

CHAPITRE II

ESTIMATION DES BESOINS ET CALCUL HYDRAULIQUE

D'UN RESEAU D'AEP

II.1 ESTIMATION DES BESOINS EN EAU.

II.1.1 La détermination de la population

La détermination de la population sera faite à partir de deux paramètres :

- 1- taux d'accroissement naturel
- 2- taux de migration

Le taux d'accroissement naturel repose sur l'hypothèse émise par le secrétariat d'état au plan qui repose sur :

- une baisse relative de la mortalité.
- Une baisse de dé-fécondité.

Chef-lieu	Population	Taux d'accroissement	Taux de migration
		-	-

II.1.1.1 Evaluation de la population future

Pour l'estimation de la population future, on utilise la formule des intérêts composés.

$$P_f = p_a(1 + \tau)^n$$

P_f : population à l'horizon choisi

P_a : population actuelle

τ : taux d'accroissement de la population

II.1.2 Calcul des besoins en eau

Les besoins seront évalués pour l'horizon futur avec la dotation nécessaire en tenant compte le manque d'eau dans notre pays.

	Année actuelle	Année future
Dotation l/j/hab		

1- Besoins domestiques

année	Nombre d'équipement	Dotation L/j/hab	Besoin en eau L/j	Besoin en eau m ³ /j
actuelle	N1	100	-	-
future	N2	100	-	-

2- Besoins sanitaires (exp)

Désignation	Unité de mesure	Nombre d'équipement	Nombre de lit ; place ; personne	Dotation L/j ou L/U	Consommation L/s
Centre de santé		2	50	300	
polyclinique		2	/	5000	
maternité		2	50	300	
pharmacie		7	/	900	

					Total

3- Besoins scolaires (exp)

Désignation	Unité de mesure	Nombre d'équipement	Nombre de lit ; place ;personne	Dotation L/j ou L/U	Consommation L/s
Ecole	Elève	5	4118	25	
CEM	Elève	2	1337	25	
Lycée	Elève	1	668	50	
					Total

4- Besoins sociaux (exp)

Désignation	Unité de mesure	Nombre d'équipement	Nombre de lit ; place ;personne	Dotation L/j/U	Consommation L/s
Centre culturel	U	/	300	30	
Salle spectacle	U	/	2000	10	
bibliothèque	place	/	500	5	
Salle polyvalente	U	/	3000	10	
Terrain de football	place	/	7000	5	
Mosquée	U	4	5000	15	
					Total

5- Equipements commerciaux et de service (exemple)

désignation	Unité de mesure	Nombre D'équipement	Surface m ²	Nombre de personne	Dotation L/s/p	Dotation L/j	Dotation L/j/m ²	Consommation l/s
Marché hebdomadaire	m ²	1	10.000	/	/	/	5	
Marché couvert	m ²	1	2000	/	/	/	5	
Abattoir	m ²	1	50	/	/	/	100	
Sampac	U	1	/	/	/	5000	/	
Café	U	10	/	/	/	3000	/	
Boulangerie	U	5	/	/	/	2000	/	
Douche	poste	8	/	15	100	/	/	
Hamme	poste	5	/	150	200	/	/	
Restaurant	U	44	/	/	/	3000	/	
Station de lavage	voiture	7	/	12	150	/	/	
Limonaderie	U	3	/	/	/	5000	/	
Station d'essence	U	3	/	/	/	1000	/	
Sonatrach	U	2	/	/	/	5000	/	
								Total

6- Secteur administratif (exp)

désignation	Unité de mesure	Nombre D'équipement	Nombre des employés	Dotation L/j/p	Dotation L/j/u	Consommation L/s
Gendarmérie	U	1	/		2000	
Tribunal	U	1	200	15	/	
Protection civile	U	1	400	30	/	
Algérienne des eaux	U	1	/	/	2000	
PTT	U	1	/		3000	
Sûreté urbaine	U	1	300	15		
Casorec	emp	1	100	15	/	
Siège de la daïra	U	1	/		2000	
Siège de la sécurité sociale	U	1	230	15	/	
APC	U	1	300	20	/	
SAA	U	1	/		1800	
CNEP	U	1	/		1400	
BNA	U	1	/		1200	
Air Algérie	U	2	/		1000	

II.1.3 Tableau récapitulatif des besoins en eau de consommation

Désignation	Consommation
Besoins domestiques	
Besoins scolaires	
Besoins sociaux	
Besoins sanitaires	
Besoins commerciaux	
Besoins administratifs	
TOTAL	

II.2 ETUDE DES VARIATIONS DE CONSOMMATION

Classification de la consommation d'eau

La consommation d'eau varie en fonction du type de consommateur. Avant tout projet d'alimentation en eau, il nous est nécessaire de procéder à un recensement de toutes les catégories de consommateurs rencontrés au niveau d'une agglomération.

II.2.1 Consommation domestique

On entend par consommation domestique, l'utilisation de l'eau pour la boisson, la préparation des repas, les besoins de propretés, le lavage de vaisselle et du linge, douches, la consommation d'eau pour l'arrosage des jardins familiaux etc. L'eau potable utilisée ainsi ne doit pas contenir des éléments minéraux organiques qui pourraient avoir une influence

quelconque sur l'organisme qui la consomme. Les besoins de propreté, de lavage de linge, et de cuisine demandent une eau peu calcaire et peu magnésienne.

II.2.2 Consommation industrielle et agricoles

Les entreprises industrielles et agricoles ont besoins d'une quantité d'eau importante pour leurs fonctionnements. La qualité de l'eau exigée est différente d'une industrie à l'autre en fonction du type de produits fabriqués ou transformés.

Exemple : en blanchisserie, en tannerie, il faut des eaux de qualité en chaux et exempté de fer, tandis que pour le lavage de laine, on recherche seulement des eaux pauvres en chaux. De même pour fabriquer les eaux gazeuses, il faut surtout une eau potable au point de vue bactériologique. En principe, une eau exempte de germes pathogènes, de sels de chaux et de magnésium clair et frais, conviendrait pour l'alimentation de toutes les agglomérations.

II.2.3 Consommation pour incendie

Dans toute agglomération, il est nécessaire de tenir compte d'une quantité d'eau pour la lutte contre l'incendie qui sera localisée et matérialisée.

Les besoins pour l'incendie correspondent à un à un débit de $60 \text{ m}^3/\text{heures}$ pendant deux heures. Le prélèvement se faisant à l'aide de motopompes. La défense peut être prévue à partir du réseau de distribution sur lequel sont branchées les bouches ou poteaux d'incendie normalisés de 100 m susceptibles de débiter 17 l/s sous une pression de 0.6 bar. (Au minimum). La répartition des appareils dépend de risque à défendre, mais en principe l'écartement entre les prises ne doit pas dépasser 200 à 300m. Dans les cas où les risques sont faibles l'écartement pourra atteindre jusqu'à 400m. (Les réservoirs, doivent permettre de disposer d'une réserve d'eau d'incendie au moins 120 m^3).

II.2.4 Variation de la consommation

Au sein d'une agglomération, le débit d'eau appelé à la consommation varie dans le temps. Cette variation peut être journalière, mensuelle, hebdomadaire ou annuelle, qui dépend du mode de vie de la population.

Par ailleurs, il faut noter l'existence des fuites et gaspillages occasionnés au niveau du réseau en fonction de l'état de ce dernier pour obtenir compte de l'irrégularité de la consommation liée à tous les facteurs ; nous devons prendre en considération un certain nombre de coefficients d'irrégularité.

Les variations des débits de consommation se produisent selon l'époque et l'heure de la journée et l'on peut distinguer :

a- des variations annuelles : Qui sont fonction de développement de la population.

b- des variations mensuelles : Celles-ci dépendent de l'importance de la ville.

c- des variations journalières : selon le jour de la semaine (jour du marché par exemple)

d- des variations horaires.

II.2.4.1 Coefficient de variation journalière (K_j)

Le coefficient de variation journalière dépend de plusieurs facteurs :

- Le mode de vie de la population
- Le degré d'aménagement des bâtisses
- L'importance de la ville

Ce coefficient est compris entre (1,1 et 1,3), il consiste à prévenir les fuites et les gaspillages au niveau du réseau.

II.2.4.2 Détermination des débits horaires

La détermination des débits horaires s'effectue en fonction des habitudes de la population, du nombre d'habitant, du degré de développement, des installations sanitaires à partie du régime de consommation en eau potable.

La connaissance de ces débits est fondamentale dans un projet d'alimentation en eau potable dans la mesure où il permet de savoir la plus grande et la plus faible charge du réseau afin de dimensionner et de prévenir les risques de dépôts dans les canalisations pour la détermination de ces débits.

On prendra en compte des coefficients d'irrégularité horaire.

II.2.4.2.1 Détermination de la consommation maximale horaire (Q_{maxh})

Par définition :

$$Q_{maxh} = K_{maxh} \cdot Q_{moyh} \quad (m^3/s), \text{ avec}$$

$$Q_{moyhj} = Q_{maxj}/24$$

K_{maxh} : Coefficient d'irrégularité maximale horaire.

Ce coefficient représentatif de l'augmentation de la consommation horaire pour la journée la plus chargée, nous montrons de combien de fois le débit maximum horaire excède le débit moyen horaire, il tient compte non seulement de l'accoisement de la population mais aussi également du degré du confort et du régime de travail de l'industrie.

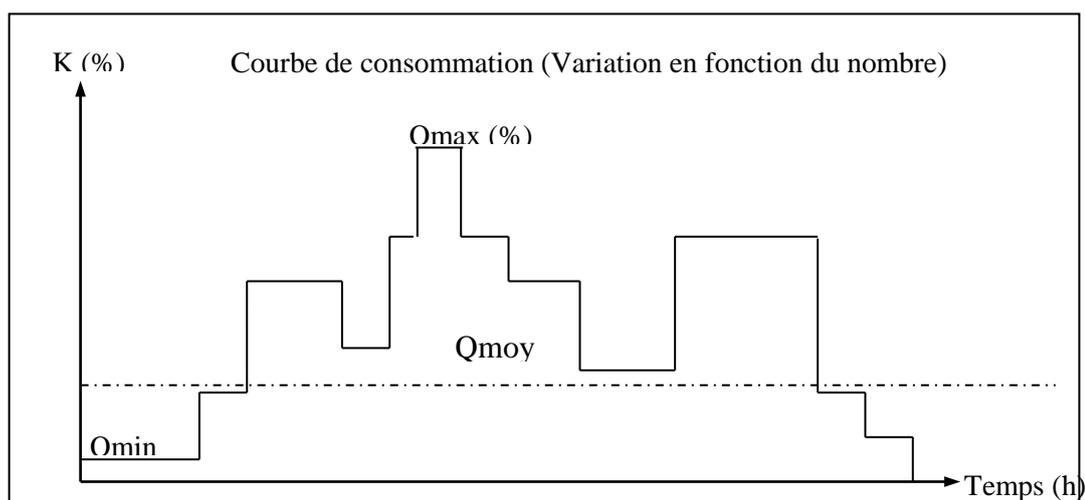


Figure II.1 Courbe de consommation (Variation en fonction du nombre)

D'une manière générale le coefficient peut être décomposé en deux autres coefficients α_{max} et β_{max} , tel que:

α_{max} tient compte du confort des équipements de l'agglomération et du régime de travail de l'industrie, sa valeur varie ne fonction entre 1,2 et 1,4.

Le β_{max} c'est un coefficient t qui tient compte du nombre d'habitant d'agglomération, sa valeur peut être obtenue à partir du tableau ci-dessous donnant le β_{max} en fonction du nombre d'habitant.

Le tableau II-1 représente la variation de β_{max} en fonction du nombre d'habitant

Tableau II-1 Variation de β_{max} en fonction du nombre d'habitant

Nombre d'habitant x 10 ³	<1	1,5	2,5	4	6	10	20	50
β_{max}	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15

II.2.1.5 Le coefficient de pointe (Kp)

C'est le produit de coefficient journalier (Kj) et le coefficient horaire (Kh)

$$K_p = K_j \cdot K_h \text{ avec } K_p \text{ le coefficient de pointe}$$

II.2.2 Calcul des débits

- Débit moyen journalier (Qmoyj)

Le débit moyen journalier est calculé en fonction de l'expression suivante :

$$Q_{moyj} = \frac{q \cdot n}{1000} \text{ m}^3/\text{j} \text{ avec}$$

Q_p : débit de pointe

Q_{max} : Débit maximum horaire

Tableau II.2 Récapitulatif de calcul de débit pour différentes variations.

	Qmoy (m3/j)	Kj	Qmoyj (m ³ /j)	Kh	Qmaxh (m ³ /h)	Kp	Qp (l/s)
Année future	-	1.3	-	-	-	-	-

II.3 RESEAU DE DISTRIBUTION

Le réseau de distribution est un système de conduites connectées entre eux. L'eau est distribuée à partir de ce réseau qui doit être dimensionnée de telle façon à assurer le débit maximal et la pression suffisante à chaque catégorie de consommation pendant toute la journée.

II.3.1 Choix du type de réseau de distribution

On distingue trois types des réseaux de distribution selon la structure et l'importance de l'agglomération :

a) Réseau ramifié

Les conduites de réseau sont alimentées par une source située à l'amont du réseau. C'est un réseau qui contient des ramifications.

b) Réseau maillé

Le réseau maillé est constitué d'une série de tronçons disposés de telle manière qu'il est possible de décrire un ou plusieurs boucles fermées, chaque boucle est appelée une maille.

c) Réseau combiné :

Le réseau combiné n'est ente que la combinaison des deux réseaux précédents.

* Le choix du type du réseau de consommation est en fonction de :

- Plan d'urbanisation directeur de l'agglomération (P.W.D).
- Plan de masse de l'agglomération.
- La position de gros consommateurs.

II.3.2 Principe de tracé d'un réseau maillé

Le tracé d'un réseau maillé doit s'effectuer selon un certain nombre de critères à savoir :

- Le repérage préalable de gros consommateurs
- Le repérage des quartiers ayant une forte densité de population.
- La détermination de l'itinéraire principal pour assurer la distribution des eaux à ces consommateurs.
- Suivant l'itinéraire déterminé tracé, les conduites principales en parallèles.
- Les conduites principales doivent être bien réparties pour avoir une distribution en eau équitable.
- En ce qui concerne l'alimentation des quartiers elle se fera grase à la jonction des conduites principales par des conduites secondaires.

Donc, pour tracé un réseau maillé, il faut :

- Choisir les lieux des consommateurs principaux.
- Tracer les conduites maîtresses de telle façon qu'en peuvent prévoir les conduites secondaires.
- Déterminer le sens de l'écoulement.

II.3.3 Choix du type de système de distribution

Le choix de système de distribution est principalement dicté par les conditions topographiques de l'agglomération et de la disposition de la source d'alimentation en eau.

Parmi les différents systèmes de distribution utilisés dans l'alimentation en eau potable, nous distinguons :

- Systèmes à réservoir de tête ;
- Systèmes à contre réservoir ;
- Systèmes de distribution par gravité ;
- Système de distribution par refoulement.

a)- Système de distribution par refoulement sans stockage

Il est caractérisé par un refoulement continu avec un débit variable en fonction de la consommation (fonctionnement automatique de station de pompage). Ce système n'est pas adéquat car il présente plusieurs inconvénients.

b)- Système de distribution par refoulement avec stockage

Il est caractérisé par une distribution mixte, il est divisé en deux systèmes :

- Système à contre réservoir.
- Système à réservoir de tête.

c)- Système de distribution par gravité

Ce système est le plus économique puisqu'on n'a pas une consommation d'énergie, seulement, il faut que la source soit située au point le plus élevé de l'agglomération de telle façon à assurer une pression suffisante.

II.3.4 Calcul hydraulique de réseau de distribution

Il se fait pour les deux cas suivant :

- Cas de pointe
- Cas de pointe plus incendie.

II.3.4.1 Cas de pointe :**a)- Débit de consommation**

Est le débit de consommation horaire m^3/h ou l/s .

b)- Débit en route

Pour la détermination des débits en route, il existe plusieurs méthodes :

- Méthode linéaire
- Méthode superficielle

En travail généralement avec la méthode linéaire et le débit en route dans ce cas est calculé par l'expression suivante :

$$Q_r = Q_{sp} \cdot l_i \text{ d'où}$$

Q_{sp} : débit spécifique en $(l/s.ml)$

l_i : longueur de chaque tronçon en m

Les résultats peuvent se présenter comme suit :

Heure de pointe	Qcons(l/s)	-
	Σq_{conc} (l/s)	-
	Σl_i (m)	-
	Qs (l/s.ml)	-
		-

Cas cette heure correspond à la demande la plus grande de la journée tout en supposant qu'il ait un incendie du point le plus défavorable du réseau.

On ajoute un débit de $17 l/s$, $120 m^3$ (pour 2 heures) à ce point défavorable comme débit concentré.

c)- Calcul des débits en route

Le débit en route est donné par la formule ci-dessus.

$$Q_r = Q_{sp} \cdot l_i$$

d)/ Détermination des débits spécifiques

On détermine le débit spécifique à l'aide de l'expression suivante :

$$Q_{sp} = \frac{(Q_p - Q_c)}{\Sigma l_i}$$

e)/ Détermination des débits nodaux

Le débit au nœud est donné par la formule suivante :

Avec :

Q_n : débit au nœud considéré (l/s)

La représentation de calcul de débits en route est effectuée selon le tableau montée ci-dessous.

N°	Tronçons	Longueur (m)	Qsp (l/s)	Qr (l/s)
1				
2				
3				
..				
...				

II.3.4.2 l'heure de pointe plus incendie

L'évaluation de la durée approximative pour l'extinction d'un sinistre moyen est de deux (2) heures, or, le débit horaire nécessaire pour combattre un incendie est de 17 l/s. qui est stocké au niveau du réservoir.

On suppose que le sinistre peut se produire pendant l'heure de pointe, d'où, le débit de pointe plus incendie devient :

$$Q_{p+i} = Q_p + Q_{inc}$$

Dans ce cas, il faut assurer le débit d'incendie dans le point le plus défavorable.

1- Détermination des débits de chaque nœud

L'évaluation des débits aux nœuds dans le cas de pointe et incendie (ajoutant 17 l/s).

Le calcul des débits en nœud d'un réseau maillé est montré selon le tableau suivant.

N°	N° des tronçons	Longueur (m)	ΣL (m)	Qr	$0.5 \Sigma Q_r$ (l/s)	Qc (l/s)	Qn (l/s)
1							
2							

II.3.5 Choix de type de conduite

Le choix des tuyaux utilisées est en fonction de :

1. La pression
2. La nature de terrain
3. Les coûts de fourniture
4. Mise en œuvre
5. Facilité à réaliser les raccordements, les prises de branchements
6. Les réparations en cas de fuite

On peut classer les tuyaux en fonction des matériaux avec lesquels ils sont fabriqués :(fonte grise, fonte cultuelle, acier, béton, PVC ...

II.3.6 Détermination des diamètres

Pour le cas de système de distribution gravitaire, et Connaissant le débit de chaque tronçon, on détermine le diamètre correspondant, tout en respectant la vitesse admissible

(entre 0.5 et 1.5 m/s) pour éviter le dépôt des corps dans la conduite et éviter l'érosion de cette dernière.

II.3.7 Calcul du réseau maillé

Le calcul du réseau maillé projeté est effectué par une approximation successive en utilisant le logiciel LOOP qui basé sur la méthode d'HARDY CROSS sur deux lois.

1- Première loi

En chaque nœud considéré du réseau, la somme des débits entrants est égale à la somme des débits sortants.

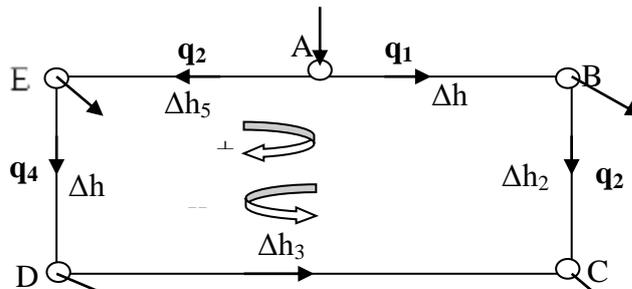
2- Seconde loi

Le long d'un parcours orienté et fermé, la somme algébrique des pertes de charge dans une maille est nulle.

Le schéma ci-dessous illustre ces deux lois :

Premier loi : $Q_a = Q_1 + Q_2$

Seconde loi : $\Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 + \Delta h_4 + \Delta h_5 = 0$



La seconde loi appliquée au contour ABCDE où on a convenu d'une orientation qui est celle du sens de rotation des aiguilles d'une montre, les pertes de charge sont évidemment effectuées du signe plus au moins suivant le sens de l'écoulement de l'eau.

II.3.7.1 Détermination des débits correctifs

Le terme correctif de débit pour les branches de chaque maille s'effectue par la formule de FIR.

$$\Delta q_i = -\frac{\sum \Delta h_i}{2 \sum \Delta h/Q} \quad \text{avec}$$

$\sum \Delta h_i$: est la somme des pertes de charge dans le cycle fermé dans une maille.

Chaque maille est calculée séparément. La correction apportée au débit est de deux types :

- 1- La correction propre à la maille considérée avec le signe du débit correctif plus ou moins correspondant.
- 2- Correction propre à la maille adjacente avec le signe contraire du débit ($-\Delta q$) en suite en fera la somme algébrique de ces corrections pour chaque tronçon enfin on ajoutera cette dernière au débit initial q_i pour avoir un nouveau débit ($q_i + \Delta q_i$).

Remarque

Le calcul des débits correctifs se fait de la manière suivante :

- les pertes de charge sont proportionnelles au carré des débits :

d'où :

$$\Delta h_o = A.L.Q_0^2$$

On admet dans le calcul de réseau maillé que l'équilibre des pertes de charge est acceptable lorsque les pertes de charge le long d'une maille sont inférieures à 0.5 m/s.

En posant

$$R_t = A.L$$

On corrige les débits Q_0 par un débit correctif Q_i d'où le nouveau débit sera égal :

$$Q_i = Q_0 + Q_i$$

d'où les pertes de charges prennent la formule suivante :

$$\Delta H = R_t.Q^2 = R_t(Q_0 + Q_i)^2$$

$\Delta H = 0$ (2ème loi vérifiée)

$$\Delta H = R_t(Q_0^2 + 2.Q_0.Q_i + Q_i^2)$$

on néglige Q_i^2 (l'expression au carré est très petite)

$$\Delta H = Q_0^2 + 2.Q_0.Q_i = 0$$

$$Q_i = -R_t.Q_0^2 / 2Q_0$$

d'une façon générale, en tenant compte du régime d'écoulement nous pouvons écrire :

$$Q_i = -R_t.Q_0^n / 2.Q_0^{n-1}$$

d'où n : tient compte du régime d'écoulement qui est égale à 2 pour le régime turbulent.

II.3.7.2 Dimensionnement du réseau de distribution

La conduite du réseau de distribution sont dimensionnées sur la base des débits de pointe.

Le choix des diamètres est fait en tenant compte le type des tuyaux et en veillant à ce que les vitesses d'écoulement sont comprises entre (0.5-1.5 m/s)

Le choix est également guidé par le souci d'obtenir des diamètres les plus réduites pour des considérations d'ordre économique.

Calcul des pressions au sol

Après avoir déterminé les côtes du terrain naturel de tous les nœuds, le logiciel de calcul (exemple, LOOP) nous permet de calculer les pressions au sol pour chaque nœud.

On connaissant les pertes de charge de tous les tronçons du réseau.

Pour les deux cas :

- -heure de pointe
- -heure de pointe + plus incendie

$$P_s = C_p - C_{tn} \quad (\text{m})$$

avec :

P_s : Pression au sol

C_p : côte piézométrique au point considéré (m)

C_{tn} : Côte du terrain naturel (m)

$$P_p = C_{Pam} - \Delta H$$

avec :

C_{pam} : côte piézométrique amont (

ΔH : Perte de charge dans le tronçon (m)

Pour le calcul de pression au sol tout d'abord il faut choisir un bon emplacement du réservoir.

REMARQUE IMPORTANTE

Le calcul du réseau maillé en utilisant le logiciel LOOP qui est basé sur la formule des pertes de charge de WILLIAM HAZEN.

La formule de WILLIAM HAZEN est très employée aux USA.

$$J = 6.815 \left(\frac{V}{CWH} \right)^{1.852} \cdot D^{-1.167} \quad (\text{m/Km})$$

V : Vitesse d'écoulement en m/s

D : Diamètre du tronçon en mm

CWH : Coefficient de WILLIAM HAZEN

= 154 pour les tuyaux idéalement lisses.

= 150 pour les tuyaux avec revêtement centrifuge.

= 100 pour tuyaux sans revêtement intérieur en service depuis plus de vingt ans.

II.3.8 Exemple de calcul (LOGICIEL LOOP)

Le dimensionnement du réseau de distribution est fait à la base d'un logiciel appelé LOOP établi par le docteur PAUL. HEBERT et DANIEL DEL PEURTO

Le dimensionnement peut atteindre un réseau de distribution contenant 500 conduites, 400 nœuds et 15 réservoirs.

Le logiciel est prévu pour fonctionner sur la gamme des matériels compatibles IBM, PC, VT, AT.

Toutes les données pour le calcul doivent être parfaitement définies pour une bonne utilisation du programme de calcul.

La numérotation des tronçons des conduites et des nœuds est très importante pour éviter de commettre des erreurs.

L'exploitation du logiciel se fait sous forme de fichier, trois pour introduction de données et de deux pour l'affichage des résultats.

VI-01 Fichiers de données :

1^{er} fichier

N° du tronçon

N° du nœud

Longueur du tronçon (m)

Diamètre de la conduite (mm)

Coëfficiënt de HAZEN WILLIAMS

2^{ème} fichier

N° du nœud

Débit nodal

Côte de terrain naturel (m)

3^{ème} fichier

N° du réservoir

Côte du radier du réservoir (m)

VI-2 Les fichiers de résultats

1^{er} Fichier

Débit du tronçon (l/s)

Vitesse d'écoulement (m/s)

Gradient de perte de charge (m/Km)

2^{ème} fichier

Côte piézométrique (m)

Pression au sol (m)

C'est les formules de WILLIAMS HAZEN qui sont utilisées pour le calcul des pertes de charge.

On suppose une distribution initiale des diamètres et suivant les résultats obtenus par affichage on procède à un réajustement à fin d'obtenir les résultats exigés (pression de service, diamètre)

II.3.9 Calcul du réseau suivant le type de fonctionnement

1^{er} type de fonctionnement : le système contre réservoir. Dans type de fonctionnement l'alimentation est faite directement par le refoulement direct à partir de la station de pompage vers le réseau d'alimentation en eau potable.

Selon le schéma présenté ci-dessous, l'alimentation de pointe de l'agglomération est donnée en même temps la station de pompage et le réservoir. (Château d'eau).

Donc dans ce type de système le dimensionnement de réseau est effectué selon les quatre cas de fonctionnement.

- 1/ Cas de pointe ;
- 2/ Cas de pointe plus incendie ;
- 3/ Cas de transit ;
- 4/ Cas de la station à l'arrêt.

• Débits en route :

1/ Cas de pointe :

Le débit en route est la différence entre le débit de pointe et le débit concentré ;

$$Q_r = Q_p - Q_{conc}$$

$$\text{et puisque : } Q_{conc} = 0, \quad Q_r = Q_{sa} + Q_{ch}$$

Q_{sa} = débit de la station de pompage

Q_{ch} = débit fournit par le château d'eau

2/ Cas de pointe plus incendie :

Les débits en route dans ce cas sont les mêmes dans le cas du débit de pointe. On considère le débit ajoutés (17 l/s) comme étant un débit concentré épuisé à partir du nœud le plus défavorable.

3/ Cas de transit :

Le cas de transit correspond à l'heure dont la consommation est minimale et la station de pompage est en marche ; ce qui fait que le château d'eau va recevoir une partie du débit injecté par la station de pompage dans le réseau :

$$Q_r = q_{st} - q_{ch} - q_{conc}$$

avec :

$$Q_r = Q_{cons} ;$$

Q_{ch} = débit reçu par la château d'eau ;

Q_{cons} = débit consommé par l'agglomération.

4/ Cas de la station à l'arrêt :

Ce cas correspond à l'une des heures où la station de pompage est à l'arrêt dont la consommation est maximale (seulement le château qui alimente l'agglomération).