

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B.P.6009 - 45018 Orléans Cédex - Tél.: (38) 63.80.01

DOCUMENT

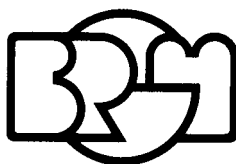


n° 6096

# ESSAIS DE Puits PAR PALIERS DE DÉBIT ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES DONNÉES

par

J. FORKASIEWICZ



Département hydrogéologie

B.P.6009 - 45018 Orléans Cédex - Tél.: (38) 63.80.01

**78 SGN 040 HYD**

Septembre 1978

## R E S U M E

---

L'analyse et l'interprétation des données de pompages par paliers appelés souvent "essais de puits" tiennent une place importante dans l'élaboration d'un projet d'exploitation d'un ouvrage de captage existant.

Elle doit mener à la détermination d'une relation débits/rabattements de l'ouvrage, permettant d'évaluer pour un débit donné les pertes de charge dues à l'ouvrage de captage et leur importance par rapport à celles dues à la formation aquifère ainsi qu'à la prévision soit des débits en fonction des rabattements supposés soit des rabattements en fonction des débits demandés. Etant bien entendu que lorsque le régime permanent n'est pas réalisé en fin de chaque palier de débit la prévision ne peut être dissociée d'un pompage de longue durée.

Les principales équations du rabattement au puits ainsi que les méthodes d'analyse et d'interprétation des données de pompages par paliers sont rappelées dans ce rapport et des exemples pratiques illustrent l'application de ces méthodes.

Ce travail a été réalisé dans le cadre des études méthodologiques du département Hydrogéologie.

# S O M M A I R E

---

	Pages
RESUME	
INTRODUCTION	1
RAPPEL DES DEFINITIONS RELATIVES AU PUI TS EN POMPAGE	2
1. RAPPEL DES EQUATIONS THEORIQUES DU RABATTEMENT AU PUI TS ET LEUR DOMAINE DE VALI DITE	3
1.1. Equati on de Jacob	3
1.1.1. Détermination graphique des coefficients B et C	4
1.2. Equati on de Rorabaugh	5
1.2.1. Méthode des courbes types de Sheahan	7
1.3. Si gni fi cati on des coeffi ci ents B et C et noti on d'effi cacité du pui ts	10
1.4. Equati on de Gossel in	12
2. NOTIONS DU DEBIT CRI TI QUE ET DU DEBIT MAXI MAL D'EXPLOI TATI ON	14
3. REALI SATI ON ET I NTERPRETATI ON DES POMPAGES PAR PALI ERS	15
3.1. Réal i sati on	15
3.2. I nterprétati on	18
3.2.1. Exemples d'application	22
4. CONCLUSI ONS	27
BI BLI OGRAPHI E	31

## INTRODUCTION

Un des problèmes pratiques de captage d'eau souterraine qui se pose le plus souvent à l'hydrogéologue est celui d'évaluer le débit d'exploitation maximal ou optimal d'un puits ou forage existant. La réponse à ce problème ne peut être faite sans avoir acquis les données sur :

- 1) La géométrie et les caractéristiques hydrodynamiques de la formation aquifère.
- 2) L'existence et l'importance des pertes de charges dues à l'ouvrage de captage.

Les pompages de longue durée ou "essais de nappe" permettent d'acquérir les données du premier type et les pompages par paliers de débit ou "essais de puits" celles relatives aux deuxièmes.

Le présent rapport passe en revue les principales équations du rabattement au puits et les méthodes d'interprétation des données des pompages par paliers qui en découlent.

RAPPEL DES DEFINITIONS RELATIVES AU PUI TS EN POMPAGE,

Les définitions rappelées ci-dessous sont celles du Dictionnaire français d'hydrogéologie par G. Castany et J. Margat.

- 1 - Palier de débit : Pompage à débit constant dans un puits, pendant une durée définie, pratiqué en particulier pour obtenir un *rabattement* stabilisé ou pour observer un *rabattement* au bout d'un temps donné, servant à déterminer une relation débit/rabattement.
- 2 - Vitesse &que : Valeur de vitesse réelle de l'eau en mouvement dans un milieu perméable au-dessus de laquelle **les** pertes de charge sont proportionnelles à une puissance  $n$  de la vitesse ( $n$  étant une constante liée aux caractéristiques du terrain]. Cette vitesse est le seuil séparant **le** régime d'*écoulement laminaire* (à perte de charge proportionnelle à la vitesse) du régime d'*écoulement turbulent*.
- 3 - Débit critique (d'un puits au forage) : Débit maximal pouvant affluer d'un *aquifère* à un *puits de pompage* en écoulement laminaire, c'est-à-dire sans dépassement de la *vitesse critique*. En pratique, c'est le débit pompé au-delà duquel **les** pertes de charge ne croissent plus en fonction linéaire du débit.
- 4 - Rabattement spécifique : Hauteur du *rabattement* dans un puits rapportée au débit pompé, dans des conditions définies (s/Q).
- 5 - Courbe débits/rabattements : Représentation graphique de la relation entre **les** débits pompés et **les** *rabattements* obtenus dans un puits, définis soit en régime permanent (*paliers de niveau* stabilisés] soit au bout de durées de pompage égales choisies conventionnellement.
- 6 - Productivité d'un puits : Débit (potentiel] maximal qui peut être pompé dans un puits, après effacement de *l'effet de capacité*, dans des conditions définies et en régime d'exploitation normal, en fonction seulement de contraintes physiques (caractéristiques locales de *l'aquifère* et du puits).
- 7 - Efficacité d'un puits : Rapport entre la *productivité* d'un puits réel, plus ou moins *imparfait*, et la *productivité* d'un *puits parfait* (n'imposant aucune perte de charge parasite], placé dans les mêmes conditions.  
En pratique c'est, pour un débit de pompage donné, **le** rapport entre **le** *débit spécifique* observé au bout d'une durée conventionnelle (par exemple 24 h) et **le** *débit spécifique* calculé pour la même durée d'après les paramètres hydrodynamiques de *l'aquifère* et un modèle d'écoulement autour du puits supposé *parfait* (Bonnet).
- b - Puits parfait : Puits, forage dans lequel l'apport d'eau, en cours de pompage - ou l'absorption d'eau, en cas d'injection - s'effectuerait sans aucune *perte de charge due au puits*.

$Q$ m <sup>3</sup> /h	$3Q = 6 \cdot 10^{-3} Q$ ①	$Q^{2,6}$ ②	$3Q^{2,6} = 1,02 \cdot 10^{-6} Q^{2,6}$ ③	$s = \text{①} + \text{③}$ en m
100	0,6	$1,58 \cdot 10^5$	0,16	0,76
200	1,2	$9,61 \cdot 10^5$	0,98	2,78
300	1,8	$2,76 \cdot 10^6$	2,81	4,61
350	2,1	$4,12 \cdot 10^6$	4,20	6,30

- La différence entre la droite  $s = BQ = 6 \cdot 10^{-3} Q$  et la courbe observée dont l'équation est :  $s = 6 \cdot 10^{-3} Q + 1,02 \cdot 10^{-6} Q^{2,6}$  donne pour chaque débit la valeur du second terme de l'équation donc la valeur des pertes de charge dues au régime turbulent.

#### 4. CONCLUSIONS

1. Le pompage par paliers de débit permet de déterminer la relation expérimentale liant les débits aux rabattements et dans la majorité des cas de l'identifier à l'une des équations rappelées au § 1.

2. L'expression de rabattement dans le puits la plus utilisée :

$$s = BQ + CQ^2 \quad (\text{Jacob})$$

car l'identification des coefficients B et C est facile, ne convient pas toujours à la relation  $s = f(Q)$  observée.

3. La méthode des courbes-types de Sheahan permet l'identification des coefficients B et C ainsi que de la valeur de l'exposant P de l'expression plus générale :

$$s = BQ + CQ^P \quad (\text{Rorabaugh})$$

et doit être employée lorsque la relation  $s = f(Q)$  expérimentale ne s'identifie pas à celle de Jacob.

4. Dans tous **les** cas les conditions d'identification des coefficients B et C ainsi que de l'exposant du second terme sont les suivantes :

- un échantillonnage suffisant de la relation débit/rabattement : nombre de paliers n **3** 3

$$\text{et } \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} \geq 3$$

- une bonne précision dans les mesures, en particulier pour les faibles débits (important pour évaluer B)

- le débit maximal doit être supérieur au débit critique :

$$Q_{\max} > Q_c$$

5. Il semble, pour toutes sortes de raisons basées tant sur l'analyse théorique que sur des faits expérimentaux, qu'il ne faut pas accorder une signification trop précise aux paramètres d'ajustement B et C de la relation débit/rabattement déduite d'un essai par palier.

En particulier un essai par palier ne permet pas de définir l'efficacité permettant des comparaisons objectives entre ouvrages.

6. La relation  $s = f(Q)$  identifiée par les pompages par paliers en régime permanent ou pour une durée de temps choisie conventionnellement est une donnée fondamentale pour les prévisions des débits \* ainsi que pour le contrôle de l'évolution des performances du puits dans le temps.

■  
:  
:

---

\* Lorsque le régime permanent n'a pas été établi en fin de chaque palier toute prévision soit des débits en fonction des rabattements imposés soit des rabattements en fonction des débits demandés doit tenir compte de l'évolution de rabattement dans le temps donc ne peut être dissociée d'un pompage à débit constant de longue durée.