

DEPARTEMENT DES VOSGES



AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE

AGENCE de l'EAU RHIN-MEUSE
CONSEIL GENERAL
du DEPARTEMENT des VOSGES
MINISTERE de l'INDUSTRIE

Gestion de la nappe des Grès du Trias inférieur
Secteur de **CONTREXEVILLE - VITTEL -**
MIRECOURT

Caractéristiques du modèle hydrodynamique

Présentation de l'étalonnage
et des simulations réalisées

Hydrochimie des chlorures au droit de la faille de Vittel

Propositions de schémas de gestion des ressources
en eau du secteur,
investigations complémentaires possibles



Ministère de l'Industrie et du
Commerce extérieur

Etude réalisée dans le cadre des
actions de Service Public du BRGM



**AGENCE de l'EAU RHIN-MEUSE
CONSEIL GENERAL
du DEPARTEMENT des VOSGES
MINISTERE de l'INDUSTRIE**

Gestion de la nappe des Grès du Trias inférieur
**Secteur de CONTREXEVILLE - VITTEL -
MIRECOURT**

Caractéristiques du modèle hydrodynamique

Présentation de l'étalonnage
et des simulations réalisées

Hydrochimie des chlorures au droit de la faille de Vittel

Propositions de schémas de gestion des ressources
en eau du secteur,
investigations complémentaires possibles

Y. BABOT
J. CHEVALIER

21 Juillet 1993
R47741 NAC 4S 93

DOCUMENT PUBLIC

RESUME

A la demande du **Conseil Général des Vosges**, le **BRGM - Agence de Nancy**, a réalisé sur le logiciel MARTHE un modèle hydrodynamique monocouche en régime transitoire concernant la nappe des Grès du Trias Inférieur (GTI), exploitée par de nombreux forages sur les secteurs de CONTREXEVILLE - VITTEL - MIRECOURT.

Cette opération de service public, cofinancée par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, le Conseil Général des Vosges et le Ministère de l'Industrie (BRGM), est pilotée par la DIREN Lorraine.

Elle est motivée par l'observation, depuis 1972, d'une baisse piézométrique linéaire de 0,2 à 0,4 m/an sur les forages piézométriques de Dombrot Anger (338.6X.15), Lignéville (338.3X.6) et Gignéville (338.6X.31), au Sud de la faille de Vittel.

L'examen de l'historique piézométrique du forage de Ravenel 1 (303.8X.1) au Nord de la faille de Vittel, et la comparaison des cartes piézométriques de 1983 et 1992 sur l'ensemble de la nappe des Grès du Trias Inférieur montrent également une baisse de l'ordre de 0,5 m/an en moyenne.

Le calage du modèle, correct, montre toutefois que l'historique des prélèvements sur forages recueilli est certainement incomplet : il ne permet pas de recalculer avec exactitude la baisse piézométrique observée sur 1957 - 1992.

Quatre simulations sont par la suite effectuées :

Hypothèse 1 : conservation des pompages existants sur l'ensemble du domaine modélisé. Baisse de 0,5 m/an de la piézométrie en limite Nord, représentant la baisse généralisée de la piézométrie de la nappe des grès.

Ce scénario montre, à l'horizon 2050, une baisse piézométrique de 12 à 18 m sur le secteur de Contrexéville - Vittel, et de 25 à 30 m sur celui de Mirecourt. On n'observe pas de contre-gradient du Nord vers le Sud au travers de la faille de Vittel (il n'y aurait donc pas de venues d'eaux salées en direction des forages de Contrexéville - Vittel).

Hypothèse 2 : augmentation de 1 % par an des pompages sur l'ensemble du domaine modélisé, baisse de 0,5 m/an de la piézométrie en limite Nord.

Ce scénario montre, à l'horizon 2050, une importante baisse piézométrique de 60 à 75 m sur le secteur de Contrexéville - Vittel (dénoyant partiellement les crépines de certains forages), et de 30 à 35 m sur celui de Mirecourt. Dans ce cas, on observe un contre-gradient du Nord vers le Sud au travers de la faille de Vittel à partir des années 2000, traduisant des venues d'eaux salées en direction des forages de Contrexéville - Vittel.

Les teneurs en chlorures sur les forages au Sud immédiat de la faille de Vittel, passeraient de 5 mg/l en moyenne à 25 mg/l au maximum en 2050.

Hypothèse 3 : augmentation de 1 % par an des pompages sur l'ensemble du domaine modélisé, sauf sur le secteur de Contrexéville - Vittel. Prélèvements de substitution sur le secteur Mirecourt - Dompain, correspondant à l'augmentation de 1 % imposée dans la simulation 2 sur Contrexéville - Vittel. Baisse de 0,5 m/an de la piézométrie en limite Nord. Ce scénario montre, à l'horizon 2050, une baisse piézométrique de 18 à 30 m sur le secteur de Contrexéville - Vittel, et de 35 à 40 m sur celui de Mirecourt, avec un entonnoir de 40 à 45 m au droit des prélèvements de substitution. Compte-tenu de la baisse de la piézométrie générale de 0,5 m/an (limite Nord), on n'observe pas de contre-gradient du Nord vers le Sud au travers de la faille de Vittel. Les venues d'eaux salées en provenance de l'Ouest (Nord de la faille) seraient à étudier après vérification par forages de reconnaissance de la limite avec les eaux douces.

Hypothèse 4 : régime permanent basé sur les valeurs de pompage actuelles et les niveaux piézométriques actuels en limite Nord.

Ce scénario montre, pour un temps infini, un effondrement piézométrique (50 à 120 m) sur le secteur de Contrexéville - Vittel, et une baisse de 10 m environ sur celui de Mirecourt (cette faible baisse est due au maintien des potentiels imposés en limite Nord du modèle à la cote actuelle). On observe un important contre-gradient du Nord vers le Sud au travers de la faille de Vittel. Cette simulation non réaliste permet toutefois de souligner la différence entre les compartiments :

- Nord : secteur ouvert présentant un comportement hydraulique semblable à celui de la nappe des grès dans son ensemble (baisse de l'ordre de 5 m par décennie) ;
- Sud : secteur indépendant de Contrexéville - Vittel, compartimenté, et en fort déficit hydraulique, se vidangeant progressivement sous l'effet de pompages plus importants qu'au Nord.

Ces simulations inspirent les conclusions suivantes :

- le scénario correspondant à l'hypothèse 2 est à éviter : en effet, les venues d'eaux salées risquent de s'opérer de façon discontinue dans l'espace le long de la faille de Vittel, selon des passages préférentiels, risquant d'atteindre certains forages de façon plus importante que prévu par le calcul. Il est préférable de créer de nouveaux forages de substitution ;
- les secteurs intéressants pour l'implantation de nouveaux forages sont :
 - . la zone située entre Vittel - Mirecourt et Dompain,
 - . la Vallée de la Moselle en aval d'Epinal (hors modèle),
 - . la zone à l'Ouest de Mirecourt, après vérification par forages de reconnaissance de la position de la limite eaux douces/eaux salées ;
- il est nécessaire, pour une bonne gestion des ressources de la nappe des Grès du Trias Inférieur sur Contrexéville - Vittel - Mirecourt, d'étudier conjointement le compartiment Nord et le compartiment Sud de la faille de Vittel. De plus, il est important de replacer l'ensemble dans le contexte général d'abaissement de la piézométrie de la nappe.
A ce titre, un suivi piézométrique à fréquence inférieure à 10 ans sur les secteurs étudiés, mais également sur Charmes - Epinal, Lunéville et Nancy semble opportun pour vérifier certaines hypothèses de base du modèle.

MOTS-CLES

- CONTREXEVILLE - VITTEL - MIRECOURT - TRIAS INFÉRIEUR - NAPPE DES GRÈS
BAISSE PIEZOMETRIQUE 1957/1992 - FAILLE DE VITTEL
MODELISATION HYDRODYNAMIQUE - REGIME TRANSITOIRE - ETALONNAGE
SIMULATIONS - HYDROCHIMIE (CF)

SOMMAIRE

1. AVANT-PROPOS	6
2. SUIVI PIEZOMETRIQUE ET DES PRELEVEMENTS DANS LA NAPPE DES GRES DU TRIAS INFERIEUR DE LA ZONE D'ETUDE	7
2.1. Piézométrie actuelle de la nappe des GTI dans la zone concernée.	7
2.2. Evolution dans le temps des niveaux piézométriques de la nappe des GTI	8
2.2.1. Au Sud de la faille de Vittel.....	8
2.2.2. Au Nord de la faille de Vittel	8
2.2.3. Cas intermédiaires.....	9
2.3. Evolution dans le temps des débits de prélèvement AEP et AEI (depuis 1957).....	9
3. MODELISATION HYDRODYNAMIQUE	10
3.1. Logiciel utilisé.....	10
3.2. Hypothèses de base, construction du modèle	10
3.2.1. Géométrie du système	11
3.2.1.1. Limites	11
3.2.1.2. Substratum	11
3.2.1.3. Toit	11
3.2.2. Perméabilités	12
3.2.3. Coefficients d'emmagasinement.....	12
3.2.4. Débits.....	12
3.2.4.1. Pluviométrie en zones affleurantes	12
3.2.4.2. Drainance	13
3.2.4.3. Venues hydrothermales au droit de la faille de Vittel.	13
3.2.4.4. Drainage par les cours d'eau en zones affleurantes..	13
3.2.4.5. Débits de prélèvement.....	13
3.2.4.6. Débits transitant vers l'aval	14
3.2.5. Découpage en pas de temps (régime transitoire).....	14
3.3. Etalonnage du modèle	14
3.3.1. Piézométrie calculée 1992.....	15
3.3.2. Evolution dans le temps des niveaux piézométriques calculés	15
3.3.3. Bilan des débits	16

3.4. Simulations réalisées	17
3.4.1. Volumes pompés stabilisés de 1992 à 2050. Hypothèse 1	17
3.4.1.1. Piézométrie résultante 2050.....	17
3.4.1.2. Evolution des niveaux piézométriques	18
3.4.1.3. Bilan des débits.....	20
3.4.2. Augmentation des volumes pompés de 1 % par an de 1992 à 2050. Hypothèse 2	21
3.4.2.1. Piézométrie résultante 2050.....	21
3.4.2.2. Evolution des niveaux piézométriques	21
3.4.2.3. Bilan des débits.....	22
3.4.3. Augmentation des volumes pompés de 1 % par an de 1992 à 2050, sauf sur le secteur de Contrexéville - Vittel Prélèvements de substitution sur le secteur de Mirecourt - Dompain. Hypothèse 3.....	22
3.4.3.1. Piézométrie résultante 2050.....	23
3.4.3.2. Evolution des niveaux piézométriques	23
3.4.3.3. Bilan des débits.....	23
3.4.4. Régime permanent. Hypothèse 4	24
4. HYDROCHIMIE DES CHLORURES AU DROIT DE LA FAILLE DE VITTEL.....	26
5. CONCLUSIONS. PROPOSITIONS DE SCHEMAS DE GESTION DES RESSOURCES EN EAU DU SECTEUR. INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES POSSIBLES.....	28

1. AVANT-PROPOS

Malgré une légère diminution des prélèvements dans la nappe des Grès du Trias Inférieur (GTI) sur le secteur de Vittel - Contrexéville, les niveaux d'eau mesurés sur quelques forages piézométriques situés en amont des pompages continuent de baisser régulièrement (rapport S.R.A.E. Lorraine, juillet 1990 : [18]).

Le secteur de Vittel - Contrexéville est soumis depuis 1981 au décret-loi de 1935 : tout prélèvement dans la nappe des GTI. est soumis à autorisation.

Mais dans le secteur de Mirecourt (hors application de ce décret-loi de 1935), les prélèvements sont en forte augmentation et la nappe y baisse également : malgré la distance de 15 km entre Vittel et Mirecourt, ces deux secteurs en nappe captive s'influencent mutuellement.

Afin d'appréhender quantitativement ces différents phénomènes, il est apparu nécessaire de construire un modèle hydrodynamique couvrant la zone Contrexéville - Vittel - Mirecourt - Charmes pour simuler la baisse piézométrique générale constatée, tester différents scénarii d'exploitation à long terme et optimiser l'utilisation de la ressource dans le domaine étudié. Ce modèle, réalisé par le BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES - Agence de Nancy, est cofinancé par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, le Conseil Général du Département des Vosges et le Ministère de l'Industrie (BRGM). L'opération est pilotée par la *DIREN de Lorraine*.

Le présent rapport (qui fait suite au rapport R 36143 LOR 4S 92 [4]) expose la construction du modèle hydrodynamique (données de base, hypothèses de travail, procédé de calcul), décrit l'étalonnage de celui-ci sur les chroniques piézométriques connues de 1957 à 1991, et présente quatre scénarii d'exploitation simulés de 1992 à 2050. L'aspect hydrochimique lié à la présence de chlorures au Nord de la faille de Vittel est également évoqué.

En conclusion, des schémas de gestion des ressources en eau du secteur ainsi que des investigations complémentaires possibles sont proposés.

2. SUIVI PIEZOMETRIQUE ET DES PRELEVEMENTS DANS LA NAPPE DES GRES DU TRIAS INFERIEUR DE LA ZONE D'ETUDE

2.1. Piézométrie actuelle de la nappe des Grès du Trias Inférieur dans la zone concernée (carte piézométrique : figure 4)

La carte piézométrique 1992 de la nappe des Grès du Trias Inférieur dans son ensemble a été élaborée (Agence de l'Eau Rhin-Meuse [2]) peu après le document BRGM R 36143 LOR 4S 93 [4] concernant l'acquisition, sur la zone de Contrexéville - Vittel - Mirecourt, de données nécessaires à l'élaboration du modèle. Cette campagne piézométrique récente est intégrée aux informations recueillies dans le rapport R 36143 LOR 4S 92, pour obtenir un état de référence servant au calage du modèle hydrodynamique.

L'allure générale de la piézométrie du secteur est fortement conditionnée par la présence de la faille de Vittel, dont le rôle d'écran peu perméable de Dompaire, à l'Est, à Bourmont* (et au-delà) à l'Ouest est manifeste.

Cette faille délimite :

- un compartiment Sud/Sud-Ouest caractérisé par des écoulements essentiellement dirigés du Sud-Est (alimentation par les affleurements) vers le Nord-Ouest (entonnoir piézométrique créé par les pompages dans le secteur de Contrexéville - Vittel), avec des gradients importants (jusqu'à 1 %) ;
- un compartiment Nord (Mirecourt - Châtenois) caractérisé par des écoulements essentiellement dirigés du Sud vers le Nord, ou du Sud-Est vers le Nord-Ouest, avec de faibles gradients (moins de 0,1 %) ;
- une zone de transition à l'Est (Epinal - Dompaire - Charmes) caractérisée par des écoulements dirigés du Sud-Est vers le Nord-Ouest, contournant l'extrémité Est de la faille de Vittel, avec des gradients intermédiaires de l'ordre de 0,4 à 0,8 %.

* Les données récentes du forage d'Illoud (337.2X.36) montrent le rôle de barrage joué par la faille de Vittel vis-à-vis des écoulements de la nappe des GTI à l'Ouest de Bulgnéville.
Rapport BRGM R 47741 NAC 4S 93

2.2. Evolution dans le temps des niveaux piézométriques de la nappe des Grès du Trias Inférieur

Dans l'ensemble, on observe dans le temps une baisse généralisée de la piézométrie de la zone étudiée. Cette baisse ne s'effectue toutefois pas de la même façon au Sud et au Nord de la faille de Vittel.

2.2.1. Au Sud de la faille de Vittel (historiques de charges : figures 16, 17, 18, 19, 21, 23, 24)

La baisse constatée sur les forages piézométriques de Dombrot Anger (338.6X.15), Lignéville (338.3X.6) et Gignéville (338.6X.31) depuis 1972 est linéaire et, selon les ouvrages, de l'ordre de 0,2 à 0,4 m/an. Cette baisse est à l'origine des inquiétudes formulées notamment dans le rapport S.R.A.E.L. de 1990 [18].

2.2.2. Au Nord de la faille de Vittel (historique de charges : figure 20)

L'examen de la carte piézométrique 1992 [2] de la nappe des Grès du Trias Inférieur (Agence de l'Eau Rhin-Meuse), en comparaison à celle de 1983 [1] montre :

- non seulement une baisse piézométrique de 2 à 4 m (soit 0,2 à 0,4 m/an) au Nord de la faille de Vittel ;
- mais également une baisse de 3 à 7 m au Nord immédiat de la faille (soit en moyenne 0,5 à 0,6 m/an) et 5 à 8 m au niveau de Mirecourt (en moyenne 0,6 à 0,9 m/an).

Ces phénomènes sont généralisés à l'ensemble de la nappe des Grès du Trias Inférieur. Ainsi, on peut observer une baisse de :

- 6 m sur Nancy (en moyenne 0,7 m/an),
- 4 m sur Lunéville (en moyenne 0,4 m/an),
- 5 à 8 m sur Baccarat (en moyenne 0,7 m/an).

Un suivi de la baisse piézométrique depuis 1950 sur le forage Ravenel 1 (303.8X.1), situé sur le compartiment Nord de la faille de Vittel (Mirecourt) montre :

- une baisse de 0,5 m/an de 1950 à 1974,
- une baisse de 1 m/an à partir de 1974.

Ce constat est extrait d'un document BRGM inédit.

2.2.3. Cas intermédiaires (historique de charges : figure 22)

Les compartiments Sud et Nord de faille ont donc des comportements hydrauliques différents :

- au Sud de la faille de Vittel, la baisse piézométrique observée semble liée au double effet dû au compartimentage du réservoir (entre les affleurements et la faille jouant un rôle de barrière peu perméable), et aux prélèvements importants par pompages ;
- au Nord, la baisse constatée serait liée à celle de la nappe des grès dans son ensemble, ce compartiment ayant, du fait de son grand volume, une inertie plus forte.

Un comportement intermédiaire serait observable près de Dompaire (forage de Valfroicourt 2 - 338.4X.39), où la faille de Vittel semble perdre son rôle de barrière hydraulique et où les écoulements seraient influencés par les deux régimes.

2.3. Evolution dans le temps des débits de prélèvement AEP et AEI (depuis 1957) (figure 1 - tableau 1 en annexe)

Le graphe (figure 1, extrait du tableau 1) mettant en regard les prélèvements AEP et AEI déclarés, en fonction du temps, sur la surface couverte par le modèle (Contrexéville - Vittel, mais également Mirecourt) montre :

- une croissance nette entre 1957 (les premiers forages dateraient de 1950) et 1977, minorée entre 1967 et 1977;
- suivie par une pseudo-stabilisation des prélèvements entre 1977 et 1984 ;

- une diminution entre 1984 et 1986 ;
- une augmentation puis une stabilisation des prélèvements entre 1986 et la période actuelle (une légère augmentation s'amorcerait à partir de 1991).

Le volume annuel prélevé serait de l'ordre de $6,8 \cdot 10^6$ m³ en 1991. La fiabilité de ces données conditionne de façon très importante la qualité de l'étalonnage du modèle en régime transitoire (§ 3.3.).

3. MODELISATION HYDRODYNAMIQUE

3.1. Logiciel utilisé

Le modèle est construit sur logiciel MARTHE* (Modélisation d'Aquifère par un maillage Rectangulaire en régime Transitoire pour le calcul Hydrodynamique des Ecoulements), utilisant la méthode des différences finies, appliquée à un maillage rectangulaire.

3.2. Hypothèses de base, construction du modèle

Le modèle monocouche se compose de 2370 mailles de calcul rectangulaires ou carrées. L'aspect général du maillage est de type "tissu écossais" ; les dimensions minimales des mailles sont de 500 x 500 m aux abords des secteurs de Vittel - Contrexéville et Mirecourt (où les densités de forages sont importantes). Les tailles intermédiaires de mailles en périphérie du modèle vont de 500 x 1000 m à 2000 x 4000 m pour atteindre 4000 x 4000 m.

3.2.1. Géométrie du système

3.2.1.1. Limites

Les conditions aux limites prises pour modéliser le domaine d'étude sont les suivantes :

- au Nord-Ouest et au Nord (Liffol-le-Grand, Neufchâteau, Charmes) : limite dont les potentiels sont imposés à chaque pas de temps. L'évolution des charges dans le temps devant représenter une baisse de la piézométrie de la nappe des Grès du Trias Inférieur dans son ensemble, est calquée sur l'évolution piézométrique connue depuis 1950 sur le forage de Ravenel 1 (303.8X.1). La répartition spatiale des potentiels le long de cette limite est estimée d'après la connaissance de piézométries régionales de 1983 et 1992 (ENSG - Agence de l'Eau Rhin-Meuse [1], [2]) ;
- au Sud et au Sud-Est (Lamarche, Darney, Epinal) : limite à flux nul affectée de cotes de débordement de l'ordre de 300 à 340 m NGF (d'Ouest en Est), représentant jusque vers 1975 environ un drainage de la nappe vers le bassin de la Saône ;
- au Sud-Ouest (Lamarche, Bourmont) et à l'Est (Epinal - Charmes) : limites à flux nul correspondant approximativement à des lignes de courant.

3.2.1.2. Substratum

La géométrie du substratum grés-argileux permien de l'aquifère des Grès du Trias Inférieur est donnée par les coupes de forages atteignant ce niveau sur le domaine d'étude.

3.2.1.3. Toit

Les cotes du toit de l'aquifère des Grès du Trias Inférieur sont prises au niveau du mur des Grès coquilliers (Muschelkalk inférieur), soit du toit des Grès bigarrés à Voltzia (Trias inférieur). Ces données sont fournies par l'ensemble des forages du domaine d'étude.

En zone d'affleurement des grès, quelques cotes topographiques complètent la définition du toit de l'aquifère.

3.2.2. Perméabilités

Le champ de transmissivités est défini d'après les données issues de pompages d'essai disponibles sur les forages du domaine étudié. En l'absence de données concernant les transmissivités, les valeurs de débits spécifiques sont utilisées.

A partir des semis de transmissivité, et connaissant les épaisseurs de l'aquifère (semis du substratum et du toit), il a été possible de définir un champ de perméabilités dont les valeurs sont comprises entre $1,1 \cdot 10^{-4}$ et $5 \cdot 10^{-9}$ m/s (valeur minimale au niveau de la faille de Vittel).

La faille de Vittel, dont le rôle de barrage dans les écoulements est connu, notamment au droit de la zone comprise entre Vittel et l'intersection avec la faille de Relanges, est représentée par une rangée de mailles à faibles perméabilités (10 à 1000 fois moindres que les perméabilités moyennes des grès), allant de Bourmont à Dompaire.

3.2.3. Coefficients d'emmagasinement

Les valeurs d'emmagasinement, très peu nombreuses car difficiles à obtenir en l'absence de piézomètres de contrôle à proximité des forages testés, sont distribuées de la façon suivante :

$S = 10^{-4}$ en partie captive de la nappe,

$S = 5 \cdot 10^{-3}$ en partie libre de la nappe (affleurements des grès et zones dénoyées).

3.2.4. Débits

3.2.4.1. Pluviométrie en zones affleurantes

La pluie efficace imposée sur les zones affleurantes est de 35 mm/an au Sud-Est de Vittel (Relanges) et 30 mm/an partout ailleurs (Ville-sur-Illon, Epinal). Ces valeurs sont celles qui, compte-tenu des autres paramètres mis en jeu, assurent

un calage optimal du modèle. Le raisonnement, vu le découpage en pas de temps de 2, 3 ou 5 ans, s'effectue sur une année hydrologique moyenne.

Les surfaces des affleurements intervenant dans le modèle sont de 51 km² (Relanges), 70,5 km² (Ville-sur-Illon - Epinal), soit au total 121,5 km² (pour une surface modélisée de 2068 km²). Les volumes annuels d'alimentation par les pluies sont respectivement de 1,79.10⁶ m³, 2,12.10⁶ m³, soit au total 3,91.10⁶ m³.

3.2.4.2. Drainance

Une drainance est imposée pour soutenir les niveaux piézométriques de la nappe des grès, sous couverture de Muschelkalk. La lame d'eau de drainance est fixée à 4 mm/an.

La surface de drainance, correspondant approximativement aux affleurements des formations du Muschelkalk, est de 409,3 km². Le volume d'eau annuel alimentant la nappe des grès par drainance est de l'ordre de 1,64.10⁶ m³.

3.2.4.3. Venues hydrothermales au droit de la faille de Vittel

Afin de tenir compte de venues hydrothermales (Thèse INPL "Hydrogéologie et transferts thermiques dans un aquifère en bassin sédimentaire : approche numérique". Danis M., 1988 [9]), au droit de la faille de Vittel, un débit, constant au cours du temps, de 5.10⁴ m³/an, est imposé à l'aval hydraulique immédiat de la faille de Vittel, entre Vittel et Contrexéville.

3.2.4.4. Drainage par les cours d'eau en zones affleurantes

Les débits drainés (donc perdus pour la nappe des grès) par les cours d'eau en zones affleurantes sont calculés et ajustés à chaque pas de temps en fonction de cotes de débordement imposées sur les bordures Sud et Sud-Est du modèle.

3.2.4.5. Débits de prélèvement (figure 1- tableau 1 en annexe)

Les débits de prélèvements (représentés par les forages exploités du secteur) sont imposés à chaque pas de temps selon l'historique décrit dans le rapport BRGM R 36143 LOR 4S 92 du mois d'octobre 1992 [4], et figurant également sur le tableau 1 et la figure 1.

3.2.4.6. Débits transitant vers l'aval

Ils correspondent aux débits de la nappe des grès transitant vers l'aval par le biais des limites Nord-Ouest et Nord à potentiels imposés. Ces débits sont calculés en fonction des potentiels affectés le long de ces frontières à chaque pas de temps, suivant l'historique de charges observées sur le forage Ravenel 1 (338.8X.1).

3.2.5. Découpage en pas de temps (régime transitoire)

Le modèle hydrodynamique transitoire doit reconstituer un historique de charges et de débits de 1957 à 1991. Il est, en outre, conçu pour effectuer des simulations jusqu'en 2050.

La discrétisation en 24 pas de temps est donc la suivante :

Etalonnage	Régime permanent de base en 1957 1er pas de temps : 1957 - 1958 (durée : 2 ans) 2ème au 12ème pas de temps : 1959 - 1961 à 1989 - 1991 (durée : 3 ans)
Simulations	13ème pas de temps : 1992 - 1995 (durée : 4 ans) 14ème au 24ème pas de temps : 1996 - 2000 à 2046 - 2051 (durée : 5 ans)

3.3. Etalonnage du modèle

Celui-ci concerne tout d'abord l'alimentation par les pluies et la drainance (en distribution et en volumes), les cotes de débordement amont (au Sud) et les champs de perméabilité (notamment au droit de la faille de Vittel), afin de reconstituer l'allure piézométrique générale.

Puis interviennent les modifications des valeurs de coefficient d'emmagasinement, ainsi que l'évolution dans le temps des potentiels imposés en limite aval (au Nord) du système.

Afin d'assurer un calage optimal, il est nécessaire, après intervention sur ces derniers paramètres, de revenir plusieurs fois successives en arrière en modifiant, notamment, les valeurs de perméabilités et l'alimentation par la pluie et la drainance.

LISTE DES FIGURES (données en annexe)

- Figure 1** Prélèvements annuels AEP et AEI : GTI secteur de Vittel - Mirecourt.
- Figure 2** Piézométrie calculée 1959 : hypothèse 1.
- Figure 3** Piézométrie calculée 1974 : hypothèse 1.
- Figure 4** Piézométrie calculée 1992 : hypothèse 1.
- Figure 5** Piézométrie calculée 2050 : hypothèse 1.
- Figure 6** Différences piézométriques 1992 - 2050 : hypothèse 1.
- Figure 7** Bilan des débits (1957 à 2050 par pas de temps) : simulation 1.
- Figure 8** Piézométrie calculée 2050 : hypothèse 2.
- Figure 9** Différences piézométriques 1992 - 2050 : hypothèse 2.
- Figure 10** Bilan des débits (1957 à 2050 par pas de temps) : simulation 2.
- Figure 11** Piézométrie calculée 2050 : hypothèse 3.
- Figure 12** Différences piézométriques 1992 - 2050 : hypothèse 3.
- Figure 13** Bilan des débits (1957 à 2050 par pas de temps) : simulation 3.
- Figure 14** Régime permanent : piézométrie calculée.
- Figure 15** Régime permanent : différences piézométriques 1992 - infini.
- Figure 16** Niveaux piézométriques : Dombrot - Anger.
- Figure 17** Niveaux piézométriques : Lignéville.
- Figure 18** Niveaux piézométriques : Gignéville.
- Figure 19** Niveaux piézométriques : Bulgnéville.
- Figure 20** Niveaux piézométriques : Ravenel 1.
- Figure 21** Niveaux piézométriques : Martigny.

Figure 22 Niveaux piézométriques : Valfroicourt.

Figure 23 Niveaux piézométriques : Vittel V.

Figure 24 Niveaux piézométriques : Contrexéville 2.

Figure 25 Niveaux piézométriques : Ville-sur-Illon.

Figure 26 Niveaux piézométriques : Outrancourt 2.

Figure 27 Niveaux piézométriques : Embouteillage Sud 2.

Figure 28 Niveaux piézométriques : Charmes Florémont.

Figure 29 Niveaux piézométriques : Bulgnéville Auzainvilliers.

Figure 30 Niveaux piézométriques : secteur de Châtenois.

Figure 31 Niveaux piézométriques : secteur de Vittel - Mirecourt - Dompain.

Figure 32 Coupe hydrogéologique synthétique passant par le secteur de Vittel.

Figure 33 Evolution des apports d'eau salée en contre-gradient (hypothèse 2) au travers de la faille de Vittel sur l'ensemble du modèle.

Figure 34 Evolution dans le temps des teneurs en Cl⁻ sur les forages au Sud immédiat de la faille de Vittel (hypothèse 2).

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1** (en annexe) Données concernant les forages aux GTI du secteur de Vittel - Mirecourt (localisation géographique, géométrie de l'aquifère, paramètres hydrodynamiques, niveaux piézométriques, volumes prélevés, qualité des eaux).
- Tableau 2** (en annexe) Bilan des débits - simulation 1.
- Tableau 3** (en annexe) Bilan des débits - simulation 2.
- Tableau 4** (en annexe) Bilan des débits - simulation 3.
- Tableau 5** (dans le texte) Baisses piézométriques 1992 - 2050 selon les simulations effectuées en régime transitoire.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Agence Financière de Bassin Rhin-Meuse - ENSG (1983). Carte des isopièzes de la nappe des GTI actualisée au deuxième semestre 1983. Echelle 1/200.000.
- [2] Agence de l'Eau Rhin-Meuse - ENSG (1992). Carte des isopièzes de la nappe des GTI actualisée au deuxième semestre 1992. Echelle 1/200.000.
- [3] BRGM - SRAEL (1982). Synthèse hydrogéologique actualisée sur la nappe des GTI dans le secteur de Vittel - Contrexéville. Rapport Ricour J., Letouze F., Griolet C.
- [4] Chevalier J., Jacquot N. (1992). Gestion de la nappe des GTI, secteur de Vittel - Contrexéville - Mirecourt. Rapport de synthèse sur l'acquisition de données nécessaires à la construction du modèle. Rapport BRGM R 36143 LOR 4S 92 pour l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, le Conseil Général du Département des Vosges et le Ministère de l'Industrie.
- [5] Coiffait B. (1982). Forages aux grès du Trias Inférieur. Carte du toit des GTI. Rapport de stage BRGM.
- [6] Coiffait B. (1982). Forages aux grès du Trias Inférieur. Rapport de synthèse. Stage BRGM.
- [7] Danis M., Royer J.J. (1985). Modélisation, mise en évidence de venue d'eau hydrothermale à l'interface socle - sédiment. Définition d'une méthodologie d'étude. Rapport scientifique CRPG, ATP "Géothermie" du PIRSEM. Décision n° 1091. Mars 1985.
- [8] Danis M., Royer J.J. (1985). Comportement hydrogéologique et thermique de la nappe des grès du Trias Inférieur dans le secteur de Vittel. Note interne CRPG - Equipe informatique. Juin 1985.
- [9] Danis M. (1988). Hydrogéologie et transferts thermiques pour un aquifère en bassin sédimentaire : approche numérique. Thèse doctorat INPL.
- [10] Haller M. (1988). Hydroclimatologie du haut bassin de la Saône (Etude de bassins à différentes échelles). Mémoire de Maîtrise (2 tomes).
- [11] Maiaux Cl. (1992). SGEMV. Captage de Bonne Source (338.2X.69). Rapport hydrogéologique. Rapport BRGM R 35836 LOR 4S 92.
- [12] Peraudin J.J. (1983). Conception et réalisation d'un modèle de gestion de la nappe des grès inférieurs du Trias en Lorraine. Thèse INPL - ENSG.

- [13] Pierson F. (1990). Piézométrie de la nappe des grès du Trias Inférieur dans la région de Vittel à Mirecourt (Vosges). Constat en juin 1990. Tendances évolutives. Rapport de stage SRAEL pour l'obtention d'un BTS de géologue prospecteur - Nancy.
- [14] Simler S. (1972). Etude hydrogéologique de la nappe aquifère des grès infratriasiques dans le Nord-Est de la France. Rapport BRGM.
- [15] Soukatchoff-Merrien V. (1985). Valorisation du fichier qualité des eaux de la nappe des grès inférieurs du Trias. Thèse Doctorat Ingénieur INPL.
- [16] SRAEL (1972). Programme d'étude de l'évolution de la nappe des GTI dans la région de Vittel et Contrexéville (Vosges). Rapport Crampon N., Laborde J.P.
- [17] SRAEL (1974). Etude de la nappe des GTI dans la région de Vittel - Contrexéville. Etat des recherches au 1.07.1974. Orientation des connaissances. Rapport Minoux G., Le Roux J., Crampon N., Corda R.
- [18] SRAEL (1990). Piézométrie de la nappe des GTI dans la région de Vittel et Mirecourt (département des Vosges). Levé de juin 1990 et tendances évolutives. Rapport.

**AGENCE de l'EAU RHIN-MEUSE
CONSEIL GENERAL
du DEPARTEMENT des VOSGES
MINISTERE de l'INDUSTRIE**

Gestion de la nappe des Grès du Trias inférieur
Secteur de CONTREXEVILLE - VITTEL - MIRECOURT

Caractéristiques du modèle hydrodynamique

Présentation de l'étalonnage
et des simulations réalisées

Hydrochimie des chlorures au droit de la faille de Vittel

Propositions de schémas de gestion des ressources
en eau du secteur,
investigations complémentaires possibles

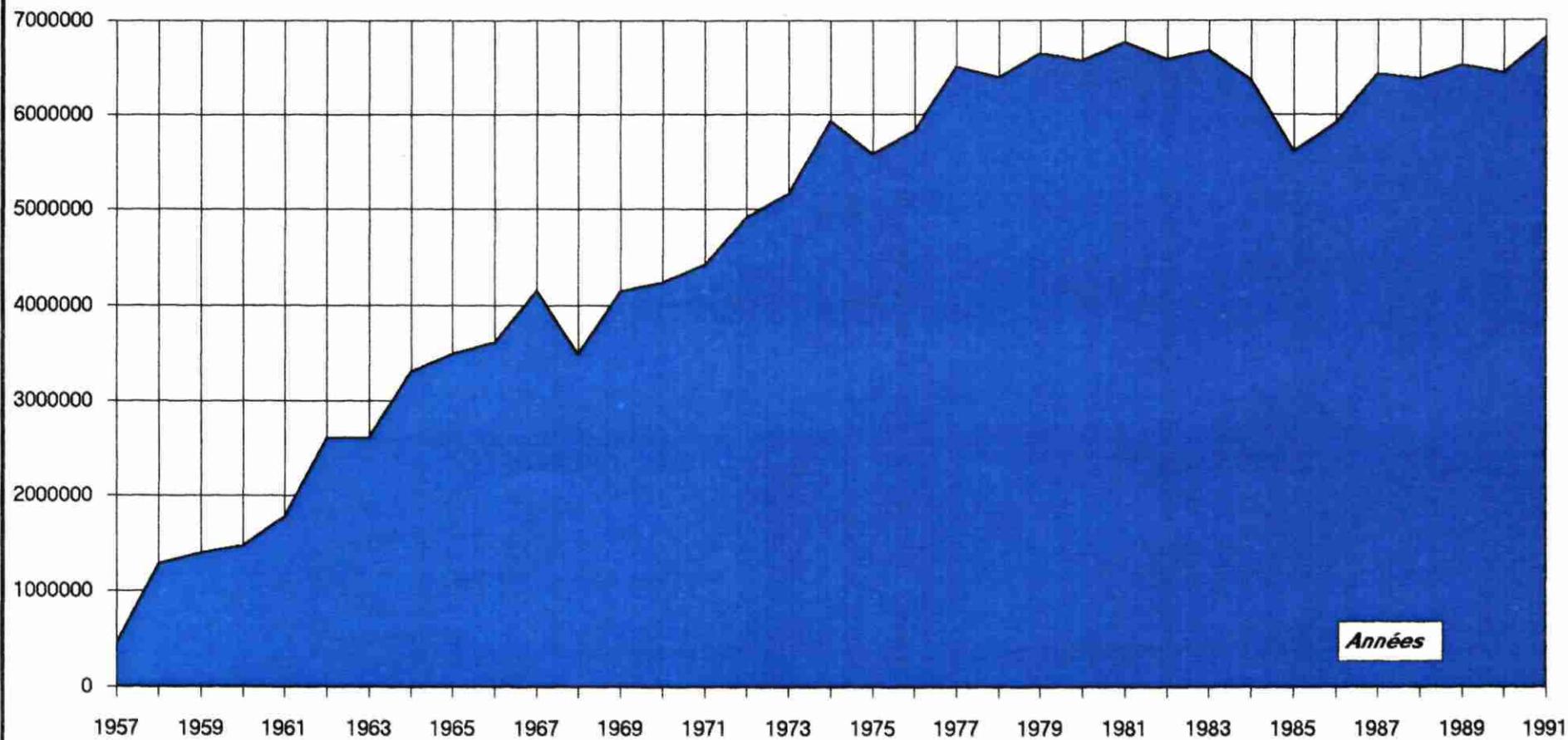
ANNEXES

Y. BABOT
J. CHEVALIER

Juillet 1993
R 47741 NAC 4S 93

Prélèvements annuels AEP et AEI : GTI secteur de Vittel-Mirecourt

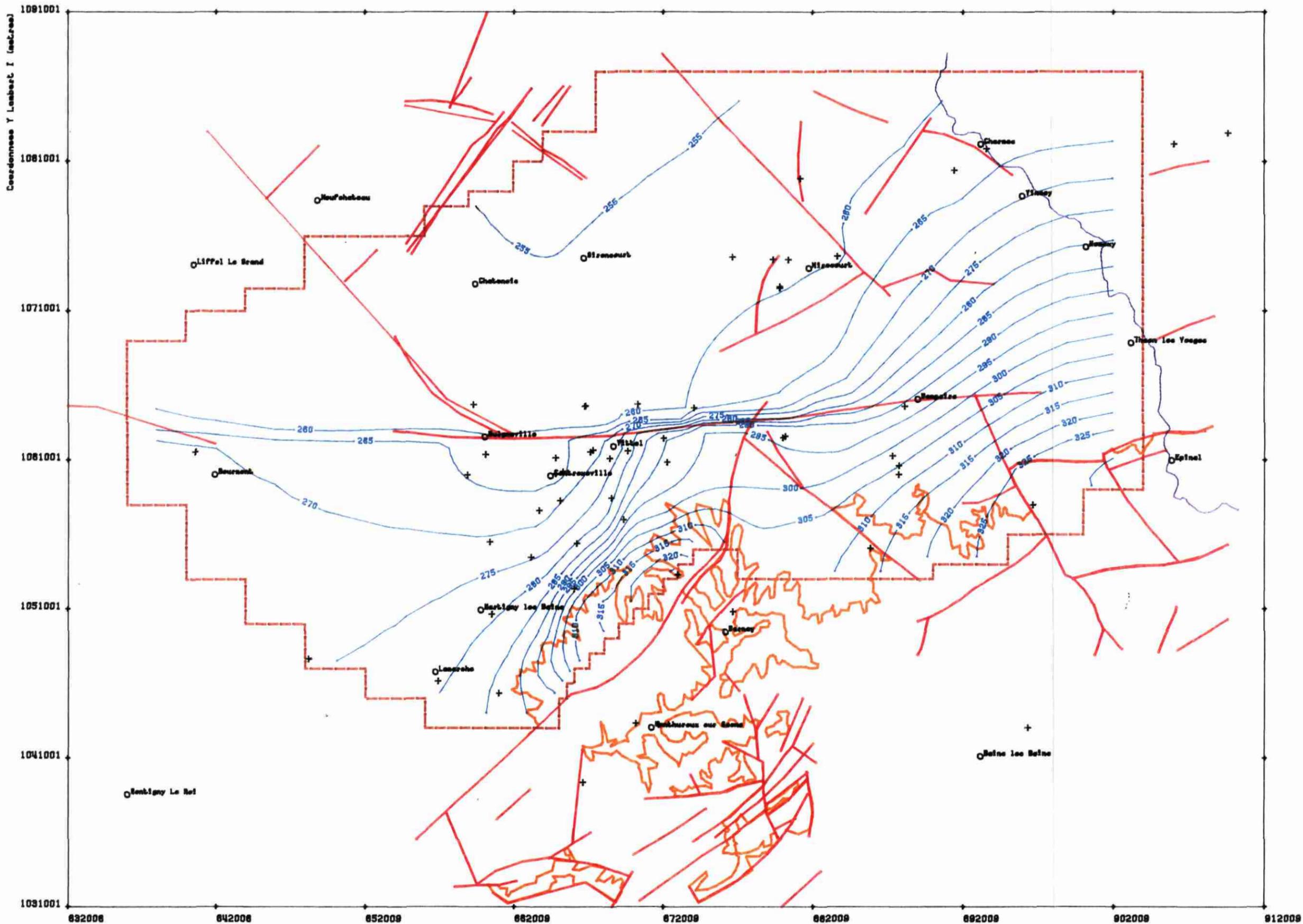
Volumes (m³)



Années

Figure 1

G.T.I. VITTEL - HYPOTHESE 1 - PIEZOMETRIE CALCULEE 1992 (cotes NGF en metres)



Coordonnées X Lambert I (mètres)
 000/000 00/00/00 à 17:14:05

Figure 4

G.T.I. VITTEL : HYPOTHESE 1 - PIEZOMETRIE CALCULEE 2050 (cotes NGF en metres)

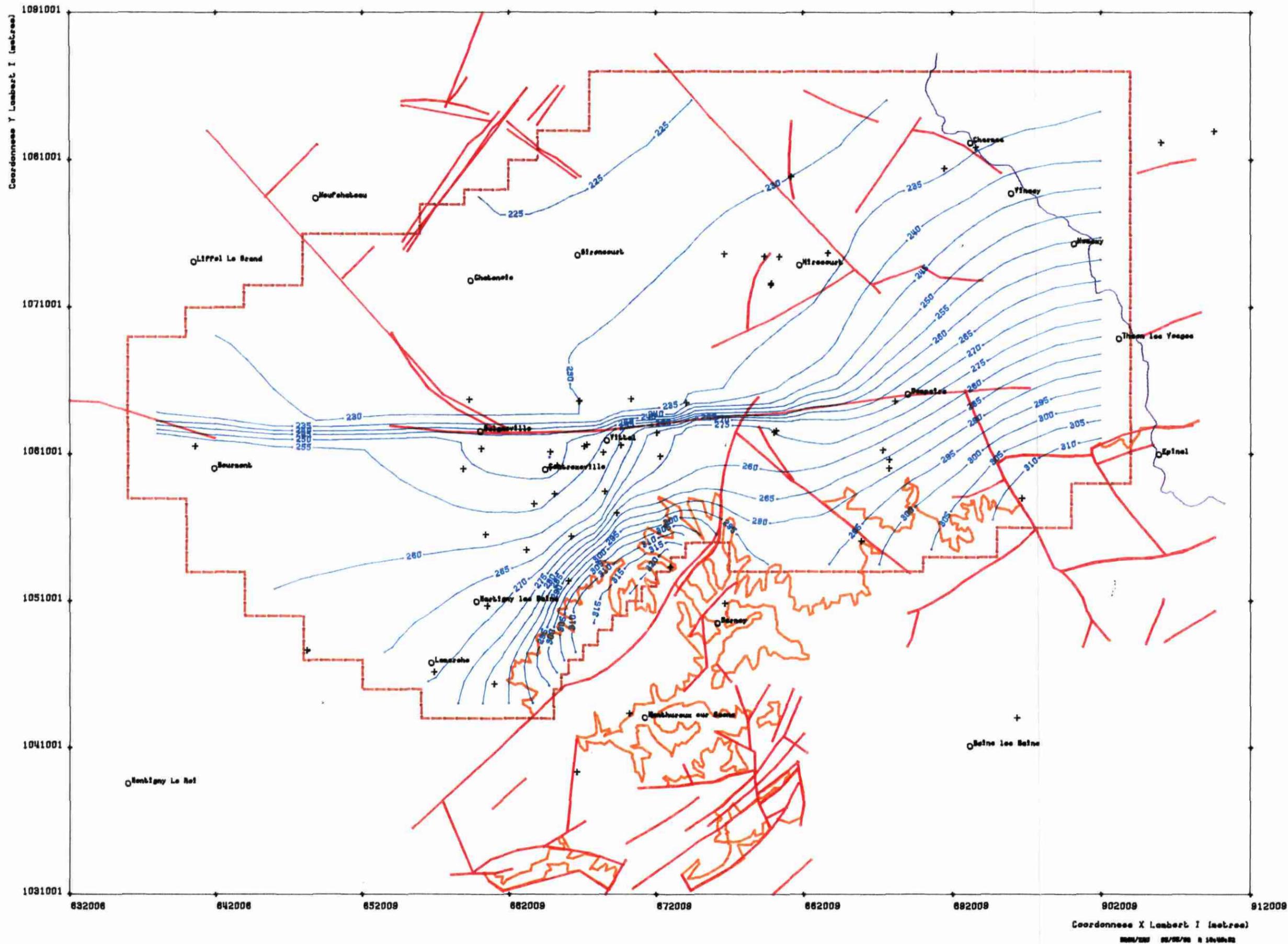


Figure 5

MODELE G.T.I. VITTEL - SIMULATION 1 - BILAN DES DEBITS (1957 à 2050 par pas de temps)

Débits (m3/an)

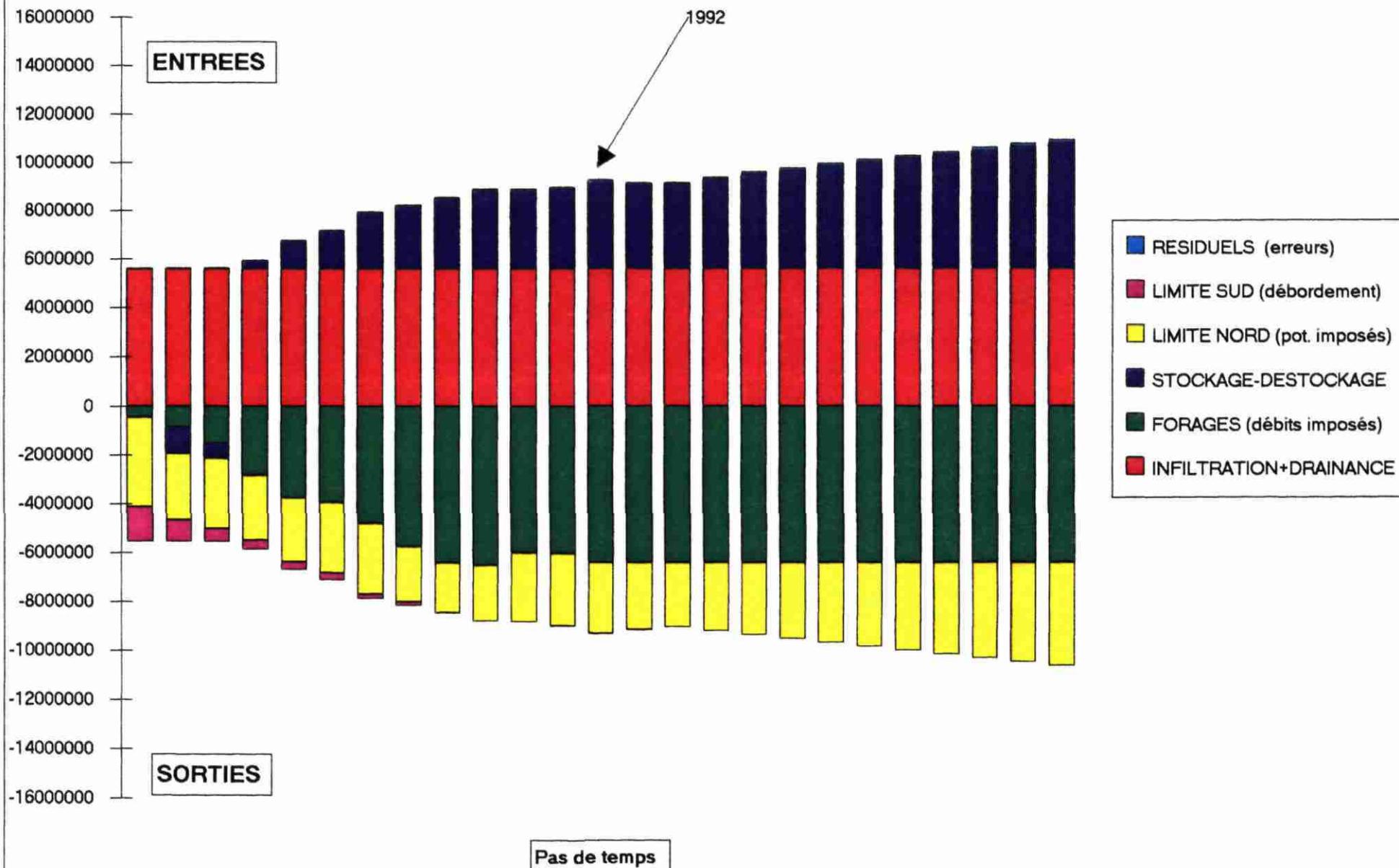
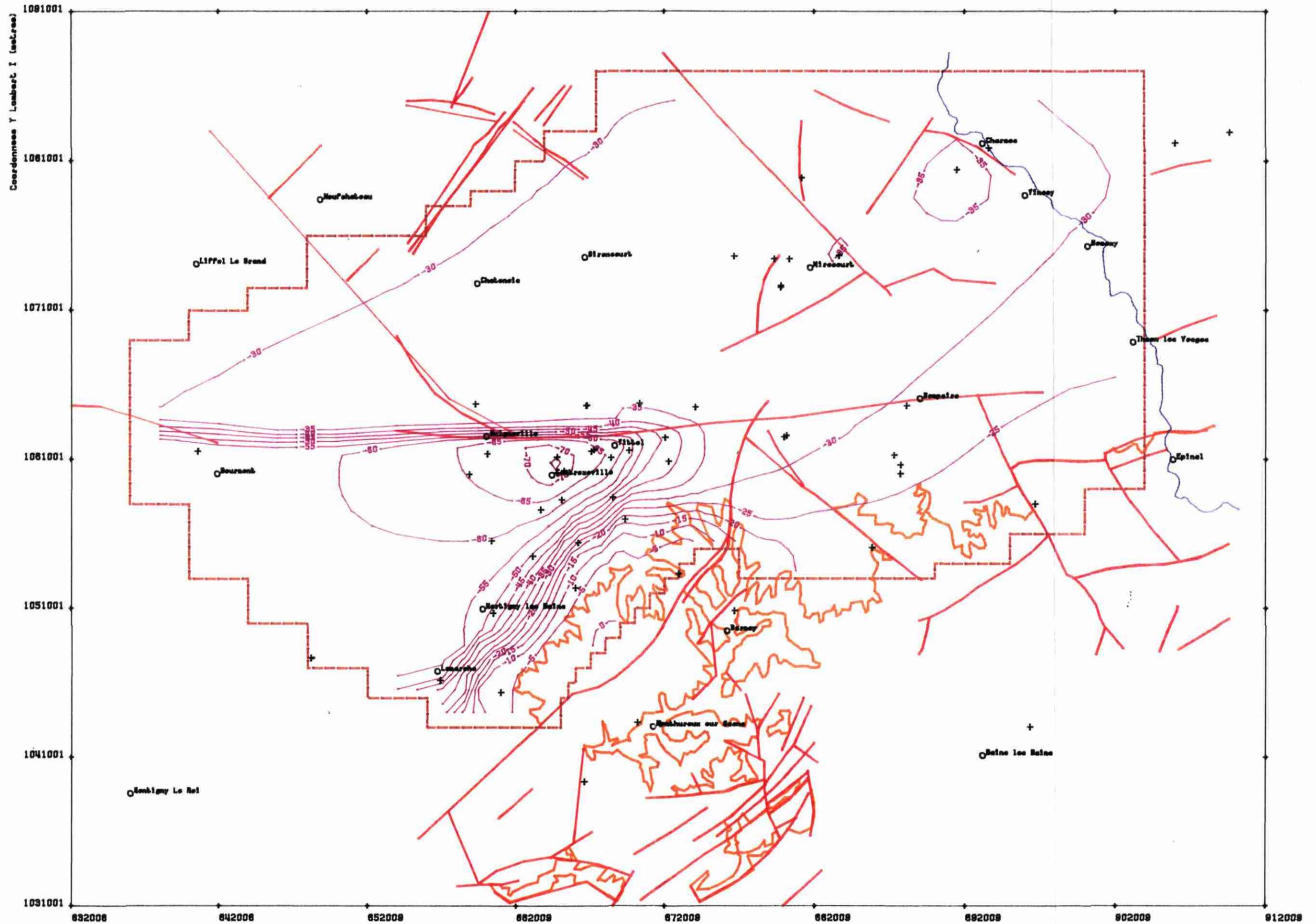


Figure 7

G.T.I. VITTEL : HYPOTHESE 2 - DIFFERENCES PIEZOMETRIQUES 1992-2050 (mètres)



Coordonnées X Lambert I (mètres)
1000/000 00/00/00 à 10:00:00

Figure 9

MODELE G.T.I. VITTEL - SIMULATION 2 - BILAN DES DEBITS (1957 à 2050 par pas de temps)

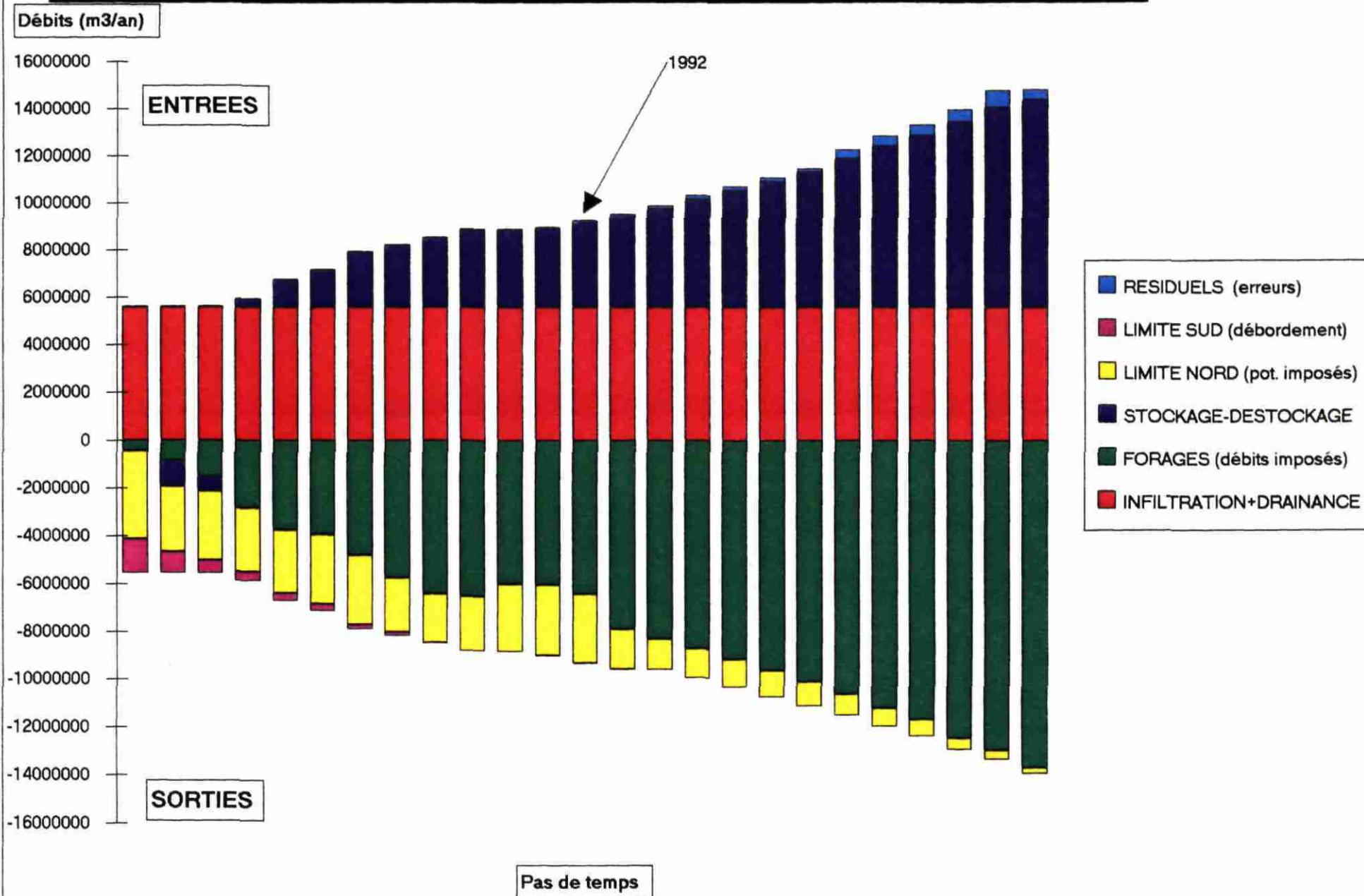


Figure 10

MODELE G.T.I. VITTEL - SIMULATION 3 - BILAN DES DEBITS (1957 à 2050 par pas de temps)

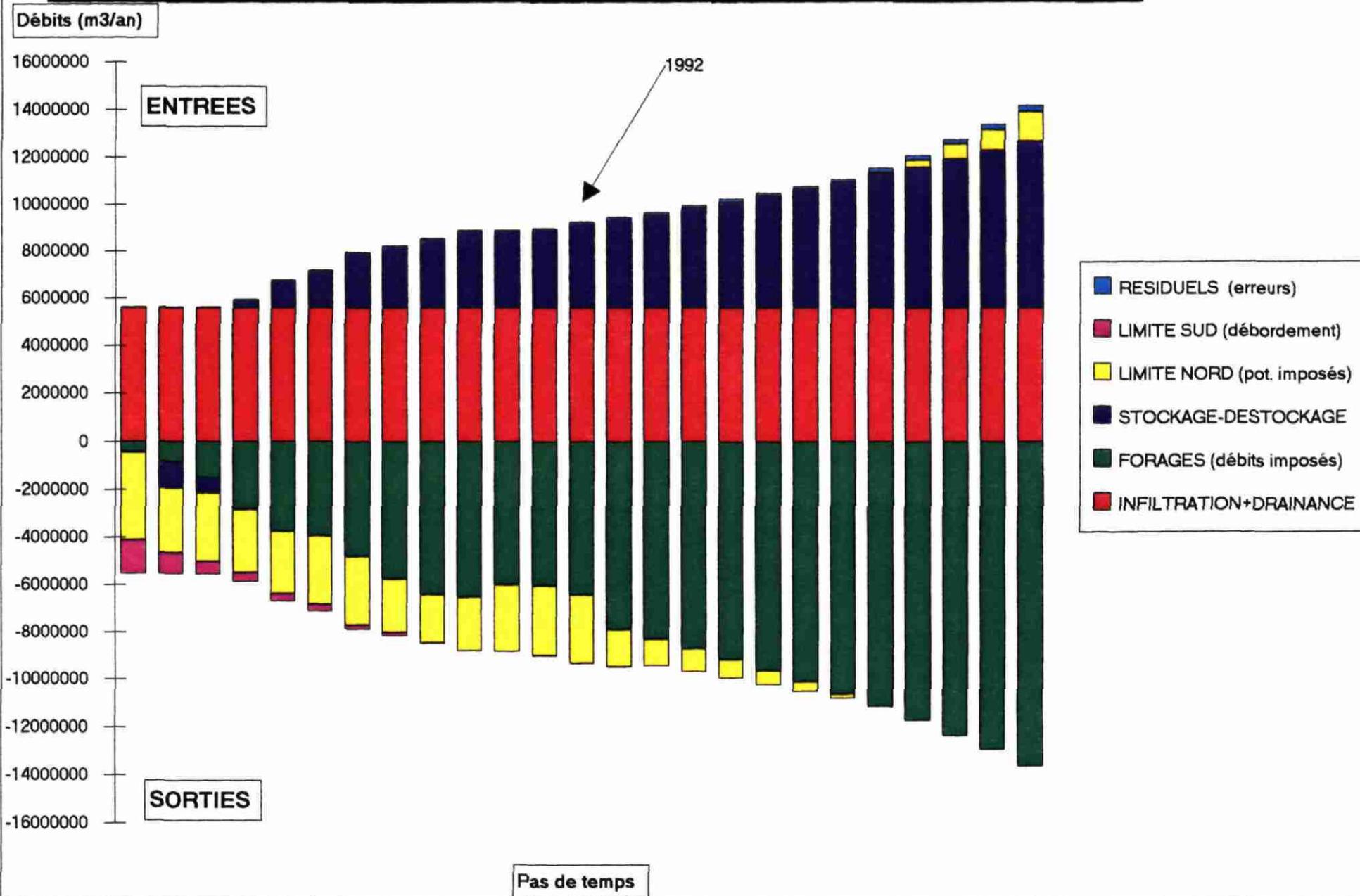
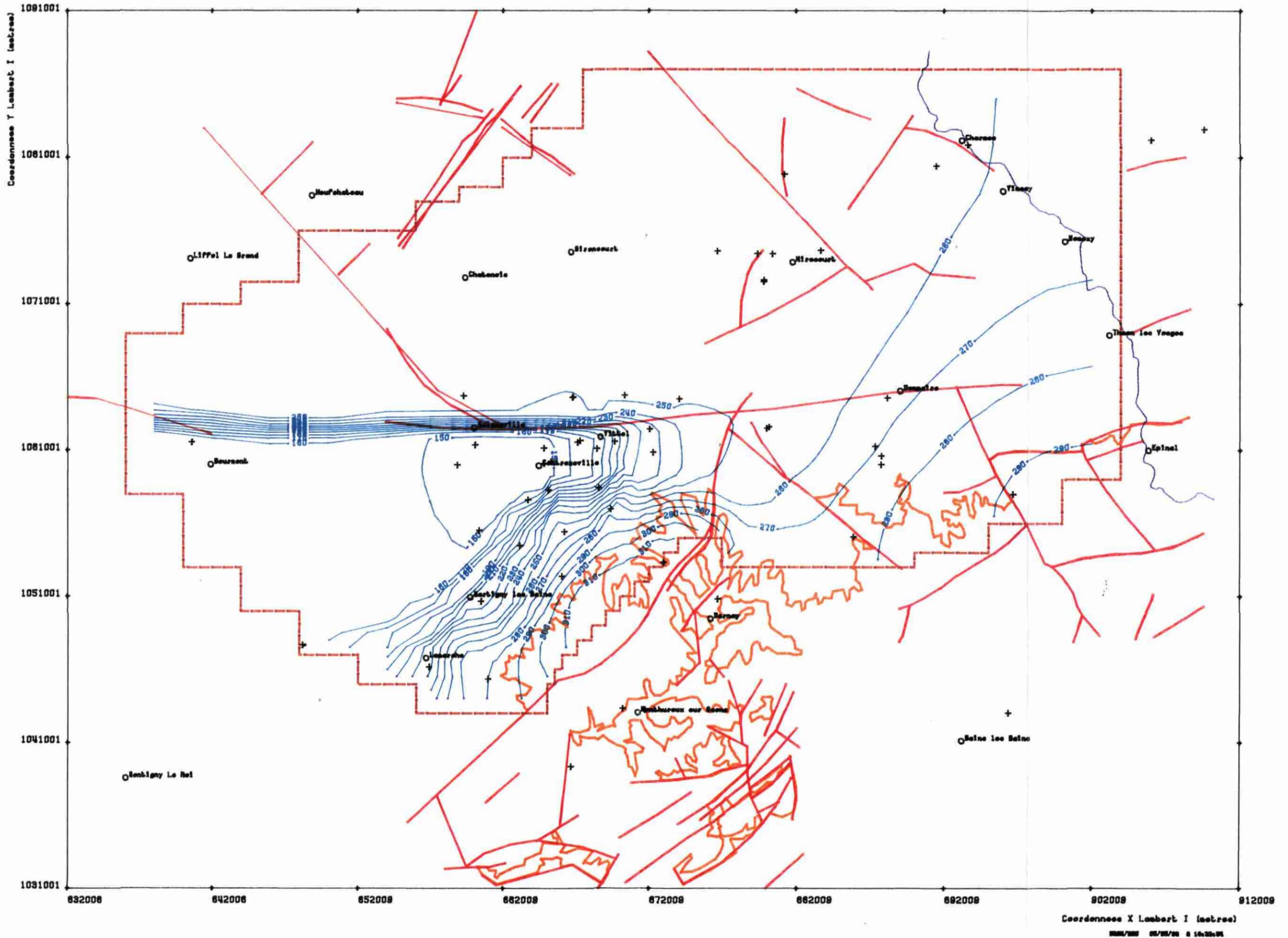


Figure 13

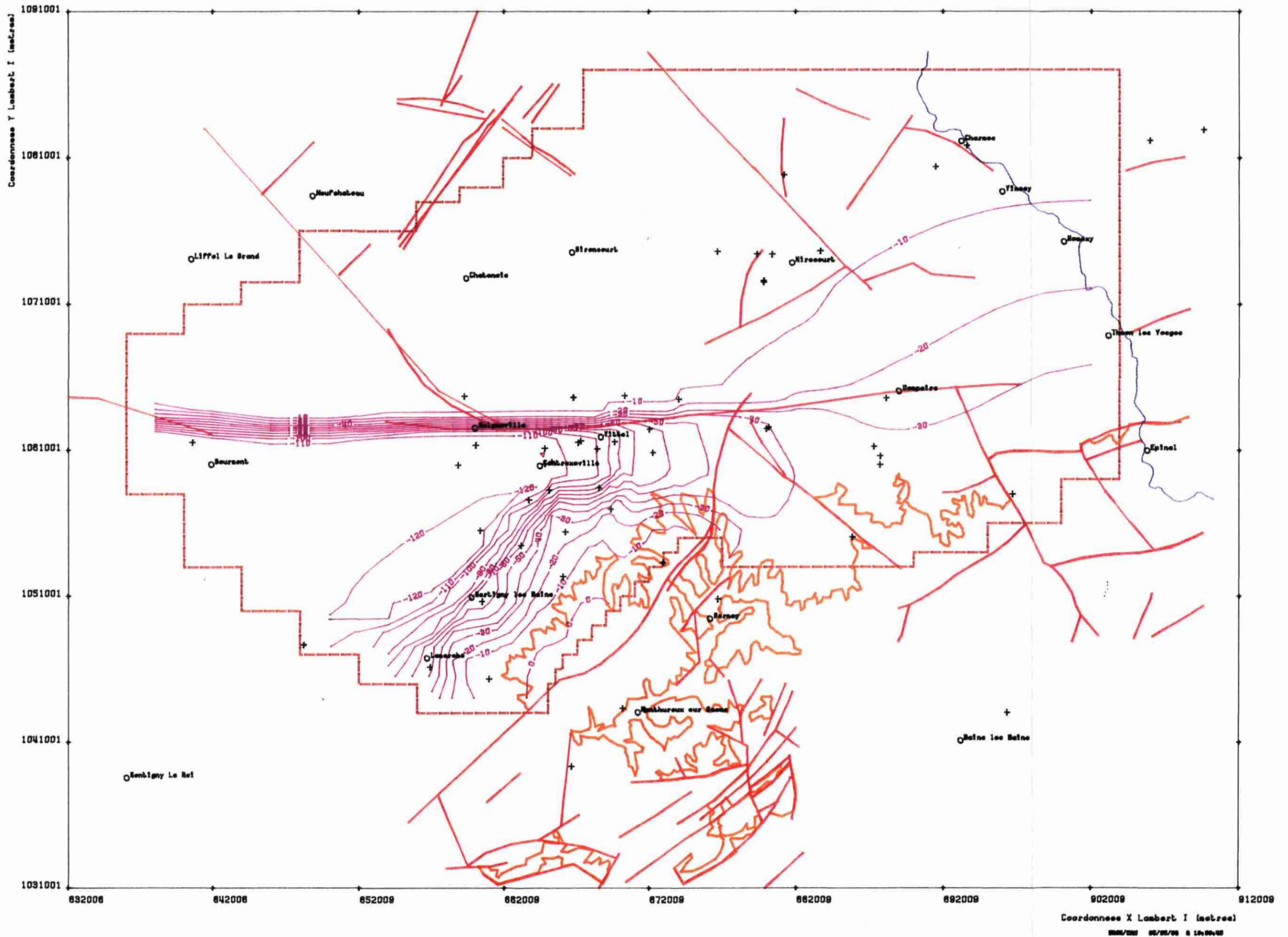
S.T.I. VITTEL : REGIME PERMANENT : PIEZOMETRIE CALCULEE (cotes NGF en metres)



Coordonnee X Lambert I (metres)
1000/1000 00/00/00 à 10:00:00

Figure 14

G.T.I. VITTEL - REGIME PERMANENT - DIFFERENCES PIEZOMETRIQUES 1992-00 (metres)



Coordonnee X Lambert I (metres)
832006 842006 852009 862009 872009 882009 892009 902009 912009

Figure 15

NIVEAUX PIEZOMETRIQUES : DOMBROT ANGER

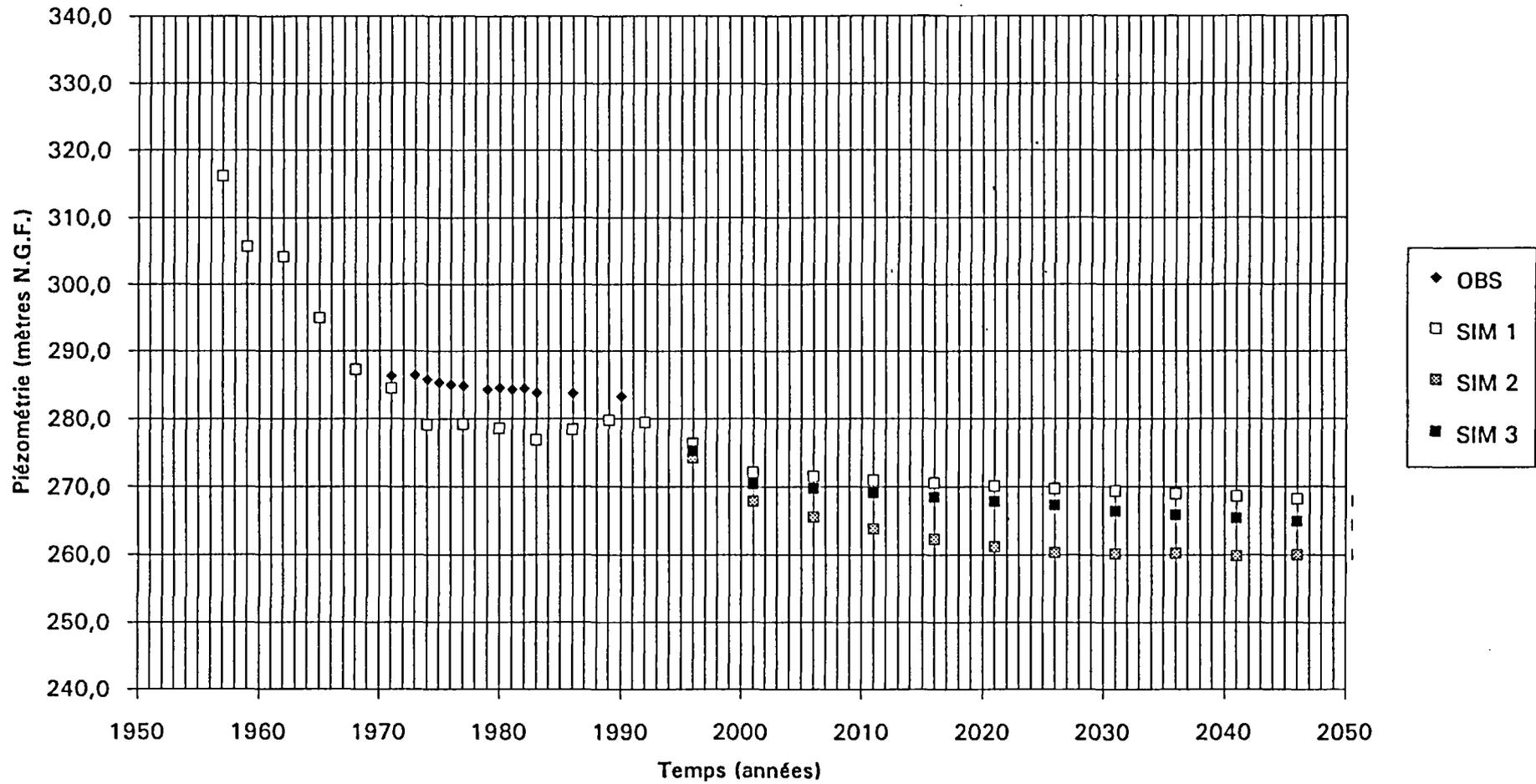


Figure 16

NIVEAUX PIEZOMETRIQUES : LIGNEVILLE

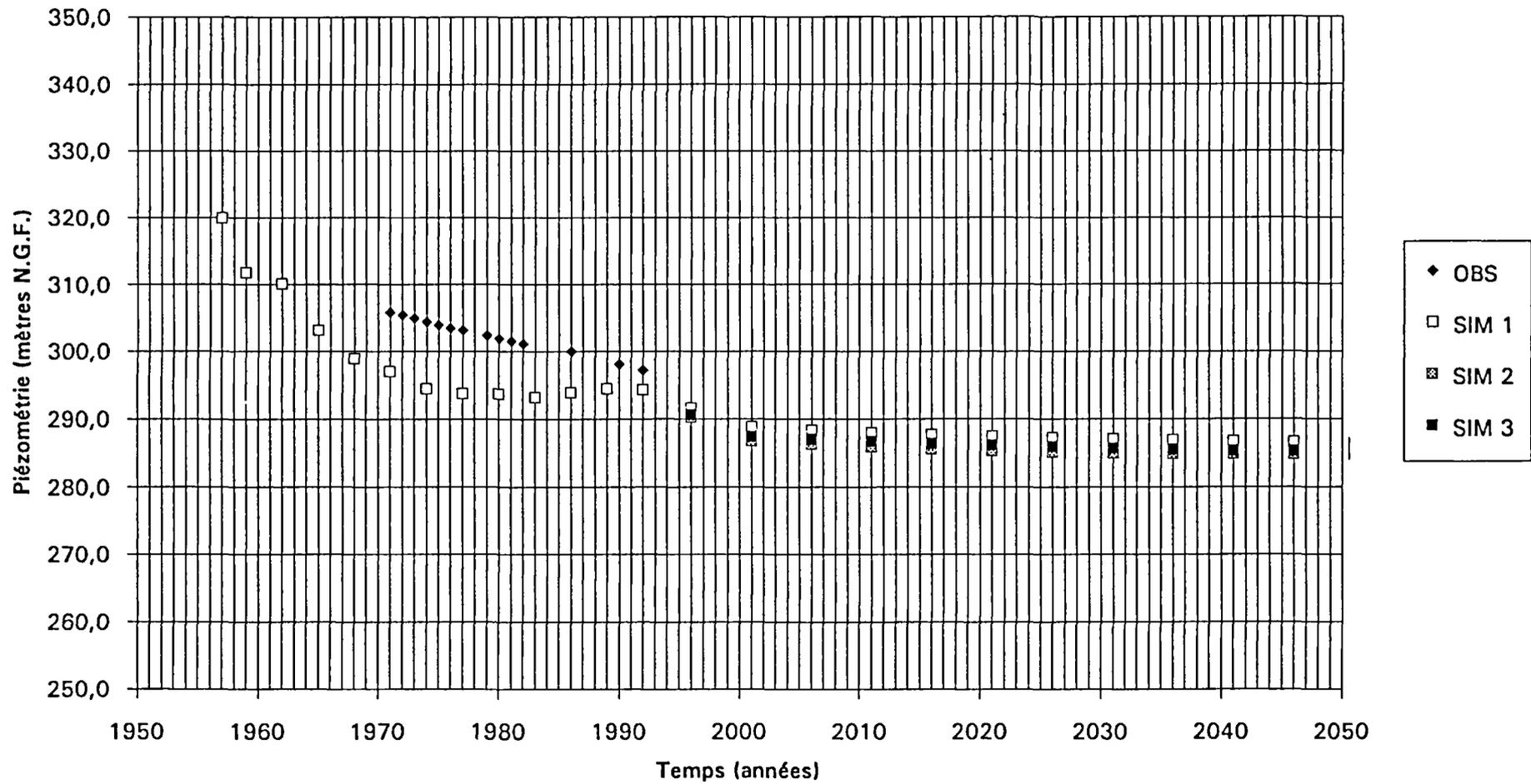


Figure 17

NIVEAUX PIEZOMETRIQUES : GIGNEVILLE

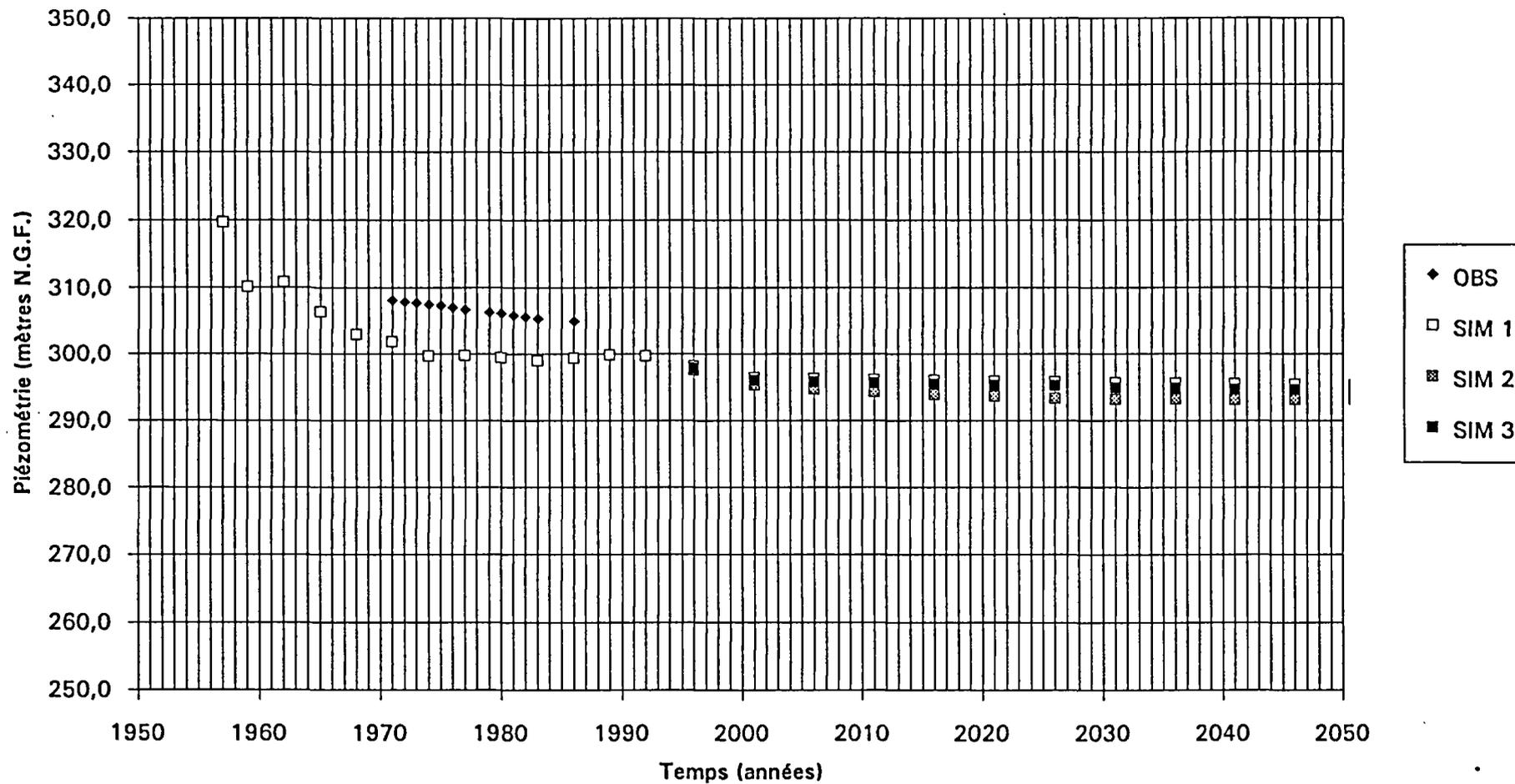


Figure 18

NIVEAUX PIEZOMETRIQUES : BULGNEVILLE

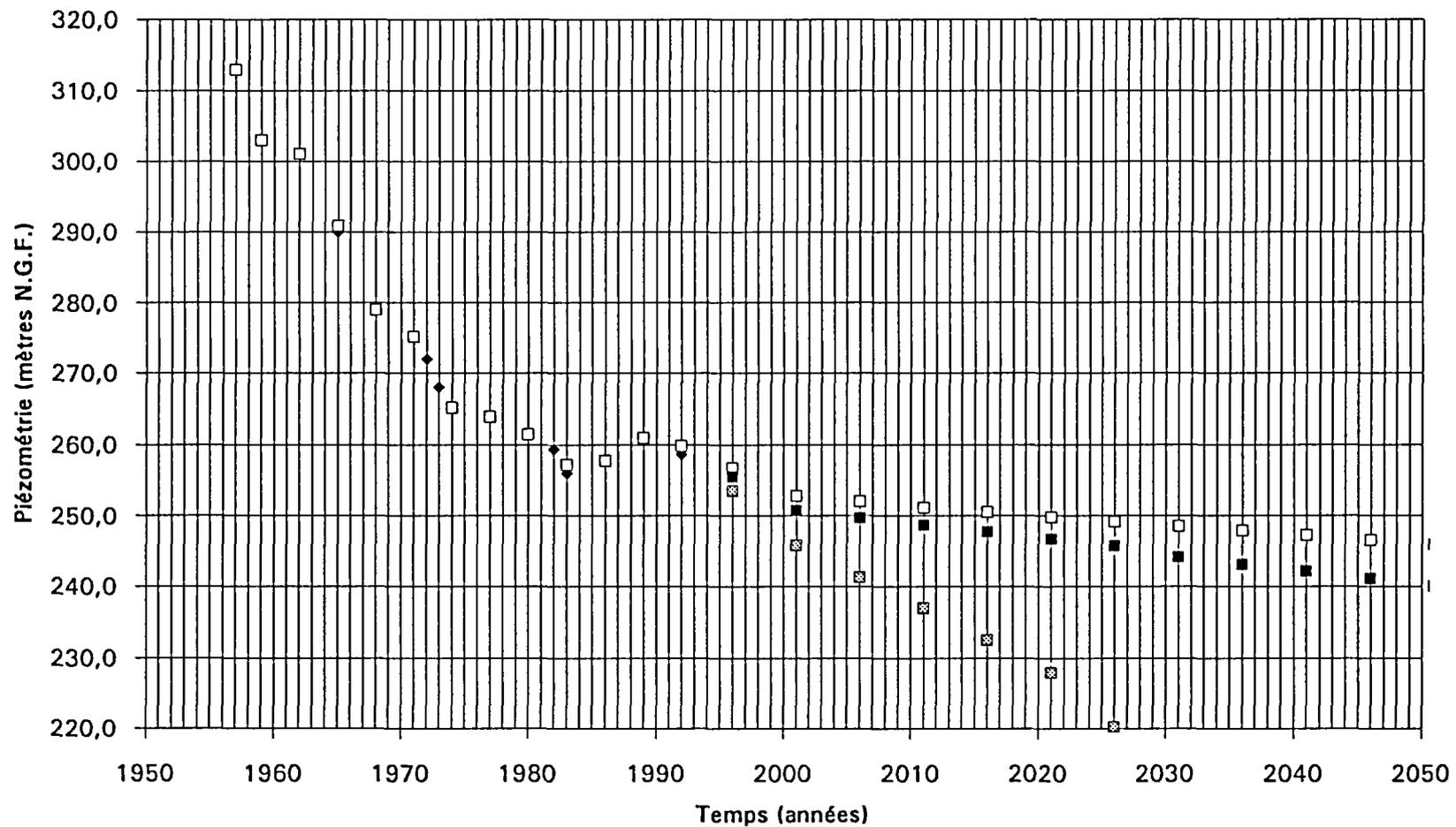


Figure 19

NIVEAUX PIEZOMETRIQUES : RAVENEL 1

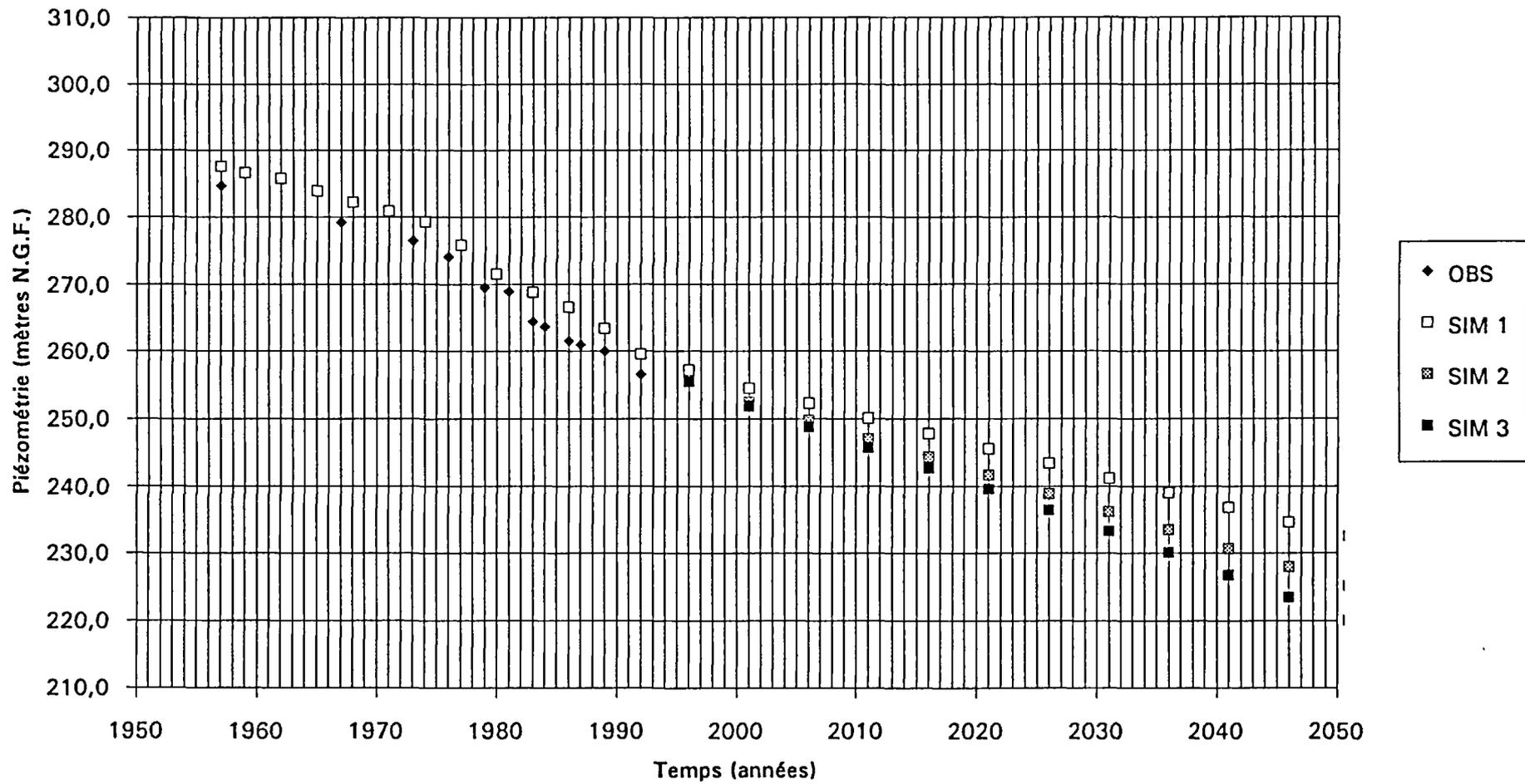


Figure 20

NIVEAUX PIEZOMETRIQUES : MARTIGNY

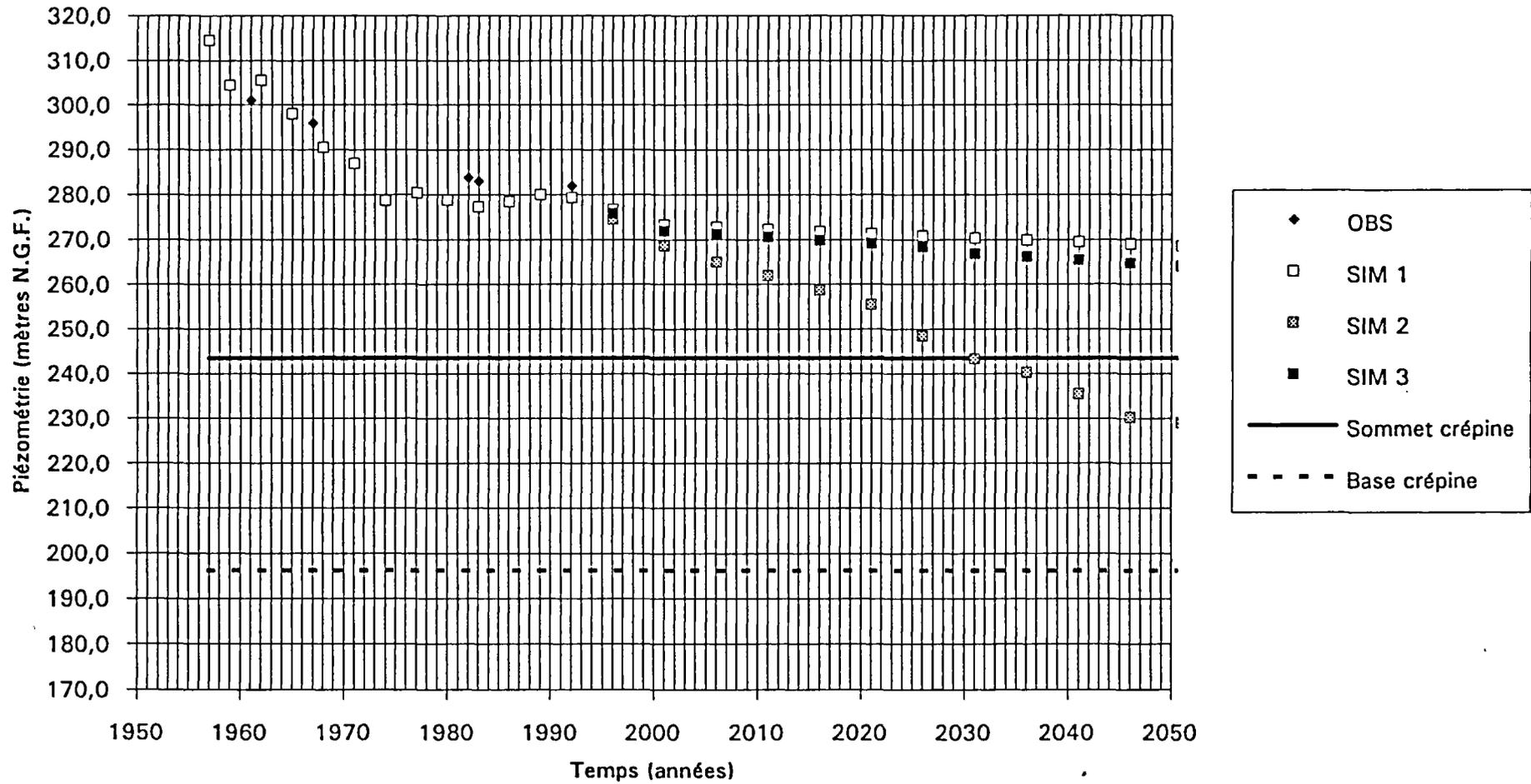


Figure 21

NIVEAUX PIEZOMETRIQUES : VALFROICOURT

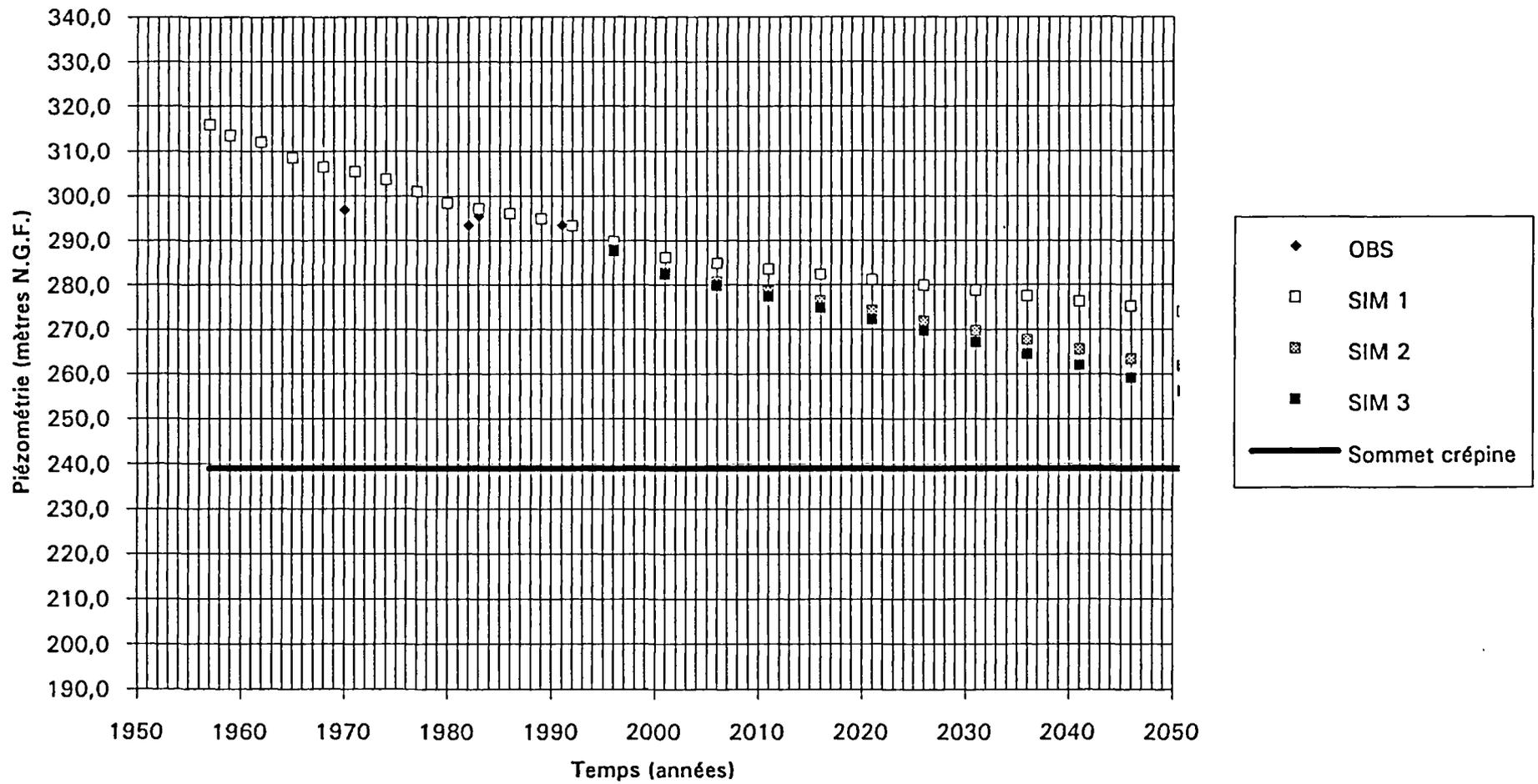


Figure 22

NIVEAUX PIEZOMETRIQUES : VITTEL V

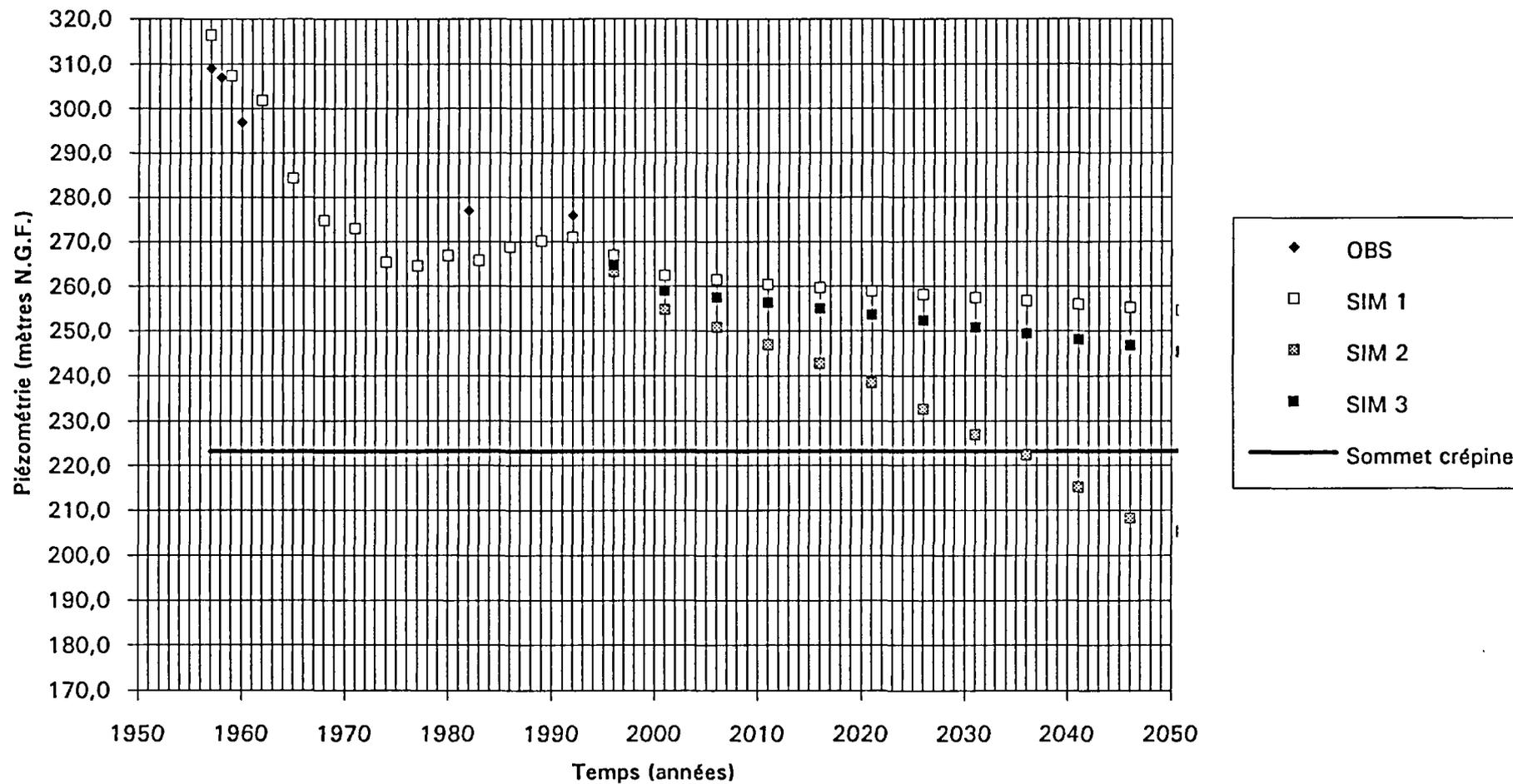


Figure 23

NIVEAUX PIEZOMETRIQUES : CONTREXEVILLE 2

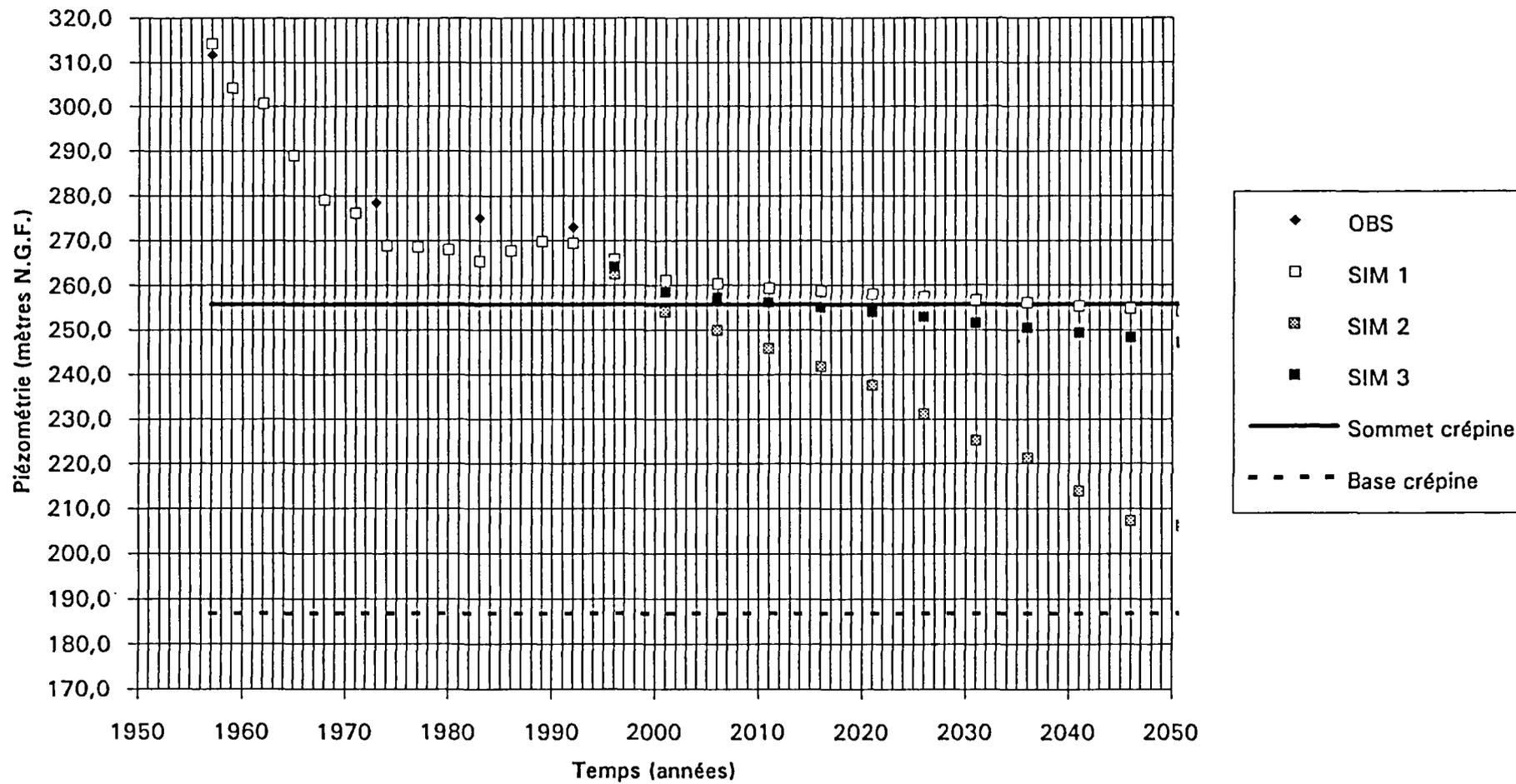


Figure 24

NIVEAUX PIEZOMETRIQUES : VILLE SUR ILLON

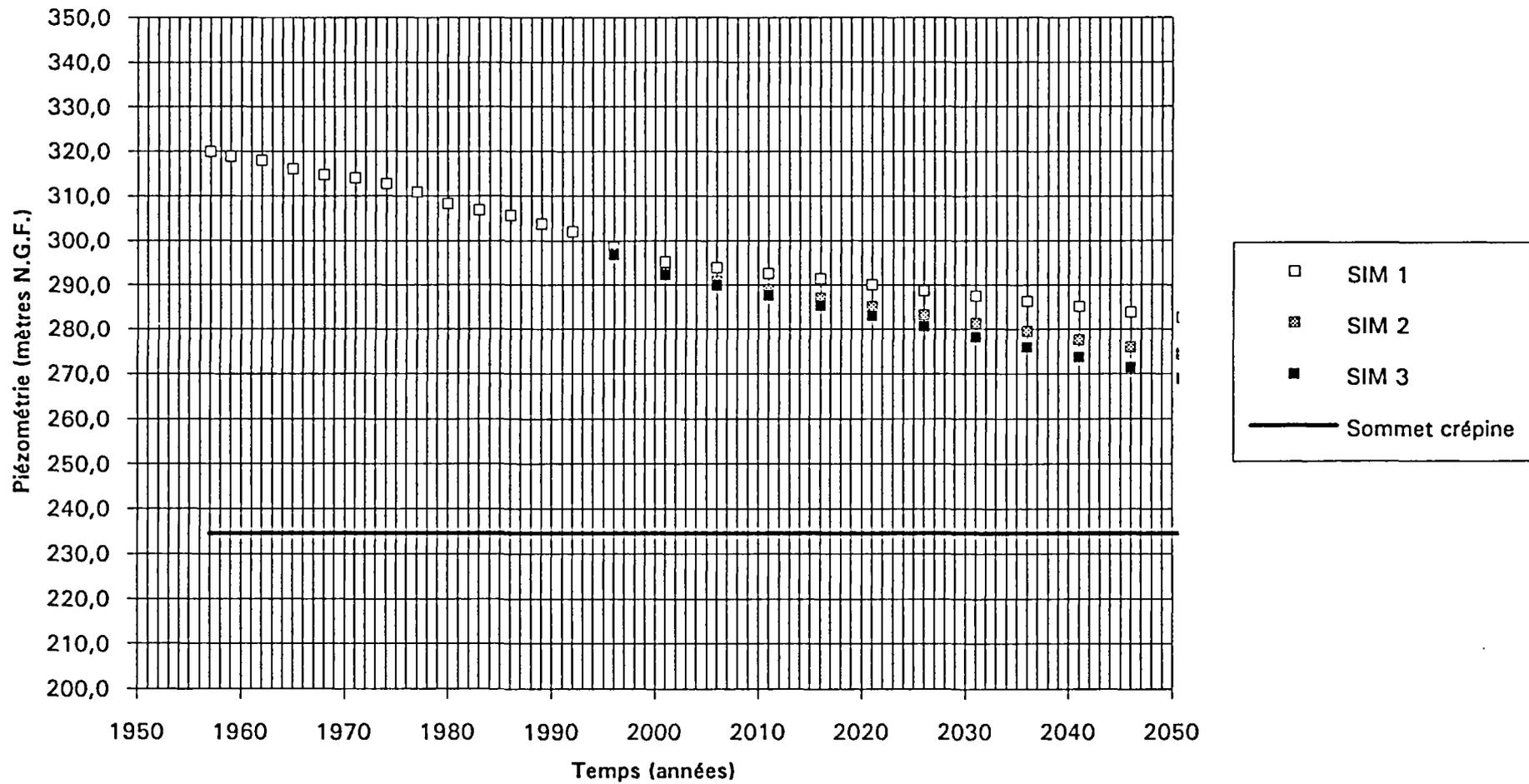


Figure 25

NIVEAUX PIEZOMETRIQUES : OUTRANCOURT 2

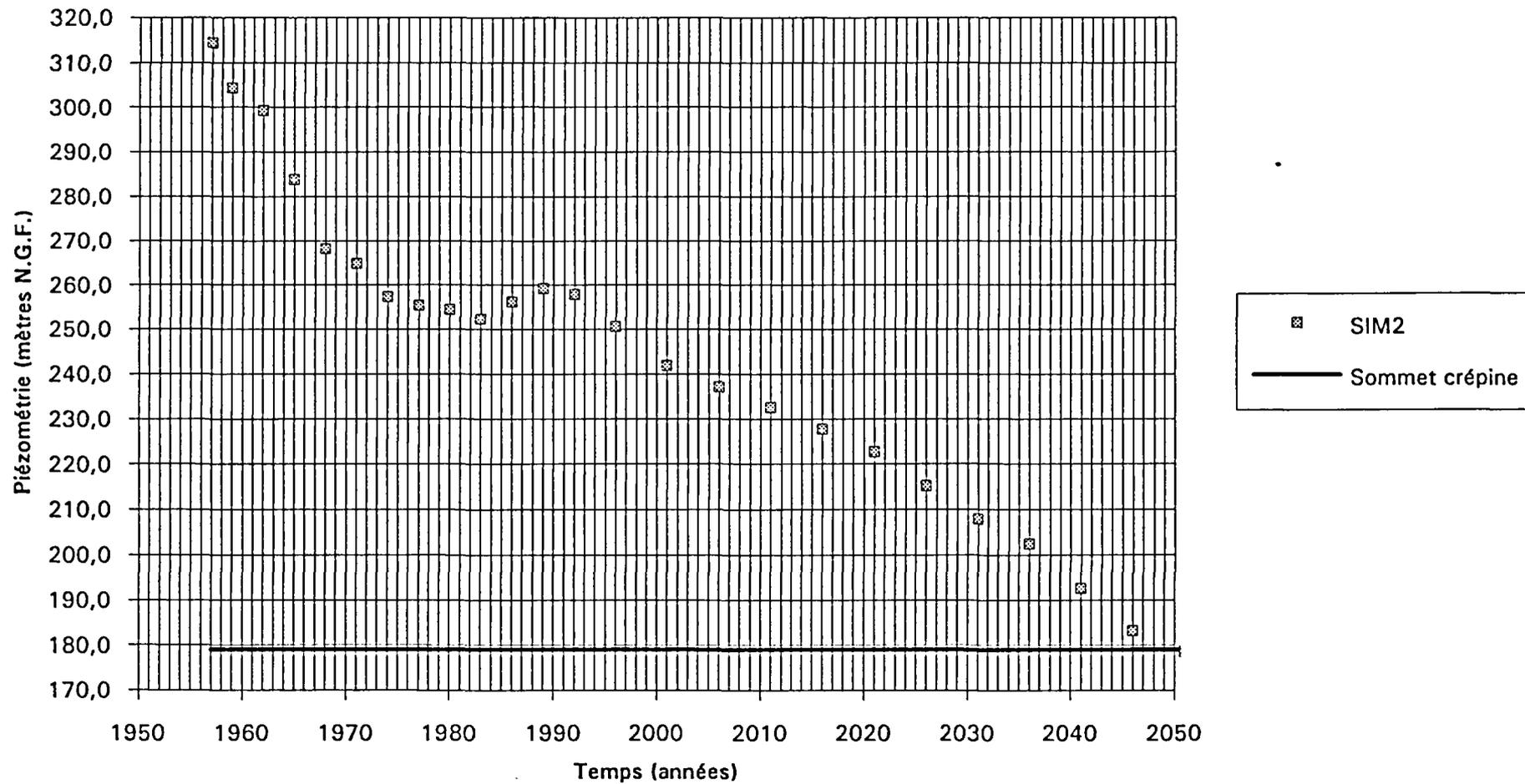


Figure 26

NIVEAUX PIEZOMETRIQUES : EMBOUTEILLAGE SUD 2

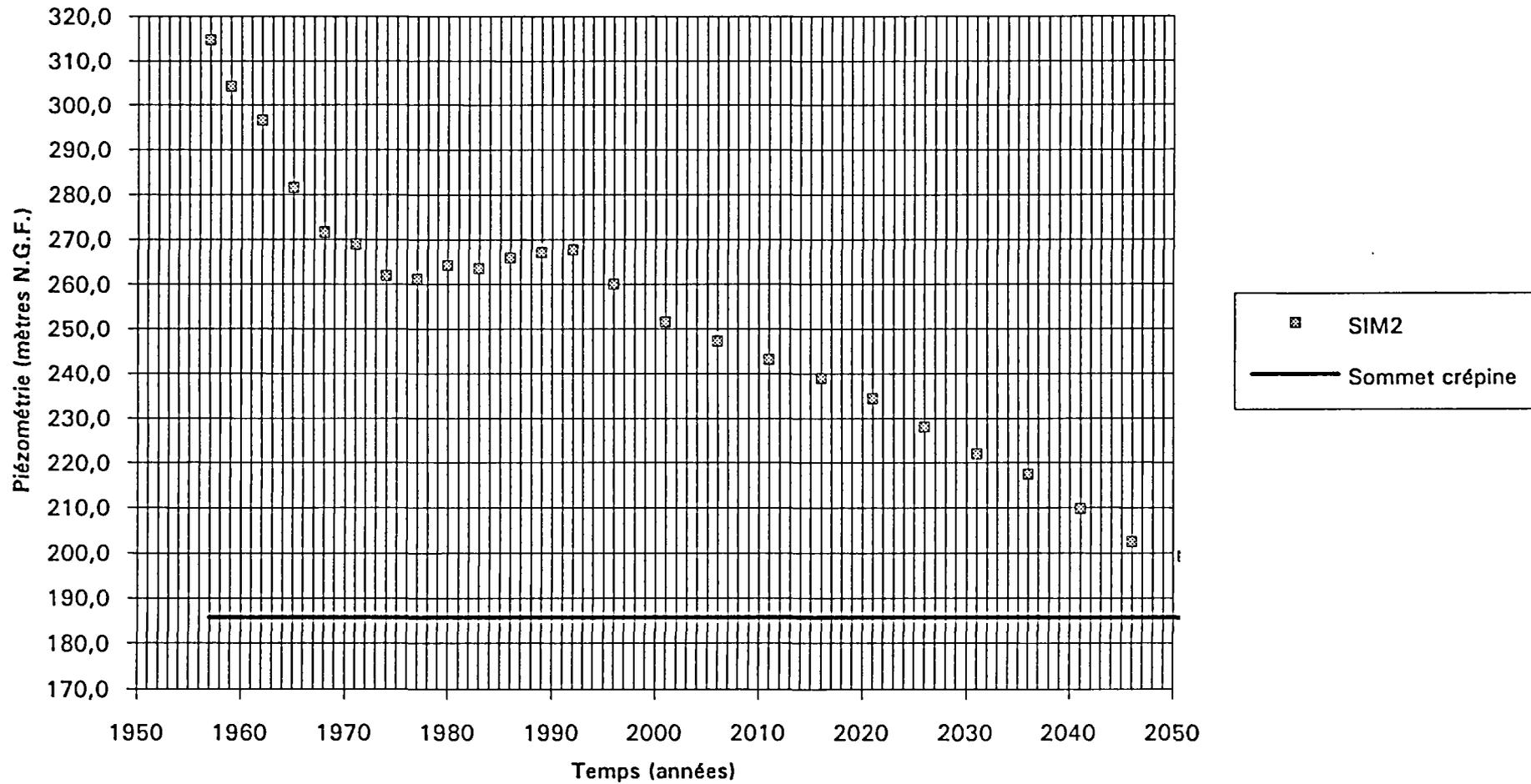


Figure 27

NIVEAUX PIEZOMETRIQUES : CHARMES FLOREMONT

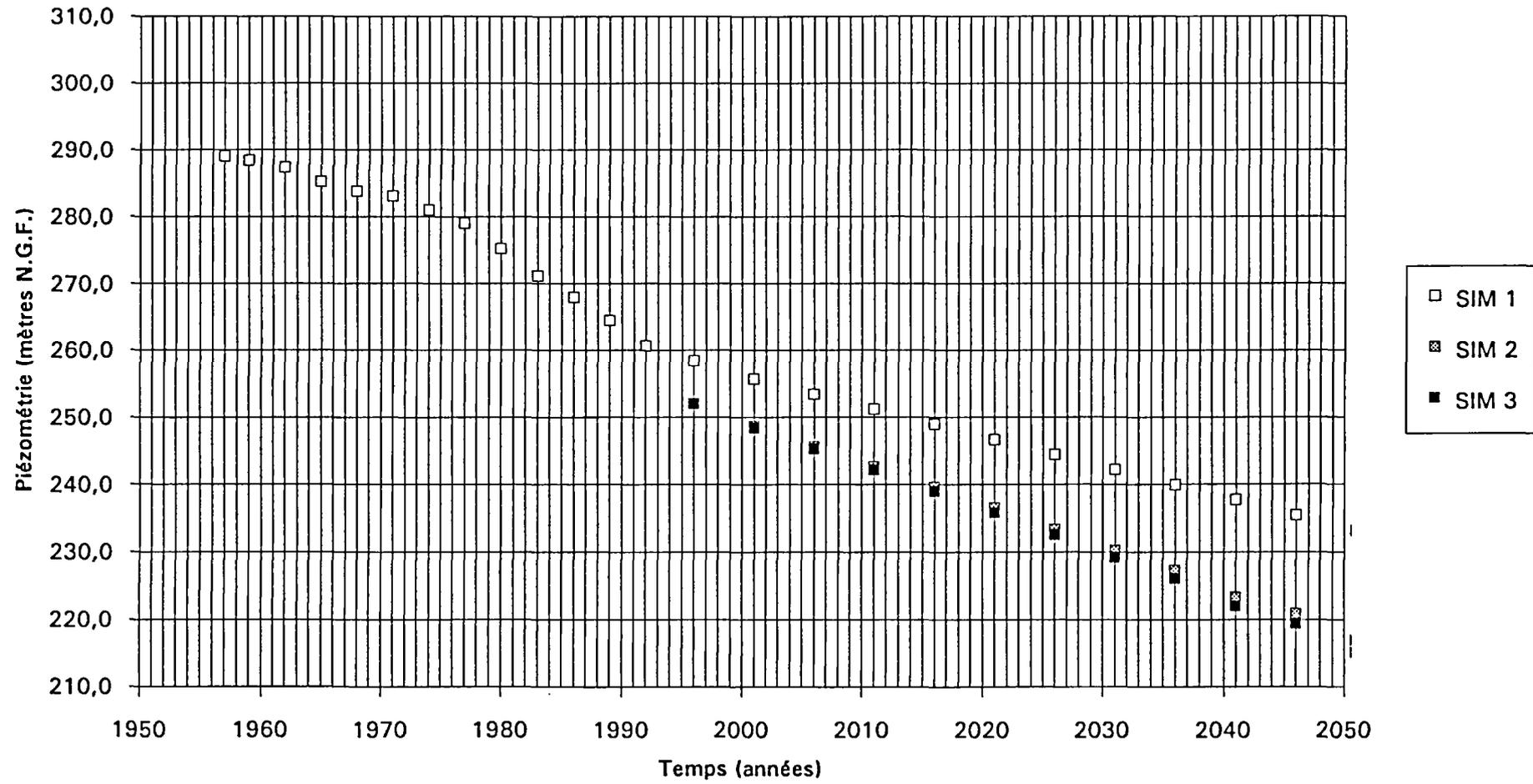


Figure 28

NIVEAUX PIEZOMETRIQUES : BULGNEVILLE AUZAINVILLIERS

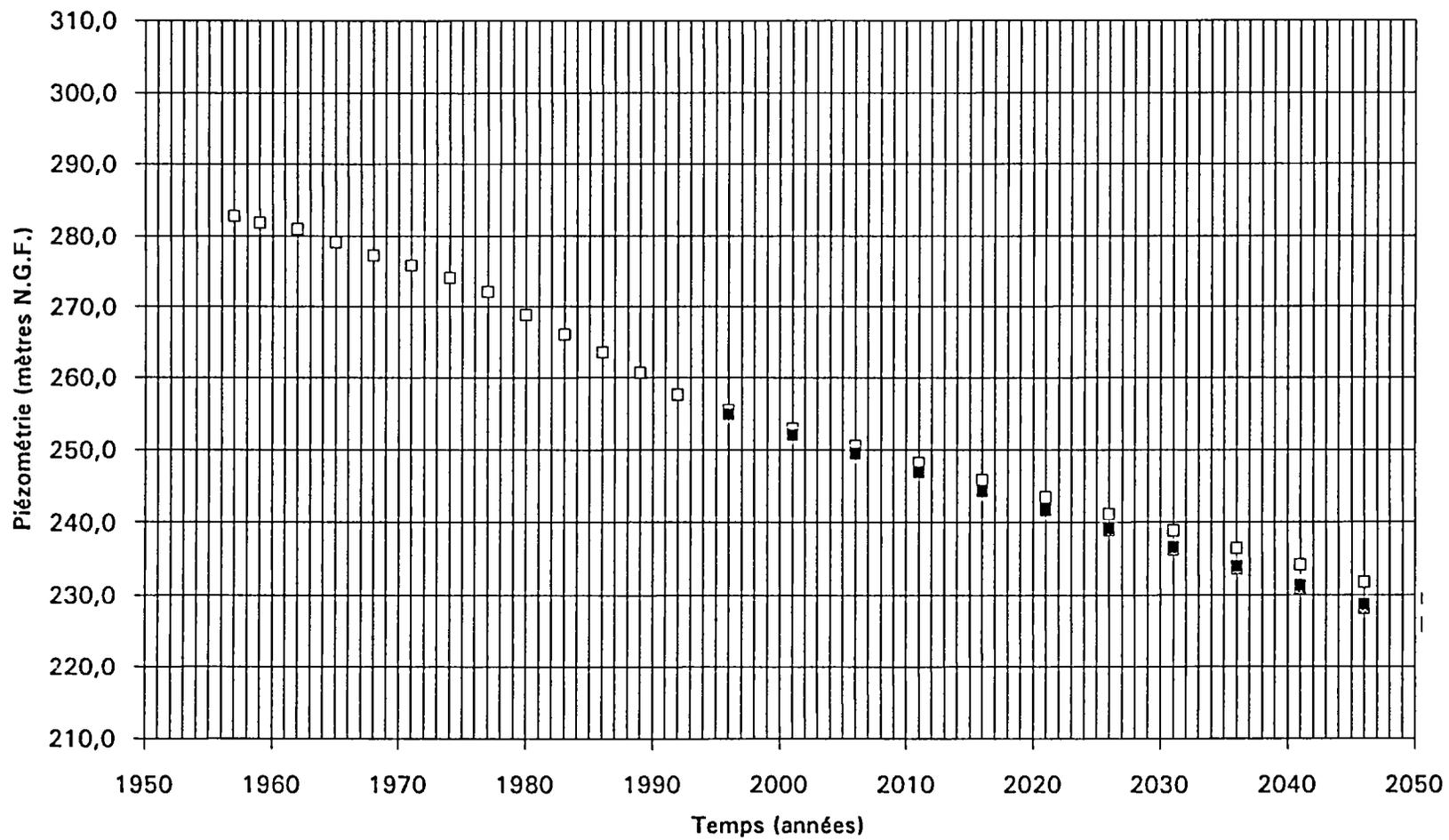


Figure 29

NIVEAUX PIEZOMETRIQUES : SECTEUR DE CHATENOIS

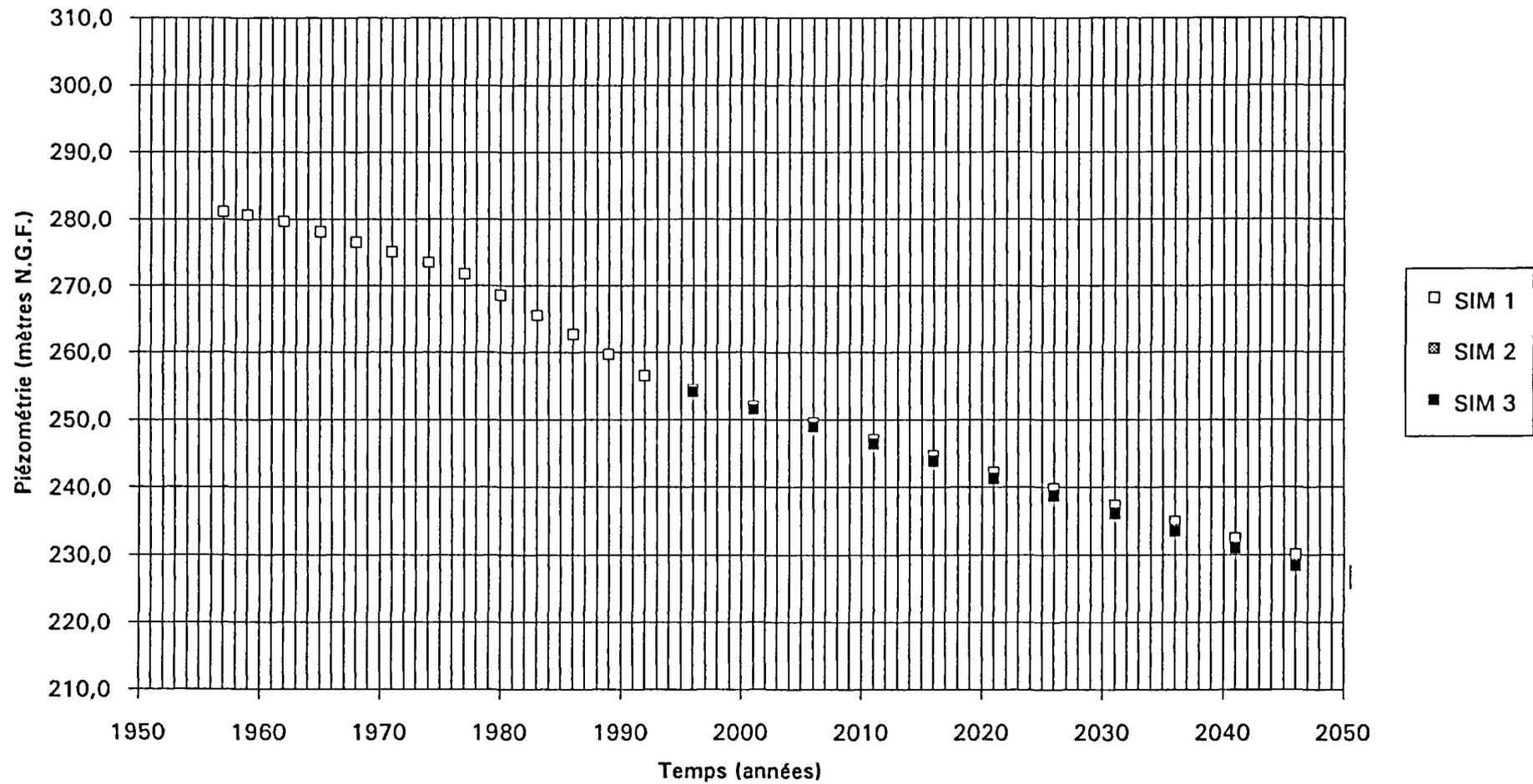


Figure 30

NIVEAUX PIEZOMETRIQUES : SECTEUR VITTEL-MIRECOURT-DOMPAIRE

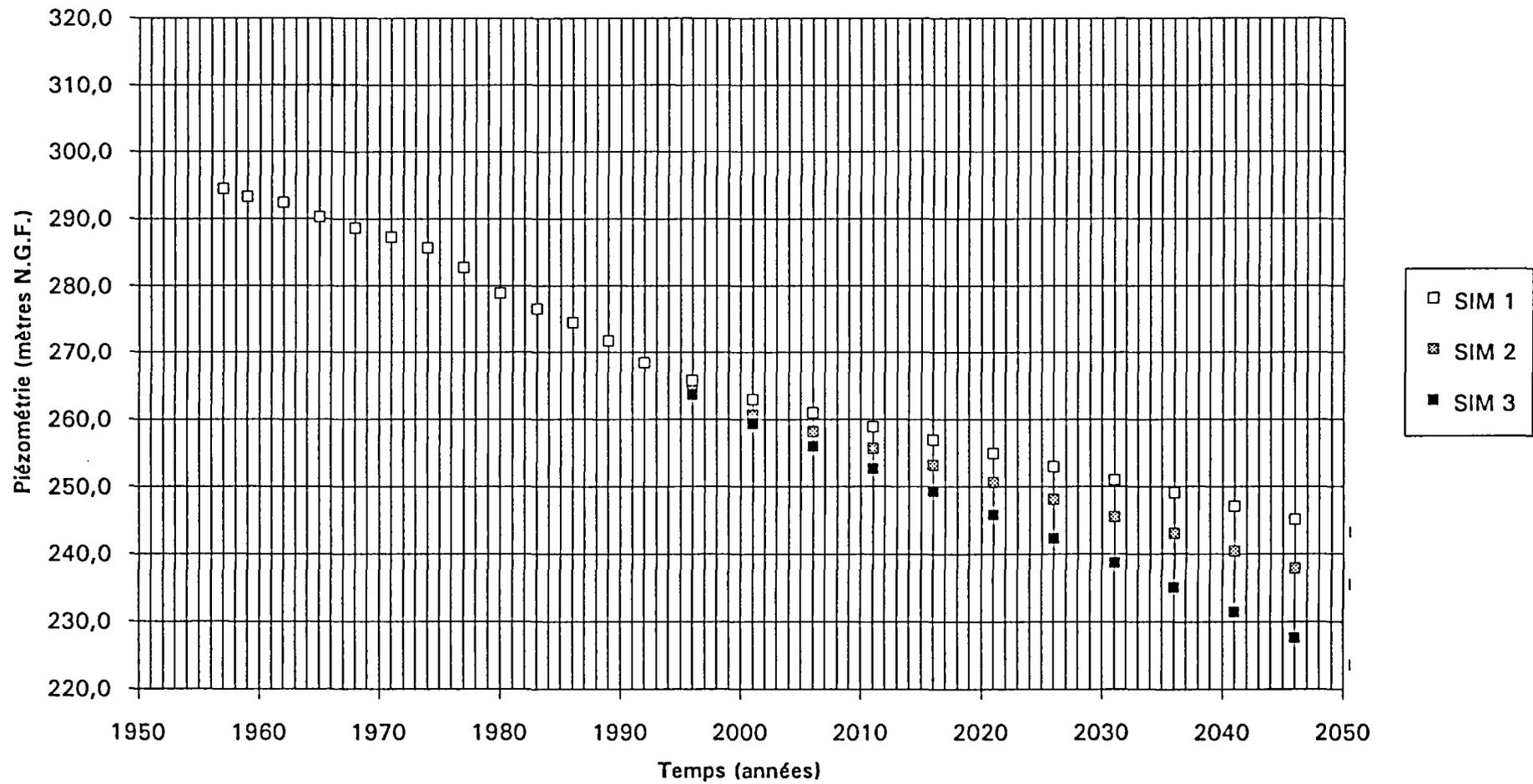


Figure 31

Coupe hydrogéologique synthétique
passant par le secteur de Vittel

N.N.W.

S.S.E.

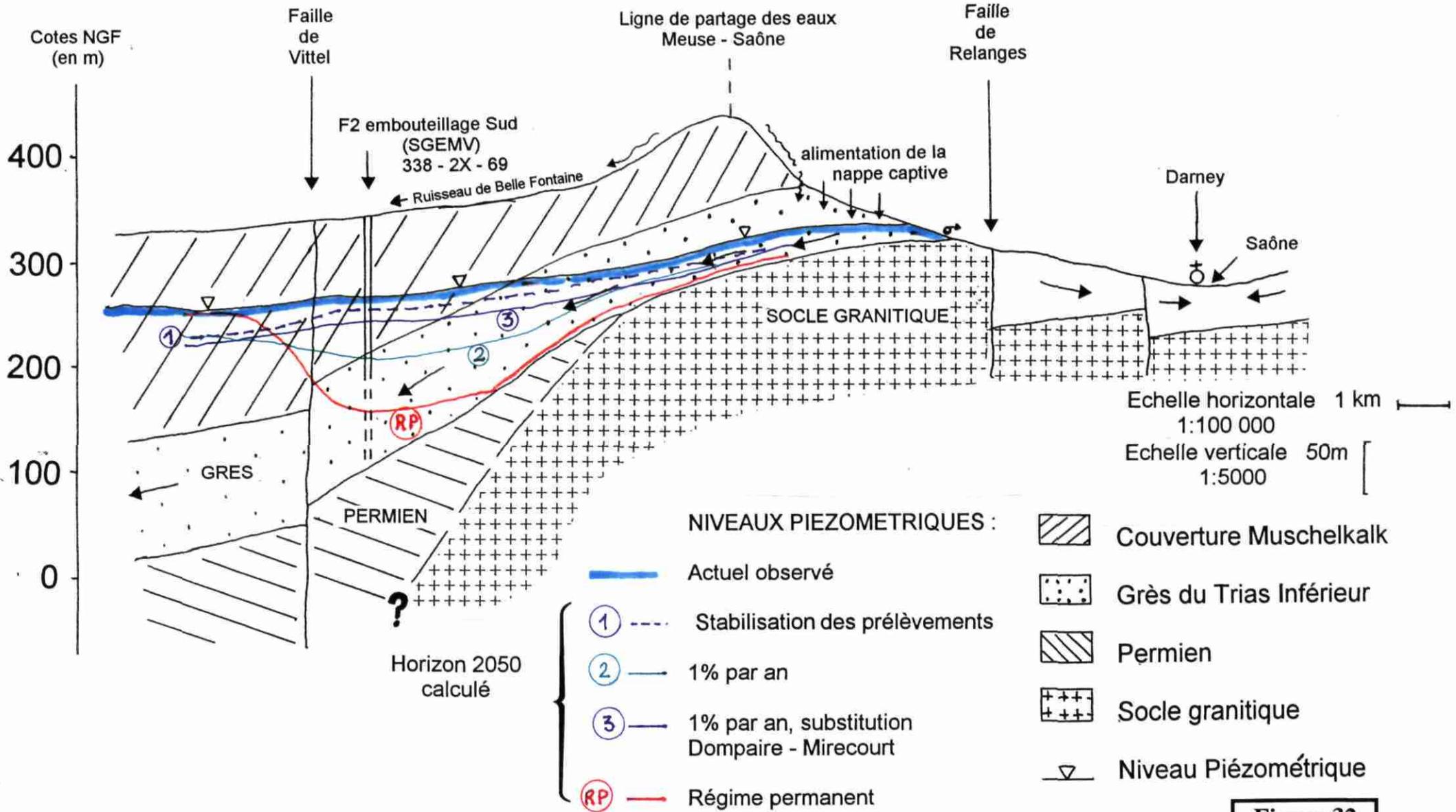


Figure 32

MODELE G.T.I. Vittel - Mirecourt : évolution des apports d'eau salée en contre-gradient (hypothèse 2)
au travers de la faille de Vittel sur l'ensemble du modèle

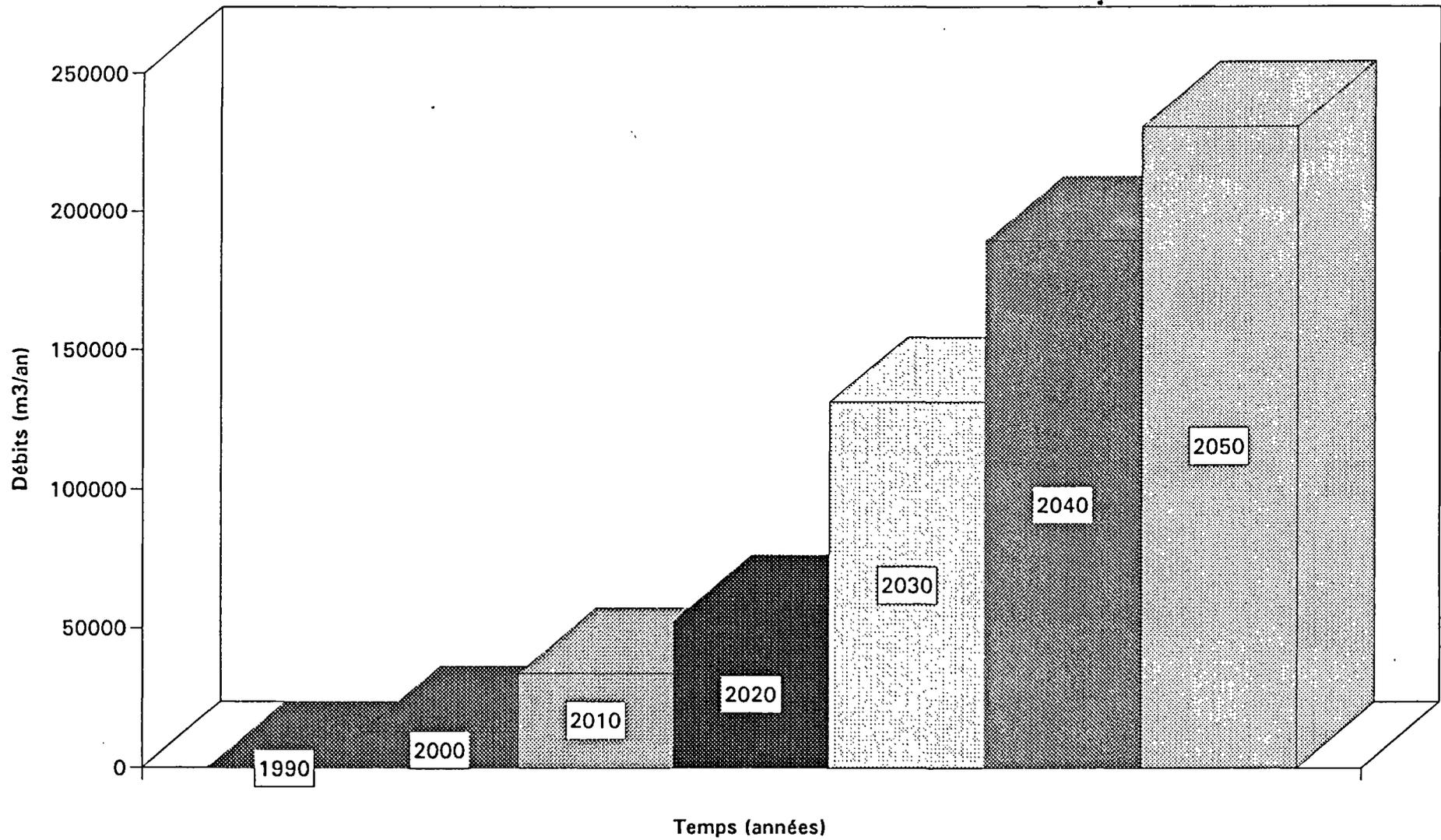


Figure 33

MODELE G.T.I. Vittel-Mirecourt : évolution dans le temps des teneurs en Cl⁻ sur les forages au Sud immédiat de la faille de Vittel (hypothèse 2)

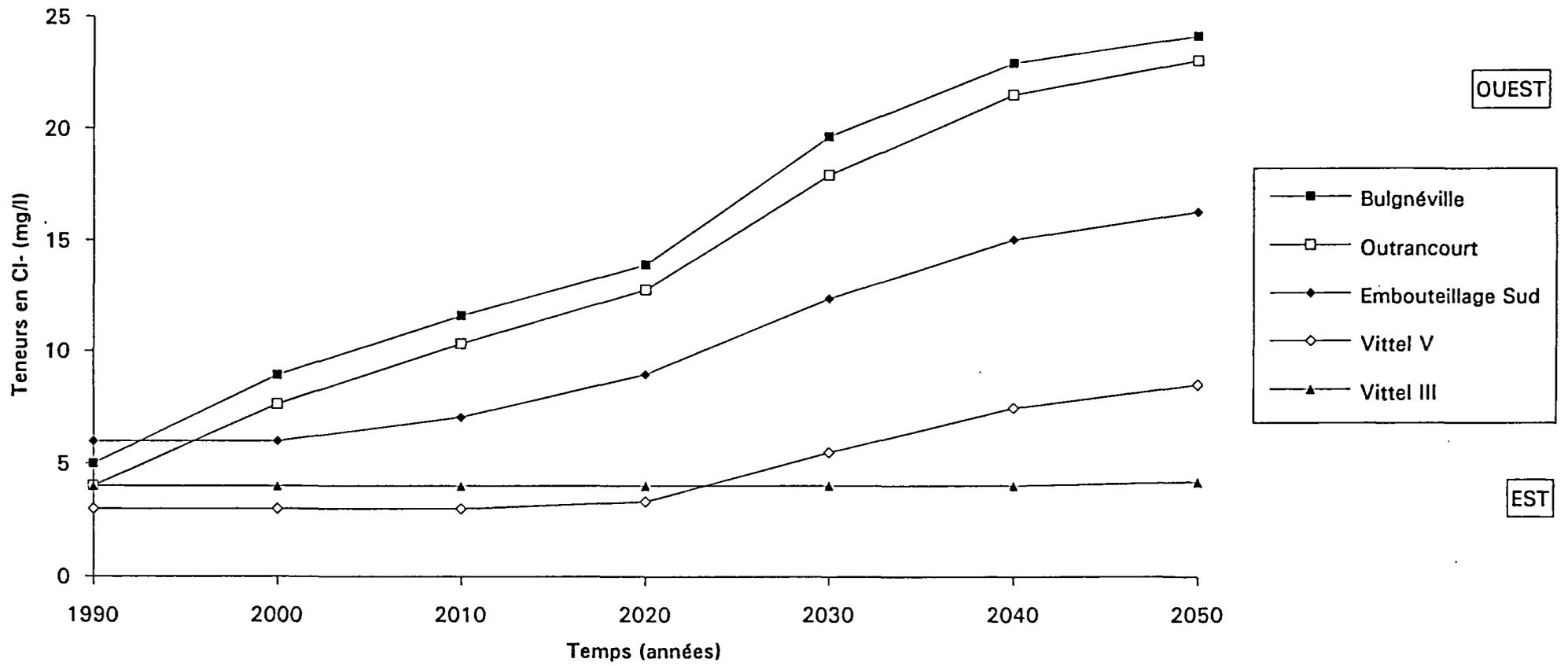


Figure 34

Indices B.R.G.M.	Désignation	Communes	X Lambert I (km)	Y Lambert I (km)	Z N.G.F. (m)	Profondeur du substratum des grès (m)	Profondeur du toit des grès (m)	Cote du substratum des grès (m N.G.F.)	Cote du toit des grès (m N.G.F.)	Epaisseur d'aquifère capté (m)	Transmissivité (m ² /s)
303-8X-1	F1 Ravenel	Mirecourt	879,81	1072,51	298,98	506,9	363,4	-207,9	-64,4	143,5	8,10E-03
303-8X-36	F2 Ravenel	Mirecourt	879,80	1072,60	298,00	503,5	312,0	-205,5	-14,0	191,5	
304-5X-20	F1 communal	Mirecourt	880,38	1074,42	272,00	< 469,0	307,0	< -197,0	-55,0	162,0	6,00E-03
303-8X-19	F2 communal	Mirecourt	879,36	1074,43	277,00	< 470,0	318,0	< -193,0	-41,0	152,0	
304-5X-62	F3 communal	Villers	883,65	1074,65	324,00	< 530,0	376,0	< -206,0	-52,0	154,0	1,14E-03
304-1X-52	F4 communal	Ambacourt	881,20	1079,86	348,00	< 541,3	432,0	< -195,3	-84,0	109,3	1,41E-03
304-2X-18	Forage Syndicat	Florimont	891,48	1080,41	285,00	< 350,0	231,0	< -65,0	54,0	119,0	
304-3X-11	Brasseries	Châmes	893,60	1081,85	272,58	< 307,0	199,0	< -34,4	73,6	108,0	
304-4X-10	Forage communal	Rchaincourt	906,03	1082,18	343,00	< 205,0	137,0	< 138,0	206,0	68,0	5,70E-04
305-1X-31	Forage communal	Ortoncourt	909,62	1082,92	326,00	< 160,0	93,0	< 166,0	233,0	67,0	2,40E-04
305-2X-19	Tissage	Rambervillers	918,40	1080,34	280,00	< 260,0	187,8	< 20,0	92,3	72,3	
338-1X-8	Forage Syndicat (Nantfontaine)	Bulgnéville	860,04	1061,34	353,00	< 358,8	263,0	< -0,8	90,0	90,8	
338-1X-62	Forage Syndicat	Saulxures les Bulgnéville	858,82	1059,96	360,00	< 376,0	276,0	< -16,0	84,0	100,0	9,20E-04
338-1X-66	Fge Synd. Bulgnéville	Auzamvillers	859,26	1064,72	344,00	< 364,5	290,5	< -20,5	53,5	74,0	1,85E-03
338-2X-7	F3 communal Suriamville	Contrexéville	863,71	1057,59	357,11	172,0	125,0	185,1	232,1	47,0	
338-2X-19	F2 communal rte Dombrot	Contrexéville	865,08	1058,26	355,37	158,0	94,4	197,4	261,0	63,6	
338-2X-8	F3 (G.G.S.)	Contrexéville	865,25	1060,21	364,78	222,0	133,0	142,8	231,8	89,0	
338-2X-13	F2 (G.G.S.)	Contrexéville	864,78	1060,06	349,45	223,6	127,0	125,9	222,5	96,6	
338-2X-43	F2 (S.G.E.M.V.) Outrancourt	Contrexéville	864,77	1061,14	329,00	225,0	131,0	104,0	198,0	94,0	
338-2X-46	F.Norroy 1 themes (SGEMV)	Norroy sur Vair	866,74	1064,61	326,00	287,0	189,0	39,0	137,0	98,0	
338-2X-81	F.Norroy 2 themes (SGEMV)	Norroy sur Vair	866,77	1064,64	326,00	285,0	192,0	41,0	134,0	93,0	5,20E-03
338-2X-47	F1 embouteillage Sud	Vittel	867,26	1061,63	351,00	246,0	148,0	105,0	203,0	98,0	8,50E-04
338-2X-69	F2 embouteillage Sud	Vittel	867,07	1061,52	354,00	240,0	151,0	114,0	203,0	89,0	1,02E-03
338-3X-95	F2 (S.G.E.M.V.)	Haréville sous Montfort	872,05	1062,44	377,00	< 251,0	137,0	< 126,0	240,0	114,0	6,50E-04
338-3X-147	F1 (S.G.E.M.V.)	They sous Montfort	870,30	1064,76	363,00	298,0	185,0	65,0	178,0	113,0	9,23E-03
338-3X-6	Station piézo.	Lignéville	869,33	1056,96	395,90	124,5	55,5	271,4	340,4	69,0	1,42E-03
338-3X-41	Fge VI commune Vittel	Lignéville	868,50	1058,43	377,70	165,0	77,5	212,7	300,2	87,5	
338-3X-42	Fge VII commune Vittel	Valleroy le Sec	872,28	1060,84	378,00	< 210,0	98,0	< 168,0	280,0	112,0	1,40E-03
338-3X-51	Fge V commune Vittel	Vittel	868,38	1061,10	348,00	212,0	104,5	136,0	243,5	107,5	
338-3X-52	Fge III commune Vittel	Vittel	869,62	1061,58	350,25	191,0	103,5	159,3	246,8	87,5	
338-3X-94	Fge Synd. Thuillières	Laneuveville sous Montfort	874,10	1064,50	344,00	271,0	140,0	73,0	204,0	131,0	
338-4X-5	Fge Synd. Ableuvenettes 1	Valfroicourt	880,02	1062,48	305,00	< 144,0	28,0	< 161,0	277,0	116,0	2,30E-03
338-4X-39	Fge Synd. Ableuvenettes 2	Valfroicourt	880,16	1062,58	302,00	< 150,0	30,0	< 152,0	272,0	120,0	2,00E-03
338-5X-1	Fge communal Rd. de Fontaine	Martigny les Bains	860,45	1050,63	366,17	161,5	114,0	204,7	252,2	47,5	8,60E-04
338-5X-2	Fge communal	Lamarche	856,85	1046,14	357,00	133,5	107,0	223,5	250,0	26,5	
338-5X-3	Fge Syndicat de l'Anger	Cramvillers	860,35	1055,52	353,50	238,2	161,5	115,3	192,0	76,7	
338-6X-15	Station piézo.	Dombrot le Sec	866,18	1055,41	355,36	130,0	75,5	225,4	279,9	54,5	1,44E-03
338-6X-30	Station piézo.	Lignéville	863,15	1054,47	389,23	< 190,0	135,0	< 199,2	254,2	55,0	
338-6X-31	Station piézo.	Gignéville	866,01	1052,35	372,03	94,5	37,0	277,5	335,0	37,5	8,20E-05
338-8X-22	Fge de Damey	Bonvillet	876,73	1050,80	272,00	< 47,0	0,0	< 225,0	272,0	47,0	1,80E-03
339-1X-40	Fge communal	Ville sur Illon	887,30	1061,26	303,00	< 115,5	52,0	< 187,5	251,0	63,5	5,00E-04
339-1X-1	F1 Laiterie	Ville sur Illon	887,72	1060,00	305,00	< 90,0	22,0	< 215,0	283,0	68,0	
339-1X-44	F2 Laiterie	Ville sur Illon	887,72	1060,60	305,00	< 114,5	52,5	< 190,5	252,5	62,0	
339-2X-2	Fge communal	Dompaire	888,15	1064,60	330,00	< 269,0	154,0	< 61,0	176,0	115,0	
339-3X-30	Dépôt d'ordures	Girancourt	896,68	1057,98	410,00	< 35,2	0,0	< 374,8	410,0	35,2	
374-2X-1	Fge Syndicat	Godoncourt	866,59	1059,33	240,00	36,5	13,0	203,5	227,0	23,5	
374-3X-31	F1 communal	Monthureux	871,71	1043,24	246,00	17,0	0,0	229,0	246,0	17,0	2,00E-03
374-3X-32	F2 communal	Monthureux	870,16	1043,34	265,00	56,0	0,0	209,0	265,0	56,0	2,00E-03
375-3X-7	Fge communal	Bains les Bains	896,33	1043,03	310,00	< 39,0	0,0	< 271,0	310,0	39,0	1,30E-03
337-2X-36	Fromagerie Bongrain	Illoud	840,57	1061,54	327,00	522,0	493,0	-195,0	-166,0	29,0	1,00E-04
374-1X-25	Forage communal	Sérecourt	860,96	1045,33	350,00	99,5	67,5	250,5	282,5	32,0	7,50E-04
303-8X-37	Forage	Baudincourt	876,70	1074,60	293,00	< 460,0	290,0	< 233,0	3,0	170,0	6,00E-03
337-8X-1003	Forage aérodrone de Damblain	Breuvannes en Bassigny	843,21	1047,63	389,00	281,5	261,5	107,5	127,5	20,0	
339-5X-31	Forage Monts Fauilles Uzemain	Esclès	885,83	1055,06	315,00	< 87,0	26,0	< 228,0	289,0	61,0	
338-7X-40	Station piézo.	Relanges	872,96	1053,30	398,00	< 51,0	9,0	< 347,0	389,0	42,0	

Tableau 1 : données concernant les forages aux G.T.I. du secteur de Vittel-Mirecourt (localisation géographique, géométrie de l'aquifère, paramètres hydrodynamiques, niveaux piézométriques, volumes prélevés, qualité des eaux)

Debit spécifique (m³/s/an)	Perméabilité (m/s)	Coefficient d'engorgement	Date de mise en service	Niveau piézométrique moyen 1982 (m)	Niveau piézométrique moyen 1990 (m)	Volume annuel exploité 1937 (m³/an)	Volume annuel exploité 1958 (m³/an)	Volume annuel exploité 1959 (m³/an)	Volume annuel exploité 1960 (m³/an)	Volume annuel exploité 1961 (m³/an)	Volume annuel exploité 1962 (m³/an)	Volume annuel exploité 1963 (m³/an)	Volume annuel exploité 1964 (m³/an)	Volume annuel exploité 1965 (m³/an)	Volume annuel exploité 1966 (m³/an)	Volume annuel exploité 1967 (m³/an)
	5,64E-05		1950		260,29	303587	299913	296240	292566	288893	285219	281546	277872	274199	270525	266852
			1990		260,29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3,70E-05		1974			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1977			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1983	268,16		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4,31E-04	1,55E-05				259,93 (92)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5,22E-04	4,39E-06		1967			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1962			0	0	0	0	219000	219000	219000	219000	219000	219000	219000
5,56E-05	8,38E-06		1980	141,00 (81)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3,58E-06		1974			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1914			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9,86E-04	1,09E-05		1966	259,36	258,80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200000	200000
	9,20E-06		1984		266,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2,50E-05	1,60E-04	1982	263,40	257,90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,89E-04	8,27E-06		1965			0	0	0	0	0	0	0	0	218654	201019	660000
			1958		273,84	146000	146000	146000	146000	146000	146000	146000	146000	146000	0	0
			1968		264,45	0	140700	257300	304400	394000	437700	557500	512600	536200	549200	535400
5,83E-04	6,04E-06		1968		263,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,61E-04	3,84E-06		1961	264,92	259,23	0	0	0	0	0	0	0	500000	500000	500000	500000
5,83E-04	5,95E-06		1974	262,90	256,51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3,44E-05	5,60E-03	1986		257,90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8,67E-06	1,50E-04	1957	279,55	270,33	0	700000	700000	700000	700000	700000	700000	700000	700000	700000	700000
	1,14E-05	1,70E-04	1979	278,00	268,80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5,70E-06		1980	296,62	295,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2,86E-05		1990		256,87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2,05E-05		1971	301,64	298,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6,22E-04	7,11E-06		1968		288,44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1,25E-05		1974		299,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1962	277,00	276,14	0	0	0	0	0	545620	444910	568370	593140	654560	669957
4,22E-04	4,83E-06		1961		279,39	0	0	0	0	0	239315	433853	340105	261608	250179	324585
			1979		262,80 (84)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1,98E-05		1974	293,42	292,26 (88)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1,67E-05		1989		293,39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1,81E-05		1966	283,81	282,30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28720	37320
			1960			0	0	0	24526	26214	27903	29591	31280	32968	32719	36988
6,08E-04	7,93E-06		1968		273,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2,64E-05		1971			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1973	285,26	283,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1,43E-06		1973			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3,83E-05		1977			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7,87E-06		1977			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1957			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1970			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1935			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1976			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1969			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1,18E-04		1980	239,88 (81)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3,57E-05		1980	244,55 (81)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3,33E-05		1977			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3,45E-06	4,00E-03	1992		274,29 (92)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2,34E-05	1,00E-03	1991		291,65 (91)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3,53E-05		1990		260,05 (89)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			1984		356,55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Volume annuel exploité 1968 (m3/an)	Volume annuel exploité 1969 (m3/an)	Volume annuel exploité 1970 (m3/an)	Volume annuel exploité 1971 (m3/an)	Volume annuel exploité 1972 (m3/an)	Volume annuel exploité 1973 (m3/an)	Volume annuel exploité 1974 (m3/an)	Volume annuel exploité 1975 (m3/an)	Volume annuel exploité 1976 (m3/an)	Volume annuel exploité 1977 (m3/an)	Volume annuel exploité 1978 (m3/an)	Volume annuel exploité 1979 (m3/an)	Volume annuel exploité 1980 (m3/an)	Volume annuel exploité 1981 (m3/an)	Volume annuel exploité 1982 (m3/an)	Volume annuel exploité 1983 (m3/an)	Volume annuel exploité 1984 (m3/an)	Volume annuel exploité 1985 (m3/an)
263178	259505	255831	252158	248484	244811	241137	233500	2170000	216000	222000	214000	219096	210000	227000	194000	181000	184000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	641988	624276	606565	588854	571143	553432	535722	518011	500300	482589	490000	60000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	588854	571143	553432	535722	518011	500300	482589	490000	60000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72000	136000	200000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	74000	74000	74000	74000	74000	74000	74000	74000	130085	142195	168435	199115	236623	230488	230369	234654
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17364	21442	22635	21778	23411
0	0	0	0	0	0	0	0	1132	7810	6508	7944	9338	7738	8938	8862	11798	10776
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20000	200000	207314	245783	339664	369350	418070	442760	467401	455050	509050	649850	654532	674182	754907	843141	770881	769691
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85653	85521
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
362090	234510	110400	63196	49357	131675	56060	51581	131209	116120	218240	346900	298290	452198	467099	482000	467243	404786
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
451400	492200	580000	611000	612200	554700	439000	634900	561500	566800	592700	590000	589200	201450	108750	144300	6225	12075
55800	54400	70200	90100	88200	148800	216000	4700	78400	66500	37900	48200	59100	658800	658800	639000	658800	658800
499610	597592	410303	395043	480158	514718	574640	558776	554805	712289	597251	609331	619970	620623	493007	501906	446906	413090
0	0	0	0	0	0	39003	213590	215000	216448	180547	219440	240961	151000	125000	111500	108000	88250
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
700000	700000	700000	700000	510115	772845	717934	666654	543399	426366	306000	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	266607	208355	232793	268231	230375	283097	317522
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
336327	409482	492694	486561	487447	530169	451125	146345	261002	165250	330865	168409	233476	268628	263524	121578	20467	63435
0	0	0	0	0	0	290000	515110	499940	560800	353450	424180	278810	493410	172560	623960	22333	154332
539160	578199	426947	596718	699671	736352	667000	601170	520950	463215	318200	566688	454604	497266	458142	183802	484223	283860
185197	224862	205952	174535	168206	275677	316420	285033	260249	417795	501206	346900	503659	244691	435674	502528	650906	647719
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40000
0	0	0	0	0	0	0	13500	58000	98376	129852	151288	165860	171887	204550	205603	221220	251000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34060	50320	40470	42120	420000	50940	58070	49846	61921	59662	70142	75907	59598	59206	59717	65772	67252	72064
35414	35209	34090	47679	44833	53729	47947	50494	66318	55621	59880	52700	59411	56914	58338	59762	61187	62611
3343	263036	573814	588620	628700	650671	624651	366175	541329	524931	556949	527550	526618	349654	352039	278026	201985	231607
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6760	22700	42304	76095	72461	116787	146310
0	0	0	0	0	0	0	0	0	32247	33025	25781	30048	20450	32050	33402	37116	36413
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	14500	14600	14600	14600	14600	14600	14600	14600	14600	20550	18000	25600	14600	14600	14600	14600
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	35198	35625	36051	36477	36903	37329	37755	38181	38607	39033	39459	39885	40311	40737	38849	43001	42372
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	42500	42500	42500	42500	42500	42500	42500	42500	42500
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valeurs en italiques : volumes annuels estimés

Volume annuel exploité 1986 (m3/an)	Volume annuel exploité 1987 (m3/an)	Volume annuel exploité 1988 (m3/an)	Volume annuel exploité 1989 (m3/an)	Volume annuel exploité 1990 (m3/an)	Volume annuel exploité 1991 (m3/an)	Ca++ (mg/l) campagne 1991	Mg++ (mg/l) campagne 1991	Na+ (mg/l) campagne 1991	K+ (mg/l) campagne 1991	SO4- (mg/l) campagne 1991	CO3- (mg/l) campagne 1991	HCO3- (mg/l) campagne 1991	Cl- (mg/l) campagne 1991
222000	202000	189000	197000	178000	58000								
0	0	0	0	57000	123000								
75000	380000	361500	410000	340000	365000								
75000	380000	361500	410000	340000	365000								
430000	380000	400000	440000	420000	430000								
0	0	0	0	0	0	48,1	17,0	36,5	7,8	66,0	0,0	188,0	35,8
238827	282402	252420	302279	293796	316775								
0	0	0	obture	obture	obture								
24399	23188	25098	24489	24489	27162								
11861	8693	11200	11559	11474	12219								
0	obture	obture	obture	obture	obture								
746969	691804	625375	679419	684747	777046	108,0	22,2	12,5	5,8	180,0	0,0	236,0	5,2
82997	76867	69486	75491	76083	86338	95,0	20,2	26,3	5,8	152,0	0,0	243,0	14,2
0	0	0	0	0	0								
392811	378001	375525	411595	416021	394530	71,0	17,4	19,9	3,4	76,0	0,0	236,0	10,7
0	0	0	0	0	0								
5250	22500	4125	3150	15600	4160								
658800	639000	658800	658800	646200	651120	69,0	16,4	15,0	3,9	72,0	0,0	226,0	6,4
449086	394594	342096	444116	470369	458988	98,0	21,8	8,8	5,2	132,0	0,0	258,0	4,2
0	0	0	0	0	0								
118636	110449	173933	95872	162315	254263	92,0	9,3	415,0	17,0	415,0	0,0	238,0	393,0
0	0	0	0	0	0	67,0	15,9	12,5	3,7	72,0	0,0	211,0	7,9
327865	361516	369935	295248	305506	273795	96,0	20,3	8,6	4,9	118,0	0,0	260,0	4,1
0	0	0	0	0	0								
0	0	0	0	0	0	93,0	12,5	235,0	11,4	314,0	0,0	207,0	217,0
0	0	0	0	0	0								
187167	159950	33401	119014	47213	89959	79,0	16,4	4,8	4,0	80,0	0,0	226,0	3,2
131777	89243	201638	57192	97696	42549	68,0	15,8	12,3	3,9	65,0	0,0	224,0	7,9
433142	391023	269233	249294	191941	224754	79,0	16,4	4,8	4,0	80,0	0,0	226,0	3,2
305760	446088	622865	639383	615084	586359	70,0	13,7	8,1	3,7	74,0	0,0	199,0	4,1
46355	46409	43306	26415	13777	10748	59,0	11,4	56,0	7,2	102,0	0,0	167,0	51,0
241000	240000	249000	174067	38373	0								
0	0	0	0	144542	261707	51,0	11,7	21,2	4,1	59,0	0,0	162,0	20,2
76772	76841	78039	82559	79921	79584	75,0	15,6	11,8	4,0	80,0	0,0	221,0	5,8
64035	65459	69442	84807	73454	80817								
193723	200661	211485	199361	196271	201675	73,0	16,9	14,6	3,8	82,0	0,0	223,0	8,9
0	0	0	0	0	0								
0	0	0	0	0	0								
0	0	0	0	0	0								
144140	105394	55552	42201	60573	30968								
37264	38657	36104	31402	33754	37888								
0	0	0	0	0	0								
14600	14600	14600	14600	14600	14600								
0	0	0	0	0	0								
0	0	0	0	0	0								
46639	41121	40465	43493	45581	44288								
0	0	0	0	0	0								
0	0	308	34067	6938	4680								
42500	42500	42500	42500	42500	56333								
0	0	0	0	0	0	609,2	87,5	247,5	28,0	2150,0	0,0	109,0	103,0
0	0	0	0	6350	12781	93,0	16,6	16,3	5,3	130,0	0,0	229,0	6,9
0	0	0	0	64767	184496								
0	0	0	0	0	0								
88095	139625	190831	173886	161117	154068	12,0	3,4	2,0	2,9	2,0	0,0	49,0	3,6
0	0	0	0	0	0								

Pas de temps	Années	ENTREES					SORTIES					BILAN (*)					
		Infiltration + drainance	Potentiels Imposés	Débts Imposés	Déstockage	Total	Débordement	Potentiels Imposés	Débts Imposés	Stockage	Total	Infiltration + drainance	Potentiels Imposés	Débts Imposés	Débordement	Stockage - déstockage	Résiduel
0	1957	5584700	3378	0	0	5588078	1426800	3681800	449590	0	5558190	5584700	-3678422	-449590	-1426800	0	29888
1	1959	5584700	7344	0	0	5592044	874930	2738400	868100	1071300	5552730	5584700	-2731056	-868100	-874930	-1071300	39314
2	1962	5584700	6496	0	0	5591196	538520	2897900	1547000	572760	5556180	5584700	-2891404	-1547000	-538520	-572760	35016
3	1965	5584700	6935	0	320920	5912555	373730	2664400	2838100	0	5874230	5584700	-2657465	-2838100	-373730	320920	38325
4	1968	5584700	7655	0	1145600	6737955	303610	2648600	3745900	0	6698110	5584700	-2640945	-3745900	-303610	1145600	39845
5	1971	5584700	7189	0	1551400	7143289	260130	2915500	3927200	0	7102830	5584700	-2908312	-3927200	-260130	1551400	40459
6	1974	5584700	12012	0	2326900	7923612	203290	2889900	4790300	0	7883490	5584700	-2677898	-4790300	-203290	2326900	40122
7	1977	5584700	69923	0	2595500	8250123	127630	2341300	5740300	0	8209230	5584700	-2271377	-5740300	-127630	2595500	40893
8	1980	5584700	178130	0	2923500	8686330	25371	2192500	6425800	0	8643671	5584700	-2014370	-6425800	-25371	2923500	42659
9	1983	5584700	221940	0	3257300	9063940	0	2528400	6491500	0	9019900	5584700	-2306460	-6491500	0	3257300	44040
10	1986	5584700	223320	0	3278500	9086520	0	3049000	5994800	0	9043800	5584700	-2825660	-5994800	0	3278500	42720
11	1989	5584700	267500	0	3377100	9229300	0	3242600	6018100	0	9260700	5584700	-2975100	-6018100	0	3377100	-31400
12	1992	5584700	354060	0	3670200	9608960	0	3240400	6407800	0	9648200	5584700	-2886340	-6407800	0	3670200	-39240
13	1996	5584700	370190	0	3526200	9481090	0	3109100	6407800	0	9516900	5584700	-2738910	-6407800	0	3526200	-35810
14	2001	5584700	384530	0	3503300	9472530	0	3017900	6407800	0	9425700	5584700	-2633370	-6407800	0	3503300	46830
15	2006	5584700	359440	0	3685400	9629540	0	3140400	6407800	0	9548200	5584700	-2780960	-6407800	0	3685400	81340
16	2011	5584700	333180	0	3877500	9795380	0	3271100	6407800	0	9878900	5584700	-2937920	-6407800	0	3877500	116480
17	2016	5584700	305800	0	4039000	9929300	0	3407000	6407800	0	9814800	5584700	-3101400	-6407800	0	4039000	114500
18	2021	5584700	280210	0	4219400	10084310	0	3532400	6407800	0	9940200	5584700	-3252190	-6407800	0	4219400	144110
19	2026	5584700	252900	0	4381100	10218700	0	3670800	6407800	0	10078600	5584700	-3417900	-6407800	0	4381100	140100
20	2031	5584700	226000	0	4542400	10353100	0	3806500	6407800	0	10214300	5584700	-3580500	-6407800	0	4542400	138800
21	2036	5584700	199990	0	4703800	10488490	0	3942300	6407800	0	10350100	5584700	-3742310	-6407800	0	4703800	138390
22	2041	5584700	180830	0	4865000	10630530	0	4084900	6407800	0	10492700	5584700	-3904070	-6407800	0	4865000	137830
23	2046	5584700	161680	0	5026100	10772480	0	4227400	6407800	0	10635200	5584700	-4065720	-6407800	0	5026100	137280
24	2051	5584700	142530	0	5187500	10914730	0	4369900	6407800	0	10777700	5584700	-4227370	-6407800	0	5187500	137030

(*) Valeurs positives : entrées. Valeurs négatives : sorties.

Tableau 2 : BILAN DES DEBITS - SIMULATION 1

Pas de temps	Années	ENTREES					SORTIES					BILAN (*)					
		Infiltration + drainance	Potentiels Imposés	Débits Imposés	Déstockage	Total	Débordement	Potentiels Imposés	Débits Imposés	Stockage	Total	Infiltration + drainance	Potentiels Imposés	Débits Imposés	Débordement	Stockage déstockage	Résiduel
0	1957	5584700	3378	0	0	5588078	1426800	3881800	449590	0	5558190	5584700	-3678422	-449590	-1426800	0	29888
1	1959	5584700	7344	0	0	5592044	874930	2738400	868100	1071300	5552730	5584700	-2731056	-868100	-874930	-1071300	39314
2	1982	5584700	6496	0	0	5591198	538520	2897900	1547000	572760	5558180	5584700	-2891404	-1547000	-538520	-572760	35016
3	1965	5584700	6935	0	320920	5912555	373730	2684400	2838100	0	5874230	5584700	-2657465	-2838100	-373730	320920	38325
4	1968	5584700	7655	0	1145600	6737955	303610	2648600	3745900	0	6698110	5584700	-2840945	-3745900	-303610	1145600	39845
5	1971	5584700	7189	0	1551400	7143289	260130	2915500	3927200	0	7102830	5584700	-2908312	-3927200	-260130	1551400	40459
6	1974	5584700	12012	0	2326900	7923612	203290	2889900	4790300	0	7883490	5584700	-2877888	-4790300	-203290	2326900	40122
7	1977	5584700	69923	0	2595500	8250123	127630	2341300	5740300	0	8209230	5584700	-2271377	-5740300	-127630	2595500	40893
8	1980	5584700	178130	0	2923500	8686330	25371	2192500	6425800	0	8643671	5584700	-2014370	-6425800	-25371	2923500	42659
9	1983	5584700	221940	0	3257300	9063940	0	2528400	6491500	0	9019900	5584700	-2306460	-6491500	0	3257300	44040
10	1986	5584700	223320	0	3278500	9086520	0	3049000	5994800	0	9043800	5584700	-2825680	-5994800	0	3278500	42720
11	1989	5584700	267500	0	3377100	9229300	0	3242600	6018100	0	9260700	5584700	-2975100	-6018100	0	3377100	-31400
12	1992	5584700	354060	0	3670200	9608960	0	3240400	6407800	0	9648200	5584700	-2886340	-6407800	0	3670200	-39240
13	1996	5584700	598880	0	3918400	10101980	0	2272900	7864700	0	10137600	5584700	-1674020	-7864700	0	3918400	-35820
14	2001	5584700	734820	0	4139500	10459020	0	2052600	8265900	0	10318500	5584700	-1317780	-8265900	0	4139500	140520
15	2006	5584700	770450	0	4546100	10901250	0	2025700	8687500	0	10713200	5584700	-1255250	-8687500	0	4546100	188050
16	2011	5584700	807010	0	4917900	11309610	0	1997200	9130700	0	11127900	5584700	-1190190	-9130700	0	4917900	181710
17	2016	5584700	849820	0	5303100	11737620	0	1963600	9596400	0	11580000	5584700	-1113780	-9596400	0	5303100	177620
18	2021	5584700	897840	0	5702300	12184840	0	1924600	10088000	0	12010600	5584700	-1026780	-10088000	0	5702300	174240
19	2026	5584700	975290	0	6276500	12836490	0	1864000	10599000	0	12483000	5584700	-888710	-10599000	0	6276500	373490
20	2031	5584700	1046800	0	6803400	13434900	0	1813600	11189000	0	13002600	5584700	-766800	-11189000	0	6803400	432300
21	2036	5584700	1099800	0	7235800	13920100	0	1775600	11680000	0	13455600	5584700	-676000	-11680000	0	7235800	464500
22	2041	5584700	1217000	0	7846000	14647700	0	1704000	12417000	0	14121000	5584700	-487000	-12417000	0	7846000	526700
23	2046	5584700	1286000	0	8448100	15318800	0	1663800	12927000	0	14590800	5584700	-377800	-12927000	0	8448100	728000
24	2051	5584700	1362800	0	8761700	15709200	0	1627800	13657000	0	15284800	5584700	-265000	-13657000	0	8761700	424400

(*) Valeurs positives : entrées. Valeurs négatives : sorties.

Tableau 3 : BILAN DES DEBITS - SIMULATION 2

Pas de temps	Années	ENTREES					SORTIES					BILAN (*)					
		Infiltration + drainance	Potentiels Imposés	Débts Imposés	Déstockage	Total	Débordement	Potentiels Imposés	Débts Imposés	Stockage	Total	Infiltration + drainance	Potentiels Imposés	Débts Imposés	Débordement	Stockage - déstockage	Résiduel
0	1957	5584700	3378	0	0	5588078	1426800	3681800	449590	0	5558190	5584700	-3678422	-449590	-1426800	0	29888
1	1959	5584700	7344	0	0	5592044	874930	2738400	868100	1071300	5552730	5584700	-2731056	-868100	-874930	-1071300	39314
2	1962	5584700	6496	0	0	5591196	538520	2897900	1547000	572760	5556180	5584700	-2891404	-1547000	-538520	-572760	35016
3	1965	5584700	6935	0	320920	5912555	373730	2664400	2836100	0	5874230	5584700	-2657465	-2836100	-373730	320920	38325
4	1968	5584700	7655	0	1145600	6737955	303610	2648600	3745900	0	6698110	5584700	-2640945	-3745900	-303610	1145600	39845
5	1971	5584700	7189	0	1551400	7143289	260130	2915500	3927200	0	7102830	5584700	-2908312	-3927200	-260130	1551400	40459
6	1974	5584700	12012	0	2326900	7923612	203290	2889900	4790300	0	7883490	5584700	-2877888	-4790300	-203290	2326900	40122
7	1977	5584700	69923	0	2595500	8250123	127630	2341300	5740300	0	8209230	5584700	-2271377	-5740300	-127630	2595500	40893
8	1980	5584700	178130	0	2923500	8686330	25371	2192500	6425800	0	8643671	5584700	-2014370	-6425800	-25371	2923500	42659
9	1983	5584700	221940	0	3257300	9083940	0	2528400	6491500	0	9019900	5584700	-2308460	-6491500	0	3257300	44040
10	1986	5584700	223320	0	3278500	9086520	0	3049000	5994800	0	9043800	5584700	-2825680	-5994800	0	3278500	42720
11	1989	5584700	267500	0	3377100	9229300	0	3242600	6018100	0	9260700	5584700	-2975100	-6018100	0	3377100	-31400
12	1992	5584700	354060	0	3670200	9608960	0	3240400	6407800	0	9648200	5584700	-2886340	-6407800	0	3670200	-39240
13	1996	5584700	617800	0	3839400	10041700	0	2212900	7884700	0	10077600	5584700	-1595300	-7884700	0	3839400	-35900
14	2001	5584700	779040	0	3941700	10305440	0	1925600	8265900	0	10191500	5584700	-1146560	-8265900	0	3941700	113940
15	2006	5584700	844430	0	4221700	10650830	0	1823600	8687500	0	10511100	5584700	-979170	-8687500	0	4221700	139730
16	2011	5584700	918180	0	4487200	10990080	0	1721200	9130700	0	10851900	5584700	-803020	-9130700	0	4487200	138180
17	2016	5584700	1012500	0	4757700	11354900	0	1621000	9596400	0	11217400	5584700	-608500	-9596400	0	4757700	137500
18	2021	5584700	1121100	0	5034700	11740500	0	1518300	10086000	0	11604300	5584700	-397200	-10086000	0	5034700	136200
19	2026	5584700	1241400	0	5322700	12148800	0	1413000	10600000	0	12013000	5584700	-171600	-10600000	0	5322700	135800
20	2031	5584700	1384100	0	5667000	12635800	0	1298700	11141000	0	12439700	5584700	85400	-11141000	0	5667000	196100
21	2036	5584700	1532200	0	5978500	13095400	0	1211900	11696000	0	12907900	5584700	320300	-11696000	0	5978500	187500
22	2041	5584700	1737700	0	6309400	13631800	0	1106000	12341000	0	13447000	5584700	631700	-12341000	0	6309400	184800
23	2046	5584700	1902700	0	6663900	14151300	0	1020200	12915000	0	13935200	5584700	882500	-12915000	0	6663900	216100
24	2051	5584700	2153300	0	7048600	14786600	0	905030	13617000	0	14522030	5584700	1248270	-13617000	0	7048600	264570

(*) Valeurs positives : entrées. Valeurs négatives : sorties.

Tableau 4 : BILAN DES DEBITS - SIMULATION 3