

Exercices
d'applications

l'eau potable



F BALERET

Exercices d'applications

Méthode de détermination du débit de pointe de COLLIOT

Dans l'élaboration d'un projet d'alimentation en eau potable, une première démarche consiste à déterminer la somme des besoins de chaque utilisateur pour la journée de plus grande consommation. Cette estimation des besoins du jour de pointe permet :

- de choisir le point d'eau à utiliser,
- de déterminer la puissance et le type de pompes à installer,
- de définir le diamètre de la canalisation d'amenée ou de refoulement,
- de dimensionner la station de traitement si elle est nécessaire,
- de fixer la capacité du ou des réservoirs.

Au niveau du réseau de distribution, il faut bien convenir que la connaissance des besoins globaux n'est pas suffisante pour définir le diamètre des canalisations et que la notion de débit moyen ne correspond pas à l'utilisation des appareils de puisage qui sont davantage sollicités à certaines heures du jour.

1 - Variation des débits

1.1. Causes

La variation des volumes d'eau consommés dépend de trois facteurs :

- le rythme de la vie humaine,
- la variation des besoins au cours des saisons,
- le hasard de la simultanéité de consommations.

1.2. Définition des coefficients de pointe

Soit V le volume d'eau consommé pendant l'année par une Collectivité.

$$Q_m = \frac{V}{365}$$

Q_m correspond au volume d'eau consommé en moyenne chaque jour

On définit un coefficient de pointe K_1

$$K_1 = \frac{Q_{\max}}{Q_m}$$

Q_{max} correspond au volume consommé durant la journée de plus forte consommation sur une année

De même, on définit un coefficient K_2 appelé coefficient de débit de pointe horaire

Soit $q_m = \frac{Q_{\max}}{24}$

Soit

$$K_2 = \frac{q_{\max}}{q_m}$$

q_{\max} correspond au volume d'eau consommé pendant l'heure de plus forte consommation dans la journée de plus forte consommation

En définitive, le débit de pointe considéré sur une heure et auquel devra satisfaire le réseau est égal à :

$$Q_{\text{pointe}} = \frac{Q_m}{24} \times K_1 \times K_2$$

Dans les ensembles peu importants (quelques dizaines de logements) il arrive que le débit moyen horaire corresponde à un intervalle de temps trop grand. En particulier dans les réseaux surpressés où l'on admet généralement un intervalle de 10 minutes entre chaque démarrage de pompe, il peut être nécessaire d'envisager le débit de pointe instantané pendant 10 minutes. Les mesures peuvent se faire sur les réseaux existants en utilisant un analyseur de débit.

1.3. Importance des mesures

Chaque fois que cela est possible il est nécessaire de procéder à des mesures de débit en installant des analyseurs qui permettent de déterminer in-situ les coefficients de pointe et qui donnent des renseignements utiles à l'élaboration de nouveaux projets. A cet égard, il convient d'extrapoler avec prudence après avoir comparé les populations et en particulier leur mode de vie et leur activité.

2 - Critères de dimensionnement

NB : La modélisation mathématique ne tient pas compte du débit des bassins.

Le dimensionnement d'un réseau peut se réaliser selon deux critères, soit le critère de la défense incendie, soit le critère de la consommation.

Le choix du critère s'établit sur la base du débit de pointe du réseau étudié. Si le débit de pointe est supérieur à 60 m³/h, le réseau est dimensionné en tenant compte de la consommation.

Lorsqu'il faut prendre en compte la consommation du réseau, il est attribué à certains noeuds un débit imposé (en fonction du nombre de branchements).

Deux cas sont alors traités : un à débit minimum, un à débit maximum.

Le débit minimum est déterminé à l'aide du débit de fuite théorique (référence Agence de l'Eau) qui est de **8 m³/j/km**, ramené en m³/h/branchement.

Le débit maximum est calculé à l'aide du débit de pointe du réseau ramené en m³/h/branchement.

Une fois le réseau dimensionné, il faut s'assurer que la défense incendie répond aux normes (Débit de 60 m³/h sous un bar de pression pour chaque poteau).

Lorsqu'il faut tenir compte de la défense incendie, le réseau est dimensionné afin d'assurer un débit de 60 m³/h sous un bar de pression pour chaque poteau.

2.1 - Le réseau de du Belvédère (exemple)

Ce débit se base sur une consommation moyenne de 10 heures par jour.

Débit consommé en moyenne chaque jour Q_{moyen}

En 2003, le volume distribué sur le réseau du Belvédère est de l'ordre de 23 355 m³. Les projets sur ce secteur entraîneront une consommation de 26 000 m³/an supplémentaire.

Le volume futur distribué est donc estimé à 49 355.

En tenant compte également de l'indice de perte linéaire brut (Référence Agence de l'Eau) de 8 m³/j/km, le volume annuel consommé est de :

$$V = 49\,355 + 8 \text{ m}^3/\text{j}/\text{km} \times 2 \text{ km} \times 365 \text{ jour}$$

$$\text{Soit } V = 55\,195 \text{ m}^3/\text{an}$$

$$Q_{\text{moyen}} = \frac{V}{365} = \frac{55\,195}{365} = 151 \text{ m}^3/\text{jour}$$

Calcul du coefficient de pointe journalier K_1 :

$$K_1 = \frac{Q_{\text{max}}}{Q_{\text{moyen}}}$$

Q_{max}, le volume consommé durant la journée de plus forte consommation sur une année.

Le volume de pointe théorique actuel est de 169 m³/j (47 branchements x 20 habitants x 0,18 m³/j). Le volume de pointe futur est estimé à 220 m³/j. Le volume consommé maximal est donc :

$$Q_{\text{max}} = 389 \text{ m}^3/\text{j} \quad \text{Donc } K_1 = \frac{389}{151} \quad \text{soit } K_1 = 2,58$$

Calcul du coefficient de pointe horaire K_2 :

$$\text{Soit } q_{\text{moyen}} = \frac{Q_{\text{max}}}{10} = \frac{389}{10} = 38,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$K_2 = \frac{q_{\text{max}}}{q_{\text{moyen}}}$$

avec q_{max} , le volume d'eau consommé pendant l'heure de plus forte consommation durant la journée de plus forte consommation.

Un suivi des volumes distribués (février 2003) a été réalisé au niveau de ce réseaux. Les mesures ont donné les résultats suivants :

Date	Consommation journalière (m³/j)	Débit de pointe (m³/h)	Débit minimum (m³/h)
18/02/03	148,65	21,94	0,64
19/02/03	143,00	20,81	0,52
20/02/03	144,68	23,83	0,48
21/02/03	143,04	21,90	0,41
22/02/03	147,17	19,70	0,49

En ne tenant compte que de l'indice de perte linéaire brut de 8 m³/j/km, le volume journalier de consommation de pointe réel est de **154,81m³/j**.

$$(\text{ = } 148,65\text{m}^3/\text{j} - 0,41 \text{ m}^3/\text{h} \times 24 \text{ h} - 8 \text{ m}^3/\text{j}/\text{km} \times 2 \text{ km})$$

Le débit de pointe au cours de cette journée est donné pour 22,20 m³/h.

$$(\text{ = } 21,94 \text{ m}^3/\text{h} - 0,41 \text{ m}^3/\text{h} + 8 \text{ m}^3/\text{j}/\text{km} \times 2 \text{ km} \times \frac{1}{24 \text{ h}})$$

Pour une consommation théorique futur de 389 m³/jour, le débit maximal horaire q_{\max} devient $q_{\max} = 55,8 \text{ m}^3/\text{h}$.

$$K_2 = \frac{q_{\max}}{q_{\text{moy}}}$$

$$\text{D'où } K_2 = \frac{55,8}{38,9} = 1,43$$

Calcul du débit de pointe Q_{pointe} :

Il est défini comme étant :

$$Q_{\text{pointe}} = \frac{Q_{\text{moyen}}}{10} \times K_1 \times K_2 = \frac{151}{10} \times 2,44 \times 1,43$$

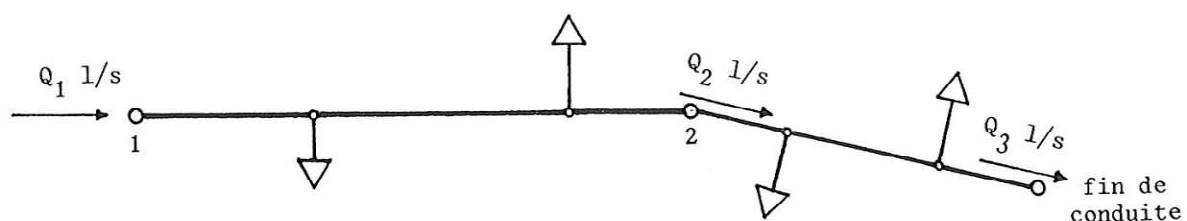
$$\boxed{Q_{\text{pointe}} = 52,7 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Le débit de pointe futur sera donc inférieur à 60 m³/h (débit réglementaire au niveau d'un poteau incendie sous 1 bar de pression).

Pour le secteur du Belvédère le critère de dimensionnement est donc la défense incendie.

Calcul des réseaux ramifiés

En matière de distribution, le diamètre des canalisations sera fonction du nombre de branchements pour les abonnés.



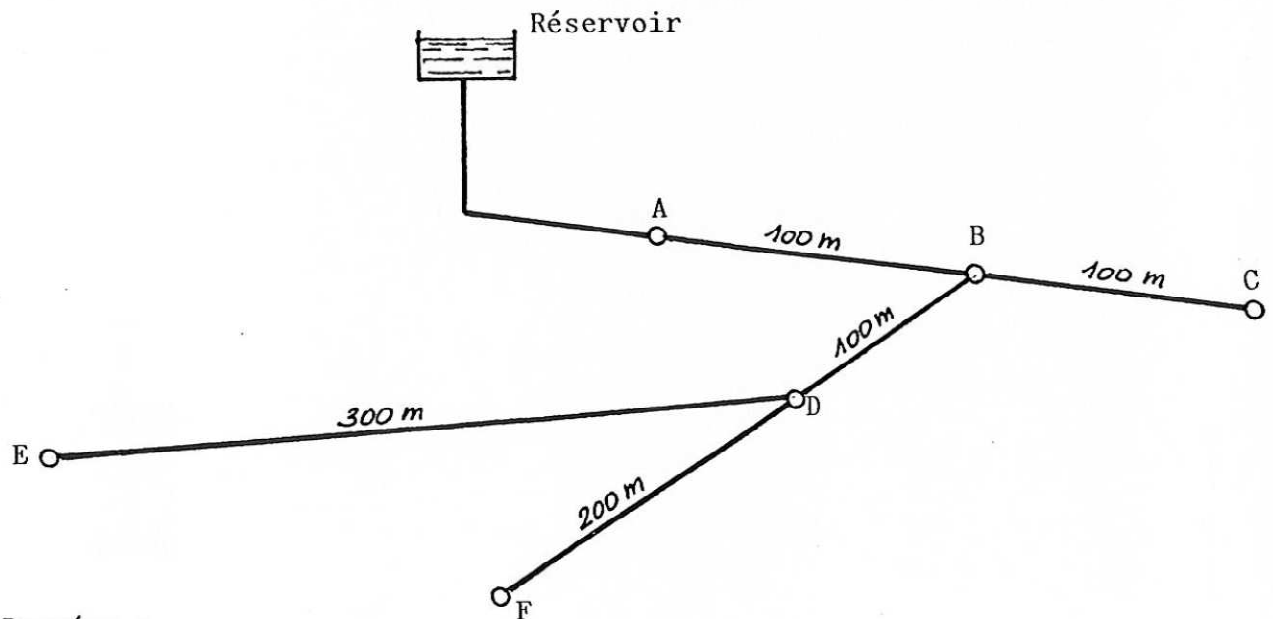
Pour nous permettre de calculer un diamètre correct, on calcule les débits suivant un terme moyen.

On prend donc pour cela un débit "Q" fictif qui est égal au débit aval et l'on ajoute sur les conduites transitées, le débit consommation de chaque tronçon. On rajoute à ces débits ainsi calculés, 55 % du débit propre à chaque tronçon. On obtient les débits servant au calcul.

Cette méthode est pratiquée pour tous les calculs d'un réseau de distribution d'eau.

- Exemple -

Soit un réseau ramifié partant d'un réservoir et alimentant un lotissement.



Données :

- entre les points R et A, pas d'abonnés
- 50 habitants par hectomètres de rue reliés à ces conduites
- consommation moyenne, 200 l/j/hab
- coefficient de point égal à 3

Soit consommation en l/sec par habitant = $\frac{200}{24 \times 3600} \times 3 \approx 0,007 \text{ l/sec/hab}$

Soit par hectomètres de rue : $50 \times 0,007 = 0,35 \text{ l/s}$

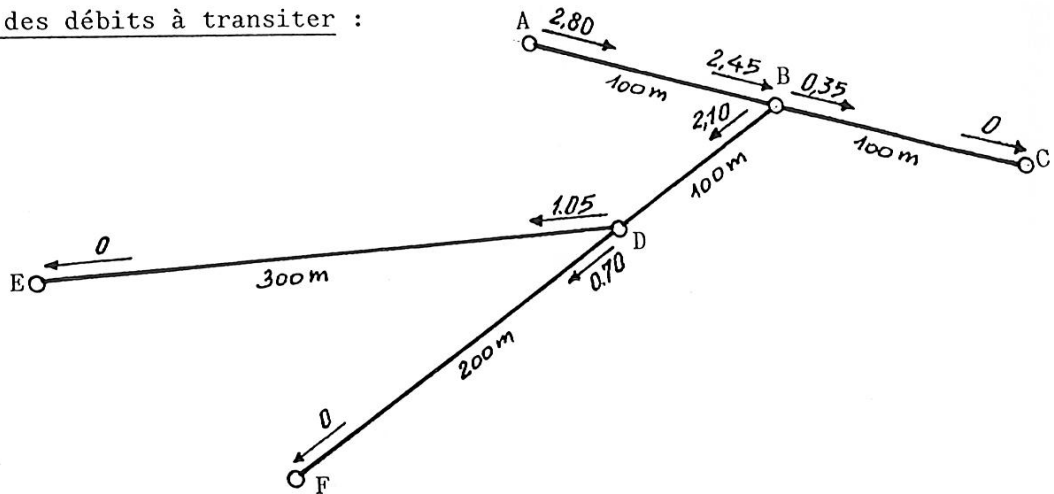
Données :

- entre les points R et A, pas d'abonnés
- 50 habitants par hectomètres de rue reliés à ces conduites
- consommation moyenne, 200 l/j/hab
- coefficient de point égal à 3

Soit consommation en l/sec par habitant = $\frac{200}{24 \times 3600} \times 3 \approx 0,007 \text{ l/sec/hab}$

Soit par hectomètres de rue : $50 \times 0,007 = 0,35 \text{ l/s}$

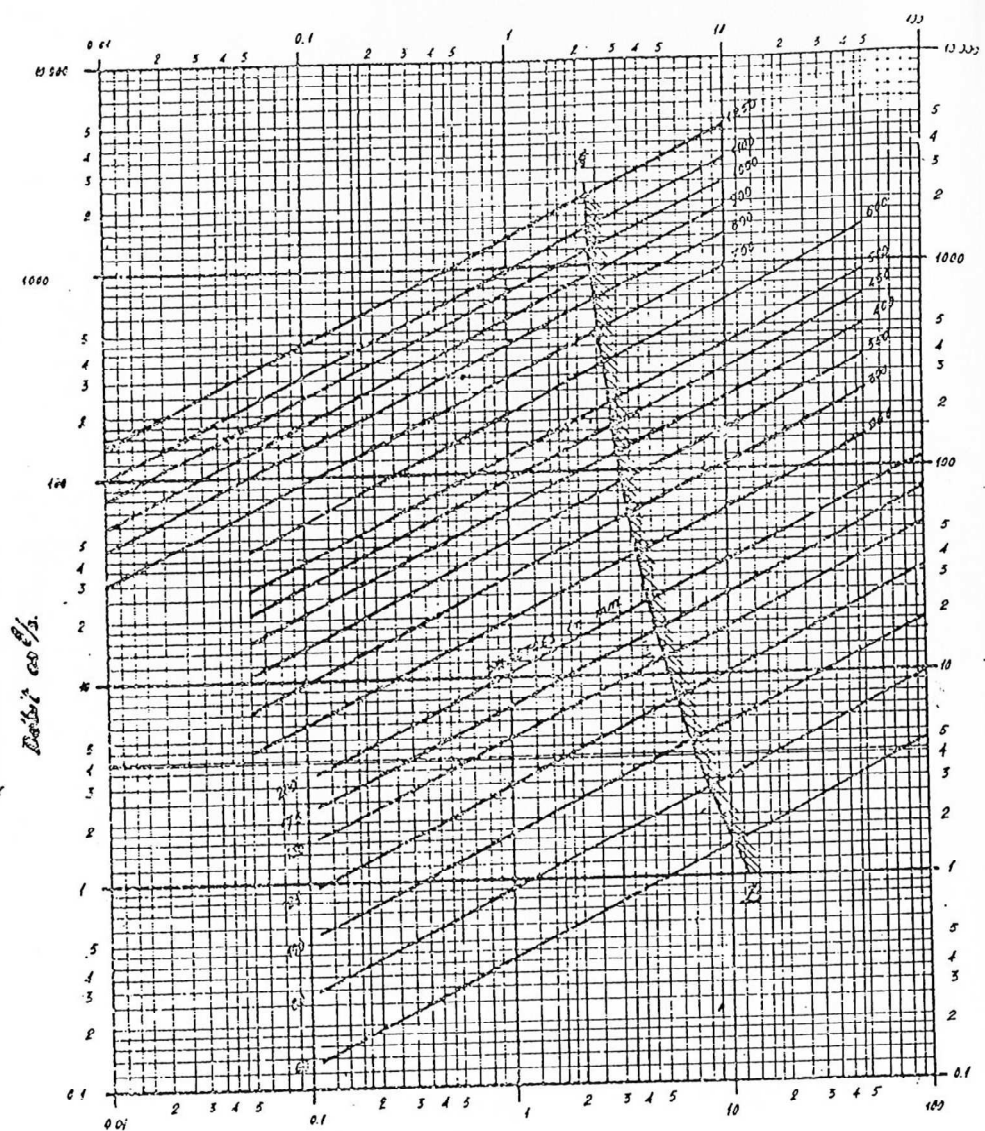
- Calcul des débits à transiter :



- Calcul des débits fictifs à prendre en compte pour le calcul des diamètres :

Tronçons	débits avals	Consommation propre x 55 %	Soit débits calcul	Diamètres Ø
AB	2,45	$0,35 \times 0,55 = 0,18$	2,63 l/s	Ø mm
BC	0	$0,35 \times 0,55 = 0,18$	0,18 l/s	60 mm
BD	1,75	$0,35 \times 0,55 = 0,18$	1,93 l/s	Ø mm
DE	0	$1,05 \times 0,55 = 0,58$	0,58 l/s	60 mm
DF	0	$0,70 \times 0,55 = 0,39$	0,39 l/s	60 mm

Les diamètres Ø nous sont donnés directement par l'abaque de COLEBROOK
(avec $K = 1 \text{ mm}$)



Perte de charge en mm.p.m.

NOTA: La courbe AB indique pour chaque diamètre la débite qui ne doit pas être dépassée afin que la vitesse de l'eau dans la canalisation reste inférieure à la limite résultant de l'application de la formule de MANNING.

ABRÈGE POUR L'UTILISATION DE LA FORMULE
DE COLEBROOK AVEC $k=1\text{mm}$ ET UNE TEMPERATURE
DE L'EAU DE 10° C

TD n°1:

Vérification de dimensionnement d'une conduite d'eau potable rue du fort

Un lotissement est en prévision attenant à la rue du fort. Les parcelles ainsi créées seront directement raccordées à cette rue.

On demande :

1) de vérifier le diamètre du réseau d'eau potable (\varnothing 125) avec le futur lotissement (en tenant compte des conditions d'incendies) I

2) de vérifier si la pression dans la conduite sera suffisante pour tout les abonnés

On donne les renseignements suivants :

Nombre d'habitant dans la rue du fort: 150

Nombre d'habitant projeté au lotissement: 300

Volume prévisionnel de pointe pour le lotissement: 300m³/j

Consommation moyenne retenu par jour : 200litres/hab/jour (en milieu urbain)

Un suivi des consommations sont données .Les mesures donnent les résultats suivants:

jours	Consommation journalière m ³ /j	Débit de pointe M ³ /h	Débit minimum
1	108	18	0.65
2	106	16	0.41
3	108	18	0.65
4	106	16	0.65

Longueur du réseau (rue du fort et lotissement) 2km

Indice de perte linéaire par j/Km : 8m³

Vitesse d'écoulement de l'eau dans la conduite : 1.3 m/s

Consommation moyenne : 10 h/jour

Calcul du débit moyen par jour :Qmoyen

Calcul du coefficient de pointe journalier K1 :

Calcul du coefficient de pointe horaire K2 :

Calcul du débit de pointe Qpointe : (conclusion)

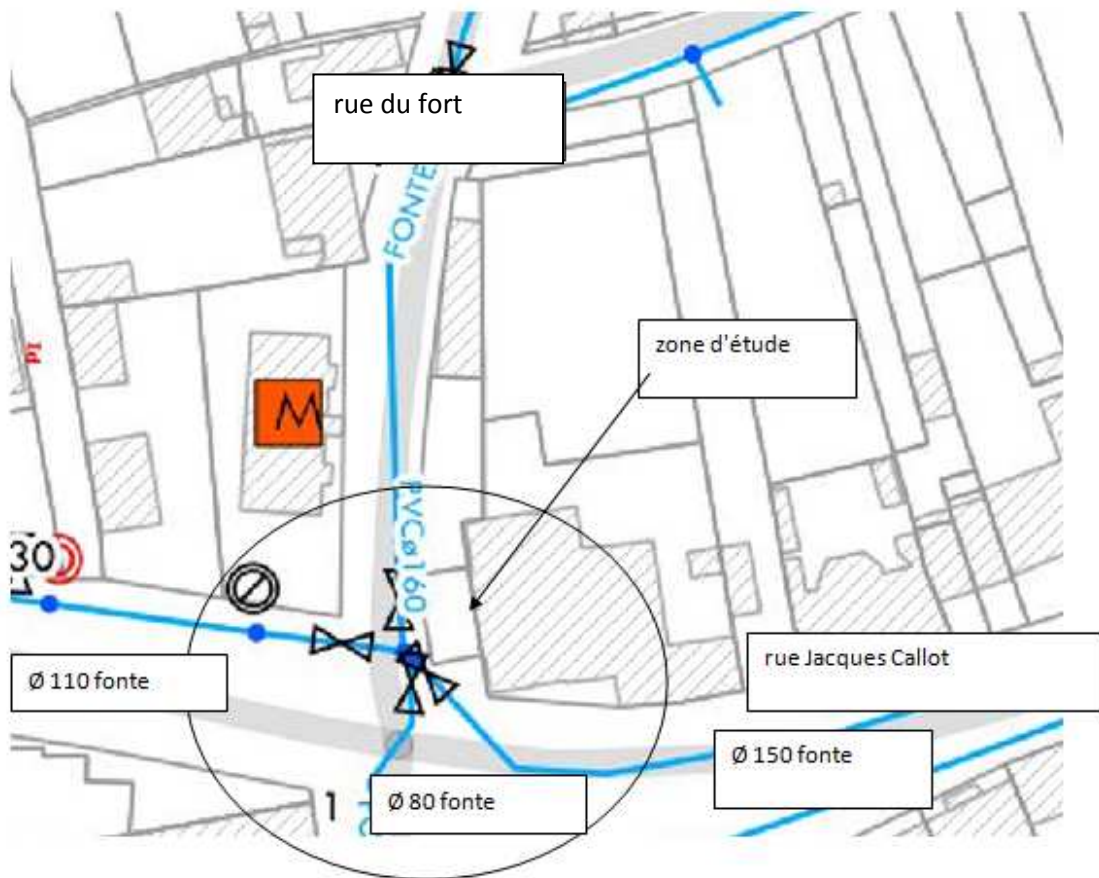
cours l'eau potable

IUT Nancy Brabois

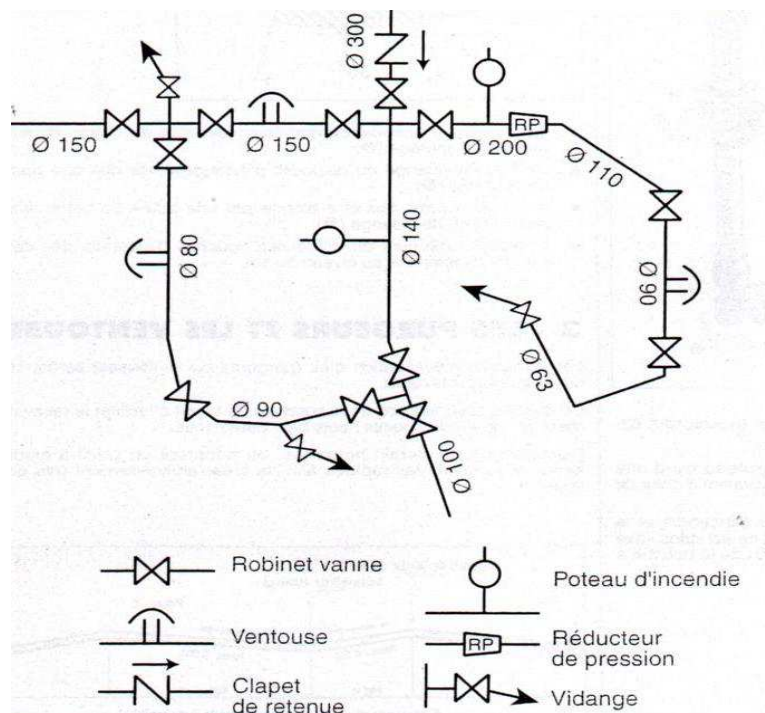
TD n°2

En vous aidant des renseignements ci après , schématiser d'après l'extrait du plan de Bainville l'ensemble de pièces de fontainerie pour raccorder les différentes conduites, du carrefour rue jacques callot et la rue du fort

Compléter les documents réponses DR1 et DR2

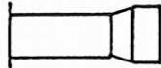



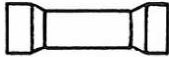
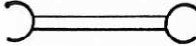




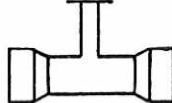

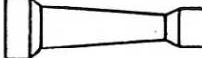
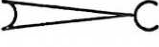




SCHEMATISATION D'UN RESEAU



RACCORDS - Planche II - Tuyaux à brides				
Désignation	Schéma	Symbole	Abréviation	Usage
Manchettes			BRD \varnothing MAN BB	Elément droit et court destiné à compléter à la longueur désirée un tronçon de canalisations à brides
Coudes à brides			BRD \varnothing C 1/4 BB BRD \varnothing C 1/8 BB	Raccord courbe destiné au raccordement de 2 tronçons de conduites à brides de directions différentes. Il existe des coudes au 1/4 et au 1/8
Coudes au 1/4 à 2 brides et à patin			BRD \varnothing C 1/4 BB Patin	Coudes à deux brides comportant une embase destinée à reporter sur le sol ou sur un massif rigide la poussée hydrostatique. Ne s'utilise qu'en élévation.
Tés à brides			BRD 100 T BB	Raccord à 3 extrémités terminées par des brides
Croix à brides			BRD 100 CRX BB BB	Raccords à 4 extrémités terminées par des brides. (ce raccord est rarement utilisé)
Cônes à 2B			BRD Cône \varnothing B \varnothing B	BRD Cône 150 B <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="font-size: 2em; margin-right: 10px;">{</div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div>80 B</div> <div>100 B</div> <div>125 B</div> </div> </div>

RACCORDS - Planche I - Tuyaux à bouts unis

Désignation	Schéma	Symbole	Abréviation	Usage
Bride emboitement			STD \emptyset BE	Raccordement destiné à la jonction d'un tronçon terminé par un bout uni et d'un appareil ou raccord à bride
Bride unie			STD \emptyset BU	Raccordement destiné à la jonction d'un tronçon terminé par un emboitement et d'un appareil ou raccordement à bride
Manchon droit			STD \emptyset M	Raccordement comportant deux emboitements et destiné à la jonction de 2 éléments à bouts unis. Les manchons ont généralement un diamètre supérieur au diamètre extérieur de la conduite, ce qui leur permet de coulisser sur un tronçon du bout uni.
Coude à 2 emboitements			STD \emptyset C 1/8 STD \emptyset C 1/4	Raccord courbe destiné à la jonction de deux tronçons de directions différents. Ils sont caractérisés par le rapport à 360° de l'angle de déviation des deux tronçons. Exemple :  Coude au 1/4  Coude au 1/8 Il existe également des coudes au 1/16, 1/32
Té à 2 E tubulure B			STD \emptyset T EE STD 150 T EE 60 B STD 150 T EE 150 B	Raccord à trois extrémités destiné au branchement sur une conduite principale d'un tronçon perpendiculaire à cette conduite. Il existe pour une valeur de Dn plusieurs valeurs de dn Dn 150, dn $\begin{cases} 60 \\ 80 \\ 100 \\ 125 \\ 150 \end{cases}$
Cône à 2E (ou réduction)			STD Cône Dn E, dn E Cône 250E 125E Cône 250E 200E	Raccord destiné à la jonction de 2 tronçons de diamètres différents. Pour chaque valeur de Dn il existe plusieurs valeurs de dn. Exemple : Dn 250, dn $\begin{cases} 125 \\ 150 \\ 175 \\ 200 \end{cases}$
Plaques pleines			\emptyset PLQ PL	Plaque d'obturation terminale s'adaptant à une bride

1 - Gamme EURO 20 - Raccordement à brides

 <p>EURO 20 type 21 Brides écartement long DN 40 à 300 PFA 10, 16 et 25 bar</p>	 <p>EURO 20 type 23 Brides écartement court DN 40 à 400 PFA 10 et 16 bar</p>
 <p>Euro 20 type 23 à bride motorisable Brides écartement court DN 65 à 400 PFA 10 et 16 bar</p>	 <p>Euro 20 type 23 à motorisation AUMA Brides écartement court DN 65 à 400 PFA 10 et 16 bar</p>

5 - Accessoires de manoeuvre pour EURO 20

 <p>Volant acier FSH pour EURO 20</p>	 <p>Clé à béquille</p>	 <p>Ensemble de manoeuvre fixe et recoupable Pour hauteur de couverture 1 m, 1,25 m et 1,50 m</p>	 <p>Ensemble de manoeuvre télescopique</p>	 <p>Adaptateur pour EURO 20</p>
 <p>Tige de manoeuvre Section carrée</p>	 <p>Manchon pour EURO 20</p>	 <p>Tube allonge En fonte ou en PVC</p>	 <p>Couvercle guide-tige pour tube allonge En fonte ou en PVC</p>	 <p>Support tube pour EURO 20 En fonte ou en PVC</p>
 <p>Embout pour tube allonge En fonte ou en PVC</p>	 <p>Colonne manuelle motorisable</p>	 <p>Colonne pour commande manuelle</p>		

Adaptateurs de bride



UltraQUICK NG
à très large tolérance

Adaptateur non verrouillé
pour tous types de matériaux
DE 49 à 348 mm - PN 10 et 16



QUICK GS pour fonte

Adaptateur de bride
non_verrouillé
DN 60 à 300
PN 10 et 16
PFA 10 et 16 bar



QUICK GS verrouillé pour fonte

Adaptateur de bride verrouillé
DN 60 à 200
Bride PN 10 et 16



QUICK GS
grand diamètre pour fonte - PN 10

Adaptateur de bride
DN 350 à 900
PFA 10 bar



QUICK GS
grand diamètre pour fonte - PN 16

Adaptateur de bride
DN 350 à 900
PFA 16 bar



QUICK PVC verrouillé pour PVC

DE 40 à 225 - DN 40 à 200
PFA 10 et 16 bar



QUICK PE pour PE

Collet anti-fluage
DE 63 à 225 - DN 50 à 200
PFA 10 et 16 bar

Purgeurs et ventouses

 aide au choix

 <p>Mini-Purgeur PFA 10, 16 et 25 bar</p>	 <p>Purgeur DN 40 Bride multiperçage DN 40-50-60 PFA 10, 16 et 25 bar</p>	 <p>Purgeur DN 60 PFA 10, 16 et 25 bar DN 60</p>	 <p>Ventouse 3 fonctions à grand débit d'air PFA 10, 16 et 25 bar</p>	 <p>Purgeur haute pression DN100 PFA 40 bar</p>
--	--	---	---	--

La gamme PUR

Gamme PUR - DN 100 à 2000

Tuyaux et raccords à joint automatique STANDARD

Revêtement intérieur spécial pour eaux douces ou agressives



Tuyaux STANDARD à revêtement intérieur en polyuréthane (PUR) et raccords STANDARD époxydés pour le transport des eaux douces et agressives

- ◊ Des revêtements intérieurs inertes
- ◊ Toute la gamme des tuyaux, raccords et joints de DN 100 à 2000

Document réponse n°1

Schéma des pièces de fontainerie pour le carrefour "rue du fort et rue jacques callot"

Document réponses n°2

Nomenclature des pièces de fontainerie

N°	Désignation	Ø	Nombre

TD n°3:

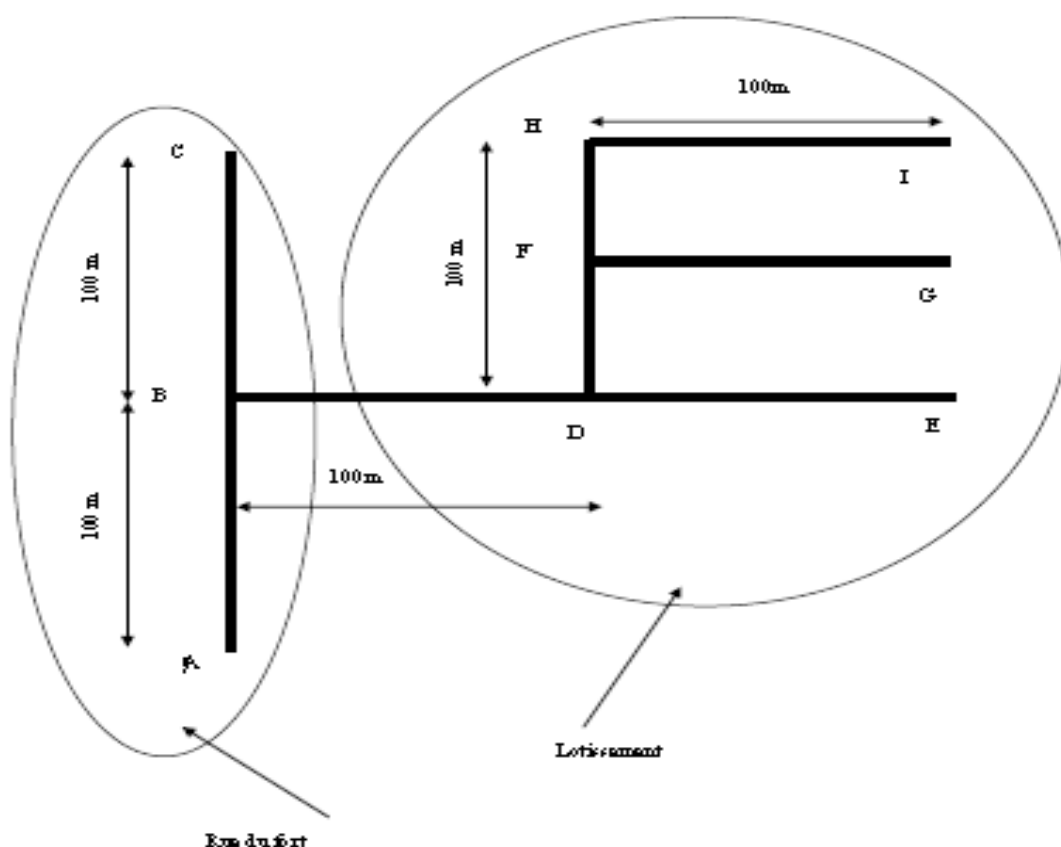
Calcul des réseaux ramifiés

On donne les renseignements suivants:

Nombre d'habitants par hectomètre de rue reliés à ces conduites: 50 habitants

Consommation moyenne: 200l/hab./jour

Coefficient de pointe = 3



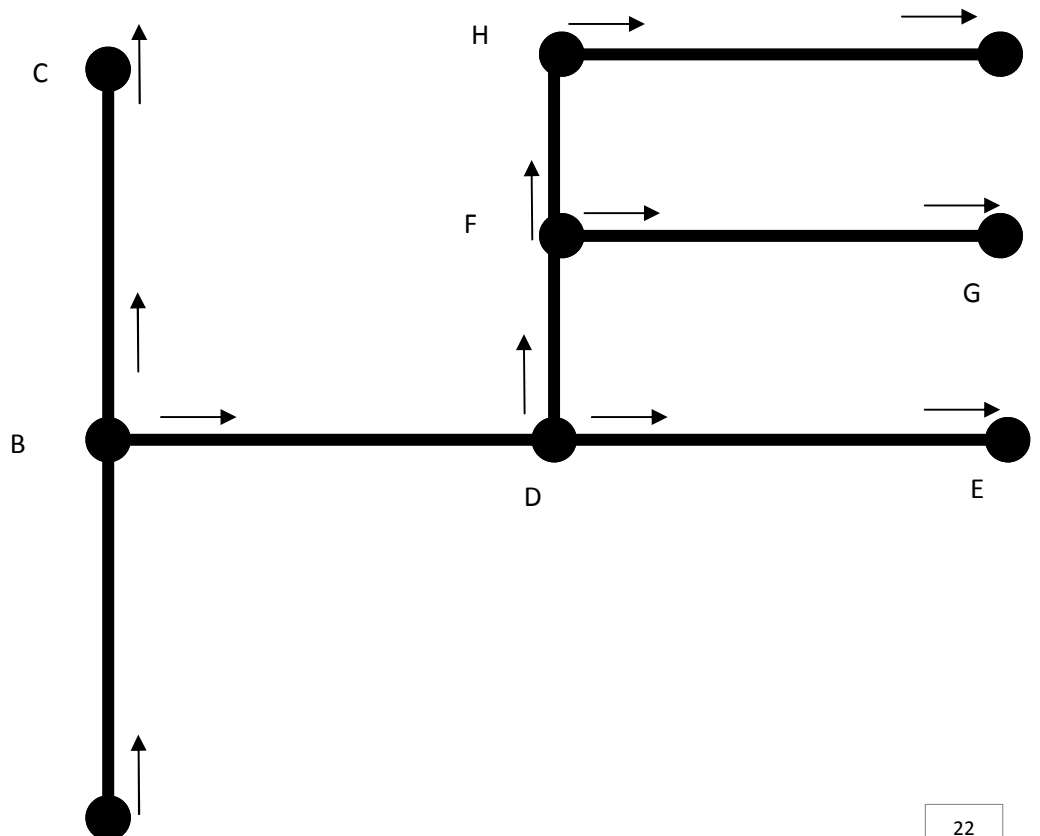
On demande:

1) Calculer la consommation d'eau en l/s par habitant

2) En déduire la consommation d'eau par hectomètre de rue

3) Calculer les débits à transiter (voir le schéma dessous)

(indiquer les débits calculés sur les flèches)



4) Renseigner le tableau

5) Rechercher un diamètre en utilisant l'abaque de coolebrok

Tronçon	Débit aval	Consommation propre x 55%	Débits en l/s	Recherche du Ø
AB				
BC				
BD				
DE				
DF				
FG				
HI				
FH				

Que concluez vous a propos des diamètres du réseau du lotissement?