

[Professional Papers]

PP - 1967 - n° 8

Les Professional Papers du Service Géologique de Belgique imprimés depuis 1966 sont disponibles en téléchargement sur notre site internet au format PDF à l'adresse suivante :
[<http://www.sciencesnaturelles.be/geology/products/pp>]

De Professional Papers uitgegeven door de Belgische Geologische Dienst sedert 1966, zullen geleidelijk op deze website ter beschikking gesteld worden. U kunt deze downloaden in PDF formaat op het volgende adres:
[<http://www.natuurwetenschappen.be/geology/products/pp>]

The Professional Papers of the Geological Survey of Belgium printed since 1966 are available for download in PDF format from our website at the following url:
[<http://www.naturalsciences.be/geology/products/pp>]



MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES
ADMINISTRATION DES MINES

MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN
BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Service Géologique de Belgique
13, Rue Jenner,
BRUXELLES 1000

Aardkundige Dienst van België
Jennerstraat, 13
BRUSSEL 1000

PL. BRUXELLES 88 W. N° 1082.

EVOLUTION DU NIVEAU DE L'EAU DANS LE PUIS DE LA
BANQUE DE BRUXELLES ENTRE 1959 ET 1966

Ce puits est alimenté par la nappe artésienne profonde dite :
"du socle et de la craie " ou "grand courant".

PAR R. L. G. THONNARD.

Professional Paper 1967 n°8



PL. BRUXELLES 88 W. N° 1082.
EVOLUTION DU NIVEAU DE L'EAU DANS LE Puits DE LA
BANQUE DE BRUXELLES ENTRE 1959 ET 1966
PAR R.L.G. THONNARD.

Cette étude a été exécutée sous le patronnage de M. GULINCK, Géologue Principal au Service Géologique de Belgique, dont les conseils et les critiques nous ont été très précieux.

Nous remercions également la Direction de la Banque de Bruxelles et plus particulièrement M. DALMANS, Chef de Service au Département Immobilier de la Banque, pour leur aimable collaboration et notamment pour nous avoir donné accès à leurs archives.

Nous remercions enfin M. MELCHIOR, Directeur du Service des Marées Terrestres de l'Observatoire Royal de Belgique qui nous a permis d'utiliser l'ordinateur IBM de l'Observatoire.

Caractéristiques du puits

Puits artésien de la Banque de Bruxelles
2, rue de la Régence, Bruxelles 1
Puits Bruxelles 88 W- n° 1082
Terminé en 1934
Diamètres extrêmes : 495 et 275 mm
Cote de l'orifice : + 65 m
Profondeur totale : 126 m
Cote du socle : - 58m4
Pénétration dans le socle : 2m6
Epaisseur de la craie : probablement 7 m
Débit de la pompe: 4m³/h
Quantité d'eau pompée en moyenne par semaine : 550 m³

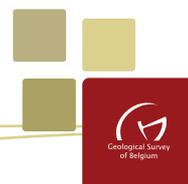
Remarques: - il n'existe pas de coupe détaillée de ce puits;
- il est encore actuellement en activité;
- les mesures directes y sont impossibles.

Paramètres mesurés (h) et (q)

Des mesures systématiques ont été effectuées chaque jour à 8 heures du matin, depuis juillet 1959, par le personnel de la chaufferie :

- 1) mesure de la hauteur (h) de l'eau dans le puits par rapport au fond de celui-ci, grâce à un dispositif manométrique étalonné et
- 2) mesure de la quantité d'eau (q) prélevée depuis la veille même heure, grâce à un compteur de passage.

Il faut noter qu'à 8 heures du matin, le puits est en régime de pompage stabilisé, la pompe étant mise en service dès 7 heures.



Facteurs qui influent sur le paramètre (h)

Le niveau de l'eau, tel qu'il est mesuré, est fonction

- 1) du niveau au repos local de la nappe, lui-même variable en fonction du temps (précipitations, pression atmosphérique, etc...);
- 2) de l'intensité du pompage local;
- 3) de l'importance du pompage dans les environs.

En première approximation, le rabattement provoqué par le pompage dans les environs peut être considéré comme constant. En effet il y a un très grand nombre de puits qui utilisent cette nappe à Bruxelles, et d'autre par le puits le plus voisin (celui de la Banque de la Société Générale de Belgique) est à 600 m, c'est-à-dire à une distance supérieure à son rayon d'action.

Quant à l'influence des variations de la pression atmosphérique, elle est négligeable vis-à-vis de celle des autres facteurs.

Restent donc essentiellement l'effet des précipitations et celui du pompage local.

Paramètres utilisés dans la présente étude (H) et (Q)

Le pompage est faible durant les week-ends, mais la mesure du lundi matin est également effectuée à 08 heures, c'est-à-dire alors que la pompe débite depuis une heure. Le niveau de l'eau le lundi matin à 08 heures ne correspond donc pas à celui de la nappe au repos. Mais ces mesures du lundi matin ont pour elles l'avantage d'être effectuées dans des conditions bien définies.

D'autre part, la comparaison des diagrammes établis sur la base des relevés journaliers (fig. 1) et de ceux établis sur la base des seuls relevés du lundi matin 08 heures (fig. 1) montre que les courbes graphiques moyennes sont identiques.

A titre de vérification, nous avons calculé la courbe des moyennes sur un mois des relevés journaliers et celle des moyennes sur un mois des relevés du lundi matin 08 heures : les deux courbes sont quasi superposables.

Il en va de même pour les courbes moyennes de la quantité d'eau pompée journalièrement et de la quantité d'eau pompée par semaine (fig. 2 et 3). Cette dernière est donc représentative de la première.

En conséquence, nous avons basé toute notre étude sur

- 1) la mesure de la hauteur (H) de l'eau dans le puits, par rapport au fond du puits, le lundi matin à 08 heures, et
- 2) la mesure de la quantité d'eau (Q) prélevée par semaine.

Principe de l'analyse de ces paramètres

Soient une nappe artésienne n et un puits P.

Au temps t_1 , la nappe au repos est au niveau inconnu n_1 . Sous l'effet d'un pompage Q_1 , l'eau est rabattue au niveau H_1 mesuré à partir du fond du puits (fig. 11). Sur un diagramme H en fonction de Q, cela nous donne un point 1 (fig. 12). Sous l'effet d'un pompage $Q'_1 > Q_1$, l'eau est rabattue au niveau H'_1 . Cela nous donne un second point l'. En faisant varier Q on obtient ainsi la courbe C1 du rabattement fonction de l'intensité du pompage au temps t_1 .

Au temps t_2 , supposons la nappe au repos descendue au niveau n_2 , et l'on pose $n_2 - n_1 = D n$.

Pour un pompage $Q_2 = Q_1$, l'eau est rabattue au niveau H_2 ; ceci nous donne un point 2 sur le diagramme. En négligeant la perte de rendement de la pompe ainsi que la variation du rayon d'action, on peut écrire $H_2 - H_1 \sim D n$.

Pour un pompage $Q'_2 = Q'_1$, l'eau est rabattue au niveau H'_2 ; ceci nous donne un point 2' sur le diagramme. Et l'on peut de même écrire $H'_2 - H'_1 \sim D n$.

La multiplication des observations au temps t_2 nous donne la courbe C2.

Ces courbes C1 et C2 sont donc distantes d'une quantité égale à peu de chose près à D n. Pour $Q = 0$, la première passe d'ailleurs par H_{n1} et la seconde par H_{n2} .

Les observations réalisées en régime de pompage permanent mais variable en intensité, permettent donc de déterminer les variations relatives du niveau de la nappe au repos; autrement dit on peut éliminer l'effet du pompage local.

En réalité, une courbe telle que C sera le demi grand axe de l'ellipse de dispersion d'un nuage de points (HQ) corrélés pendant un laps de temps Δt court par rapport à la durée totale de la période d'observation (6 mois par rapport à 8 ans dans notre étude).

D'autre part, le rendement de la pompe diminuant avec le temps, les quantités d'eau pompées diminuent de t_1 à t_2 , et il est évident que l'on devra comparer des segments de courbes C1 et C2 décalés latéralement (fig. 13).

Si l'on multiplie le nombre de courbes telles que C, à raison d'une tous les 6 mois, par exemple (fig. 14), et qu'on les recoupe par une droite de Q constant, on obtient les variations du niveau de la nappe au repos en fonction du temps.

On peut déterminer la droite moyenne et l'on a ainsi les fluctuations du niveau de la nappe au repos par rapport à cette droite moyenne.

Ces fluctuations seront enfin à mettre en regard de celles des précipitations par rapport à leur valeur moyenne.

Précision des mesures

Les hauteurs d'eau (h) et (H) sont mesurées à $\pm 0,5$ m près, alors que les variations du niveau au cours d'une semaine n'atteignent que 5 m au maximum, soit une erreur relative de 10^{-1} . La grande quantité de mesures effectuées pallie heureusement au manque de qualité de chaque mesure prise individuellement.

Les quantités d'eau prélevées (q) et (Q) sont mesurées à $\pm 0,5$ m³ près, ce qui nous donne une erreur relative de 10^{-3} pour la mesure des quantités prélevées chaque semaine.

Diagrammes du type 1

Nous reportons ces paramètres H et Q sur du papier millimétré en fonction du temps, par périodes de un an. Puis nous établissons graphiquement les courbes qui suivent au mieux ces relevés des variations hebdomadaires. (fig. 4 et 5).

On remarquera que les courbes, en première approximation, varient symétriquement comme il fallait s'y attendre (aspect boudiné caractéristique) : plus la quantité d'eau prélevée Q augmente, plus le rabattement est important, et par conséquent plus petit est H.

Diagrammes du type 2

Les valeurs correspondantes, des diagrammes du type 1 sont reportées, groupées par périodes de six mois, sur un second papier millimétré, les H en ordonnée, les Q en abscisse.

Cela nous donne des groupements de points, la plupart du temps alignés suivant une courbe du deuxième degré. Cette courbe nous donne, graphiquement, la corrélation, pour ces six mois, entre le niveau de l'eau H et la quantité d'eau prélevée Q. (fig. 6).

Les coefficients de corrélation ont été vérifiées par calcul sur ordinateur IBM grâce à l'obligeance de M. Melchior, Directeur du Service des Marées Terrestres à l'Observatoire Royal de Belgique. L'expérience a montré que la coupure arbitraire en périodes de 6 mois convenait en première approximation, mais que les coefficients de corrélation pouvaient être améliorés en modifiant légèrement la date de la coupure.

Diagrammes du type 3

Toutes ces courbes de corrélation entre H et Q (diagrammes du type 2) sont redessinées ensemble sur un nouveau diagramme (fig. 7) et l'on constate que ces courbes s'ordonnent grossièrement en fonction du temps.

Diagrammes du type 4

Nous établissons enfin un quatrième diagramme élaboré à partir du précédent où l'on recoupe les courbes de corrélation par diverses droites de Q constant. Cela nous donne l'évolution du niveau H de l'eau dans le puits au cours du temps pour divers régimes de pompage (500, 550, 600 et 650 m³/semaine) (fig. 8).

On constate que

- 1) de façon générale, le niveau H diminue avec le temps pour une même valeur de Q;
- 2) les courbes correspondant aux diverses valeurs de Q s'ordonnent assez régulièrement les unes par rapport aux autres, les plus grandes valeurs de Q correspondant à de plus faibles valeurs de H.

Evolution du niveau de la nappe au repos

On trace la moyenne de ces courbes (fig. 9), ce qui nous donne la courbe représentative de l'évolution du niveau de la nappe au repos en fonction du temps E.

Puis on établit la droite moyenne D : elle nous donne la valeur annuelle moyenne de l'abaissement de la nappe au repos : 0,58 m par an.

De façon générale, la courbe E a une allure sinusoïdale par rapport à la droite D. Or on sait que le puits est isolé: le plus proche pompage est à 600 m (puits de la Banque de la Société Générale de Belgique) c'est-à-dire en dehors du rayon d'action de ce puits.

Ces variations ne peuvent donc s'expliquer que par des causes naturelles liées à la nappe elle-même et, plus particulièrement, à son alimentation. D'où l'idée de comparer cette sinusoïde au relevé des précipitations dressé par M.R. SNEYERS (1) de l'Institut Royal Météorologique de Belgique (fig. 10) pour la période correspondante.

Nous comparons

- les variations du niveau de la nappe au repos prises par rapport à la droite moyenne D
- aux variations de la quantité d'eau recueillie à Uccle en % de la normale (totaux en 3, 6 et 12 mois).

On ne constate pas de parallélisme entre les 2 courbes.

Autre approche du problème

Nous avons reporté sur un diagramme H fonction du temps (fig. 15) la moyenne graphique des observations du niveau de l'eau le lundi matin à 08 heures, de 1959 à 1966.

Puis nous avons calculé la courbe E' , moyenne des observations du lundi matin à 08 heures totalisées sur 3 mois (fig. 17) pour la même période.

La droite moyenne D' qui lui correspond donne un abaissement annuel moyen de 0,55 m (fig. 17) .

La similitude de la valeur de cet abaissement annuel moyen avec celui précédemment trouvé (0,58 m/an) nous a incité à reporter sur cette même figure 17, par rapport à la droite D', les points de la courbe E représentative de l'évolution du niveau de la nappe au repos en fonction du temps.

(1) R. SNEYERS. Le temps en 1955, 1956.....1965- I.R.M.B. - Publications série B n° 21 à 49.
R. SNEYERS. Observations climatologiques 1955 à 1966- I.R.M.B. - Bulletin mensuel.

On remarque que ces courbes E et E' se correspondent de 1959 à 1964, puis qu'elles se dissocient très nettement. En effet,

- la courbe E est corrigée de l'effet du pompage local;
- la courbe E' n'est pas corrigée de cet effet, mais il ne s'est fait réellement sentir que depuis 1964, époque à partir de laquelle le pompage est devenu beaucoup plus variable et a atteint des pointes de 680 m³ par semaine, alors qu'il oscillait précédemment de ± 50 m³ autour de 550 m³ par semaine.

On voit donc que l'on peut, en première approximation, considérer la courbe moyenne graphique des observations du niveau de l'eau le lundi matin 08 heures, de 1959 à 1964, comme représentative, à une constante près, des variations du niveau de la nappe au repos .

Dès lors, nous pouvons comparer cette courbe moyenne graphique des observations du niveau de l'eau le lundi matin (de 1959 à 1964) au relevé des précipitations effectuées à Uccle pour la même période (fig. 16). Les deux courbes se correspondent assez bien. Le déphasage moyen est de 2,2 mois (fig. 19).

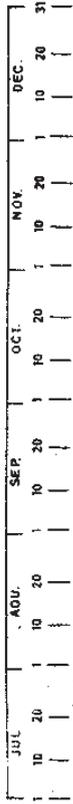
Nous calculons et dessinons la courbe moyenne des précipitations à Uccle sommées sur 6 mois (fig. 16) et nous la comparons à la courbe moyenne calculée des observations du niveau de l'eau le lundi matin à 08 heures sommées sur 3 mois (fig. 18). La mise en parallèle impose un déphasage de 3 mois.

CONCLUSIONS

- Le niveau de la nappe au repos baisse en moyenne de 0,6 m par an.
- Les précipitations affectent le niveau de cette nappe avec un déphasage de 2 à 3 mois.

=====

JUSTIFICATION DE LA SELECTION OPEREE DANS LES OBSERVATIONS



Hauteur de l'eau en m

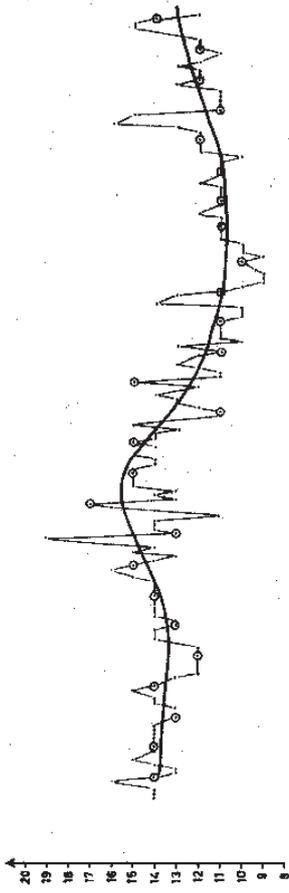


FIG.1

Q en m³/jour

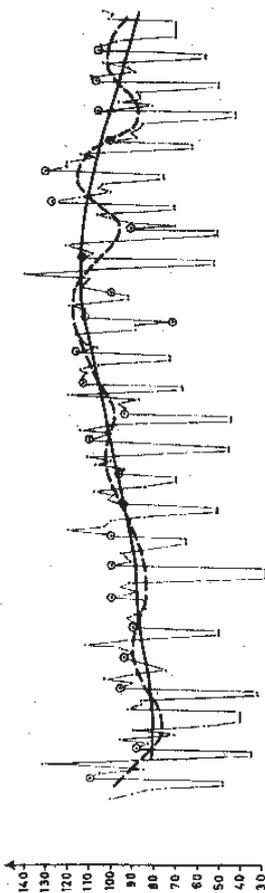


FIG.2

Q en m³/semaine



FIG.3

1964-65

BRUXELLES 80W PUIITS N° 1002

BANQUE DE BRUXELLES, Rue de la Régence

JANVIER FEVRIER MARS AVRIL MAI JUIN JUILLET AOUT SEPTEMBRE OCTOBRE NOVEMBRE DECEMBRE

q.m³/semaine

800

750

700

650

600

550

500

450

400

350

300

250

200

150

100

50

0

50

100

150

200

250

300

350

400

450

500

550

600

650

700

750

800

850

900

950

1000

FIG. 4

DIAGRAMMES DU TYPE 1

FIG. 5



- Etablissement des courbes moyennes donnant la relation entre les paramètres H et Q au deuxième semestre de 1959 (1959/2) et au deuxième semestre de 1966 (1966/2)

H
HAUTEUR DE
L'EAU DANS LE PUIT
(EN METRES)

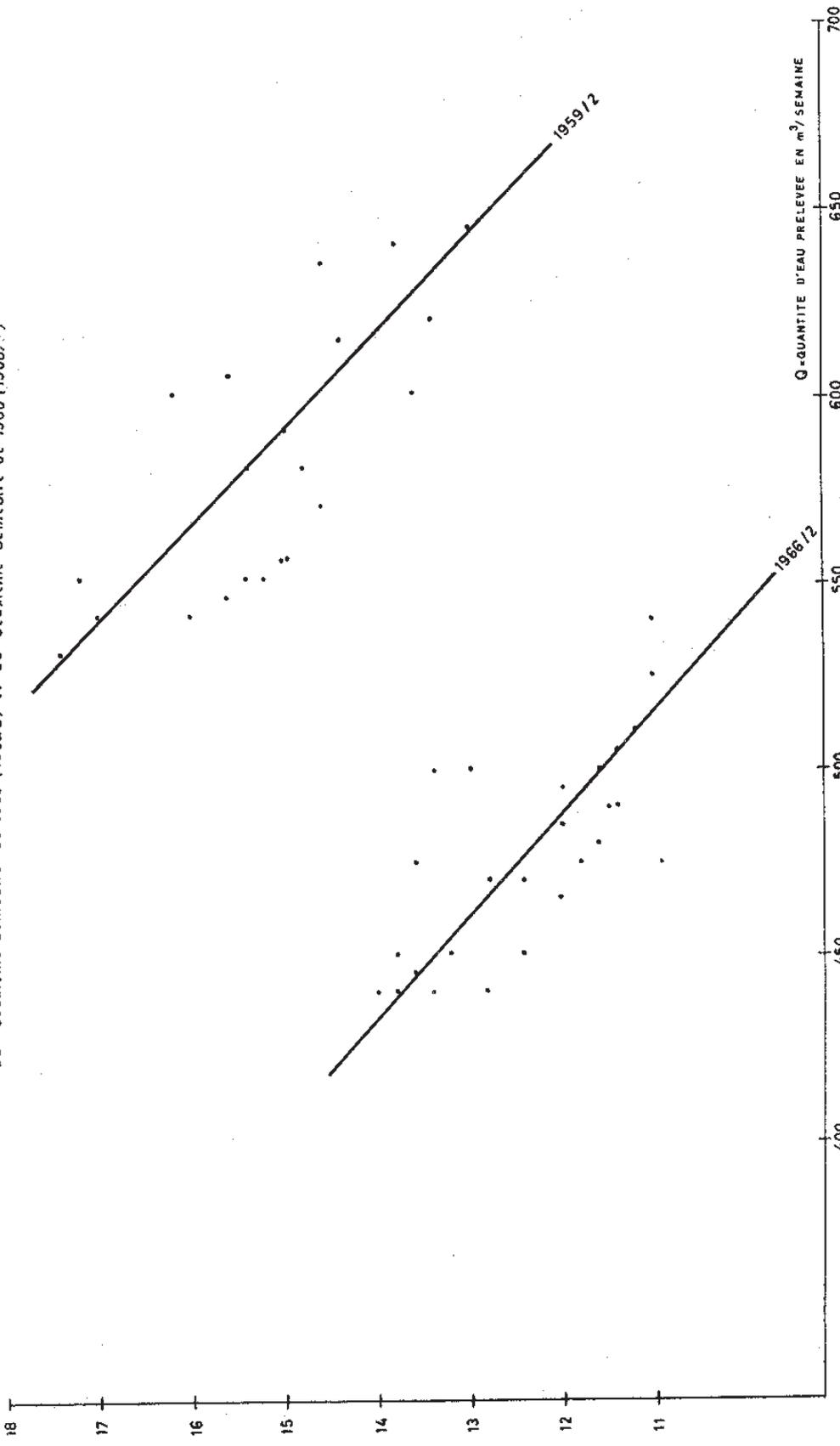
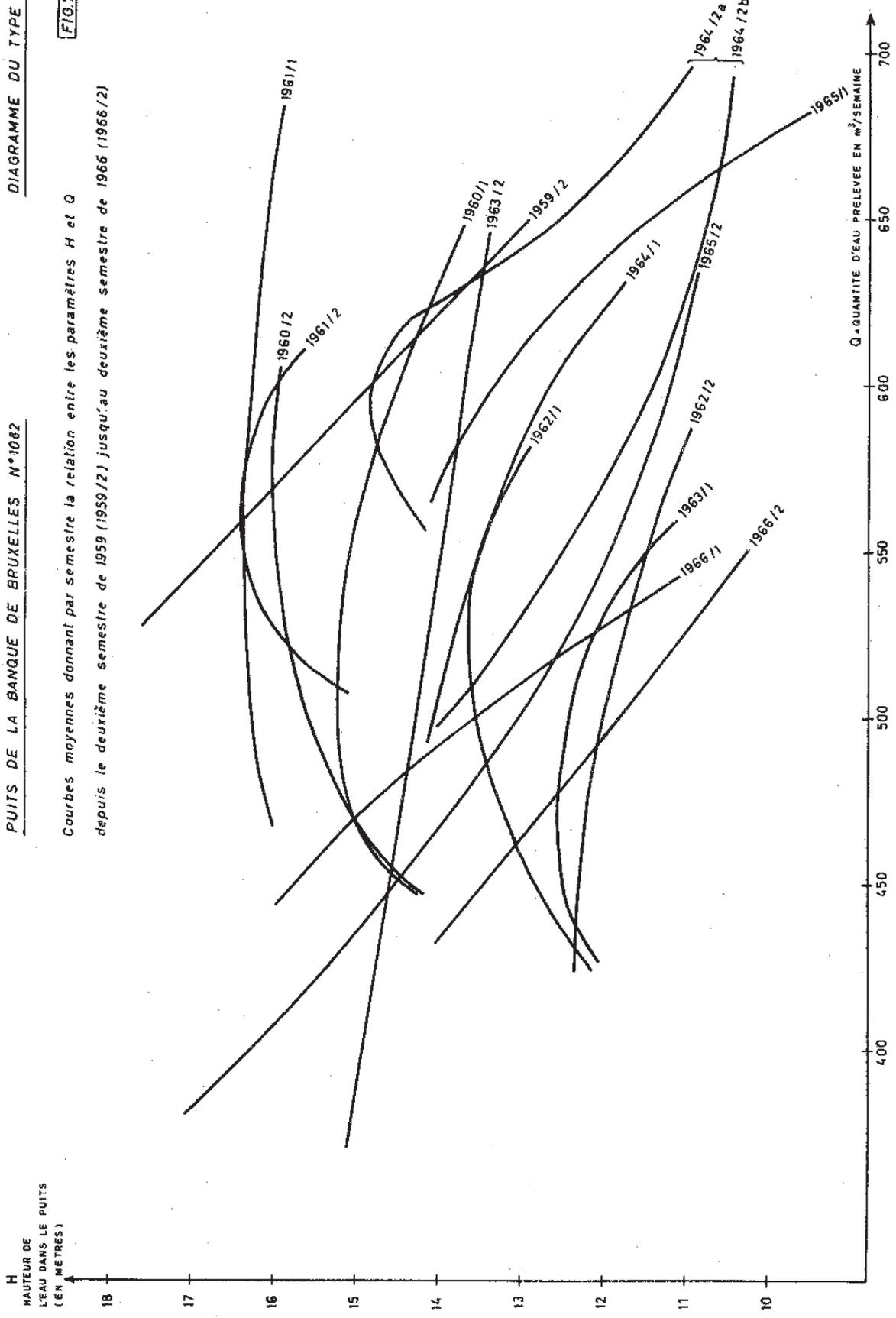


FIG.7

Courbes moyennes donnant par semestre la relation entre les paramètres H et Q depuis le deuxième semestre de 1959 (1959/2) jusqu'au deuxième semestre de 1966 (1966/2)



PUITS DE LA BANQUE DE BRUXELLES

FIG. 9

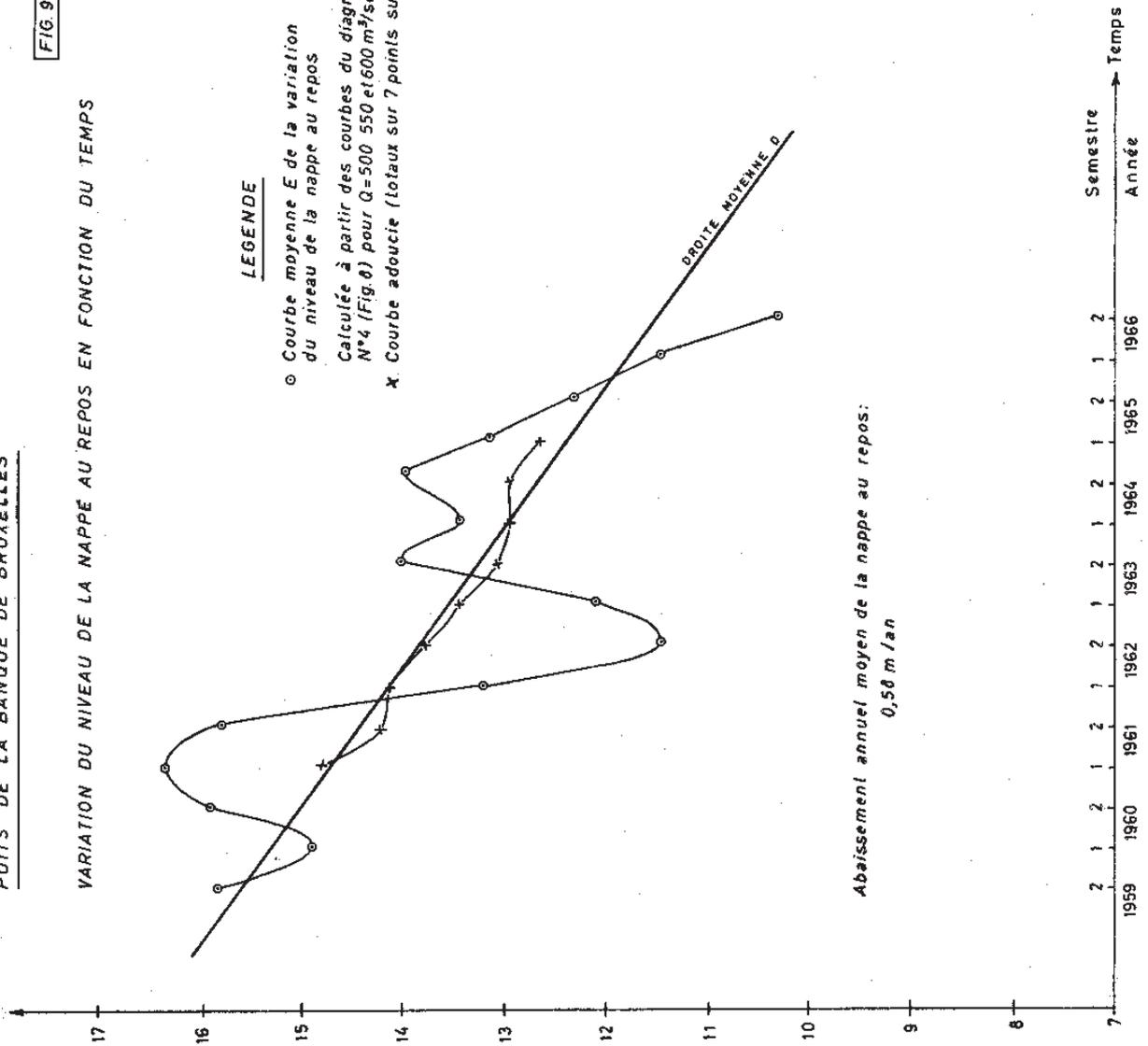
VARIATION DU NIVEAU DE LA NAPPE AU REPOS EN FONCTION DU TEMPS

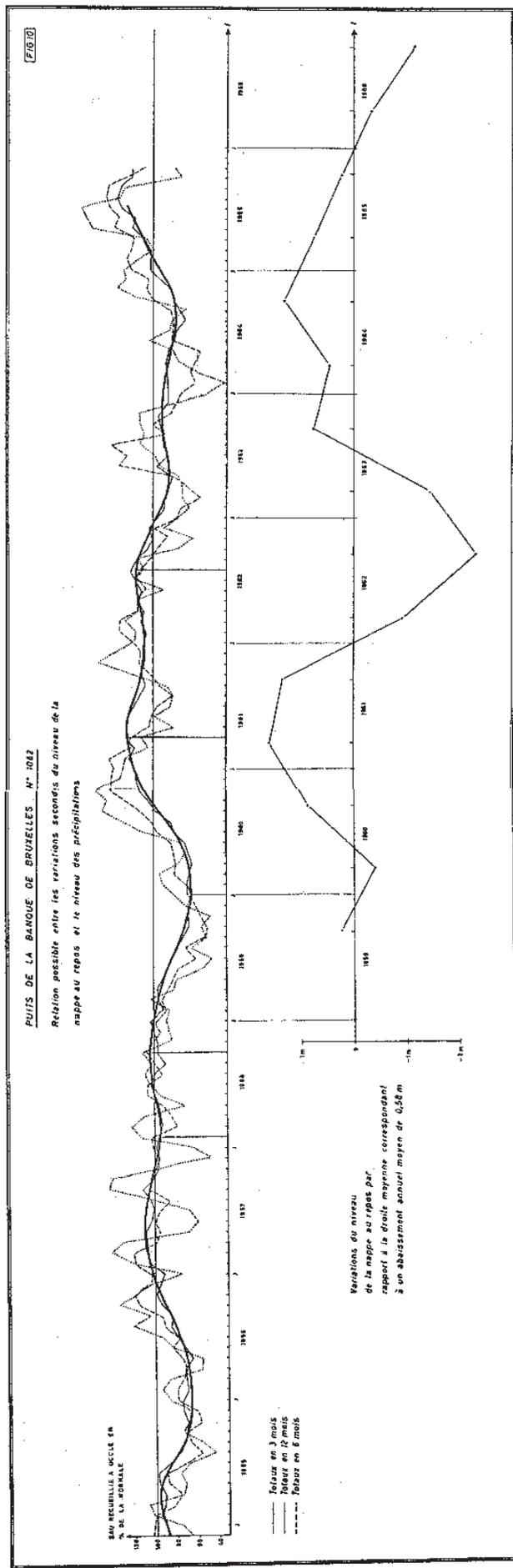
LEGENDE

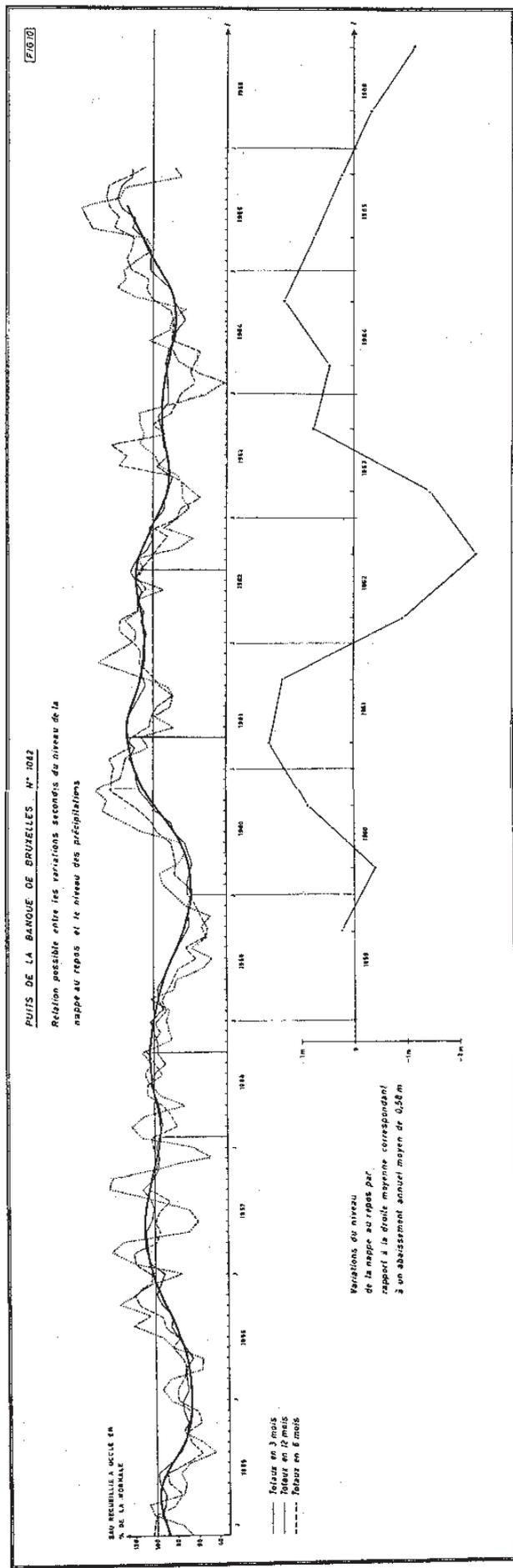
- o Courbe moyenne E de la variation du niveau de la nappe au repos
- Calculée à partir des courbes du diagramme N°4 (Fig. 8) pour $Q=500$ et 600 m³/semaine
- x Courbe adoucie (totaux sur 7 points successifs)

DROITE MOYENNE D

Abaissement annuel moyen de la nappe au repos:
0,58 m/an







PRINCIPE DE L'ANALYSE DES PARAMETRES H ET Q

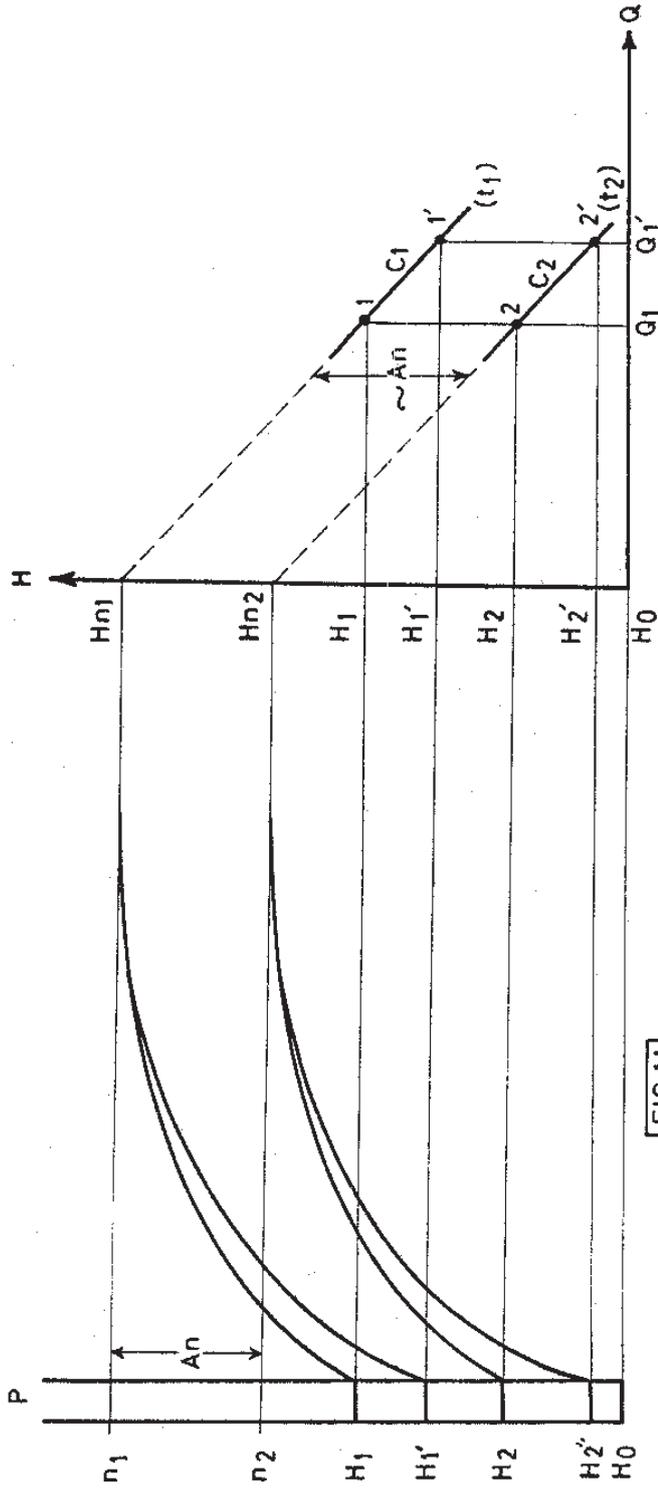


FIG.11

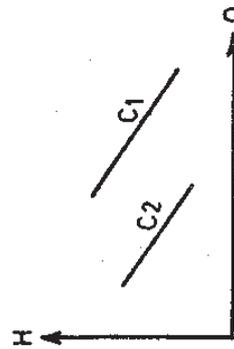


FIG.13



FIG.14



