

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE

DOCUMENT



n°

4414

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B. P.6009 – 45018 Orleans Cedex – Tél.: (38) 63.00.12

ÉVALUATION DES DÉBITS SOUSTRATS A UNE RIVIERE PAR UN POMPAGE DANS UN PUIITS RIVERAIN

par

J. FORKASIEWICZ et P. PEAUDECERF



Département géologie de l'aménagement
Hydrogéologie

B.P.6009 – 45018 Orléans Cédex – Tél.: (38) 63.00.12

76 SGN 032 ANIE

Février 1976

RESUME

De nombreux auteurs ont abordé les problèmes des relations nappe-rivière mais sous des angles différents qui peuvent conduire à confusion. Le présent rapport faisant la synthèse des études les plus importantes précise les différentes notions à considérer quand on étudie les échanges nappe-rivière et propose aux hydrogéologues les solutions de ces auteurs sous forme d'abaques. Elles permettent de résoudre principalement les problèmes suivants : évaluation du préjudice causé par les pompages sur le débit des rivières notamment en étiage et, d'autre part calcul de la proportion du volume d'eau pompée provenant effectivement du cours d'eau. Leur utilisation pratique est éclairée par de nombreux exemples.

Cette étude a été effectuée dans le cadre des travaux méthodologiques du département Géologie de l'aménagement, Service hydrodynamique.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

1. PHENOMENES D'ECHANGE ENTRE NAPPES ET RIVIERE, NOTION DE "PREJUDICE" SUBI PAR LA RIVIERE
2. CONFIGURATIONS SCHEMATIQUES DU SYSTEME NAPPE - RIVIERE
 - 2.1. Types de rivières caractéristiques
 - 2.2. Types de nappes caractéristiques
 - 2.3. Types de côteaux caractéristiques
3. CALCUL DES DEBITS PREJUDICIALES A LA RIVIERE CONSECUTIFS A UN POMPAGE RIVERAIN (régime transitoire) (d'après COLLINS, HOUDAILLE, de PIARSILY ET LELIEVRE)
 - 3.1. Débits soustraits pendant le pompage
 - 3.1.1. Nappe semi-infinie
 - 3.1.1.1. Configuration [RP $_{-}$, NCU, C \rightarrow]
 - 3.1.1.2. Configuration (RPF, NCU, C \rightarrow)
 - 3.1.1.3. Configuration (RP $n/2$, NCU, C)
 - 3.1.1.4. Configuration (RI $_{-}$, NCU, C \rightarrow)
 - 3.1.1.5. Configuration (RP $_{-}$, NCH, C \rightarrow)
 - 3.1.1.6. Configuration [RP $_{\infty}$, NCV)
 - 3.1.2. Nappe limitée par un front **de** réalimentation et une **barrière** étanche
 - 3.1.2.1. Configuration [RP $_{\infty}$, NCU, C//I]
 - 3.1.2.2. Configuration (RP $_{-}$, NCU, C θ)
 - 3.1.3. Nappe comprise entre deux rivières parallèles ;
configuration [RP $_{\infty}$, NCU ou NLO, RP $_{\infty}$ //]
 - 3.1.4. Nappe à surface libre et substratum incliné ;
configuration [RP $_{\infty}$, NLJ, C $_{\infty}$]
 - 3.2. Débits soustraits après l'arrêt du pompage
 - 3.3. Généralisation des résultats et abaques présentés
 - 3.4. Application à l'évaluation des débits soustraits à une rivière en période d'étiage

3.5. Exemples d'application

- 3.5.1. Calcul du volume soustrait à la rivière pendant l'étiage par un pompage continu
- 3.5.2. Calcul du volume préjudiciable à **la** rivière par un pompage discontinu
- 3.5.3. Calcul du temps d'influence d'un pompage de durée limitée **sur les** débits de **la** rivière

4. CALCUL DE LA PROPORTION DU DEBIT D'UN PUIITS PROVENANT EFFECTIVEMENT DE LA RIVIERE (régime permanent)

- 4.1. Cas d'un puits isolé ; configuration (RPM, NCU, C-)
- 4.2. Cas de deux puits de même débit disposés parallèlement à la rivière ; configuration (RP-, NLJ, C∞)
- 4.3. Cas général
- 4.4. Exemple d'application

5. CONCLUSIONS

BIBLIOGRAPHIE

ABAQUES 1 à 27

INTRODUCTION

Tout prélèvement par pompage effectué dans une nappe en relation avec un cours d'eau introduit nécessairement un préjudice pour ce dernier.

Les phénomènes d'échange entre nappe et cours d'eau voisins, dans la nature, sont relativement complexes. Aussi, l'intervention des techniques de simulation s'avère souvent nécessaire. Toutefois, pour des configurations schématisées, les débits échangés peuvent être directement déterminés par des calculs analytiques.

R. E. COLLINS [1] a publié en 1958 une étude dans laquelle il détermine le débit soustrait à une rivière sous l'influence d'un pompage dans une nappe captive ou libre admettant les hypothèses de la solution de Theis. A. HOUAILLE (BURGEAPI et G. DE MARSILY [Centre d'Informatique de l'École des Mines de Paris] 121) publient en 1969 les résultats des calculs et les abaques permettant de déterminer par un calcul simple et rapide les débits soustraits à une rivière par un pompage effectué dans une nappe alluviale pour 2 configurations :

- nappe limitée par un front de réalimentation
- nappe limitée par un front de réalimentation et une barrière étanche,

ainsi qu'un abaque permettant de déterminer le volume d'eau soustrait à la rivière après l'arrêt de pompage.

La même année R. F. LELIEVRE de Géohydrologie présente à l'initiative du BRGM et de l'Agence de Bassin Loire-Bretagne un rapport [3] qui constitue un véritable catalogue de configurations schématisées (11 configurations) pour lesquelles les solutions sont apportées sous forme d'abaques.

Enfin, plus récemment, le BRGM, département Géologie de l'Aménagement, s'est penché sur l'évaluation de la proportion du débit d'un puits provenant effectivement d'un cours d'eau voisin en tenant compte de l'écoulement naturel de la nappe [avec la collaboration de L. LE BARBE, stagiaire de l'E.N.S.G.].

Le présent rapport est une compilation des études mentionnées ci-dessus et a pour but de familiariser l'hydrogéologue praticien avec **les** problèmes d'échanges rivière-nappe au cours d'un pompage **et** surtout de mettre à sa disposition **les** solutions sous forme d'abaques permettant un calcul **simple** et rapide des débits soustraits à la rivière. **De** très larges emprunts sont faits dans **ce** rapport aux études précédentes. Les abaques proposés en ont été directement extraits.

5. CONCLUSIONS

Les abaques présentées en 5.3 permettent d'aboutir à une évaluation - en proportion du débit pompé - du préjudice subit par la rivière pendant une période donnée, qui sera **le** plus souvent celle de l'étiage, en fonction de la distance du pompage à la rivière et de la position respective, dans le temps, des pompages et de la période d'étiage au cours de laquelle on veut protéger **le** débit de la rivière,

Les exemples d'application montrent que dans **le** cas de faible diffusivité de la nappe ou des pompages assez éloignés de la rivière, un pompage même de durée limitée peut porter préjudice au débit de la rivière pendant très longtemps.

Dans ce cas **les** abaques présentés au 5.3 sont d'une très grande utilité.

Par contre **lorsque** la diffusivité de **la** nappe est élevée et **le** captage proche de la rivière **le régime** permanent est rapidement atteint et très vite la totalité du débit pompé est soustraite à la rivière. Les abaques présentés **en** 5.3 seront moins utiles **si le** régime transitoire est bref.

Lorsque **le** régime permanent est établi, **le** problème se limite en général à l'évaluation de la part du débit pompé provenant effectivement de la rivière. Cette évaluation est nécessaire dans **le** cas d'un risque de pollution chimique de la nappe par un cours d'eau :

- lorsqu'un ouvrage est déjà implanté la connaissance du rapport q_r/q_p permet de déterminer à quel débit **il** faut pomper pour que **la** concentration du polluant, dans l'eau tirée de l'ouvrage, reste acceptable pour l'usage que l'on veut en faire
- lorsqu'on est au stade de projet d'implantation toute connaissance de la relation q_r/q_p permet de trouver un positionnement optimal pour l'ouvrage en fonction du débit que l'on veut pomper.

Les abaques présentés **au** 5.4 permettent de résoudre ces problèmes, dans **le** cas d'un puits **isolé** et de deux puits disposés parallèlement à la rivière.