des arrêtés préfectoraux (AP) :

- L'AP du 14/06/1995 fixant l'objectif à atteindre (potabilité) sans fixer de délai (cet enjeu est confirmé par le SDAGE et le SAGE Ill-Rhin-Nappe) ;
- l'AP de 14/04/1998 portant sur l'expérimentation de l'étanchement sur les terrils Amélie 2, Ensisheim Ouest et de complément de végétalisation sur Ensisheim Nord ;
- l'AP de 2003 encadrant les méthodes mises en œuvre, le planning de traitement des terrils, le dispositif de surveillance de la nappe et du saumoduc, les études à réaliser pour améliorer la connaissance de la nappe et l'impact des chlorures sur celle-ci.
- L'AP de 2007, fixant le réseau de surveillance et la fréquence d'analyse de la nappe en aval des terrils, suite à une étude d'optimisation réalisée en 2005 par les MDPA avec l'appui du BRGM.

Afin d'être en adéquation avec la nouvelle législation dans le domaine des eaux souterraines<sup>1</sup> et d'actualiser les démarches entreprises pour la dépollution du bassin potassique, un nouvel arrêté cadre modifiant l'arrêté de 1995 a été présenté au Comité Départemental d'Hygiène et approuvé le 10 janvier 2003. Il définit les traitements prévus ou mis en œuvre sur les terrils et les eaux souterraines du bassin potassique, les études et travaux préalables, les échéances de réalisation des travaux et les dispositifs de surveillance avant, pendant et après travaux, notamment concernant l'impact sur les eaux souterraines. Un nouvel arrêté concernant la Commission Interservices a également été pris en concordance avec l'arrêté cadre.

Globalement les dispositions élaborées et retenues par la Commission Interservices de Contrôle des Rejets des MDPA et mises en œuvre sont les suivantes :

Pour les cours d'eau :

- interdiction des rejets salés dans l'Ill et ses affluents, impliquant la canalisation des eaux de ruissellement des terrils vers le saumoduc ;
- les rejets dans le Rhin des saumures, issues des travaux de dépollution, doivent se conformer aux directives de la convention de Bonn avec éventuellement des stockages provisoires du sel sur aire étanche.

Pour la nappe phréatique :

---

<sup>1</sup> Directive cadre sur l'eau n°2000/60/CE et décret n°2001-1220 du 20 décembre 2001 modifiant le seuil de potabilité des chlorures (250 mg/L au lieu de 200 mg/L).

- stopper l'alimentation des langues salées avec des puits de fixation à l'aval immédiat des terrils (barrage hydraulique) ;
- supprimer les sources de pollution des terrils "salés" par la technique de la dissolution accélérée ;
- neutraliser les sources de pollution des terrils "peu salés" par des techniques d'étanchement-végétalisation ;
- limiter les risques de pollution à partir du saumoduc par entretien préventif et surveillance ;
- reconquérir la qualité des eaux de la nappe par l'implantation de puits de dépollution ;
- évaluer l'efficacité de ces actions, par le suivi d'un réseau de points de contrôle de la qualité des eaux souterraines.

Les études, les opérations de dépollution et le contrôle des évolutions de la salure engagés depuis 1975, ont permis d'améliorer et d'enrichir la connaissance du milieu ainsi que d'orienter et intensifier les actions de lutte contre la pollution saline qui sont menées suivant plusieurs axes :

- la fixation et la dépollution : des pompages appropriés (barrages hydrauliques) ont été mis en œuvre depuis 1975 pour fixer le sel qui s'infiltré dans la nappe à partir des terrils et dépolluer la nappe ;
- la résorption des sources de pollution : les terrils très salés sont éliminés par dissolution accélérée depuis 1989 et les terrils peu salés sont protégés par une couverture étanche contre les infiltrations d'eau de pluie et végétalisés ;
- la protection des eaux souterraines : l'objectif fixé par le SDAGE et la DCE étant, " *à long terme, de permettre l'usage "eau potable" sans traitement pour l'ensemble des eaux de la nappe alluviale de l'Alsace qui répondent naturellement à cette exigence*".

### 1.3. OBJECTIFS DE L'ETUDE

Le présent rapport dresse le bilan des mesures des chlorures effectuées et collectées dans le secteur s'étendant de Mulhouse à Colmar Le réseau de surveillance de la "salure" est composé en 2006 de **429 points de mesure sur 361 « ouvrages de contrôle »** au droit du bassin potassique et à l'aval, dont **292** suivis par les MDPA.

En 2006, le BRGM a fait échantillonner 85 ouvrages, dont 12 multitubes (ouvrages avec 2 à 4 tubes de différentes profondeurs), 2 multigrépinés qui s'avéraient intéressants pour compléter la cartographie de réseau élargi, dont 32 points en double des analyses des MDPA.

Le BRGM a également défini **30** points de mesure les plus représentatifs parmi ceux existants (cf. rapport BRGM 2006, RP-54742 et **iii. 2**, p. 14), qui seront régulièrement analysés dans l'avenir dans le cadre de la mise en place des réseaux de contrôle opérationnel relatifs à la DCE (en partenariat avec l'Agence de l'eau Rhin-Meuse).

Les données analytiques ont été fournies par les gestionnaires respectifs des réseaux et complétées par le BRGM sur les points du réseau élargi :

- **MDPA** **292 ouvrages** d'autocontrôle (*dont 32 en commun avec le BRGM*)
- **DDASS du Haut-Rhin** **12 captages AEP** en excluant dans la mesure du possible les analyses portant sur des mélanges d'eau
- **Colmarienne des Eaux** **4 captages AEP de Colmar**
- **BRGM** **85 ouvrages (12 multitubes)** (*dont 32 en commun avec les MDPAs*)

Tous les points de prélèvement des eaux souterraines analysés en 2006 sont classés par tranche d'aquifère captée afin de réaliser la cartographie de la salure superficielle/moyenne ou profonde; dépendant de l'épaisseur de l'aquifère, la profondeur varie entre 10 et 40 m pour la première classe et de 20 à 120 m pour la salure profondes.

La tranche d'aquifère captée varie de 0 à plus de 120 mètres. On compte au total :

- **247** points de prélèvement entre **0-20 m** (*238 en 2005*)
- **58** points de prélèvement entre **0-40 m** (*96 en 2005*)
- **9** points de prélèvement entre **0-80 m** (*13 en 2005*)
- **70** points de prélèvement entre **20-40 m** (*57 en 2005*)
- **6** points de prélèvement entre **20-80 m** (*7 en 2005*)
- **31** points de prélèvement entre **40-80 m** (*19 en 2005*)
- **1** points de prélèvement entre **40-120 m** (*1 en 2005*)
- **6** points de prélèvement entre **80-120 m** (*3 en 2005*)
- **1** point de prélèvement **supérieur à 120 m** (*1 en 2005*)

11 ouvrages captent grâce aux « multitubes » plusieurs niveaux indépendants et permettent de distinguer les concentrations de la salure suivant la profondeur.

Les résultats des analyses mensuelles de 2006, la moyenne annuelle des teneurs par ouvrage de 2004 à 2006 complétée par les principales informations sur les points de mesure et les résultats des mesures sur le réseau élargi (campagne de décembre 2006) sont disponibles en **Annexe 1** sous forme d'un tableau suivant un classement des points de contrôle par indice national.

L'ensemble des données disponibles est replacé dans le cadre de la problématique générale de la pollution de la nappe phréatique d'Alsace et des actions de dépollution conduites à partir des orientations de la Commission Interservices de Contrôle des Rejets des MDPAs.

Les observations, comparées aux historiques à disposition, permettent de dresser un bilan sur les tendances d'évolution de la salinité des eaux souterraines pour les trois secteurs concernés :

- l'amont du bassin potassique,
- les terrils du bassin potassique,
- l'aval du bassin potassique : la langue salée Ouest jusqu'à Colmar, la langue salée Est, le tracé du saumoduc et la bordure rhénane.

Quatre cartes de synthèse des teneurs en chlorures (points de mesure et plage d'isovaleurs) ont été établies après exploitation des données de 2006 :

- une première carte à l'échelle de 1/50 000 (**Annexe 3**), correspond à la salure moyenne du bassin potassique sur l'ensemble de l'épaisseur de la nappe qui dépasse rarement 40 m de puissance dans ce secteur ;
- deux cartes à l'échelle de 1/130 000 (**Annexe 4 et 5**), une représente la teneur moyenne en chlorures des quarante premiers mètres de l'aquifère sur le réseau élargi de Colmar à Mulhouse, et une présentant pour chaque ouvage l'évolution de la concentration moyenne annuelle sur les deux dernières années 2004-2006.

Dans les chapitres suivants, des cartes d'évolution à plus grande échelle permettent de caractériser chaque secteur par rapport à l'évolution de la concentration sur les deux dernières années 2004-2006 (Figures 3 à 23). La localisation de ces cartes sur le réseau élargi est disponible en **Annexe 6**, et la légende correspondante en **Annexe 7**.



## 2. Résultats en 2006 sur les eaux souterraines au niveau du bassin potassique

Les deux cartes suivantes présentent le bassin potassique avec les lieux-dits utilisés dans les prochains chapitres et les piézomètres de référence.

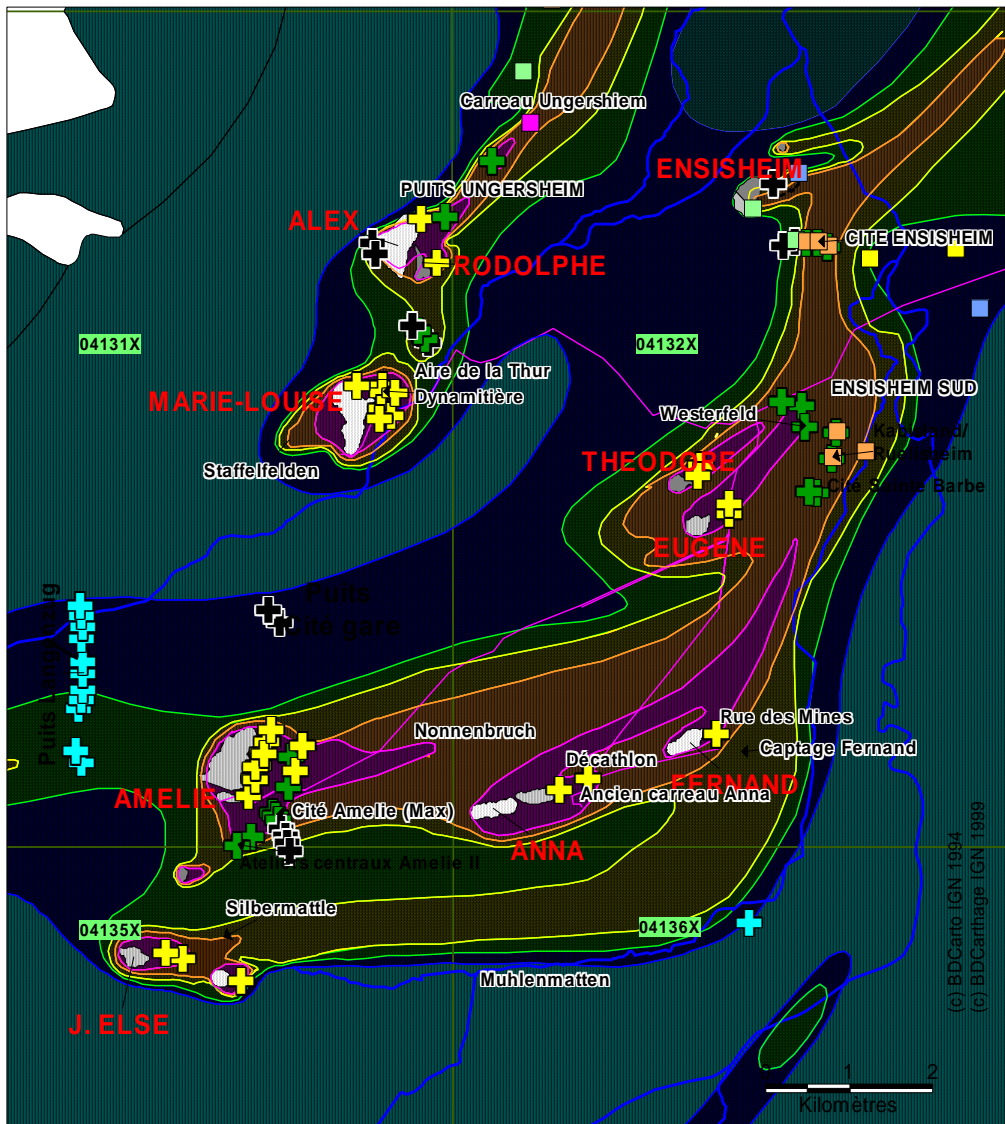


illustration 1 : Le bassin potassique et la localisation des puits et piézomètres avec leurs noms propres

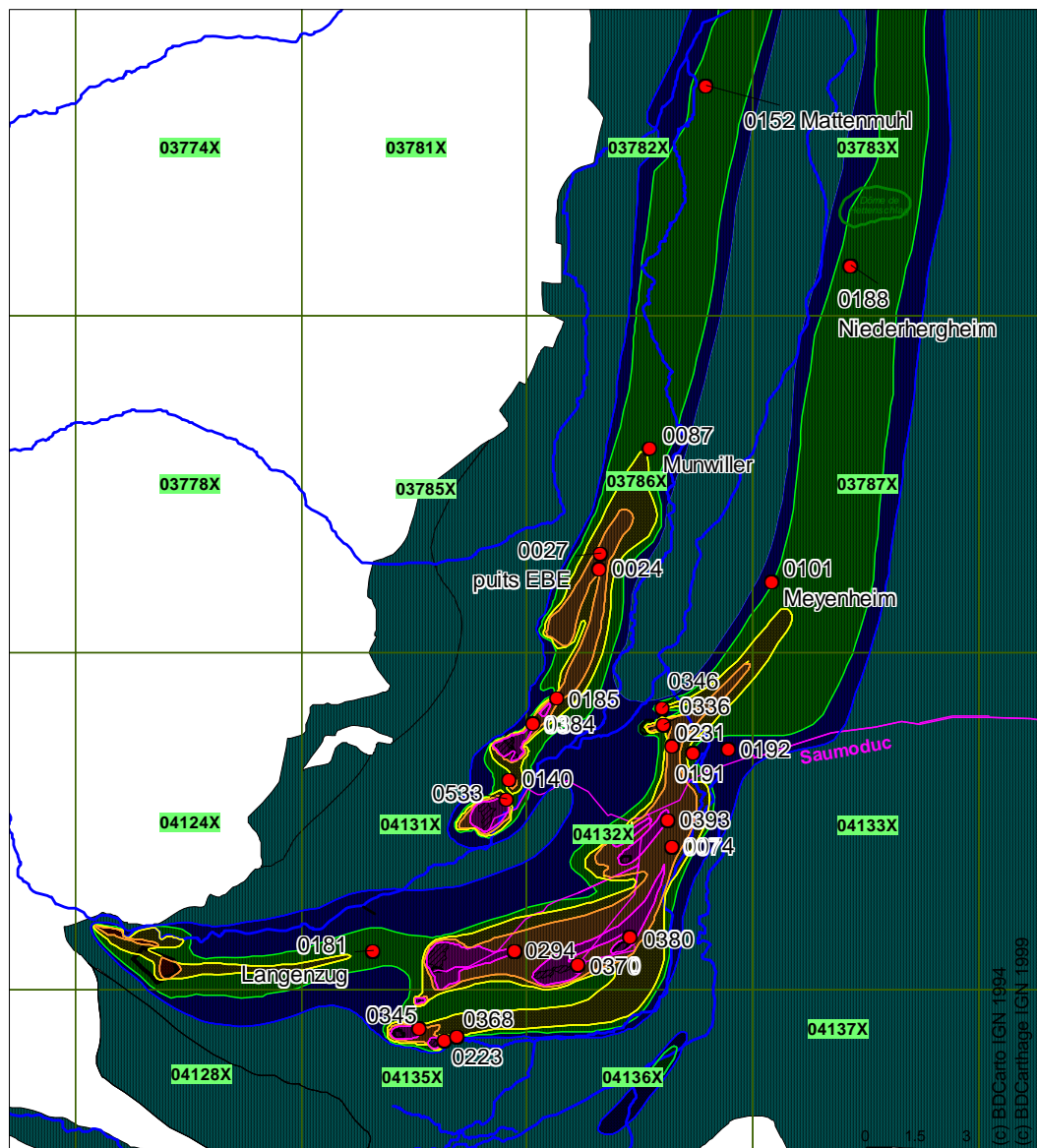


illustration 2 : Carte de localisation des points de référence pour le bassin potassique et son aval



## 2.1. AMONT DU BASSIN POTASSIQUE – PUIITS DU LANGENZUG

A l'ouest de Wittelsheim, à hauteur de la batterie Nord-Sud des puits du Langenzug (illustration 3) qui interceptent les eaux souterraines provenant du débouché de la Thur<sup>2</sup>, on peut observer sur l'ouvrages à l'ouest de cité Langenzug une légère augmentation des concentrations moyennes de 2006 (de 242 contre 234 mg/L) par rapport à l'année passée. Ces évolutions ont conduit à un élargissement de la classe >100 mg/L de la langue salée et à une avancée de la langue salée de la classe 250 à 500 mg/L en provenance de la zone Vieux Thann/Millénium, probablement due aux travaux d'aménagements de la paroi étanche du teril de l'Ochsenfeld, qui ont laissé échapper la salure qui progresse actuellement vers l'est.

Aucune évolution notable des teneurs en chlorures n'est observée en 2006 sur le restant des ouvrages de la batterie des puits du Langenzug. Le puits nord du secteur "Cité Gare" montre une augmentation des concentrations moyennes de 78 mg/L en 2005 à 121 mg/L en 2006.

### **Observations globales :**

Les teneurs observées sur ce secteur restent inférieures à la CMA (de 250 mg/L). Cependant, on observe une avancée de la langue salée dépassant 250 mg/L en provenance de Vieux Thann, à quelques centaines de mètres en amont. Cette langue pourrait atteindre les puits de la cité Langenzug en 2008/2009.

### **Point de référence en amont du bassin potassique :**

04131X0181 - P4 Langenzug, concentrations moyennes annuelles :

- 242 mg/L - 234 - 206 mg/L en 2006 - 2005 - 2004

---

<sup>2</sup> Certains de ces puits pourraient dans l'avenir se voir dévolus à une collectivité pour un usage AEP

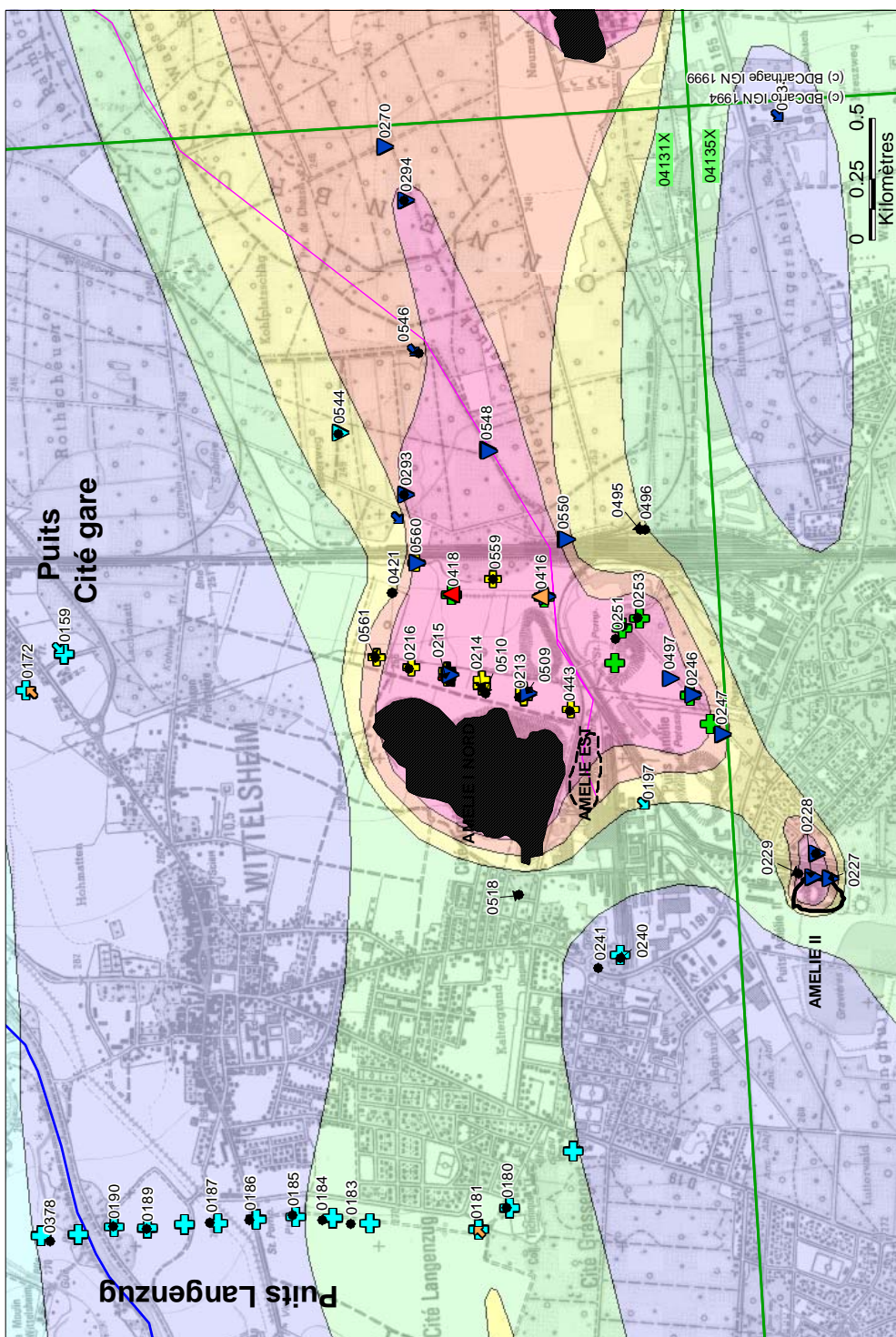


illustration 3 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 au niveau des puits de Langenzug et des terrils Amélie (Légende Annexe 7)

## 2.2. SECTEUR AMÉLIE

Le terril **Amélie I Nord** était alimenté par les dépôts de la mine en activité jusque fin 2002 (résidus de résidus peu salés, NaCl < 3%). En raison d'une faible densité saline du tas n°1, situé le plus au Sud du terril, un traitement par étanchement – végétalisation a été réalisé en 2005 sur ce secteur<sup>3</sup>. Pour le tas n°2 (2<sup>ème</sup> tranche), et le tas n°3, situés respectivement au centre et au Nord du terril, une dissolution accélérée a démarré respectivement début 2004 et en juin 2003 (en janvier 2007, 450 kt ont été en cours de traitement). Il est prévu de traiter le reste non soluble par végétalisation simple à la fin de la dissolution de cette zone (prévue en 2009). A noter que le déplacement du **terril Amélie Est** sur le terril d'Amélie Nord, tas n°2, a été réalisé avant d'entamer la deuxième tranche de dissolution.

Les opérations d'étanchement-végétalisation sur le **terril Amélie II** sont achevées depuis 1998 et, après trois années d'observation, la méthode a été validée fin 2002 par le groupe de travail de la Commission Interservices.

La salure en provenance des terrils Amélie se propage en direction de l'Est - Nord-Est vers la cité Sainte Barbe où elle rejoint les langues salées des terrils Fernand-Anna et Théodore-Eugène pour former l'axe salé Est qui recoupe l'III en amont d'Ensisheim.

La surveillance du secteur aval des trois terrils, Amélie-Nord, Amélie-Est et Amélie II, est assurée par une quarantaine d'ouvrages environ (illustration 3). On compte pour la dépollution de la nappe :

- 4 pompages d'eau industrielle, fonctionnant comme **puits de fixation** et **6 puits de fixation profonds** à l'aval d'Amélie Nord ;
- 1 puits de fixation à l'aval d'Amélie Est ;
- 3 piézomètres, équipés de pompes fonctionnant comme puits de dépollution, pour les aires de stockage à l'est d'Amélie I Nord ;
- **5 pompages d'eau industrielle** à l'aval d'Amélie II fonctionnant comme **puits de dépollution** : 2 puits Ateliers centraux et 3 puits Max.

### 2.2.1. Amélie II

De l'aval immédiat jusqu'aux puits Max, les ouvrages de la **tranche 0-20 m** affichent soit une stabilisation soit une baisse des teneurs moyennes (teneurs comprises entre 1,5 et 3 g/L) tandis que le seul représentant de la tranche **0-40 m** (piézomètre double implanté à environ 100 m à l'aval du terril) montre toujours de fortes fluctuations avec des valeurs variant entre 8 et 22 g/L, la moyenne de 12 g/L est en baisse par rapport à 2005 (19 g/L).

---

<sup>3</sup> MDP (2006-2007) – Les terrils du bassin potassique. Etat récapitulatif de leur historique, extension, tonnages déposés et retirés. Impact sur la nappe phréatique et perspectives d'avenir.

A 1 km en aval du terril Amélie II, les puits présentent tous une diminution des teneurs moyennes sur la tranche 0-20 m. Les puits Max, situés à 1.3 km du terril, présentent tous une stabilisation des teneurs moyennes de 5 à 13 g/L sur la tranche 0-40 m.

### 2.2.2. Amélie I Nord

Sur les 10 puits de fixation à l'aval d'Amélie Nord, les ouvrages de la tranche 0-20 m affichent globalement une stabilisation sauf au centre est du terril, où le puits montre une hausse (jusqu'à 14 g/L) de la concentration moyenne annuelle, reflétant encore l'impact des travaux de dissolution accélérée, tandis que ceux de la tranche 0-40 m montrent une baisse de la concentration (moins 1 à 2 g/L).

Les 2 puits de fixation (tranche 0-20 m) à l'aval éloigné d'Amélie Nord montrent quant à eux une augmentation des teneurs moyennes annuelles, ce qui montre l'efficacité des puits de dépollution pendant le traitement, et une stabilisation en profondeur (20-40 m).

**En aval des puits**, les ouvrages présentent tous une diminution des teneurs moyennes sur la tranche 0-40 m.

**A 4.5 km en aval**, le piézomètre Hueb, entre les Terrils Amélie et Théodore mais en dehors de la langue salée, montre une baisse de la concentration avec une moyenne annuelle en 2006 de 270 mg/L, (en 2005 : 900 mg/L), la source de cette salinité n'est pas connue.

#### **Observations globales :**

Globalement en 2006,

- en aval d'**Amélie I**, les puits appartenant à la tranche :
  - 0-20 m affichent une stabilisation des concentrations moyennes, sauf au niveau des puits de dépollution (en hausse) ;
  - 20-40 m affichent une baisse des concentrations moyennes
- de l'aval immédiat du terril **Amélie II** jusqu'aux puits Max et en aval d'Amélie Est, les ouvrages de la tranche :
  - 0-20 m affichent une baisse des teneurs moyennes ;
  - 20-40 m affichent une stabilisation ou une baisse des teneurs moyennes.

Les concentrations de sel encore élevées sous le terril Amélie II fluctuent fortement, avec une tendance à la baisse en aval direct, mais une stabilisation des concentrations importantes plus en aval.

**Il semble donc qu'il subsiste un stock de saumure profonde sous le terril Amélie II, et que la situation évolue peu en profondeur en l'absence d'un ouvrage de pompage.**

La baisse généralisée des pompages en aval témoigne du bon fonctionnement des puits de fixation et de dépollution, la langue salée diminue.

**Point de référence en aval des terrils (III. 3):**

- **04131X0294 (Multitube NONNENBRUCH)** ; concentrations moyennes annuelles :
- 15 m profondeur : 2830 - 2350 - 2591 mg/L en 2006 - 2005 - 2004
- 25 m profondeur : 2410 - 2660 - 3212 mg/L en 2006 - 2005 - 2004
- 38 m profondeur : 3868 - 3245 - 3299 mg/L en 2006 - 2005 - 2004

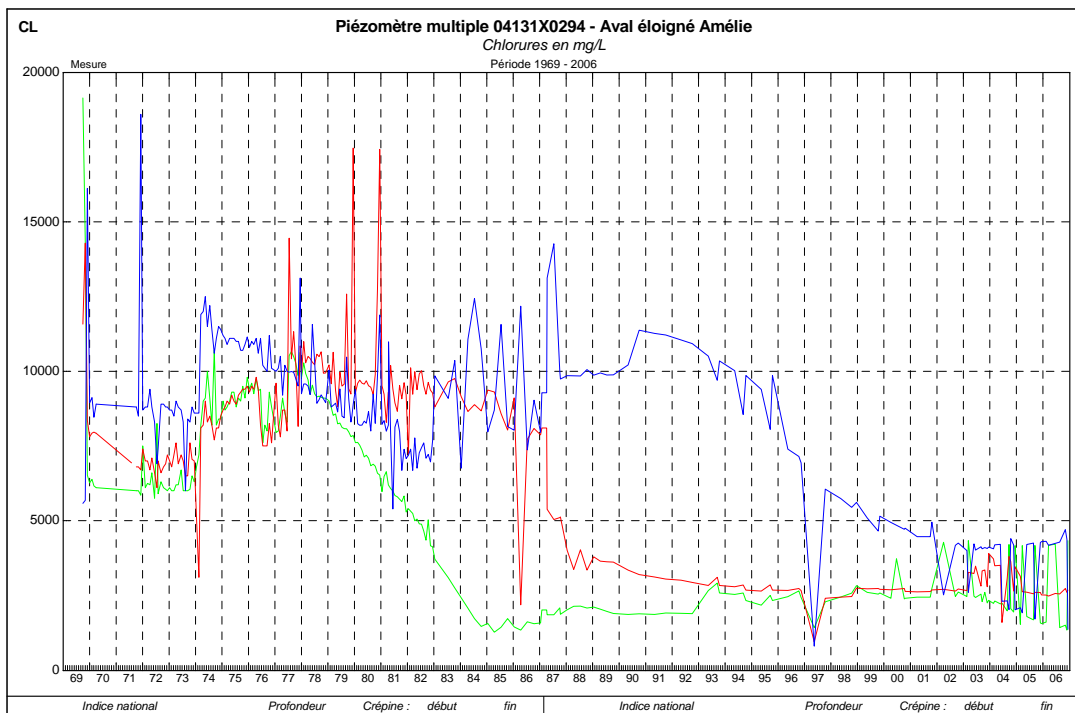


illustration 4 : Courbes de concentrations en aval éloigné des terrils Amélie

**2.3. SECTEUR JOSEPH-ELSE**

La surveillance du secteur en aval des terrils est assurée sur une quarantaine d'ouvrages environ (illustration 5). Un puits de fixation intercepte la salure en aval du terril Joseph-Else Est et deux puits de fixation en aval du terril Joseph-Else Ouest.

Le traitement par **dissolution accélérée du terril Joseph-Else Est** a démarré en février 1995. En raison des difficultés de traitement dues au matériel utilisé (aspergeurs de première génération) et des caractéristiques du terril, l'opération n'a été efficace qu'à partir de la mise en œuvre d'un arrosage par canons haute pression avec fort débit (1998). L'implantation d'un fossé-drain de collecte des eaux d'infiltration sur la couche argileuse située à 6 mètres de profondeur a permis de ralentir les impacts sur la nappe. Les travaux ont été arrêtés fin 2005, ce terrain sous forme d'un plateau pourra s'intégrer au paysage environnant après remodelage et végétalisation. Le pompage des drains continue pour l'instant afin de récupérer des eaux de ruissellement, en fonction de l'évolution de la salinité mesurée régulièrement.



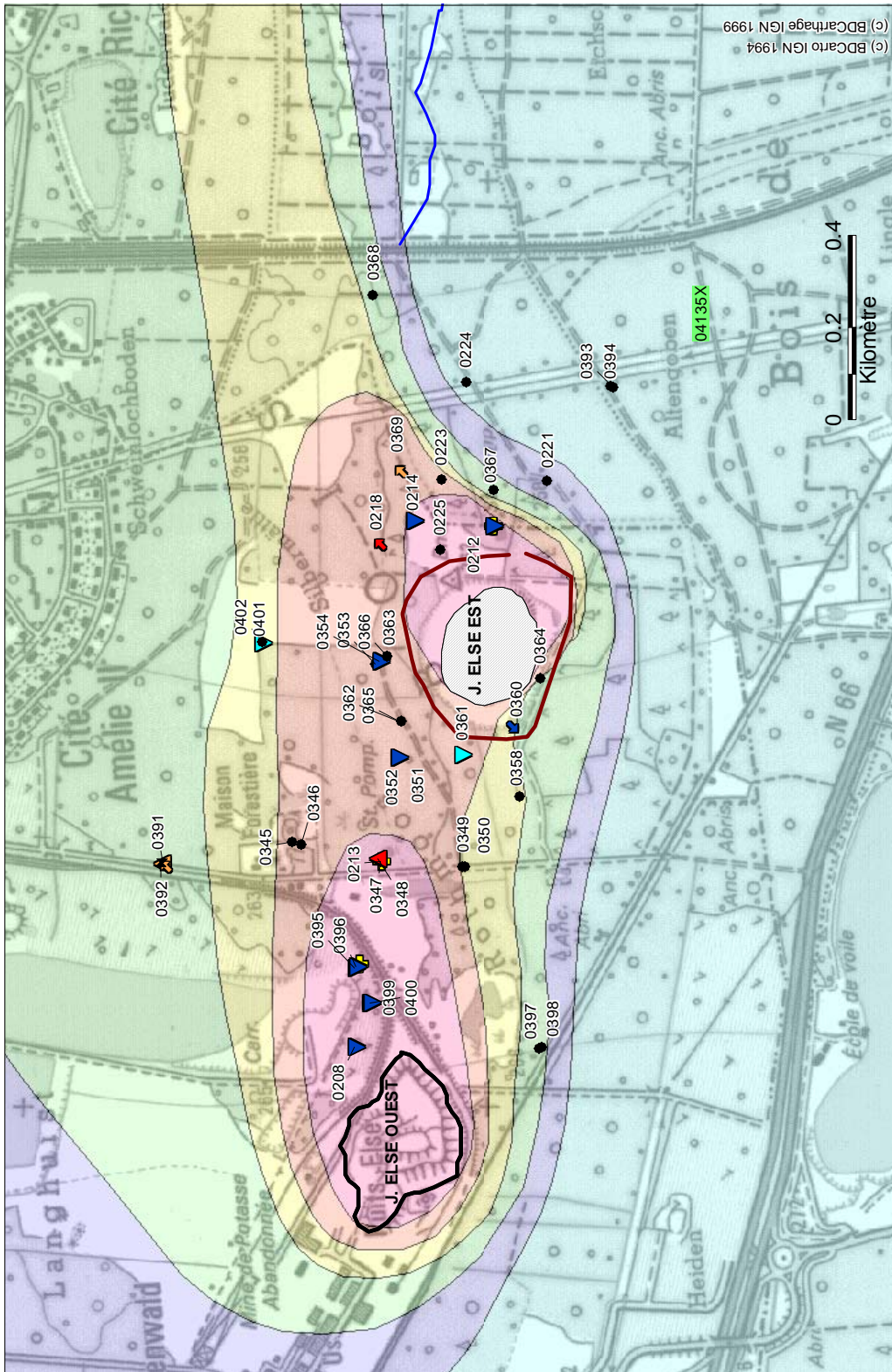


illustration 5 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 du secteur « Joseph-Else »

Les opérations d'**étanchement-végétalisation** sur le **terril Joseph-Else Ouest** ont été mises en œuvre en 2003, arrêtant les infiltrations. La synthèse hydrogéologique préalable à la réhabilitation du terril par des opérations d'étanchement-végétalisation (septembre 2002)<sup>4</sup> a permis notamment de mettre en évidence que le réseau de surveillance n'était pas adapté aux objectifs. A partir des recommandations émises dans ce dernier rapport, 11 ouvrages ont fait l'objet d'un abandon du suivi à partir de 2003 et ont été remplacés par douze piézomètres de contrôle mis en place en mars 2003<sup>5</sup>.

La salure issue des terrils Joseph-Else Ouest et Est se propage vers l'est en direction de Richwiller et Kingersheim, puis s'oriente vers le nord-nord-est selon une direction résultant du sens d'écoulement de la nappe et du front de dilution apporté par les infiltrations de l'III. On note que la langue salée issue des terrils Joseph-Else s'est globalement stabilisée. A l'aval éloigné et au nord de J. Else Est, son trajet était assez mal défini en raison du faible nombre de points de contrôle. La campagne géophysique de 2007 a permis de vérifier l'extension réelle et la trajectoire de cette langue salée. Il n'existerait d'après ces mesures qu'une large langue qui progresse vers l'est.

### 2.3.1. Terril Joseph-Else Ouest

Deux puits de fixation interceptent la salure en aval du terril Joseph-Else Ouest ; un puits surfacique en aval direct et un second plus en aval qui capte les deux niveaux aquifères.

En 2006, trois ans après l'étanchement, les concentrations commencent à se stabiliser et à baisser globalement. Les ouvrages affichent une amélioration de la qualité de la nappe en aval direct et une dégradation de la nappe au droit du puits de fixation plus éloigné, à 700 m au nord-est du terril : deux piézomètres montrent une augmentation de concentration qui pourrait indiquer qu'une partie des eaux salées du terril est partie vers le nord-est temporairement pendant le traitement du terril. Mais les concentrations de 2007 montrent à nouveau une baisse des concentrations.

Les ouvrages en dehors de la zone de forte concentration (> 5 g/L) montrent une stabilisation ou une amélioration, notamment en aval éloigné (1 km) à l'est du terril.

### 2.3.2. Terril Joseph-Else Est

Un **puits de fixation** en aval du terril, un drain de 500 m et un fossé périphérique recueillent les eaux infiltrées sur ce terril<sup>6</sup>.

**En amont du terril Joseph-Else**, les concentrations du piézomètre 358 sont de 350 mg/L.

**Autour du terril Joseph-Else Est**, les concentrations des piézomètres superficiels se sont stabilisées ou sont en baisse sauf les deux piézomètres au nord-est du terril. Ces

<sup>4</sup> Rapport TREDI Services n°1342-02/TS de septembre 2002.

<sup>5</sup> Rapport BURGEAP n°RSt.560 de juin 2003 et rapport BRGM/RP -53521-FR, décembre 2004

<sup>6</sup> "Les terrils du bassin potassique". MDPa. Direction de l'environnement. Edition d'avril 2005.

derniers sont très instables (variations entre 10 et 800 mg/L) et **la moyenne annuelle a augmenté**, sans changer la classe de concentration.

Depuis 1997, les teneurs en chlorures sur le **puits de fixation** étaient en augmentation en raison de l'impact du traitement et de l'efficacité croissante de la dépollution. Depuis 2004, on note une baisse de la concentration (40 et 36 et 29 g/L en 2004, 2005 et 2006 respectivement).

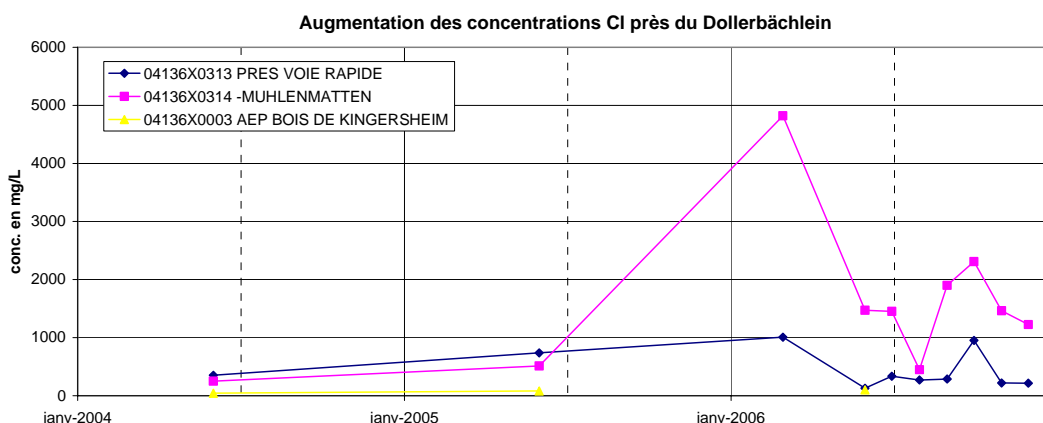
A l'est du terriil, en bordure Sud de la langue salée, les piézomètres ont toujours des teneurs moyennes très faibles avec des valeurs en dessous de la limite de la CMA.

**De manière générale, on note une baisse des concentrations ou une stabilisation de la langue salée après l'année 2005, qui montrait une avancée de la langue salée vers le nord-est.**

### 2.3.3. Aval éloigné des terrils Joseph-Else

La langue salée représentée par la plage d'isoteneurs comprises entre 250 et 500 mg/L de chlorures se rétrécit par rapport à l'année précédente, les données ponctuelles et le profil géophysique permettent d'interrompre cette langue salée au niveau de Richwiller.

En bordure Nord et Sud de la langue salée à hauteur de Richwiller, les ouvrages affichent des teneurs inférieures à la CMA. Mais deux piézomètres, situés à 3 km à l'aval du terriil Joseph-Else le long du Dollerbaechlein, montrent une concentration moyenne en 2006 qui a augmenté fortement depuis 2 ans, (1900 au lieu de 500 mg/L en 2005). **Cette zone pourrait être influencée par une autre source de contamination non identifiée à ce jour.** On observe, à 3 km aval du Dollerbaechlein la même évolution mensuelle, ce qui laisse penser à un transfert superficiel par l'intermédiaire du ruisseau. On observe également une augmentation depuis quelques années au niveau de l'AEP Bois de Kingersheim (en juin : 100 mg/L) à l'est du point aval du Dollerbaechlein.



A **4 km en aval** des terrils dans l'axe de la langue salée, les concentrations du piézomètre de la ferme « Eselacker », sont de 555 mg/L. Cette concentration pourrait soit refléter un reliquat de la langue salée >500 mg/L issue des terrils Joseph Else, soit provenir de la même source que celle du Dollerbaechlein.



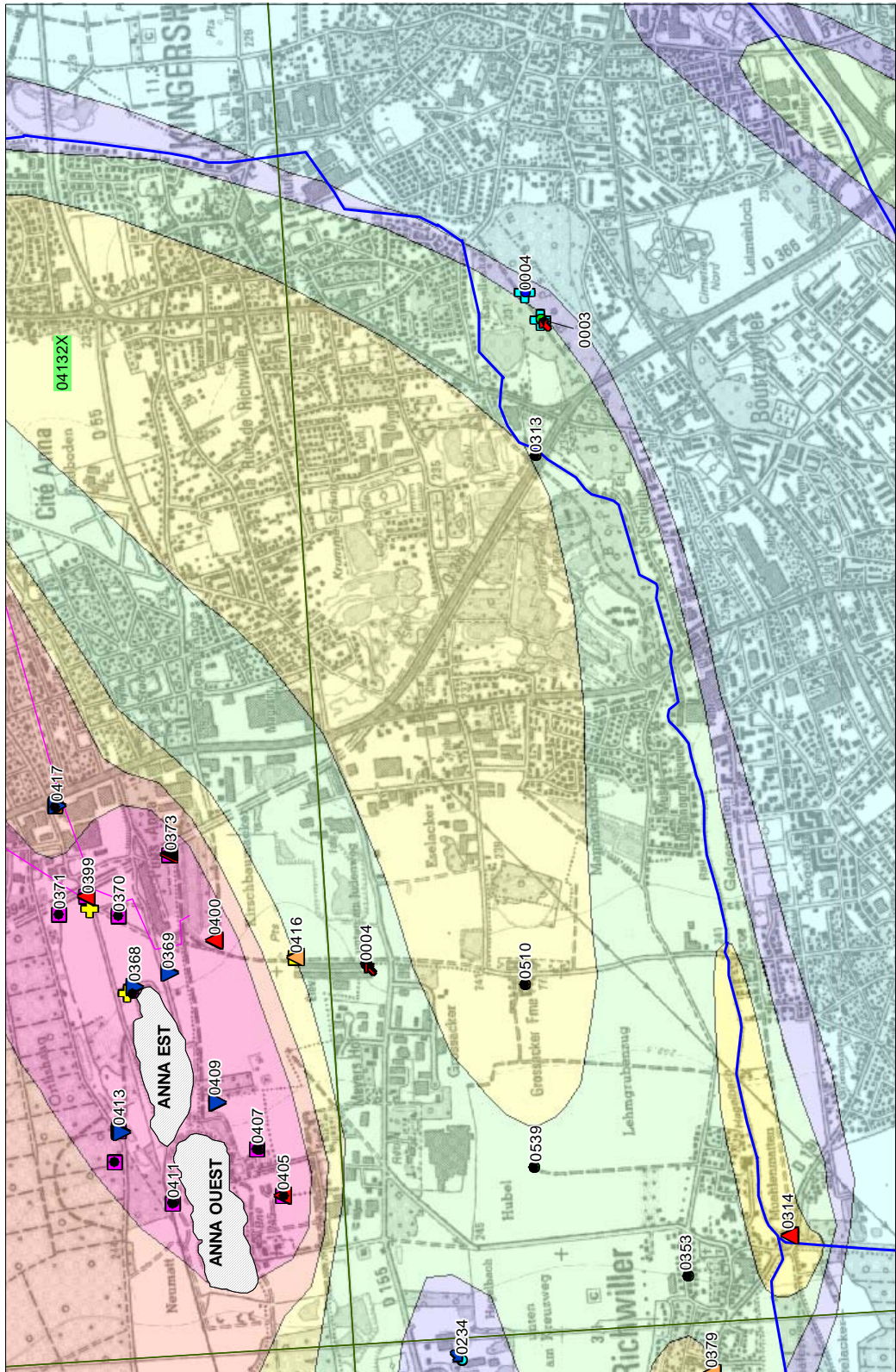


illustration 6 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 du secteur «Dollerbaechlein»

**Observations globales :**

Après une année en 2005 de hausses en aval du terril est, la situation reste globalement stable ou s'améliore en aval des terrils **Joseph-Else** Ouest et Joseph-Else Est. On note cependant une hausse au nord-est du terril J. Else Ouest et en aval du J. Else Est, sans que cela change les plages d'isoteneurs de chlorures.

On observe encore, malgré une baisse depuis 2 ans, une concentration très élevée (près de 29 g/L) sur le puits de fixation du terril Joseph-Else Est, reflétant l'importance du stock de saumure concentrée accumulée sous le terril.

L'importante augmentation de concentration en chlorures des deux piézomètres en bordure du **Dollerbaechlein** avec des teneurs en chlorures nettement marquées par des pics de concentration pouvant aller jusqu'à 2.3 g/L demande une surveillance plus approfondie. Une langue salée de direction Ouest-Est a été dessinée, détachée du terril car nous ne connaissons pas la source exacte de ces chlorures.

**Points de référence en aval des terrils (Ill. 6):**

Concentrations moyennes annuelles :

- 04135X0223 : 285 – 1212 - 341 mg/L en 2006 – 2005 - 2004
- 04135X345 (Silbermattle) : 567 – 904 - 770 mg/L en 2006 – 2005 - 2004
- 04135X368 (terril Joseph Else Est) : 210 – 391 - 322 mg/L en 2006 – 2005 – 2004

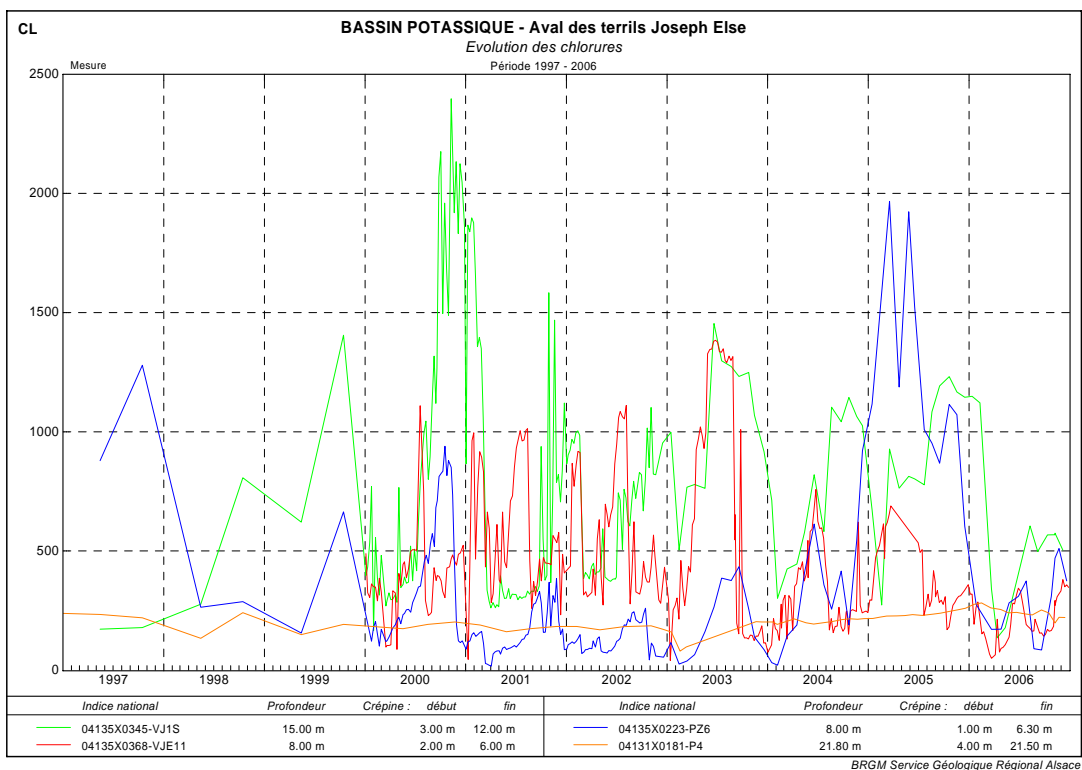


illustration 7 : Courbes de concentrations en amont et aval des terrils Joseph Else

## 2.4. SECTEUR FERNAND-ANNA

### 2.4.1. Anna

La surveillance du secteur aval du **terril Anna** est assurée par une vingtaine d'ouvrages (illustration 8). Deux puits de fixation sont implantés en aval (à environ 500 m) du teruil Anna Est, et au pied du teruil Anna Est.

Tout comme les terrils Marie-Louise et Amélie, il s'agit d'un teruil très hétérogène. La dissolution accélérée a démarré en novembre 2001 sur le tas n°3 avec l'eau du puits de fixation Décathlon. Puis, en raison des faibles résultats obtenus sur le tas n°3, l'arrosage s'est poursuivi sur le tas n°2 mais cette fois-ci avec l'eau des deux puits. En 2003, la dissolution accélérée a été intensifiée du fait de l'apport d'une partie de l'eau de Fernand. Le tas n°1 a fait lui aussi l'objet d'un tel traitement qui s'est terminé fin 2006. Les opérations de remodelage et d'intégration dans le paysage, avec gestion des eaux et végétalisation pourront alors être réalisées, en sachant que le manque de stabilité de cette zone obligeait à des travaux importants<sup>7</sup>.

#### **Evolution des concentrations en 2006 :**

Les ouvrages dans le secteur du teruil Anna montrent globalement une forte baisse à proximité des terrils, mais une augmentation importante des teneurs de chlorures par rapport à l'année 2005 en ce qui concerne le piézomètre situé à 0.5 km en aval, au sud de Anna Est, où la concentration moyenne annuelle a augmenté jusqu'à 6 g/L, liée aux fuites pendant les opérations de dissolution. Ainsi la langue salée s'élargit vers le sud des terrils, malgré la baisse de concentrations en aval direct des terrils.

Les concentrations du secteur ne sont pas stables, on observe des augmentations significatives de teneurs, principalement au sud du teruil Anna Ouest et en aval éloigné d'Anna Est témoignant des opérations de dissolution. La plus forte augmentation est observée sur le piézomètre situé au sud-est du teruil Anna Est (23 g/L en 2006 contre 17 g/L en 2005). La frange Sud de la langue salée issue du teruil Anna n'est sans doute pas bien captée par les puits de fixation d'Anna. Cependant si cette salure s'étendait à l'aval, elle finirait par être interceptée par le puits de fixation de Fernand.

Depuis 2004, la concentration de la zone entre le puits de fixation et le teruil Fernand a baissé pour passer en dessous de 1 g/L. Par contre vers le nord, les ouvrages de surveillance réalisés en 2002 ont mis en évidence une langue de pollution saline, parallèle à celle issue de Fernand, dont la présence se confirme depuis 2003. Cette dernière s'étend vers le nord-est à partir du teruil Anna. Dans l'axe de cette langue salée, **à 2,5 km à l'aval du teruil**, on observait jusqu'en 2005 au droit de l'unique piézomètre (crépine : 15-25 m) une augmentation des teneurs depuis 2002 (3, 2.9 et 2.7 g/L en 2005, 2004 et 2003 respectivement). **En 2006, ce seul point de la zone n'a pas été mesuré, à cause de problèmes d'accessibilité, et l'évolution ne peut pas être surveillée dans cette zone.**

---

<sup>7</sup> MDP (2006/2007) – Les terrils du bassin potassique. Etat récapitulatif de leur historique, extension, tonnages déposés et retirés. Impact sur la nappe phréatique et perspectives d'avenir. Rapport de janvier 2007 et de 2006



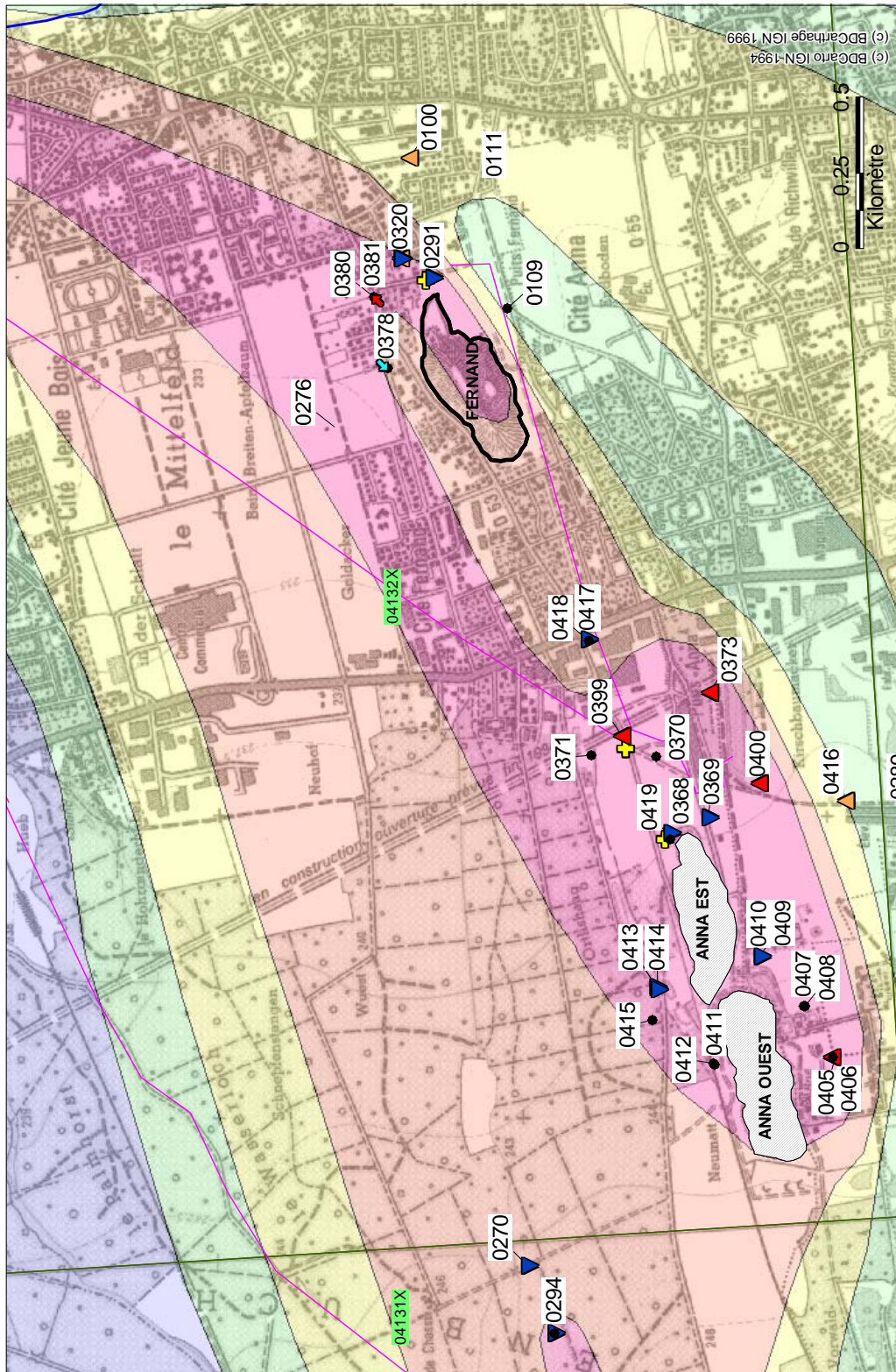


illustration 8 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 du secteur «Fernand-Anna»

## 2.4.2. Fernand

La surveillance du secteur aval du **terril Fernand** est assurée par une dizaine d'ouvrages. Du fait de l'orientation des langues salées, le puits de fixation implanté en aval du teruil Fernand capte également des eaux salées infiltrées à partir du teruil Anna.

La **dissolution accélérée** du teruil Fernand entamée en octobre 1995 était finalisée en 2004 après nombreuses arrêts successifs occasionnés par les plaintes de riverains. Le remodelage final a permis de découvrir du sel résiduel (environ 5000 t), qui a été récupéré et traité par dissolution – les travaux sont achevés en 2006. Restera à stabiliser et intégrer ce teruil dans le paysage de la ville de Wittenheim sous forme d'un espace vert<sup>8</sup>.

L'axe salé induit par les terrils Fernand-Anna est imbriqué entre les langues salées des terrils Amélie au Nord et Joseph-Else au Sud. Il s'étend vers l'est en direction de Wittenheim, puis s'oriente vers le nord-est en passant à l'aplomb des Cités Sainte Barbe et des quartiers Est d'Ensisheim. La salure est finalement captée par la batterie des anciens puits de Ruelisheim.

**Au pied du teruil Fernand**, les concentrations en chlorures au **puits de fixation** (crépines : 7.5-31.5 m) sont en baisse depuis 1998. En 2006, la concentration moyenne passe à 5.1 g/L (contre 5.3 g/L en 2005).

**A 500 m en aval du teruil Fernand**, le piézomètre multiple situé en aval du puits de fixation, permet de contrôler l'efficacité du dispositif. Il apparaît comme en 2005 une augmentation en surface (tranche 0-20 m) avec une concentration moyenne en 2006 supérieure à 1.6 g/L et une diminution en profondeur (tranche 20-40 m) avec une concentration moyenne en 2006 à 3.8 g/L contre 4.8 g/L en 2005. Le piézomètre à 0.5 km à l'est du teruil montre également une augmentation en surface, venant probablement de la langue salée du sud. Par contre, **en aval ouest**, le double piézomètre montre une **forte augmentation en surface** (4 g contre 2.5 g en 2005) **et en profondeur** (240 mg/L contre 140 mg/L en 2005).

**Dans le secteur aval Est**, les deux piézomètres qui surveillent l'évolution de la langue salée issue des terrils Anna et Fernand sur sa frange Est, à la jonction avec la langue salée provenant des terrils Joseph-Else, montrent une baisse de concentration ce qui témoigne d'un rétrécissement de la langue salée.

## 2.4.3. Section « Kabisland » et Ruelisland

**En aval éloigné des terrils Fernand et Anna (4 à 5 km)**, les puits de Ruelisland et de Kabisland et les piézomètres en aval montrent tous une tendance à la baisse et témoignent d'une baisse de la source de pollution par rapport à la dilution par recharge de la nappe. En 2006, la langue salée continue à s'amincir considérablement dans cette zone.

<sup>8</sup> MDPA (2006/2007) – Les terrils du bassin potassique. Etat récapitulatif de leur historique, extension, tonnages déposés et retirés. Impact sur la nappe phréatique et perspectives d'avenir. Rapport de janvier 2007 et de 2006

**Observations globales :**

Les dernières opérations de dissolution accélérée semblent avoir provoqué **l'augmentation des teneurs dans les horizons superficiels et profonds au Sud des terrils Anna depuis 2 ans**. Les ouvrages au sud, atteignent jusqu'à 23 g/L, ce qui indique **une fuite des eaux salées vers le sud** probablement due à la dissolution accélérée en cours sur le terril Anna-Ouest et Est. La salure devrait être interceptée par les puits de fixation Fernand en aval éloigné. **Au nord, les concentrations se sont stabilisées.**

Les puits de fixation en aval est de Fernand montrent une amélioration dans cette zone, mais au nord du terril, d'importantes augmentations demandent une surveillance rapprochée. **Il faudra vérifier l'efficacité des puits de fixation par rapport au nord du terril.**

En aval éloigné une nette amélioration depuis l'année 2005 sur tous les puits et piézomètres témoigne d'une stabilisation entre le débit de la source des chlorures en amont et la recharge naturelle de la nappe par les pluies (effet de dilution).

**Points de référence en aval des terrils (III.8 – 9 - 10) :**

Concentrations moyennes annuelles :

- 04132X0370 (ancien carreau Anna) : 11 – 14 – 13 g/L en 2006 – 2005 - 2004
- 04132X 0380 (rue des Mines) : 4.1 – 2.5 – 2.8 g/L en 2006 – 2005 - 2004
- 04132X0074 (cité Sainte Barbe) : 0.8 – 0.9 – 1.1 g/L en 2006 – 2005 – 2004

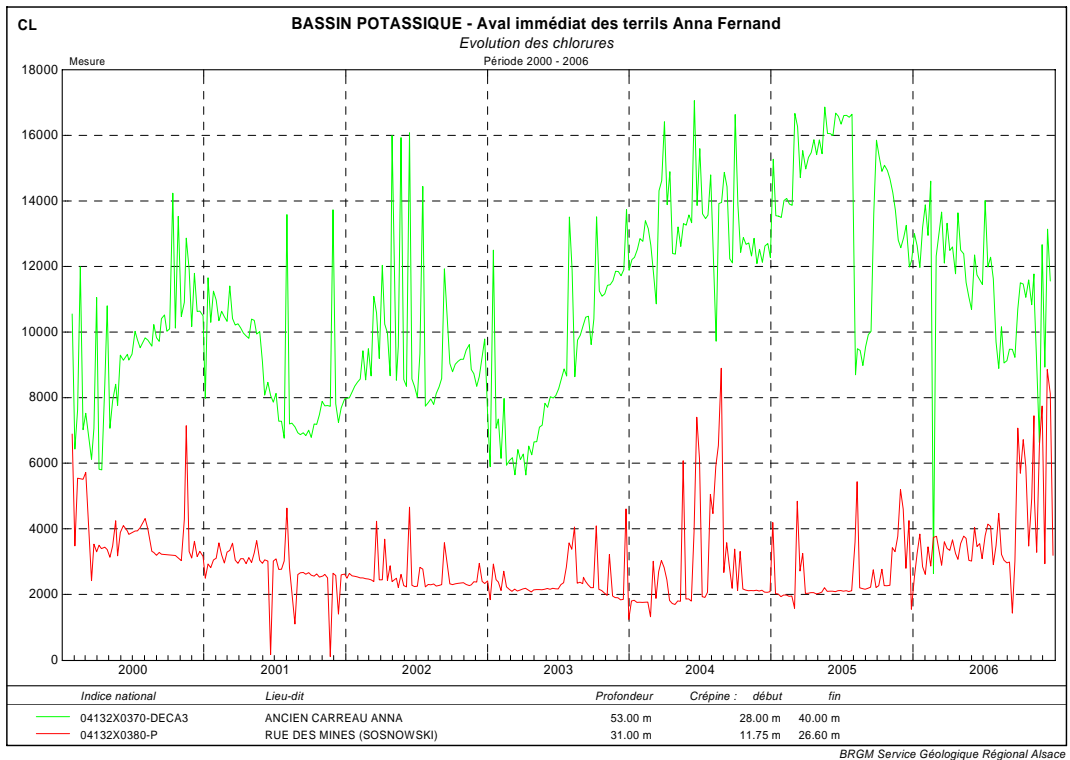


illustration 9 : Courbes de concentrations en aval des terrils Anna et Fernand

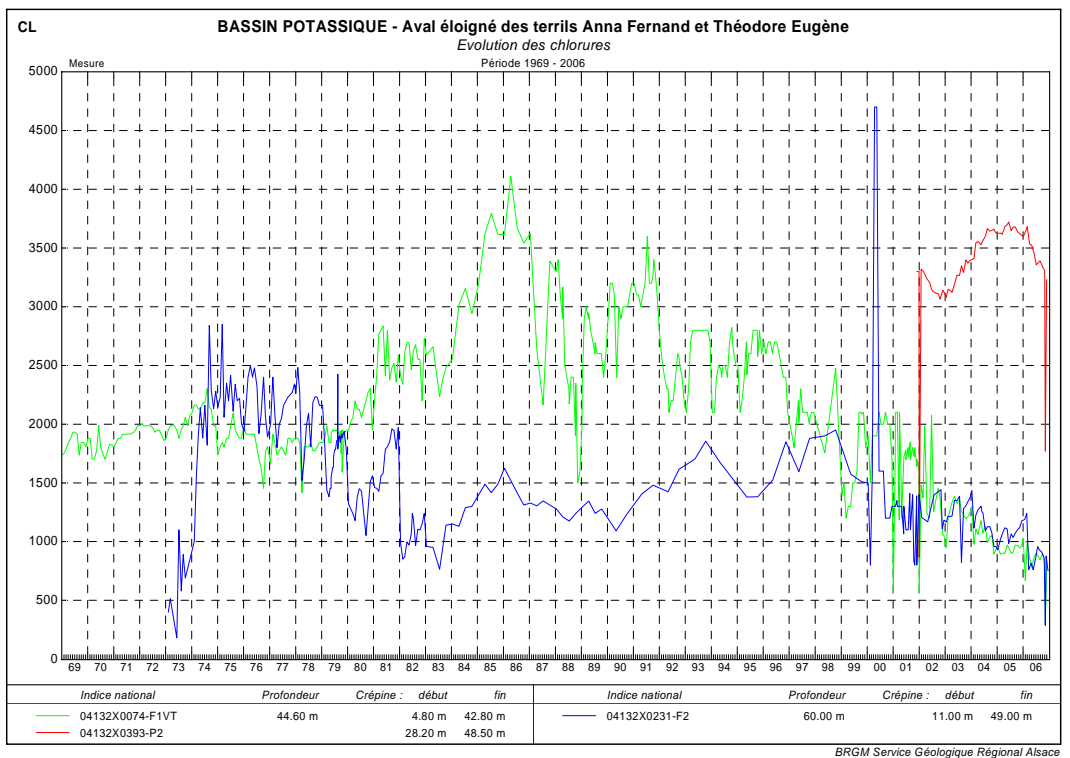


illustration 10 : Courbes de concentrations en aval éloigné des terrils de la langue Est

## 2.5. SECTEUR THEODORE-EUGENE

La surveillance du secteur aval des terrils est assurée par les MDPAs sur une vingtaine d'ouvrages proches et une quinzaine d'ouvrages en aval éloigné qui incluent les anciens puits de Ruelisheim (illustration 11). Deux puits de fixation sont en activité en aval de chaque terril.

Trois des quatre puits de fixation en aval des terrils Théodore et Eugène captent uniquement la partie supérieure de l'aquifère (0 à 20 m). La nappe inférieure échappe à la zone d'emprunt des puits, ce qui entraîne des fuites vers le nord. Le projet d'implantation d'un ouvrage complémentaire de dépollution à l'aval de Théodore a été examiné en Commission mais n'a pas été jugé prioritaire en raison du faible tonnage des fuites. A 1.5 km en aval éloigné, trois puits de dépollution captent la salure, dont deux sont installés dans les premiers 20 m et le puits le plus à l'est dans la tranche de 30 à 40 m.

**Le terril Théodore** a fait l'objet d'une dissolution accélérée jusqu'en 2002. Les insolubles (probablement 5000 tonnes) n'étant plus accessibles, le terril a ensuite été remodelé jusqu'en 2003 sous forme d'un petit monticule, il pourra être intégré dans la zone d'espaces verts du carreau de l'ancienne mine Théodore.



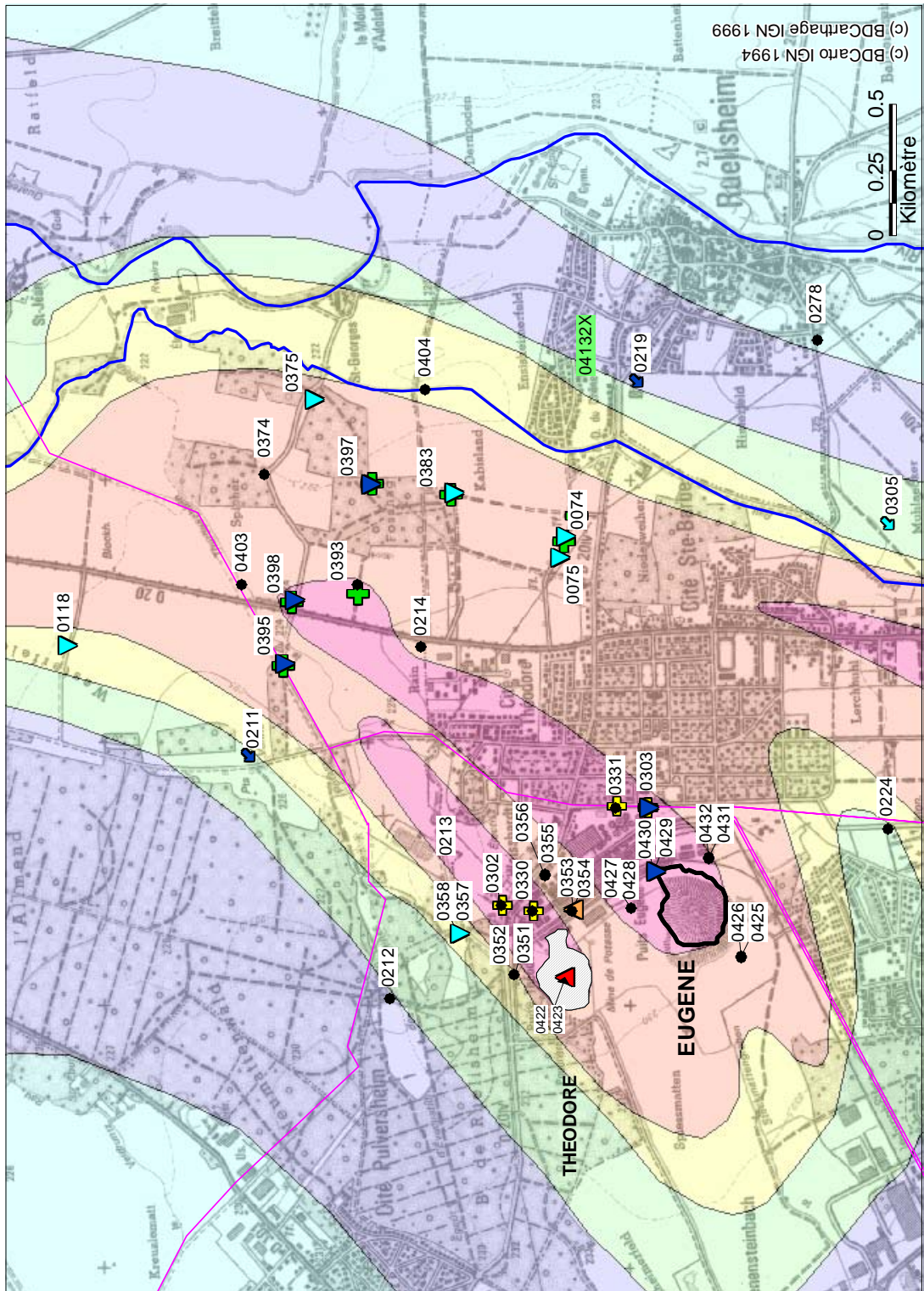


illustration 11 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 du secteur « Théodore-Eugène »

En raison de sa faible teneur en NaCl, un traitement par étanchement-végétalisation du terriil **Eugène** a eu lieu en 2004. Un fossé périphérique et un bassin permettent l'infiltration des eaux pluviales. Ce terriil s'intègre suite à sa végétalisation comme zone verte dans le secteur du carreau Théodore<sup>9</sup>.

Les puits de fixation continueront de dépolluer la nappe jusqu'en 2008, un puits sera laissé à disposition pour le besoin des eaux industrielles. Les 4 piézomètres doubles à l'est du terriil Eugène, installés en 2004, contrôlent l'efficacité du traitement.

La salure en amont d'Ensisheim en provenance des terrils Théodore et Eugène se dirige vers le nord-est selon le sens d'écoulement de la nappe, puis se propage en rive gauche de l'Ill en prenant une orientation plein nord en aval d'Ensisheim, où elle est captée par les cinq puits d'Ensisheim-Cité et Ensisheim Sud depuis 2001.

### 2.5.1. Eugène

En aval du terriil Eugène, les ouvrages présentent une diminution ou une stabilisation des teneurs moyennes sur la tranche 0-40 m.

**Au pied du terriil Eugène au Nord Est**, les deux ouvrages montrent une diminution des concentrations moyennes annuelles respectivement de 3.6 et de 2.9 g/L en 2006 contre 4.6 et 4 g/L en 2005.

**Au Sud et au Nord du terriil Eugène**, les concentrations se sont stabilisées.

**Les deux puits de fixation** montrent une stabilisation ou une diminution des concentrations ce qui reflète l'évolution des concentrations en aval direct du terriil (diminution à 2.5 g/L en 2006 contre 2.9 en 2005).

### 2.5.2. Théodore

En aval rapproché du terriil Théodore, les ouvrages représentatifs de **la zone au nord** du terriil, présentent une stabilisation ou une baisse des teneurs moyennes. En aval nord du terriil Théodore, les concentrations au droit des piézomètres sont en baisse depuis l'année 2005. Leur concentration moyenne annuelle se situe en dessous des 0.5 g/L.

**Au pied du terriil Théodore, les puits de fixation** (profonds de 30 m environ) présentent en 2006 une augmentation par rapport à 2005, les teneurs moyennes annuelles en 2006 sont de 4.5 et 2.9 g/L contre 2.5 et 2.6 g/L en 2005. Les sels stockés sous le terriil (mesurés avec le double piézomètre au centre du terriil) sont mobilisés et font varier fortement les concentrations en aval du terriil, **avec tendance d'augmenter depuis 2 ans.**

---

<sup>9</sup> MDPa (2007 et 2006) – Les terrils du bassin potassique. Etat récapitulatif de leur historique, extension, tonnages déposés et retirés. Impact sur la nappe phréatique et perspectives d'avenir.

### 2.5.3. Secteur Est des terrils Théodore-Eugène

**A l'est des terrils Théodore et Eugène (langue salée provenant des terrils Anna et Fernand)** se trouvent les anciens puits de Ruelisheim (cité Sainte Barbe). Sur les deux puits (tranche 0-40 m) maintenus en tant que puits de dépollution, les teneurs sont en baisse ces dernières années ; la moyenne de 2006 sur le puits à l'est est de 0.8 g/L et de 1,5 g/L sur le puits à l'ouest (contre 0.9 et 1,8 g/L en 2005).

### 2.5.4. Aval du secteur Théodore-Eugène : puits d'Ensisheim Sud

A l'aval éloigné du secteur Théodore-Eugène et en amont du secteur Ensisheim, on trouve le dispositif de contrôle et de dépollution de la langue salée Est « **Puits d'Ensisheim Sud** » (Localité : « Im Speicher » et « Fosshag »). Ils sont contrôlés à l'aval par quatre piézomètres.

Dans cette zone un approfondissement abrupt du substratum qui passe vers l'est de 17 à 70 m est à signaler – cette épaisseur plus importante influence positivement la pollution de la salure.

Toute la zone montre une baisse de la salure depuis un ou deux ans, sans toutefois changer de plage d'isoteneurs de chlorures. Les puits dans l'axe de la langue (tranche 20-40 m) affichent des concentrations moyennes annuelles de 2 à 3 g/L.

### 2.5.5. Amont des puits d'Ensisheim-cité

**Dans l'axe de la langue salée Est en provenance du Sud** (issue des terrils Joseph-Else, Amélie, Fernand-Anna, Théodore-Eugène), au Sud des terrils Ensisheim, le piézomètre juste en amont des puits d'Ensisheim-Cité montre une forte baisse des concentrations moyennes annuelles par rapport à l'année précédente (280 mg/L en 2006 contre 470 mg/L en 2005).

### 2.5.6. Langue salée en aval éloigné proche d'Ensisheim

**Au Sud-Est des terrils Ensisheim**, à la hauteur des puits d'Ensisheim-Cité, les teneurs en chlorures de ces puits profonds sont plus élevées à l'est du fait de la reprise de la salure en provenance du Sud-Est (Fernand-Anna et Théodore-Eugène). Sur ces puits, la tendance est depuis 2003 à la diminution des teneurs. La diminution a conduit à un changement de plage d'isoteneurs de chlorures (maintenant inférieurs à 0.5 g/L) pour le puits central. Les teneurs moyennes en 2006 sont de 0.8 et 0.9 g/L sur les 2 ouvrages à l'est, de 0.4 g/L sur l'ouvrage du milieu et de 0.1 g/L sur les deux ouvrages à l'ouest.

**A l'est des puits d'Ensisheim-Cité**, la langue salée en provenance du Sud présente une stabilisation pour la nappe inférieure et supérieure aux piézomètres multitube, **en rive gauche de l'III**, et **en rive droite de l'III**.

**Observations globales :**

Sur la base des observations faites au niveau du nouveau dispositif de dépollution des « puits d'Ensisheim Sud », le suivi des concentrations dans le secteur "Théodore-Eugène" en 2006 montre **des teneurs globalement en baisse ou stabilisées, sauf en aval direct du terriil Théodore et au nord d'Eugène**. Les langues salées en aval éloigné du terriil Théodore et d'Eugène témoignent d'une stabilisation ou d'une baisse jusqu'à la cité d'Ensisheim.

**Piézomètres de référence (Ill. 12 - 13) :**

Concentrations moyennes annuelles :

- 04132X0074 (Cité Sainte Barbe) : 0.8 – 0.9 – 1.1 g/L en 2006 – 2005 - 2004
- 04132X0393 (Westerfeld) : 3.3 – 3.7 – 3.6 g/L en 2006 – 2005 - 2004

En aval éloigné :

- 04132X0231 (Cité Ensisheim) : 0.9 – 1.1 – 1.26 g/L en 2006 – 2005 - 2004
- 04132X0191 (rive gauche Ill) : multitubes, voir graphique
- 04132X0192 (rive droite Ill) : multitubes, voir graphique

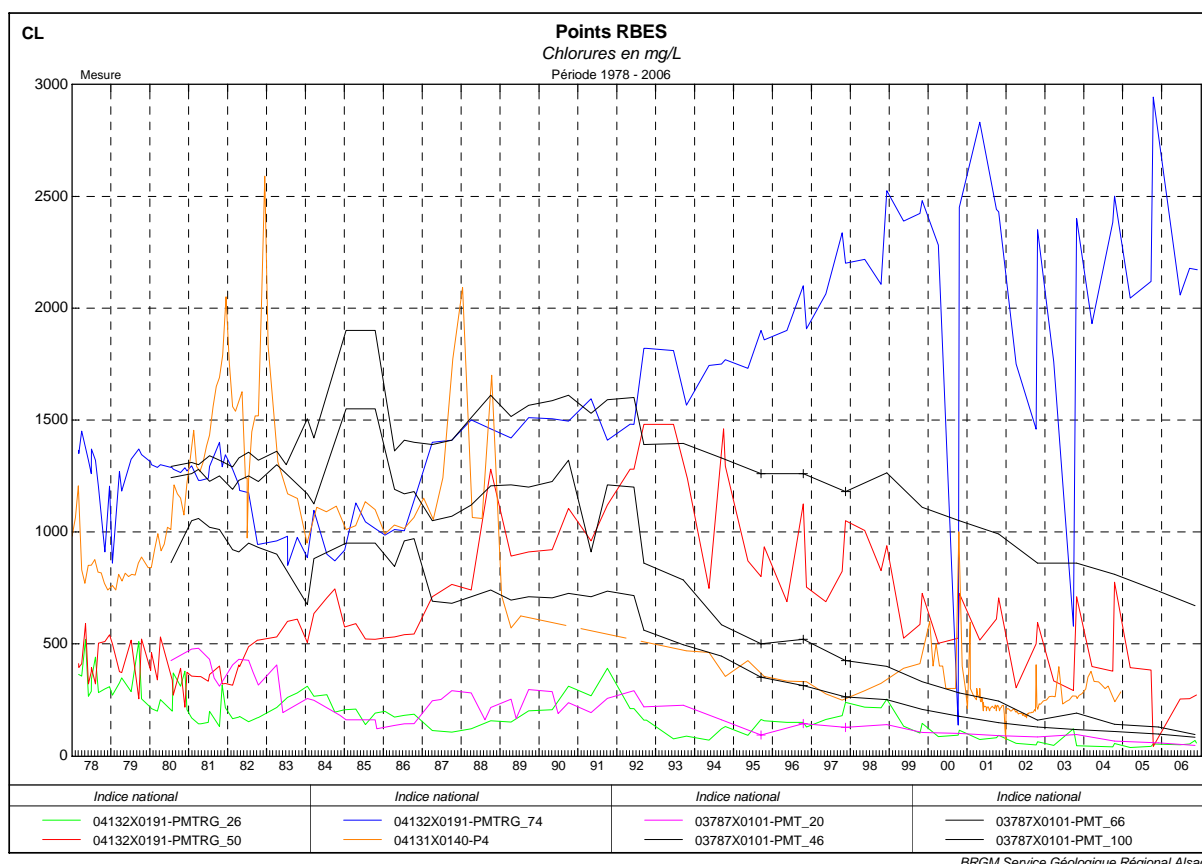


illustration 12 : Courbes de concentration des points du Réseau de Bassin des Eaux Souterraines

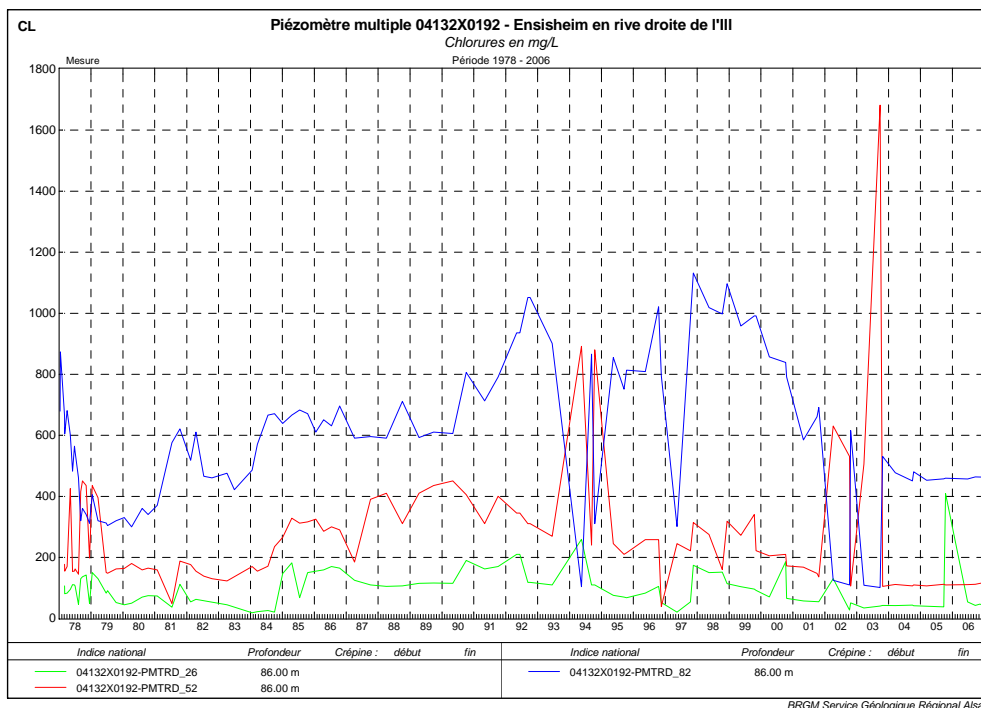


illustration 13 : Courbes de concentrations en aval des terrils d'Ensisheim

## 2.6. SECTEUR ENSISHEIM

La surveillance du secteur aval des terrils est assurée par une quinzaine d'ouvrages (illustration 14) Les deux puits de fixation, en aval du terril Ensisheim Ouest, ont été arrêtés en 2003 suite à une évolution favorable des concentrations.

Le terril d'**Ensisheim Est** a fait l'objet d'une **dissolution accélérée complète de 1994 à 2001** et a aujourd'hui complètement disparu. Cette zone a déjà été ou sera cédée à la ville d'Ensisheim.

Sur le terril d'**Ensisheim Ouest**, les opérations d'**étanchement-végétalisation**, commencées en 1997, se sont achevées en 2000 (ensemencement) et ont fait l'objet d'une validation en 2003. Sa cession à la commune est envisagée.

Le terril **Ensisheim Nord**, compte tenu de l'existence de petits entonnoirs karstiques à sa surface, qui canalisent l'eau infiltrée à travers des zones peu salées, et de la présence d'une végétation dense, est laissé en l'état. Sa cession à la commune est envisagée.<sup>10</sup>

Les terrils d'Ensisheim sont la source d'une langue salée qui se confond au Nord-Est avec celle en provenance des terrils Amélie et Théodore-Eugène. Ces différents axes d'anomalie de concentrations en chlorures sont à l'origine de la « langue salée Est ».

<sup>10</sup> MDPA (2007, 2006) – Les terrils du bassin potassique. Etat récapitulatif de leur historique, extension, tonnages déposés et retirés. Impact sur la nappe phréatique et perspectives d'avenir. Rapport de mars 2006 et de janv. 2007.



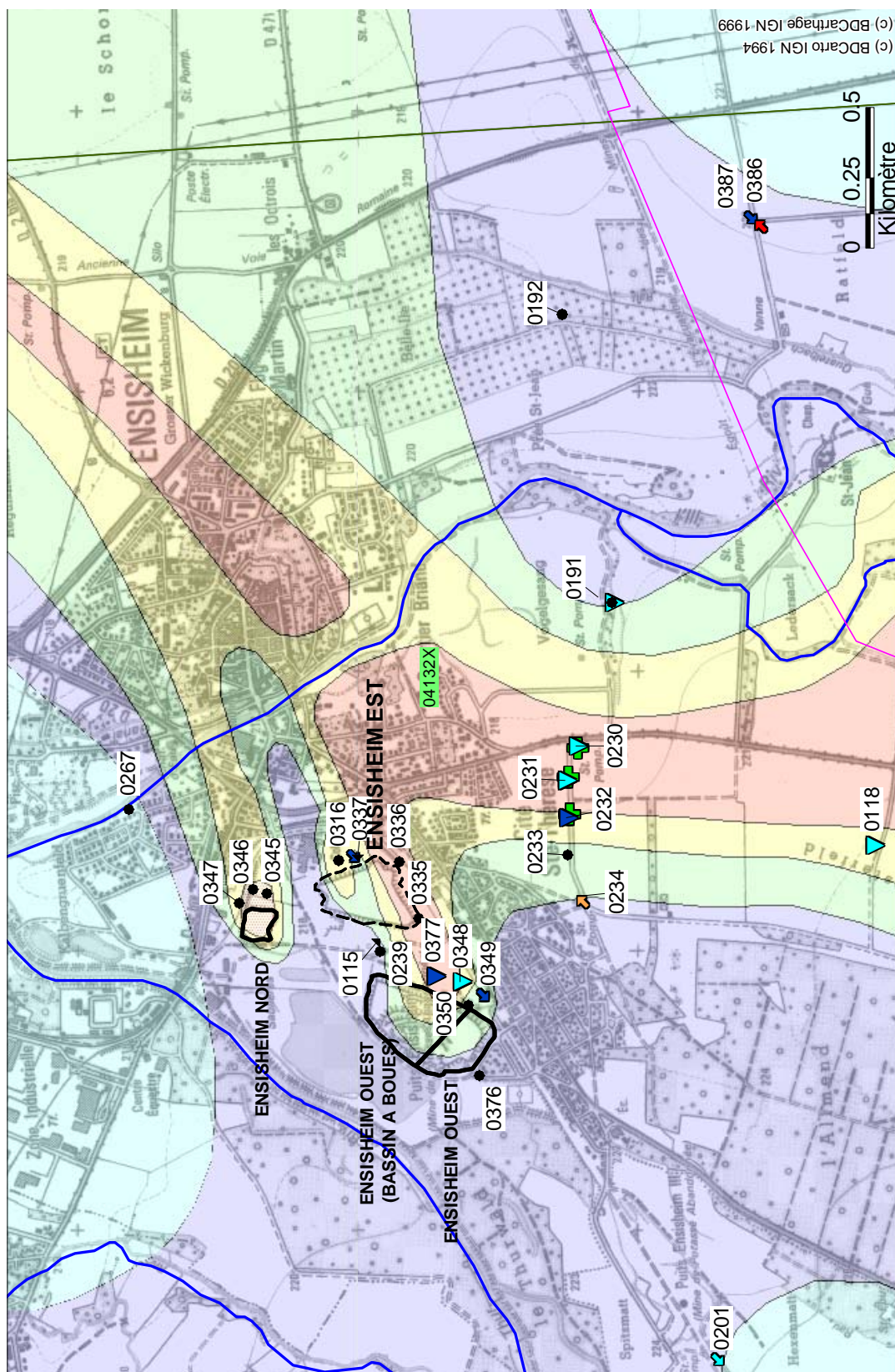


illustration 14 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 du secteur « Ensishheim »

### 2.6.1. Terril Ensisheim Ouest

L'ensemble des piézomètres de ce secteur (tranche 0-20 m) affiche une diminution des teneurs moyennes annuelles par rapport à celle de 2005 sur les 3 piézomètres en aval direct dans la tranche 0-20 m, sans que cela change la classe de concentration. Tous les autres piézomètres montrent une stabilisation des concentrations.

### 2.6.2. Terril Ensisheim Est

**Au pied du terril d'Ensisheim Est**, les mesures effectuées sur le piézomètre multiple, situé au Nord-Est du terril, et les piézomètres au sud du terril montrent une stabilisation des concentrations avec des concentrations moyennes comparables à celles de 2005.

### 2.6.3. Terril Ensisheim Nord

**Au pied du terril d'Ensisheim Nord**, les mesures en 2006 effectuées sur les trois piézomètres (tranche 0-20 m) affichent une **augmentation importante des concentrations** en 2006 avec des concentrations de 1.5 à 3 g/L contre 0.5 g/L en 2005. En mai et novembre, les concentrations ont triplé par rapport aux mois précédents. Aucune explication ne peut être donnée aujourd'hui, les fortes pluies mensuelles listées dans le tableau suivant, ne correspondent pas aux pics de concentration des eaux souterraines en aval du terril.

Pluies mensuelles en mm au nord de Mulhouse (après le Bulletin de METEO France)

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
20	80	125	90	110	40	30	150	160	80	30	60

**En aval éloigné des terrils d'Ensisheim, aucun piézomètre ne permet de connaître l'évolution de l'axe de la langue sortant du bassin potassique.** Les teneurs en chlorures des piézomètres en bordure de l'axe à 2.5 km et plus en aval sont stables.

**Observations globales :**

Dans ce secteur, une stabilisation de la qualité des eaux souterraines par rapport aux derniers deux ans est observée en aval des terrils Ensisheim Ouest et Est. Les fortes variations mensuelles en aval des terrils montrent néanmoins, qu'un équilibre de concentrations n'est pas encore établi. **Ces variations sont également enregistrées en aval du terril Nord, mais avec une forte augmentation de la moyenne annuelle.** Cette évolution demande à être suivie de plus près.

**Piézomètres de référence (III. 15):**

Concentrations moyennes annuelles :

- 04132X0336 (terril Ensisheim Est) : 0.7 – 0.6 – 1.3 g/L en 2006 – 2005 - 2004

- 04132X0346 (Terril Ensisheim Nord) : 0.6 - 0.3 – 1.6 g/L en 2006 – 2005 - 2004

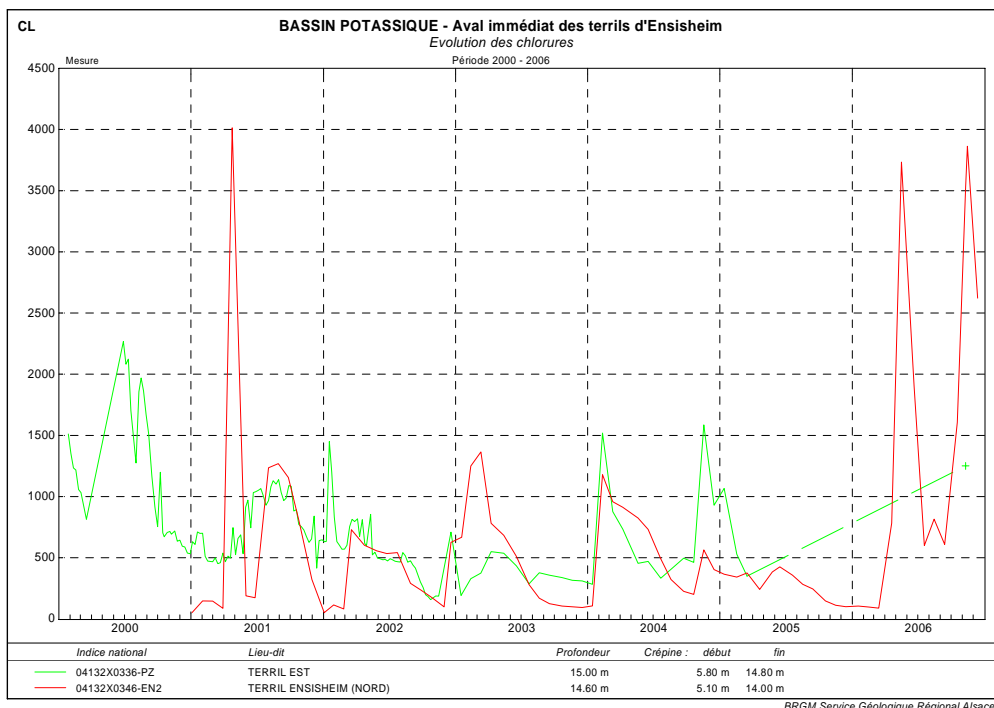


illustration 15 : Courbes de concentrations de l'aval direct des terrils d'Ensisheim

## 2.7. SECTEUR MARIE-LOUISE

La surveillance du secteur aval du terril est assurée par une trentaine de piézomètres (illustration 16). La dépollution de la nappe est effectuée sur 7 puits de fixation dont 3 profonds (« Dynamitière ») et par 4 puits de dépollution (« Rodolphe »).

La dissolution accélérée du terril Marie-Louise (tas n°3, 4 et 5) a débuté en mars 2001. La dissolution des tas n°3, 4 et 5 s'est achevée fin 2004, les tas 3 et 4 ont été remodelés en 2006. En 2006, les travaux ont continué sur le tas n°2 (dissolution accélérée) et sur le tas n°1 (injection d'eau au cœur du tas). Un drain a été posé en bordure du terril, complété localement par un fossé pour récupérer les saumures provenant des tas n° 1 et 2. Les travaux se termineront vraisemblablement en 2008<sup>11</sup>.

Le terril Marie-Louise se situe au Nord de la Thur en amont hydraulique des terrils Alex et Rodolphe. Les langues salées issues de ces terrils sont à l'origine de l'axe salé Ouest qui s'étend jusqu'au Sud de l'agglomération de Colmar.

**En amont Ouest du terril**, le piézomètre de Staffelfelden affiche une teneur moyenne en baisse après 5 années de hausse (238 mg/L contre 578 en 2005). La source de cette pollution n'est pas connue. Le piézomètre en amont direct du terril montre par contre une augmentation de la concentration moyenne à 14 contre 12.5 g/L en 2005.

<sup>11</sup> MDP (2002/2007) – Les terrils du bassin potassique. Etat récapitulatif de leur historique, extension, tonnages déposés et retirés. Impact sur la nappe phréatique et perspectives d'avenir.



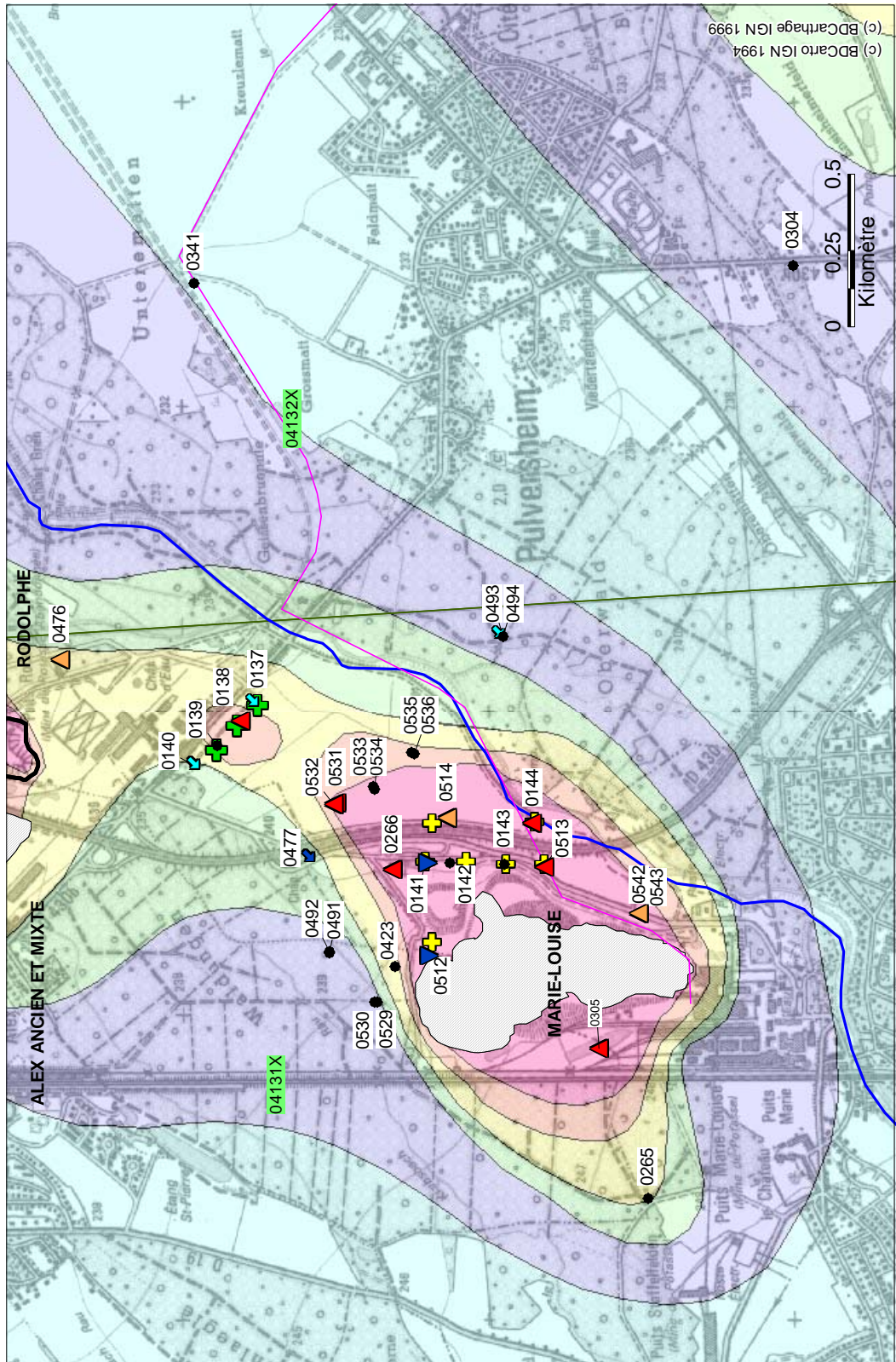


illustration 16 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 du secteur « Marie-Louise »

**En aval du terril**, les concentrations de deux puits de fixation ont baissé d'1 à 2 g/L par rapport à 2005. Les autres puits de fixation ainsi que les piézomètres au nord-est et à l'est du terril (tranche 0-20, 0-40 et 20-40 m) ont tous augmenté en concentration - en surface et en profondeur - depuis un ou deux ans. Ceci témoigne de l'activité des travaux de dissolution accélérée en cours. **La concentration importante jusqu'à 40 g/L montre qu'un important stock de sel se trouve encore dans la zone du terril. L'augmentation des concentrations peut être observée jusqu'au puits de dépollution Rodolphe.**

**Au Nord du terril Marie-Louise**, les piézomètres doubles montrent depuis 2002 des concentrations en chlorures inférieures à la CMA aussi bien en profondeur (20-30 m) qu'en surface (0-20 m) : les teneurs moyennes en 2006 sont inférieures à 100 mg/L.

**A l'aval des puits Dynamitière et des puits profonds « cité Marie-Louise » (500 m du terril / Aire de la Thur)**, le contrôle des eaux souterraines profondes et superficielles est assuré par une succession de piézomètres doubles. Dans l'axe de la langue, au niveau du piézomètre double le plus au nord, les concentrations moyennes annuelles en surface et en profondeur montrent des fortes augmentations à respectivement 1 et 2 g/L, ce qui montre une **avancée de la langue salée sur les deux niveaux d'aquifère.**

**Un kilomètre plus au Nord, les puits de dépollution Rodolphe** aux extrémités est et ouest de la ligne de puits (tranche aquifère 0-30 m) ont des teneurs inférieures à la CMA avec une tendance à la baisse tandis que le puits au centre dans l'axe de la langue montre une concentration moyenne annuelle en hausse par rapport aux derniers 2 ans (1.3 contre 0.9 g/L en 2005).

Cette augmentation au niveau du puits Rodolphe est à suivre pour vérifier si l'impacte vient de la langue salée en amont qui montre une avancé depuis deux ans de quelques centaines de mètres.

**Observations globales :**

De fortes concentrations des chlorures pompés dans le dispositif de dépollution de la nappe au nord et à l'est mettent en évidence l'activité de dissolution et indiquent qu'un important stock de sel se trouve encore dans la zone du terril. Une augmentation importante en aval dans l'axe de la langue montre par contre une avancée de quelques centaines de mètres de la langue salée superficielle et profonde. Le dispositif de fixation ne retient pas la globalité de la salure.

**La langue salée a globalement avancé de quelques centaines de mètres, elle est retenue par les puits de dépollution Rodolphe, qui forment la deuxième barrière des eaux salées venant du terril.**

**Piézomètres de référence (Ill. 17):**

Concentrations moyennes annuelles :

- 04131X0140 (P4 Rodolphe) : 142 – 158 mg/L en 2006 – 2005
- 04131X0533 (Air de la Thur) : 1.2 – 0.4 – 0.7 g/L en 2006 – 2005 - 2004

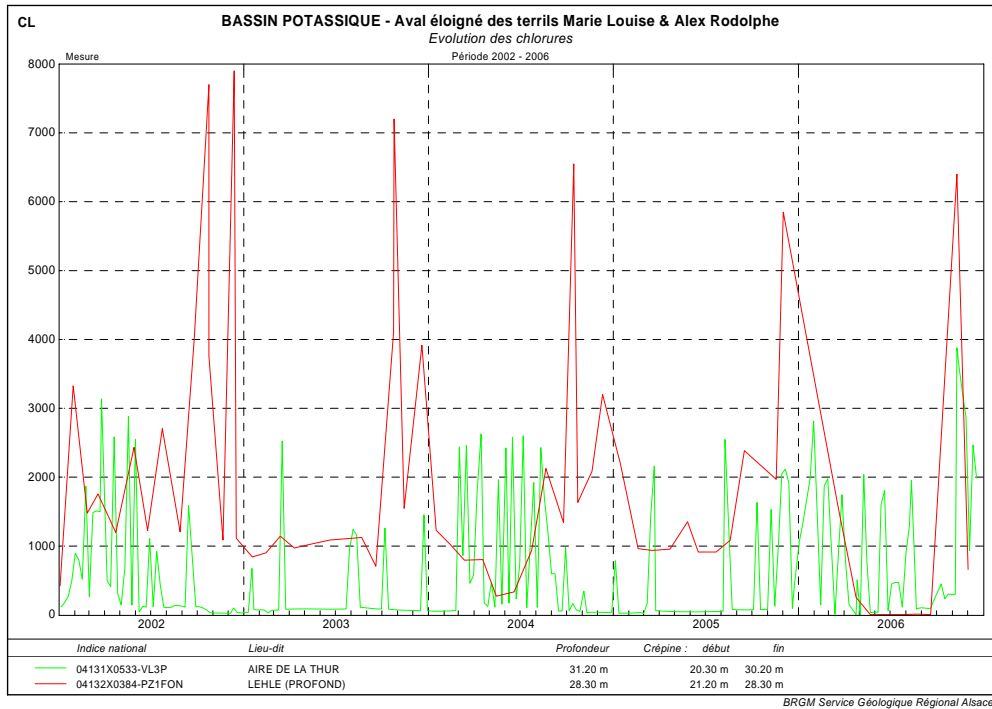


illustration 17 : Courbes de concentrations en aval des terrils Marie Louise et Alex-Rodolphe

## 2.8. SECTEUR ALEX-RODOLPHE

La dépollution de la nappe est effectuée par quatre puits : deux de fixation et deux autres de dépollution (illustration 18). Les deux terrils ont fait l'objet d'opérations de dissolution accélérée. Elle fut partielle sur le terril Rodolphe (traitement de 1991 à 1995) et totale sur le terril Alex (terminée fin 2000). Le terril Rodolphe a ensuite été traité par étanchement-végétalisation (fin des travaux en mars 2003) pour rester en zone verte où tout aménagement sera interdit. Sur le terril Alex mixte, la végétalisation est en cours et l'avenir de la zone reste à définir avec les municipalités concernées<sup>12</sup>.

En 1989, lors de la mise en place de la dissolution accélérée sur « Alex terril ancien » des fuites sont apparues à l'ouest du terril. La zone d'emprunt des deux puits de fixation Alex et Rodolphe ne couvrait pas toute la largeur des infiltrations. Ces fuites ont été invoquées pour expliquer en partie les fortes teneurs en chlorures enregistrées depuis quelques années aux puits EBE. En 1995, le nouveau puits de dépollution profond d'Ungersheim a été mis en place afin d'améliorer la récupération de la salure issue de la dissolution accélérée mise en œuvre en 1994 sur « Alex terril mixte ».

Les terrils Alex et Rodolphe se situent dans le prolongement de la langue salée Ouest en provenance de Marie-Louise.

<sup>12</sup> MDP (2007) – Les terrils du bassin potassique. Etat récapitulatif de leur historique, extension, tonnages déposés et retirés. Impact sur la nappe phréatique et perspectives d'avenir.

### **2.8.1. Rodolphe**

Sur les piézomètres à l'aval immédiat ainsi que sur le puits de fixation, on remarque une stabilisation des teneurs avec des concentrations des chlorures comprises entre 2 et 6 g/L. La teneur moyenne au puits de fixation reste à 5 g/L depuis 2005.

### **2.8.2. Alex**

Les teneurs moyennes en chlorures enregistrées au droit des deux piézomètres (crépinés respectivement entre 6-10 m et 6-24 m) situés au nord-ouest des terrils Alex sont stables et restent inférieures à la CMA.

En aval des terrils Alex, sur le puits de dépollution et celui de fixation, les teneurs en chlorures sont globalement en baisse depuis 1995 (récupération des résurgences de saumures par le fossé de ceinture). Sur ces ouvrages, plus l'aquifère s'approfondit vers le nord du terri, plus les concentrations diminuent (moyennes annuelles de 11.7 mg/L sur le puits de fixation contre 3.6 mg/L sur le puits de dépollution en 2006). La diminution continue des concentrations montre l'arrêt de l'alimentation de la langue salée par les anciens terrils aujourd'hui traités.

Ainsi, la langue salée vers le puits de dépollution à l'aval se caractérise par une interruption des concentrations > 2 g/L au niveau du deuxième puits de dépollution Ungersheim, dont les concentrations diminuent

### **2.8.3. Aval éloigné des terrils Alex-Rodolphe**

Afin d'améliorer la dépollution à l'aval des terrils Alex et Rodolphe, en particulier concernant les strates profondes, le puits de dépollution dit « d'Ungersheim » a été réalisé en mai 2002. Lors de la réalisation, il a été constaté que les teneurs étaient élevées en chlorures sur toute l'épaisseur de l'aquifère (entre 1 et 40 g/L) et augmentaient graduellement avec la profondeur<sup>13</sup>. Les piézomètres en aval témoignent également de la présence de sel à fortes concentrations dans la partie profonde et superficielle de l'aquifère.

Ce puits de dépollution complète le dispositif de dépollution des puits de fixation et le puits de dépollution des terrils Alex et Rodolphe en amont, car ces derniers captent l'aquifère dans sa partie superficielle ce qui n'empêche pas la propagation de la salure en profondeur.

En 2006, le puits de dépollution montre à nouveau une baisse importante de la teneur moyenne en chlorures de plus d'un gramme, 4.4 g/L contre 5.6 et 7.6 g/L en 2005 et 2004. L'effet de ce nouveau puits se fait sentir au niveau du piézomètre multiple situé 600 m en aval, où les teneurs en profondeur sont en décroissance. On observe la même évolution sur l'ouvrage situé à l'ouest de ce dernier qui affiche une teneur inférieure à la CMA (90 mg/L en 2006).

---

<sup>13</sup> Rapport TREDI Services n°0025-03/TS de janvier 2003.



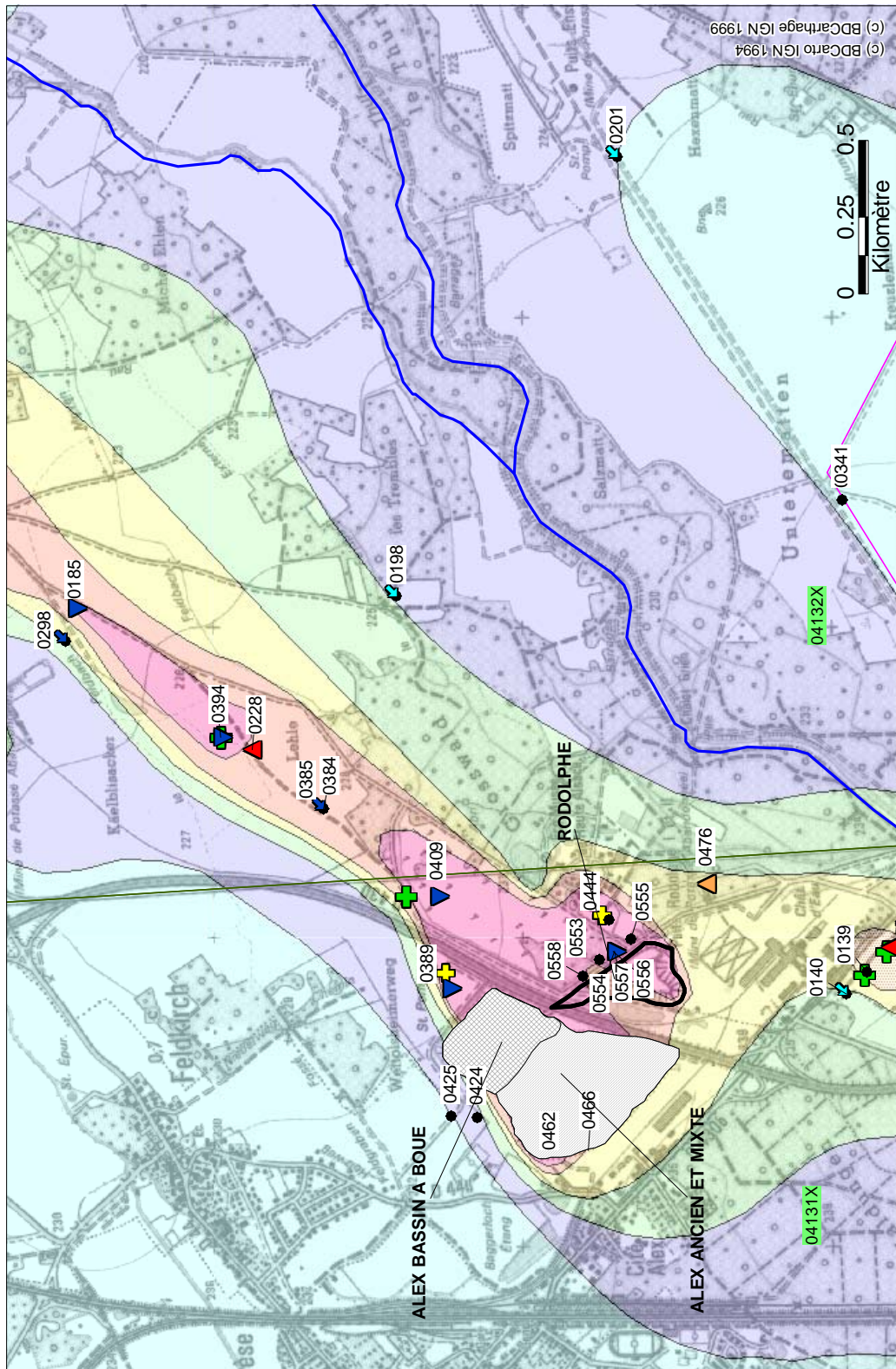


illustration 18 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 du secteur « Alex-Rodolphe »

**Observations globales :**

On constate une **nette amélioration à l'aval immédiat des terrils Alex et Rodolphe** avec une diminution des teneurs au niveau de la tranche 0-40 m.

Le puits de dépollution dit « d'Ungersheim » a permis d'améliorer la dépollution à l'aval éloigné des terrils Alex et Rodolphe.

La langue salée de concentration supérieure à 2 g/L s'est considérablement raccourcie et la langue globale s'est fortement amincie et détachée de la langue salée en aval du dispositif de dépollution en aval direct des terrils.

**Piézomètres de référence (Ill. 17 - 18):**

Concentrations moyennes annuelles :

- 04132X0385 (LEHLE PROFOND) : 1.1 g/L – 1.7 – 1.5 g/L en 2006 – 2005 – 2004
- 04132X0185 (UNGERSHEIM (LD SPITZACKER)) : multitube, voir graphique (Ill. 18)

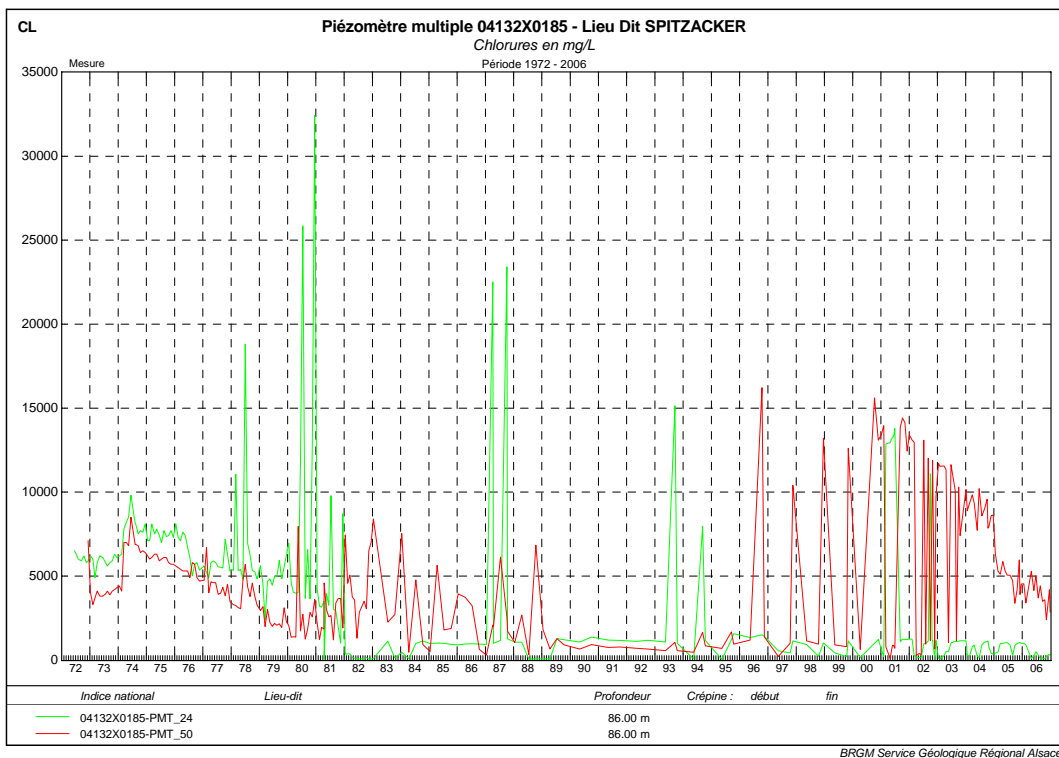


illustration 19 : Courbes de concentrations en aval des terrils Alex et Rodolphe

## 3. Résultats en 2006 sur les eaux souterraines en aval du bassin potassique

### 3.1. LA LANGUE SALEE OUEST

#### 3.1.1. Secteur des puits EBE

La langue salée Ouest semble se propager selon deux axes sur la commune d'Ungersheim (**Annexe 3**) :

- une branche principale à l'est en provenance des terrils Alex et Rodolphe qui va rejoindre le champ captant des puits EBE (Syndicat AEP d'Ensisheim, Bollwiller et Environs) ;
- une branche Ouest, à mi-distance de Raedersheim et d'Ungersheim, rejoignant la branche Est au niveau du champ captant d'EBE, dont l'origine naturelle semble se confirmer par les dernières études géophysiques et chimiques réalisées en 2004/2005. Elles ont localisé une source potentielle à l'est de Raedersheim, qui semble correspondre à une remontée naturelle de saumure par une faille du substratum<sup>14</sup>.

Cette source naturelle pourrait avoir une composition chlorurée calcique qui expliquerait les différences de faciès chimique observées entre les puits EBE pourtant proches les uns des autres, et qui semblent trop importantes pour être expliquées par des échanges ioniques. **Cependant cette hypothèse reste à vérifier par l'implantation d'un piézomètre de contrôle, qui sera réalisé dans les prochains mois.**

**En amont des puits EBE de la langue Ouest** (illustration 20), les teneurs moyennes annuelles en chlorures sur la quasi-totalité des piézomètres sont soit en baisse soit constantes.

D'importantes diminutions de concentration sont observées sur le piézomètre multitube le plus en amont de la langue Ouest - Ungersheim (4 contre 5 et 9 g/L en 2005 et 2004). Sur la bordure Ouest de la langue salée Ouest, branche Ouest, le piézomètre double Seffler (crépiné de 32 à 42 m) continue également à baisser dans la nappe supérieure et dans la nappe inférieure (1.2 g/L contre 1.4 et 1.6 g/L en 2005 et 2004).

---

<sup>14</sup> Rapport BRGM RP-54275-FR : Elsass P. (2005) – Etude géophysique des langues salées du Bassin potassique. Synthèse des travaux 2002-2005.



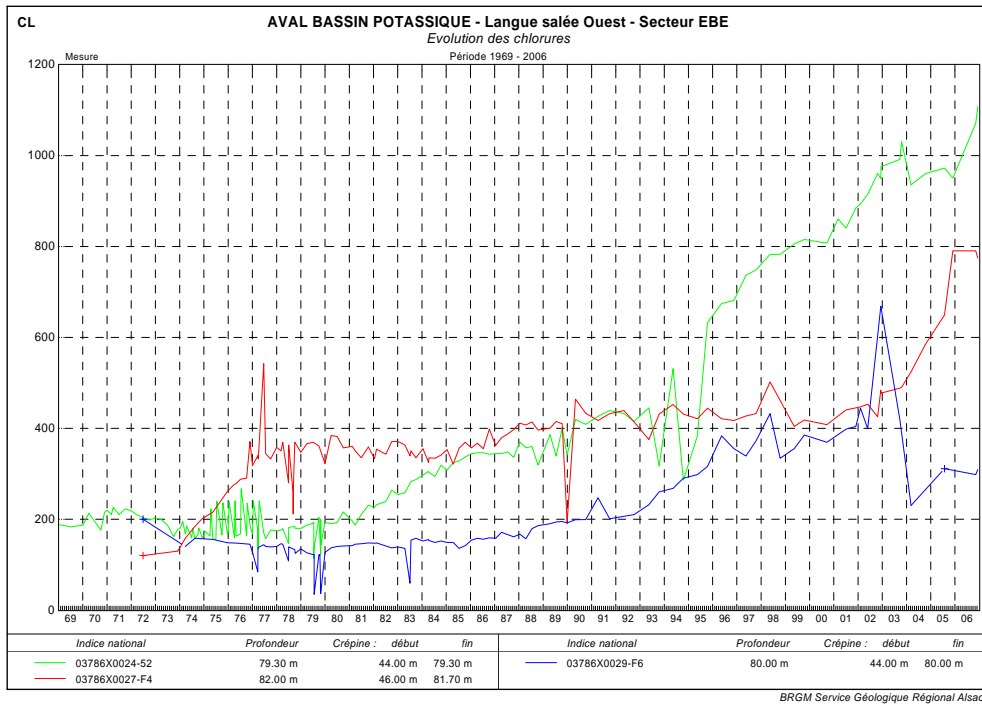


illustration 20 : Courbes de concentrations dans le secteur des puits EBE

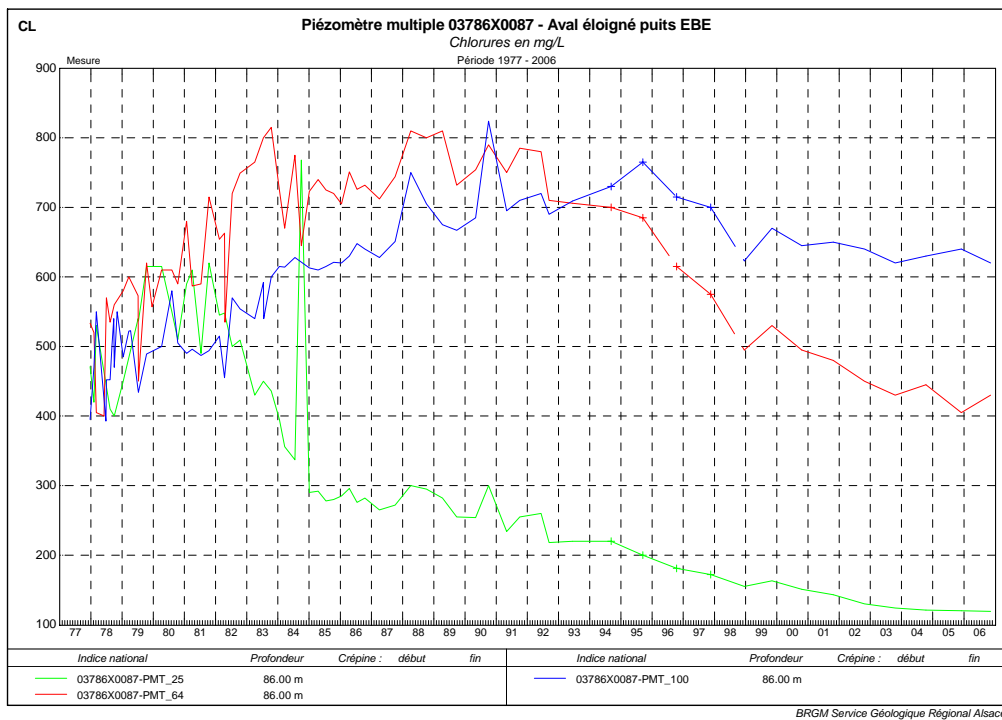


illustration 21 : Courbes de concentrations en aval éloigné des puits EBE

Le puits Hochstatten, en forte augmentation en 2005 reste stable en 2006 avec une moyenne de 0.4 g/L, par contre il fluctue beaucoup avec des concentrations jusqu'à 2 g/L.

Par contre, le puits à l'ouest de la Route de Raedersheim et celui en aval du puits d'Ungersheim est affichent des augmentations (163 et 110 mg/L en 2006 contre 117 et 86 mg/L en 2005).

**Entre les branches Ouest et Est**, le point de prélèvement (prof. 28 m) montre une teneur en chlorures stable, toujours inférieure à la CMA.

**Sur les puits du Syndicat EBE**, captant la tranche aquifère 40-80 m, **une augmentation des teneurs moyennes en chlorures en 2006 est observée sur les trois ouvrages au Nord** (790/1060/1070 mg/L contre 720/860/960 mg/l en 2005), confirmant la tendance à l'augmentation enregistrée depuis 1980.

Le captage situé le plus au Sud semble se stabiliser autour de 300 mg/L.

Pour information : Entre 2001 et 2003, les 6 puits ont fonctionné à tour de rôle pendant 10 h/jour avec un débit global de 3400-3500 m<sup>3</sup>/j. Le puits 28 a été arrêté en février 2003. Depuis 2004, les 5 puits pompent chacun 1 h/jour avec 60 à 80 m<sup>3</sup>/h de débit pour un maintien des ouvrages.

**Sur la bordure Est de la langue salée (à l'est des puits EBE)**, le piézomètre multiple de Merxheim qui affichait une évolution générale à la baisse depuis 1990 puis une tendance à l'augmentation en 2003, se stabilise à des concentrations de 210 à 230 mg/L en 2006.

### **3.1.2. Aval des puits EBE – Secteur de Meyenheim**

Les ouvrages superficiels et profonds montrent en 2006 une stabilisation des teneurs moyennes en chlorures.

**Au Sud de Meyenheim, entre les langues salées Ouest et Est**, entre l'Ill et la Thur, le piézomètre multiple affiche des teneurs moyennes en chlorures inférieures à la CMA sur l'ensemble de l'aquifère (8 à 116 m), inférieures à 30 mg/L en 2006.

### **3.1.3. Aval des puits EBE – Secteur de Munwiller**

**Dans l'axe de la langue salée Ouest**, à 4 km au Nord des puits EBE, à la limite de la langue salée supérieure à 250 mg/L, le piézomètre triple de Munwiller montre des teneurs moyennes qui fluctuent fortement d'une année à l'autre, en 2006 on observe une augmentation de la nappe profonde et moyenne (430 et 620 mg/L contre 120 mg/l en 2005).

**A l'ouest**, les piézomètres superficiels montrent en 2006 des valeurs relativement semblables à celles des deux dernières années avec de faibles variations qui ne changent pas la classe de concentration.

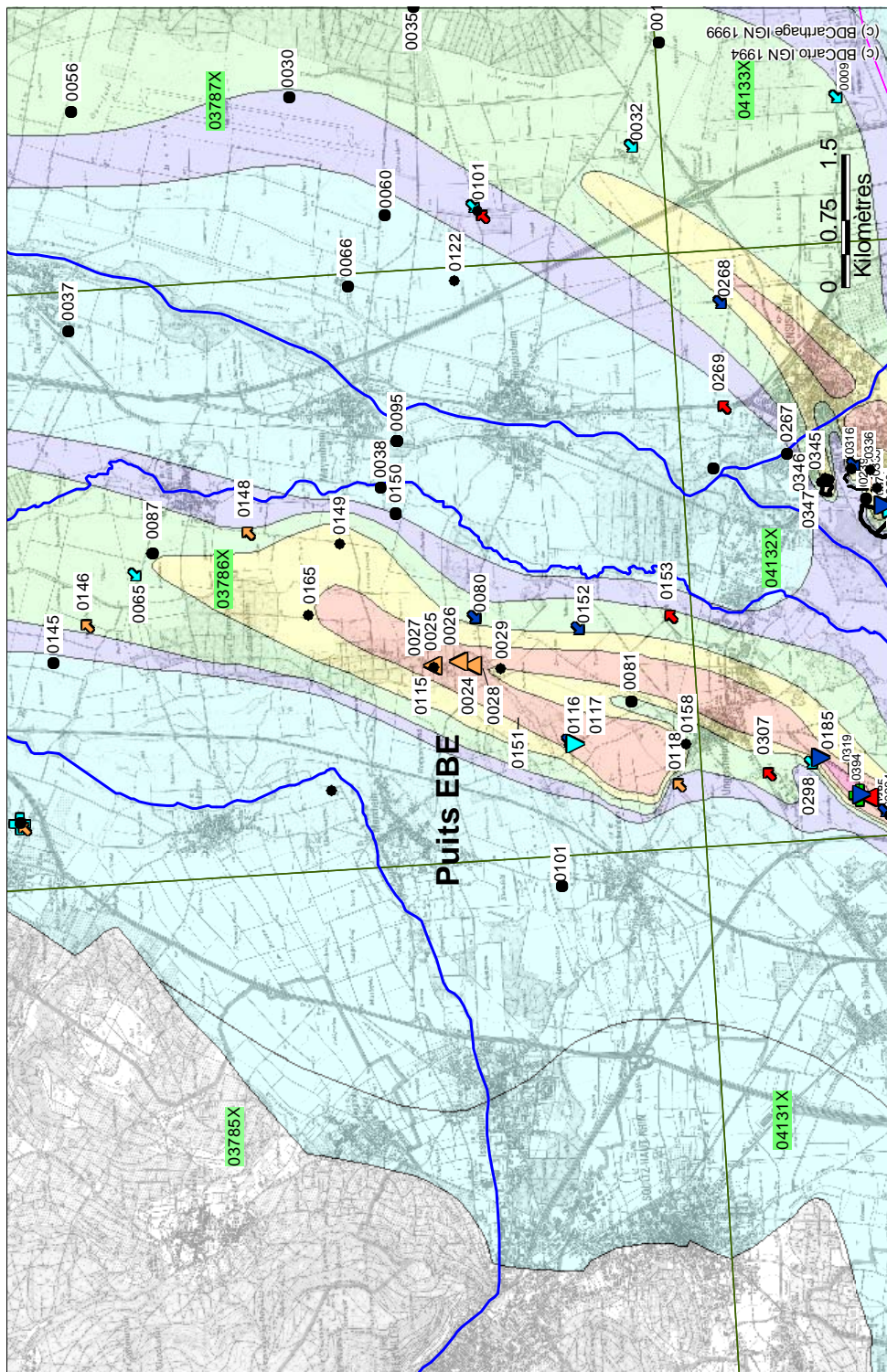
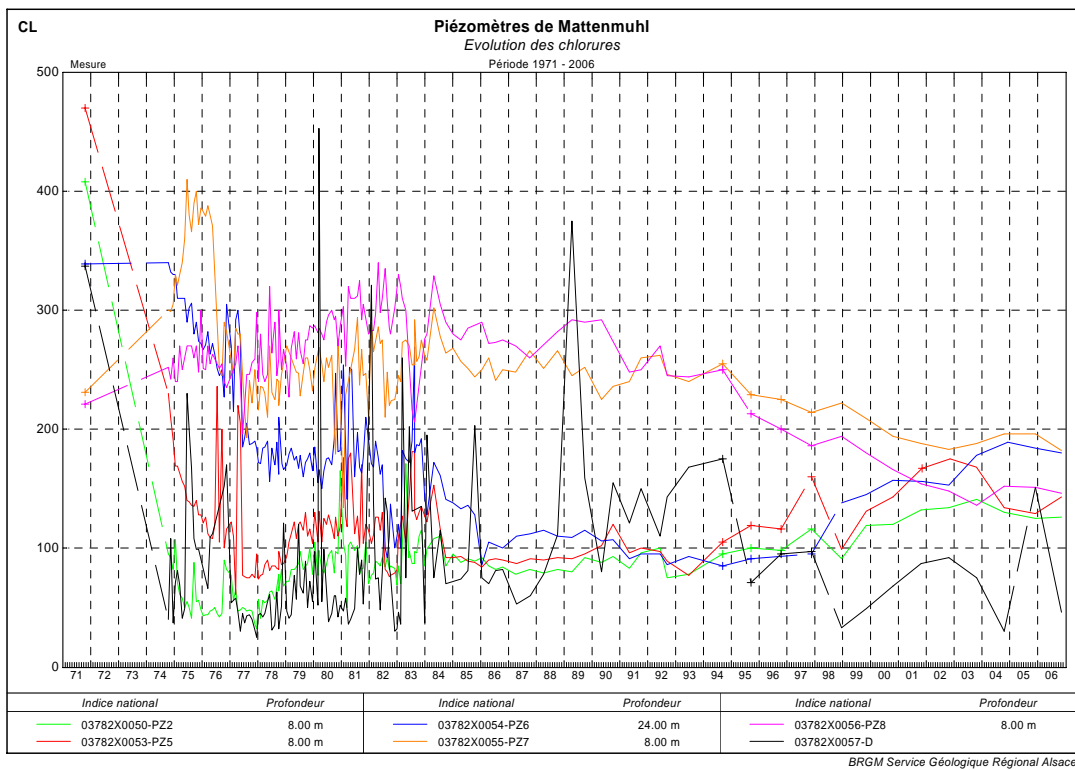


illustration 22 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 du secteur « Langue salée Ouest - Puits EBE »

### Piézomètres de Mattenuhl

Au Sud de Colmar, l'évolution des teneurs en chlorures de la langue salée Ouest est suivie par le profil des **piézomètres superficiels de Mattenuhl** (*illustration 23*). L'ensemble des valeurs sont inférieures à la CMA à 150 à 200 mg/L sans évolution notable.

Le **piézomètre profond multiple de Mattenuhl**, situé sur la frange Ouest de la langue, permet d'observer la stratification de la salure. L'ensemble des teneurs en chlorures restent inférieur à la CMA (198 à 242 mg/L en 2006), mais depuis 1995, on observe une augmentation des teneurs, en 2006, **les valeurs sont stabilisées par rapport à 2005, mais restent très proches de la CMA** (*illustration 24*).



*illustration 23 : Courbes de concentrations du secteur Mattenuhl*

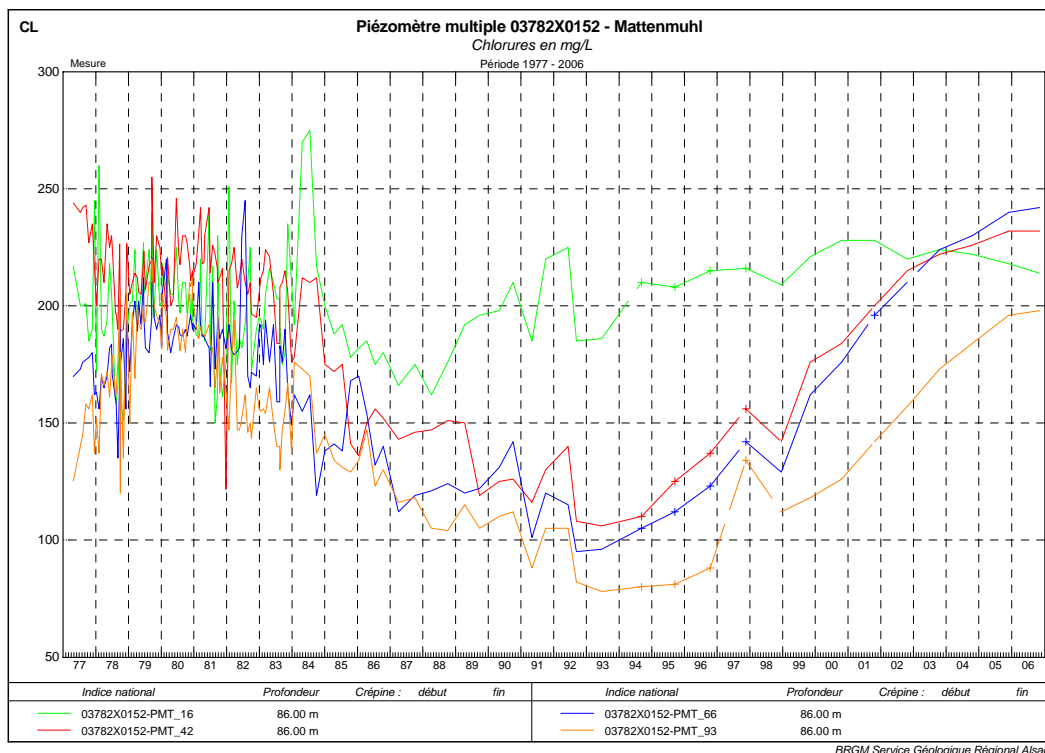


illustration 24 : Courbes de concentrations du piézomètre multiple, secteur Mattenuhl

### 3.1.4. Forages AEP de Colmar : Neuland et Grosser Dornig

Les puits AEP de Colmar (deux puits « Neuland » et deux puits « Grosser Dornig ») se trouvent en aval des puits d'EBE dans la continuité de la langue Ouest.

Depuis 1980, la salure augmente dans le puits AEP Neuland 1 (40-80 m) qui était le moins salé pendant les rejets en rivière. Il est ensuite devenu le plus salé après leur arrêt. En 2006, les concentrations ont légèrement augmenté et elles restent supérieures à la CMA avec environ 268 mg/L en 2006 (contre 260 en 2005), comme le puits AEP Neuland 2 (243 mg/L en 2006 contre 230 mg/L en 2005).

Les deux puits AEP du Grosser Dornig 1 et 2 en décroissance à partir de 1986 puis en croissance à nouveau à partir de 1994, montrent une stabilisation avec des concentrations moyennes annuelles en 2006 183 et 192 respectivement (en 2005 : 183 et 192 mg/L).

Les analyses de l'évolution du calcium (Ca) et du sodium (Na) fournies en 2005 par la DDASS montraient que le rapport molaire du calcium sur le sodium tend à augmenter légèrement depuis 1990 (cf. rapport de 2006).

Les puits EBE en amont montrent également des rapports molaires élevés, notamment sur les puits les plus au nord influencés par la branche ouest de la langue ouest. En

2006, des analyses ioniques ont été réalisées et montrent différentes zones de fortes concentrations en chlorures calciques :

- le long du Dollerbaechlein au Sud, en forte augmentation depuis quelques années
- aux puits de Spitzacker en aval d'Alex Rodolphe, en baisse depuis quelques années
- et aux puits d'EBE, avec un rapport le plus fort dans le puits le plus au nord.

On ne connaît pas la genèse de ces chlorures calciques, dont l'origine peut être attribuée soit à des apports d'eaux profondes salées calciques, soit à des échanges d'ions sur des argiles de l'aquifère, soit aux deux phénomènes.

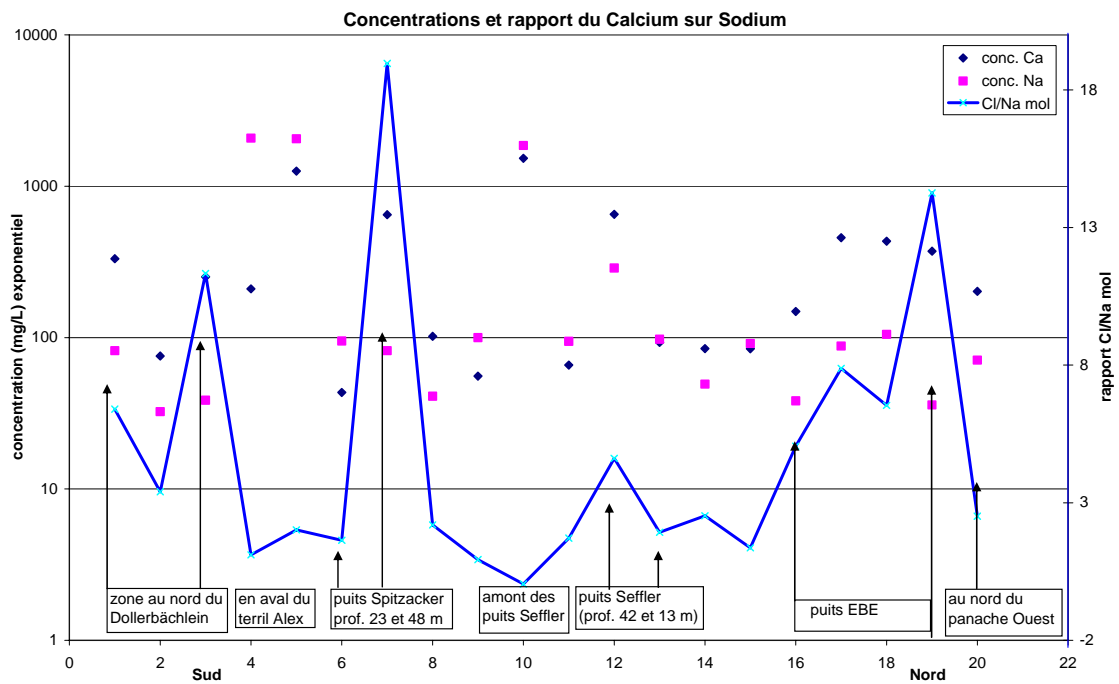


illustration 25 : Evolution des concentrations Na et Ca du Sud au Nord, du Dollerbaechlein jusqu'au nord des puits EBE



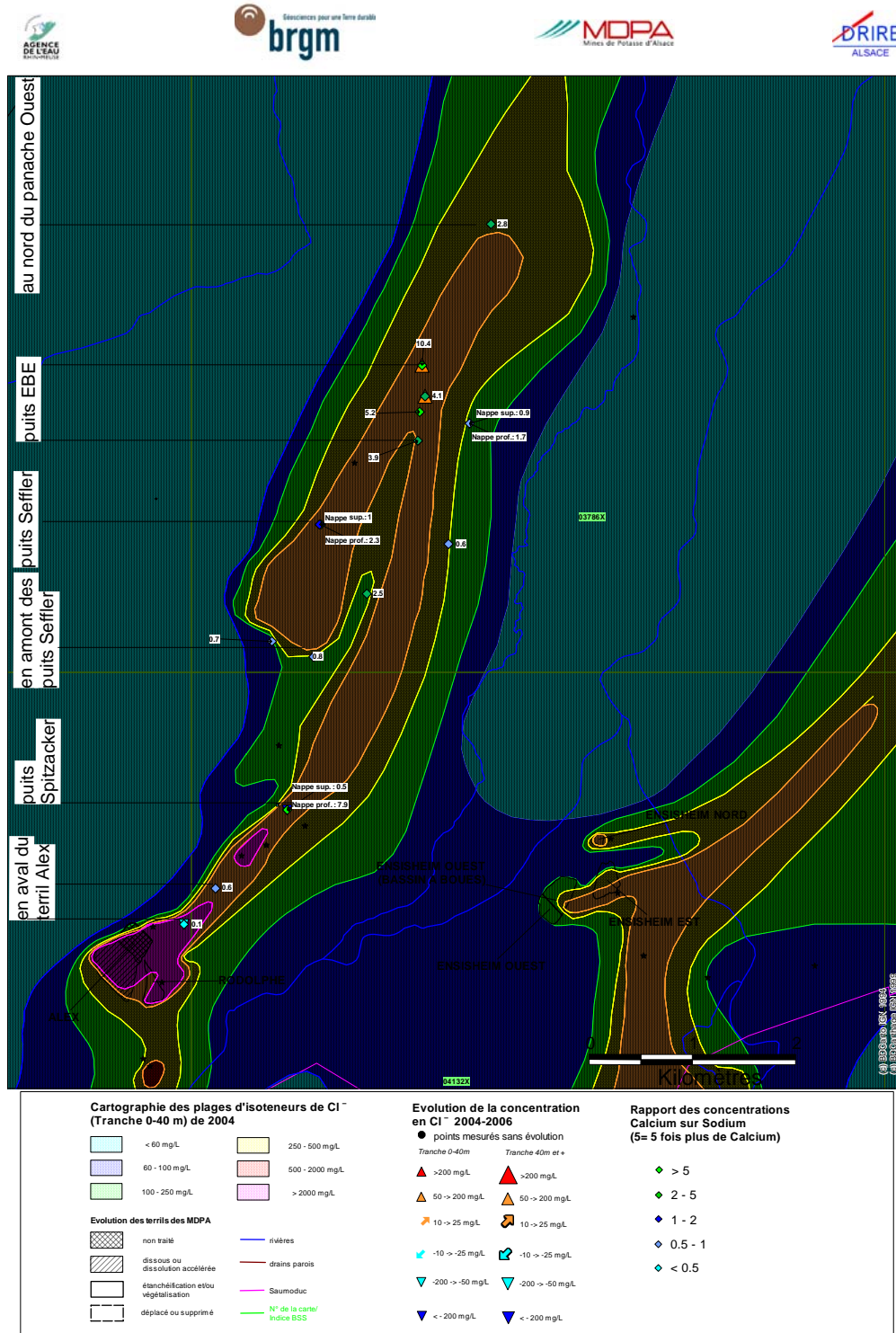


illustration 26 : Evolution des concentrations en Na et Ca depuis 1970 dans les puits AEP de Colmar



### 3.2. LA LANGUE SALEE EST

A l'aval des terrils Ensisheim, la langue salée Est s'étend à l'est de l'III jusqu'à Niederhergheim. La progression en aval de la langue salée Est est stoppée depuis 2003 avec **une stabilisation des teneurs en chlorures** sur toute la tranche aquifère (illustration 28).

Les campagnes de géophysique de 2004 (rapport BRGM-RP-53126-FR) ont confirmé la cartographie de la langue salée Est. Les profils d'Oberhergheim et Niederhergheim montrent une salure inférieure à 600 mg/L apparemment plus élevée entre 30 et 50 m de profondeur, mais cette apparence est sans doute due au contraste de porosité entre les alluvions récentes et anciennes. Il y aurait donc des eaux salées depuis 30 m jusqu'au substratum sans stratification très marquée et **sans saumure dense à la base** de l'aquifère.

**Au voisinage de la langue salée Est**, les teneurs en chlorures sont contrôlées par les piézomètres multiples de Meyenheim (Illustration 27) au Sud et d'Oberhergheim au Nord (illustration 28). Les concentrations de ces ouvrages et de ceux de la langue salée jusqu'au niveau de Niederhergheim sont toutes stables ou en diminution depuis deux ans.

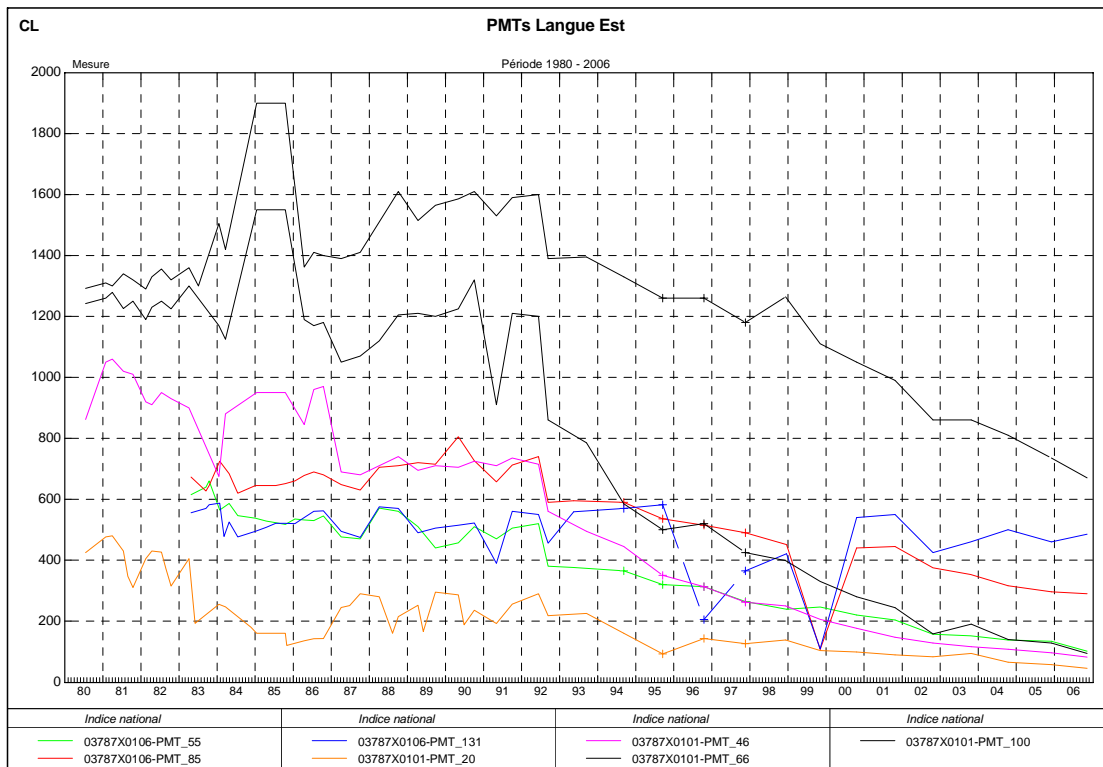


illustration 27 : Courbes de concentrations des Multitubes de la langue Est

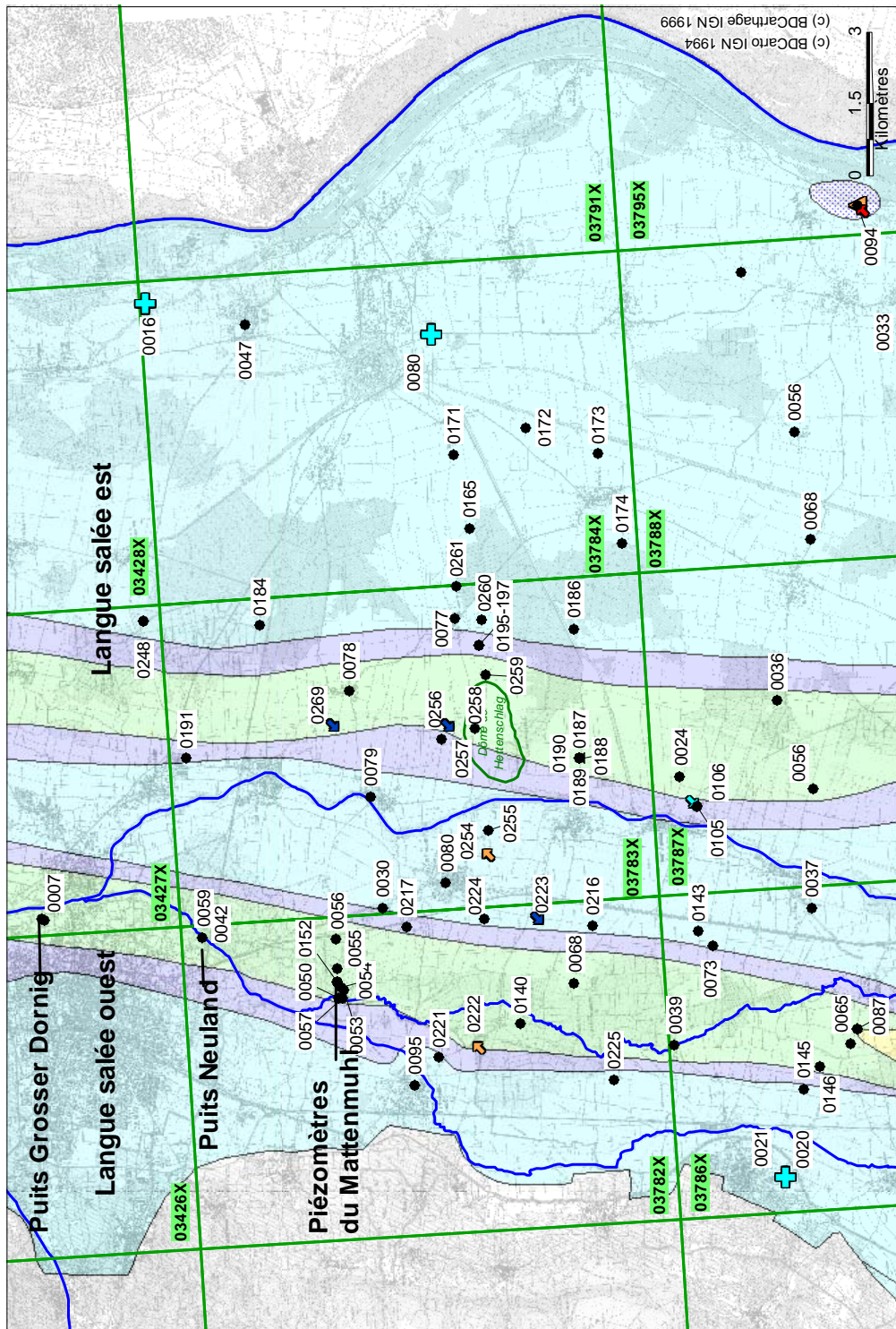


illustration 28 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 du secteur « Aval des langues salées Ouest et Est »

Les piézomètres multiples montrent des teneurs croissantes avec la profondeur. En 2006, la moyenne des teneurs est comprise entre 0.1 et 0.7 g/L, les valeurs sont comparables à celles de 2005 et 2004.

**A l'est du dôme de Hettenschlag** (flanc Est de la langue salée Est) le piézomètre multiple<sup>15</sup> montre encore en 2006 des valeurs inférieures à la CMA sur l'ensemble des tranches aquifères, confirmant que la salure profonde ne contourne pas le dôme de Hettenschlag par l'est.

**En aval du dôme de Hettenschlag**, les teneurs en 2006 en chlorures dans l'aquifère superficiel sont toutes stables ou en baisse et inférieures à la CMA.

### 3.3. SAUMODUC ET BORDURE RHENANE

Le saumoduc (rigole de rejet des saumures des MDPa) traverse la plaine d'Ouest en Est, depuis Ensisheim jusqu'à Blodelsheim. Cet ouvrage, créé dans les années 30 et renforcé dans les années 60, a présenté des fuites qui se sont notamment répercutées, à partir de 1988, par une augmentation brutale des chlorures à l'ancien puits d'alimentation en eau potable de Blodelsheim. Des investigations ont permis de circonscrire la zone contaminée et de remédier aux défauts d'étanchéité. Un réseau d'une vingtaine de points de mesure continue d'être observé à une fréquence mensuelle par les MDPa et une campagne géophysique annuelle est menée pour identifier des fuites éventuelles du saumoduc.

Le réseau d'alimentation en eau potable avait été réaménagé. Depuis février 1998, les communes de Blodelsheim et de Fessenheim sont à nouveau alimentées par les deux puits AEP.

**A l'est de la langue salée Est et au Nord du saumoduc** (illustration 29), les concentrations en chlorures sont comprises en générale entre 30 et 50 mg/L.

Dans le cadre du projet INTERREG II « **Inventaire de la qualité des eaux souterraines de la vallée du Rhin supérieur** » (1997-1998), deux piézomètres multiples profonds (situés au nord de la fin du saumoduc) ont été réalisés à Balgau côté français et à Bremgarten côté allemand suite à une reconnaissance géophysique électrique et sismique haute résolution<sup>16</sup>. Un dôme du substratum complètement inconnu jusqu'alors a été mis en évidence au Nord de l'île de Fessenheim : ce « **Dôme de Balgau** » a une influence primordiale sur les écoulements dans les couches profondes de l'aquifère.

---

<sup>15</sup> Piézomètre d'alerte mis en place en 1999 par la Colmarienne des Eaux situé en amont du futur champ captant du Kastenwald.

<sup>16</sup> Région Alsace, 2000

Le piézomètre multiple de Balgau<sup>17</sup> **au Nord-Est de Fessenheim** affiche à nouveau en 2006 des teneurs en hausse dans les deux tranches profondes (40-80 et 80-120 m), avec respectivement 760 - 6100 mg/L et 29 – 107 pour les 2 tranches superficielles.

Les résultats des teneurs en chlorures en 2006 mettent en évidence le **maintien de la bonne qualité des eaux souterraines** dans le secteur du saumoduc avec des teneurs inférieures à la CMA. Par contre, sur le piézomètre multiple près du **dôme de Balgau**, les deux tranches profondes de l'aquifère montrent une **augmentation des concentrations**.

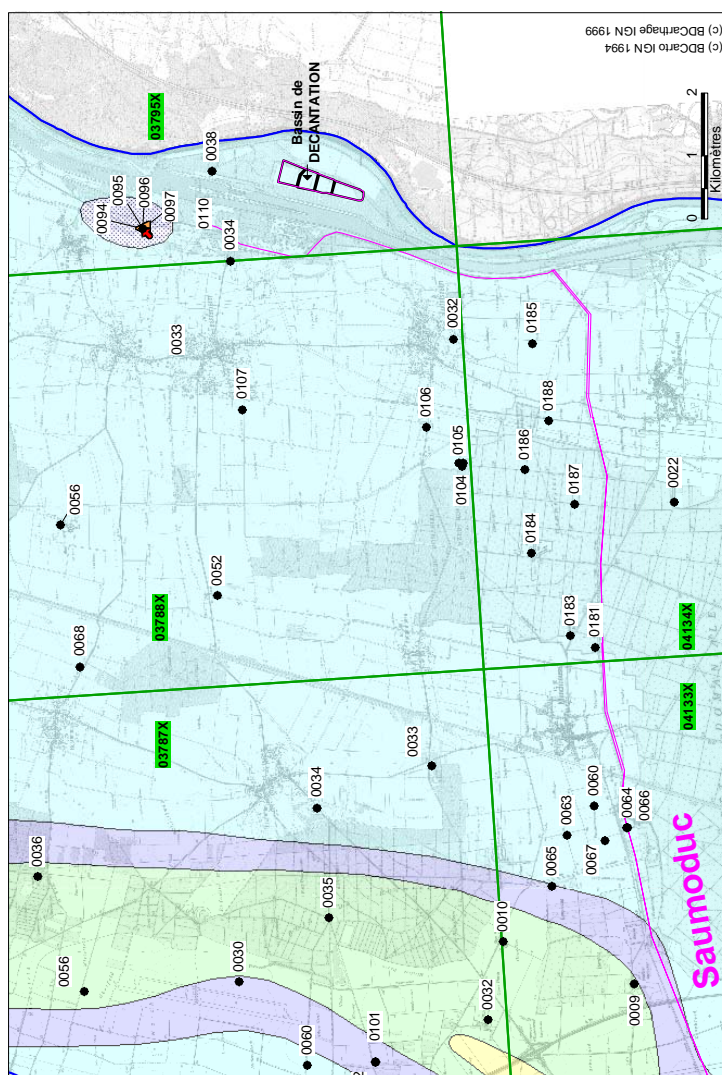


illustration 29 : Carte de l'évolution des concentrations entre 2004 et 2006 du secteur est du saumoduc

<sup>17</sup> Ce piézomètre montre une stratification très nette de la salinité : cette pollution des couches profondes de l'aquifère aurait pour origine les fuites des bassins-tampon de l'île de Fessenheim entre 1951 et 1976.



## 4. Etudes géophysiques en 2007

### 4.1. OBJECTIFS DE LA CAMPAGNE 2007

La cartographie annuelle des langues salées et la modélisation effectuées par le BRGM ont soulevé quelques interrogations sur la trajectoire exacte des langues salées à l'aval des terrils Joseph Else et des terrils Anna :

- Aval de Joseph Else : le modèle prédit une trajectoire des langues salées vers le Nord-Est alors que la cartographie trace une trajectoire Ouest-Est.
- Langue issue de Joseph Else : cette langue apparaît de plus en plus amincie dans les cartographies au point que la question se pose de la réalité de cette langue tracée à partir d'un seul point, le 04136X0510 Grossacker.
- Aval des terrils Anna : la cartographie postule l'existence d'une langue plus salée se dirigeant vers le Nord-Est en se basant sur un seul point de mesure (04132X0276 à Wittenheim).

Par ailleurs l'avancement de la dépollution fait que l'on se pose des questions sur l'origine de la salinité en plusieurs points du Bassin potassique situé en amont de terrils ou en dehors de langues salées connues (illus ) :

- L'ancien captage Fernand 04132X0111 touché par des chlorures calciques,
- Les puits Rodolphe P2 et P3 également touchés par des chlorures calciques,
- Le piézomètre 04131X0265 qui montre des teneurs constantes à l'amont du terriil Marie-Louise,
- L'amont des terrils Théodore et Eugène.

La campagne géophysique 2007 a été réalisée afin de tenter d'apporter des réponses à ces interrogations. 9 profils ont été réalisés, totalisant plus de 6 km de profils. Nous passerons rapidement les résultats en revue du point de vue des implications pour la cartographie de la salure.

## 4.2. PRINCIPAUX RESULTATS

### 4.2.1. Aval de Joseph Else

Le profil Silbermattle a confirmé la cartographie, avec des concentrations élevées sous le niveau argileux au niveau du terril disparaissant vers le Nord, bien que la possibilité de salure au niveau du substratum ne puisse être exclue tout au Nord du profil (Illustration 30)

Le profil Grossacker quant à lui a montré l'absence de langue salée dans sa partie sud, ce qui nous permet d'interrompre la langue salée issue des terrils Joseph Else à ce niveau.

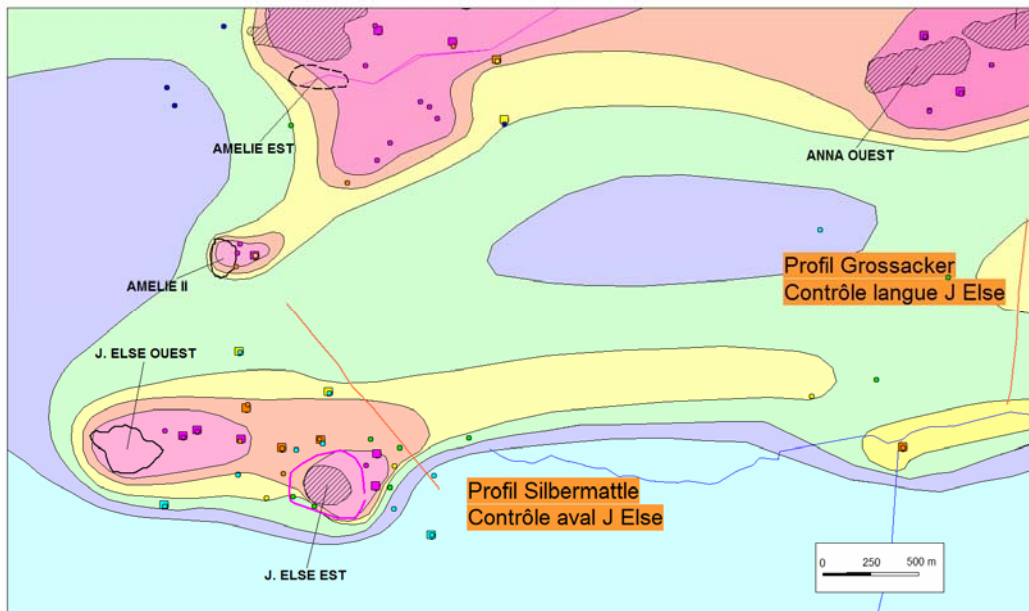


Illustration 30: Profils géophysiques en aval de Joseph Else

### 4.2.2. Aval des terrils Anna

Le profil Ortlishaag à l'aval du terril Anna met en évidence des concentrations élevées en chlorures dans la partie inférieure des alluvions ; ces concentrations sont particulièrement élevées dans la partie sud et confirment ainsi la cartographie (Illustration 31).

Les deux profils de contrôle Fernand devaient rechercher la connexion entre les concentrations en chlorures calciques rencontrées dans l'ancien puits Fernand ; ils montrent que la partie supérieure de l'aquifère est entièrement libre de chlorures, et que le puits semble attirer une salure locale.

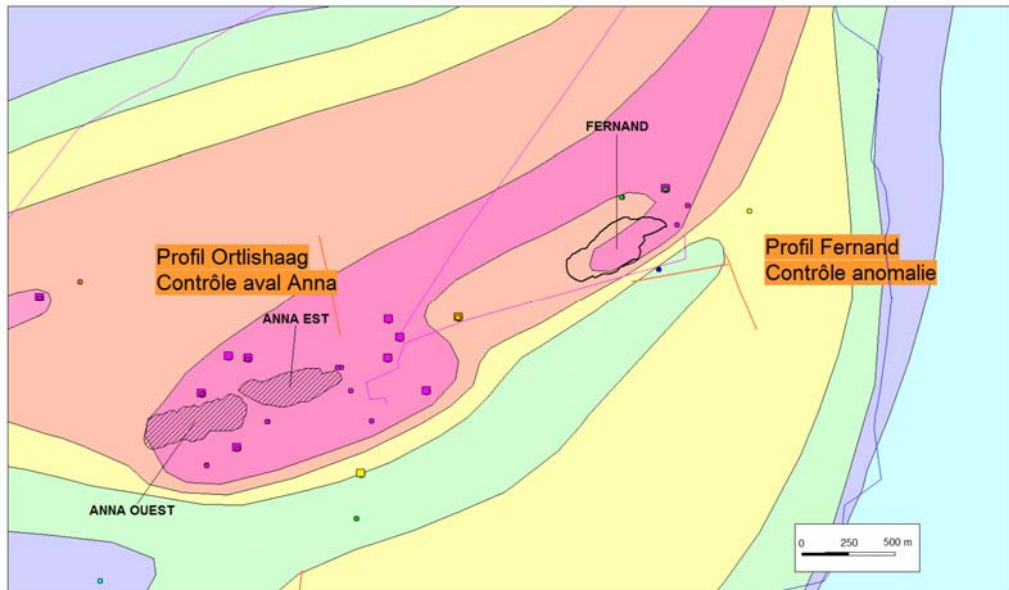


Illustration 31 : Profils géophysiques dans le secteur Fernand-Anna

#### 4.2.3. Amont Théodore

Une salinité jusqu'à 1 g/L est rencontrée en amont des terrils Théodore et Eugène. Elle a déjà été reconnue par le profil Nord-Sud « Theodore ». Le nouveau profil Schoensteinbach montre qu'une salure assez uniforme est bien présente en amont du terri Eugène à la base de l'aquifère, confirmant la cartographie (Illustration 32). Une interprétation très hypothétique des données serait une alimentation de cette salure par plusieurs petites langues E-W en provenance de la faille bordière du gisement.

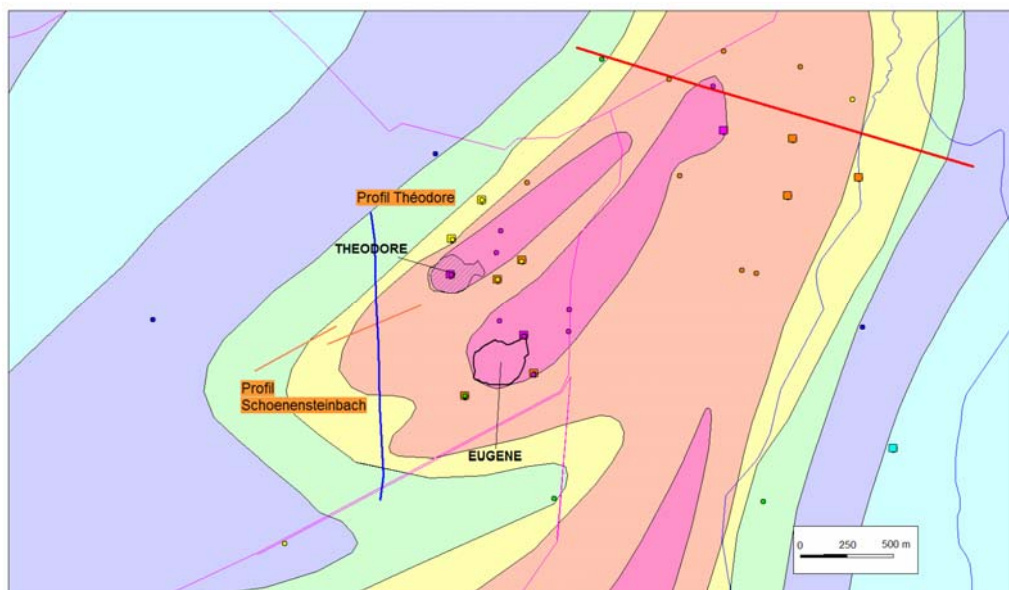


Illustration 32 : Profils géophysiques en amont de Théodore



#### 4.2.4. Secteur Marie-Louise

Le profil Marie-Louise était destiné à reconnaître le piézomètre 04131X0265 qui montre des teneurs constantes à l'amont du terril Marie-Louise (Illustration 33). Il montre le développement d'un puissant niveau argileux (rencontré dans le piézomètre) dont l'épaisseur augmente vers le SW ; entre le piézomètre et le terril, on observe à la fois une salure superficielle, que capte le piézomètre, et une salure profonde à concentration plus élevée (Illustration 34). La question de l'origine de cette salure profonde reste ouverte.

Le profil Rodolphe devait reconnaître si l'anomalie en chlorures calciques des puits Rodolphe est bien indépendante de la salure du terril Marie-Louise tel que le représente la carte. Malheureusement les mesures ont été perturbées par des bruits électromagnétiques et sont ininterprétables.

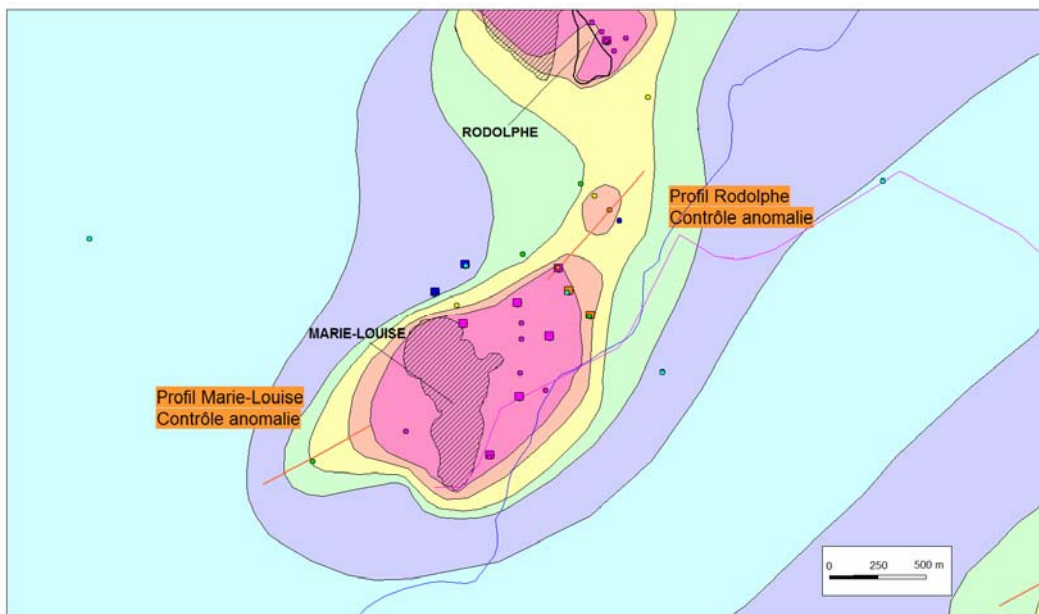


Illustration 33 : Profils géophysiques autour du terril Marie-Louise

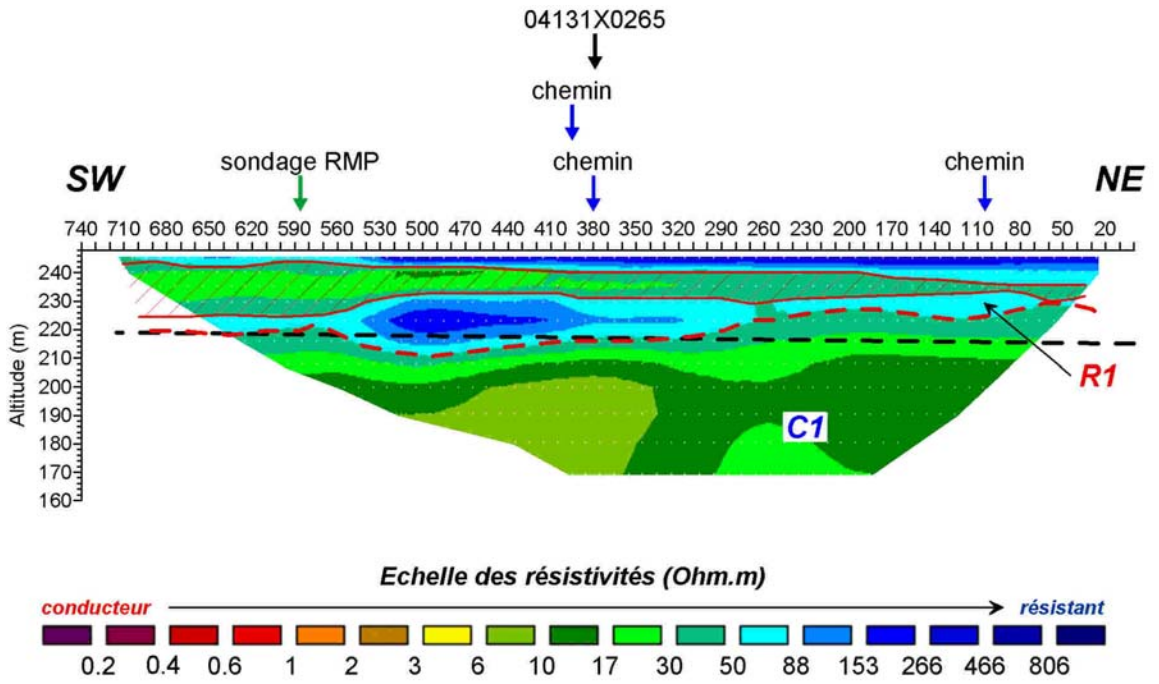


Illustration 34 : Profil de résistivité à l'amont de Marie-Louise



## 5. Décontamination de la nappe

### 5.1. HISTORIQUE

Au début de l'exploitation (de 1910 à 1933), les sels résiduels du traitement de la potasse ont été systématiquement mis en terrils, à proximité des mines ; quinze terrils ont été édifiés à cette époque sur le sol existant, deux terrils ont encore été créés ultérieurement dans les années 1959-1960 (Joseph-Else Est et Eugène).

A partir de 1934, seuls les insolubles ont été déposés sur les terrils. Le lavage lors du traitement n'a cessé de faire décroître la teneur en NaCl des produits déposés. Après l'arrêt de Marie-Louise en juillet 1999, un seul terril est resté fonctionnel jusqu'en 2002, celui d'Amélie I Nord ; il n'y a plus de dépôts à terril depuis. Depuis leur origine, près de 18,5 millions de tonnes de NaCl ont été déposées sur les terrils.

A partir des eaux de pluie, le processus d'infiltration du sel contenu dans les terrils vers la nappe se fait essentiellement par percolation à travers la masse. Les eaux se chargent presque à saturation (à plus de 200 g/L de chlorures). En effet, à Ensisheim Est, on a retrouvé à la base du terril une dalle insoluble salé massif.

A partir de 1976, un ensemble de puits de fixation a été mis en place. La fixation des terrils Amélie, Anna et Marie Louise a été largement complétée de 1999 à 2003 (11 puits). Ces ouvrages, situés à l'aval immédiat des terrils, pompent l'eau salée de la nappe pour la rejeter au Rhin par l'intermédiaire du saumoduc, constituant ainsi un barrage hydraulique destiné à arrêter la progression vers l'aval de la pollution saline.

A partir de 1989, un programme volontariste d'élimination des sources de pollution a été mis en œuvre et des actions spécifiques ont été engagées selon deux méthodes :

- la **dissolution accélérée** des sels des terrils les plus concentrés visant à leur élimination jusqu'à une limite qu'il convient de définir (notion de terril résiduel ayant un impact admissible sur la nappe) ;
- l'**étanchement-végétalisation** envisagé sur les terrils à faible teneur en sel et validée par le groupe de travail en 2002 .

Pour protéger la nappe en complément de ces actions, l'optimisation des puits de fixation et de dépollution permet de reprendre plus ou moins efficacement les quantités de sel infiltrées à partir des terrils.

En 2006, la plupart des terrils ont été traités ou sont en cours de traitement, soit par dissolution accélérée soit par étanchement-végétalisation.

## 5.2. BILAN DE LA DÉPOLLUTION EN 2006

Suite aux actions de dépollution entreprises, la masse de chlorures évacuée du bassin potassique par le saumoduc en 2006 est estimée au 01/01/2007 à 443 206 tonnes, qui correspondent cette année (illustration 35) :

- pour **35%** à la masse extraite de la nappe par les **puits de dépollution, les puits de fixation et les drains**, soit 144000 tonnes de chlorures ;
- pour **65%** à la masse provenant de la **dissolution accélérée des terrils Marie-Louise, Amélie Nord, Fernand et Anna** soit 299 150 tonnes de chlorures.

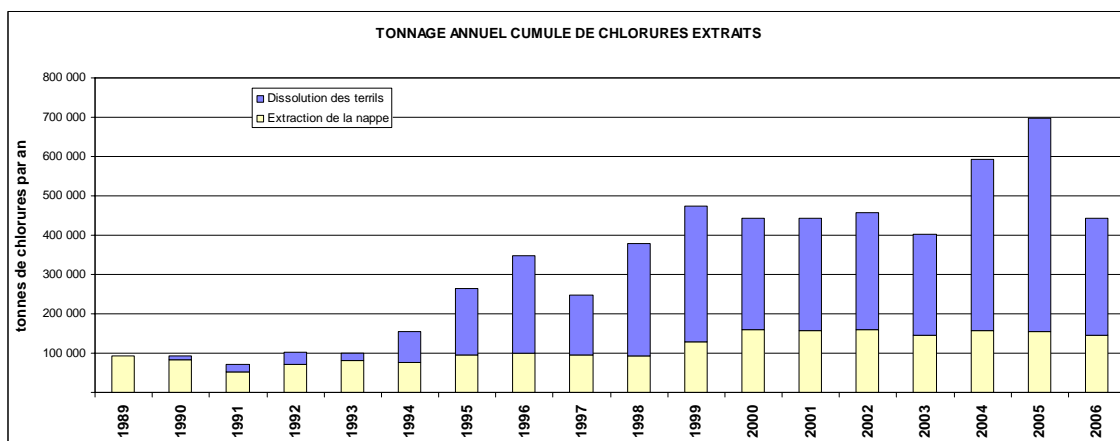
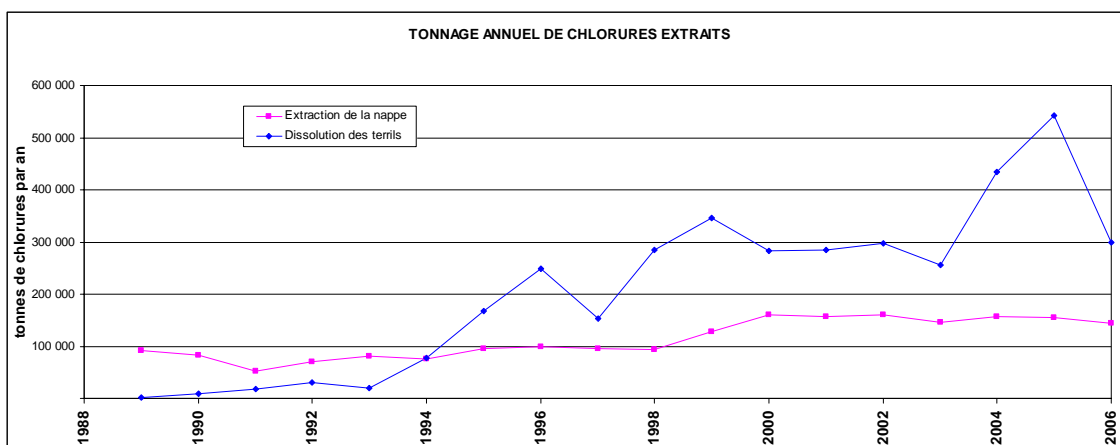


illustration 35 - Bilan 2006 des flux de matière en tonnes de chlorures (estimation BRGM d'après les données MDP)

La dissolution se stabilise en 2006 autour de 144 000 après une année record en 2005 grâce au renforcement et l'optimisation des dispositifs de fixation et de dépollution. En considérant que la nappe reçoit annuellement par **infiltration des terrils** 18811 tonnes de chlorures (estimation par les MDP), la quantité extraite de 144 056 tonnes de chlorures entraîne une **dépollution** nette de la nappe de 125245 tonnes de chlorures, soit plus qu'un quart du stock contenu dans la nappe (illustration 36).

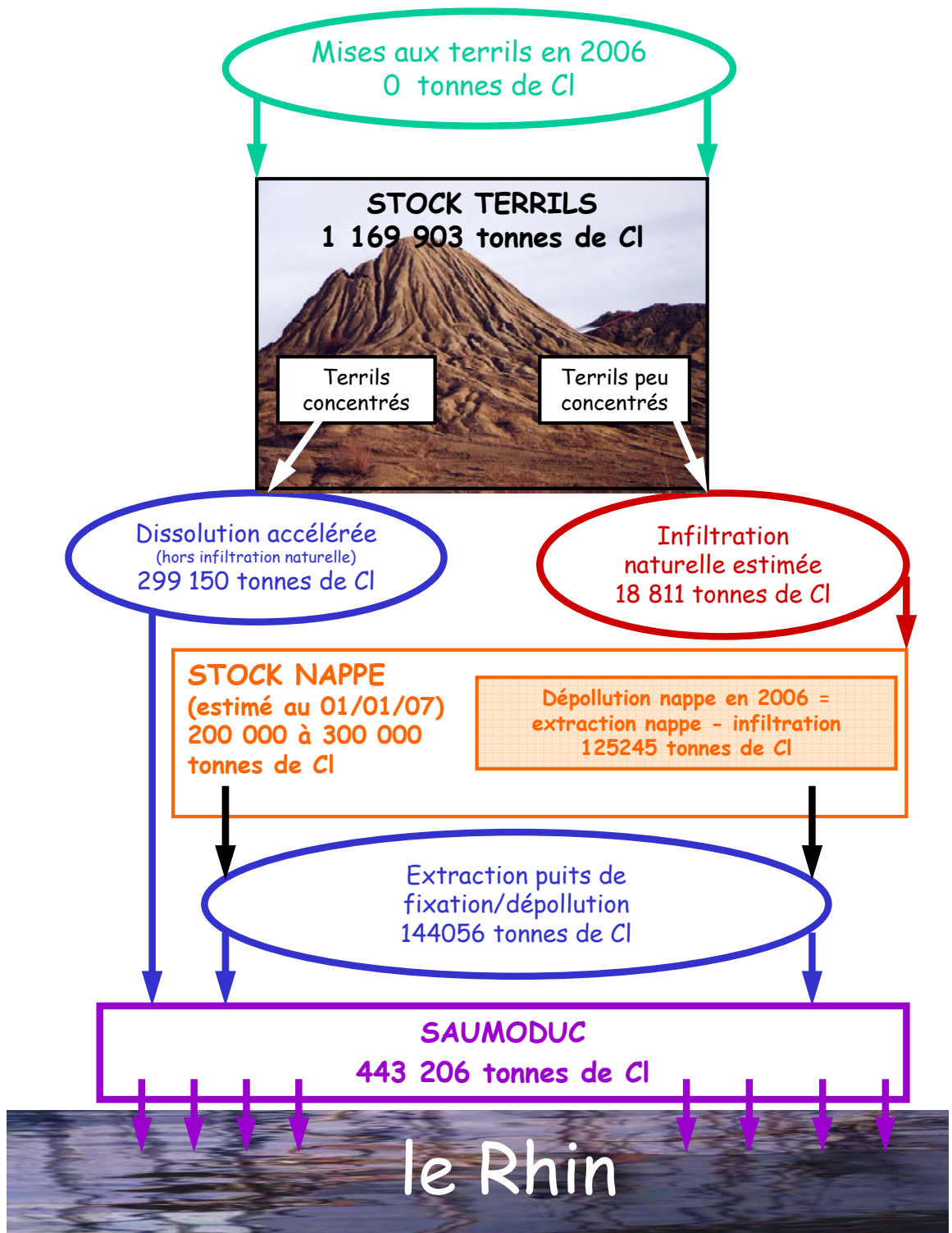


illustration 36 : Bilan 2006 de la dépollution en tonnes de chlorures (estimation BRGM d'après les données MDP)





## 6. Conclusions

Le présent rapport dresse le bilan des 5514 mesures des chlorures effectuées en 2006 et collectées dans le secteur s'étendant de Mulhouse à Colmar sur 429 points qui constituent le réseau de surveillance de la salure au droit du bassin potassique et à l'aval (réseau élargi). Le réseau suivi par les MDPA comporte 292 ouvrages sur lesquels ont été réalisés 5100 mesures, soit moitié moins que l'année 2005 suite à l'optimisation du réseau et des fréquences de prélèvement.

La surface de nappe (entre 0 et 40 m) au-dessus de la concentration de 250 mg/L est en légère baisse par rapport à l'année précédente et représente environ 46 km<sup>2</sup> (contre 48 km<sup>2</sup> en 2005), les surfaces de concentrations supérieures à 500 et 2000 mg/L restant stables.

Il apparaît de plus en plus clairement qu'il existe sous la plupart des terrils un stock de saumure concentrée peu mobile qui sera plus long à éliminer que l'on ne le pensait jusqu'à présent.

Le tableau suivant montre pour chaque secteur en aval des terrils les principales évolutions observées. Certains terrils montrent une amélioration importante suite à la fin du traitement des terrils, en revanche les dernières opérations de dissolution accélérée semblent avoir provoqué une augmentation locale des teneurs pour les secteurs Marie-Louise et Fernand-Anna.

Les teneurs dans le secteur d'Ensisheim montrent des fortes fluctuations d'un mois sur l'autre avec des pics ponctuels qui montrent que la salure n'est pas encore stabilisée dans le secteur.

L'augmentation des concentrations en chlorures aux puits du Syndicat EBE ainsi qu'au puits de Colmar reste toujours inexplicée. Des recherches sur l'origine de ces chlorures en amont des puits EBE devraient être entreprises par le Syndicat.

Les bilans de dépollution faits d'après les données fournies par les MDPA et les estimations du BRGM montrent que la dépollution de la nappe se poursuit depuis 1999-2000 à un rythme de plus de 125 000 tonnes de chlorures par an pour un stock résiduel dans la nappe de l'ordre de 200 000 à 300 000 tonnes. Cette situation favorable résulte d'une part de l'implantation de nombreux nouveaux ouvrages de fixation et de dépollution et de l'optimisation des pompes, et d'autre part du fait que l'avancement dans la résorption des sources de pollution (par dissolution accélérée et étanchement-végétalisation des terrils) diminue les infiltrations dans la nappe, compensant ainsi la baisse des teneurs observées dans un certain nombre de puits de fixation et de dépollution.

SYNTHESE DES MESURES DE SURVEILLANCE DE LA SALINITE ET DES OPERATIONS DE DEPOLLUTION DANS LE BASSIN POTASSIQUE

Secteur	Opérations réalisées ou en cours (2006)	Puits de pompage		Puits de surveillance	Evolution constatée en 2005 (teneurs Cl- en mg/l)	Remarques	Propositions, suite du programme
		Puits de fixation	Puits de dépollution				
Wittelsheim : puits du Langenzug		2 Puits AEP encore en service			Légère augmentation, la langue de 250 mg/L est arrivée en amont proche des puits	A préciser le fonctionnement d'entretien des ouvrages arrêtés.	
<b>Amélie</b> (Amélie I Nord, Est, II)	Dissolution en cours pour Am I	4 + 6	3	40	Hausse (>10000) à proximité, amélioration à l'aval éloigné	L'amélioration en aval montre que les hausses locales due au traitement sont maîtrisées.	Continuation de la surveillance en cours jusqu'à l'arrêt de la dissolution
	Etanchement et végétalisation d'Am II terminés	1	5		Stable ou en baisse Stock profond sous Amélie II avec des concentrations toujours importantes en aval (> 10 000 mg/L)	Pas de puits de fixation, des puits de dépollution en aval éloigné montrent des valeurs >2000 mg/L	Piézomètre en aval éloigné des terrils Amélie n'est plus mesuré - (d'après les MDP A, il n'est plus accessible)
<b>Joseph Elise</b>	JE Ouest : étanch. et végétal. en cours	2		40	Nette amélioration	La géophysique a permis de définir la langue salée en aval, la langue salée supérieure à 0.5 g/L est interrompue.	Continuer le pompage des drains afin de récupérer le sel resté sous le terril
	JE Est : dissolution finie depuis 2005	1			Malgré baisse depuis 2 ans, concentration très élevée. Stock profond sous terril (30 000 mg/L)		
<b>Dollerbaechlein aval éloigné</b>					Forte augmentation des piézos près du Dollerbächlein depuis 2 ans (1900 mg/L)	Origine incertaine, peut-être transfert par le Dollerbächlein.	Campagne de mesure de la salinité des eaux superficielles

<b><u>Fernand-Anna</u></b>	Anna : dissolution (2001 à 2007)	2		20	Augmentation des teneurs dans les horizons superficiels et profonds au sud d' Anna, concentrations au nord stabilisées	Fuite de salure vers le Sud non maîtrisée par des pompages, mais intercepté par les puits de fixation Fernand	Evolution à suivre
	Fernand : dissolution achevée en 2006, végét. en cours	1		10	Amélioration de la zone est, mais augmentation des teneurs au nord de Fernand (> 4000 mg/L)	Fuite de salure vers le Nord non maîtrisée par des pompages	Vérifier l'efficacité des puits de fixation par rapport au nord du terri
<b><u>Théodore-Eugène</u></b>	Dissolution et modelage achevés	2 + 2		20 + 15	Teneurs stables à proximité (3000-4000 mg/L), amélioration en aval	Fuites en aval direct de Théodore mais captage aval	
	Dissolution et modelage achevés	2 (arrêtés)		15	Stabilisation Ensisheim Est, Amélioration sensible Ensisheim W Dégradation importante Ensisheim N (> 3000 mg/L)	Concentrations pas encore stabilisées.	Continuer la surveillance pour confirmer l'évolution apparue en 2006 à Ensisheim N
<b><u>Marie-Louise</u></b>	Dissolution jusqu'en 2008	7 dont 3 profond		30	Détérioration par la dissolution en aval, avancée de la langue salée	Fuite de la salure mais elle est interceptée par les puits Rodolphe	Surveiller l'efficacité des puits de fixation
<b><u>Alex-Rodolphe</u></b>	Dissolution terminée. Végétalisation en cours pour Alex et achevée pour Rodolphe	2	2	6+9	Nette amélioration, mais salure en surface (> 10000 mg/L)	Continuer la surveillance	

illustration 37 : Tableau de synthèse des opérations et de la surveillance dans le bassin potassique.



**Annexe 1 :**  
**Tableaux des points de contrôle et des résultats**  
**d'analyses du réseau "SALURE" de 2006**



en jaune les PMT			en bleu les PMC			en vert nouveaux piézomètres																			
INDICE	DESIGNATION	LOCALITE	janv.-06	fevr.-06	mars-06	avr.-06	mai-06	juin-06	juil.-06	août-06	sept-06	oct-06	nov-06	déc-06	MOY_2006 (mg/L)	NB_VAL	MOY_2005 (mg/L)	MOY_2004 (mg/L)	Différence_2006/ 2005 (mg/L)	Différence_2005/ 2004 (mg/L)	X_LAMBERT	Y_LAMBERT	Z_SOL	Tranche	Aquifère
03427X0001	F1	AEP GROSSER DORNIG	180	180	180	180	200	180	180	185	180	185	190	180	183	17	183	177	0	6	975630	2354970	185.8	40-80 m	AquifNF
03427X0007	F2	AEP GROSSER DORNIG	190	185	190	205	200	190	190	180	190	195	200	200	192	17	192	191	0	1	975660	2355010	185.8	0-80 m	AquifNF
03427X0248	100M	KASTENWALD 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	42	1	42	38	0	4	981829	2352885	190	40-80 m	AquifNF
03427X0248	50M	KASTENWALD 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	43	1	42	38	1	4	981829	2352885	190	40-80 m	AquifNF
03782X0042	0/	AEP NEULAND F2	230	265	230	240	240	240	240	235	250	240	250	250	243	17	238	229	4.5	9	975040	2351620	189.2	40-120 m	AquifNF
03782X0050	PZ2	MATTENMUHL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126	126	1	125	130	1	-5	974000	2348820	192.8	0-20 m	AquifSUP
03782X0053	PZ5	MATTENMUHL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143	143	1	129	134	14	-5	974170	2348720	193.2	0-20 m	AquifSUP
03782X0054	PZ6	MATTENMUHL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	180	1	184	189	-4	-5	974220	2348770	193	0-20 m	AquifSUP
03782X0055	PZ7	MATTENMUHL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	182	182	1	196	196	-14	0	974630	2348850	193.3	0-20 m	AquifSUP
03782X0056	PZ8	MATTENMUHL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146	146	1	151	152	-5	-1	975220	2348880	193.3	0-20 m	AquifSUP
03782X0057	D	RIVIERE VIEILLE THUR (MATTENMUHL)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	46	1	151	30	-105	121	974020	2348750	193	Surface	AquifSUP
03782X0059	0/	NEULAND F1(1969)	280	240	250	275	290	265	270	265	270	270	270	280	268	17	261	262	7	-1	975260	2351660	189.5	40-80 m	AquifNF
03782X0068	F	FERME WINKELHOF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	180	1	194	186	-14	8	974320	2343920	200	0-20 m	AquifSUP
03782X0095	F	PLACE DE EGLISE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	48	1	42	34	6	8	972210	2347240	193	0-20 m	AquifSUP
03782X0140	0/	BOIS DE ROUFFACH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172	172	1	163	180	9	-17	973470	2345050	196	0-80 m	AquifSUP
03782X0152	16M	MATTENMUHL (PROFOND)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	214	214	1	218	222	-4	-4	974350	2348870	192	0-20 m	AquifSUP
03782X0152	42M	MATTENMUHL (PROFOND)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	232	232	1	232	226	0	6	974350	2348870	192	20-40 m	AquifSUP
03782X0152	66M	MATTENMUHL (PROFOND)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	242	242	1	240	230	2	10	974350	2348870	192	40-80 m	AquifNF
03782X0152	93M	MATTENMUHL (PROFOND)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	198	198	1	196	184	2	12	974350	2348870	192	80-120 m	AquifNF
03782X0216	F	LOCHFELD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	44	1	42	48	2	-6	975511	2343543	200	0-20 m	AquifSUP
03782X0217	GRAV	LD HOLZACKERFELD NORD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	53	1	57	59	-4	-2	975479	2347420	194.5	0-20 m	AquifSUP
03782X0221	F	ENTRE D16 IV ET D1 BIS	0	0	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	1	104	57	-46	47	972770	2346740	195	0-20 m	AquifSUP
03782X0222	F	KLEIN RODLE OUEST D1BIS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	150	1	144	120	6	24	973080	2346020	195	0-20 m	AquifSUP
03782X0223	F	RIED SUD D1BIS	0	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	1	51	108	-10	-57	975560	2344600	198	0-20 m	AquifSUP
03782X0224	F	LOCHFELD OUEST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	49	1	45	48	4	-3	975656	2345797	198	0-20 m	AquifSUP
03782X0225	F	LINDENLOECHLE	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	1	28	28	-2	0	972310	2343090	200	0-20 m	AquifSUP
03783X0030	F	SICMA ROOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	47	1	44	38	3	6	975880	2347910	194	0-20 m	AquifSUP
03783X0077	MDP191	RUE DES CHAMPS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	55	1	47	47	8	0	981900	2346400	197	0-20 m	AquifSUP
03783X0078	MDP192	COMMUNAL SUD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	190	190	1	191	144	-1	47	980390	2348610	194	0-20 m	AquifSUP
03783X0079	MDP193	SUD DU RESTAURANT FRIED	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	24	1	39	26	-15	13	978190	2348170	194	0-20 m	AquifSUP
03783X0080	F	RUE DU REMPART	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	41	1	34	35	7	-1	976410	2346590	196	0-20 m	AquifSUP
03783X0184	KAST2	KASTENWALD (LINDENKUPPEL)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	38	1	34	35	4	-1	981744	2350483	192	40-80 m	AquifNF
03783X0186	GRAV	GRAVIERE LD BUTTERMILCH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	42	1	35	37	7	-2	981663	2343932	201	0-20 m	AquifSUP
03783X0187	PM1	AUF DINTZEN (PZ MULTITUBES)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	465	465	1	430	450	35	-20	978980	2343815	200.5	80-120 m	AquifNF
03783X0188	PM2	AUF DINTZEN (PZ MULTITUBES)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	390	390	1	390	390	0	0	978980	2343815	200.5	40-80 m	AquifNF
03783X0189	PM3	AUF DINTZEN (PZ MULTITUBES)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	278	278	1	286	292	-8	-6	978980	2343815	200.5	40-80 m	AquifNF
03783X0190	PM4	AUF DINTZEN (PZ MULTITUBES)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140	140	1	170	170	-30	0	978980	2343815	200.5	0-20 m	AquifSUP
03783X0191		Puits d'aspersion 03783X0104 pas trouvé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	72	1	70	0	2	0	979000	2352000	190	0-20 m	AquifSUP
03783X0195	1-167M	OBERFELD (PZ MULTIPLE)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	73	1	64	61	9	3	981319	2345918	195	Sup. 120 m	AquifNF
03783X0196	2-118M	OBERFELD (PZ MULTIPLE)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	65	1	43	54	22	-11	981319	2345918	195	80-120 m	AquifNF
03783X0197	3-65M	OBERFELD (PZ MULTIPLE)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152	152	1	138	138	14	0	981319	2345918	195	20-80 m	AquifNF
03783X0254	F	SUD OUEST SAINTE CROIX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	38	1	32	14	6	18	977090	2345820	198	0-20 m	AquifSUP
03783X0255	F	OUEST SILO ENTREPRISE	0	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	1	39	31	11	8	977490	2345710	198	0-20 m	AquifSUP
03783X0256	F	SUD LOGELHEIM OUEST MITTELFELD	0	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	1	59	63	8	-4	979380	2346690	197	0-20 m	AquifSUP
03783X0257	F	NORD EST STOCKLEN FACE CARRIERE	0	0	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	1	206	223	-96	-17	979580	2346450	197	0-20 m	AquifSUP
03783X0258	F	SUD RUE STE CROIX /PLAINE - HETTENSCHLAG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	228	228	1	238	0	-10	0	979610	2346000	197	Surface	AquifSUP
03783X0259	F	OBERFELD SUD OUEST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	214	214	1	218	200	-4	18	980720	2345760	200	0-20 m	AquifSUP
03783X0260	F	SUD HETTENSCHLAG	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	1	44	39	0	5	981850	2345860	197	0-20 m	AquifSUP
03783X0261	F	EST HETTENSCHLAG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	28	1	36	23	-8	13	982550	2346380	197	0-20 m	AquifSUP
03783X0269	F	Niederfel à APPENWIHR 03783X0065 pas trouvé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	122	1	148	0	-26	0	979588	2348852	193	0-40 m	AquifSUP
03784X0016	F	AEP BIESHEIM	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	20	1	19	18	1	1	988430	2352860	187.5		











en jaune les PMT			en bleu les PMC			en vert nouveaux piézomètres																								
INDICE	DESIGNATION	LOCALITE	janv.-06	févr.-06	mars-06	avr.-06	mai-06	juin-06	juil.-06	août-06	sept-06	oct.-06	nov.-06	déc.-06	MOY_2006 (mg/L)	NB_VAL	MOY_2005 (mg/L)	MOY_2004 (mg/L)	Différence_2006/ 2005 (mg/L)	Différence_2005/ 2004 (mg/L)	X_LAMBERT	Y_LAMBERT	Z_SOL	Tranche	Aquifère					
04135X0341	1041	AMELIE 2	16134	16056	11955	13601	9468	8469	9139	0	22724	8556	0	1689	11779	10	18642	14930	-6863	3712	967609	2321208	258	20-40 m	AquifINF					
04135X0345	VJ1S	SILBERMATTLE	1149	1121	341	136	178	0	0	605	498	567	568	503	567.304	10	904	770	-337	134	967570	2320415	260.33	0-20 m	AquifSUP					
04135X0346	VJ1P	SILBERMATTLE	1458	1436	1466	1617	1531	0	0	1385	1338	1638	2148	1113	1513	10	1477	1553	36	-76	967565	2320395	260.34	20-40 m	AquifINF					
04135X0347	VJ2S	SILBERMATTLE	2771	3393	1491	1381	1560	1713	1794	1826	1752	1604	1601	1611	1874	51	2932	2796	-1058	136	967530	2320225	260.46	0-20 m	AquifSUP					
04135X0348	VJ2P	SILBERMATTLE	3720	4033	4619	4428	5718	6511	5861	5383	5902	9226	9555	8001	6079	51	4310	4189	1769	121	967535	2320230	260.37	20-40 m	AquifINF					
04135X0349	VJ3S	SILBERMATTLE	1677	1631	1362	870	568	391	352	303	292	324	370	397	711	12	995	966	-284	29	967519	2320047	262.12	0-20 m	AquifSUP					
04135X0350	VJ3P	SILBERMATTLE	54	52	59	37	44	66	44	40	48	70	47	61	51	12	52	49	-1	3	967519	2320043	262.13	20-40 m	AquifSUP					
04135X0351	VJ4S	SILBERMATTLE	1484	1457	238	0	340	487	642	730	682	431	462	51	636	11	960	909	-324	51	967754	2320184	260.67	0-20 m	AquifSUP					
04135X0352	VJ4P	SILBERMATTLE	1122	1166	699	0	497	444	493	485	493	563	583	517	641	11	930	1050	-289	-120	967753	2320187	260.55	20-40 m	AquifINF					
04135X0353	VJ5S	SILBERMATTLE	2171	2474	95	77	60	115	248	256	285	209	269	277	544	12	1038	805	-494	233	967954	2320234	260.82	0-20 m	AquifSUP					
04135X0354	VJ5P	SILBERMATTLE	2957	3048	4002	3942	3881	2087	167	344	478	188	433	431	1829	16	5218	8469	-3389	-3251	967959	2320227	260.71	20-40 m	AquifINF					
04135X0358	VJE1	TERRIL JOSEPH ELSE (EST)	905	854	149	157	119	0	172	246	279	284	356	214	339	11	513	471	-174	42	967670	2319923	263.15	0-20 m	AquifSUP					
04135X0360	VJE3	TERRIL JOSEPH ELSE (EST)	114	99	96	95	80	73	78	83	73	129	197	243	113	48	118	190	-5	-72	967810	2319930	262	0-20 m	AquifSUP					
04135X0361	VJE4	TERRIL JOSEPH ELSE (EST)	2429	574	1092	1540	2186	2125	1787	1048	552	395	52	94	1156	50	1517	1521	-361	-4	967760	2320050	262	0-20 m	AquifSUP					
04135X0362	VJE5	TERRIL JOSEPH ELSE (EST)	545	365	144	168	258	361	434	449	374	245	257	197	316	49	678	530	-362	148	967830	2320180	262	0-20 m	AquifSUP					
04135X0363	VJE6	TERRIL JOSEPH ELSE (EST)	103	92	59	44	130	73	87	131	134	87	167	183	107	50	278	229	-171	49	967970	2320210	262	0-20 m	AquifSUP					
04135X0364	VJE7	TERRIL JOSEPH ELSE (EST)	34	30	76	108	183	244	730	290	171	0	355	299	229	44	198	437	31	-239	967925	2319880	262	0-20 m	AquifSUP					
04135X0365	VJE8	TERRIL JOSEPH ELSE (EST)	0	5	11	15	11	15	17	16	8	14	10	12	12	43	16	13	-4	3	967830	2320180	262	0-20 m	AquifSUP					
04135X0366	VJE9	TERRIL JOSEPH ELSE (EST)	0	7	10	12	6	9	42	7	6	5	5	4	10	11	13	9	-3	4	967970	2320210	262	0-20 m	AquifSUP					
04135X0367	VJE10	TERRIL JOSEPH ELSE (EST)	0	0	39	59	129	239	192	139	0	198	225	186	156	9	95	119	61	-24	968330	2319980	262	0-20 m	AquifSUP					
04135X0368	VJE11	TERRIL JOSEPH ELSE (EST)	274	200	83	111	113	281	263	180	151	163	287	359	210.645	48	391	322	-180	69	968750	2320240	262	0-20 m	AquifSUP					
04135X0369	VJE12	TERRIL JOSEPH ELSE (EST)	30	20	13	26	29	37	46	58	61	25	386	559	107	12	97	62	10	35	968380	2320190	262	0-20 m	AquifSUP					
04135X0379	P		0	0	0	0	0	284	0	0	222	0	303	0	269	3	125.4	0	144	0	970575	2320462.99	248	0-20 m	AquifSUP					
04135X0391	PROF	PRES MAISON FORESTIERE	369	171	267	0	0	0	0	0	0	0	0	0	268	3	202.591	0	65	0	967525	2320694.02	263	20-40 m	AquifINF					
04135X0392	SUP	PRES MAISON FORESTIERE	95	44	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	3	43.9525	0	12	0	967528	2320697.06	263	0-20 m	AquifSUP					
04135X0393	PROF	ALTENGOBEN	33	35	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	3	30.5942	0	-1	0	968550	2319723.87	258	20-40 m	AquifINF					
04135X0394	SUP	ALTENGOBEN	25	26	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	3	33.3492	0	-10	0	968553	2319727.66	258	0-20 m	AquifSUP					
04135X0395	PROF	ELSE	4500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4500	1	5527.97	0	-1028	0	967300	2320278.68	264	20-40 m	AquifINF					
04135X0396	SUP	ELSE	5174	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5173	1	7678.73	0	-2506	0	967303	2320276.36	264	0-20 m	AquifSUP					
04135X0397	PROF	ROTHMOOS	52	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	3	38.5458	0	-2	0	967125	2319880.99	266	20-40 m	AquifINF					
04135X0398	SUP	ROTHMOOS	41	41	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	3	46.4525	0	-7	0	967128	2319878.05	266	0-20 m	AquifSUP					
04135X0399	PROF	ELSE	4229	4551	4644	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4474	3	6023.94	0	-1550	0	967225	2320248.14	265	20-40 m	AquifINF					
04135X0400	SUP	ELSE	4439	5726	3863	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4675	3	13955.36	0	-9280	0	967225	2320245.9	265	0-20 m	AquifSUP					
04135X0401	PROF	SILBERMATTLE	648	550	215	0	0	0	0	0	0	0	0	0	471	3	577.621	0	-107	0	968000	2320482.44	262	20-40 m	AquifINF					
04135X0402	SUP	SILBERMATTLE	24	37	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	3	31.3292	0	-2	0	968003	2320478.56	262	0-20 m	AquifSUP					
04136X0003	P1	AEP BOIS DE KINGERSHEIM	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	1	83	43	17	40	974300	2321070	231	0-20 m	AquifSUP					
04136X0004	P2	AEP Kingersheim	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	1	0	0	0	0	972020	2321690	234	0-20 m	AquifSUP					
04136X0289	F4	PUITS ANNA	215	153	69	362	258	237	102	119	91	100	101	73	156	12	60	50	96	10	972020	2321690	234	0-20 m	AquifSUP					
04136X0313	PZ	PRES VOIE RAPIDE	0	0	1008	0	0	130	336	271	286	952	220	217	469.866	8	739	351	-269	388	973820	2321090	235	0-40 m	AquifSUP					
04136X0314	FZ	MUHLENMATTEN	0	0	4820	0	0	1473	1452	447	1901	2310	1464	1225	1886	8	513	252	1373	261	971060	2320190	244	0-40 m	AquifINF					
04136X0353	F	GHERARDI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170	1	182	168	-12	14	970920	2320550	246	0-20 m	AquifSUP					
04136X0510	F	FERME ESELACKER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	675	1	555	570	120	-15	971950	2321125	240	0-20 m	AquifSUP					
04136X0539	S	LD HUBEL	0	0	237	0	0	116	0	0	0	180	135	0	166	4	290	200	-124	90	971302	2321094	244.27	0-20 m	AquifSUP					





**Annexe 2 :**  
**Carte de la salure moyenne dans le bassin**  
**potassique en 2006**

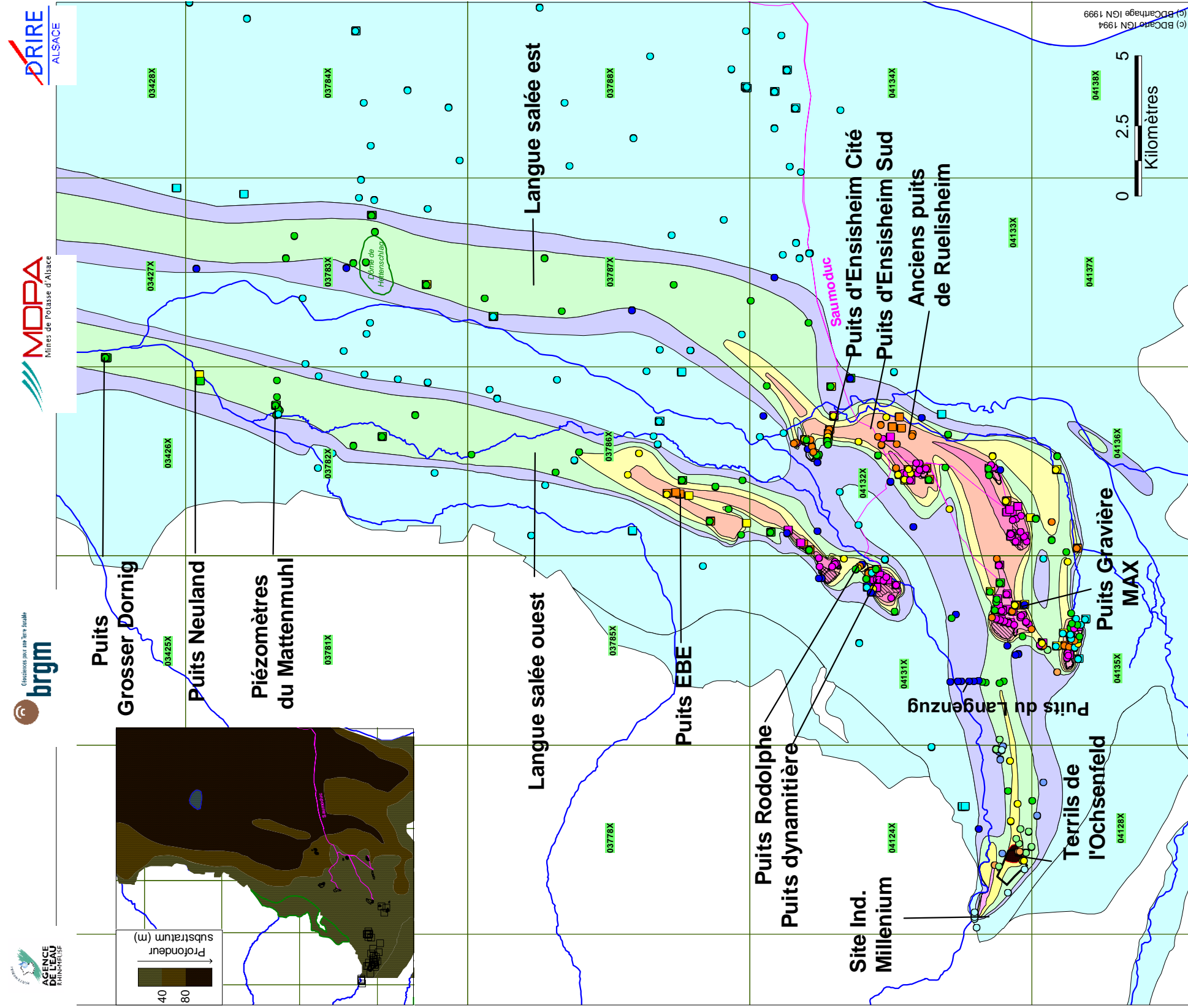






**Annexe 3 :**  
**Carte de la salure moyenne sur le réseau élargi**  
**en 2006**



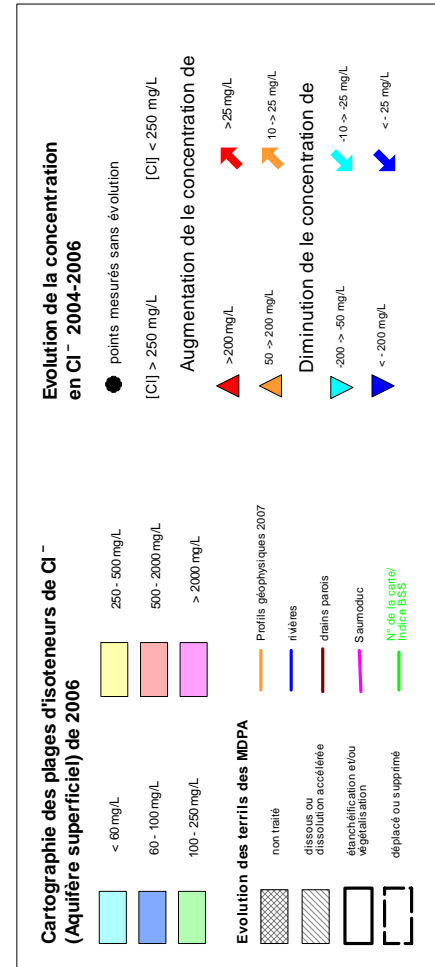
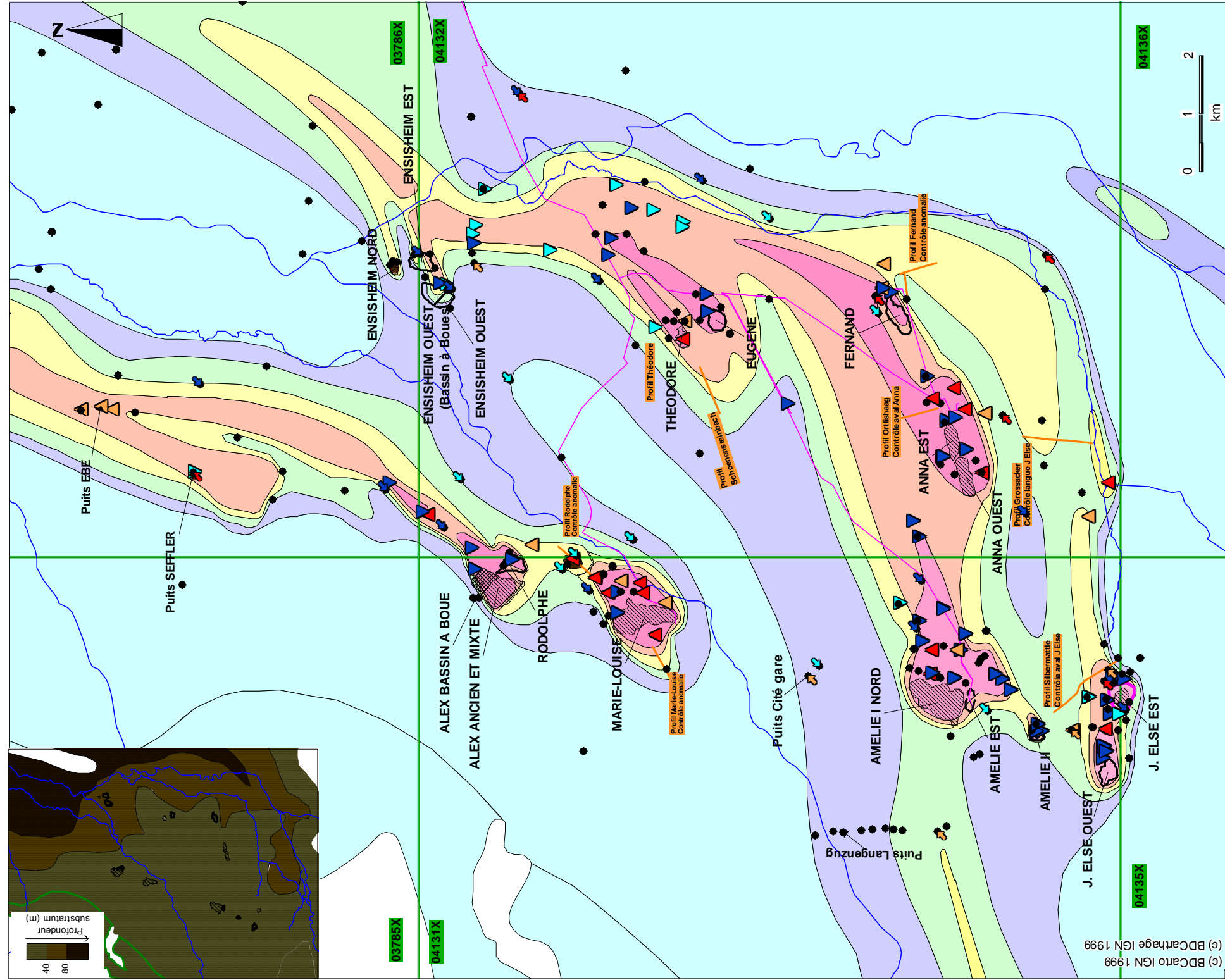






**Annexe 4 :**  
**Carte de la salure moyenne sur le bassin**  
**potassique et évolution des**  
**concentrations 2004-2006 (avec localisation des**  
**profils géophysiques)**





(c) BDCarto IGN 1999  
 (c) BDCarthage IGN 1999



## Annexe 5 : Tableau des résultats d'analyses ioniques

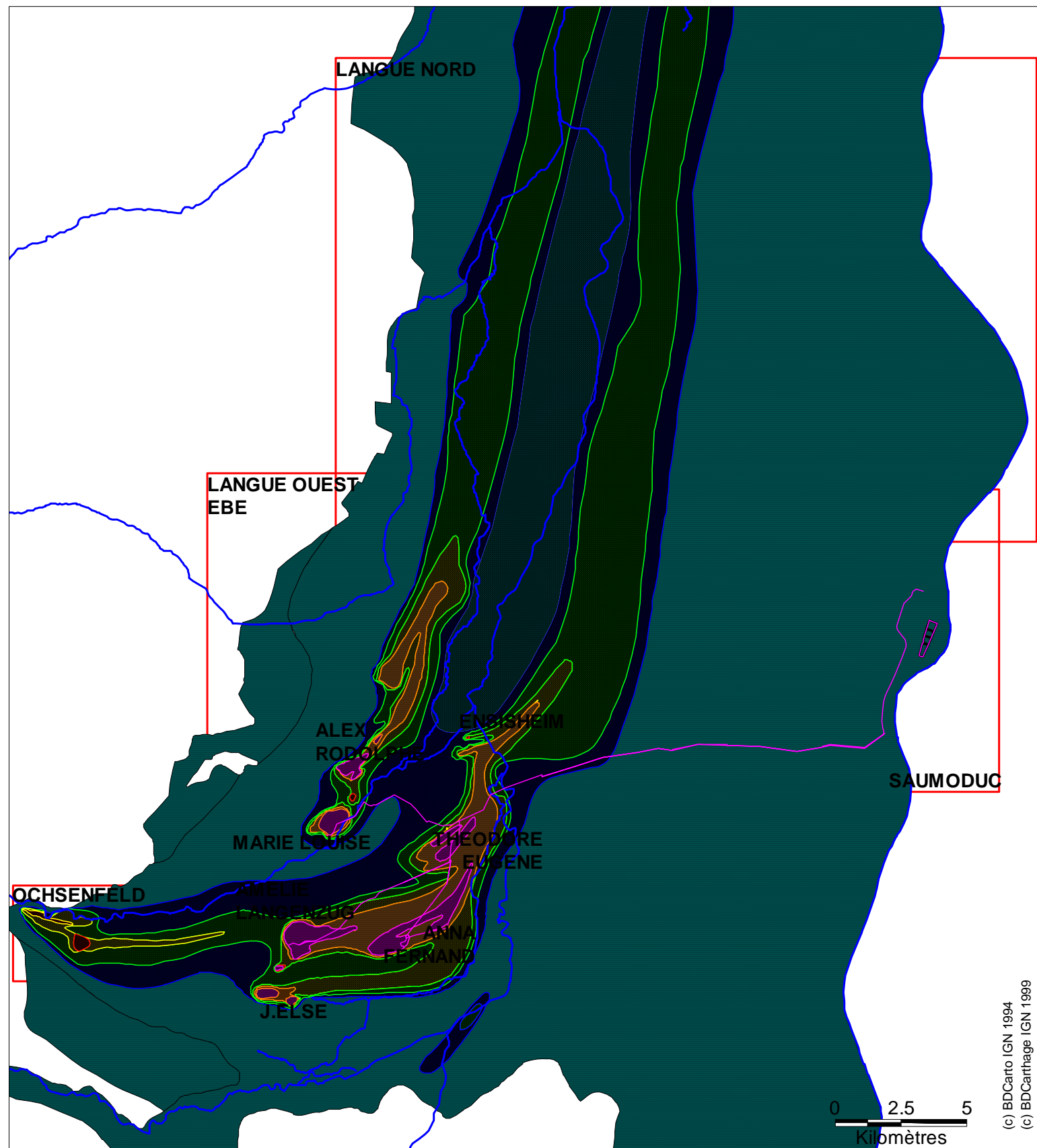
Conc. en mg/L	Ca	Mg	Na	Ca/Na	K	SO4	CO3	TA	TAC	HCO3
04136X0313	332	52.8	82.0	4.0	11.0	34.9	< 0,3	< 0,1	8.2	100
04136X0353	75.5	24.7	32.4	2.3	3.1	42.9	< 0,3	< 0,1	6.5	79
04136X0510	252	66.0	38.6	6.5	4.7	25.7	< 0,3	< 0,1	4.7	57
04131X0409	210	35.9	2080	0.1	11.5	204	< 0,3	< 0,1	12.5	153
04132X0384	1260	216.0	2060	0.6	7.3	21.9	< 0,3	< 0,1	2.7	33
04132X0185/1	43.4	8.2	95.0	0.5	12.0	72.3	< 0,3	< 0,1	9.8	120
04132X0185/2	648	137	82.0	7.9	11.6	96.8	< 0,3	< 0,1	10.8	132
03786X0158	1530	301	1860	0.8	9.5	< 4	< 0,3	< 0,1	6.0	73
03786X0081	102	21.1	41.0	2.5	2.4	38.6	< 0,3	< 0,1	15.5	189
03786X0152	55.7	14.7	100	0.6	3.9	51.2	< 0,3	< 0,1	15.9	194
03786X0117	653	116	288	2.3	5.5	9.0	< 0,3	< 0,1	10.2	124
03786X0118	65.8	14.2	94.6	0.7	1.6	43.2	< 0,3	< 0,1	15.7	192
03786X0116	92.9	21.0	97.5	1.0	2.4	37.2	< 0,3	< 0,1	10.6	129
03786X0080/1	84.6	19.8	49.3	1.7	4.0	47.0	< 0,3	< 0,1	17.3	211
03786X0080/2	84.4	20.4	91.5	0.9	4.1	49.4	< 0,3	< 0,1	17.3	211
03786X0029	149	25.4	38.2	3.9	2.3	20.6	< 0,3	< 0,1	11.3	138
03786X0024	457	65.7	88.0	5.2	4.0	23.8	< 0,3	< 0,1	11.5	140
03786X0026	434	66.9	105	4.1	5.0	30.6	< 0,3	< 0,1	15.1	184
03786X0027	372	55.8	35.9	10.4	3.3	18.9	< 0,3	< 0,1	11.2	137
03786X0165	202	25.7	71.0	2.8	4.1	38.0	< 0,3	< 0,1	29.2	356





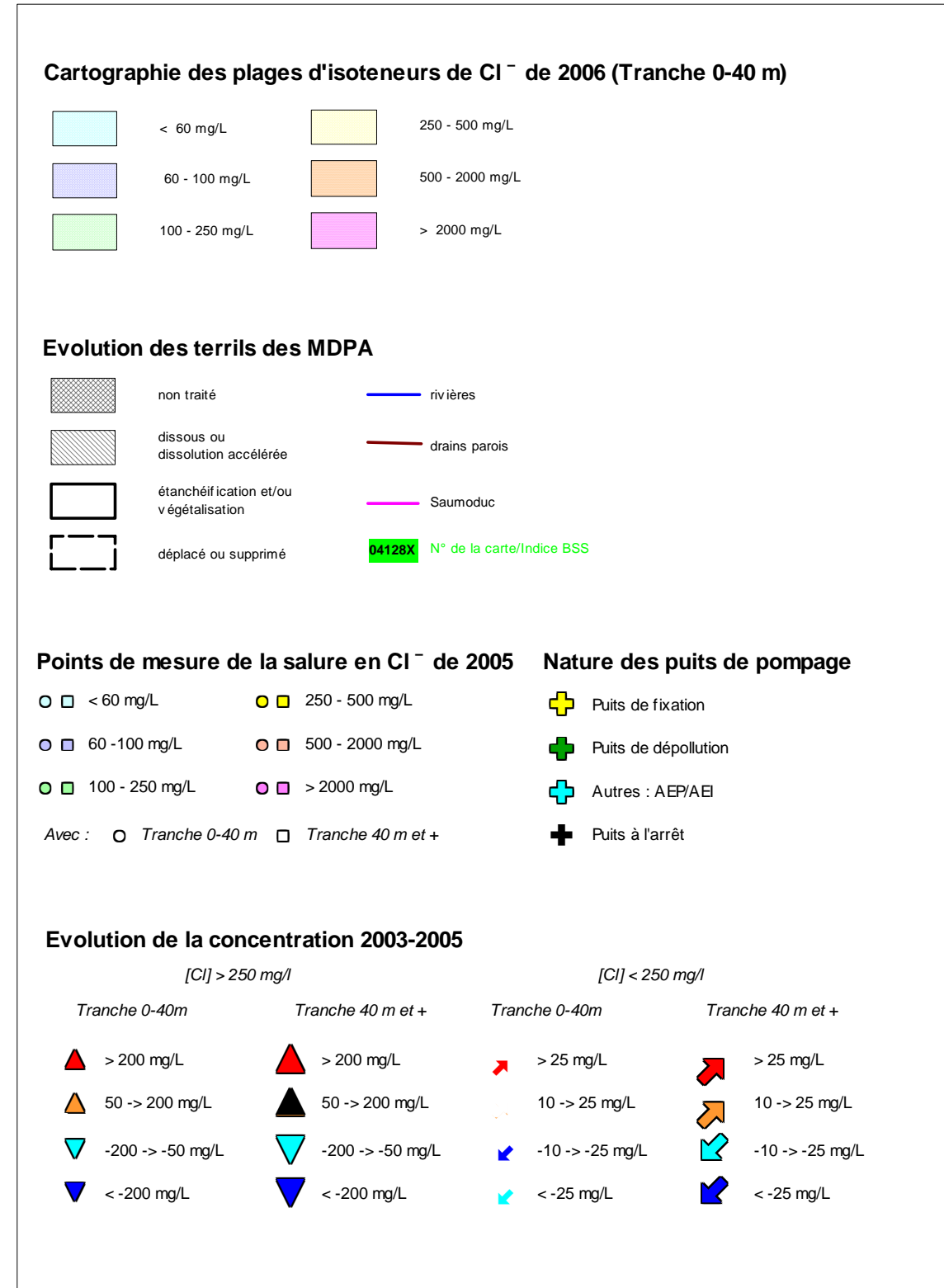
## **Annexe 6 : Localisation des cartes d'évolutions sur le réseau élargi**







## **Annexe 7 : Légende des cartes de la salure**





Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Centre scientifique et technique**  
3, avenue Claude-Guillemin  
BP 6009  
45060 – Orléans Cedex 2 – France  
Tél. : 02 38 64 34 34

**Service géologique régional Alsace**  
15, rue du Tanin - Lingolsheim  
BP 177  
67834 Tanneries Cedex France  
Tél. : 03 88 77 48 90