



Partie 1 — Ecoulements en charge

TP n°1 — Dimensionnement d'un réseau de distribution ramifié (EPANET)

Durée : 1h30

Familiariser les étudiants à EPANET et réaliser le dimensionnement hydraulique d'un réseau de distribution ramifié d'eau potable à partir du tracé fourni sur Moodle. On évaluera la conformité des pressions et vitesses, et on justifiera les diamètres choisis.

1. Données générales à utiliser

- Matériaux des conduites : PEHD (PE à déterminer).
- rugosité Hazen-Williams C = 150 (neuf)
- Pressions admissibles aux nœuds : 15 à 60 mCE.
- Vitesses admissibles dans les conduites : 0.5 à 2.0 m/s.
- Règle de conversion des diamètres intérieurs :

$$D_{int} = D_{ext} - 2 \times e$$



Topologie du réseau

- Le réseau étudié est **ramifié** (ou arborescent).
Il comporte une **source d'alimentation** (réservoir ou borne) connectée à une **artère principale**, de laquelle se détachent plusieurs **branches secondaires** desservant les nœuds de consommation.
- 💡 Ce type de réseau, simple et clair, est idéal pour les premières simulations dans EPANET. Le tracé du réseau est **fourni sur la plateforme Moodle**.

✿ Travail demandé — Étapes à suivre

1. Téléchargez le tracé du réseau depuis *Moodle* et ouvrez-le dans EPANET.
2. Modélisez le réseau :
 - Réservoir(s), pompe(s) (si présentes), tuyaux, nœuds et demandes.
3. Attribuez les demandes des nœuds à partir des données fournies. sachant que le débit de pointe est de $25000m^3/j$
4. Choisissez un diamètre initial :
 - ≈ 75 mm pour les branches secondaires
 - 160–200 mm pour l'artère principale
 - Indiquez la classe PN/SDR (ex. PN16 — SDR11)

⚙️ Simulation et optimisation

5. Simulez le fonctionnement hydraulique

- Analysez les pressions, vitesses et pertes de charge.

6. Optimisez les diamètres

- Ajustez les valeurs pour obtenir les pressions et vitesses dans les plages recommandées.
- Justifiez vos choix en tenant compte du coût des conduites.

Calculs complémentaires

7. Pour au moins deux tronçons, calculez manuellement les pertes de charge à l'aide de la formule de Hazen–Williams :

$$h_f = 10.67 \times L \times \left(\frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.87}} \right)$$

Comparez vos résultats avec ceux d'EPANET.

Test de sensibilité

8. Augmentez de 50 % la demande du nœud critique identifié par votre simulation.

- Observez les variations de pression et de débit.
- Commentez l'effet sur le comportement global du réseau.



Rapport attendu

9. Rédigez un rapport synthétique comprenant :

- la méthodologie suivie,
- les résultats principaux,
- les observations et conclusions.

💡 Le rapport doit être clair, structuré et accompagné de captures d'écran des résultats EPANET.

✓ Rappel : Conversion du diamètre intérieur

$$d_{int} = D_{ext} - 2 \times e$$

où :

- D_{ext} : diamètre extérieur de la conduite
- e : épaisseur de la paroi (selon SDR / PN)

Le SDR (Standard Dimension Ratio) est le rapport entre le diamètre extérieur d'une conduite et son épaisseur de paroi :

$$SDR = \frac{D_{ext}}{e}$$



Rappel : Calcul de la demande de base

Le débit maximal journalier doit être déterminé à partir du calcul des besoins en eau de la population desservie.

Ces besoins dépendent :

- du **nombre d'habitants**,
- du **type de zone** (urbaine, rurale, industrielle, touristique...),
- et du **taux de consommation par habitant**.

💧 2. Débit spécifique

- Le débit spécifique q_{sp} représente la consommation moyenne par unité :

Type de q_{sp}	Unité	formules	Utilisation
Débit spécifique linéique	$L/s/m$	$q_{sp} = \frac{Q_p}{\sum L_i}$	Lorsque la distribution des habitants sur les tronçons est inconnue (méthode approximative)
Débit spécifique par densité d'habitants	$L/s/hab$	$q_{sp} = \frac{Q_p}{\sum hab_i}$	Lorsque la distribution des habitants sur les tronçons connue (méthode plus réaliste)

💧 3. Débit de route

- Le débit de route Q_{route} représente le débit total distribué le long d'un tronçon de conduite.
- Il dépend du nombre d'habitants raccordés à ce tronçon et du débit spécifique par habitant.

$$Q_{route} = n_{hab} \times q_{sp}$$

- Dans le cas où le nombre d'habitants raccordés est inconnu on utilise le débit spécifique linéique.

$$Q_{route} = L_{troncon} \times q_{sp}$$

💧 4. Débit au nœud (ou débit nodal)

- Le débit au nœud ((Q_{noeud})) représente le **débit consommé ou demandé** en un point du réseau.
- Dans un réseau **de distribution**, il est généralement évalué à partir des **débits de route** des conduites connectées à ce nœud.

Formule approchée :

$$Q_{\text{noeud}} = 0.5 \times \sum Q_{\text{route}}$$

avec :

- Q_{route} : débits des conduites connectés au nœud,
- le facteur (0.5) traduit l'hypothèse selon laquelle **la moitié du débit de chaque tronçon** est consommée avant d'atteindre le nœud.

◆ Interprétation

- Chaque tronçon distribue son débit **de manière uniforme** le long de sa longueur.
- Ainsi, le nœud récupère en moyenne **la moitié du débit** de chaque tronçon qui y converge.
- Cette méthode est **simple mais réaliste** pour un tracé ramifié où les consommations sont réparties régulièrement.

 Dans EPANET, ces débits nodaux sont affectés aux nœuds sous forme de "**Demands**" pour la simulation hydraulique.



Fin du TP-1

💧 EPANET — Simulation d'un réseau ramifié

Sauvegardez votre fichier `.net` et déposez-le sur Moodle avec votre rapport.