Document public

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 2007

BRGM/RP-56420-FR
Mai 2008

DRIRE ALSACE

PARTENARIAT AGENCE DE L'EAU RHIN•MEUSE
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT ET DE L'AMÉNAGEMENT DURABLES

MDPA Mines de Potasse d'Alsace

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Document public

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 2007

BRGM/RP-56420-FR
Mai 2008

Étude réalisée dans le cadre des projets de Service public du BRGM 2007-EAU-R37

S. Schomburgk

Avec la collaboration de
P. Elsass

Vérificateur :	Approbateur :
Nom : P. ELSASS	Nom : P. ELSASS
Date : 30/05/08	Date : 30/05/08
Original signé par P. ELSASS	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. (2008) - 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 2007. Rapport BRGM RP-56420-FR. 46 p., 7 ill., 7 ann.

© BRGM, 2008, 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 MDPA, 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 MDPA sous l'égide de la Commission Interservices de Contrôle des Rejets des MDPA. 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 2007, les teneurs en chlorures ont été collectées sur 434 ouvrages (3487 analyses de chlorures) captant la nappe à différentes profondeurs dans le bassin potassique, à l'amont (Puits du Langenzug en aval des terrils de l'Ochsenfeld) et à l'aval jusqu'à la hauteur de Colmar. Ces données proviennent des MDPA, de la DDASS du Haut-Rhin, des producteurs d'eau potable et de la DRIRE et intègrent 85 points d'eau (113 analyses) 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 **amélioration** des concentrations des chlorures. Certains secteurs comme les langues aval restent stables, les langues aval des secteurs traités s'améliorent dans la majorité des cas ou restent stables. 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, Anna et Amélie (langue salée Est) et Alex (langue Ouest). Par contre, des concentrations importantes subsistent sous les terrils et en aval immédiat.

Le **bilan annuel des actions de dépollution** entreprises a été dressé sur la base des données fournies par les MDPA. En considérant que la nappe reçoit annuellement par infiltration près de 15 000 tonnes de chlorures, l'extraction par les pompages de près de 136 000 tonnes de chlorures entraîne une dépollution nette de la nappe de 121 000 tonnes de chlorures, soit plus qu'un tiers du stock contenu dans la nappe (estimé entre 200 000 et 250 000 tonnes). La dissolution accélérée maîtrisée des terrils et la dissolution naturelle par les pluies représentent en 2007 plus de 20 % de la masse stockée sur les terrils, qui est estimée par les MDPA au 01/01/2008 à un peu plus de 970 000 de tonnes de chlorures.

On peut observer depuis quelques années que la quantité de sel extraite de la nappe d'après les mesures de débit et de concentration sur les ouvrages de dépollution et de fixation est supérieure à la diminution du stock de sel estimé dans la nappe. L'origine de cette différence reste hypothétique : elle pourrait être due à une sous-estimation de l'infiltration naturelle et des quantités de sel présentes sous les terrils, mais aussi à un apport de sel d'origine naturelle non pris en compte dans les bilans.

Des piézomètres de référence ont été choisis par le BRGM en aval des terrils dans l'axe des langues salées pour répondre à l'objectif de contrôle des mesures de dépollution prescrit par la DCE. Ils constitueront à partir de cette année le RCO (réseau de contrôle opérationnel) du bassin potassique, mais il conviendrait de les compléter par des ouvrages en aval proche du terril Amélie et du terril Joseph Else Est, ainsi qu'à l'Est d'Ensisheim en sortie du bassin potassique.

.

Sommaire

1. Introduction 7

1.1. OBJECTIFS DE L'ETUDE 8

1.2. REUNIONS INTERSERVICES 9

2. Résultats 2007 sur les eaux souterraines 11

2.1. LES PIEZOMETRES DE REFERENCE- RESEAU DE CONTROLE OPERATIONEL (RCO) 12

2.2. SYNTHESE DES MESURES DE SURVEILLANCE DE LA SALINITE ET DES OPERATIONS DE DEPOLLUTION DANS LE BASSIN POTASSIQUE 14

3. Salure profonde 23

3.1. LA LANGUE OUEST 23

3.2. LA LANGUE EST 23

3.3. LE BASSIN POTASSIQUE 24

4. Bilan de la dépollution en 2007 25

5. Conclusions 27

Liste des illustrations

illustration 1 : Le bassin potassique avec la localisation des puits, du saumoduc et des lieux dits (légende Annexe 6) 11

illustration 2 : Carte de localisation des points du réseau de contrôle opérationnel dans le bassin potassique et son aval (points ronds : version 2007 des points de référence proposés) 13

illustration 3 :Carte des concentrations moyennes 2007 du secteur « Joseph-Else/Amélie » 15

illustration 4 : Carte des concentrations moyennes 2007 du secteur « Dollerbaechlein/Anna-Fernand » 17

illustration 5 : Carte des concentrations moyennes 2007 du secteur «bassin potassique aval » 19

illustration 6 : Carte des concentrations moyennes 2007 du secteur «EBE/Aval du bassin potassique» 21

illustration 7 : Bilan 2007 de la dépollution en tonnes de chlorures (estimation BRGM d'après les données MDPA) 26

Liste des annexes

Annexe 1 : Tableaux des points du réseau de contrôle opérationel..... 29

Annexe 2 : Carte de la salure moyenne dans le bassin potassique en 2007 31

Annexe 3 : Carte de la salure moyenne sur le réseau élargi en 2007 - nappe superficielle 35

Annexe 4 : Cartes de la salure de la nappe profonde en 2007 et en 2003..... 39

Annexe 5 : Carte de la salure moyenne sur le bassin potassique et évolution des concentrations 2005-2007 41

Annexe 6 : Légende des cartes de la salure 45

1. Introduction

L'Agence de l'eau Rhin Meuse et les MDPA 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.

Le chlorure de sodium (NaCl) comme sous-produit de l'exploitation de la potasse est apparu suite au dépôt de ce produit mélangé avec des schistes insolubles sur des terrils. Les dépôts de sels résiduaires sur terrils ont été particulièrement intenses entre 1910 et 1933 et pratiquement cessé après 1970.

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.

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 différents arrêtés préfectoraux, notamment celui de 2007, fixant le réseau de surveillance et la fréquence d'analyse de la nappe en aval des terrils.

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 et rejets dans le Rhin en conformité avec la convention de Bonn,

- Pour la nappe phréatique stopper l'alimentation des langues salées avec des puits de fixation et de dépollution à l'aval des terrils (barrage hydraulique) et supprimer les sources de pollution des terrils par la technique de la dissolution accélérée (pour les terrils « salés ») ou par étanchement-végétalisation (pour terrils "peu salés"),

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* ".

1.1. OBJECTIFS DE L'ETUDE

Le présent rapport dresse un bilan succinct des mesures de chlorures effectuées et collectées dans le secteur s'étendant de Mulhouse à Colmar. Le réseau de surveillance de la "salure" est composé en 2007 de **434 points de mesure** au droit du bassin potassique et à l'aval, dont **340** suivis par les MDPA.

En 2007, le BRGM a fait échantillonner 85 ouvrages, dont 12 multitubes (ouvrages avec 2 à 4 tubes de différentes profondeurs), correspondant à 113 analyses.

Le BRGM a également défini **une trentaine de points** de mesure les plus représentatifs parmi ceux existants (cf. rapport BRGM 2006, RP-54742 et CR 05/2008, chapitre 2.1), 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).

Tous les points de prélèvement des eaux souterraines analysés en 2007 sont classés par tranche d'aquifère captée afin de réaliser la cartographie de la salure superficielle/moyenne ou profonde ; suivant l'épaisseur de l'aquifère, la profondeur varie entre 10 et 40 m pour la première classe et entre 20 et 120 m pour la salure profonde.

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

Les résultats des analyses mensuelles de 2007, la moyenne annuelle des teneurs par ouvrage de 2005 à 2007 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 MDPA.

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

- **MDPA** — **340 ouvrages** d'autocontrôle *(dont 36 en commun avec le BRGM)*
- **DDASS du Haut-Rhin** — **6 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 36 en commun avec les MDPA)*

Ces 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 2007 :

- une carte à l'échelle de 1/50 000 (**Annexe 2**) 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 (**Annexes 3 et 4**) ; l'une représente la teneur moyenne en chlorures des quarante premiers mètres de l'aquifère sur le réseau élargi de Colmar à Mulhouse, l'autre présente la nappe profonde, correspondant à une profondeur supérieur à 40 m au nord du bassin potassique.
- une carte à l'échelle de 1/50 000 **(Annexe 5°)** qui indique pour chaque ouvrage l'évolution de la concentration moyenne annuelle sur les deux dernières années 2005-2007.

1.2. REUNIONS INTERSERVICES

En 2007, une réunion interservices a permis d'éclaircir du point de vue de la surveillance de la qualité de la nappe les prochaines décisions à prendre afin de prévoir à moyen terme la surveillance de la qualité de la nappe. Les questions et conclusions suivantes ont été débattues et seront présentées à la prochaine Commission Interservices de Contrôle des Rejets des MDPA :

1 – Le critère de concentration inférieure à la CMA est conservé comme limite de concentrations pour arrêter les pompages (une fois que les concentrations ont baissé à 500 mg/L, elles descendent rapidement à 250 mg/L puis 200 mg/L) ;

2 – Avant d'arrêter tout pompage dans des puits ou des drains, l'avis de la Commission Interservices devra être demandé ;

3 – Un réseau optimisé par rapport aux concentrations actuelles et l'avancement des dissolutions/travaux sera décidé par les membres de la Commission Interservices. Un tableau synthétique sera actualisé chaque année comme outil d'aide à la décision (optimisation ou ajouts au réseau de surveillance, pompages etc.) pour arriver à long terme au réseau de référence (réseau opérationnel) ;

4 – Une carte avec le réseau du saumoduc, les branchements et les types de pompages sera réalisée pour la prochaine réunion de la Commission Interservices (ceci a été fait dans le cadre de ce rapport) ;

5 - Une campagne d'échantillonnage des eaux superficielles en hautes eaux sera réalisée dans le secteur du Dollerbaechlein afin de surveiller les concentrations

élevées dans la nappe superficielle apparues en 2005/2006 (étude effectuée en mai par la DIREN et le BRGM).

6 - Une carte du saumoduc complet et des puits de pompages (par type) sera réalisé à partir des données des MDPA.

2. Résultats 2007 sur les eaux souterraines

La carte suivante présente le bassin potassique avec les lieux-dits utilisés dans les prochains chapitres, le saumoduc et les puits de pompage.

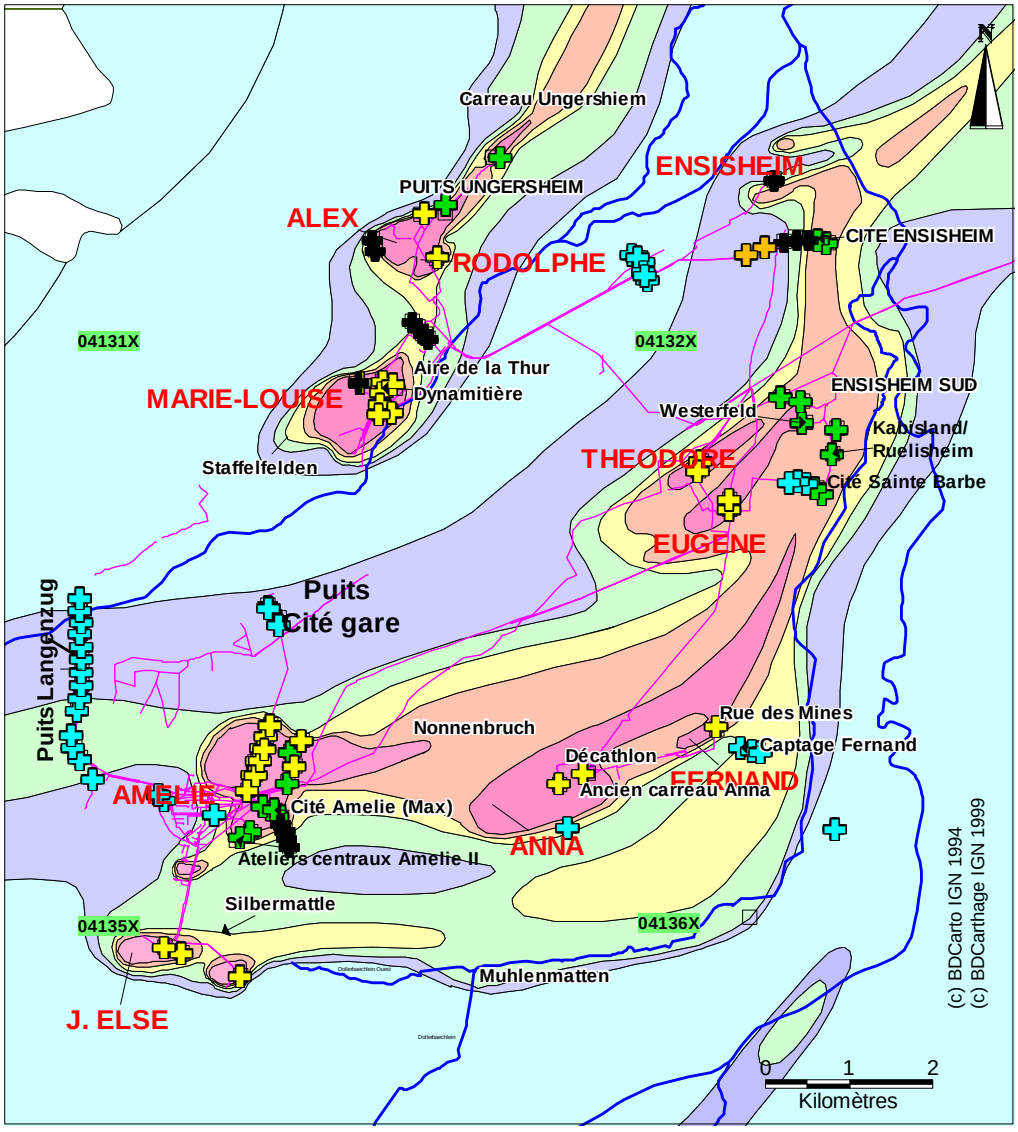


illustration 1 : Le bassin potassique avec la localisation des puits, du saumoduc et des lieux dits (légende Annexe 6)

2.1. LES PIEZOMETRES DE REFERENCE- RESEAU DE CONTROLE OPERATIONEL (RCO)

Dans le cadre de la mise en place d'un réseau de contrôle opérationnel pour la DCE, l'AERM avait demandé au BRGM dès 2006 de faire des propositions de points caractérisant l'impact des Etablissements Classés sur les eaux souterraines. Ces réseaux de points caractéristiques pourraient ainsi être utilisés pour un rapportage simplifié à l'Union Européenne.

Les terrils des MDPA entrent dans cette thématique, nous avons donc sélectionné un certain nombre d'ouvrages permettant de caractériser l'impact des terrils et de suivre l'amélioration des eaux souterraines consécutive aux travaux de dépollution.

Le BRGM a réalisé en 2006 une première évaluation de tous les points de contrôle afin de choisir des « piézomètres de référence ». Ces piézomètres de surveillance ont été choisis par rapport à différents objectifs :

- surveillance en aval des terrils dans l'axe des langues salées et

- évolution du piézomètre représentative de l'évolution globale de la zone aval du terril correspondant.

Des réunions entre des experts (Agence de l'Eau, DIREN, BRGM et MDPA) ont permis d'affiner le réseau de référence correspondant à partir de cette année au RCO (**réseau de contrôle**) du bassin potassique.

L'illustration 2 présente la localisation des 30 points de référence choisis à ce jour (Tableau Annexe 1). Cette liste pourrait encore être modifiée notamment en ce qui concerne les 3 points suivants (réunion interservices de janvier 2008) :

- Pour la surveillance du terril Amélie, un des puits de fixation proches du terril devrait être ajouté aux piézomètres de référence ;

- Il faudrait ajouter un piézomètre de référence en aval de Joseph Else Est dans l'axe de la langue salée (suite à la destruction du piézomètre situé dans l'axe), en remplacement du point de référence aval actuel ;

- Il manque un piézomètre dans l'axe de la langue salée à Ensisheim en sortie du bassin potassique, au NE de la Thur.

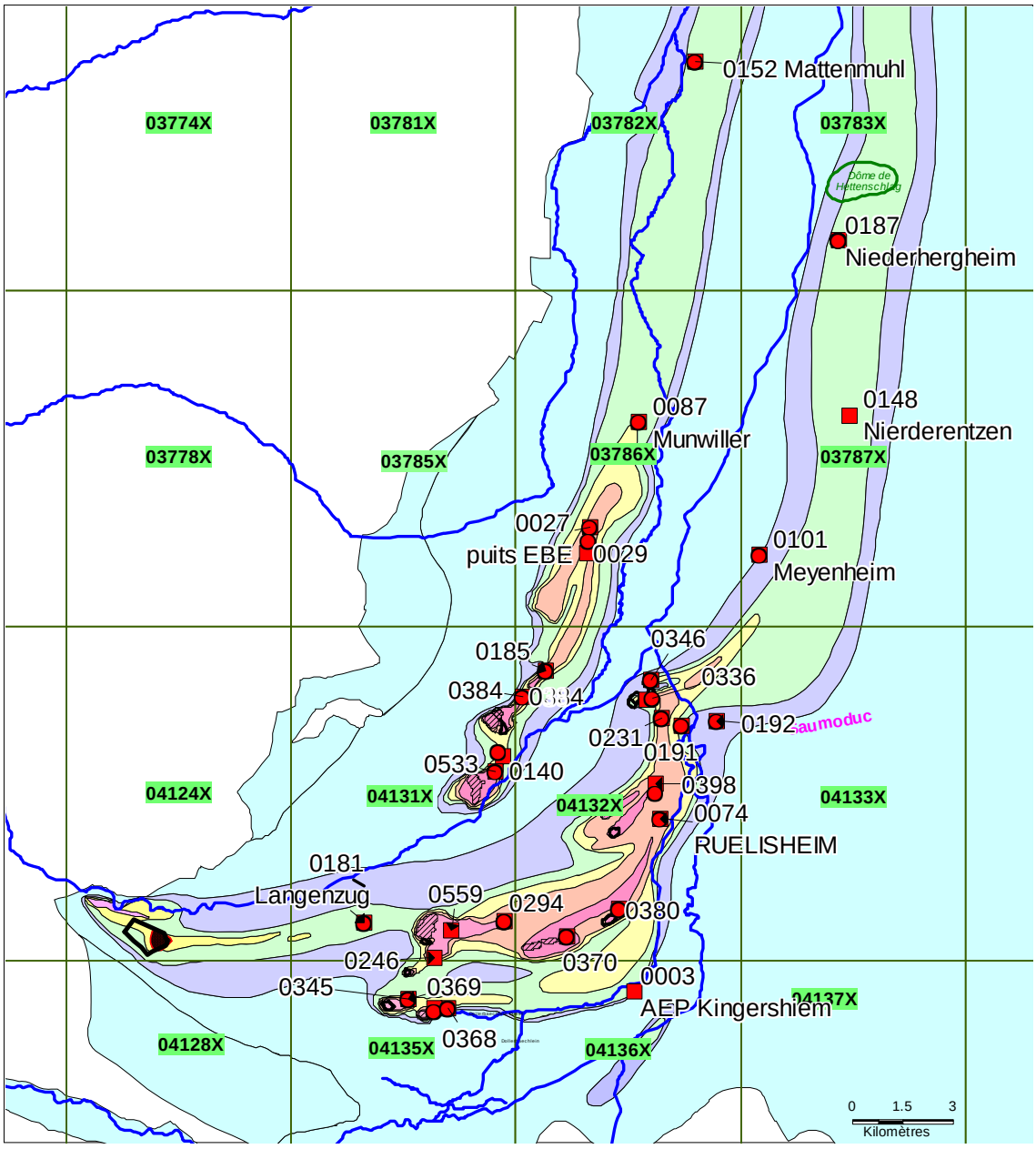


illustration 2 : Carte de localisation des points du réseau de contrôle opérationnel dans le bassin potassique et son aval (points ronds : version 2007 des points de référence proposés)

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

Source : Rapport BRGM/RP 55754-FR sept. 2007+réunion de travail AERM/DIREN/BRGM 29/01/2008+ comm. Interservices du 04/03/08

Secteur	Opérations réalisées ou en cours (2007)	Puits de pompage		Puits de surveillance	Evolution constatée en 2006/7 (teneurs Cl- en mg/l)	Remarques	Propositions, suite du programme
		Puits de fixation	Puits de dépollution				
Puits du Langenzug à Wittelsheim		Puits AEP arrêtés, ils servent comme surveillance du panache venant de Vieux Thann et de l'Ochsenfeld			Légère augmentation en 2006, la langue de 250 mg/L est arrivée en amont proche des puits, mais probablement suite à la construction de la paroi étanche des terrils en amont, amélioration en 2007	L'utilisateur prévu est "BP Hardt" pour les puits 22, 24, 26,28. Reste le pb du fluzilazole. Pas d'analyses du terril d'Ochsenfeld en 2007 pour confirmer amélioration de l'aval immédiat du terril	Suivre la procédure pour mettre AEP en fonction et prendre connaissance du devenir des puits conserver le P4 comme piézomètre de référence amont du bassin potassique (même si le P2 est plus accessible)
Amélie (Amélie I Nord, Est, II)	Dissolution en cours pour Am I+ Amélie Est ; il reste 300 000t début 2008. **A poursuivre en 2009**	11	3	40	Hausses (>10000) à proximité, **amélioration à l'aval éloigné : en 2007, la langue entre les puits de fixation et l'aval commence à être discontinue (coupée de la source)**	L'amélioration en aval montre que les hausses locales due au traitement sont maitrisées.	Continuation des pompages même après la fin de dissolution car grand stock de sel dans la nappe '--> garder encore plus longtemps les puits profonds ajouter un piézo de référence en plus en amont plus près du terril (prop. Puits 1X0559)
	Etanchement et végétalisation d'Am II terminés	0	5 (puits Max)		Stable ou en baisse Stock profond sous Amélie II avec des concentrations toujours importantes en aval immédiat (> 10 000 mg/L)	Pas de puits de fixation, des puits de dépollution en aval éloigné montrent des valeurs >2000 mg/L Piézomètres en aval éloigné (Puits Max sud) plus mesuré (MDPA : plus accessible)	--> maintenir les puits de dépollution Max Un point de référence (un des puits Max) ajouté
Joseph Else	JE Ouest : étanch. et végétalisation achevés	2		40	Il reste un stock important en profondeur (~10 000 mg/L), en surface, **amélioration considérable en 2007.**	La géophysique a permis de définir la langue salée en aval, la langue salée supérieure à 0.5 g/L est interrompue.	Garder le pompage des drains en plus du puits de fixation afin de confiner le sel resté sur et sous le terril Ajouter un piézomètre de référence dans l'axe en aval (le piézo dans l'axe était détruit), en remplacement du point de référence aval actuel
	JE Est : dissolution achevée depuis 2005	1			Malgré **baisse considérable depuis 2 ans**, concentration reste très élevée. Stock profond sous terril (30 000 mg/L)		

Nouveaux piézomètres ; réseau de référence (proposé pour le RCO)

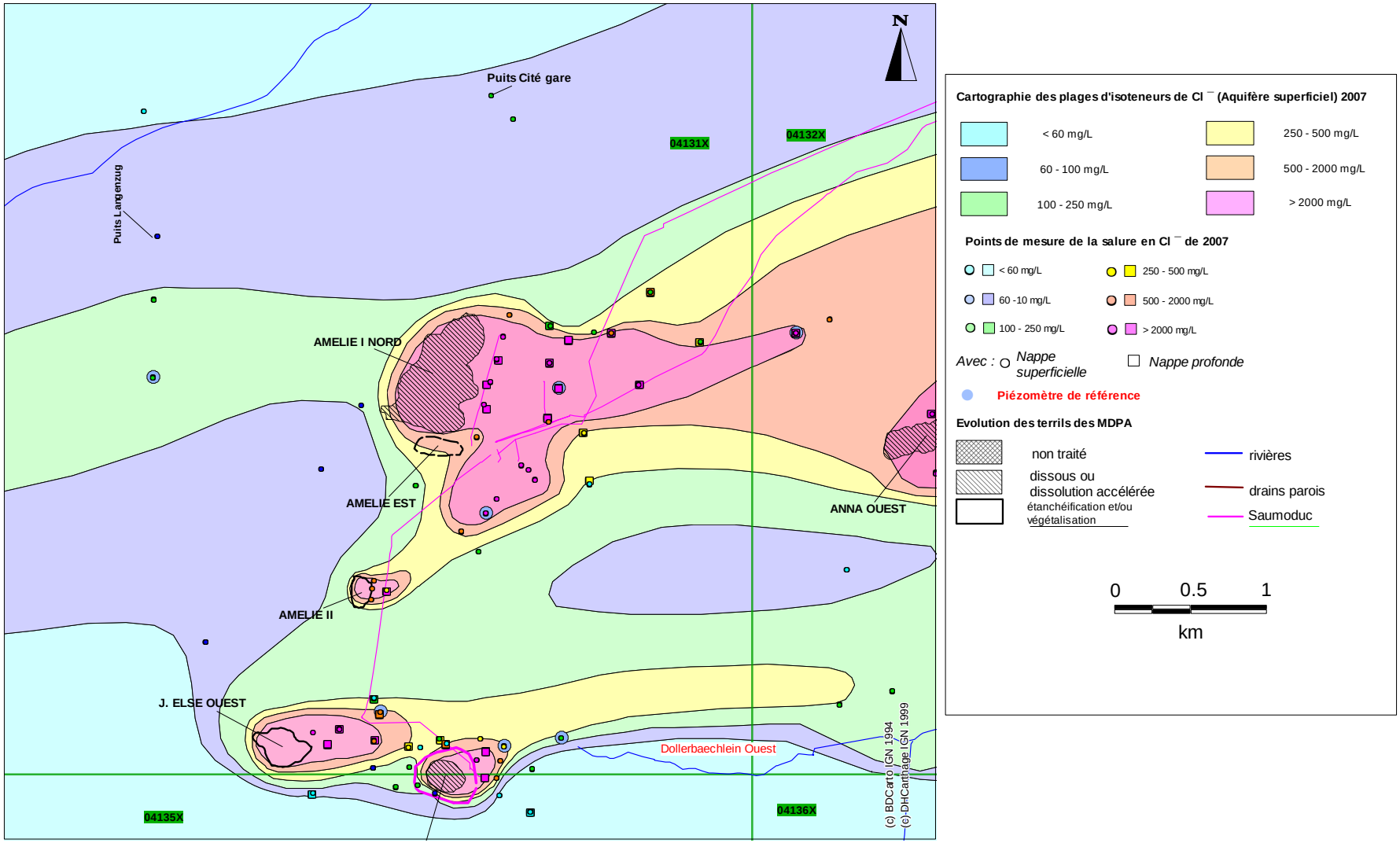


illustration 3 :Carte des concentrations moyennes 2007 du secteur « Joseph-Else/Amélie »

Secteur	Opérations réalisées ou en cours (2007)	Puits de pompage		Puits de surveillance	Evolution constatée en 2006/7 (teneurs Cl- en mg/l)	Remarques	Propositions, suite du programme
		Puits de fixation	Puits de dépollution				
Dollerbaechlein aval éloigné					Forte augmentation des piézos près du Dollerbächlein depuis 2 ans (1900 mg/L pour le 04132X314)	Origine incertaine, peut-être transfert par le Dollerbächlein. AEP Kingerheim en aval, dont la concentration en Cl- a augmenté dans les mêmes proportions que les piézomètres X0314 et X0313	04132X0114 détruit ! --> chercher piézomètre de remplacement La campagne de mesure hautes eaux BRGM+DIREN de la salinité des eaux superficielles (gravières, Dollerbächlein en amont et aval du branchement, dans les réseaux aval J.Else Est) a été réalisée au printemps 2008 (Note spécifique).
Anna-Fernand	Anna : dissolution (2001 à 2008), puis remodelage	2		20	Augmentation des teneurs dans les horizons superficiels et profonds au sud d'Anna, concentrations au nord stabilisées. Amélioration de la zone est, mais augmentation des teneurs au nord de Fernand (> 4000 mg/L). En **aval éloigné légère détérioration en 2007** sur la barrière hydraulique Ensisheim Sud (conséquence probable des travaux sur Fernand-Anna dont tout l'impact n'est pas intercepté).	Fuite de salure vers le Sud non maîtrisée par des pompages, mais interceptée par les puits de fixation Fernand, peut être due aux injections lors de la dissolution	Evolution de la saumure résiduelle à suivre, il faut maintenir plus longtemps les 2 puits de fixation
	Fernand : dissolution achevée en 2006, végét. en cours	1		10		Fuite de salure vers le Nord non maîtrisée par des pompages malgré la fin des travaux, la concentration ne baisse pas	Vérifier l'efficacité des puits de fixation par rapport au nord du terril

Nouveaux piézomètres ; réseau de référence (proposé pour le RCO)

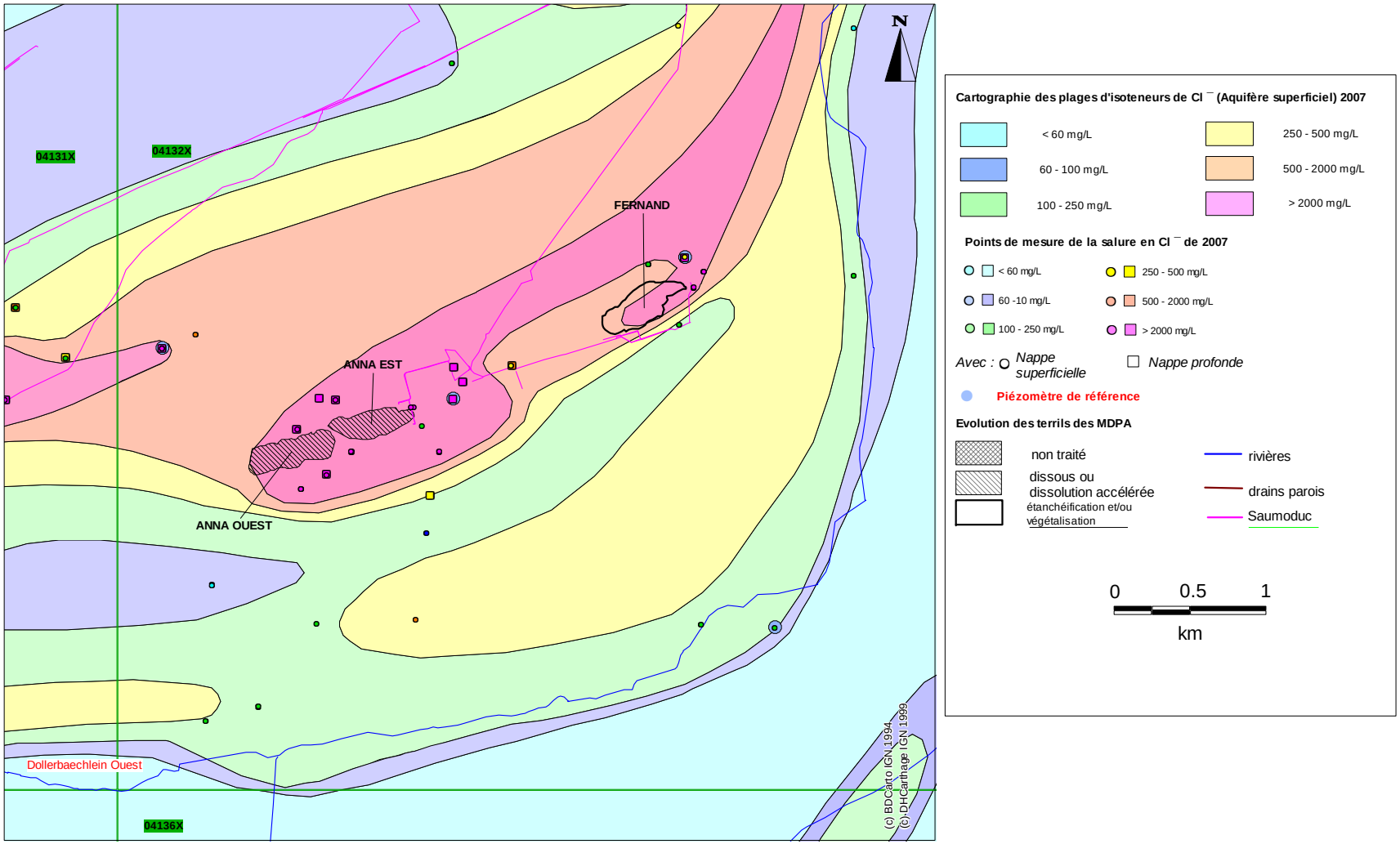


illustration 4 : Carte des concentrations moyennes 2007 du secteur « Dollerbaechlein/Anna-Fernand »

Secteur	Opérations réalisées ou en cours (2007)	Puits de pompage		Puits de surveillance	Evolution constatée en 2006/07 (teneurs Cl- en mg/l)	Remarques	Propositions, suite du programme
		Puits de fixation	Puits de dépollution				
Théodore-Eugène	Théodore : Dissolution achevée (2002)	2	1	20	Théodore : Teneurs très élevées en 2006 à proximité (moy. ann. 11 g/L), forte amélioration en en 2007. Eugène : Teneurs stables ou améliorées à proximité (3000-4000 mg/L). En aval du terril : légère amélioration en 2007.	Fuites en aval direct de Théodore mais captage aval ; stock de sel important sous le terril	maintenir puits de fixation et de dépollution, fortes concentrations malgré fin du traitement depuis 5 ans
	Eugène: modelage achevé (2004)	2	2	15		stock de saumure sous le terril	maintenir puits de fixation et de dépollution
Ensisheim	Dissolution et modelage achevés	0	0	15	Amélioration sensible Ensisheim W Dégradation Ensisheim N (> 3000 mg/L) en 2006. Concentrations pas encore stabilisées en 2006. **Stabilisation en 2007.**	L'axe de la langue salée aval se trouve plus à l'est qu'avant, ainsi, les piézomètres multitubes se trouvent en bordure de la langue. Amélioration difficile à cartographier en l'absence de points de mesure non superficielle.	Continuer la surveillance pour confirmer l'amélioration ou la dégradation apparue en 2006 à Ensisheim N Installation d'un piézomètre dans l'axe de la langue salée à Ensisheim en sortie du bassin potassique, puits de référence Le BRGM propose un profil géophysique préliminaire.
Marie-Louise	Dissolution jusqu'en fin 2008	7 dont 3 profonds		30	Détérioration en aval due à la dissolution en 2006--> avancée de la langue salée. **En 2007 amélioration à l'aval immédiat.**	Avancée de la langue perceptible dans les puits Rodolphe en aval. Peu concentrés, ils ont été arrêtés en 2006.	Surveiller l'efficacité des puits de fixation
Alex-Rodolphe	Alex : Dissolution et végétalisation achevés	1	1	6	Nette amélioration en 2006, puis **stabilisation en 2007,** mais fortes concentrations encore malgré la fin du traitement (>10 000 mg/L)	stock de saumure sous le terril	Continuer la surveillance (apports amont ?)
	Rodolphe : Végétalisation achevée	1	1	9	Stabilisation, stock restant sous le terril (~6 000 mg/L) Aval éloigné amélioration à noter.	stock de saumure sous le terril	Continuer la surveillance

Nouveaux piézomètres ; réseau de référence (proposé pour le RCO)

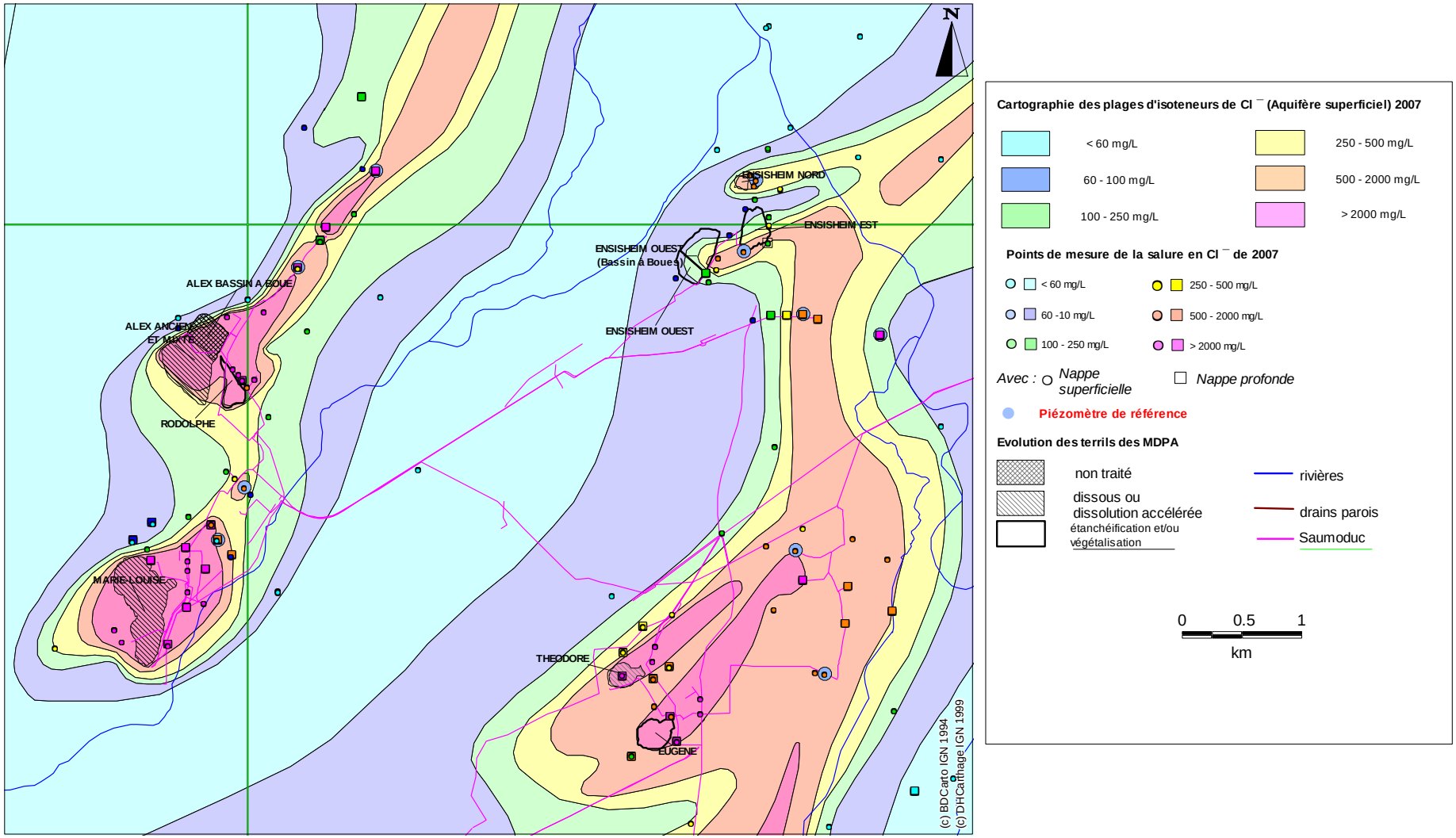


illustration 5 : Carte des concentrations moyennes 2007 du secteur «bassin potassique aval »

Secteur	Opérations réalisées ou en cours (2007)	Puits de pompage		Puits de surveillance	Evolution constatée en 2006/7 (teneurs Cl- en mg/l)	Remarques	Propositions, suite du programme
		Puits de fixation	Puits de dépollution				
Langue Ouest/ secteur EBE				6 puits AEP EBE	poursuite de la dégradation, origine non connue. Les puits sont maintenus en fonctionnement mais non utilisés (approv. à partir des forages d'Ensisheim cité).	installation d'un nouveau piézomètre en amont d'EBE prévue en 2008 (maître d'ouvrage Syndicat EBE), dans la zone de hautes concentrations amont	continuer l'observation, notamment dans le nouveau piézomètre
Langues aval du bassin potassique				réseau élargi	Zone non affectée par la salure entre les 2 langues aval s'élargit aux dépens des 2 langues. (frange W de la langue E et frange E de la langue W régressent).	L'amélioration constante des points entre Pulversheim et l'Ouest d'Ensisheim nous conduit à joindre cette zone < 60 mg/L avec son amont (Staffelfelden).	continuer l'observation

Nouveaux piézomètres ; réseau de référence (proposé pour le RCO)

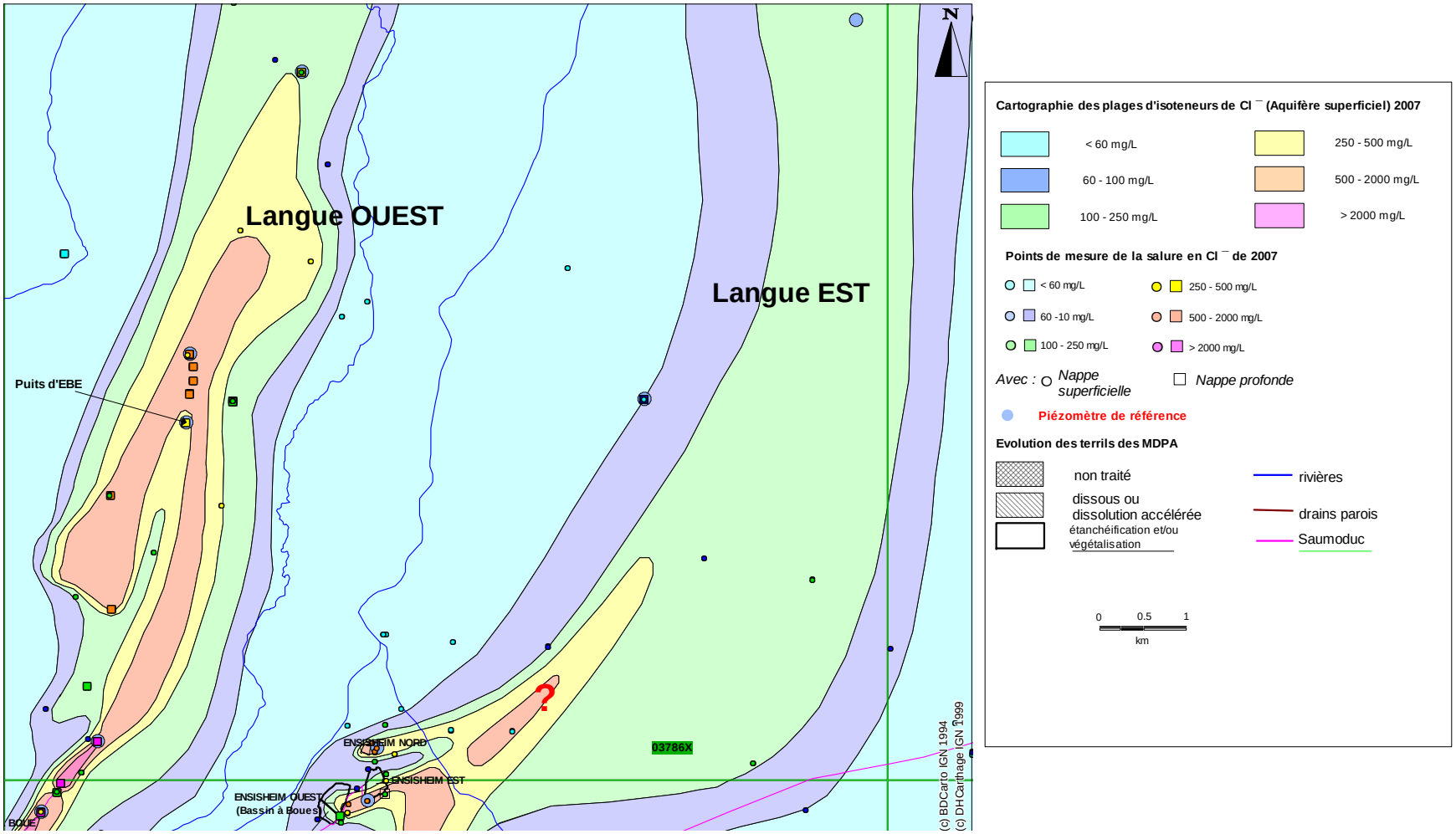


illustration 6 : Carte des concentrations moyennes 2007 du secteur «EBE/Aval du bassin potassique»

3. Salure profonde

La carte de la salure profonde en 2007 reste comparable à celle réalisée en 2004 pour l'année 2003 (Annexe 4).

3.1. LA LANGUE OUEST

L'aspect de la langue salée Ouest change peu en aval. Une étroite langue profonde à plus de 250 mg/L atteint les puits du Neuland, dont la concentration a peu évolué : 258 mg/L en 2003 contre 257 en 2007.

Au niveau du champ captant d'EBE, l'interprétation a beaucoup changé, avec le tracé de 2 branches, l'une à l'Est provenant des terrils Alex-Rodolphe, l'autre à l'Ouest d'une source hypothétique entre Raedersheim et Ungersheim.

Les concentrations aux puits EBE ont fortement augmenté sur les puits situés au Nord dans la branche Ouest (puits F4 : 813 mg/l en 2007 contre 489 en 2003) et diminué sur puits situé au Sud sur la branche Est (puits F6 : 292 mg/L en 2007 contre 419 en 2003). A l'aval immédiat, cette augmentation n'est pas ressentie au piézomètre profond de Munwiller.

Le piézomètre profond 04132X0185, en amont d'EBE et en aval des puits de dépollution d'Ungersheim, montre une très nette amélioration due à ces pompages : 2284 mg/L en 2007 contre 8800 mg/L en 2003. La salure profonde est ici en voie de résorption.

3.2. LA LANGUE EST

La langue salée Est en aval est connue par un nombre réduit de points. A l'amont du dôme de Hettenschlag, le piézomètre multiple de Niederhergheim est stable. Par contre le piézomètre d'alerte de Hettenschlag, à l'Est du dôme, montre une détérioration à 65 m de profondeur (150 mg/L en 2007 contre 116 en 2003, indiquant que des chlorures commencent à contourner le dôme par l'Est).

Les indications dont nous disposons sur les piézomètres multiples d'Oberhergheim et de Meyenheim tendent à indiquer que la langue salée profonde se rétrécit par l'Ouest sous l'effet des infiltrations de l'Ill. Nous avons également supposé que la langue profonde se réduisait sensiblement en aval d'Ensisheim, reflétant sa disparition à l'aplomb des terrils Ensisheim.

3.3. LE BASSIN POTASSIQUE

Entre 2003 et 2007, la surface de la salure profonde s'est considérablement réduite dans le bassin potassique suite à l'avancement des travaux de résorption des terrils. L'estimation faite par cartographie montre que la surface de nappe profonde au dessus de 500 mg/L aurait diminué de plus de 26 km² en 2003 à environ 12 km² en 2007. Tout en gardant à l'esprit l'importance de l'incertitude due au faible nombre de points d'observation, il y aurait eu une réduction de l'ordre de la moitié de la surface.

Dans le détail, on observe que la langue issue des terrils Théodore et Eugène s'est beaucoup réduite, et l'on peut supposer que beaucoup moins de chlorures passent sous l'Ill au Sud d'Ensisheim. De même la langue en aval des terrils Amélie s'est considérablement réduite suite aux travaux sur les terrils Amélie 1 Est et Amélie 1 Nord.

4. Bilan de la dépollution en 2007

En 2007, la plupart des terrils ont été traités ou sont en cours de traitement, soit par dissolution accélérée soit par étanchement-végétalisation.

Suite aux actions de dépollution entreprises, la masse de chlorures évacuée du bassin potassique par le saumoduc en 2007 est estimée au 01/01/2008 à 318 000 tonnes, qui correspondent cette année (illustration 7) :

- pour **42%** à la masse extraite de la nappe par les **puits de dépollution, les puits de fixation et les drains**, soit 136 000 tonnes de chlorures ;
- pour **58%** à la masse provenant de la **dissolution accélérée des terrils Marie-Louise, Amélie Nord et Anna** soit 182000 tonnes de chlorures.

La dissolution en 2007 est de l'ordre de 182 000 tonnes (contre 300 000 tonnes en 2006 et 540 000 tonnes dans l'année record en 2005 grâce à l'optimisation des méthodes d'arrosage). En considérant que la nappe reçoit annuellement par **infiltration des terrils** 14 600 tonnes de chlorures (estimation par les MDPA), la quantité extraite de 136 000 tonnes de chlorures entraîne une **dépollution** nette de la nappe de 121 400 tonnes de chlorures, soit plus d'un tiers du stock contenu dans la nappe (illustration 7).

On peut observer depuis quelques années que la quantité de sel extraite de la nappe d'après les mesures de débit et de concentration sur les ouvrages de dépollution et de fixation est supérieure à la diminution du stock de sel estimé dans la nappe. L'origine de cette différence est hypothétique : elle pourrait être due à une sous-estimation de l'infiltration naturelle et des quantités de sel présentes sous les terrils, mais aussi à un apport de sel d'origine naturelle non pris en compte dans les bilans.

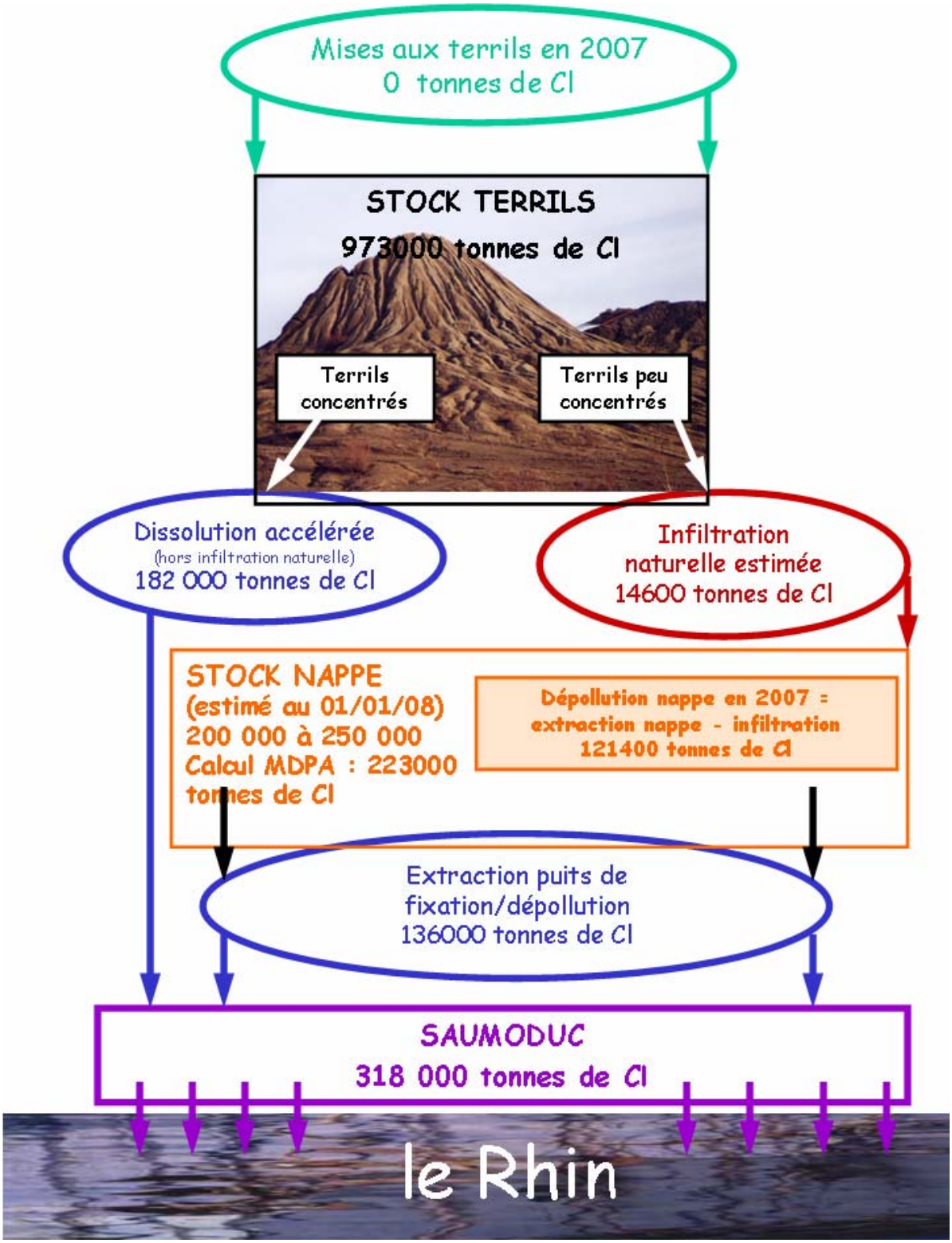


illustration 7 : Bilan 2007 de la dépollution en tonnes de chlorures (estimation BRGM d'après les données MDPA)

5. Conclusions

Le présent rapport dresse le bilan de près de 3500 mesures de chlorures effectuées en 2007 et collectées dans le secteur s'étendant de Mulhouse à Colmar sur 434 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 340 ouvrages sur lesquels ont été réalisés 3380 mesures, soit la moitié des mesures de 2005, avant 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 stabilisée depuis 2006 et représente environ 46 km² (contre 48 km² en 2005), les surfaces de concentrations supérieures à 500 et 2000 mg/L restant également 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.

L'augmentation des concentrations en chlorures aux puits du Syndicat EBE ainsi qu'au puits de Colmar reste toujours inexpliquée. Des recherches sur l'origine de ces chlorures en amont des puits EBE sont en cours par le Syndicat au moyen de l'installation d'un piézomètre profond en amont des puits AEP (travaux en été 2008).

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 120 000 tonnes de chlorures par an pour un stock résiduel dans la nappe de l'ordre de 200 000 à 250 000 tonnes. Cette situation favorable résulte d'une part du fait que l'avancement de résorption diminue les infiltrations dans la nappe (par dissolution accélérée et étanchement-végétalisation des terrils) et d'autre part de l'implantation de nombreux nouveaux ouvrages de fixation et de dépollution et de l'optimisation des pompages, qui compensent en partie la baisse des teneurs observés.

On peut observer depuis quelques années que la quantité de sel extraite de la nappe d'après les mesures de débit et de concentration sur les ouvrages de dépollution et de fixation est supérieure à la diminution du stock de sel estimé dans la nappe. L'origine de cette différence reste hypothétique : elle pourrait être due à une sous-estimation de l'infiltration naturelle et des quantités de sel présentes sous les terrils, mais aussi à un apport de sel d'origine naturelle non pris en compte dans les bilans.

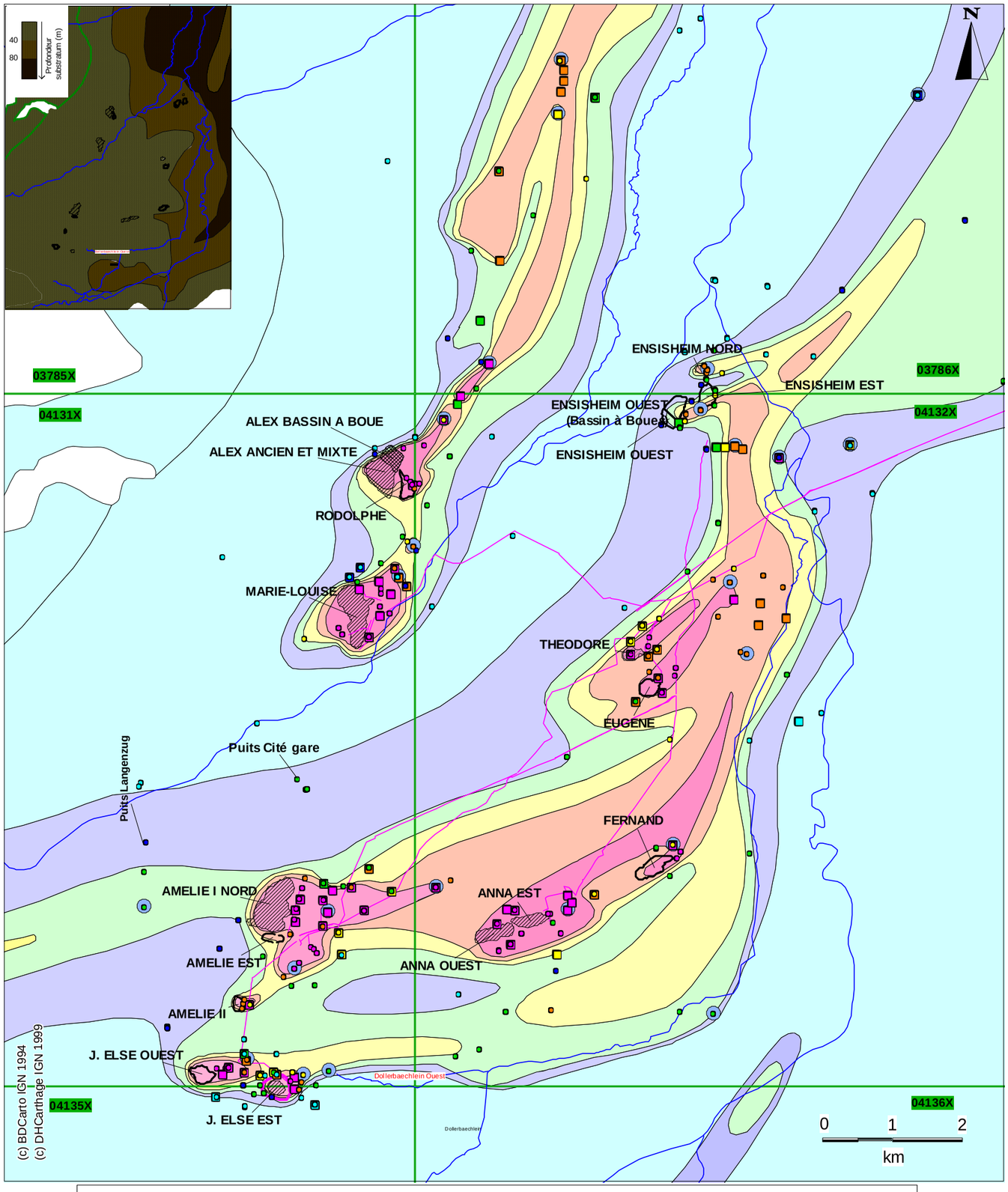
Des « piézomètres de référence » ont été choisis par le BRGM en aval des terrils dans l'axe des langues salées pour répondre à l'objectif de contrôle des mesures de dépollution prescrit par la DCE. Ils constitueront à partir de cette année le RCO (réseau de contrôle opérationnel) du bassin potassique.

Ce réseau de 30 points de référence est encore susceptible d'évolution ; il conviendrait notamment de le compléter en aval proche du terril Amélie et du terril Joseph Else Est, ainsi qu'à l'Est d'Ensisheim en sortie du bassin potassique.

Annexe 1 : Tableaux des points du réseau de contrôle opérationel

CODE_BSS	COMMUNE	LIEU_DIT	suivi par	proprietaire ouvrage	proprietaire terrain	AP MDPA	servitude	remarque
03782X0152/PMT	SAINTE-CROIX-EN-PLAINE	MATTENMUHL (PROFOND)	BRGM	APRONA?	APRONA?	non	non	contacter APRONA, pourrait remplacer le 03783X0256 de l'AP
03783X0187/PM1-PM4	NIEDERHERGHEIM	AUF DINTZEN (PZ MULTITUBES)	BRGM	REGION	TERRAIN PUBLIC	non	non	pourrait remplacer le 03783X0257 de l'AP
03786X0027/F4	MERXHEIM	AEP EBE	MDPA via EBE-BRGM	EBE	EBE	non	non	à mettre dans AP complem
03786X0029/F6	MERXHEIM	AEP EBE	MDPA via EBE-BRGM	EBE	EBE	non	non	à mettre dans AP complem
03786X0087/PMT	MUNWILLER	MUNWILLER (AVAL MULTITUBE)	BRGM	?	DDAFF	non	non	à mettre dans AP complem pour remplacer 03786X0147, voir vente terrain à qui?
03787X0101/1/100M	REGUISHEIM	MEYENHEIM (EST MULTIPLE)	BRGM-RBES	REGION	TERRAIN PUBLIC	non	non	MULTI TUBES.à ajouter dans AP complem
04131X0138/P2	UNGERSHEIM	RODOLPHE OUEST	BRGM-MPDA-RBES	MDPA	CAMSA à vérifier+servitude	oui	non	
04131X0181/P4	WITTELSHEIM	LANGENZUG	MDPA-BRGM	MDPA	MDPA	oui	non	le puits pourrait fermer à terme
04131X0294/PMT3	WITTENHEIM	NONNENBRUCH (TRIPLE)	MDPA-BRGM	MDPA	GFW	oui	oui	changer XY, téléphone pour passage
04131X0533/VL3P	PULVERSHEIM	AIRE DE LA THUR	MDPA-BRGM	MDPA	CAMSA	oui	oui	
04132X0074/F1VT	RUELISHEIM	CITE SAINTE BARBE	MDPA-BRGM	MDPA	MDPA	oui	non	
04132X0185/S	UNGERSHEIM	UNGERSHEIM (LD SPITZACKER)	MDPA-BRGM	MDPA	ROPP	oui	oui	multitubes
04132X0191/1/74M	ENSISHEIM	RIVE GAUCHE ILL (LD VOGELGE	BRGM-MDPA-RBES	MDPA	?	oui	non	multitubes, passage langue pronfonde sous l'Ill
04132X0192/PMTRD	ENSISHEIM	ENSISHEIM (RIVE DROITE ILL)	BRGM-MDPA-RBES	MDPA	DDAF	oui	non	multitubes, passage langue pronfonde sous l'Ill, voir vente terrrain à qui?
04132X0231/F2	ENSISHEIM	CITE ENSISHEIM	MDPA-BRGM-RBES	MDPA	MDPA	oui	non	
04132X0335/PZ	ENSISHEIM	TERRIL EST	MDPA	MDPA	MDPA?	oui	non	
04132X0346/EN2	ENSISHEIM	TERRIL ENSISHEIM (NORD)	MDPA-BRGM	MDPA	?	oui	non	vérifier servitude et proprio
04132X0370/DECA3	WITTENHEIM	ANCIEN CARREAU ANNA	MDPA-BRGM	MDPA	Decathlon	oui	oui	
04132X0380/P	WITTENHEIM	RUE DES MINES (SOSNOWSKI)	MDPA-BRGM	MDPA	SOSNOWSKI	oui	oui	
04132X0384/PZ1FON	UNGERSHEIM	LEHLE (PROFOND)	MDPA-BRGM	MDPA	DDE?	oui	non	
04132X0398/P5	ENSISHEIM	IM SPICHER	MDPA-BRGM	MDPA	MPDA	oui	non	
04135X0369/DECA2	WITTENHEIM	ANCIEN CARREAU ANNA	MDPA-BRGM	MDPA	CSA?	oui	non	servitude à vérifier
04135X0345/VJ1S	WITTELSHEIM	SILBERMATTLE	MDPA-BRGM	MDPA	chasseurs?	oui	non	servitude à vérifier
04135X0368/VJE11	WITTELSHEIM	TERRIL JOSEPH ELSE (EST)	MDPA-BRGM	MDPA	CSA?	oui	non	à remplacer par point plus centrale de la langue?, servitude à vérifier
03787X0148/P	NIEDERENTZEN	OBERFELD (PRES D8)	BRGM 2008	privé	M DOLL	non	non	à suivre par BRGM à partir de 2008
04131X0246/F1	WITTELSHEIM	ATELIERS CENTRAUX AMELIE II	MDPA	MDPA	MDPA	oui	non	ajouter à RCO - Aval Amélie II
04136X0003/P1	KINGERSHEIM	AEP BOIS DE KINGERSHEIM	DDASS	AEP KINGER	KINGESHEIM	non	non	Kingersheim
03795X0111/GWM2	GEISWASSER	Ile du Rhin	REGION	REGION	EDF	non	non	ne concerne pas l'AP MDPA
03795X0112/GWM1	GEISWASSER	ILE DU RHIN LE HARTHEIMERGRIEN B2 GEISWASSER TIEF PROFOND	REGION	REGION	EDF	non	non	ne concerne pas l'AP MDPA
03795X0094/PMT	BALGAU	PRES POSTE GAZ (PZ MULTITU	REGION	REGION	EDF	non	non	ne concerne pas l'AP MDPA
03795X0107/B1	NAMBSHEIM	OBERES MATTFELD	REGION	REGION	EDF	non	non	ne concerne pas l'AP MDPA

Annexe 2 : Carte de la salure moyenne dans le bassin potassique en 2007



Cartographie des plages d'isoteneurs de Cl $^-$ (Aquifère superficiel) 2006

- < 60 mg/L
- 60 - 100 mg/L
- 100 - 250 mg/L
- 250 - 500 mg/L
- 500 - 2000 mg/L
- > 2000 mg/L

Evolution des terrils des MDPA

- non traité
- dissous ou dissolution accélérée
- étanchéification et/ou végétalisation
- déplacé ou supprimé

- rivières
- drains parois
- Saumoduc
- N° de la carte/ Indice BSS

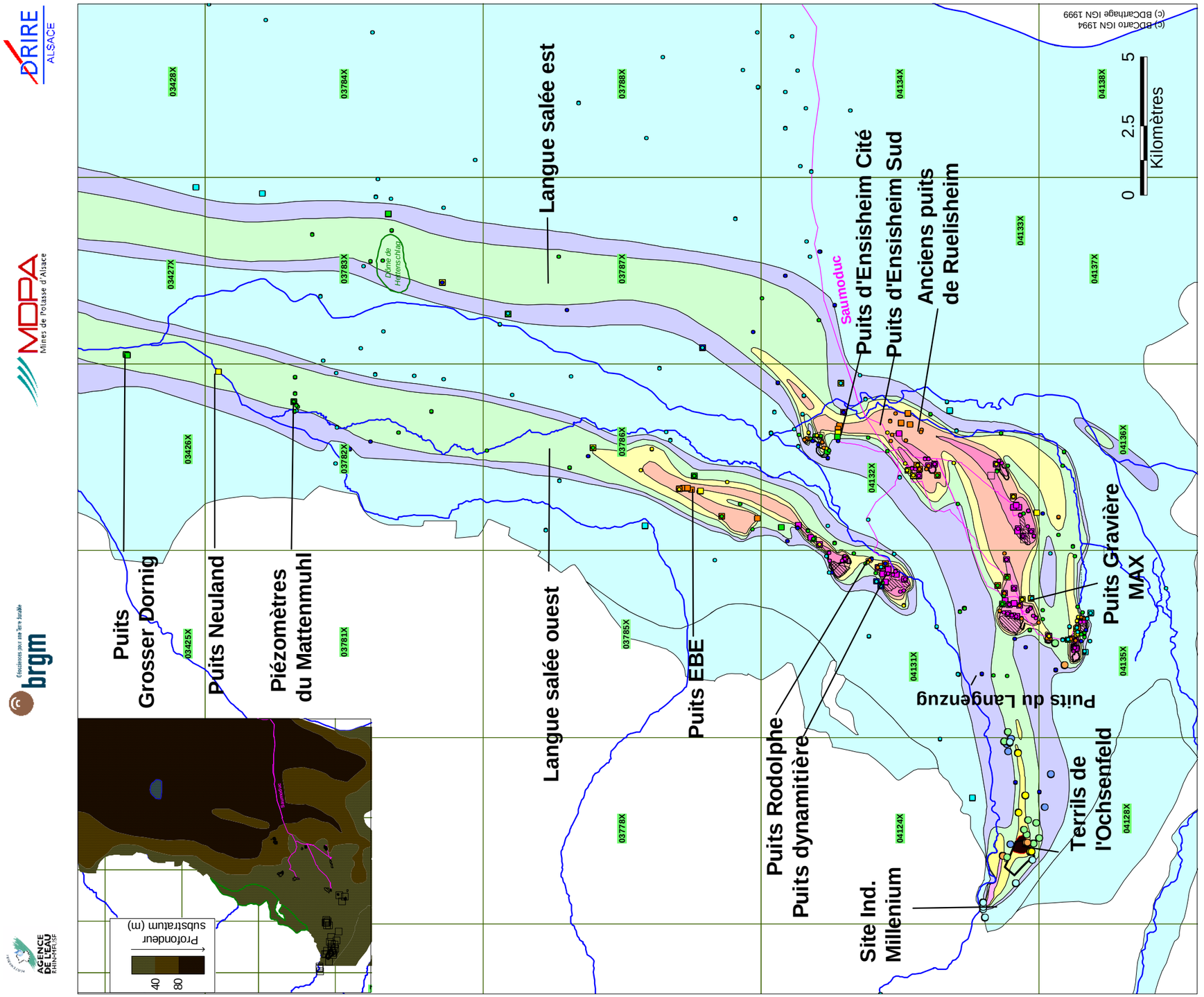
Points de mesure de la salure en Cl $^-$ de 2007

- < 60 mg/L
- 60 -10 mg/L
- 100 - 250 mg/L
- 250 - 500 mg/L
- 500 - 2000 mg/L
- > 2000 mg/L

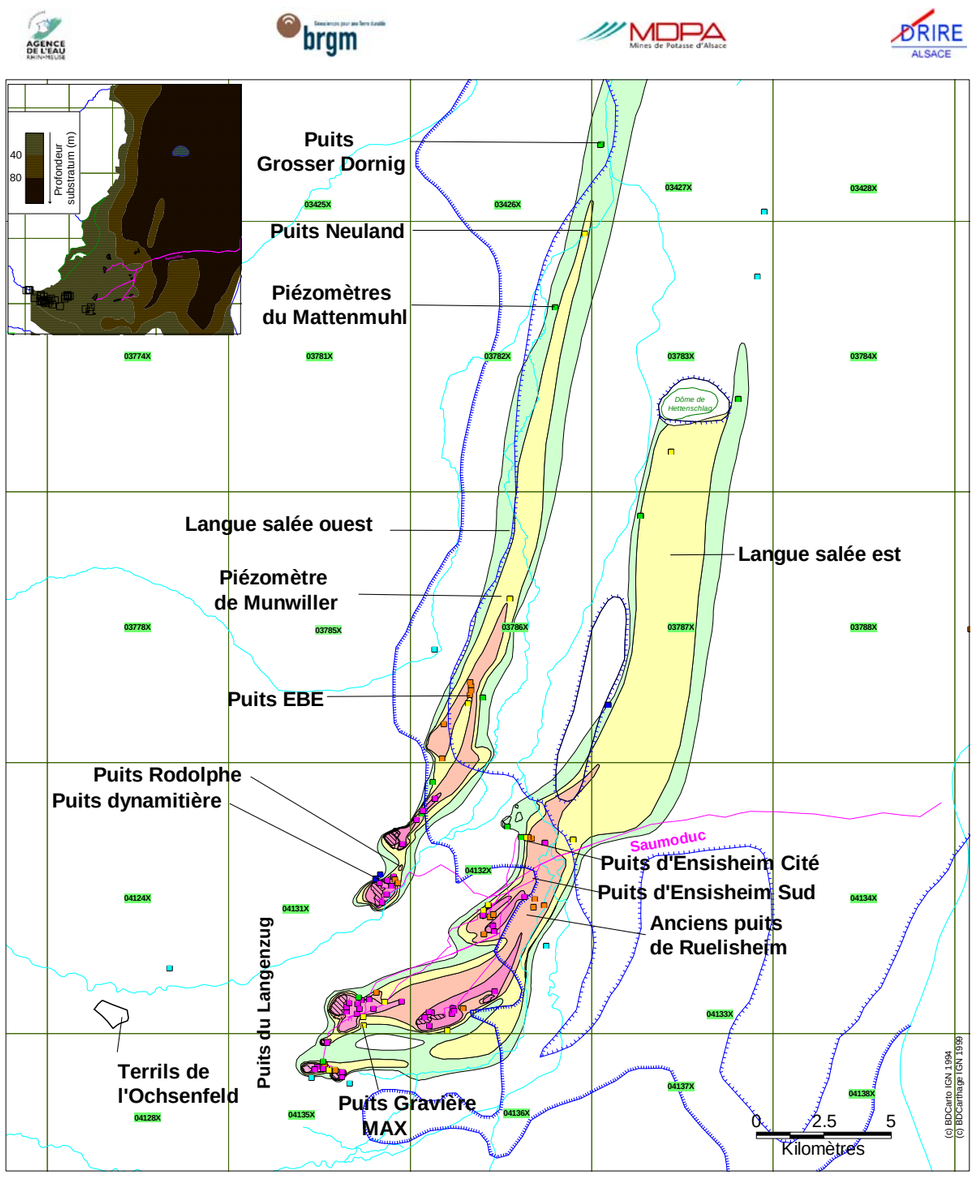
Avec : *Nappe superficielle* *Nappe profonde*

Piézomètre de référence

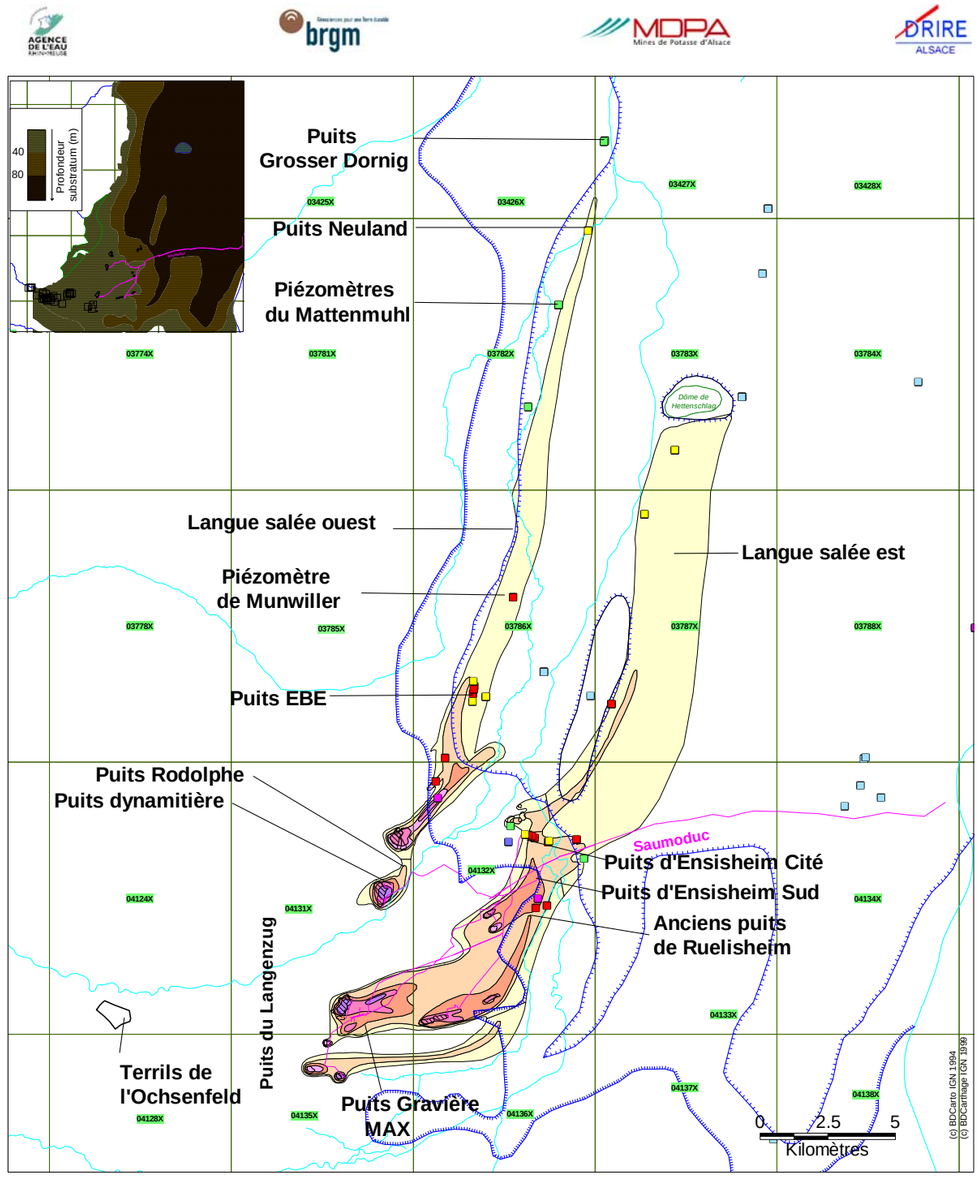
Annexe 3 : Carte de la salure moyenne sur le réseau élargi en 2007 - nappe superficielle


DRIRE ALSACE
MDPA Mines de Potasse d'Alsace
brgm
AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE
(c) BDCarto IGN 1994
(c) BDCarthage IGN 1999
0
2.5
5
Kilomètres
Langue salée est
Puits d'Ensisheim Cité
Puits d'Ensisheim Sud
Anciens puits de Ruelisheim
Saumoduc
Dôme de Hettenschlag
Puits Grosser Dornig
Puits Neuland
Piézomètres du Mattenmuhl
Langue salée ouest
Puits EBE
Puits Rodolphe
Puits dynamitière
Site Ind. Millenium
Puits du Langenzug
Terrils de l'Ochsenfeld
Puits Gravière MAX
03428X
03784X
03788X
04134X
04138X
03427X
03783X
03787X
04133X
04137X
03426X
03782X
03786X
04132X
04136X
03425X
03781X
03785X
04131X
04135X
03778X
04124X
04128X
Profondeur substratum (m)
40
80

Annexe 4 : Cartes de la salure de la nappe profonde en 2007 et en 2003

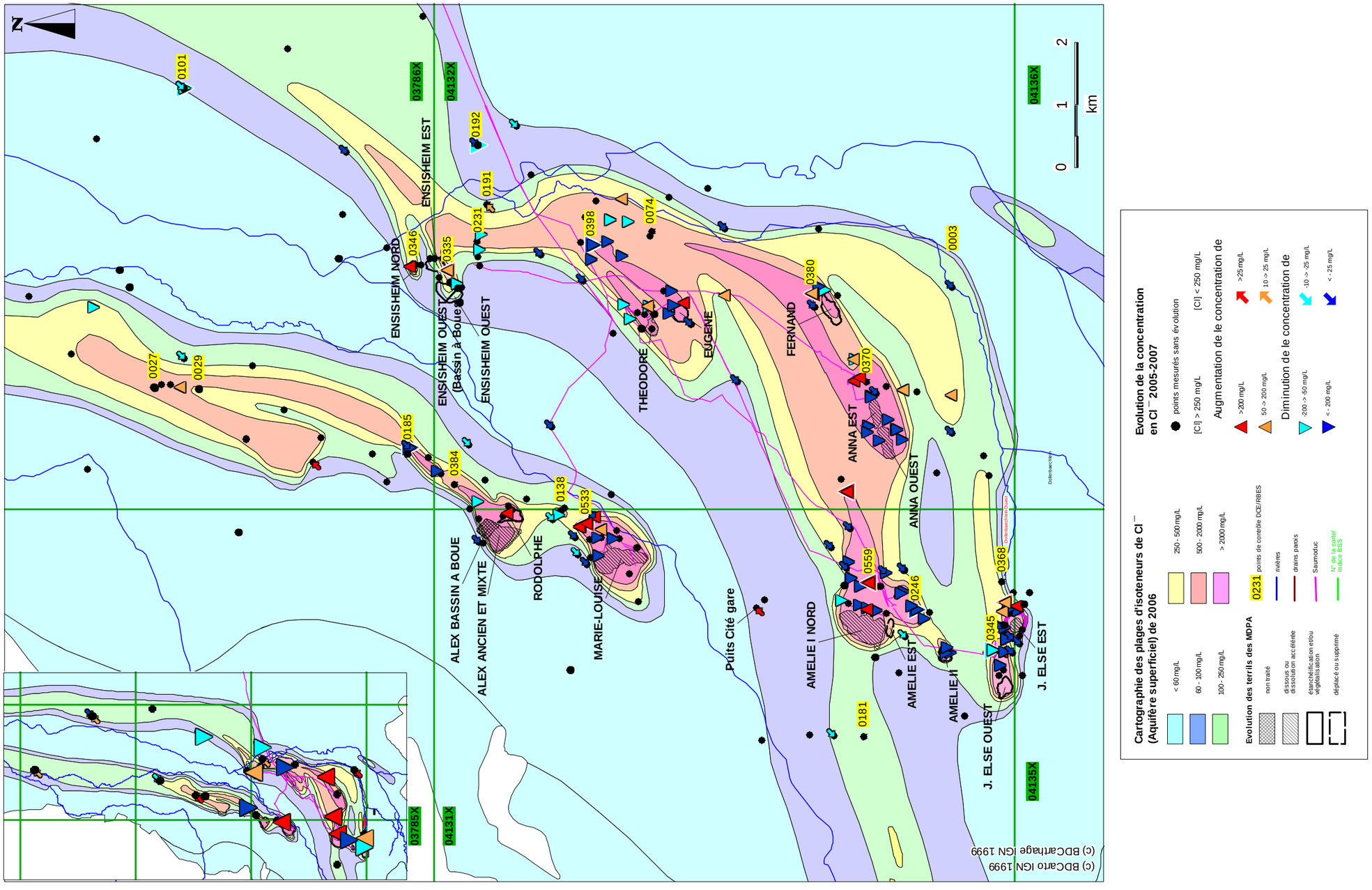


Carte interprétative de la salure profonde en 2007



Carte interprétative de la salure profonde en 2003

Annexe 5 : Carte de la salure moyenne sur le bassin potassique et évolution des concentrations 2005-2007


N
0
1
2
km
03786X
04132X
04136X
04135X
04131X
03785X
ENSISHEIM NORD
ENSISHEIM OUEST (Bassin à Boue)
ENSISHEIM OUEST
ENSISHEIM EST
THEODORE
EUGENE
FERNAND
ANNA EST
ANNA OUEST
ALEX BASSIN A BOUE
ALEX ANCIEN ET MIXTE
RODOLPHE
MARIE-LOUISE
Puits Cité gare
AMELIE I NORD
AMELIE EST
AMELIE II
J. ELSE OUEST
J. ELSE EST
0101
0027
0029
0185
0384
0346
0335
0231
0191
0192
0398
0074
0003
0380
0370
0138
0533
0559
0246
0181
0345
0368
(c) BDCarthage IGN 1999
(c) BDCarto IGN 1999
Evolution de la concentration en Cl⁻ 2005-2007
points mesurés sans évolution
[Cl] > 250 mg/L
[Cl] < 250 mg/L
Augmentation de le concentration de
> 200 mg/L
> 25 mg/L
50 -> 200 mg/L
10 -> 25 mg/L
Diminution de le concentration de
-200 -> -50 mg/L
-10 -> -25 mg/L
< - 200 mg/L
< - 25 mg/L
Cartographie des plages d'isoteneurs de Cl⁻ (Aquifère superficiel) de 2006
< 60 mg/L
60 - 100 mg/L
100 - 250 mg/L
250 - 500 mg/L
500 - 2000 mg/L
> 2000 mg/L
Evolution des terrils des MDPA
non traité
dissous ou dissolution accélérée
étanchéification et/ou végétalisation
déplacé ou supprimé
0231 points de contrôle DCE/RBES
rivières
drains parais
Saumoduc
N° de la carte/ Indice BSS

Annexe 5 :
Légende des cartes de la salure

Cartographie des plages d'isoteneurs de Cl^- de 2007 (Tranche 0-40 m)

- < 60 mg/L
- 60 - 100 mg/L
- 100 - 250 mg/L
- 250 - 500 mg/L
- 500 - 2000 mg/L
- > 2000 mg/L

Evolution des terrils des MDPA

- non traité
- dissous ou dissolution accélérée
- étanchéification et/ou végétalisation
- déplacé ou supprimé
- rivières
- drains parois
- Saumoduc
- 04128X N° de la carte/Indice BSS

Points de mesure de la salure en Cl^- de 2007

- < 60 mg/L
- 60 -100 mg/L
- 100 - 250 mg/L
- 250 - 500 mg/L
- 500 - 2000 mg/L
- > 2000 mg/L

Avec : *Tranche 0-40 m* *Tranche 40 met +*

Nature des puits de pompage

- Puits de fixation
- Puits de dépollution
- Autres : AEP/AEI
- Puits à l'arrêt

Evolution de la concentration 2005-2007

[Cl] > 250 mg/l		*[Cl] < 250 mg/l*	
Tranche 0-40m	*Tranche 40 met +*	*Tranche 0-40m*	*Tranche 40 met +*
> 200 mg/L	> 200 mg/L	> 25 mg/L	> 25 mg/L
50 -> 200 mg/L	50 -> 200 mg/L	10 -> 25 mg/L	10 -> 25 mg/L
-200 -> -50 mg/L	-200 -> -50 mg/L	-10 -> -25 mg/L	-10 -> -25 mg/L
< -200 mg/L	< -200 mg/L	< -25 mg/L	< -25 mg/L

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
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