

Limitation du débit de pompage selon la charge en fonction de la position des crépines

Note technique

NT EAU 2010/06
Décembre 2019

Dominique THIÉRY

Synthèse

Cette note présente la fonctionnalité de « Limitation du débit de pompage selon la charge en fonction de la position des crépines » qui est implémentée dans le code de calcul Marthe v7.8.

1 Principe de la fonctionnalité

Cette fonctionnalité fait intervenir deux « paramètres » :

- Un champ (une « grille ») de nom « Altitude limite des mailles pompées », c'est l'objet : « ALTI_LIM_POMP », d'extension de fichier [.zlimq]. C'est la charge limite de l'aquifère dans la maille en dessous de laquelle le débit pompé devient nul, par exemple parce que les crépines sont dénoyées, ou bien parce qu'il n'est plus rentable d'exploiter ce puits avec un tel rabattement.
- Un paramètre constant appelé « Hauteur de garde au-dessus des crépines pour limitation des pompages ». Ce paramètre est situé dans le paragraphe « Contrôle de la Résolution Hydrodynamique » du fichier des paramètres généraux de MARTHE.

Quand la charge diminue, le débit commence à diminuer linéairement dès que la charge atteint le seuil égal à l'altitude limite + la hauteur de garde.

Quand la charge atteint la valeur de l'altitude limite, le débit devient nul.

La limitation est dynamique : selon les évolutions des conditions externes, le débit peut ré-augmenter ultérieurement.

Il est également possible, au lieu définir un champ d'« Altitude limite des mailles pompées », d'utiliser le paramètre constant « Saturation Minimale pour la Limitation des Pompages » situé dans le paragraphe « Contrôle de la Résolution Hydrodynamique » du fichier des paramètres. Ce paramètre est le taux de saturation de l'aquifère (en % de l'épaisseur de maille) qui correspond à l'altitude limite. (L'altitude limite équivalente est la cote du substratum local augmentée de la « Saturation minimale » multipliée par l'épaisseur locale de l'aquifère. En pratique cette saturation minimale peut être de l'ordre de 10 % ou 20 %. Il faut également toujours définir une « Hauteur de garde »

2 Activation de la fonctionnalité

Pour activer cette fonctionnalité de « Limitation du débit de pompage selon la charge en fonction de la position des crépines » il faut :

- Définir une « Hauteur de garde au-dessus des crépines pour limitation des pompages » supérieure à zéro, dans le paragraphe « Contrôle de la Résolution Hydrodynamique » du fichier des paramètres.
- Définir un champ d'« Altitude limite des mailles pompées ».

Remarque : Quand cette fonctionnalité est active, c'est-à-dire quand ces 2 « paramètres » sont définis, le paramètre « Saturation Minimale pour Limitation des Pompages » qui serait conflictuel n'est pas pris en compte.

Il faut éviter de définir une hauteur de garde trop petite car cela pourrait engendrer des instabilités et il serait alors nécessaire de sous relaxer la résolution ou d'utiliser des pas de temps plus fins.

3 Exemple d'application théorique n°1

Pour cet exemple on considère un aquifère théorique de 50 mètres d'épaisseur, (substratum à la cote -50 m) dans un carré de 1000 mètres d'extension, initialement au repos à la cote 0 m. La perméabilité est égale à $1 \cdot 10^{-4}$ m/s et le coefficient d'emmagasinement en nappe libre est égal à 1%. Le maillage est constitué de mailles carrées régulières de 20 m de côté.

Au temps initial on pompe un débit de 500 m³/h au centre du domaine et également 500 m³/h dans 4 puits voisins (situés à 40 m au Nord, au Sud, à l'Est et à l'Ouest).

La hauteur limite de pompage est située à la cote -18 m dans le puits du centre et à la cote -45 m dans les 4 puits voisins. La hauteur de garde a été fixée à 1 mètre.

Pour ces calculs on s'intéresse uniquement aux charges moyennes dans les mailles de 20 m de côté, sans prendre en compte le diamètre réel des puits.

La figure n°1 montre l'évolution de la charge et du débit obtenu dans la maille du centre du domaine. On obtient un débit de 500 m³/h pendant 0.45 h car la charge est toujours supérieure à -18 m + 1 m. On voit alors, entre 0.45 heure et 1.8 heure, un pallier de charge vers -18 mètres avec une diminution du débit. À partir de 1.8 heure, sous l'effet des puits voisins, la charge passe en dessous de la hauteur limite de 18 mètres et le débit s'annule complètement.

La figure n°2 montre l'évolution du débit et de la charge dans la maille latérale située à l'Est (hauteur limite = -45 m). On obtient un débit de 500 m³/h, puis à partir de 4.4 heures environ on observe un pallier de charge vers -45 mètres, avec une diminution progressive du débit.

La figure n°3 compare les évolutions de charge et de débits dans la maille du centre et une maille latérale.

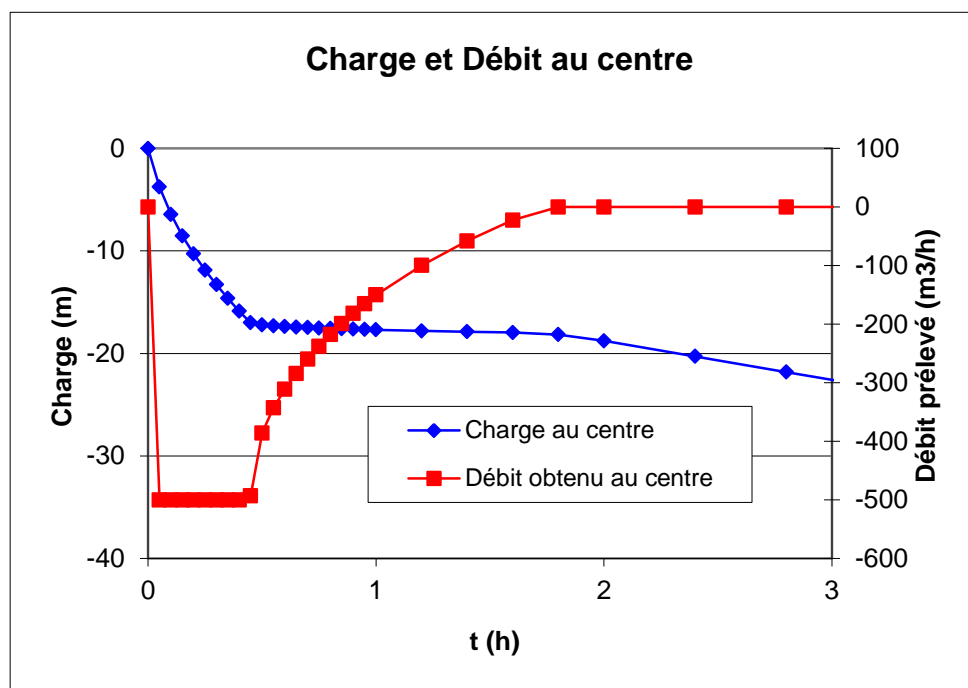


Figure 1 : Débit et charge dans la maille du centre (hauteur limite = -18 m).

On remarque un pallier de charge vers -18 mètres, avec une diminution du débit entre 0.45 et 1.8 heures, puis sous l'effet des puits voisins, la charge passe en-dessous de la hauteur limite de 18 mètres, et le débit s'annule complètement à partir de 1.8 heure.

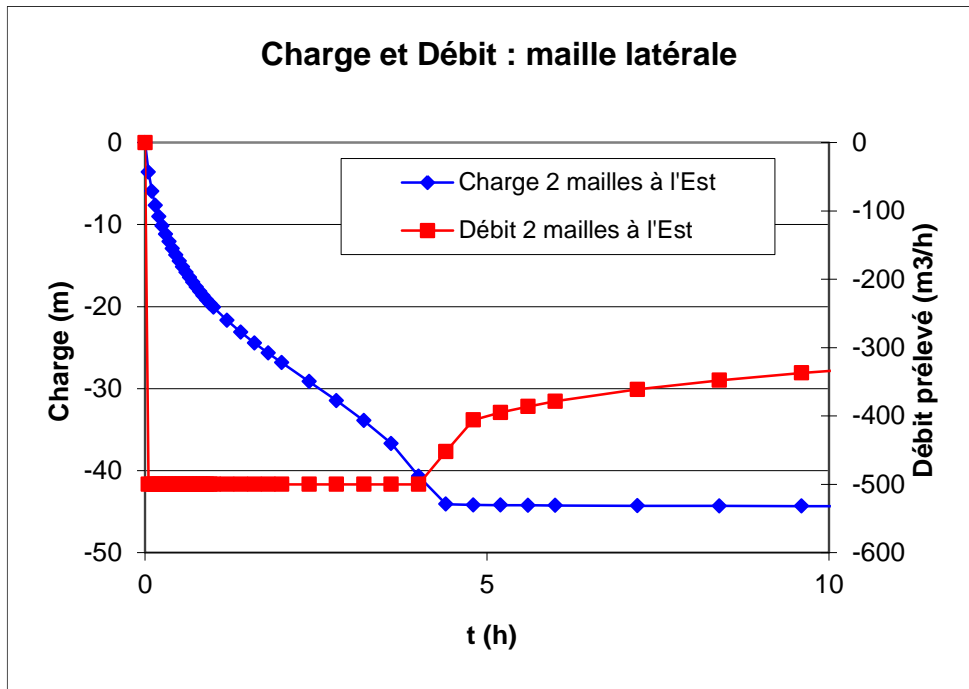


Figure 2 : Débit et charge dans la maille latérale située à l'Est (hauteur limite = -45 m).

On voit un pallier de charge vers -45 mètres à partir de 4.4 heures environ, avec une diminution progressive du débit.

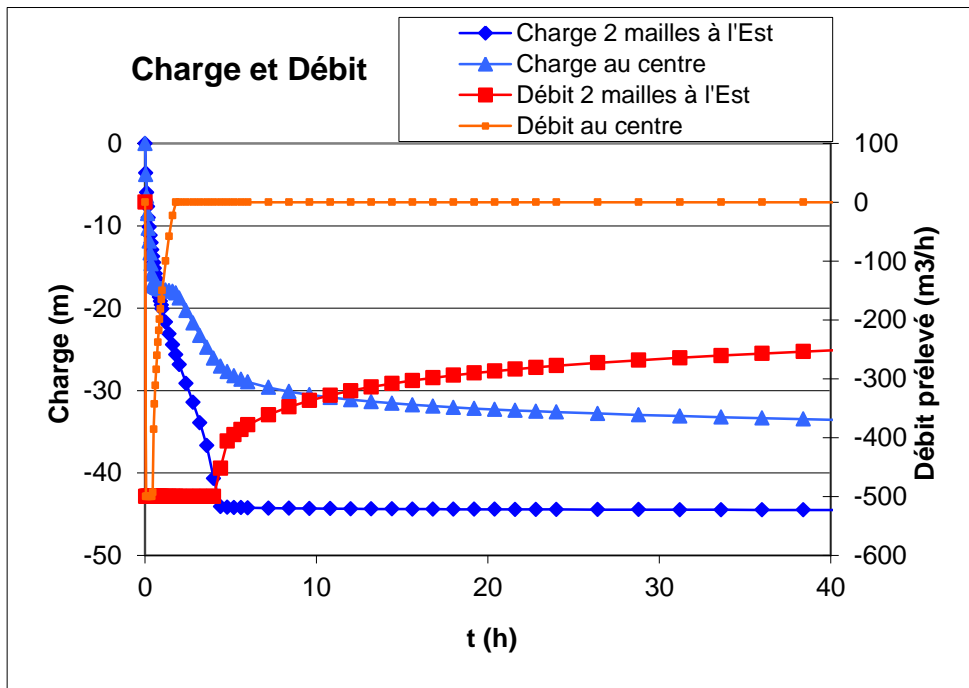


Figure 3 : Débit et charge dans la maille centrale et dans la maille latérale située à l'Est.

4 Exemple d'application théorique n°2

Pour cet exemple on utilise le paramètre constant « Saturation Minimale pour la Limitation des Pompages » égal à 20 %. et une « Hauteur de garde » égale à 1 mètre. Le substratum est situé à la cote -50 m et le toit à la cote +10 m, soit une épaisseur d'aquifère de 60 m. La « Saturation Minimale » de 20 % correspond donc à une :

$$\text{Hauteur limite} = -50 \text{ m} + 0.20 \times 60 \text{ m} = -38 \text{ m}.$$

Les caractéristiques de l'aquifère sont identiques à l'exemple précédent, mais avec un coefficient d'emmagasinement libre égal à 5 %. Il y a uniquement un pompage de 1000 m³/s situé au centre.

La figure n°4 montre l'évolution du débit et de la charge dans la maille pompée : après un peu plus de 4 heures la saturation minimale + la hauteur de garde est atteinte et le débit commence à diminuer de 1000 m³/h jusqu'à une valeur un peu inférieure à 600 m³/h après 100 heures.

La figure n°5 montre la charge obtenue à l'équilibre pour des débits pompés variant de 50 à 1600 m³/h. Au-dessus de 550 m³/h environ, la charge obtenue est quasi constante et s'approche de la saturation minimale de 20 % qui correspond à -38 m.

La figure n°6 montre les débits obtenus pour des débits pompés variant de 50 à 1600 m³/h. Pour les débits pompés dépassant 550 m³/h environ, le débit obtenu est quasi constant : entre 521 et 522 m³/h.

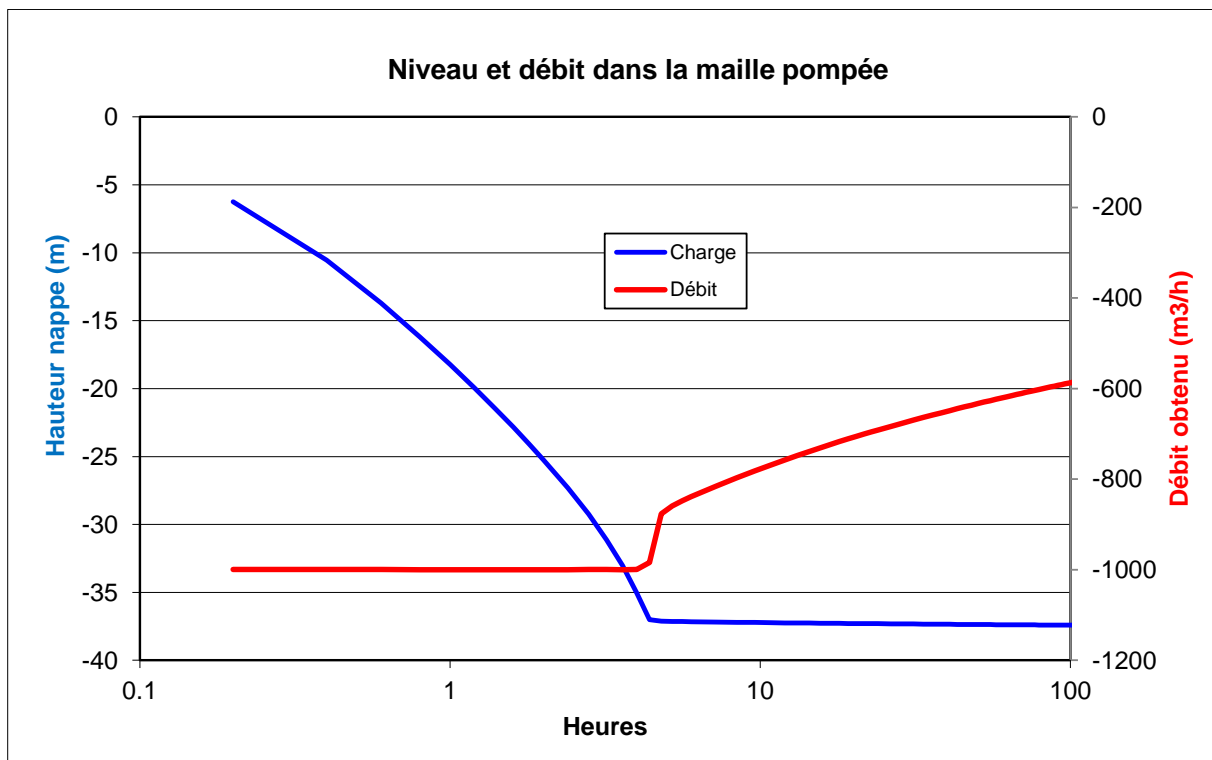


Figure 4 : Évolution du débit et de la charge dans la maille pompée.

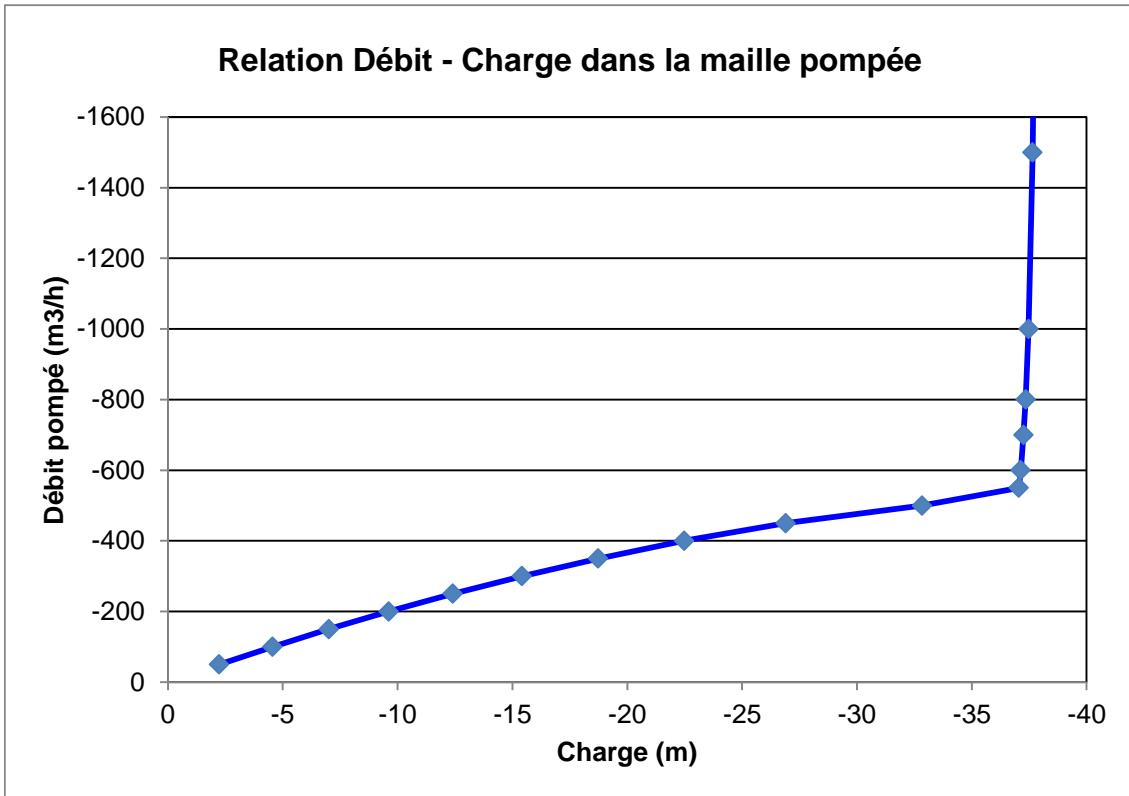


Figure 5 : Relation entre le débit pompé et la charge résultante dans la maille pompée.

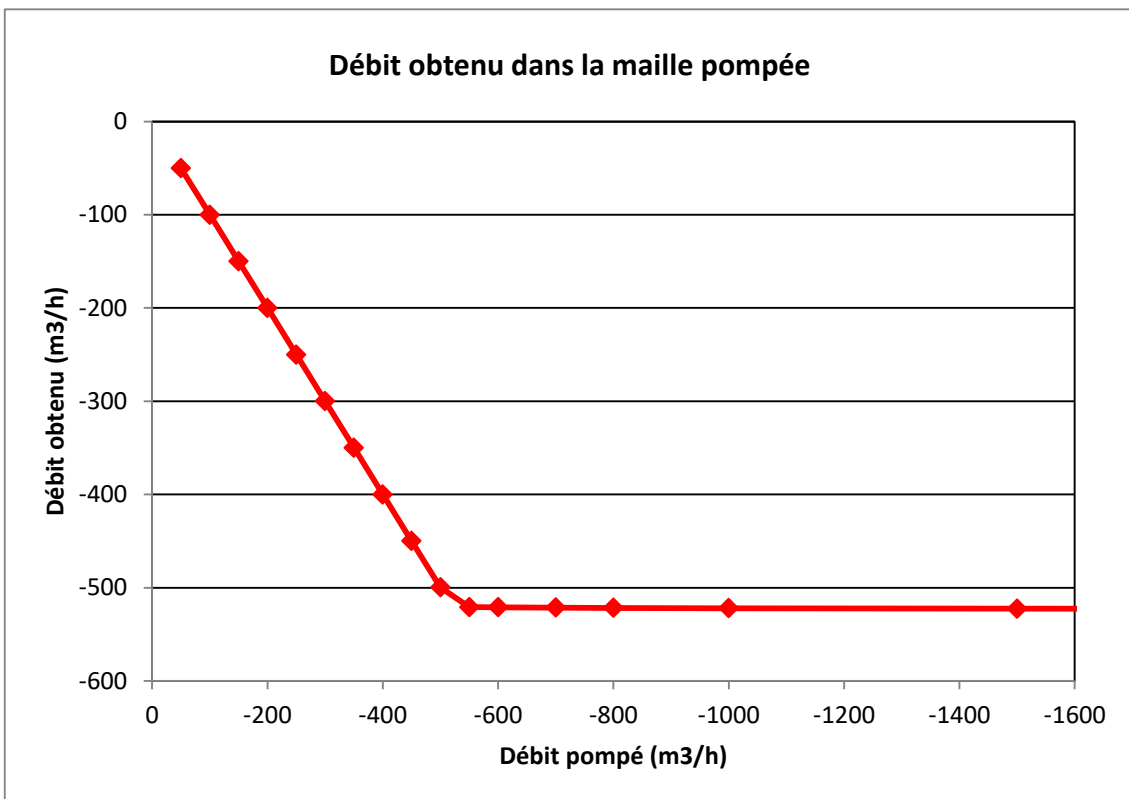


Figure 6 : Relation entre le débit obtenu et le débit pompé.