

EFFET BARRAGE : MYTHE OU RÉALITÉ ?

SOLSCOPE 2017 – Lyon



copyright

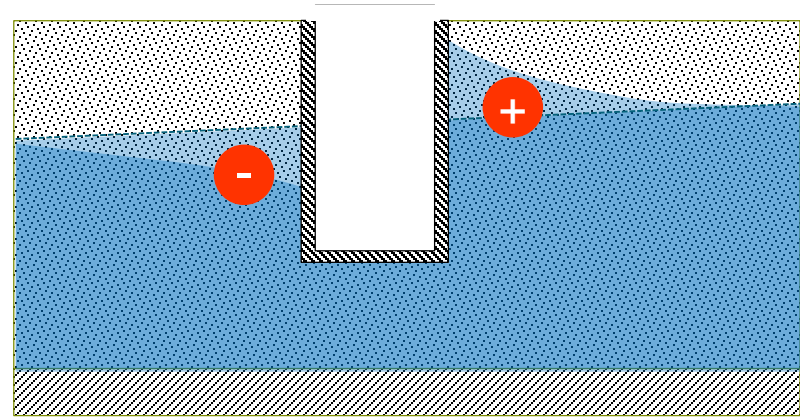
SOMMAIRE

- 1 PRINCIPE DE L'EFFET BARRAGE
- 2 FACTEURS DIMENSIONNANTS
- 3 TYPOLOGIE DES OUVRAGES SOUTERRAINS
- 4 MÉTHODES ET MOYENS DE CALCULS
- 5 QUELQUES CAS TYPE
- 6 EVALUATION DU RISQUE
- 7 CONCLUSION

PRINCIPE DE L'EFFET BARRAGE

Phénomène

- *Remontée de niveau à l'amont*
- *Baisse de niveau à l'aval*



Grandeurs caractéristiques

- *Amplitude : écart à la piézométrie initiale*
- *Portée : zone d'influence hydrogéologique (ZIH par analogie à la ZIG). Par exemple, distance de l'isovaleur ± 0.1 m.*

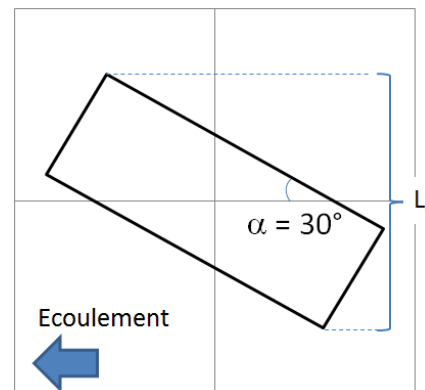
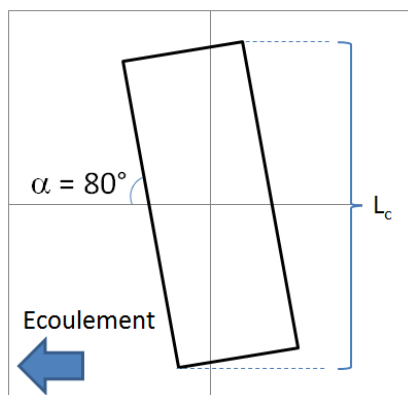
Risques

- *Amont : inondation caves, parkings, réseaux enterrés, ... débordement de nappe*
- *Aval : tassement (selon compressibilité des matériaux) → désordres aux avoisinants*

FACTEURS DIMENSIONNANTS

Introduit la notion de débit « gêné », fonction :

- *Du modèle géologique : perméabilité et épaisseurs des couches / matériaux*
- *De la longueur de coupure (L_c) : fonction de la géométrie de l'ouvrage (longueur, largeur) et de l'angle d'incidence (α)*



- *De la hauteur de coupure : $h_c = \frac{\text{hauteur de nappe interceptée}}{\text{épaisseur totale de la nappe}}$*
- *Du gradient hydraulique (généralement compris entre 5 et 1 ‰)*

TYPOLOGIE DES OUVRAGES SOUTERRAINS

Enceintes étanches (parking souterrain, gare de métro, ...) : rapport de forme faible ($L/l < 5$)

Tranchées, trémies : rapport de forme élevé ($L/l > 10$) : potentiellement les plus impactants

Tunnels : Rapport de forme très élevé ($L/l \gg 10$), hauteur de coupure limitée (diamètre de l'ouvrage généralement compris entre 8 et 12 m)

MÉTHODES ET MOYENS DE CALCULS

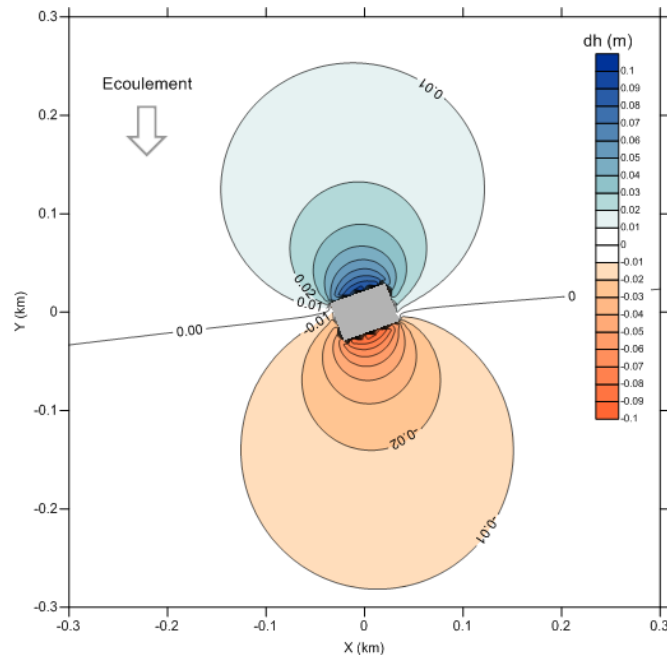
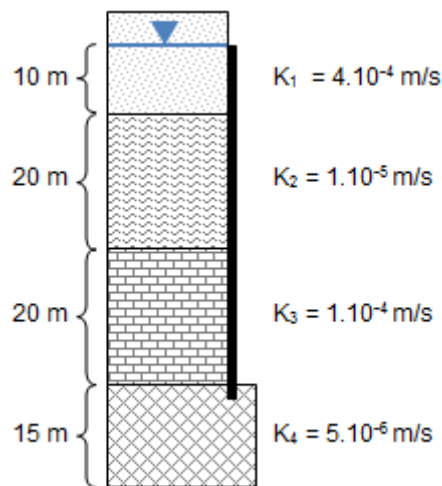
Pas de solution analytique

- *Nécessité de passer par une modélisation numérique 3D :*
 - *Représentation précise et fidèle de la géométrie des objets (capacité du mailleur : type éléments ou volumes finis)*
 - *Sensibilité aux conditions aux limites*
 - *Sortant : charge et champ de vitesse*

QUELQUES CAS TYPES

CAS 1 : modèle stratiforme (ex. région parisienne)

- *Ouvrage* : $L = 60 \text{ m}$, $l = 40 \text{ m}$, $h = 50 \text{ m}$ (ex. de dimension d'une gare SGP)
- $i = 3\text{‰}$, $\alpha = 70^\circ$ (écoulement oblique)

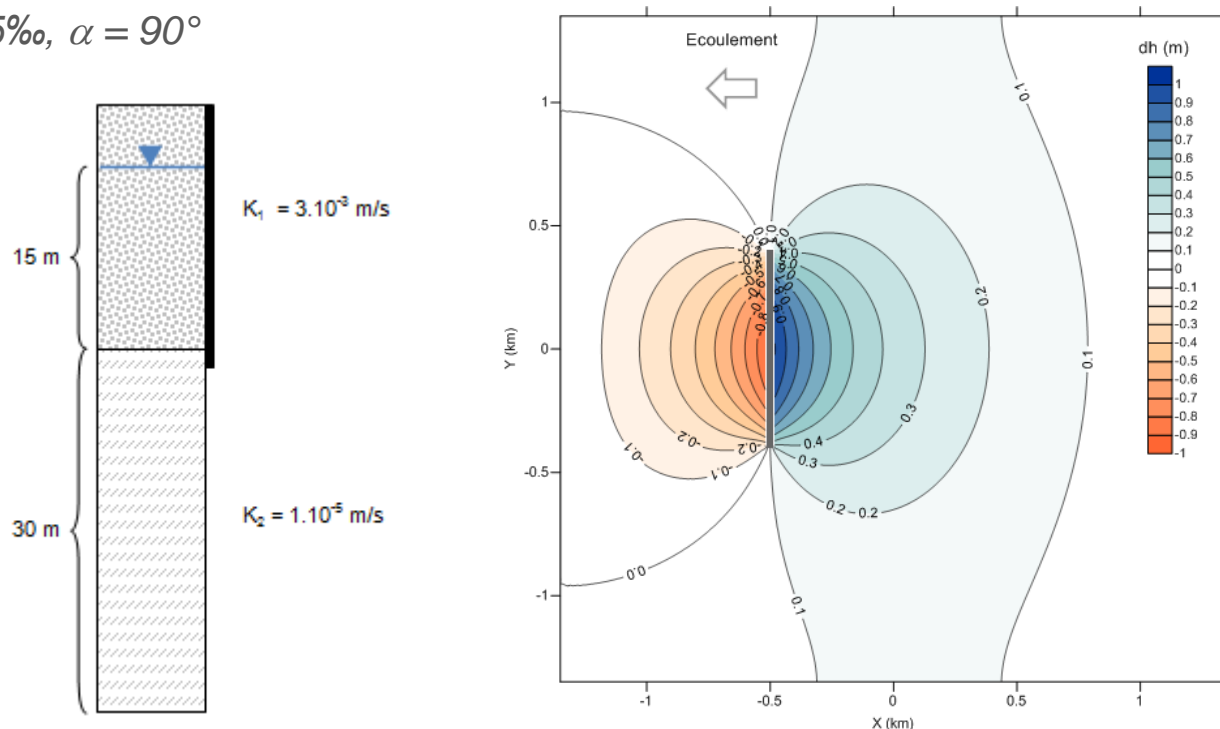


- *Effet quasi-nul* : isovaleur $\pm 0.05 \text{ m}$ à 30 m , max de $\pm 0.1 \text{ m}$ au contact des murs d'enceinte.
- *Peu sensible au modèle de perméabilité* : résultats similaires pour $K \times 10$ et $K / 10$

QUELQUES CAS TYPES

CAS 2 : contexte alluvionnaire (ex. nappe alluviale du Rhône, Lyon)

- *Ouvrage* : $L = 800$ m, $l = 40$ m, $h = 22$ m
- $i = 2.5\text{‰}$, $\alpha = 90^\circ$

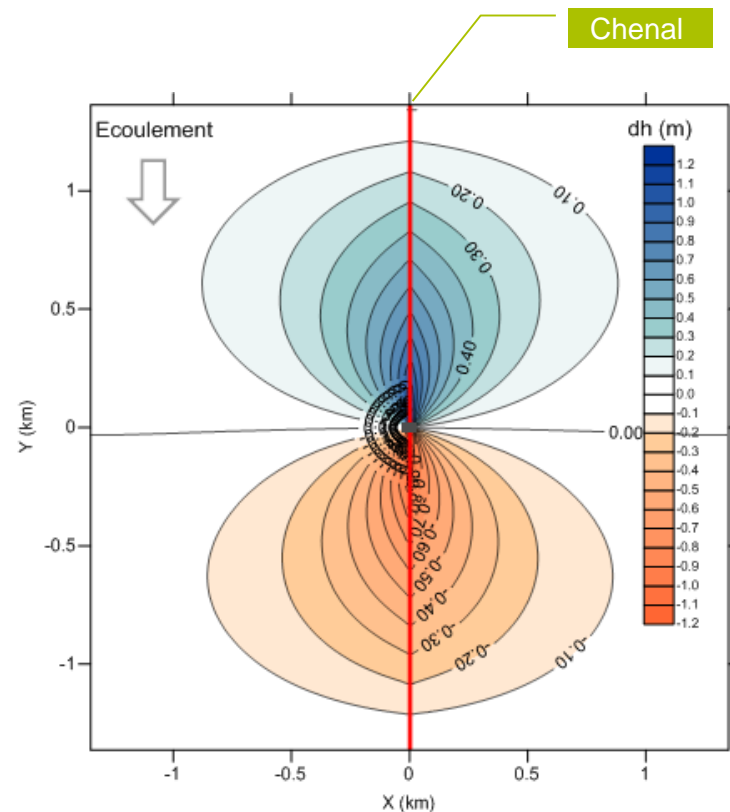
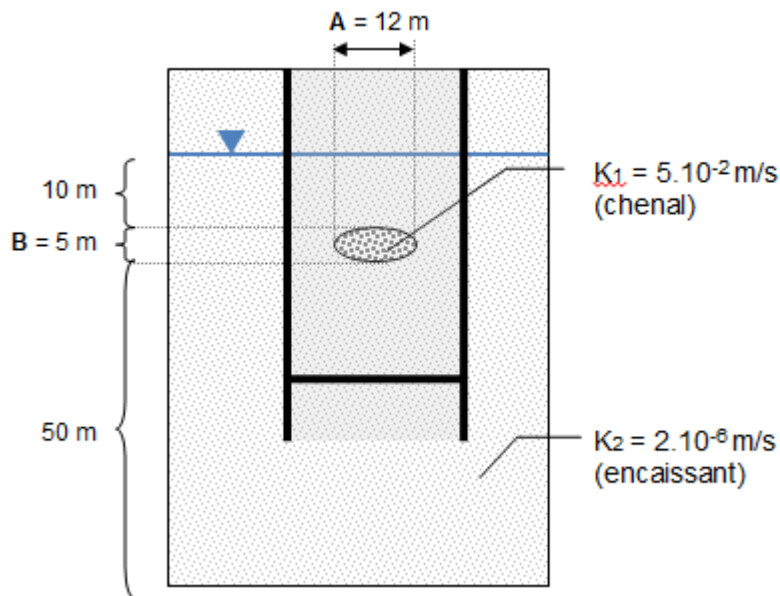


- *isovaleur* ± 0.10 m à 1270 m (amont), ± 0.50 m à 320 m (amont), *max* ± 1.0 m au contact des murs d'enceinte : effet modéré

QUELQUES CAS TYPES

CAS 3 : complexe alluvionnaire avec paléo-chenaux (ex. vallée du Paillon, Nice)

- *Ouvrage* : $L > A$, $h > B$
- $K_1 \gg K_2$, $i = 2 \text{ ‰}$

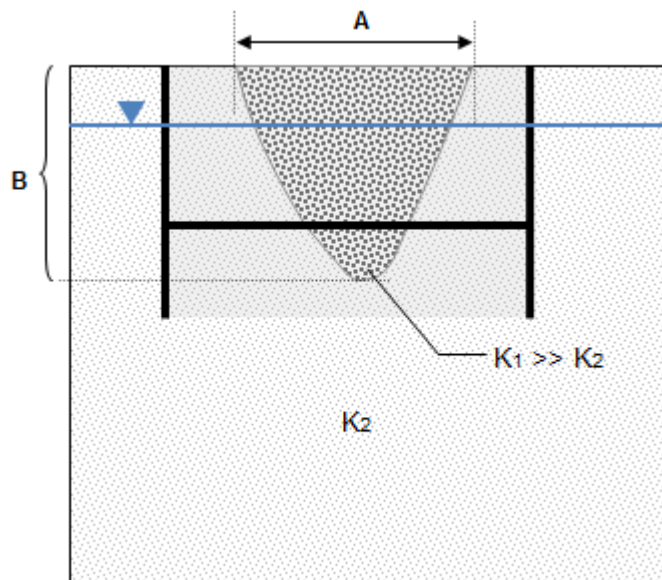


- Isovaleurs $\pm 0.10 \text{ m}$ à 1200 m , $\pm 0.50 \text{ m}$ à 680 m , max $\pm 1.2 \text{ m}$ au contact des murs d'enceinte

QUELQUES CAS TYPES

CAS 4 : substratum peu perméable entaillé par un thalweg alluvionnaire (ex. L2 Marseille)

- *Ouvrage* : $L > A$, $h > B$



Débordement de la nappe à l'amont, quelle que soit la configuration !

EVALUATION DU RISQUE

Le risque doit être contextualisé en fonction :

- *Des résultats des calculs (portée et amplitude)*
- *De la nature des terrains, notamment de leur compressibilité*
- *De la sensibilité des avoisinants au tassement*
- *De la profondeur de la nappe : le risque d'inondation est potentiellement accru pour une nappe subaffleurante*
- *De la proximité d'enjeux : zone humide par exemple*

Si un effet est suspecté :

- *Mettre en place un suivi piézométrique précis et resserré dans la ZIH présumée*
- *Ce suivi doit être engagé avant le démarrage des travaux (état de référence) et poursuivi en phase travaux et exploitation*

EN CONCLUSION

Les situations à risque sont rares et souvent liées à l'hétérogénéité de perméabilité des terrains

Une attention particulière doit être bien entendu portée au cas des ouvrages de grande longueur

En conclusion, l'effet barrage est plus souvent un **mythe** qu'une **réalité** et bien des cas pourraient faire l'économie d'études spécifiques. Une analyse rapide par un hydrogéologue expérimenté peut suffire à évaluer le risque et décider des suites à donner (suivi piézométrique, solutions de transparence,...)

L'approche numérique permet néanmoins d'apporter des informations utiles sur les niveaux d'eau à prendre en compte pour les calculs de stabilité... mais c'est un autre sujet.

Merçi de votre attention

