

AVRIL 89 N° 6
VOL. 41 - N° 536

TRIBUNE DE L'EAU

MODELE
MATHEMATIQUE
2D SUR PC

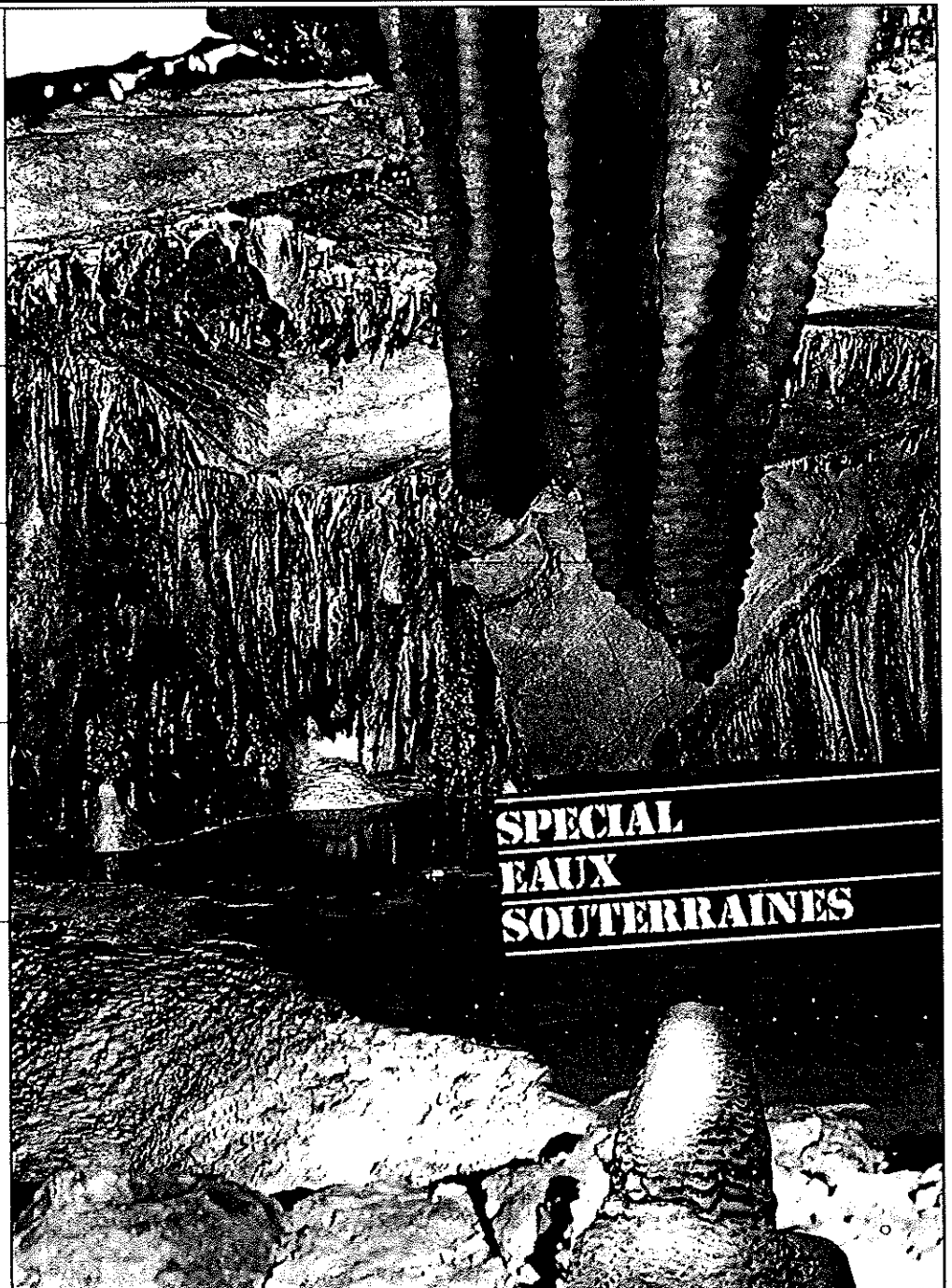
TRAVAUX SUR
LE RUISSEAU D'ANCRE

LES WATERINGUES
DU HAINAUT

LA LIMNIMETRIE:
LE TRAITEMENT
DES DONNEES

PORTRAIT D'UNE
INTERCOMMUNALE:
IGRETEC

INFLUENCE DU CONTEXTE
AGRO-CLIMATIQUE



**SPECIAL
EAUX
SOUTERRAINES**



Ministère de la Région wallonne

UWE

UNION WALLONNE DES ENTREPRISES



CEBEDEAU



**EDITIONS
CEBEDOC**

MODÈLE MATHÉMATIQUE DE LA NAPPE AQUIFÈRE DE HESBAYE

par A. DASSARGUES,
A. MONJOIE,

Laboratoires de Géologie de
l'Ingénieur, d'Hydrogéologie
et de Prospection géophysique
(L.G.I.H.)

J. M. LAMBERT,

Service Distribution d'Eau
de la Région wallonne

A. PIERLOT,

Service des Eaux Souterraines
de la Région wallonne

RÉSUMÉ

La nappe aquifère de Hesbaye, située dans les craies du Crétacé, fournit environ 60.000 m³/j d'eau potable à la région liégeoise. La Région Wallonne, désireuse d'assurer une gestion optimale de cette réserve, a financé la réalisation d'un modèle mathématique simulant le comportement de la nappe. Les conditions géologiques complexes ont conduit à retenir un modèle par éléments finis.

Une nouvelle loi d'emmagasinement en fonction de la pression a permis de modéliser, sans changement de maillage, l'évolution de la surface libre en régime transitoire. La méthode a été testée puis appliquée au problème tridimensionnel.

Les principales déductions du modèle et certains résultats sont présentés.

Le modèle permettra de prévoir l'évolution de la surface piézométrique et d'autres schémas de

ABSTRACT

The finite element method is very convenient for mathematical simulations of aquifers, especially if the geological conditions are complex. This paper presents the case of a chalky aquifer situated near Liège in Belgium. It's a water table aquifer recharged by infiltration through overlying loess and conglomerates. Wells and pumping adits produce a daily flow of 60000 m³.

A new law is used to model the water table surface in transient conditions with a fixed meshing network. The method is tested and then applied on the full three-dimensional problem of this aquifer.

The calibration procedure is described in its main steps and some of the results are presented.

This useful tool allow now to compute some predictions about the evolution of the water table surface in function of the future pumpings.

1. INTRODUCTION

La nappe aquifère de Hesbaye est située au Nord-Ouest de Liège (Belgique); d'une superficie d'environ 350 km², elle appartient au versant Sud du bassin hydrographique du Geer compris entre la Meuse, le Geer et la Méhaigne (figure 1).

La surface topographique est en pente douce vers le NNW et le réseau hydrographique actif est peu dense car de nombreuses « vallées sèches » de direction N-S définissent un réseau fossile. Ces vallées sont d'origine périglaciaire, mais leur assèchement peut également être dû à la dissolution des craies au droit d'axes plus fracturés, induisant des perméabilités accrues (figure 2).

L'eau est logée dans les craies du Crétacé qui constituent un excellent réservoir en raison de leur porosité importante. Ces craies sont surmontées par des terrains limoneux de surface qui filtrent remarquablement les eaux d'infiltration.

L'alimentation en eau de la région liégeoise et du plateau hesbignon est assurée par 60000 m³ extraits journallement grâce à de nombreux puits et à 45 km de galeries captantes.

La Région wallonne, soucieuse de permettre une « gestion dynamique » de cette nappe afin d'optimiser l'utilisation de ses ressources en eau a décidé la réalisation d'un modèle mathématique de l'aquifère.

L'hétérogénéité des couches réservoirs et la complexité géométrique des limites de la nappe ont nécessité l'emploi d'une méthode par éléments finis permettant une discrétisation souple et détaillée de la zone. La modélisation est réalisée en mode transitoire.

2. CADRE GÉOLOGIQUE

La série des différentes couches géologiques peut être décrite brièvement comme suit :

- 1) le socle primaire affecté de failles et de bombements d'importances diverses.

L'anomalie la plus importante est la faille de Horion-Hozémont (faille bordière du Massif du Brabant), mettant en contact les calcaires du Viséen inférieur (compartiment SE) et les schistes et grès du Silurien (compartiment NW). Elle a joué après les dépôts du Secondaire, pro-

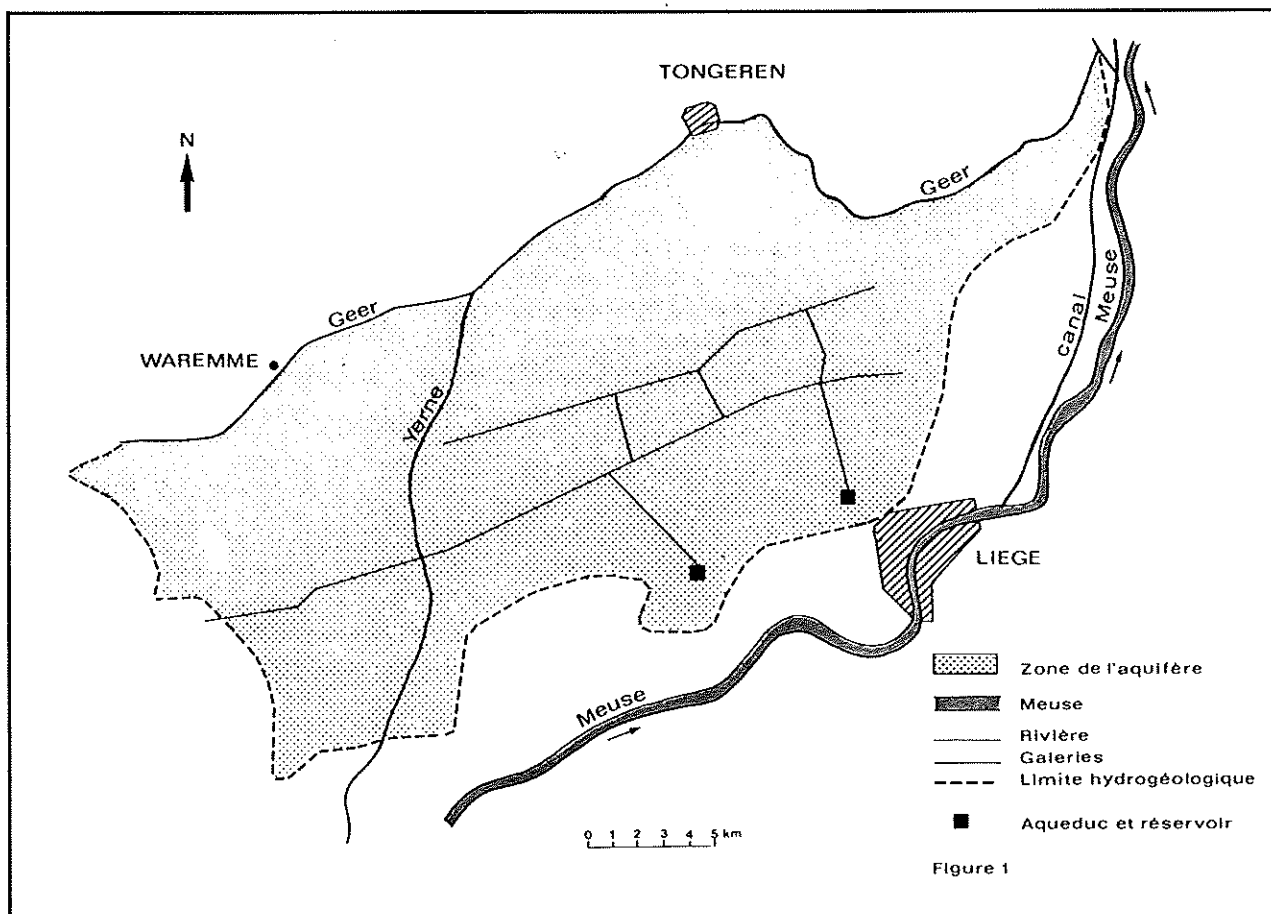


Fig. 1

voquant, outre une intense fracturation des craies, un rejet de plusieurs mètres dans la base du réservoir aquifère.

D'autres failles et bombements ont également provoqué une fracturation de la craie y induisant localement de plus grandes perméabilités.

2) Les formations secondaires constituées par les terrains du Crétacé comprennent :

— la « smectite de Herve », argile calcaireuse indurée; d'une perméabilité très faible, elle constitue le mur imperméable de l'aquifère et présente une légère pente vers le Nord;

— la craie blanche (Campanien supérieur) d'une épaisseur moyenne de 20 mètres. La circulation des eaux se fait essentiellement dans les réseaux denses de diaclases et fissures associées aux vallées sèches, failles et bombe-

ments du socle. La porosité de la matrice est élevée (30 à 40 %), mais la porosité efficace est nettement plus faible 5 à 15 %). Les perméabilités sont comprises entre $1 \cdot 10^{-5}$ m/s et $5 \cdot 10^{-4}$ m/s.

— le Hard-Ground constitué d'un banc induré d'épaisseur souvent inférieure à 1 mètre et incliné de 1 à 3 % vers le NW. Il sert d'horizon repère bien qu'absent dans certaines zones plus fracturées.

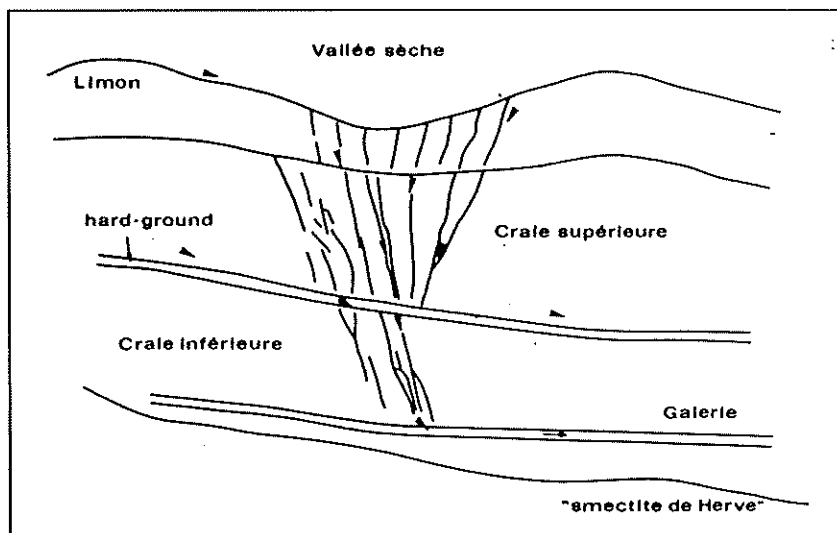


Fig. 2

sa perméabilité est comprise entre $5 \cdot 10^{-6}$ m/s et $2 \cdot 10^{-4}$ m/s.

- la craie grise plus marneuse et la craie tigrée, regroupées sous le terme de craie supérieure, totalisent de 10 à 15 mètres d'épaisseur. Exposées à des phénomènes de détente et d'altération, elles ont une perméabilité supérieure à celle de la craie blanche, comprise entre $2 \cdot 10^{-4}$ m/s et $1 \cdot 10^{-2}$ m/s et une porosité efficace de l'ordre de 15 %.
- plus au Nord, se sont déposés des tuffeaux ou calcarénites à gros bancs de silex du Maastrichtien supérieur. Dans la région étudiée, ces tuffeaux ont subi d'intenses phénomènes d'altération superficielle, avec formation de ravines, phénomènes karstiques, dépôts de niveaux phosphatés et d'un conglomérat résiduel à silex. La surface supérieure du Crétacé est de ce fait très irrégulière.

3) Les formations tertiaires et quaternaires constituées :

- des sables tertiaires interstratifiés de graviers, argiles et marines, surtout présents à la limite Nord de la zone étudiée;
- les loess, d'origine éolienne, du Quaternaire en formation puissante de 2 à 20 mètres jouant le rôle de filtre pour l'alimentation de la nappe;
- les colluvions et alluvions récentes essentiellement dans la vallée du Geer.

De nombreuses coupes géologiques et cartes des isohypses des différentes couches ont été dressées sur base de toutes les données collectées.

La figure 3 illustre une de ces coupes et montre la surface libre de la nappe aquifère pour les années 1951, 1983 et 1984.

3. CARACTÉRISTIQUES HYDROGÉOLOGIQUES DE LA NAPPE AQUIFÈRE

L'interprétation des résultats de près de 150 essais de pompage a fourni les valeurs suivantes de perméabilité :

- pour les craies inférieures (compactes) : $K = 1 \cdot 10^{-5}$ à $5 \cdot 10^{-4}$ m/sec
- pour les craies supérieures (fracturées) : $K = 2 \cdot 10^{-4}$ à $5 \cdot 10^{-3}$ m/sec
- pour le conglomérat résiduel : $K = 1 \cdot 10^{-5}$ à $8 \cdot 10^{-3}$ m/sec
- pour le limon : $K = 1 \cdot 10^{-9}$ à $2 \cdot 10^{-7}$ m/sec.

Le Service Géologique de Belgique, a réalisé des pompages d'essais à Bovenistier, afin d'apprécier l'augmentation de la perméabilité au droit d'une vallée sèche. Les valeurs obtenues sont :

- pour la craie inférieure : $K = 1.6 \cdot 10^{-4}$ m/sec
- pour la craie supérieure : $K = 1.4$ à $2.8 \cdot 10^{-3}$ m/sec.

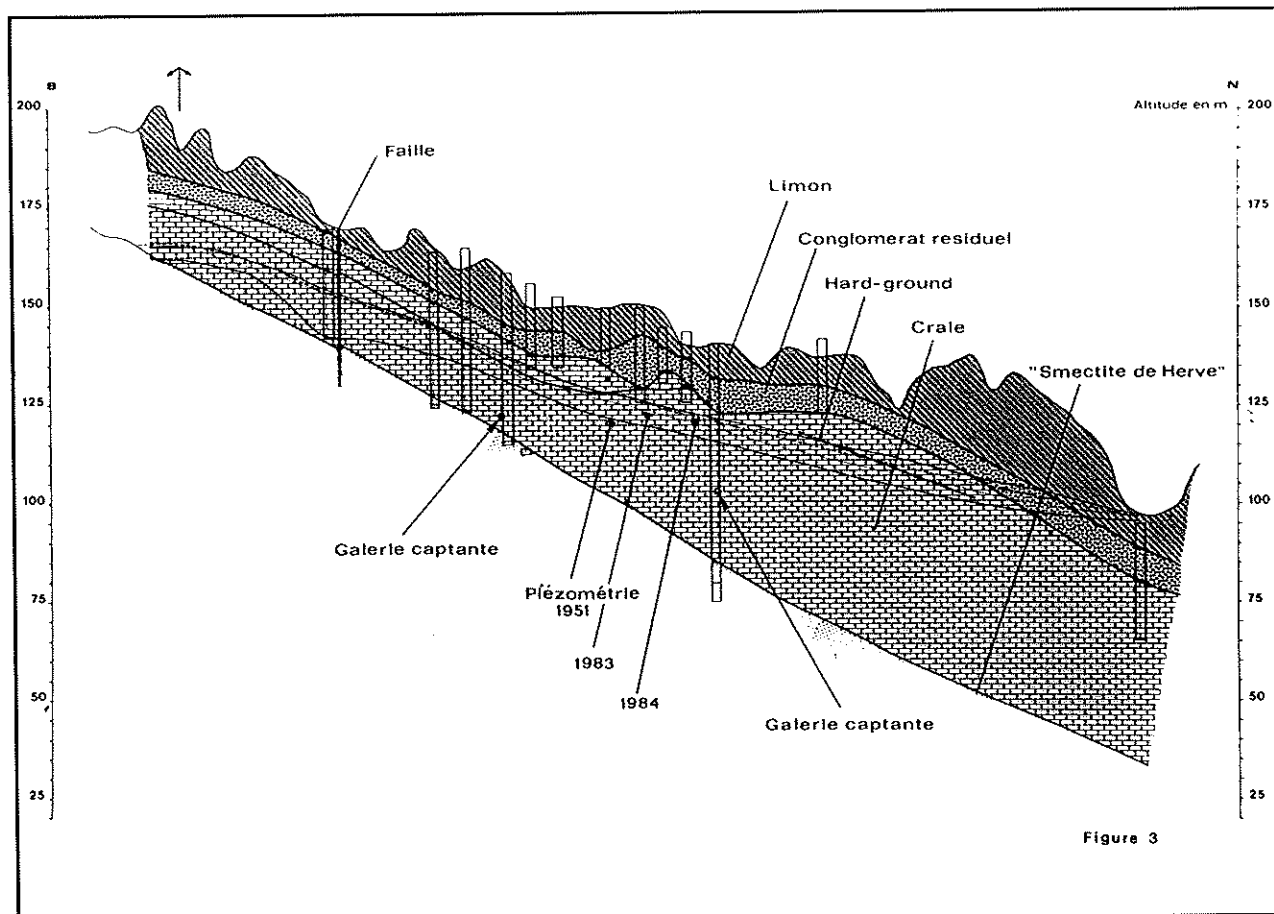


Fig. 3

La porosité efficace, déterminée également par essais de pompage et par observation des fluctuations de la surface piézométrique en fonction de l'infiltration efficace, serait comprise entre 5 et 12 % pour les craies peu fracturées et entre 15 et 20 % pour les zones fortement altérées et fracturées. Ces valeurs tiennent compte de la double porosité des craies : porosités de pores et de fissures.

4. FORMULATION

4.1. Equation de l'écoulement en milieux poreux

L'équation de l'écoulement en milieux poreux s'obtient par combinaison de l'équation de continuité et de la loi de Darcy. En négligeant la compressibilité de la matrice poreuse et du fluide et en conditions de nappe libre, cette équation s'écrit :

$$\nabla \cdot (\underline{T} \nabla h) = n_e \frac{\partial h}{\partial t} + Q$$

expression dans laquelle :

$$\nabla = \left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z} \right)$$

\underline{T} est le tenseur des transmissivités du milieu poreux

h est la hauteur piézométrique

n_e est la porosité efficace de l'aquifère

Q est le débit total pompé ou injecté.

La solution au problème de champ posé est fournie par l'intégration de cette équation moyennant la définition des conditions aux frontières. Ces conditions sont de trois types :

a) *Condition de Dirichlet ou de potentiel imposé* : $h = \underline{h}$

La valeur du potentiel h est alors spécifiée sur la frontière considérée; cette condition est typiquement celle d'un contact nappier, le potentiel constant imposé étant égal à la cote de la surface libre de la rivière. La résolution du système fournit alors des valeurs de flux. Ce type de condition a été imposé au Geer à la frontière Nord du modèle et les valeurs

de flux ont été comparées au débit corrigé du Geer.

b) *Condition de Neumann ou de flux imposé* :

$$\frac{\partial h}{\partial n} = \frac{\partial h}{\partial x} l_x + \frac{\partial h}{\partial y} l_y = \emptyset$$

avec n = la normale extérieure à la frontière considérée l_x et l_y : les cosinus directeurs de cette normale.

La valeur du gradient de potentiel normal à la frontière est imposée. Dans le cas particulier où $\emptyset = 0$, cette condition exprime, par application de la loi de Darcy, que la composante normale à la frontière du champ des vitesses est nulle.

c) *Condition de Fourier ou mixte* :

$$h = \lambda \frac{\partial h}{\partial n} \text{ imposé}$$

Ce troisième type de condition permet d'imposer une relation entre le potentiel et le flux comme cela est le cas lors :

- de la drainance par une frontière séparant la nappe aquifère d'un plan d'eau
- du suintement à la frontière d'un milieu poreux, au contact de l'atmosphère.

4.2. Méthode des éléments finis

La méthode des éléments finis a pour principe d'utiliser une approximation simple des variables inconnues pour transformer les équations aux dérivées partielles en équations algébriques.

L'approximation est nodale dans chaque sous-domaine que définit un élément.

Les fonctions approchées sur chaque élément sont construites de manière à être continues sur l'élément et elles satisfont des conditions de continuité entre les différents éléments.

Grâce à la subdivision du domaine en éléments, on peut s'adapter aisément à une forme compliquée de ce dernier, en particulier sur son contour.

L'intégration est réalisée en rendant stationnaire une fonctionnelle $F(h)$ intégrant les conditions de frontières.

Par le théorème d'Euler du calcul des variations, on peut en effet montrer qu'un problème différentiel peut être mis sous la forme variationnelle $\delta F(h) = 0$, laquelle exprime que la solution du problème de champ est telle que toute variation arbitraire δ de la fonctionnelle $F(h)$ est nulle (stationnarité).

Compte tenu de la substitution du champ complet par un nombre fini d'éléments, le problème variationnel est alors approché par la limite d'un problème de valeurs stationnaires d'une fonction d'un nombre fini de variables (paramètres), c'est-à-dire qu'il se transforme en un problème classique de valeurs stationnaires d'une fonction $f = f(a_i)$ de variables, ce qui s'exprime par les équations :

$$\frac{\partial f}{\partial a_i} = 0 \quad i = 1, \dots, n$$

Comme n est fini, la solution du problème de variation est approchée.

En conclusion, la résolution du problème de structure est bien ramenée à la détermination d'un nombre fini de paramètres, liés par un système de n équations algébriques.

4.3. Simulation de la surface libre

En régime transitoire, le calcul de l'évolution de la surface libre est le problème le plus délicat à résoudre numériquement. Généralement, les programmes d'éléments finis recherchent la position de la surface libre et adaptent la structure par un maillage automatique limité à la zone saturée.

La méthode utilisée dans cette étude s'inspire de la modélisation des changements de phase par la « technique enthalpique » dans les problèmes de conduction thermique. Les changements de phase s'effectuent à température constante avec emmagasinement de chaleur. De même, dans notre cas, le milieu passe de l'état non saturé à l'état saturé à pression constante nulle avec un certain emmagasinement d'eau correspondant ici à la porosité efficace du milieu. Cette loi d'emmagasinement discontinue

est approximée dans le programme par une fonction de type arctangente (figure 4).

$$V = n_c \left(\frac{1}{\pi} \arctg \left(\frac{p}{\alpha} \right) + \frac{1}{2} \right) + C \langle p \rangle$$

p = pression d'eau
 $\langle p \rangle = p$ si $p > 0$
 $\langle p \rangle = 0$ si $p \leq 0$
 V = volume d'eau emmagasiné dans le milieu poreux.

Elle est ajoutée à l'équation de continuité et à la loi de Darcy (modifiée pour tenir compte de la saturation du milieu) dans la formulation du problème. Des éléments

isoparamétriques sont utilisés, permettant notamment :

- l'emploi de bords courbes facilitant la discrétisation des domaines à géométrie complexe
- l'utilisation de fonctions d'interpolation des coordonnées coïncidant avec celles d'interpolation des potentiels.

Le code utilisé est le Lagamine des Laboratoires de Mécanique du Solide et des Matériaux (M.S.M.) de l'Université de Liège (Prof. Fonder et Cescotto). L'intégration volumique est réalisée par la méthode

de Gauss, la technique de Newton Raphson étant utilisée pour les itérations.

5. GÉOMÉTRIE, INITIALISATION ET CONDITIONS AUX FRONTIÈRES

La discrétisation géométrique en 3 dimensions doit tenir compte des galeries et des puits de pompage, des limites des différents horizons géologiques, des failles importantes et des limites hydrogéologiques de la nappe. La complexité de la structure obtenue est grande (figures 5 et 6). Cinq couches de nœuds et donc 6 couches de nœuds sont distinguées. D'une couche de nœuds à la suivante, seule la coordonnée Z change.

La modélisation des galeries captantes est réalisée par l'utilisation d'« éléments tuyaux » à une dimension, affectés d'une perméabilité de 1.000 à 10.000 fois plus élevée que dans les éléments voisins. Un resserrement des mailles de la structure a été effectué à proximité de ces galeries en vue d'obtenir une très bonne précision dans ces zones où l'influence de la soustraction d'eau est importante.

Des conditions de potentiel imposé (condition de Dirichlet) ont été placées, au Geer, limite Nord de la nappe. Sur les autres côtés, vu les échanges très faibles qui ont été estimés, des conditions de flux nul ont été imposées (condition de Neuman).

La répartition des paramètres hydrodynamiques dans les 2.670 éléments du modèle peut se faire de manière très souple; à la limite, on peut imposer 2.670 couples de paramètres différents. Dans la pratique, pour éviter des coûts de passage ordinateur prohibitifs, on définit des « matériaux » en regroupant sous le terme « matériau » les éléments affectés des mêmes paramètres.

La répartition de ces matériaux dans les différentes couches est réalisée en respectant au maximum les conditions géologiques et hydrogéologiques.

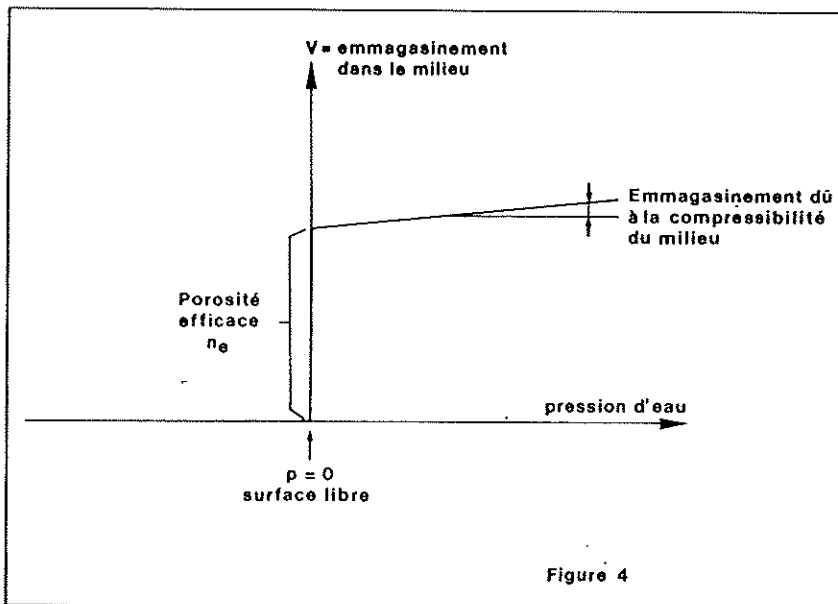


Fig. 4

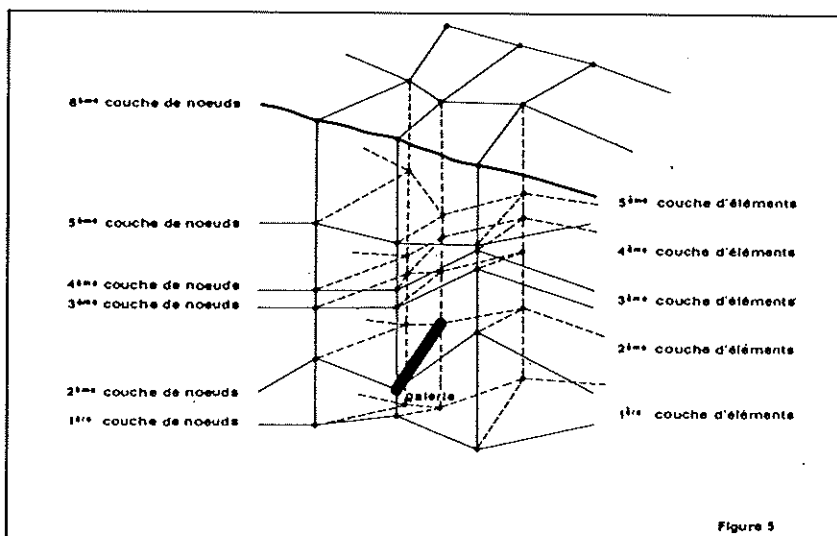


Fig. 5

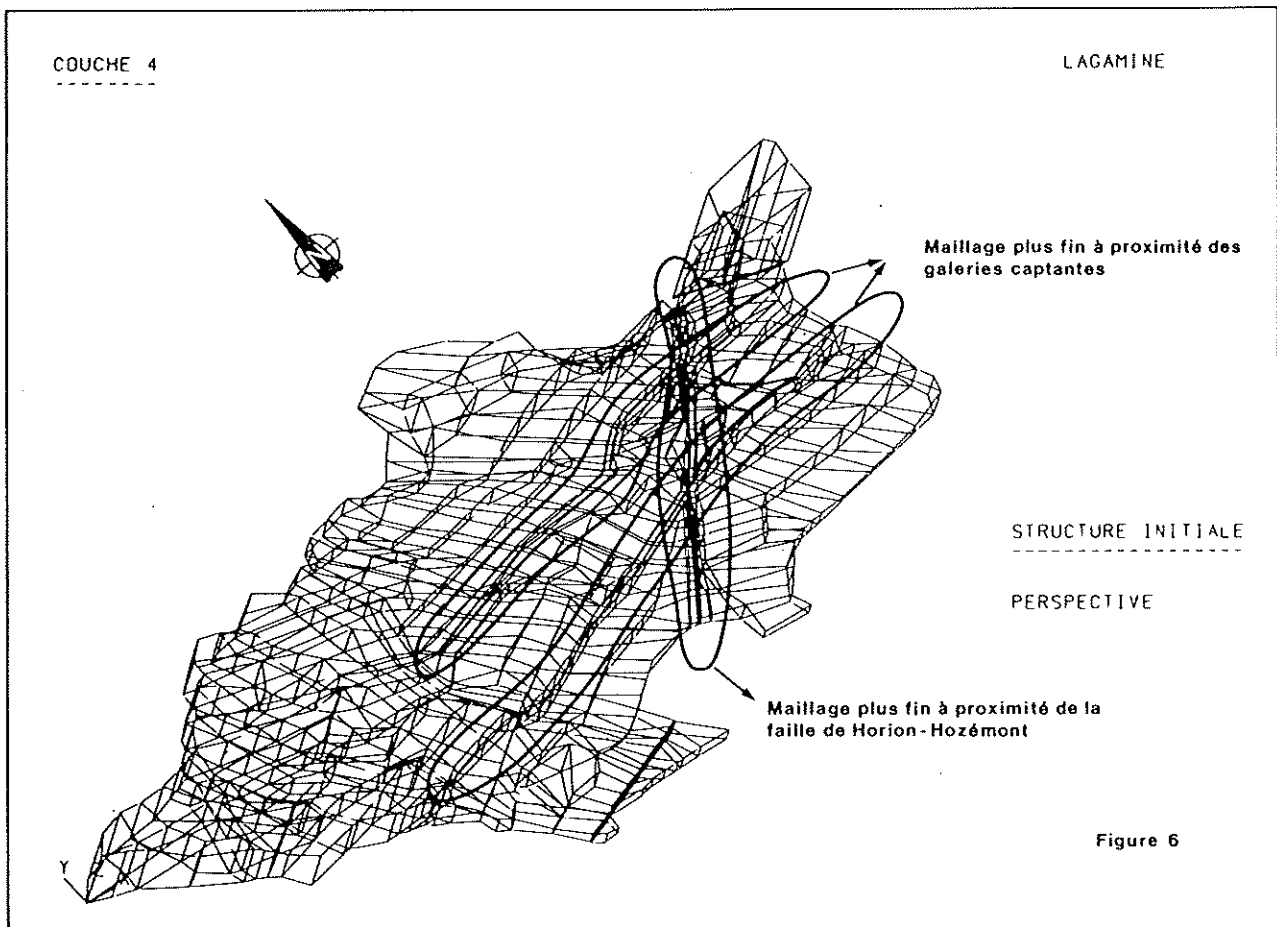


Figure 6

Fig. 6

La simulation s'effectue en mode transitoire avec un pas de temps d'un an; elle débute en 1951 avec comme condition initiale la piézométrie de cette année.

Les débits captés chaque année dans les galeries et dans les puits durant la période 1951-1984 ont été introduits ainsi que les valeurs de l'infiltration efficace.

6. CALIBRATION DU MODÈLE ET RÉSULTATS

Le calage est effectué en comparant les piézométries obtenues par le calcul aux piézométries connues (mesures). Ces comparaisons sont faites sur bases de cartes, de coupes et de diagrammes d'évolution en certains points.

Au départ, les paramètres hydrodynamiques correspondent aux différentes entités géologiques. Par la suite, ces valeurs et leur répartition

ont été modifiées afin de vérifier les cartes piézométriques mesurées.

La répartition (figures 7 à 11) et les valeurs finales des paramètres sont les suivantes :

- craie compacte :
 $K = 2.10^{-4}$ m/s et $S = 0.10$
- vallées sèches :
 $K = 4.10^{-3}$ m/s et $S = 0.12$
- hard-ground :
 $K = 8.10^{-5}$ m/s et $S = 0.08$
- craie fracturée :
 $K = 5.10^{-4}$ m/s et $S = 0.12$
- alluvions et conglomérat résiduel :
 $K = 1.10^{-5}$ m/s et $S = 0.15$
- conglomérat et limon :
 $K = 1.10^{-6}$ m/s et $S = 0.075$
- remplissage de la faille :
 $K = 2.10^{-3}$ m/s et $S = 0.10$
- craie fracturée, zone amont-Ouest :
 $K = 2.7 \cdot 10^{-4}$ m/s et $S = 0.12$

- zone fracturée au N-E, à proximité de la faille de Horion-Hozémont :

$$K = 2.10^{-3} \text{ m/s et } S = 0.12.$$

Une zone affectée d'une perméabilité plus importante a dû être distinguée près de la faille de Horion-Hozémont démontrant que la craie est sans doute plus fracturée en cet endroit que ce qu'on le supposait au départ.

Les figures 12 et 13 illustrent les piézométries calculées de 1966 et 1984 et les figures 14 et 15 présentent les cartes de flux pour l'année 1966 dans les couches 2 et 4 de la structure. On remarque aisément l'influence des vallées sèches, des galeries captantes et de la faille de Horion-Hozémont.

7. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La complexité des conditions géologiques et l'aspect régional de la

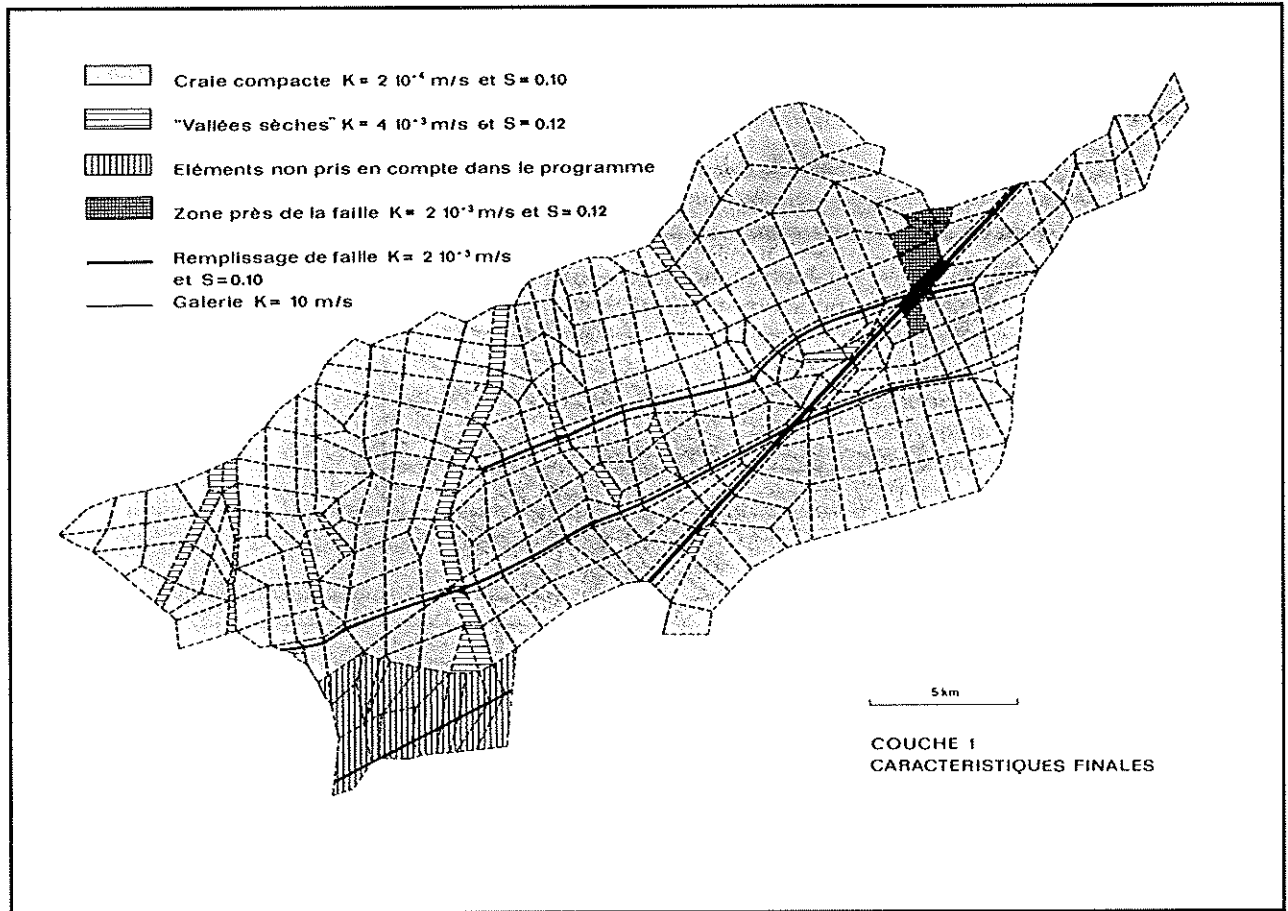


Fig. 7

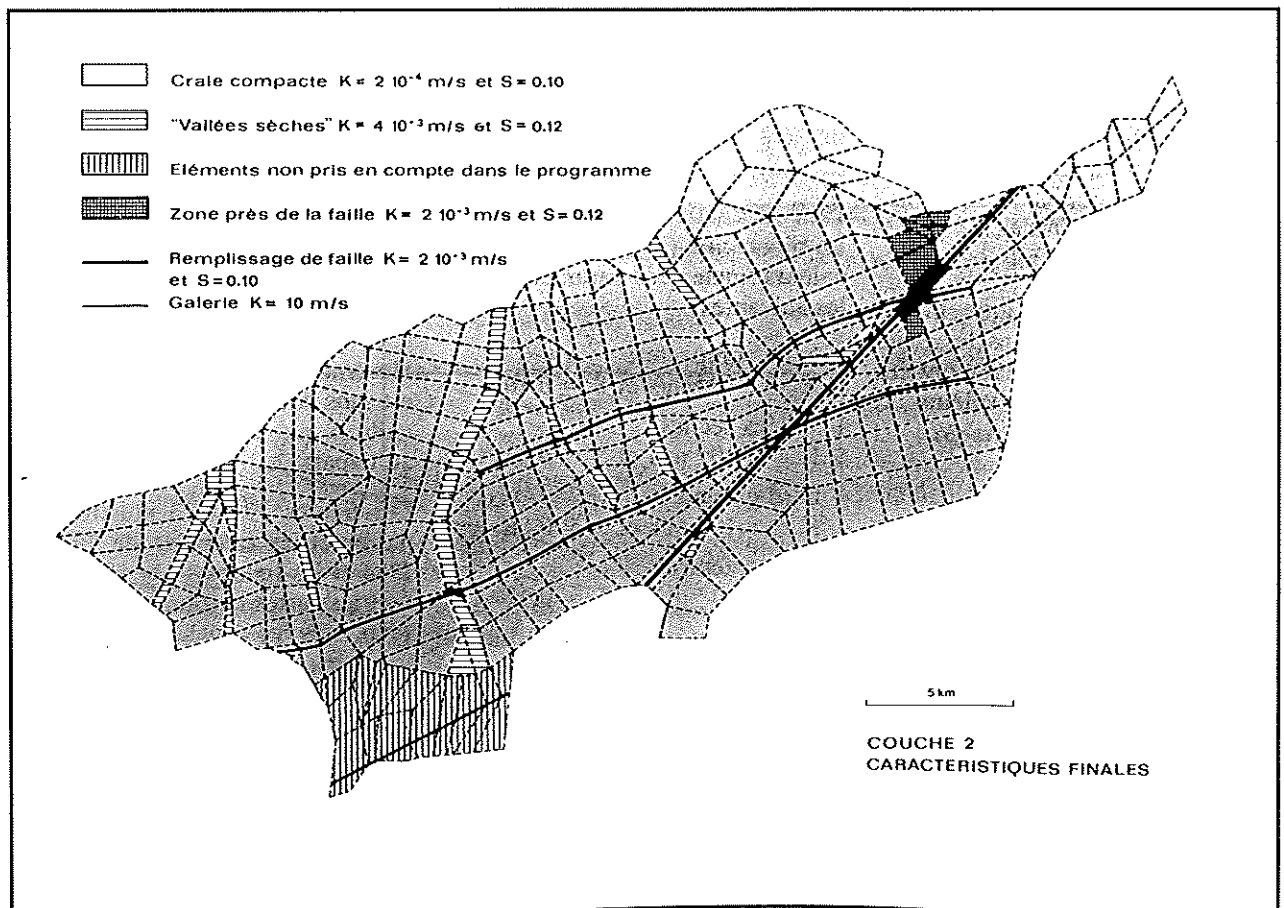


Fig. 8

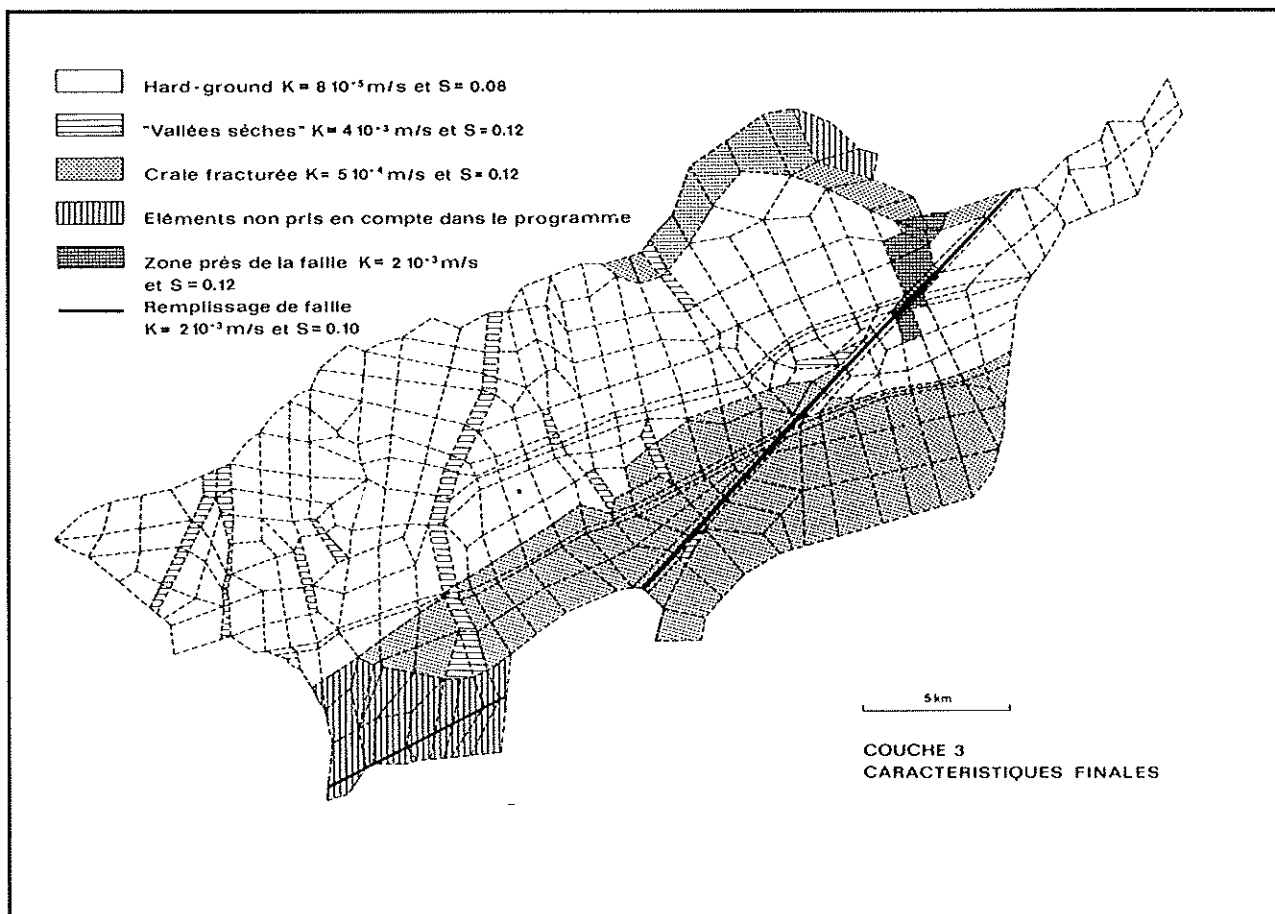


Fig. 9

nappe justifie l'utilisation des éléments finis qui constituent une méthode très souple pour ce genre de modélisation.

La surface libre de la nappe est calculée en régime transitoire avec un maillage fixe permettant une économie de temps CPU bien utile pour aborder l'étude d'une nappe régionale avec une précision suffisante.

Actuellement, le calage est considéré comme satisfaisant, le modèle reproduisant correctement toutes les tendances générales. Cependant, il peut toujours être amélioré en affinant le maillage dans certaines zones et en distinguant une plus grande dispersion des valeurs de perméabilité et de coefficient d'emmagasinement. Il s'agit d'opérations coûteuses en temps ordinateur et rendant le programme de plus en plus lourd à manipuler. Actuellement, chaque passage complet entre 1951 et 1984 prend environ 24 heures CPU sur Micro VAXII.

Dans sa forme actuelle, le modèle peut être utilisé à des fins prévisionnelles déterminant l'évolution de la piézométrie pour différents schémas d'exploitation. Il permet d'obtenir une analyse de l'évolution piézométrique intégrée à l'ensemble de l'aquifère.

8. REMERCIEMENTS

Cette étude a été financée par la Région Wallonne, avec la collaboration de la Compagnie Intercommunale Liégeoise des Eaux.

Tous nos remerciements vont également à Messieurs Cescotto, Charlier et Radu (M.S.M. - Université de Liège) qui ont résolu les problèmes numériques posés par cette étude, en adaptant le programme Lagamine.

RÉFÉRENCES

- BATHE K.J., KHOSHGOFTAAR, M.R. — Finite element free surface seepage analysis without mesh iteration. *Int. J. Num. Anal. Meth. Geomech*, 3, pp. 13-22, 1979.

- BREBBIA C. A., WANG S. Y. — Finite Elements in Water Resources. *Proceedings of the 5th International Conference Burlington, Vermont, U.S.A.* p. 823, 1984.

- BRIKCO A. — L'alimentation en eau de l'agglomération liégeoise. in *La technique de l'eau et de l'assainissement* n° 402-403, pp. 87-95, 1980.

- CALEMBERT L. — Le Crétacé supérieur de la Hesbaye et du Brabant. *Ann. Soc. Géol. de Belgique*. Tome LXXX, pp. 129-165, 1956.

- CHARLIER R., RADU J.P., DASSARGUES A. — Numerical simulation of transient unconfined seepage problems. *Proceedings of the 1st International Conference in Africa on Computer Methods and Water Resources*, Rabat, 1988.

- DASSARGUES A., CHARLIER R., RADU J.P. et MONJOIE A., 1987. — Modélisation de la nappe de Hesbaye. L.G.I.H., rapport 871, pp., non publié.

- GHIJSEL P. — Crétacé de Hesbaye. *Rapport final M.R.W.-C.I.L.E.*, 1985.

- JUNGELS P. — Sondages en Hesbaye. *Professional Paper* n° 15, 1968.

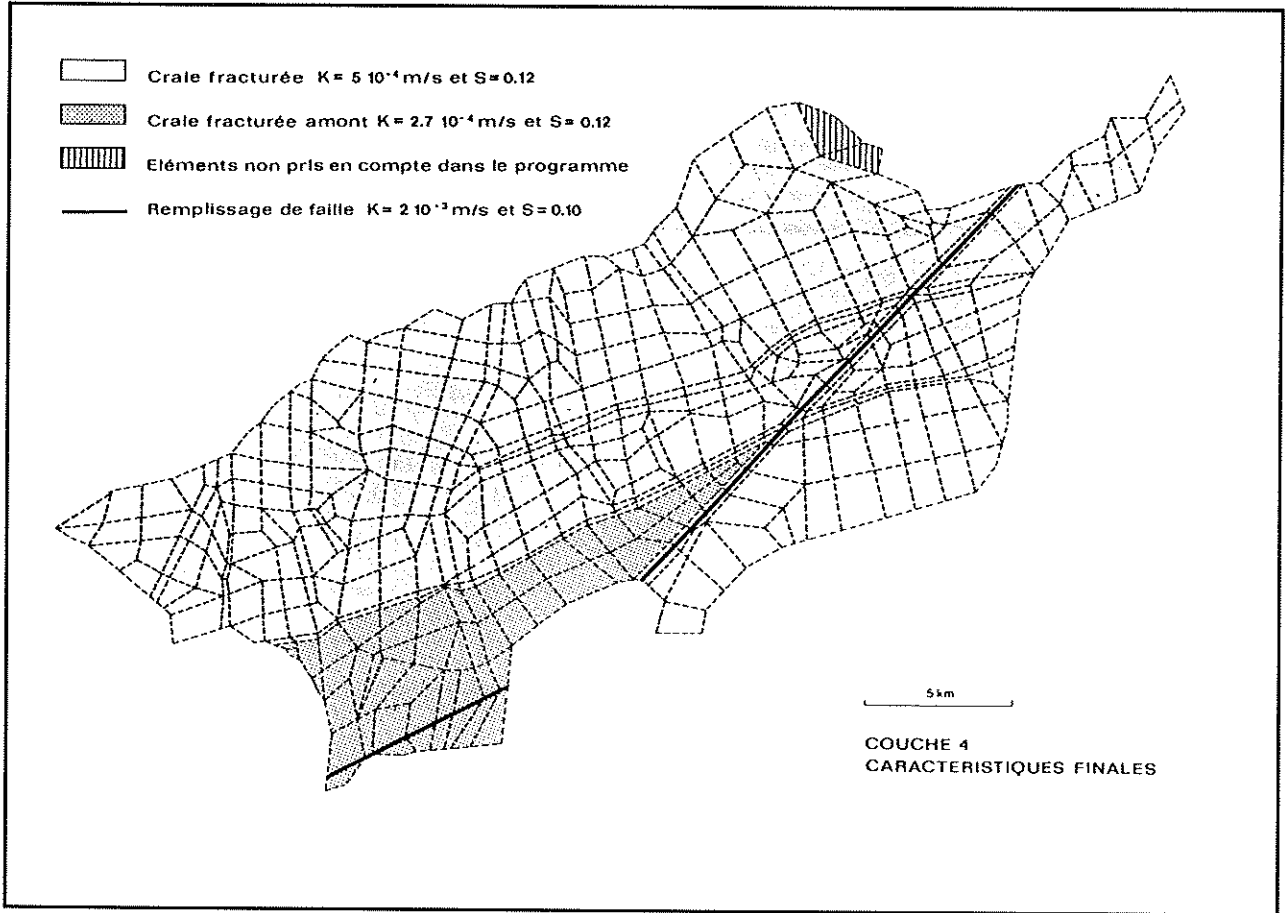


Fig. 10

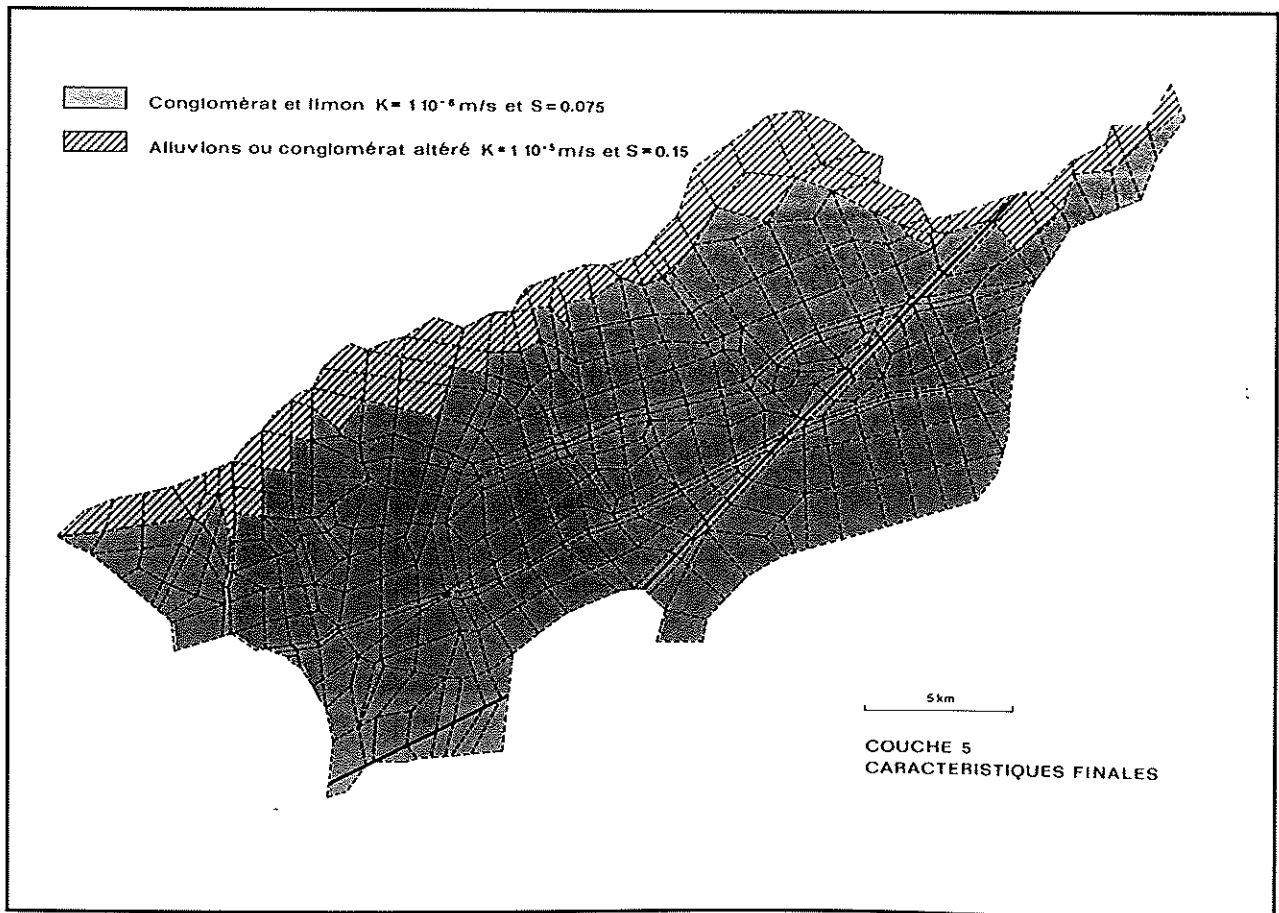


Fig. 11

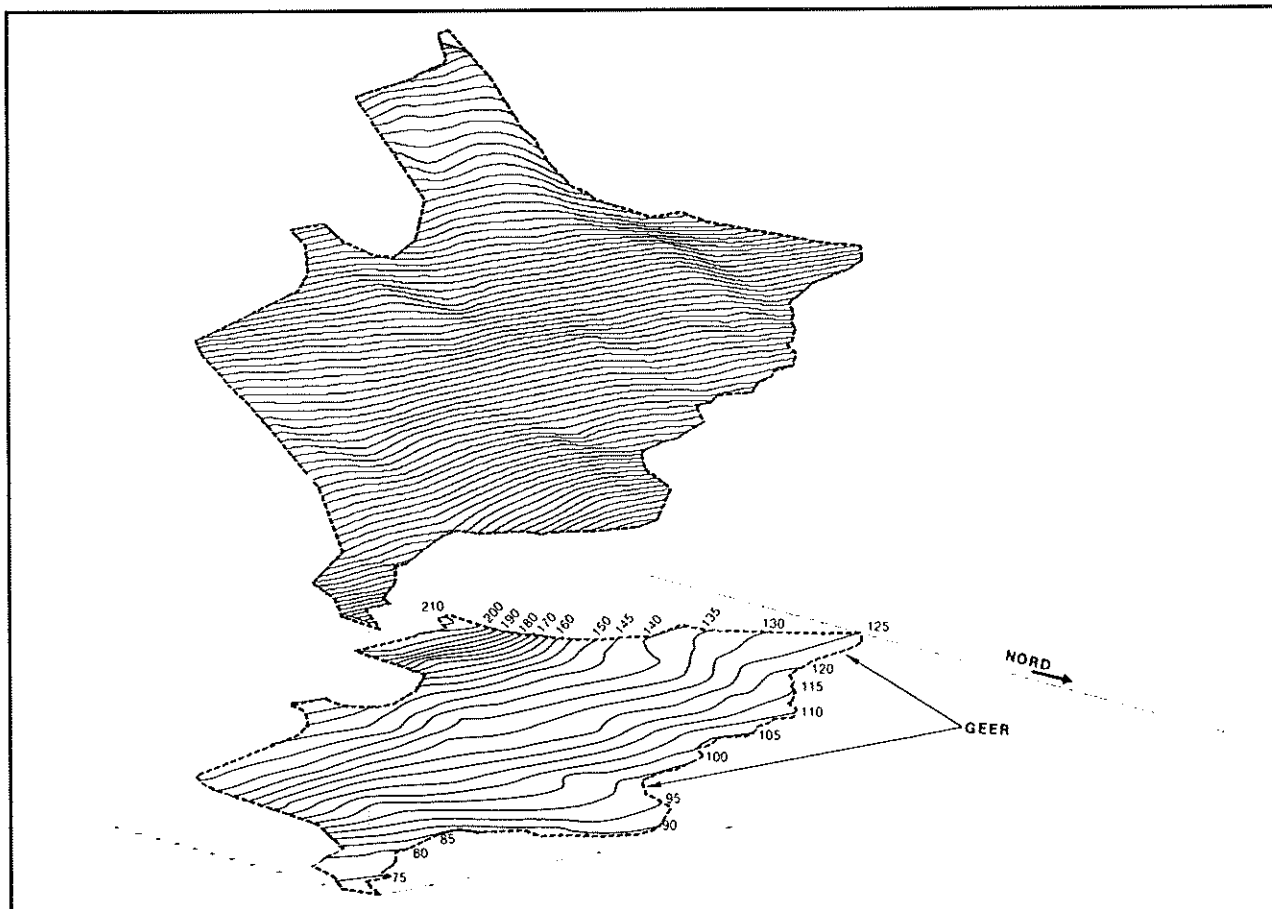


Fig. 12. Piézométrie calculée en 1966.

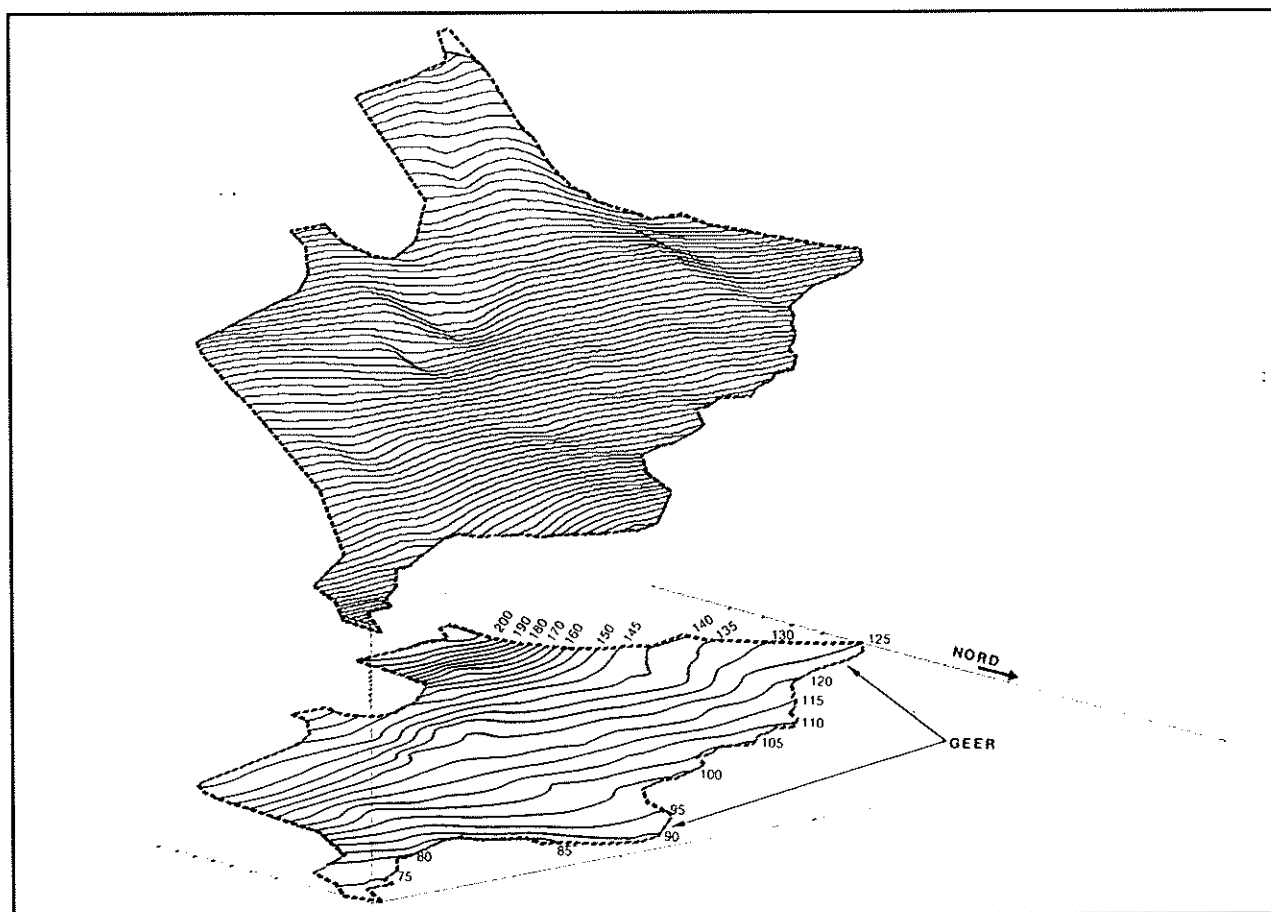


Fig. 13. Piézométrie calculée en 1984.

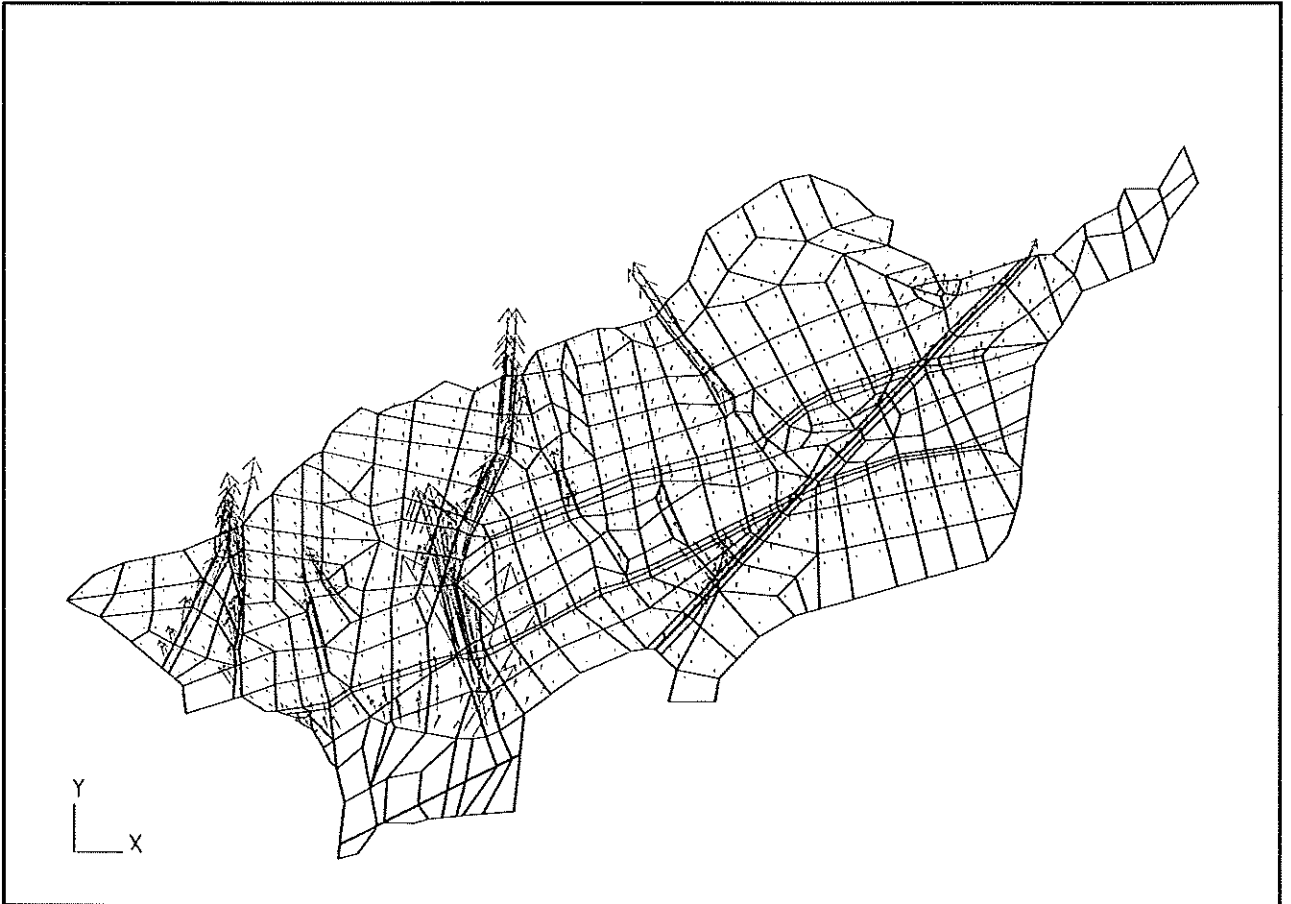


Fig. 14. Flux dans la couche 2 en 1966.

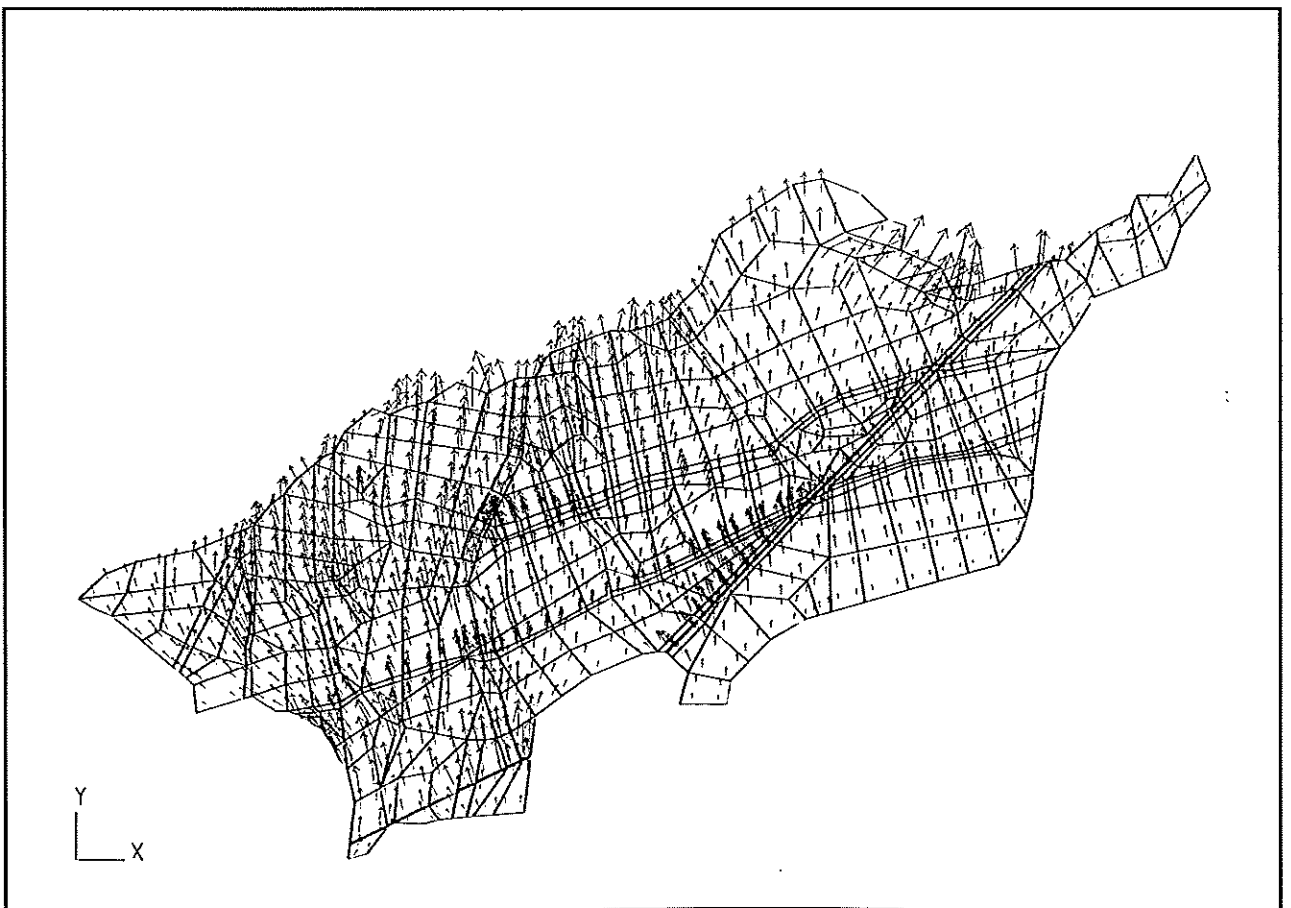


Fig. 15. Flux dans la couche 4 en 1966.

- MONJOIE A. — Observations nouvelles sur la nappe aquifère de la craie de Hesbaye, 1966.
- NIHOUL J.C.J., WOLLAST R. — Hydrodynamic and Dispersion Models. Boundary Fluxes and Boundary Conditions. pp. 11-198, 1983.
- PIETTE Ch. et CESCOTTO S. — Application des éléments finis à la détermination de la surface piézométrique d'une nappe d'eau souterraine. Journée d'études. La méthode des éléments finis appliquée, 1976.
- SANDHU R.S. et WILSON E.L. — Finite element analysis of seepage in elastic media. Proc. A.S.C.E., Engineering Mechanics Div., 95, EM3, 641-651, 1969.
- SANDHU R.S., LUI H. et SINGH K.J. — Numerical performance of some finite element schemes for analysis of seepage in porous elastic media. Int. J. Num. Anal. Meth. Geomech., 1, n° 3, pp. 177-194, 1977.
- TAILOR R.L. et BROWN C.B. — Darcy flow solution with a free surface. A.S.C.E., Soil Mechanics and Foundation Div., 98, SM11, pp. 1143-1162, 1972.
- THOREZ J. et MONJOIE A. — Lithologie et assemblages argileux de la smectite de Herve et des craies campaniennes et maastrichtiennes dans le Nord-Est de la Belgique. Ann. Soc. Géol. de Belgique. Tome 96. pp. 651-670, 1981.
- VOLKER R.E. — Non linear flow in porous media by finite elements. Proc. A.S.C.E., Hydraulics Div., 95, HY6, 1093-1114, 1969.



PRO AQUA - PRO VITA 89

Source d'information compétente pour la protection de l'environnement

Pour la onzième fois depuis 1958, la Foire Suisse d'Echantillons de Bâle accueille du 6 au 9 juin 1989 PRO AQUA - PRO VITA, Salon des techniques de protection de l'environnement et de l'écologie. PRO AQUA - PRO VITA 89 constitue une plate-forme indispensable où s'échangent les informations et se rencontrent l'offre et la demande de tous les secteurs de la technique écologique et de la protection de l'environnement.

Lorsqu'en 1958, il y a plus de 30 ans, se déroulait à Bâle le premier Salon PRO AQUA, organisé sur l'initiative d'associations professionnelles conscientes de l'importance vitale d'un environnement sain pour la qualité de vie et le bien-être d'un pays, la conscience écologique était encore peu développée. Ce premier Salon PRO AQUA, qui réunissait 113 exposants de cinq pays sur une surface nette de stands de 1.800 m², se concentrait essentiellement sur les domaines eau et eaux usées, et constituait la première manifestation internationale dans ce domaine.

Au fil des années, le Salon PRO AQUA - PRO VITA, tenant compte de l'évolution générale, s'est ouvert à tous les domaines de la protection de l'environnement et il figure désormais parmi les plus importantes manifestations consacrées aux techniques écologiques et à la protection de l'environnement.

Bien que les experts et l'opinion publique soient aujourd'hui largement conscients de la nécessité d'une approche écologique globale, les problèmes de la dégradation de l'environnement n'en demeurent pas moins d'une actualité brûlante. Face aux efforts déployés de toutes parts pour mettre un terme à la destruction de notre milieu naturel et vu les législations de plus en plus sévères dans ce domaine, le Salon PRO AQUA - PRO VITA 89 prend une nouvelle dimension significative : sur une surface nette de stands de 8.800 m², près de 250 exposants représentant quelque 500 fournisseurs de 19 pays donneront un vaste aperçu des nouvelles solutions techniques, produits et prestations pour tous les domaines de la protection de l'environnement et offriront une source d'information internationale compétente à tous les milieux concernés, appelés à agir et à financer par des investissements considérables le développement et l'application à long terme de technologies répondant aux impératifs écologiques.

La vaste gamme de produits et prestations sera à nouveau complétée par des journées d'information consacrées aux thèmes : l'Eau, les Eaux usées, les Déchets, le Bruit et l'Air. Dans le cadre d'un programme de colloques et séminaires intitulé «Que savons-nous, que ne savons-nous pas, que devons-nous faire», des experts suisses et étrangers contribueront à faire le point sur les acquis et connaissances, les solutions, tendances et réalités futures.

Avec ce programme abondant et varié, PRO AQUA - PRO VITA 89 s'adresse aux experts de l'industrie, du bâtiment, des arts et des métiers ainsi qu'aux représentants des pouvoirs publics et à tous les visiteurs intéressés, conscients de leurs responsabilités à l'égard de notre environnement.

Sekretariat Pro Aqua AG : Postfach CH-4021 Basel/Scheiz — Telefon : 061/686 20 20 — Telex 962 685 smmch — Telefax : 061/692 06 17.