



Modélisation hydrodynamique de l'ancienne mine de fer de Saizerais (Bassin de Nancy)

Faisabilité d'une approche spatialisée

Y. Lucas (LAEGO - ENSMN)
L. Vaute (BRGM)

Septembre 2001

GISOS

Ecole des Mines
Parc Saurupt 54042 Nancy Cedex
tel: 0383584281 / fax: 0383579794
email : gisos@mines.u-nancy.fr
<http://www.mines.u-nancy.fr/gisos>

Synthèse

L'arrêt des pompages d'exhaure, consécutifs à l'abandon des mines du bassin ferrifère lorrain depuis une dizaine d'années, a provoqué **l'ennoyage** d'une grande partie du réseau de galeries minières, amenant une modification du régime hydrologique et une détérioration de la qualité de l'eau souterraine, essentiellement en raison de l'augmentation de la minéralisation (sulfate, sodium, magnésium, strontium, fer, manganèse, bore et nickel).

Afin de mieux comprendre et de pouvoir prévoir l'évolution de ces phénomènes, différentes méthodes de modélisation ont été développées. Etant donné la complexité de la structure du système hydrogéologique à modéliser, les modélisations ont été dans un premier temps nécessairement globales, basées sur l'analyse des séries de données disponibles. Cependant, de telles modélisations ne peuvent avoir de valeur **prédictive** qu'en quelques points.

C'est pourquoi, au cours d'un stage de troisième année de **l'École** des Mines de Nancy réalisé dans le cadre des travaux de recherche et développement du **GISOS** (Groupement **d'Intérêt** Scientifique sur l'impact et la Sécurité des Ouvrages Souterrains, structure regroupant des équipes de recherche du BRGM, de **l'INERIS** et de **l'INPL**), un essai de modélisation hydrodynamique spatialisée de l'ancienne mine de fer de Saizerais (bassin de Nancy) a été tenté. La mine de Saizerais a été choisie car elle présente l'avantage d'être de taille modeste, son réseau de galeries est de forme simple, et son bassin d'alimentation paraissait plus facile à définir, en raison d'un nombre de données plus important qu'ailleurs semblait-il.

Les résultats de cette modélisation sont satisfaisants sur les points suivants :

- Le calage reproduit bien l'évolution des deux critères de calage utilisés, à savoir la charge en un point du réseau de galeries et les volumes débordés à l'exutoire du réseau.
- Les valeurs des paramètres hydrodynamiques issues du calage respectent des ordres de grandeur couramment admis, excepté en ce qui concerne la perméabilité et le coefficient d'emmagasinement libre du Dogger. Ceci est dû à la nature karstique de cet aquifère, qu'il est très délicat de vouloir modéliser en utilisant une approche de type milieu poreux continu.
- L'utilisation de la fonctionnalité drain-conduit lors de la mise en œuvre du modèle sous MARTHE semble avoir été fructueuse : cette fonctionnalité permet un certain respect de la géométrie du réseau de galeries et de leur « état » (connexion avec l'aquifère environnant), et permet de calculer le débit et la charge dans chaque tronçon du réseau.
- Enfin, l'analyse de sensibilité prouve une relative robustesse du modèle après la phase de remplissage.

Cependant, si une certaine cohérence du modèle a été vérifiée sur l'étendue de la zone d'étude, le manque d'informations, et notamment de relevés piézométriques réguliers en divers points de la zone d'étude, fait que le modèle n'est pas validé ailleurs qu'au niveau du puits d'alimentation de Pont-à-Mousson et de la sortie de l'ancienne galerie d'exhaure : sa capacité de prédiction en est donc très fortement affectée.

Dans de telles circonstances, les apports de la modélisation spatialisée restent donc limités à l'analyse et à validation du modèle conceptuel du système modélisé, en permettant néanmoins une meilleure compréhension de la structure et du **fonctionnement** des aquifères.

Cette limite du modèle est d'abord le fait du manque de données, et non pas de l'outil numérique employé. L'étude a toutefois permis de mettre en lumière certaines limitations du code MARTHE pour l'objectif visé : par exemple, il n'a pas été prévu de possibilité de débordement pour les drains-conduits ; et une géométrie de réseau non hiérarchisée (réticulée par exemple) ne peut pas être modélisée.

Compte tenu des difficultés rencontrées au cours de cette étude, liées surtout au manque de données, et tout en continuant parallèlement le test de méthodes de modélisation totalement spatialisées, il est justifié de poursuivre le développement de méthodes de modélisation globales. L'un des axes de recherche du **GISOS** est ainsi d'introduire dans les simulateurs de réservoirs miniers développés dans les précédentes études un niveau de spatialisation cohérent avec la quantité et la qualité des données disponibles.

Sommaire

Synthèse	3
Sommaire	5
Liste des figures	7
Liste des tableaux	8
Liste des annexes	9
Introduction	11
1. Présentation de la zone d'étude	13
1.1 Localisation géographique	13
1.2 Lithostratigraphie	15
1.2.1 Le Jurassique inférieur : Lias.....	15
1.2.2 Le Jurassique moyen : Dogger.....	15
1.2.3 Le Jurassique supérieur : Malm	16
1.2.4 Formations superficielles	16
1.3 Géologie structurale	19
1.4 Hydrographie..	19
1.4.1 La Moselle	19
1.4.2 Le Terrouin et L'Esche	19
1.5 Hydrogéologie	21
1.5.1 La nappe du Dogger	21
1.5.2 La nappe de L'Aalénien	21
1.5.3 Les circulations souterraines.....	21
1.5.4 Alimentation de la mine par des conduits karstiques..	23
1.5.5 Les prélèvements AEP	24
1.6 Influence de la mine sur l'hydrologie du secteur..	24
1.6.1 Avant et pendant l'ennoyage	24
1.6.2 Après l'ennoyage	24
2. Construction du modèle	27
2.1 Données géologiques et hydrogéologiques.....	27
2.1.1 Numérisation des couches géologiques	27
2.1.2 Numérisation des esquisses piézométriques	28
2.2 Conditions aux limites..	29
2.2.1 La faille de Domèvre-en-Haye.....	29
2.2.2 L'Esche	31
2.2.3 Le Terrouin	33
2.2.4 Les affleurements..	33

2.2.5 La Moselle	33
2.3 Conditions de recharge	36
2.3.1 Données météorologiques	36
2.3.2 Zones de réserves utiles	37
2.4 Paramètres hydrodynamiques	39
2.4.1 Perméabilités..	39
2.4.2 Coefficients d'emmagasinement	40
2.5 Construction du modèle sous MARTHE	42
2.5.1 Limites du modèle..	42
2.5.2 Nombre de couches..	42
2.5.3 Galeries de la mine	42
2.5.4 Recharge	45
2.5.5 Prélèvements AEP	45
2.5.6 Paramètres hydrodynamiques	46
2.5.7 Pas de temps du régime transitoire	46
3. Présentation des résultats	47
3.1 Calage en régime permanent initial..	47
3.1.1 Résultat du calage en régime permanent..	47
3.1.2 Paramètres utilisés pour le calage	47
3.2 Calage en régime transitoire de 1981 à 1987	48
3.2.1 Charge dans le puits de la mine	49
3.2.2 Volumes débordés cumulés	49
3.2.3 Valeurs des paramètres hydrodynamiques calés..	49
3.3 Cohérence du modèle..	51
3.3.1 Vérification des limites à charge imposée	51
3.3.2 Comparaison à l'esquisse piézométrique de 1984	53
3.4 Simulation en régime transitoire de 1987 à 1994.....	53
3.5 Analyse de sensibilité aux paramètres	55
3.5.1 Perméabilité du Dogger (Figure 3 1)	55
3.5.2 Perméabilité de la formation ferrifère au niveau des galeries (Figure 32)	56
3.5.3 Perméabilité des Marnes micacées au droit des galeries (Figure 33).	56
3.5.4 Coefficient d'échange nappe-conduit (Figure 34)	56
3.5.5 Coefficient d'emmagasinement libre du Dogger (Figure 35).	56
3.5.6 Coefficient d'emmagasinement captif (Figure 36)	56
Conclusion	65
Bibliographie	67