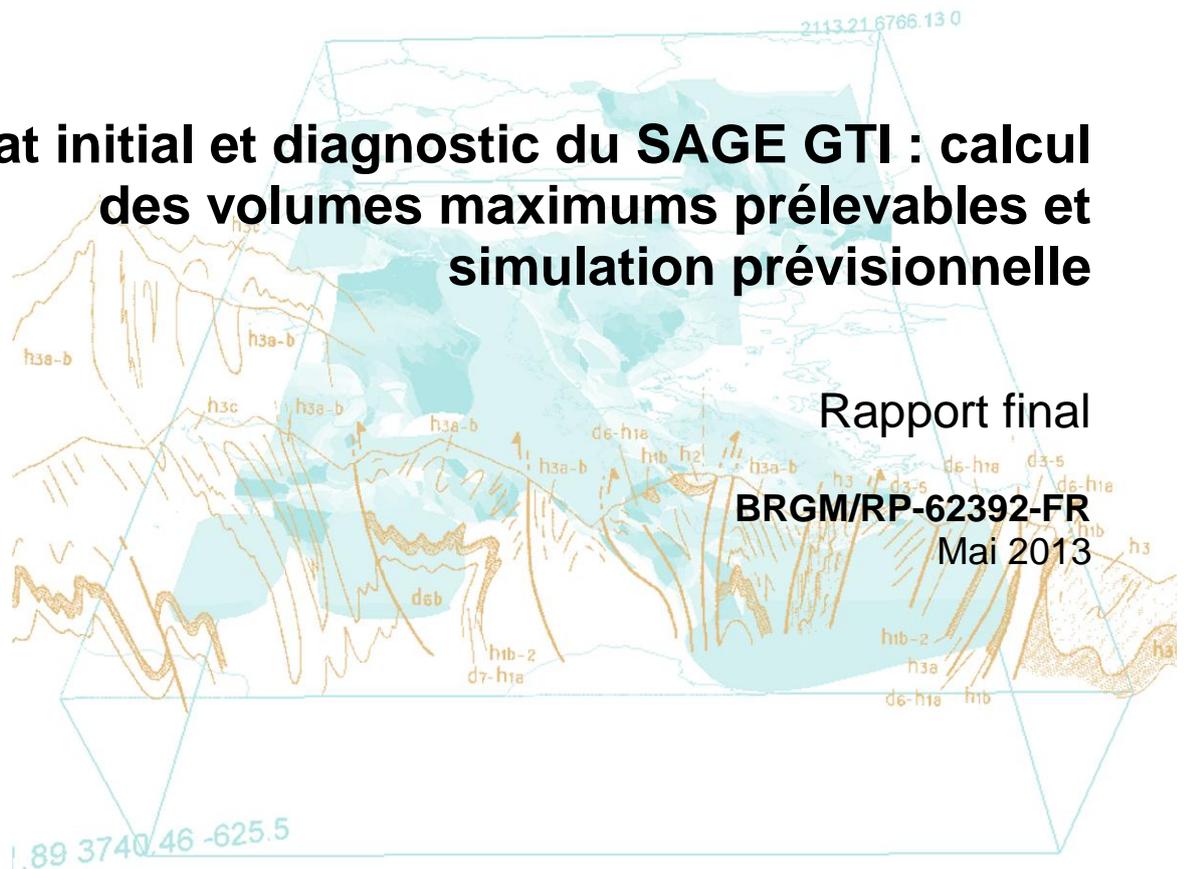




Etat initial et diagnostic du SAGE GTI : calcul des volumes maximums prélevables et simulation prévisionnelle



Etat initial et diagnostic du SAGE GTI : calcul des volumes maximums prélevables et simulation prévisionnelle

Rapport final

BRGM/RP-62392-FR

Mai 2013

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 12ECO3001

L. Vaute

Vérificateur :

Nom : D. Nguyen-Thé

Date : 30/05/2013

Signature :

Original signé le 30/05/2013

Approbateur :

Nom : D. Midot

Date : 31/05/2013

Signature :

Original signé le 31/05/2013

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



Tous savoirs sur l'eau



Mots clés : eaux souterraine, ressource en eau, nappe captive, grès du Trias inférieur, modèle, gestion, simulations, Vosges, 88, Lorraine.

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

Vaute L. (2013) – Etat initial et diagnostic du SAGE GTI : calcul des volumes maximums prélevables et simulation prévisionnelle. Rapport BRGM/RP-62392-FR, 27 p., 9 fig., 2 tabl.

© BRGM, 2013, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

En 2011, la Commission Locale de l'Eau du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux de la nappe des Grès du Trias Inférieur (SAGE GTI) a décidé d'entreprendre l'élaboration des premiers documents constitutifs du SAGE : « Etat initial et Diagnostic » et « Tendances et scénarios ». Pour ce faire, le modèle hydrogéologique de la nappe des GTI doit être utilisé pour quantifier les risques associés aux problèmes de gestion actuels reconnus sur la nappe des GTI dans ce secteur, et servir d'outil d'aide à la décision lors des études en cours et à venir. Préalablement à cette utilisation, les acteurs du SAGE ont jugé nécessaire que le modèle soit actualisé en 2012.

Le BRGM a donc procédé en 2012-2013 à une actualisation du modèle, en prenant en compte les nouvelles données disponibles jusqu'à la fin de l'année 2010, dans le but de valider le modèle sur la période 2000-2010, ou d'améliorer la version 2005. Pour contribuer à lever les principales incertitudes dans le périmètre du SAGE GTI (rôle de la faille de Vittel, recharge, drainage), l'étude d'actualisation s'est aussi appuyée sur les résultats d'une campagne de géochimie isotopique.

Une synthèse des principaux résultats de l'actualisation du modèle concernant le territoire du SAGE de la nappe des grès du Trias inférieur est présentée dans ce rapport.

L'actualisation du modèle a permis de mettre à jour le calcul du bilan de la nappe pour chaque secteur géographique du SAGE : en 2010, le bilan restait déficitaire de 1,2 Mm³/an dans le secteur du SAGE situé au sud-ouest de la faille de Vittel (secteur Vittel-Contrexéville), et légèrement positif ou nul ailleurs.

Le volume maximum prélevable qui découle du bilan de la nappe est de 2,1 Mm³/an pour le secteur sud-ouest et de 1,6 Mm³/an pour le secteur nord du SAGE GTI.

Enfin, une simulation à long terme (jusqu'en 2050) a permis de calculer l'évolution future des niveaux piézométriques si l'état de la nappe dans son état de 2010 reste inchangé (avec les mêmes prélèvements et la même recharge). On calcule une baisse moyenne du niveau en 40 ans de 3 m au sud de la faille de Vittel, dans le secteur de Vittel-Contrexéville (avec une baisse maximale de 4,5 m), et une hausse de 1,2 m en moyenne au nord de la faille, dans le secteur Norroy-Mirecourt-Floremont. La nappe est quasi-stable dans le secteur sud-est du SAGE (Valfroicourt-Ville-sur-Ilion).

Sommaire

1. Objet de l'étude	7
2. Synthèse des résultats de l'actualisation du modèle de la nappe des grès du Trias inférieur en Lorraine	9
2.1. LE RESERVOIR AQUIFERE DES GRES DU TRIAS INFERIEUR	9
2.2. REGIME NATUREL DE LA NAPPE CAPTIVE DES GRES DU TRIAS INFERIEUR.....	10
2.3. CONSEQUENCES DE L'EXPLOITATION DE LA NAPPE DES GTI	12
2.4. INTRODUCTION DANS LE MODELE DES NOUVELLES DONNEES ACQUISES SUR LA PERIODE 2000-2010	13
2.5. MODIFICATION DU MODELE CONCEPTUEL ET NOUVEAU CALAGE	14
3. Calcul des volumes maximums prélevables et simulation prévisionnelle à long terme	19
3.1. BILANS DE LA NAPPE CAPTIVE DANS LE DEPARTEMENT DES VOSGES CALCULES POUR LA PERIODE DE CALAGE 1977-2010.....	19
3.2. CALCUL DES VOLUMES PRELEVABLES	19
3.3. SIMULATION PREVISIONNELLE A LONG TERME SUR LA PERIODE 2010-2050.....	22
4. Conclusion	25
5. Bibliographie	27

Liste des figures

Figure 1 : Cadre géographique de l'étude.	10
Figure 2 : Evolution de 1968 à 2010 du total des prélèvements effectués dans la nappe captive des grès du Trias inférieur et dans la nappe libre du bassin houiller.	12
Figure 3 : Carte des secteurs de la nappe captive dans le département des Vosges – Localisation des historiques piézométriques.	15

Figure 4 : Niveaux mesurés et niveaux simulés de 1977 à 2010 – Secteur sud-ouest du SAGE (Vittel-Contrexéville).	16
Figure 5 : Niveaux mesurés et simulés de 1977 à 2010 – Secteur nord du SAGE (Norroy-Mirecourt-Floremont).	17
Figure 6 : Niveaux mesurés et simulés de 1977 à 2010 – Secteur sud-est du SAGE (Valfroicourt-Ville-sur-Ilлон).	18
Figure 7 : Evolution des soldes entrées/sorties de la nappe captive des GTI et des volumes prélevés par secteurs géographiques du département des Vosges (1977-2010).	20
Figure 8 : Carte du rabattement (en mètres) de la nappe captive entre 1977 et 2010.	21
Figure 9 : Simulation prévisionnelle à long terme – Carte du rabattement (en mètres) de la nappe captive entre 2010 et 2050 sur le territoire du SAGE GTI.	23

Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition des prélèvements effectués dans la nappe captive et dans la nappe libre du bassin houiller en 2010.	12
Tableau 2 : Volumes maximums prélevables sur le territoire du SAGE GTI.	22

1. Objet de l'étude

En 1995, confrontées au problème de baisse continue des niveaux piézométriques de certains secteurs de la nappe des grès du Trias inférieur, la Région Lorraine, la DIREN Lorraine et l'Agence de l'eau Rhin-Meuse ont confié au BRGM la réalisation d'un modèle hydrogéologique de la nappe des grès du Trias inférieur. Après plusieurs phases successives de développement et d'amélioration, un modèle opérationnel a vu le jour en 2005.

Le modèle hydrogéologique de la nappe des grès du Trias inférieur (GTI) a été développé par le BRGM avec le logiciel MARTHE, et concerne principalement la nappe sur toute sa partie captive et sur sa partie libre dans le bassin houiller. Dans sa version 2005, il était construit avec des données datant de 2000 pour la nappe dans son ensemble, et de 2004 pour le département des Vosges.

Les résultats des simulations effectuées avec le modèle montraient que, malgré l'arrêt des exhaures minières du bassin houiller entre 2005 et 2010, et en l'absence de mesures correctives supplémentaires, le secteur situé au sud de la faille de Vittel verrait la surexploitation de ses ressources se poursuivre, ce qui se traduirait par une chute importante des niveaux piézométriques dans ce secteur, de l'ordre d'une quinzaine de mètres au maximum en un siècle.

Cette situation particulière est due à l'effet conjugué de deux facteurs défavorables : la présence de la faille de Vittel, jouant le rôle de barrière hydraulique aux écoulements sur une partie de son linéaire, ainsi que la recharge limitée de l'aquifère dans ce secteur, en raison de la faible surface d'affleurements disponibles pour l'infiltration vers la nappe. Ce compartiment de la nappe se comporte ainsi comme un réservoir relativement isolé du reste de la nappe, vidé par pompage à un rythme supérieur à ses faibles possibilités d'alimentation.

En 2011, la Commission Locale de l'Eau du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux de la nappe des Grès du Trias Inférieur (SAGE GTI) a décidé d'entreprendre l'élaboration des premiers documents constitutifs du SAGE : « Etat initial et Diagnostic » et « Tendances et scénarios ». Pour ce faire, le modèle hydrogéologique de la nappe des GTI doit être utilisé pour quantifier les risques associés aux problèmes de gestion actuels reconnus sur la nappe des GTI dans ce secteur, et servir d'outil d'aide à la décision lors des études en cours et à venir. Préalablement à cette utilisation, les acteurs du SAGE ont jugé nécessaire que le modèle soit actualisé en 2012.

Le BRGM a donc procédé en 2012-2013 à une actualisation du modèle, en prenant en compte les nouvelles données disponibles jusqu'à la fin de l'année 2010, dans le but de valider le modèle sur la période 2000-2010, ou de d'améliorer la version 2005. Pour contribuer à lever les principales incertitudes dans le périmètre du SAGE GTI (rôle de la faille de Vittel, recharge, drainance), l'étude d'actualisation s'est aussi appuyée sur les résultats d'une campagne de géochimie isotopique. Lors des différentes étapes

d'actualisation du modèle, une attention particulière a été portée au territoire du SAGE GTI, avec pour objectif principal d'y améliorer la précision des prévisions. Pour connaître le détail des résultats de l'actualisation, le lecteur est invité à se reporter au rapport « Actualisation du modèle hydrogéologique de la nappe des grès du Trias en Lorraine » (Vaute et Fourniguet, 2013).

Le présent rapport présente une synthèse des principaux résultats de l'actualisation du modèle sur le territoire du SAGE de la nappe des grès du Trias inférieur, puis les résultats du calcul des volumes prélevables par secteur du SAGE GTI, et enfin les résultats de la simulation prévisionnelle à long terme.

2. Synthèse des résultats de l'actualisation du modèle de la nappe des grès du Trias inférieur

2.1. LE RESERVOIR AQUIFERE DES GRES DU TRIAS INFERIEUR

Le réservoir des grès du Trias inférieur (GTI) en Lorraine et dans les Vosges du Nord est constitué de grès plus ou moins fins, avec quelques passées argileuses dans la partie supérieure et quelques passées conglomératiques au centre et à la base.

Le substratum imperméable du réservoir est constitué, suivant les secteurs, par les grès argileux permien ou directement par le socle.

Sur la majeure partie du territoire lorrain, le réservoir est captif, c'est-à-dire recouvert par des terrains imperméables. Cette couverture de la partie captive du réservoir est constituée par les marnes du Muschelkalk moyen et inférieur.

Au contraire, le long des Vosges et dans le bassin houiller, la nappe est libre, c'est-à-dire qu'elle reçoit directement les infiltrations d'eau de pluie, car les grès affleurent (Figure 1).

Notons que le réservoir s'étend aussi largement dans le Palatinat, essentiellement en affleurements drainés par les cours d'eau, et sous le Luxembourg, essentiellement en nappe captive drainée par la Moselle vers Trèves. Enfin, les GTI s'étendent sous tout le fossé rhénan, en forêt noire, et au-delà en Allemagne, mais ces réservoirs sont indépendants de celui de la Lorraine.

L'épaisseur du réservoir aquifère décroît régulièrement de l'Est vers l'Ouest et le Sud. De plus de 500 m dans les Vosges du Nord, elle est de 200 m vers Toul et Epinal et de 100 m vers Bar-le-Duc et Vittel. Son extension occidentale sous le Bassin parisien est mal connue, et a été limitée pour les besoins de la modélisation lorsque son épaisseur est réduite à quelques mètres.

En Lorraine, le réservoir des grès du Trias inférieur est donc constitué de deux compartiments distincts : une partie captive, et une partie libre. Le modèle prend en compte essentiellement la partie captive du réservoir, ainsi que 3 secteurs en partie libre ne pouvant pas être considérés séparément de la partie captive du réservoir : les affleurements dans le bassin houiller (région de Saint-Avold – Forbach), les affleurements de la région de Phalsbourg – Saverne, et une petite partie des affleurements situés au sud de la région de Vittel – Contrexéville.



Figure 1 : Cadre géographique de l'étude.

2.2. REGIME NATUREL DE LA NAPPE CAPTIVE DES GRES DU TRIAS INFÉRIEUR

Les zones d'alimentation de la nappe captive sont constituées par les affleurements des grès dans les Vosges (de Wissembourg à Monthureux-sur-Saône), et dans la région du bassin houiller (Saint-Avold – Forbach) (Babot *et al.*, 1972).

L'alimentation de la nappe captive par les affleurements des grès situés dans les Vosges au sud de Vittel-Contrexéville est un cas particulier : le débit d'alimentation de

la nappe captive est limitée dans ce secteur en raison de la faible surface d'affleurements disponibles à l'infiltration (85 km²), et surtout en raison de la prépondérance des écoulements souterrains et de surface à se faire à contre-pendage de la nappe.

La nappe captive des GTI est drainée naturellement par les cours d'eau sur ses limites nord et nord-est (dont la Moselle à Sierck-les-Bains et la Sarre et ses affluents).

L'état initial non perturbé de la surface piézométrique n'est pas connu, car l'exploitation de la nappe existe depuis le début du 20^{ème} siècle dans le bassin houiller. D'autre part, la plupart des points d'accès sont des forages d'exploitation, et les mesures sont souvent asynchrones. Enfin, peu de mesures sont rattachées au nivellement général de la France. Il résulte de tout ceci que la surface piézométrique de la nappe ne peut pas être connue très précisément, et parfois seulement à quelques mètres près.

L'écoulement général de la nappe s'effectue du Sud vers le Nord (soit des Vosges vers la Sarre) et du Sud-Ouest vers le Nord-Est (soit de la Meuse vers le nord de la Moselle). Le gradient piézométrique varie fortement : il est de l'ordre de 5.10^{-3} à 2.10^{-2} dans la partie libre, suivant le drainage des rivières ou en fonction de l'exhaure, et de l'ordre de 3.10^{-4} à 1.10^{-3} en partie captive.

Dans les secteurs faillés, certains auteurs ont fait l'hypothèse que la communication entre les GTI et les calcaires du Muschelkalk sus-jacents est possible. Dans ce cas, il pourrait se développer, selon les secteurs, des phénomènes de drainance (échanges d'eau limités entre deux nappes superposées) descendante ou ascendante.

En l'absence de données, le phénomène hypothétique de drainance ascendante (donc de perte d'eau des GTI vers le Muschelkalk sus-jacent) n'est pas pris en compte dans la modélisation. Dans d'autres secteurs, la drainance pourrait théoriquement être descendante, avec le risque de permettre dans certains secteurs faillés la contamination des eaux peu minéralisées des grès par les eaux parfois fortement minéralisées du Muschelkalk sus-jacent.

Dans le cadre l'étude d'actualisation du modèle de la nappe des grès du Trias inférieur en Lorraine, cette hypothèse de drainance descendante a été étudiée pour la partie de la nappe captive située au sud de la faille de Vittel. Les résultats obtenus seront présentés au chapitre 2.5.

Deux failles importantes sur le plan hydrogéologique doivent être signalées : la faille de Longeville-Hombourg (dite aussi faille de Faulquemont) dans le bassin houiller, et la faille de Vittel au nord de Vittel – Contrexéville. Ces deux failles sont étanches ou peu perméables sur une partie de leur tracé, ce qui est démontré par l'existence d'importantes différences de niveaux piézométriques et l'évolution différente des niveaux piézométriques dans chaque compartiment de part et d'autre de ces deux failles.

La minéralisation de l'eau augmente à mesure que l'on s'éloigne des affleurements et que l'on s'enfonce en profondeur. A l'affleurement l'eau est très peu minéralisée et agressive : son résidu sec est de 10 à 100 mg/L dans les Vosges gréseuses et de

200 à 400 mg/L en Sarre. Sous couverture, on observe des teneurs de 10 g/L à Toul, 200 g/L vers Bar-le-Duc et 300 g/L vers Saint-Dizier. La ligne d'iso-concentration à 1 g/L est orientée sensiblement nord-sud selon un axe « ouest du bassin houiller – Metz – Nancy – Vittel ». Une large « tâche » salée est aussi connue en Moselle, sous le bassin de la Sarre en aval de Sarrebourg et à l'interfluve Sarre-Sânon.

2.3. CONSEQUENCES DE L'EXPLOITATION DE LA NAPPE DES GTI

La répartition des prélèvements par département dans la nappe captive des grès et dans la nappe libre du bassin houiller pour l'année 2010 est résumée dans le Tableau 1, et l'évolution des volumes prélevés sur la période 1968-2010 est illustrée par la Figure 2.

Nature des prélèvements	Département	Millions de m ³ /an	% du total
AEP-AEI	Sarre (Allemagne)	12,97	18,2
	Moselle (57)	48,38	68,0
	Meurthe-et-Moselle (54)	4,15	5,8
	Vosges (88)	5,70	8,0
Total		71,2	100

Tableau 1 : Répartition des prélèvements effectués dans la nappe captive et dans la nappe libre du bassin houiller en 2010.

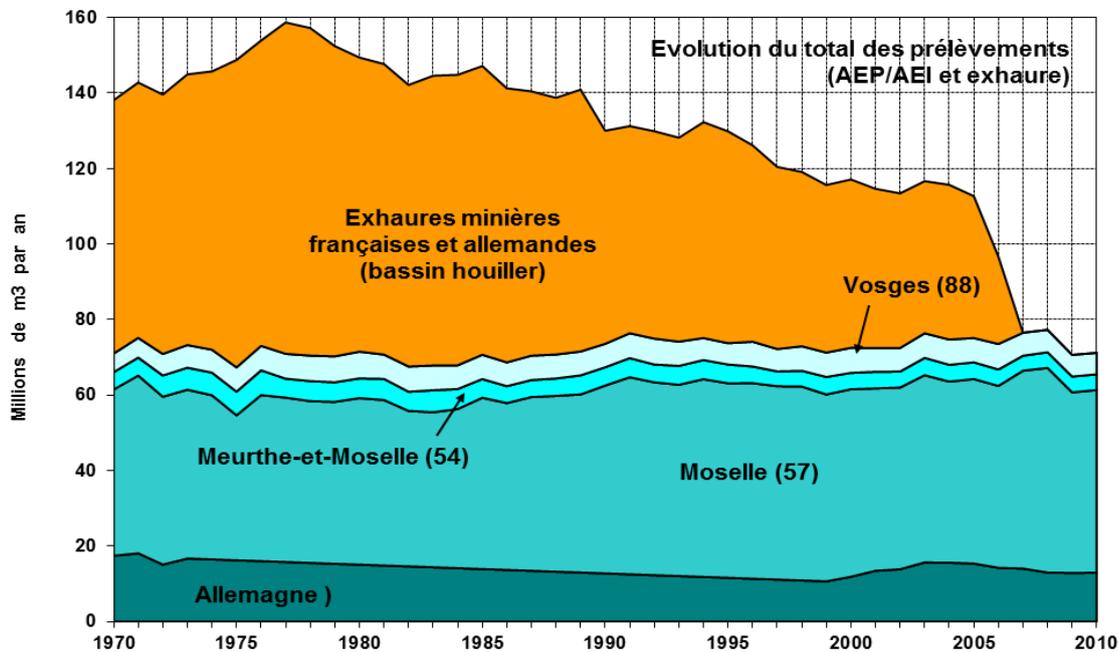


Figure 2 : Evolution de 1968 à 2010 du total des prélèvements effectués dans la nappe captive des grès du Trias inférieur et dans la nappe libre du bassin houiller.

Le volume total des prélèvements destinés à l'alimentation en eau potable ou industrielle, et des prélèvements nécessités par l'activité extractive des bassins miniers, a atteint en 1977 un maximum de près de 160 millions de m³, dont 86 millions de m³ correspondaient à l'exhaure minière. A partir de cette date, tandis que les prélèvements destinés à l'alimentation en eau potable et industrielle restaient stables en moyenne, la part des exhaures minières a diminué régulièrement, jusqu'à s'annuler après l'arrêt des exhaures en 2006. Le volume total prélevé dans la nappe des grès du Trias inférieur était de 71,2 millions de m³ en 2010.

Entre 1968 et 2000, les niveaux piézométriques mesurés étaient en forte baisse presque partout dans la nappe captive : d'environ 30 cm/an au sud de la faille de Vittel ; de 90 cm/an à Mirecourt ; de 1,5 m/an en bordure du bassin houiller ; et même de plus de 2 m/an au droit de certaines exploitations minières du bassin houiller. On pouvait en conclure que durant cette période, le volume total des prélèvements était bien supérieur aux capacités naturelles de renouvellement de la nappe captive des grès du Trias inférieur, ce qui avait pour conséquence que le bilan de la nappe était déséquilibré.

Le modèle dans sa version 2005 avait permis de calculer ce déficit pour l'ensemble de la nappe captive, ainsi que par secteur géographique. Compte tenu de l'arrêt des exhaures minières intervenu depuis, ainsi que des nouvelles évolutions des prélèvements, il convenait de mettre à jour les données du modèle et de vérifier les prévisions réalisées.

2.4. INTRODUCTION DANS LE MODELE DES NOUVELLES DONNEES ACQUISES SUR LA PERIODE 2000-2010

Le modèle hydrogéologique de la nappe des grès du Trias inférieur concerne, rappelons-le, la nappe sur toute sa partie captive et sur sa partie libre dans le bassin houiller, ainsi que quelques très petits secteurs de nappe libre indispensables à la modélisation. Avant l'actualisation, le modèle était dans sa version 2005, avec des données datant de 2000 pour la nappe dans son ensemble, et de 2004 pour le département des Vosges (Vaute *et al.*, 2007). Les données nécessaires à la modélisation ont été actualisées sur l'ensemble du périmètre du modèle sur la période 2000-2010. Les données introduites dans le modèle sont les suivantes :

- les données piézométriques de la campagne effectuée en 2010 par le BRGM sur la nappe des GTI, sur sa partie captive et sa partie libre dans le bassin houiller (Nguyen-Thé, 2012) ;
- les données de suivi piézométrique des points de la nappe des GTI appartenant au réseau piézométrique suivi par le BRGM Lorraine ;
- les données de volumes annuels prélevés sur la période 2004-2010 sur le territoire du SAGE, collectées par l'association La Vigie de l'Eau dans le cadre de l'inventaire des prélèvements et des usages sur le secteur du SAGE GTI ;
- les données de volumes annuels prélevés sur la période 2000-2010, compilées par l'Agence de l'eau Rhin-Meuse à partir des données de sa base « redevances » ;

- les données de volumes annuels prélevés pour l'exhaure minière (avant l'arrêt de l'exploitation minière) ou le soutien d'étiage des cours d'eau (après l'arrêt), collectées par le Département Prévention et Sécurité Minière du BRGM ;
- pour la partie allemande du bassin houiller (Sarre), les données de volumes annuels prélevés et les niveaux piézométriques transmis par l'Administration sarroise à la DREAL (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) de Lorraine ;
- Les données de pluie annuelle sur 3 stations de Météo-France.

2.5. MODIFICATION DU MODELE CONCEPTUEL ET NOUVEAU CALAGE

Après l'intégration des données compilées sur la période 2000-2010, certains aspects du modèle conceptuel et le calage des paramètres hydrodynamiques a été revu sur le territoire du SAGE. En s'appuyant notamment sur les résultats de la campagne de géochimie isotopique réalisée lors de l'étude d'actualisation du modèle, et pour assurer un meilleur calage, le modèle a été modifié sur le territoire du SAGE sur les points suivants :

- Un flux de drainance descendante entre l'aquifère des calcaires du Muschelkalk et la nappe des grès du Trias inférieur a été introduit sur une bande de 2 à 3,5 km en limite sud de la faille de Vittel, entre Bulgnéville et Haréville. Ce flux a été fixé à 25 mm/an, ce qui représente pour l'ensemble du secteur une recharge de 1,0 Mm³/an et 43 % du flux total de recharge de la nappe : malgré des incertitudes qui devront être levées, deux calculs distincts de géochimie conduisent en effet à estimer un ordre de grandeur de la proportion d'eau provenant du Muschelkalk à 15 à 60 % selon les secteurs. Notons qu'une étude de modélisation précédente (Babot et Chevalier, 1993) avait pris en compte une drainance de 4 mm/an sur l'ensemble des affleurements du Muschelkalk, ce qui représentait une recharge de 1,6 Mm³/an.
- Les affleurements qui participent à l'alimentation de la nappe au sud de la faille de Vittel ont été limités à une frange de 500 m de large recevant une infiltration constante de 120 mm/an. Le choix de cette configuration résulte de l'impossibilité de simuler autrement la baisse linéaire des niveaux piézométriques dans les 4 piézomètres situés à l'aval de cette zone d'alimentation. Il apparaît donc que la ligne de partage des eaux souterraines doit correspondre approximativement à la limite des affleurements dans ce secteur.
- Enfin, le rôle de barrière étanche de la faille de Vittel a été confirmé par l'étude isotopique, et son linéaire étanche a été étendu depuis l'ouest de Bulgnéville jusqu'au nord de Valfroicourt pour assurer un meilleur calage.

On pourra juger de la qualité satisfaisante du calage du modèle sur le territoire du SAGE en comparant les tendances d'évolution mesurées en certains points de mesure disposant de mesures piézométriques (cf. localisation des points sur la Figure 3) aux tendances calculées par le modèle sur les 33 années de la période de calage 1977-2010 (Figure 4 à Figure 6).

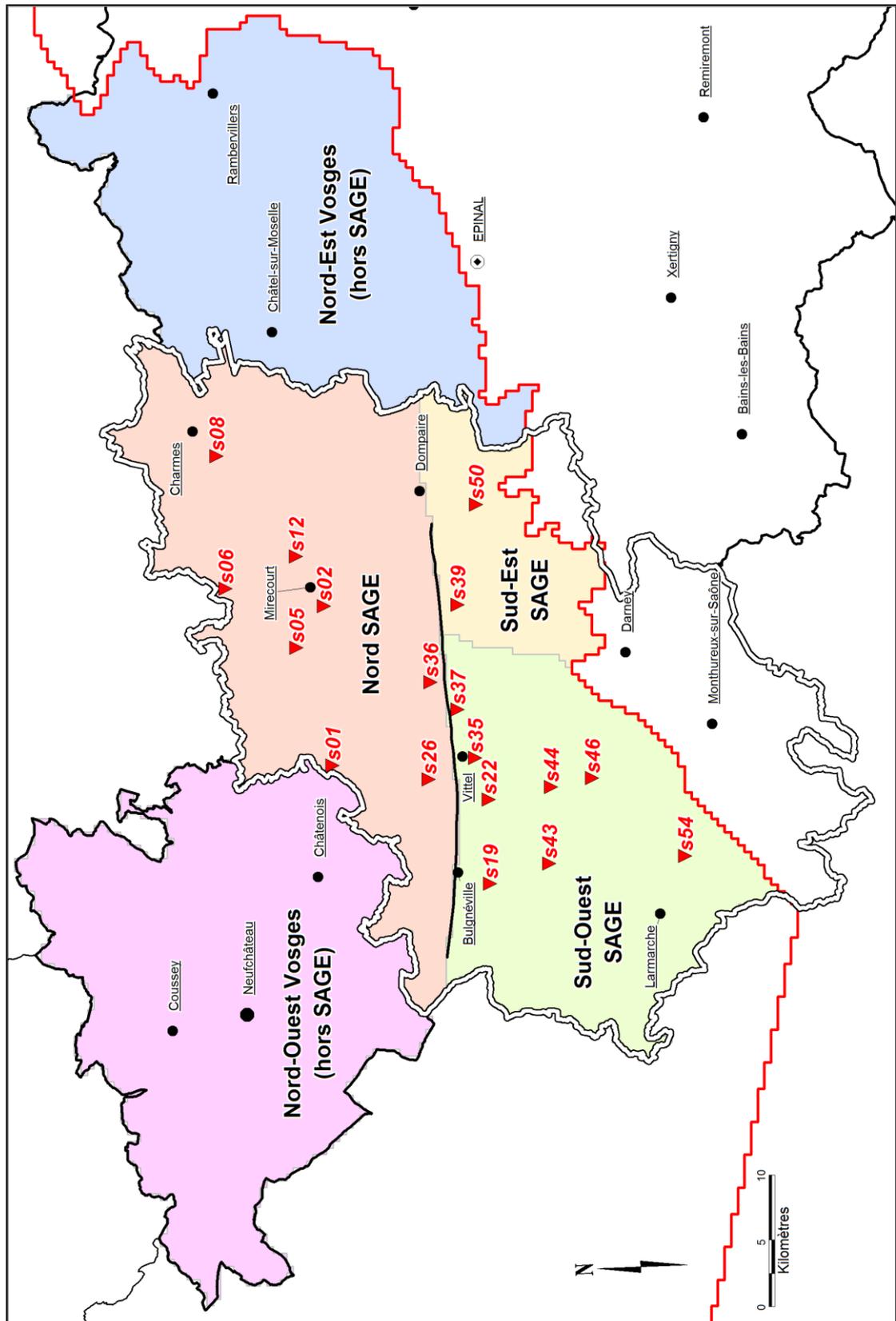


Figure 3 : Carte des secteurs de la nappe captive dans le département des Vosges – Localisation des historiques piézométriques (triangles rouges).

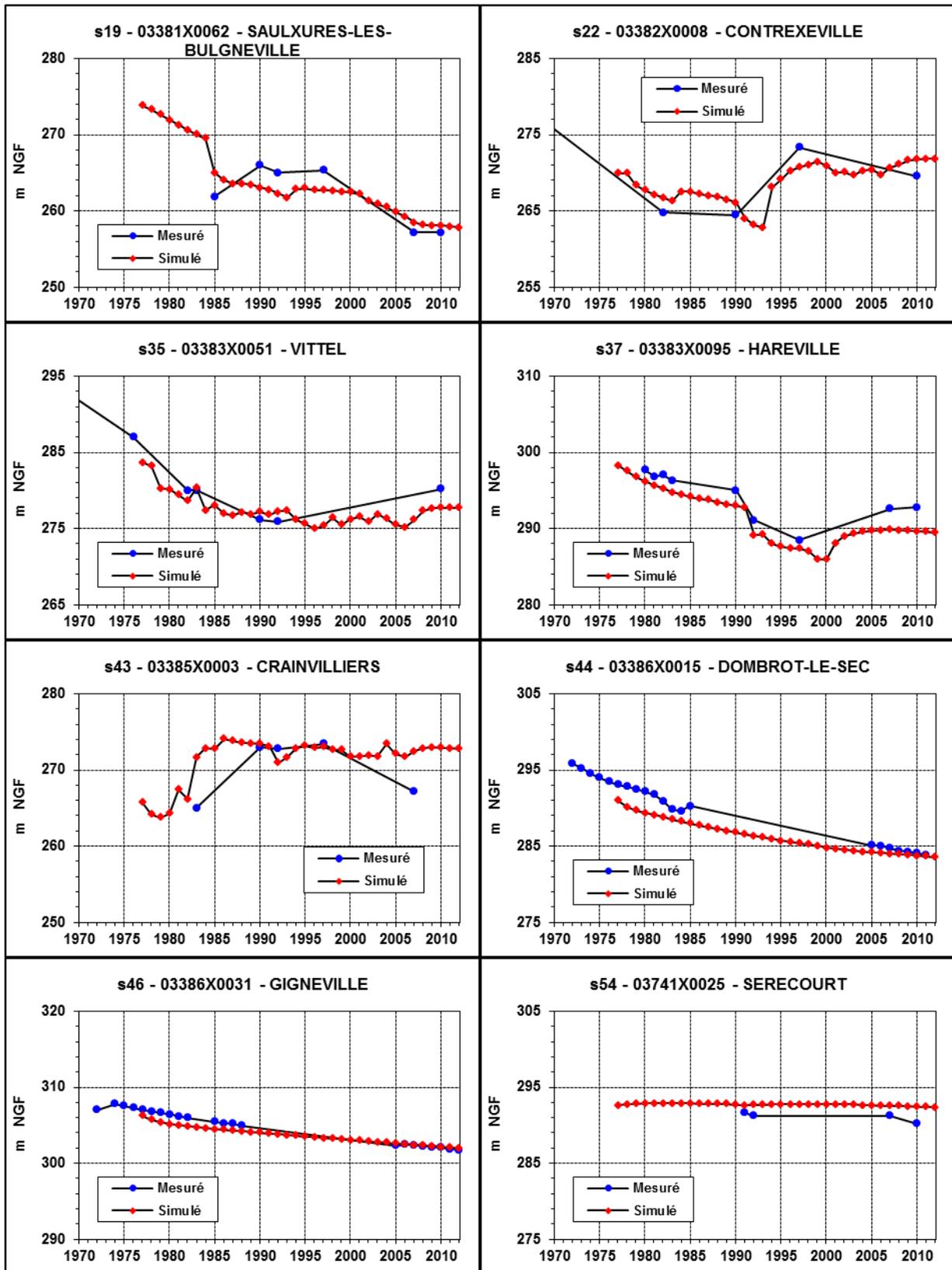


Figure 4 : Niveaux mesurés et niveaux simulés de 1977 à 2010
 – Secteur sud-ouest du SAGE (Vittel-Contrexéville).

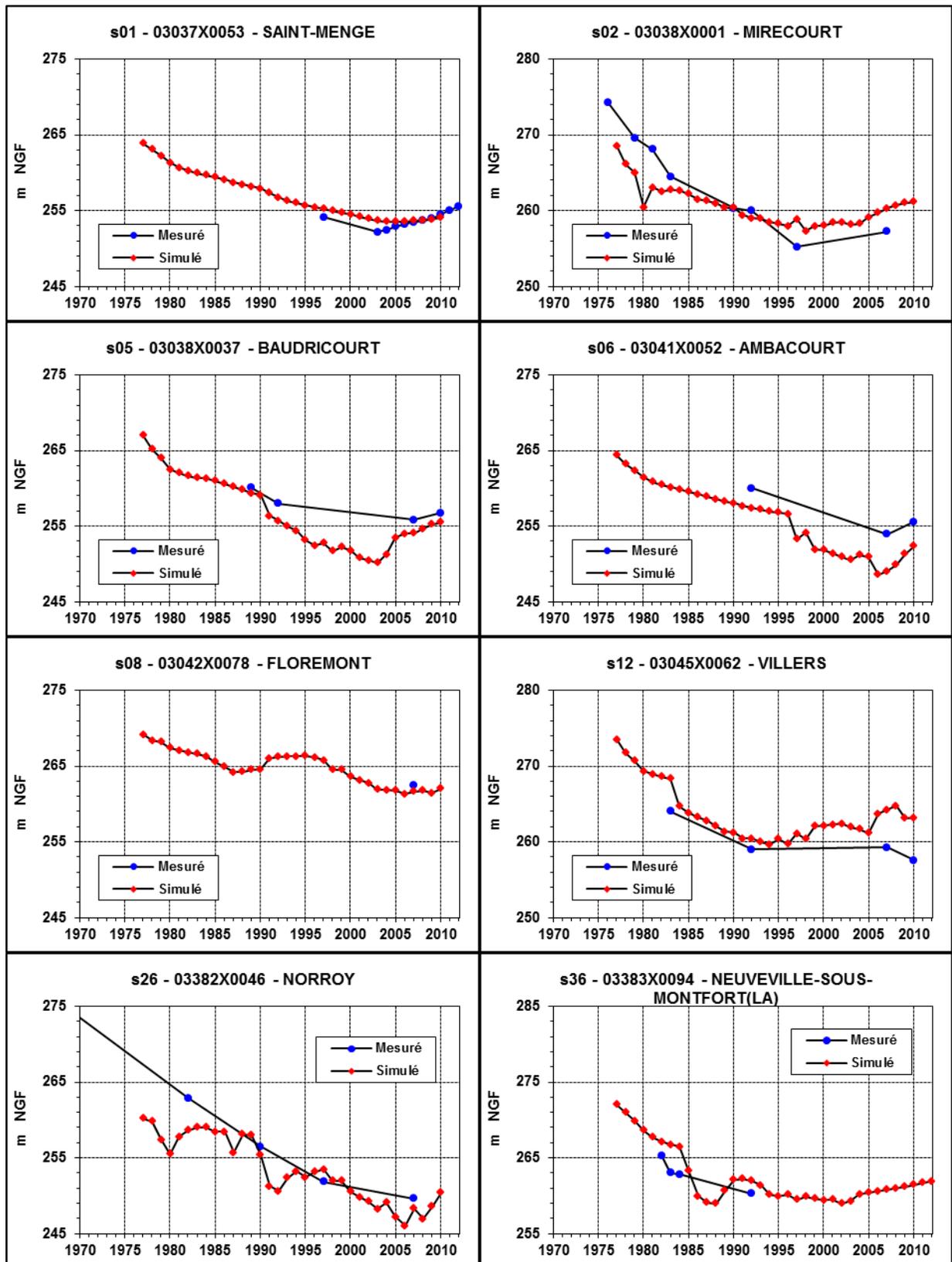


Figure 5 : Niveaux mesurés et simulés de 1977 à 2010 – Secteur nord du SAGE (Norroy-Mirecourt-Floremont).

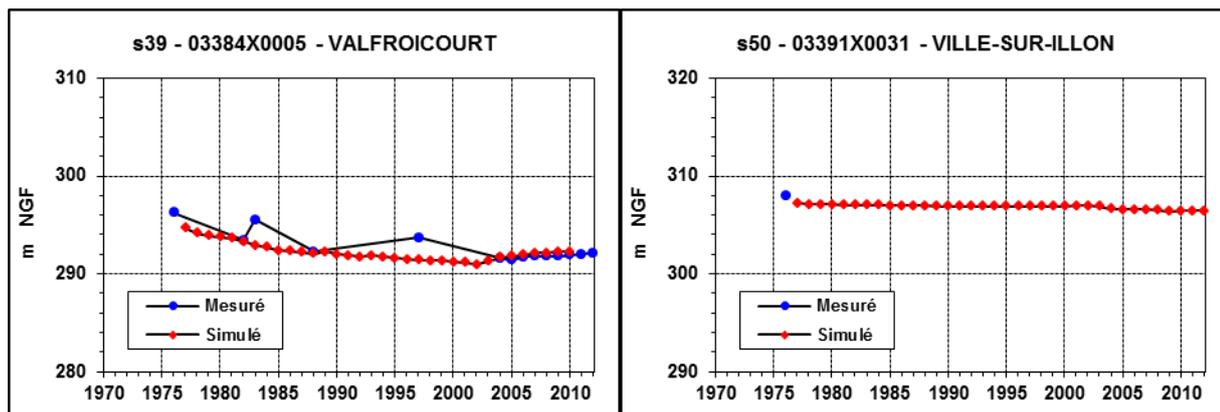


Figure 6 : Niveaux mesurés et simulés de 1977 à 2010 – Secteur sud-est du SAGE (Valfroicourt-Ville-sur-Illon).

3. Calcul des volumes maximums prélevables et simulation prévisionnelle à long terme

3.1. BILANS DE LA NAPPE CAPTIVE DANS LE DEPARTEMENT DES VOSGES CALCULES POUR LA PERIODE DE CALAGE 1977-2010

L'un des principaux résultats du calage du modèle consiste en la possibilité de calculer un bilan pour l'ensemble de la nappe captive, mais aussi pour n'importe quel secteur géographique de la nappe. Un bilan de nappe consiste à comparer les entrées d'eau dans la nappe (infiltration d'eau de pluie, drainance...) et les sorties d'eau (pompages, drainage par les cours d'eau), en tenant compte de l'éventuel stockage ou déstockage d'eau (ce qui se traduit par une montée ou une baisse des niveaux piézométriques sur tout ou partie de la nappe). L'évolution des soldes entrées/sorties calculés par le modèle pour la période 1977-2010 est présentée sur la Figure 7, pour chaque secteur géographique du département des Vosges. On constate à la lecture de la figure que les soldes entrées/sorties de tous les secteurs du département des Vosges sont nuls ou légèrement positifs, à l'exception du secteur sud-ouest (Vittel-Contrexéville), dont le bilan est déficitaire en 2010 de 1,2 Mm³/an, pour un total de prélèvements de 3,3 Mm³/an.

La courbe d'évolution des soldes entrées/sorties de chaque secteur est inversement corrélée à la courbe d'évolution du total des prélèvements par secteur ; ceci est particulièrement visible pour le secteur sud-ouest (Vittel-Contrexéville). Depuis 1994, alors que le total des prélèvements du secteur de Vittel-Contrexéville a oscillé entre un minimum de 3,1 Mm³/an et un maximum de 3,7 Mm³/an, le déficit a varié entre 1,7 Mm³/an et 1,1 Mm³/an. Pour l'année 2010, le déficit calculé pour le secteur de Vittel-Contrexéville correspond à un déstockage d'eau puisée dans la réserve constituée par la nappe, à hauteur de 1,2 Mm³/an.

Ce déstockage prolongé depuis plus de 50 ans a entraîné la baisse généralisée du niveau piézométrique calculée par le modèle (cf. Figure 8 la carte du rabattement entre 1977 et 2010), car il n'est pas compensé jusqu'à présent par une augmentation de l'infiltration, en raison des particularités géologiques évoquées au chapitre 2 (faible recharge). La nappe captive dans le secteur de Vittel-Contrexéville se comporte ainsi comme un réservoir que l'on vide plus vite qu'il ne peut se remplir. Il faut noter que l'évolution calculée par le modèle dans toute la partie ouest profonde de la nappe captive (hors SAGE) est incertaine, compte-tenu de l'absence de données de calage.

3.2. CALCUL DES VOLUMES PRELEVABLES

Le volume maximum prélevable est le volume qu'il est possible de prélever sans diminuer la réserve constituée par la nappe captive. L'objectif recherché est de ne pas prélever plus que ce que l'infiltration apporte annuellement à la nappe (cf. circulaire du 30/06/2008).

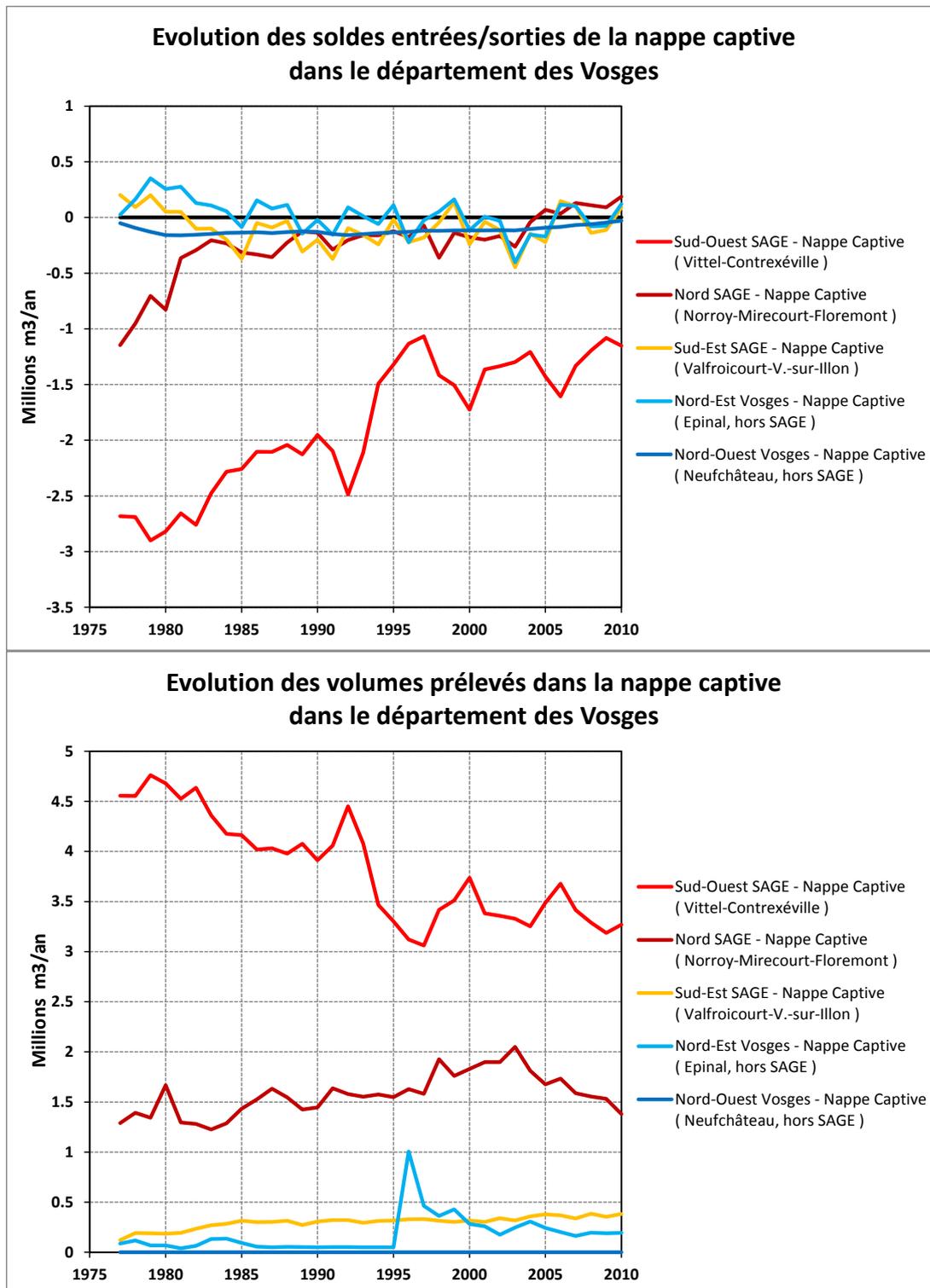


Figure 7 : Evolution des soldes entrées/sorties de la nappe captive des GTI et des volumes prélevés par secteurs géographiques du département des Vosges (1977-2010).

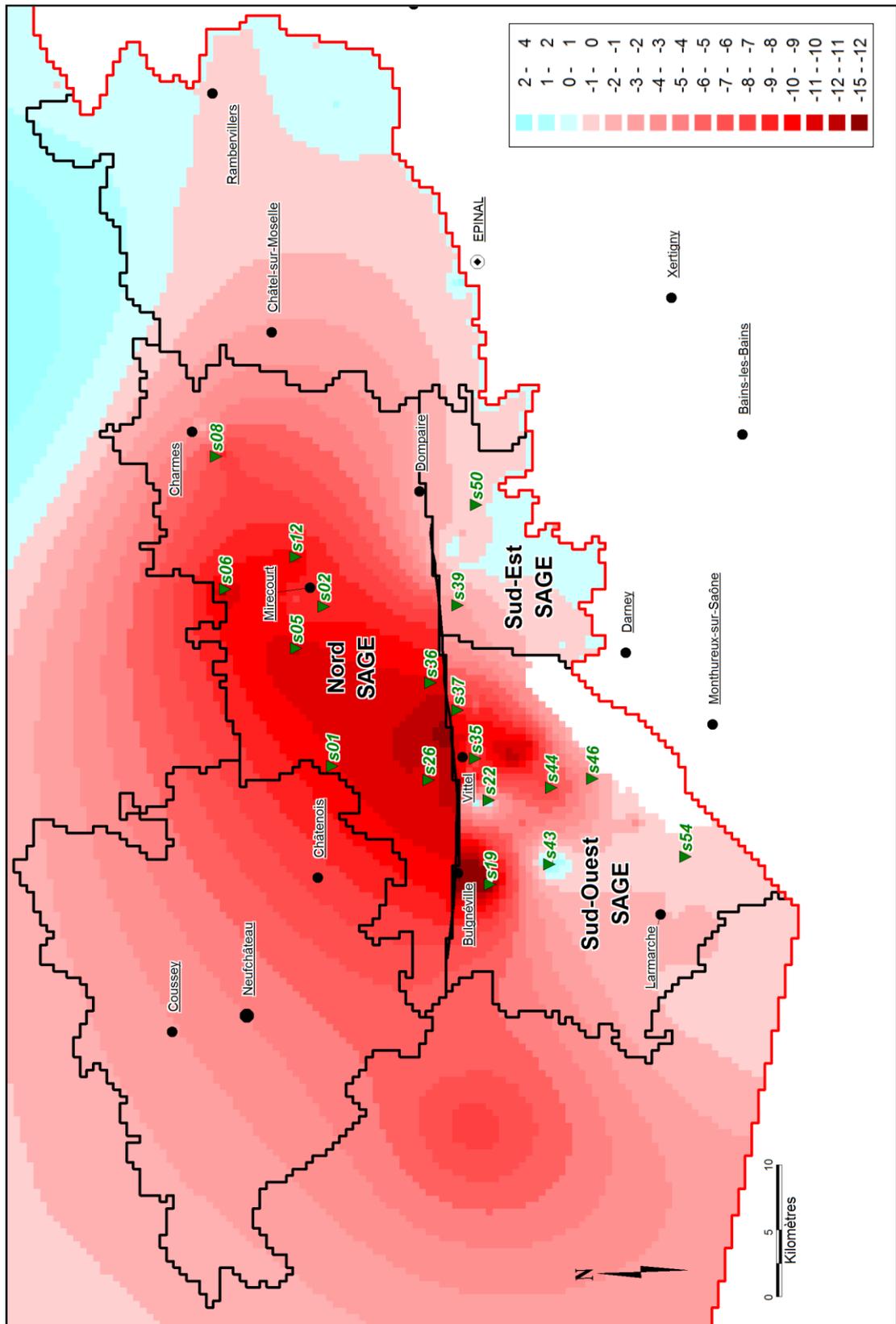


Figure 8 : Carte du rabattement (en mètres) de la nappe captive entre 1977 et 2010.

Le volume maximum prélevable est calculé pour les secteurs sud-ouest et nord (Tableau 2) par addition du volume annuel prélevé et du volume stocké ou déstocké (c'est-à-dire du volume ajouté ou soustrait à la réserve constituée par la nappe, et affecté d'un signe négatif s'il s'agit d'un déficit) :

Secteur du SAGE	Prélèvements 2010 (Mm ³ /an)	Solde 2010 (Mm ³ /an)	Volume Maximum Prélevable (Mm ³ /an)
Secteur Sud-Ouest (Vittel-Contrexéville)	+3,27	-1,15	2,1
Secteur Nord (Norroy-Mirecourt-Floremont)	+1,38	+0,19	1,6
Total secteurs Sud-Ouest et Nord	4,65	-0,96	3,7

Tableau 2 : Volumes maximums prélevables pour les secteurs sud-ouest et nord du SAGE GTI.

Nota bene : Compte-tenu de la structure actuelle du modèle hydrogéologique, le calcul du volume prélevable tel qu'il est défini n'a de signification que pour les secteurs éloignés des limites d'alimentation dont le niveau est considéré comme constant (« charges imposées » du modèle). Le volume prélevable n'est donc pas calculé pour le secteur sud-est, qui est un secteur à la fois très bien alimenté par l'infiltration d'eau de pluie et peu exploité (0,53 Mm³/an en 2010). Une révision des limites du modèle pour ce secteur (modélisation des affleurements) sera nécessaire si l'on souhaite estimer l'éventuelle baisse des débits d'étiages des cours d'eau en cas d'augmentation importante des prélèvements à proximité de la limite nappe libre / nappe captive.

3.3. SIMULATION PREVISIONNELLE A LONG TERME SUR LA PERIODE 2010-2050

Cette simulation a pour objectif de calculer l'évolution piézométrique à long terme de la nappe des GTI si elle était maintenue dans son état de l'année 2010 : par hypothèse, les volumes prélevés dans le département des Vosges comme dans le reste de la nappe sont gardés constants et égaux à ceux de l'année 2010, et la recharge de la nappe est constante et égale à celle de l'année 2010.

La carte de la différence du niveau (rabattement de la nappe) calculée entre l'année 2010 et l'année 2050 est présentée sur la Figure 9. Dans le secteur sud-ouest du SAGE (Vittel-Contrexéville), le modèle calcule une baisse du niveau de la nappe de 3 m en moyenne par rapport à l'année 2010, avec un maximum de 4,5 m environ. Dans le secteur nord du SAGE (Norroy-Mirecourt-Floremont), une hausse du niveau de la nappe d'environ 1,2 m en moyenne est calculée, avec un maximum de 1,9 m. La nappe est quasi-stable dans le secteur sud-est du SAGE (Valfroicourt-Ville-sur-Illon), avec une hausse du niveau de 0,1 m en moyenne. Il faut noter que l'évolution calculée par le modèle dans toute la partie ouest profonde de la nappe captive (hors SAGE) est incertaine, compte-tenu de l'absence de données de calage.

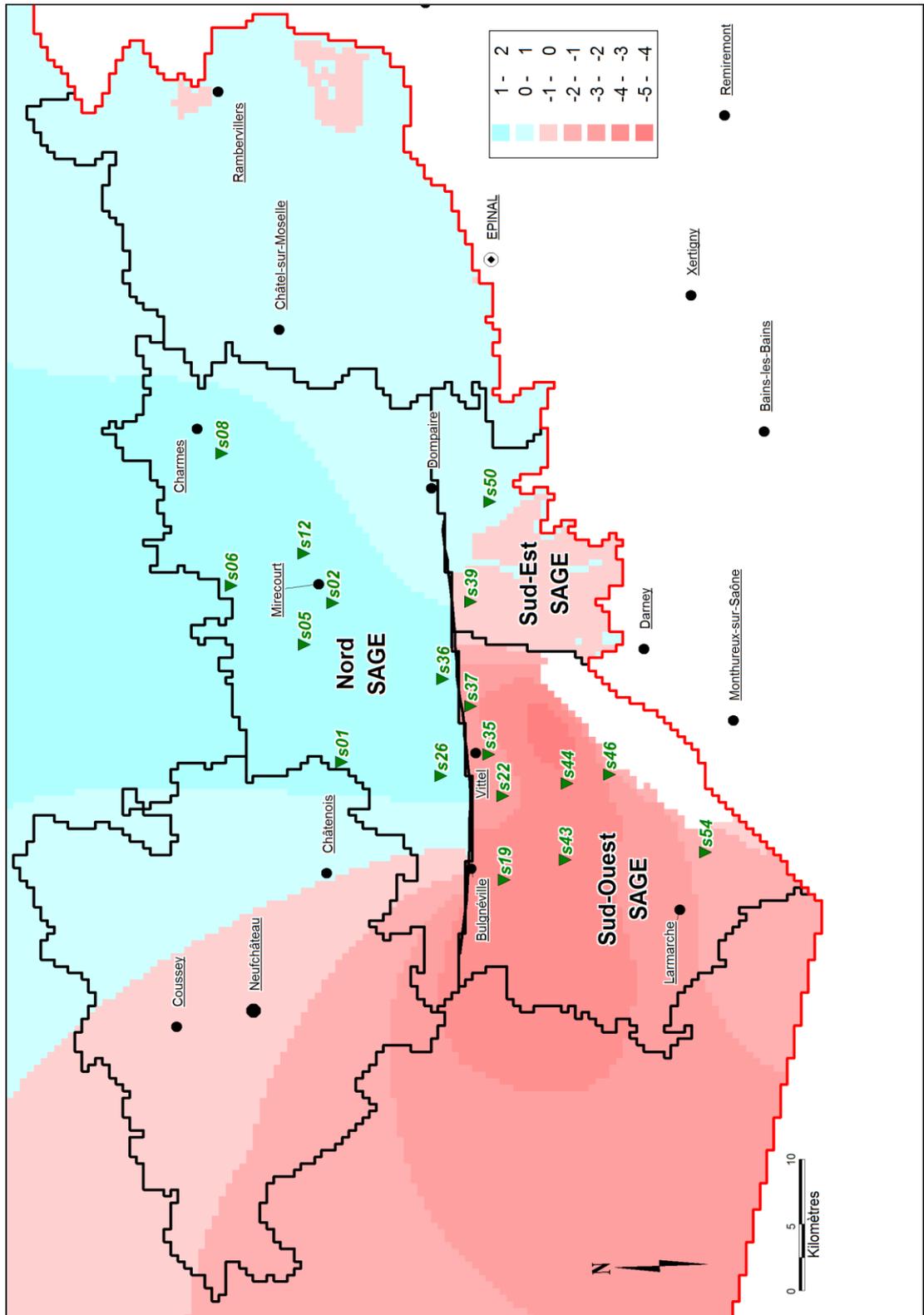


Figure 9 : Simulation prévisionnelle à long terme – Carte du rabattement (en mètres) de la nappe captive entre 2010 et 2050 sur le territoire du SAGE GTI.

4. Conclusion

Dans le but de fournir des éléments quantitatifs de réflexion à la Commission Locale de l'Eau du SAGE de la nappe des grès du Trias inférieur, le présent rapport présente une synthèse des principaux résultats de l'actualisation du modèle sur le territoire du SAGE GTI.

L'actualisation du modèle a permis de mettre à jour le calcul du bilan de la nappe pour chaque secteur géographique du SAGE : en 2010, le bilan restait déficitaire de 1,2 Mm³/an dans le secteur du SAGE situé au sud de la faille de Vittel (secteur Vittel-Contrexéville), et légèrement positif ou nul ailleurs.

Le volume maximum prélevable qui découle du bilan de la nappe est de 2,1 Mm³/an pour le secteur sud-ouest et de 1,6 Mm³/an pour le secteur nord du SAGE GTI.

Enfin, une simulation à long terme (jusqu'en 2050) a permis de calculer l'évolution future des niveaux piézométriques si l'état de la nappe dans son état de 2010 reste inchangé (avec les mêmes prélèvements et la même recharge). On calcule une baisse moyenne du niveau en 40 ans de 3 m au sud de la faille de Vittel, dans le secteur de Vittel-Contrexéville (avec une baisse maximale de 4,5 m), et une hausse de 1,2 m en moyenne au nord de la faille, dans le secteur Norroy-Mirecourt-Floremont. La nappe est quasi-stable dans le secteur sud-est du SAGE (Valfroicourt-Ville-sur-Ilion).

5. Bibliographie

Babot Y., Chevalier J. (1993) – Gestion de la nappe des Grès du Trias inférieur, secteur de Vittel Contrexéville Mirecourt, Caractéristiques du modèle hydrodynamique, Présentation de l'étalonnage et des simulations réalisées, Hydrochimie des chlorures au droit de la faille de Vittel. Rapport BRGM R47741 NAC 4S 93, 30 p.

Babot Y., Mangold C., Simler L. (1972) – Etude hydrogéologique de la nappe aquifère des grès infratriasiques dans le nord-est de la France. Rapport BRGM n° 72 SGN 047 GAL, 63 p.

Nguyen-Thé D. (2012) – Etat initial et diagnostic du SAGE de la nappe des GTI, Synthèse des données hydrogéologiques existantes. Rapport BRGM/RP-61377-FR, 30 p., 10 ill., 3 ann.

Vaute L., Fourniguet G. (2013) – Actualisation du modèle hydrogéologique de la nappe des grès du Trias en Lorraine. Rapport BRGM/RP-62405-FR.

Vaute L., Gignoux S., Nguyen-Thé D. (2007) – Eaux souterraines du département des Vosges : caractérisation des principales ressources exploitables et révision du modèle de gestion de la nappe des grès du Trias inférieur. Rapport BRGM/RP-55653-FR, 145 p., 62 fig., 9 tabl., 3 ann.



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

Direction régionale Lorraine
1, avenue du parc de Brabois
54500 – Vandoeuvre-lès-Nancy – France
Tél. : 03.83.44.81.49