

Exercices d'application des séances de cours d'hydrogéologie – Master GEMA et GERINAT
M. Bruno ARFIB – Aix-Marseille Université – www.karsteau.fr

Exercice 1- La figure 1 représente le débit d'eau q (Fluid flux, [m/s]) en fonction du gradient de charge hydraulique (Hydraulic Gradient, I , (sens dimension)) à travers un milieu poreux obtenu lors d'expériences de laboratoire.

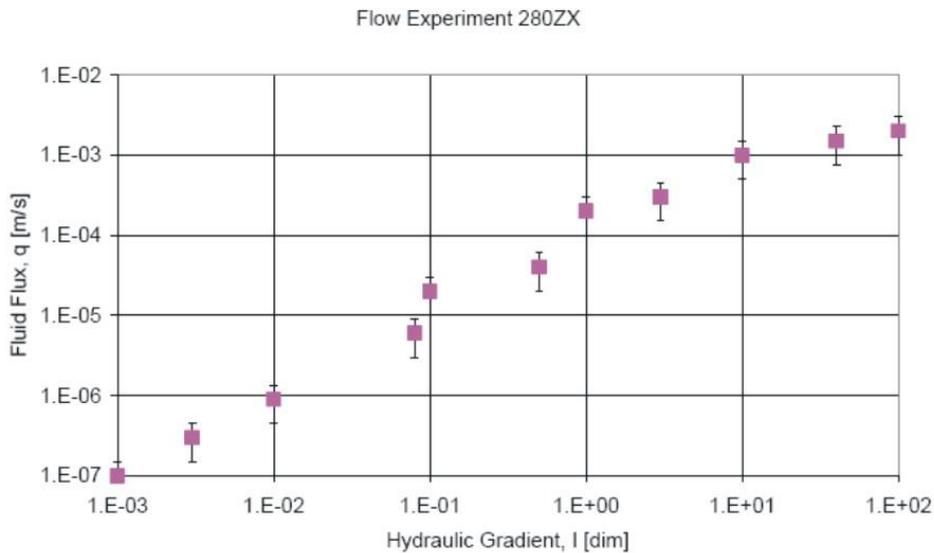


Figure 1

- 1.1- Sur quelle gamme de valeur du gradient de charge la Loi de Darcy est-elle valide dans cette expérience?
- 1.2- Quel est le coefficient de perméabilité (conductivité hydraulique) de ce milieu?
- 1.3- Qualifiez qualitativement la perméabilité de ce milieu.

Exercice 2- Perméamètre à charge constante

Un perméamètre à charge constante contient un échantillon de sable à grains moyens : longueur de 15 cm ; section de 25 cm² ; la différence de charge est de 5 cm ; un total de 100 cm³ d'eau est collectée en 12 minutes.

Trouvez le coefficient de perméabilité (conductivité hydraulique) de cet échantillon ?

Exercice 3 : Débit d'eau souterraine d'une nappe captive

Calculez le débit d'eau souterraine circulant dans une nappe captive pour une largeur de nappe de 100 mètres (figure 2). Calculez également la vitesse d'écoulement (advection pure) :

- conductivité hydraulique : $K = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- épaisseur de l'aquifère captif : $e = 33 \text{ m}$
- distance séparant les points 1 et 2 : $L = 1,2 \text{ km}$
- charge hydraulique au point 1 : $h_1 = 97,5 \text{ m}$
- charge hydraulique au point 2 : $h_2 = 89 \text{ m}$
- porosité cinématique : $n = 0,2$

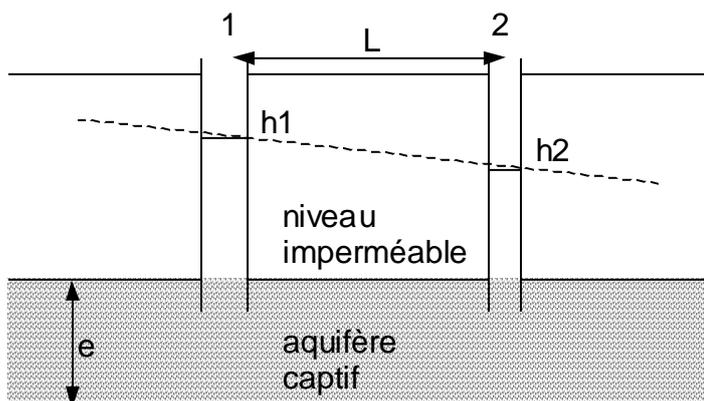


Figure 2

Exercice 4- Tracez la carte piézométrique (Figure 3) à l'aide des relevés de niveaux piézométriques réalisés dans la nappe libre ci-dessous. Montrez que la nappe et la rivière sont en relation. Attention, tracez uniquement la carte dans le domaine où vous pouvez interpoler (autrement dit, n'extrapolez pas). Dessinez quelques lignes de courant.

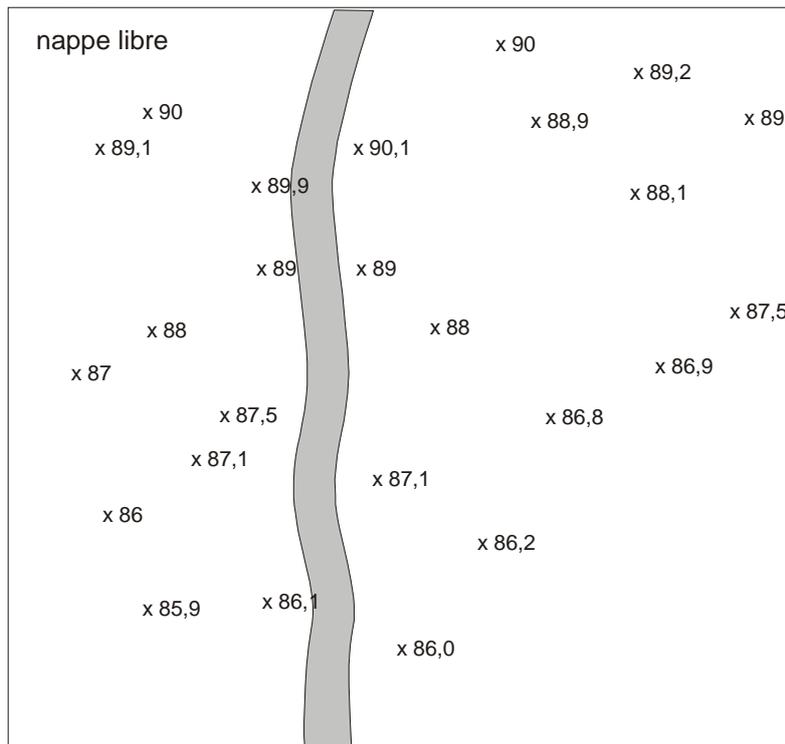


Figure 3

Exercice 5- Tracez la carte piézométrique à l'aide des relevés de niveaux piézométriques réalisés dans la nappe libre côtière de la figure 4 "Ressources en eau en zone côtière". Montrez que la nappe se décharge dans la mer et qu'un forage est en exploitation. Dessinez quelques lignes de courant.

Exercice 6 : Etude des caractéristiques d'un forage - Log technique d'un forage

Etudiez le site de pompage pour lequel on dispose des log techniques de deux forages (F1 et F2, Figure 5) (reprenez les résultats sur une coupe schématique du site) :

Quelle est la position relative des deux forages. Quel est le diamètre du tube crépiné. Donnez la hauteur de l'aquifère sur laquelle l'eau est pompée. Quelles sont les formations géologiques qui présentent des propriétés aquifères? Quelle formation géologique va être directement sollicitée lors d'un pompage dans les forages?

Exercice 7 : Etude de la nappe de l'Albien (Bassin Parisien)

La nappe de l'Albien (bassin parisien) est exploitée dans la région parisienne : en 1840 le niveau statique de la nappe atteinte par le puits de Grenelle, à Paris, était à +120 m.

Les cartes piézométriques simplifiées (figures 6 et 7) ont été reconstruites par krigeage à partir de 99 mesures du niveau piézométrique pour la nappe actuelle (1999) et 26 niveaux connus pour la nappe en 1930.

Représentez quelques lignes de courant (ou de flux) de la nappe sur les figures 6 et 7.

Présentez les conditions d'écoulement de cette nappe.

Expliquez l'origine des variations de niveaux entre 1930 et 1999. Quelles sont les conséquences sur l'écoulement?

Figure 4

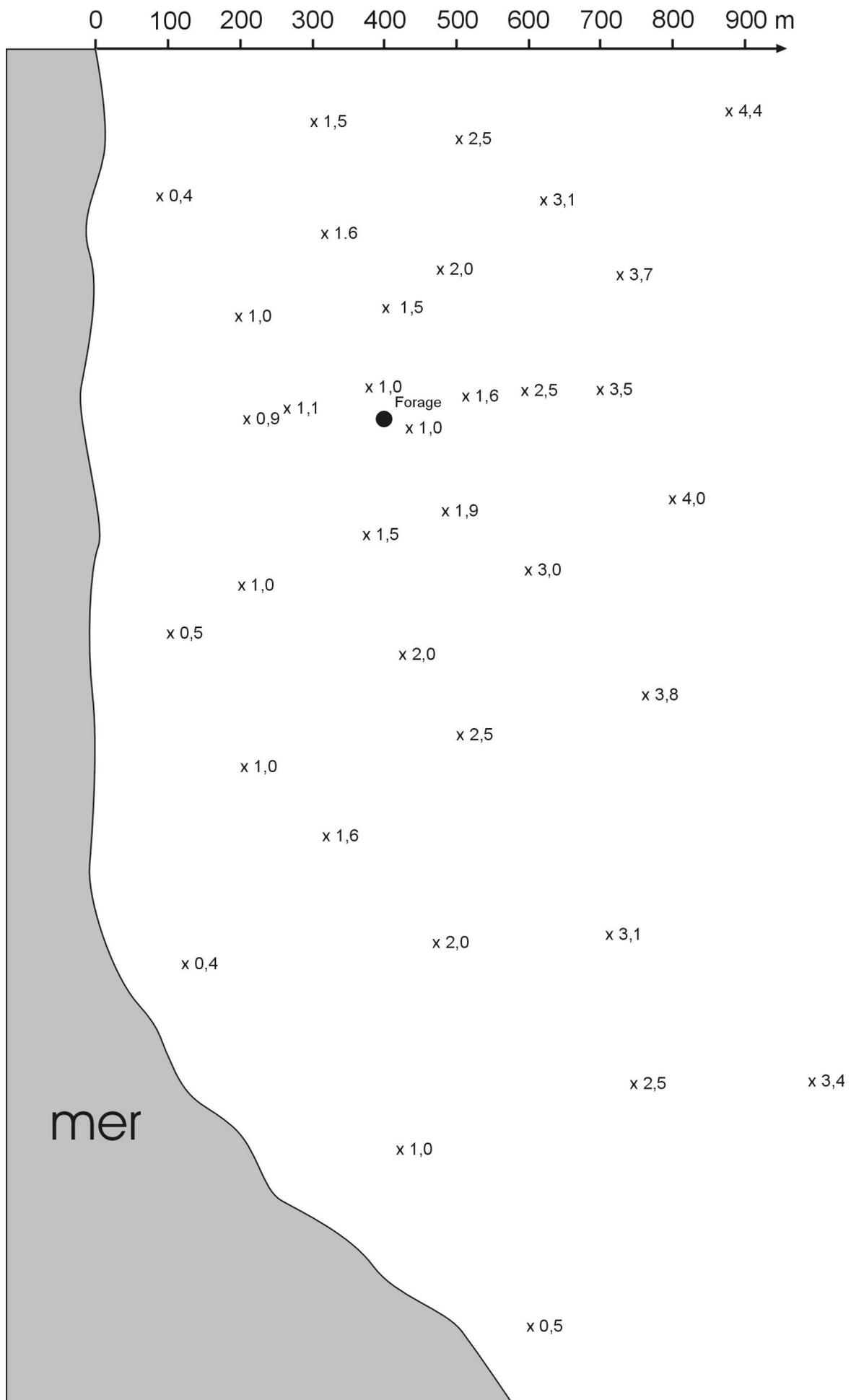
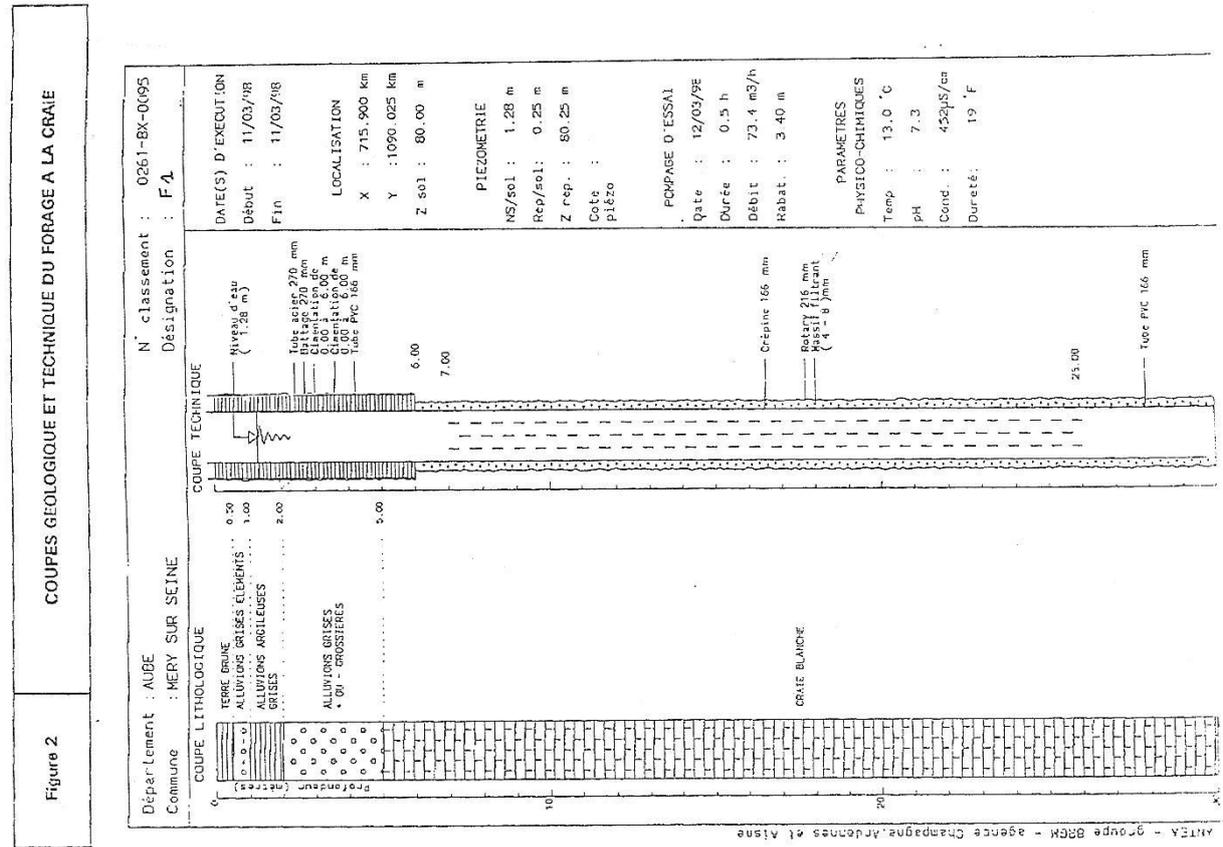
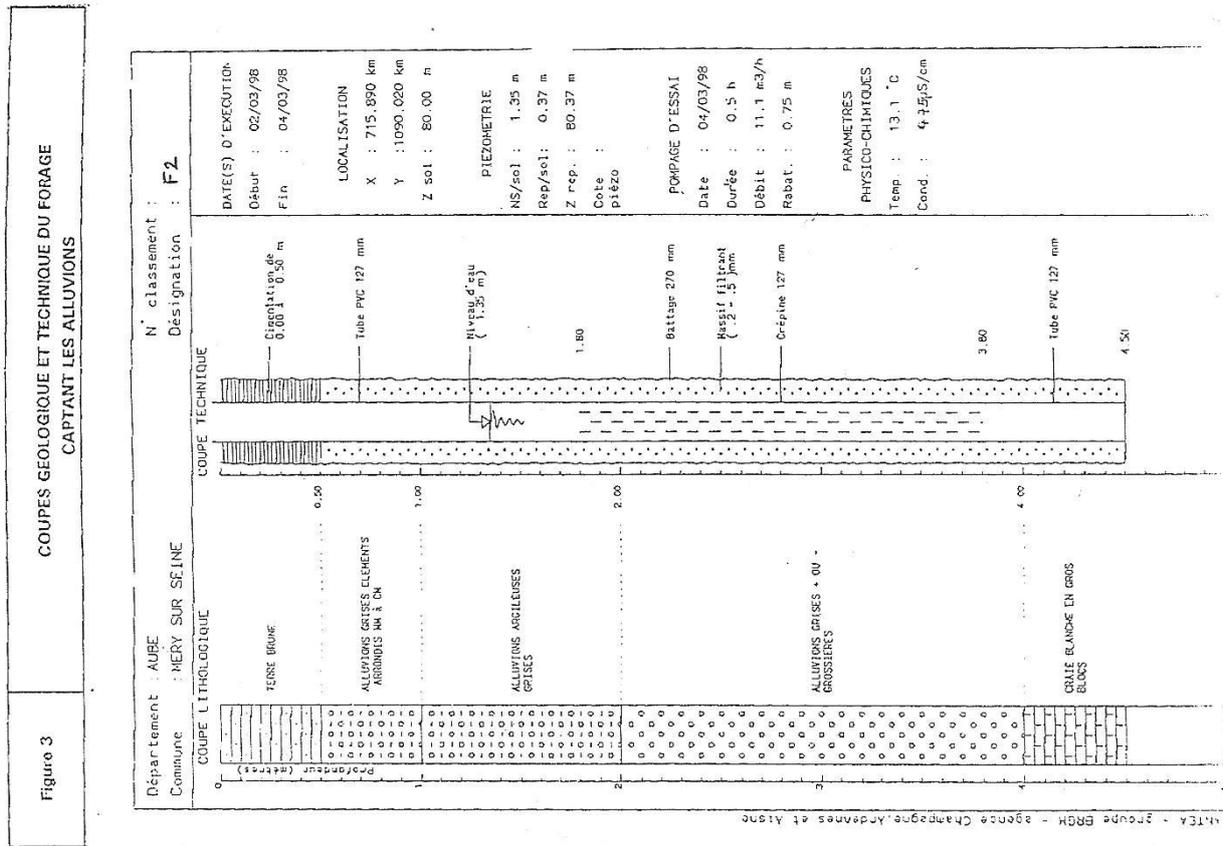


Figure 5 : Logs techniques et géologiques de deux forages dans l'Aube



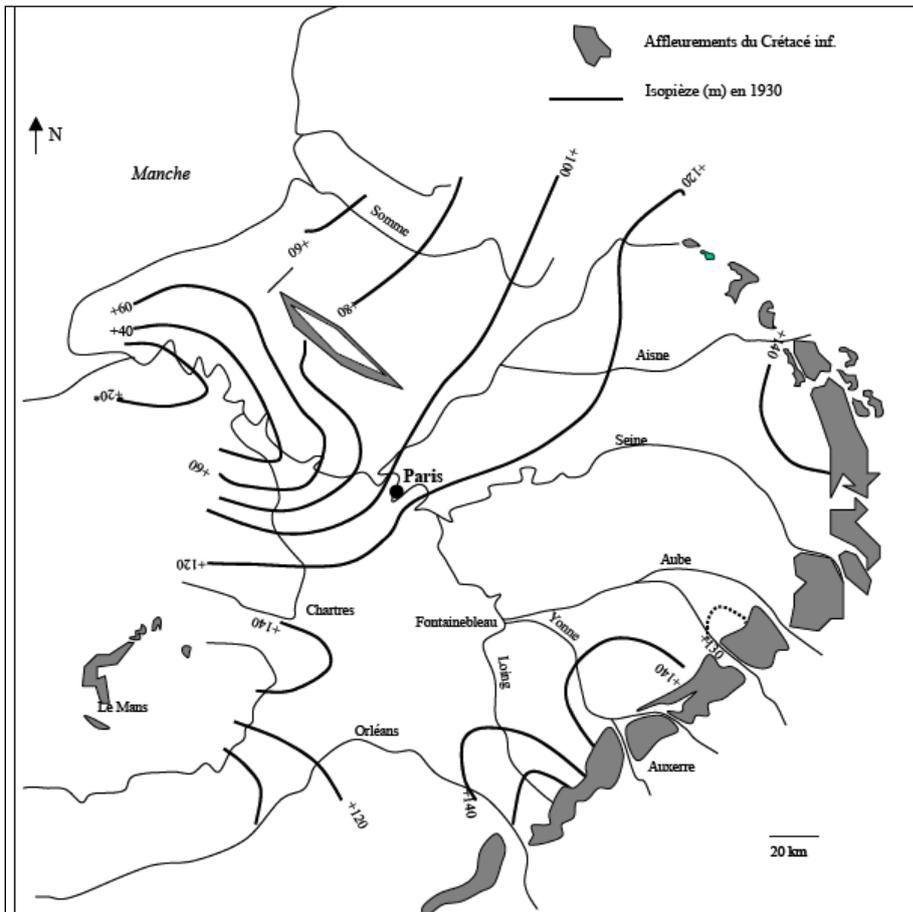


Figure 6 : Carte simplifiée des isopièzes de la nappe des sables albiens en 1930

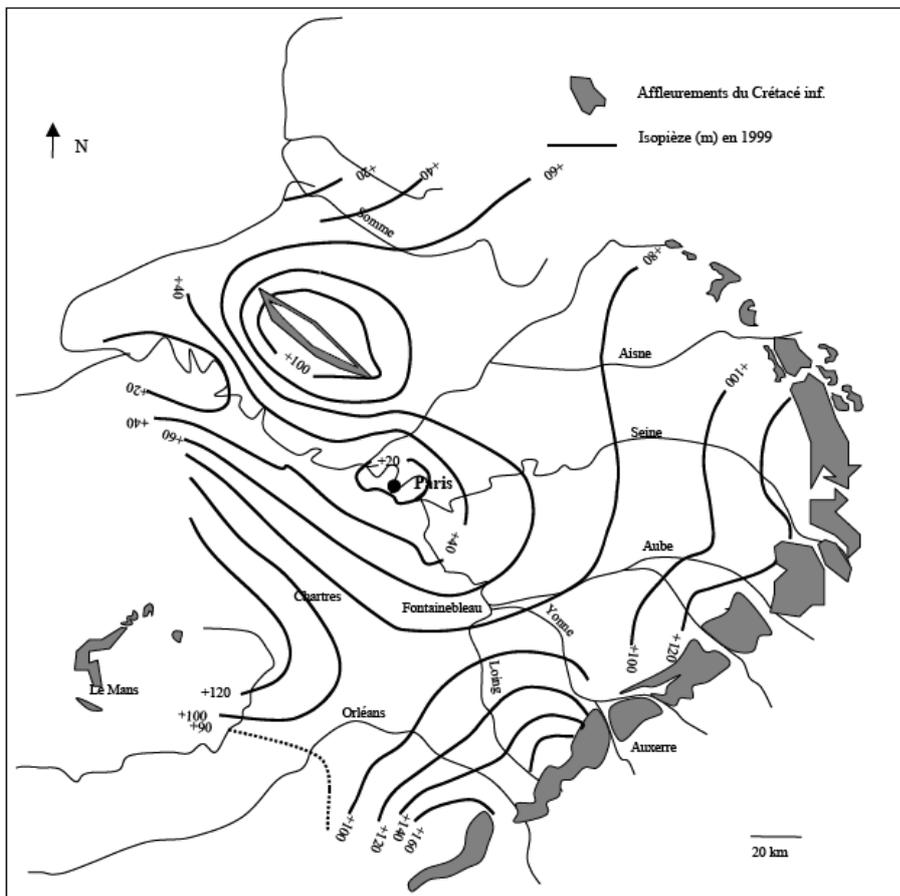


Figure 7 : Carte simplifiée des isopièzes de la nappe des sables albiens en 1999

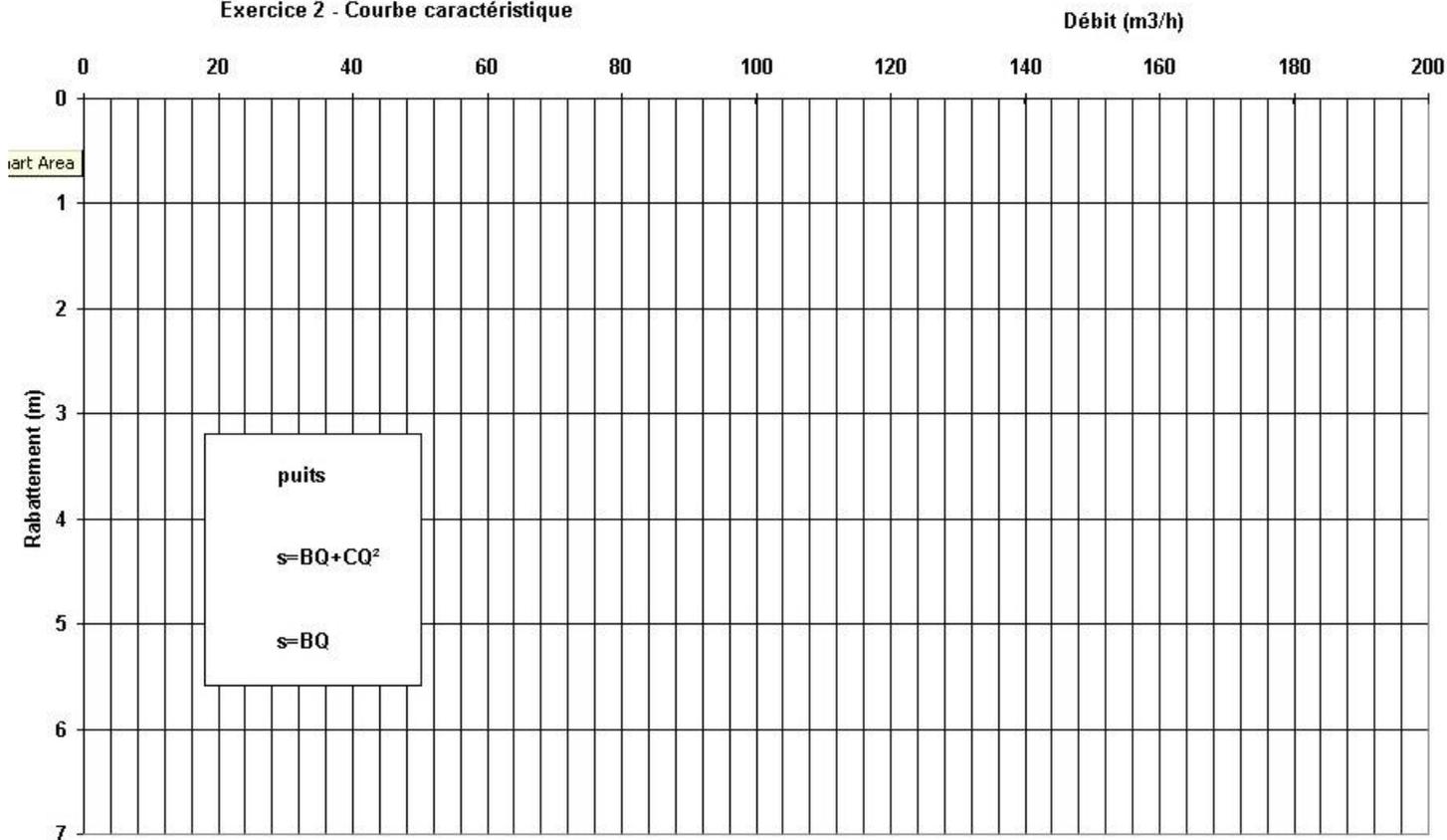
Exercice 8 : Etude des caractéristiques d'un forage - Essai de débit par paliers sur un puits

Un essai de débit par paliers est réalisé sur un puits de pompage implanté dans un aquifère libre de 18 m d'épaisseur :

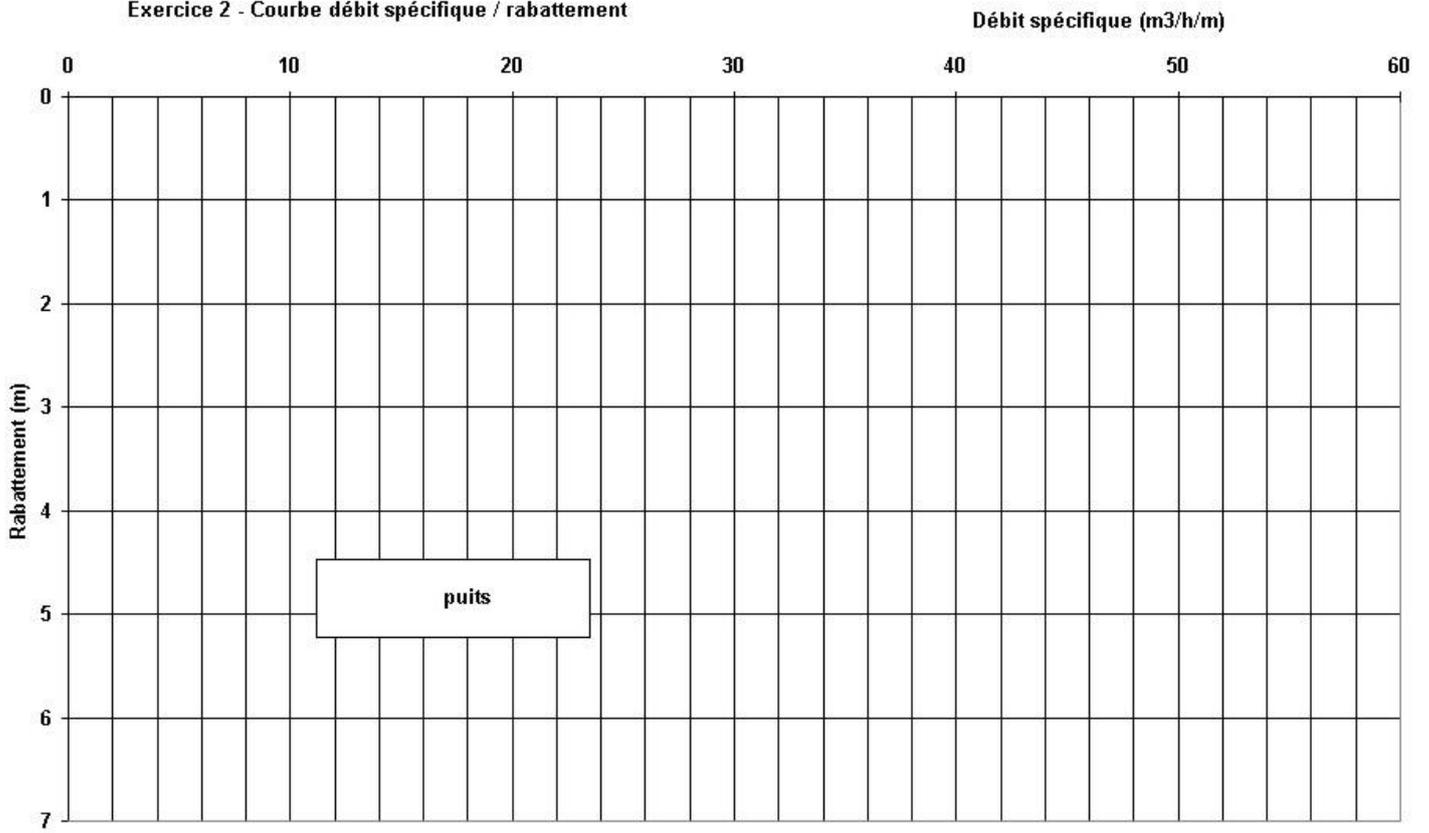
| | Q (m ³ /h) | s = Rabatements (m) |
|-------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | Puits (r=1,2m) |
| 1 ^{er} palier | 42 | 0,81 |
| 2 ^{ème} palier | 87 | 2,01 |
| 3 ^{ème} palier | 132 | 3,53 |
| 4 ^{ème} palier | 178 | 6,47 |

- Tracez la courbe caractéristique du puits [$s = f(Q)$]. Déterminez le débit critique.
- Tracez la courbe débit spécifique (Q/s) en fonction du rabattement du puits
Commentez : quel est le type de nappe.
- Tracez la droite $s/Q = f(Q)$ du puits. Déterminez les pertes de charge B et C. Evaluez la qualité du puits.
- Reportez les courbes $s=BQ+CQ^2$ et $s=BQ$ sur le graphique de la courbe caractéristique du puits.

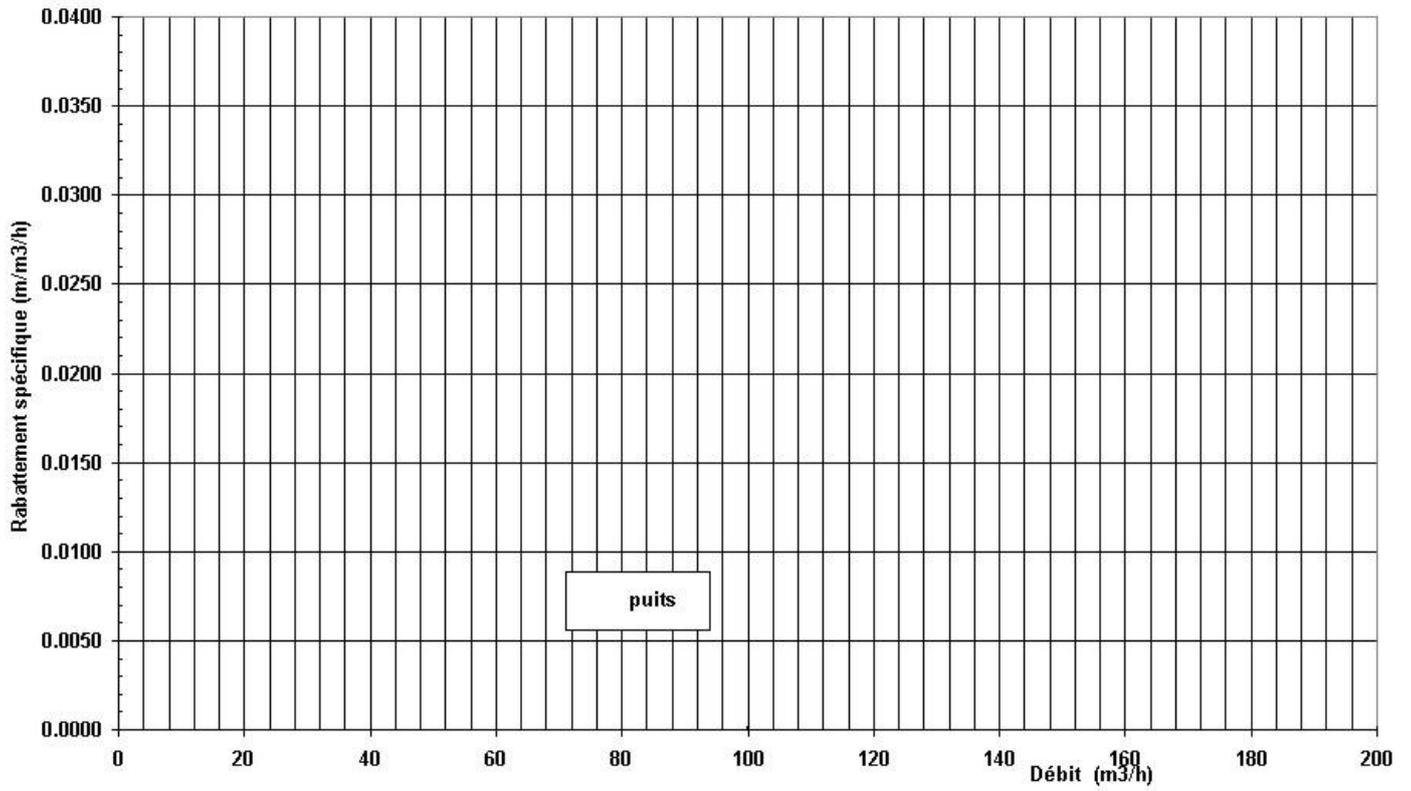
Exercice 2 - Courbe caractéristique



Exercice 2 - Courbe débit spécifique / rabattement



Exercice 2 - Courbe rabattement spécifique / débit



Exercice 9 : Etude des caractéristiques hydrodynamiques d'un aquifère par essai de pompage

Un essai de pompage est réalisé dans un forage à débit constant $Q = 47,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ pendant 18 jours. Les données du temps et du rabattement à un piézomètre d'observation situé à 20 m du forage sont reportées dans le tableau suivant :

| Temps écoulé après le début du pompage (secondes) | Rabattement au piézomètre (m) | Temps écoulé après le début du pompage (secondes) | Rabattement au piézomètre (m) | Temps écoulé après le début du pompage (secondes) | Rabattement au piézomètre (m) |
|---|-------------------------------|---|-------------------------------|---|-------------------------------|
| 0 | 0 | 25200 | 3,73 | 345600 | 8,075 |
| 60 | 0,0150 | 32400 | 4,125 | 432000 | 8,305 |
| 120 | 0,0450 | 43200 | 4,29 | 518400 | 8,715 |
| 300 | 0,215 | 54000 | 4,535 | 691200 | 9,145 |
| 600 | 0,52 | 64800 | 4,725 | 777600 | 8,655 |
| 1200 | 1,065 | 86400 | 5,085 | 864000 | 9,455 |
| 1800 | 1,445 | 108000 | 5,405 | 950400 | 9,715 |
| 2400 | 1,72 | 129600 | 5,655 | 1036800 | 10,015 |
| 3000 | 1,93 | 151200 | 5,935 | 1123200 | 10,125 |
| 3600 | 2,095 | 172800 | 6,175 | 1209600 | 10,255 |
| 5400 | 2,445 | 194400 | 6,415 | 1296000 | 10,355 |
| 7200 | 2,685 | 216000 | 6,645 | 1382400 | 10,525 |
| 10800 | 3,015 | 259200 | 7,035 | 1468800 | 10,785 |
| 14400 | 3,26 | 302400 | 7,415 | 1555200 | 10,935 |
| 18000 | 3,445 | 604800 | 7,525 | | |

- a- Evaluez la transmissivité et le coefficient d'emmagasinement de l'aquifère par la méthode de Jacob.
- b- Donnez le type de limite mise en évidence. Calculez la distance à la limite.

Exercice 3 Méthode de Jacob

