

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
B.P. 6009 - 45 Orléans (02) - Tél.: (38) 66.06.60



MÉTHODES D'INTERPRÉTATION DE POMPAGES D'ESSAI EN NAPPE LIBRE

par

M. BONNET, J. FORKASIEWICZ, P. PEAUDECERF



Département HYDROGÉOLOGIE
B.P. 6009 - 45 Orléans (02) - Tél.: (38) 66.06.60

70 SGN 359 HYD

Décembre 1970

RESUME

La plupart des schémas hydrauliques, dérivés de l'analyse de THEIS, élaborés pour interpréter les données des pompages d'essai en vue d'évaluer les paramètres des couches aquifères sont conçus pour les nappes captives (1). Leur application dans les conditions des nappes libres est une approximation souvent admissible, mais pouvant aussi entraîner des erreurs inacceptables (notamment dans l'estimation du coefficient d'emmagasinement) et aux conséquences pratiques graves pour les prévisions d'exploitation.

Plusieurs méthodes ont été élaborées, à des dates récentes, qui tiennent compte de l'une ou l'autre des différences de conditions caractérisant les nappes libres par rapport aux nappes captives :

- tridimensionnalité de l'écoulement au voisinage d'un puits
- variation de la transmissivité avec le rabattement
- retard de désaturation de l'aquifère

L'objet de ce rapport est d'exposer ces méthodes, en indiquant leurs conditions d'application et en les illustrant par des exemples concrets.

Cette étude a été réalisée à la fois dans le cadre des travaux méthodologiques du département d'hydrogéologie et dans celui de l'opération de "Recherches sur le coefficient d'emmagasinement appliquées aux réserves des nappes libres" entreprises pour la D.G.R.S.T. (Action concertée EAU).

(1) cf rapport BRGM 69 SGL 293 HYD

"Interprétation des données des pompages d'essai pour l'évaluation des paramètres des aquifères AIDE-MEMOIRE" par J. FORKASIEWICZ

S O M M A I R E

INTRODUCTION

1. GENERALITES - HYPOTHESES FONDAMENTALES

1.1. Présentation du problème

1.2. Les hypothèses fondamentales qui permettent une résolution analytique des problèmes d'écoulement en nappe libre

1.2.1. *La condition de surface libre : 1ère hypothèse simplificatrice
Notion de porosité efficace*

1.2.2. *2ème hypothèse simplificatrice - l'hypothèse de DUPUIT
(ou de bidimensionnalité)*

1.2.3. *3ème hypothèse simplificatrice - l'hypothèse de rabattement faible*

1.3. Les conditions aux limites qui permettent une résolution analytique des problèmes d'écoulement autour d'un puits en pompage

1.4. Présentation des méthodes d'interprétation des pompages d'essai en nappe libre

2. METHODE D'INTERPRETATION TENANT COMPTE DE LA COMPOSANTE VERTICALE DE LA VITESSE AU VOISINAGE DU PUIITS

2.1. Equation de BOULTON

2.1.1. *Conditions du calcul*

2.1.2. *Equations de l'écoulement*

2.1.3. *Solution du système d'équations*

2.1.4. *Valeurs numériques*

2.1.5. *Cas de milieux anisotropes*

2.1.6. *Etude de la remontée après un pompage*

2.1.7. *Rabattement au puits de pompage*

2.2. Application à l'interprétation d'essais de pompage

2.2.1. *Méthodes d'interprétation*

2.3. Etude critique de la méthode

2.3.1. *Critiques théoriques*

2.3.2. *Critiques d'ordre pratique*

2.4. Conclusion

3. METHODE D'INTERPRETATION TENANT COMPTE DE LA DIMINUTION DE TRANSMISSIVITE DUE AU RABATTEMENT DE LA NAPPE
 - 3.1. Elaboration de la méthode
 - 3.1.1. *Rappel de l'approche de l'équation de THEIS*
 - 3.1.2. *Introduction de l'effet du rabattement*
 - 3.1.3. *Procédé itératif*
 - 3.2. Application à l'interprétation de pompages d'essai
 - 3.3. Critique de la méthode

4. METHODE D'INTERPRETATION TENANT COMPTE DU DEBIT RETARDE DU A LA ZONE NON SATUREE
 - 4.1. Equation du rabattement
 - 4.2. Application à l'interprétation de pompages d'essai
 - 4.2.1. *Méthode d'interprétation*
 - 4.2.2. *Remarques*
 - 4.2.3. *Utilisation de la méthode*

5. METHODE D'INTERPRETATION TENANT COMPTE DE LA PRESENCE D'UNE STRATE CONDUCTRICE D'EAU PRIVILEGIEE
 - 5.1. Considérations théoriques
 - 5.1.1. *Formule de base*
 - 5.1.2. *Schématisation*
 - 5.1.3. *Durée du palier*
 - 5.2. Interprétation de pompages d'essai

CONCLUSIONS GENERALES

- EXEMPLE D'APPLICATION n° 1 - Méthode de BOULTON tenant compte de l'égouttement
- EXEMPLE D'APPLICATION n° 2 - Méthode de BERKALOFF tenant compte de la présence d'une strate conductrice

INTRODUCTION

L'application des théories de l'hydrodynamique des écoulements en milieux poreux a permis aux hydrogéologues de faire de grands progrès dans la connaissance quantitative des couches aquifères, en particulier en permettant l'établissement des méthodes de pompage d'essai.

Mais l'importance de ces progrès ne doit pas masquer les incertitudes et les approximations qui demeurent dans ce domaine malgré l'existence de nombreuses formulations analytiques qui peuvent donner l'illusion d'une fausse rigueur.

En effet, on sait que la plupart de ces formules ne s'appliquent que dans des conditions très restrictives. En particulier, la plupart d'entre elles, et en tous cas les plus anciennes et les plus classiques, impliquent, plus ou moins directement, que l'écoulement se produise en milieu aquifère captif.

Pourtant on connaît l'importance pratique des écoulements en nappe libre. Cette importance explique que les praticiens essaient très souvent, faute de mieux, d'appliquer à ces écoulements la méthodologie mise au point pour les écoulements captifs.

Si cette approche peut parfois être justifiée et représente une bonne approximation, ce n'est pas toujours le cas et des résultats obtenus ainsi peuvent apparaître incohérents ou conduire à des calculs prévisionnels manifestement erronés.

Devant de tels inconvénients, il est apparu nécessaire de mieux analyser le problème et de définir des méthodes permettant de le traiter de façon encore économique, mais avec plus de rigueur. Nous avons limité cette étude aux milieux isotropes. C'est l'ensemble de ces méthodes, généralement récentes, qui sont présentées dans ce rapport.

Une première partie rappelle brièvement les fondements théoriques généraux qui leur sont communs. Puis chacune d'entre elles fait l'objet d'un chapitre détaillé.

En annexe, sont groupés des exemples d'application sur des cas réels.

CONCLUSIONS GENERALES

La complexité des écoulements au sein des nappes libres et surtout la présence de la zone non saturée, en fait encore mal connue, font qu'il n'existe pas de méthode complète permettant d'interpréter un essai de pompage en nappe libre. Suivant que telle ou telle de ses caractéristiques est prépondérante, on peut utiliser l'une des méthodes que nous avons exposées. Mais il ne faut pas oublier que chacune ne fait intervenir qu'un seul aspect des particularités de la nappe libre. On peut très bien concevoir que des essais restent encore ininterprétables si plusieurs de ces éléments interviennent, par exemple l'égouttement et la réduction de la transmissivité par rabattement.

Ces méthodes ne sont pas toujours d'un emploi facile. Pour toutes ces raisons il est nécessaire que les chercheurs en hydrodynamique concentrent leurs efforts pour mettre au point la méthode complète et d'emploi aisé qui manque encore aux hydrogéologues. On peut espérer que grâce aux études expérimentales en cours, on pourra mieux cerner le comportement des nappes libres. On peut ainsi espérer qu'à l'aide des calculateurs modernes qui permettent la résolution d'équations et de systèmes d'équations toujours plus difficiles, les méthodes d'interprétation plus complètes puissent être mises au point.

Ceci ne pourra être mené à bien qu'à la suite d'études sans doute longues et difficiles. Cependant nous n'allons pas jusqu'à partager l'opinion ironique de STALLMAN, le grand spécialiste de ces problèmes. D'après lui : "l'interprétation de pompages d'essai dans les nappes libres devrait être le terrain idéal pour ceux qui ont une légère tendance au pessimisme", les progrès déjà accomplis, nous autorisent à plus "d'optimisme".