

REPUBLIQUE DU BENIN



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE D'ABOMEY – CALAVI (UAC)

ECOLE POLYTECHNIQUE D'ABOMEY – CALAVI (EPAC)

DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL

OPTION: Sciences et Techniques de L'Eau (STE)

MEMOIRE DE FIN DE FORMATION POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR DE CONCEPTION THEME :

ETUDE COMPARATIVE DES SYSTEMES DE DISTRIBUTION INTERIEURE
PAR SURPRESSION DIRECTE ET DE DISTRIBUTION EN PARAPLUIE DANS
LES IMMEUBLES DE GRANDE HAUTEUR

Présenté et soutenu par : Kokou N. AGOSSOU

Sous la direction de :

Ing. Eléna AHONONGA, enseignante à

Dr Taofic BACHAROU, enseignant à

Composition du jury :

Président : Dr Martin P. AINA,

l'EPAC

Maitre-assistant des universités,

l'EPAC

enseignant-chercheur à l'EPAC

Membres:

Dr **Taofic BACHAROU**, enseignant-chercheur à l'EPAC Ing .**Samuel BIAOU**, Collaborateur externe de l'EPAC

4^{ème} Promotion

Année académique : 2010 - 2011

DEDICACES

« Gloire à toi, DIEU tout puissant. Toi qui est amour infini, source de lumière, d'intelligence et de sagesse. Toi qui, à maintes reprises, m'a relevé et m'a donné la force d'avancer. Ce travail est le tien. Qu'il soit un instrument de l'avènement de ton royaume sur terre. » Je dédie ce travail :

- A mon père Gustave AGOSSOU, toi qui par ta droiture et ta rigueur as su faire de moi un homme responsable. Plus qu'un exemple, tu es un modèle pour moi. J'espère faire ta fierté à travers ce travail;
- A ma Feu mère Marie-Thérèse D'ALMEIDA, toi par qui Dieu m'as donné le souffle de vie, merci pour tous les sacrifices consentis;
- « A tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué l'aboutissement heureux de ce travail ;
- « A tous les savants et les amoureux de la science et de la technique.

Permettez-moi de vous exprimer ma reconnaissance car le chemin qui amène à la réalisation de cette œuvre, je n'aurai pas pu en venir au bout sans vos épaules. Le Ciel vous en sera reconnaissant.

Soyez-en remercié.

REMERCIEMENTS

A l'Eternel Dieu qui m'a donné le souffle de Vie ;

Au terme de notre formation, nous nous faisons l'ultime devoir d'adresser nos remerciements à toutes les personnes qui ont contribué à la formation de l'Ingénieur de Conception que nous avons suivie.

Mes remerciements vont aux autorités de l'Université d'Abomey-Calavi ;

Mes remerciements à tout le personnel de l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi et à son Directeur Monsieur **AVLESSI Félicien**, maître de conférence des Universités africaines et malgaches, Enseignant-Chercheur à l'EPAC.

- ✓ Vifs et sincères remerciements à mes maîtres de mémoire. Je tiens à vous dire que vos conseils et vos recommandations ont largement contribué à la production de ce document. Je vous en suis largement redevable. Je veux nommer :
- Monsieur BACHAROU Taofic, Docteur Ingénieur en Hydraulique, Enseignant-Chercheur à l'EPAC, pour avoir accepté de m'encadrer pour ce mémoire. Votre réalisme, votre sociabilité, votre sens du jugement, et votre rigueur restent pour nous des vertus à copier;
- Madame AHONONGA Eléna, Ingénieur en Hydraulique et Assainissement, Enseignante à l'EPAC. Votre amour du travail, votre dynamisme et votre cordialité à notre égard sont des qualités que nous garderons à jamais dans nos cœurs;

A tous les Professeurs permanents et vacataires de l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, et particulièrement le corps professoral du département de Génie Civil, recevez nos sincères remerciements. Il s'agit de :

- Monsieur ADJOVI Edmond, Dr. Ing en Génie Civil, Maître de conférence des Universités, Enseignant-Chercheur à l'EPAC;
- Monsieur AINA P. Martin, Dr. en Eau et Environnement, Maître-Assistant des Universités, Enseignant-Chercheur à l'EPAC;
- Monsieur ALLOBA Ezéchiel, Dr. Ing en Génie Civil, Maître Assistant des Universités, Enseignant-Chercheur à l'EPAC;
- Monsieur ASSOGBA Maxime, Ing en hydraulique, Enseignant à l'EPAC;
- Monsieur CODO François de Paule, Dr. Ing en Génie Civil, Maître Assistant des Universités, Enseignant-Chercheur à l'EPAC;
- Monsieur DEGBEGNON Léopold, Dr. Ing en Topométrie, Enseignant-Chercheur à l'EPAC;
- Monsieur GBAGUIDI Aïssè Gérard, Dr. Ing en Génie Civil, Maître Assistant des Universités, Enseignant-Chercheur à l'EPAC;
- Monsieur GBAGUIDI Victor, Dr. Ing en Génie Civil, Maître Assistant des Universités, Enseignant-Chercheur à l'EPAC;
- Monsieur GIBIGAYE Mohamed, Dr. Ing en Génie Civil, Maître Assistant des Universités, Enseignant-Chercheur à l'EPAC;
- Monsieur HOUINOU Gossou Jean, Dr. Ing en Topométrie, Enseignant-Chercheur à l'EPAC;
- Madame HOUINOU Agathe, Docteur en Mécanique des Sols, Enseignant-Chercheur à l'EPAC;
- Monsieur SAVY Mathias, Dr. Ing en Génie Civil, Maître- Assistant des Universités, Enseignant-Chercheur à l'EPAC;

- Monsieur TCHEHOUALI Adolphe, Dr. Ing en Génie Civil, Maître Assistant des Universités, Enseignant-Chercheur à l'EPAC;
- Monsieur WANKPO Tonalémi Epiphane, Dr. Ing en Génie Civil, Enseignant-Chercheur à l'EPAC;
- Monsieur ZEVOUNOU Crépin, Dr. Ing en Géologie, Maître Assistant des Universités, Enseignant-Chercheur à l'EPAC;
- Monsieur ZINSOU C. Luc, Dr. Ing en Mécanique des Sols, Enseignant-Chercheur à l'EPAC;

Mes remerciements vont également à :

- Monsieur LAGNIKA Koyoum, Conducteur des travaux sur le chantier de construction du siège de l'Africaine des assurances pour l'assistance, la bonté et la disponibilité dont il fait part à mon égard au cours de mon stage;
- Monsieur ADJAYI Etienne, sous-traitant du lot plomberie du chantier de construction de l'Africaine des assurances pour tous ses conseils et l'aide apportée sur le terrain;
- Monsieur GNANCADJA Joël, ingénieur au contrôle sur le chantier de construction de l'hôtel de la plage pour avoir accepté suivre ce travail;
- A tous mes camarades et amis principalement Fabrice EZIN, David DEGBEY, Ross AZONNAHOU, Liliane SADEUH, Arsène TANDJE:

A tous ceux et celles dont les noms ne figurent pas ici mais qui, par un apport quelconque, soutien moral, matériel, financier ou spirituel, ont contribué à l'élaboration de ce mémoire, nous leur adressons nos vifs remerciements.

RESUME

Les immeubles de grande hauteur nécessitent une pression au sol élevée pour alimenter les niveaux supérieurs. La pression de l'eau du réseau de distribution urbain devient alors insuffisante pour alimenter ces types d'immeubles. A cela, s'ajoutent la multiplicité et la variabilité des appareils sanitaires dans ces immeubles. Les principaux systèmes qui permettent de résoudre ces problèmes sont le système de distribution par surpression directe et le système de distribution en parapluie. Afin d'effectuer un choix optimal pour chaque cas d'immeuble de grande hauteur, une étude comparative s'impose aux concepteurs par rapport à ces deux systèmes.

Dans la présente étude, nous nous sommes inspirés des règles de calcul des normes en vigueur, des méthodes de dimensionnement des pompes et des réservoirs de stockages pour recenser l'ensemble des variables qui interviennent dans la conception de chaque système. Ces variables ont été classées en deux grandes catégories : les variables initiales qui dépendent de la particularité de l'immeuble étudié et les variables résultantes qui ne sont rien d'autres que les paramètres recherchés à savoir débit, pression, etc. Avec ces variables, nous avons construit un algorithme de calcul pour chaque méthode et élaboré un programme qui permettra d'effectuer, dans un délai plus court et avec plus de précision, l'ensemble des opérations. Une étude de cas spécifique a été faite sur un immeuble de type R+8 avec sous-sol et à usage de bureau. Cet exemple expose une démarche à suivre pour l'optimisation de la conception à travers l'étude comparative des deux systèmes étudiés. Les résultats issus de cette comparaison sur les plans techniques et économiques montrent que le système de distribution en parapluie est celui adapté à ce type d'immeuble.

Motsclés : Système, pompe, distribution, canalisation

v

ABSTRACT

The pressure of the water of the urban distribution network becomes more and more insufficient to nourish the buildings of big height. To it, are added multiplicity and the sanitary device variability in these buildings. The main systems that permit to solve these problems are the system of distribution by direct very high pressure and the system of distribution by gravity. In order to do an optimal choice for every case of big height building, a comparative survey imposes itself to the ingeneers in relation to these two systems.

In the present survey, we were inspired by the rules of calculation of the norms, of the methods of dimensionality of the pumps and the storages to count the set of the variables that intervene in the conception of every system. These variables have been classified in two big categories: the initial variables that depend on the particularity of the studied building and the variables consequences that are not anything others that the parameters searched for to know flow, pressure, etc. With these variables, we constructed an algorithm of calculation for every method and elaborate a program that will permit to do, in a shorter delay and with more of precision, the set of the operations. A specific case survey has been made on a building of R+8 type with basement and to use of office. This example exposes a gait to follow for the optimization of the conception through the comparative survey of the two studied systems. The results descended of this comparison on the technical and economic plans show that the system of distribution by gravity is the one adapted to this type of building.

Key words: System, pump, distribution, very high pressure, canalization

TABLE DES MATIERES

DEDICACI	ESi
REMERCI	EMENTSii
RESUME	V
ABSTRAC	Tvi
TABLE DE	S MATIERESvii
LISTE DES	S TABLEAUX, FIGURES ET ANNEXESxi
LISTE DES	S SIGLES ET ABREVIATIONSxvi
	INTRODUCTION ET OBJECTIFS DU MEMOIRE : INTRODUCTION Erreur ! Signet non défini.
	Contexte deErreur ! Signet non
	Problématique Erreur ! Signet non
défini.	
1.3-	Les étapes de l'étude Erreur ! Signet non défini.
	: OBJECTIFS DE L'ETUDE Erreur! Signet non défini.
•	ectif général
	Erreur! Signet non
défini.	
	Objectifs spécifiques Erreur ! Signet non défini.
DISTRIBU	DESCRIPTION GENERALE DES INSTALLATIONS DE TION D'EAU FROIDE : GENERALITES SUR LA PLOMBERIE-SANITAIRE Erreur! n défini.
	Les règles de l'art.
	Erreur! Signet non défini.
	Le cadre réglementaire Erreur ! Signet non défini.
	Le cadre normatif Erreur ! Signet non défini.
1.2-	Besoins en appareillage dans un immeuble. Erreur ! Signet non défini.

	1.2.1- Les appareils sanitaires Erreur ! Signet non dé	fini.
	1.2.2 - Les appareils de sectionnement Erreur ! Signet non dé	fini.
	1.2.3 - Les appareils de sécurité et les limiteurs de pression. Erre Signet non défini.	ur !
1.3	3- Les matériaux constitutifs des canalisationsErreur ! Signet non défini.	
	1.3.1- Choix des matériaux Erreur ! Signet non dé	fini.
	1.3.2- Les tuyauteries utilisables en distribution intérieure Erre Signet non défini.	ur !
	pitre 2: LES SYSTEMES DE DISTRIBUTION INTERIEURE D'EA DIDE Erreur ! Signet non dé	
	1- Les réseaux de distribution intérieure d'eau froide dans les meuble Erreur ! Signet non défini.	
;	2.1.1- Terminologie Erreur ! Signet non dé	fini.
	2.1.2 – Principe de la distribution intérieure Erreur ! Signet défini.	non
(1.	 2 - La distribution intérieure dans les immeubles de grande haute G.H). rreur! Signet non défini. 	ır
	2.2.1- Définition et classification des I.G.H Erreur ! Signet défini.	non
	2.2.2- Insuffisance de pression dans les I.G.H Erreur ! Signet défini.	non
	2-2-2-1 Le système de distribution par surpression directe Erre Signet non défini.	ur !
	2-2-2-2 Le système de distribution par réservoirs surélevé (ou réservoir de comble) : La distribution en parapluie	26
;	2.2.3.1- Les pompes	29
;	2.2.3.2- Les réservoirs	30
	RTIE III: METHODOLOGIE	
	pitre 1 : PRINCIPES DE DIMENSIONNEMENT	
1.	3	
1.2	3	
1.3		
1.4		
1.	5- Le débit nécessaire.	39

1.6-	La vitesse de circulation de l'eau.	40
1.7-	Le diamètre des canalisations.	41
1.8-	Les pertes de charge	42
1.9-	La pression disponible dans les canalisations	44
1.10-	Le dimensionnement des pompes et surpresseurs	47
1.11-	Le dimensionnement des réservoirs de stockage	49
	: CONSTRUCTION D'UN ALGORITHME DE NNEMENT DE CHAQUE SYSTEME DE DISTRIBUTION .	50
2.1- Intro	duction	51
2.3- Le s	ystème de distribution par surpression directe	53
2.3.1- (Conduite de calcul	53
2.3.2- (Construction de l'algorithme	55
2.3.2.1	- Analyse du problème	55
2.3.2.2	- Elaboration de l'algorithme	59
2.3.2.3	- Organigramme	59
2.4- Le s	système de distribution en parapluie.	63
2.4.1- (Conduite de calcul	63
2.4.2- (Construction de l'algorithme	64
2.4.2.1	- Analyse du problème	64
2.4.2.2	- Elaboration de l'algorithme	67
2.4.2.3	- Organigramme	67
	ETUDE DE CAS SPECIFIQUE PRESENTATION DU BATIMENT	73
-	Localisation géographique.	
1.2-	Description architecturale.	
Chapitre II:	ELABORATION DU CAHIER DE CHARGE	73
2.1-	Données de base	78
2.2-	Travail à faire	80
	CONCEPTION DU SYSTEME DE DISTRIBUTION RE D'EAU DANS L'IMMEUBLE	81
	é du réseau.	
	x du système de distribution à adopter pour l'immeuble.	
	Définition des critères de choix	

3.2.2- Dimensionnement de chaque système de distribution par l'application des algorithmes établis
3.2.2.1- Mise en œuvre des algorithmes82
3.2.2.2- Dimensionnement suivant le système par surpression directe
3.2.2.3 - Dimensionnement suivant le système en parapluie Erreur ! Signet non défini.
3.2.3- Estimation du coût de chaque système de distribution. Erreur ! Signet non défini.
3.2.3.1- Evaluation du coût d'installation du système de distribution par surpression directe Erreur ! Signet non défini.
3.2.3.2- Evaluation du coût d'installation du système de distribution en parapluie Erreur ! Signet non défini.
PARTIE V: RESULTATS ET DISCUSSIONS 5.1-Sur le plan technique Erreur ! Signet non défini.
5.1.1- Diamètres des canalisations Erreur ! Signet non défini.
5.1.2- Pression dans les canalisations Erreur! Signet non défini.
5.1.3- Pompes et surpresseur Erreur ! Signet non défini.
5.2- Sur le plan économique. Erreur ! Signet non défini.
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS Erreur! Signet non défini.
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES Erreur! Signet non défini.
ANNEXES160

LISTE DES TABLEAUX, FIGURES ET ANNEXES TABLEAUX :

Classification des immeubles de grande hauteur	21
Débit de base de chaque appareil sanitaire	36
Coefficient d'utilisation de chaque appareil sanitaire	37
Coefficients de simultanéités pour des études particulières	39
Diamètres intérieurs minimaux de raccordement des appareils.	42
Inventaire des appareils sanitaires de l'immeuble	79
Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°1.	89
Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°2.	90
Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°3.	91
Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°4	92
Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°5	93
	Débit de base de chaque appareil sanitaire Coefficient d'utilisation de chaque appareil sanitaire Coefficients de simultanéités pour des études particulières Diamètres intérieurs minimaux de raccordement des appareils. Inventaire des appareils sanitaires de l'immeuble Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°1. Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°2. Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°3. Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°4 Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°4 Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°4

Tableau XII	Tableau récapitulatif de dimensionnement des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°1	121
Tableau XIII	Tableau récapitulatif de dimensionnement des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°2.	122
Tableau XIV	Tableau récapitulatif de dimensionnement des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°3.	123
Tableau XV	Tableau récapitulatif de dimensionnement des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°4.	124
Tableau XVI	Tableau récapitulatif de dimensionnement des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°5.	124
Tableau XVII	Tableau récapitulatif de dimensionnement de la ceinture principale au plancher haut du sous-sol.	125
Tableau XVIII	Tableau récapitulatif de dimensionnement du circuit défavorisé du réseau de distribution	126
Tableau XIX	Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes descendantes : colonne de la gaine de plomberie n°1	129
Tableau XX	Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes descendantes : colonne de la gaine de plomberie n°2.	130
Tableau XXI	Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes descendantes : colonne de la gaine de	131

	plomberie n°3.	
	Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires	
Tableau XXII	des colonnes descendantes : colonne de la gaine de	131
	plomberie n°4	
	Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires	
Tableau XXIII	des colonnes descendantes : colonne de la gaine de	132
	plomberie n°5.	
	Tableau récapitulatif de dimensionnement des	
Tableau XXIV	colonnes descendantes : colonne de la gaine de	133
	plomberie n°1.	
	Tableau récapitulatif de dimensionnement des	
Tableau XXV	colonnes descendantes : colonne de la gaine de	134
	plomberie n°2.	
	Tableau récapitulatif de dimensionnement des	
Tableau XXVI	colonnes descendantes : colonne de la gaine de	135
	plomberie n°3.	
	Tableau récapitulatif de dimensionnement des	
Tableau XXVII	colonnes descendantes : colonne de la gaine de	136
	plomberie n°4.	
	Tableau récapitulatif de dimensionnement des	
Tableau XXVIII	colonnes descendantes : colonne de la gaine de	136
	plomberie n°5.	
	Tableau récapitulatif de dimensionnement de la	
Tableau XXIX	ceinture principale au plancher haut du huitième	137
	étage.	
Toblesu VVV	Tableau récapitulatif de dimensionnement de la	120
Tableau XXX	conduite montante d'alimentation du réservoir.	139
Tableau XXXI	Tableau du devis quantitatif et estimatif des	142
	1	L

	installations du système de distribution par	
	surpression	
Tableau XXXII	Tableau du devis quantitatif et estimatif des	144
	installations du système de distribution en parapluie.	
Tableau XXXIII	Tableau de comparaison des deux systèmes en	148
	fonction des sections des conduites.	0
Tableau XXXIV	Tableau récapitulatif des caractéristiques des pompes	150
	et surpresseur	100
Tableau XXXV	Tableau récapitulatif des caractéristiques des	151
1401044 /////	réservoirs de stockage.	

FIGURES

Figure 1:	Représentation schématique du principe de la distribution intérieure dans les immeubles	19
Figure 2 :	Schéma de réalisation du branchement de la conduite du réseau privé au réseau public	20
Figure 3 :	Représentation schématique d'un réseau de distribution intérieure	22
Figure 4 :	Schéma de principe : Distribution par surpression directe	26
Figure 5 :	Surpression avec réservoir hydropneumatique	28
Figure 6 :	Représentation schématique d'une surpression continue	30
Figure 7 :	Schéma de principe : Distribution en parapluie	31
Figure 8 :	Robinet à flotteur	39
Figure 9 :	Coefficient de simultanéité en fonction du nombre d'appareils	40
Figure 10 :	Diamètre intérieur minimal des conduites en fonction du nombre d'appareils	48

Figure 11 :	Schéma du réseau utilisé pour le test de validité du	52	
	programme.	52	

ANNEXES

Annexe 1	La réglementation des installations sanitaires	158
Annexe 2	Textes normatifs principaux	159
Annexe 3	Tableau des diamètres normalisés des tuyaux	161
Annexe 4	Abaque de détermination des pertes de charge	163
	au robinet d'arrêt après compteur	
Annexe 5	Abaque de détermination du compteur et de	164
	ses caractéristiques	
Annexe 6	Abaque de DARIES	165
Annexe 7	longueur équivalente pour pertes de charge	166
	locale	
Annexe 8	Plan de Localisation géographique de	167
	l'immeuble	
Annexe 9	Façade sud AA	168
Annexe 10	Façade latérale droite	169
Annexe 11	Coupe A1 AA	170
Annexe 12	Schémas isométriques du réseau	171
	d'alimentation et schémas synoptiques	
Annexe 13	Courbe caractéristique du catalogue des	172
	pompes	
Annexe 14	Tableau d'estimation de la capacité utile du	173
	réservoir de stockage.	
Annexe 15	Prix des équipements de CTPS	175
Annexe 16	Structure des algorithmes	

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

AFNOR: Agence Française de Normalisation

CCS: Cahier de Clauses Spéciales

CCTP: Cahier de Clauses Techniques et Particulières

DG: Directeur Général

DTU: **D**ocument **T**echnique **U**nifié

EN: Normes Européennes

EF: Eau Froide

ERP: Etablissement Recevant du Public

EPAC: Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi

IGH: Immeuble de Grande Hauteur

mCe: mètre Colonne d'eau

MAL: Machine à laver

NF: Normes Françaises

OMS: Organisation Mondiale de la Santé

PCA: Particulier au Conseil d'Administration

PED: Pays En Développement

PME: Petites et Moyennes Entreprises

PVC: Polychlorure de Vinyle.

PE: Polyéthylène

PP: Polypropylène

Pdc: Pertes de charge

SONEB: **Société Nationale des Eaux du Bénin**

UAC: Université d'Abomey-Calavi

WC: Water Closet

Ø: Section

I: litre

j: jour

S1: Système de distribution par surpression directe

S2 : Système de distribution en parapluie



Chapitre 1: INTRODUCTION

1.1- Contexte de l'étude

Pour un cadre de vie sain, tout bâtiment habité doit avoir une alimentation en eau potable pour le fonctionnement des installations et des appareils sanitaires et un système d'évacuation des eaux usées, eaux vannes et eaux pluviales. On prévoit aussi parfois un système de sécurité-incendie compte tenue de l'importance ou du type du bâtiment. La présence de l'eau dans un bâtiment est donc d'une importance capitale. Dans les agglomérations urbaines, l'eau est distribuée sous pression par des canalisations souterraines, en général placées sous le trottoir de la voie publique et sur lesquelles se raccordent les branchements d'alimentation des immeubles.

Au Bénin, un système de distribution publique livre à l'usager, au point d'utilisation, une eau de qualité répondant à des critères réglementaires très stricts de potabilité. La fourniture d'eau est généralement assurée par le service de la Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB) jusqu'au niveau des compteurs des abonnés, puis relayée par ces derniers à l'intérieur des ouvrages. Les immeubles de grande hauteur (I.G.H) qui sont des immeubles ayant plusieurs niveaux, ne disposent pas, dans la plupart des cas, d'une pression au sol suffisante pour alimenter les appareils sanitaires à tous les niveaux. A cet effet, une installation de surpression doit être prévue : une pompe, par exemple, alimentant une citerne au niveau supérieur ou encore un système de pompage envoyant directement l'eau dans les robinets de puisage.

Sans vouloir donner une liste exhaustive, on peut citer les principaux postes d'utilisation de cette eau potable à savoir : boisson et besoins culinaires, toilette, bains, douches, lave-vaisselle et lave-linge, nettoyages divers des bâtiments, arrosage des jardins particuliers, lavage des voitures et défense contre l'incendie pour ne citer que ceux-là. Le fonctionnement de ces différents postes d'utilisation d'eau n'est possible que lorsqu'un travail préalable a été effectué. Il s'agit, en effet, de la mise en place d'un réseau de distribution interne de l'eau fournie.

Les I.G.H peuvent être à usage administratif, à usage commercial ou servir d'hôtel ou encore d'établissement scolaire, etc. Le travail de la conception et du dimensionnement du réseau intérieur d'eau potable dans ces immeubles hauts comportant de multiples salles d'eau revient aux spécialistes de la plomberie-sanitaire. Les deux systèmes qui permettent de résoudre ces problèmes hydrauliques dans les ouvrages sont le système de distribution par surpression directe et celui dit en "parapluie". Un choix s'impose alors au concepteur selon la spécificité du projet auquel il est confronté.

Afin de faciliter ce choix en contribuant à l'étude du comportement des paramètres hydrauliques et géométriques des réseaux intérieurs et en mesurant l'incidence économique, pour chaque système de distribution, nous nous proposons d'élaborer une étude pour notre mémoire de fin de formation dont le thème est intitulé: « Etude comparative des systèmes de distribution intérieure par surpression directe et de distribution en parapluie dans les immeubles de grande hauteur ».

1.2- Problématique

Il y a une cinquantaine d'années, le nombre de points d'eau dans l'habitat, en Afrique sub-saharienne, était souvent limité à deux (02) ou trois (03) [6]. Actuellement, il est courant d'avoir dans une habitation, une dizaine de points de puisage d'eau, qui est le résultat d'une volonté d'augmentation du confort dans nos logements. Lorsqu'il y a un grand nombre d'appareils sanitaires et que le nombre d'usagers d'un immeuble devient important, la fréquence d'utilisation des appareils sanitaires devient aussi importante. Afin d'assurer un fonctionnement normal de tous les points de puisage, il faut concevoir un système adéquat.

Dans nos pratiques quotidiennes, cette tâche est souvent confiée à des plombiers qui, sur la base de leurs expériences, procèdent au choix des tuyauteries et de leurs dispositions. Si cette pratique s'adapte aux habitations de petite envergure, elle devient totalement inefficace pour des grandes réalisations telles que les immeubles de grande hauteur et les immeubles-tours. Plus les immeubles s'imposent par leurs hauteurs, plus l'insuffisance de pression devient problématique. A cela, s'ajoutent la multiplicité et la variabilité des appareils sanitaires à alimenter. Ainsi, la conception des installations doit tenir compte d'un certain nombre d'exigences et de contraintes.

En considérant , d'une part ,le défi que représente l'optimisation de la conception des systèmes de distribution d'eau dans les immeubles de grande hauteur et l'impact économique qui en résulterait, puis d'autre part l'importance d'une résolution rationnelle et efficace des problèmes hydrauliques au niveau des bâtiments , il s'avère nécessaire de mener une étude comparative des systèmes de distribution intérieure en eau.

1.3- Hypothèses de l'étude.

- La pression au sol de l'immeuble.

Elle dépend du niveau et de l'éloignement du point de branchement du bâtiment par rapport à la source (château d'eau ou station de pompage). En règle générale, la valeur de la pression au sol garantie est fournie par la société de distribution (la SONEB au Bénin) ou mesurer directement sur la conduite de branchement du bâtiment avant le compteur d'eau. Elle varie considérablement en fonction des heures de la journée. Dans le cadre de cette étude, la pression au sol à considérer sera une valeur moyenne, obtenue auprès des services compétents de la société distributrice, et fixée pour effectuer les calculs.

- La hauteur de charge disponible dans le réservoir surélevé du système en parapluie.

Le réservoir surélevé sera posé directement sur la partie supérieure de l'immeuble. Un niveau minimal d'eau est nécessaire dans le réservoir afin de permettre l'alimentation normale des points de puisage de l'immeuble. Ce niveau d'eau, qui constitue la hauteur de charge nécessaire, varie en régime de consommation. Pour effectuer les calculs, la hauteur de charge disponible dans le réservoir sera considérer constante et égale à la hauteur de charge minimale ou nécessaire.

1.4- Les étapes de l'étude

La première partie de ce mémoire a pour objectif de donner une vue globale sur le travail à faire et de spécifier les objectifs à atteindre.

La deuxième partie est consacrée à la description générale des installations de distribution intérieure d'eau. Dans un premier temps, les généralités sur la plomberie-sanitaire sont abordées. Dans un second

temps, on s'intéresse aux systèmes de distribution intérieure d'eau froide dans les immeubles de grande hauteur.

La troisième partie présente la méthodologie adoptée pour mener l'étude comparative des deux systèmes concernés.

La quatrième partie vise l'application de l'analyse comparative à un cas spécifique en procédant à la conception du système de distribution intérieure d'eau potable d'un immeuble de type R+8 avec sous-sol.

Enfin, la cinquième partie expose les résultats obtenus à l'issue de l'analyse comparative effectuée.

Chapitre 2: OBJECTIFS DE L'ETUDE

2.1- Objectif général

L'objectif principal visé est de contribuer à l'optimisation du choix des systèmes de distribution intérieure en eau potable dans les immeubles de grande hauteur à travers une étude comparative du système de distribution par surpression directe ou sous pression et de celui gravitaire ou en parapluie.

2.2- Objectifs spécifiques

Dans le cadre de cette étude, nous chercherons précisément à :

- ➤ construire un algorithme qui permettra de dimensionner chaque système de distribution intérieure en eau potable étudié à savoir le système de distribution par surpression directe et celui de distribution en parapluie ;
- procéder à une étude de cas spécifique afin de montrer l'applicabilité de l'étude: il s'agit de la conception du système de distribution intérieure d'eau potable d'un immeuble de type R+8 avec sous-sol;

 - analyser l'incidence économique des valeurs des paramètres obtenus sur chaque système de distribution.
 - comparer les deux systèmes de distribution intérieure.

Deuxième partie

DESCRIPTION GENERALE DES INSTALLATIONS DE DISTRIBUTION D'EAU FROIDE

Chapitre 1: GENERALITES SUR LA PLOMBERIE-SANITAIRE

Le mot plomberie a pour origine le terme latin "plumbum" et provient de l'utilisation de ce métal malléable, le plomb, pour réaliser les installations de plomberie au cours des siècles précédents. La plomberie est une spécialité de l'ingénieur en hydraulique ou en mécanique appliquée au bâtiment regroupant l'ensemble des techniques utilisées pour faire circuler des fluides à l'aide de tuyaux, tubes, vannes, robinets, soupapes, pompes et matériaux aux différents points d'usage d'une installation. Ces techniques se sont améliorées au fil du temps suite à l'évolution des connaissances scientifiques et de leur mise en application. Les premières applications systématiques de la plomberie ont été la mise en service de la gravité et des premières pompes en agriculture pour l'irrigation au moyen de pentes et de fossés.

1.1- Les règles de l'art.

La réalisation des ouvrages de plomberie fait l'objet d'une pratique standard définie par les organismes gouvernementaux. Au Bénin, les textes et normes français sont adoptés. Les principaux secteurs qui composent la plomberie-sanitaire sont [2] :

- les distributions intérieures d'au froide et d'eau chaude ;
- les évacuations des eaux usées ;
- les évacuations et récupérations des eaux pluviales ;
- La sécurité-incendie.

1.1.1- Le cadre réglementaire.

En plomberie-sanitaire, il existe un très grand nombre de textes législatifs et réglementaires accompagnés éventuellement de circulaires. Les installations de plomberie examinées dans ce document sont les

installations intérieures, très accessoirement certains équipements extérieurs. Elles se trouvent généralement connectées à des réseaux publics (extérieurs) que nous n'examinerons pas ici. L'essentiel du cadre réglementaire se trouve dans l'encadré intitulé : "textes réglementaires principaux "présenté en annexe1 [2].

1.1.2- Le cadre normatif.

Le cadre normatif est régi par certaines normes principales qui sont présentées en annexe 2(textes normatifs principaux [2]). En ce qui concerne les installations de distribution d'eau froide, les normes de calcul les plus récentes au niveau européen sont les suivantes :

- ➤ NF EN 806-1 (juin 2001): norme concernant les spécifications techniques relatives aux installations pour l'eau destinée à la consommation humaine à l'intérieur des bâtiments, mentionnée à la partie 1 relative aux généralités et à l'amendement A1 du document.
- NF EN 806-2 (novembre 2005) : norme concernant les spécifications techniques relatives aux installations d'eau destinée à la consommation humaine à l'intérieur des bâtiments, mentionnée à la partie 2 et intitulée «Conception».
- ➤ NF EN 806-3 (juin 2006) : norme concernant les spécifications techniques relatives aux installations d'eau destinée à la consommation humaine à l'intérieur des bâtiments, mentionnée à la partie 3 et intitulée «Dimensionnement-Méthode simplifiée ».
- > Projet de norme NF EN 806- partie 4 mentionnée « installation»
- Norme NF EN 806- partie 5 mentionnée « fonctionnement et entretien »

En effet, la norme NF EN 806-3 (juin 2006) relative au dimensionnement des installations n'utilise que des méthodes de calcul dites «simplifiées». La norme NF EN 806-3 renvoie elle-même aux méthodes nationales [2], c'est-à-dire les normes françaises et DTU en France. Ainsi, pour la conception et l'exécution des installations, les cahiers de charges imposent soit:

- Les normes françaises: NF P 41 201 et NF P 41 204 (mai 1942)
 "Calcul des canalisations et conditions minima d'exécution des travaux de plomberie"
- Les documents techniques unifiés: DTU 60.11 (Octobre 1988) et DTU 60.1 (Mai 1993) "Règles de calcul des installations de plomberie-sanitaire et des installations d'évacuation des eaux pluviales, Cahier des charges applicables aux travaux de plomberie"

1.2- Besoins en appareillage dans un immeuble.

1.2.1- Les appareils sanitaires.

Le choix des appareils sanitaires doit être fait en tenant compte de leur encombrement, de leur utilisation et de leur entretien. Les principaux appareils sont : les lavabos, WC, baignoires, éviers, douches et bidets [5]. Les hauteurs d'installation des appareils sanitaires, des robinetteries murales, des accessoires sanitaires et des attentes devront être conformes aux normes en vigueur [3].

1.2.2 - Les appareils de sectionnement.

Ce sont les organes libres, prenant appui sur une surface, destinés à interrompre l'écoulement d'un fluide. Un appareil de sectionnement constitue un obstacle au déplacement du fluide. Il fait naître des

résistances ou pertes de charge variables avec la vitesse, la forme et la fraction d'obturation, qui augmentent d'autant la force motrice nécessaire au mouvement du fluide .On distingue principalement les robinets d'arrêt et les clapets [3].

Les robinets d'arrêt.

La distribution principale de chaque immeuble doit être munie d'un robinet d'arrêt général et d'un robinet permettant une vidange rapide de l'installation [3].Le robinet d'arrêt général doit être placé le plus près possible de la limite de propriété desservie ou du compteur général. Ils doivent être disposés pour permettre l'isolement et la vidange de chacune des colonnes montantes. Le branchement d'étage doit, sauf dérogation ci-dessous, être muni d'un robinet d'arrêt. Il doit être placé, en principe, aussi près que possible de la colonne, mais, dans tous les cas, dans les locaux communs ou dans la même location que les appareils qu'il dessert.

❖ Les clapets de retenue.

Ils sont utilisés en général pour imposer un sens unique de circulation à l'eau . Ils peuvent être utilisés dans les réseaux importants pour donner une orientation à l'eau ou lorsque le réseau comprend un système de surpression. Ils sont souvent disposés à l'entrée et à la sortie des pompes. On en trouve également sur les canalisations de distribution [9].

1.2.3 - Les appareils de sécurité et les limiteurs de pression.

Les appareils de sécurité.

Comme leur nom l'indique, ils permettent de protéger le réseau de canalisation contre les vibrations et les coups de bélier. Lors d'une variation de pression provoquée par une brusque fermeture ou ouverture d'un robinet, on assiste à ces inconvénients. Afin de remédier à cela, il

est recommandé d'utiliser des ventouses ou des dispositifs anti-bélier à chaque point haut des canalisations [3].

❖ Les limiteurs de pression.

Pour les logements comprenant un grand nombre d'appareils, très souvent au niveau des tous premiers tronçons, on dispose d'une pression trop forte pour les appareils de puisage en l'occurrence les robinets. Il est indiqué d'utiliser les limiteurs de pression encore appelés "réducteurs et stabilisateurs de pression" qui ont pour rôle de palier à cet inconvénient. Ce sont des appareils délicats dont le fonctionnement dépend beaucoup de la constance des pressions à réduire [6].

1.3- Les matériaux constitutifs des canalisations.

1.3.1- Choix des matériaux.

Pour l'installation d'un réseau, le choix des matériaux requiert une attention toute particulière car le bon fonctionnement du réseau en dépend en grande partie. Certains paramètres sont impératifs au choix des matériaux [10], entre autre :

- les propriétés mécaniques du matériau qui dépendent de la résistance à l'action de l'eau ;
- sa facilité de mise en œuvre en fonction du tracé. La complication d'un tracé peut faire adopter des tubes de grande longueur qui présentent une certaine malléabilité. Ces canalisations se façonnent sans difficulté sur le chantier avec un outillage réduit. A cela, s'ajoute l'environnement des canalisations à savoir la qualité du sol et la nature des locaux traversés ;

- la température de l'eau. Dans les installations, la température de l'eau peut provoquer des dégâts par suite de modification et de l'affaiblissement des caractéristiques du matériau ;
 - le prix de revient.

Les matériaux les plus couramment utilisés dans les réseaux de distribution de l'eau sanitaire dans le logement sont: le cuivre, l'acier, le PVC [9] etc.

1.3.2- Les tuyauteries utilisables en distribution intérieure

La canalisation constitue l'ouvrage principal d'un réseau. Chaque type est soumis à des essais rigoureux qui conditionnent sa fiabilité. Les variables fondamentales à leur utilisation sont l'étanchéité, la porosité, la résistance mécanique et la corrosion [9]. On distingue principalement :

❖ <u>Les tuyauteries métalliques</u>: Il s'agit des tubes en acier galvanisé, en acier inoxydable et en cuivre.

Les tubes en aciers ont l'avantage de pouvoir supporter de grande pression (60 bars pour les diamètres inférieurs à 150 mm [1]) et une température maximale (100°C [6]). Les tuyaux en cuivre se travaillent plus facilement, sont résistants et légers.

❖ Les tuyauteries en matériau plastique : Il s'agit des conduites en PVC (Polychlorure de Vinyle), en PE(Polyéthylène), en PB (Polybutylène), en PP (Polypropylène).

Les matériaux plastiques sont souvent utilisés en distribution d'eau sanitaire. Il existe plusieurs séries de pressions nominales : 6, 10, 16, et 25 bar [9]. Les réseaux d'eau font le plus souvent appel aux séries 10 et 16 bar. Les tuyaux en PVC sont rigides et résistent bien à la corrosion. Ceux en PE sont plus ou moins souples et résistants aux chocs. Les tuyaux en PVC et en PE s'utilisent pour des températures avoisinant

20°C tandis que ceux en PB, PP et PVCC peuvent supporter des températures allant à 80°C [6].

Les tableaux des diamètres normalisés des tuyaux sont présentés en annexes3.

Chapitre 2: LES SYSTEMES DE DISTRIBUTION INTERIEURE D'EAU FROIDE

2.1- <u>Les réseaux de distribution intérieure d'eau froide dans les</u> immeubles.

2.1.1- Terminologie

Les éléments constituant un réseau de distribution intérieure d'eau potable sont les suivants [3]:

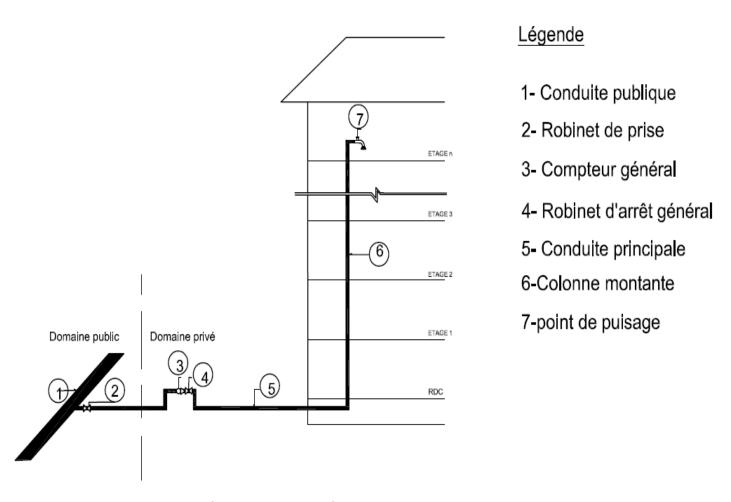
- <u>Branchement d'eau général</u> : conduite amenant l'eau du réseau public jusqu'au compteur général ou robinet d'arrêt général ;
- <u>Compteur général</u>: compteur placé sur le branchement d'eau général enregistrant la totalité de la consommation de ce branchement ;
- <u>Ceinture principale</u> ou <u>conduite principale</u>: Tuyauterie d'allure horizontale partant du compteur général, généralement placé au plafond du sous-sol et sur laquelle sont raccordées les prises partielles d'alimentation des divers services (colonnes montantes);
- Colonne montante: tuyauterie verticale desservant les étages ;
- <u>Rampe d'alimentation</u>: tuyauterie horizontale partant de la colonne montante et alimentant les appareils sanitaires. Dans les immeubles collectifs le compteur divisionnaire est placé à l'origine de cette canalisation;
- <u>Robinet d'arrêt général</u> : robinet placé sur le branchement d'eau général et commandant l'arrivée de l'eau dans tout le bâtiment desservi ;
- <u>Robinets d'arrêt</u>: robinets placés sur les différents éléments décris ci-dessus. Ils permettent d'isoler les différentes parties d'installation ;
- <u>Conduite d'alimentation</u>: tout tuyau transportant l'eau du compteur ou du robinet d'arrêt général jusqu'à un appareil d'utilisation ;

- <u>Nourrice</u>: renforcement du diamètre d'une tuyauterie d'alimentation d'eau sur lequel sont groupées des prises partielles d'alimentation des divers services ainsi que les robinets d'arrêt et de vidange, afin de centraliser en un point la manœuvre des robinets d'arrêt et de départ ;
- Robinet de vidange: robinet de puisage permettant après la fermeture d'un robinet d'arrêt d'évacuer toute l'eau remplissant les tuyauteries commandées par ce robinet ;
- <u>Compteur divisionnaire</u>: compteur placé sur un des branchements desservant une partie de l'installation et indiquant la consommation d'eau des appareils situés sur ce branchement ;
- <u>Anti-bélier</u>: dispositif situé généralement au point le plus élevé d'une colonne montante en vue d'atténuer les chocs produits par les brusques variations de pression de l'eau;
- <u>Ceinture d'étage d'appartement ou conduite d'étage</u> <u>d'appartement:</u> Tuyauterie d'allure horizontale partant d'une colonne montante située généralement au niveau soit du sol soit du plafond des pièces d'un appartement ou d'un étage et permettant l'alimentation en eau des appareils de cet appartement ou de cet étage.
- <u>Branchement d'appareil</u> : tuyauterie partant d'une conduite d'étage ou d'une colonne montante amenant l'eau directement aux appareils de cet étage.
- <u>Circuit défavorisé</u>: c'est le circuit du réseau de distribution intérieure qui commence à partir du branchement d'eau général et qui abouti au point de puisage le plus éloigné ou le plus défavorable.

2.1.2 - Principe de la distribution intérieure.

Avant de parvenir au branchement privé des bâtiments, l'eau est d'abord captée en rivière ou pompée en nappes souterraines. Après

adduction, elle est traitée pour être rendue potable à la consommation humaine. Elle est ensuite stockée dans un ou plusieurs réservoirs dont les capacités dépendent de la taille de la population à alimenter. L'eau du réseau public, sous pression, parvient au branchement général de l'immeuble (compteur général et robinet d'arrêt général), traverse tout le réseau de distribution intérieure mis en place avant d'atteindre les différents points de puisage [7].



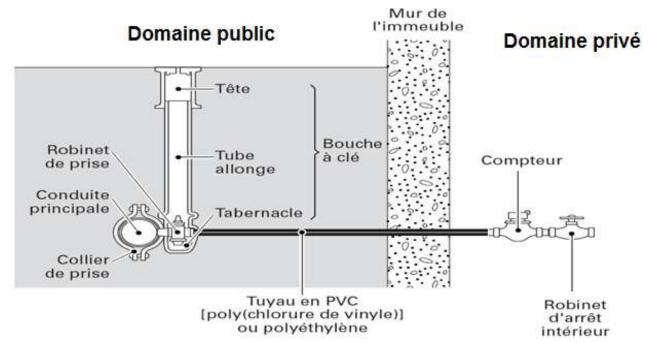
<u>Figure n°1</u>: Représentation schématique du principe de la distribution intérieure dans les immeubles [10].

De manière plus détaillée, nous avons :

❖ Le branchement:

En principe, le service des eaux ne s'occupe du branchement que jusqu'au compteur. Les abonnés sont responsables de l'entretien du compteur placé soit dans un sous-sol d'immeuble, soit dans un regard maçonné.

Le branchement général comprend les différents accessoires nécessaires à son fonctionnement. Chaque branchement comportera, sous la voie publique un robinet de prise sous bouche à clé. Un autre robinet, dit robinet d'arrêt général est placé en aval du compteur.



<u>Figure n°2</u>: Schéma de réalisation du branchement de la conduite du réseau privé au réseau public [5].

Le compteur général :

La mesure du débit de l'eau distribuée pour chaque usage est réalisée par des compteurs placés sur les branchements particuliers, en général, immédiatement après l'entrée de ces derniers dans les propriétés desservies. Selon leur principe de fonctionnement, les compteurs utilisés sont de deux sortes :

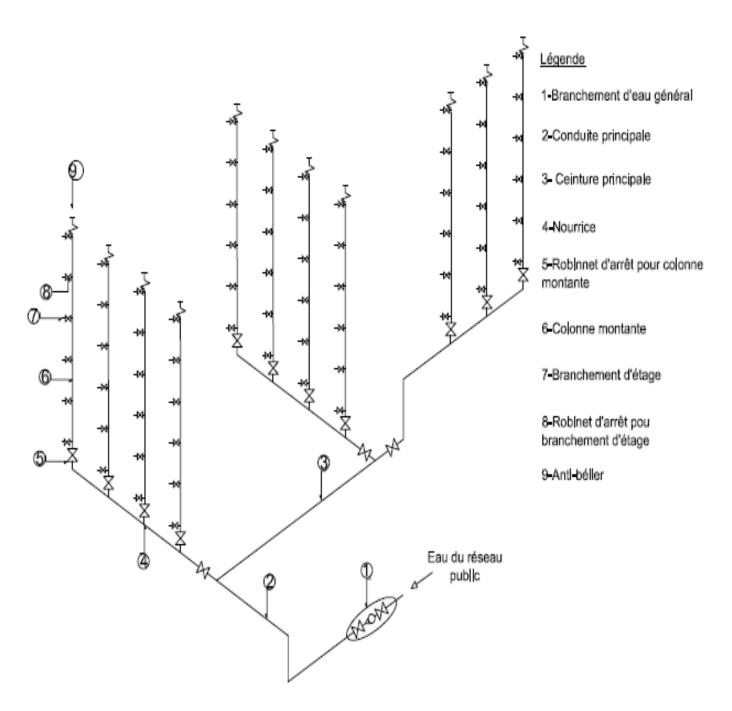
- Les compteurs de volume

Les compteurs de volume sont plus précis et plus sensibles que les compteurs de vitesse, notamment en ce qui concerne les petits débits.

- Les compteurs de vitesse

Ces compteurs sont plus simples que les précédents, mais leur précision est moins bonne. Ils peuvent "sous-compter" les faibles consommations car ils ne "démarrent" pas au-dessous d'un certain débit. Ils acceptent les eaux chargées plus facilement. Ce sont ceux qui, en définitive, sont les plus utilisés comme compteurs d'abonnés [9].

En définitif, l'ensemble constitué des accessoires cités précédemment et des canalisations forme le réseau de distribution intérieure de l'immeuble. L'installation doit être telle que la réparation ou la transformation d'une de ses sections apporte un minimum de trouble au fonctionnement de l'ensemble [3]. La figure suivante (figure n° 3) illustre un réseau de distribution avec tous les accessoires nécessaires au bon fonctionnement de l'ensemble.



<u>Figure n°3</u> : Représentation schématique d'un réseau de distribution intérieure [3]

2.2 - <u>La distribution intérieure dans les immeubles de grande</u> hauteur (I.G.H).

La pression de l'eau d'une distribution de ville peut être insuffisante à certaine époque, voire à certaines heures de la journée (heures de pointe), pour alimenter convenablement les robinets des étages supérieures des immeubles ayant certaines hauteurs. Dans les pays en voie de développement, les édifices de hauteur considérable tels que les I.G.H se font de moins en moins rares et nécessitent une pression de distribution plus élevée que celle fournie par le réseau urbain.

2.2.1- Définition et classification des I.G.H.

Définition

Les immeubles de Grande Hauteur sont régis par les articles R 122.1 à R 122.29 et R 152.1 à R 152.3 du code de la construction et de l'habitation [18].

Constitue un Immeuble de Grande Hauteur, tout corps de bâtiment dont le plancher bas du dernier niveau est situé, par rapport au niveau du sol le plus haut utilisable pour les engins des services publics de secours et de lutte contre l'incendie [18]:

- à plus de 50 mètres pour les immeubles à usage d'habitation ;
- à plus de 28 mètres pour tous les autres immeubles.

Classification des I.G.H

Les IGH font l'objet d'une classification parmi lesquels on trouve les catégories suivantes :

Tableau I: Classification des immeubles de grande hauteur [18].

Classe	Usage
А	Habitation
0	Hôtel
R	Enseignement
S	Dépôt d'archives
U	Sanitaire
W1	Bureau entre 28 et 50 mètres
W2	Bureau au-dessus de 50 mètres
Z	Mixte
G.H.T.C	Tours de contrôle

La catégorie ITGH (Immeuble de Très Grande Hauteur) rassemble les bâtiments dont le plancher bas du dernier niveau, mesuré comme cidessus, est situé à plus de 200 mètres.

2.2.2- Insuffisance de pression dans les I.G.H.

Les immeubles de grande hauteur nécessitent des pressions plus élevées. Les pressions élevées sont obtenues, soit par réservoirs surélevés, soit par surpresseurs [8]. L'eau peut donc être soit stockée dans un réservoir et distribuée par gravité, soit envoyée directement vers les robinets de puisage. A cet effet, les systèmes de distribution qui permettent d'alimenter les I.G.H seront décrits dans les lignes qui suivent.

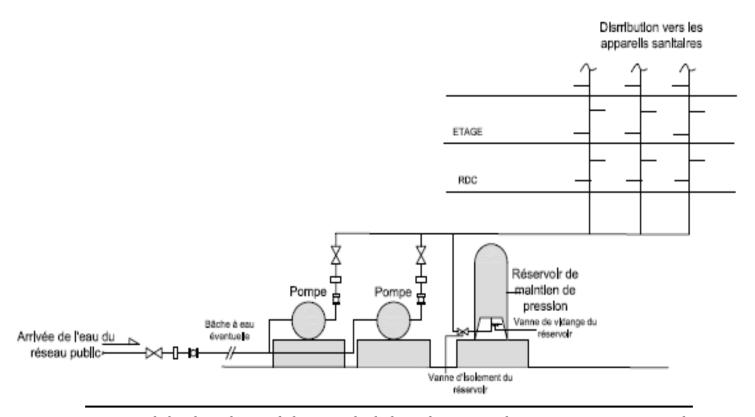
2-2-2-1 Le système de distribution par surpression directe.

La surpression est employée lorsque la pression minimale dynamique d'un réseau dans une zone donnée est insuffisante pour

obtenir une alimentation adéquate permanente aux points les plus critiques d'un immeuble.

Principe du système.

Ce mode de distribution consiste à refouler l'eau du réseau public directement vers les points de puisage de l'immeuble en utilisant un ou plusieurs groupes surpresseurs [8]. Un surpresseur est une station de pompage comprenant une ou plusieurs pompes complétées par un réservoir de régulation ou un système automatique de maintien de pression. Pour certaines zones urbaines présentant des problèmes de coupures intempestifs ou très prolongées de l'eau du réseau public, on prévoie l'installation d'une bâche à eau après le compteur. Cette bâche constituera une réserve qui sera exploitée pendant les heures de fortes consommations. La ceinture principale est localisée au rez-de-chaussée ou éventuellement au sous-sol. Les colonnes montantes prennent départ sur la ceinture principale et desservent les appareils sanitaires en passant par les branchements d'étages [3]. Le schéma du principe se



présente comme suit :

Figure n°4 : Schéma de principe : Distribution par surpression directe [3].

Les techniques de surpression dans les I.G.H

Dans ce système de distribution, deux techniques de surpression sont utilisées [16]: La surpression classique avec réservoir et la surpression continue.

- En ce qui concerne la surpression classique avec réservoir, il s'agit d'une technique mettant en jeu une ou plusieurs pompes et un réservoir fermé pour équilibrer les périodes de fonctionnement des pompes, réguler la pression et le débit de l'eau. Cet ensemble est appelé "surpresseur".

Ce réservoir, appelé réservoir hydropneumatique, comprime un certain volume d'air qui tend à chasser l'eau du réservoir dans les conduites de distribution de l'immeuble [16]. Quand la pompe refoule dans le réservoir fermé, l'air emprisonné est d'autant plus comprimé que la pression engendrée est plus élevée. Si l'on ouvre un robinet sur le réseau de distribution, le matelas d'air comprimé se détend en chassant l'eau dans les canalisations. Les pressions ainsi obtenues assurent, par l'intermédiaire d'un contacteur manométrique, appelé aussi pressostat ou manostat, la mise en route et l'arrêt du groupe électropompe, le cycle se renouvelant en fonction des besoins, et ce d'une manière entièrement automatique [3].

On distingue des réservoirs contenant soit un matelas d'air comprimé, soit une membrane comportant une séparation souple et déformable entre le gaz et l'eau, ou soit un ballon à vessie renfermant de l'air. Les deux premières techniques nécessitent un renouvellement régulier de l'air contenu dans le réservoir car cet air se dissout peu à peu

dans l'eau et ce d'autant plus que les pressions mises en jeu sont élevées [16]. Le renouvellement d'air peut se faire avec une pompe à air manuelle ou à moteur ou avec un dispositif extérieur appelé "Injectair, Insuflair ou Giglair " par exemple, qui, à chaque démarrage de la pompe, envoie une petite quantité d'air dans le réservoir. Le dernier cas, le réservoir muni d'un ballon à vessie, est recommandé et est le plus utilisé actuellement [12] car :

- Le problème de dissolution de l'air dans l'eau ne se pose pas ;
- Il n'y a pas de contact eau/cuve ;
- L'ensemble est moins encombrant.

Le surpresseur doit être logé dans un local éloigné des gaines techniques, escaliers, ascenseurs pour éviter la propagation du bruit. Le volume du ballon à vessie dépend des consignes de pression minimale, maximale, du débit moyen et du nombre de démarrages du moteur autorisé par le constructeur [16]. La figure n°5 présente le montage de la surpression avec réservoir à vessie.

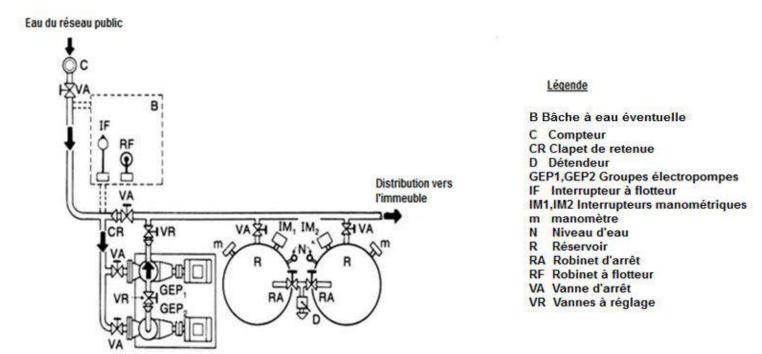


Figure n°5 : Surpression avec réservoir hydropneumatique [16].

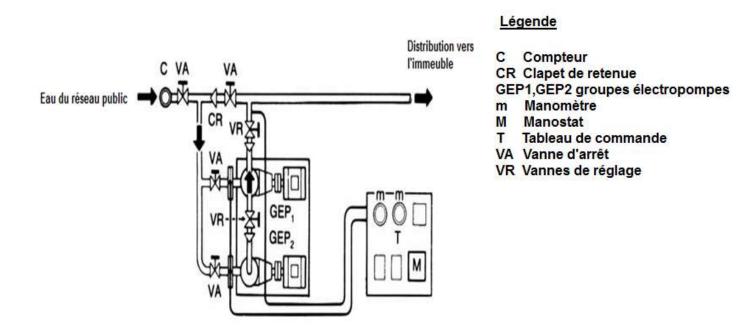
- La surpression continue :

Le principe de base consiste à supprimer complètement les réservoirs à pression d'air coûteux et encombrants. Ainsi, les problèmes d'installation, d'entretien, de renouvellement d'air et surtout de bruit produit sont considérablement diminués, sans oublier également que le local affecté à la surpression devient, dans ce cas, beaucoup plus réduit, puisque l'on gagne ainsi la place, souvent très importante, prise par le réservoir. Cette technique consiste essentiellement à alimenter directement les postes de consommation par une pompe munie d'un système automatique de maintien de pression. Ainsi, le groupe électropompe tourne en permanence tantôt à plein débit aux heures de pointe, tantôt à débit moindre ou même à débit nul, aux heures creuses [16].

Le pilotage de ce groupe ne dépend plus de la pression aval de la distribution comme dans les cas des surpresseurs à réservoir, mais de la pression amont, c'est-à dire de celle du réseau de ville. En effet, si la pression de l'eau du réseau public devient suffisante pour assurer la distribution à tous les niveaux, le groupe électropompe devient superflu et il peut s'arrêter ; sa remise en route est assurée par le même processus, quand la pression de ville descend au-dessous d'une certaine valeur [3].

Une armoire électrique spéciale de commande et de protection est fournie avec chaque installation. Sur le plan technique, dans les zones urbaines où on observe une forte fluctuation ou une valeur faible de la pression de l'eau du réseau de ville, ce dispositif présente des

inconvénients majeurs à cause des démarrages très fréquents ou du fonctionnement continu des pompes même pendant les heures d'absence des usagers de l'immeuble [12]. La figure n°6 donne un schéma d'une surpression continue.



<u>Figure n°6</u>: Représentation schématique d'une surpression continue [16].

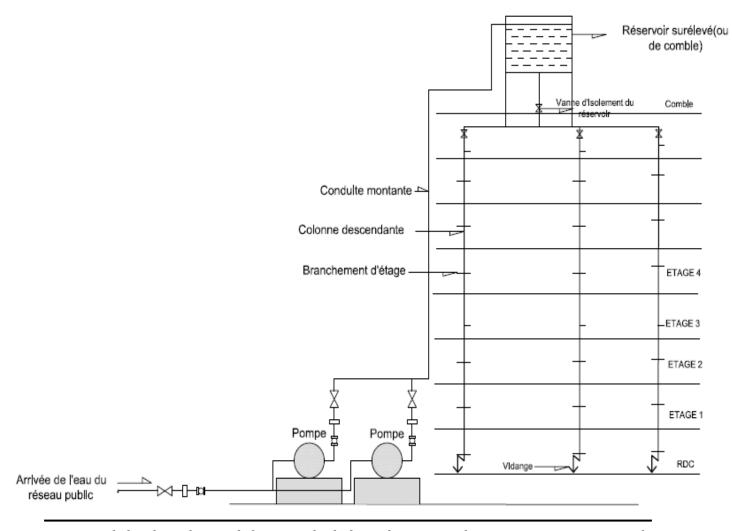
2-2-2 Le système de distribution par réservoirs surélevé (ou réservoir de comble) : La distribution en parapluie.

La solution envisagée consiste à alimenter un ou plusieurs réservoirs par une pompe à l'aide d'une conduite montante et que ce ou ces derniers alimentent à leurs tours les appareils avec les conduites descendantes. Lorsqu'il s'agit d'un réservoir situé au sommet de l'immeuble, ce type de distribution est communément appelé « distribution en parapluie ».Dans le cas où l'on a plusieurs réservoirs

situés aux étages (en général il y a un réservoir par hauteur de 10 à 15 étages), c'est la distribution par zone [3].

Principe du système.

Dans ce système, un réservoir de stockage situé à la partie supérieure de l'immeuble est alimenté par une ou plusieurs pompes à l'aide d'une conduite montante. La mise en route et l'arrêt des pompes sont assurés à l'aide d'un appareillage électrique commandé par un interrupteur à flotteur placé au niveau du réservoir surélevé. Cette solution exige des planchers capables de porter la charge importante représentée par l'eau en réserve. La distribution se fait vers les appareils de façon gravitaire car la ceinture principale est située en dessous du réservoir surélevé [8]. Le schéma du principe se présente comme suit :



Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception en Génie -Civil Rédigé et soutenu par Kokou N. AGOSSOU

Figure n°7 : Schéma de principe : Distribution en parapluie [3].

Le stockage de l'eau

Le stockage de l'eau dans la partie supérieure de l'immeuble permet de résoudre à la fois un problème technique (pression aux différents points de puisage par une alimentation en charge) et un problème économique (coût de l'énergie utilisée). Trois méthodes sont employées pour approcher son volume.

- La méthode analytique: Le fonctionnement du système est simulé au cours d'une journée afin de déceler à des pas de temps prédéterminés les déficits et les surplus de volume non consommés. La réserve de distribution est la somme de la plus grande valeur positive et de la valeur absolue de la plus faible valeur négative.
- La méthode graphique: La méthode graphique de détermination de la réserve de distribution permet de visualiser les compensations entre les temps de faible consommation et ceux des fortes consommations afin d'ajuster les périodes de pompage pour minimiser les risques de rupture de fourniture pendant les heures de forte consommation. En pratique, on se fixe un temps de pompage journalier, les périodes de pompage et le débit de pompage. Puis l'on représente successivement pour une journée (24 heures) :
- l'adduction et la distribution, simplifiées en tranche horaire ;
- les courbes de cumul des débits précédents ;
- la superposition des courbes de cumul des débits.

Une translation parallèle de la courbe d'adduction pour envelopper la courbe de distribution permet la visualisation des deux écarts maxima. La somme de ces deux écarts indique le volume de la réserve de distribution.

La méthode simplifiée: La méthode simplifiée est le résultat de l'expérience de chaque pays. Elle peut être utile, surtout pour les localités ou il n'existe pas encore de données statistiques conséquentes. La capacité de stockage des réservoirs sur les réseaux de distribution est comprise entre 25% et 50%, avec une moyenne 33%, de la consommation journalière de pointe [21].

Pour les grandes réalisations et les immeubles hauts, la contenance des réservoirs est généralement fixée entre le ¼ et les ¾ de la consommation journalière [3]. Il n'y a pas de règle absolue et chaque cas doit être étudié en fonction de ses données propres [3].

2.2.3- Les pompes et les réservoirs.

En plus du réseau de distribution interne, d'autres équipements sont nécessaires pour assurer l'alimentation en eau potable des immeubles de grande hauteur. Il s'agit des pompes et réservoirs évoqués précédemment dans les systèmes de distributions. Le choix et l'installation de ces équipements doivent suivre un certain nombre de règlementation.

2.2.3.1- Les pompes.

Les pompes sont des dispositifs utilisés pour aspirer, pour refouler ou pour comprimer des liquides et des gaz. Il existe un nombre important de pompes adaptées à chaque utilisation. Il existe deux grands types de pompes : les pompes volumétriques et les turbopompes [16].

Les pompes volumétriques utilisent la variation de volume pour déplacer le fluide. Ces pompes peuvent être rotatives ou à piston. Ces types de pompe d'usage ancien restent couramment utilisés en hydraulique rurale avec motricité humaine, éolienne ou animale. De toute façon, ces appareils amènent l'eau au niveau du sol sans

possibilité de la produire sous pression. L'utilisation de ces pompes n'est donc pas adaptée pour la distribution intérieure dans les I.G.H.

Les turbopompes sont actuellement parmi les plus employées des pompes. On distingue les pompes centrifuges et les pompes axiales [16].Les pompes centrifuges sont munies d'un rotor immergé dans le liquide. Le liquide pénètre dans la pompe par un orifice situé à proximité de l'axe du rotor. Ce dernier chasse le liquide sous haute pression vers les extrémités des aubes fixes. Le rotor donne une vitesse relativement importante au liquide. Cette énergie cinétique est convertie en force de pression dans de diffuseur. la partie fixe la pompe ou Pour les faibles débits sous haute pression, la turbine agit par force centrifuge. Pour les gros débits sous faible pression, le sens de l'écoulement à l'intérieur de la pompe est pratiquement parallèle à l'axe de l'arbre. On utilise alors une pompe axiale.

Pour la détermination du calibre de la pompe, les caractéristiques de l'installation s'expriment par :

- Le débit **Q** : C'est le besoin maximal instantané
- La Hauteur Manométrique Totale **HMT** en mètres de colonne d'eau (mce) : C'est la somme de la hauteur géométrique totale de l'installation au poste le plus défavorisé et des pertes de charge.

2.2.3.1- Les réservoirs de stockage.

Les réservoirs constituent les organes régulateurs de pression et de débit entre le régime de production et le régime de consommation. Ils permettent d'emmagasiner l'eau lorsque la consommation est inférieure à la production, et la restituent lorsque la consommation devient

supérieure à la production. Les réservoirs peuvent être soit enterrés, semi-enterrés ou surélevés. Ils peuvent être réalisés selon le cas, en maçonnerie, en béton armé ou précontraint, ou en acier pour de petites capacités [7].

Ces réservoirs permettent une certaine souplesse pour faire face, sans gêne pour les utilisateurs, aux incidents suivants :

- maintenance d'une pompe ;
- accident sur la conduite de refoulement ;
- panne électrique ;

Les réservoirs, à partir d'une certaine capacité, comportent deux compartiments pour les facilités du nettoyage (minimum une fois par an) et des réparations [7]. On distingue :

Les bâches à eau

Les bâches à eau sont des réservoirs à surface libre, enterrés ou semi-enterrés, installés après le compteur général et dans lesquels les pompes aspireront l'eau. Le volume de la bâche sera fixé pour qu'il n'y ait jamais manque d'eau. Ces types de réservoirs doivent être fermés par un dispositif amovible à joints étanches. Ils doivent être facile d'accès et leur installation doit permettre de vérifier en tout temps leur étanchéité.

La canalisation de vidange doit être située au point le plus bas du fond du réservoir. Les orifices d'évacuation du trop-plein et de la vidange sont protégées contre l'entrée des insectes et des petits animaux [3].

Les réservoirs surélevés

Les réservoirs surélevés comme leur nom l'indique se place à la partie supérieure de l'immeuble, sous le toit ou sur la terrasse et alimentent les étages situés en dessous. Ils sont aussi appelés réservoirs de comble. Un niveau minimal de hauteur de chute d'eau doit être assuré dans le réservoir afin de garantir le débit nécessaire d'alimentation. La sécurité en cas de débordement doit être prévue, soit en rendant parfaitement étanche la dalle sur laquelle repose le réservoir, soit dans le cas de réservoir métallique, en construisant un terrassons de sécurité, en zinc de forte épaisseur [3].

En général, Les réseaux de distribution et les ouvrages de stockage doivent être conçus et exploités de manière à éviter une stagnation prolongée de l'eau d'alimentation. Les réservoirs doivent être protégés contre toute pollution d'origine extérieure et contre les élévations importantes de température. Il doit être installé un dispositif permettant une prise d'échantillon d'eau à l'amont et à l'aval immédiat du réservoir [9].

L'ensemble des matériaux constituant les réservoirs ne doit ni se désagréger ni communiquer à l'eau des saveurs ou odeurs désagréables. Après chaque intervention susceptible de contaminer l'eau contenue dans les réservoirs et, de toute façon au moins une fois par an, les réservoirs sont vidés, nettoyés et désinfectés [9].

• Dispositifs de régulation des réservoirs : Les robinets à flotteurs

Ils sont disposés sur l'arrivée d'eau au réservoir. Ils permettent, notamment, de substituer le dispositif de télétransmission électrique d'arrêt de pompage lorsque le réservoir est plein. Ils conditionnent l'arrêt et la marche des pompes alimentant les réservoirs surélevés.

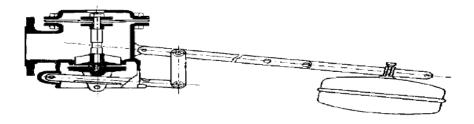
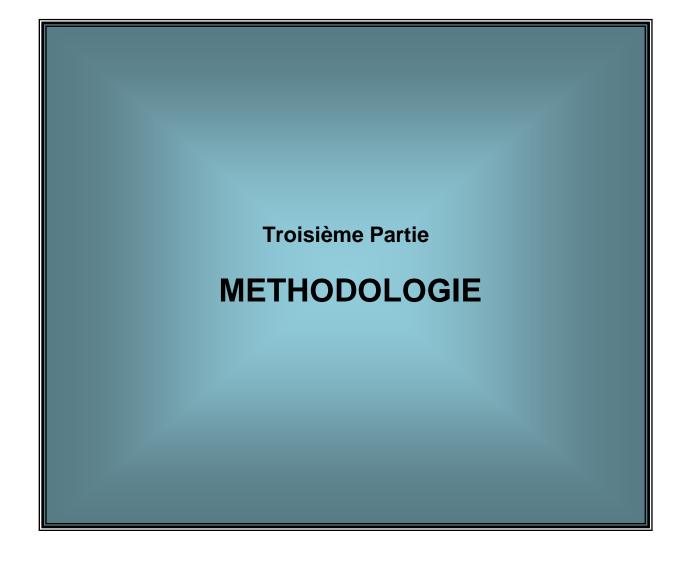


Figure n°8 : Robinet à flotteur [9].



Chapitre 1: PRINCIPES DE DIMENSIONNEMENT

La détermination des éléments d'une distribution intérieure fait intervenir plusieurs variables. Les données du problème sont:

- la pression de distribution ou pression origine ;
- le schéma du tracé du réseau (éventuellement ses accessoires et accidents de parcours);
- les longueurs des tronçons ;
- les niveaux des extrémités des tronçons ;
- les débits à assurer (appareils sanitaires) ;

Ces données permettront de fixer les conditions variables propres à un fonctionnement rationnel de l'installation qui sont:

- le débit nécessaire ;
- la vitesse de l'eau ;
- les pertes de charge;
- les diamètres des conduites ;
- la pression disponible dans les canalisations.

En cas d'insuffisance de pression dans les I.G.H, le choix des pompes et surpresseurs seront nécessaires pour palier à ce problème.

En ce qui concerne les réseaux de distribution intérieure, la norme de calcul qui sera adoptée dans la suite de notre étude sera celle des **DTU 60-11(NF P40-202)** d'octobre1988 .Cette méthode est, pour le moment, celle qu'imposent la plupart des cahiers de charge. De nouveaux DTU sont actuellement en cours de préparation et seront réintégrer à ces derniers.

1.1- La Pression origine de l'eau.

La pression s'exprime en bars ou en mètres de colonne d'eau. Une colonne de 10 m d'eau correspond à une pression de 1 bar. Elle dépend du niveau et de l'éloignement du point de branchement du bâtiment par rapport à la source (château d'eau ou station de pompage). En règle générale, la valeur de la pression au sol garantie est fournie par la société de distribution (la SONEB au Bénin). La pression origine doit être confort et, à cet effet, les modérateurs ou compatible avec le régulateurs de pression seront employés quand elle est trop forte. Au contraire quand elle est trop faible, il faudra mettre en place un système adéquat. La pression au sol à l'entrée des bâtiments est diminuée par les pertes d'énergies au niveau du compteur et du robinet d'arrêt général. Cette pression finale après le branchement générale est celle qui parvient réellement dans l'immeuble. Elle se calcule selon la formule suivante.

$$P_{or} = P_{sol} - (J_C + J_r) \tag{1}$$

Où P_{or} - Pression origine ;

 P_{sol} – Pression au sol garantie par la société distributrice ;

 $J_{\mathcal{C}}$ – Perte de charge au niveau du compteur ;

 J_r - Perte de charge au niveau du robinet d'arrêt général.

Connaissant le débit d'alimentation du réseau intérieur, les pertes de charge au niveau du compteur et du robinet d'arrêt peuvent être directement lues à l'aide d'abaques présentés en annexes 4 et 5.

1.2- Les longueurs des canalisations.

Le schéma du tracé du réseau de distribution nous renseigne sur les longueurs des canalisations. Ces longueurs interviennent dans le calcul des pertes de charge. Plus le réseau possède de canalisations, plus les pertes de charge sont importantes et les pressions diminuent. La conception du réseau sera faite de manière à optimiser les chemins et parcours des canalisations.

1.3- Le débit de base.

Le débit est exprimé en litres par secondes. Les débits de base des appareils sanitaires sont donnés dans le tableau suivant :

<u>Tableau n° II</u>: Débit de base de chaque appareil sanitaire (d'après le D.T.U 60.11)

Appareils	Débit par appareil (litre/s)
Evier, timbre d'office	0,20
Lavabo	0,20
Lavabo collectif (par jet)	0,05
Bidet	0,20
Baignoire	0,33
Douche	0,20
Poste d'eau robinet ½	0,33
Poste d'eau robinet ¾	0,42
WC avec réservoir de chasse	0,12
WC avec robinet de chasse	1,5
Urinoir avec robinet individuel	0,15
Lave-main	0,1
Bac à laver	0,33

Machine à laver le linge	0,2
Machine à laver la vaisselle	0,1

La somme des débits de base de tous les appareils de l'installation équivaut au débit de base total des appareils.

1.4- La simultanéité de puisage.

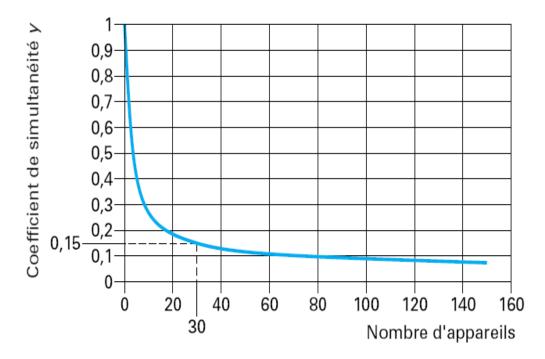
Pour les petites habitations et individuelles, le diamètre de la canalisation est calculé en fonction du coefficient d'utilisation. Le coefficient total d'utilisation est obtenu par la somme des coefficients d'utilisation des différents appareils que dessert la canalisation. Le tableau suivant donne les coefficients d'utilisation de chaque appareil.

<u>Tableau n°III</u>: Coefficient d'utilisation de chaque appareil sanitaire (d'après le D.T.U 60.11)

Appareils	Coefficients d'utilisation
Evier, timbre d'office	2,5
Lavabo	1,5
Lavabo collectif (par jet)	1,5
Bidet	1
Baignoire	3
Douche	2
Poste d'eau robinet ½	2
Poste d'eau robinet ¾	2
WC avec réservoir de chasse	0,5
WC avec robinet de chasse	0,5
Urinoir avec robinet individuel	0,5
Lave-main	0,5
Machine à laver le linge	1

Machine à laver la vaisselle	1
	il

Lorsque cette somme est inférieure à 15, le diamètre est fonction du coefficient d'utilisation et l'abaque présenté à la figure n°11 permet de lire le diamètre adéquat en fonction de la somme des coefficients d'utilisation des appareils sanitaires. Par contre lorsque la somme est supérieure à 15, l'installation est considérée comme collective et le calcul du diamètre est fonction du coefficient de simultanéité. Les appareils sanitaires ne pouvant pas tous fonctionner en même temps, des études expérimentales [3] ont montré que la simultanéité de puisage décrit globalement la courbe présentée ci-dessous.



<u>Figure n°9</u>: Coefficient de simultanéité en fonction du nombre d'appareils (d'après le D.T.U 60.11)

Ainsi, le DTU 60-11 fixe la valeur du coefficient de simultanéité à :

$$y = \frac{0.8}{\sqrt{x-1}}$$
 ; $x \ge 2$ (2)

Où y – le coefficient de simultanéité sans unité ;

x – le nombre d'appareils comptés.

Pour les habitations collectives c'est-à-dire les hôtels, les ERP (Etablissements Recevant du Public), etc, le coefficient de simultanéité obtenu à partir de la formule (2) est majoré d'un coefficient.

<u>Tableau n°IV</u>: Coefficients de simultanéités pour des études particulières [14].

Hôtels de tourisme	
Hôtels de séjour	$y = 1.25 \times (\frac{0.8}{\sqrt{x-1}})$ (3)
Foyers de jeunes travailleurs	, <u>-</u>
Bureau	Pas de majoration
Maison de retraite-Foyer de	$y = (\frac{0.8}{\sqrt{x-1}})$
personnes âgées	
Hôtels de sports d'hiver	
Hôtels à clientèle spécifique	Etude particulière nécessaire mais on
Cantines – Restaurants	considère généralement :
Sanitaires publics	$y = 1.5 \times (\frac{0.8}{\sqrt{x-1}})$ (4)
Écoles – Internats	
Stades – Gymnases	Étude particulière
Casernes	

1.5- Le débit nécessaire.

Le débit nécessaire est le débit réel ou encore le débit instantané de pointe de toute l'installation. Ce débit est obtenu en multipliant le débit de base total de tous les appareils sanitaires par le coefficient de simultanéité. Il se calcul en appliquant la formule suivante :

$$Q_n = y \times Q_b \tag{5}$$

Où y - Coefficient de simultanéité;

Q_b - Débit brut (de tous les appareils sanitaires) ;

Q_n - Débit nécessaire ou de pointe.

1.6- La vitesse de circulation de l'eau.

Elle est considérablement freinée par les frottements dans les tuyaux et accidents de parcours. D'après la norme, les vitesses à prendre en considération sont de :

- 2 m/s à ne pas dépasser pour les canalisations enterrées, en soussol, en caves ou vides sanitaires ;
 - 1,5 m/s à ne pas dépasser pour les colonnes montantes.

La vitesse minimale admise dans les conduites est de 0,5 m/s afin d'éviter les stagnations et les formations de dépôt.

1.7- Le diamètre des canalisations.

Le calcul du diamètre se fait en utilisant le débit instantané et la vitesse de conception. L'abaque de *DARIES* fourni à l'annexe 6 permet de faire la lecture du diamètre en connaissant ces deux paramètres. Cependant, pour plus de précision, on peut directement utiliser la formule donnant le diamètre en fonction du débit et de la vitesse.

En effet on sait que:

$$Q = V \times S$$

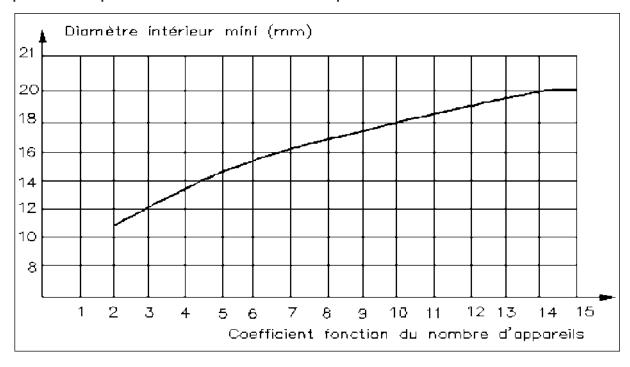
$$\rightarrow Q = V \times \frac{\pi \times D^2}{4}$$

$$\rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}} \tag{6}$$

Où Q - Débit en m³/s;

- S Section transversale de la conduite en m²;
- V Vitesse d'écoulement de l'eau en m/s ;
- D Diamètre de la conduite en m.

Pour les ceintures d'étage ou d'appartement, lorsque la somme des coefficients d'utilisation des appareils sanitaires sur le tronçon considéré est inférieure à 15, les sections des canalisations peuvent rapidement être lues sur l'abaque suivant :



<u>Figure n°10:</u> Diamètre intérieur minimal des conduites en fonction du nombre d'appareils (d'après le D.T.U 60.11)

Quand au raccordement des appareils sanitaires, la norme prévoie des diamètres minimaux de raccordement en fonction du débit de base de chaque appareil. Le tableau suivant précise ces diamètres :

<u>Tableau n°V:</u> Diamètres intérieurs minimaux de raccordement des appareils (d'après le D.T.U 60.11).

Appareils	Diamètres intérieurs mini de raccordement des appareils
Evier, timbre d'office	12
Lavabo	10
Lavabo collectif (par jet)	Suivant nombre de jets
Bidet	10
Baignoire	13
Douche	12
Poste d'eau robinet 1/2	12
Poste d'eau robinet 3/4	13
WC avec réservoir de chasse	10
WC avec robinet de chasse	Au moins le diamètre du robinet
Urinoir avec robinet individuel	10
Lave-main	10
Machine à laver le linge	13
Machine à laver la vaisselle	10

1.8- Les pertes de charge.

Un réseau de distribution est formé par un ensemble de canalisations, de raccords, de robinets de puisage et de leurs accessoires. Ainsi distinguera-t-on les pertes de charge linéaires et les pertes de charge singulières.

Les pertes de charge linéaires.

Tout déplacement de matière en contact avec un contenant immobile nécessite une dépense d'énergie pour vaincre les résistances de frottement :

- entre le fluide et les parois qui le contiennent ;
- entre les filets du fluide.

En connaissant le diamètre de la conduite concernée et en fixant la vitesse de l'eau, on peut lire la valeur de la perte de charge unitaire correspondante sur l'abaque de *DARIES*. Elles peuvent être, de manière plus précise, évaluées directement à l'aide de la formule de *FLAMANT*. Cette formule est celle préconisée par le DTU 60-11 [4]

$$j = k \times V^{(1,75)} \times D^{(-1,25)} \tag{7}$$

Où J - Perte de charge unitaire en m.c.e /ml;

V - Vitesse d'écoulement de l'eau en m/s ;

D - Diamètre de la conduite en m.

Le coefficient k de la formule dépend du matériau utilisé et tient compte de :

- de la rugosité relative ;
- de la viscosité cinématique de l'eau.

La valeur de k adoptée pour l'eau froide est de 0,00092 et est obtenue expérimentalement.

L'abaque de *DARIES* a été établi pour les tuyaux en fonte et en fer noir. L'auteur propose alors de faire des abattements sur les pertes de charge :

- 10% pour les tubes en acier galvanisé ;
- 15% pour les tubes en cuivre ;
- 30 à 50 % pour les tuyaux en matériau plastique.

La perte de charge linéaire sera calculée en multipliant la perte de charge unitaire par la longueur de la conduite. Elle se traduit par la formule suivante :

$$j_1 = L \times j \tag{8}$$

Où J_I - Perte de charge linéaire en m.c.e ;

j - Perte de charge unitaire en m.c.e /ml.

Les pertes de charge locales.

Les pertes de charge locales peuvent être déterminées de deux manières :

- la première manière consiste à estimer les pertes de charge singulières à 15% des pertes de charge linéaires. Cette méthode est très rapide mais elle n'est pas d'une bonne précision. Elle est surtout utilisée pour des réseaux importants et présentant un grand nombre de parcours non linéaire.
- la seconde manière consiste à déterminer pour chaque singularité (coudes, tés, etc..) une longueur équivalente de conduite. Ces longueurs sont données sous forme d'abaques (voir Annexe 7) en fonction du diamètre de la conduite. Elle s'avère beaucoup plus précise que la première mais nécessite beaucoup plus de temps.

La perte de charge totale sera la somme des pertes de charge linéaires et singulières sur tout le réseau :

$$J_t = \sum J_l + \sum J_s \tag{9}$$

Où J_I - Perte de charge linéaire en m.c.e ;

Js - Perte de charge singulière en m.c.e;

Jt - Perte de charge totale en m.c.e.

1.9- La pression disponible dans les canalisations.

La pression totale est la somme de la pression statique et de la pression dynamique. Une pression maximale de 4 bars est admise dans les canalisations à l'entrée des logements ou des appartements d'immeubles [10]. Au-delà, il est impératif d'installer des réducteurs de

pressions. En règle générale, la pression à la sortie d'un tronçon de canalisation se calcule de la manière suivante :

$$P_S = P_e - J_t + (C_1 - C_2) \tag{10}$$

Où P_S - Pression à la sortie de la conduite en m.c.e ;

Pe – Pression à l'entrée de la conduite en m.c.e ;

Jt - Perte de charge dans la conduite en m.c.e;

C₁ – Côte de l'entrée de l'eau dans la conduite en m.c.e ;

 C_2 – Côte de sortie de l'eau dans la conduite en m.c.e.

Selon le code de plomberie [3], le branchement et le réseau intérieur doivent avoir une section suffisante pour que la pression résiduelle au point de puisage le plus élevé ou le plus éloigné de l'immeuble soit encore au moins 2m à l'heure de pointe de consommation, même au moment où la pression de service dans la conduite publique atteint sa valeur minimale.

La procédure de calcul se fera en fonction d'un chemin suivi. Ainsi pour un chemin donné on soustrait de la pression origine, les pertes de charge dues aux conduites traversées. La relation utilisée est une forme simplifiée de l'équation de *BERNOULLI*. On a :

$$H_{point\ initial} - H_{point\ final} = \sum_{point\ initial}^{point\ final} Pertes\ de\ charge$$

La hauteur de charge se calcul de la manière suivante :

$$H = z + \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g}$$

Où H - Hauteur de charge moyenne du point considérer ;

z – côte du point considérer;

P – Pression statique au point considérer ;

V – Vitesse instantanée au point considérer ;

 γ – Poids volumique de l'eau ;

g - Accélération de la pesanteur.

En appliquant cette équation entre le point du branchement d'eau général (point 1) et le point défavorable (poste d'eau le plus éloigné du branchement) de l'immeuble (point 2), on a :

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + \sum J$$

Les vitesses sont considérées constantes sur tout le parcours,

$$\frac{P_1}{\gamma} = z_2 - z_1 + \frac{P_2}{\gamma} + \sum J$$

La pression P_1 correspond à la pression origine de départ et on admet une pression résiduelle minimale au point 2, l'équation devient :

$$P_{or} = z_2 - z_1 + Pr + \sum J$$

En résumé, on doit toujours avoir :

$$P_{or} \ge \Delta h + J_t + P_r \tag{11}$$

Où P_{or} - Pression origine en m.c.e ;

 Δh – Dénivelé entre la conduite publique et le point le plus élevé en m.c.e :

Pr – Pression résiduelle disponible au point le plus élevé en m.c.e ;

Jt - Perte de charge totale dans le réseau en m.c.e.

Dans le cas où cette condition n'est pas vérifiée, il faudrait nécessairement augmenter le diamètre des conduites pour des raisons citées plus haut. La procédure de vérification sera refaite à chaque fois qu'on augmente le diamètre jusqu'à l'obtention d'une pression satisfaisante.

Cette relation est valable aussi pour le système de distribution en parapluie. Dans ce cas, la hauteur de charge est fournie par le réservoir surélevé (placé à la partie supérieure) dont la surface libre est soumise à la pression atmosphérique. Les hypothèses sont les suivantes :

$$P_1 = P_{atm}$$
 et $P_2 = P_{atm} + P_r$

La hauteur géométrique de ce réservoir est :

$$z_1 = z_2 + \sum J + P_r$$

 Z_1 – côte du réservoir surélevé ;

 z_2 – côte du point de puisage le plus élevé de l'immeuble.

1.10- Le choix des pompes et surpresseurs.

Le choix des pompes se caractérise par :

- le débit de l'installation Q qui est le débit nécessaire ;
- la hauteur manométrique totale HMT;

La hauteur manométrique totale se calcul de la manière suivante :

Les pompes sont raccordées au réseau de distribution urbain. Elles bénéficient donc de la pression du réseau en amont :

$$HMT = H_{gr} + J_{asp} + J_{ref} + P_r - P_a$$
 (12)

Où:

HMT - Hauteur manométrique totale ;

Hgr – hauteur géométrique de refoulement c'est à dire la hauteur entre l'axe de la conduite de refoulement de la pompe et le niveau du poste d'eau le plus haut ;

Jasp- Pertes de charge à l'aspiration ;

Jref - Pertes de charge au refoulement ;

Pr - Pression résiduelle disponible au point le plus éloigné en ;

Pa – Hauteur de charge à l'aspiration de la pompe ;

La puissance hydraulique de la pompe se calcul de la manière suivante :

$$Ph = \gamma \times Q \times HMT \tag{13}$$

Où:

Ph-Puissance hydraulique de la pompe en Watt;

γ – Poids volumique de l'eau en N/m³

Q- Débit instantanée de pointe de l'immeuble en m³/s;

HMT-Hauteur manométrique de la pompe en m.

En connaissant le rendement du moteur, on estime la puissance du moteur de la pompe.

En ce qui concerne, le réservoir régulateur du surpresseur, son volume se calcul selon la formule suivante :

$$V = \frac{275 \times Q \times (BP+1) \times (HP+1)}{F \times E \times (Pg+1) \times N}$$
 (14)

Où:

V- Volume du réservoir en litres ;

Q- Débit moyen de la pompe en m3/h;

BP- Pression de mise en marche du surpresseur en bar ;

HP -Pression d'arrêt du surpresseur en bar ;

F- Fréquence de démarrage des pompes en nombre de démarrages/heure ;

E- Ecart entre BP et HP en bar ;

Pg- Pression de prégonflage du réservoir égale à BP – 0,5 (limitée à 5 bar) en bar ;

N- Nombre de pompes.

Les pressions (de mise en marche et d'arrêt) sont choisies de façon telle que la pression d'enclenchement soit suffisante pour

alimenter le point le plus haut de l'installation (y compris éventuellement la pression supplémentaire désirée à ce niveau).

On ajoutera à cette pression d'enclenchement la valeur de la fourchette (arbitrairement 1; 1,5 ou 2 bar) pour obtenir la pression de déclenchement.

1.11- Le dimensionnement du réservoir surélevé.

On établit à partir du profil de consommation une grille de pompage et une grille de consommation suivant les heures d'une journée. La grille de pompage dépend du débit de pointe et des périodes de fonctionnement de la pompe. La grille de consommation dépend du fonctionnement de l'immeuble. Les variations entre les périodes de pompages et de consommations permettent de déterminer le volume de la réserve. La réserve de distribution est la somme de la plus grande valeur positive et de la valeur absolue de la plus faible valeur négative. Ce volume s'exprime par :

$$V = Max(surplus) + Valeur \ absolue[min(déficit)]$$
 (15)

Chapitre 2: CONSTRUCTION D'UN ALGORITHME DE DIMENSIONNEMENT DE CHAQUE SYSTEME DE DISTRIBUTION

2.1-Introduction

A travers le principe de dimensionnement, nous constatons qu'il existe une multiplicité de variables à considérer. Les variables initiales, qui dépendent surtout de l'architecture et des exigences de l'immeuble, permettent de déterminer les valeurs des paramètres recherchés à la fin du processus. Ces paramètres sont le débit et la pression disponible dans les conduites afin d'assurer un bon fonctionnement des appareils sanitaires. Cependant, la détermination de ces deux paramètres fondamentaux passe par le calcul des pertes de charge, de la vitesse de l'eau, des diamètres des canalisations, etc...

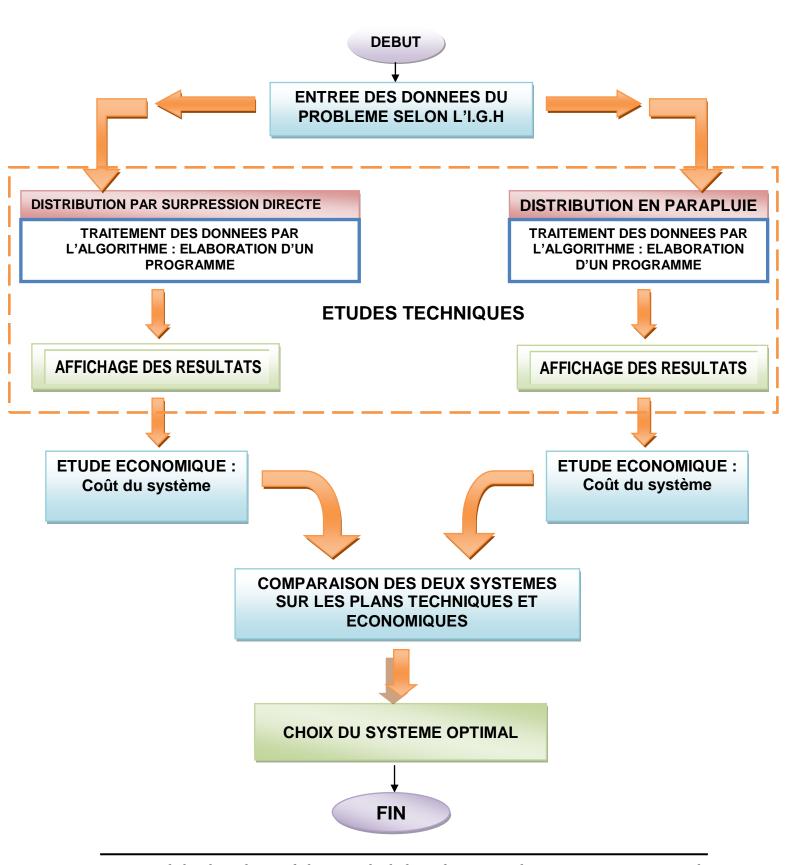
les relations existantes entres les variables initiales et les variables résultantes se traduisent par l'ensemble des lois ou formules qui ne peuvent que s'employer dans certaines conditions bien définies précisées au chapitre1 .De plus ,certaines procédures itératives sont nécessaires pour le contrôle des résultats obtenus .C'est le cas par exemple, du control de la vitesse réelle de circulation de l'eau, des pertes de charge et de la vérification de la pression disponible dans les conduites avant l'installation des dispositifs d'insuffisance de pression.

Le dimensionnement du réseau de distribution relève alors de plusieurs opérations élémentaires séquentielles, conditionnées et itératives jusqu'à l'obtention des résultats.

L'algorithmique est l'ensemble des règles et des techniques qui sont impliquées dans la définition et la conception d'algorithmes, c'est-à-dire de processus systématiques de résolution d'un problème suivant un enchaînement déterminé de règles opératoires. Cette science, qui est

une branche de la mathématique, nous permettra de dimensionner chaque système de distribution intérieure avec les conditions initiales qui dépendent de chaque cas d'I.G.H. Ceci nous permettra par la suite de pouvoir effectuer une étude comparative des deux systèmes sur les plans techniques et économiques. La procédure adoptée pour effectuer l'étude comparative des deux systèmes de distribution intérieure est schématisée comme suit (voir la page suivante) :

METHODOLOGIE DE L'ETUDE



2.2- Le système de distribution par surpression directe.

2.2.1- Conduite de calcul.

La conduite de calcul décrit de façon claire l'ensemble des étapes à suivre pour résoudre le problème. Les détailles sur les opérations effectuées à chaque étape ne sont pas précisés ici. La démarche méthodologique est la suivante :

- 1- Tracer le réseau intérieur de distribution intérieure d'eau froide de l'immeuble : Il s'agit de faire les schémas isométriques et unifilaires complets ;
- 2- Identifier les différentes sections, par exemple à l'aide de lettres : A, B... ;
- 3- Les calculs se feront circuit par circuit, tronçon par tronçon pour chaque colonne montante en commençant par le point le plus élevé de la colonne montante considérée. Le dernier circuit à considérer sera le circuit défavorisé.
- 4- Mesurer la pression au sol garantie par la compagnie distributrice. Si cette pression est inférieure ou égale à la somme de la hauteur du point de puisage le plus élevé (ou le plus éloigné selon le cas) et de la pression résiduelle considérée en ce point, alors ce point ne peut en aucun cas être alimenté convenablement. C'est généralement le cas des IGH. Il faut installer les équipements de surpression ;
- 5- Rechercher le débit en chaque point de puisage dans le tableau des débits de base de chaque appareil sanitaire (Tableau n°II) ;
- 6- Déterminer le débit total de base des appareils sanitaires de chaque tronçon du circuit concerné ;
- 7- Calculer le coefficient de simultanéité de puisage des appareils sanitaires pour chaque tronçon du circuit concerné. Ce coefficient dépend de la spécificité de l'immeuble ;

- 8- Calculer le débit instantané nécessaire de chaque tronçon du circuit concerné ;
- 9- Calculer le diamètre des conduites de chaque tronçon du circuit concerné du réseau de distribution en indiquant les vitesses admissibles de circulation de l'eau. Les vitesses doivent être minimales afin de réduire les pertes de charges ;
- 10- Choisir un tube du commerce ayant un diamètre directement supérieur à celui calculé";
- 11- Calculer la vitesse réelle de l'eau dans le tronçon considéré ;
- 12- Vérifier que la vitesse réelle calculée reste dans les limites de vitesses imposées par le DTU. Tant que cette vitesse ne respecte pas les limites, retourner à l'étape 9 pour reconsidérer convenablement la vitesse théorique dans la conduite ;
- 13- Calculer la perte de charge dans chaque tronçon puis calculer la perte de charge totale dans le circuit après avoir dimensionné tous les tronçons du réseau. Les pertes de charges dépendent de la nature des conduites du réseau ;
- 14- Déterminer les caractéristiques du surpresseur ;
- 15- Si la pression au sol de la compagnie distributrice est supérieure à la somme de la hauteur du point de puisage le plus élevé et de la pression résiduelle considérée en ce point, alors il faut calculer les pertes de charges dans le circuit défavorisé pour vérifier si le dernier pourra être alimenté convenablement.
- 16- Calculer la pression origine de l'eau après le compteur et le robinet d'arrêt général ;
- 17- Retour à l'étape 9 pour recalculer le circuit défavorisé du réseau avec les vitesses maximales d'écoulement de l'eau qu'impose la norme ;
- 18- Calculer les pertes de charge totales dans le circuit défavorisé ;

- 19- Vérifier la suffisance de la pression au sol;
- 20- Si cette pression est suffisante, calculer la pression disponible dans chaque tronçon pour chaque circuit du réseau ;
- 21- Si la pression au sol est insuffisante alors le robinet défavorisé ne fonctionnera pas correctement, retourner à l'étape 9 pour diminuer la vitesse de circulation choisie afin de réduire les pertes de charge ; Tant que le robinet défavorisé ne fonctionnera pas correctement, retourner à l'étape 9 pour diminuer la vitesse dans la conduite jusqu'à la sa limite minimale ;
- 22- S'il y a un problème d'insuffisance de pression, installer un surpresseur;
- 23- Retour à l'étape 14 pour déterminer les caractéristiques du groupe surpresseur ;
- 24- Considérer le HMT de la pompe comme nouvelle valeur de la pression origine, Retourner à l'étape 20 pour calculer la pression disponible dans chaque tronçon pour chaque circuit.

25- Fin

2.2.2- Construction de l'algorithme.

2.2.2.1 - Analyse du problème.

L'analyse du problème permet d'identifier les données à fournir, les données particulières de la physique comme les constantes, les données résultantes et toutes autres informations ou contraintes sur les solutions. Il s'agit des structures de données et de contrôles.

Les structures de données sont les suivantes :

- Les données nécessaires (variables d'entrée) :
- Pression au sol *Psol* garantie par la compagnie distributrice ;
- Nombre de circuits *m* du réseau de distribution à étudier ;

- Nombre de tronçon k sur le circuit considéré du réseau ;
- Spécificité **a** de l'immeuble pour le calcul du coefficient de simultanéité ;
- Nature du matériau constituant le réseau par la valeur de v;
- Longueur des canalisations pour chaque tronçon L_t ;
- Nombre de catégories p d'appareils sanitaires ;
- Nombre d'appareil sanitaire n_{Asi} pour chaque catégorie d'appareil ;
- Vitesse théorique de circulation V_t et $V_t^{'}$ de l'eau dans les canalisations selon le type de tronçon considéré ;
- Altitude h du point de puisage défavorisé;
- Pression résiduelle *Pr* du point de puisage défavorisé ;
- Hauteur géométrique **hgéo** totale entre le niveau de la conduite d'aspiration de la pompe et le point de puisage le plus élevé ;
- Longueur *lp* de la tuyauterie d'aspiration des pompes ;
- Pertes de charge Js des appareils de sectionnement à l'aval et à l'amont des pompes;
- Ecart *E* entre la pression d'enclenchement et de déclenchement des pompes;
- Fréquence *F* de démarrage des pompes en nombre de démarrage par heure ;
- Nombre N de pompes souhaitées ;

❖ <u>Les données résultantes (</u>variables de sortie):

- Débit nécessaire Qn_t des appareils sanitaires pour le tronçon t et le débit de pointe Q_n ;
- Vitesse réelle de circulation Vr_t de l'eau dans le tronçon t;
- Diamètre réel Dr_t du tronçon t;
- Pertes de charge totale J_d sur tout le circuit défavorisé du réseau ;

- pressions disponibles Pd_t dans chaque tronçon t;
- La hauteur manométrique totale HMT de la pompe;
- Le volume Vrés du réservoir de régulation du surpresseur.

Les variables intermédiaires:

- Débit total de base Qb_t des appareils sanitaires pour le tronçon t;
- Coefficient de simultanéité K_t pour le tronçon t;
- Coefficient v d'abattement des pertes de charge selon la nature des matériaux.
- Pertes de charge unitaire j_t dans le tronçon t;
- Pertes de charge totale J_t dans le tronçon t;
- Pertes de charge totale J_c sur tout le circuit considéré du réseau ;
- Nombre total N_t d'appareil sanitaire ;
- Différence d'altitude Δh_t entre les points d'entrée et de sortie de l'eau dans le tronçon t ;
- Pertes de charge Jb dans les compteurs et robinets d'arrêt général.

Les constantes et les tableaux:

- Tableau des débits de base qb_{Asi} de chaque appareil sanitaire ;
- Tableau des diamètres normalisés Dr_t des conduites.

❖ Les relations principales:

Il s'agit de l'ensemble des formules énoncées précédemment dans les principes de dimensionnement.

Les structures de contrôle que nous avons utilisées pour l'algorithme sont les suivantes :

❖ Structures séquentielles:

Les instructions sont exécutées de manière séquentielle, étape par étape, c'est-à-dire dans l'ordre où elles apparaissent dans la conduite de calcul. Tant qu'une instruction n'est pas terminée, une autre ne peut être exécutée. Parfois, il est nécessaire de sauter un bloc d'instructions, c'est le rôle de " Passer à l'étape x ", x représente le chiffre repérant l'étape en question.

Structures conditionnelles:

Lorsqu'une condition est vraie, une ou plusieurs instructions sont réalisées .Dans le cas contraire, une autre instruction sera exécutée. Il s'agit de la syntaxe "Si <condition>Alors " qui est utilisée pour :

- Spécifier l'usage de l'immeuble, le type de canalisation (horizontale ou verticale), la nature des conduites (matériau) ;
- Vérifier si le point défavorable aura une pression convenable ;
- Vérifier si un problème d'insuffisance de pression se pose ;
- Effectuer des sauts d'étapes sous certaines conditions.

Structures répétitives :

Il s'agit des boucles. Le nombre de fois peut être connu d'avance ou contrôlé par la réalisation d'une condition. La syntaxe " Tant que <condition> Faire " effectue une instruction tant qu'une condition est satisfaite. Elle est utilisée pour :

- Contrôler la vitesse réelle de circulation de l'eau dans les canalisations afin qu'elle n'excède pas les limites imposées par les normes;
- Contrôler les pertes de charge dans les canalisations en diminuant progressivement les vitesses théoriques jusqu'à obtention d'une pression résiduelle convenable au dernier point de puisage ou jusqu'à l'installation des équipements de surpression.

La syntaxe "Pour <compteur> De <valeur initiale> jusqu'à < valeur finale> Faire " effectue les opérations lorsque le nombre de répétitions est connu. Elle est utilisée pour le calcul des données résultantes (débit, pression, vitesse, pertes de charge, diamètre, etc) qui varient en fonction de la colonne ou du tronçon étudié : Elle permet de compter :

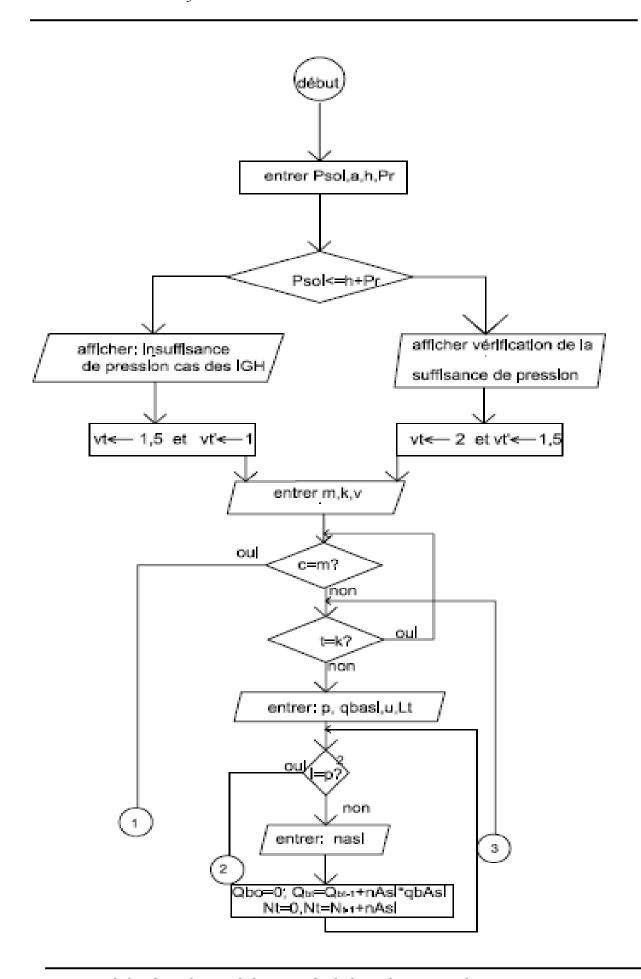
- Un nombre bien défini m de circuit du réseau de distribution ;
- Un nombre bien défini k de troncons par circuit ;
- Un nombre *p* d'appareil sanitaire par tronçon.

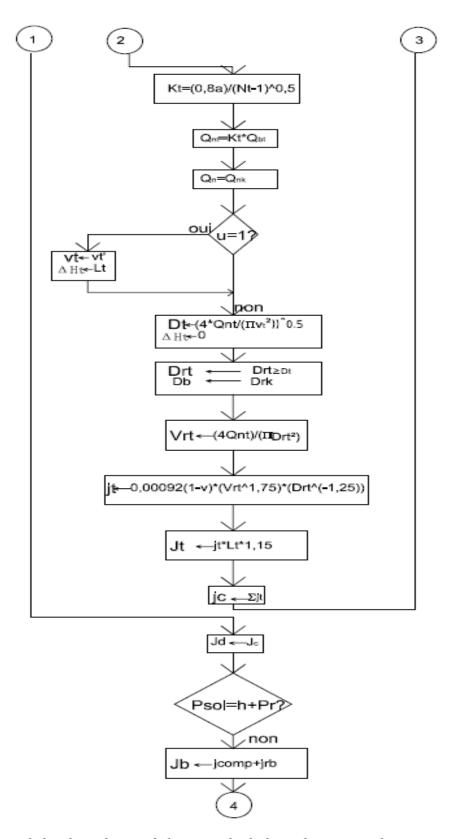
2.2.2.2 – Elaboration de l'algorithme.

L'analyse du problème permet de dégager aisément les variables utiles et leurs catégories(les entrées, les sorties et les intermédiaires), les relations mathématiques et les structures de contrôles. L'algorithme, présenté en annexe 16, sera écrit de manière à facilité sa transcription dans un langage de programmation.

2.2.2.3 - Organigramme.

L'organigramme est la représentation graphique de l'algorithme. Un organigramme est donc un diagramme qui montre le cheminement des données dans un programme ou dans un système d'information, ainsi que les opérations pratiquées sur ces données lors des différentes étapes de la conduite de calcul. Ces opérations sont représentées par des cases dont les formes sont normalisées : rectangles pour les calculs, losanges pour les tests, parallélogrammes pour les entrées et les sorties de données. Ces cases sont reliées entre elles par des lignes fléchées qui indiquent le cheminement. L'organigramme de calcul se présente comme suit :





Por⊷PsoLjb Por-Jd>=h+Pr? pon afficher; diminuer les vitesses afficher: pression suff|sante pour diminuer les pertes de charges/ ou po=Jd<h+Pret {Vt>1,5;Vt'>1}? oul, pon entrer: Vt,Vt',u, pon afficher: insuffisance de pression due / Pdk=Por-AHk-1-Jk-1 c=m aux pertes de charges oui t=k? entrer: hgéo, lp,Js,E,F,N,T/ pon Vt≪-Vt′ HMT -0,00092(1-v)*(Vt^1,75)*(Db^(-1,25))*lp*1,15 Pak-1=Pak+1-**-∆**Hk-1**-J**k-+2Js+Jd+Pr $Dt \sim (4^{\circ}Qnt/(\Pi vt^2))^{\circ}0.5$ Db← Drk Vrés «-- (275*Qn*(HMT/10+1)*(HMT/10+E+1)/(E*F*2*N) $Vrt \leftarrow (4Qnt)/(\Pi_{Drt^2})$ Vbac←Qn*3,6*T -0,00092(1-v)*(Vrt^1,75)*(Drt^(-1,25)) Por-HMT Jt ←jt*Lt*1,25 afficher: Qnt,Qn,Vn,Dn,Jd,Vbsc,HMT,Pdt /

2.3- Le système de distribution en parapluie.

2.3.1- Conduite de calcul

Le système disposera d'un réservoir de comble et d'un groupe de pompes au lieu d'un surpresseur en cas d'insuffisance de pression. Les étapes sont les suivantes :

- 1- Tracer le réseau intérieur de distribution intérieure d'eau froide de l'immeuble : Il s'agit de faire les schémas isométriques et unifilaires complets ;
- 2- Identifier les différentes sections, par exemple à l'aide de lettres : A, B...
- 3- Les calculs se feront tronçon par tronçon en commençant par le point le plus éloigné du réservoir se situant au bas de la colonne descendante considérée. Le dernier tronçon à considérer sera la conduite principale de départ du réservoir qui dessert tout l'immeuble ;
- 4- Rechercher le débit en chaque point de puisage dans le tableau des débits de base des appareils sanitaires (Tableau n°II);
- 5- Déterminer le débit total de base des appareils sanitaires pour chaque tronçon du circuit;
- 6- Calculer le coefficient de simultanéité de puisage de chaque tronçon du circuit concerné ;
- 7- Calculer le débit nécessaire des appareils sanitaires de chaque tronçon du circuit concerné ;
- 8- Calculer le diamètre des conduites de chaque tronçon du circuit concerné du réseau de distribution en indiquant les vitesses admissibles de circulation de l'eau. Considérer les vitesses maximales admises pour optimiser les diamètres des conduites ;
- 9- Choisir un tube du commerce ayant un diamètre directement supérieur à celui calculé.

- 10- Calculer la vitesse réelle de l'eau dans le tronçon considéré ;
- 11- Vérifier que la vitesse réelle calculée reste dans les limites de vitesses imposées par la norme. Tant que cette vitesse ne respecte pas les limites, retourner à l'étape 8 pour reconsidérer convenablement la vitesse théorique dans la conduite ;
- 12- Calculer la perte de charge dans chaque tronçon puis calculer la perte de charge totale dans le circuit après avoir dimensionné les autres tronçons du circuit ;
- 13- Calculer le diamètre de la conduite montante d'alimentation du réservoir :
- 14- Choisir un tube du commerce ayant un diamètre directement supérieur à celui calculé ;
- 15- Calculer la perte de charge totale dans cette conduite ;
- 16- Calcul de la hauteur de charge minimale à partir de la hauteur du point de puisage le plus élevé ;
- 17- Calcul du volume du réservoir surélevé à partir du profil de consommation de l'immeuble ;
- 18- Calculer la pression disponible dans chaque tronçon du circuit concerné ;
- 19- Déterminer les caractéristiques de la pompe.

2.3.2- Construction de l'algorithme.

2.3.2.1 – Analyse du problème.

Les données nécessaires et résultantes ne sont pas exactement pareilles et les étapes ne sont pas les mêmes.

Les structures de données sont les suivantes :

- ❖ Les données nécessaires (variables d'entrée) :
- Pression au sol garantie par la compagnie distributrice Psol;
- Nombre de circuits d du réseau de distribution à étudier ;

- Nombre de tronçon k sur le circuit considéré du réseau ;
- Longueur des canalisations pour chaque tronçon L_t ;
- Spécificité a de l'immeuble pour le calcul du coefficient de simultanéité;
- Nombre de catégories p d'appareils sanitaires ;
- Nombre d'appareil sanitaire n_{Asi} pour chaque catégorie d'appareil ;
- Vitesse théorique de circulation $\boldsymbol{\mathit{V}}_t$ de l'eau dans les canalisations ;
- Altitude h du point de puisage le plus élevé ;
- Hauteur géométrique **hgéo** totale entre le niveau de la conduite d'aspiration des pompes et le point de puisage le plus élevé ;
- Pression résiduelle Pr du point de puisage le plus élevé ;
- Longueur lp de la tuyauterie d'aspiration des pompes ;
- Nombre N de pompes souhaitées ;
- Pertes de charge Js des appareils de sectionnement à l'aval et à l'amont des pompes;
 - Les données résultantes (variables de sortie):
- Débit nécessaire $oldsymbol{Q} n_t$ des appareils sanitaires pour le tronçon $oldsymbol{t}$ et le débit de pointe $oldsymbol{Q}_n$;
- Vitesse réelle de circulation Vr_t de l'eau dans le tronçon t ;
- Vitesse réelle de circulation Vr_m de l'eau dans la conduite montante d'alimentation du réservoir surélevé ;
- Diamètre réel Dr_t du tronçon t;
- Diamètre de la conduite montante $m{D}_{rm}$ d'alimentation du réservoir surélevé ;
- Pertes de charge totale J_d dans tout le circuit considéré du réseau ;
- pressions disponibles ${\it Pd}_t$ dans chaque tronçon t ;
- Hauteur de charge nécessaire pour l'alimentation à partir du réservoir $H_{r\acute{e}s}$;

- La hauteur manométrique totale HMT de la pompe;
- Volume du réservoir $oldsymbol{V_{rés}}$ surélevé.

Les variables intermédiaires:

- Débit total de base Qb_t des appareils sanitaires pour le tronçon t;
- Coefficient de simultanéité K_t pour le tronçon t;
- Pertes de charge unitaire j_t dans le tronçon t;
- Pertes de charge totale J_t dans le tronçon t;
- Pertes de charge totale $\boldsymbol{J_m}$ dans la conduite montante d'alimentation
- du réservoir surélevé ;
- Perte de charge Jr entre le réservoir surélevé et le point le plus élevé;
- Pertes de charge *Jb* dans les compteurs et robinets d'arrêt général
- Nombre total N_t d'appareil sanitaire ;
- Différence d'altitude Δh_t entre les points d'entrée et de sortie de l'eau dans le tronçon t ;
- Longueur totale de la conduite montante L;
- la hauteur de chute minimale d'eau dans le réservoir H_{ch} ;

Les constantes et les tableaux :

- Tableau des débits de base qb_{Asi} de chaque appareil sanitaire;
- Tableau des diamètres normalisés Dr_t des conduites.

Les relations principales :

Il s'agit de l'ensemble des formules énoncées précédemment dans les principes de dimensionnement.

Les structures de contrôle de l'algorithme sont les structures séquentielles, conditionnelles et itératives.

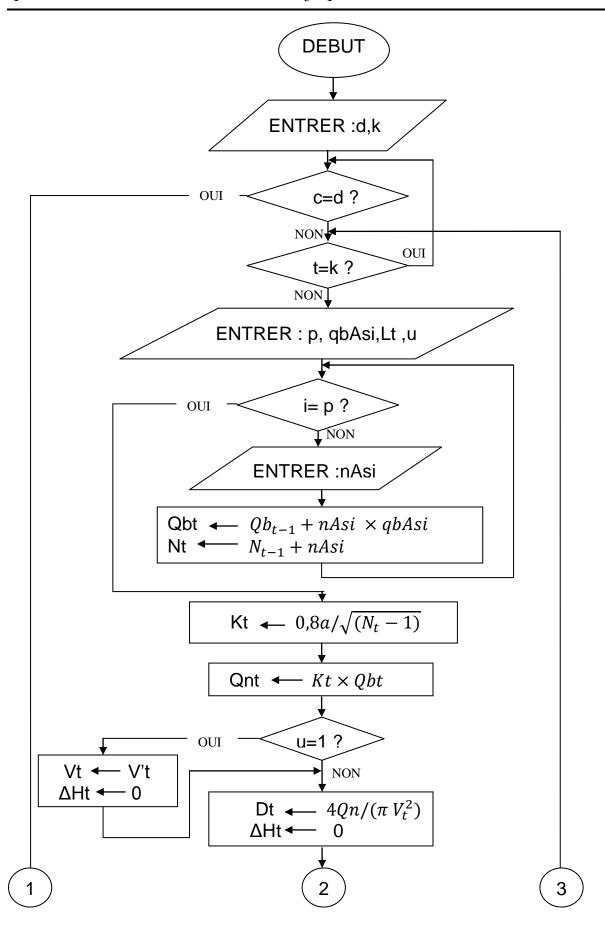
2.3.2.2 - Elaboration de l'algorithme.

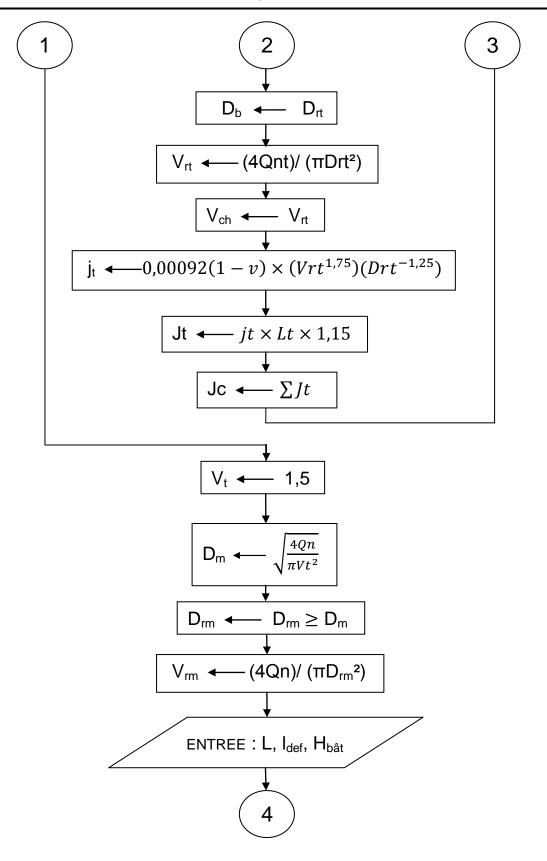
Certaines variables initiales sont communes aux deux algorithmes car les deux systèmes s'appliquent au même immeuble. Les entrées de ces variables ne sont donc plus nécessaires dans ce cas. Il s'agit de :

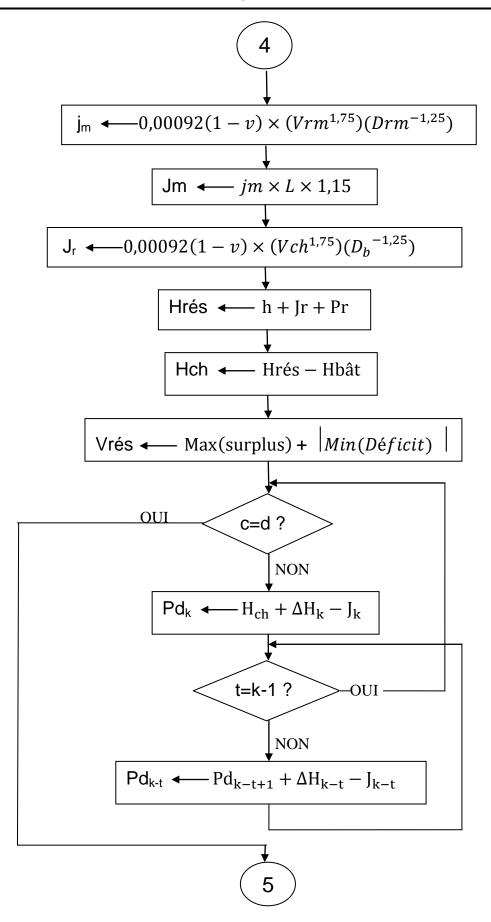
- La valeur de a dépendant de l'usage de l'immeuble ;
- La valeur de *v* dépendant du matériau choisi pour le réseau ;
- La pression au sol Psol de la compagnie distributrice.
 La structure de l'algorithme est présentée en annexe 16.

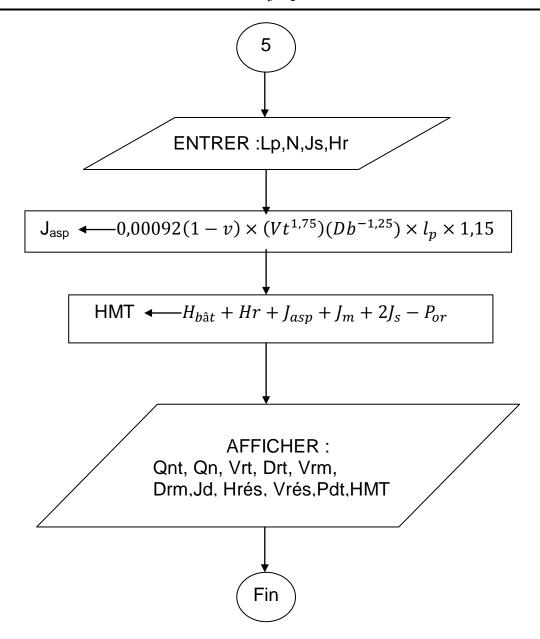
2.3.2.3 - Organigramme.

L'organigramme se présente de la manière suivante :









Quatrième Partie

ETUDE DE CAS SPECIFIQUE : CONCEPTION DU SYSTEME DE DISTRIBUTION INTERIEURE D'EAU POTABLE D'UN IMMEUBLE DE TYPE R+8 AVEC SOUS-SOL, IMMEUBLE DU SIEGE DE LA COMPAGNIE D'ASSURANCE "AFRICAINE DES ASSURANCES", SIS A COTONOU

Chapitre I: PRESENTATION DU BATIMENT

Le bâtiment considéré pour étude dans ce document est un immeuble de type R+8 avec un sous-sol et à usage administratif. Il s'agit du siège de la compagnie d'assurance "Africaine des assurances" en construction à Cotonou. Nous ferons dans ce chapitre une description architecturale de cet immeuble (voir Annexe 8, 9,10 et 11). Les autres données par rapport à l'immeuble seront traitées dans le chapitre suivant.

1.1- Localisation géographique.

L'immeuble en construction se situe a Cotonou en face de la direction de l'émigration et de l'immigration, à coté du Conseil Economique et Social(CES) à environ 500 m du palais de la présidence de la république comme l'illustre le schéma présenté en Annexe 8.

1.2- Description architecturale.

Le bâtiment comprend du sous-sol au huitième étage les compartiments suivants :

- Au sous-sol: nous avons un ensemble de parkings un (01) parking pour le directeur général et pour le président du conseil d'administration, deux (02) parkings pour les directeurs de la compagnie, trois (03) parkings pour véhicules de la compagnie, une salle d'archives, un entrepôt mobilier, un entrepôt matériel et fournitures de bureau, un magasin, cinq (05) locaux techniques, une cage d'ascenseur, une cage d'escalier, des circulations, un accès d'entrée-sortie, une sortie de secours.
- Au rez-de-chaussée : nous dénombrons un parking visiteurs, un parking chauffeurs, une terrasse pour accès des bureaux du siège,

une terrasse pour accès aux visiteurs de la direction générale et un SAS sécurité. de terrasse accès une pour aux agences indépendantes, un hall d'accueil attente, deux (02) halls comptoir production, un hall de la sortie cage d'ascenseurs et d'escaliers, deux (02) bureaux particuliers de production spéciale, une salle d'attente, deux (02) salles d'archives, un secrétariat particulier et un secrétariat administratif, le bureau du caissier, un chef bureau du siège, le bureau du standardiste, deux (02) bureaux, une salle de documentation, une salle de reprographie, une grande salle de conférence munit de deux (02) SAS et d'une arrière scène, deux (02) cabines à coté de la salle de conférence, une salle des onduleurs, un poste de control, un poste de transformation, un local groupe électrogène, une salle des chauffeurs, une salle de restauration, une cuisine, un local technique, un magasin, un rangement, deux (02) patios, une cage d'ascenseurs, une cage d'escalier en U, quatre (04) cages d'escaliers hélicoïdaux, des circulations et dégagements, des gaines techniques, huit (08) salles d'eau, des espaces verts et pavés, les bâches à eau sanitaires et incendies(réseau RIA et Sprinkler)enterrées près de la salle de conférence.

• Au premier étage : nous avons à ce niveau deux grandes directions et les agences indépendantes: la direction de la production qui comprend le bureau du directeur des études et de la production, le bureau du service études et développement, le bureau du service marketing et communication, le secrétariat, la salle d'attente, la salle des archives, trois (03) salles d'eau. La direction des sinistres comprend le bureau du directeur des sinistres ,le secrétariat ,la salle des archives ,le bureau du médecin conseil ,la salle d'attente, la salle de réunion, le bureau du service contentieux-sinistres, le bureau du

service sinistre maladie et sa salle des archives ,le bureau du service des autres sinistres et sa salle des archives, la salle de déclaration des sinistres, le pole du secrétariat des sinistres ,le bureau du service sinistre automobiles et sa salle des archives, deux (02) salles d'eau et deux (02) toilettes, l'agence indépendante comprend quatre(04) bureaux et une salle d'eau. L'ensemble comprend des circulations, un local technique, deux (02) patios, une cage d'ascenseurs, une cage d'escalier en U, quatre (04) cages d'escaliers hélicoïdaux.

- Au deuxième étage: nous avons la direction des finances qui comprend le bureau du service finance et de placement avec sa salle d'attente, la salle du service courtage, le bureau du directeur des finances et comptable et son secrétariat ,un local technique ,des gaines techniques, la salle des archives, la salle de suivi et d'animation du réseau des agents ,la salle d'attente, des circulations, une cage d'ascenseurs, une cage d'escalier en U, deux (02) cages d'escaliers hélicoïdaux, deux (02) salles d'eau pour hommes et dames avec SAS et une toilette, une grande terrasse non couverte.
- Au troisième étage: Le troisième étage est un espace entièrement locatif comportant une cage d'escalier en U, deux (02) cages d'escaliers hélicoïdaux, deux (02) salles d'eau, les gaines techniques.
- Au quatrième étage : Ce niveau coiffe la direction de l'administration et des ressources humaines. On note: le bureau de la section ressource humaine, le bureau du chef service de réassurance, la salle du service réassurance, le bureau du service administration et son secrétariat ,une salle des archives pour ce service, une salle de réunion, une salle d'attente, un point d'informations ,des circulations, une cage d'escalier en U, deux (02) cages d'escaliers hélicoïdaux,

- trois (03) toilettes, les gaines techniques et un local technique ,trois (03) terrasses accessibles.
- Au cinquième étage : nous avons l'inspection générale .A ce niveau, on a une salle machine, une salle espace informatique, le bureau de l'inspecteur général, son secrétariat et la salle des archives, un point d'information, une salle d'attente, une salle audit et gestion de control, une salle d'inspection des opérations, un local technique, des circulations, une cage d'escalier en U, deux (02) cages d'escaliers hélicoïdaux, deux (02) salles d'eau hommes et dames avec SAS une (01) toilettes, les gaines techniques.
- Au sixième étage : nous avons la direction générale composée du bureau du directeur général, son secrétariat et la salle des archives, un point d'information, une salle d'attente, une salle pour banquet, une penderie, une salle de repos, le bureau du président du conseil d'administration, un bureau de passage, un bureau réserve, une cuisine, une salle de réunion, un local technique, un poste office, deux(02) patios, deux (02) salles d'eau et une toilette, un local technique et un poste office, des circulations, une cage d'escalier en U, deux(02) cages d'escaliers hélicoïdaux, les gaines techniques.
- Au septième étage: Le septième étage est entièrement un espace locatif. On compte deux (02) salles d'eau, une large terrasse non couverte, deux (02) vides sur patios, des circulations, une cage d'escalier en U, deux (02) cages d'escaliers hélicoïdaux, les gaines techniques.
- Au huitième étage: nous comptons: une terrasse accessible, une extension pour espace de réception, un local technique, une cage d'escalier en U, les gaines techniques, une salle d'eau.

Le bâtiment est équipé d'un escalier principal et d'une cage d'ascenseurs qui vont du sous-sol au huitième étage. Quatre escaliers hélicoïdaux prennent départ au rez-de-chaussée. Deux d'entre eux s'arrêtent au premier étage et les deux autres continuent jusqu'au sixième. L'immeuble s'inscrit dans la catégorie des immeubles de grande hauteur à usage de bureaux (G.H.W) et des établissements recevant du public (E.R.P).Les réglementations et les normes sur la sécurité-incendie affectent donc ce bâtiment .Il s'agit des exigences sur les portes coupefeu, des plafond par-flamme, des réseaux de robinets armée d'incendie(RIA),des colonnes sèches, réseaux sprinkler, etc.

Chapitre II: ELABORATION DU CAHIER DE CHARGE

2.1- Données de base

Afin de mener à bout le présent travail, nous aurons à exploiter certaines données. La plupart des données qu'on aura à exploiter se situent sur les plans architecturaux du bâtiment. Entre autre nous aurons à exploiter : la hauteur géométrique du bâtiment, le nombre de chaque appareil sanitaire par étage, etc.

Les caractéristiques suivantes de l'ouvrage constituent des hypothèses indispensables à poser pour les calculs à venir :

- Hauteur de plancher à plancher variable :
 - Du sous-sol au RDC: 3,40 m
 - Du RDC au 1er étage : 4,60m
 - Du 1er au 2ème étage : 5,60 m
 - Du 2^{ème} au 3^{ème} ,3^{ème} au 4^{ème} et 4^{ème} au 5^{ème} étage : 3,40 m
 - Du 5^{ème} au 6^{ème} étage: 4,60 m
 - Du 6^{ème} au 7^{ème} ,7^{ème} au 8^{ème} étage : 3,40 m
 - Du 8ème à la toiture terrasse : 2,00 m
- •Plancher : Plancher d'épaisseur 20cm (à corps creux et poutrelles ou en dalle pleine en béton armé par endroit)
- Hauteur totale du bâtiment jusqu'au dernier plancher à : 39,2m ;
- Hauteur du point de puisage le plus élevé à partir du RDC: 34,50m ;
- •Type d'appareils sanitaires : Lavabo, WC, Evier, urinoir, robinet de puisage, bouches d'arrosage.

Le tableau ci-dessous présente les types d'appareils sanitaires identifiés par niveau dans le bâtiment.

Tableau n°VI: Inventaire des appareils sanitaires de l'immeuble.

Niveaux	Appareils sanitaires dans les locaux	
Sous-sol	Néant.	
RDC	17WC; 10 lavabos; 03 urinoirs; 02 Eviers; 01	
	Douche ; 03robinets de puisage	
1 ^{er} étage	12 WC ; 08 lavabos ; 01 urinoirs	
2°	05WC; 05 lavabos, 01 urinoir, 02 robinets de puisage	
3°	05 WC ; 03 lavabos	
4°	03 WC ; 03 lavabos	
5°	05WC ; 05 lavabos, 01 urinoir	
6°	05 WC; 04 lavabos; 01 évier, 01 Douche, 02 robinets de	
	puisage	
7°	02 WC ; 02 lavabos	
8°	02 WC ; 01 lavabo , 01 Robinet de puisage	

On a donc 56 WC; 41 lavabos; 06 urinoirs; 03éviers, 02 Douches, 08 robinets de puisage dont 02 pour l'arrosage de l'espace vert.

Au total nous obtenons: 116 appareils sanitaires

La valeur du paramètre "a" qui multiplie le coefficient de simultanéité est égale à 1,25 compte tenue du type d'immeuble étudié.

D'autres données en revanche ont été recueillies auprès des autorités de la SONEB, on a pu recueillir les informations relatives à la charge d'alimentation disponible dans la zone d'étude. La connaissance de la pression est importante car elle permet d'envisager, soit une installation de station de pompage ou de surpression si elle est insuffisante, soit un détendeur si elle est excessive.

Les informations recueillies auprès des services compétents nous donnent les indications suivantes :

- Nature de la canalisation du branchement : tuyau PVC ;
- Hauteur de remblai au-dessus de la canalisation : 1m ;
- Pression disponible : 0,5 à 3 bars. Les deux valeurs extrêmes ne sont atteintes que pendant les heures de pointe (0,5 bars) et les heures de faible consommation sur le réseau urbain (03 bars).

2.2- Travail à faire

Il s'agit de procéder au choix du système optimal de distribution intérieure d'eau potable à adopter pour cet immeuble. Une étude comparative sur les plans techniques et économiques sera mener afin d'aboutir à nos résultats.

La conception du système s'articulera autour des points suivants considérés dans l'ordre chronologique :

- Le tracé du réseau intérieur ;
- Le dimensionnement du réseau intérieur et des équipements sanitaires suivant le système de distribution par surpression directe.
- Le dimensionnement du réseau intérieur et des équipements sanitaires suivant le système de distribution en parapluie.
- Estimation sommaire du coût des deux systèmes de distribution.

<u>Chapitre3</u>: CONCEPTION DU SYSTEME DE DISTRIBUTION INTERIEURE D'EAU DANS L'IMMEUBLE.

3.1- Tracé du réseau.

Plusieurs critères ont été pris en compte : le choix du matériau (la canalisation), la nature et la température du fluide, la mise en œuvre (tuyaux enterrés ou encastrés), les supports et les contraintes hydrauliques (pertes de charge, débits, pressions).

Nous ferons ressortir les schémas isométriques (annexes 13). Le schéma isométrique pour le réseau de distribution suivant le système par surpression directe et celui suivant le système de distribution en parapluie. Dans la distribution par gravité, la ceinture principale est reportée au dernier niveau et les colonnes montantes deviennent descendantes.

On dénombre au total cinq colonnes montantes pour le premier système et cinq colonnes descendantes pour le second (voir schémas synoptiques).

- •Pour la ceinture principale et les colonnes du réseau, nous utiliserons le matériau PVC haute pression (PN 10 bar) en raison de sa forte résistance mécanique, la température de l'eau à véhiculer (eau froide) et son prix de revient relativement inférieure.
- •Un robinet d'arrêt et un détendeur seront posés dans les gaines techniques.
- •Un anti-bélier sera prévu en tète de chaque colonne montante. Pour le second système, un dispositif de vidange sera prévu au bas de chaque colonne descendante.

<u>NB</u>: Les colonnes ne sont pas encastrées comme l'exigent les techniques anciennes mais elles seront encaissées dans les gaines pour

faciliter l'accès et la reconnaissance du réseau ainsi que les travaux d'entretien et de maintenance.

3.2- Choix du système de distribution à adopter pour l'immeuble.

3.2.1-Définition des critères de choix.

Les critères suivants serviront de base d'analyse aux deux systèmes étudiés. Le système retenu sera celui qui répond le plus aux critères suivants :

- ✓ les critères techniques : les éléments à considérer sont :
- la fonctionnalité de l'ouvrage : tous les points de puisage doivent être alimenté convenablement et disposés d'une pression suffisante même pendant les périodes de consommation de pointe ;
- la facilité de mise en œuvre ;
- le fonctionnement du système ;
 - ✓ les critères financiers : il s'agit de :
- le coût de réalisation ;
- le frais d'exploitation ;
- le frais d'entretien.

3.2.2- Dimensionnement de chaque système de distribution par l'application des algorithmes établis

3.2.2.1- Mise en œuvre des algorithmes

L'algorithme est soit implémenté par un programme et peut être transcrit en langage de programmation en vue de constituer un programme informatique qui permettra de gagner du temps au concepteur dans le dimensionnement, soit simulé manuellement. La mise en œuvre consiste à écrire l'algorithme sous forme de code dans un langage propre à un programme.

Dans le souci de rendre plus précis nos calculs et de les exécuter dans un temps relativement court, nous écrirons un programme pour effectuer nos calculs. Nous utiliserons pour cette étude le langage de programmation "JAVA" qui est un langage libre, permettant de créer des petites applications fonctionnant sous n'importe quel système d'exploitation.

TEST DE VALIDITE DU PROGRAMME

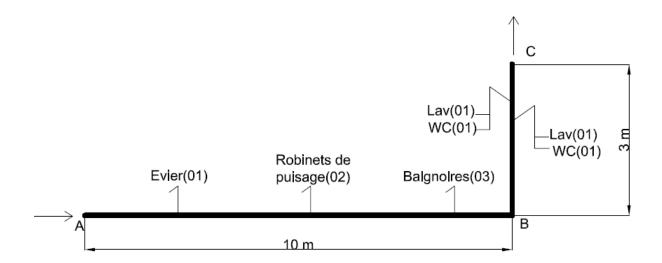
Ce test permet de vérifier la justesse et la fidélité du programme écrit à base des algorithmes établis. Il s'agit de considérer un exemple simple et pratique à partir duquel on procède d'abord à la résolution manuelle du problème. Ensuite, on utilise le programme pour effectuer les calculs puis on compare les deux résultats obtenus.

A titre d'exemple, considérons un circuit d'un réseau de distribution, en matériau PVC, comportant deux(02) tronçons.

Le premier tronçon est enterré au RDC et dessert les appareils suivant : 01 évier, 03 baignoires, 02 robinets de puisage.

Le second tronçon est sur une colonne montante et dessert les appareils suivant : 02 lavabos ,02 WC.

Le schéma d'ensemble se présente comme suit :



<u>Figure n°11</u>:Schéma du réseau utilisé pour le test de validité du programme.

On suppose que ce circuit est isolé du réseau intérieur d'un I.G.H dont la pression au sol est insuffisante pour alimenter le point de puisage le plus élevé c'est-à-dire Psol < h + Pr

Résolution manuelle du problème.

Les débits de base des appareils (fourni par la norme) sur le circuit sont résumés dans le tableau suivant :

Appareils	Débit par appareil (litre/s)(DTU 60-11)
Evier	0,20
Lavabo	0,20
Baignoire	0,33
Poste d'eau robinet ½	0,33
WC avec réservoir de chasse	0,12

Les opérations s'effectuent à partir du dernier tronçon selon le sens de circulation de l'eau [3].

Pour le tronçon BC :

- Nombre d'appareils : 4
- Débit de base : $Q_{BC} = 2 \times 0.2 + 2 \times 0.12 = 0.64 \text{ l/s}$
- Coefficient de simultanéité : $K_{BC} = \frac{1}{\sqrt{4-1}} = 0,58$
- Débit nécessaire $q_{BC} = 0.64 \times 0.58 = 0.37$ l/s
- Vitesse théorique Vt=1m/s (pour les colonnes montantes)

Diamètre théorique Dt_{BC} =
$$\sqrt{\frac{4 \times 0.37}{\pi \times 1}}$$
 = **21,70 mm**

- Diamètre réel (normalisé) Dr_{BC}= **25 mm**
- Vitesse réelle Vr = $\frac{4 \times 0.37}{\pi \times 0.025^2}$ = **0,75 m/s**
- Pertes de charge unitaire : j= 0,00092 \times 0,7 \times 0,75^(1,75) \times 0,025^(-1,25) \times 1,15 =0,045 m/ml
- Pertes de charge totale : $J=0.066 \times 3 = 0.14 \text{ m}$

• Pour le tronçon AB:

- Nombre total d'appareils : 4+6=10
- Débit de base : Q_{BC} = 0,64 + 1 × 0,2 + 3 × 0,33 + 2 × 0,33 = 2,49 l/s
- Coefficient de simultanéité : $K_{BC} = \frac{1}{\sqrt{10-1}} = 0.33$
- Débit nécessaire $q_{BC}=2,49 \times 0,33 = 0,821/s$
- Vitesse théorique Vt =1,5 m/s (pour les canalisations enterrées)

- Diamètre théorique
$$Dt_{BC} = \sqrt{\frac{4 \times 0.82}{\pi \times 1.5}} = 26,38$$
mm

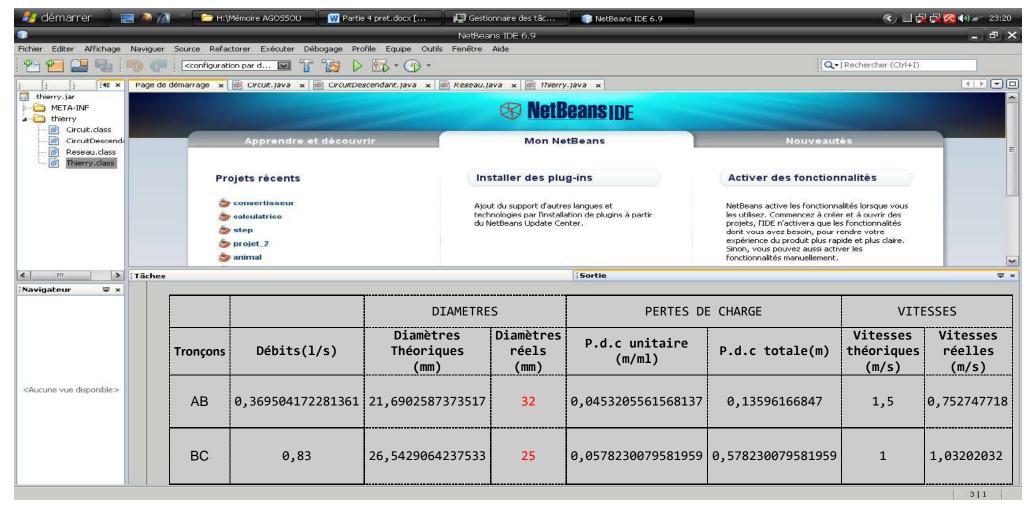
- Diamètre réel (normalisé) Dr_{BC}= **32 mm**
- Vitesse réelle Vr = $\frac{4 \times 0.87}{\pi \times 0.032^2}$ = **1,02 m/s**

- Pertes de charge unitaire : j= 0,00092 × 0,7 × 1,02 $^{(1,75)}$ × 0,032 $^{(-1,25)}$ × 0,15 = 0,056 m/ml

Pertes de charge totale : $J=0.063 \times 10 = 0.56 \text{ m}$

> Résolution à partir du programme.

Les données de base et les hypothèses considérées constituent les variables initiales à entrer dans le programme. Les résultats sont affichés dans le tableau de la page suivante :



<u>Figure n°12</u>: Résultats de dimensionnement d'un petit réseau pour le test de validité du programme (capture d'écran effectuée dans l'environnement de développement du langage "JAVA")

Comparaison des résultats.

A travers les résultats obtenus, on constate qu'il n'ya pas de différence entre les valeurs résultantes issues des deux méthodes. Cependant, la résolution par le programme fournie des résultats plus précis. En effet, les approximations effectuées dans la résolution manuelle du problème conduisent à de petites erreurs dues aux arrondies effectués.

Nous utiliserons donc ce programme pour effectuer nos calculs.

3.2.2.2- Dimensionnement suivant le système par surpression directe.

Vérification de la suffisance de pression au sol de la SONEB pour alimenter l'immeuble :

- L'immeuble ne disposant pas encore d'une conduite de branchement particulier, les informations recueillies nous permettent de considérer une pression au sol garantie de 15 mce;
- La hauteur du point défavorisé à partir du niveau de la conduite publique de branchement est : h= 34,5m +1m =35,5m;
- La pression résiduelle minimale admise en ce point : Pr= 2 mce

Nous sommes dans le cas Psol < h + Pr car (15m < 37,5m): la pression est donc insuffisante .c'est généralement le cas des I.G.H.

Après avoir recueilli toutes les données de base nécessaires à la mise en route du programme, les calculs ont été effectués et résumés dans les tableaux qui suivent :

<u>Tableau n°VII</u>: Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°1.

			Colonne	montante	CM-GP1		
Référence de niveau	Appareils	Nombre	Nombre Cumulé	Débit de base (l/s)	Débit cumulé (l/s)	Coefficient de simultanéité	Débit nécessaire (l/s)
7	Lavabo	1		0,2			
/	WC	1		0,12			
		2	2	0,32	0,32	1,00	0,32
6	Lavabo	3		0,6			
0	WC	2		0,24			
		5	7	0,84	1,16	0,41	0,47
5	Lavabo	1		0,2			
	WC	1		0,12			
		2	9	0,32	1,48	0,35	0,52
	Lavabo	1		0,2			
4	WC	1		0,12			
		2	11	0,32	1,8	0,32	0,57
	Lavabo	1		0,2			
3	WC	1		0,12			
		2	13	0,32	2,12	0,29	0,61
	Lavabo	1		0,2			
2	WC	1		0,12			
		2	15	0,32	2,44	0,27	0,65
	Lavabo	1		0,2			
1	WC	1		0,12			
		2	17	0,32	2,76	0,25	0,69
	Lavabo	5		1			
RDC	WC	6		0,72			
	Douche	1		0,2			
	Urinoir	3		0,45		,	
		15	32	2,37	5,13	0,18	0,92

<u>Tableau n°VIII</u>: Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°2.

			Colonne	montante	CM-GP2		
Référence de niveau	Appareils	Nombre	Nombre Cumulé	Débit de base (l/s)	Débit cumulé (l/s)	Coefficient de simultanéité	Débit nécessaire (l/s)
	Lavabo	2		0,4			
8	WC	1		0,12			
O	Robinet Pui.	1		0,33			
		4	4	0,85	0,85	0,58	0,49
7	Lavabo	1		0,2			
/	WC	1		0,12			
		2	6	0,32	1,17	0,45	0,52
	Lavabo	2		0,4			
	WC	3		0,36			
6	Robinet Pui.	2		0,66			
	Eviers	2		0,4			
		9	15	1,82	2,99	0,27	0,80
	Lavabo	4		0,8			
5	WC	4		0,48			
	Urinoir	1		0,15			
		9	24	1,43	4,42	0,21	0,92
4	Lavabo	2		0,4			
-	WC	2		0,24			
		4	28	0,64	5,06	0,19	0,97
3	Lavabo	2		0,4			
3	WC	4		0,48			
		6	34	0,88	5,94	0,17	1,03
	Lavabo	4		0,8			
2	WC	4		0,48			
	Urinoir	1		0,15			
		9	43	1,43	7,37	0,15	1,14
1	Lavabo	4		0,8		<u>.</u>	
•	Urinoir	1		0,15			

RDC	WC	3		0,36			
DD C	Lavabo	5	55	1,79	9,16	0,14	1,25
	WC	7 12	5.5	0,84	0.16	0.14	1.05

<u>Tableau n°IX</u>: Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°3.

			Colonne	montante	CM-GP3		
Référence de niveau	Appareils	Nombre	Nombre Cumulé	Débit de base (l/s)	Débit cumulé (I/s)	Coefficient de simultanéité	Débit nécessaire (l/s)
2	Robinet de puis.	1	1	0,33	0,33	_	0,33
1	Lavabo	1		0,2			
1	WC	1		0,12			
		2	3	0,32	0,65	0,71	0,46
RDC	Lavabo	1		0,2			
KDC	WC	2		0,24			
		3	6	0,44	1,09	0,45	0,49

<u>Tableau n°X</u>: Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°4.

			Colonne	montante	CM-GP4		
Référence de niveau	Appareils	Nombre	Nombre Cumulé	Débit de base (l/s)	Débit cumulé (l/s)	Coefficient de simultanéité	Débit nécessaire (l/s)
1	Lavabo	1		0,2			
1	WC	2		0,24			
		3	3	0,44	0,44	0,71	0,31
RDC	Lavabo	1		0,2			
KDC	WC	2		0,24			
		3	6	0,44	0,88	0,45	0,39

<u>Tableau n°XI</u>: Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°5.

			Colonne	montante	CM-GP5		
Référence de niveau	Appareils	Nombre	Nombre Cumulé	Débit de base (l/s)	Débit cumulé (l/s)	Coefficient de simultanéité	Débit nécessaire (l/s)
2	Robinet Puis.	1	1	0,33	0,33	-	0,33
1	Lavabo	1		0,2			
1	WC	1		0,12			
		2	3	0,32	0,65	0,71	0,46
RDC	-	-	-	-	-	-	-
		0	3	0	0,65	0,71	0,46

> Dimensionnement du réseau de distribution :

Le dimensionnement des diamètres des canalisations seront effectués avec les vitesses théoriques d'écoulement minimales (1,5m/s pour la ceinture principale et 1 m/s pour les colonnes montantes) dans le but de réduire les pertes de charge. Cela permet de diminuer la puissance du surpresseur.

<u>Tableau n°XII</u>: Tableau récapitulatif de dimensionnement des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°1.

	T		CM-GP1			1			
			DIAMET		PERTES DE CHARGE VITESSES				
Tronçons	Longueurs(m)	Débits(I/s)	Diamètres Théoriques (mm)	Diamètres réels (mm)	P.d.c unitaire (m/ml)	P.d.c totale(m)	Vitesses théoriques (m/s)	Vitesses réelles (m/s)	Pression en aval du tronçon (mce
n5-E1	5,2	0,92	34,23	40	0,024	0,124	1	0,73	41,18
E1	10	0,92	34,23	40	0,024	0,239	1	0,73	40,94
E1-E2	5,8	0,69	29,64	32	0,041	0,242	1	0,86	34,89
E2-E3	3,6	0,65	28,77	32	0,037	0,135	1	0,81	31,16
E3-E4	3,6	0,61	27,87	32	0,033	0,121	1	0,76	27,44
E4-E5	3,6	0,57	26,94	32	0,030	0,107	1	0,71	23,73
E5-E6	4,8	0,52	25,73	32	0,025	0,122	1	0,65	18,81
E6-E7	3,6	0,47	24,46	25	0,069	0,248	1	0,96	14,96
E7-E8	3,6	0,32	20,19	25	0,035	0,126	1	0,65	11,23
					Σ P.D.C	1,094			

n :Nœud(conformément au schéma synoptique)

E:Etage

<u>Tableau n°XIII</u>: Tableau récapitulatif de dimensionnement des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°2.

			CM-GP2						
			DIAMET	RES	PERTES	DE CHARGE	VITES	SES	
Tronçons	Longueurs(m)	Débits (I/s)	Diamètres Théoriques (mm)	Diamètres réels (mm)	P.d.c unitaire (m/ml)	P.d.c totale(m)	Vitesses théoriques (m/s)	Vitesses réelles (m/s)	Pression en aval du tronçon (mce)
n3-E1	5,2	1,34	41,31	40	0,046	0,240	1	1,07	41,56
E1-E2	5,8	1,25	39,89	40	0,041	0,237	1	0,99	35,52
E2-E3	3,6	1,14	38,10	40	0,034	0,125	1	0,91	31,80
E3-E4	3,6	1,03	36,21	40	0,029	0,105	1	0,82	28,09
E4-E5	3,6	0,97	35,14	40	0,026	0,094	1	0,77	24,40
E5-E6	4,8	0,92	34,23	40	0,024	0,115	1	0,73	19,48
E6-E7	3,6	0,8	31,92	32	0,054	0,195	1	0,99	15,69
E7-E8	3,6	0,52	25,73	32	0,025	0,091	1	0,65	11,99
E8-TT	2	0,49	24,98	25	0,074	0,148	1	1,00	9,84
		<u>-</u>		•	Σ P.D.C	1,355			

TT:Toiture terrasse

<u>Tableau n°XIV</u>: Tableau récapitulatif de dimensionnement des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°3.

			CM-GP3						
_			DIAMETR	RES	PERTES	DE CHARGE	VITESS	SES	
Tronçons	Longueurs(m)	Débits (I/s)	Diamètres Théoriques (mm)	Diamètres réels (mm)	P.d.c(m/ml)	P.d.c totale(m)	Vitesses théoriques (m/s)	Vitesses réelles (m/s)	Pression en aval du tronçon (mce)
n4-E1	5,2	0,49	24,98	25	0,074	0,386	1	1,00	41,41
E1-E2	5,8	0,46	24,20	25	0,066	0,385	1	0,94	35,23
E2-TT	0,5	0,33	20,50	25	0,037	0,018	1	0,67	34,71
					∑ P.D.C	0,771		•	

<u>Tableau n°XV</u>: Tableau récapitulatif de dimensionnement des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°4.

			CM-GP4						
			DIAMETR	DIAMETRES		ERTES DE CHARGE VITESSES			
Tronçons	Longueurs(m)	Débits (I/s)	Diamètres Théoriques (mm)	Diamètres réels (mm)	P.d.c(m/ml)	P.d.c totale(m)	Vitesses théoriques (m/s)	Vitesses réelles (m/s)	Pression en aval du tronçon (mce)
n2-E1	5,2	0,39	22,28	25	0,049	0,259	1	0,79	43,34
E1-E2	0,8	0,31	19,87	25	0,033	0,026	1	0,63	42,51
					Σ P.D.C	0,285			

<u>Tableau n° XVI</u>: Tableau récapitulatif de dimensionnement des colonnes montantes : colonne de la gaine de plomberie n°5.

			CM-GP5						
			DIAMETE	RES	PERTES	DE CHARGE	VITESS	SES	
Tronçons	Longueurs(m)	Débits(I/s)	Diamètres Théoriques (mm)	Diamètres réels (mm)	P.d.c(m/ml)	P.d.c totale(m)	Vitesses théoriques (m/s)	Vitesses réelles (m/s)	Pression en aval du tronçon (mce)
n1-E1	5,2	0,46	24,20	25	0,066	0,345	1	0,94	43,95
E1-E2	5,8	0,46	24,20	25	0,066	0,385	1	0,94	37,77
E2-TT	0,5	0,33	20,50	25	0,037	0,018	1	0,67	37,25
				-	Σ P.D.C	0,731			

<u>Tableau n°XVII</u>: Tableau récapitulatif de dimensionnement de la ceinture principale au plancher haut du soussol.

			Ceinture principale					
			DIAMET	RES	PERTES	DE CHARGE	VITESSES	
Tronçons	Longueurs(m)	Débits(l/s)	Diamètres Théoriques (mm)	Diamètres réels (mm)	Pdc(m/ml) Pdctotale(m)		Vitesses théoriques (m/s)	Vitesses réelles (m/s)
B- n1	6	1,77	38,76	40	0,075	0,452	1,5	1,41
n1-n2	11,5	1,76	38,65	40	0,074	0,858	1,5	1,40
n2-n3	17	1,70	37,99	40	0,070	1,194	1,5	1,35
n3-n4	9	1,64	37,31	40	0,066	0,593	1,5	1,31
n4-n5	6,5	0,96	28,55	32	0,074	0,484	1,5	1,19
n1-CM5	6	0,46	19,76	25	0,066	0,399	1,5	0,94
n2-CM4	3,6	0,39	18,19	25	0,049	0,179	1,5	0,79
п3-СМ3	23,8	0,49	20,39	25	0,074	1,767	1,5	1,00
n4-CM2	4	1,34	33,73	40	0,046	0,185	1,5	1,07
n5-CM1	9	0,92	27,94	32	0,069	0,623	1,5	1,14
		•			\sum P.D.C	1,310		

B : Branchement au surpresseur

<u>Tableau n°XVIII</u> : Tableau récapitulatif de dimensionnement du circuit défavorisé du réseau de distribution.

				Circu	it défavorisé				
			DIAME	TRES	PERTES	DE CHARGE	VITES	SSES	
Tronçons	Longueurs(m)	Débits(l/s)	Diamètres Théoriques (mm)	Diamètres réels (mm)	P.d.c(m/ml)	P.d.c totale(m)	Vitesses théoriques (m/s)	Vitesses réelles (m/s)	Pression en aval du tronçon (mce)
B- n1	6	1,77	38,76	40	0,075	0,452	1,5	1,41	49,55
n1-n2	11,5	1,76	38,65	40	0,074	0,858	1,5	1,40	48,69
n2-n3	17	1,70	37,99	40	0,070	1,194	1,5	1,35	47,49
n3-n4	9	1,64	37,31	40	0,066	0,593	1,5	1,31	46,90
n4-CM2	4	1,34	33,73	40	0,046	0,185	1,5	1,07	46,72
n3-E1	5,2	1,34	41,31	40	0,046	0,240	1	1,07	41,56
E1-E2	5,8	1,25	39,89	40	0,041	0,237	1	0,99	35,52
E2-E3	3,6	1,14	38,10	40	0,034	0,125	1	0,91	31,80
E3-E4	3,6	1,03	36,21	40	0,029	0,105	1	0,82	28,09
E4-E5	3,6	0,97	35,14	40	0,026	0,094	1	0,77	24,40
E5-E6	4,8	0,92	34,23	40	0,024	0,115	1	0,73	19,48
E6-E7	3,6	0,8	31,92	32	0,054	0,195	1	0,99	15,69
E7-E8	3,6	0,52	25,73	32	0,025	0,091	1	0,65	11,99
E8-TT	2	0,49	24,98	25	0,074	0,148	1	1,00	9,85
	•			•	∑ P.D.C	4,639			•

- Caractéristique du groupe surpresseur :
 Le pompage sera fait directement sur le réseau public.
- Nombre de pompes : deux(02) dont une pompe de secours en cas de panne éventuelle ;
 - Débit nécessaire de tout l'immeuble : 1,77 l/s soit 6,37 m3/h ;
 - Hauteur manométrique total :
 - Hauteur géométrique totale: 35,5 m
 - Pression au sol considérée : 1,5 bar soit 15 mce
 - Pertes de charge dues au compteur et au robinet d'arrêt : 5m
 - Pertes de charge dues aux appareils de sectionnement à l'amont et à l'aval des pompes : 4m
 - Pertes de charge totales au refoulement par rapport au circuit défavorisé (Circuit CM-GP2): 4,64 m
 - Pression résiduelle minimale considérées au point de puisage défavorable : 2mce
 - **Hauteur manométrique total : HMT**= 35,5m + 4m+ 4,64m+ 2m- 15m = 36,14 mce

Le choix de la pompe se fera à l'aide d'un catalogue des pompes (voir annexe 13).On trouve alors une pompe dont les caractéristiques sont les suivantes : Q= 7 m3/h; HMT= 40 mce; P= 1,5 kw de la gamme Surpresschrom Movitec SIC.2B H 10 1 1 C

- Réservoir Hydropneumatique régulateur : 500 Litres pour une fréquence de démarrage maximale de 7 fois par heure.

3.2.2.3 - Dimensionnement suivant le système en parapluie.

> Calcul du débit nécessaire des colonnes descendantes :

<u>Tableau n°XIX</u>: Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes descendantes : colonne de la gaine de plomberie n°1.

			Colonne	e descenda GP1	nte CD-		
Référence de niveau	Appareils	Nombre	Nombre Cumulé	Débit de base (l/s)	Débit cumulé (l/s)	Coefficient de simultanéité	Débit nécessaire (l/s)
	Lavabo	5		1			
RDC	WC	6		0,72			
RDC	Douche	1		0,2			
	Urinoir	3		0,45			
		15	15	2,37	2,37	0,27	0,63
	Lavabo	1		0,2			
1	WC	1		0,12			
		2	17	0,32	2,69	0,25	0,67
	Lavabo	1		0,2	,	<u>, , , , , , , , , , , , , , , , , , , </u>	,
2	WC	1		0,12			
	CD3	6		1,09			
		8	25	1,41	4,1	0,20	0,84
	Lavabo	1		0,2			
3	WC	1		0,12			
		2	27	0,32	4,42	0,20	0,87
	Lavabo	1		0,2			
4	WC	1		0,12			
<u> </u>		2	29	0,32	4,74	0,19	0,90
	Lavabo	1		0,2	,	, ,	·
5	WC	1		0,12			
		2	31	0,32	5,06	0,18	0,92
6	Lavabo	3		0,6			
	WC	2	_	0,24		T T	
	T ,	5	36	0,84	5,9	0,17	1,00
7	Lavabo	1		0,2			
7	WC	2	38	0,12	622	0.16	1,02
			30	0,32	6,22	0,16	1,02

<u>Tableau n°XX</u>: Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes descendantes : colonne de la gaine de plomberie n°2.

			Colonne descendante CD-GP2				
Référence de niveau	Appareils	Nombre	Nombre Cumulé	Débit de base (l/s)	Débit cumulé (l/s)	Coefficient de simultanéité	Débit nécessaire (l/s)
DDC	Lavabo	5		1			
RDC	WC	3		0,36			
		8	8	1,36	1,36	0,38	0,51
1	Lavabo	4		0,8			
1	Urinoir	1		0,15			
	WC	7		0,84			
		12	20	1,79	3,15	0,23	0,72
	Lavabo	4		0,8			
	WC	4		0,48			
2	CD4	6		0,88			
	CD5	3		0,65			
	Urinoir	1		0,15			
		18	38	2,96	6,11	0,16	1,00
3	Lavabo	2		0,4			
	WC	4		0,48			
		6	44	0,88	6,99	0,15	1,07
4	Lavabo	2		0,4			
	WC	2		0,24			
		4	48	0,64	7,63	0,15	1,11
	Lavabo	4		0,8			
5	WC	4		0,48			
	Urinoir	1		0,15		<u>, </u>	
		9	57	1,43	9,06	0,13	1,21
	Lavabo	2		0,4			
	WC	3		0,36			
6	Robinet Pui.	2		0,66			
	Eviers	2		0,4			

		9	66	1,82	10,88	0,12	1,35
7	Lavabo	1		0,2			
/	WC	1		0,12			
		2	68	0,32	11,2	0,12	1,37
	Lavabo	2		0,4			
8	WC	1		0,12			
	Robinet	1					
	Pui.	1		0,33			
		4	72	0,85	12,05	0,12	1,43

<u>Tableau n°XXI</u>: Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes descendantes : colonne de la gaine de plomberie n°3.

			Colonne	e descenda GP3	nte CD-		
Référence de niveau	Appareils	Nombre	Nombre Cumulé	Débit de base (l/s)	Débit cumulé (l/s)	Coefficient de simultanéité	Débit nécessaire (l/s)
RDC Lavabo		1		0,2			
KDC	WC	2		0,24			
		3	3	0,44	0,44	0,71	0,31
1	Lavabo	1		0,2			
1	WC	1		0,12			
		2	5	0,32	0,76	0,50	0,38
2	Robinet de pui.	1		0,33			
		1	6	0,33	1,09	0,45	0,49

<u>Tableau n°XXII</u>: Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes descendantes : colonne de la gaine de plomberie n°4

			Colonne	e descenda GP4			
Référence de niveau	Appareils	Nombre	Nombre Cumulé Débit de cumulé base (l/s) (l/s)		Coefficient de simultanéité	Débit nécessaire (l/s)	
RDC	Lavabo	1		0,2			
KDC	WC	2		0,24			
		3	3	0,44	0,44	0,71	0,31

Ì	1	Lavabo	1		0,2			
	1	WC	2		0,24			
Ī			3	6	0,44	0,88	0,45	0,39

<u>Tableau n°XXIII</u>: Tableau récapitulatif du calcul des débits nécessaires des colonnes descendantes : colonne de la gaine de plomberie n°5.

			Colonne	e descenda GP5			
Référence de niveau	Appareils	ppareils Nombre Cumulé Débit de cu		Débit cumulé (l/s)	Coefficient de simultanéité	Débit nécessaire (l/s)	
	Lavabo	1		0,2			
1	WC	1		0,12			
			2	0,32	0,32	1,00	0,32
2	Robinet Puis.	net Puis. 1		0,33			
		1	3	0,33	0,65	0,71	0,46

Dimensionnement du réseau de distribution :

Les diamètres des canalisations seront calculés avec les vitesses maximales d'écoulement (2 m/s pour la ceinture principale et 1,5 m/s pour les colonnes descendantes) dans le but de réduire les diamètres des canalisations.

<u>Tableau n° XXIV</u>: Tableau récapitulatif de dimensionnement des colonnes descendantes : colonne de la gaine de plomberie n°1.

			CD-GF	P1					
			DIAMETI	RES	PERTES	DE CHARGE	VITES	SES	
Tronçons	Longueurs(m)	Débits(I/s)	Diamètres Théoriques (mm)	Diamètres réels (mm)	P.d.c unitaire (m/ml)	P.d.c totale(m)	Vitesses théoriques (m/s)	Vitesses réelles (m/s)	Pression en aval du tronçon (mce)
TT-E8	2,2	1,02	29,42	32	0,082	0,182	1,5	1,27	2,70
E8-E7	3,6	1,02	29,42	32	0,082	0,298	1,5	1,27	3,99
E7-E6	3,6	1,00	29,13	32	0,080	0,288	1,5	1,24	7,30
E6-E5	4,8	0,92	27,94	32	0,069	0,332	1,5	1,14	11,77
E5-E4	3,6	0,90	27,64	32	0,066	0,239	1,5	1,12	15,13
E4-E3	3,6	0,87	27,17	32	0,062	0,226	1,5	1,08	18,50
E3-E2	3,6	0,84	26,70	32	0,059	0,212	1,5	1,04	21,89
E2-E1	5,8	0,67	23,85	25	0,128	0,744	1,5	1,36	26,94
E1	10	0,63	23,12	25	0,115	1,152	1,5	1,28	25,79
E1-RDC	5,2	0,63	23,12	25	0,115	0,599	1,5	1,28	30,39
					Σ P.D.C	4,095			

TT= Toiture terrasse

E= Etage

<u>Tableau n° XXV</u> : Tableau récapitulatif de dimensionnement des colonnes descendantes : colonne de la gaine de plomberie n°2.

			CD-GF	2					
			DIAMETI	RES	PERTES [DE CHARGE	VITESS	SES	
Tronçons	Longueurs(m)	Débits(I/s)	Diamètres Théoriques (mm)	Diamètres réels (mm)	P.d.c(m/ml)	P.d.c totale (m)	Vitesses théoriques (m/s)	Vitesses réelles (m/s)	Pression en aval du tronçon (mce)
TT-E8	2,2	1,43	34,84	40	0,051	0,114	1,5	1,14	2,37
E8-E7	3,6	1,37	34,10	40	0,048	0,173	1,5	1,09	5,80
E7-E6	3,6	1,35	33,85	40	0,046	0,169	1,5	1,07	9,23
E6-E5	4,8	1,21	32,05	32	0,111	0,536	1,5	1,50	13,49
E5-E4	3,6	1,11	30,70	32	0,096	0,346	1,5	1,38	16,75
E4-E3	3,6	1,07	30,14	32	0,090	0,324	1,5	1,33	20,02
E3-E2	3,6	1,00	29,13	32	0,080	0,288	1,5	1,24	23,33
E2-E1	5,8	0,72	24,72	25	0,145	0,844	1,5	1,47	28,29
E1-RDC	5,2	0,51	20,81	25	0,079	0,414	1,5	1,04	33,07
					Σ P.D.C	3,211			

<u>Tableau n° XXVI</u>: Tableau récapitulatif de dimensionnement des colonnes descendantes : colonne de la gaine de plomberie n°3.

			CD-GP3						
			DIAMETI	TRES PERTES DE CHARGE VITESSES					
Tronçons	Longueurs(m)	Débits(I/s)	Diamètres Théoriques (mm)	Diamètres réels (mm)	P.d.c(m/ml)	P.d.c totale(m)	Vitesses théoriques (m/s)	Vitesses réelles (m/s)	Pression en aval du tronçon (mce)
CD1-n2	15,5	0,49	20,39	25	0,074	1,151	1,5	1,00	20,74
n2-E1	5,8	0,38	17,96	25	0,047	0,276	1,5	0,77	26,26
E1-RDC	5,2	0,31	16,22	25	0,033	0,173	1,5	0,63	31,29
					Σ P.D.C	1,600			

<u>Tableau n° XXVII</u>: Tableau récapitulatif de dimensionnement des colonnes descendantes : colonne de la gaine de plomberie n°4.

			CD-GP	4					
			DIAMETE	RES	PERTES	DE CHARGE	VITES		
Tronçons	Longueurs(m)	Débits(I/s)	Diamètres Théoriques (mm)	Diamètres réels (mm)		P.d.c totale(m)	Vitesses théoriques (m/s)	Vitesses réelles (m/s)	Pression en aval du tronçon (mce)
CD2-n3	13	0,54	21,41	25	0,088	1,144	1,5	1,10	22,19
n3-E1	5,8	0,39	18,19	25	0,049	0,288	1,5	0,79	27,70
E1-RDC	5,2	0,31	16,22	25	0,033	0,173	1,5	0,63	32,73
	•			•	Σ P.D.C	1.606		•	•

<u>Tableau n° XXVIII</u> : Tableau récapitulatif de dimensionnement des colonnes descendantes : colonne de la gaine de plomberie n°5.

			CD-GP5						
		DIAMETRES		PERTES DE CHARGE		VITESSES			
Tronçons	Longueurs(m)	Débits(I/s)	Diamètres Théoriques (mm)	Diamètres réels (mm)		P.d.c totale(m)	Vitesses théoriques (m/s)	Vitesses réelles (m/s)	Pression en aval du tronçon (mce)
n3-n4	13	0,46	19,76	25	0,066	0,864	1,5	0,94	21,32
n4-E1	5,8	0,32	16,48	25	0,035	0,204	1,5	0,65	26,92
					Σ P.D.C	1,068			

<u>Tableau n°XXIX</u>: Tableau récapitulatif de dimensionnement de la ceinture principale au plancher haut du huitième étage.

			Ceinture pri	ncipale					
			DIAMETI	RES	PERTES	DE CHARGE	VITES	SES	
Tronçons	Longueurs(m)	Débits (I/s)	Diamètres Théoriques (mm)	Diamètres réels (mm)		P.d.c totale(m)	Vitesses théoriques (m/s)	Vitesses réelles (m/s)	Pression en aval du tronçon (mce)
R-n1	0,2	1,77	38,76	40	0,075	0,015	1,5	1,41	1,18
n1-CD1	6	1,02	25,48	32	0,082	0,497	2	1,27	0,69
n1-CD2	6	1,43	30,17	32	0,149	0,898	2	1,78	0,29
	_				Σ P.D.C	0,512	_		

> Calcul de la hauteur de charge nécessaire pour l'alimentation :

- Hauteur du point de puisage le plus élevé : h= 34,5 m
- Pression résiduelle minimale en ce point : Pr =2 mce
- La hauteur minimale du réservoir au dessus du point le plus élevé 2,5mce considérant les pertes de est de (en charge) La charge hydraulique nécessaire pour l'alimentation de ce point est: $Hr\acute{e}s = 37 m$ par rapport au RDC. Etant donné que le plancher haut de l'édicule est à une hauteur de 36m (voir coupe en annexe 11), le réservoir sera posé sur ce plancher. Un niveau minimal de 1m d'eau sera assuré dans le réservoir afin d'atteindre la hauteur de charge requise (37 m).
- > Dimensionnement de la conduite montante : Voir tableau suivant

<u>Tableau n°XXX</u> : Tableau récapitulatif de dimensionnement de la conduite montante d'alimentation du réservoir.

			Conduite					
			montante					
			DIAMETI	RES	PERTES I	DE CHARGE	VIT	ESSES
Tronçons	Longueurs(m)	Débits (l/s)	Diamètres Théoriques (mm)	Diamètres réels (mm)	P.d.c(m/ml)	P.d.c totale(m)	Vitesses théori.(m/s)	Vitesses réelles (m/s)
B-R	57	1,77	38,76	40	0,075	4,297	1,5	1,41
		•	·		\sum P.D.C	4,297		

B- Branchement au réservoir surélevé

R-Réservoir surélevé

> Caractéristiques des pompes :

Le pompage sera fait directement sur le réseau public.

- Nombre de pompes : Deux(02) pompes dont une de secours en cas de panne éventuelle.
- Débit nécessaire pour tout l'immeuble : 1,77 l/s soit 6,37 m3/h
- Hauteur manométrique total :
 - Pression au sol considérée : 1.5bar soit 15 mce
 - Pertes de charge dues au compteur et au robinet d'arrêt : 5m
- Pertes de charge dues aux appareils de sectionnement en amont et en aval des pompes : 4m
- Hauteur du plancher haut de l'édicule: 36 m
- Hauteur de chute maximale d'eau dans le réservoir : 1,8 m
- Pertes de charge totales au refoulement dans la conduite montante : 4,03 m

Hauteur manométrique total : HMT= 36m+ 1.8m+ 4.03m+ 4m+5m-15m = 37.43 m.

Le choix de la pompe se fera de même à l'aide du catalogue. On trouve alors une pompe dont les caractéristiques sont les suivantes :

Q= 7 m3/h; HMT= 40 mce; P= 1,5 kw

La pression de distribution par le surpresseur étant trop élevée aux niveaux inférieurs, des réducteurs de pression seront installés dans les gaines à l'entrée des branchements d'étage.

Volume du réservoir surélevé.

Le réservoir surélevé sera alimenté par une conduite montante et munie de deux robinets à flotteur pour l'enclenchement et le déclenchement des pompes. Les hypothèses pour le calcul de la capacité utile sont les suivantes :

- Le débit de pompage correspond au débit instantané de pointe calculé pour l'immeuble;
- Les heures de pompage seront choisies pour qu'il n'y ait pas manque d'eau aux heures de fortes consommations. Le profil de consommation suivant, correspondant à l'usage de ce bâtiment, sera considéré :
 - 7h30 à 8h30 : consommation élevée service du petit déjeuné et besoins sanitaires des usagers ;
 - 8h30 à 11h : consommation faible occupation divers :
 - 11h à 13h30 : consommation de pointe cuisine au RDC, restauration et besoins sanitaires des usagers ;
 - 13h30 à 18h : consommation faible- occupation divers ;
 - 18h à 19h : consommation élevée besoins sanitaires des usagers ;
 - 19h à 7h 30 : pas de consommation -absence du personnel.

Le pompage sera effectué de préférence la nuit (afin de bénéficier de la pression relativement élevée de la SONEB) et aussi en journée aux heures de faible consommation.

Après avoir effectué une simulation sur une période de 24 heures, on obtient donc un temps total de dix (10) heures réparties en trois périodes selon la grille de pompage présentée en annexe 14. Le volume du réservoir surélevé est de : $\mathbf{V} = \mathbf{14} \ \mathbf{m}^3$.

On emploiera des réservoirs en matériau plastique disponible sur le commerce. La plus grande capacité des réservoirs étant de 5 m³, on utilisera trois réservoirs (tanks) pour contenir les 14 m³ d'eau.

3.2.2- Estimation du coût de chaque système de distribution.

Une estimation du coût des éléments constituant les réseaux de distribution sera faite pour chaque système de distribution. Etant donné qu'il s'agit d'une étude comparative, certains éléments qui sont communs aux deux systèmes ou qui sont propres à l'immeuble considéré ne seront pas pris en compte. Il s'agit :

- des conduites de branchement d'étage et de raccordement aux différents appareils sanitaires ;
- des robinets d'arrêts à l'entrée des gaines ;
- des appareils sanitaires.

Les prix ont été obtenus auprès de certaines quincailleries spécialisées dans la vente des équipements de plomberie. En annexes 15, on retrouve les prix de certains éléments obtenus auprès de **CTPS** (Centre technique de plomberie-sanitaire).

3.2.2.1- Evaluation du coût d'installation du système de distribution par surpression directe.

Le tableau du devis quantitatifs et estimatifs se présente comme suit :

<u>Tableau n°XXXI</u>: Tableau du devis quantitatif et estimatif des installations du système de distribution par surpression.

système de distribution par surpression directe					
Désignation	unité	quantité	prix unitaire (fcfa)	montant (fcfa)	
ceinture principale					
tuyau d'alimentation PN10					
tuyau PVC Ø25	barre	6	2600	15600	
tuyau PVC Ø 32	barre	4	3600	14400	
tuyau PVC Ø 40	barre	9	5500	49500	
colle tangit	Kg	5	9500	47500	
accessoires de pose	U	114	1500	171000	
réducteur PVC					

32/25	U	1	300	300
40/32	U	2	450	900
40/25	U	3	350	1050
Té et coudes PVC				
Té Ø 32	U	1	400	400
Té Ø 40	U	4	650	2600
coude Ø 25	U	6	125	750
coude Ø 32	U	2	300	600
coude Ø 40	U	6	650	3900
colonnes montantes				
tuyau d'alimentation PN10				
tuyau PVC pression 25	barre	7	2600	18200
tuyau PVC Ø 32	barre	5	3600	18000
tuyau PVC Ø 40	barre	7	5500	38500
colle Tangit	Kg	2	9500	19000
accessoires de pose	U	76	1500	114000
réducteur PVC				
32/25	U	2	300	600
40/32	U	3	450	1350
Réducteur-stabilisateur de pression Ø 40	U	3	86 460	259380
Réducteur-stabilisateur de pression Ø 32	U	1	58 622	58622
Réducteur-stabilisateur de pression Ø 25	U	3	37 230	111690
Sous-total 1				947842
surpresseur				
électropompe + accessoires.	U	2	1500000	3000000
ballon a vessie 500litres	U	1	800000	800000
Sous-total 2				3800000
montant total				4747842

On obtient un montant total de 4 747 842 FCFA pour l'installation du système.

3.2.2.2- Evaluation du coût d'installation du système de distribution en parapluie.

<u>Tableau</u> n°XXXII : Tableau du devis quantitatif et estimatif des installations du système de distribution en parapluie.

Système de distribution en parapluie					
désignation	unité	quantité	prix unitaire (fcfa)	Montant (fcfa)	
Ceinture principale					
tuyau d'alimentation PN10					
tuyau PVC Ø 32	barre	2	3600	7200	
tuyau PVC Ø 40	barre	1	5500	5500	
colle tangit	Kg	1	9500	9500	
accessoires de pose	U	24	1500	36000	
réducteur PVC					
40/32	U	1	450	450	
Té et coudes PVC					
Té Ø 40	U	1	400	400	
coude Ø 32	U	1	125	125	
coude Ø 40	U	2	650	1300	
Colonnes descendantes					
tuyau d'alimentation PN10					
tuyau PVC Ø25	barre	15	2600	39000	
tuyau PVC Ø 32	barre	7	3600	25200	
tuyau PVC Ø 40	barre	2	5500	11000	
colle tangit	Kg	3	9500	28500	
accessoires de pose	U	144	1500	216000	
réducteur PVC					
32/25	U	4	300	1200	
40/32	U	1	450	450	
Té et coudes PVC					
Té Ø 25	U	1	125	125	
Té Ø 32	U	2	400	800	
coude Ø 25	U	4	125	500	

Conduite montante				
tuyau d'alimentation PN10				
tuyau PVC Ø 40	barre	7	5500	38500
Té et coudes PVC				
coude Ø 40	U	2	650	1300
Sous-total 1				423050
réservoir surélevé				
réservoir polytanK	5m3	3	350000	1050000
robinet à flotteur	U	2	6500	13000
Etanchéité+Terrason carrelée	m2	20	25000	500000
tuyauterie vidange vers siphon eau pluviales	barre	2	5500	11000
Sous-total 2				1574000
électropompe +accessoires	U	2	1000000	2000000
montant total				3997050

On obtient un montant total de 3 997 050FCFA pour l'installation du système.

Cinquième Partie

RESULTATS ET DISCUSSIONS

A l'issue de l'étude effectuée sur le cas spécifique, les résultats obtenus sont rassemblés, résumés dans les tableaux et illustrés par des courbes. Selon les critères de choix définis précédemment, une analyse comparative des deux systèmes de distribution sur les plans techniques et économiques sera faite.

5.1-Sur le plan technique.

Le dimensionnement des réseaux de distribution et des pompes suivant les deux modes d'alimentation nous a permis d'obtenir les valeurs des variables résultantes de l'algorithme. Il s'agit des débits dans chaque canalisation, des diamètres des canalisations, des pressions de distribution, des caractéristiques des pompes, etc. Ces valeurs nous permettront de faire une synthèse des études techniques de chaque système de distribution.

5.1.1- Diamètres des canalisations.

En récapitulant toutes les sections de conduites obtenues pour le réseau de chaque système, on obtient le tableau suivant.

<u>Tableau XXXIII</u>: Tableau de comparaison des deux systèmes en fonction des sections des conduites.

	nombre de barres PVCφ25	nombre de barres PVCφ32	nombre de barres PVCφ40
système de distribution par surpression directe (S1)	13	9	16
système de distribution en parapluie (S2)	15	9	10

Une barre de PVC(type PVC-pression)correspond à 6 ml (mètre-linéaire)

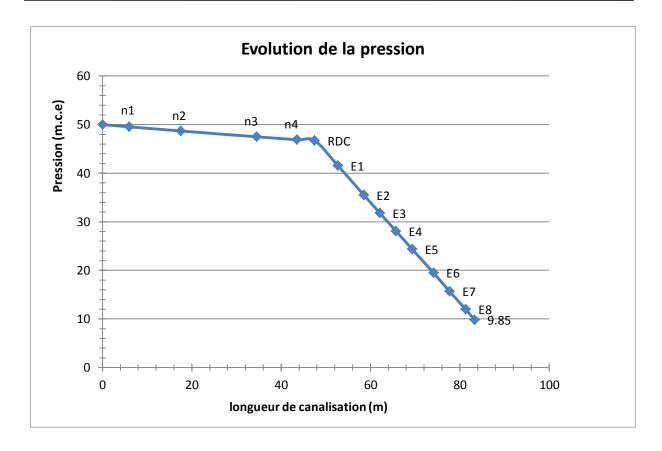
On remarque que le système S1 comporte plus de conduites de diamètre 40mm que le système S2 qui, à son tour, comporte plus de conduites de diamètre 25mm. On peut donc remarquer que la première méthode (S1) présente plus de conduites de grandes sections que la seconde.

En effet, dans le système S1, une diminution des pertes de charge a été faite non seulement pour faciliter l'alimentation du point de puisage défavorable mais aussi pour réduire la puissance du surpresseur. Cette diminution occasionne une augmentation des diamètres. Quant au système S2, l'alimentation convenable (débit nécessaire et pression résiduelle minimale) du point de puisage le plus élevé, par le réservoir, est une condition suffisante pour satisfaire les appareils des niveaux inférieurs. Une diminution supplémentaire des pertes de charge n'est donc pas nécessaire une fois que le réservoir est bien positionné ; ce qui justifie les diamètres obtenus.

5.1.2- Pression dans les canalisations.

Les résultats des calculs de pression, présentés au chapitre 3 de la partie IV du document, ont permis de construire pour chaque système de distribution les courbes qui retracent l'évolution de la pression dans les canalisations.

Pour la distribution par surpression directe, les valeurs obtenues pour le circuit défavorisé permettent de tracer la courbe suivante :



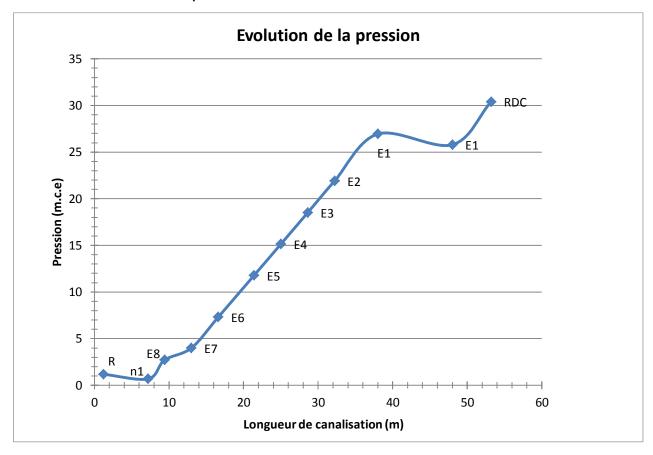
<u>Figure n°12</u>: Courbe de variation de la pression dans les canalisations: du branchement du surpresseur vers le point de puisage défavorable.

Les points précisés sur la courbe représentent les nœuds des tronçons du sous-sol et les étages de l'immeuble (conformément au schéma synoptique en annexe 12).

On observe d'abord une légère perte de pression dans les canalisations de la ceinture principale au sous-sol due aux pertes de charge. Ensuite, du rez-de-chaussée au dernier niveau, on observe une chute de la pression due non seulement aux pertes de charge dans les conduites mais aussi à la hauteur d'élévation des points de puisage. La pression résiduelle obtenue au dernier niveau est de 9,85 m.c.e. Cependant, les pressions disponibles au rez-de-chaussée et au 1^{er} étage sont trop élevées pour desservir les appareils de ces niveaux (supérieures à 4bars selon la norme). Des dispositifs de réduction et de

stabilisation de pression seront donc installés sur les branchements d'étage de ces niveaux afin de ne pas endommager les appareils sanitaires.

En ce qui concerne la distribution en parapluie, l'évolution de la pression à partir du réservoir surélevé vers le point de puisage le plus bas de l'immeuble se présente comme suit.



<u>Figure n°12</u>: Courbe de variation de la pression dans les canalisations : du réservoir surélevé vers le point le plus bas situé au rez-de-chaussée.

Dans ce cas, la distribution est faite de manière gravitaire. Tel que le montre la courbe, selon le sens d'écoulement de l'eau, on observe une augmentation de la pression due à la pression statique qui croit du réservoir vers le point de puisage situé en dessous de celui-ci. Les légères baisses de pression observées au niveau de la ceinture

principale et au 1^{er} étage sont dues aux pertes de charge dans les canalisations horizontales.

La pression résiduelle disponible au dernier niveau est de 2,17 m.c.e.

La pression disponible au point le plus bas situé au rez-de-chaussée est de 30,39 m.c.e. Les réducteurs de pression pour les niveaux inférieurs ne sont pas nécessaires dans ce cas.

En résumé, le système S2 fournit des pressions de distribution moins élevées que le système S1. Toutefois, pour le système S1, il faut noter que des dispositifs supplémentaires de régulation de cette pression sont primordiaux pour les étages inférieurs.

5.1.3- Pompes et surpresseur.

Concernant les équipements de pompage, nous avons :

<u>Tableau XXXIV</u>: Tableau récapitulatif des caractéristiques des pompes et du surpresseur.

	Caractéristiques	Fonctionnement
	Odracicristiques	
système de		Durée moyenne de fonctionnement par
distribution par	Q= 7m3/h; HMT=40mce;	jour : 10h
surpression	P=1,5 KW; ballon à	Nombre maximal de démarrages par
directe (S1)	vessie:500 litres	heure : 07 démarrages.
système de		Durée de fonctionnement par jour: 10h
distribution en	Q= 7m3/h; HMT=40mce;	Nombre de démarrages par jour: 03
parapluie (S2)	P=1,5 KW	démarrages.

Les pompes des deux systèmes présentent les mêmes caractéristiques (Q, HMT). Quant au fonctionnement, on a:

➤ dans le système S1, le ballon à vessie du surpresseur permet de réguler la marche et l'arrêt de la pompe. Ainsi, la durée réelle de fonctionnement de la pompe seule sera alors réduite car le réservoir régulateur servira de relais avant son enclenchement. Cependant, les

sollicitations importantes (consommation d'eau) de courte durée et les éventuelles fuites d'eau peuvent provoquer des démarrages intempestifs du surpresseur ; ce qui conduit à son usure prématurée.

➤ contrairement, la pompe du système S2 effectue trois (03) périodes de pompage pour le remplissage des réservoirs et donc ne démarre que trois (03) fois par jour. L'ouverture et la fermeture d'un point d'utilisation d'eau n'influent pas directement sur l'état de fonctionnement de la pompe. Elle dispose donc d'une fréquence de démarrage nettement inférieure à celle du système S1 ; ce qui contribue à amoindrir sa détérioration.

5.2- Sur le plan économique.

Une étude économique est menée afin de mesurer l'incidence financière de chaque méthode étudiée. Sur le plan général, le coût d'installation du réseau et des équipements du système de distribution par surpression directe revient à un montant global de quatre millions sept cent quarante sept mille huit cent quatre quarante deux FCFA (4 747 842 FCFA). Celui du système de distribution en parapluie revient à trois millions neuf cent quatre vingt dix sept mille cinquante FCFA (3 997 050 FCFA). Pour être plus explicite, on a le tableau suivant:

<u>Tableau XXXV</u>: Tableau récapitulatif du coût d'installation de chaque système.

	Système de distribution par surpression directe	Système de distribution en parapluie
Réseau de distribution intérieure	947 842 FCFA	423 050 FCFA

Equipements de pompage	3 800 000 FCFA	2 000 000FCFA
Réservoirs de stockage	-	1 574 000 FCFA
Systèmes	4 747 842 FCFA	3 997 050 FCFA

L'estimation du coût des réseaux montre que l'installation du système S1 revient plus chère que celui du système S2. Cela est dû au fait que le premier système comporte des conduites de sections plus importantes et des dispositifs de réduction et de stabilisation de pression.

En termes de consommation énergétique des pompes à l'exploitation, les deux systèmes de pompage disposent d'une même durée de fonctionnement (10h correspondant à la période de travail des usagers). Néanmoins, la pompe du système S1, ayant une fréquence de démarrage supérieure à celle du système S2, absorbe plus d'énergie électrique (voir la courbe de démarrage des moteurs électriques en annexe 17).

Il faut noter qu'en cas de coupure d'eau et d'électricité, le réservoir du système de distribution en parapluie pourra alimenter l'immeuble jusqu'à ce que la réserve se termine.

Au vu des analyses effectuées sur les plans techniques et économiques, il est préférable, pour ce cas d'étude, d'opter pour le système de **distribution en parapluie**.



Lorsque la pression de l'eau des distributions urbaines devient insuffisante pour alimenter les niveaux supérieurs des immeubles de grande hauteur, la distribution intérieure d'eau potable fait appel à l'utilisation de systèmes adéquats pour résoudre les problèmes hydrauliques dans d'immeuble. ces types Pour une meilleure optimisation, il est nécessaire de connaître toutes les variables à prendre en compte pour la conception des systèmes. Il s'agit d'une multitude de variables dont les valeurs dépendent de la particularité de chaque cas d'immeuble. Pour les concepteurs, la considération de ces multiples paramètres intervenant dans la conception de chaque système est parfois une manœuvre fastidieuse.

Notre étude nous a permis d'inventorier l'ensemble des variables nécessaires pour la conception de chaque mode de distribution étudié. Ensuite, cela nous a permis de proposer un algorithme de calcul des réseaux de distribution et des équipements dans chaque cas de système. En considérant un cas spécifique et en se basant sur les critères techniques et économiques pour le choix des systèmes étudiés, la présente étude propose une démarche méthodologique à suivre pour la comparaison et le choix des modes de distribution dans les I.G.H.Pour l'immeuble de la compagnie d'assurance " Africaine des assurances", le système retenu est celui de distribution en parapluie car il satisfait plus aux critères techniques et économiques. Sur le plan technique, pour le système retenu, on obtient un réseau ayant des diamètres relativement réduits, une pompe dont les périodes et durées de fonctionnement sont contrôlées et un réservoir de stockage alimentant les points de puisage de manière gravitaire. Sur le plan économique, l'impact financier des dimensions du réseau et des stations de pompage ainsi que leur fonctionnement à l'exploitation montre que la technique de distribution en parapluie est moins onéreuse.

Globalement, le système de distribution en parapluie présente l'avantage de disposer des conduites de sections moins importantes que le système de distribution par surpression directe. Cette différence s'observe de manière plus remarquable pour des immeubles de hauteur très importante. Le dispositif de pompage présente moins d'encombrement (réservoir à air pour le surpresseur complété par un dispositif automatique de renouvellement d'air dans certains cas). Ces avantages conduisent inévitablement à une réduction de l'enveloppe financière à l'installation.

Cependant, ce système présente, dans certains cas, des inconvénients. Lorsque le nombre d'appareils sanitaires est très important dans un immeuble, (cas des hôtels par exemple comportant de multiples appareils à gros débit comme les baignoires, les machines à laver, etc) le volume d'eau devient trop important pour être stocker sur la partie supérieure de l'immeuble. Cela exige des planchers et structures capables de porter la charge que représente l'eau en réserve. La distribution par surpression présente l'avantage de fournir, à l'aide des équipements de surpression, des pressions élevées dans les conduites ; ce qui n'est pas le cas de la distribution en parapluie qui se fait uniquement par gravité et dont la charge disponible est limitée par la hauteur de l'immeuble.

Cette étude comparative pourra éclairer les concepteurs des réseaux de plomberie dans leur choix du système d'alimentation à utiliser. Une étude approfondie doit être néanmoins faite au cas par cas afin de tirer des conclusions fiables. Aussi, est-il nécessaire de poursuivre des études dans la détermination du coefficient de simultanéité pour les immeubles à statut particulier. Ceci permettra de mieux quantifier la réserve d'eau nécessaire pour l'alimentation des bâtiments.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] BALLE Razaki, 1992 .Dimensionnement des réseaux d'alimentation en eau potable et des réseaux d'évacuation des eaux usées dans un logement. Mémoire d'ingénieur de conception. Centre de THIES(Sénégal), Ecole supérieure polytechnique.
- [2] BLAJKINE A. et COLL, 1977. Electrotechnique général. Démarrage des moteurs électriques. Techniques soviétiques. Edition MIR MOSCOU.p357-358
- [3] CADIERGUES Roger, 1995. Les cadres sanitaires et plomberie. Livrets MémoCad mK01.a, ns02.a, ns03.a
- [4] CHARLENT Henri, 1984. Traité pratique de plomberie. Edition Garnier Technique, 14ème édition, distribution intérieure-eau froide.
- [5] DELEBECQUE R., 1995. BATIMENT2 Eléments de construction. Edition Delagrave. Septembre 1995.
- [6] DEGAN Gérard, 2009. Cours de pompes et stations de pompage pour ingénieur de conception. Université d'Abomey-Calavi.
- [7] DEGAN Arcadius Bérenger S., 2010. Conception du système d'alimentation en eau, d'assainissement et de protection incendie du bâtiment de la banque Ecobank sis à GANHI-Cotonou. Mémoire d'ingénieur de conception. Ecole polytechnique d'Abomey-Calavi. Université d'Abomey-Calavi.

- [8] DESSERS Pierre,2007. La conception des installations de distribution d'eau sanitaire dans les bâtiments. Cours de technologie sanitaire.52p
- [9] DUBOIS C., 2007. Récapitulatif et aide au choix des pompes, 3p
- [10] DUNOD F,TOURANCHEAU L,1969. Eléments de construction à l'usage de l'ingénieur. Tome VI (organes pour fluide), 4éme édition.
- [11] GODART H., 2000. Art. C5195 : Adduction et distribution d'eau. Les Essentiels 10 Février 2000. Techniques de l'Ingénieur.
- [12]GONZALES A.,2007. Règles générales de conception des installations d'eau.19p
- [13] GUREVICH Yuri, 2000. Sequential Abstract State Machines Capture Sequential Algorithms, ACM Transactions on Computational Logic, Volume 1, no 1, pages 77-111.
- [14] KSB S.A.S, 2010. Guide de surpression, surpression sanitaire. Livret technique 1958.51/3-20
- [15] MARKOV A. A.,1954, Theory of algorithms. Moscow, Academy of Sciences of the USSR. Titre original: Teoriya algerifmov.
- [16] MESSE J-Y., 2001.Programme THERMEXCEL, installation pour alimentation d'eau sanitaire. ©2001-2003 92130 ISSY LES MOULINEAUX.
- [17] PAPA MOMAR DIOP et OUMAR THIAM, 2000. Conception d'un logiciel de dimensionnement d'un réseau d'alimentation en eau potable

d'un bâtiment. Mémoire d'ingénieur de conception. Centre de THIES(Sénégal), Ecole supérieure polytechnique.

[18] POULLIN YVES, 2001.Pompes domestiques et surpresseurs : Alimentation en eau des maisons rurales et surpression d'eau dans les immeubles. Techniques de l'ingénieur, traité de construction.Doc. C3830

[19] SOCOTEC, 2000. TRAVAUX DE CONSTRUCTION DE L'HOTEL DE LA PLAGE A COTONOU. Lot Plomberie-sanitaire, Dossier d'exécution et Cahier des charges.

[20] Règlement de sécurité dans les Immeubles de Grande Hauteur(I.G.H) et Etablissement recevant du public (E.R.P) ,2010.Arrêté du 18 Octobre 1977 modifié. Cool PREV - R8011S v.1.20 - Edition du 05/09/2010

[21] STONE Harold S., 1972. Introduction à l'algorithmique et aux structures de données. Edition McGraw-Hill, New York.

[22] TOURE et KAGBAHINTO, 2002. Conception, études structurales et études du système d'alimentation en eau potable et d'assainissement d'un centre commercial (R+8) à Abomey-Calavi. Mémoire DIT. Collège polytechnique universitaire. Université d'Abomey-Calavi.

[23] ZOUNGRANA Dénis., 2003. Cours d'approvisionnement en eau potable. EIER/Ouagadougou Burkina-Faso.143p

ANNEXES

ANNEXE 1 : La réglementation des installations sanitaires [2]

TEXTES RÉGLEMEN TAIRES PRINCIPAUX

- **Règlement sanitaire** (départemental) pour référence voir le guide **gA91**. *Les règlements* sanitaires départementaux.
- . Le Code de la Santé Publique auquel il faut ajouter le Code des Collectivités Territoriales :
- partie législative : CODE DE LA SANTE PUBLIQUE, Titre 2 Sécurité sanitaire des eaux et des aliments Chapitre 1 Eaux potables Articles L1321-1 à L1321-10 ;
- partie réglementaire : CODE DE LA SANTE PUBLIQUE, Chapitre 1 Eaux potables Section 1 Eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales naturelles - Articles R1321-1 à R1321-66, D1321-67 et D1321-68 ;
- parties législative et réglementaire : CODE GENERAL DES COLLECTIVITES TERRITORIALES. Chapitre 4 Services publics industriels et commerciaux - Section 2 Eau et assainissement - Articles L2224-7 à L2224-12-5, R2224-6 à R2224-22-6.
- Deux décrets et un arrêté essentiels :
- Décret n° 2007-49 du 11 janvier 2007 relatif à la sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine
- Décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001 modifié relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles
- Arrêté du 17 décembre 2008 relatif au contrôle des installations privatives de distribution d'eau potable, des ouvrages de prélèvement, puits et forages et des ouvrages de récupération des eaux de pluie.
- Auxquels il faut ajouter un certain nombre de circulaires dont :
- Circulaire nº 2000-232 du 27 avril 2000 modifiant la circulaire DGS/VS4 99-217 du 12 avril 1999 relative aux matériaux utilisés dans les installations fixes de distribution d'eaux destinées à la consommation humaine
- Circulaire nº 2003-633 du 30 décembre 2003 relative à l'application des articles R. 1321-1 et suivants du code de la santé publique concernant les eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles
- Circulaire n° 2007-57 du 2 février 2007 relative aux modifications apportées aux dispositions réglementaires du code de la santé publique par le décret n° 2007-49 du 11 janvier 2007 relatif à la sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine
 - Circulaire du 9 août 1978 modifiée relative à la révision du règlement sanitaire départemental type.

ANNEXE 2: Textes normatifs principaux [2]

TEXTES NORMATIFS PRINCIPAUX

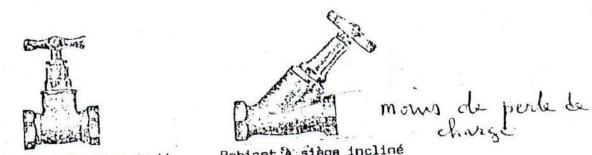
- NF EN 806-1 (juin 2001) : Spécifications techniques relatives aux installations pour l'eau destinée à la consommation humaine à l'intérieur des bâtiments - Partie 1 : Généralités + Amendement A1
- . NF EN 806-2 (novembre 2005) : Spécifications techniques relatives aux installations d'eau destinée à la consommation humaine à l'intérieur des bâtiments - Partie 2 : Conception
- . NF EN 806-3 (juin 2006) : Spécifications techniques relatives aux installations d'eau destinée à la consommation humaine à l'intérieur des bâtiments - Partie 3 : Dimensionnement - Méthode simplifiée
- . NF EN 15161 (février 2007) : Équipement de traitement d'eau à l'intérieur des bâtiments Mise en oeuvre, fonctionnement, entretien et réparation
- . NF EN 1717 (mars 2001) : Protection contre la pollution de l'eau potable dans les réseaux intérieurs et exigences générales des dispositifs de protection contre la pollution par retour
- . NF P43-018 (juin 1990) : Robinetterie de bâtiment Appareillage de contrôle sur site des ensembles protection sanitaire des réseaux d'eau potable - Caractéristiques
- . NF EN 15161 (février 2007) : Equipement de traitement d'eau à l'intérieur des bâtiments Mise en oeuvre, fonctionnement, entretien et réparation
- NF DTU 60.31 P1-1 (mai 2007) : Travaux de bâtiment Canalisations en chlorure de polyvinyle non plastifié : eau froide avec pression - Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques
- . NF DTU 60.31 P1-2 (mai 2007) : Travaux de bâtiment Canalisations en chlorure de polyvinyle non plastifié : eau froide avec pression - Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux
- . NF DTU 60.32 P1-1 (novembre 2007) : Travaux de bâtiment Canalisations en polychlorure de vinyle non plastifié - Evacuation des eaux pluviales - Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques
- . NF DTU 60.32 P1-2 (novembre 2007) : Travaux de bâtiment Canalisations en polychlorure de vinyle non plastifié - Evacuation des eaux pluviales - Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux
- . NF DTU 60.33 P1-1 (octobre 2007) : Travaux de bâtiment Canalisations en polychlorure de vinyle non plastifié
- Evacuation d'eaux usées et d'eaux de vanne Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques
- . NF DTU 60.33 P1-2 (octobre 2007) : Travaux de bâtiment Canalisations en polychlorure de vinyle non plastifié
- Evacuation d'eaux usées et d'eaux vannes Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux
- . NF DTU 60.5 P1-1 (janvier 2008) : Travaux de bâtiment Canalisations en cuivre Distribution d'eau froide et chaude sanitaire, évacuation d'eaux usées, d'eaux pluviales, installations de génie dimatique - Partie 1-1 : Cahier des dauses techniques
- . NF DTU 60.5 P1-2 (janvier 2008) : Travaux de bâtiment Canalisations en cuivre Distribution d'eau froide et chaude sanitaire, évacuation d'eaux usées, d'eaux pluviales, installations de génie climatique - Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux
- DTU 60.1 (mai 1993) : Plomberie sanitaire pour bâtiments à usage d'habitation Cahier des charges + Amendement A1 (janvier 1999) + Amendement A2 (octobre 2000)

- . DTU 60.1 (NF P40-201/ADD1) (juillet 1969) : Plomberie sanitaire pour bâtiments à usage d'habitation Mise en oeuvre des canalisations traversées des planchers, murs et cloisons - Additif 1
- . DTU 60.1 (NF P40-201/ADD4) (mai 1993) : Plomberie sanitaire pour bâtiments à usage d'habitation Installations de distribution d'eau en tubes d'acier à l'intérieur des bâtiments - Additif 4
- . DTU 60.1 (NF P40-201/ADD4/MEM) (mai 1993) : Plomberie sanitaire pour bâtiments à usage d'habitation Mémento de l'additif 4
- . DTU 60.1 (NF P40-201/ADD4/CCS) (mai 1993) : Plomberie sanitaire pour bâtiments à usage d'habitation Cahier des clauses spéciales de l'additif 4
- . NF DTU 60.2 P1-1 (octobre 2007) : Travaux de bâtiment Canalisations en fonte Evacuation d'eaux usées, d'eaux vannes et d'eaux pluviales - Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques
- . NF DTU 60.2 P1-2 (octobre 2007) : Travaux de bâtiment Canalisations en fonte Evacuation d'eaux usées, d'eaux vannes et d'eaux pluviales - Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux
- . Règles DTU 60.11 (octobre 1988) : Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et des installations d'évacuation des eaux pluviales
- . NF DTU 60.31 P1-1 (mai 2007) : Travaux de bâtiment Canalisations en chlorure de polyvinyle non plastifié : eau froide avec pression - Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques
- . NF DTU 60.31 P1-2 (mai 2007) : Travaux de bâtiment Canalisations en chlorure de polyvinyle non plastifié : eau froide avec pression - Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux
- . NF DTU 60.32 P1-1 (novembre 2007) : Travaux de bâtiment Canalisations en polychlorure de vinyle non plastifié - Evacuation des eaux pluviales - Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques
- . NF DTU 60.32 P1-2 (novembre 2007) : Travaux de bâtiment Canalisations en polychlorure de vinyle non plastifié - Evacuation des eaux pluviales - Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux
- . NF DTU 60.33 P1-1 (octobre 2007) : Travaux de bâtiment Canalisations en polychlorure de vinyle non plastifié
- Evacuation d'eaux usées et d'eaux de vanne Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques
- . NF DTU 60.33 P1-2 (octobre 2007) : Travaux de bâtiment Canalisations en polychlorure de vinyle non plastifié
- Evacuation d'eaux usées et d'eaux vannes Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux
- . NF DTU 60.5 P1-1 (janvier 2008) : Travaux de bâtiment Canalisations en cuivre Distribution d'eau froide et chaude sanitaire, évacuation d'eaux usées, d'eaux pluviales, installations de génie climatique - Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques
- . NF DTU 60.5 P1-2 (janvier 2008) : Travaux de bâtiment Canalisations en cuivre Distribution d'eau froide et chaude sanitaire, évacuation d'eaux usées, d'eaux pluviales, installations de génie climatique - Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux

ANNEXE 3 : Tableau des diamètres normalisés des tuyaux [4] Tuyau en PVC

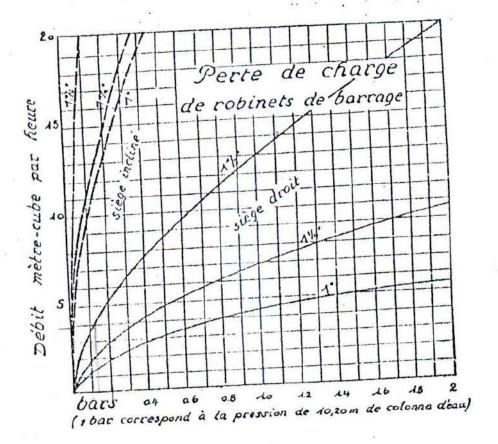
				YAUX ENP	1500	11.0007	-	-	
Sárie	Ø edéricar (Itan)	Épsisseur (m.el)	Section Intérieure (cm²)	Masse mětříque [kg/m]	Série	Ø estérieur (mm)	Épaisseur (mm)	Section intérioure (cm²)	Messe métrique (kg/m)
E.W. et E.V.	Ω	3,1	31,35	0,411		12	1,4	11,78	0,300
	4)	3,2	19,51	0,525	Prossion (sarle 4)	11	1,8	15,72	0,114
	63	3,2	\$2,60	0,854		.25	2,6	2(5)	0,277
	15	8,2	14,50	1/05		32	1,1	31,42	0,456
	91	3,5	9,90	1,229		49	4,5	36,25	0,713
	100	3,8	59.50	1,312		30	5,6	46,12	1, 05
	118	3,8	100,50	1,525		65	7,0	61,81	1,771
	125	3,2	154,50	1,739	Prosskon (série 6)	75	8,5	74,14	1,705
	141	3,2	123,50	1,553		90	8,6	88,96	2,456
	165	3,4	1,92,42	2,648		116	8,1	106,73	3,603
	200	4.7	198,25	4,065		125	9,2	123,56	4,753
E.P.	60	ż	62,69	0,544		140	10,3	133,58	5,660
	75	2.	74,69	0,451		teo	11,8	158,15	7,802
	80	2	79,68	0,696		\$16	13	197,9G	12,848
	700	1	99,68	0,814		225	15	222,65	14,054
	125	1	124,49	1,064	44	250	17	847,83	17,b7a

ANNEXE 4 : Abaque de détermination des pertes de charge au robinet d'arrêt après compteur [6]



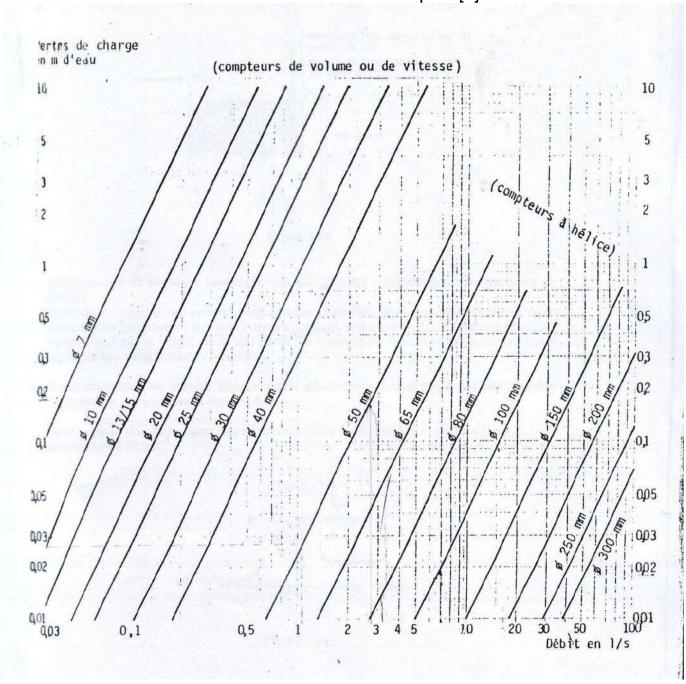
Robinet à siège droit

Robinet à siège incliné

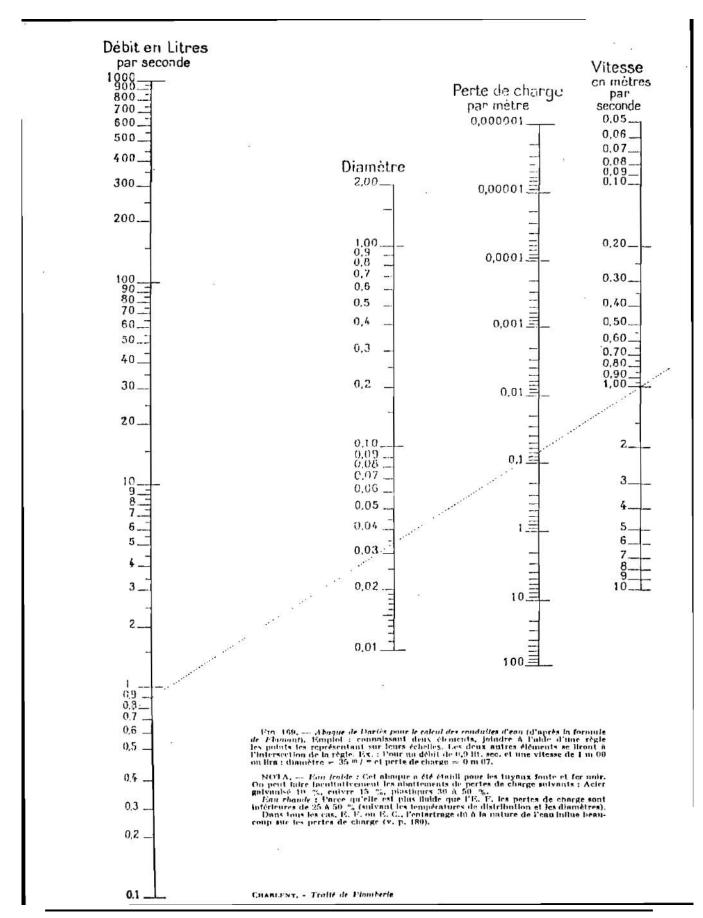


(1 bar correspond à la pression de 10,20 de colonne d'eau)

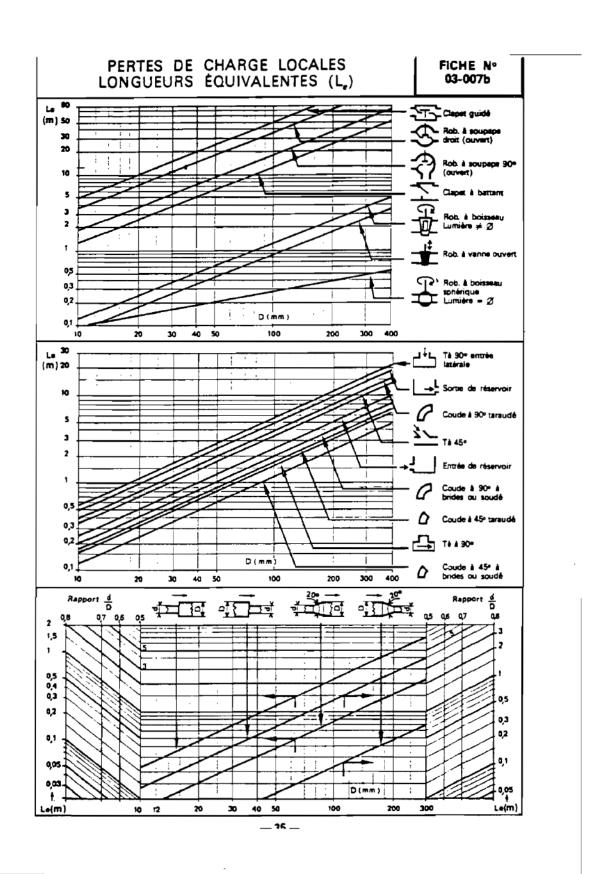
ANNEXE 5 : Abaque de détermination du compteur et de ses caractéristiques [6]



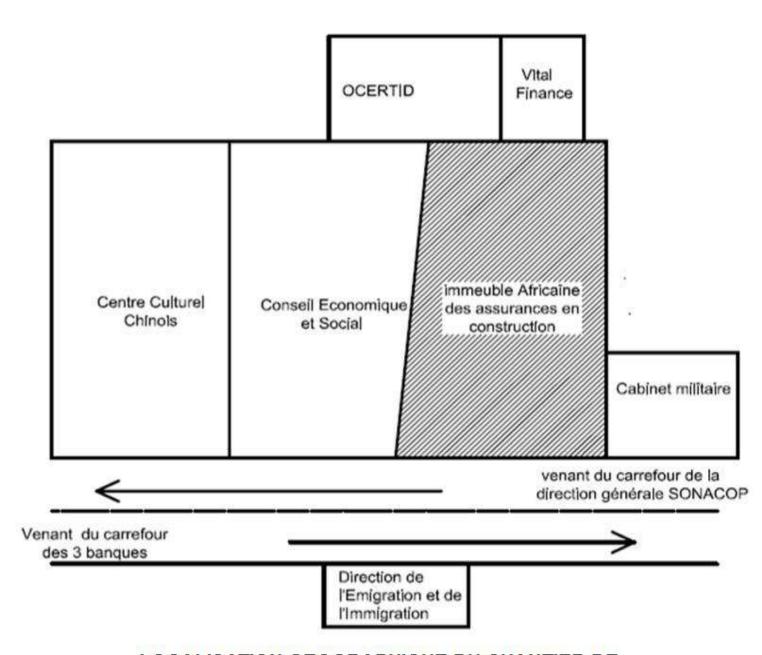
ANNEXE 6: Abaque de DARIES [3]



ANNEXE 7 : Longueurs équivalentes pour pertes de charge locales [3].

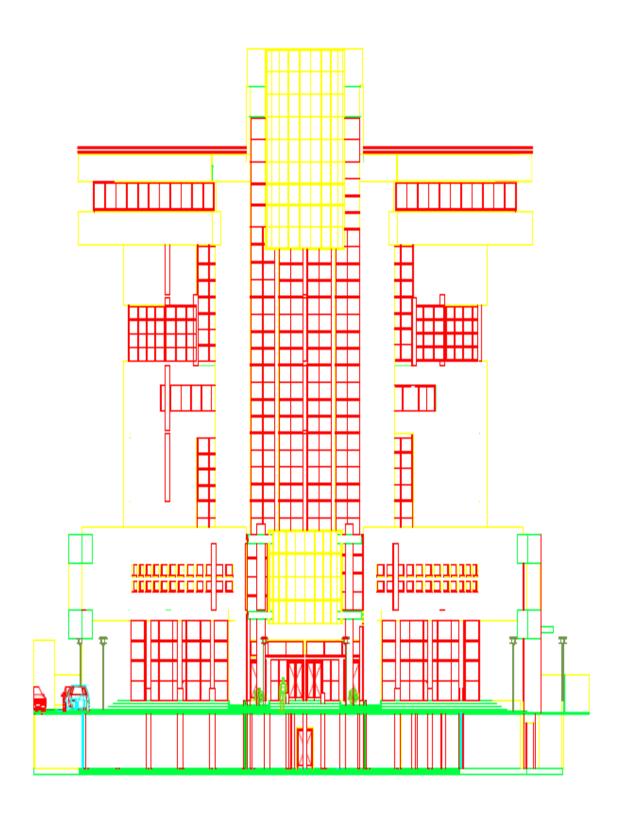


ANNEXES 8 :Plan de Localisation géographique de l'immeuble

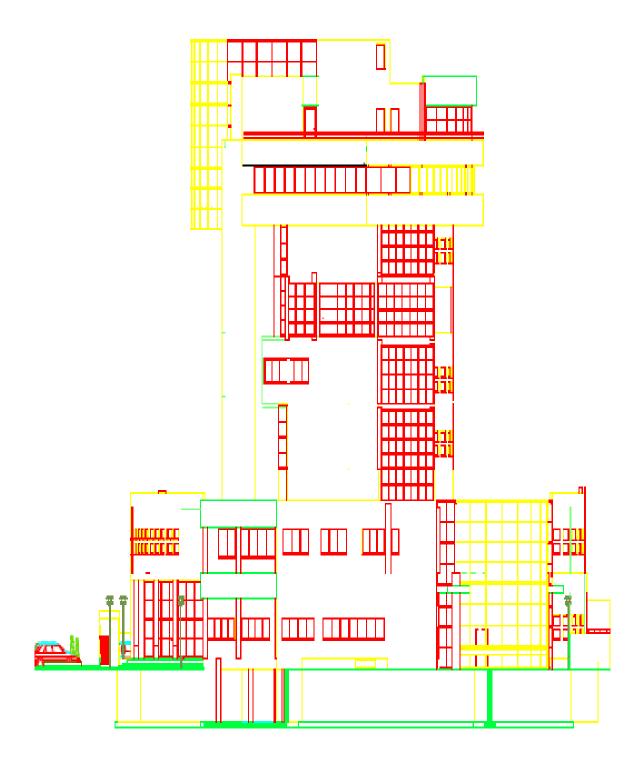


LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU CHANTIER DE CONSTRUCTION DE A-A

ANNEXES 9 : Façades Sud de l'immeuble



ANNEXES 10 : Façades Latérale droite de l'immeuble



ANNEXES 11: COUPE A1 AA



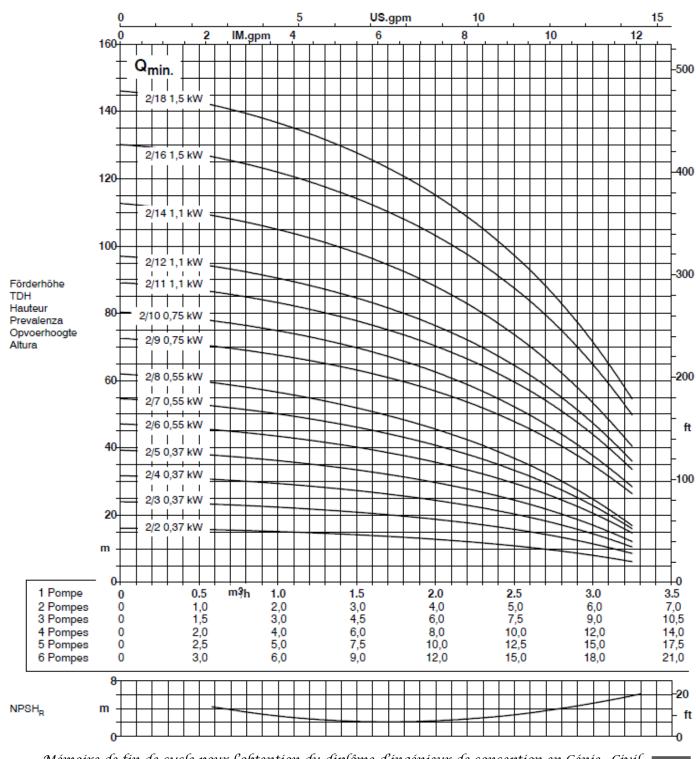
ANNEXES 12: Schémas isométriques du réseau intérieur de l'immeuble et Schémas synoptiques de chaque système

ANNEXES 13: Courbe caractéristique des pompes [13]



Surpresschrom SIC.2 / SIC.2 V / SIC.2 VP

2.3. Réseau courbes surpresseur Movitec 2B



ANNEXE 14: Estimation de la capacité utile du réservoir de stockage

	Coefficient de	Volume d'ea	u consommée (Vci)	Volume d'eau pompé (Vpi)		Capacité utile
Période de la journée (Heures)	Consommation	Consommation	Cumul de la conso.	Volume	Volume	
	horaire	journalière	Journalière (∑ Vci)	horaire	Cumulée	∑Vpi - ∑Vci (m3)
		(m3)	(m3)	(m3)	(∑ Vpi) (m3)	
00 - 01	0	0,00	0,00	-	0,00	0,00
01 - 02	0	0,00	0,00	-	0,00	0,00
02 - 03	0	0,00	0,00	-	0,00	0,00
03 - 04	0	0,00	0,00	-	0,00	0,00
04 - 05	0,6	1,75	1,75	7,00	7,00	5,25
05 - 06	1	3,50	5,25	7,00	14,00	8,75
06 - 07	1	3,50	8,75	-	14,00	5,25
07 - 08	1,8	5,60	14,35	-	14,00	-0,35
08 - 09	1,8	5,60	19,95	7,00	21,00	1,05
09 - 10	1	3,50	23,45	7,00	28,00	4,55
10 - 11	0,8	1,75	25,20	7,00	35,00	9,80
11 - 12	2,4	7,00	32,20	7,00	42,00	9,80
12 - 13	2,4	7,00	39,20	-	42,00	2,80
13 - 14	2,4	7,00	46,20	-	42,00	-4,20
14 - 15	2,4	7,00	53,20	7,00	49,00	-4,20
15 - 16	1	3,50	56,70	7,00	56,00	-0,70
16 - 17	1	3,50	60,20	7,00	63,00	2,80
17 - 18	1	3,50	63,70	7,00	70,00	6,30
18 - 19	1,8	5,60	69,30	-	70,00	0,70
19 - 20	1	3,50	71,05	-	70,00	-1,05
20 - 21	0,6	1,75	71,05	-	70,00	-1,05
21 - 22	0	0,00	71,05	-	70,00	-1,05
22 - 23	0	0,00	71,05	-	70,00	-1,05
23 - 00	0	0,00	71,05	-	70,00	-1,05

Débit de pompage : 7 m³/h

ightharpoonup Le coefficient de pointe horaire estimé par : $Cp = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Qmoy}}$ avec

Qmoy le débit moyen horaire;

- ightharpoonup Maximum (\sum Vpi \sum Vci) = 9,80 m³
- ➤ Valeur absolue ((Minimum((∑Vpi ∑Vci))= 4,20 m³
- ightharpoonup Capacité utile = Max ($\sum Vpi \sum Vci$) + Abs ((Min(($\sum Vpi \sum Vci$))=14 m³



ANNEXE 16: Structure des algorithmes.

ALGORITHME DE DIMENSIONNEMENT DU SYSTEME DE DISTRIBUTION PAR SURPRESSION DIRECTE

1- Début

L'algorithme est construit suivant la méthode du DTU 60-11 pour le dimensionnement des réseaux de distribution intérieure. Le nombre total de circuits considérés du réseau par l'algorithme correspond au nombre de colonnes montantes du réseau auxquelles s'ajoutent la ceinture principale et le circuit défavorisé. Les calculs se feront tronçon par tronçon en commençant par le point le plus élevé de la colonne montante considérée.

- ✓ Paramètres à entrer :
- Spécifier l'usage de l'immeuble par la valeur de a :
- Altitude h du point de puisage défavorisé (le point plus élevé et le plus éloigné du branchement de la conduite publique) par rapport à la conduite principale d'entrée dans l'immeuble;
- Valeur de la pression résiduelle Pr au point de puisage défavorisé. Cette valeur doit être supérieure ou égale à 2m.
- Valeur de la pression au sol *Psol* garantie par la compagnie distributrice en mce pour l'immeuble;

Opération 1 :

 Si l'immeuble est à usage de bureau, maison de retraite, foyer de personne âgées ou similaires, alors a=1;

- Si l'immeuble est à usage d'hôtel de tourisme, d'hôtel de séjour, foyer de jeunes travailleurs, établissement recevant du publics ou similaires, alors a=1,25;
- Si l'immeuble est à usage de restaurant, de cantine, d'hôtel à clientèle spécifique ou similaires, alors a=1,5 ;

Opération 2 : **Si** $Psol \le h + Pr$ **alors** :

✓ Afficher : Le dernier point de puisage ne peut en aucun cas être alimenté par le réseau public. C'est généralement le cas des I.G.H. Il faut installer un système adéquat pour palier à ce problème.

Opération 3 :
$$V_t = 1.5 \ m/s$$

 $V_t^{'} = 1m/s$

Sinon

✓ Afficher : Il y a possibilité que le dernier point de puisage soit alimenté. Une évaluation des pertes de charge sera faite pour vérifier cela.

Opération 4 :
$$V_t = 2 m/s$$

 $V_t' = 1.5m/s$

Fin Si

- ✓ Paramètres à entrer :
 - Matériau utilisé pour la conception du réseau.
 - Matériaux plastiques (PVC, PP, PE, etc);
 - Tubes en acier galvanisé;
 - Tubes en cuivre.

Opération 5: Si le réseau est en acier galvanisé, alors v=0,1Si le réseau est en cuivre, alors v=0,15Si le réseau est en matériau plastique, alors v=0,

- Nombre de circuit *m* du réseau de distribution.
- Nombre de tronçon k sur le circuit considéré du réseau.

Opération 6: **Pour** *c* allant de 1 à *m*, effectuer les étapes qui suivent

✓ Afficher : Dimensionnement du circuit n° "c"

Pour t allant de 1 à k, effectuer les étapes qui suivent.

- ✓ Paramètres à entrer : Type du tronçon n° " t",
- canalisation enterrée, en sous-sol
- sur colonne montante.

2- Calcul du débit total de base Qb_t des appareils sanitaires tronçon par tronçon

- ✓ Paramètres à entrer :
- Inventaire des appareils sanitaires Asi sur le tronçon considéré : nombre de catégorie p d'appareils sanitaires ;
- ✓ Afficher : Liste des différents appareils sanitaires dans un habitat affectée d'un numéro de sélection.

Opération 7: **Pour** i allant de 1 à p, sélectionner les appareils sanitaires et le nombre n_{Asi} correspondant à chaque catégorie.

Opération 8 : Calcul le débit de base du tronçon considéré en utilisant le tableau des débits de base qb_{Asi} des appareils sanitaires (fourni par la norme DTU 60-11).

$$Qb_0 = 0$$

$$Qb_t = Qb_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} (n_{Asi} \times qb_{Asi})$$

3- Calcul du coefficient de simultanéité K_t de puisage tronçon par tronçon

Opération 9: Le nombre total d'appareils sanitaires est : $N_0=0$, $N_t=N_{t-1}+\sum_{i=1}^P n_{Asi}$

✓ Afficher: Le nombre total d'appareil sanitaire est, N_t

Opération 10 :

$$K_t = \frac{0.8 a}{\sqrt{(N_t) - 1}} \quad \text{avec } N_t \ge 2$$

4- Calcul du débit nécessaire Qn_t des appareils sanitaires tronçon par tronçon

Opération 11:
$$Qn_t = K_t \times Qb_t$$
 $Qn = Qn_t$

5- Calcul du diamètre D_t des conduites du réseau de distribution tronçon par tronçon

Si le tronçon n° t " est une canalisation enterrée, en sous-sol, caves ou vide sanitaire **alors**,

✓ Afficher : La vitesse de circulation de l'eau est comprise entre 1,5 m/s et 2 m/s. Vitesse prédéfinie ", V_t

Opération 12 :
$$D_t = 1000 \times \sqrt{\frac{4 \times (0.001 \times Qn_t)}{\pi \times V_t}}$$

Sinon

✓ Afficher : La vitesse de circulation de l'eau est comprise entre 1 m/s et 1,5 m/s. Vitesse prédéfinie ", V_t

Opération 13 :
$$D_t = 1000 \times \sqrt{\frac{4 \times (0,001 \times Qn_t)}{\pi \times V_t'}}$$

Fin Si

Opération 14 : Choix du diamètre réel Dr_t en utilisant le tableau des diamètres normalisés des tuyaux : Tube de commerce ayant un diamètre directement supérieur à celui calculé".

$$Dr_t \geq D_t$$
;

$$Db = Dr_t$$

6- Calcul de la vitesse réelle de circulation Vr_t dans le tronçon t

Opération 15 :
$$Vr_t = \frac{4 \times Qn_t \times 0,001}{\pi \times (Dr_t \times 0,001)^2}$$

Control de la vitesse réelle d'écoulement de l'eau dans les conduites : vérifier que $Vr_t \geq 1m/s$ pour les canalisations enterrées, en sous-sol, caves ou vide sanitaire.

Ou que $Vr_t \ge 0.5 \, m/s$ pour les colonnes montantes.

 \checkmark Afficher Vr_t m/s

7- Calcul des pertes de charge It tronçon par tronçon

 \checkmark Paramètre à entrer : Longueur de la canalisation L_t en m Opération 16 :

- pertes de charge unitaire $j_t=0.00092(1-v)\times Vr_t^{1.75}\times (Dr_t\times 0.001)^{-1.25}$
- Pertes de charge totale par tronçon $J_t = j_t \times L_t \times 1,15$

Opération 17: **Si** t est un tronçon enterré, en sous-sol ou en caves **alors**, $\Delta h_t = 0$

Sinon

$$\Delta h_t = L_t$$

Fin Si

Opération 18 : Calcul des pertes de charge totales dans un circuit considéré.

$$J_c = \sum_{t=1}^K J_t$$

Opération 19 : Calcul des pertes de charge dans le circuit défavorisé.

$$J_d = J_m$$

8- <u>Contrôle du nombre de tronçons de chaque circuit et du</u> nombre de circuit du réseau

Retour à l'étape 1(opération6) pour calculer le tronçon suivant jusqu'à la valeur de k atteint par t (**Fin Pour**).

Retour à l'étape 1(opération6) pour calculer le circuit suivant jusqu'à la valeur de m atteinte par c (**Fin Pour**).

9- Cas où Psol > h + Pr

Opération 19 : **Si** Psol > h + Pr **alors** effectuer les étapes qui suivent:

10- Calcul de la pression origine P_{or} après le branchement d'eau général

Opération 20 : Détermination des pertes de charge du compteur et du robinet d'arrêt général à partir des abaques respectives de détermination des pertes de charge. Discrétisation des deux abaques (annexes 4 et 5).

- **Si**
$$0 < 3.6 \ Qn \le 2.5$$
 alors $jb = 1.2$

- **Si** 2,5 < 3,6
$$Qn \le 5$$
 alors $jb = 3,5$

- **Si**
$$5 < 3.6 \ Qn \le 7.5$$
 alors $jb = 5$

- **Si** 7,5 < 3,6
$$Qn \le 10$$
 alors $jb = 8$

- **Si**
$$10 < 3.6 \ Qn \le 15$$
 alors $jb = 10$

- **Si** 3,6
$$Qn > 15$$
 alors $jb = 10$

$$P_{or} = Psol - jb$$

11- Vérification de la suffisance de la pression origine

Opération 21 :

★ Si
$$P_{or} - J_d \ge h + Pr$$
, alors

✓ Afficher : La pression origine de la compagnie distributrice est suffisante pour la distribution d'eau dans l'immeuble.

Opération 22: Calcul de la pression disponible dans les canalisations.

Pour c allant de 1 à m, faire

$$Pd_k = P_{or} - \Delta h_k - J_k$$

Pour t allant de 1 àk-1, faire :

$$Pd_{k-t} = Pd_{k+1-t} - \Delta h_{k-t} - J_{k-t}$$

Fin pour (jusqu'à la valeur k-1 tronçons atteinte).

Fin pour (jusqu'à la valeur m circuits atteinte).

Fin Si

Opération 23:

$$\star$$
 Si $P_{or} - J_d < h + Pr$ et que :

alors, afficher : il y aura un fonctionnement non optimal du point de puisage défavorisé. Tout le circuit défavorisé est à redimensionner.

Il faut diminuer les vitesses d'écoulement de l'eau afin de réduire les pertes de charges.

 \checkmark Paramètres à entrer : Vitesse de circulation V_t et $V_t^{'}$ selon le type de tronçons

Afficher:

- Pour canalisation enterrée, en sous-sol ou caves (1,5 m/s \leq 2m/s);
 - Pour colonne montante (1 m/s $\leq V_t' \leq$ 1,5m/s).

Opération 24 : indice du circuit défavorisé : c=m

Pour t allant 1 à k, effectuer les étapes qui suivent :

✓ Paramètres à entrer : Type du tronçon n° " t"

Si le tronçon n° "t" est une canalisation enterrée, en sous-sol ou caves, alors,

Calcul du diamètre des tronçons :
$$D_t = 1000 \times \sqrt{\frac{4 \times (0.001 \times Qn_t)}{\pi \times V_t}}$$

Sinon
$$D_t = 1000 imes \sqrt{\frac{4 imes (0.001 imes Q n_t)}{\pi imes V_t^{'}}}$$

" Choix du diamètre réel Dr_t en utilisant le Tableau des diamètres normalisés des tuyaux : Tube de commerce ayant un diamètre directement supérieur à celui calculé".

$$Dr_t \geq D_t$$

$$Db = Dr_t$$

Fin Si

Calcul de la vitesse réelle de circulation:
$$Vr_t = \frac{4 \times Qn_t \times 0,001}{\pi \times (Dr_t \times 0,001)^2}$$

- Control de la vitesse réelle d'écoulement de l'eau dans les conduites.
- **Si** $Vr_t < 1m/s$ pour les canalisations enterrées, en sous-sol, caves ou vide sanitaire **ou Si** $Vr_t < 0.5 \ m/s$ pour les colonnes montantes, **alors**
- ✓ Afficher : La vitesse réelle est inférieure à 0,5 m/s, reconsidérer des vitesses supérieures à celles choisies précédemment.

Fin Si

Calcul de la perte de charge dans les tronçons :

- pertes de charge unitaire $j_t=0.00092(1-v)\times V{r_t}^{1.75}\times (Dr_t\times 0.001)^{-1.25}$
 - Pertes de charge totale par tronçon $J_t = j_t \times L_t \times 1,15$

Retour à l'opération 22 pour calculer le tronçon suivant jusqu'à la valeur de k atteint par t (**Fin Pour**)

Calcul de la perte de charge totale : $J_d = \sum_{t=1}^{K} J_t$

Retour à l'étape 13 pour vérifier si la pression origine est suffisante pour la distribution après diminution des pertes de charge.

Fin Si

Opération 25:

$$\star$$
 Si $P_{or}-J_d \leq h+Pr$ et que :
$$-\begin{bmatrix} V_t=1,5m/s & \text{pour les canalisations principales }; \\ V_t=1\,m/s & \text{pour les colonnes montantes}. \end{bmatrix}$$

alors, Afficher: il y a problème d'insuffisance de pression, les pertes de charges réduisent de manière considérable la pression origine. Il faut concevoir un système de distribution.

Passe à l'étape suivante pour installer des équipements de surpression.

Fin Si

12- **Sinon**(en référence au Si de l'étape 11)

Cas où $Psol \leq h + Pr$

Afficher: Calcul des caractéristiques des équipements de surpression

Dimensionnement du surpresseur d'eau

- ✓ Paramètres à entrer :
- Hauteur géométrique hgéo totale en m;
- Longueur lp de la tuyauterie d'aspiration en m;
- Pertes de charge J_s des appareils de sectionnement (vannes d'isolement des pompes, clapet anti-retour et manchette anti-vibratoire) à l'aval et à l'amont des pompes.

Opération26 :
$$HMT = hg\acute{e}o + ((0,00092(1-v) \times V_t^{1,75} \times Db^{-1,25}) \times lp \times 1,15) + 2J_s + J_d + Pr - Por$$

Calcul du volume du réservoir régulateur des pompes :

- ✓ Paramètres à entrer :
- Ecart *E* entre la pression d'enclenchement et de déclenchement des pompes ;
- Fréquence *F* de démarrage des pompes en nombre de démarrage par heure ;
 - Nombre N de pompes souhaitées ;

Opération 27 :
$$Vr$$
é $s = \frac{275 \times Qn \times \left(\frac{HMT}{10} + 1\right) \times \left(\frac{HMT}{10} + E + 1\right)}{F \times E \times (2) \times N}$

Opération28 : $P_{or} = HMT$

Retour à l'étape 11 pour calculer les pressions dans les canalisations.

Fin Si

13- Affichage des résultats

 $\mbox{Afficher}: Qn_t \,,\, Qn,\, Vr_t \,\,,\, Dr_t \,\,,\, J_d \,\,,\, Vr\acute{e}s \,\,, Pd_k \,\,, HMT \label{eq:fisher}$

14- FIN

ALGORITME DE DIMENSIONNEMENT DU SYSTEME DE DISTRIBUTION EN PARAPLUIE

1- Début

Le nombre total de circuits considérés du réseau par l'algorithme correspond au nombre de colonnes descendantes du réseau auxquelles s'ajoute la ceinture principale située au dernier niveau de l'immeuble. Les calculs se feront tronçon par tronçon en commençant par le point le plus éloigné du réservoir surélevé se situant au bas de la colonne descendante considérée. Le dernier tronçon à considérer sera la conduite principale de départ du réservoir qui dessert tout l'immeuble.

 \checkmark Paramètres à entrer : Nombre de circuits d du réseau de distribution.

Opération 1 : **Pour** c allant de 1 à d, effectuer les étapes qui suivent :

Afficher: Dimensionnement du circuit CD " c"

 \checkmark Paramètres à entrer : Nombre de tronçon k sur le circuit considéré du réseau.

Opération 2: Pour t allant de 1 à k, effectuer les étapes qui suivent :

- ✓ Paramètres à entrer : Type du tronçon n° " t",
- canalisation horizontale ou sur ceinture principale;
- sur colonne descendante.

2- Calcul du débit total de base Qb_t des appareils sanitaires tronçon par tronçon

✓ Paramètres à entrer :

Inventaire des appareils sanitaires Asi sur le tronçon considéré ;

Nombre de catégorie p d'appareils sanitaires ;

✓ Afficher : Liste des différents appareils sanitaires dans un habitat affectée d'un numéro de sélection.

Opération 3: **Pour** i allant de 1 à p, sélectionner les appareils sanitaires et le nombre n_{Asi} pour chaque catégorie.

Opération 4: Calcul le débit de base du tronçon considéré en utilisant le tableau des débits de base qb_{Asi} des appareils sanitaires (norme DTU 60-11).

$$Qb_0 = 0$$

$$Qb_t = Qb_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} (n_{ASi} \times qb_{ASi})$$

3- Calcul du coefficient de simultanéité K_t de puisage tronçon par tronçon

Opération 5: Le nombre total d'appareils sanitaires est : $N_0 = 0$, $N_t = N_{t-1} + \sum_{i=1}^{P} n_{Asi}$

Opération 6 :

$$K_t = \frac{0.8 a}{\sqrt{(N_t) - 1}} \quad \text{avec } N_t \ge 2$$

4- Calcul du débit nécessaire Qn_t des appareils sanitaires tronçon par tronçon

Opération 7 :
$$Qn_t = K_t \times Qb_t$$

 $Qn = Qn_k$

5- Calcul du diamètre D_t des conduites du réseau de distribution tronçon par tronçon

Opération 8 :

Si le tronçon n°"t" est une canalisation de la ceinture principale, **alors** Afficher : La vitesse V_t de circulation de l'eau est comprise entre 1,5 m/s et 2 m/s. Vitesse prédéfinie $V_t = 2$ m/s ;

Sinon: Afficher: La vitesse V_t de circulation de l'eau est comprise entre 1 m/s et 1,5 m/s. Vitesse prédéfinie $V_t = 1,5$ m/s.

Opération 9:
$$D_t = 1000 \times \sqrt{\frac{4 \times (0,001 \times Qn_t)}{\pi \times V_t}}$$

Fin Si

" Choix du diamètre réel Dr_t en utilisant le Tableau des diamètres normalisés des tuyaux : Tube de commerce ayant un diamètre directement supérieur à celui calculé".

$$Dr_t \ge D_t$$
$$Db = Dr_t$$

6- Calcul de la vitesse réelle de circulation Vr_t dans le tronçon t

Opération10 :
$$Vr_t = \frac{4 \times Qn_t \times 0,001}{\pi \times (Dr_t \times 0,001)^2}$$

- Control de la vitesse réelle d'écoulement de l'eau dans les conduites.

Vérifier que $Vr_t \ge 1m/s$ pour les canalisations de la ceinture principale Ou que $Vr_t \ge 0.5 \ m/s$ pour les colonnes descendantes,

$$\checkmark$$
 Afficher Vr_t

$$V_{ch} = V_{rt}$$

7- Calcul des pertes de charge It tronçon par tronçon

- ✓ Paramètre à entrer :
- Longueur de la canalisation L_t

Opération 11 :

- pertes de charge unitaire $j_t = 0.00092(1-v) \times Vr_t^{1.75} \times (Dr_t \times 0.001)^{-1.25}$
- Pertes de charge totale par tronçon $J_t = j_t \times L_t \times 1,15$

Opération 12 :

Si t est un tronçon horizontale ou sur la ceinture principale, alors

$$\Delta h_t = 0$$

Sinon

$$\Delta h_t = L_t$$

FinSi

8- Contrôle du nombre de tronçons de chaque circuit et du nombre de circuit du réseau

Retour à l'étape 4 pour calculer le tronçon suivant jusqu'à la valeur de k atteinte par t (**Fin Pour**)

Opération 13 : Calcul des pertes de charge totales dans un circuit considéré.

$$J_c = \sum_{t=1}^K J_t$$

Retour à l'étape 3 en considérant un nouveau circuit du réseau de distribution jusqu'à l'achèvement du dimensionnement du réseau entier (valeur de d circuit atteinte, **Fin Pour)**

9- <u>Dimensionnement de la conduite montante d'alimentation du</u> <u>réservoir</u>

✓ Afficher : La vitesse V_t de circulation de l'eau est comprise entre 1 m/s et 1,5 m/s. Vitesse prédéfinie V_t = 1,5 m/s.

Opération 14:
$$D_m = 1000 \times \sqrt{\frac{(4 \times 0,001 \times Qn)}{\pi \times V_t}}$$

" Choix du diamètre réel Dr_m en utilisant le Tableau des diamètres normalisés des tuyaux : Tube de commerce ayant un diamètre directement supérieur à celui calculé".

$$Dr_m \geq D_m$$

Calcul de la vitesse réelle de circulation Vr_m dans la conduite montante

Opération 15 :
$$Vr_m = \frac{4 \times Qn \times 0,001}{\pi \times (Dr_m \times 0,001)^2}$$

- Control de la vitesse réelle d'écoulement de l'eau dans les conduites.

Vérifier $Vr_m \ge 0.5 \ m/s$

✓ Afficher Vr_m

Calcul des pertes de charge I_m dans la conduite montante

 \checkmark Paramètre à entrer : Longueur total L de la conduite montante (depuis le branchement d'eau général jusqu'à l'entrée du réservoir surélevé).

Opération 16:

- pertes de charge unitaire $j_m=0.00092(1-v)\times Vr_m^{-1.75}\times (Dr_m\times 0.001)^{-1.25}$
- Pertes de charge totale dans la conduite montante $J_m = j_m \times L \times 1.15$

10- Calcul de charge nécessaire d'alimentation et de la capacité utile du réservoir surélevé

- Calcul de charge hydraulique nécessaire d'alimentation.
 - ✓ Paramètre à entrer :
 - Hauteur totale du bâtiment $H_{b\hat{a}t}$ (jusqu'à l'édicule s'il en existe)
 - Longueur $l_{d\acute{e}f}$ de la tuyauterie entre la sortie du réservoir et le point le plus élevé.

Opération17 : Calcul de la perte de charge entre le réservoir surélevé et le point le plus élevé.

$$Jr = (0.00092(1 - v) \times (Vch)^{1.75} \times D_b^{-1.25}) \times l_{déf}$$

Opération18 : charge hydraulique nécessaire.

$$H_{r\acute{e}s} = h + Pr + Jr$$

Opération19 : Calcul de la hauteur de chute minimale d'eau dans le réservoir :

$$H_{ch} = H_{rés} - H_{b\hat{a}t}$$

Calcul du volume V_{rés} du réservoir surélevé :

Opération20 : Le volume du réservoir surélevé sera calculé à partir du profil de consommation des usagers de l'immeuble. Des grilles de pompage et de consommation seront établies en vue d'estimer ce volume.

11- Calcul de la pression disponible dans les canalisations

Opération21:

Pour c allant de 1 à d, faire :

$$Pd_k = H_{ch} + \Delta h_k - J_k$$

Pour t allant de 1 à k-1, faire :

$$Pd_{k-t} = Pd_{k+1-t} + \Delta h_{k-t} - J_{k-t}$$

Fin Pour

Fin Pour

12- Calcul des caractéristiques de la pompe

- ✓ Paramètres à entrer :
- Longueur lp de la tuyauterie d'aspiration ;
- Hauteur de chute d'eau maximale H_r dans le réservoir ;

- Pertes de charge Js des appareils de sectionnement à l'aval et à l'amont des pompes.
- Nombres N de pompes

Opération22:
$$HMT = H_{r\acute{e}s} + H_{ch} + H_r + J_m + ((0,00092(1-v) \times V_t^{1,75} \times Db^{-1,25}) \times lp \times 1,15) + 2J_s - Por$$

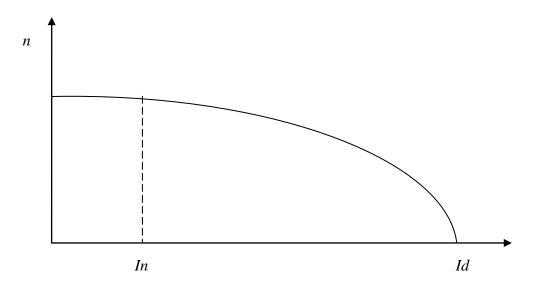
13- Affichage des résultats

Afficher : Qn_t , Qn, Vr_t Dr_t , Vr_m , Dr_m , J_d , $Hr\acute{e}s$, $Vr\acute{e}s$, Pd_k , HMT 14- **Fin**

<u>N.B</u>: Pour les deux algorithmes, certains variables ou indices de compteurs ont été utilisé pour faciliter les calculs itératifs. Il s'agit de :

- Indice c de variation des circuits du réseau,
- Indice t de variation des tronçons de chaque circuit,
- Indice *i* de variation du type d'appareil sanitaire.





Relation entre la vitesse de rotation du moteur et le courant absorbé au réseau d'alimentation.

« Lors de la mise en route, c'est-à-dire pendant le décollage et le démarrage, le moteur fonctionne dans des conditions nettement différentes des conditions de fonctionnement normal. Pour que le moteur démarre il faut que le couple qu'il développe au décollage soit supérieur au couple résistant de décollage. La valeur du courant rotorique et statorique augmentent en même temps que le glissement, c'est-à-dire avec la diminution de la vitesse du moteur. Au moment de décollage, le courant de décollage I_d est considérablement plus grand que le courant normal. Le rapport $y_d = \frac{I_d}{I_n}$ peut attendre pour les moteurs à rotor court-circuité une valeur de 5 à 7».