



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

Rapport de synthèse des mesures effectuées en 2009 et 2010

BRGM/RP-60059-FR
Juillet 2011



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

Rapport de synthèse des mesures
effectuées en 2009 et 2010

BRGM/RP-60059-FR

Juillet 2011

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 11-EAUK-05

S. Urban

Avec la collaboration de
J.Boucher

Vérificateur :

Nom : A. Dheilly

Date : août 2011

original signé par A. Dheilly

Approbateur :

Nom : D. Midot

Date : 02/09/2011

original signé par D. Midot

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

Mots clés : Salinité, chlorures, dépollution, dissolution accélérée, qualité-eau, Mines de Potasse d'Alsace, Haut-Rhin.

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

Urban S., Boucher J. (2011) - Contrôle et surveillance de la salinité de la nappe phréatique d'Alsace dans le bassin potassique et à son aval (68). Rapport de synthèse des mesures effectuées en 2009 et 2010. Rapport BRGM RP-60059-FR. 50 p., 26 ill., 5 ann.

Synthèse

Le contrôle de la salure de la nappe phréatique d'Alsace dans le département du Haut-Rhin (68) 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 Potasse 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 70. 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 concernés par la dissolution accélérée, sont, soit en cours, soit viennent d'être achevées.

En 2009 et 2010, les teneurs en chlorures ont été collectées sur plus de 300 ouvrages. Ceci représente chaque année environ 3000 analyses sur 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 de celui-ci jusqu'à la hauteur de Colmar. Ces données proviennent des MDPAs, de l'ARS du Haut-Rhin, des producteurs d'eau potable et de la DREAL ainsi que d'analyses complémentaires réalisées par le BRGM.

Les analyses issues de l'autocontrôle réalisé par les MDPAs ainsi que celles réalisées par le BRGM ont été enregistrées sous les réseaux de la banque de données ADES.

L'exploitation des informations a permis de réaliser une cartographie des teneurs en chlorures des tranches supérieures et inférieures de la nappe pour l'année 2010. Ce travail a bénéficié des données collectées par l'APRONA dans le cadre de l'inventaire qualité des eaux souterraines de la nappe d'Alsace 2009 pour l'aquifère supérieur. Cette utilisation est justifiée pour 2010 car les variations d'une année à l'autre restent faibles.

La comparaison surfacique des concentrations en chlorure >250 mg/l de 2008 et de 2010, c'est-à-dire à deux ans d'intervalle rend compte de deux tendances de la qualité de eaux vis-à-vis des chlorures:

- une amélioration significative de la partie supérieure de l'aquifère;
- une stagnation relative de la partie inférieure de l'aquifère.

Ces tendances s'insèrent dans la continuité des observations des années antérieures.. La partie inférieure de l'aquifère montre, après une amélioration, un palier depuis 2007.

Le **bilan annuel des actions de dépollution** entreprises a été dressé sur la base des données fournies par les MDPAs. L'infiltration naturelle vers la nappe a été estimée pour les deux années (2009-2010) à 11 400 tonnes de chlorures. Elle ne provient plus que de trois terrils encore en cours de dépollution : Marie Louise, Amélie et Anna. La dissolution accélérée maîtrisée de ces 3 terrils atteint 133 200 tonnes pour les deux

années, soit une dépollution nette hors infiltration naturelle de 121 800 tonnes de chlorures. Ils ont été récupérés au niveau des canaux périphériques aux terrils.

L'extraction par les pompages entraîne une dépollution d'environ 178 600 tonnes de chlorures.

En 2008, une réévaluation du volume de chlorures de la nappe a été réalisée. La méthode par cubage a ainsi abouti à une valeur de 309 200 tonnes de chlorures au 01/01/2009. En déduisant la dépollution nette sur les deux années (2009-2010) de cette valeur, le stock résiduel estimé est donc de 142 000 tonnes de chlorures au 01/01/2011. A ce rythme on pourrait théoriquement prévoir une dépollution complète au 01/01/2013. Cependant le stock de chlorures restant vraisemblablement dans la nappe est encore bien supérieur à la valeur calculée.

Trois facteurs sont à prendre en compte :

- avec la diminution des concentrations, l'efficacité de la dépollution diminue également ;
- l'estimation des volumes de chlorures dans la nappe cerne imparfaitement les stocks en profondeur au droit des terrils ;
- la question d'une éventuelle origine naturelle des chlorures se superposant à l'impact anthropique n'a toujours pas été tranchée.

L'analyse critique des mesures par année amène un certain nombre de remarques concernant la fréquence des analyses effectuées. D'une manière générale, une répartition régulière des mesures au cours de l'année en fonction de la fréquence retenue doit être impérativement respectée. Au-delà de ces remarques sur les mesures effectuées, il est proposé une optimisation des fréquences de mesures tenant compte de la configuration actuelle des panaches.

Les analyses surfaciques et aux points multitubes montrent que l'influence de la dépollution, bien que sensible, diminue avec la profondeur. Dans le cadre d'une optimisation du réseau de dépollution, il conviendrait donc de modifier les installations de pompage au droit des puits afin que les portions de nappe les plus profondes soient captées.

Sommaire

1. Introduction	11
1.1. OBJECTIFS DE L'ETUDE	12
1.2. REUNIONS DE LA COMMISSION INTERSERVICES DE CONTROLE DES REJETS DES MINES DE POTASSE D'ALSACE	13
1.3. MISE EN LIGNE DES DONNEES SOUS LA BASE DE DONNEES NATIONALE ADES	13
2. Evolution 2010 des Chlorures dans les eaux souterraines	15
2.1. LES PIEZOMETRES DU RESEAU DE SUIVI MDPA	16
2.2. LES PIEZOMETRES DE REFERENCE DU RESEAU DE CONTROLE OPERATIONNEL RELATIF A LA DCE SUIVIS PAR L'AERM	17
2.3. SYNTHESE DES MESURES DE SURVEILLANCE DE LA SALINITE ET DES OPERATIONS DE DEPOLLUTION DANS LE BASSIN POTASSIQUE	19
2.4. FREQUENCES DE PRELEVEMENT	29
2.5. EVALUATION DES TENDANCES DE CONCENTRATION EN CHLORURES EN FONCTION DE LA PROFONDEUR DE PRELEVEMENT AU DROIT DES MULTITUBES SITUES EN AVAL DES PUIITS DE FIXATION ET DE DEPOLLUTION	30
2.6. EVOLUTION GENERALE DE LA SURFACE DE LA SALURE DANS LA PARTIE SUPERIEURE DE L'AQUIFERE DEPUIS 1997	36
2.7. EVOLUTION GENERALE DE LA SALURE PROFONDE	40
3. Bilan de la dépollution en 2010	47
4. Conclusions	49

Liste des illustrations

<i>Illustration 1 : Le bassin potassique avec la localisation des puits, du saumoduc et des lieux dits (légende Annexe 6)</i>	16
<i>Illustration 2 : Carte de localisation des points du réseau de contrôle opérationnel relatif à la DCE et suivis par l' AERM dans le bassin potassique et son aval</i>	18
<i>Illustration 3 :Tableau récapitulatif des opérations, évolutions et propositions pour le secteur « Joseph-Else/Amélie »</i>	20
<i>Illustration 4 :Carte des concentrations moyennes en 2010 du secteur « Joseph-Else/ Amélie »</i>	21
<i>Illustration 5 :Tableau récapitulatif des opérations, évolutions et propositions pour le secteur « Anna / Fernand »</i>	22
<i>Illustration 6 : Carte des concentrations moyennes en 2010 du secteur Anna / Fernand »</i>	23
<i>Illustration 7 :Tableau récapitulatif des opérations, évolutions et propositions pour le secteur nord du bassin potassique</i>	25
<i>Illustration 8 : Carte des concentrations moyennes en 2010 du secteur nord du bassin potassique</i>	26
<i>Illustration 9 :Tableau récapitulatif des opérations, évolutions et propositions pour le secteur aval du bassin potassique</i>	27
<i>Illustration 10 : Carte des concentrations moyennes 2010 du secteur aval du bassin potassique</i>	28
<i>Illustration 11 : Position des quatres points multitubes (PMT) suivis</i>	30
<i>Illustration 12 : Evolution de la salure au PMT 03786X0087 (9 km en aval des puits de fixation et de dépollution).....</i>	31
<i>Illustration 13 :Evolution de la salure au PMT 03782X0152 (aval lointain, à 20 km)</i>	32
<i>Illustration 14 : Evolution de la salure au PMT 03787X0101 (6 km en aval des derniers puits de dépollution de la langue Est).....</i>	33
<i>Illustration 15 : Evolution de la salure au PMT 03783X0187 (aval lointain, à près de 17 km).....</i>	34
<i>Illustration 16 : Evolution de la surface de la langue Ouest (salure dans la partie supérieure) en km² où [Cl]⁻>250mg/l</i>	36
<i>Illustration 17 : Evolution de la surface de la langue Est (salure dans la partie supérieure) en km² où [Cl]⁻>250mg/l</i>	37
<i>Illustration 18 : Evolution de la surface en km² de la salure dans la partie superieure où [Cl]⁻>250mg/l.....</i>	38
<i>Illustration 19 : Répartition des surfaces des deux langues de salure par intervalle de concentration de chlorures</i>	39
<i>Illustration 20 : Evolution des surfaces des concentrations >2 000 mg/l de la salure profonde au niveau du terriL MARIE - LOUISE en 2010 (surfaces colorées) par rapport à 2008 (isovaleurs en trait orange).....</i>	41
<i>Illustration 21 : Evolution des surfaces des concentrations >500 mg/l de la salure profonde au niveau des captages EBE et à leur aval en 2010 (surfaces colorées) par rapport à 2008 (isovaleurs en trait orange)</i>	41

<i>Illustration 22 : Evolution de la surface de la langue Ouest (salure profonde) en km² où [Cl⁻]>250mg/l</i>	<i>42</i>
<i>Illustration 23 : Evolution des surfaces des concentrations >2 000 mg/l de la salure profonde au niveau du terriL AMELIE NORD en 2010 (surfaces colorées) par rapport à 2008 (isovaleurs en trait orange)</i>	<i>43</i>
<i>Illustration 24 : Evolution des surfaces des concentrations >15 000 mg/l de la salure profonde au niveau des terrils ANNA OUEST & EST en 2010 (surfaces colorées) par rapport à 2008 (isovaleurs en trait orange)).....</i>	<i>43</i>
<i>Illustration 25 : Evolution de la surface de la langue Est (salure profonde) en km² où [Cl⁻]>250mg/L</i>	<i>44</i>
<i>Illustration 26 : Evolution de la surface de la salure profonde sur l'ensemble du bassin patassique en km² où [Cl⁻]>250mg/L.....</i>	<i>45</i>

Liste des annexes

Annexe 1 : Tableaux des points du réseau de contrôle opérationnel relatif à la DCE	51
Annexe 2 : Carte de la salure moyenne de l'aquifère supérieur dans le bassin potassique en 2010	53
Annexe 3 : Carte de la salure moyenne de l'aquifère supérieur pour le réseau élargi en 2010.....	57
Annexe 4 : Cartes de la salure moyenne de l'aquifère profond en 2010 et en 2008	61
Annexe 5 : Légende des cartes de la salure	63

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. Celle-ci 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 08-EAUK-11), par l'Agence de l'eau Rhin-Meuse et les MDPA.

Le chlorure de sodium (NaCl), sous-produit de l'exploitation de la potasse, est apparu dans la nappe des alluvions rhénanes à la suite du dépôt sur des terrils de ce produit mélangé avec des schistes insolubles. Les dépôts de sels résiduels sur terrils ont été particulièrement intenses entre 1910 et 1933 et ont quasiment cessé après 1970.

Les terrils salés sont à l'origine d'une pollution saline des eaux souterraines. Les eaux de pluie en 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, mais, les saumures, plus denses, ont tendance à descendre à la base de l'aquifère au droit des terrils 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'III 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 ”*.

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 2009 et 2010 :

- une carte de la salure moyenne de l'aquifère supérieur dans le bassin potassique en 2010 (annexe 2) ;
- une carte de la salure moyenne de l'aquifère supérieur à l'échelle du réseau élargi en 2010 (annexe 3) ;
- deux cartes mises côte à côte à titre comparatif représentant respectivement l'extension de la salure dans l'aquifère profond en 2010 et 2008 (annexe 4).

1.2. REUNIONS DE LA COMMISSION INTERSERVICES DE CONTROLE DES REJETS DES MINES DE POTASSE D'ALSACE

Cinq réunions se sont tenues au cours du programme biannuel, 2009 et 2010 (24/03/09, 22/09/09, 02/03/2010, 30/09/2010, 15/12/2010 et 15/03/2011). Les comptes rendus des réunions ont été rédigés par la DREAL.

En 2009, ont été présentés les traitements réalisés par les MDPAs sur les différents terrils (état de la salure, étapes de la fixation et de la dépollution des chlorures). La surveillance de la nappe est un point important abordé lors des réunions en 2009 (Piézomètres de référence RCO ; Piézomètre d'alerte du champ captant pour d'Alimentation en Eau Potable d'Ensisheim, Bollwiller et Environs (EBE)).

En 2010, l'avancement des traitements effectués en 2009 a fait l'objet d'une présentation au comité de pilotage par les MDPAs.

Une présentation de l'étude INERIS sur les risques et impacts sur la nappe a été réalisée dans le cadre des projets de cession des terrils.

Enfin dans le cadre du SAGE II Nappe Rhin (volets « chlorures »), un certain nombre d'objectifs seront à respecter à l'échéance 2015. Ainsi, lors des réunions futures, il conviendra de poursuivre collectivement les réflexions pour répondre à ces questions.

1.3. MISE EN LIGNE DES DONNEES SOUS LA BASE DE DONNEES NATIONALE ADES

Le réseau est constitué de deux sous-réseaux distincts. Le premier regroupe les points suivis par les MDPAs et s'intitule : 0200000081 - RAPSALMDPA - Réseau autocontrôle MDPAs (AP) de suivi de la salure des eaux souterraines dans le Haut-Rhin (Alsace). Le second rassemble des informations complémentaires collectées par le BRGM.

Ce sous-réseau s'intitule : 0200000082 - RCSALBRGM - Réseau complémentaire BRGM de suivi de la salure des eaux souterraines dans le Haut-Rhin (Alsace).

Années du suivi	Nombres de points enregistrés sous ADES	
	2009	2010
Autocontrôle MDPA	324	314
BRGM	0	9

Le projet de suivi 2009 - 2010 ayant débuté en 2010, aucune mesure complémentaire du BRGM n'a pu être effectué pour l'année 2009.

2. Evolution 2010 des Chlorures dans les eaux souterraines

L'illustration 1 présente le bassin potassique avec les lieux dits utilisés dans les prochains chapitres, le Saumoduc et les puits de pompage.

Le saumoduc est un réseau de canalisations datant des années 1960 qui traverse la Plaine d'Ouest en Est. Dans les années 1975-1985, un ensemble de puits de fixation a été mis en place. 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. Depuis 1989, les saumures issues des opérations de dissolution des terrils sont également collectées par ce réseau de canalisations.

L'exploitation des informations du réseau élargi a permis de réaliser une cartographie des teneurs en chlorures des tranches supérieures et inférieures de la nappe pour l'année 2010. Ce travail a bénéficié des données collectées par l'association pour la protection de la nappe phréatique de la plaine d'Alsace (APRONA) dans le cadre de l'inventaire qualité des eaux souterraines de la nappe d'Alsace 2009 pour l'aquifère supérieur. Cette utilisation est justifiée pour 2010 car les variations d'une année à l'autre restent faibles.

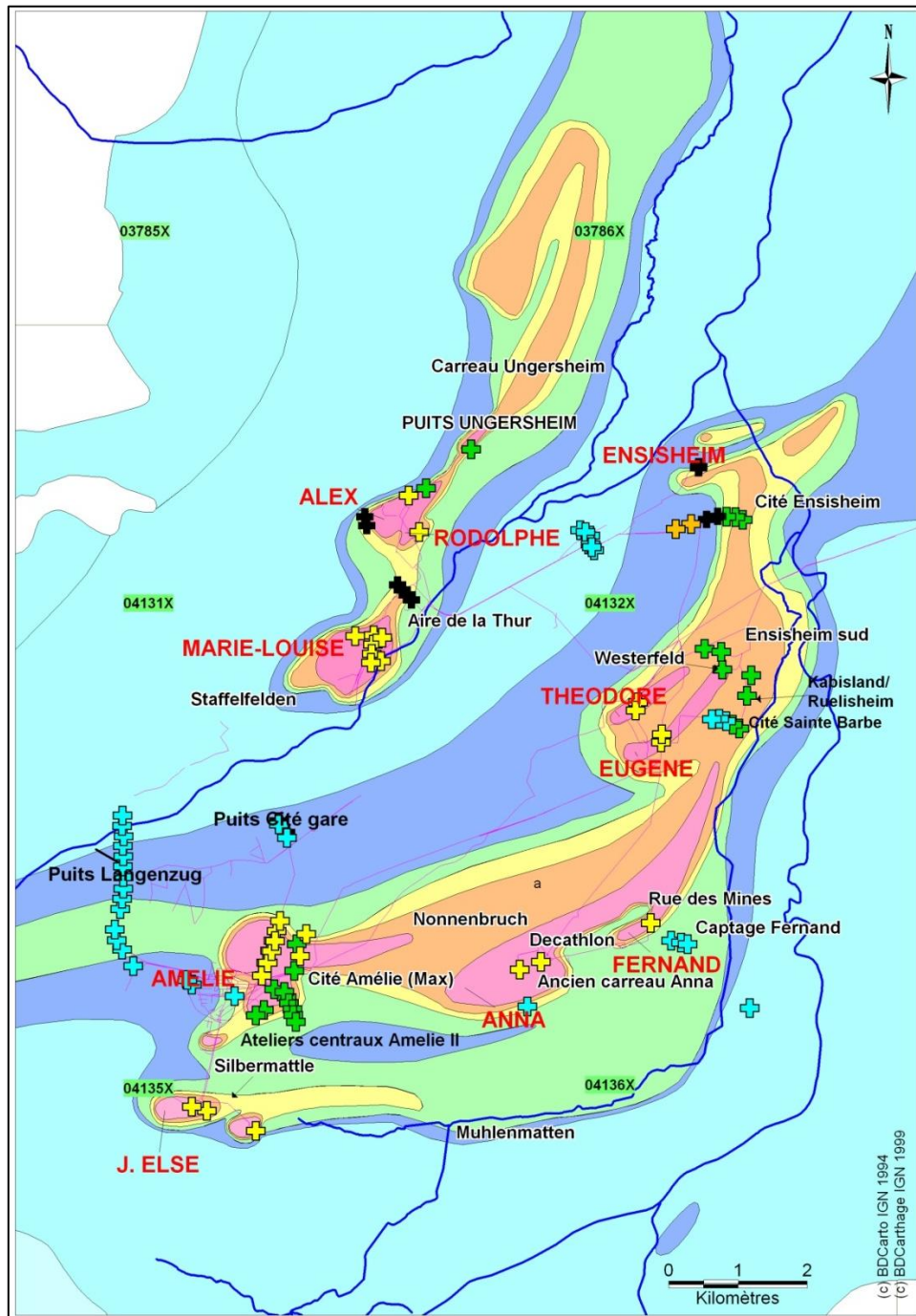


Illustration 1 : Le bassin potassique avec la localisation des puits, du saumoduc et des lieux dits (légende Annexe 6)

2.1. LES PIEZOMETRES DU RESEAU DE SUIVI MDPA

Le réseau de suivi de la pollution en chlorures à la charge des MDPa fait l'objet de prescriptions dans le cadre de la législation des Installations Classées. Les points de surveillance et les fréquences de prélèvements et d'analyses sont détaillés dans l'Arrêté Préfectoral n° 2007-232-9 du 20 août 2007. Les rapports 2008 et 2009 de l'inspection des installations classées de la DREAL apportent des modifications

mineures à ce réseau et au programme de surveillance en fonction des évolutions dues aux actions de dépollution.

Le réseau dit « élargi » vise à réaliser une cartographie étendue de l'évolution de la pollution. Pour cela, les informations issues de ce programme annuel de surveillance sont complétées par d'autres sources de données :

- les informations issues du programme annuel de surveillance de plusieurs captages d'eau AEP réalisés par l'ARS ;
- celles issues du programme de surveillance de la Colmarienne des Eaux.

Le BRGM complète enfin ces données collectées par une campagne annuelle de prélèvement et d'analyse sur des points d'eau estimés essentiels pour la réalisation cette cartographie élargie de la pollution.

2.2. LES PIEZOMETRES DE REFERENCE DU RESEAU DE CONTROLE OPERATIONNEL RELATIF A LA DCE SUIVIS PAR L'AERM

Ces piézomètres sont intégrés dans le réseau de surveillance des MDPAs.

Des « piézomètres de référence » pour la surveillance de la nappe des alluvions rhénanes ont été choisis par rapport à deux objectifs :

- surveillance en aval des terrils dans l'axe des langues salées ;
- évolution du piézomètre représentative de l'évolution globale de la zone aval du terriil correspondant.

L'illustration 2 présente la localisation des 31 points de référence mise à jour (Tableau Annexe 1).

2.3. SYNTHÈSE DES MESURES DE SURVEILLANCE DE LA SALINITE ET DES OPERATIONS DE DEPOLLUTION DANS LE BASSIN POTASSIQUE

Les tableaux qui suivent associés à la cartographie des zones concernées récapitulent les actions achevées ou en cours, les évolutions constatées pour la ou les années prises en compte et les propositions émises au cours des réunions de la commission interservices (voir chapitre 1.2).

2.3.1. Secteur des terrils Joseph-Else et Amélie

Ce secteur constitue la partie la plus amont de la langue Est. Seul le terril Amélie fait encore l'objet d'action de dissolution accélérée.

Secteur	Opérations réalisées ou en cours (2009 et 2010)	Puits de pompage		Piézomètre de référence	Evolution constatée en 2009 et 2010 (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 pour la surveillance du panache venant de Vieux Thann et de l'Ochsenfeld			Les concentrations de tous les puits sont globalement stables par rapport à 2008. Le puits le plus au sud 04131X0181/P4 dont la concentration était la plus élevée est en diminution d'environ 40 mg/l.	Le puits 04131X0378 présente une concentration constante par rapport à 2008 (50mg/l)	Le P4 est conservé comme piézomètre de référence amont du bassin potassique. Le puits 04131X0378 n'est plus nécessaire pour le suivi puisque les teneurs sont, pour les 3 dernières années, de l'ordre de 50 mg/l.
Amélie (Amélie I Nord, Est, II)	Terril Amélie I Nord + Amélie Est : Dissolution en cours. D'après les estimations – 7600 tonnes de NaCl. Il reste pourtant des résidus à extraire du terril.	11	3	2	Amélie Nord et I : amélioration significative (~ 3500 mg/l de baisse) au niveau des piézomètres de fixation aval terril Am I Nord. Poursuite de l'amélioration sur la frange nord de la langue salée à l'aval d'Amélie ainsi que sur la frange sud en aval des gravières MAX.	L'amélioration en aval montre que les hausses locales dues au traitement sont maîtrisées.	Maintenir des pompes même après la fin de dissolution du fait d'un stock significatif de sel dans la nappe Garder encore plus longtemps les puits profonds. Le puits 04131X0559 est à conserver comme point de référence.
	Terril Amélie II : Remodelage, étanchement et végétalisation achevés	0	4 (puits Gravière Max & Ateliers Centraux)		Amélie II : Stabilité des concentrations à Amélie II et en aval des terrils. Forte augmentation au niveau du puits 04131X0247(de 742 mg/l en 2009 à 2 669 mg/l en 2010)	Pas de puits de fixation, des puits de dépollution en aval éloigné montrent des valeurs >2000 mg/l Pas de pompage sur le puits : Ateliers Centraux (04131X0247)	Maintenir les puits de dépollution Max Relancer pompage du puits de dépollution Ateliers Centraux z033 (04131X0247)

Secteur	Opérations réalisées ou en cours (2009 et 2010)	Puits de pompage		Piézomètre de référence	Evolution constatée en 2009 et 2010 (teneurs Cl- en mg/l)	Remarques	Propositions, suite du programme
		Puits de fixation	Puits de dépollution				
Joseph Else	Terril JE Ouest : Remodelage, étanchement et végétalisation achevés	2	0	3	Il reste un stock important en profondeur (~8 500 mg/l), mais le puits de fixation continue à baisser et passe sous les 4,5 g/l. Forte augmentation au niveau du puits 04135X0395 en profondeur (+ 3 500mg/l)	La géophysique a permis de définir la langue salée en aval, la langue salée supérieure à 0.5 g/l est interrompue.	Utiliser le puits existant (04135X0395) et l'équiper pour en faire un puits de dépollution. Garder le pompage des drains en plus du puits de fixation afin de confiner le sel resté sur et sous le terril.
	Terril JE Est : Dissolution, remodelage et végétalisation achevés	1	2		Malgré une baisse considérable depuis 2 ans, la concentration reste très élevée en profondeur. Stock profond sous terril (21 000 mg/l au puits 04135X0212). Amélioration nette du niveau proche de la surface.		

Illustration 3 : Tableau récapitulatif des opérations, évolutions et propositions pour le secteur « Joseph-Else/Amélie »

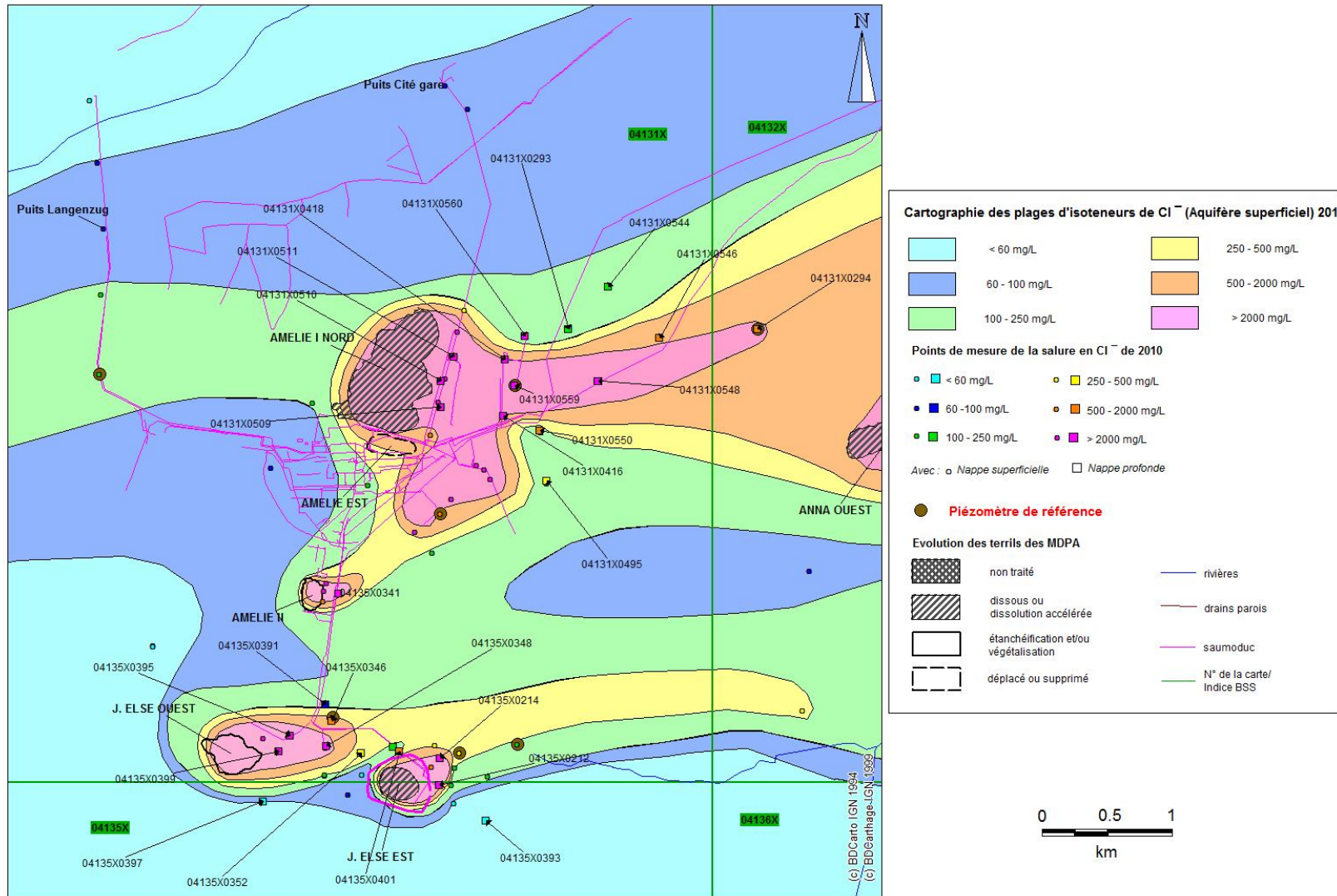


Illustration 4 : Carte des concentrations moyennes en 2010 du secteur « Joseph-Else/ Amélie »

2.3.2. Secteur des terrils Anna et Fernand

Dans ce secteur médian de la langue Est, les travaux de dissolution sont achevés. Le cours d'eau du Dollerbaechlein est mentionné dans la mesure où il semble encore être responsable d'une augmentation en teneur de chlorure épisodique mesurée en un point d'analyse situé à sa proximité.

Secteur	Opérations réalisées ou en cours (2009 et 2010)	Puits de pompage		Piézomètre de référence	Evolution constatée en 2009 et 2010 (teneurs Cl ⁻ en mg/l)	Remarques	Propositions, suite du programme
		Puits de fixation	Puits de dépollution				
<u>Dollerbaechlein aval éloigné</u>					Retour à des concentrations normales < 250 mg/l le long du Dollerbaechlein	Un pic de concentration a été observé le long du Dollerbaechlein en 2009 dû au lessivage probable de dépôts temporaires de matériaux salés à l'Est du terril Joseph Else Est. Puits 04136X0313 (118 mg/l en 2008, 945 mg/l en 2009 et 44 mg/l en 2010)	Le puits Nussbaumer 04136X0809 n'a pas été mesuré. Continuer à bien surveiller les concentrations au bord du Dollerbaechlein avec l'ajout du puits 04136X0313 comme ouvrage de surveillance pour remplacer le puits 04136X0003.
<u>Anna-Fernand</u>	Terril Anna, tas N°1 : dissolution achevée, remodelage en cours Terril Anna, tas N°2 et 3 : dissolution en cours, remodelage réalisé en 2009	2	0	1	Terrils Anna I et II : Une diminution significative est observée à l'amont et à l'aval du terril Anna, les fortes concentrations des fuites au nord se stabilisent. Terril <u>Fernand</u> : Toujours de fortes teneurs au nord du terril Fernand (~ 4000 mg/l). En aval éloigné, la détérioration constatée en 2007 persiste sur la barrière hydraulique		Evolution de la saumure résiduelle à suivre, il faut maintenir plus longtemps les 2 puits de fixation
	Terril Fernand : dissolution achevée, remodelage et végétalisation en cours	1	0	1	Ensisheim Sud (conséquence probable des travaux sur Fernand-Anna dont tout l'impact n'est pas intercepté). Diminution au nord du terril Fernand dans la partie superficielle de l'aquifère mais stabilisation dans la partie inférieure de l'aquifère.	Fuite de salure vers le Nord non maîtrisée par des pompes malgré la fin des travaux, la concentration ne baisse pas dans la partie inférieure de l'aquifère.	Vérifier l'efficacité des puits de fixation par rapport au nord du terril. Augmenter l'efficacité du puits de fixation 04132X0291

Illustration 5 : Tableau récapitulatif des opérations, évolutions et propositions pour le secteur « Anna / Fernand »

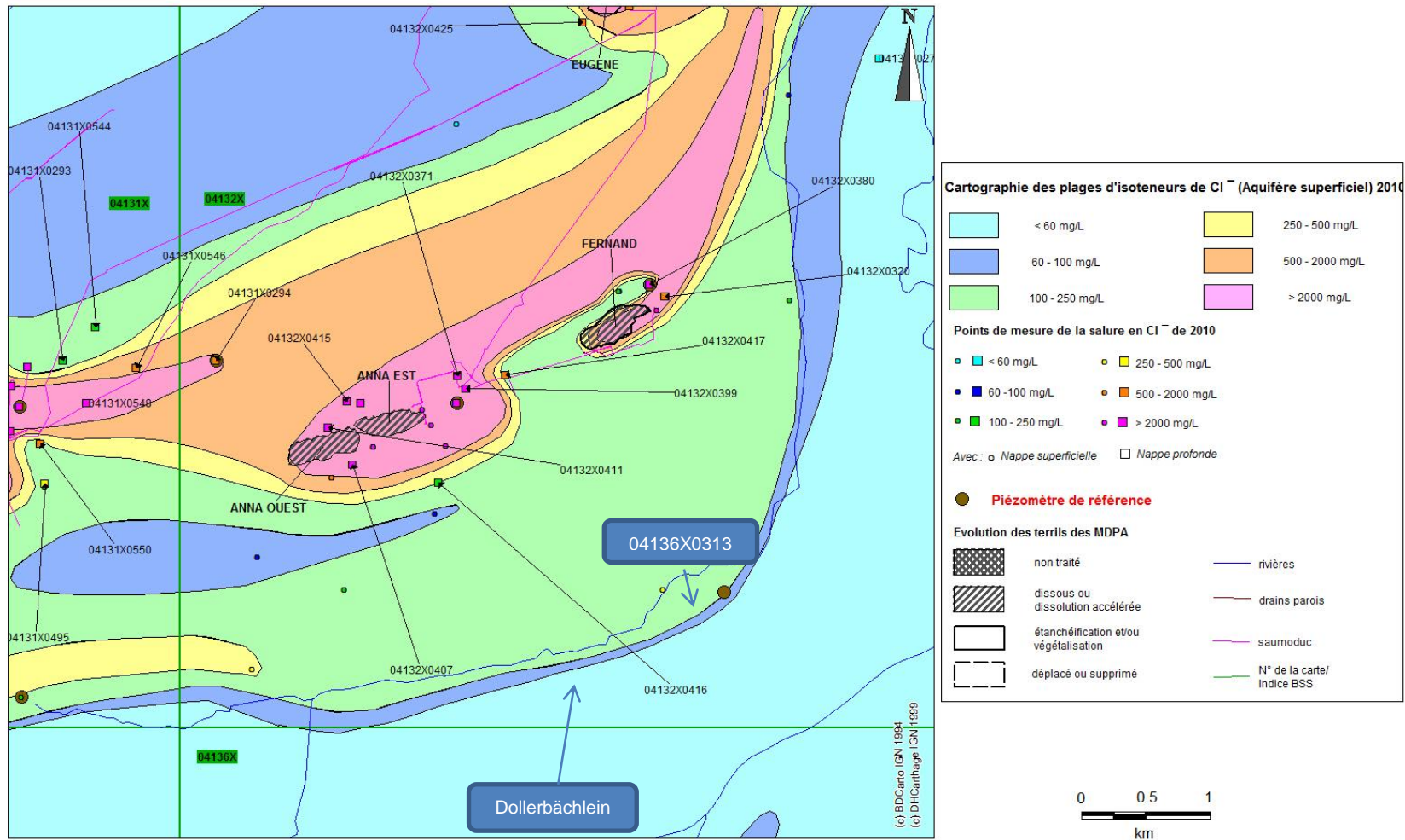


Illustration 6 : Carte des concentrations moyennes en 2010 du secteur Anna / Fernand »

2.3.3. Secteur nord du bassin potassique

Ce secteur regroupe la partie nord de la langue Est et l'ensemble des terrils de la langue Ouest. Seul le terril Marie-Louise fait encore l'objet de dissolution accélérée.

Secteur	Opérations réalisées ou en cours (2009 et 2010)	Puits de pompage		Piézomètre de référence	Evolution constatée en 2009 et 2010 (teneurs Cl- en mg/l)	Remarques	Propositions, suite du programme
		Puits de fixation	Puits de dépollution				
<u>Théodore-Eugène</u>	Terril Théodore : Dissolution, remodelage et végétalisation achevés	2	5 (nouveaux puits Ensisheim Sud)	1	Terril <u>Théodore</u> : Augmentation des teneurs sur le terril et au niveau des deux puits de fixation, stabilité sous le terril en profondeur et en aval.	Fuites en aval direct du Terril Théodore mais récupération par le captage aval stock de sel important sous le terril	Maintenir les puits de fixation et de dépollution, fortes concentrations malgré la fin du traitement depuis 5 ans
	Terril Eugène: Remodelage, étanchement et végétalisation achevés	2	3 (Puits Ensisheim cité)	1	Terril <u>Eugène</u> : Amélioration des teneurs en surface mais stabilité en profondeur. En aval du terril : l'amélioration se poursuit : 2,1 g/L sur le pompage P2.	Déplacement à l'est de la langue salée >2000 mg/L. stock de saumure sous le terril. Le puits 04132X0232 a doublé en 2010 par rapport à 2009 passant de 371 à 685 mg/l.	Maintenir le puits de fixation et de dépollution reprendre le pompage sur 04132X0232 (Ensisheim-Cité n°3)
<u>Barrière Ensisheim-Cité</u>		0	0	1	Augmentation au niveau des deux tubes de l'aquifère supérieur en rive gauche (04132X0191) : stabilisation au niveau du tube profond. En rive droite stabilisation des concentrations sur le piézomètre de référence.	Problème de pollution par le bromacyl sur les puits cédés au Syndicat EBE Une contamination par les eaux superficielles est probable	Continuer la surveillance du puits 04132X0191.
<u>Ensisheim</u>	Terril Ensisheim Ouest et Nord: Remodelage, étanchement et végétalisation achevés Ensisheim Est : Dissolution, remodelage et végétalisation achevés	0	0	1	Terril <u>Ensisheim O</u> : Stable en surface et augmentation en profondeur des concentrations. Terril <u>Ensisheim N</u> : Forte amélioration avec une baisse significative au nord du terril. Terril <u>Ensisheim E</u> : Dégradation pour le puits 4132X0337 (de 160 mg/l en 2009 à 550 mg/l en 2010).	Une langue d'eau douce s'intercale entre Ensisheim Nord et Est et entoure complètement le terril Ensisheim Nord. Légère fuite au sud de la langue salée des terrils Nord.	Continuer la surveillance autour d'Ensisheim Est et en particulier des puits 04132X0337 et 04132X0316.

Contrôle et surveillance de la salinité de la nappe phréatique d'Alsace en 2009 et 2010

Secteur	Opérations réalisées ou en cours (2009 et 2010)	Puits de pompage		Piézomètre de référence	Evolution constatée en 2009 et 2010 (teneurs Cl- en mg/l)	Remarques	Propositions, suite du programme
		Puits de fixation	Puits de dépollution				
Marie-Louise	Terril Marie –Louise : Partie Nord remodelée, partie Sud en cours de remodelage, Dissolution de la partie centrale en cours	7 dont 3 profonds	0	2	Terril <u>Marie-Louise</u> : Améliorations significatives sur l'ensemble des puits de fixation de Marie Louise en surface et stabilisation en profondeur avec un stock encore important. En 2009 et 2010, poursuite de fuites de salure au Nord avec un déplacement de la langue vers l'Est de Marie-Louise (1245 mg/l au 04131X0138 contre 451 mg/l en 2008).	Au niveau de l'aquifère supérieur on constate une évolution de la surface de l'intervalle (250-500 mg/l) qui forme un couloir au Nord-Est de Marie Louise jusqu'au puits 04134X0140.	Continuer la surveillance du puits 04131X0138 Surveiller le puits 04131X0139 en plus des deux piézomètres de référence
Alex-Rodolphe	Terril Alex : Dissolution remodelage et végétalisation achevés	1	2	1	Terril <u>Alex</u> : Amélioration en aval en 2010, mais fortes concentrations encore malgré la fin du traitement (~10 000 mg/l)	stock de saumure sous le terril	Continuer la surveillance
	Terril Rodolphe : Remodelage, étanchement et végétalisation achevés	1	0	1	Terril <u>Rodolphe</u> : Stabilisation en surface sauf pour le puits 04131X0554 où les concentrations augmentent stock restant en amélioration sous le terril (~3 000 mg/l)	stock de saumure sous le terril	Continuer la surveillance

Illustration 7 :Tableau récapitulatif des opérations, évolutions et propositions pour le secteur nord du bassin potassique

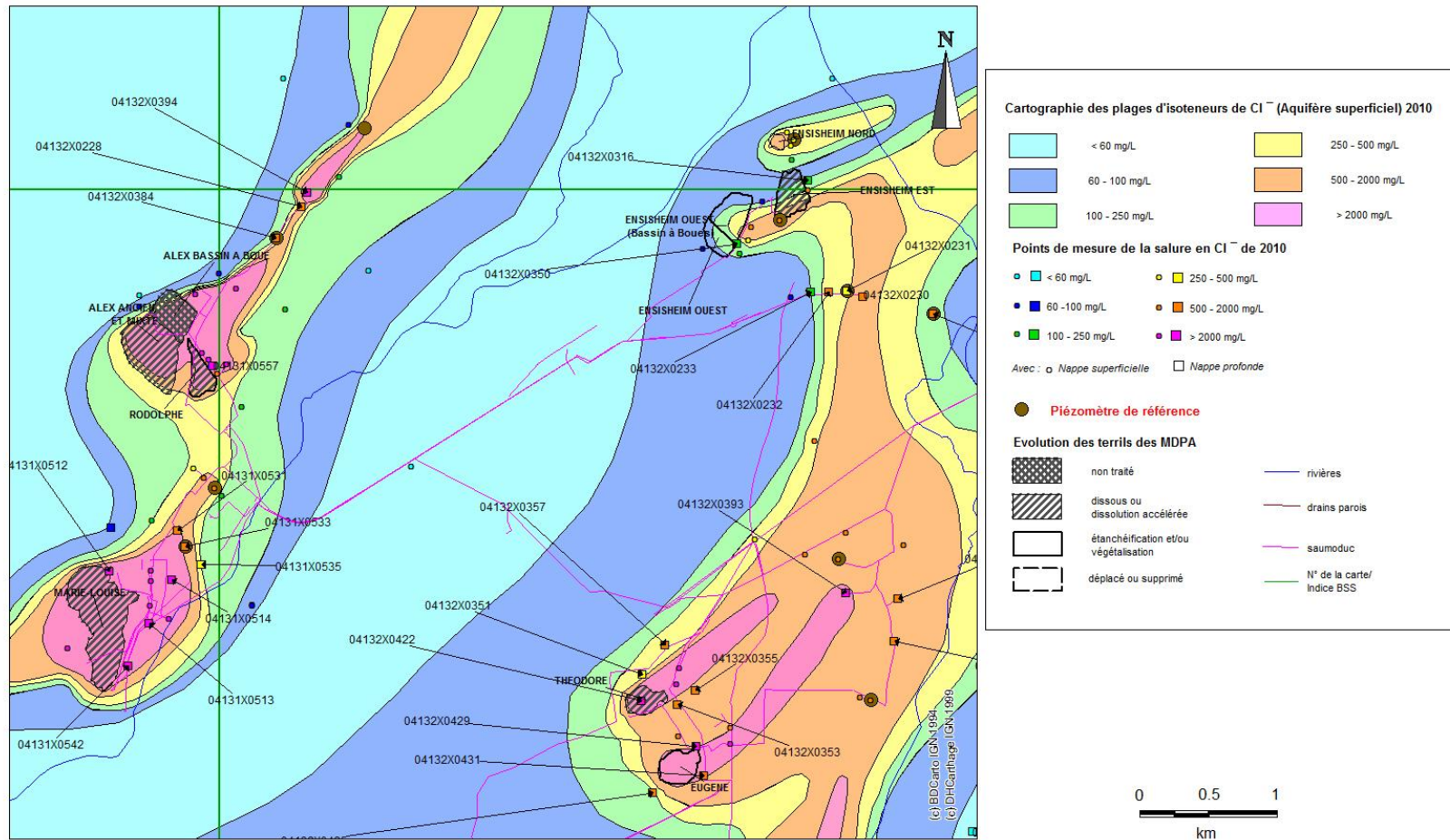


Illustration 8 : Carte des concentrations moyennes en 2010 du secteur nord du bassin potassique

2.3.4. Secteur aval du bassin potassique

Ce secteur englobe les parties aval des langues Ouest et Est provenant des terrils. Les observations sont essentiellement faites à partir des données complémentaires acquises pour constituer le réseau élargi.

Secteur	Opérations réalisées ou en cours (2009 et 2010)	Puits de pompage		Piézomètre de référence	Evolution constatée en 2009 et 2010 (teneurs Cl- en mg/l)	Remarques	Propositions, suite du programme
		Puits de fixation	Puits de dépollution				
<u>Langue Ouest/ secteur EBE</u>				2	Situation toujours en lente dégradation aux puits EBE en profondeur. En revanche, les extensions des langues salées en surface sont considérablement réduites.	Tendance de déplacement vers l'Ouest de la langue salée	Continuer les observations sur les piézomètres de référence
<u>Langue Ouest/ aval lointain</u>				1	Situation à peu près stable à Munwiller, Mattenmuhl et Colmar	La dégradation observée à EBE commence à être constatée en aval lointain	
<u>Langue Est/Aval Ensisheim</u>				1	Amélioration avec une langue d'eau douce séparant l'aval Ensisheim et l'aval lointain de la langue Est	Les nouveaux piézomètres de la gravière STA sont situés dans l'axe de la langue salée en sortie du bassin potassique à l'aval Ensisheim.	Supprimer le point de surveillance 03787X0101 car largement à l'extérieur de la langue salée. Conserver les piézomètres de la gravière STA
<u>Langue Est / Aval lointain</u>				1	Dégradation en surface (dilution et dérive de la langue vers l'Est). Le Puits 03782X0059 passe de 203 mg/l en 2008 à 275 mg/l en 2010. Le Puits 03782X0042 passe de 46 mg/l en 2008 à 263 mg/l en 2010.	L'axe de la langue salée aval se trouve plus à l'est qu'avant, ainsi, les piézomètres multitubes de Meyenheim et d'Oberhergheim se trouvent maintenant en bordure de la langue. La salure diluée contourne le dôme de Hettenschlag par l'Est.	Piézomètre de surveillance 03787X0148 non suivi en 2009 et 2010, reprendre la surveillance Poursuivre la surveillance du piézomètre 03783X0187
<u>Langues aval du bassin potassique</u>					La zone non affectée par la salure entre les 2 langues avales 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 a conduit en 2010 à joindre cette zone < 60 mg/L avec son amont (Staffelfelden).	L'amélioration est difficile à cartographier en l'absence de points de mesure non superficiels.	Continuer l'observation, mettre à jour la cartographie avec les points complémentaires de l'inventaire régional 2009

Illustration 9 : Tableau récapitulatif des opérations, évolutions et propositions pour le secteur aval du bassin potassique

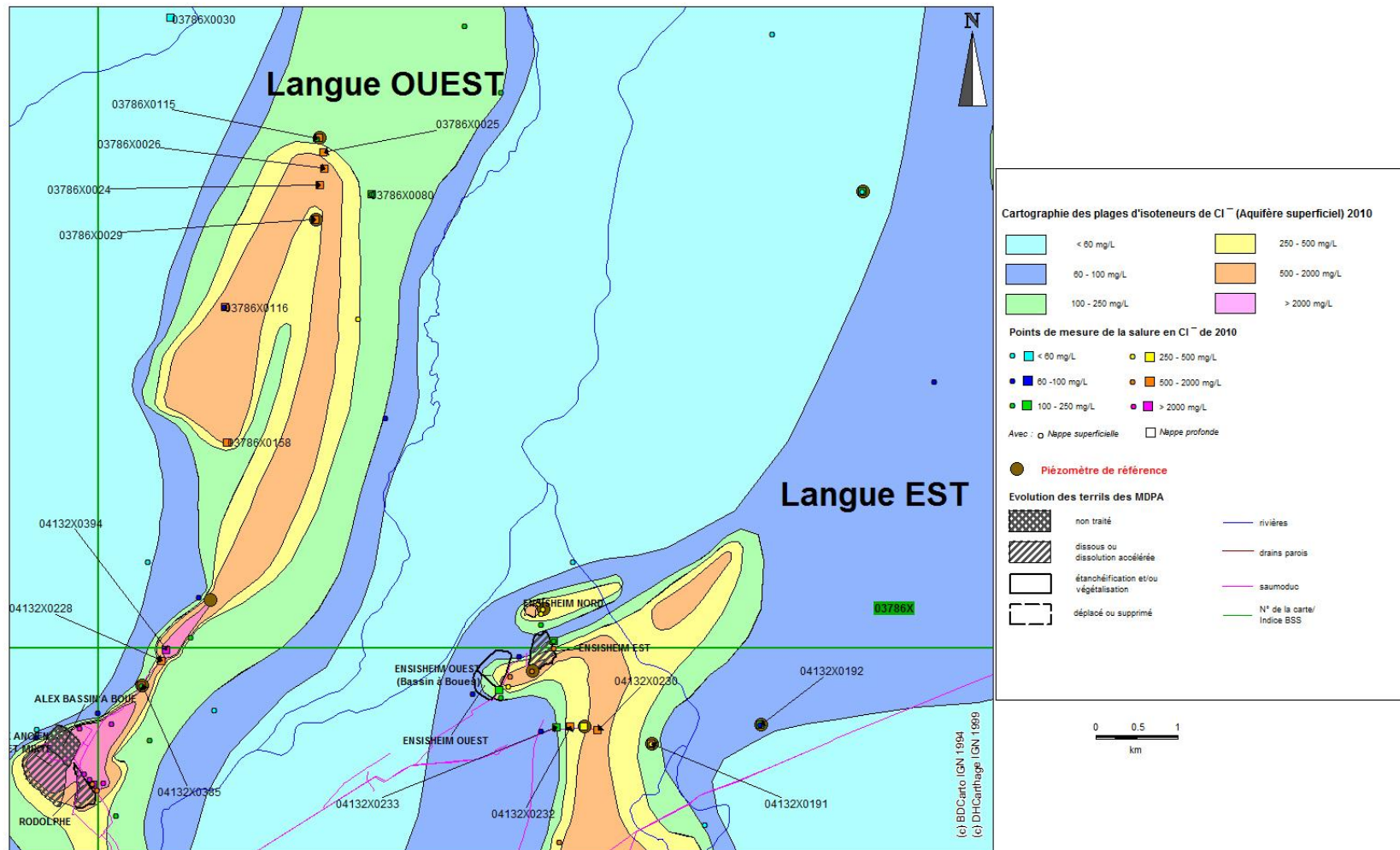


Illustration 10 : Carte des concentrations moyennes 2010 du secteur aval du bassin potassique

2.4. FREQUENCES DE PRELEVEMENT

L'analyse critique des mesures par année amène un certain nombre de remarques concernant la fréquence des analyses effectuées.

Certains points montrent des mesures très rapprochées dans le temps, par exemple : les points 03782X0221, 03782X0223, et 03782X0225 ont fait l'objet de prélèvements annuels à quelques jours d'intervalles seulement en 2010 (le 21 juillet et le 6 août). Le principe de la fréquence semestrielle appliquée à ces points n'a donc pas été respecté.

Pour certains points, comme 03783X0259, des prélèvements semestriels étaient préconisés, cependant on remarque qu'une seule mesure a été réalisée en 2010.

D'une manière générale une répartition régulière des mesures au cours de l'année en fonction de la fréquence retenue doit être impérativement respectée.

Au-delà de ces remarques, sur les mesures effectuées il est proposé une optimisation des fréquences de mesures tenant compte de la configuration actuelle des panaches. La fréquence (mensuelle, trimestrielle ou semestrielle) devrait être choisie en fonction de la position des points d'eau et plus particulièrement de la classe de concentration dans laquelle se situent les analyses effectuées. Des fréquences rapprochées de mesures, c'est-à-dire mensuelles à trimestrielles, doivent être appliquées pour des points dont les analyses de concentrations dépassent 100mg/l. La fréquence semestrielle devrait suffire pour les points se rapprochant des valeurs les plus basses (classes < 100 mg/l), c'est-à-dire celles pour lesquelles la dépollution n'est plus que faiblement sensible.

Les points multitubes (PMT) sont des ouvrages regroupant des tubes atteignant des profondeurs croissantes. Dans leur cas, pour une raison d'homogénéité, une seule fréquence de prélèvement sera retenue pour l'ensemble des tubes. Ce sera celle nécessaire pour caractériser l'évolution annuelle au droit du tube ou plutôt de la profondeur présentant les concentrations les plus élevées, c'est-à-dire la fréquence la plus élevée.

2.5. EVALUATION DES TENDANCES DE CONCENTRATION EN CHLORURES EN FONCTION DE LA PROFONDEUR DE PRELEVEMENT AU DROIT DES MULTITUBES SITUES EN AVAL DES PUIXS DE FIXATION ET DE DEPOLLUTION

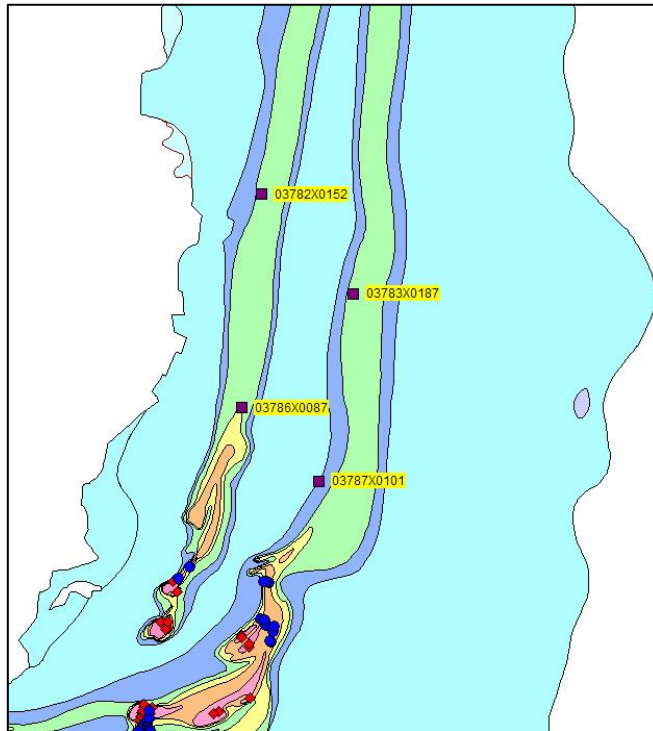


Illustration 11 : Position des quatre points multitubes (PMT) suivis

Quatre multitubes ont été retenus pour décrire ponctuellement les évolutions des teneurs en chlorure sur la totalité de la tranche aquifère à l'aval du bassin potassique. En effet, comme évoqué lors du précédent chapitre, ce type d'ouvrage permet connaître à chaque prélèvement l'état des concentrations à des profondeurs croissantes. Pour chaque langue (Ouest et Est) ont donc été choisis deux multitubes situés en aval caractérisant respectivement un aval proche et un aval lointain. Ils devront donc permettre de décrire l'effet de la dépollution selon la profondeur et selon l'éloignement des sources de pollution.

Dans l'axe de langue Ouest, le PMT 03786X0087 se situe à environ 9 km en aval des puits de fixation et de dépollution à hauteur de la commune de Munwiller. Le PMT 03782X0152 est situé en aval lointain au niveau de la commune de Saint Croix en Plaine à environ 20 km du puits de dépollution le plus en aval des terrils Alex et Rodolphe (Ungersheim 2 : 04131X0389). Cet ouvrage multitube est situé à la limite entre les zones 60-100 et 100-250 mg/l de la langue Ouest.

A la limite de la zone <60 et 60-100 mg/l à hauteur de Reguisheim se trouve le PMT 03787X0101. Ce multitube est positionné à environ 6 km en aval des derniers puits de dépollution de la langue Est (Ensisheim-Cité 1 et 2). En aval lointain, à près de 17 km des puits Ensisheim-Cité se trouve le PMT 03783X0187.

2.5.1. Langue Ouest

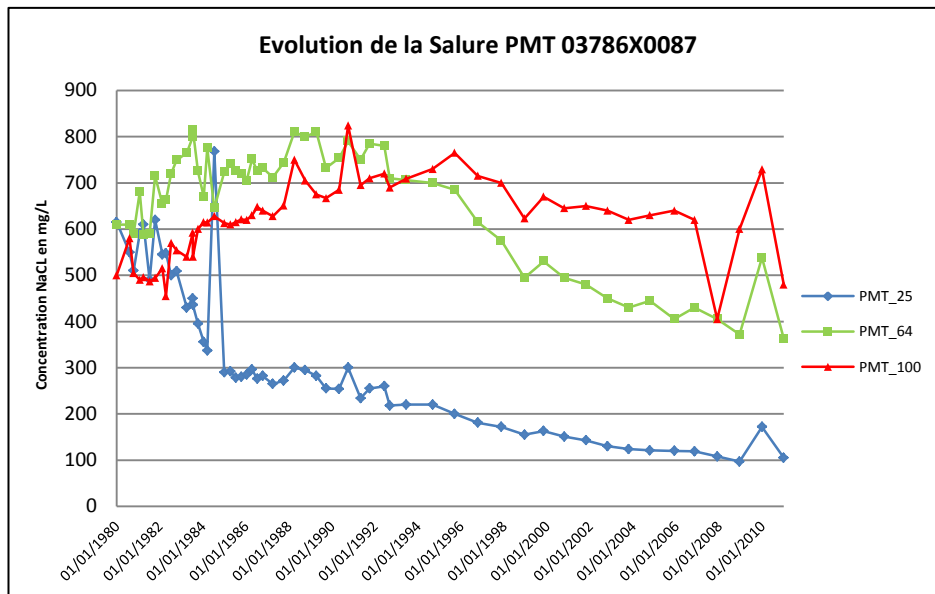


Illustration 12 : Evolution de la salure au PMT 03786X0087 (9 km en aval des puits de fixation et de dépollution)

Dans les années 80, les valeurs relevées se situent dans la même gamme de concentrations (entre 500 et 600 mg/l) sur l'ensemble de la colonne. Suite aux actions de dépollution, les prélèvements dans l'aquifère supérieur présentent des concentrations en chlorures en baisse pour atteindre 100 mg/l en 2010. Pour les contrôles réalisés au niveau de l'aquifère profond (PMT 64 m et 100m), on remarque une augmentation jusqu'en 1990 à 64 mètres et 1995 à 100m suivie d'une amélioration globale jusqu'en 2010. A priori, il n'existe pas d'explication évidente pour cette évolution. On ne peut, par exemple, pas évoquer un effet de la dissolution accélérée des terrils en amont pour justifier un accroissement en profondeur par effet d'infiltration forcée vers les parties profondes de l'aquifère car les opérations ont démarré en 1989 sur le terril ALEX, soit bien après la tendance d'accroissement constatée. Comparativement aux valeurs constatées avant les traitements, les concentrations en chlorures dans l'aquifère profond sont, en 2010, équivalentes à celles du début des années 80.

En 2010, on remarque que les concentrations sur l'ensemble de la colonne sont liées aux profondeurs. Plus le prélèvement est profond, plus les concentrations en chlorures sont élevées.

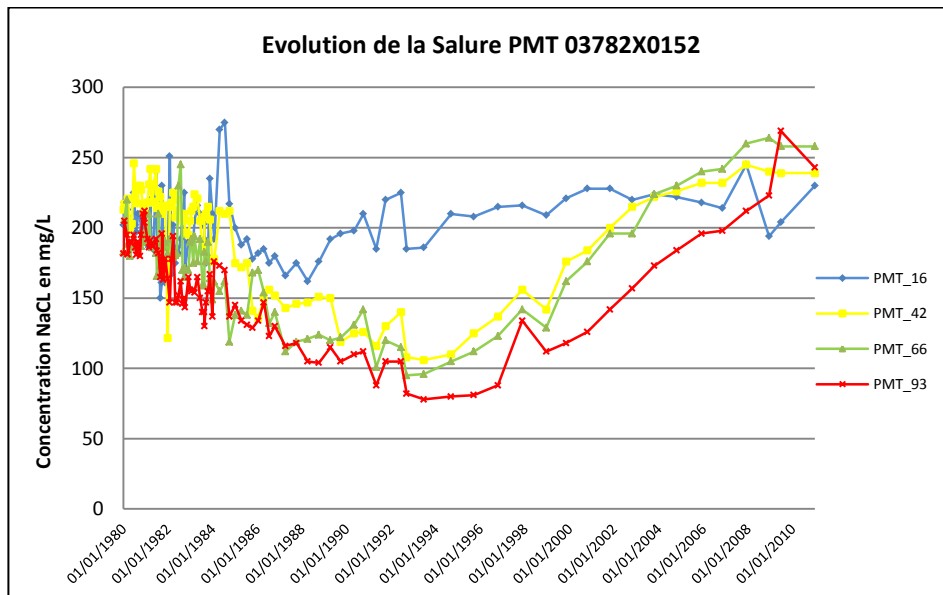


Illustration 13 : Evolution de la salure au PMT 03782X0152 (aval lointain, à 20 km)

En aval lointain, dans les années 80, la gamme de la colonne est comprise entre 200 et 250 mg/l (03782X0152) c'est à dire environ la moitié de la gamme relevée pour le multitube plus en amont (03786X0087).

Il est difficile ici, quelle que soit la profondeur analysée, de mettre en évidence un effet de la dépollution : les concentrations mesurées en 2010 ne montrent pas de différence significative avec celles du début des années 1980. Elles accusent même au final une légère aggravation de la pollution. Dans l'intervalle, les courbes semblent marquer des évolutions différentes entre la partie superficielle et profonde de l'aquifère.

Une explication sur l'allure générale des courbes (descendantes puis ascendantes) peut être fournie par la position même du PMT 03782X0152. En effet, situé à la limite entre la zone 60-100 et 100-250 mg/l, le déplacement Ouest-Est puis Est-Ouest de la langue salée Ouest peut être une cause de cette évolution des concentrations. Dans ce cas, le déplacement latéral de la langue pourrait complètement masquer l'effet de la dépollution.

2.5.2. Langue Est

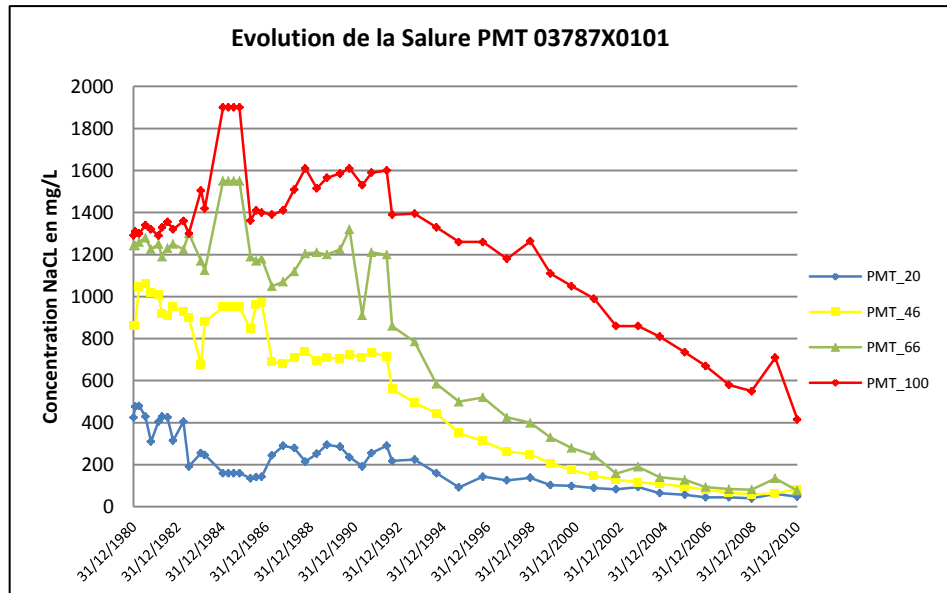


Illustration 14 : Evolution de la salure au PMT 03787X0101 (6 km en aval des derniers puits de dépollution de la langue Est)

Dès les premières mesures des années 80, une distinction significative des concentrations en chlorures est observée relative aux profondeurs. En effet, la gamme des concentrations est comprise entre 400 mg/l à 20 mètres de profondeur et 1300 mg/l à 100 mètres.

En aval proche des puits de fixation et de dépollution de la langue est (à hauteur de Reguisheim), une réduction très importante des concentrations en chlorures est observée à toutes les profondeurs mesurées. Pour les trois premiers niveaux analysés (20, 46 et 66 m), les concentrations en chlorures descendent en dessous du seuil des 250 mg/L dès le début des années 2000. En 2010, les valeurs de ces trois niveaux deviennent similaires avec des concentrations inférieures à 100 mg/L. Pour le tube le plus profond (100 mètres), l'amélioration est significative et atteint 400 mg/L en 2010, ce qui reste une valeur dépassant les limites de potabilité (200 à 250 mg/L).

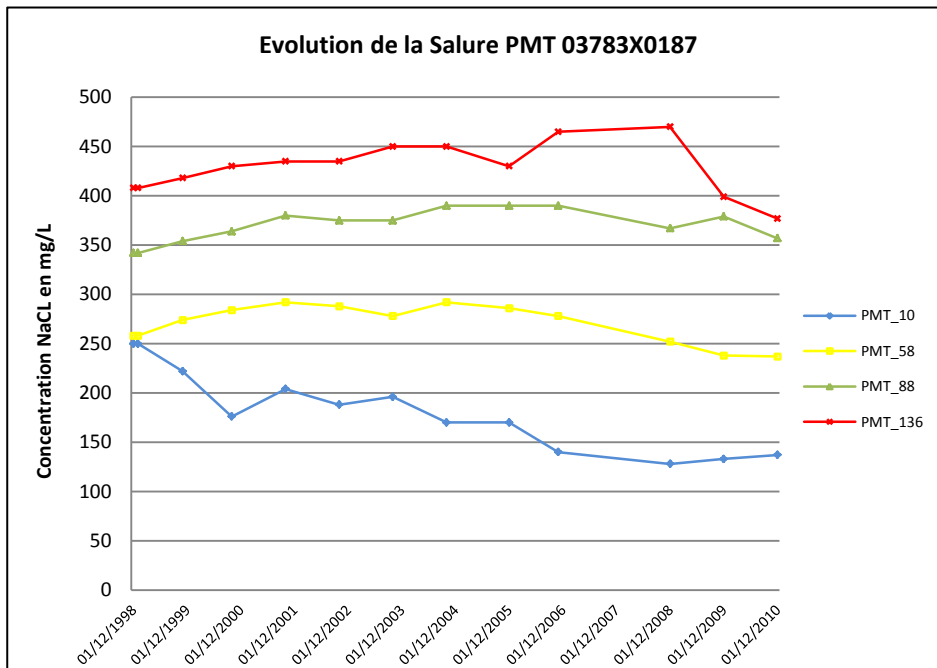


Illustration 15 : Evolution de la salure au PMT 03783X0187 (aval lointain, à près de 17 km)

Le piézomètre aval lointain (03783X0187) reflète une même différence originelle des teneurs en chlorures en fonction des profondeurs. La gamme des concentrations (250 mg/l à 400 mg/l) est très inférieure à celle du multitube plus en amont. Dès les premières années, les actions de dépollution ont impacté la partie très superficielle de l'aquifère (PMT 10 mètres) qui se détache de la partie plus profonde (PMT 58 mètres) où les concentrations se maintiennent (250 mg/l en 1998 à 240 mg/l en 2010). Le PMT 88 mètres est stable (342 mg/l en 1998 à 357 mg/l en 2010). Le PMT 136 mètres semble marquer une baisse à partir de 2008.

Ainsi les premiers 60 mètres sont, en 2010, en dessous de la limite des 250 mg/l. En profondeur, un stock de saumure est encore présent avec des concentrations mesurées de l'ordre de 350 à 400 mg/l de chlorures.

2.5.3. Conclusion

L'étude sommaire de ces quatre multitubes permet de dégager quelques éléments demandant chacun des approfondissements pour comprendre les variations observées :

- La situation de départ des mesures indiquent que si la langue Ouest montre une certaine homogénéité verticale des concentrations, la langue Est accuse une nette différenciation en fonction de la profondeur. Avant la première série de mesure sur les PMT en 1980, nombres de puits dit « de fixation » ou « de dépollution » étaient en activité aussi bien dans la zone de la langue Ouest que

dans la zone de la langue Est. Il est donc possible que ceux-ci aient induit la différenciation observée dès 1980 pour la langue Est. Il resterait cependant à expliquer pourquoi l'effet s'est fait sentir précocement sur les PMT de la langue Est.

- Les PMT mesurant la langue Ouest semblent indiquer une évolution plus complexe des teneurs en chlorures que ceux mesurant la langue Est.
- Pour les deux multitubes situés en aval proche des deux langues, l'effet de la dépollution se fait globalement sentir.
- En aval éloigné et, pour des gammes de concentrations plus faibles, l'effet supposé de la dépollution n'est plus évident et d'autres processus peuvent s'y superposer voire le masquer.

2.6. EVOLUTION GENERALE DE LA SURFACE DE LA SALURE DANS LA PARTIE SUPERIEURE DE L'AQUIFERE DEPUIS 1997

L'impact de la dépollution qui vise en premier lieu jusqu'à présent la partie supérieure de l'aquifère s'appréhende globalement par l'évolution de **la surface du panache de chlorures**. La valeur inférieure de la concentration en chlorure qui délimite les panaches est celle de la valeur seuil de 250 mg/l. Il faut cependant prendre les valeurs utilisées en termes d'ordre de grandeur. En effet la délimitation de l'extension des panaches et des courbes d'isovaleur est le fruit d'interprétation sur les bases de données limitées dans le temps et l'espace. Des variations de quelques km² d'une année à l'autre peuvent être ainsi considérées comme non significatives. Seules les tendances évolutives sur plusieurs années ou de brusques variations sont significatives. A titre de référence, pour l'année 2010, 204 points de mesure constituent le réseau de surveillance des MDPA pour la partie supérieure de l'aquifère. Cependant cette cartographie a bénéficié de la mise à disposition des valeurs en concentration de chlorures issues de l'inventaire 2009 réalisé par l'APRONA pour la nappe d'Alsace dans son ensemble. Cette source d'information a été fournie par un réseau plus dense de points de mesures qui concerne toute la Plaine d'Alsace et la partie allemande du Fossé Rhénan, soit en environ 1650 points. Le résultat s'est traduit par une meilleure définition des isovaleurs en estimant que les variations de concentration de l'année 2009 à 2010 restent négligeables.

2.6.1. Langue Ouest

L'évolution de la surface de pollution ($[Cl^-] > 250 \text{ mg/l}$), pour la langue Ouest, se caractérise par une décroissance par paliers successifs : de 1997 à 2001, de 2002 à 2003, de 2004 à 2008 et enfin le plus récent seulement représenté par l'année 2010.

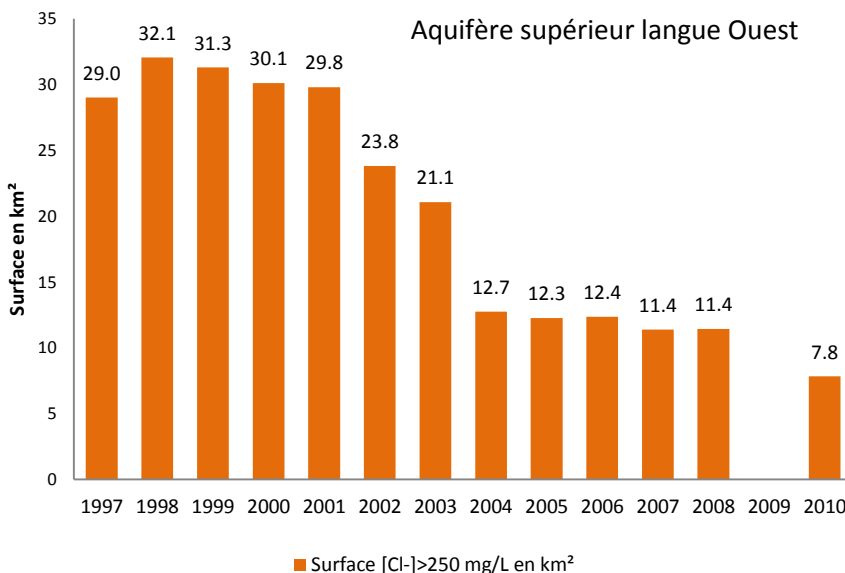


Illustration 16 : Evolution de la surface de la langue Ouest (salure dans la partie supérieure) en km² où $[Cl^-] > 250 \text{ mg/l}$

La répartition de la surface de la salure par intervalle de concentration en 2010 est la suivante :

- 250 à 500 mg/l = 3,1 km²
- 500 à 2 000 mg/l = 3,4 km²
- >2 000 mg/l = 1,3 km²

2.6.2. Langue Est

L'évolution de la surface de pollution ($[Cl^-]>250\text{mg/l}$), pour la langue Est, tend vers une décroissante globalement continue au fil des années.

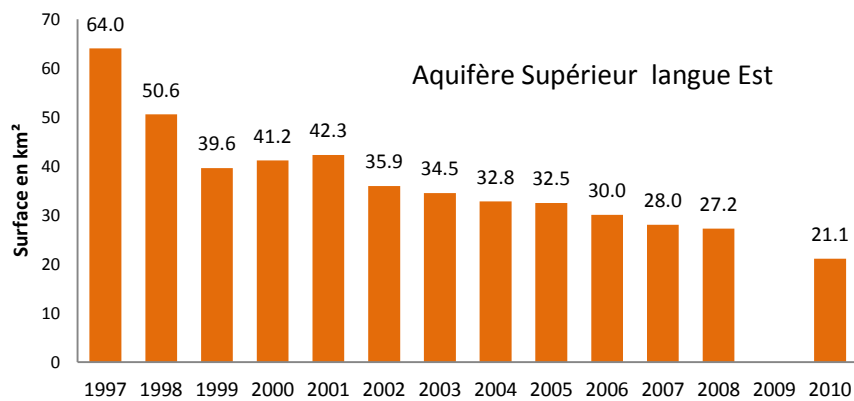


Illustration 17 : Evolution de la surface de la langue Est (salure dans la partie supérieure) en km² où $[Cl^-]>250\text{mg/l}$

La répartition de la surface de la salure par intervalle de concentration en 2010 est la suivante :

- 250 à 500 mg/l = 4,9 km²
- 500 à 2 000 mg/l = 9,7 km²
- >2 000 mg/l = 6,6 km²

2.6.3. Surface totale pour le bassin potassique

Le graphique regroupe les résultats des deux langues afin de présenter l'allure générale de la diminution de la surface significativement polluée.

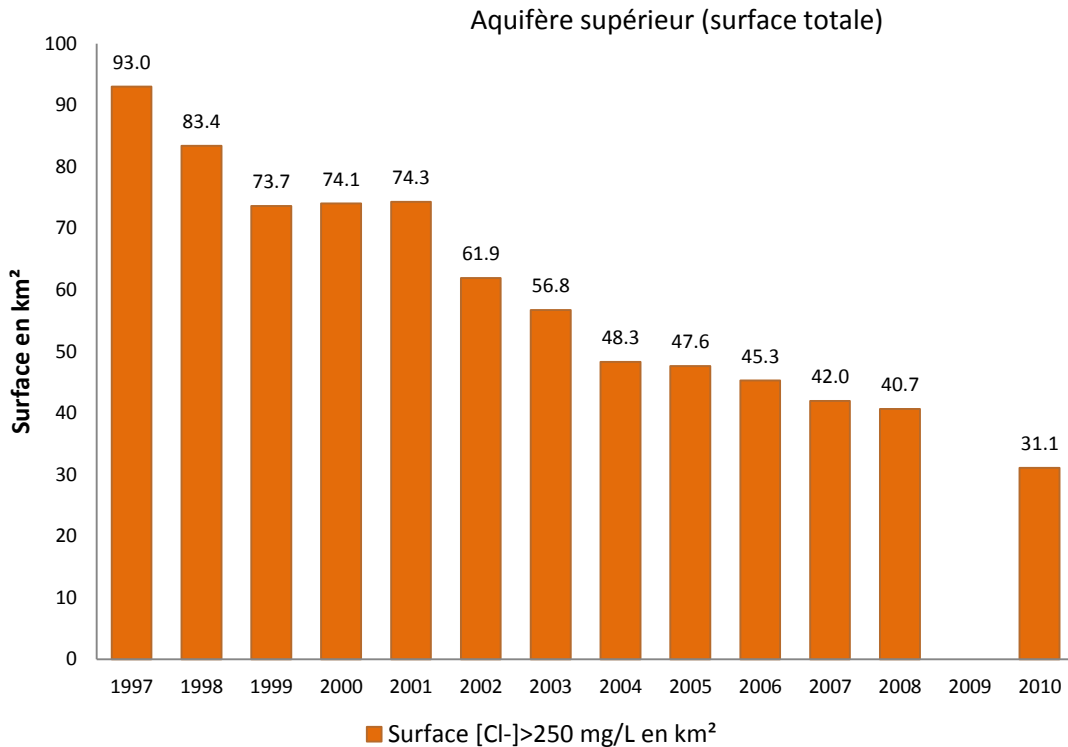


Illustration 18 : Evolution de la surface en km² de la salure dans la partie supérieure où [Cl⁻]>250mg/l

La surface de la salure (> 250mg/l) dans la partie supérieure de l'aquifère s'est réduite d'environ 65 % depuis 1997. Les travaux de désalinisation semblent être relativement efficaces. En 2010, la surface où les concentrations en chlorures sont supérieures à 250 mg/l est d'environ 31 km².

D'après le tableau (Illustration 19), ce sont les surfaces de l'intervalle 250 – 500 mg/l qui se réduisent le plus (environ 50%) entre 2008 et 2010.

En revanche pour les intervalles les plus concentrés, les améliorations sont visibles mais peu significatives.

- Intervalle 500-2000 mg/l : réduction de 10 % de la surface est constatée entre 2008 et 2010.
- Intervalle >2000 mg/l : réduction de 6 % de la surface est constatée entre 2008 et 2010

Intervalle mg/l de Cl ⁻	Surface Langue Ouest (km ²)		Surface Langue Est (km ²)	
	2008	2010	2008	2010
250-500	5,9	3,1	11,5	6,5
500-2000	4,2	3,4	10,4	9,7
>2000	1,3	1,3	5,3	4,9
Total	11,4	7,8	27,2	21,1

Illustration 19 : Répartition des surfaces des deux langues de salure par intervalle de concentration de chlorures

2.7. EVOLUTION GENERALE DE LA SALURE PROFONDE

La carte de la salure profonde en 2010 demeure assez comparable à celle de l'année 2008 (Annexe 4).

Le traitement de la salure profonde est basé sur un nombre de points de mesure de la concentration en chlorures bien inférieur (88 points de mesure) à la salure superficielle (204 points de mesure). Le travail de délimitation des courbes d'isovaleur pour l'aquifère profond n'a pu bénéficier de données issues de l'inventaire 2009 réalisé par l'APRONA

Les valeurs de concentrations mesurées au niveau des différents points multitubes (PMT) montrent, en général, une variation significative des concentrations mesurées en fonction des profondeurs. La partie profonde de l'aquifère débute généralement à 40 m de profondeur pour atteindre plus de 100 mètres de profondeur. Son épaisseur est donc plus importante que la partie supérieure. Grâce aux PMT, on peut obtenir une teneur à une cote précise alors et on constate une augmentation du taux des chlorures avec la profondeur. Lorsque l'on dispose de mesures effectuées sur des multitubes, on peut ainsi approcher une teneur moyenne en chlorure de l'aquifère inférieur en calculant la moyenne des analyses obtenues à différentes profondeurs. Cette approximation n'est, cependant, pas réalisable pour la plupart des points de mesures de l'aquifère profond qui ne sont pas des multitubes.

Enfin, il est à remarquer que, pour certaines années, une cartographie de la salure profonde n'a pas été réalisée. Cette absence se reflète dans les graphiques d'évolution de la surface polluée.

2.7.1. La langue ouest

Au droit du terriil Marie-Louise, la surface de la salure > 15 000 mg/l est réduite. Cependant, un stock important de saumure reste sous le terriil avec des concentrations mesurées de l'ordre de 2,5 g/l.

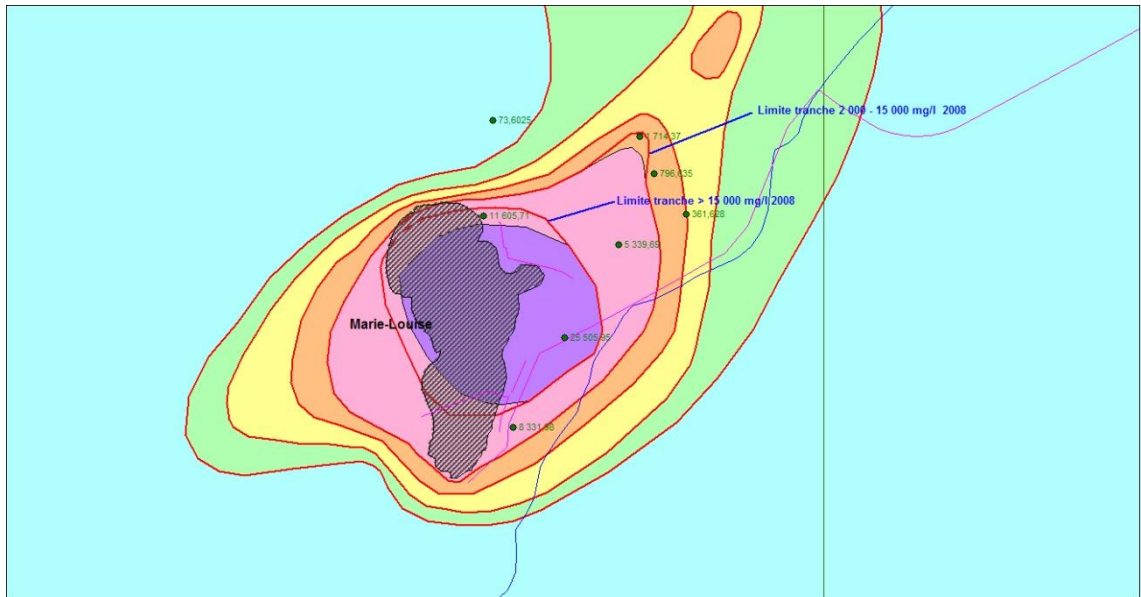


Illustration 20 : Evolution des surfaces des concentrations >2 000 mg/l de la salure profonde au niveau du terriL MARIE - LOUISE en 2010 (surfaces colorées) par rapport à 2008 (isovaleurs en trait orange))

On observe une stabilisation des concentrations au droit des puits EBE. De plus l'aquifère profond à Munwiller (03786X0087/PMT64 & 100) situé à l'aval immédiat présente une légère amélioration de sa concentration moyenne.

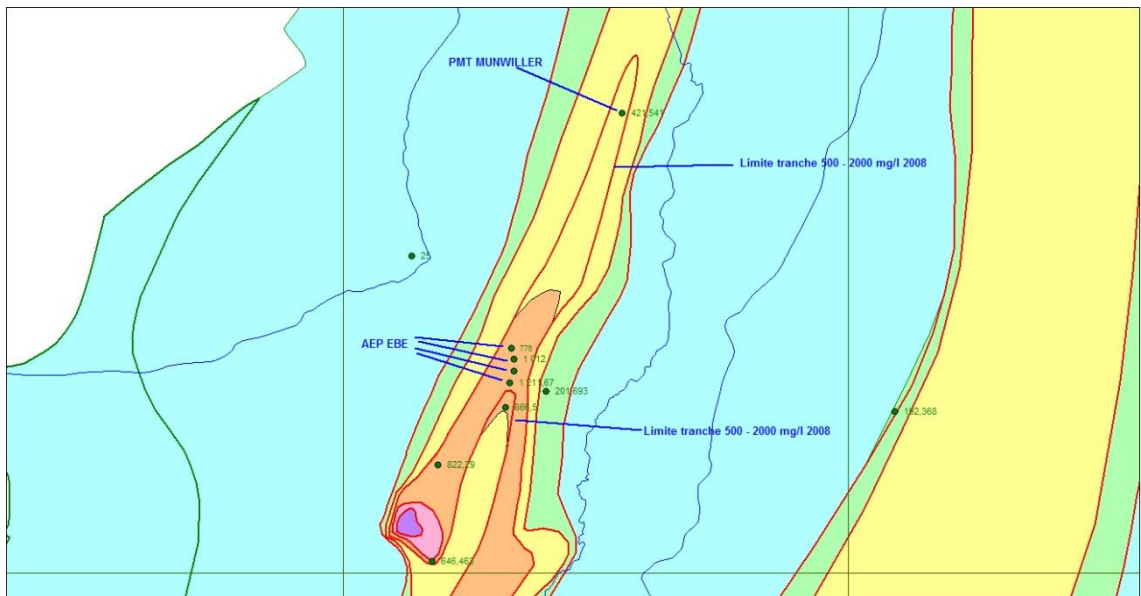


Illustration 21 : Evolution des surfaces des concentrations >500 mg/l de la salure profonde au niveau des captages EBE et à leur aval en 2010 (surfaces colorées) par rapport à 2008 (isovaleurs en trait orange))

Une amélioration est constatée en aval lointain des puits EBE avec la réduction de la surface où la concentration en chlorure est comprise entre 500 et 200 mg/l.

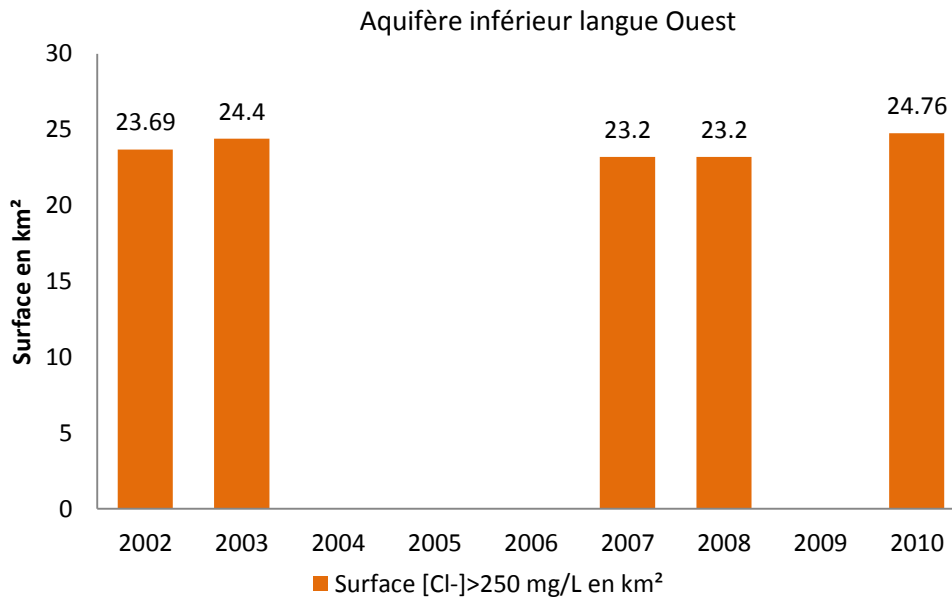


Illustration 22 : Evolution de la surface de la langue Ouest (salure profonde) en km² où [Cl⁻]>250mg/l

Depuis 2002, la langue Ouest (où [Cl⁻]>250mg/l) est d'une superficie constante, cependant, les extensions des tranches les plus concentrées se réduisent (2 000-15 000 mg/l et >15 000 mg/l).

2.7.2. La langue est

En aval proche du terriL AMELIE NORD, les surfaces où les concentrations sont supérieures à 2 000 mg/l se réduisent. Le puits de surveillance (04131X0294 Nonnenbrach) passe d'environ 4 000 mg/l en 2008 à environ 1 000 mg/l en 2010. Le travail de dissolution accélérée sur le terriL AMELIE NORD réduit la salinité en aval.

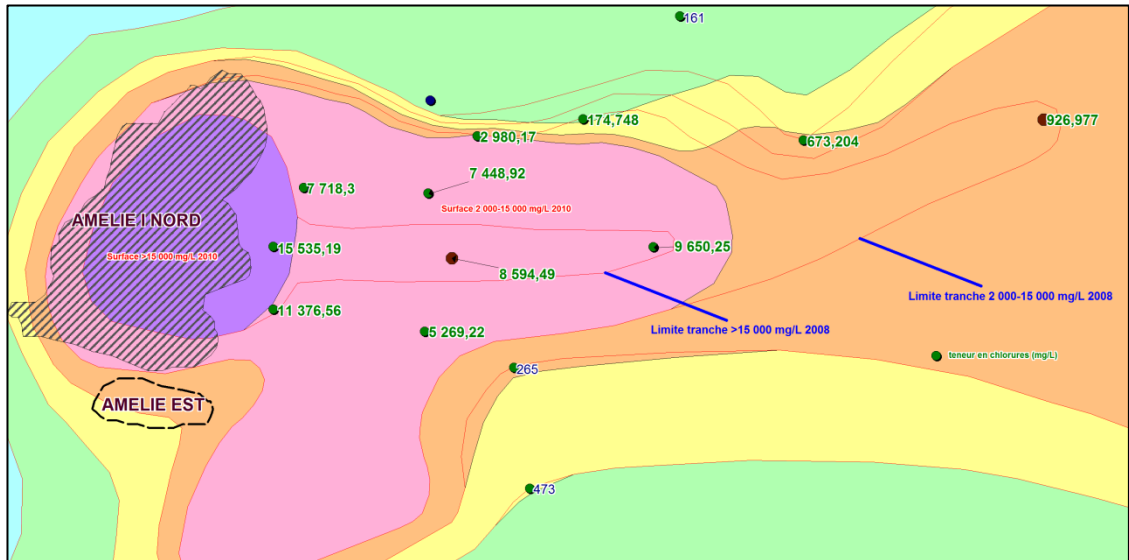


Illustration 23 : Evolution des surfaces des concentrations >2 000 mg/l de la salure profonde au niveau du terri AMELIE NORD en 2010 (surfaces colorées) par rapport à 2008 (isovaleurs en trait orange))

Pour les terri ANNA, des améliorations sont constatées pour les surfaces de salure profonde supérieure à 15 000 mg/l.

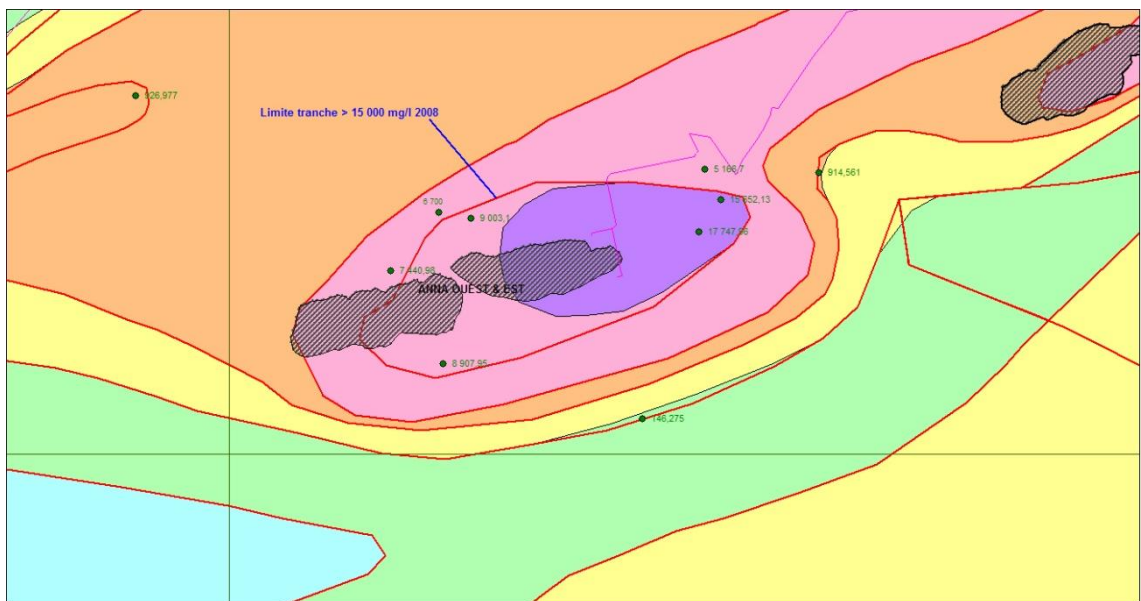


Illustration 24 : Evolution des surfaces des concentrations >15 000 mg/l de la salure profonde au niveau des terri ANNA OUEST & EST en 2010 (surfaces colorées) par rapport à 2008 (isovaleurs en trait orange))

En revanche, le panache en aval du terril FERNAND persiste. Pour confirmer cette tendance, un plus grand nombre de points de mesure serait nécessaire dans cette zone.

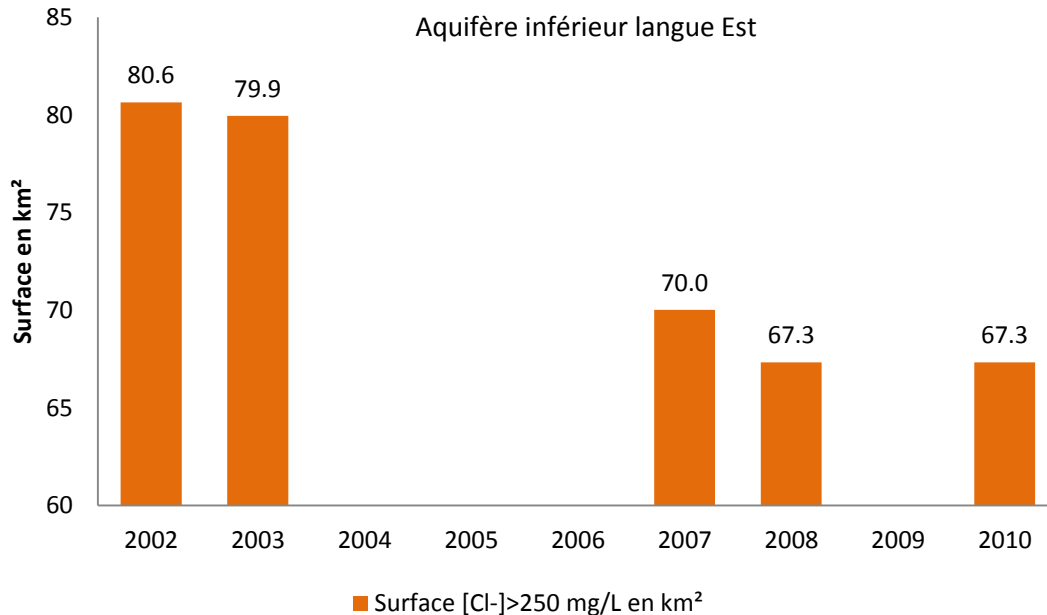


Illustration 25 : Evolution de la surface de la langue Est (salure profonde) en km² où [Cl-]>250mg/L

La surface de la salure profonde de la langue Est est en diminution depuis 2002. La surface est toujours nettement supérieure à celle de la langue Ouest mais les dissolutions accélérées des terrils AMELIE (Nord et Est) et ANNA (Ouest et Est) semblent être efficaces au droit des terrils sur les zones les plus concentrées.

2.7.3. Le bassin potassique

Entre 2008 et 2010, la surface de la salure profonde se maintient malgré les travaux de résorption des terrils. Néanmoins, pour les intervalles de concentration les plus élevés, une amélioration relative est observée surtout en 2009 et confirmée en 2010 au niveau des terrils où des traitements par dissolution accélérée sont appliqués.

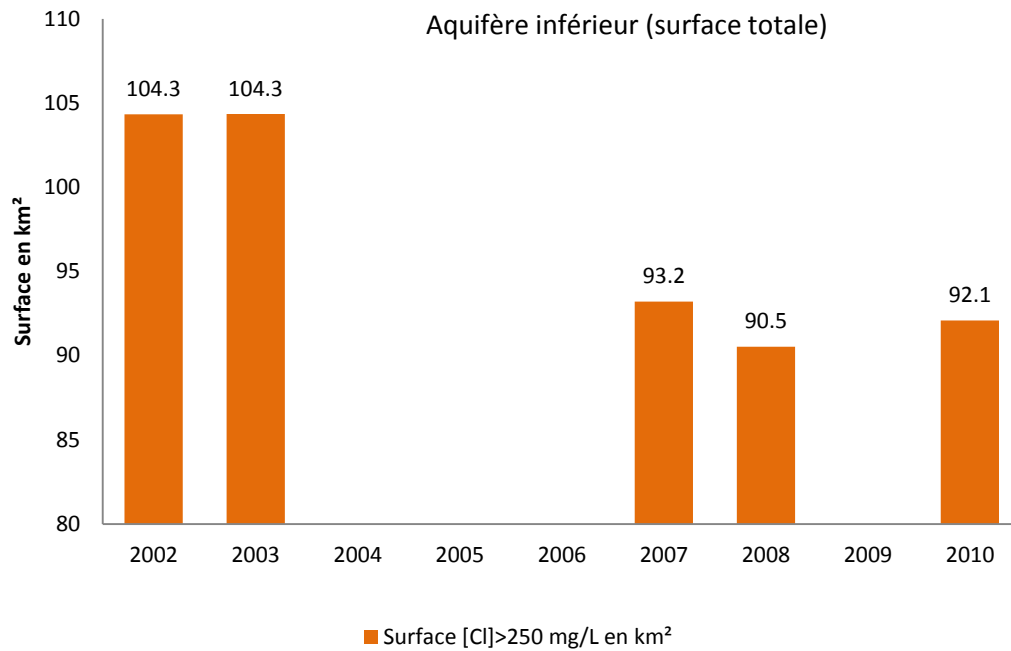


Illustration 26 : Evolution de la surface de la salure profonde sur l'ensemble du bassin patassique en km² où [Cl⁻] > 250 mg/L

Par rapport à 2002 où la première carte de la salure profonde a été réalisée, on observe une amélioration. L'absence de synthèse entre 2003 et 2007 ne permet cependant pas d'apprécier le détail de son évolution. Depuis 2007, il semble que la langue profonde se maintienne à une valeur palier aux alentours de 91 km². Cependant, les mesures profondes en aval immédiat des terrils montrent une amélioration significative bien que celle-ci reste dans l'intervalle supérieur à 15 000 mg/l. On est, ainsi, en mesure d'estimer que cette amélioration se répercutera à moyen terme plus en aval.

3. Bilan de la dépollution en 2010

En 2010, la plupart des terrils sont traités soit par étanchement-végétalisation, soit par dissolution accélérée.

Suite aux actions de dépollution entreprises significativement à partir de 1989 avec le démarrage du traitement des terrils, la masse de chlorures évacuée du bassin potassique par le saumoduc en 2009 et 2010 est estimée au 01/01/2011 à 300 400 tonnes. Cette masse correspond pour ces deux années :

- pour **60%** à la masse extraite de la nappe par les **puits de dépollution, les puits de fixation et les drains**, soit 178 600 tonnes de chlorures ;
- pour **40%** à la masse provenant de la **dissolution accélérée des terrils Marie-Louise, Amélie Nord et Anna**, hors infiltration naturelle, soit 121 800 tonnes de chlorures.

La dissolution cumulée pour les années 2009 et 2010 est de l'ordre de 133 200 tonnes de chlorures (contre 300 900 tonnes en 2007 et 2008, 300 000 tonnes en 2006 et 540 000 tonnes dans l'année record de 2005 grâce à l'optimisation des méthodes d'arrosage).

En considérant que la nappe a reçu par **infiltration des terrils** 11 400 tonnes de chlorures (estimation par les MDPAs), la quantité extraite de 178 600 tonnes de chlorures entraîne une **dépollution nette** de la nappe de 167 200 tonnes de chlorures.

En 2008, la dépollution de la nappe a mis en évidence, chaque année de façon plus frappante, un décalage entre la diminution annuelle du stock de chlorures estimée dans la nappe (Stock au 01/01/08 - Stock au 01/01/09) et 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. L'extraction des chlorures était ainsi toujours supérieure à la diminution estimée.

Ce décalage répété annuellement a semblé mettre en évidence que les processus en jeu étaient insuffisamment pris en compte sans que l'on puisse les évaluer de façon précise (infiltration naturelle, apport non anthropogène, stocks sous terrils sous-évalués, etc...).

A partir de ce constat, une nouvelle estimation de la quantité de sel dans la nappe sur la base des informations recueillis en 2008 a été réalisée. La méthode de calcul associe les surfaces d'intervalles entre deux courbes d'isovaleur à des épaisseurs d'aquifère. Les volumes obtenus correspondent à des zones de concentration particulière estimées à partir de la moyenne des courbes d'isovaleurs. A partir d'une estimation de la porosité, on obtient, au final, des masses de chlorures. A partir de ce calcul, il a été estimé que le tonnage cumulé de chlorures dans la nappe s'élevait à 309 200 tonnes au 01/01/2009.

En retranchant la quantité extraite de 167 200 tonnes de chlorures durant les années 2009 et 2010, l'estimation en tonne de chlorures dans la nappe au 01/01/2011 est d'environ 142 000 tonnes.

Cette valeur arithmétiquement produite est finalement à nouveau peu réaliste. En estimant un rythme d'extraction annuel pour 2011 et 2012 du même ordre de grandeur que 2009 et 2010, cela signifierait la disparition complète de toute panache de pollution. Or la cartographie des panaches existants et l'estimation des tendances montrent plutôt une amélioration asymptotique ou par palier (voir chapitre 2.6 et 2.7) en cette phase finale de traitement des terrils.

En effet, trois aspects sont à prendre en compte :

- avec la diminution des concentrations, l'efficacité de la dépollution diminue également ;
- l'estimation des volumes de chlorures dans la nappe cerne imparfaitement les stocks en profondeur au droit des terrils ;
- la question d'une éventuelle origine naturelle des chlorures se superposant à l'impact anthropique n'a toujours pas été tranchée.

4. Conclusions

Le présent rapport dresse le bilan de près de 5200 mesures de chlorures effectuées en 2009 et 2010 et collectées dans le secteur s'étendant de Mulhouse à Colmar sur 345 points en 2009 et 339 en 2010. Ceux-ci constituent le réseau de surveillance de la salure au droit du bassin potassique et à l'aval (réseau élargi).

L'observation en plan des panaches de pollution montre que la surface de nappe « supérieure » (entre 0 et 40 m de profondeur) dont la concentration est supérieure à 250 mg/l est passée d'environ 41 km² en 2008 à environ 31 km² en 2010. La surface de la tranche « profonde » (> 40 m) de la nappe est restée stable si on considère les 3 dernières estimations (93 km² en 2007, 90 km² en 2008 et 92 km² en 2010).

D'une manière générale, on observe, depuis 1997, pour la tranche **supérieure** de la nappe, une diminution continue de la surface au-dessus du seuil 250 mg/l.

Depuis 2002, date de la réalisation de la première carte des isovaleurs de la salure **profonde**, on observe une diminution de la surface incluant les concentrations supérieures à 250 mg/l. L'absence de synthèse entre 2003 et 2007 ne permet cependant pas d'apprécier le détail de son évolution. Depuis 2007, il semble que la langue profonde se maintienne à un palier. Cependant, les points de mesure de la qualité de la nappe profonde en aval immédiat des terrils montrent une amélioration significative des teneurs bien que celle-ci reste dans l'intervalle supérieur à 15 000 mg/l. On est, ainsi, en mesure d'estimer que cette amélioration au niveau des anciennes sources de pollution se répercutera à moyen terme en aval de la nappe.

En 2008, une réévaluation du volume de chlorures de la nappe a été réalisée. La méthode par cubage a ainsi aboutie à une valeur de 309 200 tonnes de chlorures au 01/01/2009. Les bilans de dépollution 2009 et 2010 cumulent une extraction totale de 167 200 tonnes de chlorures. Le stock résiduel estimé est donc réduit à environ 142 000 tonnes de chlorures au 01/01/2011. A ce rythme on pourrait théoriquement prévoir une dépollution complète au 01/01/2013, ce qui est peu probable. Car trois aspects sont à prendre en compte :

- avec la diminution des concentrations, l'efficacité de la dépollution diminue également ;
- l'estimation des volumes de chlorures dans la nappe cerne imparfaitement les stocks en profondeur au droit des terrils ;
- la question d'une éventuelle origine naturelle des chlorures se superposant à l'impact anthropique n'a toujours pas été tranchée.

L'analyse critique des mesures par année amène un certain nombre de remarques concernant la fréquence des analyses effectuées. D'une manière générale, une répartition régulière des mesures au cours de l'année en fonction de la fréquence retenue doit être impérativement respectée. Au-delà de ces remarques sur les

mesures effectuées, il est proposé une optimisation des fréquences de mesures tenant compte de la configuration actuelle des panaches.

L'efficacité de la dépollution pour la tranche supérieure de l'aquifère est significative au cours des années. Cela est attesté, à la fois par les observations ponctuelles, aussi bien que par l'évaluation des surfaces. Toutefois, l'évolution récente reflète une amélioration plus lente voire asymptotique.

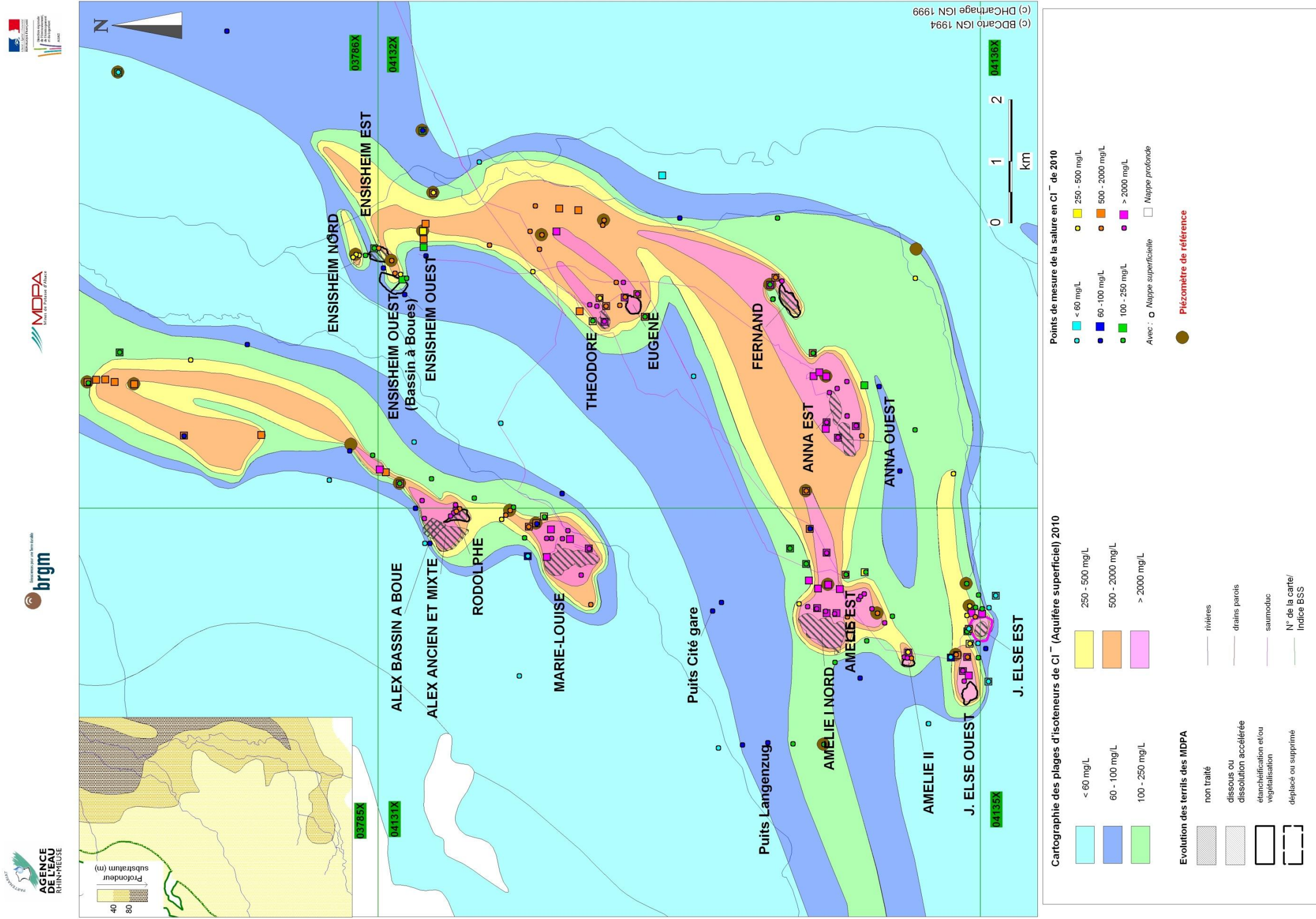
Les analyses surfaciques et aux points multitubes montrent que l'influence de la dépollution, bien que sensible, diminue avec la profondeur. Dans le cadre d'une optimisation du réseau de dépollution, il conviendrait donc de modifier les installations de pompage au droit des puits afin que les portions de nappe les plus profondes soient captées. Cette préconisation peut faire l'objet de tests préliminaires sur quelques puits. Ces tests viseront notamment à vérifier si cette modification n'impacte pas défavorablement la dépollution de l'aquifère supérieur.

Annexe 1 :
Tableaux des points du réseau de contrôle
opérationnel relatif à la DCE

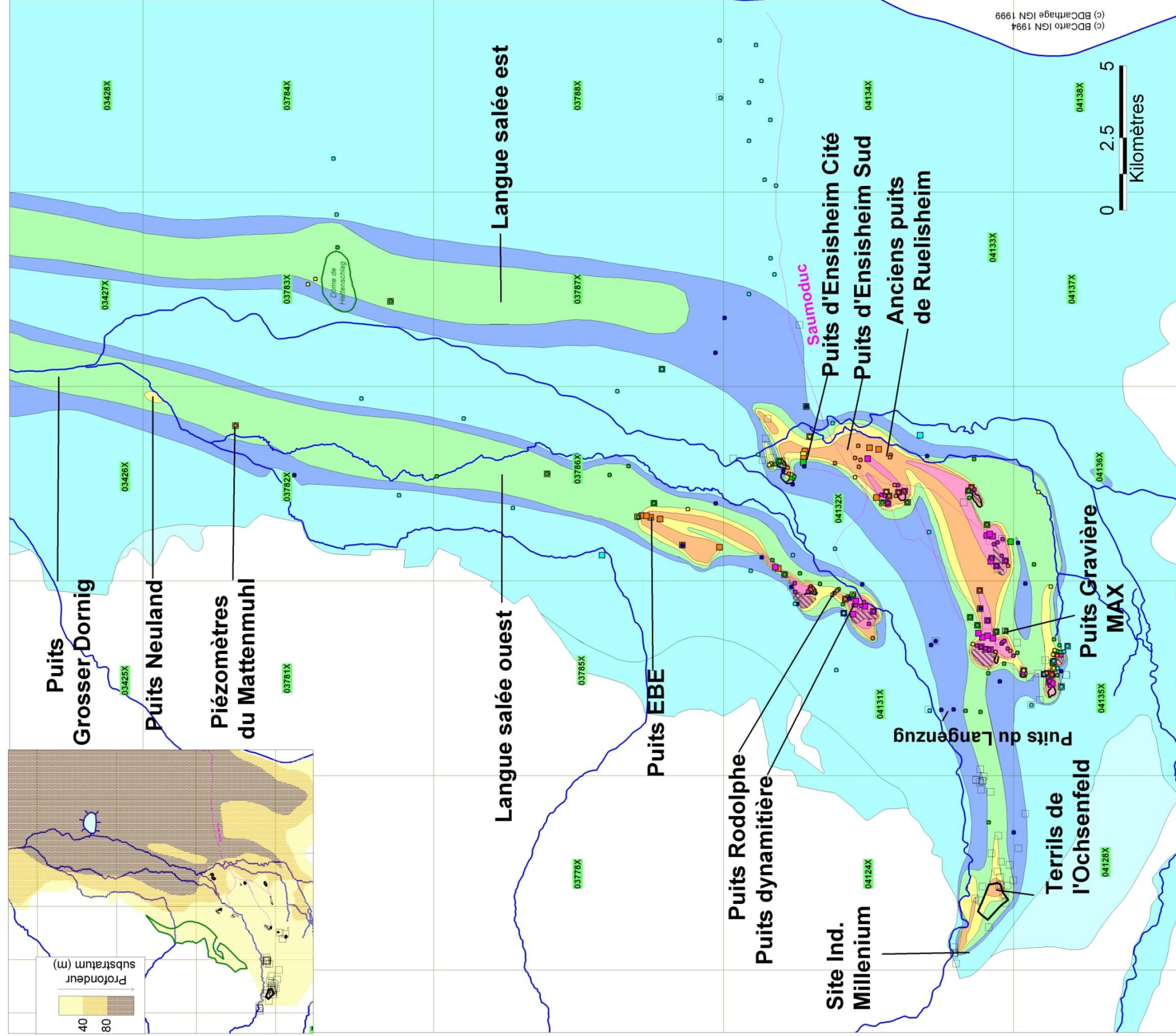
Contrôle et surveillance de la salinité de la nappe phréatique d'Alsace en 2009 et 2010

Indice	Désignation	Commune	Localité	Suivi_par	AP n°2007-232-9 20 août 2007	Type d'ouvrage	Aquifère
03782X0152	PMT 16	SAINTE-CROIX-EN-PLAINE	MATTENMUHL (PROFOND)	MDPA	non	Multitube	AquiSUP
03782X0152	PMT 42						AquiSUP
03782X0152	PMT 66						AquiINF
03782X0152	PMT 93						AquiINF
03783X0187	PMT 10	NIEDERHERGHEIM	AUF DINTZEN (PZ MULTITUBES)	MDPA	non	Multitube	AquiSUP
03783X0187	PMT 58						AquiINF
03783X0187	PMT 88						AquiINF
03783X0187	PMT 118						AquiINF
03786X0087	PMT 25	MUNWILLER	MUNWILLER (AVAL MULTITUBE)	MDPA	non	Multitube	AquiSUP
03786X0087	PMT 64						AquiINF
03786X0087	PMT 100						AquiINF
03786X0027	F4	MERXHEIM	AEP EBE	MDPA	non	AEP	AquiINF
03786X0029	F6	UNGERSHEIM	AEP EBE	MDPA	non	AEP	AquiINF
03787X0101	PMT 20	REGUISHEIM	MEYENHEIM (EST MULTIPLE)	MDPA	non	Multitube	AquiSUP
03787X0101	PMT 46						AquiINF
03787X0101	PMT 66						AquiINF
03787X0101	PMT 10						AquiINF
03795X0094	PMT 118	BALGAU	PRES POSTE GAZ (PZ MULTITUBES)	BRGM	non	Multitube	AquiSUP
03795X0094	PMT 42						AquiINF
03795X0094	PMT 69						AquiINF
03795X0094	PMT 105						AquiINF
03795X0107	B1	NAMBSHEIM	OBERES MATTFELD	BRGM	non	Piézo	AquiINF
04131X0138	P2	PULVERSHEIM	RODOLPHE OUEST	MDPA	oui	Puits	AquiSUP
04131X0181	P4	WITTELSHEIM	LANGENZUG	MDPA	oui	Piézo	AquiSUP
04131X0246	F1	WITTELSHEIM	ATELIERS CENTRAUX AMELIE II	MDPA	oui	Puits de dépollution	AquiSUP
04131X0294	PMT3_1	WITTENHEIM	NONNENBRUCH (TRIPLE)	MDPA	oui	Multitube	AquiSUP
04131X0294	PMT3_2						AquiSUP
04131X0294	PMT3_3						AquiINF
04131X0533	VL3P	PULVERSHEIM	AIRE DE LA THUR	MDPA	oui	Piézo	AquiINF
04132X0074	F1VT	RUELSHEIM	CITE SAINTE BARBE	MDPA	oui	Puits de dépollution	AquiSUP
04132X0185	PMT 24	UNGERSHEIM	UNGERSHEIM (LD SPITZACKER)	MDPA	non		AquiINF
04132X0191	PMT	ENSISHEIM	RIVE GAUCHE ILL (LD VOGELGESANG)	MDPA	oui	Multitube	AquiSUP
04132X0191	PMT						AquiINF
04132X0191	PMT						AquiINF
04132X0191	PMT						AquiINF
04132X0192	PMT	ENSISHEIM	ENSISHEIM (RIVE DROITE ILL)	MDPA	oui	Multitube	AquiSUP
04132X0192	PMT						AquiINF
04132X0192	PMT						AquiINF
04132X0192	PMT						AquiINF
04132X0231	F2	ENSISHEIM	CITE ENSISHEIM	MDPA	oui	Puits de dépollution	AquiINF
04132X0335	PZ	ENSISHEIM	TERRIL EST	MDPA	oui	Piézo	AquiSUP
04132X0346	EN2	ENSISHEIM	TERRIL ENSISHEIM (NORD)	MDPA	oui	Piézo	AquiSUP
04132X0370	DECA3	WITTENHEIM	ANCIEN CARREAU ANNA	MDPA	oui	Piézo	AquiINF
04132X0380	P	WITTENHEIM	RUE DES MINES (SOSNOWSKI)	MDPA	oui	Piézo	AquiINF
04132X0384	PZ1FON	UNGERSHEIM	LEHLE (PROFOND)	MDPA	oui	Piézo	AquiINF
04132X0398	P5	ENSISHEIM	IM SPICHER	MDPA	oui	Puits de dépollution	AquiSUP
04135X0345	VJ1S	WITTELSHEIM	SILBERMATTLE	MDPA	oui	Piézo	AquiSUP
04135X0368	VJE11	WITTELSHEIM	TERRIL JOSEPH ELSE (EST)	MDPA	oui	Piézo	AquiSUP
04135X0369	VJE12	WITTELSHEIM	TERRIL JOSEPH ELSE (EST)	MDPA	oui	Piézo	AquiSUP
04136X0003	P1	KINGERSHEIM	AEP BOIS DE KINGERSHEIM	MDPA	non	AEP	AquiSUP
03787X0148	P	NIEDERENTZEN	OBERFELD (PRES D8)	MDPA	non	Puits	AquiSUP
03795X0111	GWM2	GEISWASSER	ILE DU RHIN	BRGM	non	Piézo	AquiSUP
03795X0112	GWM1	GEISWASSER	ILE DU RHIN	BRGM	non	Piézo	AquiINF

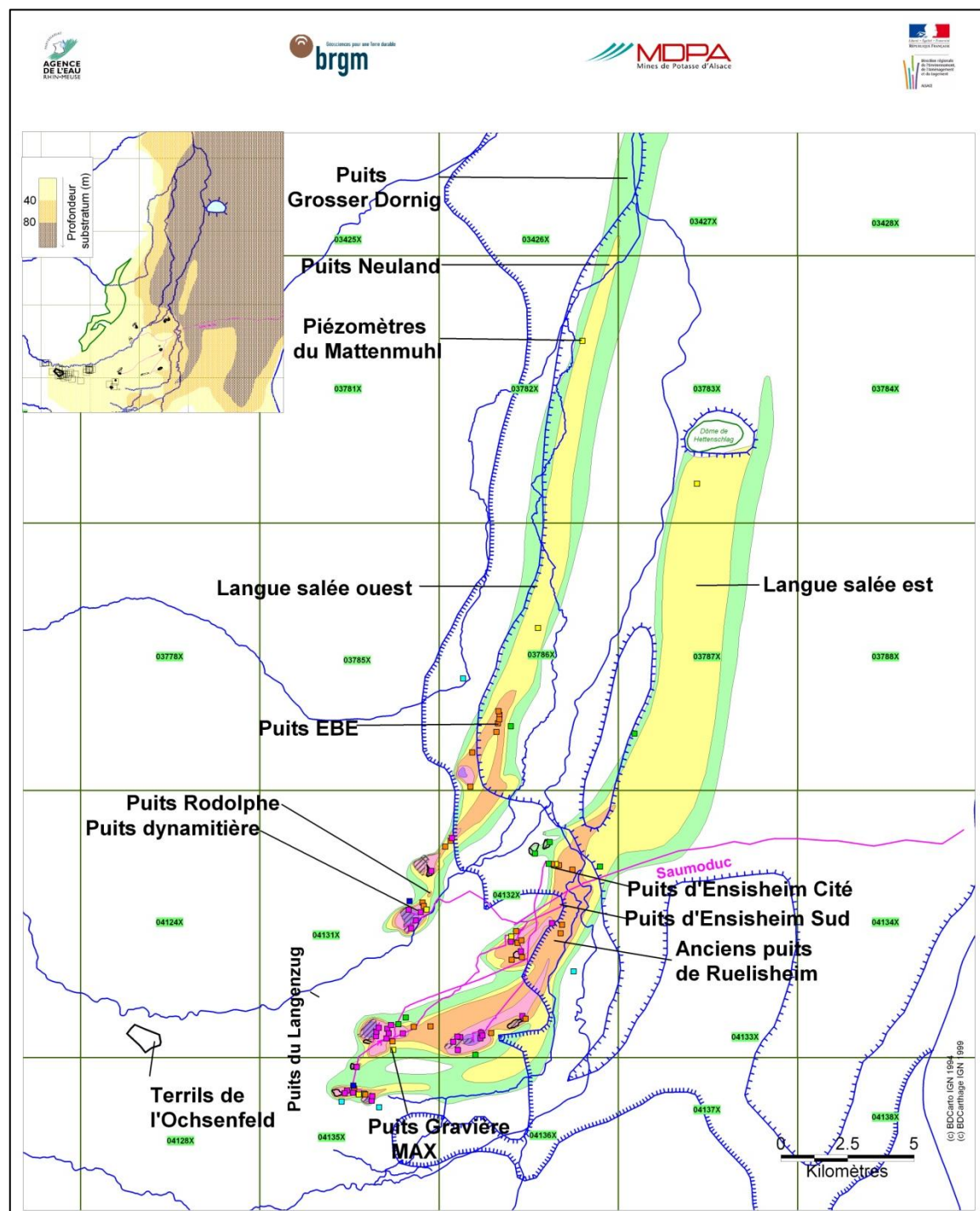
Annexe 2 :
**Carte de la salure moyenne de l'aquifère
supérieur dans le bassin potassique en 2010**



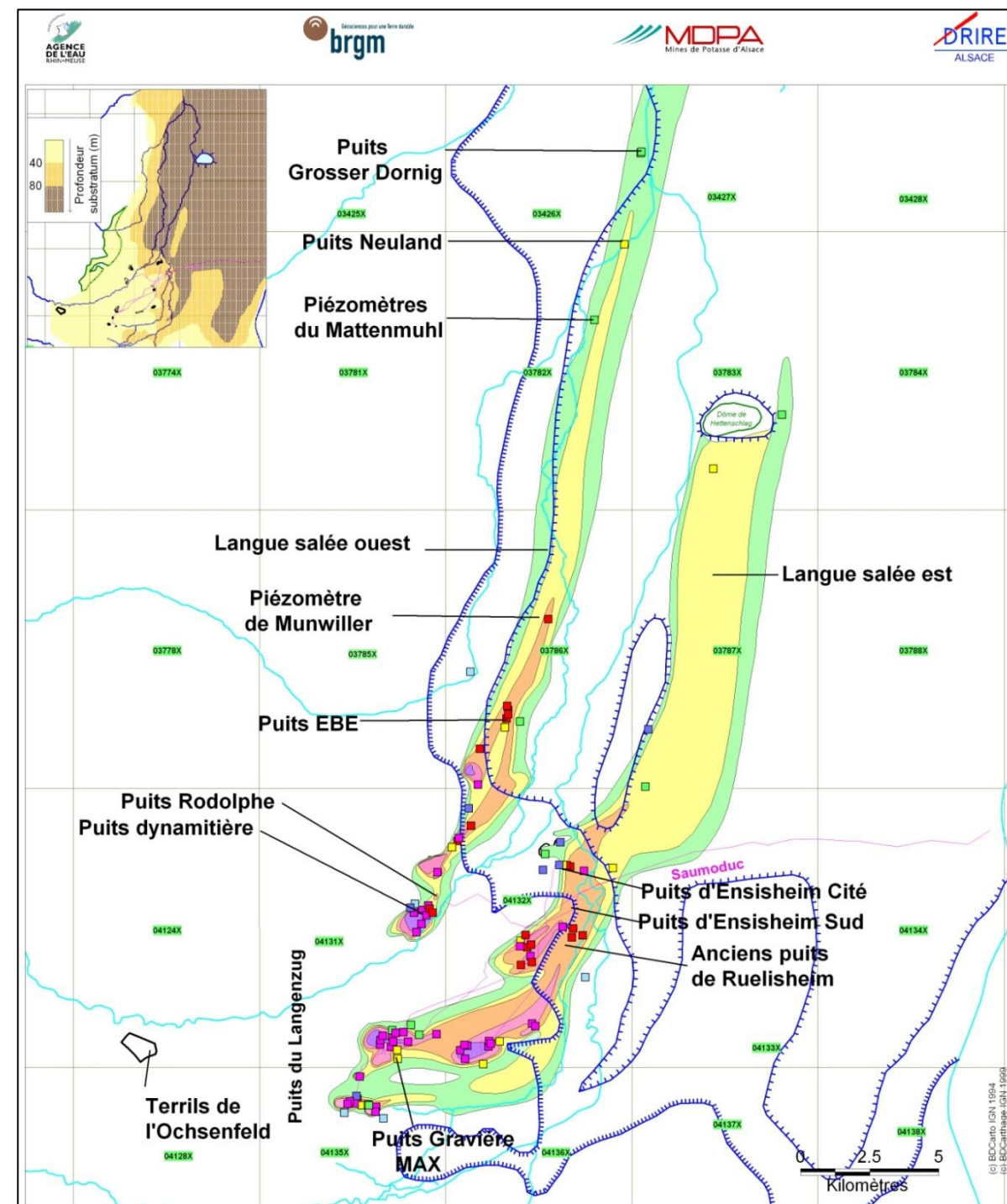
Annexe 3 :
**Carte de la salure moyenne de l'aquifère
supérieur pour le réseau élargi en 2010**



Annexe 4 :
Cartes de la salure moyenne de l'aquifère
profond en 2010 et en 2008



Carte interprétative de la salure profonde en 2010



Carte interprétative de la salure profonde en 2008

Annexe 5 : Légende des cartes de la salure

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



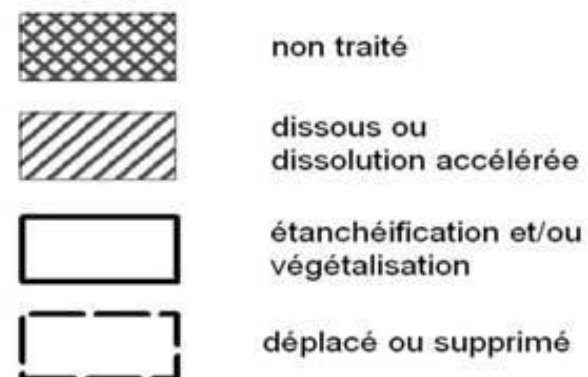
Points de mesure de la salure en Cl^-



Avec : Nappe superficielle Nappe profonde

Piézomètre de référence

Evolution des terrils des MDPA



Nature des puits de pompage





Géosciences pour une Terre durable

brgm

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
BP 70177 - Lingolsheim
67834 Tanneries Cedex France
Tél. : 03 88 77 48 90