



25266 RM



MDPA

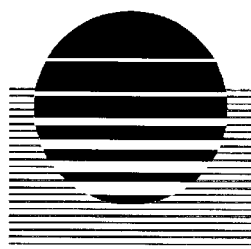


**DOCUMENT PUBLIC
À ACCÈS DIFFÉRÉ**

*Caractérisation hydrodynamique
de la nappe d'Alsace au droit d'une langue
de salure par méthodes géophysiques*

Étude réalisée dans le cadre d'une convention entre les Mines de Potasse d'Alsace et le BRGM

juillet 2002
BRGM/RP-51779-FR



BRGM

Synthèse

Dans le cadre d'une convention entre les Mines de Potasse d'Alsace (MDPA) et le BRGM, une reconnaissance géophysique a été menée par l'unité ARNNRS du BRGM.

Il existe en aval du bassin potassique, dans la nappe d'Alsace, deux langues salées de plus de 10 km de longueur. L'objet de la reconnaissance géophysique est la langue salée ouest, dont la propagation vers l'aval au nord d'Ungersheim engendre des risques pour certains captages d'alimentation en eau potable. L'étude doit servir de test et de démonstration des capacités des méthodes géophysiques à répondre aux questions posées.

L'objectif est de déterminer la géométrie du substratum et les variations de caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère ainsi que la localisation des parties les plus concentrées de la langue de salure. Ces données serviront à définir un programme de fixation et de dépollution de la salure de la nappe et pourront également servir à construire ultérieurement un modèle hydrodynamique de gestion.

Sept profils d'intérêt ont été mesurés en panneaux électriques et en RMP. Une troisième méthode, la sismique haute résolution, a été utilisée sur un profil-test afin de contrôler l'efficacité de la campagne et d'apporter des informations structurales complémentaires. Les tests effectués sur les profils 1 et 2 ont rapidement montré que le signal mesuré était trop faible pour permettre des mesures de polarisation provoquée fiables.

À l'issue de cette campagne géophysique il apparaît clairement que les panneaux électriques permettent de cartographier les limites de la langue salée. Les limites des structures conductrices identifiées sur les panneaux électriques comme étant la nappe salée coïncident avec les mesures de teneurs en chlorures sur échantillons prélevés dans des piézomètres.

Pour un profil donné, le panneau électrique permet de quantifier la géométrie de la nappe (épaisseur et profondeur). Les structures conductrices montrent que la nappe salée est peu profonde sur les profils 1 (stations -450 à 50), 2 (stations -200 à 100) et 3 (stations 1 200 profil ouest à -150 profil est) puis s'approfondit latéralement le long de ces profils. Le toit de la nappe salée s'approfondit progressivement vers le nord pour atteindre 25 à 40 m de profondeur sur les profils 4 et 5.

Sur les profils 1, 2 et 7 la résistivité fournit des indices qui pourraient indiquer la présence d'eaux salées entre 40 et 120 m de profondeur, au sein du substratum.

Les mesures électriques mettent en évidence une interruption de la structure conductrice et donc de la nappe salée entre les stations 800 et 1100 du profil 3 est. Il reste à expliquer les raisons de cette discontinuité, d'autant que les paramètres RMP relevés sur le sondage 305 présentent les caractéristiques d'un niveau aquifère.

La RMP permet de caractériser les paramètres teneur en eau et perméabilité des structures conductrices et donc de faire la distinction entre eau chargée en chlorures et matériaux plus fins, plus argileux. Les variations de paramètres RMP peuvent indiquer localement le passage à des sédiments plus grossiers.

L'interprétation des sondages RMP montre que globalement les teneurs en eau augmentent vers le nord. Il en est de même pour le paramètre perméabilité qui varie d'un ordre de grandeur entre le sud (profils 1 et 2, 10^{-4} m/s) et le nord (profils 3, 4 et 5, 10^{-3} m/s) de la zone étudiée. Ceci correspond du point de vue géologique au passage des alluvions vosgiennes du bassin potassique à une dominance d'alluvions plus perméables d'origine alpine en aval.

Les résultats de cette étude valident la méthodologie mise en œuvre. La combinaison panneau électrique/RMP permet de caractériser la langue salée. Cette étude montre également les limites de chaque méthode : sensibilité au bruit industriel et profondeur d'investigation limitée (réduction de la taille de la boucle en cas de bruit électromagnétique trop élevé) pour la RMP, sensibilité aux à-coups de prise des dispositifs dipôle-dipôle (canalisations, ancien carreau minier de Ungersheim).

5. Résultats -discussion	39
6. Conclusion	51

Liste des figures

Fig. 1 - Principe de mesure RMP	11
Fig. 2 - Schéma fonctionnel du dispositif instrumental	12
Fig. 3 - Equipement de RMP Numis sur site	13
Fig. 4 - Schéma en fonction du temps d'une séquence émission/réception	14
Fig. 5 - Résultats d'inversion des données théoriques	16
Fig. 6 - Exemple de résultats RMP sur deux forages dans la craie	18
Fig. 7 - Principe du dispositif dipôle-dipôle	21
Fig. 8 - Matériel E-NODE de IRIS Instruments	22
Fig. 9 - Plan de positionnement des panneaux électriques et des sondages RMP	25
Fig. 10 - Sondage RMP 201 -Interprétation avec le modèle géoélectrique 1	27
Fig. 11 - Sondage RMP 201 -Interprétation avec le modèle géoélectrique 2	28
Fig. 12 - Sondage RMP 201 -Interprétation avec le modèle géoélectrique 3	29
Fig. 13 - Sondage RMP 211 -Interprétation avec le modèle géoélectrique 1	30
Fig. 14 - Sondage RMP 211 -Interprétation avec le modèle géoélectrique 2	31
Fig. 15 - Sondage RMP 211 -Interprétation avec le modèle géoélectrique 3	32
Fig. 16 - Sondage RMP ETA1	33
Fig. 17 - Sondage RMP ETA2	34
Fig. 18 - Sondage RMP ETA3	35
Fig. 19 - Profil 2 - Coupes interprétées de résistivité, de teneur en eau et de perméabilité	40
Fig. 20 - Profil 6 - Coupes de résistivité interprétées	42
Fig. 21 - Profils 1 et 7 - Coupes interprétées de résistivité, de teneur en eau et de perméabilité	44

Fig. 22 - Profil 3 - Coupes interprétées de résistivité, de teneur en eau et de perméabilité	46
Fig. 23 - Profil 4 et piézomètre 37860080 – Coupes interprétées de résistivité, de teneur en eau et de perméabilité	47
Fig. 24 - Profil 5 – Coupes interprétées de résistivité, de teneur en eau et de perméabilité	49
Fig. 25 - Synthèse des mesures électriques	52

Liste des tableaux

Tabl. 1 - Paramètres du modèle	16
Tabl. 2 - Statistiques relatives aux mesures électriques	24
Tabl. 3 - Caractéristiques des sondages RMP	36

Liste des annexes

Ann. 1 - Données et résultats d'interprétation des panneaux électriques	53
Ann. 2 - Données et résultats d'interprétation des sondages RMP	63

25266 RFL

1. Introduction

Dans le cadre d'une convention entre les Mines de Potasse d'Alsace (MDPA) et le BRGM, une reconnaissance géophysique a été menée par l'unité ARN/MRS du BRGM.

Il existe en aval du bassin potassique, dans la nappe d'Alsace, deux langues salées de plus de 10km de longueur.

L'objet de la reconnaissance géophysique est la langue salée ouest, dont la propagation vers l'aval au nord d'Ungersheim engendre des risques pour certains captages d'alimentation en eau potable. Le champ captant d'Ensisheim, Bollwiller et Environs (EBE) où les teneurs en chlorures atteignent jusqu'à 500 mg/l, et à plus long terme les puits de la ville de Colmar.

L'objectif est de déterminer la géométrie et les variations de caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère ainsi que la localisation des parties les plus concentrées de la langue de salure. Ces données serviront à définir un programme de fixation et de dépollution de la salure de la nappe et pourront également servir à construire ultérieurement un modèle hydrodynamique de gestion.

Cette étude doit servir de test et de démonstration des capacités des méthodes géophysiques à répondre aux questions posées. Les profils ont été étudiés par deux méthodes géophysiques différentes, la RMP et les panneaux électriques, afin de déterminer la position des langues salées et la profondeur du substratum. Une troisième méthode, la sismique haute résolution, a été utilisée sur un profil-test afin de contrôler l'efficacité de la campagne et d'apporter des informations structurales complémentaires.

Sept profils d'intérêt ont été mesurés en panneau électrique et RMP. La campagne de sismique haute résolution a été réalisée en sous-traitance par les sociétés TERRATEC et GEOEXPERT.

Ce rapport présente et analyse les résultats obtenus par panneaux électriques et RMP. Les résultats de la sismique haute résolution seront commentés dans une note séparée.

6. Conclusion

À l'issue de cette campagne géophysique il apparaît clairement que les panneaux électriques permettent de cartographier les limites de la langue salée. La figure 25 représente la carte de la salure de la nappe d'Alsace réalisée par le BRGM d'après les analyses sur prélèvements dans des piézomètres. Les limites des structures conductrices identifiées sur les panneaux électriques comme étant la nappe salée coïncident avec les mesures de teneurs en chlorures sur échantillons. Pour un profil donné, le panneau électrique permet de quantifier la géométrie de la nappe (épaisseur et profondeur). Les structures conductrices montrent que la nappe salée est peu profonde sur les profils 1 (stations -450 à 50), 2 (stations -200 à 100) et 3 (stations 1200 profil ouest à -150 profil est) puis s'approfondit latéralement le long de ces profils. Le toit de la nappe salée s'approfondit progressivement vers le nord pour atteindre 25 à 40 m de profondeur sur les profils 4 et 5.

Sur les profils 1, 2 et 7 la résistivité fournit des indices qui pourraient indiquer la présence d'eaux salées entre 40 et 120 m de profondeur, au sein du substratum.

Les mesures électriques mettent en évidence une interruption de la structure conductrice et donc de la nappe salée entre les stations 800 et 1100 du profil 3 est. Il reste à expliquer les raisons de cette discontinuité, d'autant que les paramètres RMP relevés sur le sondage 305 présentent les caractéristiques d'un niveau aquifère.

La RMP permet de caractériser les paramètres teneur en eau et perméabilité des structures conductrices et donc de faire la distinction entre eau chargée en chlorures et matériaux plus fins, plus argileux. Les variations de paramètres RMP peuvent indiquer localement le passage à des sédiments plus grossiers.

L'interprétation des sondages RMP montre que globalement les teneurs en eau augmentent vers le nord. Il en est de même pour le paramètre perméabilité qui varie d'un ordre de grandeur entre le sud (profils 1 et 2, 10^{-4} m/s) et le nord (profils 3, 4 et 5, 10^{-3} m/s) de la zone étudiée.

Ceci correspond du point de vue géologique au passage des alluvions vosgiennes du bassin potassique, à une dominance d'alluvions plus perméables d'origine alpine en aval.

Les résultats de cette étude valident la méthodologie mise en œuvre. La combinaison panneau électrique/RMP permet de caractériser la langue salée. Cette étude montre également les limites de chaque méthode : sensibilité au bruit industriel et profondeur d'investigation limitée (réduction de la taille de la boucle en cas de bruit électromagnétique trop élevé) pour la RMP, sensibilité aux à-coups de prise des dispositifs dipôle-dipôle (canalisations, ancien carreau minier de Ungersheim).