REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Matière 2: VRD 2, RESSOURCES EN EAU POTABLE

ـ مفردات المحاضرة 4 الدراسات اللازمة لانجاز نظام تزويد بالمياه

الهدف من المحاضرة / ان يكون المهندس قادر

ـ ان يسرد المتطلبات التصميمية لشبكة المياه الصالحة للشرب.

ـ تحديد المعايير اللازمة لتصميم شبكة المياه الصالحة للشرب.

ـ تحليل لشبكة المياه الصالحة للشرب

مفردات المحاضرة /

- **المتطلبات التصميمية لشبكة المياه الصالحة للشرب**
- **معايير تصميم شبكة المياه الصالحة للشرب**
- **تحليل شبكة المياه الصالحة للشرب .**
- **حساب ابعاد الشبكة (الشبكة نوع الشجيري)**

1- التصميم الجيد لشبكة المياه الصالحة للشرب يتطلب

متطلبات رئيسية و هي :

- يجب ان يتوافق مع محددات الجودة و الكمية ,

متطلبات ثانوية :

- ان يكون قادر على التشغيل في الاوضاع غير مستقرة

- يجب ان يكون اقتصادي ، و يكون مجدي لما يحتاج لعمليات الصيانة و التشغيل .

2- معايير التصميم الجيد لشبكة المياه الصالحة للشرب يتطلب

المعايير التصميمية

يجب على المهندس الالتزام بمعايير الدراسة لكي يكون المشروع عملي و اقتصادي و هي :

- **السرعة**
- **الضغط**
- **الانابيب**
- **الفواقد الضياعات في الشحنة**

2- معايير التصميم الجيد لشبكة المياه الصالحة للشرب يتطلب

السرعة :

- يجب ان لا تكون السرعة اقل من 0,6 م /ث لجنب الترسيب و لا تتعدى 3 م/ث لكي نتجنب التسريبات اي الفواقد و التجويفات .و تأخذ السرعة في غالب الاحيان 1 م/ث V = Qc*S conduite

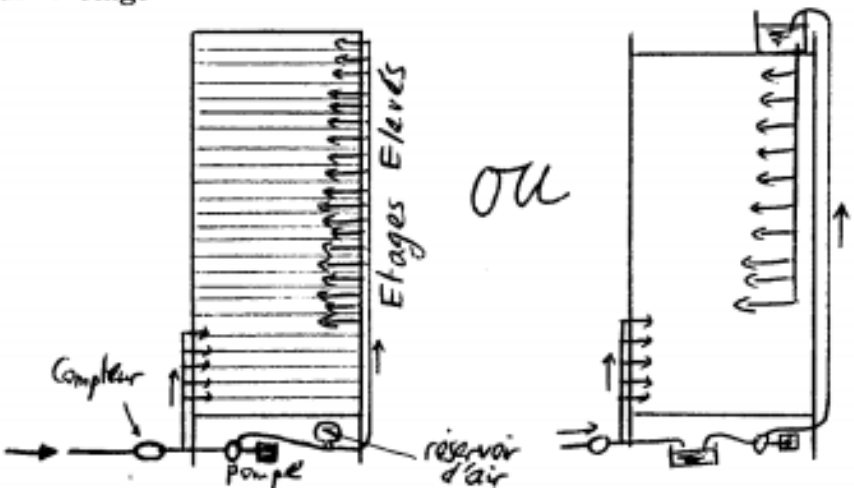
الضغط

- من أجل الأداء الجيد للأنابيب والمفاصل (الحد من التسربات) ، يجب تجنب الضغوط التي تزيد عن 60 مترًا.

12 à 15 m pour un étage
16 à 19 m pour 2 étage
20 à 23 m pour 3 étage
24 à 27 m pour 4 étage

29 à 32 m pour 5 étages
33 à 36 m pour 6 étages
37 à 40 m pour 7 étages

Pour les **immeubles plus élevés**, leurs propriétaires se trouvent obligés d'installer, dans les sous-sols, des groupes **surpresseurs**.



يجب أن تكون الأنابيب المجهزة بصنابير مياه قادرة في حالة نشوب حريق ، على توفير ضغط أدنى على الأرض يبلغ 15 أمتار ، في أي نقطة من شبكة التوزيع.و يتعلق حساب الضغط بارتفاع المباني.

2- معايير التصميم الجيد لشبكة المياه الصالحة للشرب يتطلب

- يجب ان لا تقل الضغوط على العموم في الشبكة عن 25 م كحد ادنى و لا يتعدى 70 م كحد لقصى.

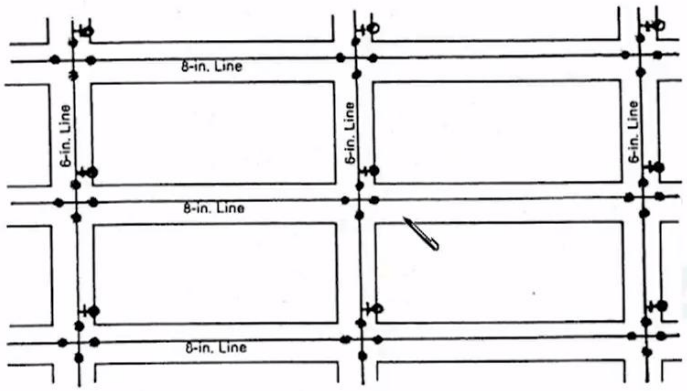
اقطار الانابيب :

هناك حدود لاقطار الانابيب

- طول الانابيب لا يتعدى 400 م في النظام الشجيري و لا يزيد عن 600 م في النظام الشبكي (خاص بشبكة التوزيع).
- قطر الانبوب لا يقل عن 100مم.
- انبوب بين 50 و 75 م يجب ان لايقل قطر انبوبه عن 80 مم
- في المناطق ذات الكثافات العالية لا يقل الانبوب عن 200
- كل الاقطار في الاصل خاضعة للحساب الهيدروليكي + ا
- قطر الانبوب في شبكة التوزيع وٴخذ بالعلاقة التالية

$$D = 1{,}5\sqrt{Q}$$

Dans laquelle Q en m^3/s et D en m.



$$Q = V \times S \Rightarrow S = \frac{Q}{V}$$

V : vitesse [m/s]

S : section de la conduite (m^2)

Q_p : débit (m3/s)

D : diamètre de la conduite (m)

Sachant que $S = \frac{\pi \times \emptyset^2}{4}$ (6.2) (Section circulaire) donc : $\emptyset = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}}$

2- معايير التصميم الجيد لشبكة المياه الصالحة للشرب يتطلب

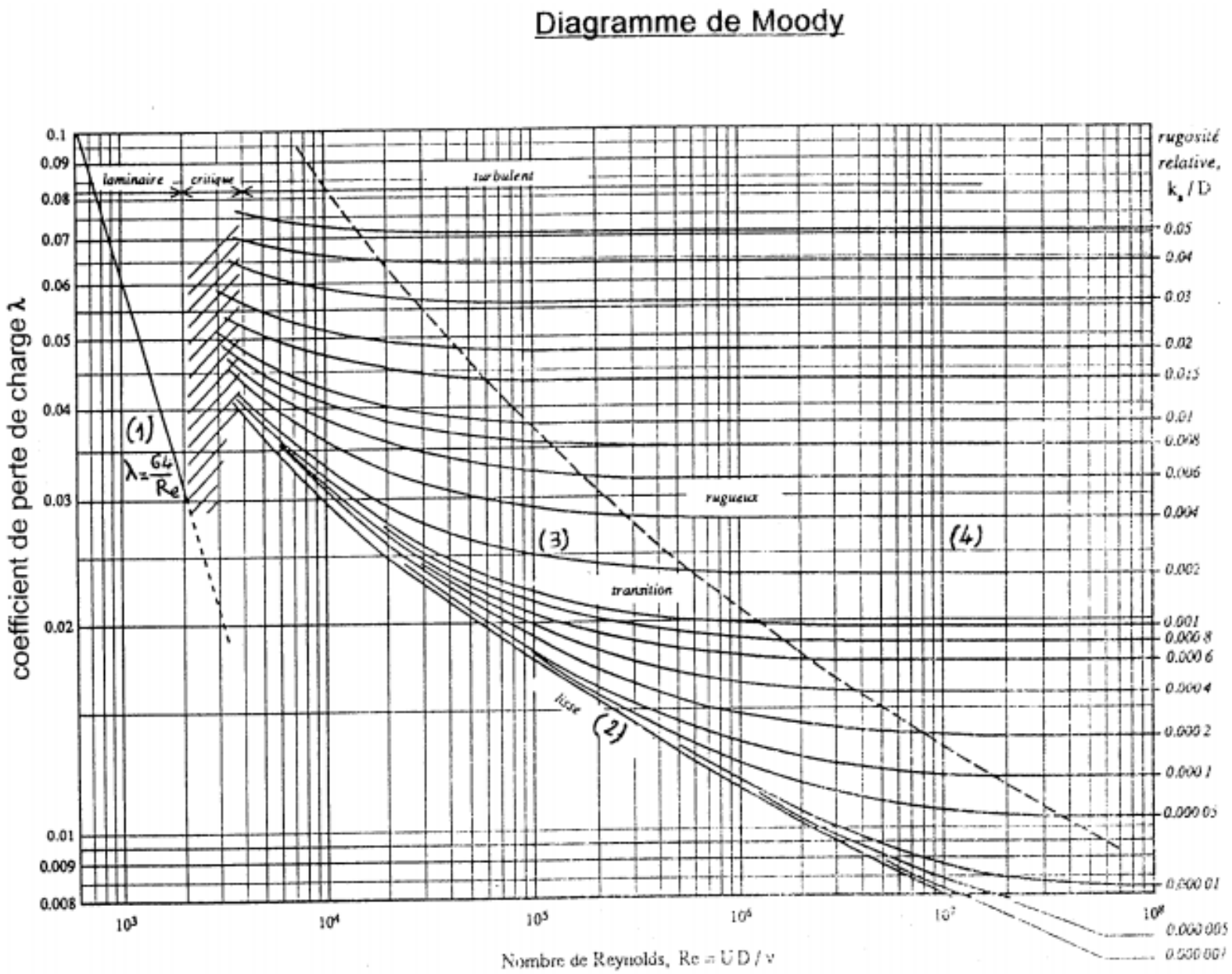
$$j = \frac{\lambda v^2}{2.g.D}$$

الفواقد أو الضياعات :

- القيمة المثالية للفواقد هو 1-4 م / كم.
- يجب ان لا تتجاوز الفواقد 10م/كم.

Laminaire Re < 2300	Formule de **Poiseuille**		$\lambda = 64 / Re$
Turbulent Re > 3000	Lisse	Formule de **Prandtl**	$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2.\log(R_e \sqrt{\lambda})$
	inter-médiaire	Formule de **Colebrook**	$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2.\log\left(\frac{k_s}{3,7\ D}\right.$
	Rugueux	Formule de **Nikuradse**	$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2.\log\left(\frac{D}{2\ k_s}\right)$ +

2- معايير التصميم الجيد لشبكة المياه الصالحة للشرب يتطلب



2- معايير التصميم الجيد لشبكة المياه الصالحة للشرب يتطلب

لتصميم شبكة مياه الشرب ، يراعى ما يلي:

- تضاريس موقع التكتل

- تطوير الموقع

- يجب إشباع احتياطيات المياه والاستهلاك

- اختيار المواد (خصائص وأبعاد الأنابيب)

-الحساب الهيدروليكي الذي يوفر معدلات التدفق والسرعات في الأنابيب والأحمال والضغوط في العقد.

كملاحظة : هناك عندي نوعين من تحليل الشبكات وهي التحليل الموديلات الهيدروليكية و التحليل اليدوي.

- حساب الاحتياجات من المياه

تلبية احتياجات مياه الشرب من التجمع الحضري يتطلب منا إعطاء معيار لكل فئة من المستهلكين. يتم تعريف هذه الوحدة القياسية كنسبة بين التدفق اليومي ووحدة المستهلك.

يعتمد تقدير المياه هذا على عدة عوامل (الزيادة في عدد السكان ، والمرافق الصحية ، ومستوى معيشة السكان ، وما إلى ذلك). و قد يختلف من فترة إلى أخرى ومن تجمع إلى آخر، في هذه الحالة ، يتم إجراء تقييم لاحتياجات المياه على المدى الطويل من خلال تقدير احتياجات المياه والمعدات المنزلية أولاً ، ثم سنقوم بحساب متوسط التدفقات اليومية وكذلك التدفقات الحد الأدنى والحد الأقصى اليومي. وأخيرا سوف نحسب ذروة التدفقات.

ـ تقدير عدد السكان

يعتمد حساب تقدير عدد السكان على العلاقة التالية :

$$P = P_0 \times (1 + T)^N$$

Avec:

- **P** : population à l'horizon considéré ;
- **P_0**: population actuelle de l'année de référence (hab);
- **T:** taux d'accroissement annuel de la population (T= 3.05%) ;
- **N**: nombre d'années séparant les deux horizons.

2- حساب التدفق اليومي

Besoins domestiques

Détermination de la consommation moyenne Journalière : le débit moyen journalier au cours de l'année est donné par l'expression suivante :

الاحتياجات الحالية

تحديد متوسط الاستهلاك اليومي: يتم التعبير عن متوسط التدفق اليومي خلال العام بالتعبير التالي:

$$Q_{moy.j} = \frac{N_i . Q_i}{1000} \qquad (II.2)$$

Avec :

- $Q_{moy.j}$: Consommation moyenne journalière (m^3/j);
- N_i : Nombre d'habitants;
- Q_i : La dotation moyenne journalière (150 l/j/hab en 2038/180 l/j/hab en 2058).

Le tableau suivant représente la consommation de la population à l'horizon envisagé

- حساب التدفق اليومي

La population, les ressources disponibles et les normes d'hygiène déterminent la consommation à adopter. Elle se caractérise par une unité de consommation par jour par habitant, le choix de la norme de consommation de la population à l'horizon voulu sera une dotation de :

- 150 l /j /hab. :
- 10-40 l /j / m_2 : services administratifs municipaux.

السكان والموارد المتاحة ومعايير النظافة تحدد الاستهلاك المراد حسابه، يتميز بوحدة استهلاك يوميًا لكل ساكن، وسيكون اختيار معيار استهلاك السكان المرغوب فيه تخصيصًا:

150 لتر / يوم / ساكن.

- 10-40 لتر / يوم / متر مربع: الخدمات الإدارية البلدية معيار الدولة الجزائرية.

- حساب التدفق اليومي

زيادة متوسط الاستهلاك اليومي:

لتجنب النقص في الاستهلاك اليومي من المخطط يجب زيادة 20٪ من إجمالي الاحتياجات اليومية و هذا لتعويض النقص الذي سببه إلى:

- الاستهلاك غير القانوني للمياه.

- تسرب في نظام التوزيع يعتمد على نوع الأنبوب ؛ عمر الشبكة ، المعدات الهيدروليكية المختلفة ، طبيعة التضاريس وجودة الصيانة

- تسريبات المستهلك (الصنابير)

$$Q_{moy\ j\ M} = K_f \cdot (Q_{dom} + Q_{equi})$$

Kf = 1,2

- $Q_{moy\ j\ maj}$: Débit moyen journalier majoré (m^3/j);
- **Kf :** coefficient de fuite ;
- $Q_{moy\ j}$: Débit moyen journalier (m^3/j). ⟺ $Q_{moy\ j} = Q_{dom} + Q_{équip}$
- Q_{dom} : Débit domestique (m^3/j);
- $Q_{équip}$: Débit d'équipements (m^3/j);

الاختلاف في الاستهلاك اليومي:

حسب الأيام والأسابيع والأشهر ؛ هناك اختلافات في الاستهلاك لذا يكون تدفق المياه المستهلكة ليس ثابتًا ، لكنه يختلف باختلاف الحد الأدنى، يتميز هذا الاختلاف بمعاملات عدم انتظام (Kmax j وKmin j).

- حساب التدفق اليومي

Consommation maximale journalière ($Q_{max\ j}$) :

$Q_{max\ j}$ représente la consommation d'eau maximale du jour le plus chargé de l'année, il s'obtient par la relation suivante :

$$Q_{max\ j} = K_{max\ j} * Q_{moy\ j}$$

$K_{max\ j}$: Coefficient d'irrégularité maximal qui dépond de l'importance d'agglomération sa valeur est comprise entre 1.1 et 1.7 ; Pour notre projet kmaxj choisie c'est **1.5** Car la zone d'étude est une zone urbaine

- حساب التدفق الساعي

Débit moyen horaire

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{moy,h} = Q_{max,j}/24 \quad (l/h)$$

Avec

$Q_{moy,h}$: débit moyen horaire en(l/h)

$Q_{max,j}$: débit maximum journalier en(l/j)

Détermination du débit maximum horaire (pointe)

Ce débit joue un rôle très important dans les différents calculs du réseau de distribution car On prend ce débit on compte pour le dimensionnement. Il est déterminé par la relation suivante :

$$Q_{maxh} = Q_{moy,h} * K_{max,h}$$

$Q_{moy,h}$: débit moyen horaire en l/h ;

$K_{max,h}$: coefficient d'irrégularité maximale horaire =2

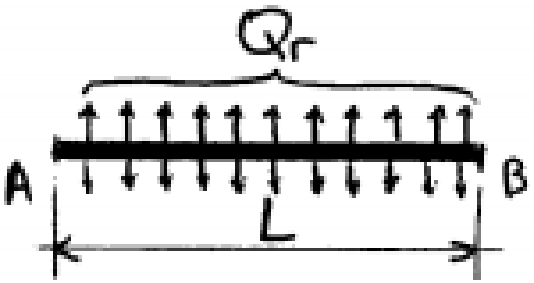
$$Qph = Kj.Kh.Qmj$$

Kj : Coefficient de pointe journalière
Kh : Coefficient de pointe horaire
Qmj : Débit moyen journalier.
Qph : Débit de pointe horaire

- حساب ابعاد الشبكة (الشبكة نوع الشجيري)

. التدفق في المقطع او الانبوب: Débit en route

في أنبوب الإمداد ، يكون تدفق المياه ثابتًا. يختلف الوضع تمامًا في خطوط أنابيب التوزيع. في الواقع ، تهدف أنابيب التوزيع إلى توزيع المياه على المشتركين. يتم بعد ذلك تمييز كل قسم توزيع ، يتجسد من خلال عقدتين ، بتدفقين: التدفق النهائي (الذي يجب ، بكل بساطة ، أن يمر عبر القسم ، المسمى تدفق العبور والمشار إليه Qr) والتدفق الذي تستهلكه الوصلات المتصلة في هذا القسم يسمى مسار التدفق.



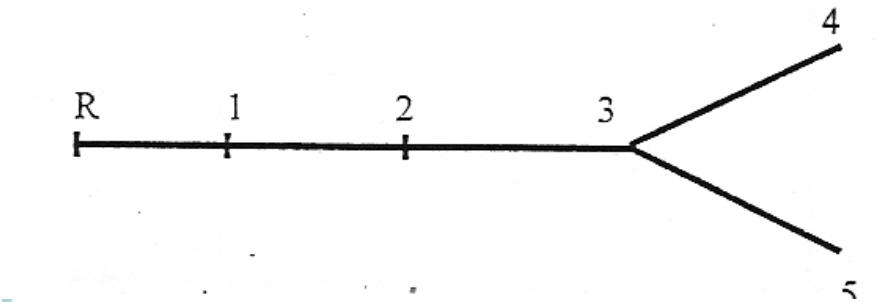
التدفق في المقطع هو تدفق يدخل القسم العلوي من القسم ولا يخرج من المصب لأنه ، بحكم التعريف ، يستهلكه المشتركون على طول القسم.

لحساب القطر نأخذ العلاقة التالية في النظام الشجيري

$$Q_c = Q_t + 0{,}55 \cdot Q_r$$

- حساب ابعاد الشبكة (الشبكة نوع الشجيري)

شبكة المياه في النظام الشيجري تحسب بالعكس من النقطة الاخيرة لنهاية الميتة و ثم الى خزان التوزيع



Le coefficient de pointe journalière Kj= 1,5 et le coefficient de pointe horaire Kh= 2, Coefficient de rugosité K=2.10^{-3} m, Type d'habitat : R+2

La consommation moyenne journalière est calculée par :

2000 x 0, 150 = 300 m³ /j soit 3,47 l/s

Soit par habitant 3,47/2000 = 0,0017 l/s

Débit par tronçon			
Désignation du tronçon	**Nombre d'habitant**	**Consommation (l/s)**	
		Moyenne	**de pointe K =3**
R - 1	0	0	0
1 - 2	520	0.90	2.71
2 - 3	200	0.35	1.04
3 - 4	850	1.48	4.43
3 - 5	430	0.75	2.24

- حساب ابعاد الشبكة (الشبكة نوع الشجيري)

شبكة المياه في النظام الشيجري تحسب بالعكس من النقطة الاخيرة لنهاية الميتة و ثم الى خزان التوزيع

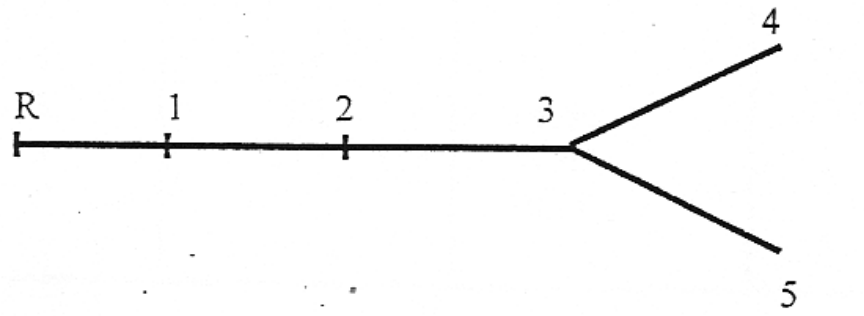
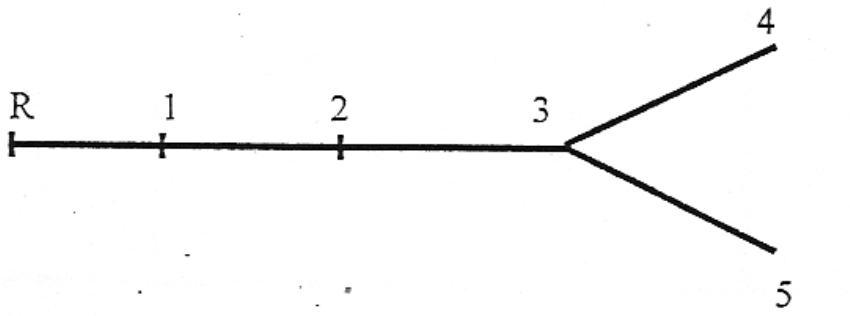


Tableau : Répartition des débits

Désignation du tronçon	Débit (l/s)		
	En route	Aval	Du tronçon
R - 1	0.00	10.42	10.42
1 - 2	2.71	7.71	10.42
2 - 3	1.04	6.67	7.71
3 - 4	4.43	0.00	4.43
3 - 5	2.24	0.00	2.24

- حساب ابعاد الشبكة (الشبكة نوع الشجيري)

شبكة المياه في النظام الشيجري تحسب بالعكس من النقطة الاخيرة لنهاية الميتة و ثم الى خزان التوزيع

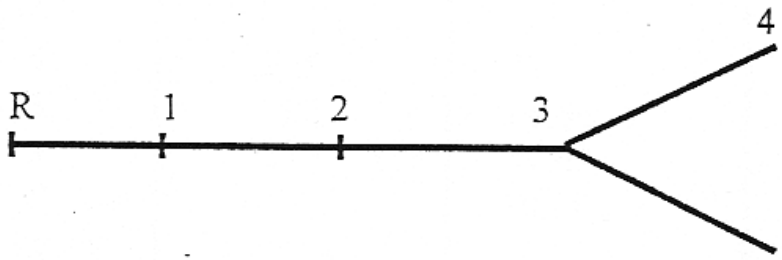


En faisant maintenant le calcul à partir de la formule $q = P + 0{,}55\ Q$

Désignation du tronçon	Débit (l/s)		
	En route Q	Aval P	Du tronçon P + 0,55 Q
R - 1	0.00	10.42	10.42
1 - 2	2.71	7.71	9.20
2 - 3	1.04	6.67	7.24
3 - 4	4.43	0.00	2.43
3 - 5	2.24	0.00	1.23

- حساب ابعاد الشبكة (الشبكة نوع الشجيري)

شبكة المياه في النظام الشيجري تحسب بالعكس من النقطة الاخيرة لنهاية الميتة و ثم الى خزان التوزيع



J est calculé à l'aide des tables de Colebrook (pour k = 2. 10 $^{-3}$ m) .

Nœud	Tronçon	Cote au Sol	Longueur	Di	Débit	Vitesse	PDC Unitaire J	PDC	Cote pièzo	Pression au sol
R									50.00 NGM	
1	R - 1	20 NGM	500 m	150.0 mm	10.42 l/s	0.59 m/s	0.0050 m/m	2.51 m	47.49 NGM	27.49 m
2	1 - 2	21 NGM	520 m	150.0 mm	10.42 l/s	0.59 m/s	0.0050 m/m	2.61 m	44.87 NGM	23.87 m
3	2 - 3	18 NGM	200 m	125.0 mm	7.71 l/s	0.63 m/s	0.0073 m/m	1.46 m	43.41 NGM	25.41 m
4	3 - 4	17 NGM	400 m	80.0 mm	2.43 l/s	0.48 m/s	0.0081 m/m	3.24 m	40.17 NGM	23.17 m
5	3 - 5	16 NGM	100 m	60.0 mm	1.23 l/s	0.44 m/s	0.0099 m/m	0.99 m	42.42 NGM	26.42 m