ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2017

Toute documentation permise Calculatrices : modèles autorisés seulement Durée de l'examen : 3 heures

14 - EN-A2 - Hydrologie urbaine et des milieux naturels

QUESTION #1 (20 Points)

De l'eau (viscosité cinématique = $1{,}003*10^{-6}$ m^2/s) doit s'écouler à un débit de 1 m^3/s à travers une conduite rugueuse en béton-acier (ε = 3 mm) qui relie deux réservoirs (voir Figure 1). Déterminer le diamètre nominal de cette conduite de longueur 1000 m si la différence d'élévation entre les deux réservoirs est de 10 m. Les coefficients de pertes de charge singulières sont de 0,5 à l'entrée dans la conduite et 1 à la sortie de la conduite.

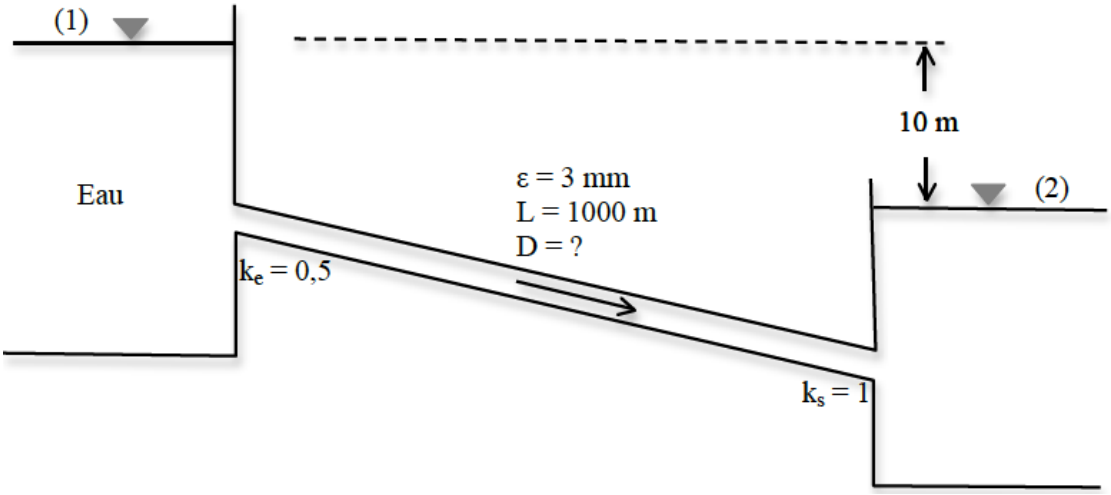

Figure 1: Système hydraulique de la Question#1

QUESTION #2 (20 Points)

Un bassin versant non encore développé au Québec sera entièrement desservi par un réseau sanitaire dont toutes les conduites ont 300 mm de diamètre. Il n'y sera construit que des maisons unifamiliales dont les branchements s'étendront de la façade des maisons, située à 2 m des rues (dont la largeur est 20 m), jusqu'au centre de celles-ci. Les dimensions des lots ou terrains sont de 25 m x 25 m (incluant les rues et intersections de rues). Les caractéristiques du bassin versant sont reprises dans le Tableau 1:

Tableau 1 : Caractéristiques du bassin de la Question #2

Population	**Bassin versant**		
Actuelle	0	Superficie	250 ha
Dans 10 ans	8 000	Densité de population	50 pers./ha
Dans 30 ans	10 000	Infiltration	À déterminer
Ultime	12 500	Captage	À déterminer
Diamètre des conduites (mm)	300	Branchements (mm)	150

On vous demande de déterminer les débits sanitaires max et min (en m^3/d) à prévoir pour le dimensionnement de l'intercepteur.

QUESTION #3 (35 Points)

Un système hydraulique comprenant trois pompes Scot 57 series - 4x3 identiques en parallèle (caractéristiques des pompes données à la Figure 2 où le diamètre de la roue est en po) doit alimenter une municipalité québécoise à vocation résidentielle de 10 750 personnes en eau potable (ρ=1000 kg/m^3) situé à côté d'un réservoir B dont le plan d'eau est situé à 30 m plus haut que la surface libre du réservoir A. Chaque résidence dispose d'un compteur. L'entrée de chaque pompe doit être située à 6 m plus haut que la surface libre du réservoir A. Disposé verticalement, chaque conduite d'aspiration a une longueur de 6 m et son diamètre est de 100 mm avec f=0,018 et k=0,5. La conduite unique de refoulement a une longueur de 500 m et un diamètre de 300 mm avec f=0,020). Un clapet anti-retour (k=1,12) et un coude (k=0,416) sont implantés dans chaque conduite d'aspiration et k=1 à la sortie de refoulement. P_{atm}/γ=10,33 m (eau); P_v/γ=0,24 m (eau).

3.1 Quel choix de pompe (diamètre de la roue) allez-vous faire et quel est son point d'opération (Q en l/s) et H_p (m)? Justifier votre réponse. (**25 Points**)

3.2 Y-a-t-il risque de cavitation? Si non, justifier. Si oui à quelle hauteur h_a faut-il placer les pompes pour éviter la cavitation? (**10 Points**)

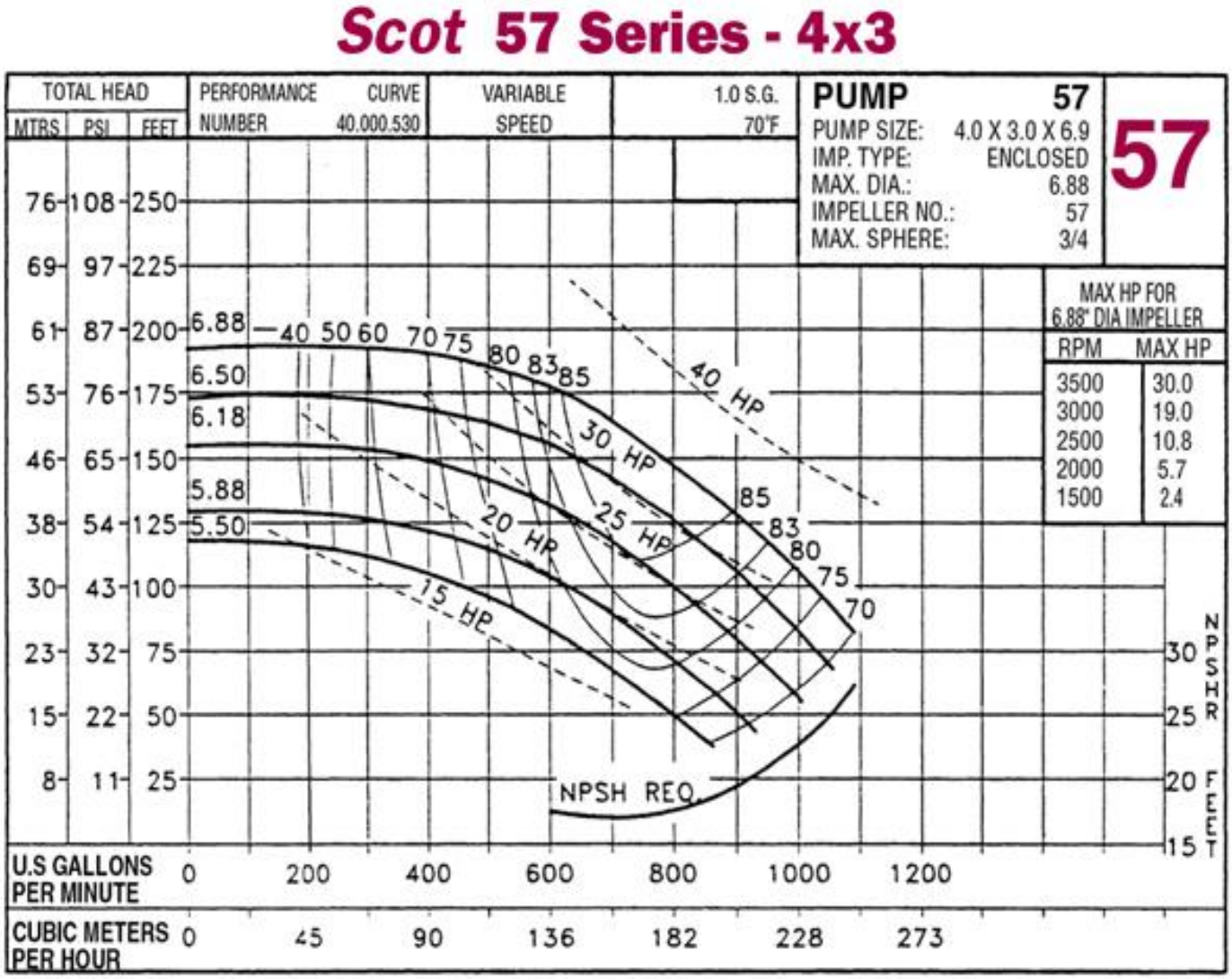

Figure 2: Courbes caractéristiques des pompes de la Question#3

QUESTION #4 (25 Points)

Les débits maximum mensuels observés à une station de rivière sont compilées dans le tableau suivant.

On vous demande dans le cadre d'une étude d'avant-projet devant servir à déterminer la crue:

4.1 De calculer selon la loi normale, les débits correspondants respectivement à une période de retour de 50 ans et 100 ans. (**10 Points**)

4.2 En vous basant sur la distribution des valeurs extrêmes de Gumbel, déterminer la récurrence d'un débit de 2600 m³/s. Quel est le risque hydrologique qu'il soit dépassé au moins une fois dans les 20 prochaines années ? (**10 Points**)

4.3 De donner votre avis après avoir comparé les résultats obtenus aux points 4.1 et 4.2 (**5 Points**)

	Débits en m³/s											
Année	**Jan**	**Fév**	**Mars**	**Avr**	**Mai**	**Juin**	**Juil**	**Août**	**Sept**	**Oct**	**Nov**	**Déc**
1980	99	81	62.8	250	1750	1720	600	530	439	579	374	147
1981	102	225	148	166	2200	2390	686	300	227	603	407	390
1982	115	71.5	60.2	70	1320	2050	645	328	283	228	379	160
1983	113	122	160	1380	2060	810	428	440	500	490	347	227
1984	116	81	72.5	335	1760	1730	448	324	348	311	183	122
1985	76.5	61.5	56.9	129	877	1100	714	526	251	369	212	111
1986	85	108	53.5	597	855	447	493	269	441	328	224	97
1987	59	45	49.5	608	524	501	411	463	370	703	568	390
1988	103	76	91	185	1650	1160	561	180	224	702	452	142
1989	76.9	54.5	45.9	109	1240	992	368	540	663	362	556	183
1990	82.3	52.9	49.8	111	778	627	290	251	268	310	233	137
1991	73.4	56.8	53.7	92	1103	1008	449.6	304.1	149.4	342.4	290.2	120
1992	70.4	61.3	54.8	103	872.1	617.1	455.3	466.4	386.4	392.8	341.7	105
1993	57.6	41.4	36.8	120	1165	909.8	404.6	322	410	510.5	345.4	207
1994	82.5	55.5	65.1	110	1542	1162	788	418.2	517.1	515.4	356.8	150
1995	83	59.9	53	282	1363	915.8	239.6	166.8	241	800.1	749.6	181
1996	76.3	127	141	406	1213	1115	890.1	595.5	167.8	238.9	791.3	365
1997	108	74.2	61.6	93.1	1339	1271	558.6	279.4	353.6	357.2	341.6	161
1998	81.7	67.1	277	268.7	1675	779.8	514.9	345.8	413.5	704.4	411.2	176
1999	97	74.8	134	314.2	2329	898.3	255	411.3	501.3	498.7	516	252.8
2000	109	69.7	73.6	213	1481	1488	845.7	363.9	330.6	211.1	294.2	146
2001	105	83	72.2	105	1422	545.4	796.4	294.7	214.5	404.1	348.6	163
2002	92	69.2	98.3	109	1157	1453	944.6	474.7	431.8	423.6	325.8	177.3
2003	101.4	72.85	61.23	262	1938	1139	373.1	297.9	141.6	887.5	840.6	323.7
2004	112.5	73.73	62.88	139.8	1488	1343	469.6	242.8	215.3	405.8	193.9	183.5
2005	141	87.65	117.5	216.5	1656	821.6	219.6	226.1	676.4	306.3	852.9	458.4

$$\sigma = s = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - \bar{x}\right)^2}$$

$$K_t = -\frac{\sqrt{6}}{\pi}\left\{0.577 + ln\left[ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right]\right\}$$