

## ÉTUDE DE LA NAPPE AQUIFÈRE DE REGNÉ (\*)

par Y. COŞAN (\*\*)

(7 fig. dans le texte)

### RÉSUMÉ

Les mesures minutieuses effectuées, pendant 3 ans, des caractéristiques de la nappe aquifère de Regné permettent de calculer les réserves d'eau sous diverses formes (hypodermique, de manteau et de base) et le déficit d'écoulement.

Les évapotranspirations calculées par les formules habituelles de Turc et de Thornwhait sont trop élevées pour le bassin étudié. Celui-ci est couvert, pour 95 %, de prairies dont la capacité d'évapotranspiration est nettement faible par rapport à celle des forêts.

### ABSTRACT

Detailed measurements, taken over a 3-year period, of the characteristics of the Regné aquifer allow calculation of the water reserves in various forms (direct runoff and base flow), and of the flow deficit.

The evapo-transpiration as calculated by the usual formulae of Turc and Thornwhait, is too great for the basin studied which is virtually covered (95 %) by meadows whose evapo-transpiration is low relative to that of forests.

Cette communication rend compte des résultats obtenus à la suite des mesures effectuées durant 3 ans dans le petit bassin de Regné à Bihain.

Ce travail a été réalisé dans le cadre du Centre d'Étude des Eaux du Plateau des Tailles (C.E.T.A.), Centre Interuniversitaire dont le promoteur est Mr. HARROY (Professeur à l'Université de Bruxelles).

Ce Centre, qui est dissous depuis 1972, comportait 5 groupes. La Section Hydrogéologie faisait partie du Groupe IV et avait été confiée au Service du Professeur L. CALEMBERT.

Le bassin de Regné est situé sur le Plateau des Tailles au Nord de la route de la Baraque Fraiture à Vielsalm, entre les villages de Regné et de Fraiture (fig. 1).

Le bassin, d'une superficie de 1,124 km<sup>2</sup> s'étend entre les altitudes 500 et 580 m. Les prairies occupent 95 % de la superficie, les 5 % restants étant couverts d'épicéas. L'exutoire principal est la source G 22.

(\*) Communication présentée et manuscrit déposé le 6 janvier 1976.

(\*\*) Ingénieur Civil des Mines, Certificat Spécial en Géologie du Génie Civil. Laboratoire de Géologie Générale et Appliquée, 7 place du Vingt-Août, B-4000 Liège.

Commencée en avril 1971, l'étude du bassin a pour but de définir les réserves en eaux souterraines de la région. Elle a comporté l'étude géologique du substratum notamment par prospection géophysique, le jaugeage journalier des débits des sources, les mesures de fluctuation des niveaux des puits, la détermination des caractéristiques des eaux souterraines et le calcul de leurs réserves.

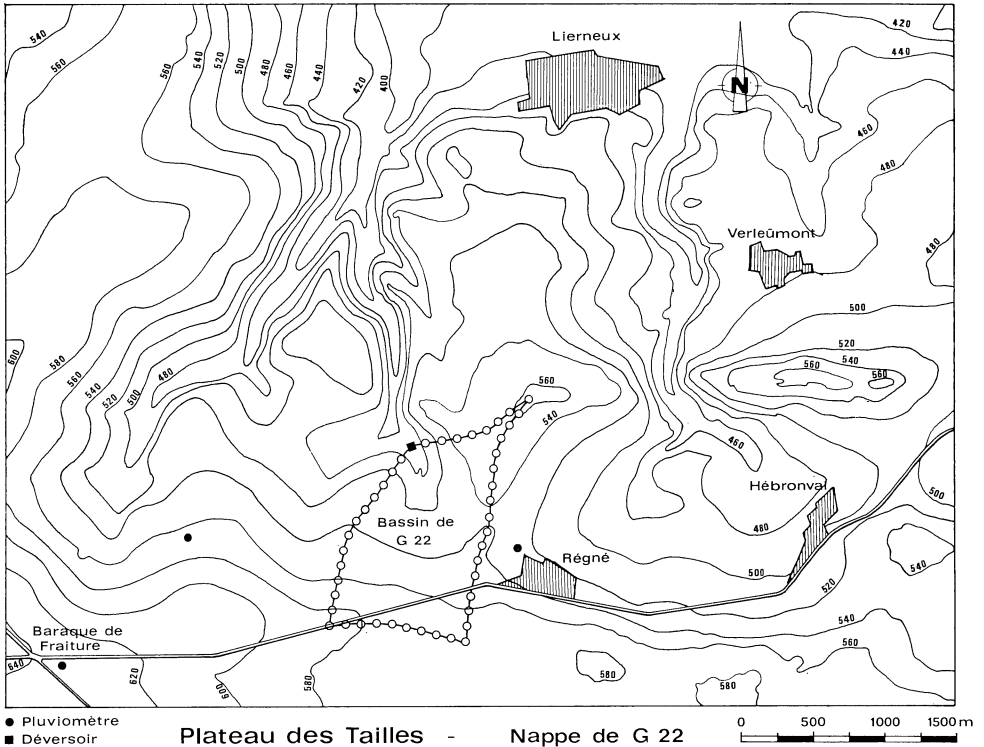


Fig. 1

Grâce aux données météorologiques recueillies à Régné par la section climatologie du C.E.T.A. et aux mesures d'humidité du sol réalisées par la section pédologie, nous avons pu esquisser un bilan général de la nappe, pour une période de 3 ans.

L'intérêt de ce bassin de faible superficie réside dans le fait que ses caractéristiques sont identiques à celles de 50 % de la superficie du bassin de Groumont, un des quatre bassins principaux du Plateau des Tailles.

### I. CADRE GÉOLOGIQUE

Le substratum du bassin est constitué principalement par le Salmien inférieur formé de gros bancs de quartzites souvent altérés en sable au sommet. Les couches sont orientées sensiblement E.W. à pendage Sud.

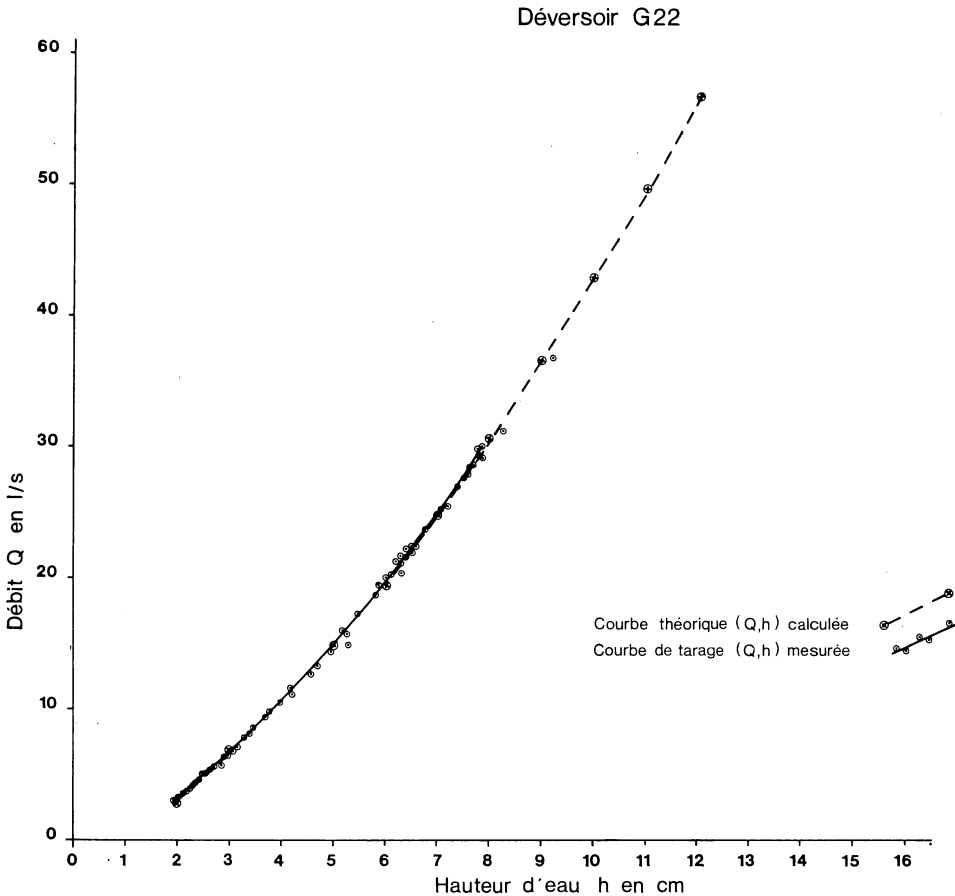
La rareté des affleurements et l'altération intense des roches nous a conduit

à utiliser la prospection géoélectrique pour définir les différents horizons du sous-sol intéressant l'hydrogéologie. 20 sondages électriques ont été effectués suivant la méthode Wenner. Malgré les fortes variations dues à l'anisotropie des terrains ils nous ont permis d'identifier de haut en bas les 3 horizons suivants :

1. Une couche superficielle de résistivité inférieure à 1.000 ohm.m. La puissance maximum est de 8 m. Elle correspond au sol et au sommet très altéré du bed rock : sables, roches déconsolidées, etc.

2. Une couche moyenne de résistivité comprise entre 1.000 et 5.000 ohm.m. Elle atteint au maximum 25 m de profondeur. Elle correspond aux quartzites altérés et fissurés mais cohérents.

3. Une couche inférieure de résistivité inférieure à 1.500 ohm.m. Elle correspond au substratum vraisemblablement phylladeux. Les couches 1 et 2 sont aquifères et reposent sur l'horizon 3 moins perméable.



## 2. CARACTÉRISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES

Le bassin de Regné contient un seul ruisseau qui prend sa source en G 22. Il est jaugé 340 m en aval de celle-ci de façon à tenir compte de quelques venues d'eaux secondaires.

Le bassin présente un indice de compacité Kc égal à 1,34 et une capacité de drainage Cd égale à 0,3 km/Km<sup>2</sup>. Le ruissellement de surface est pratiquement inexistant. Par contre l'écoulement hypodermique de la zone altérée est important; nous étudierons le problème plus loin.

## 3. DÉBIT

La mesure de débit du ruisseau après collecte de toutes les sources est réalisée par un déversoir rectangulaire sans contraction latérale placé dans un chenal en bois. La courbe de débit a été vérifiée par empottement après fractionnement de débit en aval du déversoir.

Le document 2 montre la parfaite concordance des courbes expérimentales et théoriques.

Les valeurs de débit mesurées chaque jour, pendant la 1<sup>re</sup> année, et enregistrées par un limnigraphe pendant les 2 autres années, sont reportées sur les documents 3, 3' et 3" qui fournissent également les hyétogrammes des précipitations à Regné.

## 4. ÉTUDE DÉTAILLÉE DU BILAN DE 1971-1972

## 4.1. Différentes caractéristiques du bassin

Le bassin est caractérisé par une allure très régulière de la courbe. Les principales caractéristiques sont :

- débit de crue maximale : 48,60 l/sec.
- débit d'étiage : 3,12 l/sec.
- débits moyens mensuels : (en l/sec).

avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	janv.
22,70	14,95	10,56	19,80	11,15	6,35	4,30	4,30	26,80	22,30
févr.	mars	avril							
35,55	21,75	33							

- module annuel : 17 l/sec.
- débit spécifique : 15,2 l/km<sup>2</sup>/sec.

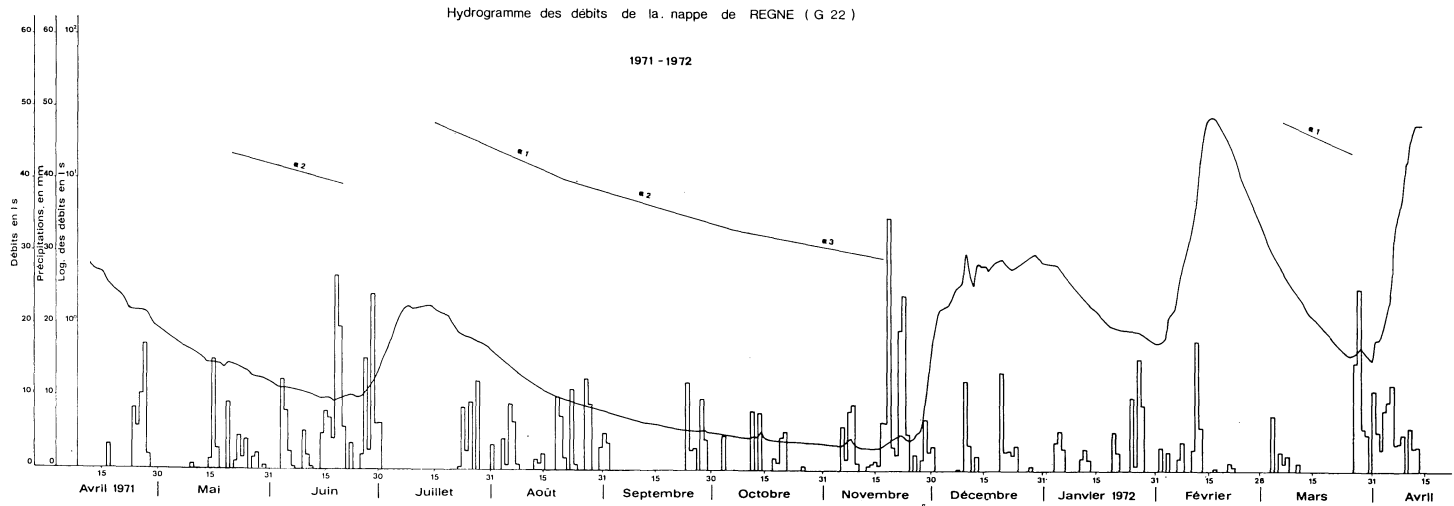


Fig. 3

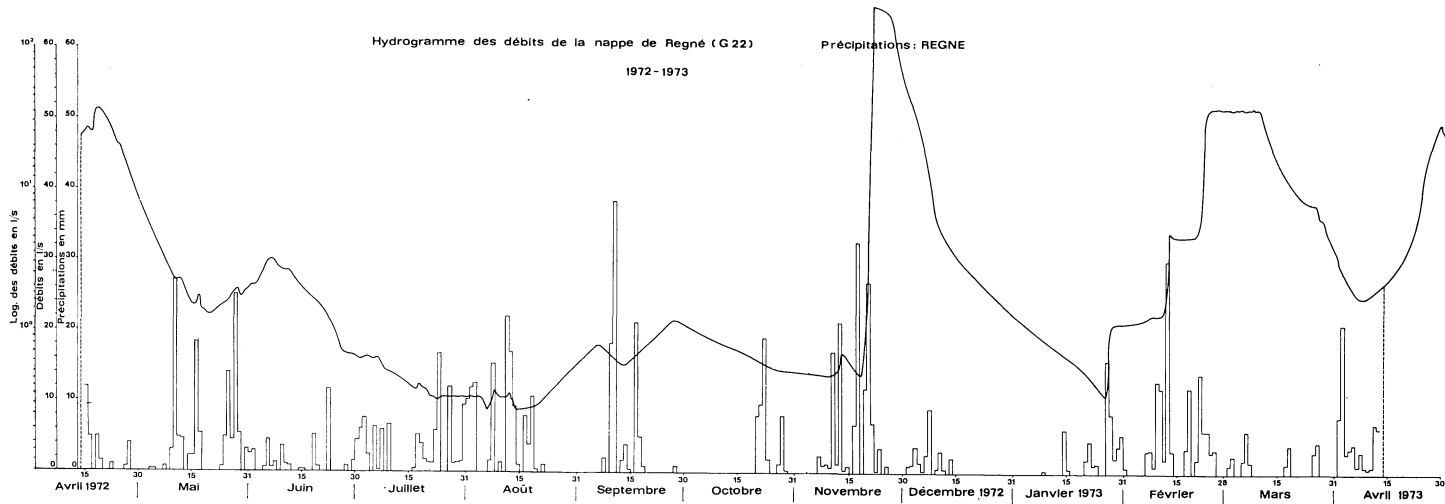


Fig. 3'

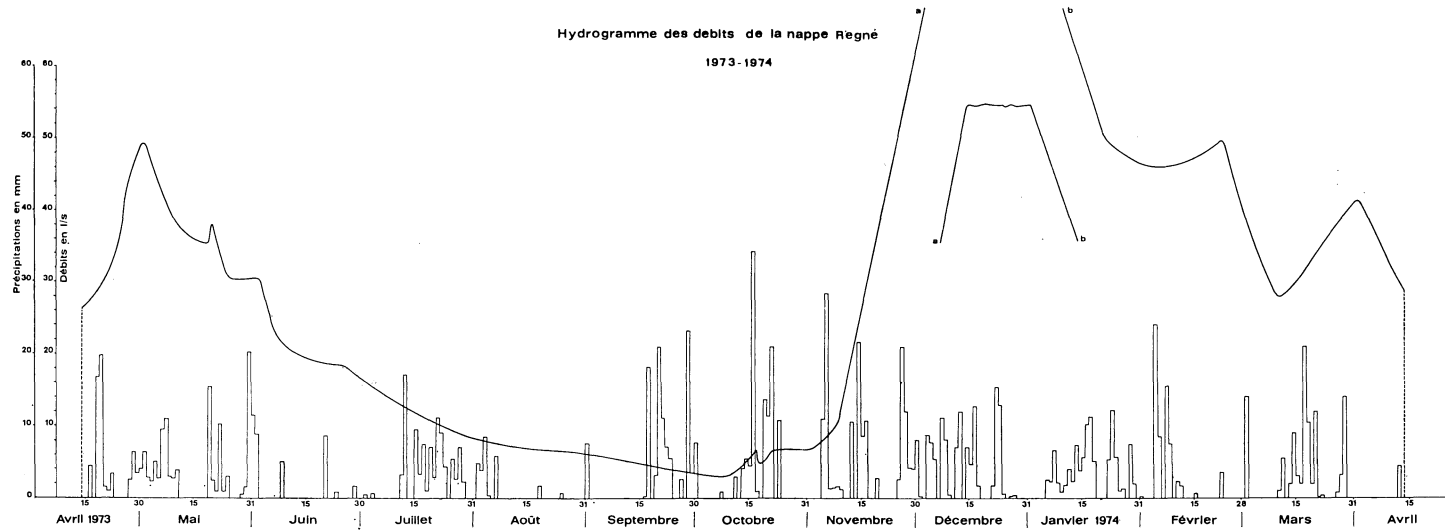


Fig. 3''

## 4.2. Calcul des différentes réserves

La décomposition de l'hydrogramme en écoulement hypodermique, écoulement dans le manteau d'altération, écoulement de base sur diagramme semi-logarithmique a été réalisée suivant le schéma théorique de la figure 4.

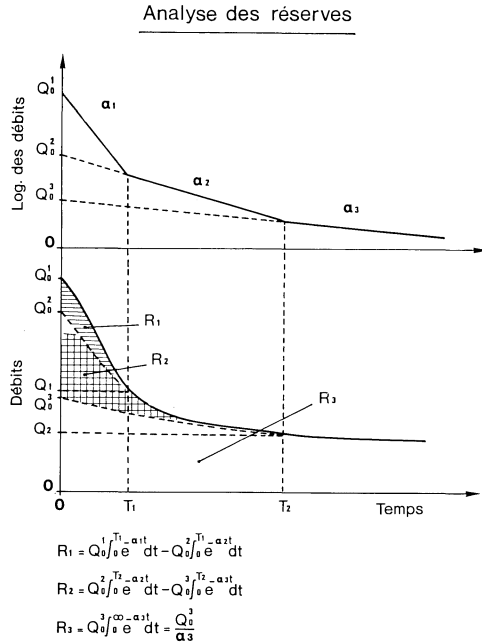


Fig. 4

Il permet de calculer les réserves des différents écoulements :

R 1 = La réserve existant au moment  $T_0 = 0$  sous forme hypodermique

R 2 = La réserve existant au moment  $T_0 = 0$  du manteau.

R 3 = La réserve existant au moment  $T_0 = 0$  de base.

D'après les différentes intégrations, nous obtenons :

$$R_1 = \left( \int_0^{T_1} Q_0^1 e^{-\alpha_1 t} dt - \int_0^{T_1} Q_0^2 e^{-\alpha_2 t} dt \right) 86.400$$

$$R_2 = \left( \int_0^{T_2} Q_0^2 e^{-\alpha_2 t} dt - \int_0^{T_2} Q_0^3 e^{-\alpha_3 t} dt \right) 86.400$$

$$R_3 = \left( \int_0^{\infty} Q_0^3 e^{-\alpha_3 t} dt \right) 86.400 = \frac{Q_0^3}{\alpha_3} \cdot 86.400$$

Avec : T : en jours

$Q_0$  : en l/sec

R : en litres



Pour la période de tarissement du 15 juillet 1971 au 16 novembre 1971, les coefficients  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$  valent :

$$\alpha_1 = 0,0240 \text{ j}^{-1}$$

$$\alpha_2 = 0,0150 \text{ j}^{-1}$$

$$\alpha_3 = 0,0094 \text{ j}^{-1}$$

Les débits correspondants sont :

$$Q_0^1 = 22,4 \text{ l/sec}$$

$$Q_0^2 = 17,5 \text{ l/sec}$$

$$Q_0^3 = 11,0 \text{ l/sec}$$

Les temps sont :

$$T_1 = 35 \text{ j.}$$

$$T_2 = 84 \text{ j.}$$

En remplaçant ces valeurs dans les formules ci-dessus, nous obtenons :

$$R_1 = \left( 22,4 \int_0^{35} e^{-0,0240t} \cdot dt - 17,5 \int_0^{35} e^{-0,0150t} \cdot dt \right) 86.400 \cdot l$$

$$R_2 = \left( 17,5 \int_0^{84} e^{-0,0150t} \cdot dt - 11 \int_0^{84} e^{-0,0094t} \cdot dt \right) 86.400 \cdot l$$

$$R_3 = \left( 11 \int_0^{\infty} e^{-0,0094t} \cdot dt \right) 86.400 = \frac{11}{0,0094} \cdot 86.400 \cdot l$$

R 1 = 4.830 m<sup>3</sup> à la date du 15 juillet 1971

R 2 = 16.650 m<sup>3</sup> à la date du 15 juillet 1971

R 3 = 101.000 m<sup>3</sup> à la date du 15 juillet 1971

La somme de R 1, R 2 et R 3 nous donne la réserve totale de la nappe à la date du 15 juillet 1971, soit R = 122.480 m<sup>3</sup>.

Les mêmes calculs effectués au 14 avril 1971 donnent une réserve de 138.000 m<sup>3</sup> et au 14 avril 1972, une réserve de 187.400 m<sup>3</sup>.

#### 4.3. Bilan d'eau de la nappe aquifère de Regné (du 14-4-71 au 14-4-72)

L'équation du bilan peut s'écrire :

$$P = Q - E \mp \Delta R \mp \Delta S$$

dans laquelle : P = précipitation

Q = écoulement total

E = évapotranspiration

$\Delta R$  = variation des réserves d'eau souterraine

$\Delta S$  = variation du stock d'eau du sol.

A. — La pluviométrie donnée au pluviomètre de Regné vaut, pour l'année hydrologique allant du 14 avril 1971 au 14 avril 1972 : 876,8 mm.

B. — L'écoulement Q obtenu en intégrant les hydrogrammes du débit entre le 14 avril 1971 et le 14 avril 1972 vaut 540.000 m<sup>3</sup>, soit 480 mm.

C. — L'évapotranspiration n'a pas été mesurée. La formule de Turc :

$$E = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

avec  $L = 300 + 25 t + 0,05 t^3$

$P$  = précipitation annuelle

$t$  = température moyenne annuelle °C

donne  $E = 450$  mm

L'application de la méthode de Thornwhaite

$$Ep = 1,6 \left( \frac{10 T}{I} \right) a$$

$$I = \sum i$$

$$i = \left( \frac{T}{5} \right)^{1,5}$$

$$a = \frac{1,6}{100} I + 0,5$$

moyennant un stock d'humidité du sol de 100 mm donne

$$E_r = 492 \text{ mm}$$

Nous verrons que ces valeurs sont trop élevées pour le bassin étudié.

D. — Les variations des réserves d'eau souterraine peuvent être obtenues de manière approchée par l'intégration des hydrogrammes au début et à la fin de l'année étudiée. On obtient les réserves d'eau suivantes :

— au 14.4.71 : 138.000 m<sup>3</sup>

— au 14.4.72 : 187.400 m<sup>3</sup>

soit une augmentation des réserves d'environ 50.000 m<sup>3</sup> équivalente à 44,5 mm.

E. — La variation du stock d'humidité du sol a été mesurée par la section pédologie du C.E.T.A. Elle a atteint les valeurs suivantes :

— au 14.4.71 : stock d'humidité : 336 mm

— au 14.4.72 : stock d'humidité : 355 mm

soit une augmentation de 19 mm.

Le bilan s'établit donc de la façon suivante :

Précip. = Écoulement + Évapotransp. + Variat. Res. E. Sout. + Variat. Stock sol.

$$877 = 480 + E + 44,5 + 19$$

On obtient par différence  $E = 333,5$  mm, soit seulement 68 à 74 % des valeurs obtenues par les formules habituelles de Turc et de Thornwhaite.

## 5. BILAN GLOBAL DE TROIS ANNÉES

(du 14.4.1971 au 14.4.1972)

## 5.1. Différentes caractéristiques du bassin

Les principales caractéristiques du bassin sont :

- Débit de crue maximale : 87 l/s
- Débit d'étiage : 3 l/s

*Débits moyens mensuels en l/s (voir le tableau ci-dessous)*

	1971	1972	1973	1974
Janvier	—	22,30	17,3	60,5
Février	—	35,55	32,4	46,7
Mars	—	21,75	43,7	33,8
Avril	22,70	40,6	31,1	36,7
Mai	14,95	26,9	37	—
Juin	10,56	25	20,76	—
Juillet	19,80	12,75	11,9	—
Août	11,15	11,25	6,95	—
Octobre	6,35	17,85	4,71	—
Novembre	4,30	17	5,03	—
Décembre	26,80	33,4	82,7	—

Module triannuel : 24,76 l/s

Débit spécifique : 22,05 l/km<sup>2</sup>/s

## 5.2. Bilan triannuel (de 14-4-1971 au 14-4-1974)

Les éléments du bilan sont :

Précipitation P = 2941,1 mm (Obtenue à partir du pluviomètre de Regné).

Ecoulement Q = 2089 mm (obtenue en intégrant l'hydrogramme triannuel figures 3, 3', 3'').

Variation des réserves  $\Delta R = 55,5$  mm (calculée comme dans le bilan de la 1<sup>re</sup> année).

En remplaçant ces valeurs dans l'équation du bilan :

$$P = Q + E \pm \Delta R \pm \Delta S$$

$$2941,1 = 2099 + 55,5 + \Delta S + E$$

On obtient :

$$E + \Delta S = 796,6 \text{ mm}$$

En prenant  $\Delta S = 20$  mm

On obtient E = 776,6 mm

6. CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX  
DE LA NAPPE AQUIFÈRE DE REGNÉ

La figure 5 reproduit les courbes des variations de PH, de Conductivité et de Température de l'eau de la nappe aquifère de Regné. Sur cette figure, nous observons que :

— l'eau de la nappe est acide, son PH reste inférieur à 6 unité et supérieur à 4 unité.

L'allure de la courbe est quasi rectiligne.

— elle est peu chargée de sels, la conductivité reste inférieure à 90 micromhos/cm. Les valeurs les plus élevées s'observent pendant les périodes *sèches*.

— la température de l'eau reste inférieure à 9 °C.

Elle est peu influencée par la température ambiante.

L'allure de la courbe est quasi rectiligne.

7. CONCLUSIONS

L'étude du petit bassin de Regné est particulièrement intéressante. En effet, on y obtient une évapotranspiration limitée nettement en dessous des valeurs obtenues par les formules couramment utilisées pour le calcul de l'évapotranspiration.

La faible valeur de l'évapotranspiration semble due au fait que le bassin est presque entièrement couvert par des prairies dont le pouvoir d'évapotranspiration est nettement plus faible que celui des zones boisées.

50 % de la superficie d'alimentation du ruisseau de Groumont est occupée par des bassins du même type de nappes aquifères.

Les anomalies observées dans le bilan général du bassin de Groumont proviennent vraisemblablement de la grande différence qui existe entre l'évapotranspiration réelle obtenue par notre calcul de bilan et celle calculée par les formules habituelles lors de l'élaboration du bilan du bassin de Groumont.

Du point de vue des réserves d'eaux souterraines, le bassin de Regné contient des volumes relativement importants.

Le réservoir à perméabilité modérée permet d'obtenir en toute saison un écoulement continu à débits appréciables.

*Laboratoires de Géologie  
de la Faculté des Sciences Appliquées*

*CETA  
Gr IV Hydrogéologie*

BIBLIOGRAPHIE

- [1] CASTANY, G., 1963. — *Traité pratique des Eaux Souterraines*, Dunod, Paris.
- [2] COŞAN, Y., 1969. — *Étude Géologique de Sondages au Plateau des Tailles*. Service Géologique de Belgique, Professional Paper. 1969. N° 8.
- [3] FOURMARIER, P., 1958. — *Hydrogéologie* (2<sup>e</sup> édition). Masson, Paris.
- [4] LAMBRECHT, L. et COŞAN, Y., 1969. — *Étude Géologique du Plateau des Tailles*. Rapport CETA, Section Hydrogéologie.
- [5] ROCHE, M., *Hydrologie de Surface*, Gauthier-Villars, Paris.
- [6] MONJOIE, A. et COŞAN, Y., 1972. — *Des eaux souterraines du Plateau des Tailles* (synthèse). Rapport CETA, Section Hydrogéologie.
- [7] SCHLAG, A., *Hydraulique Générale* (2<sup>e</sup> édition), 1957, Sciences et Lettres, Liège.
- [8] *Bilan d'eau du Plateau des Tailles*. Rapport Général de CETA (inédit).

# Nappe de Regné

Fluctuation des températures, des conductivités et des PH de l'eau

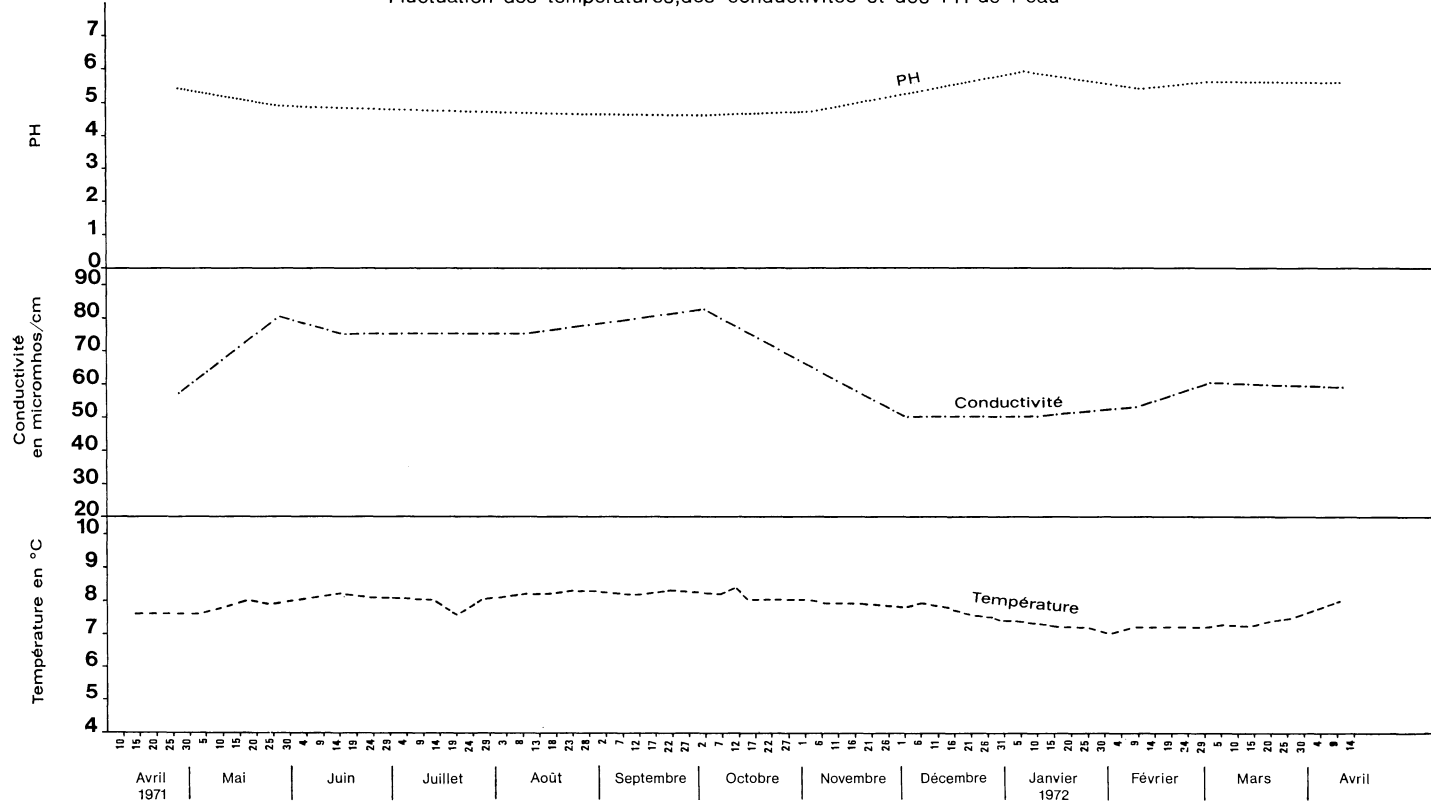


Fig. 5

