

**REPUBLIC ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique**  
**Université De Mouloud MAMMERY Tizi-Ouzou**  
**Faculté De Génie De La Construction**



**Département Génie Mécanique**

## **Mémoire de fin d'étude**

*EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN MECANIQUE*

**DEPARTEMENT: MECANIQUE**

**OPTION : Energétique**

**Thème :**

*Etudes et conception des réseaux fluides  
d'un hôpital à 64 places*

**Présenté par:**

**M<sup>elle</sup> OUHADJ Djazia**

**Encadrée par :**

**M<sup>r</sup>. BOUDAOUY SALAH**

**Devant les jurys :**

**Dr.AIT HAMADOUCHE**

**Dr.BELTAGY**

**Promotion : 2020/2021**

# *Remerciement*

*Avant tout, je tiens à remercier le bon Dieu de m'avoir accordé courage et patience pour mener à terminé ce travail et dépasser toutes les difficultés*

*Je remercie également mon promoteur **BOUDAOU** **SALAH** de m'avoir m'encadré, guider et accompagner dans ce travail ainsi que sa compréhension, ses précieux conseils, son humour et surtout pour sa patience.*

*Je témoigne ma reconnaissance aussi à tous les enseignants du département mécanique qui ont participés dans ma formation.*

*Mes remerciements sont destinés aussi aux membres du jury.*

*Ainsi que de m'avoir fait l'honneur d'examiner mon travail. De plus je remercie tous les enseignants du département mécanique.*

*Sans oublier tous mes amis (es)*

## ***Dédicace***

*Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance en  
témoignage de ma profonde affection à :*

*Ma chère mère qui m'a protégé pendant toute ma vie, et qui a fait tout pour  
que je devienne ce que je suis.*

*Mon père qui m'a tant aidé et encourager.*

*Tous mes frères et sœurs*

*Elyes, Aghiles, Sadia, Nabila et Alma*

*Mon mari Aghiles*

*Toute la famille **OUHADJ***

*Toute la famille **SLIMANI***

*Tous mes amis*

*Toute personne qui a contribué de près ou de loin à ma réussite*

***OUHADJ Djazia.***

## ***Résumé***

Dans le cadre de notre projet, les établissements public(ERP) se Defferre dans les besoins en eau selon leurs capacités.

Le travail actuel vise à étudier les réseaux hydrauliques d'un hôpital tel que la distribution (EF-ECS-EFA-BECS) et l'évacuation (EU-EV-EP) selon les débits disponibles dans les canalisations. Cette étude consiste à déterminer le dimensionnement des réseaux et leurs composantes et désigner les étapes pour obtenir une eau potable reprend la consommation dans le cadre de protéger la santé public et les installations

## ***Abstract***

As part of our project the establishment receiving public (ERP) in water needs to their capacities, the corrent work aims to study the hydraulic distribution (CW-HW-SCW) and the evacuation (WW-WV-RW) depending in the flow rates aviable in the pipes this study consists of dermining the sizing of the networks and theirs composents and desigating the steps to obtain drinking water that reflects consumption in the context of protecting public health and installations.

## *Les Abréviations*

<b>Abréviations</b>	<b>Significations</b>
<b>AEP</b>	Alimentation Eau Potable
<b>BECS</b>	Bouclage Eau Chaude Sanitaire
<b>CET</b>	Chauffe Eau Thermodynamique
<b>CGT</b>	Coffre Générale cde Travail
<b>CTS</b>	Chapiteaux, Tentes et Structures
<b>ECS</b>	Eau chaude sanitaire
<b>EFA</b>	Eau Froide A doucie
<b>EP</b>	Eau Pluvial
<b>ECS</b>	Eau chaude sanitaire
<b>EFA</b>	Eau Froide Adoucie
<b>EP</b>	Eau Pluvial
<b>EPA</b>	Etablissement Plein Air
<b>ERP</b>	Etablissements Recevant Public
<b>EU</b>	Eau Usée
<b>EV</b>	Eau Vanne
<b>PH</b>	Potentiel Hydrique
<b>LCD</b>	liquide cristal display

## *Les Symboles*

<b>Symbole</b>	<b>Unité</b>	<b>Définition de la grandeur</b>
<b><math>d\phi</math></b>	W	Flux élémentaire
<b><math>dA</math></b>	m <sup>2</sup>	Surface élémentaire
<b><math>dT_c</math></b>	°C	Variation de température chaude
<b><math>dT_f</math></b>	°C	Variation de température froide
<b><math>T_c</math></b>	°C	Température de fluide chaud
<b><math>T_f</math></b>	°C	Température de fluide froid
<b><math>\dot{m}_c</math></b>	Kg/s	Débit massique de fluide chaud
<b><math>\dot{m}_f</math></b>	Kg/s	Débit massique de fluide froid
<b><math>Cp_c</math></b>	J/kg.k	Chaleur spécifique de fluide chaud
<b><math>Cp_f</math></b>	J/kg.k	Chaleur spécifique de fluide froid
<b><math>C_c</math></b>	J/°C	Capacité calorifique de fluide chaud
<b><math>C_f</math></b>	J/°C	Capacité calorifique de fluide froid
<b><math>\phi</math></b>	W	Flux de chaleur
<b><math>\phi_{max}</math></b>	W	Flux maximum
<b><math>\phi_{réel}</math></b>	W	Flux réel
<b>E</b>	Sans dimension	Efficacité thermique d'échangeur
<b><math>\eta</math></b>	%	Rendement
<b>P</b>	KW ou W	puissance

<b>S</b>	m	Surface d'échange
<b>U</b>	W/m <sup>2</sup> .k	Coefficient d'échange global
<b>ΔTLM</b>	°C	Déférence de température moyenne
<b>NUT</b>	°C	Nombre d'unité de transfert
<b>Q</b>	l/s ou m <sup>3</sup> /h	Débit volumique
<b>Qp</b>	l/s	Débit probable
<b>d</b>	mm	diamètre
<b>L</b>	mm	Longueur de tube
<b>V</b>	m/s	Vitesse d'écoulement
<b>Re</b>	Sans dimension	Nombre de Reynolds
<b>λ</b>	Sans dimension	Coefficient de perte de charge
<b>ν</b>	m <sup>2</sup> /s	Viscosité cinématique
<b>μ</b>	Kg/m.s ou Pa.s	Viscosité dynamique
<b>ε</b>	mm	Rugosité
<b>ρ</b>	Kg/m <sup>3</sup>	Masse volumique
<b>Δp</b>	mCE	Perte de charge linéaire
<b>Z</b>	mCE	Perte de charge singulière
<b>ξ</b>	Sans dimension	Dzêta, longueur des singularités
<b>Hmt</b>	m	Hauteur manométrique totale

# Table des matières

---

**Remerciements**

**Dédicaces**

**Résumé**

**Les abréviations**

**Les Symboles**

**Introduction général**

## *Chapitre I : Généralités sur l'eau potable*

<b>I-1</b> Introduction .....	03
<b>I.2</b> Classification des ERP .....	03
<b>I.2.1</b> Définition Des ERP .....	03
<b>I.2.2</b> Les classements des établissements.....	03
<b>a)</b> Classement en type .....	03
<b>b)</b> Classement en catégorie.....	04
<b>I.3</b> Calcul de l'effectif du public .....	04
<b>I.3.1</b> Définition de l'Effectif .....	04
<b>I.3.2</b> Méthode de Calcule l'Effectif en fonction du groupe .....	04
<b>I.4.</b> Présentation de site de projet .....	05
<b>I.4.1</b> situation graphique.....	05
<b>I.4.2</b> Hydraulique .....	06

## **Table des matières**

---

<b>I.5</b>	Présentation de l'hôpital a 64 places (complexe mères et enfants) à chlef .....	07
<b>I.5.1</b>	Classement de l'hôpital complexe mère et enfants de chlef.....	08
<b>I.5.1.a</b>	Les zones climatiques .....	08
<b>I.5.1.b</b>	La zone B' .....	08
<b>I.6</b>	Utilisation des eaux dans les ERP .....	09
<b>I.6.1</b>	Sources et déférents type d'eau .....	09
<b>I.6.1.1</b>	Eaux naturelles.....	09
<b>I.6.1.2</b>	Eaux souterraines.....	09
<b>I.6.1.3</b>	Eaux de surfaces .....	09
<b>I.6.1.4</b>	Eaux potables .....	10
<b>I.6.1.5</b>	Eaux dures .....	10
<b>I.6.1.6</b>	Eaux des mers et eaux saumâtres.....	10
<b>I.6.2</b>	Propriétés organoleptique des eaux .....	11
<b>I.6.2.1</b>	La Couleur .....	11
<b>I.6.2.2</b>	Gout et odeur .....	11
<b>I.6.2.3</b>	Turbidité .....	11
<b>I.6.3</b>	Caractères physique-chimique.....	11
<b>I.6.3.1</b>	Propriétés physiques de l'eau .....	11
<b>I.6.3.1.1</b>	Température .....	11
<b>I.6.3.1.2</b>	Potentiel d'hydrogène PH.....	11

## **Table des matières**

---

<b>I.6.3.1.3</b> Salinité .....	12
<b>I.6.3.1.4</b> Les résidus secs à 180°C .....	12
<b>I.6.3.1.5</b> Dureté ou titre hydrométrique (TH) .....	12
<b>I.6.3.1.6</b> Conductivité électrique .....	12
<b>I.6.3.1.7</b> Alcalinité .....	12
<b>I.6.3.1.8</b> Titre alcalimétrique (TA) .....	12
<b>I.6.3.1.9</b> Chlorure .....	13
<b>I.6.3.1.10</b> Masse volumique et volume massique .....	13
<b>I.6.3.1.11</b> Tensions superficielle .....	13
<b>I.6.3.1.12</b> Viscosité .....	13
<b>I.6.3.2</b> Propriétés optiques .....	14
<b>I.6.3.</b> Propriétés chimiques .....	14
<b>I.6.3.3.1</b> Eléments majeurs : origine et teneur.....	14
<b>a)</b> Magnésium (Mg <sup>2+</sup> ) .....	14
<b>b)</b> Sodium et potassium (Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> ).....	15
<b>c)</b> Les sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) .....	15
<b>I.6.4</b> Traitement d'eau .....	15
<b>I.6.4.1</b> Définition de traitement des eaux .....	16
<b>I.6.4.2</b> Objectif du traitement .....	16

## Table des matières

---

<b>I.6.4.3</b> Equipement pour le traitement des eaux .....	16
<b>I.6.4.3.1</b> Adoucisseur .....	17
<b>I.6.4.3.2</b> Fonctionnement de l'adoucisseur d'eau .....	17
<b>I.6.4.3.3.</b> Les procède d'adoucissement .....	18
<b>I.6.5</b> Stockage des eaux.....	18
<b>I.6.6</b> Equipements utilisant l'eau .....	18
<b>I.6.6.1</b> Pompe .....	19
<b>I.5.6.1.1</b> Définition d'une pompe.....	19
<b>I.6.6.1.2</b> Domaines d'applications .....	19
<b>I.6.6.1.3</b> Avantages et inconvénients des pompes.....	20
<b>I.6.6.1.4</b> Le principe de fonctionnement .....	20
a) Pompes volumétriques .....	20
b) Pompes centrifuges .....	21
<b>I.6.6.2</b> Echangeurs de chaleurs .....	21
<b>I.6.6.2.1</b> Définition des échangeurs de chaleur.....	21
<b>I.6.6.2.2</b> Classement des échangeurs de chaleurs.....	21
a) Classement technologique .....	22
b) Classement suivant le mode de transfert de chaleur.....	22
c) Classement suivant le procédé de transfert de chaleur.....	22

## Table des matières

---

d) Classement fonctionnel .....	22
<b>I.6.6.3</b> Ballon de stockage .....	22
<b>I.6.6.3.1</b> Ballon eau chaude sanitaire .....	23
a) Instantané .....	23
b) Accumulation .....	23
Conclusion .....	24

### **Chapitre II : Caractéristiques physico-chimique des eaux (EF-EU)**

<b>II.1</b> Introduction .....	25
<b>II.2</b> les eaux .....	25
<b>II.2.1</b> Définition de l'eau .....	25
<b>II.2.2</b> Etats physiques .....	25
a) Etat vapeur .....	25
b) Etat solide .....	25
c) L'état liquide .....	26
<b>II.2.3</b> Eau froide(EF) .....	26
<b>II.2.4</b> Eau chaude sanitaire(ECS) .....	26
<b>II.2.4.1</b> Chauffage de l'eau .....	27
<b>II.2.4.2</b> La production de l'eau chaude sanitaire.....	27
<b>II.2.4.3</b> Systèmes de production d'eau chaude sanitaire .....	28

## **Table des matières**

---

a) Chauffe-eau solaire .....	28
b) Chauffe-eau au gaz	28
c) Chauffe-eau électrique .....	29
d) Chauffe-eau thermodynamique.....	30
II.2.4.4 Qualité sanitaire de l'eau chaude .....	30
II.2.4.5 Économies d'eau chaude .....	30
II.2.5 Eau froide adoucie (EFA) .....	31
II.2.5.2 Les bénéfices d'une eau adoucie .....	32
II.2.6 Bouclage eau chaude sanitaire (BECS) .....	32
II.2.6.1 Définition de BECS .....	32
II.2.6.2 Mise en place un bouclage ECS .....	32
II.2.6.3 principe du bouclage d'eau chaude sanitaire .....	33
II.3 Réseaux des eaux .....	35
II.3.1 Définition d'un Réseau .....	35
II.3.2 Réseau eaux usées EU .....	36
II.3.2.1 Définition des eaux usées .....	36
II.3.2.2 Le circuit des eaux usées .....	36
II.3.2.3 Les sources des eaux usées .....	36
a) La pollution domestique .....	37

## Table des matières

---

b) La pollution industrielle .....	37
c) La pollution agricole .....	37
d) La pollution des eaux pluviales .....	37
<b>II.3.2.4</b> Composition des eaux usées .....	37
<b>II.3.2.5</b> Caractéristiques des eaux usées .....	38
<b>II.3.2.5.1</b> Caractéristiques physique .....	38
a) Couleur .....	38
b) Odeur .....	38
c) Température .....	38
d) Turbidité .....	39
e) Matières en suspension .....	39
<b>II.3.2.5.2</b> Caractéristiques chimiques .....	39
a) Le potentiel hydrique (PH) .....	39
b) Teneur en chlorures .....	40
c) Teneur en azote et en phosphore .....	40
d) Teneur en graisse et en huile .....	40
e) Métaux lourds .....	41
f) Oxygène dissous .....	41

## Table des matières

---

<b>II.3.2.6</b>	Traitement des eaux domestiques .....	41
<b>II.3.3</b>	Réseau eau de vannes EV .....	42
<b>II.3.3.1</b>	Définition EV .....	42
<b>II.3.3.2</b>	Traitement des eaux de vannes EV .....	43
<b>II.3.4</b>	Réseau eau pluvial .....	43
<b>II.3.4.1</b>	Définition eaux pluviaux EP .....	43
<b>II.3.4.2</b>	composition d'eau pluviale .....	43
<b>II.3.4.3</b>	Récupération d'eau pluviale .....	44
<b>II.4</b>	Traitement d'eau dans un ERP.....	44
<b>II.5</b>	Les échangeurs de chaleur à plaque et joint .....	45
<b>II.5.1</b>	Définition d'un échangeur de chaleur a plaque et joint .....	45
<b>II.5.2</b>	Composition d'un échangeur a plaque et joint .....	45
<b>II.5.3</b>	Technologie des plaques et joints .....	47
<b>a)</b>	Plaque à canal large .....	47
<b>b)</b>	Plaque à double paroi .....	47
<b>c)</b>	Plaque semi-soudée .....	48
<b>d)</b>	Auto centrage des plaques .....	49
<b>e)</b>	Joint sans colle .....	49

## **Table des matières**

---

<b>II.5.4</b>	Principe de fonctionnement d'un Echangeur a plaque et joint .....	50
<b>II.5.5</b>	Les turbulences dans l'échangeur de chaleur à plaques et joints .....	51
<b>II.5.6</b>	Les avantages et Les inconvénients d'un échangeur de chaleur à plaques .....	52
<b>II.5.7</b>	Les domaines d'applications de l'échangeur de chaleur à plaque et joint.....	52
<b>II.5.10</b>	Application de l'échangeur a plaque et joints pour l'ECS .....	52
<b>II.5.9</b>	Théorie des échangeurs a plaque et joint .....	52
<b>II.5.9.1</b>	Dimensionnement des échangeurs a plaque et joint.....	52
<b>II.5.9.1</b>	Bilan des flux thermiques .....	52
<b>II.5.9.1.1</b>	Coefficient global de transfert de chaleur .....	52
<b>a)</b>	L'échangeur en mode co-courant .....	52
<b>b)</b>	Echangeurs à contre-courant .....	54
<b>II.5.9.1.2</b>	L'efficacité d'un échangeur .....	55
<b>II.5.9.2</b>	Méthodes de calcul .....	58
<b>a)</b>	Méthode de la différence moyenne logarithmique $\Delta T_{ML}$ .....	58
<b>b)</b>	La méthode du Nombre d'Unité de Transfert (NUT) .....	62
<b>Conclusion</b>	.....	66

### **Chapitre III : *Calculs des réseaux des distributions et évacuations des eaux***

<b>III.1</b>	Introduction .....	67
<b>III.2</b>	Réseaux d'alimentation et Distribution des eaux .....	67

## Table des matières

---

<b>III.2.1</b>	Définition de la distribution d'eau .....	67
<b>III.2.2</b>	Besoins en appareils sanitaires .....	67
<b>III.2.3</b>	Choix des matériaux pour un réseau .....	68
a)	Le fer .....	68
b)	Le cuivre .....	69
c)	Le plomb .....	69
<b>III.2.4</b>	Les canalisations .....	70
<b>III.2.4.1</b>	Les différents types de tuyaux .....	70
<b>III.2.4.1.1</b>	Les tuyaux en acier .....	70
a)	Les tuyaux en acier pour l'extérieur .....	71
b)	Les tuyaux en acier filetable .....	71
c)	Tuyaux en PEX .....	72
<b>III.2.4.2</b>	Les différents types de joints .....	72
a)	Les joints mécaniques .....	72
b)	Joints soudés .....	73
c)	Les joints perplexes .....	73
<b>III.2.4.3</b>	Les tuyaux en cuivre .....	74
<b>III.2.4.4</b>	Les tuyaux en fonte .....	75
<b>III.2.5</b>	Appareils de sectionnement .....	76

## **Table des matières**

---

<b>III.2.6.1</b>	Caractéristiques des différents appareils .....	77
<b>III.2.6.1.1</b>	Les robinets.....	77
<b>III.2.6.1.1.1</b>	Robinet à soupape.....	77
<b>III.2.7.1.1.1</b>	Les robinets à clapet .....	78
<b>III.2.7.1.1.1</b>	Les robinets de puisage.....	78
<b>III.2.7.1.1.2</b>	Robinet à vanne .....	79
<b>III.2.7.1.3</b>	Robinets à tournant .....	79
<b>III.2.7.1.4</b>	Robinets à papillon .....	80
<b>III.2.8</b>	Les appareils de sécurité .....	80
<b>a)</b>	Les limiteurs de pression .....	81
<b>b)</b>	Système de surpression.....	81
<b>c)</b>	Systèmes de surpression d'eau et réservoirs.....	81
<b>III.3</b>	Réseaux intérieures de la distribution d'eau.....	82
<b>III.4</b>	Dimensionnement des canalisations .....	83
<b>III.4.1</b>	La pression origine de l'eau .....	83
<b>III.4.2</b>	Le débit .....	84
<b>III.4.3</b>	Coefficient de simultanéité .....	84
<b>III.4.3</b>	La vitesse .....	86
<b>III.4.4</b>	Pertes de charge .....	86

## Table des matières

---

a) Les pertes de charge linéaires .....	86
b) Pertes de charges totales .....	87
<b>III.4.5</b> Calculs de diamètres des canalisations intérieures et branchement général .....	87
<b>III.4.6.1</b> Détermination de débit .....	88
a) Installations individuelles .....	88
b) Installations collectives.....	89
<b>III.5</b> Réseaux d'évacuation des eaux usées .....	89
<b>III.5.1</b> Définition d'évacuation de l'eau .....	89
<b>III.5.2</b> Besoins en appareillage .....	89
<b>III.5.2</b> Chute et descentes d'eaux ménagères des immeubles de grande hauteur .....	91
<b>III.5.3</b> Ventilation primaire et secondaire.....	92
<b>III.5.3.1</b> Ventilation primaire des canalisations verticales d'évacuation .....	92
<b>III.5.3.2</b> Ventilation secondaire de branchement d'évacuation .....	93
<b>III.5.4</b> Nature des canalisations pour l'évacuation d'eaux usées.....	93
<b>III.5.4.1</b> Canalisation en fonte .....	93
<b>III.5.4.3</b> Canalisation en amiante-ciment.....	94
<b>III.5.4.4</b> Canalisation en plomb .....	94
<b>III.5.4.5</b> Canalisation en acier.....	94
<b>III.5.4.6</b> Canalisation en PVC.....	96

## Table des matières

---

<b>III.5.5</b> Dimensionnement des canalisations d'évacuation .....	97
<b>III.5.5.1</b> Diamètre des tuyaux de chute et de descente .....	97
<b>III.5.5.2</b> Diamètre des tuyaux collecteurs .....	97
<b>III.5.5.3</b> Chutes d'eaux usées .....	98
<b>III.5.5.4</b> Tuyaux collecteurs d'appareils.....	99
<b>III.6</b> Evacuation des eaux pluviales.....	100
<b>III.6.1</b> Diamètre des tuyaux de descente d'EP.....	100
a) Les gouttières .....	100
b) Les chéneaux .....	100
<b>III.6.2</b> Tuyaux de descente .....	101
a) Couvertures ne comportant pas de revêtements d'étanchéité.....	101
b) Terrasses et toitures avec un revêtement d'étanchéité .....	101
<b>III.7</b> Etablissement des calculs.....	101
<b>III.7.1</b> Distributions EF, ECS, EFA.....	101
<b>III.7.2</b> Evacuations EU, EV, EP .....	101
<b>III.8</b> Schémas principaux.....	102
<b>III.8.2</b> Modes de distribution intérieure.....	102
<b>III.8.3</b> Accessoires d'une installation d'alimentation en eau potable.....	103
Conclusion.....	104

## Table des matières

---

### *Chapitre IV : Conception des réseaux (EF-ECS)*

<b>IV.1</b>	Introduction.....	105
<b>IV.2</b>	Besoins en eaux a l'hôpital de chlef .....	105
<b>IV.2.1</b>	Besoins en eau froide .....	105
<b>IV.2.2</b>	Besoins en eau chaude sanitaire.....	105
<b>IV.2.3</b>	Besoins en eau adoucie .....	106
<b>IV.2.4</b>	bouclage ECS.....	106
<b>IV.3</b>	Présentation des synoptiques EF ECS EFA.....	107
<b>IV.4</b>	Traitement d'eau .....	107
<b>IV.4.1</b>	Installation .....	107
<b>IV.4.2</b>	Fonctionnement .....	108
<b>IV.5</b>	Calculs des Pertes de charge .....	109
<b>IV.5.1</b>	pertes de charges linéaires .....	109
<b>a)</b>	Régime d'écoulement .....	110
<b>b)</b>	La viscosité .....	111
<b>c)</b>	Nombre de Rynolds.....	112
<b>d)</b>	Coefficient de perte de charge .....	112
<b>IV.5.2</b>	pertes de charges singulières.....	113
<b>a)</b>	Méthode du coefficient de perte de charge localisée .....	114

## **Table des matières**

---

b) Méthode de la longueur équivalente .....	115
<b>IV.5.3</b> Pertes de charge de tronçons .....	115
<b>IV.6</b> Dimensionnement des pompes .....	116
<b>IV.6.1</b> Pompe de circulation .....	116
<b>IV.6.2</b> Pompe primaire.....	118
<b>IV. 6.2</b> Etablissement des calculs.....	118
a) Hauteur manométrique.....	118
<b>IV.7</b> Production d'ECS .....	120
<b>IV.7.1</b> Etude de système de production d'eau chaude sanitaire.....	120
<b>IV.7.2</b> Production instantané .....	121
<b>IV.7.2.1</b> Chaudière à production instantanée .....	123
<b>IV.8</b> Dimensionnement d'un échangeur a plaque et joint.....	126
<b>IV.8.1</b> Etablissement des calculs d'échangeur a plaque .....	126
<b>IV.9</b> Suppresseur.....	127
Conclusion.....	129

### ***Chapitre V : Choix et sélection des équipements***

<b>V.1</b> Introduction .....	131
<b>V.2</b> Choix et la sélection de l'équipement .....	131
<b>V.3</b> Les caractéristiques techniques et critères à retenir dans le choix d'un équipement .....	131

## **Table des matières**

---

<b>V.3.1</b> Echangeurs .....	132
<b>V.3.2</b> Pompes .....	134
a) Pompes production ECS .....	135
b) Pompes BECS .....	135
<b>V.3.3</b> Suppresseur .....	136
<b>Conclusion générale</b> .....	138
<b>Références bibliographiques</b> .....	139

### **Annexes**

# *Liste des figures*

## *Chapitre I*

<b>Figure (I-1)</b> : Station graphique de chlef.....	06
<b>Figure (I-2)</b> : Bassin hydrographique chellif-zahrez.....	07
<b>Figure (I-3)</b> : Nouvel Hôpital complexe mères et enfants à chlef.....	07
<b>Figure (I-4)</b> : Schéma d'un adoucisseur d'eau avec bac a sel.....	17
<b>Figure (I-5)</b> : Schéma explicatif de fonctionnement d'un adoucisseur d'eau .....	17
<b>Figure (I-6)</b> : schéma d'un ballon thermodynamique d'eau chaude sanitaire.....	23

## *Chapitre II*

<b>Figure (II-1)</b> : Eau froide EF.....	26
<b>Figure (II-2)</b> : Eau chaude sanitaire .....	27
<b>Figure (II-3)</b> : Chauffe-eau solaire CEST .....	28
<b>Figure (II-4)</b> : Chauffe-eau au gaz .....	29
<b>Figure (II-5)</b> : Chauffe-eau électrique.....	29
<b>Figure (II-6)</b> : Schéma de fonctionnement d'un chauffe-eau thermodynamique CET.....	30
<b>Figure (II-7)</b> : Eau froide adoucie (EFA) .....	31
<b>Figure (II-8)</b> : Principe de fonctionnement de BECS .....	33
<b>Figure (II-9)</b> : Schéma de circuit BECS.....	33
<b>Figure (II-10)</b> : Réseau de circulation des eaux de vannes.....	42
<b>Figure (II-11)</b> : schéma d'un échangeur a plaque et joint.....	45
<b>Figure (II-12)</b> : Echangeur de chaleur a plaques et joints .....	46
<b>Figure (II-13)</b> : structure de l'échangeur a plaque .....	46
<b>Figure (II-14)</b> : Plaque à canal large .....	47
<b>Figure (II-15)</b> : Plaque à double paroi.....	40
<b>Figure (II-16)</b> : Plaque semi-soudée .....	40
<b>Figure (II-17)</b> : Profil d'écoulement d'une plaque.....	49
<b>Figure (II-18)</b> : Joint sans colle.....	49
<b>Figure (II-19)</b> : Principe de fonctionnement d'un échangeur à plaques jointé .....	50
<b>Figure (II-20)</b> : Distribution de Température d'un échangeur de chaleur.....	59
<b>Figure (II-21)</b> : Évolution de l'efficacité en fonction de NUT et C échangeurs thermiques ...	65

## *Chapitre III*

<b>Figure (III-1) : tube en fer .....</b>	<b>68</b>
<b>Figure (III-2) : Tube en acier .....</b>	<b>69</b>
<b>Figure (III-3) : Tubes en plomb .....</b>	<b>69</b>
<b>Figure (III-4) : Les tuyaux en acier.....</b>	<b>71</b>
<b>Figure (III-5) : Les tuyaux en acier file table.....</b>	<b>72</b>
<b>Figure (III-6) : joints mécaniques .....</b>	<b>73</b>
<b>Figure (III-7) : Joints soudés.....</b>	<b>73</b>
<b>Figure (III-8) : joints perplexes.....</b>	<b>74</b>
<b>Figure (III-9) : tuyaux en cuivre .....</b>	<b>74</b>
<b>Figure (III-10) : Les tuyaux en fonte .....</b>	<b>75</b>
<b>Figure (III-11) : joints à emboîtement .....</b>	<b>76</b>
<b>Figure (III-12) : les joints souples avec des rondelles d'étanchéité.....</b>	<b>76</b>
<b>Figure (III-13) : Robinet à soupape .....</b>	<b>77</b>
<b>Figure (III-14) : Les robinets à clape .....</b>	<b>78</b>
<b>Figure (III-15) : Les robinets de puisage .....</b>	<b>79</b>
<b>Figure (III-16) : Robinet à vanne .....</b>	<b>79</b>
<b>Figure (III-17) : Robinets à tournant .....</b>	<b>80</b>
<b>Figure (III-18) : Robinets à papillon.....</b>	<b>80</b>
<b>Figure (III-19) : Systèmes de surpression d'eau et réservoirs .....</b>	<b>82</b>
<b>Figure (III-20) : Coefficient de simultanéité en fonction de nombres d'appareils .....</b>	<b>85</b>
<b>Figure (III-21) : diamètres intérieur en fonction de nombre d'appareils.....</b>	<b>88</b>
<b>Figure (III-25) : Siphons .....</b>	<b>91</b>
<b>Figure (III-26) : Canalisation et joint en fonte.....</b>	<b>93</b>
<b>Figure (III-27) : Canalisation en amiante-ciment .....</b>	<b>94</b>
<b>Figure (III-28) : Canalisation en plomb.....</b>	<b>95</b>
<b>Figure (III-29) : Canalisation en PVC .....</b>	<b>97</b>
<b>Figure (III-30) : Chute des eaux usées.....</b>	<b>98</b>

## ***Chapitre IV***

<b>Figure (IV-1)</b> : Schéma explicatif des Besoins en eau a l'hôpital de chlef.....	107
<b>Figure (IV-2)</b> : Schéma explicatif de procédé de traitement d'eau a l'hôpital de chlef.....	107
<b>Figure (IV-3)</b> : Diagramme de Moody.....	110
<b>Figure (IV-4)</b> : Déférentes rédimés dans une conduite .....	112
<b>Figure (IV-5)</b> : les pertes de charge dans une conduite	114
<b>Figure (IV-7)</b> : Schéma de l'installation d'une pompe de circulation .....	116
<b>Figure (IV-8)</b> : Schéma installation d'une pompe primaire .....	118
<b>Figure (IV-9)</b> : Production eau chaude sanitaire .....	122
<b>Figure (IV-10)</b> : Ballons de stockage ECS.....	122
<b>Figure (IV-11)</b> :Bouclage ECS .....	123
<b>Figure (IV-12)</b> : Traitement de l'eau avec un bac a sel.....	123
<b>Figure (IV-13)</b> : Chaudière à production instantané .....	125
<b>Figure (IV-14)</b> : Schéma d'installation d'un échangeur a plaque et joint.....	126
<b>Figure (IV-15)</b> : Schéma d'un suppresseur a l'hôpital de chlef.....	127
<b>Figure (IV-16)</b> : Installation d'une pompe de récupération .....	128

## ***Chapitre V***

<b>Figure (V-1)</b> : Echangeur a plaque et joint marque SOLO .....	132
<b>Figure (V-2)</b> : Echangeur « SOLO M» de la marque SOLO .....	133
<b>Figure (V-3)</b> : Echangeur « SOLO H» de la marque SOLO.....	133
<b>Figure (V-4)</b> : Pompe de production ECS.....	135
<b>Figure (V-12)</b> : Pompe de bouclage ECS.....	135
<b>Figure (V-20)</b> : Pompe de récupération .....	137

# *Liste des tableaux*

## *Chapitre I*

<b>Tableau (I-1) :</b> Décomposition des zones a chlef .....	08
<b>Tableau (I-2):</b> Les masses volumique et massique d'eau .....	13

## *Chapitre III*

<b>Tableau (III-5) :</b> Diamètres intérieurs des tuyaux de chute.....	99
--	----

## *Chapitre IV*

<b>Tableau (IV-12) :</b> calculs des pertes de charge des pompes .....	119
<b>Tableau (IV.13) :</b> Calculs et dimensionnement des échangeurs .....	127

## *Chapitre V*

<b>Tableau (V-1) :</b> Puissance d'échangeurs.....	132
<b>Tableau (V-4) :</b> Hauteur manométrique totale de pompe ECS.....	134
<b>Tableau (V-5) :</b> Caractéristique de la pompe ECS.....	135
<b>Tableau (V-6) :</b> Hauteur manométrique de pompe BECS .....	135
<b>Tableau (V-7) :</b> Caractéristique de la pompe BECS .....	136
<b>Tableau (V-8) :</b> Hauteur manométrique de la pompe de récupération .....	137



***Introduction générale***

## Introduction générale

---

L'eau constitue un élément essentiel dans la vie et l'activité humaine. C'est une composante majeure des mondes minéral et organique dans le monde présent, l'eau participe à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industrielles et agricoles ce qui la rend un élément récepteur exposé à tous les genres de pollution. Le phénomène de la pollution contribue de façon considérable à la limitation des ressources en eau potable.

L'alimentation d'eau potable est un ensemble des opérations qui est toujours le souci de couvrir les besoins des consommateurs, en quantité et qualité suffisantes a fin de contribuer à l'amélioration de la santé des populations par les limitations des risque de santé. Il a aussi le souci de veiller à la bonne gestion et à la perfection de toutes les infrastructures concourant l'approvisionnement en eau depuis le prélèvement du milieu naturel ou stockage jusqu'à l'usage, elle cherche a répondre à deux objectifs :la production d'une eau potable de qualité à partir d'une eau brute qui nécessite généralement un traitement et la distribution de l'eau produite à travers un ensemble d'installation et de réseaux a fin de répondre à la demande des consommateurs d'une manière satisfaisante.

Le réseau de l 'A.E.P c'est un ensemble des ouvrages (installations) et appareillages à mettre en place pour traiter et transporter ces besoins en eau à satisfaire, Depuis la ressource en eau jusqu'aux abonnés (consommateur). Le Réseau d'eau potable doit être fiable et durable pour pouvoir répondre aux exigences des consommateurs (quantité et qualité optimales, dysfonctionnement minimaux)

Il permet de recueillir l'eau naturelle, cette eau peut être d'origine superficielle ou bien Souterraine.

Le traitement d'eau est un procédé, une action qui permet de rendre les eaux usées d'une qualité définie par les différents articles de lois, et arrêtés préfectoraux. Les eaux usées sont issues de l'activité humaine : production industrielle, ou utilisation domestique. A fin augmenter la qualité de vie et à maintenir la valeur de domicile.

L'eau chaude sanitaire (ECS) est un réseau d'eau chauffée à usage domestique et sanitaire. L'eau peut être réchauffée à l'aide d'un chauffe-eau ou par un circuit de chauffage dédié à cette utilisation dans une chaudière mixte.

## Introduction générale

---

La production d'eau chaude sanitaire est un poste important dans des usages tels qu'hôtels, hôpital, internats, gymnases, écoles, ... Mais également dans l'habitat car les besoins de confort et sanitaires sont croissants.

Les besoins d'eau chaude sanitaire sont de fait plus prépondérants dans les ERP ou bâtiment basse consommation. En effet celui-ci étant de plus en plus isolé thermiquement, le poste chauffage est en perpétuelle décroissance. Et le poste de consommation d'eau chaude sanitaire croît de ce fait. La production d'eau chaude sanitaire est ainsi liée aux systèmes de chauffage et d'énergie utilisés. D'où l'utilisation recommandée de chaudières à condensation, de panneaux solaires (CESI), de chauffe-eau thermodynamiques.

Les systèmes d'évacuation des eaux désignent l'ensemble des conduites et des appareillages permettant l'évacuation des eaux pluviales, des eaux usées et des eaux vannes des bâtiments individuels ou collectifs a fin de limiter les naissances et les dégâts dans les centres urbains.

Dans ce travail on va faire une étude détaillée à tous ce qui concerne les besoins en eau dans un réseau hydraulique a l'intérieur d'un hôpital situe a chlef et comprendre leur dimensionnement et les déférents équipements nécessaires répondantes a ces besoins le.Scinder en cinq chapitres :

- Dans le premier chapitre, en commençant avec un rappel général sur les ERP et leurs classifications ainsi la présentation de lieu de travail (hôpital de chlef a 64 places).
- Le deuxième chapitre : études et dimensionnement des installations du fluide circulant dans l'hôpital (EF, ECS, EFA, BECS, EU, EV, EP) et les réseaux d'alimentation en eau (EU, EV, EP), dans ce chapitre, nous présenterons les différents maillons constituant un réseau d'Alimentation en Eau Potable (A.E.P). Ainsi, le traitement de déférentes eaux (EF, ECS, BECS, EFA) et les appareils concernés.
- Le troisième chapitre comporte les déférents schémas des réseaux de production, évacuation et distribution des eaux faites sur autocade.
- Le quatrième chapitre on présent les calculs des besoins en eau (EF, ECS, EFA) ainsiles synoptiques correspondantes.
- Le cinquième chapitre consiste à la sélection et le choix des déférents équipements nécessaire pour fournir les meilleurs services.
- On termine par une conclusion générale.



*Généralités sur l'eau potable*



## **I.1 Introduction**

Un Etablissement Recevant du Public (ERP) est le terme utilisé pour des bâtiments étant amenés à recevoir des personnes extérieures, quelles que soient les modalités d'accès (payant ou gratuit, libre ou sur invitation).

Les nombreux Etablissements Recevant du Public (ERP) tels que les maisons de retraites, les hôtels, les hôpitaux et autres établissements accueillant du public ont la responsabilité de fournir une eau de qualité toujours conforme. Si aujourd'hui les solutions agréées permettent de protéger efficacement les personnes et les installations, les progrès technologiques réalisés, depuis la mise en place des solutions réglementaires, permettent de faire évoluer les installations pour parfois plus d'efficacité et très souvent de réaliser des économies très significatives.

## **I.2 classification des ERP**

### **I.2.1 Définition Des ERP**

Un établissement recevant du public (E. R. P) est un bâtiment, un local, une enceinte, dans lequel des personnes sont admises soit librement, soit moyennant une rétribution ou une participation quelconque ou dans lequel sont tenues des réunions ouvertes à tout venant ou sur invitations, payantes ou non. Sont considérées comme faisant partie du public toutes les personnes admises dans l'établissement à quelque titre que ce soit en plus du personnel [1].

Une entreprise non ouverte au public, mais seulement au personnel, n'est pas un ERP. Les ERP sont classés en catégories qui définissent les exigences réglementaires applicables (type d'autorisation de travaux ou règles de sécurité par exemple) en fonction des risques.

### **I.2.2 Les classements des établissements**

Ces établissements reçoivent des publics différents, comme c'est le cas entre un hôpital et un hôtel. Les exigences de conception et d'exploitation ne sont donc pas les mêmes. Aussi, les établissements sont classés en types, selon la nature de leur exploitation (représenté par une lettre), et en catégories selon le nombre maximal de personnes susceptibles d'être présentes simultanément (représentée par un nombre de 1 à 5).

#### **a) Classement en type**

Les ERP ayant des activités différentes, pour une crèche, un hôpital ou une discothèque, les exigences de conception et d'exploitation ne seront donc pas identiques. C'est pour cela que

les différents types d'ERP sont classés en fonction de l'activité de l'établissement qui est symbolisée par une lettre, indiqué dans le tableau (I-1) en annexes.

Il existe également des établissements dits spéciaux du fait de leurs caractéristiques, tableau (I-2) en annexes.

La catégorie d'un E.R.P est obtenue d'après l'effectif du public et du personnel, à l'exception des établissements de 5ème catégorie pour lesquels seul l'effectif du public compte. Les établissements recevant du public sont En outre, pour l'application du règlement de sécurité, sont classés en deux groupes :

- Le premier groupe comprend les établissements des 1re, 2e, 3e et 4e catégories
- Le deuxième groupe comprend les établissements de la 5e catégorie.

### **b) Classement en catégorie**

La catégorie dépend de l'importance de l'établissement (effectif). Elle définit le nombre de personnes susceptibles d'être reçues en même temps dans un ERP

- 1ère catégorie : effectif > 1500 personnes
- 2ème catégorie :  $700 < \text{effectif} \leq 1500$  personnes
- 3ème catégorie :  $300 < \text{effectif} \leq 700$  personnes
- 4ème catégorie :  $\leq 300$  personnes, à l'exception des établissements de 5ème catégorie
- 5ème catégorie: Etablissement dont l'effectif du public ne dépasse pas un seuil fixé réglementairement pour chaque type d'exploitation [2].tableau (I-3) en annexes.

## **I.3 Calcul de l'effectif du public**

### **I.3.1 Définition de l'Effectif**

L'Effectif détermine le nombre de Personne susceptible d'être reçu en même temps dans un E.R.P.

### **I.3.2 Méthode de Calcule l'Effectif en fonction du groupe**

Le calcul de l'effectif du public est obtenu de la manière suivante :

- Si l'E.R.P. appartient aux 1er ou 2ème Groupe.
  - Le 1er Groupe contient les 1ère, 2ème, 3ème et 4ème Catégories.
  - Le 2ème Groupe contient la 5ème Catégorie.
- Soit par calcul fixé par la réglementation applicable au type d'établissement concerné ;

➤ Soit par déclaration d'effectif du chef d'établissement ou du maître d'ouvrage (cas des E.R.P. de type R, S, X, PA).

L'effectif des personnes admises est déterminé suivant les dispositions particulières à chaque type d'établissements.

Il comprend :

- D'une part, l'effectif des personnes constituant le public
- D'autre part, l'effectif des autres personnes se trouvant à un titre quelconque dans les locaux accessibles ou non au public et ne disposant pas de dégagements indépendants de ceux mis à la disposition du public.

Toutefois, pour les établissements de 5ème catégorie, ce dernier effectif n'intervient pas pour le Classement.

➤ Lorsque l'effectif déclaré ayant permis de classer l'établissement subit une augmentation ou une diminution de nature à remettre en cause le niveau de sécurité, l'exploitant doit en informer le maire.

- Pour la suite du présent règlement, le terme : « établissement », employé sans autre qualification de sa nature, a le sens « d'établissement recevant du public ».
- Pour la suite du présent règlement, les expressions « local destinés au sommeil », « local réservé au sommeil » et « hébergement » désignent les seuls locaux destinés au sommeil du public la nuit [2].

**a) Pour le 1er Groupe** l'effectif se calcule comme suit :

=> Public + Personnes ne faisant pas partie du Public et n'ayant pas accès aux Dégagements (Issues de Secours) mis à la disposition du Public.

**b) Pour le 2ème Groupe** l'Effectif se calcule comme suit :

=> Public seulement.

Tableau (I-4) en annexes

### I.4 Présentation de site de projet

Cette partie de l'étude sera consacrée à la description du site du projet à savoir : Géographie, relief climat et la situation hydraulique

### I.4.1 situation graphique

La Wilaya de Chlef est une wilaya algérienne située au nord-ouest du pays à mi-distance entre Alger et Oran. Elle s'étend sur une superficie de 4791 km<sup>2</sup>. Elle est limitée par, la mer Méditerranée au Nord, la Wilaya de Tissemsilt au sud, la Wilaya de Tipaza et Ain-Defla à l'est et la Wilaya de Mostaganem et Relizane à l'ouest. Elle se caractérise par [3] :

- Un relief diversifié : quatre (04) régions naturelles s'orientent parallèlement au littoral
- Au nord les hautes collines de Dahra et du Zakkar
- Au sud l'Ouarsenis
- Au centre les plaines-
- La bande côtière s'étend sur 130 km
- Les coordonnées géographiques de Chlef, Algérie
- Latitude : 36°09'54" Nord
- Longitude : 1°20'04" Est
- L'altitude par rapport au niveau de la mer : 116 m



Figure (I-1) : Station graphique de chlef [3]

### I.4.2 Hydraulique

Au sein de la ville de Chlef coulent plusieurs cours d'eau, le Chelif est le plus important d'entre elles et le plus important en Algérie avec ses 700 km de long. Il prend sa source près de Djebel Amour et se jette dans la mer Méditerranée à quelques kilomètres de Mostaganem.

À Chlef, se trouve le siège de l'agence du bassin hydrographique Cheliff-Zahrez, qui a pour mission de réaliser toutes actions visant à assurer une gestion intégrée et concertée des ressources en eau à l'échelle de l'unité hydrographique naturelle qui englobe les wilayas de Wilaya de Chlef, Relizane, Aïn Defla, Tissemsilt et Djelfa. L'agence a été créée par décret exécutif no 96-282 du 26 août 1996 [3].



**Figure (I-2) :** Bassin hydrographique chellif-zahrez [3].

### **I.5 Présentation de l'hôpital a 64 places (complexe mères et enfants) à chlef**

L'hôpital « complexe mères et enfants » à chlef est un nouveau projet, il s'agit d'une Unité de soins qui regroupe entre autres l'obstétrique, la pouponnière ainsi que la pédiatrie et dont le but est de centrer les soins sur la famille en encourageant la cohabitation des nouveaux parents avec leur enfant.



**Figure (I-3) :** Nouvel Hôpital complexe mères et enfants à chlef

**I.5.1 Classement de l'hôpital complexe mère et enfants de chlef**

**I.5.1.a les zones climatiques**

Les zones climatiques (I-5) considérées dans le présent DTR sont les suivantes :

- La zone A comprend le rivage de la mer et parfois le versant Nord des chaînes côtières,
- La zone B comprend la plaine derrière le rivage de la mer et les vallées entre les chaînes côtières et l'atlas tellien ; au sein de cette zone
- Une sous-zone B' qui comprend la vallée du Chellif
- La zone C comprend les Hauts-Plateaux compris entre l'atlas tellien et l'atlas Saharien
- La zone D comprend le Sahara, au sein de laquelle on distingue une sous-zone D'

<b>Wilaya</b>	<b>communes</b>	<b>Zone</b>
02 Chlef	<b>Groupe de Communes 1 :</b> Beni Haoua - Dahra - El Marsa Moussadek - Sidi Abderrahmane - Talassa - Taougrite - Tenes - Oued Guoussine.	A
	<b>Groupe de Communes 2 :</b> Abou El Hassan - Benaira - Bouzghaia -Sidi Akkakcha - Tadjena - Zeboudja.	B
	<b>Groupe de Communes 3 :</b> Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes de communes 1 et 2.	B'

**Tableau (I-1):** Décomposition des zones a chlef [4]

Notre hôpital consiste les caractéristiques suivantes :

- Température extérieure : 41°C
- Température intérieure : 7°C
- Altitude par rapport à la mer : ≥ 500 m

On peut le classer dans la zone B'

**I.5.1.b La zone B'**

Est une zone climatique qui comporte le plus important fleuve d'Algérie « chéllif ». Long de 733 km, au nord-ouest de l'Algérie, prend sa source dans l'Atlas saharien et a son embouchure dans la Mer Méditerranée, près de Mostaganem. Son climat est caractérisé par des régimes pluviométriques irréguliers dans le temps et dans l'espace, des étés chauds et secs peu orageux et des hivers doux et humides et peut être appelé méditerranéen semi-aride, tableau (I-6) en annexes.

**I.6 Utilisation des eaux dans les ERP****I.6.1 Sources et déferents type d'eau**

Selon le mode de gisement, deux sources principales d'eau :

- ✓ Les eaux superficielles : les eaux des oueds, des lacs, des océans et des mers
- ✓ Les eaux souterraines accumulées dans les nappes et sans empiéter sur les études particulières portant sur les types d'eau, lesquelles établissent précisément une certaine corrélation entre composition et origine, nous pouvons distinguer [5] :
  - ✓ les eaux naturelles
  - ✓ Les eaux potables
  - ✓ Les eaux douces
  - ✓ Les eaux dures
  - ✓ Les eaux saumâtres
  - ✓ Les eaux salées

**I.6.1.1 Eaux naturelles**

Les réserves disponibles d'eaux naturelles sont constituées des eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux de surface stagnantes (lacs, retenues de barrage) ou en écoulement (rivières, fleuves) et des eaux de mer [5]

**I.6.1.2 Eaux souterraines**

Les eaux souterraines sont toutes les eaux se trouvant sous la surface du sol, dans la zone de saturation et en contact direct avec le sol ou le sous-sol et se caractérise par une turbidité faible ou leurs eaux bénéficient de filtration naturelle importante. Comme elle se caractérise par une contamination bactérienne faible, car elle est habituellement à l'abri des sources de pollution. Par conséquent la dureté est souvent élevée, et les eaux souterraines peuvent être en contact avec des formations rocheuses contenant des métaux bivalents comme le calcium ou magnésium. En plus, dans les eaux souterraines, le fer et le magnésium présentent une concentration élevée [5].

**I.6.1.3 Eaux de surfaces**

Par opposition aux eaux souterraines, l'eau de surface est l'eau qui se trouve à la surface ou proche de la surface du sol. Dans une zone donnée, il s'agit pour l'essentiel des cours d'eau, des océans, des lacs et des eaux de ruissellement qui s'y trouvent. Sa température varie en fonction

du climat et des saisons. Ces matières en suspension sont variables selon la pluviométrie, la nature et le relief des terres à son voisinage. Sa composition en sels minéraux est variable en fonction du terrain, de la pluviométrie et des rejets [5].

Une eau de surface est ordinairement riche en oxygène et pauvre en dioxyde de carbone

### I.6.1.4 Eaux potables

La notion de potabilité est liée directement à l'alimentation humaine. Une eau naturelle est dite potable si elle présente les qualités suivantes :

- ✓ fraîcheur et limpidité
- ✓ Absence d'odeur et de couleur
- ✓ Goût agréable
- ✓ Suffisamment douce, aérée
- ✓ Minéralisation raisonnable
- ✓ Absence de matières organiques et de germes pathogènes [5].

### I.6.1.5 Eaux dures

Une eau dure incruste à froid ou à chaud les récipients qui la contiennent. La dureté est engendrée par la présence des ions calcium ; magnésium, et un à degré moindre le fer et l'aluminium.

### I.6.1.6 Eaux des mers et eaux saumâtres

La salinité observée dans les différents océans ou mers du globe résulte d'un équilibre entre évaporation, pluies et apport des fleuves (salinité faible) d'une part et d'échange d'eau avec les autres mers ou océans auxquels ils sont reliés d'autre part. Une eau saumâtre est une eau dont la teneur en sel est sensiblement inférieure à celle de l'eau de mer. La concentration totale de sel dissous y est généralement comprise entre 1 et 10 g/l alors qu'elle est (en moyenne) de 35 g/l pour l'eau de mer. Dans les estuaires maritimes, la conjonction des courants d'eau douce avec l'eau de mer donne naissance à des poches d'eau saumâtre [5].

**I.6.2 Propriétés organoleptique des eaux****I.6.2.1 La Couleur**

Dans l'idéal, l'eau potable doit être claire et incolore. Le changement de couleur d'une eau potable peut être le premier signe d'un problème de qualité. Dans un échantillon d'eau, l'intensité relative d'une couleur est analysée à l'aide d'une échelle arbitraire composée d'unités de couleur vraie [6].

**I.6.2.2 Gout et odeur**

Les eaux de consommation doivent posséder un goût et une odeur non désagréables. La plupart des eaux, qu'elles soient ou non traitées, dégagent une odeur plus ou moins perceptible et ont une certaine saveur. Ces deux propriétés, purement organoleptiques, sont extrêmes subjectives et il n'existe aucun appareil pour les mesurer. Selon les physiologistes, il n'existe que quatre saveurs fondamentales : salée, sucrée, aigre et amère [6].

**I.6.2.3 Turbidité**

La turbidité désigne la teneur d'une eau en particules suspendues qui la troublent. C'est la propriété optique la plus importante des eaux naturelles. On mesure la turbidité en unités de turbidité céphalométriques (UTN) à l'aide d'un turbidimètre. Cet instrument envoie un rayon de lumière à travers un échantillon d'eau et mesure la quantité de lumière qui passe à travers l'eau par rapport à la quantité de lumière qui est réfléchiée par les particules dans l'eau [6].

**I.6.3 Caractères physique-chimique****I.6.3.1 Propriétés physiques de l'eau****I.6.3.1.1 Température**

Pour l'eau potable, la température maximale acceptable est de 15°C, car on admet que l'eau doit être rafraîchissante. Quand les eaux naturelles sont au-dessus de 15°C, il y a risque de croissance accélérée de micro-organismes, d'algues, entraînant des goûts et des odeurs désagréables ainsi qu'une augmentation de couleur et de la turbidité. Les variations de température saisonnières peuvent affecter les eaux, surtout quand elles sont superficielles [7].

**I.6.3.1.2 Potentiel d'hydrogène PH**

C'est une mesure de l'activité des ions H<sup>+</sup> contenus dans une eau. En chimie, par convention, on considère le pH de l'eau pure comme celui qui correspond à la neutralité d'une

solution. Autrement dit toute solution de pH inférieur à 7 (à 25°C) est considérés comme acide et inversement [6].

#### **I.6.3.1.3 Salinité**

La salinité totale d'une eau correspond à la somme des cations et des anions présents exprimée en mg/l.

#### **I.6.3.1.4 Les résidus secs à 180°C**

Les Résidus secs obtenus par évaporation, représentent les matières dissoutes et en suspensions d'une eau [6].

#### **I.6.3.1.5 Dureté ou titre hydrométrique (TH)**

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau est une grandeur reliée à la somme des concentrations en cations métalliques, à l'exception de ceux des métaux alcalins (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>), dans la plupart des cas, la dureté est surtout due aux ions calcium Ca<sup>2+</sup> et magnésium Mg<sup>2+</sup> (ions alcalino-terreux). Un degré hydrotimétrique (°TH) correspond à une concentration en ions Ca<sup>2+</sup> ou Mg<sup>2+</sup>. Un degré hydrotimétrique correspond aussi à un degré français (1°F) [6].

#### **I.6.3.1.6 Conductivité électrique**

La conductivité des eaux potables est souvent liée à la concentration en sels minéraux dissous. Son unité est exprimée en (µs/cm) [7].

#### **I.6.3.1.7 Alcalinité**

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des bicarbonates, carbonates et les hydroxydes, elle est mesurée soit par le titre alcalimétrique (TA) ou par le titre alcalimétrique complet (TAC) [8].

#### **I.6.3.1.8 Titre alcalimétrique (TA)**

Ou titre alcalimétrique complet (TAC) Les valeurs relatives du TA et du TAC permettent de connaître les teneurs en hydroxydes, carbonates et hydrogénocarbonates contenu dans l'eau. Le TA permet de déterminer, en bloc, la teneur en hydroxydes et seulement la moitié de celle en carbonate. La TAC assure la détermination de la teneur en hydrogénocarbonate [9].

**I.6.3.1.9 Chlorure**

Les teneurs en chlorures (Cl-) des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés. Ainsi, les eaux courantes non polluées ont souvent une teneur en chlorures. Dans l'eau, le chlorure n'a ni odeur, ni couleur, mais peut procurer un goût salé [10].

**I.6.3.1.10 Masse volumique et volume massique**

La masse volumique de l'eau est maximale à la température de 4°C (1,0000 00) alors qu'en phase solide elle n'est que 0.88.

T°C	4°C	15°C	20°C
Masse volumique (g/cm <sup>3</sup> )	1,000 000	0,999 160	0,998 259
Volume massique (cm <sup>3</sup> /g)	1,000 000	1,000 841	1,001 744

**Tableau (I-2):** Les masses volumique et massique d'eau [10].

**I.6.3.1.11 Tensions superficielle**

C'est une force de traction qui s'exerce à la surface du liquide en tendant à réduire le plus possible l'étendue de cette surface.

La tension superficielle très élevée de l'eau est due à l'existence de liaisons hydrogène.

$$\zeta (\text{H}_2\text{O}) = 0,073 \text{ N/m à } 18^\circ\text{C} = 0,0525 \text{ N/m à } 100^\circ\text{C}$$

La capillarité, conséquence de cette tension est responsable du système de circulation développé dans les plantes.

Pour l'eau pure on observe une ascension capillaire de 15cm à 18°C pour un diamètre de capillaire = 0,1 mm

Les sels dissous augmentent la tension superficielle, les tensio-actifs diminuent [10].

**I.6.3.1.12 Viscosité**

C'est un paramètre important dans le traitement des eaux. On le définit comme la résistance qu'oppose un liquide au déplacement d'une de ses couches par rapport à l'autre. On l'appelle souvent frottement interne. Lorsque la température augmente, la viscosité diminue, le traitement devient plus facile, les opérations de sédimentation et le dégazage sont plus rapides. La présence de sels dissous augmente la viscosité car il y a augmentation du degré d'association [7].

**I.6.3.2 Propriétés optiques**

La transparence de l'eau est fonction de la longueur d'onde de la radiation qui la traverse. L'eau est transparente aux UV, opaque aux IR (vers 4000 -1) et absorbe le rouge dans le visible, ce qui explique la couleur bleue de l'eau.

Les propriétés optiques sont très utilisées dans le contrôle de l'efficacité de traitements d'épuration et pour mesurer certaines formes de pollution [11].

**Autres principaux éléments présents dans l'eau**

En plus du chlorure présent dans l'eau, elle contient aussi d'autres éléments chimiques, cation et anion.

**I.6.3.3 Propriétés chimiques**

L'énergie de formation de la molécule d'eau est élevée (242 kJ/mol). Il s'ensuit que l'eau possède une grande stabilité. Cette stabilité, associée aux propriétés électriques et à la constitution moléculaire de l'eau, la rend particulièrement apte à la mise en solution de nombreux corps gazeux, liquides polaires, et surtout solides. La plupart des substances minérales peuvent se dissoudre dans l'eau, ainsi qu'un grand nombre de gaz et de produits organiques. La solvatation (ou action hydratante de l'eau) est le résultat d'une destruction complète ou partielle des divers liens électrostatiques entre les atomes et les molécules du corps à dissoudre, pour les remplacer par de nouveaux liens avec les molécules d'eau, et forger ainsi des nouvelles structures [12-13].

**I.6.3.3. 1 Eléments majeurs : origine et teneur****a) Magnésium (Mg<sup>2+</sup>)**

D'un point de vue chimique, le magnésium s'apparente au calcium ; il est donc souvent présent dans les roches carbonatées, les roches évaporite (sels de magnésium MgSO<sub>4</sub>), et les Roches magmatiques. Les minéraux magnésiens sont moins solubles que les minéraux contenant du calcium.

Dans Les roches carbonatée magnésiennes (exemple : dolomie), les concentrations en Mg<sup>2+</sup> sont de L'ordre de quelque dizaines de mg/l. Les aquifères évaporitiques riches en minéraux Magnésien peuvent contenir de forte teneur en magnésium, de quelques centaines de mg/l à quelque g/l. dans les roches magmatiques les concentrations sont généralement plus faibles, de quelques mg/l à quelques dizaines de mg/l [14].

**b) Sodium et potassium (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>)**

Le sodium et le potassium les 6<sup>ème</sup> et 7<sup>ème</sup> éléments les plus abondants à l'état naturel sont en proportions très variables. Aucune norme ne limite la concentration en sodium (ou en potassium) dans les eaux potables. On peut également signaler que le sodium joue un rôle important en agriculture pour l'irrigation, du fait de son action sur la perméabilité des sols. Le potassium, beaucoup moins abondant que le sodium, et rarement présent dans l'eau à des teneurs supérieures à 20 mg/l. Il ne représente aucun inconvénient particulier bien que le potassium soit une des sources possibles de radioactivité de l'eau [15-16].

**c) Les sulfates (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>)**

Dans les nappes libres, la présence de sulfate est généralement liée à l'oxydation de pyrite [FeS<sub>2</sub>] : minérale riche en soufre que l'on rencontre dans tous les types de lithologie (Calcaire, sable, roches magmatiques). Dans ce contexte, les concentrations en sulfate sont de l'ordre de quelques mg/l à quelques dizaines de mg/l.

Dans les nappes captives, le soufre est également présent mais sous sa forme réduite [H<sub>2</sub>S].

Les sulfates peuvent également provenir du lessivage de formations évaporitiques, exp : gypse [CaSO<sub>4</sub>, 2(H<sub>2</sub>O)]. Dans ce cas les teneurs en sulfates sont très fortes (quelques centaines de mg/l à quelques g/l) [14].

**I.6.4 Traitement d'eau**

Pour obtenir le titre « d'eau potable » et ainsi pouvoir être consommée sans risque pour la santé, l'eau brute puisée dans les rivières, fleuves, lacs et nappes phréatiques ou récoltée grâce à l'eau de pluie doit subir de nombreux traitements. Ces opérations peuvent se faire à l'échelle d'une agglomération, dans des usines privées ou publiques, mais aussi dans une simple maison, pour sa consommation personnelle.

Cette eau, déjà au préalable contrôlé, va passer par plusieurs types de traitements différents afin de respecter des normes de potabilité précises. Ces opérations, qu'elles soient réalisées de manière complète en usine de traitement des eaux ou simplifiées pour pouvoir être effectuées chez soi, produisent des résultats semblables bien que l'on ne réalise pas exactement les mêmes actions. En effet, le traitement en usine emploie beaucoup plus de traitements physico-chimiques. En revanche les traitements biologiques sont presque tous conservés à petite échelle comme le prouvent les filtrations sur lit de sable ou avec charbon actif [17].

### I.6.4.1 Définition de traitement des eaux

Est une successive des opérations ou procédés mécaniques biologique permettent d'éliminer les différents pollutions dans les eaux usées a fin d'obtenir des eaux potables ou idoines à la consommation humaine. L'épuration des eaux usées se fait en station. Les eaux usées sont issues de l'activité humaine : production industrielle, ou utilisation domestique. Il existe un troisième type d'eau à traiter : les eaux pluviales.

### I.6.4.2 Objectif du traitement

Ceux-ci peuvent être répartis en deux groupes :

**a) La santé publique :** qui implique que l'eau distribuée ne doit apporter aux consommateurs ni substances toxiques (organiques ou minérales), ni organismes pathogènes. Elle doit donc répondre aux normes physico-chimiques et bactériologiques.

**b) La protection du réseau de distribution :** et aussi des installations des usagers (robinetterie, chauffe-eau...) contre l'entartrage et/ou corrosion. Dans tous les pays, ces objectifs se traduisent par une réglementation officielle. Cette dernière est fonction de critères de santé publique, du degré de développement du pays considéré et des progrès de la technologie.

### I.6.4.3 Equipement pour le traitement des eaux

L'équipement destiné au traitement des eaux est très varié. Ses champs d'application sont vastes : désinfection de l'eau, sédimentation, filtration, récupération, potabilisation, pompage, assainissement, distribution, irrigation etc. Et tout cela aussi bien pour les eaux usées, l'eau potable ou l'eau de pluie.

Les fournisseurs d'appareillages et de machines pour le traitement de l'eau proposent, entre autres, des vannes guillotine pneumatiques et des vannes double bride double excentrique qui intègrent, notamment, des réseaux de distribution et des stations de pompage ainsi les équipements de traitement. L'ensemble de ces équipements est prévu pour résister à une température de 70°C maximum. Ces professionnels vendent également des cuves à eau de pluie pour la rétention et la récupération d'eau de pluie, des robinets flotteur anti-bélier ou encore des flottateurs [18].

I.6.4.3.1 Adoucisseur

Un adoucisseur est un dispositif qui vise à réduire de manière conséquente la dureté de l'eau. C'est-à-dire qu'il réduit la teneur en sels de calcium et de magnésium afin d'éliminer toute trace de calcaire dans les réseaux de distribution et sur les appareils électroménagers.

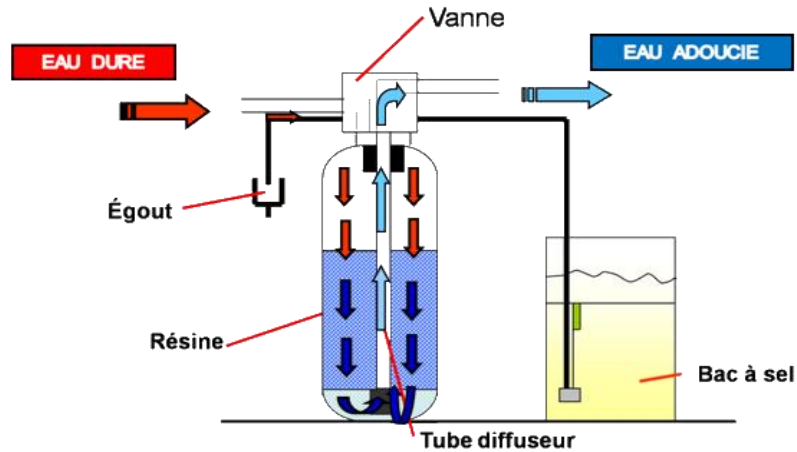


Figure (I-4) : Schéma d'un adoucisseur d'eau avec bac à sel [19].

I.6.4.3.2 Fonctionnement de l'adoucisseur d'eau

L'adoucisseur d'eau contient une résine chargée en sodium qui est prête à adoucir l'eau dure. Au passage de l'eau dure, la résine capte les ions calcium et magnésium. La résine libère alors les ions sodium. Lorsque les ions sodium sont libérés, la résine est saturée et ne peut plus récupérer le calcaire présent dans l'eau. Il est alors nécessaire de régénérer la résine de l'adoucisseur d'eau, ce qui signifie apporter les ions sodium grâce à la saumure provenant du bac à sel. Ensuite, cette eau est évacuée à l'égout. Suite à ce processus, la résine devient de nouveau utilisable et peut adoucir l'eau jusqu'à la prochaine régénération [19].



Figure (I-5) : Schéma explicatif de fonctionnement d'un adoucisseur d'eau [19]

**I.6.4.3.3 Les procédés d'adoucissement**

Les techniques d'adoucissement font appel à trois procédés, à savoir la décarbonatation qui n'élimine que les ions calcium et magnésium liés aux bicarbonates. Il s'agit alors d'un adoucissement partiel, et l'adoucissement total qui élimine l'ensemble des ions calcium et magnésium, mais sans modifier l'alcalinité de l'eau. Le troisième procédé est représenté par la nano filtration qui élimine partiellement les ions calcium, magnésium et bicarbonates

Parmi les procédés de décarbonatation, on trouve: la décarbonatation à la chaux; la décarbonatation à la soude; la décarbonatation sur résines échangeuses d'ions du type cationique carboxylique, régénérée par une solution de chlorure de sodium [19]

**I.6.5. Stockage des eaux**

Une fois traitée, l'eau potable est stockée dans des « réservoirs sur tour », plus communément appelés châteaux d'eaux, ou dans des réservoirs enterrés si la commune dispose d'une zone à topographie élevée. Ce réservoir est une zone tampon entre le débit fourni par la station de traitement et le débit demandé par les usagers. Mais c'est aussi un moyen de mettre l'eau sous pression. Lorsque l'eau sort du château d'eau, sa pression est élevée.

Un château d'eau de 100m fournira ainsi une eau à 10 bars. C'est ce qui lui permet d'être acheminée jusque dans les habitations et les immeubles avec une pression moyenne de 2,5 bars. Les distributeurs d'eau potable se doivent de fournir une pression d'au moins 1 bar à leurs abonnés. Des stations de reprise sont parfois nécessaires ou des pompes, afin de redonner suffisamment de pression.

Des contrôles sanitaires de l'eau potable sont à nouveau effectués dans ces zones de stockage afin de s'assurer de la qualité de l'eau qui arrive aux usages [20].

**I.6.6. Equipements utilisant l'eau**

Les transferts d'eau représentent le transport d'un volume d'eau d'un point à un autre, souvent d'un lieu de captage vers un lieu de distribution et d'utilisation. Ces ouvrages sont composés d'un moyen de transport (canalisation ou canal), d'un moyen de propulsion (gravité ou pompage) et d'éventuels ouvrages intermédiaires de prise d'eau, de stockage ou/et de régulation/sécurisation.

Ce transport nécessite un groupe d'équipements qui assurent

**I.6.6.1. Pompe**

Dans le domaine de pompage de l'eau (pompage d'eau brute, d'eau potable, évacuation des eaux usées et le pompage des eaux pluviales), on utilise beaucoup des machines et équipements pour l'extraction, la transformation et le transport des eaux à différents points.

Chaque équipement et chaque machine jouent un rôle important dans une installation de pompage.

La pompe hydraulique qui représente le cœur d'une installation de pompage ne peut pas fonctionner seulement, elle est entraînée par un moteur électrique et renforcée par des autres équipements installés en amont et en aval de la pompe.

**I.6.6.1.1. Définition d'une pompe**

Une pompe est une machine hydraulique qui aspire et refoule un liquide (l'eau, l'huile, l'essence, les liquides alimentaires etc...) d'un point à un endroit voulu. La pompe est destinée à élever la charge du liquide pompé.

La charge ou l'énergie est la somme de trois catégories d'énergie :

- Energie cinétique  $\frac{v^2}{2g}$
- Energie potentielle H ou Z.
- Energie de pression  $\frac{p}{\rho g}$

Donc la pompe est un appareil qui génère une différence de pression  $\Delta P$  entre l'entrée et la sortie de la machine, l'énergie requise pour faire fonctionner une pompe dépend :

- Des propriétés du fluide : la masse volumique  $\rho$ , la viscosité dynamique  $\mu$ . Des caractéristiques de l'écoulement : la pression, la vitesse V, le débit Q, la hauteur H.
- Des caractéristiques de l'installation : la longueur des conduites L, le diamètre D, et la Rugosité absolue  $\varepsilon$  [21].

**I.6.6.1.2. Domaines d'applications**

Les pompes sont utilisées dans les domaines suivants :

- Approvisionnement en eau provenant de puits profonds
- Surpression et distribution dans des installations civiles et industrielles
- Alimentation de réservoirs et de citernes
- Installation de réservoirs et de citernes
- Installations anti-incendie et installation de lavage

- Contrôle du niveau ph
- Irrigation
- Mines

**I.6.6.1.3. Avantages et inconvénients des pompes****a) Avantages**

- Très efficace, écoulement régulier,
- Capacité constante.
- Offre une vaste gamme de capacités et de pressions.
- Peut être utilisée pour les puits de surface et les puits profonds.
- Silencieuse.
- Bonne durabilité.

**b) Inconvénients**

- Prématurée des pièces.
- Coûteuse et parfois difficile à réparer

**I.6.6.1.4. Le principe de fonctionnement**

Le fonctionnement d'une pompe se base sur un mouvement rotatif. Des turbines, alimentées électriquement, vont ainsi tourner à grande vitesse et créer un effet centrifuge. Cette force va donner de l'énergie à l'eau qui va alors se déplacer. Ainsi, une pompe va transformer l'énergie mécanique qu'elle reçoit en énergie hydraulique.

Il existe deux grandes familles de pompes hydrauliques : les pompes volumétriques et non volumétriques (centrifuge).

**a) Pompes volumétriques**

Dans ces pompes, l'écoulement du liquide est produit par la variation de volume d'une ou plusieurs capacités qui, alternativement, aspirent et refoulent le liquide. Des soupapes actionnées par la pression du liquide, assurent souvent au progression dans la direction choisie.

Les pompes volumétriques procurent en général une très forte pression et un faible débit.

Ces caractéristiques ne correspondent pas aux besoins l'adduction d'eau [22].

**b) Pompes centrifuges**

Dans le domaine de l'hydraulique, on utilise presque exclusivement des pompes centrifuges.

La pompe centrifuge est une machine rotative qui pompe un liquide en le forçant au travers d'une roue à aube ou d'une hélice appelée impulseur (souvent nommée improprement turbine). Par l'effet de la rotation de l'impulseur, le fluide pompé est aspiré axialement dans la pompe, puis accéléré radialement, et enfin refoulé tangentiellement [22].

**I.6.7 Echangeurs de chaleurs****I.6.7.1 Définition des échangeurs de chaleur**

Les échangeurs thermiques sont des dispositifs destinés à favoriser l'échange thermique entre deux fluides, sans que les fluides ne se mélangent. Ce qui consiste à faire circuler deux fluides à travers des conduits qui les mettent en contact thermique. De manière générale, les deux fluides sont mis en contact thermique à travers une paroi qui est le plus souvent métallique ce qui favorise les échanges de chaleur [23].

Les échangeurs thermiques permettent des échanges de chaleur entre : deux liquides, deux gaz, ou un gaz et un liquide. En cas de transfert de chaleur accompagné de changement de phase, les échangeurs thermiques peuvent assurer une fonction d'évaporation ou de condensation.

**I.6.7.2 Classement des échangeurs de chaleurs**

Il existe plusieurs critères de classement des différents types d'échangeurs. Enumérons les principaux

**a) Classement technologique**

Dont les principaux types sont les suivants [24] :

- A tubes : monotubes, coaxiaux ou multitubulaires.
- A plaques : à surface primaire ou à surface secondaire.
- Autres types : contact direct, à caloducs ou à lit fluidisé.

**b) Classement suivant le mode de transfert de chaleur**

Les trois modes de transfert de chaleur (conduction, convection, rayonnement) sont couplés dans la plupart des applications (chambre de combustion, récupération sur les fumées, etc.) ; il y a souvent un mode de transfert prédominant. Pour tout échangeur avec transfert de chaleur à travers une paroi, la conduction intervient [24].

**c) Classement suivant le procédé de transfert de chaleur**

Suivant qu'il ya ou non stockage de chaleur, on définit un fonctionnement en récupérateur ou en Régénérateur de chaleur :

- Transfert sans stockage, donc en récupérateur, avec 2 ou "n" passages et un écoulement en général continu.
- Transfert avec stockage, donc en régénérateur, avec un seul passage et un écoulement intermittent, la matrice de stockage étant statique ou dynamique [24].

**d) Classement fonctionnel**

Le passage des fluides dans l'échangeur peut s'effectuer avec ou sans changement de phase ; suivant le cas, on dit que l'on a un écoulement monophasique ou diphasique. On rencontre alors les différents cas suivants [24] :

- ✓ Les deux fluides on un écoulement monophasique.
- ✓ Un seul fluide a un écoulement avec changement de phase, cas des évaporateurs ou des condenseurs.
- ✓ Les deux fluides ont un écoulement avec changement de phase, cas des évapo-condenseurs.

**I.6.8 Ballon de stockage**

C'est un réservoir de stockage d'énergie sous forme d'eau chaude ou d'eau glacée dans le cas d'application de chauffage ou de climatisation. Le ballon de stockage eau chaude sert à réaliser une capacité tampon d'eau soit pour des besoins de chauffage que de fourniture d'eau chaude sanitaire.

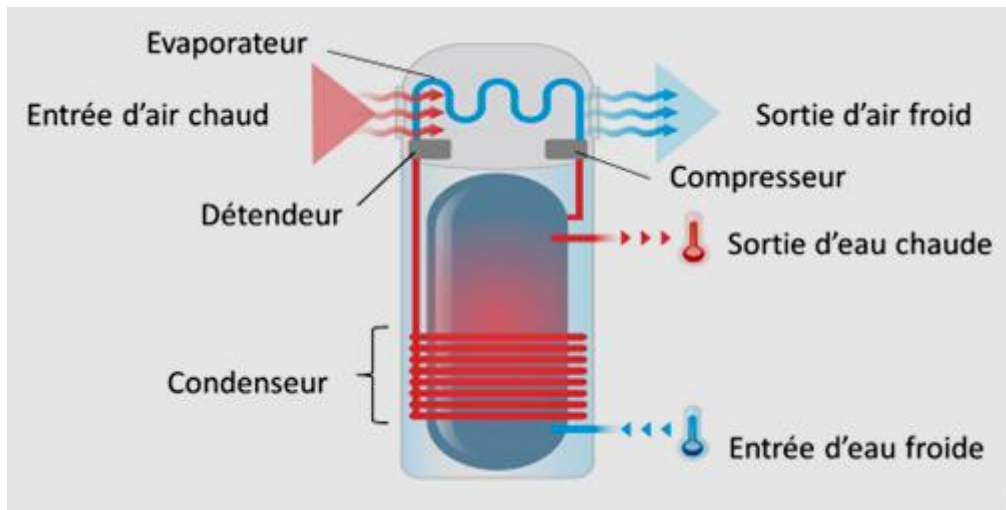
Dans le cas du chauffage, on trouvera des ballons de stockage permettant de gérer la production des panneaux solaires par rapport à la réelle demande, le ballon créant une réserve tampon.

Pour l'eau chaude sanitaire, le principe est le même que ce soit un cumulus électrique ou un ballon additionnel associé à une chaudière par exemple, le ballon crée une capacité d'eau chaude répondant aux besoins instantanés. En chaufferie ou même intégré dans des chaudières domestiques, nous trouverons des ballons de stockage d'eau chaude sanitaire. Leur fonction étant toujours de créer une réserve pour répondre à la demande. En climatisation, les ballons de stockage sont nécessaires sous forme de ballon tampon formant une réserve d'eau nécessaire à l'homogénéisation des trains de production frigorifiques des groupes et machines frigorifiques.

Cette réserve étant d'autant plus importante que la qualité d'eau de l'installation est faible. Les ballons de stockage existent également dans des procédés de stockage d'eau glacée pour des applications industrielles où la demande instantanée est importante [20].

### **I.6.8.1 Ballon eau chaude sanitaire**

Un ballon d'eau chaude est un type bien particulier de chauffe-eau. Contrairement aux autres, celui-ci possède une réserve d'eau chaude assez importante. On l'appelle également un cumulus.



**Figure (I-6) :** schéma d'un ballon thermodynamique d'eau chaude sanitaire [25].

Un ballon a pour but principal d'alimenter un logement en eau chaude. Cette eau est stockée dans sa cuve. L'eau est chauffée grâce à différents moyens comme une résistance, un brûleur ou encore par le biais des calories contenues dans l'air. Il est possible d'opter pour un modèle :

#### **a) Instantané**

La production d'eau chaude est immédiate. Il n'y a pas de stockage d'eau chaude. Ce type de chauffe-eau est moins cher, plus facile à poser, ne prend pas de place, est léger, utile pour de faibles consommations, ne nécessite pas d'entretien particulier.

#### **b) Accumulation**

Une cuve permet d'accumuler et de stocker l'eau chaude. Ce modèle est préférable pour les consommations importantes en eau chaude.

L'eau chaude est stockée dans le haut de la cuve et l'eau froide dans le bas de cette dernière. Lorsque de l'eau chaude est demandée, l'eau froide du bas de la cuve remplace l'eau

qui vient d'être captée, un nouveau cycle de chauffe s'opère afin qu'elle soit à son tour chauffée. Le thermostat permet de déclencher la chauffe et lorsque la température préalablement définie est atteinte, de la couper [25].

### Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons parlé sur les différents classements des ERP tels que notre secteur d'études « hôpital de chlef » ainsi quelque notion fondamentale sur les eaux et les équipements de leur traitement et leur stockage à savoir :

- Adoucisseur avec bac a sel
- Pompes et échangeurs de chaleur
- Le ballon de stockage

On conclu, les besoins de la consommation d'eau varie entre l'établissement selon leur capacité de réservoir Son public a fin d'assurer et de fournir les meilleurs services.



*Chapitre II*

*Caractéristiques physico-  
chimique des eaux (EF-EU)*



## II.1 Introduction

La qualité de l'eau qui sort des robinets varie en fonction de plusieurs paramètres et ses propriétés peuvent être altérées au cours de son passage dans le réseau public. Moults produits sont destinés à améliorer leur transport. Autant de solutions spécifiques à chaque problématique, disponibles en versions pour le logement individuel, collectif ou encore ERP.

Dans ce chapitre, nous allons présenter les différents types d'eau disponible au niveau des ERP (hôpital de chef) en donnant leurs propriétés, utilisation et leur production telle que eau froide (EF), eau chaude sanitaire (ECS), eau adoucie (EA) et bouclage eau chaude sanitaire (BECS) suivi par la présentation des réseaux des fluides (EU, EV, UP), par la suite nous parlons sur le traitement de ces eaux et son objectif

Ainsi le rôle d'un échangeur de chaleur de type plaque et joint au cours de traitement et la production d'ECS dans un ERP et calculons les différents paramètres énergétique tels que : le flux du fluide chaud (eau chaude), le coefficient d'échange global par deux méthodes de calculs et dimensionnement : la différence de température logarithmique moyenne (DTLM) et le nombre d'unité de transfert (NUT).

## II.2 Les eaux

### II.2.1 Définition de l'eau

C'est une substance naturelle, souvent liquide et inodore, incolore, et sans saveur à l'état pur, de formule chimique  $H_2O$ , et peut se trouver dans les trois états de la matière (solide, liquide, ou gazeux). L'eau est l'un des agents ionisants les plus connus, on l'appelle fréquemment le solvant universel.

### II.2.2 Etats physiques

L'eau peut se présenter sous trois états physiques ou phases: solide (glace) liquide (eau proprement dite) et gaz (vapeur d'eau) [14].

**a) Etat vapeur :** Il est obtenu à partir de  $100^{\circ}C$  à la pression atmosphérique, Les molécules sont relativement dépendantes les unes des autres et correspondent au modèle angulaire.

**b) Etat solide :** Il est obtenu en dessous de  $0^{\circ}C$  sous la pression atmosphérique, Les molécules sont disposées suivant un tétraèdre avec une molécule d'eau centrale et quatre autres disposées

suivant les quatre sommets un tétraèdre régulier, chaque atome d'hydrogène d'une molécule d'eau étant liée à l'atome d'oxygène de la molécule voisine.

c) **L'état liquide** : Au cours de la fusion de la glace, les liaisons hydrogène se rompent, le cristal s'effondre et les molécules se rapprochent les unes des autres et la masse volumique augmente jusqu'à une valeur maximale correspondant à une température de 4°C sous 1atmosphère.

### II.2.3 Eau froide(EF)

Est l'eau dont la température est comprise entre 0° et 18°C



**Figure (II-1):** Eau froide EF

### II.2.4 Eau chaude sanitaire(ECS)

L'eau chaude sanitaire (ECS) est un réseau d'eau chauffée ou c'est l'eau chaude sanitaire qui répond aux besoins sanitaires et hygiéniques des individus. Utilisée au niveau des appareils sanitaires de type douche, baignoire, bains, lavabos ou éviers, l'eau chaude sanitaire est produite la plupart du temps autour de 55°C ou peut être mitigée pour être moins brûlante autour de 35°C [26].



**Figure (II-2) :** Eau chaude sanitaire [27].

#### **II.2.4.1 Chauffage de l'eau**

Le chauffage de l'eau est un processus de transfert de chaleur qui utilise une source d'énergie pour chauffer l'eau au-dessus de sa température initiale. Les usages domestiques typiques de l'eau chaude comprennent la cuisine, le nettoyage, la baignade (eau chaude sanitaire, ECS) et le chauffage des locaux (fluide caloporteur). Dans l'industrie, l'eau chaude et l'eau chauffée en vapeur ont de nombreux usages.

#### **II.2.4.2 La production de l'eau chaude sanitaire**

La production d'eau chaude sanitaire est un poste important dans des usages tels qu'hôtels

Internats, gymnases, écoles, hôpitaux... Mais également dans l'habitat car les besoins de confort et sanitaires sont croissants.

L'eau chaude sanitaire ECS est produite par un générateur électrique, c'est le simple cumulus électrique ou ballon électrique ou par une chaudière, une pompe à chaleur ou des équipements énergies renouvelables comme les capteurs solaires thermiques ou le chauffe-eau thermodynamique (ballon + PAC intégrée). Le niveau de température d'eau chaude sanitaire requis de 55°C est un seuil sanitaire dans le sens où en deçà le risque de développement de légionellose est plus élevé.

Les systèmes de chauffage central, en plus de chauffer l'eau des radiateurs, permettent de produire de l'eau chaude pour les besoins de la vie domestique. Cette eau chaude sanitaire (ECS) est soit produite instantanément, soit stockée dans un « ballon » et utilisable à volonté.

Il existe aussi des systèmes de chauffe-eau indépendants, dont les plus innovants utilisent les pompes à chaleur ou l'énergie solaire [26]

### II.2.4.3 systèmes de production d'eau chaude sanitaire

#### a) Chauffe-eau solaire

Le chauffe-eau solaire utilise la chaleur du soleil pour chauffer l'eau. Il nécessite l'installation de panneaux solaires sur le toit de l'habitation. S'il permet également d'économiser l'énergie traditionnelle (gaz ou électricité), il constitue davantage une solution de production d'eau chaude sanitaire d'appoint car il ne peut couvrir la totalité des besoins en eau chaude d'un foyer (lorsque les journées sont peu ensoleillées par exemple, le chauffe-eau solaire ne peut produire suffisamment d'eau chaude) [28-29].



**Figure (II-3):** Chauffe-eau solaire CEST [28]

#### b) Chauffe-eau au gaz

Si on choisit le gaz pour produire l'eau chaude sanitaire, deux solutions s'offrent : le chauffe-eau instantané ou le chauffe-eau à accumulation. Avec un chauffe-eau instantané, l'eau est chauffée à la demande. Il ne nécessite pas de cuve de stockage et est donc moins encombrant qu'un chauffe-eau à accumulation. Il est indépendant du système de chauffage.

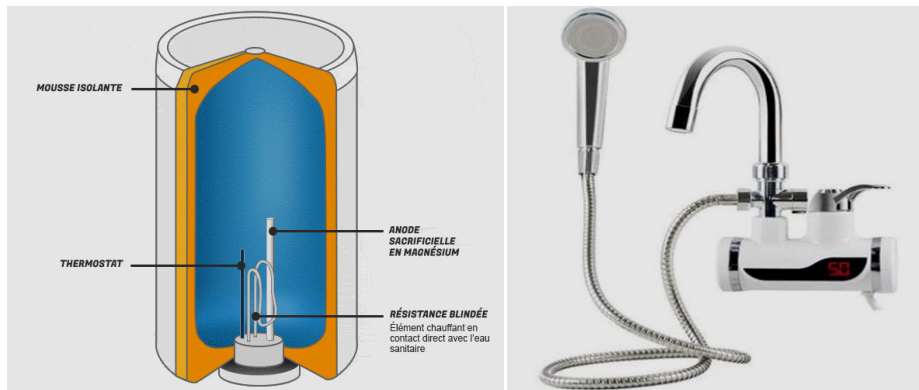
Au contraire, le chauffe-eau à accumulation est plus encombrant. Mais, il permet de stocker un volume important d'eau chaude. Il est associé au système de chauffage central et, avec un chauffe-eau à accumulation, l'eau est chauffée indépendamment du puisage [30].



**Figure (II-4):** Chauffe-eau au gaz [30]

### c) Chauffe-eau électrique

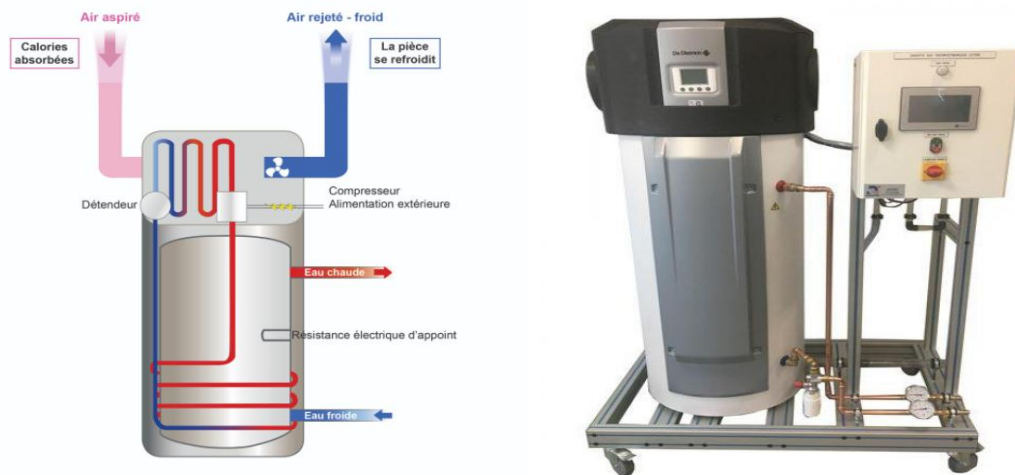
Comme pour les chauffe-eau au gaz, ya la possibilité de choisir entre chauffe-eau instantané et chauffe-eau à accumulation. Les chauffe-eau électriques instantanés sont très faciles à installer et peu encombrants. Cependant, ils offrent un débit très faible et servent plutôt comme système d'appoint. Au contraire, les chauffe-eau électriques à accumulation proposent des réservoirs importants qui permettent d'utiliser de l'eau chaude en continue. De plus, avec un chauffe-eau électrique à accumulation, la température de l'eau reste constante [31].



**Figure (II-5) :** Chauffe-eau électrique [31]

#### d) Chauffe-eau thermodynamique

Le ballon thermodynamique fonctionne comme une pompe à chaleur. Il absorbe les calories de la pièce dans laquelle il se trouve (dans l'idéal, une buanderie) pour chauffer l'eau. Il permet ainsi de faire des économies d'énergie et offre une alternative écologique pour la production d'eau chaude sanitaire. Il s'installe très facilement, sans nécessiter de gros travaux. [31].



**Figure (II.6):** Schéma de fonctionnement d'un chauffe-eau thermodynamique CET [31].

#### II.2.4.4 Qualité sanitaire de l'eau chaude :

Afin d'éviter la prolifération d'agents infectieux, l'eau chaude doit être stockée à une température suffisante. L'utilisation de tuyaux en cuivre est parfois recommandée pour ses propriétés antibactériennes, qui permettent de réduire la formation du bio film et la prolifération des bactéries. En tout état de cause, l'acier galvanisé n'est pas recommandé pour des questions de corrosion ; notamment, il supporte mal les températures trop élevées (maximum 60 °C réglementairement, ce qui ne facilite pas les chocs thermiques).

#### II.2.4.5 Économies d'eau chaude

Dans le cas où l'eau chaude est stockée dans un ballon :

- Ne pas surdimensionner le ballon. Plus il est grand, plus les déperditions thermiques sont importantes

- Installer le ballon le plus près possible des points d'utilisation, pour minimiser les pertes dues au volume mort des canalisations.
- Régler la température du chauffe-eau le plus bas possible, tout en respectant la réglementation relative à la prévention des brûlures et au développement des légionelles. En pratique, selon les installations, entre 55 et 60 °C
- Renforcer l'isolation thermique du ballon, en particulier lorsqu'il est placé dans un local non chauffé
- Couper le chauffage du ballon en cas d'absence prolongée (plus de quelques jours)

Dans tous les cas :

- Prendre des douches plutôt que des bains
- Vérifier le débit de la douche. S'il est supérieur à 6 l/min, mettre un réducteur de débit ou remplacer la pomme de douche par un modèle à turbulence qui fractionne les gouttes d'eau en y incorporant de l'air
- N'utiliser d'eau chaude que quand c'est nécessaire. L'eau chaude est par exemple inutile pour laver une vaisselle non grasse, rincer la vaisselle, laver des légumes...etc [26]

### **II.2.5 Eau froide adoucie (EFA)**

L'eau adoucie est une eau potable, typiquement une eau du robinet, ou une eau naturelle post-traitée par un adoucisseur d'eau pour abaisser sa dureté totale et obtenir une eau douce. Les ions calcium et magnésium sont remplacés par des ions Sodium pour adoucir l'eau.



**Figure (II.7) :** Eau froide adoucie (EFA) [27].

**II.2.5.1 Les bénéfices d'une eau adoucie**

L'eau adoucie apporte de nombreux bénéfices au quotidien :

- appareils électroménagers fonctionneront plus longtemps et nécessiteront moins de produits anticalcaires.
- L'eau adoucie va protéger la vaisselle, les verres, le réseau de distribution ainsi que la robinetterie.
- L'eau adoucie est idéale pour les peaux sensibles
- Les vêtements paraîtront plus propres, leurs couleurs seront plus vives et les tissus ressortiront plus doux.

**II.2.6 Bouclage eau chaude sanitaire (BECS)**

Afin de ne plus attendre l'eau chaude aux points de puisage (douche, bain, évier, lavabo) de logement, notamment s'ils sont éloignés de la production d'eau chaude (plus de 5m de canalisation), il existe le bouclage d'eau chaude sanitaire ou boucle ECS qui utilise une pompe de circulation (pompe bouclage eau chaude sanitaire).

**II.2.6.1 Définition de BECS**

Le bouclage d'eau chaude sanitaire (ou bouclage ECS) est un dispositif qui permet de profiter immédiatement et sans aucun délai de l'eau chaude, même lorsque le point de production est localisé assez loin des robinets. On trouve souvent ce système dans les ensembles collectifs (hôpitaux, maisons de retraite, hôtels...).

**II.2.6.2 Mise en place un bouclage ECS**

Chaque fois qu'un robinet d'eau chaude est fermé, la canalisation qui y est raccordée renferme temporairement de l'eau chaude. Mais bien évidemment, cette eau stagnante va se refroidir petit à petit. A ce stade, on constate une déperdition d'énergie et d'eau. Lorsque le robinet est actionné, l'eau refroidie est gaspillée car il faut attendre un certain moment pour que l'eau se réchauffe une nouvelle fois. Ce cycle se répète alors à chaque fois que le robinet est ouvert et il est important de souligner que l'étendue de la déperdition dépend de la distance entre la source d'eau chaude et le robinet.

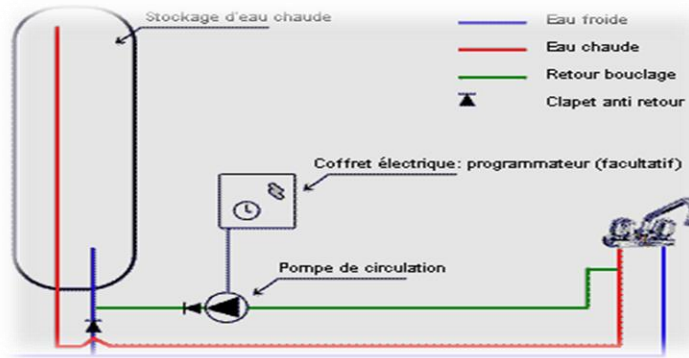
Pour éviter ces différentes pertes, qui se situent tant au niveau de l'eau qu'au niveau de l'énergie, un circulateur est mis en place. Son rôle est de renvoyer l'eau en train de refroidir vers la source d'eau chaude. Il est possible de suspendre cette pompe en cas d'inutilisation prolongée d'eau chaude (la nuit par exemple ou pendant une absence prolongée) [32].

### **II.2.6.3 Le principe du bouclage d'eau chaude sanitaire**

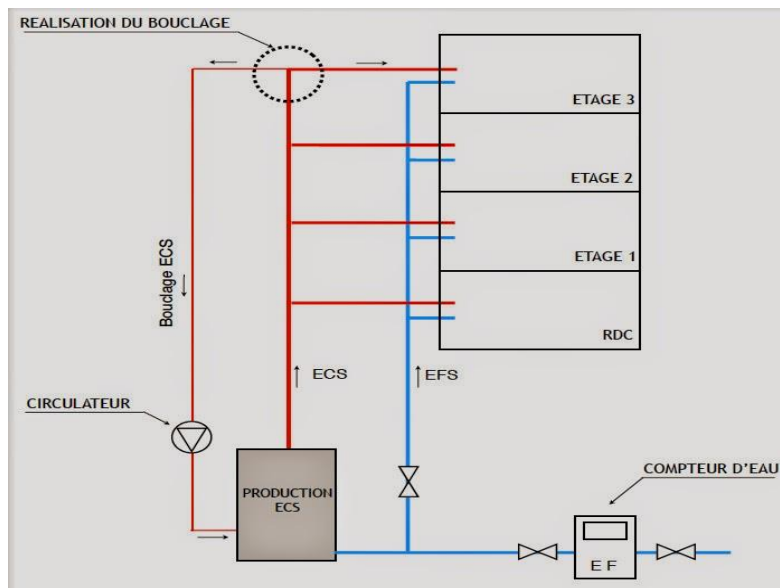
L'objectif du bouclage d'eau chaude est d'apporter un maximum de confort dans une habitation. Grâce à cet élément, l'eau arrive chaude toujours instantanément au niveau des robinets, que ce soit dans la douche, au niveau du lavabo de la salle de bain ou encore à l'évier de la cuisine. Les utilisateurs ont juste à patienter quelques secondes avant que la température de l'eau n'augmente. Ceci est valable même lorsque la source d'eau chaude est installée plutôt loin (à plusieurs mètres des tuyaux). Grâce à une pompe de circulation ou circulateur, la production immédiate d'eau chaude est garantie. Le fonctionnement de cet élément implique inévitablement une baisse de la consommation d'énergie et une économie de l'eau.

Ce système de bouclage, faisant circuler l'eau dans un circuit fermé, de manière permanente ou par intermittence, rajoute certes quelques pertes supplémentaires. Mais il peut aussi s'avérer rentable pour éviter les pertes d'énergie, réaliser des économies d'eau, ou obtenir un gain de temps, pour un investissement globalement négligeable.

Car lorsque l'on ferme un robinet d'eau chaude, le tuyau qui alimente ce dernier reste plein d'eau chaude qui va se refroidir progressivement (perdant inutilement l'énergie qu'il a fallu pour l'échauffer), puis à l'ouverture à nouveau du robinet, cette eau qui est devenue froide sera perdue en attendant que l'eau chaude revienne de nouveau. Cette perte se répète à chaque ouverture du robinet, et selon la distance entre le point de puisage et le point de production, cette perte peut être plus ou moins importante. Il faut savoir qu'un tuyau de diamètre 16mm intérieur contient environ 0,2 litre par mètre linéaire de tuyau. L'idée est donc d'utiliser une simple pompe (circulateur) qui renvoie dans le ballon d'eau chaude l'eau qui a refroidi dans les tuyaux. Il est possible de temporiser le fonctionnement du circulateur, par exemple la nuit. Certes ce confort est consommateur d'énergie, mais cette consommation de maintien est bien moindre que celle nécessaire pour élever la quantité d'eau perdue à la température voulue [33].



**Figure (II-8) :** Principe de fonctionnement de BECS [33].



**Figure (II-9) :** Schéma de circuit de BECS [33].

Il convient de toujours aller chercher le point de puisage le plus éloigné.

Afin de réaliser un bouclage ECS optimal, il convient de veiller à :

- L'isolation (calorifugeage) des tuyaux d'eau chaude surtout si on envisage un fonctionnement continu de la pompe permettant de conserver encore mieux la température de l'eau entre 2 puisages : pose de gaine Armaflex en épaisseur 23 sur la boucle afin d'éviter de refroidir le ballon en permanence.
- De brancher la pompe sur un minuteur ou sur la régulation de la chaudière pour celle qui peuvent gérer la programmation journalière/hebdomadaire d'une pompe de charge uniquement aux heures de tirage pendant une dizaine de minutes: il en effet inutile de faire circuler l'ECS la

nuit quand tout le monde dort ou lorsque personne n'est présent dans le logement. Il existe aussi des pompes de bouclage avec minuteur incorporé (Grundfos).

- Utiliser un thermostat qui arrête la pompe quand l'eau est à température (45-50°C) dans le réseau de recirculation, et qui déclenche la pompe dès que la température du bouclage refroidi (Grundfos) : ceci est vivement conseillé pour un bouclage dans le collectif par exemple qui tourne sans arrêt.
- Utiliser une tuyauterie de petit diamètre pour le retour de la boucle d'eau chaude afin de limiter les pertes thermique : il n'y a pas besoin d'un grand débit et un tube de 12 ou 14 suffit.
- Réduire au maximum la distance entre les robinets et la boucle de recirculation afin d'attendre le moins longtemps pour obtenir de l'eau chaude.
- D'installer un ou deux clapets anti-retour sur le bouclage pour éviter toute circulation inverse dans les circuits notamment d'eau froide.
- Réaliser la circulation de telle sorte que la pompe aspire l'eau chaude du ballon et donc qu'elle «pousse » l'eau refroidie dans le ballon.
- Utiliser une pompe de qualité alimentaire avec le corps intégralement en laiton ou inox : en utilisant une simple pompe de chauffage avec corps en acier ou fonte, il existe un risque de contamination de l'installation au fil du temps.
- S'il n'est pas possible de mettre en place une boucle d'eau chaude sanitaire, mais que l'accès à la canalisation d'eau chaude est possible, le système de ruban chauffant est un moyen d'éviter les gaspillages il permet de maintenir dans la canalisation une température d'eau suffisante pour ne plus avoir à chasser l'eau refroidie dans la canalisation. Ou bien, l'installation d'un petit chauffe-eau électrique d'environ 15L sous un évier éloigné, en série avec la production d'eau chaude (le ballon est alimenté par la canalisation eau chaude sanitaire) permet aussi d'obtenir de l'eau chaude sans attendre et sans perdre de l'eau, sachant que si le puisage est long, l'eau du ballon sera remplacée par l'eau chaude produite par le système de production d'eau chaude en « douceur » et sans que l'utilisateur ne s'en rende compte [33]

### **II.3 Réseaux des eaux**

#### **II.3.1 Définition d'un Réseau**

Est un ensemble des lignes interconnectés, fait de composants et de leurs interrelations, autorisant la circulation en mode continu ou discontinu de flux (eau, air, huile...).

**II.3.2 Réseau eaux usées EU****II.3.2.1 Définition des eaux usées**

- Les eaux usées (ou eaux polluées) sont les eaux résiduaire qui ont été altérées par l'activité humaine soit industrielle ou domestique et qui sont devenues impropres à d'autres utilisations de qualité. Les eaux usées, étant polluées par l'usage qui en a été fait, ne doivent pas être rejetées en masse dans le milieu naturel avant d'avoir été traitées en vue de l'élimination des polluants indésirables par passage dans une station d'épuration.
- Les eaux usées domestiques sont composées des eaux de vannes, eaux utilisées pour les toilettes, et des eaux grises, ou eau domestique, qui proviennent de douches, rejets des appareils électroménager (lave linge, lave vaisselle). Un habitant rejette en moyenne 200 litres d'eau avec plus ou moins de pollutions par jour, on parle d'équivalent habitant. Ces eaux contiennent essentiellement des matières organiques et azotées et quelques produits chimiques ménagers tels que les lessives.

**II.3.2.2 Le circuit des eaux usées**

Ces eaux contiennent des hydrocarbures et autres éléments chimiques polluants qui contraignent à un traitement de l'eau afin de la rendre de nouveau propre. Elles sont la plupart du temps expédiées à travers les égouts, au terme desquels elles passeront à travers une station ou un centre de traitement. Ces derniers purifient l'eau avant de la rejeter dans la nature, de telle sorte que l'impact de l'Homme sur l'eau soit le plus neutre possible.

**II.3.2.3 Les sources des eaux usées**

Nous distinguons quatre grandes catégories d'eaux usées [34] :

- Les eaux domestiques.
- Les eaux industrielles.
- Les eaux agricoles
- Les eaux pluviales.

**a) La pollution domestique**

Les eaux usées domestiques se composent :

- Des eaux vannes d'évacuation des toilettes
- Des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, des salles de bain

Les polluants présents dans ces eaux sont constitués par des matières organiques dégradables, des matières minérales, et des germes pathogènes [34].

**b) La pollution industrielle**

Les caractéristiques de ces eaux sont directement liées au type d'industrie concernée.

Une épuration commune des eaux usées industrielles avec les eaux domestiques peut s'envisager à condition que la nature des pollutions soit identique et exempte de substances toxiques [34].

**c) La pollution agricole**

En milieu rural, les pluies provoquent le lessivage des terres agricoles, entraînant engrais et pesticides vers les cours d'eau ou les nappes. Elles ont un caractère fertilisant très important [34].

**d) La pollution des eaux pluviales**

Ces eaux peuvent être fortement polluées, en particulier en début de pluie, du fait :

- De la dissolution des fumées dans l'atmosphère
- Du lavage des chaussées grasses et des toitures chargées de poussière
- Du lessivage des zones agricoles

Les polluants présents dans ces eaux peuvent être des matières organiques biodégradables ou non, des matières minérales dissoutes ou en suspension, ou des éléments toxiques.

**II.3.2.4 Composition des eaux usées**

La composition ou le constituant des eaux d'égout, tableau (II-1) en annexes, dépend en grande partie de la source de laquelle proviennent ces eaux. Elle peut être classifiée comme forte, moyenne et faible, suivant la concentration de ses constituants [34].

**II.3.2.5 Caractéristiques des eaux usées**

Les caractéristiques ou les propriétés des eaux usées peuvent être classifiées comme suivant

**II.3.2.5.1 Caractéristiques physiques****a) Couleur**

Les eaux d'égout domestiques fraîches sont grises, Ressemblant en quelque sorte à une solution faible de savon. Au fil du temps, pendant que la putréfaction commence, elles commencent à devenir noires. La couleur des eaux d'égout septiques est plus ou moins noire ou foncée.

La couleur des eaux usées industrielle dépend du procédé chimique utilisé dans les industries. Les eaux résiduaires industrielles, une fois mélangées aux eaux d'égout domestiques, peuvent également altérer la couleur [34]

**b) Odeur**

Les eaux d'égout fraîches normales ont une odeur de moisi qui n'est normalement pas gênante, mais après un délai de 3 ou 4 heures, tout l'oxygène dissous présent dans les eaux d'égout est épuisé et il commence à se dégager une mauvaise odeur due au sulfure d'hydrogène et à d'autres composés de soufre produits par les micro-organismes anaérobies [34].

**c) Température**

Généralement, la température des eaux usées est plus élevée que celles des eaux potables, en raison de l'ajout d'eaux chaudes des ménages et des industries [34].

Le changement de température affecte l'eau usée des manières suivantes :

- Quand la température augmente, la viscosité augmente ce qui a pour conséquence de précipiter les matières en suspensions. Les températures extrêmement basses affectent défavorablement l'efficacité de la sédimentation.
- L'activité bactérienne augmente avec l'augmentation de la température, jusqu'à environ 60°C, après cette température, elle retombe. Cette caractéristique a pour effet d'affecter la conception des stations de traitements et leur efficacité.
- La solubilité des gaz dans les eaux usées diminue avec l'augmentation de la température. Ceci conduit au dégagement de l'oxygène dissous et d'autres gaz de ces derniers, et la

réduction, de ce fait, du pouvoir d'autoépuration des rejets et l'augmentation de la croissance bactérienne.

**d) Turbidité**

La turbidité des eaux usées dépend de la quantité des matières en suspensions. L'essai de turbidité est employé pour indiquer la qualité de matière colloïdale. La turbidité dépend de la concentration des eaux d'égout ou des eaux résiduaires. Plus forte est sa concentration, plus grande est sa turbidité [36].

**e) Matières en suspension**

Les eaux d'égout contiennent normalement 99.9 % d'eau et 0.1 % de solides. Analytiquement, la matière en suspension (MES) d'une eau usée est définie comme toute matière qui demeure après un étuvage à 105 °C. La matière en suspension est présente sous trois formes différentes [34]:

- Colloïdale
- En suspension
- dissoutes.

Elles peuvent ainsi être classées comme :

- matières fixes
- matières volatiles.

Les matières fixes sont généralement classées comme minéraux tandis que les matières volatiles représentent la matière organique.

**II.3.2.5.2 Caractéristiques chimiques****a) Le potentiel hydrique (PH)**

Il exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité des eaux usées. Ce paramètre joue un rôle primordial :

- Dans les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité)
- Dans les processus biologiques, dont certains exigent des limites de pH très étroites se situent entre 6,5 et 8,5 (unité PH)

La détermination de la valeur du pH des eaux d'égout est importante puisque certains modes de traitement sont sensibles à la valeur du pH pour leur fonctionnement

Parfois, la chaux est ajoutée pour créer l'état alcalin.

**b Teneur en chlorures**

Les chlorures sont des sels minéraux et, en conséquence, ne sont pas affectés par les interactions biologiques des eaux d'égout. Les eaux usées reçoivent environ 6 g de chlorures par personne par jour. Les adoucissants ajoutent également de grandes quantités de chlorures.

De grandes quantités de chlorures peuvent également provenir des industries [34].

**c) Teneur en azote et en phosphore**

Les teneurs en azote et en phosphore sont également des paramètres très importants. Les rejets excessifs de phosphore et d'azote contribuent à l'eutrophisation des lacs et des cours d'eau.

Ce phénomène se caractérise par la prolifération d'algues et la diminution de l'oxygène dissous, ce qui appauvrit la faune et la flore des eaux superficielles (cours d'eau, lacs, etc.) [34].

**d) Teneur en graisse et en huile**

Les graisses et les huiles proviennent essentiellement des cuisines ; elles peuvent avoir aussi pour origine certaines industries, garages, ateliers... etc. Les graisses et les huiles flottent au dessus de l'eau et ne se sédimentent pas, obstruent souvent les conduites en hiver et les filtres. Ils gênent ainsi le fonctionnement des installations de traitement et posent des problèmes d'entretien. Les graisses sont parmi les molécules organiques les plus stables et ne sont pas facilement décomposées par les bactéries [34].

C'est pour cette raison qu'il est nécessaire de détecter et retirer ces derniers de l'affluent à l'entrée des stations de traitement.

**e) Métaux lourds**

Cuivre, manganèse, argent, chrome, arsenic et bore sont des cations toxiques aux micro-organismes ayant pour résultat le dysfonctionnement des installations de traitement biologiques. Elles proviennent des eaux usées industrielles.

Quelques anions toxiques, incluant les cyanures et les chromates, présents dans certaines eaux industrielles peuvent, également, altérer les centrales de traitement des eaux résiduaires. Par conséquent leur présence devrait être prise en compte dans la conception des installations de traitement biologiques [33].

**f) Oxygène dissous**

L'oxygène dissous est la quantité d'oxygène à l'état dissous dans l'eau usée. Bien que l'eau usée généralement n'en contienne pas sa présence dans l'affluent non traité n'indique que l'eau usée est fraîche. De même, sa présence en eau usée/effluent traité indique que l'oxydation a été accomplie pendant les étapes de traitement.

La présence d'oxygène dissous est souvent souhaitable dans les eaux usées car cela évite la formation de mauvaises odeurs.

**II.3.2.6 Traitement des eaux domestiques**

Il existe deux modes d'assainissement pour les eaux domestiques. L'assainissement individuel et l'assainissement collectif. Dans le cadre de l'assainissement collectif, les eaux domestiques liées à l'activité et la consommation humaine sont collectées par des réseaux qui sont raccordés à une station de traitement. Les eaux vannes correspondant aux eaux sanitaires des toilettes, et les eaux ménagères, ou eaux grises, provenant des salles d'eau, salles de bains, et cuisine. Dans le cadre des effluents urbains, on utilise l'équivalent habitant pour quantifier la pollution qui est traitée sur une station d'épuration. L'unité équivalente habitant correspond.

Le traitement des eaux usées consiste à réduire la pollution présente dans l'eau. Cette pollution résulte d'activités humaines : à travers d'une utilisation domestique, ou dans les réseaux industriels. Le traitement des eaux usées sert à s'assurer de sa qualité. En effet, l'eau traitée, considérée comme "eau propre", va être utilisée dans les activités humaines, ou rejetée en milieu naturel. Ces milieux peuvent être de différentes natures : rivière, mer, lac, etc. Il est important de ne pas rejeter de matières nuisibles aux espèces qui vivent dans le milieu naturel. Ces rejets sont régulés par les législations et arrêtés préfectoraux [35].

### II.3.3 Réseau eau de vannes EV

Il existe deux types d'eaux usées : les eaux de vannes, connues également sous le nom d'eaux noires, et les eaux ménagères, également connues sous le nom d'eaux grises. Les eaux vannes sont les eaux usées qui proviennent des toilettes des habitations.

#### II.3.3.1 Définition EV

Les eaux-vannes appartiennent à une catégorie de déchets faisant généralement référence aux eaux d'évacuation domestiques entraînant les sous-produits de la digestion tels que les matières fécales et l'urine. Elles s'opposent aux eaux grises, et sont généralement transportées dans un réseau d'égout, comme les eaux usées dans les eaux résiduaires, ou traitées par une solution d'assainissement non collectif.

Les eaux vannes sont issues des WC et des urinoirs, sont généralement des eaux usées EU. Ces eaux charrient des matières fécales et de l'urine, mais également des produits toxiques. Cependant dans le bâtiment, les réseaux doivent être séparatifs, réseaux d'EU et réseaux d'EV, séparés. Ils ne se rassemblent qu'avant la sortie du bâtiment vers l'extérieur.

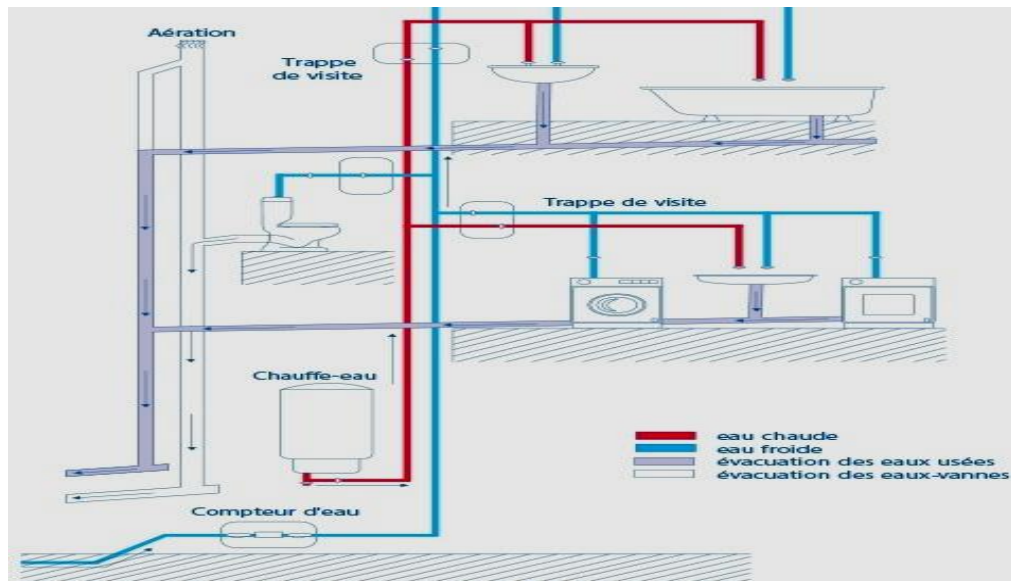


Figure (II.10) : Réseau de circulation des eaux de vannes [36].

**II. 3.3.2 Traitement des eaux de vanes EV**

Les eaux vanes sont traitées différemment selon les systèmes d'assainissement. Pour les systèmes d'assainissement collectif, les eaux vanes sont acheminées avec les eaux ménagères vers un collecteur. Celui-ci dirige ensuite les eaux usées vers une station d'épuration. Les eaux vanes sont ensuite traitées puis dispersées dans la nature.

Pour les systèmes d'assainissement non collectif, les eaux vanes peuvent être traitées de deux manières différentes :

Dans la plupart des cas, les eaux vanes sont dirigées vers la fosse toutes eaux avec les eaux ménagères. Cette étape permet un prétraitement des eaux usées. Une fois que les eaux usées sont prétraitées, elles s'infiltrent dans le sol ou dans un massif de sable, ce qui achève leur purification. Elles s'écoulent ensuite vers le sous-sol. Le traitement des eaux vanes est important pour la santé publique. En effet, il est important de faire très attention à ce qu'elles ne polluent pas l'environnement [37].

**II.3.4 Réseau eau pluvial****II. 3.4.1 Définition eaux pluviaux EP**

L'eau pluviale est le nom que l'on donne à l'eau de pluie après qu'elle a touché le sol, une surface construite ou naturelle susceptible de l'intercepter ou de la récupérer (toiture, terrasse, impluvium, arbre, etc.). Ces eaux sont elles toujours séparées, à l'intérieur du bâtiment comme à l'extérieur.

Souvent considérée comme une nuisance, la pluie est pourtant nécessaire pour reconstituer les réserves d'eau douce servant à la plupart des activités humaines qui nous entourent : consommation domestique (alimentaire et non alimentaire), agriculture, production industrielle, transports, nettoyage des villes, production d'énergie

**II.3.4.2 Composition d'eau pluviale**

L'eau de pluie se compose principalement de sulfate, de sodium, de calcium, d'ammonium et contient également des traces de nitrates. La concentration de ces différents éléments varie en fonction de la géographie et des caractéristiques environnementales de la zone concernée.

**II.3.4.3 Récupération d'eau pluviale**

La récupération d'eau de pluie pour les logements est autorisée pour certains usages sanitaires, mais interdite pour la consommation. Il existe deux principales utilisations de l'eau de pluie :

- Pour le jardin : arrosage, nettoyage de votre voiture, appoint d'eau pour la piscine...
- Pour la maison : WC, lavage des sols, lave-linge (sous condition). Equipement performant assez onéreux

L'utilisation de l'eau de pluie pour l'intérieur d'un logement nécessite un équipement plus important qu'une simple utilisation pour le jardin, notamment du fait du système de filtration : Raccordement des gouttières à la cuve [38].

**a- Cuve** : de grande contenance : 6 000 à 10 000 litres

Système de filtration complet : anti particules, anti bactéries, anti odeurs...

**b-Pompe** : Système de distribution de l'eau de pluie indépendant du réseau d'eau de la ville.

Les robinets de distribution d'eau de pluie doivent être munis d'une plaque de signalisation avec la mention "eau non potable" ainsi que d'un pictogramme.

**II.4 Traitement d'eau dans un ERP**

Pour le logement collectif, ERP, l'industrie ou encore le tertiaire, les entreprises réalisent des adoucisseurs sur mesure en fonction des consommations d'eau, de la dureté, et des paramètres spécifiques à chaque utilisation. Certains sont équipés d'un coffret électronique pour report CGT, d'autres possèdent un afficheur déporté sans fil pour un contrôle à distance, et la plupart des modèles possèdent un écran LCD pour le suivi du déroulé des services et régénérations.

Si l'installation d'un adoucisseur est prévue, il est donc nécessaire de doubler le réseau, ou n'adoucir que le circuit d'eau chaude sanitaire. L'utilisation de filtres antitartre est alors privilégiée, car ceux-ci ne modifient pas la composition de l'eau, mais seulement la forme des cristaux tartrés. Par réaction magnétique, électromagnétique ou électrolytique, l'antitartre physique modifie la taille et la forme des cristaux de carbonate de calcium, non-incrustante, ce

qui évite la formation de dépôt. Ces antitartres sont soit dotés d'un aimant qui crée un champ magnétique, soit d'un bobinage pour former un champ électromagnétique, ou encore d'électrodes qui génèrent un champ magnétique alternatif ou continu.

## II. 5. Echangeurs de chaleur à plaque et joint

### II. 5.1 Définition

L'échangeur à plaques et joint est un appareil qui permet un transfert de chaleur entre deux liquides (eau/eau ou gaz/ gaz) ayant des températures différentes et ce sans contact direct entre eux à travers des plaques d'acier inoxydable qui assurent le passage de chaleur.

Dans le cas d'un système de chauffage ou de production d'eau chaude, un premier fluide dit (chauffant) considéré comme un fluide primaire sert à chauffer le fluide secondaire pour un bon échange, les deux fluides doivent être de températures différentes c'est pour cela que l'un est chaud et l'autre froid [24].

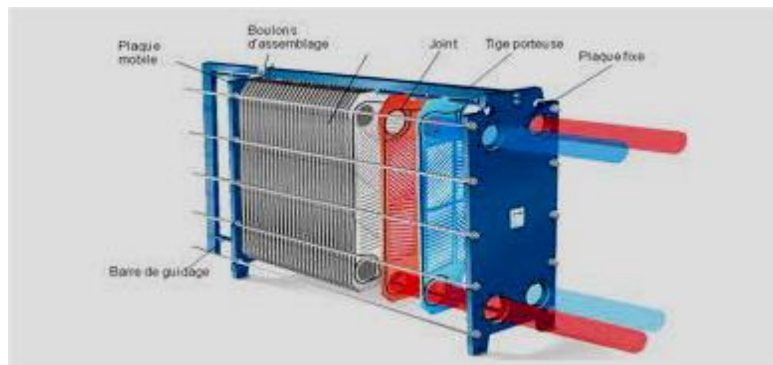


Figure (II-11): Echangeur à plaque et joint [24]

### II.5.2 Composition d'un échangeur a plaque et joint

Les échangeurs à plaques et joints sont composés d'un ensemble de plaques métalliques corruguées/cannelées par estampage à froid. La forme particulière des plaques leur confère un haut niveau de turbulence des fluides et un échange thermique optimal. Ces plaques sont montées entre un bâti fixe et un bâti mobile, le serrage étant assuré par des tirants. Les plaques sont équipées de joints qui permettent d'assurer l'étanchéité de l'échangeur et la circulation des fluides.

Les joints de l'échangeur à plaques et joints sont quant à eux la plupart du temps fabriqués en polymère, une matière qui présente certaines caractéristiques avantageuses : la souplesse, la légèreté, ainsi qu'une bonne isolation électrique et thermique.

Les plaques de l'échangeur thermique peuvent être, selon le fabricant, réalisées dans différents matériaux. Il peut en effet s'agir d'acier inoxydable, d'aluminium, ou d'un autre matériau synthétique. Leur épaisseur est très faible, puisqu'elle est comprise entre 0,1 mm et 0,8 mm. Elles sont séparées entre elles au sein de l'échangeur thermique par des espaces, une nouvelle fois, minime : entre 5 et 10 mm selon les fabricants [39].

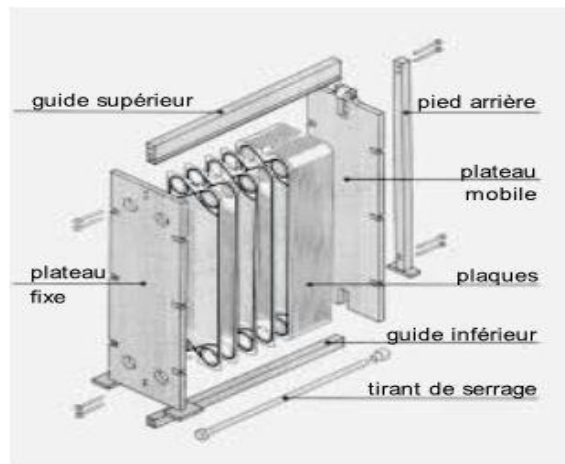


Figure (II-12) : Composantes d'un Echangeur de chaleur a plaques et joints [23]

Le schéma ci-dessous présente la structure de base d'un échangeur de chaleur à plaques.

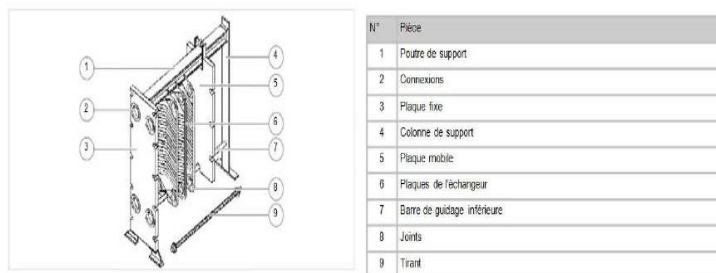


Figure (II-13): Structure de l'échangeur à plaques et joints [23].

### II. 5. 3 Technologie des plaques et joints

Les plaques d'un échangeur de chaleur sont en général en forme de chevron pour augmenter la turbulence et ménager des points d'appuis pour résister à la pression. Leur faible épaisseur permet d'utiliser des matériaux de bonne qualité ayant une bonne tenue à la corrosion (acier inox, titane, etc.). De plus, les joints en polymères assurent un double rôle dans l'échangeur de chaleur à plaque jointé: étanchéité et répartition des fluides dans l'échangeur.

Parmi les techniques de fabrication des plaques d'un échangeur de chaleur, nous citons les plus répandus dans le marché.

#### a) Plaque à canal large

Avec des canaux de 12 mm sans points de contact, cette plaque est idéale pour les fluides contenant des fibres ou des particules de grande taille. Chaque canal a été conçu pour éliminer le passage des solides dans la zone d'entrée.



**Figure (II-14):** Plaque à canal large [40]

#### b) Plaque à double paroi

Composée de plaques comprimées simultanément et soudées au laser sur le port, cette plaque est conçue pour les applications nécessitant une fiabilité totale contre le brassage. La défaillance d'une plaque entraîne une détection externe sans fuite interne. La seconde paroi assure une double barrière entre les fluides, répondant aux normes sanitaires locales.



Figure (II-15) : Plaque à double paroi [40]

### c) Plaque semi-soudée

La Figure suivante présente deux plaques semi-soudées, séparées avec des joints.

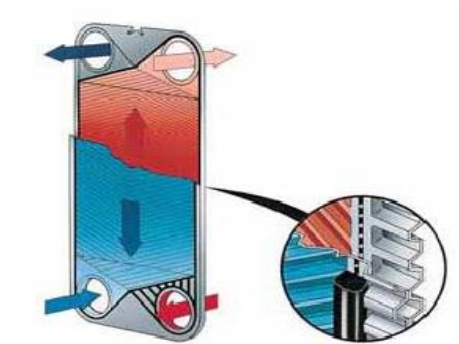


Figure (II-16): Plaque semi-soudée [40]

#### ➤ Profil d'écoulement

Le profil optimisé assure une bonne répartition des fluides sur toute l'épaisseur de la plaque. Ceci conduit aux meilleurs taux de transfert de chaleur pour la plus faible perte de charge.



**Figure (II-17):** Profil d'écoulement d'une plaque [41]

**d) Auto centrage des plaques**

L'Auto centrage des plaques. Il en résulte un jeu de plaques stable et parfaitement aligné, les joints étant situés directement au-dessus l'un de l'autre ce qui permet une longévité accrue.

**e) Joint sans colle**

Le nouveau joint sans colle permet un remplacement des joints rapide et simple.



**Figure (II-18) :** Joint sans colle [41]

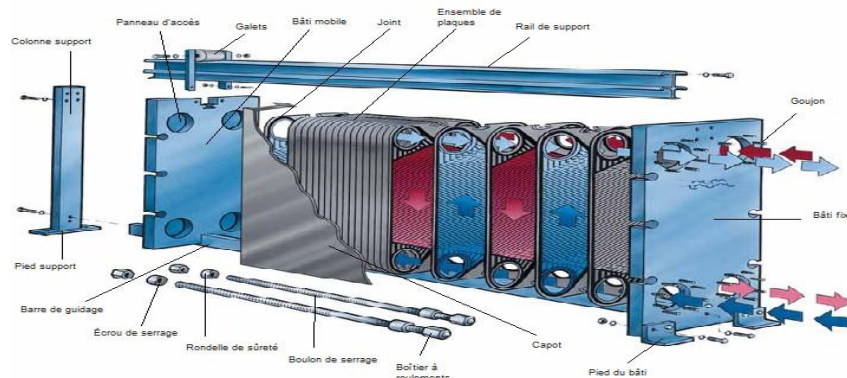
### II. 5.4 Principe de fonctionnement d'un Echangeur a plaque et joint

Pour fonctionner, un échangeur à plaques et joints a besoin de deux fluides. L'un sera appelé « fluide primaire », et aura pour rôle de chauffer, quand l'autre, le « fluide secondaire », récupérera la chaleur du premier. Ainsi, l'échangeur à plaques et joints n'échange rien au sens strict du terme (le fluide qui perd sa chaleur au profit du second ne récupère rien dans le processus, ce qui serait le principe d'un échange, il transfère l'énergie calorifique d'un fluide à l'autre.

Les fluides qui permettent à un échangeur de chaleur à plaques et joints d'atteindre une belle efficacité énergétique peuvent être de nature différente : de l'eau, d'autres liquides, de l'air, un gaz particulier ...

Ceux-ci peuvent circuler au sein de l'appareil de plusieurs façons. Tout d'abord, ils peuvent circuler à co-courants (on parle aussi de courants parallèles) : ils parcourent alors la surface d'échange dans le même sens. Ensuite, ils peuvent circuler à contre-courants (ou courants opposés) ; les fluides primaires et secondaires parcourent dans ce cas la surface d'échange dans un sens opposé ce qui occasionne un écart de température sur la surface d'échange dont il faut tenir compte.

Enfin, les fluides peuvent parfois être amenés à circuler à courants croisés ; cette solution alternative, qui est celle choisie par la plupart des fabricants d'échangeurs de chaleur à plaques et joints, réunit certaines caractéristiques des fonctionnements à co-courants et à contre-courant : ainsi, pendant qu'un fluide circule dans les conduits pairs (par exemple, le fluide primaire), l'autre circule (par exemple le fluide secondaire) circule dans les conduits impairs [23-39].



**Figure (II-19):** Principe de fonctionnement d'un échangeur à plaques jointé [23].

**II. 5.5 Les turbulences dans l'échangeur de chaleur à plaques et joints**

Le fonctionnement d'un échangeur de chaleur à plaques et joints repose également sur les turbulences créées au sein de l'appareil. Celles-ci sont rendues possibles par la fabrication des plaques, qui peuvent être gaufrées.

Les turbulences qui se créent dans l'échangeur permettent d'améliorer ses performances. Elles limitent également les besoins en maintenance, ce qui contribue à faire de l'échangeur de chaleur à plaques et joints une solution intéressante pour un retour sur investissement rapide, notamment dans le secteur industriel [40].

**II. 5.6 Les avantages et Les inconvénients d'un échangeur de chaleur à plaques****a) Les avantages**

L'échangeur de chaleur à plaques et joints procure de nombreux avantages :

- Un fonctionnement simple, au service d'une fiabilité reconnue
- Une durée de vie importante, combinée à une rareté des pannes constatées
- La possibilité d'utiliser de nombreux matériaux différents et donc de nombreuses applications possibles
- Des performances élevées, notamment dans la récupération de chaleur
- Une compacité sans égale
- Très bon coefficient d'échange, surface réduite
- Très compact, faible encombrement au sol
- Facilité d'installation
- Maintenance aisée
- Possibilité de très faible pincement de température
- Grande résistance à la corrosion
- Faible capacité des circuits

**b) Les inconvénients**

Tout de même, un échangeur à plaques fonctionne souvent sans système de by-pass. Il n'y a donc pas de régulation de température, ce qui peut faire naître un risque de surchauffe en été. De même, en hiver, le givre pouvant être dangereux, il faut surveiller la régulation. Enfin, si les pannes sont rares, elles peuvent causer des fuites. À surveiller !

### II. 5.7 Les domaines d'applications de l'échangeur de chaleur à plaque et joint

L'utilisation des échangeurs de chaleur à plaques et joints est très variée, dans les secteurs les plus divers :

- Chauffage, climatisation
- Production d'eau chaude
- Condenseur / Évaporateur/ pompe à chaleur
- Agro-alimentaire, chimie, pétro chimie, énergie
- l'industrie, la marine, les laiteries

### II. 5.10 Application de l'échangeur a plaque et joints pour l'ECS

Pour la production d'ECS, l'échangeur à plaques et joints sera plus efficace qu'un autre échangeur. La surface de contact est d'autant plus grande qu'il y a un grand nombre de plaques.

Les plaques sont plus fines que le tube composant un échangeur à serpentin, ce qui permet également d'avoir un meilleur coefficient de transfert thermique.

Sur les installations collectives, les plaques sont compressées par des tirants , elles peuvent être démontées et nettoyées, ce qui facilite l'entretien.

Plus l'échange est efficace, plus la puissance transférée dans l'échangeur sera élevée, plus l'eau sera chauffée rapidement.

### II. 5.9 Dimensionnement des échangeurs a plaque et joint

Le dimensionnement des échangeurs repose principalement sur un calcul de bilan thermique mais également sur la prise en compte des pertes de charges.

#### II. 5.9.1 Bilan des flux thermiques

##### II. 5.9.1.1 Coefficient global de transfert de chaleur [39]

###### a) L'échangeur en mode co-courant :

Le flux élémentaire  $d\Phi$  transféré à travers la surface élémentaire  $dA$  est donné par :

$$d\phi = U(T_c - T_f)dA \dots\dots\dots (II-1)$$

D'autre part,  $d\Phi$  est aussi la variation d'enthalpie pendant un temps  $dt$  de chaque écoulement entre A et  $(A + dA)$  soit :

- pour le fluide chaud une variation élémentaire  $dT_c$  négative du fait d'une perte de chaleur ( $dT_c < 0$ ), soit :

$$d\phi = -\dot{m}_c C_{pc} dT_c \dots\dots\dots (II-2)$$

Avec :

$$dT_c = T_{ce} - T_{cs}$$

- pour le fluide froid, c'est une variation élémentaire positive du fait d'un gain de chaleur ( $dT_f > 0$ ), soit

$$d\phi = -\dot{m}_f C_{pf} dT_f \dots\dots\dots (II-3)$$

Avec :

$$dT_f = T_{fe} - T_{fs}$$

Le débit thermique unitaire C ou le débit de capacité calorifique est :

$$C_c = \dot{m}_c C_{pc} \dots\dots\dots (II-4)$$

$$C_f = \dot{m}_f C_{pf} \dots\dots\dots (II-5)$$

Donc les équations du flux s'écrivent :

$$d\phi = -C_c dT_c \dots\dots\dots (II-6)$$

$$d\phi = C_f dT_f$$

On conclut donc que la plus forte variation de température sera subie par le fluide qui a le plus petit débit thermique unitaire. On dit que ce fluide « commande le transfert ».

$$\frac{dT_c}{T_c - T_f} = -\frac{U}{C_c} dA \dots\dots\dots (II-7)$$

$$\frac{dT_f}{T_c - T_f} = \frac{U}{C_f} dA \dots\dots\dots (II-8)$$

On aura donc :

$$\frac{d(T_c - T_f)}{T_c - T_f} = -\left(\frac{1}{C_c} + \frac{1}{C_f}\right) U dA \dots\dots\dots (II-9)$$

**b) Echangeurs à contre-courant**

L'entrée du fluide froid est maintenant placée à la sortie de l'échangeur, c'est-à-dire que les deux fluides circulent dans le sens contraire.

. Ainsi donc pour une variation  $dA > 0$ , la variation  $dT_c < 0$ , la température du fluide chaud décroît dans le sens positif de la surface, mais la variation  $dT_f$  est également  $dT_f < 0$  puisque l'entrée du fluide froid se trouve à la surface  $A(x) + dA$  tandis que la sortie du fluide froid se trouve à la surface  $A(x)$ .

La variation de flux sur un élément de surface  $dA$  s'écrit :

Pour le fluide chaud :  $d\phi = -C_c dT_c \dots\dots\dots (II-10)$

Pour le fluide froid :  $d\phi = -C_f dT_f \dots\dots\dots (II-11)$

Ce qui correspond à la variation d'enthalpie (pendant un temps  $dt$ ) du fluide chaud qui perd de la chaleur en se refroidissant ( $dT_c < 0$ ) et du fluide froid qui en reçoit la même quantité mais avec  $dT_f < 0$  en allant dans le sens positif des abscisses. De plus, ce flux de chaleur élémentaire, échangé entre les deux fluides, est transmis à travers surface de paroi  $dA$  avec un coefficient de transmission global  $U$ , peut s'écrire :

$$d\phi = U(T_c - T_f) dA \dots\dots\dots (II-12)$$

On aura donc :

$$\frac{dT_c}{T_c - T_f} = -\frac{U}{C_c} dA \dots\dots\dots (II-13)$$

$$\frac{dT_f}{T_c - T_f} = -\frac{U}{C_f} dA \dots\dots\dots (II-14)$$

On obtiendra donc :

$$\frac{d(T_c - T_f)}{T_c - T_f} = -\left(\frac{1}{C_c} - \frac{1}{C_f}\right) U dA \dots\dots\dots (II-15)$$

**II.5.9.1.2 L'efficacité d'un échangeur**

L'efficacité de l'échangeur E est défini comme le rapport du flux réellement échangé sur le flux maximum transférable et se calcul sous la forme :

$$E = \frac{\phi}{\phi_{max}} = \frac{C_c(T_{ce} - T_{fe})}{C_{min}(T_{ce} - T_{fe})} = \frac{C_f(T_{fs} - T_{fe})}{(T_{ce} - T_{fe})} \dots\dots\dots (II-16)$$

Dans le cas où  $C_c < C_f$  et  $C_{min} = C_c$  :

$$E = \frac{C_c(T_{ce} - T_{fe})}{C_{min}(T_{ce} - T_{fe})} = \frac{(T_{ce} - T_{fe})}{(T_{ce} - T_{fe})} \dots\dots\dots (II-17)$$

Et dans le cas où  $C_f < C_c$  et  $C_{min} = C_f$  :

$$E = \frac{\phi_{réel}}{\phi_{max}} = \frac{C_f(T_{fs} - T_{fe})}{C_{min}(T_{ce} - T_{fe})} = \frac{(T_{fs} - T_{fe})}{(T_{ce} - T_{fe})} \dots\dots\dots (II-18)$$

L'efficacité nous permettra de calculer le flux réellement transféré :

$$\phi = E\phi_{max} = EC_{min}(T_{ce} - T_{fe}) \dots\dots\dots (II-19)$$

L'efficacité pour un échangeur co-courant :

$$\frac{T_{cs}-T_{fs}}{T_{ce}-T_{fe}} = \exp - U.A. \left( \frac{1}{c_c} + \frac{1}{c_f} \right) = \exp - \frac{U.A}{c_c} \left( 1 + \frac{c_c}{c_f} \right) \dots\dots\dots (II-20)$$

$$E = \frac{1 - \exp - \frac{U.A}{c_c} \left( 1 + \frac{c_c}{c_f} \right)}{\left( 1 + \frac{c_c}{c_f} \right)} \dots\dots\dots (II-21)$$

Donc

$$E = \frac{1 - \exp - \frac{U.A}{c_{\min}} \left( 1 + \frac{c_{\min}}{c_{\max}} \right)}{\left( 1 + \frac{c_{\min}}{c_{\max}} \right)} \dots\dots\dots (II-22)$$

Où  $\frac{U.A}{c_{\min}}$  est appelé le Nombre d'Unité de Transfert (NUT) et  $R = \frac{c_{\min}}{c_{\max}}$

Avec :

$$E_{co-c} = \frac{1 - \exp - NUT(1+R)}{(1+R)} \dots\dots\dots (II-23)$$

L'efficacité pour un échangeur contre-courant :

$$\frac{T_{cs}-T_{fe}}{T_{ce}-T_{fs}} = \exp - U.A. \left( \frac{1}{c_c} + \frac{1}{c_f} \right) = \exp - \frac{U.A}{c_c} \left( 1 + \frac{c_c}{c_f} \right) \dots\dots\dots (II-24)$$

Donc

$$\frac{1}{E} - \frac{c_c}{c_f} = \frac{\left( \frac{c_c}{c_f} - 1 \right)}{\exp \left[ - \frac{U.A}{c_c} \left( 1 - \frac{c_c}{c_f} \right) - 1 \right]} \dots\dots\dots (II-25)$$

Ce qui donne

$$\frac{1}{E} = \frac{1 - \frac{c_c}{c_f} \exp\left[-\frac{U.A}{c_c} \left(1 - \frac{c_c}{c_f}\right)\right]}{1 - \exp\left[-\frac{U.A}{c_c} \left(1 - \frac{c_c}{c_f}\right)\right]} \dots\dots\dots (II-26)$$

C'est-à-dire :

$$E = \frac{1 - \exp\left[-\frac{U.A}{c_c} \left(1 - \frac{c_c}{c_f}\right)\right]}{1 - \frac{c_c}{c_f} \exp\left[-\frac{U.A}{c_c} \left(1 - \frac{c_c}{c_f}\right)\right]} \dots\dots\dots (II-27)$$

Donc

$$E_{c-c} = \frac{1 - \exp\left[-\frac{U.A}{c_{min}} \left(1 - \frac{c_{min}}{c_{max}}\right)\right]}{1 - \frac{c_{min}}{c_{max}} \exp\left[-\frac{U.A}{c_{min}} \left(1 - \frac{c_{min}}{c_{max}}\right)\right]} \dots\dots\dots (II-28)$$

Où  $\frac{U.A}{c_{min}}$  est appelé le Nombre d'Unité de Transfert (NUT) et  $R = \frac{c_{min}}{c_{max}}$

$$E_{c-c} = \frac{1 - \exp[-NUT(1-R)]}{1-R \exp[-NUT(1-R)]} \dots\dots\dots (II-29)$$

L'efficacité pour un échangeur à courant croisé :

➤ Pour les fluides non mixés :

$$E = 1 - \exp\left\{\frac{1}{\eta R} [\exp[-NUT(\eta R)] - 1]\right\} \dots\dots\dots (II-30)$$

Avec  $\eta = NUT^{0.22}$

\*Pour les fluides mixés :

$$E = NUT \left\{ \frac{NUT}{1 - \exp[-NUT]} + \frac{NUT.R}{1 - \exp[-NUT.R]} - 1 \right\}^{-1} \dots\dots\dots (II-31)$$

### II.5.9.2 Méthodes de calcul

Il existe deux méthodes de calcul et de dimensionnement des échangeurs de chaleur nous permettront d'aboutir aux mêmes résultats [41-44] :

- a) Les méthodes analytiques : comme la méthode DTLM, et la méthode des NUT
- b) Les méthodes numériques : méthode des volumes finis et la méthode du diagramme enthalpie-température.

#### a) Méthode de la différence moyenne logarithmique $\Delta T_{ML}$

La Méthode de la différence logarithmique des températures ( $\Delta T_{ML}$ ) est l'une des méthodes de dimensionnement des échangeurs qui permet de déterminer la surface de l'échangeur et ne s'applique que dans des conditions strictes [44]:

- Le coefficient d'échange global est supposé constant, les échangeurs sont à circulation parallèle (co ou contre-courant) ou corrigé d'un facteur F si ce n'est pas le cas
- Les capacités thermiques massiques des fluides sont supposées constantes tout au long du processus
- La puissance d'un échangeur P [W], implique la notion de conservation de l'énergie entre deux Fluids:

$$P = q_{mc} \cdot C_{pc} \cdot T_{CC} = q_{mf} \cdot C_{pf} \cdot \Delta T_f$$

Avec  $q_{mc}$  et  $q_{mf}$  : débit massique des fluides respectivement chaud et froid en kg/s

$C_{pc}$  et  $C_{pf}$  : Chaleur spécifique à pression constante des fluides respectivement chaud et froid en J/Kg.K (caractéristique de l'aptitude du fluide à absorber de la chaleur)

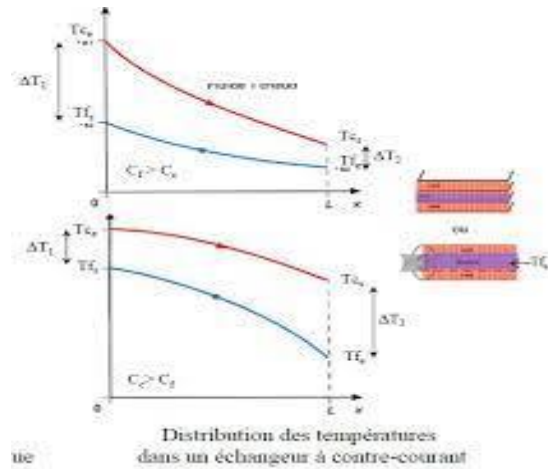


Figure (II-20): Distribution de Temperature d'un échangeur de chaleur [23].

**a- Les échangeurs à co-courant**

Si  $T_c$  et  $T_f$  sont les températures des deux fluides au droit de l'élément  $dS$  de la surface d'échange. Le flux thermique d'échangé  $d\phi$  entre les deux fluides à travers  $dS$  peut s'écrire:

$$d\phi = k (T_c - T_f) dS \dots\dots\dots (II-32)$$

$T_c$  : Température de fluide chaud

$T_f$  : Température de fluide froid

$K$  : coefficient d'échange globale en  $(W/ (m^2 \cdot ^\circ C))$

**Hypothèse :** échangeur sans pertes, c'est-à-dire un échangeur dans lequel la chaleur cédée par le fluide chaud est intégralement transmise au fluide froid.

Dans ces conditions, le flux de chaleur  $d\phi$  transmis du fluide chaud au fluide froid à travers l'élément  $dS$  s'écrira, dans le cas de l'échangeur à courants parallèles :

$$d\phi = -\dot{m}_c c_{p_c} \cdot dT_c = \dot{m}_f \cdot c_{p_f} \cdot dT_f \dots\dots\dots (II-33)$$

$\dot{m}_c$  Et  $\dot{m}_f$  : Débit massique des fluides chaud et froid (kg/s)

$cp_c$  Et  $cp_f$  : chaleurs massique a pression constante en (J/ (kg. °C))

De (2), on a :  $dT_c = -\frac{d\phi}{\dot{m}_c \cdot cp_c}$  et  $dT_f = -\frac{d\phi}{\dot{m}_f \cdot cp_f}$

D'où la différence :

$$dT_c - dT_f = d(T_c - T_f) = 1 \left( \frac{1}{\dot{m}_c \cdot cp_c} \right) d\phi \dots\dots\dots (II-34)$$

$$d(T_c - T_f) = - \left( \frac{1}{\dot{m}_c \cdot cp_c} + \frac{1}{\dot{m}_f \cdot cp_f} \right) K(T_c - T_c) ds \dots\dots\dots (II-35)$$

$$\frac{d(T_c - T_f)}{T_c - T_f} = - \left( \frac{1}{\dot{m}_c \cdot cp_c} + \frac{1}{\dot{m}_f \cdot cp_f} \right) K ds \dots\dots\dots (II-36)$$

Hypothèse : k= constante le long de l'échangeur => intégration de (6) de S=0 à S

$$[\log(T_{c-} - T_f)] = - \left( \frac{1}{\dot{m}_c \cdot cp_c} + \frac{1}{\dot{m}_f \cdot cp_f} \right) K ds \dots\dots\dots (II-37)$$

A l'entrée de l'échangeur (x=0)  $T_c - T_f = T_{ce} - T_{fe}$

À la sortie de l'échangeur (x=L)  $T_c - T_f = T_{cs} - T_{fs}$

$$\log \left( \frac{T_{cs} - T_{fs}}{T_{ce} - T_{fe}} \right) = - \left[ \left( \frac{1}{\dot{m}_c \cdot cp_c} + \frac{1}{\dot{m}_f \cdot cp_f} \right) \right] K S \dots\dots\dots (II-38)$$

Mais on peut également exprimer le flux total échangé en fonction des températures d'entrée et de sortie des fluides; c'est faire le bilan enthalpique global de chaque fluide, ce qui s'écrit:

$$\phi = \dot{m}_c \cdot cp_c (T_{ce} - T_{cs}) = \dot{m}_f \cdot cp_c (T_{ce} - T_{cs}) \dots\dots\dots (II-39)$$

$$\log \left( \frac{T_{cs} - T_{fs}}{T_{ce} - T_{fe}} \right) = - \left( \frac{T_{cs} - T_{cs}}{\phi} + \frac{T_{fs} - T_{fe}}{\phi} \right) K S \dots\dots\dots (II-40)$$

$$= [(T_{cs} - T_{fs}) - (T_{ce} - T_{fe})] \frac{Ks}{\phi}$$

Expression d'où on tire finalement la puissance thermique totale échangée, dans l'hypothèse d'une circulation à courants parallèles:

$$\phi = k \frac{(T_{cs}-T_{fs})-(T_{ce}-T_{fe})}{\log\left(\frac{T_{cs}-T_{fs}}{T_{ce}-T_{fe}}\right)} \dots\dots\dots (II-41)$$

**b- Les échangeurs à contre-courant**

La variation de température dTf du fluide froid quand on augmente la surface d'échange de dS, devient négative. Dans ces conditions, les relations (2) doivent s'écrire :

$$d\phi = -\dot{m}_c \cdot Cp_c dT_c = -\dot{m}_f \cdot Cp_f dT_f$$

La puissance totale échangée :

$$\phi = K \frac{(T_{ce}-T_{fs})-(T_{cs}-T_{fe})}{\log\left(\frac{T_{ce}-T_{fs}}{T_{cs}-T_{fe}}\right)} S \dots\dots\dots (II-42)$$

Les expressions (11) et (13) peuvent recevoir la même formulation,

Si on introduit la grandeur:  $\Delta T = T_{cs} - T_{cf}$

$\Delta T$  désignant la différence de température entre le fluide chaud et le fluide froid, dans une section donnée de l'échangeur.

- A l'entrée de l'échangeur à co-courant (x=0) :  $\Delta T1 = T_{c0}-T_{f0}=T_{ce}-T_{fe}$
- À la sortie de l'échangeur à co-courant (x=L) :  $\Delta T2 = T_{cL}-T_{fL}=T_{cs}-T_{fs}$

$$\phi = k \frac{\Delta T2-\Delta T1}{\log\frac{\Delta T2}{\Delta T1}} S = k \frac{\Delta T1-\Delta T2}{\log\frac{\Delta T1}{\Delta T2}} S \dots\dots\dots (II-43)$$

- A l'entrée de l'échangeur à contre-courant (x=0) :  $\Delta T1 = T_{c0}-T_{f0}=T_{ce}-T_{fs}$

•À la sortie de l'échangeur à contre-courant (x=L) :  $\Delta T_2 = T_{cL} - T_{fL} = T_{cs} - T_{fe}$

$$\phi = k \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\log \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} s \dots\dots\dots (II-44)$$

La formulation est la même, que l'échangeur soit à courants parallèles ou à contre-courants.

La puissance thermique d'un échangeur tubulaire continu est donnée par la relation suivante :

$$\phi = KS\Delta TLM \dots\dots\dots (II-45)$$

$$\Delta TLM = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\log \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}} \dots\dots\dots (II-46)$$

L'expression (16) signifie que la puissance thermique échangée est proportionnelle à l'aire de la surface d'échange et à la différence de température logarithmique moyenne. Le coefficient de proportionnalité est le coefficient d'échange global k introduit en (1).

**b) La méthode du Nombre d'Unité de Transfert (NUT)**

Est une méthode qui repose sur le calcul des performances d'un échangeur thermique.

En effet, cette méthode permet [42] :

- D'évaluer le nombre d'unités de transfert
- De calculer l'efficacité de l'échangeur à partir des équations numériques ou des abaques
- De déterminer les températures de sortie des fluides dans le cas où l'efficacité est connue.
- L'efficacité d'un échangeur est définie comme le rapport de la puissance thermique réellement échangée  $P_{réel}$  à la puissance maximum qu'il est théoriquement possible d'échanger  $P_{max}$  si l'échangeur est parfait.

$$E = \frac{Q_{réel}}{Q_{max}} \dots\dots\dots (II-47)$$

La puissance thermique réellement échangée d'un échangeur  $P_{réel}$  en [W]

$$Q = q_{mc} \cdot C_{pc} \cdot \Delta T_c = -q_{mf} \cdot C_{pf} \cdot \Delta T_f$$

$q_{mc}$   $q_{mf}$  : Débit massique des fluides respectivement chaud et froid en Kg/s

$C_{pc}$   $C_{pf}$  : Chaleur spécifique à pression constante des fluides respectivement chauds et froid t, en J/Kg.K

$\Delta T_c, \Delta T_f$ , écart de température des fluides respectivement chaud et froid, en K ou en °C ;

$$\Delta T_c = T_{ce} - T_{cs}$$

$$\Delta T_f = T_{fe} - T_{fs}$$

$\Delta T_{ce}$   $\Delta T_{fe}$  : Températures d'entrée des fluides respectivement chaud et froid, en K ou en °C

$\Delta T_{cs}$   $\Delta T_{fs}$  : Températures de sortie des fluides respectivement chaud et froid, en K ou en °C

La puissance d'échange maximum théoriquement possible  $P_{max}$  est le produit du débit de capacité thermique le plus faible d'un fluide  $C_{min}$ , [W/K] et de la température égale à l'écart maximal existant dans l'échangeur soit  $T_{ce} - T_{fe}$

$$Q_{max} = C_{min} \cdot (T_{ce} - T_{fe}) \dots\dots\dots (II-48)$$

Le débit de capacité thermique massique minimale  $C_{min}$  est le produit du débit massique ( $q_m$ ) par la chaleur spécifique ( $C_p$ ) du fluide :

$$C_{min} = \min(q_{mc} \cdot C_{pc}; q_{mf} \cdot C_{pf}) = \min(C_c; C_f)$$

L'efficacité de l'échangeur thermique s'écrit :

- Si le côté chaud présente le produit ( $q_m \cdot C_p$ ) minimum

$$E = \frac{P_{réel}}{P_{max}} = \frac{C_c \cdot (T_{ce} - T_{cs})}{C_c \cdot (T_{ce} - T_{fe})} = \frac{(T_{ce} - T_{cs})}{(T_{ce} - T_{fe})} = \frac{\Delta T_c}{\Delta T_{max}} \dots\dots\dots (II-49)$$

- Si le côté froid présente le produit ( $q_m \cdot C_p$ ) minimum:

$$E = \frac{P_{réel}}{P_{max}} = \frac{C_f \cdot (T_{fe} - T_{fs})}{C_f \cdot (T_{ce} - T_{fe})} = \frac{(T_{fe} - T_{fs})}{(T_{ce} - T_{fe})} = \frac{\Delta T_f}{\Delta T_{max}} \dots\dots\dots (II-50)$$

Lorsque les températures de sortie des fluides sont inconnues (ce qui est souvent le cas dans le cadre d'une simulation), l'efficacité d'un échangeur se détermine par les équations suivantes :

Pour une circulation des fluides à contre-courants :

$$E = \frac{1 - e^{-NUT(1-c)}}{1 - c \cdot e^{-NUT(1-c)}} \dots\dots\dots (II-51)$$

Pour une circulation des fluides à co-courants :

$$E = \frac{1 - e^{-NUT(1+c)}}{1+c} \dots\dots\dots (II-52)$$

En déduisant NUT des équations ci-dessus on peut avoir les relations suivantes :

✓ Pour une circulation des fluides à contre-courants :

$$NUT = \frac{1}{c-1} \cdot \ln\left(\frac{E-1}{C \cdot E-1}\right) \dots\dots\dots (II-53)$$

✓ Pour une circulation des fluides à co-courants :

$$NUT = \frac{-\ln[1-(1+C) \cdot E]}{1+C} \dots\dots\dots (II-54)$$

NUT: Nombre d'unités de transfert qui est représentatif du pouvoir d'échange de l'échangeur :

$$NUT = \frac{U \cdot S}{C_{\min}} \dots\dots\dots (II-55)$$

U: coefficient global d'échange de chaleur qui dépend des caractéristiques de l'écoulement et des fluides, en  $W / (m^2 \cdot K)$

S: Surface d'échange, en  $m^2$

C: Rapport des débits de capacité thermique :  $C = \frac{C_{\min}}{C_{\max}}$

**Cas particuliers**

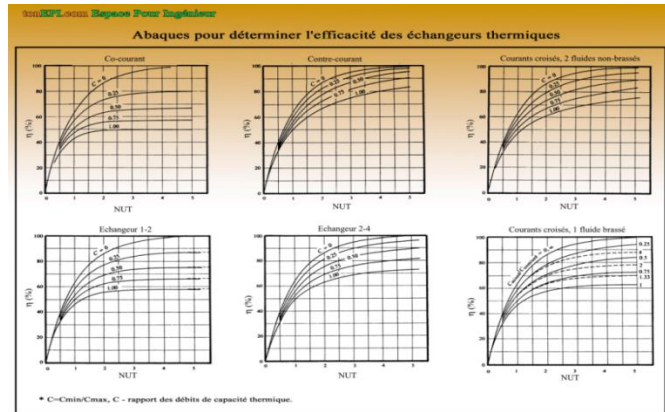
Pour tous les types d'échangeurs : si  $C=0$

$$E = 1 - e^{-NUT} \dots\dots\dots (II-56)$$

Pour l'échangeur à contre-courant : si  $C=1$

$$E = \frac{NUT}{NUT+1} \dots\dots\dots (II-57)$$

Il existe des abaques pour déterminer l'efficacité de l'échangeur thermique en fonction des valeurs NUT et C pour la plupart des configurations courantes.



**Figure (II-21):** Évolution de l'efficacité en fonction de NUT et  $C = C_{min}/C_{max}$  pour des échangeurs thermiques [42]

Calculer l'efficacité de l'échangeur **E** et le rapport des débits de capacité thermique

$$C = C_{min}/C_{max}$$

Déterminer le nombre d'unités de transfert NUT par l'utilisation des formules ou des abaques.

Déterminer la surface d'échange S par l'équation suivante :

$$NUT = \frac{U \cdot S}{C_{min}}$$

On en déduit :

$$S = \frac{NUT \cdot C_{min}}{U} \dots\dots\dots (II-58)$$

Dans le cas où les températures de sortie sont inconnues, le calcul consiste à :

Calculer le nombre d'unités de transfert NUT et le rapport des débits de capacité thermique C à

l'aide des formules :

$$NUT = \frac{U \cdot S}{C_{min}}$$

$$C = \frac{C_{min}}{C_{max}}$$

Déterminer l'efficacité de l'échangeur E à l'aide des formules ou des abaques.

Déterminer les températures de sortie par la résolution complexe du système d'équations (bilan énergétique et équation de transfert de chaleur) :

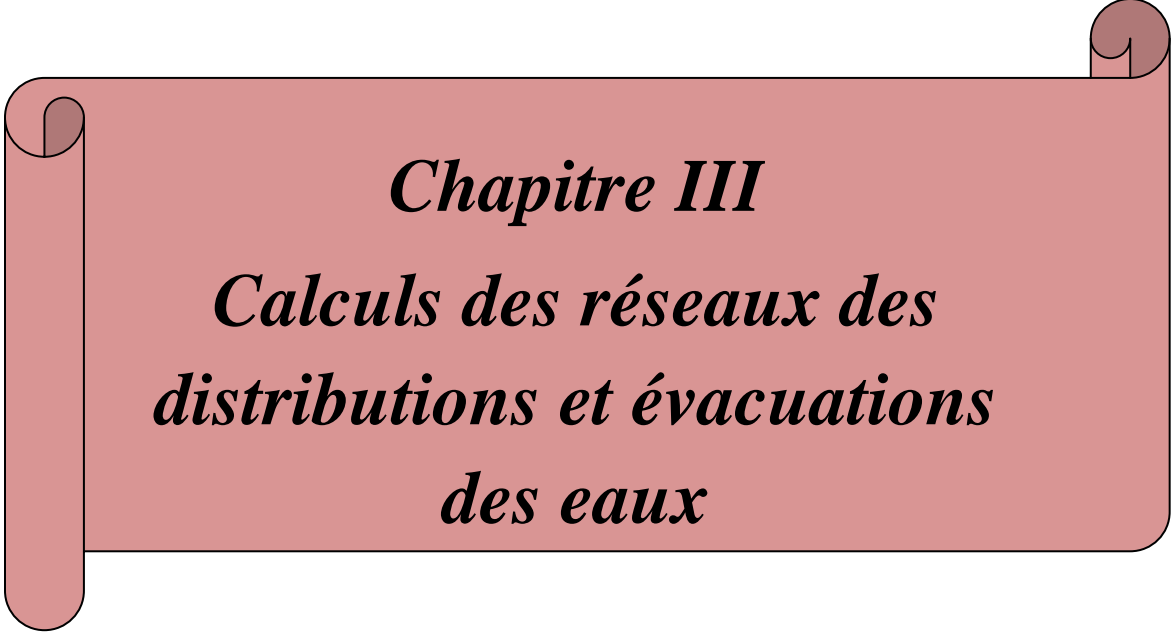
$$P = q_{mc} \cdot C_{pc} \cdot \Delta T_c = -q_{mf} \cdot C_{pf} \cdot \Delta T_f \dots\dots\dots (II-59)$$

$$P = U \cdot F \cdot S \cdot \Delta TLM \dots\dots\dots (II-60)$$

### **Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons abordé plusieurs points concernant les fluides : EF, ECS, EFA, BECS et EU, EV, EP à savoir :

- ✓ L'origine, les applications
- ✓ Les réseaux EU, EV, EP
- ✓ Leur mode de traitement



***Chapitre III***  
***Calculs des réseaux des***  
***distributions et évacuations***  
***des eaux***



### **1. Introduction**

Le transport d'eau est nécessaire entre le point de captage et le point d'utilisation, dans la pratique ces points sont relativement éloignés l'un de l'autre, quelquefois ils peuvent se trouver à des distances considérables. Du point de vue technique, on est conduit à séparer les ouvrages d'adduction et ceux de distribution.

L'eau potable, sous pression et dans des tuyaux enterrés, est d'abord acheminée de la station de production jusqu'à un château d'eau ou un autre type de réservoir. Puis elle transite, de ces lieux de stockage jusqu'au pied des bâtiments par le réseau public de distribution d'eau potable. Après le compteur, le réseau public de distribution est relayé jusqu'aux robinets par des tuyaux privés, qui appartiennent aux propriétaires des édifices

### **III.2 Réseaux d'alimentation et Distribution des eaux**

#### **III.2.1. Définition de la distribution d'eau**

La distribution d'eau désigne l'ensemble des dispositifs et des compagnies assurant le déplacement de l'eau potable depuis la canalisation d'amenée l'eau jusqu'à le point de besoin travers un réseau s'appel « réseau de distribution » tels que Avant d'arriver au robinet, l'eau potable prend un circuit fait de ramifications qui la conduit de l'usine de production d'eau potable jusqu'au réservoir d'eau, puis de ce réservoir jusqu'aux robinets a travers des dispositifs de traitement et des canalisations qui assurant son transport.

Le réseau de distribution de l'eau potable comprend des conduites, auxquelles il faut ajouter des milliers de vannes, de ventouses, de systèmes de purge et de régulateurs de pression pour assurer la bonne circulation de cette eau courante.

Chaque utilisation d'eau nécessite une alimentation qui se fait sous pression à partir de l'aqueduc, et d'une évacuation qui se fait en général par gravité en direction de l'égout.

#### **III.2.2 Besoins en appareils sanitaires**

L'homme, pour satisfaire ses besoins hygiéniques ou culinaires dans le logement a besoin d'eau. Il est ainsi mis à sa disposition plusieurs appareils qui se différencient par leur forme, mais surtout par la sensation de confort qu'on éprouvera quand on a envie de faire une activité précise.

## **Chapitre III    Calculs des réseaux des distributions et évacuations des eaux**

---

L'eau est un facteur de confort dans un logement et toute installation sanitaire comprend les éléments suivants

- dans la cuisine évier, lave-vaisselle
- dans le cabinet d'aisance WC.
- dans la salle d'eau lavabo, bain, bidet, etc.

L'installation de ces doit être telle que la réparation ou la transformation d'une de ses sections apporte un minimum de troubles au fonctionnement de l'ensemble.

### **III.2.3 Choix des matériaux pour un réseau**

Pour l'installation d'un réseau Certains paramètres sont impératifs au choix des matériaux, entre autre les propriétés mécaniques, une résistance à l'action de l'eau, le prix, la facilité de mise en œuvre en fonction du tracé et la température de l'eau. Les matériaux les plus couramment utilisés dans les réseaux de distribution de l'eau sanitaire dans le logement sont: le fer, le cuivre, l'acier, PER etc. [45].

#### **a) Le fer**

Il présente une forte corrosion grâce à la présence d'oxygène dans l'eau et ceci est accéléré par l'anhydride carbonique. Cependant les sels ferreux qui se forment ne sont pas nocifs pour l'organisme. Les principaux inconvénients résident dans la saveur particulièrement marquée et une coloration rougeâtre qui tache l'émail des appareils sanitaires [45].



**Figure (III-22) : tube en fer [46]**

### b) Le cuivre

Le principal agent de corrosion est l'oxygène en solution dans l'eau, mais avec les eaux minéralisées, il se forme à l'intérieur et dès les premiers contacts, un carbonate de cuivre qui protège le tube et permet d'utiliser ce métal pour les conduites d'eau potable [45].



**Figure (III-23) :** Tube en acier [46]

### c) Le plomb

Est un Métal très malléable, très résistant aux acides, il se laisse néanmoins attaquer par l'acide carbonique de l'air, rendant à son contact L'eau dangereuse comme boisson. [45].



**Figure (III-24) :** Tubes en plomb [46]

## **Chapitre III    Calculs des réseaux des distributions et évacuations des eaux**

---

- ✓ Le choix des matériaux est aussi en fonction de la température de l'eau à transporter :

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 plomb et les matières plastiques sont les matériaux les plus sensibles à ces effets. Ainsi, du point de vue chimique. L'eau chaude est susceptible d'augmenter la solubilité des sels protecteurs qui se déposent à l'intérieur du tuyau.

- ✓ Le choix des matériaux se fait généralement en se basant sur le tracé du réseau :

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.

### **III.2.4 Les canalisations**

La canalisation constitue l'ouvrage principal d'un réseau, Elle peut être cylindrique ou ovoïde, préfabriquée le plus souvent. Les parties de la canalisation exposées aux chocs doivent être protégées ou exécutées en matériaux résistants.

Les tuyaux sont souvent de différentes natures : en acier, en cuivre, en béton armé ou non, en amiante-ciment, PER, PEX en PVC et parfois en fonte.

Toutes les précautions doivent être prises pour que les tubes conservent, après leur mise en œuvre, leur section circulaire. 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. Les différents tuyaux, raccords et accessoires employés ainsi que leurs mises en œuvre, types de joints, etc...doivent être fixés par des supports permettant leur démontage.

#### **III.2.4.1 Les différents types de tuyaux**

##### **III.2.4.1.1 Les tuyaux en acier**

Les conduites en acier sont les plus utilisées dans le réseau de distribution d'un logement. On distingue plusieurs types:

### a) Les tuyaux en acier pour l'extérieur

Les tuyaux en acier peuvent être livrés en grandes longueurs (Jusqu'à 12 m) permettant de réduire le nombre de joints.

On peut utiliser des tubes lisses avec joints flexibles ou brides soudées ou rivées. Il est aussi possible d'employer des tubes à emboîtement forgé pour assemblage avec joint de caoutchouc. Les assemblages se font par joints soudés au chalumeau. On pourra employer ceux-ci en terrains mous, mais à condition de recourir aux joints ondulés élastiques soudés à simple ou double bourrelet, selon les amplitudes prévisibles des mouvements de terrain. Les canalisations en acier sont protégées par un ruban de fonte trempé dans du bitume chaud et enroulé autour du tuyau. La protection des conduites non enterrées peut se faire par peinture spéciale [47].



**Figure (III-25) :** Les tuyaux en acier [46].

### b) Les tuyaux en acier file table

Ces tubes sont les plus utilisés pour les canalisations intérieures. La jonction de ces tubes se fait par raccords filetés. Tubes en acier étiré mince non file table Ils s'assemblent par brides ou soudure ou bien par raccords spéciaux à souder par brasure. La protection de ces tubes en acier pour les installations intérieures sera réalisée par galvanisation à chaud ou à froid pour les locaux humides [47].



**Figure (III-26) :** Les tuyaux en acier filetable [46]

### c) Tuyaux en PEX

Le PEX, également appelé polyéthylène réticulé, est un matériau de tuyauterie qui est devenu de plus en plus populaire dans les projets de plomberie modernes. Le matériau est plus flexible que le cuivre ou le fer, ce qui facilite l'installation. Lorsque le projet nécessite des tuyaux qui doivent s'intégrer dans des espaces restreints, le PEX peut être la meilleure option disponible. Le PEX est également souvent plus rapide à installer que d'autres matériaux rigides est dure pratiquement pour toujours.

PEX peut être utilisée pour [47] :

- Lignes d'alimentation en eau ou systèmes de distribution d'eau potable
- Applications de plomberie et de chauffage radiant
- Applications de transfert de chaleur, telles que le refroidissement par le sol
- Distribution d'eau pour les applications d'eau chaude, y compris les radiateurs

### III.2.4.2 Les différents types de joints

Différents types de joints peuvent être utilisés pour l'assemblage des tubes en acier. Parmi les plus utilisés on peut citer :

#### a) Les joints mécaniques

Ils résistent à des pressions allant jusqu'à 25 bars et permettent dans n'importe quel angle une déviation de 4 à 5 des tubes assemblés.



Figure (III-27) : joints mécaniques [46]

### b) Joints soudés

L'assemblage par brides : cet assemblage est nécessaire pour relier aux tubes d'acier des tuyaux ou des pièces de raccords à brides, ou des appareils de robinetterie ou de fonderie. Ces brides sont soit en fonte, soit en acier.

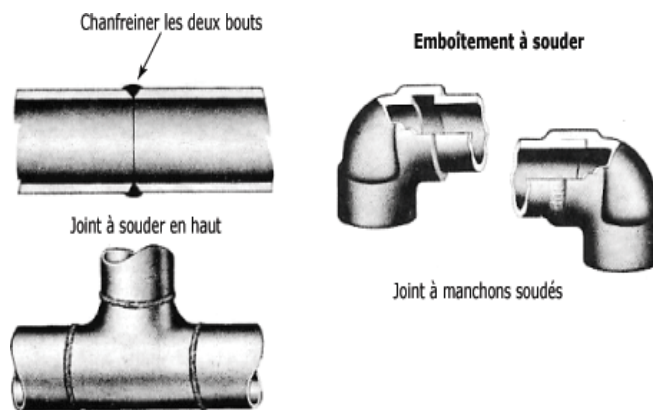


Figure (III-28) : Joints soudés [46].

### c) Les joints perplexes

Permettent d'assembler deux pièces terminées l'une par une bride et l'autre par un bout sans bride. Ont l'avantage de pouvoir supporter une pression de 60 bars pour des diamètres inférieurs à 150 mm et leur flexibilité leur permet de suivre la sinuosité des tracés.



**Figure (III-28) :** joints perplexes [46].

### III.2.4.3 Les tuyaux en cuivre

Pour les installations soignées, l'emploi du cuivre est assez répandu. On distingue : le cuivre rouge écroui et le cuivre rouge recuit qui se différencient surtout par leur facilité de façonnage. Le cuivre rouge recuit est indiqué pour les parcours sinueux, tandis que le cuivre écroui plus rigide, épouse mieux les tracés rectilignes. Ils peuvent résister à une pression des 10 bars.



**Figure (III-30) :** tuyaux en cuivre [47].

#### Assemblages

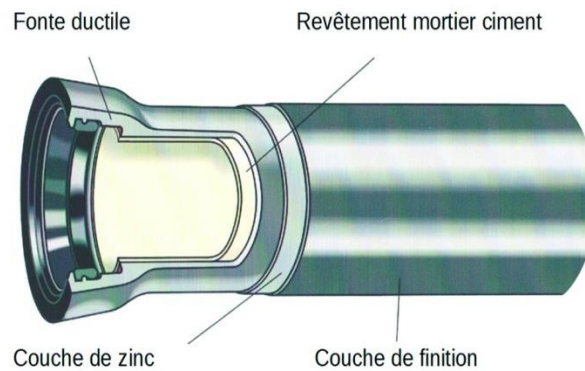
Les tuyaux en cuivre peuvent s'assembler par

**a) Façonnage direct :** la jonction des deux tubes en cuivre bout à bout est réalisable sans l'adjonction de pièces de raccord.

**b) Raccords** : ce sont les plus courants car faciles et offrant la possibilité d'être démontés. Leur réalisation s'effectue par des pièces en bronze qui comportent des écrous opérant par compression ou serrage.

Les tuyaux en cuivre se travaillent plus facilement, sont résistants, légers et peuvent être peints extérieurement. D'une part leur malléabilité, ces tuyaux offrent des possibilités de façonnage intéressantes qui peuvent éviter l'utilisation de raccords par cintrage. Cependant, ils se ternissent facilement à l'air.

### III.2.4.4 Les tuyaux en fonte

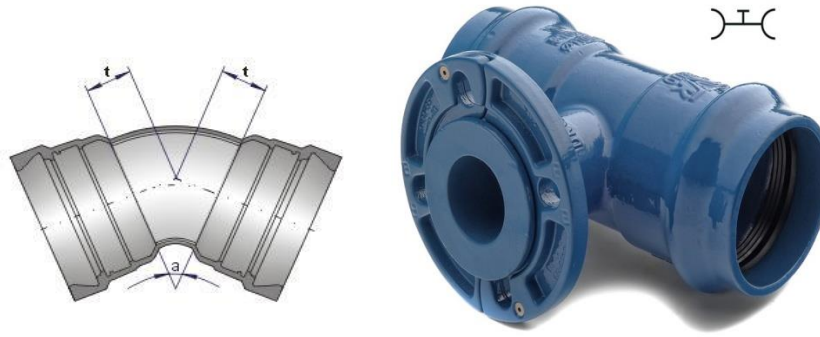


**Figure (III-31)** : Les tuyaux en fonte [47].

Les tuyaux en fonte se distinguent par la façon dont le joint est exécuté. On relève deux catégories principales de joint:

#### a) Les joints à emboîtement

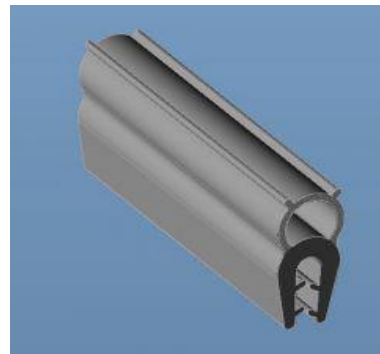
Les tuyaux sont dissymétriques et le joint est réalisé en corde matée dans laquelle est coulée du plomb fondu. Actuellement l'étanchéité est assurée par une bague à lèvres en "caoutchouc".



**Figure (III.32) :** joints à emboîtement [46].

### b) les joints souples avec des rondelles d'étanchéité

Une contre bride en forme de U et des boulons en fonte spéciale pour éviter la corrosion.



**Figure (III-33) :** les joints souples avec des rondelles d'étanchéité [46].

Le principal avantage est leur remarquable résistance à la pression de l'eau. Une bonne résistance aux chocs d'où la facilité de son transport. Le principal inconvénient est l'importance de prix.

### III.2.5 Appareils de sectionnement

Ce sont les organes libres ou recommandés, prenant appui sur une surface, destinés à interrompre l'écoulement d'un fluide, C'est un obstacle au déplacement du fluide. Il fait naître des résistances ou pertes de charges variables avec la vitesse, la forme et la fraction d'obturation, qui augmentent d'autant la force motrice nécessaire au mouvement du fluide.

## Chapitre III Calculs des réseaux des distributions et évacuations des eaux

Les conditions suivantes sont réunies dans la construction des appareils de sectionnement pour une fiabilité.

- Étanchéité
- Résistance à l'attaque du fluide
- Forme favorable à l'écoulement
- Indéformabilité sous la pression
- Surface de contact assez faible pour faciliter le rodage, mais suffisante pour ne pas être matée
- Poids minimum pour réduire l'effort d'ouverture automatique.
- Rapidité et facilité de manœuvre.

### III.2.6.1 Caractéristiques des différents appareils

#### III.2.6.1.1 Les robinets

##### III.2.6.1.1.1 Robinet à soupape [48]

- l'étanchéité est bonne, mais nécessite un rodage
- les pertes de charge sont élevées
- la manœuvre est assez rapide au moyen d'une tige
- l'étranglement de la section est facile
- conviennent pour de faibles ou moyens débits à pressions moyennes.



**Figure (III-34) :** Robinet à soupape [46].

### III.2.7.1.1.1 Les robinets à clapet [48]

Ils portent un disque obturateur plastique. Ils sont réservés pour les canalisations dont le diamètre est inférieur à 1,5 cm.

Les clapets de retenue ils sont utilisés en général lorsque le réseau comprend un système de suppression, tendant à refouler l'eau. Ils sont placés en aval du robinet d'arrêt, et sont destinés à retenir l'eau contenue dans une canalisation après ouverture de ce dernier.



Figure (III-35) : Les robinets à clapet [46]

### III.2.7.1.1.1 Les robinets de puisage

Plusieurs types sont utilisés dans un logement suivant leurs qualités et leur forme. Cependant les plus utilisés sont les robinets à soupape.

Les robinets intermittents à débit limité pour ces robinets, quelque soit le moyen employé pour maintenir ouvert (action constante sur le levier) ce robinet se ferme seul après un débit déterminé obtenu par réglage préalable de la vis.

Les robinets à commande à distance le principe de fonctionnement est le même que celui des robinets à fermeture automatique ou à débit limité. La manœuvre peut se faire à une distance allant jusqu'à 100 m par un robinet secondaire. Ce type de robinet peut être d'un grand apport en cas d'incendie [48].



Figure (III-36) : Robinet de puisage [46].

### III.2.7.1.1.2 Robinet à vanne

- L'étanchéité est excellente, auto-entretenu ;
- Les pertes de charge sont très faibles, le fluide ne subissant pas de déviation
- La manœuvre par vis commandée est généralement lente
- Convient pour tous débits et tous fluides.
- manœuvrés en général à l'aide d'un volant, ils sont réservés aux conduites d'un diamètre supérieur à 0,04 m [48].

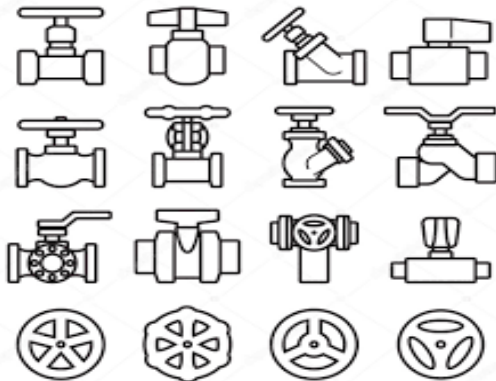


Figure (III-37) : Robinet à vanne [46].

### III.2.7.1.3 Robinets à tournant

- L'étanchéité est médiocre, non persistants par suite de l'usure et de la poussée axiale du tournant
- Les pertes de charge sont réduites.

## Chapitre III Calculs des réseaux des distributions et évacuations des eaux

- La manœuvre est rapide et se fait au quart de tour.
- Ils s'emploient pour faibles débits et pressions modérées.



Figure (III-38) : Robinets à tournant [46]

### II.2.7.1.4 Robinets à papillon

- L'étanchéité est généralement médiocre
- Les pertes de charge sont faibles
- La manœuvre est rapide.



Figure (III-39) : Robinets à papillon [46]

### III.2.8 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. Ces derniers sont provoqués en général par la présence des poches d'air dans les points haut des canalisations. Le déplacement de ces bulles d'air provoque

## **Chapitre III    Calculs des réseaux des distributions et évacuations des eaux**

---

de brusques appels d'air formant des coups de bélier. Lors d'une pression ou dépression provoquée par une brusque fermeture ou ouverture d'un robinet, on assiste également à ces inconvénients, il est recommandé d'utiliser des ventouses à chaque point haut des canalisations. Ces ventouses automatiques sont montées sur des canalisations dont le diamètre excède 40 mm.

### **a) Les limiteurs de pression**

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 qui ont pour rôle de palier à cet inconvénient. Ce sont des appareils délicats dont le fonctionnement dépend beaucoup des pressions à réduire [49].

### **b) Système de surpression**

Un système de surpression comporte généralement une ou plusieurs pompes centrifuges dont le fonctionnement est asservi pour chacune à un contacteur manométrique

Un ou plusieurs réservoirs galvanisés ou à vessie dont le volume total, et donc le volume utile, est fonction du débit demandé et du nombre de démarrages horaires maximum. choisi pour les pompes dans le cas des réservoirs galvanisés, il est prévu un alimenteur d'air automatique ou un compresseur

- Des clapets de retenue.
- Un contacteur manométrique par pompe.
- Une armoire électrique de commande et de protection des pompes. Les supprimeurs ont en général un débit de 0,5 à 6 m<sup>3</sup>/h et une pression de refoulement de 20 à 60 mC.

### **c) Systèmes de surpression d'eau et réservoirs**

Pour les immeubles à grande hauteur ou comportant un important nombre d'appareils, il peut arriver que la pression disponible au niveau du branchement général sur le réseau public soit insuffisant pour le bon fonctionnement du réseau intérieur. Ainsi des supprimeurs sont nécessaires pour ramener cette pression au niveau adéquat, et un réservoir pour stocker l'eau refoulée par ces supprimeurs qui pourra servir aux heures de pointe. Les systèmes de surpression ou d'alimentation en eau comportent une ou plusieurs pompes alimentées [49].

## Chapitre III Calculs des réseaux des distributions et évacuations des eaux

- En aspiration : par puits ou forage.
- En charge : par bête ou réservoir de stockage ou par réseau de distribution publique

Le choix d'un système est avant tout le choix d'une pompe en fonction des performances à réaliser.

- Un débit d'eau à assurer.
- Une hauteur manométrique (ou pression de refoulement)



**Figure (III-40) :** Systèmes de surpression d'eau et réservoirs [49]

### III.3 Réseaux intérieures de la distribution d'eau

- Branchement d'eau général conduite amenant l'eau du réseau public jusqu'au compteur général ou robinet d'arrêt général.
- Compteur général: compteur placé sur le branchement d'eau général enregistrant la totalité de la consommation de ce branchement.
- Ceinture principale ou conduite principale / Tuyauterie d'allure horizontale partant du compteur général, généralement placée au plafond du sous-sol et sur laquelle sont raccordées les prises partielles d'alimentation des divers services.
- Colonne montante : tuyauterie verticale desservant les étages.
- Rampe d'alimentation : tuyauterie horizontale partant de la colonne montante et alimentant les appareils sanitaires, Dans les immeubles collectifs le compteur est placé à l'origine de cette canalisation.
- Robinet d'arrêt général robinet placés sur le branchement d'eau général et commandant l'arrivée de l'eau de tous les bâtiments desservis

## **Chapitre III    Calculs des réseaux des distributions et évacuations des eaux**

---

- Robinet d'arrêt : Robinets placés sur les différents éléments décrits ci-dessus différentes parties d'installation Ils permettent d'isoler les robinets d'arrêt doivent être placés aux endroits suivants :
  - Origine de la ceinture principale
  - Pieds des colonnes montantes
  - Départ de rampe d'alimentation
  - A côté et avant le compteur général.
- Conduite d'alimentation: tout tuyau transportant l'eau du compteur ou du robinet d'arrêt général jusqu'à un appareil d'utilisation Nourrice , , d'alimentation d'eau renforcement du diamètre d'une tuyauterie sur lequel sont groupées des prises partielles d'alimentation des divers services, ainsi que leurs 1 robinets d'arrêt et de vidange, afin de centraliser en un point la manœuvre des robinets d'arrêt et de départ.
- Anti-bélier: 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.

### **III.4 Dimensionnement des canalisations**

#### **III.4.1 La pression origine de l'eau**

Elle dépend du niveau et de l'éloignement du point de piquage par rapport à la source. En règle générale, Si la pression est trop faible, il devient nécessaire de faire appel à un ou plusieurs suppresseurs. Si la pression est trop forte, il devient nécessaire d'introduire dans le réseau un ou plusieurs réducteurs de pression (cas des étages inférieurs des immeubles à grande hauteur).

Enfin, pour un bon fonctionnement du réseau, il est consigné une pression comprise entre 2 ou 3 bars dans les canalisations. Ce qui signifie que l'installation disposera de cette marge pour équilibrer les pertes de charge et conserver comme le prescrit le code, une pression résiduelle de 2 mce ou de 5 mec au-dessus du dernier robinet, suivant que celui-ci sera un puisage ordinaire ou une valve de chasse [50].

### III.4.2 Le débit

Dans les canalisations intérieures beaucoup de considérations doivent être prises en compte : le débit de puisage ou débit de soutirage des différents bâtiments, le nombre d'appareils qui s'y trouvent et susceptibles de fonctionner en même temps.

Dans un projet de réseau, pour la détermination du calibre du compteur et du diamètre de branchement, il est évident, que le débit de pointe servira d'hypothèse de calcul [50], indiqué dans le tableau (III-1) en annexes.

### III.4.3 Coefficient de simultanéité

Est un Coefficient permet de tenir compte du nombre d'appareils fonctionnant simultanément dans une installation.

Pour des raisons économiques, on doit tenir compte du nombre d'appareils susceptibles de fonctionner en simultanéité.

$$Y = \frac{1}{\sqrt{(x-1)}} \quad (\text{III-1})$$

Le débit probable est obtenu par : le produit du débit total de l'ensemble des points de puisage et du coefficient de simultanéité [51].

Dans le cas général, c'est à dire où une même colonne dessert à la fois la colonne des robinets de chasse et celle des autres appareils, on applique à chaque catégorie d'appareils son coefficient de simultanéité propre. Le débit de calcul est la somme des deux résultats obtenus.

Les hypothèses de simultanéité indiquées ci-après sont faites pour le calcul des débits d'alimentation d'appareils autres que robinets de chasse : le débit servant de base au calcul du diamètre d'une canalisation est obtenu en multipliant la somme des débits des appareils.

Par un coefficient donné par le graphique et la formule ci-dessous, en fonction du nombre d'appareils.

Toutefois, lorsqu'il est prévu une alimentation pour une ou plusieurs machines à laver, il n'est pris en compte qu'une seule de ces machines dans le calcul de la somme des débits des appareils.

### Chapitre III Calculs des réseaux des distributions et évacuations des eaux

- Robinets de chasse : ne fonctionnant que pendant quelques secondes ne sont pas comptabilisés dans le calcul au même titre que les autres appareils :

Pour 3 robinets installés : 1 seul robinet en fonctionnement

Pour 4 à 12 robinets installés : 2 robinets en fonctionnement

Pour 13 à 24 robinets installés : 3 robinets en fonctionnement

Pour 25 à 50 robinets installés : 4 robinets en fonctionnement

Pour plus de 50 robinets installés : 5 robinets en fonctionnement.

Le débit ainsi obtenu pour les robinets de chasse est à ajouter à la somme des débits obtenus pour les autres appareils après application du coefficient de simultanéité ci-dessous.

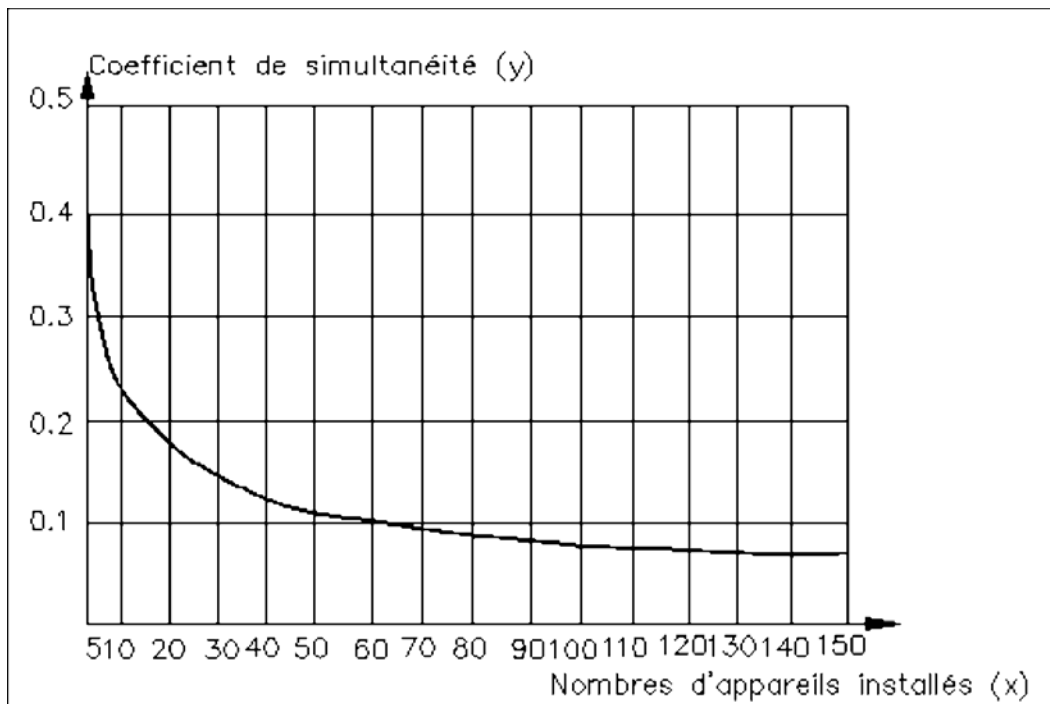


Figure (III-41) : Coefficient de simultanéité en fonction de nombres d'appareils [51]

### III. 4.3 La vitesse

Les canalisations intérieures et extérieures (jusqu'au branchement) étant en général, de diamètre faible, pour un bon fonctionnement la vitesse doit être comprise entre 0,5 et 1,5 m/s. le plus possible maintenue constante à l'intérieur des canalisations pour éviter certaines anomalies dont le plus important est le "coup de bélier".

On peut la calculé a partir de la formule :

$$V=D/S \quad (\text{III-2})$$

Avec  $V$  : vitesse en m/s

$D$  : Débit en  $m^3/s$

$S$  : surface de tube  $\frac{\pi d^2}{4}$  en  $m^2$

### III. 4.4 Pertes de charge

Un réseau de distribution est formé par un ensemble de canalisations de raccords, de robinets de puisage et leurs accessoires. Ils influent sur le réseau par leurs particularités. Ainsi distinguera-t-on les pertes de charge linéaires (canalisations) et les pertes de charge singulières (coudes, tés, robinetterie, compteurs, opercules) [50].

#### a) 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, Elles sont fonction de la rugosité des canalisations et de leur longueur. Elles peuvent être évaluées à l'aide de la formule de Flamant.

$$P_e - P_s = K * U^{1.75} * D^{-(1.25)} \quad (\text{III-3})$$

Les valeurs de K qui ont été adoptées sont

- Eau froide 0,00092

## Chapitre III Calculs des réseaux des distributions et évacuations des eaux

---

- Eau chaude 0,00046
- U : vitesse de conception
- D : Diamètre m

Le coefficient K tient compte :

- De la rugosité
- De la viscosité (relative)
- Des unités.

### b) Pertes de charges totales

Pour déterminer les pertes de charges totales, charges locales sont évaluées en s'ajoutent à la longueur totale de conduite compteurs adoucisseur où elles seront évaluées.

### III. 4.5 Diamètres des canalisations intérieures et branchement général

Le calcul des diamètres d'un réseau est basé sur [50]:

- Le schéma du réseau (éventuellement ses accessoires et accidents de parcours)
- Les longueurs des tronçons
- Les niveaux des extrémités des tronçons
- Les débits à assurer (débits probables)
- Les caractéristiques du réseau qui doit alimenter l'installation, à savoir :
  - Pression disponible pour le débit maximal de l'installation,
  - Niveau du point de branchement.

Le diamètre peut être obtenu par la formule suivante [51] :

$$D = \sqrt[4]{4Q_p / \pi V} \quad (\text{III-4})$$

Avec  $Q_p$  débit probable

$V$  vitesse de conception choisie.

### III. 4.6 Détermination de débit

Le débit est obtenu en faisant la somme des débits de tous les appareils situés en aval et en tenant compte des coefficients de simultanéité et en appliquant la formule :

$$Q_p = y * Q_i \text{ (III-5)}$$

Y : coefficient probable de simultanéité de tous les appareils situés en aval.

Qi = débit brute (somme des débits de base).

Qp = débit probable. Il est basé sur la formule y et valable pour  $X \geq 2$  nombre d'appareils que comporte la partie de l'installation.

### III.4.7 Diamètre intérieur minimal d'alimentation en fonction du nombre d'appareils

#### a) Installations individuelles [51]

Chaque appareil individuel est affecté d'un coefficient suivant le tableau (III-2) e annexes. La somme des coefficients permet avec le graphique de déterminer le diamètre minimal d'alimentation du groupe d'appareils, à partir de deux appareils.

Lorsque le total des coefficients est supérieur à 15, il y a lieu de calculer, comme pour les parties collectives.

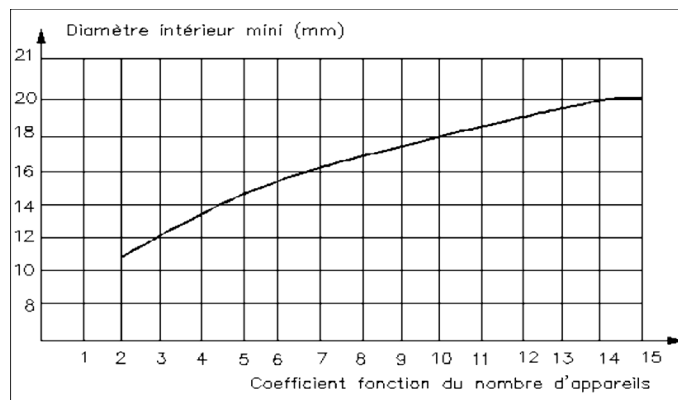


Figure (III-42) : diamètres intérieur en fonction de nombre d'appareils [51].

### b) Installations collectives [51]

Pour toute installation pour laquelle le total des coefficients est supérieur à 15, il est nécessaire de calculer ces diamètres selon la formule de Flamant :

$$\text{Eau froide :} \quad D_J = 0.00092 \sqrt{\frac{V^2}{D}} \quad (\text{III-6})$$

$$\text{Eau chaude :} \quad D_J = 0.00046 \sqrt{\frac{V^2}{D}} \quad (\text{III-7})$$

D : diamètre intérieur (m)

J : perte de charge (mce/m)

V : vitesse (m/s).

Les deux abaques (III-23) et (III-24) en annexes résultent de l'application de ces formules.

### III. 5 Réseaux d'évacuation des eaux usées

#### III. 5.1 Définition d'évacuation de l'eau

Est un système de collecte des eaux usées où toutes les eaux (eaux usées et eaux pluviales) transitent par une seule ou plusieurs canalisations, comporte un ensemble des dispositifs et des compagnies assurant le déplacement de ces eaux depuis le point d'usages jusqu'à un système d'assainissement qui comporte les foncees, égouts et assainissement

#### III.5.2 Besoins en appareillage

Le réseau d'évacuation intérieur consiste les éléments suivants :

- Le branchement de chaque appareil d'utilisation (le diamètre varie avec l'appareil, mais dépasse 50 mm pour les water-closets).
- Les collecteurs d'appareils : canalisation horizontales recueillant les eaux usées et raccordant les différents appareils sanitaires aux tuyaux de chute.
- Les canalisations verticales qui font suite aux collecteurs.
- Les descentes d'eaux usées canalisations verticales recevant les décharges d'éviers, baignoires, bidets et urinoirs. lavabos, douches,
- Les chutes desservant uniquement des water-closets.

## **Chapitre III    Calculs des réseaux des distributions et évacuations des eaux**

---

- Les chutes uniques assurant à la fois les fonctions de descentes et de chutes (dans ce cas la ventilation secondaire est obligatoire).
- Les collectrices principales canalisations d'allure horizontale recueillant, en cave, les descentes et les chutes La ventilation partie de tuyauterie prolongeant les tuyaux d'évacuation verticaux
- La ventilation secondaire : Tuyau amenant l'air nécessaire pendant les évacuations et empêchant l'aspiration de la garde d'eau des siphons.

### **a-Siphons**

Ce sont des dispositifs obturateurs hydrauliques qui doivent former la solution de continuité indispensable entre l'air vicié des canalisations et l'air des locaux. Ils doivent avoir la plus faible perte de charge possible, ne posséder ni arrêtes, ni rugosité susceptibles de retenir les corps étrangers et résidus évacués avec les eaux usées. La garde d'eau à observer dans tous les siphons sera d'au moins 5 cm. L'écoulement de tout appareil sanitaire doit être muni d'un siphon de dimension appropriée placé Immédiatement à la sortie de l'appareil. Les dimensions minimales des siphons et orifices d'écoulement des appareils sanitaires ainsi que leur débit et le diamètre des amorces de ventilation secondaire correspondantes sont fixés

D'autre, l'écoulement d'un appareil sanitaire quelconque ne pourra se faire dans la tubulure d'un siphon de w.c. ou dans le branchement des w.c. Tous les siphons qui ne sont pas démontables doivent avoir un bouchon de dégorgeement ou tampon hermétique suffisant pour le nettoyage et ouvertures de nettoyage enterrés, qu'ils soient placés à l'intérieur ou à l'extérieur d'un bâtiment, doivent être accessibles et protégés par un regard maçonné de dimensions appropriées avec chassies et tampon de fermeture.

Les ouvertures recueillant les écoulements du sol doivent être munies d'une grille démontable et d'un siphon nettoyable. Ce siphon doit être capable d'un large débit, l'entrée de la grille doit être toujours visible, ces ouvertures doivent également être munies d'un panier amovible ne pouvant pas être entraîné par les eaux.

Lorsqu'un branchement doit évacuer des eaux chargées d'une quantité anormale de graisses pouvant obstruer les canalisations, les siphons doivent être pourvus d'une boîte à graisse. Ces

## Chapitre III Calculs des réseaux des distributions et évacuations des eaux

appareils doivent être placés dans un endroit facilement accessible et aussi près que possible des appareils qu'ils vidangent

La Garde d'eau : hauteur d'eau tenue en réserve dans les siphons et formant obturateur hydraulique [52].

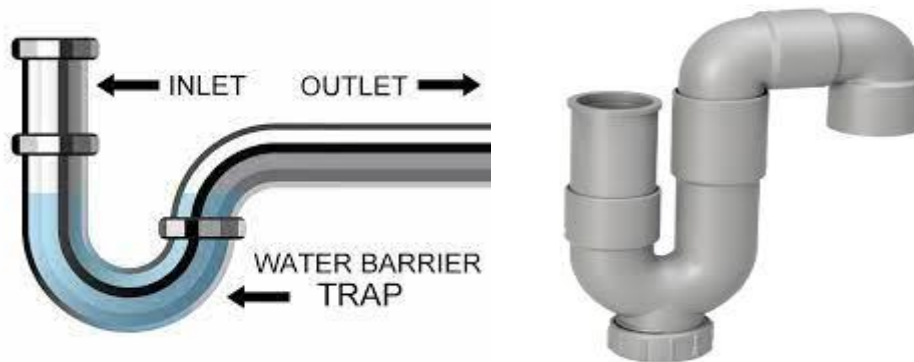


Figure (III-43) : Siphons [52]

### c) Egouts

L'égout est la canalisation recevant les eaux pluviales, ménagères et les évacuations des water-closets de l'intérieur des immeubles. Au niveau de la collecte dans une fosse des produits S'établissent en général à l'intérieur des immeubles. Afin d'éviter la difficulté d'interrompre l'utilisation des L'égout est la canalisation recevant les eaux pluviales, ménagères et les évacuations des water-closets de l'intérieur des immeubles. Au niveau de la collecte dans une fosse des produits des W.C., la différence absolue entre chutes et descentes d'eaux ménagères se justifie [52].

Le nombre de canalisations verticales, parfois gênantes et toujours coûteuses est réduit par l'emploi des chutes uniques.

### III.5.2 Chute et descentes d'eaux ménagères des immeubles de grande hauteur

La garde d'eau des siphons au réz de chaussée et des étages inférieurs des grands immeubles n'est pas toujours assurée. Deux dispositifs capables d'écarter de façon absolue le risque en cause :

## **Chapitre III    Calculs des réseaux des distributions et évacuations des eaux**

---

Première solution amélioré la ventilation primaire des chutes et descentes en forçant légèrement leurs diamètres. Adopter pour maximum de diamètre 125 mm au lieu de 100 mm.

Deuxième solution : réaliser la ventilation secondaire des appareils installés dans les étages inférieurs.

### **III. 5.3 Ventilation primaire et secondaire**

#### **III. 5.3.1 Ventilation primaire des canalisations verticales d'évacuation [53]**

La ventilation primaire des canalisations verticales d'évacuation permet aux tuyaux de chute et de descente d'eaux ménagères d'être prolongés dans leur diamètre jusqu'à l'air libre et au-dessus des locaux habités. Ceci présente un avantage principal à savoir l'accélération du mouvement de l'eau, d'où diminution des risques d'obstruction. Quand il y a formation d'un piston hydraulique, qui se produirait en cas de non communication avec l'atmosphère, autrement dit, en l'absence d'une ventilation primaire.

La ventilation primaire apparaît donc indispensable au bon fonctionnement des évacuations verticales. La circulation de l'eau sous la forme d'un piston hydraulique provoque un véritable ramonage de la conduite, cela est vrai, non seulement pour les conduites verticales, mais d'une façon absolument générale. Aussi, convient-il, pour maintenir l'intérieur des canalisations sans dépôts adhérents, de favoriser la formation du piston hydraulique. On doit donc bien se garder, par crainte des obstructions, d'augmenter in considérablement le diamètre d'une canalisation.

La ventilation primaire des chutes et des descentes d'eaux ménagères présente encore un avantage hygiénique important, celui de contribuer à ventiler l'égout public. Dans les immeubles très élevés, il peut se produire des dépressions importantes dans la chute, même si elle est ventilée en partie haute et en partie basse. Pour réduire l'effet des dépressions qui risquent de prendre naissance dans cette chute, on double alors cette dernière ventilation verticale parallèle. Celle-ci débouche en partie haute de la chute formant la ventilation primaire.

#### **III. 5.3.2 Ventilation secondaire de branchement d'évacuation**

La ventilation secondaire des branchements d'évacuation à l'intérieur des immeubles permet au siphon posé à la sortie de chaque appareil d'empêcher normalement la communication entre

## Chapitre III Calculs des réseaux des distributions et évacuations des eaux

l'atmosphère des locaux et l'air vicié des canalisations. Cependant, l'efficacité d'un siphon réside dans sa garde d'eau. Il convient donc de combattre les causes susceptibles de provoquer la disparition de cette dernière. Évaporation de l'eau, souvent constatée après une longue période de non occupation des locaux. L'introduction dans chaque siphon avant l'abandon des locaux, d'un peu d'huile recouvrant l'eau éviterait l'évaporation de cette dernière [53].

### III. 5.4 Nature des canalisations pour l'évacuation d'eaux usées

#### III. 5.4.1 Canalisation en fonte [52]

Elles sont actuellement exclusivement réalisées par centrifugation qui donne une fonte plus fine et plus résistante que la fonte moulée. Les tuyaux en fonte se distinguent par la façon dont le joint est exécuté, et dont il existe deux catégories principales :

- Les joints à emboîtement dont la gamme des diamètres utiles va de 60 à 125 mm.
- le joint souple dont il existe deux types :

Le joint express les tuyaux sont à emboîtement. Le joint comprend, en sus de la rondelle d'étanchéité, une contre-bride en forme de U et des boulons en fonte spéciale pour éviter la corrosion.

Le joint Gilbault : les tuyaux sont à bouts unis. Le joint est constitué par une bague en fonte recouvrant les deux extrémités des tuyaux à assembler. La fonte constitue depuis près d'un siècle le matériau le plus employé. Présente de nombreux avantages :

- Sécurisé vis à vis des ruptures et des fuites, conséquence de la résistance du métal et des procédés de confections de joints
- facilité d'adaptation à tous les tracés, grâce à la diversité des raccords existants



Figure (III-43) : Canalisation et joint en fonte [49].

### III.5.4.3 Canalisation en amiante-ciment

Au lieu d'utiliser la série lourde comme pour l'eau sous pression, on emploie la série normale pouvant servir aux usages suivants

- descentes d'eaux pluviales
- descentes d'eaux usées chutes d'ordures ménagères
- collecteurs et conduites d'assainissement
- branchements d'égout particulier conduits de fumée (diamètre 0,300 à 0,800)
- conduits de ventilation.

Les tuyaux pour les chutes et descentes d'eaux ménagères sont choisis dans la série assainissement, qui correspond à une fabrication plus robuste, et avec un revêtement intérieur en vernis bitumeux antiacide. La norme définit les éléments de canalisations en amiante-ciment pour canalisations sans pression. Le mastic garnissant l'emboîtement au dessus de la corde est souvent un mastic bitumeux plastique à froid. Par économie, on emploie aussi quelque fois un mastic bitumeux coulé à chaud. Comme les tuyaux en fonte, ceux en amiante-ciment comportent une grande diversité de raccords à emboîtement. Le branchement est relié à la conduite verticale par l'intermédiaire d'une manchette métallique (en fonte ou en bronze) maintenue au moyen d'une bretelle en acier, embrassant la chute ou descente sur laquelle prennent appui une ou deux vis de tension. La chute ou la descente se presse une fois posée, après avoir déterminé, alors sans risque d'erreur, l'emplacement de la manchette l'étanchéité est assurée par une rondelle en caoutchouc. Le raccord trouve son emploi aussi bien pendant la construction d'un bâtiment que lorsqu'il s'agit, dans un immeuble ancien, de raccorder un nouvel appareil sur une chute ou sur une descente existante. Les supports des canalisations en amiante-ciment sont identiques à ceux des appareils en fonte [52-47].



**Figure (III-44) :** Canalisation en amiante-ciment [49]

### III.5.4.4 Canalisation en plomb

Dans l'établissement des évacuations, le tuyau de plomb constitue un matériau du premier ordre. Il présente une surface lisse, et qu'il conserve telle en raison de l'inaltérabilité du métal vis-à-vis des eaux usées. Utilisé en canalisations de vidange, le plomb a l'avantage de ne pas se corroder et d'être insonore, ce qui est particulièrement intéressant pour les chasses de W.C., les vidanges d'évier et de lavabos, sources fréquentes de bruits gênants. À côté des tuyaux de plomb classique, on utilise parfois des tuyaux en plomb antimoniés durcis qui peuvent être employés en plus faibles épaisseurs mais doivent être travaillés avec certaines précautions. De plus, les joints réalisés par soudure présentent une étanchéité excellente et durable ; les jonctions sont d'ailleurs largement espacées. Enfin la malléabilité du métal permet l'exécution aisée des coudes et dévoiements. Cependant, en raison des coûts élevés du plomb, son emploi dans l'établissement des chutes et des descentes reste exceptionnel et généralement limité à des installations particulièrement soignées où l'on cherche à réduire les bruits au maximum. Le plomb, métal lourd et très absorbant, convient particulièrement bien dans ce cas [52].



**Figure (III-45) :** Canalisation en plomb [49]

### III. 5.4.5 Canalisation en acier

Les tubes en acier conviennent aussi bien que les matériaux précédents pour établir les chutes et les descentes d'eaux ménagères. Les joints s'effectuent, soit au moyen de manchons en fonte soit au moyen des raccords filetés utilisés couramment dans les installations de chauffage central. La paroi intérieure des chutes et des descentes d'eaux ménagères se revêt rapidement d'un film gélatineux pour les premières, gras, pour les secondes, film qui constitue une protection

## **Chapitre III    Calculs des réseaux des distributions et évacuations des eaux**

---

efficace contre l'oxydation. On peut donc utiliser des tubes "noirs", c'est à dire "non galvanisés". Une protection extérieure s'impose, qu'il s'agisse d'ailleurs de tubes galvanisés ou noirs, à la traversée des maçonneries Bordées en plâtre [52].

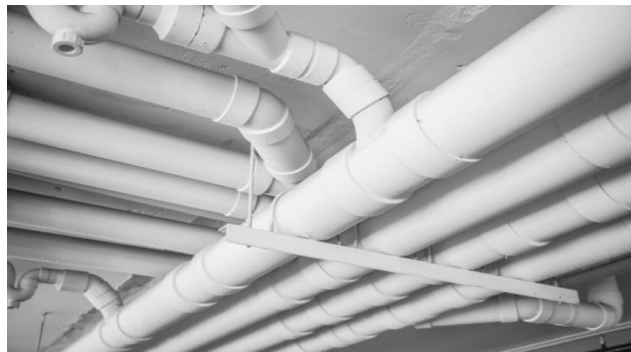
### **III. 5.4.6 Canalisation en PVC**

Leur faible résistance aux variations thermiques freinait l'utilisation des tuyaux en PVC. Actuellement leur faible prix et l'amélioration de leurs qualités ont développé considérablement leur emploi. Le polychlorure de vinyle, actuellement très répandu, est un excellent isolant électrique et thermique. Il ne se consume pas (se carbonise sans brûler). Il se ramolli à la chaleur, point critique son utilisation pour le transport de fluides chauds n'est donc pas indiquée.

La densité est de  $1,35 < d < 1,40$  et le coefficient de dilatation linéaire  $60.10^{-6} < C > 80.10^{-6}$  Ce coefficient est élevé si on le compare à celui des métaux, soit 3 à 4 fois plus grand. Cette caractéristique impose quelques précautions dans la pose pour les canalisations très longues. Le polychlorure de vinyle est insensible à des nombreux agents chimiques : acides, bases, sels (sauf les acides nitriques et acétiques concentrés). Les résistances mécaniques sont moins élevées que celles des métaux, mais en calculant plus largement les dimensions, on peut satisfaire aux servitudes demandées dans des conditions encore intéressantes, le poids et le prix étant moindres que ceux des métaux. Dans l'emploi des tubes rigides, il faut tenir compte de la fragilité relative du produit. D'une façon générale les tubes en PVC s'assemblent par emboîtements collés. Antérieurement les emboîtements étaient confectionnés sur le chantier on ramollissait par chauffage l'extrémité d'un autre tube. Aujourd'hui, les tubes comportent, de fabrication, un emboîtement et leur assemblage se réduit aux opérations suivantes :

- Chanfreiner à la lime les extrémités des tubes
- Préparer les surfaces devant venir en contact, c'est à dire les nettoyer, les décaper avec le décapant spécial, les enduire de colle spéciale
- Enfoncer le bout mâle dans l'emboîtement. Ne pas opérer auprès d'un feu nu, les colles utilisées étant très inflammables. L'emploi des raccords de jonction en fonte malléable, laiton, bronze, polystyrène, permet d'établir des tuyauteries démontables. D'autres types de raccords sont utilisés aux approches de la robinetterie. Les tubes en polyéthylène sont plus spécialement raccordés suivant les procédés ci-après d'ailleurs également utilisables pour les autres tuyaux

rigides en matière plastique. Les filetages des tuyaux et des raccords sont garnis d'un produit hermétique et, si besoin est, de filasse. . Les embouts, enduits de pâte à joint, sont adaptés sur les tés, coudes, manchons d'union, etc. Le tuyau préalablement ramolli à l'eau bouillante reçoit l'embout qui est serré au moyen d'un collier en métal inoxydable. Très souvent, les tubes en matière plastique utilisés à l'intérieur des bâtiments, sont appelés à être peints. Pour obtenir une bonne adhérence, il est recommandé d'utiliser des peintures dérivées du produit plastique [52].



**Figure (III-46) : Canalisation en PVC [52]**

### **III. 5.5 Dimensionnement des canalisations d'évacuation**

#### **III. 5.5.1 Diamètre des tuyaux de chute et de descente**

Les diamètres des chutes et descentes, ainsi que ceux des conduits de ventilation secondaire sont déterminés, conformément aux indications fournies par le tableau ci-après, en fonction du nombre réel des appareils desservis.

#### **III.5.5.2 Diamètre des tuyaux collecteurs**

Le débit des eaux usées à évacuer sera déterminé en faisant la somme des débits individuels des appareils et en leur affectant un coefficient de simultanéité calculé, La hauteur maximum d'eau à admettre dans la canalisation principale d'évacuation d'eaux usées doit être au plus égale à la moitié du diamètre de cette canalisation. Toutefois, et pour tenir compte de l'évacuation des eaux pluviales en cas de violent orage, on pourra admettre une hauteur d'eau maximum égale aux 7/10 du diamètre du collecteur. Les diamètres seront choisis conformément aux indications fournies par les tableaux (III-3) et (III-4).

## Chapitre III Calculs des réseaux des distributions et évacuations des eaux

Ces débits sont ceux des tuyaux coulant à demi-pleins. Ils sont calculés d'après la formule de Bazin et pour un coefficient de frottement égal à 0,16. Le débit d'un tuyau rempli jusqu'au 7/10 de son diamètre est approximativement égal au débit multiplié par 1,5.

### 3.2.3 Chutes d'eaux usées

Les diamètres intérieurs des tuyaux de chute d'eaux usées doivent être choisis conformément au tableau (III.6). Ces diamètres seront constants sur toute la hauteur des colonnes.

Les tuyaux de chute d'eaux usées doivent être prolongés en ventilation primaire dans leur diamètre, jusqu'à l'air libre et au-dessus des locaux habités.

Pour un groupe d'appareils sanitaires (bâtiments scolaires, casernes, bureaux, ...) lorsque les tuyaux de chute et de descente ne peuvent être prolongés en ventilation primaire, jusqu'à l'air libre et au-dessus des locaux habités, le collecteur du groupe d'appareils doit être ventilé par une canalisation d'un diamètre au moins égal au diamètre maximal de l'évacuation piqué à la partie supérieure du collecteur principal lui-même ventilé

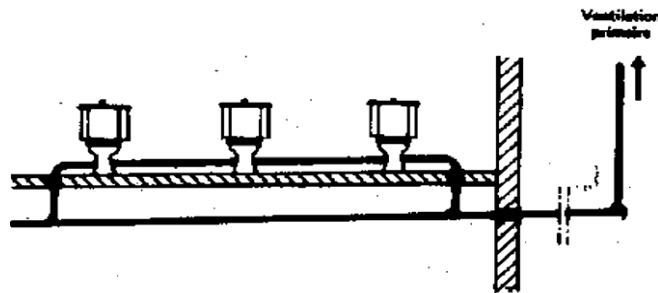


Figure (III-47) : Chute des eaux usées [51].

Les ventilations primaires de plusieurs chutes peuvent être regroupées en une seule immédiatement au-dessus du dernier branchement. Le diamètre de cette sortie étant le diamètre immédiatement supérieur au diamètre de la plus grande des ventilations avant regroupement, la ventilation secondaire n'est exigée en aucun cas.

Les parcours horizontaux des ventilations devront comporter une pente pour assurer l'évacuation vers une chute des eaux de condensation.

## Chapitre III Calculs des réseaux des distributions et évacuations des eaux

Le tableau ci-dessous indique les diamètres intérieurs minimaux, exprimés en millimètres, des tuyaux de chute ou de descente en fonction du nombre des appareils desservis

Appareil	Nombre total d'appareils	Diamètre intérieur mini (mm)
WC	1 ou plusieurs	90
Baignoire, évier, lavabo, douche, urinoir, bidet, lave-mains, machines à laver	1 à 3 appareils autres que baignoire ou 1 baignoire au plus	50
	4 à 10 appareils incluant 2 baignoires au plus	65
	11 appareils et au-delà	90

**Tableau (III-5):** Diamètres intérieurs des tuyaux de chute [51].

### 3.3 Tuyaux collecteurs d'appareils

Le diamètre d'un collecteur principal est calculé comme suit :

- Faire la somme des débits individuels des appareils desservis (tableau)
  - Multiplier le chiffre obtenu par un coefficient de pour obtenir le débit probable
  - Calculer le diamètre du collecteur :
- Soit en utilisant la formule de Bazin :  $Q$  : débit ( $m^3/s$ )

$RH$  : rayon hydraulique (m)  $SM$  : surface mouillée ( $m^2$ )  $i$  : pente (m/m)

$\gamma$  : coefficient de frottement ( $m^{1/2}$ )

$$Q = \frac{87 \cdot RH \sqrt{i}}{\gamma + \sqrt{RH}} \times SM \quad (\text{III-8})$$

$Q$  : débit ( $m^3/s$ )

$RH$  : rayon hydraulique (m)  $SM$  : surface mouillée ( $m^2$ )  $i$  : pente (m/m)

$\gamma$  : coefficient de frottement ( $m^{1/2}$ )

Avec un coefficient de frottement égal à 0,16

- soit à l'aide des tableaux (III-6) et (III-7) en annexes.

### **III.6 Evacuation des eaux pluviales**

#### **III.6.1 Diamètre des tuyaux de descente d'EP**

En vue de recueillir et de canaliser les eaux pluviales vers les tuyaux de descente on établit au bas de chaque versant d'une toiture des ouvrages spéciaux, généralement métalliques, parfois encore en amiante-ciment, présentant une légère inclinaison ou pente. Ce sont les gouttières et les chéneaux.

##### **a) Les gouttières**

Sont des ouvrages en zinc, cuivre ou tôle galvanisée, dont le profil différé selon le mode de pose. On distingue en particulier la gouttière pendante et la gouttière havraise ou nantaise. Ces deux types de gouttières présentent chacun un profil transversal identique d'une extrémité à l'autre de l'ouvrage. Il existe également un type de gouttière dit "à l'anglaise" dont le profil transversal développe davantage à la basse pente qu'à la haute pente. Toutes les gouttières reposent sur des supports métalliques : crochets ou supports Spéciaux [52].

##### **b) Les chéneaux**

Sont des ouvrages analogues aux gouttières, reposant non sur des supports métalliques mais sur une forme en bois, présentant une légère pente, établie sur l'entablement du mur de goutte. Ils sont généralement encastrés entre deux parois en maçonnerie ou en charpente. En ce qui concerne les descentes d'eaux pluviales, le diamètre des canalisations est déterminé en fonction de la surface, calculée en projection horizontale, des combles à desservir. Les chiffres figurant au tableau ci-après ont été établis étant admis un débit maximum égal à 3 l à la minute et par mètre carré de surface calculée en plan, seules les descentes recevant exclusivement des eaux pluviales peuvent déboucher à proximité des fenêtres, ou portes des locaux habités ou de terrasses où on séjourne normalement. Elles seront, dans ce cas, obligatoirement siphonnées au pied. Il est recommandé d'établir un réseau de descentes pluviales séparé des tuyaux de chute et de descente d'eaux ménagères [52]

Les sections de basse pente des conduits d'évacuation seront déterminées d'après les indications du tableau ci-dessous, en fonction de la surface en plan de la toiture ou portion de toiture desservie et de la pente du conduit.

## Chapitre III Calculs des réseaux des distributions et évacuations des eaux

---

Ce tableau concerne les conduits de section demi-circulaire. Il a été établi d'après la nouvelle formule de Bazin (ci-dessous) relative à l'écoulement de l'eau dans les canaux en supposant un coefficient de déversoir égal à 0,38 et en admettant un débit maximal de 3 litres à la minute et par mètre carré de projection horizontale :

$$Q = \frac{87RH\sqrt{i}}{\gamma + \sqrt{RH}} \times SM \quad (\text{III-9})$$

Il indique les sections en centimètres carrés à donner en basse pente.

Pour les chéneaux et gouttières de section rectangulaire, trapézoïdale, les sections indiquées sur le tableau (III-8) en annexes.

### III.6.2 Tuyaux de descente

Pour éviter les risques d'obstruction, le diamètre intérieur minimal des tuyaux de descente est fixé à 60 mm.

Les tableaux (III-9) et (III-10), établis en admettant un débit maximal de 3 litres à la minute et par mètre carré, indiquent les diamètres suivant lesquels les tuyaux de descente des eaux pluviales doivent être établis.

#### a) Couvertures ne comportant pas de revêtements d'étanchéité.

Les diamètres des tuyaux de descente seront déterminés d'après les indications des tableaux suivants en fonction de la surface en plan de la toiture ou partie de toiture desservie, tableau (III-9) en annexes.

#### b) Terrasses et toitures avec un revêtement d'étanchéité

Surfaces collectées inférieures ou égales à 287 m<sup>2</sup> par descente avec entrées d'eau à moignon cylindrique pour les toitures non accessibles établies sur éléments porteurs en maçonnerie, tableau (III-10) en annexes.

### III.7 Etablissement des calculs

Cette partie nous allons calculer les différentes paramètres et dimensions des canalisations des réseaux distributions tableaux (III-1), (III-12), (III-13), (III-14) et évacuations tableaux (III-

## **Chapitre III    Calculs des réseaux des distributions et évacuations des eaux**

---

15), (III-16), (III-17) des différents types d'eaux disponible au niveau de notre secteur d'études (hôpital de chef a 64 places).

### **III.8 Schémas principaux**

La distribution intérieure représente le réseau privé qui achemine l'eau potable du branchement de la conduite de ville vers les consommateurs.

#### **III.8.1 Constituants d'une distribution intérieure**

Le réseau intérieur est constitué :

- D'une conduite principale (appelée aussi conduite d'alimentation ou ceinture d'alimentation) tuyau d'allure horizontale
- D'une colonne montante : tuyau d'allure verticale
- D'une ceinture d'étage
- D'accessoires : robinet de prise, robinets d'arrêt, robinet d'essai, robinet de purge, clapet anti-retour...

#### **III.8.2 Modes de distribution intérieure**

On distingue plusieurs modes de distribution :

- Distribution en chandelle : distribution inférieure, Elle est constituée d'une canalisation principale d'où partent différentes conduites.

#### **Avantage**

- Réseau de distribution simple et relativement moins coûteux.

#### **Inconvénients**

- En cas d'intervention, toute la distribution est privée d'eau.
- Il est difficile d'isoler une conduite.
- Pression irrégulière en fin de conduite.
- Distribution en parapluie : distribution supérieure L'eau est montée au dernier étage, puis de là il va avoir la distribution.

On utilise ce type de distribution quand la pression n'atteint pas les derniers niveaux

## **Chapitre III    Calculs des réseaux des distributions et évacuations des eaux**

---

### ➤ Distribution en circuit fermé

La canalisation principale est établie sous forme d'une boucle, d'où partent les différentes conduites desservant un ou plusieurs points d'eau.

#### **Avantages**

- Régularité de la distribution à l'intérieur du bâtiment.
- Possibilité d'isoler une dérivation sans apporter de troubles importants au reste de la distribution.

#### **Inconvénients**

- Réseau coûteux.
  - Les robinets d'arrêt et les compteurs sont difficiles à repérer.
- ### ➤ Distribution par un réservoir surélevé
- Le réservoir est placé en haut, il est alimenté par des supprimeurs, puis il alimente les colonnes Montantes.
  - En cas de manque de pression, il est
  - nécessaire d'installer des réservoirs
  - intermédiaires d'alimentation tous les 10 à 15 étages (immeubles de grande hauteur).
- ### ➤ Distribution mixte

### **III.8.4 Accessoires d'une installation d'alimentation en eau potable**

- ### ➤ Les installations d'AEP nécessitent l'utilisation de plusieurs accessoires. Les plus utilisés sont :
- Les compteurs d'eau : c'est un organe enregistreur et totaliseur de débit. Il existe deux types
  - Le compteur de volume : il enregistre et totalise le nombre de remplissages d'une capacité Déterminée.
  - Le compteur de vitesse : son principe de fonctionnement est basé sur le nombre de tours d'une Turbine dont la vitesse est proportionnelle du débit.
  - Les robinets d'arrêt (ou vannes) : utilisés pour isoler une ou plusieurs ramifications desservant

## **Chapitre III    Calculs des réseaux des distributions et évacuations des eaux**

---

Plusieurs appareils.

- Les robinets de puisage : robinets destinés à vidanger tout ou partie de l'installation d'eau Potable.
- Les raccords : tels que les coudes, les Tés, raccords union...etc.
- Les réducteurs de pression de l'eau : la pression dans le réseau de ville varie entre 3 et 8 bars  
Suivant les débits, une pression très élevée engendre du bruit, des vibrations et des risques pour l'installation, pour cela on utilise les réducteurs de pression.
- L'anti-bélier : il sert à réduire les coups de bélier qui se manifestent par des claquements sec
- Lors de la fermeture rapide des robinets ou des vannes. Il se place généralement en haut d'une colonne montante.

### **a) Distributions EF ECS EA**

### **b) Evacuations EU EV**

### **c) Evacuation EP**

### **Conclusion**

La distribution et l'évacuation des eaux domestiques demandent la connaissance de la réglementation et fait notamment appel à des règles de calcul pour l'évaluation des débits d'alimentation et à la détermination des diamètres des canalisations d'évacuation.

Dans ce chapitre nous examinerons la distribution de l'eau de l'hôpital de chlef et les dispositifs nécessaires à une alimentation et une évacuation correctes. Les différents tubes et leurs conditions d'utilisation, ainsi que les appareils sanitaires à installer feront l'objet de descriptions détaillées. Une étude de cas permettra une approche concrète des installations.



***Chapitre IV :***  
***Conception des réseaux***



**IV.1 Introduction**

La production et la distribution de l’eau potable sont encadrées par une réglementation stricte qui impose des normes définissant la qualité exigible de l’eau destinée à la consommation humaine. La volonté première est de fournir à l’utilisateur une eau de qualité sanitaire, garantie contre tous les risques, immédiats ou à long terme, réels, potentiels ou même simplement supposés. Il s’agit ensuite d’offrir une eau de qualité organoleptique, agréable à boire, claire, inodore et équilibrée en sels minéraux.

**IV.2 Besoins en eaux a l’hôpital de chlef**

**IV.2.1 Besoins en eau froide**

Nb appareils Cumulés	Débit tronçon	Coefficient de simultanéité	Débit probable	DN calculé	DN installé
[U]	[l/s]	y	[l/s]	[mm]	[mm]
574	109,58	0,033	3,662	62,351	65

**Tableau (IV-1) :** Besoins en eau froide a l’hôpital de chlef

**IV.2.2 Besoins en eau chaude sanitaire**

Les besoins d’une installation d’ECS dépendent de trois paramètres [52] : la température d’utilisation, le débit instantané, le volume disponible. Ces valeurs peuvent varier en fonction des habitudes.

- La température de l’eau utilisée varie généralement selon les usages entre 33 et 40°C (bains, douches) et 55°C (lavage sans détergent), avec une limite fixée réglementairement à 60°C, à l’exception des cuisines ou buanderies des établissements recevant du public, où l’ECS peut être distribuée à 90°C en certains points, moyennant une signalisation particulière.
- Le débit instantané est quant à lui affecté d’un coefficient de foisonnement variable en fonction du nombre de points de puisage.
- le volume d’ECS nécessaire a vu sa valeur croître régulièrement, y compris durant la période de crise de l’énergie, malgré l’utilisation de robinets limiteurs de débit d’eau, à coupure automatique de débit, par temporisation hydraulique (genre Presto), ou de robinets mitigeurs

automatiques diminuant le temps d'attente pour l'obtention de l'eau mitigée à la température voulue.

Nb appareils Cumulés	Débit tronçon	Coefficient de simultanéité	débit probable	DN calculé	DN installé
[u]	[l/s]	y	[l/s]	[mm]	[mm]
298	65,34	0,046	3,033	56,7440063	50

Tableau (IV-2) : Besoins en eau chaude sanitaire à l'hôpital de chlef

IV.2.3 Besoins en eau adoucie

Nb appareils Cumulé	Débit tronçon	Coefficient simultanéité	Débit probable	DN calculé	DN installé
[U]	[l/s]	y	[l/s]	[mm]	[mm]
18	5,94	0,194	1,153	34,978	32

Tableau (IV-3) : Besoins en eau adoucie a l'hôpital de chlef

IV.2.4 bouclage ECS

Nombre appareils Cumulé	débit tronçon	Coefficient de simultanéité	débit probable	DN calculé	DN installé
[U]	[l/s]	y	[l/s]	[mm]	[mm]
6	1,72	0,3578	0,6154	25,559	25

Tableau (IV-4) : Besoins en BECS a l'hôpital de chlef

IV.3 Présentation des synoptiques EF ECS EFA

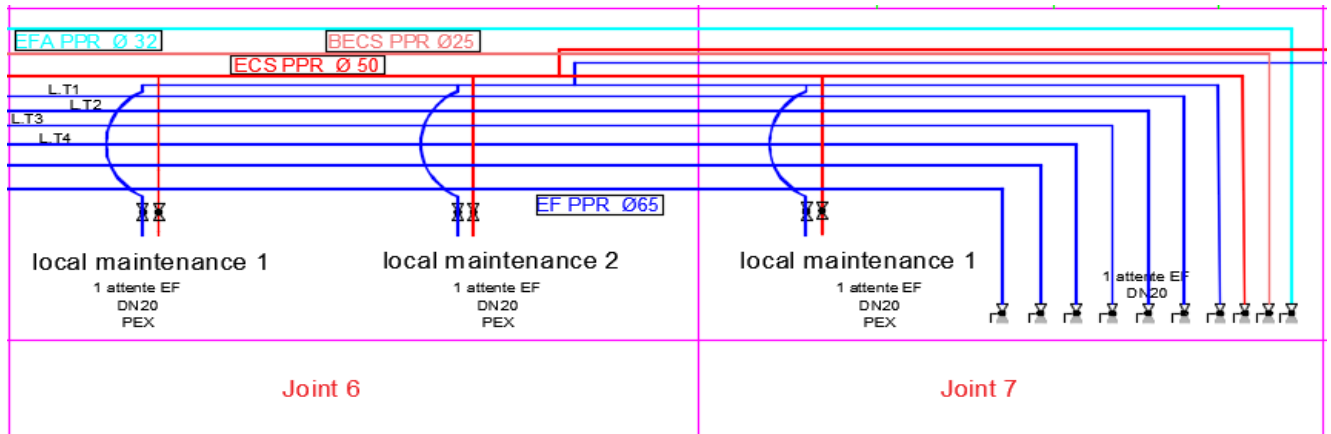


Figure (IV-1) : Schéma explicatif des Besoins en eau a l'hôpital de chlef

IV.4 Traitement d'eau

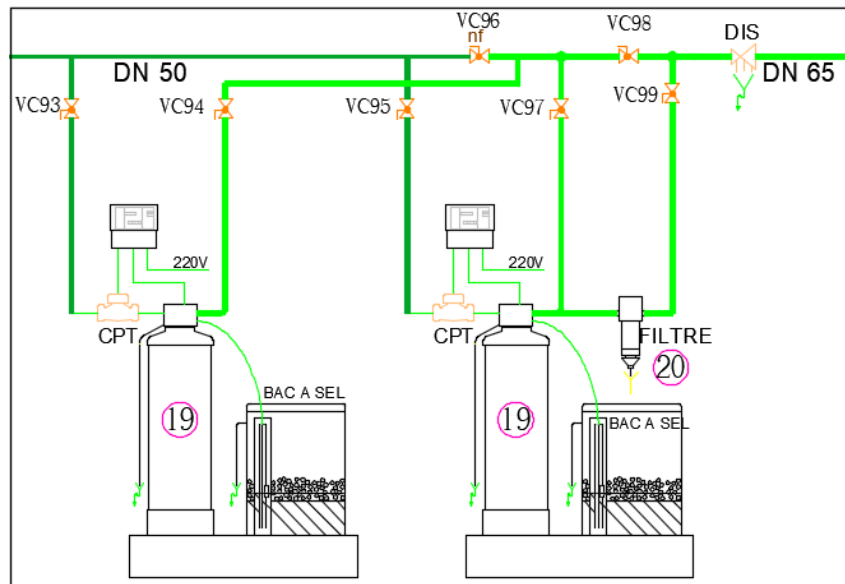


Figure (IV-2) : Schéma explicatif de procédé de traitement d'eau a l'hôpital de chlef

IV.4.1 Installation

L'installation d'un adoucisseur réalisée par un professionnel du traitement d'eau. Elle se fait généralement dans la buanderie ou la chaufferie, proche de l'arrivée d'eau générale. L'adoucisseur doit être implanté dans un local propre, sec, ventilé, à l'abri du gel, sans que la

température puisse dépasser 40°C maximum. Le sol doit être plan et résister aux charges en état de marche (se reporter aux caractéristiques techniques de l'appareil).

Il faut que la pression du réseau d'eau soit comprise entre 1,5 bar en dynamique et 7 bars en statique (il faut installer un réducteur de pression en amont si la pression est supérieure à 4 bars). Pour l'installation de l'adoucisseur, il est recommandé de prévoir un filtre de protection qui retient les impuretés solides présentes dans l'eau et protège l'adoucisseur et la résine contre les pollutions accidentelles de l'eau, un by-pass de raccordement pour avoir de l'eau en cas de panne de l'adoucisseur (avec une prise d'échantillons d'eau dure pour faciliter les réglages initiaux et les l'ajustement des ces réglages par la suite), une prise électrique, un raccordement à l'égout comportant obligatoirement une rupture de charge entre l'adoucisseur et la canalisation d'égout conformément à la circulaire ministérielle n°593 du 10.04.1987) pour éviter tout risque de pollution de l'eau consommé (siphon spécial livré normalement avec les adoucisseurs) Afin de limiter les efforts sur l'appareil en cas de coup de bélier ou de surpression, il est recommandé de raccorder l'adoucisseur avec des flexibles. Avant le raccordement de l'appareil sur le réseau, il faut aussi vérifier le serrage de la vanne sur la bouteille, en la vissant dans le sens des aiguilles d'une montre, le serrage étant effectué à la main, sans outil.

#### **IV.4.2 Fonctionnement**

Dans notre cas, Il s'agit de faire transiter l'eau dans une cuve le temps de lui ôter son excès de minéraux. La cuve est insérée sur le circuit alimentant le réseau d'eau chaude par un raccordement de plomberie. Sur la cuve un dispositif (alimenté en électricité) a 220V assure la gestion de deux bacs, l'un à résine et l'autre à sel (d'où l'appellation d'adoucisseur à sel). C'est dans le bac de résine que l'eau va transiter le temps d'être adoucie.

L'adoucissement se produit par contact entre l'eau et les pastilles ou granulés de résine échangeuse d'ions qui vont la débarrasser des ions calcium (Ca) et magnésium (Mg). L'adoucissement génère du sodium (Na<sup>+</sup>) donc du sel qui est stocké ensuite dans un bac à saumure jusqu'à régénération par le dispositif de gestion manuelle ou automatique de l'adoucisseur. Si la gestion du bac à saumure (régénération) se fait souvent automatiquement, la résine doit être remplacée régulièrement Un adoucissement par la résine

Tout le fonctionnement d'un adoucisseur repose sur les petites résines contenues dans la bombonne. Elles sont initialement chargées d'ions sodium (Na<sup>+</sup>). Lorsque l'eau arrive dans

l'adoucisseur, les ions calcium (Ca<sup>2+</sup>) et magnésium (Mg<sup>2+</sup>) vont chasser les ions sodium et prendre leur place sur les billes de résine polystyrène.

La résine a donc un rôle primordial qui va permettre de transformer une eau dure en eau douce, éliminant les éléments responsables du tartre. Pour que le fonctionnement perdure, il faut également procéder à la régénération des résines à la fin des cycles. Quand elles sont saturées, on leur envoie des ions NaCl (chlorure de sodium) qui vont expulsé les ions Ca<sup>2+</sup> et Mg<sup>2+</sup> de la bouteille.

**IV.5 Pertes de charge**

Les pertes de charge sont des chutes de pression (de vitesse) d'eau en mouvement dans un canal, un tube, un conduit ou tout autre appareil de réseau de l'eau. Peuvent être de différentes natures :

**IV.5.1 Les pertes de charge régulières ou linéiques**

C'est le cas des fluides qui s'écoulent sur des conduites horizontales. Ces pertes de charge dépendent de la longueur de la conduite, de sa rugosité et enfin de la vitesse du fluide en circulation. Elles correspondent alors à l'écoulement le long des conduites. Elle dépend [55] :

- Du type d'écoulement, donc du nombre de Reynolds : en deçà de Re = 2000 le régime est laminaire, au-delà le régime est turbulent.
- De la rugosité interne de la conduite
- La qualité du tube
- Du diamètre de la conduite (1/d) en mètre
- De la pression dynamique (v<sup>2</sup> /2g) en mètre

$$\Delta p = \frac{\lambda \rho V^2}{d} \cdot l \text{ ou } J = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (IV-1)$$

$\Delta p$  : Pertes de charge linéaire en Pa

$\lambda$  : coefficient de perte de charge sans dimension

$\rho$  : masse volumique d'eau en kg/m<sup>3</sup>

V : Vitesse d'écoulement en m/s

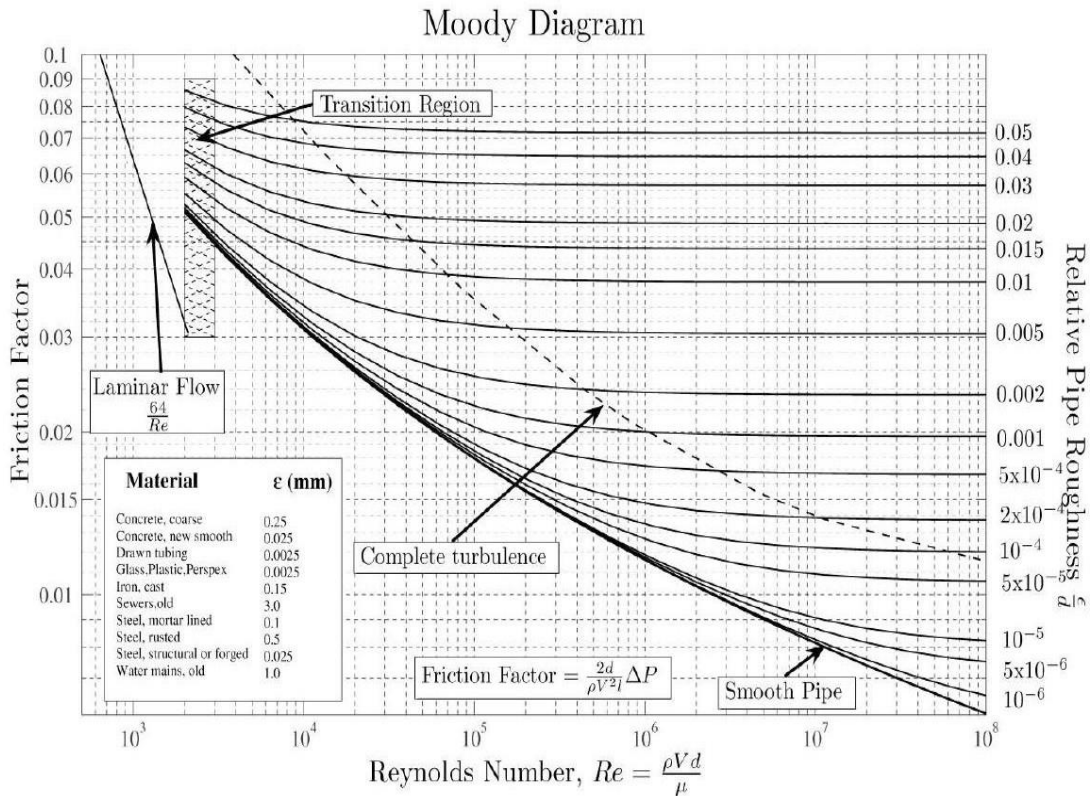
L : longueur du tube en m

La perte de charge est proportionnelle à la longueur de la canalisation elle augmente quand la longueur de canalisation augmente et quand le diamètre diminue, la perte de charge augmente considérablement le liquide a plus de difficultés à s'écouler donc le frottement augmente pour un débit identique. Plus le débit augmente (vitesse plus élevée) plus les forces augmentent pour un diamètre identique.

**a) Régime d'écoulement**

La nature de régime d'un fluide est déterminée par la valeur du nombre de Reynolds

Les différents régimes d'écoulement sont visualisés par la représentation graphique du diagramme de Moody utilisant le nombre de Reynolds.



**Figure (IV-4) : Diagramme de Moody [56].**

**b) La viscosité**

La viscosité d'un liquide est sa caractéristique plus ou moins fluide Ou en d'autres termes d'opposer plus ou moins de résistance de pompage a travers un orifice ou un tuyau.la température exerce une grande influence sur la viscosité

Le nombre de Reynolds inversement proportionnel à la viscosité cinématique, la viscosité permet de déterminer la résistance au mouvement du fluide plus la viscosité cinématique sera élevée plus il sera difficile de déplacer le fluide dans la canalisation

$$v = \frac{\mu}{\rho} \dots\dots\dots (IV-2)$$

$v$  : viscosité cinématique en mm/s<sup>2</sup>

$\mu$  : viscosité dynamique en Pa.s ou kg/m.s

$\rho$  : masse volumique d'eau en kg/m<sup>3</sup>

**c) Nombre de Reynolds**

Est un nombre sans dimension il combine entre 3 caractéristiques importantes de l'écoulement et du fluide la vitesse, la densité et la viscosité [55].

a) En fonction de la viscosité cinématique

$$R_e = \frac{V \cdot d}{v} \text{ (IV-3)}$$

$V$  : Vitesse d'écoulement en m/s

$d$  : diamètre hydraulique du tube m

$v$  : Viscosité cinématique d'eau en mm<sup>2</sup>/s

$$V = \frac{R_e \cdot v}{d \cdot V} \text{ (IV-4)}$$

b) En fonction de la viscosité dynamique

$$R_e = \frac{V \cdot \rho \cdot D}{\mu} \text{ (IV-5)}$$

$\rho$  : masse volumique en  $kg/m^3$

V : vitesse en m/s

D : diamètre hydraulique du conduit en m

$\mu$  : Viscosité dynamique en Pa.s ou  $kg/m.s$

On distingue trois régimes d'écoulement :

- Le régime laminaire, dans lequel l'écoulement est calme et régulier à  $Re < 2000$
- Le régime turbulent, dans lequel l'écoulement est une suite de tourbillons et de remous à  $Re > 2000$
- Le régime de transition, qui se situe entre les deux précédents et dans lequel l'écoulement est incertain ou instable pouvant être soit laminaire, soit turbulent soit passé d'un régime à l'autre.

$$V = \frac{Re \cdot \nu}{d} \dots\dots\dots (IV-6)$$

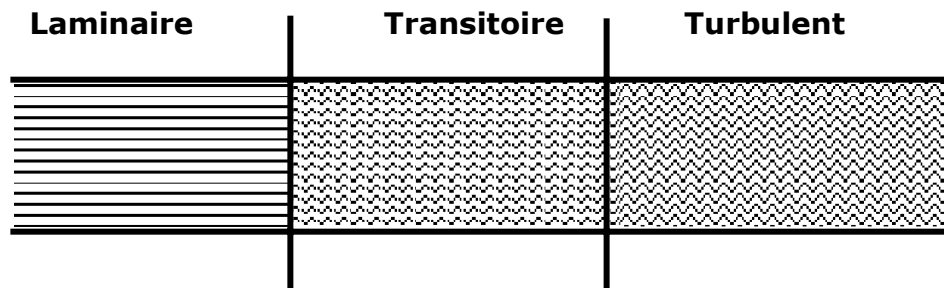


Figure (IV-5) : Différents régimes dans une conduite [55]

**d) Coefficient de perte de charge**

En régime laminaire, la nature de surface des parois intérieures des canalisations n'intervient pas dans le calcul de la perte de charge

Ce coefficient se détermine par la fonction :

$$Re < 2000 \quad \lambda = \frac{64}{Re} \dots\dots\dots (IV-7)$$

$$Re > 2000 \quad \frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left( \left( \frac{\varepsilon}{3.7} \right)^{1.11} + \frac{6.9}{Re} \right) \dots\dots\dots (IV-8)$$

$\lambda$  : coefficient de perte de charge

$\varepsilon$  : rugosité de tube en mm

D : diamètre hydraulique en mm

Re : nombre de Reynolds

La rugosité de la canalisation correspond à la notion habituelle de la présence plus en moins importante d'aspérité sur une surface. Lorsque la rugosité d'une canalisation augmente, les frottements sont ombreux donc la perte de charge augmente, indiqué au tableau (IV-5) en annexes.

La masse volumique et la viscosité indiquent au tableau (IV-6) en annexes.

- Utilisation des abaques : les pertes de charges peuvent être aussi déterminées plus pratiquement par l'abaque (IV-6) et par le tableau (IV-7) cités en annexes.

#### IV.5.2 Pertes de charges singulières

Ici on parle de variations de vitesses des fluides qui circulent dans des pièces spéciales qui vont modifier la direction ou la pression du fluide (vanne, soupape, raccord). Pour les fluides, ces pièces sont appelées des accidents car elles entravent leur circulation.

La perte de charge singulière  $Z$  d'un incident de parcours est fonction de l'incident lui-même (défini par un coefficient  $\xi$ ) et de la vitesse de circulation  $v$  au niveau de l'incident.

Les pertes de charge singulières se produisent quand il y a perturbation de l'écoulement normal, décollement du fluide des parois et formation de tourbillons aux endroits où il y a changement de section ou de direction de la conduite. Donne une unité de pression qui s'exprime en pascal ( $\Delta P$ ) ou en mètre ( $\Delta H$ ).

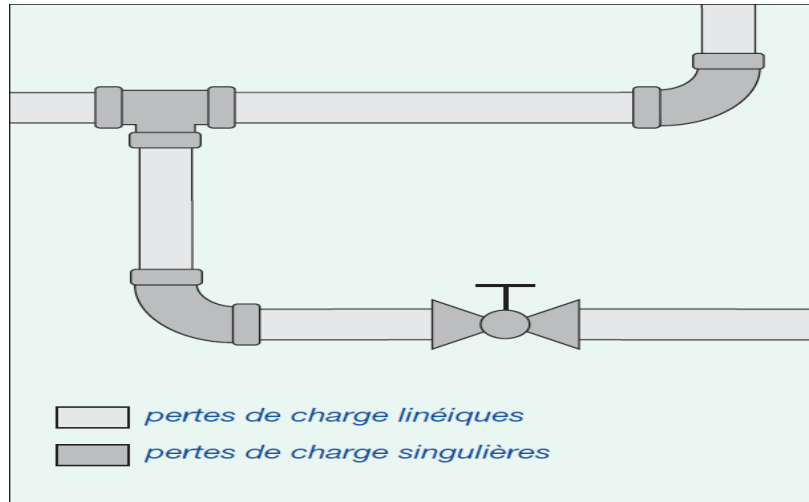


Figure (IV-6) : les pertes de charge dans une conduite [57]

Ces pertes de charge sont dues à des pièces spéciales qui modifient la direction ou la section de passage du fluide. On peut les calculer avec une des méthodes suivantes :

- Méthode directe, elle utilise des coefficients qui varient avec la forme et les dimensions des pièces spéciales
- Méthode du débit nominal, elle utilise, pour chaque pièce spéciale, la valeur de son débit nominal : c'est à dire le débit qui correspond à une perte de pression unitaire prédéfinie (par exemple 1 bar)
- Méthode des longueurs équivalentes, elle remplace chaque pièce spéciale par un segment de tube linéaire susceptible de générer les mêmes pertes de charge.

On utilise généralement la méthode directe, suffisamment précise et simple, pour le dimensionnement des tubes et des pompes.

**a) Méthode du coefficient de perte de charge localisée**

Cette méthode donne les pertes de charge singulières avec la formule :

$$Z = \xi \cdot \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(IV-9)$$

Avec Z : en mètre de colonne d'eau

ξ: Sans dimension

V : en m/s

g : en m/S<sup>2</sup>

Pour obtenir Z en millimètre de colonne d'eau, il est nécessaire de multiplier par la masse volumique  $\rho$  du fluide véhiculé.

$$Z = \xi \cdot \frac{V^2 \cdot \rho}{2g} \dots\dots\dots(\text{IV-10})$$

$\xi$  Est un coefficient dépendant de la forme de la singularité, là aussi les valeurs sont établis aux tableaux (IV-8-a) et (IV-8-b) en annexes.

**b) Méthode de la longueur équivalente**

On remplace chaque accident par une longueur équivalente de canalisation droite qui entraînerait la même perte de charge tableau (IV-9) et figure (IV-7) en annexes. On utilise la relation suivante :

$$Z = \lambda \cdot \frac{V^2 \cdot \rho}{2} \dots\dots\dots(\text{IV-11})$$

**IV.5.3 Pertes de charge de tronçons**

La perte de charge d'un tronçon est la somme des pertes de charges linéaires dues aux longueurs droites de tuyauteries et des pertes de charges singulières dues aux incidents de parcours rencontrés.

$$\Delta p = \sum \Delta p \text{ linéaire} + \sum \Delta p \text{ singulière}$$

$$\Delta p = (L, J) + \sum Z \dots\dots\dots(\text{IV-12})$$

$\Delta P$  : perte de charge totale du tronçon considéré

L : longueur droite de tuyauterie

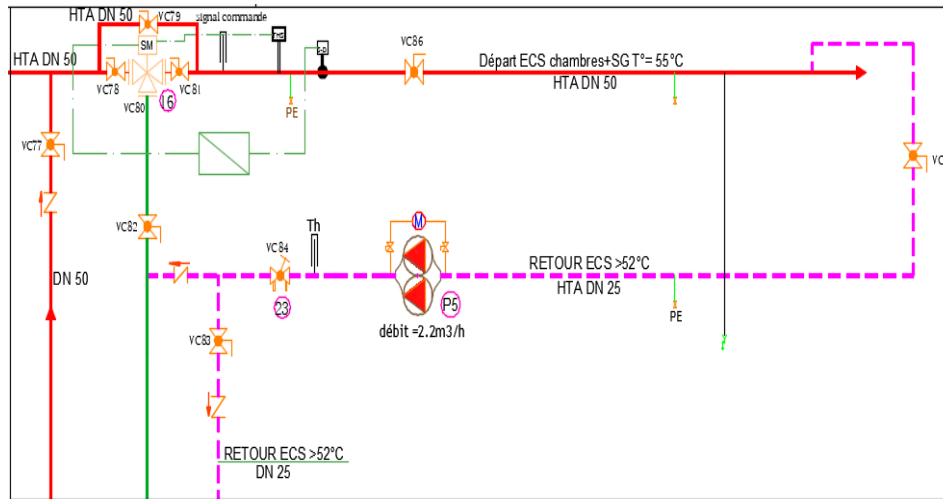
J : perte de charge au mètre linéaire de tuyauterie

Z : perte de charge singulière de chaque incident de parcours

- Les calculs des pertes de charge de circuit le plus défavorisé (EF-ECS) pour notre cas indiqué aux tableaux (IV-10) et (IV-11) en annexes.

## IV.6 Dimensionnement des pompes

## IV.6.1 Pompe de circulation



**Figure (IV-8):** Schéma de l'installation d'une pompe de circulation

Les pompes de circulation ou bouclage (recyclage) sont spécialement conçues pour garantir un système de production d'eau chaude fonctionnel tout en économisant de l'énergie. La pompe bouclage eau chaude est un élément qui permet d'assurer un débit permanent d'eau chaude dans les canalisations. Elle est particulièrement intéressante lorsque la canalisation mesure plus de 8 m entre la production d'eau chaude et le robinet. Grâce à elle, la disposer instantanément d'eau chaude dans salle de bain ou cuisine. Ces pompes sont compatibles avec de nombreuses installations dont les systèmes de chauffage.

La Réduction des pertes de charge en veille Le confort et l'hygiène lors du puisage de l'eau chaude sont des facteurs importants qui doivent être pris en compte lors de la conception de l'installation de production de l'ECS. La pompe de circulation d'ECS intégrée assure une disponibilité rapide de l'eau chaude sanitaire produite aux points de puisage et évite la stagnation dans les conduites d'eau chaude sanitaire, qui est particulièrement problématique sur le plan de l'hygiène.

La pompe de circulation est un des éléments indispensables dans le fonctionnement du cycle hydraulique d'un système de chauffage central. Elle fonctionne selon le principe suivant : elle permet l'apport du liquide caloporteur ou de l'eau aux radiateurs dans le cadre d'un système

de chauffage centralisé afin d'assurer l'échange calorifique et l'eau chaude pour le système sanitaire.

Le rôle de la pompe est de rendre possible cet apport en déterminant la pression et le débit nécessaire. Elle établit ensuite la mise en pression du liquide caloporteur afin de faciliter son transport dans les circuits. En effet, afin qu'un fluide puisse circuler au sein du système, un écart de pression est indispensable. Ainsi, le liquide peut circuler des hautes vers les basses pressions. Cela est d'autant plus indispensable que le système d'acheminement est long entre la chaudière et les émetteurs. Le calculateur est aussi utile en sens inverse à savoir sur le circuit retour des radiateurs à la chaudière afin de recycler le liquide et de le renvoyer.

Ce type de pièce peut être installé en neuf comme en rénovation, raccordé à un plancher chauffant comme à des radiateurs thermostatiques ou non. Elle se matérialise sous la forme d'un petit moteur au sein duquel une roue à aubes est intégrée.

### **Avantages et inconvénients**

Une pompe de circulation possède des points forts permettant l'amélioration des systèmes de chauffage central. Parmi ses avantages, on peut noter :

- La rapidité de mise en température
- La réactivité de régulation
- Une régulation même si la chaudière est éloignée des émetteurs
- Le réglage de la pression
- La facilité d'installation
- Permet une installation des chaufferies plus simple
- Association à de nouveaux systèmes technologiques comme les planchers chauffants par exemple, chaudière basse température.

Cependant, comme dans tout système, il existe des inconvénients. Ceux-ci sont la consommation énergétique impérative, la dépendance du fonctionnement électrique ainsi que les risques de panne. En outre, selon le principe et le niveau technologique de la pompe de circulation, un certain coût initial peut s'avérer relativement élevé.

IV.6.2 Pompe primaire

Responsable de la température de puisage L'alimentation en énergie de chauffage détermine la température de l'eau chaude. La pompe primaire assure l'alimentation en eau de chauffage de l'échangeur thermique en fonction des besoins. La station est équipée de sondes de débit qui est égale a 5 m<sup>3</sup>/h et de température intégrées qui enregistrent en permanence les valeurs actuelles, la vitesse de rotation de la pompe primaire est adaptée à ces valeurs.

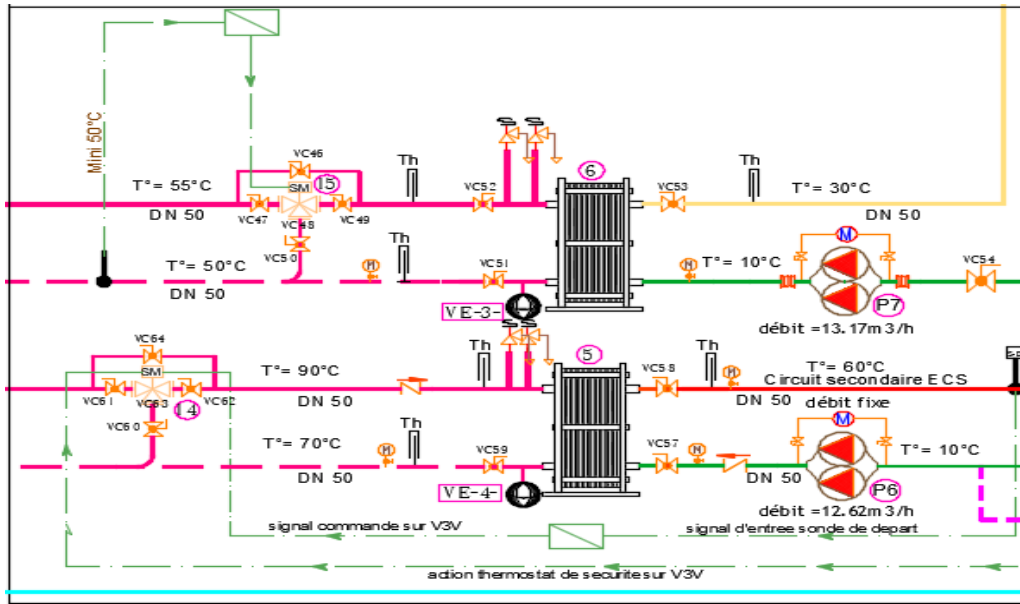


Figure (IV-9): Schéma installation d'une pompe primaire

IV. 6.2 Etablissement des calculs

a) Hauteur manométrique [58]

$$H_{mt} = H_a \text{ (aspiration)} + H_r \text{ (Refoulement)} \dots\dots\dots (IV-13)$$

$$H_a = h_a + J_a$$

$$H_r = h_r + J_r + P_r$$

Avec :

H<sub>a</sub>= Hauteur Manométrique aspiration

h<sub>a</sub> = hauteur d'aspiration

Ja = Pertes de charge aspiration du au frottement du liquide dans la tuyauterie et les accessoires.

Hr = Hauteur Manométrique refoulement

hr = hauteur refoulement

Jr = Pertes de charge refoulement

Pr = Pression résiduelle (disponible au robinet le plus éloigné)

Repère	Etage	Désignation appareils	Nombre Appareils Cumulé	Débit tronçon	Coefficient de simultanéité	Débit probable	DN calculé	DN installé
chaufferie	So-sol	pompes		[l/s]	y	[l/s]	[mm]	[mm]
		Pompes ECS	298	65,34	0,046	3,033	56,74401	50
		Pompes BECS	6	1,72	0,357771	0,615366	25,55885	25
		Pompe récupération	18	5,94	0,194	1,153	34,97845	32

longueur	vitesse	Nombre de Reynolds	coefficient de perte de charge	perdes de charge linéaire	perdes de charge linéaire	Dzêta	perdes de charges singulières	Perte de charge singulière	perdes de charge totale	Hmt
[m]	[m/s]			[mCE/m]	[m]	[mCE]	[mmCE]	[mCE]	[mCE]	[m]
25	0,9	44792,39	0,021749	0,015823	0,395586	33,5	13553,93	13,55393	16,05393	19,26472
10	0,9	20175,56	0,026548	0,042882	0,42882	21,5	8698,793	8,698793	11,19879	13,43855
30	0,9	27611,17	0,024545	0,02897	0,869105	22,5	9103,388	9,103388	11,60339	13,92407

Tableau (IV-12) : calculs des pertes de charge des pompes

**IV.7 Production d'ECS****IV.7.1 Etude de système de production d'eau chaude sanitaire**

Une installation de production d'ECS comprend plusieurs constituants aux fonctions bien définies, dont chacun contribue à satisfaire les besoins des usagers en matière de consommation d'ECS.

**IV.7.1.1 La production**

Elle recouvre les équipements permettant le chauffage de l'eau froide à une température au moins égale à celle d'utilisation, la production peut incorporer facultativement des dispositifs de stockage qui assurent un rôle de tampon permettant de dissocier la production du puisage. Ses éléments constitutifs sont: la source d'énergie, qui peut être un combustible traditionnel (fuel, gaz, charbon, bois), l'électricité, le fluide caloporteur d'un réseau de chaleur, l'énergie solaire ou une énergie de récupération (condenseur d'un groupe frigorifique par exemple), le dispositif de transfert de chaleur, qui peut être directement intégré à l'appareil de production d'ECS (générateur d'eau chaude, échangeurs directs dans le cas des réseaux, résistances électriques) ou qui peut faire appel à des chaudières traditionnelles ou des échangeurs, réchauffant un fluide intermédiaire, le plus souvent de l'eau chaude à 90°C, un système facultatif de stockage de l'eau chaude produite, qui peut être directement constitué par l'ensemble de réchauffage de l'eau ou séparé physiquement de celui-ci.

**IV.7.1.2 La distribution**

Elle assure le transport de l'eau chaude des lieux de production aux points d'utilisation. Elle est assurée par un réseau en ligne ou en boucle. L'eau transite à travers le circuit jusqu'au point de soutirage, l'eau chaude puisée est alors remplacée à l'amont du dispositif de production d'ECS par de l'eau froide en provenance du réseau général d'eau de ville.

**IV.7.1.3 La fourniture**

Elle regroupe l'ensemble des équipements assurant la mise à la disposition de l'ECS aux points de puisage. Elle représente la partie visible de l'installation pour les utilisateurs. Elle est constituée des appareils sanitaires traditionnels (lavabos, douches, baignoires, bidets, éviers, machines à laver) et en particulier de la robinetterie de ces appareils.

**IV.7.2 Production instantané**

Le système est instantané lorsqu'il ne dispose d'aucune réserve d'eau chaude sanitaire, toute d'ECS est produite à partir de l'échangeur qui délivre instantanément les besoins appelés. Sa puissance doit être suffisante pour absorber les débits de points, toute l'eau froide est réchauffée ou elle est soutirée

L'échangeur et la chaudière doivent donc être calculé pour satisfaire toutes les points de consommation cela conduit à prévoir une puissance d'échangeur et de production de chaleur importante avec de fortes variations à prévoir dans le temps en fonction de répétition des période de soutirage.

L'installation est pourvue généralement d'un échangeur à plaque relié à deux circuits indépendants :

- Circuit primaire alimente l'échangeur avec un débit constant et une température variable pour l'intermédiaire d'une vanne à trois voies au niveau de circuit primaire.
- Circuit secondaire est relié à la sortie sur le réseau de distribution ECS desservent les différentes points de puisage alors que l'entrée de l'échangeur est raccordé sur le réseau d'eau froide ainsi qu'également le retour de boucle. Concernant le dimensionnement de la pompe du circuit secondaire on peut envisager de prendre une perte de 20% du débit de puisage au niveau d'échangeur en plus de la perte de charge de réseau.

Le système de production instantanée présente un certain nombre de limite du fait des variations importante de température de soutirage qu'il implique. En conséquent, quelle que soit la régulation adopté. Les variations du potentiel calorifique de primaire s'effectueront toujours avec un certain retard et une inertie plus ou moins grande et qui sont les causes essentielles de l'instabilité de la température pendant le soutirage. La chaudière produit directement l'eau chaude sanitaire dont les besoins. Ce type de production est particulièrement adapté pour les petites surfaces.

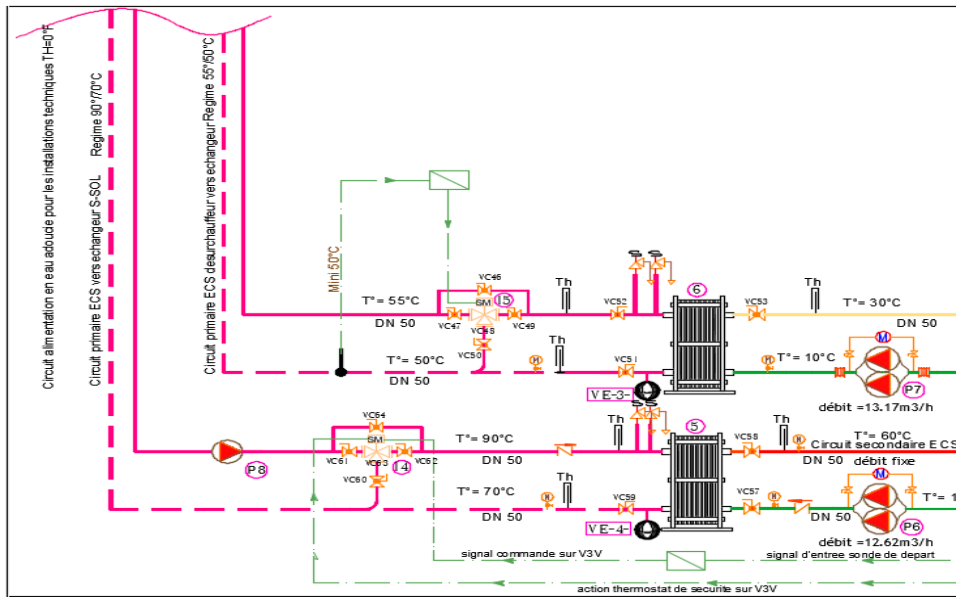


Figure (IV-10): Production eau chaude sanitaire

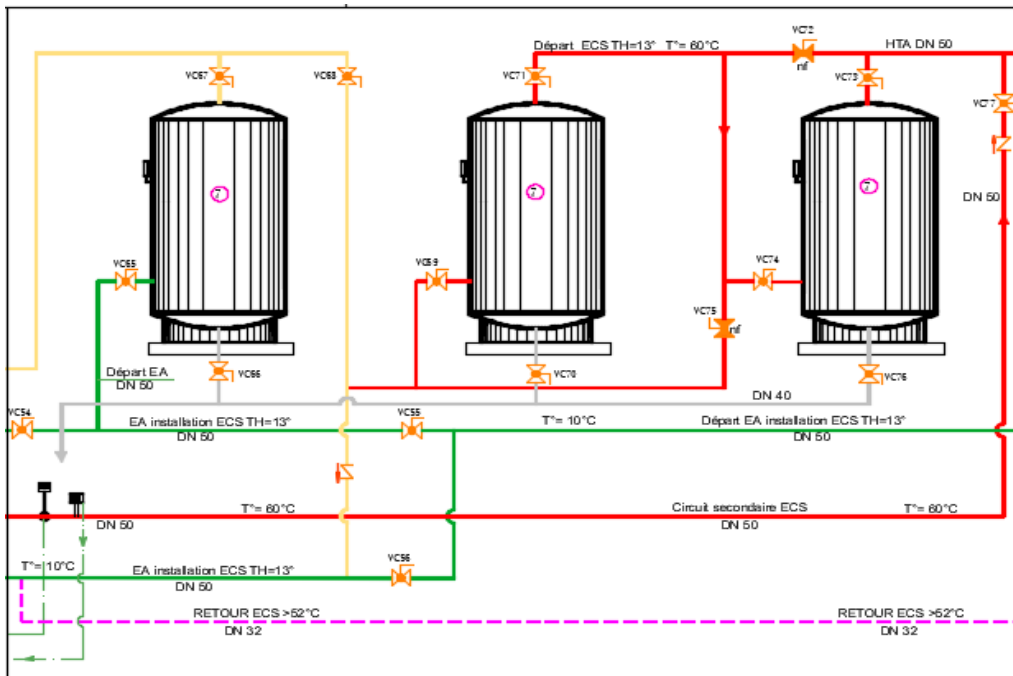


Figure (IV-11) : Ballons de stockage ECS

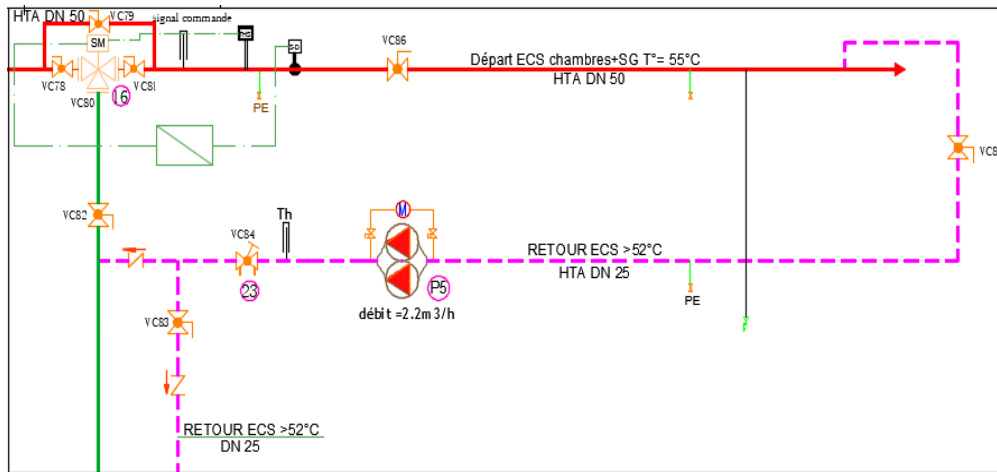


Figure (IV-12): Bouclage ECS

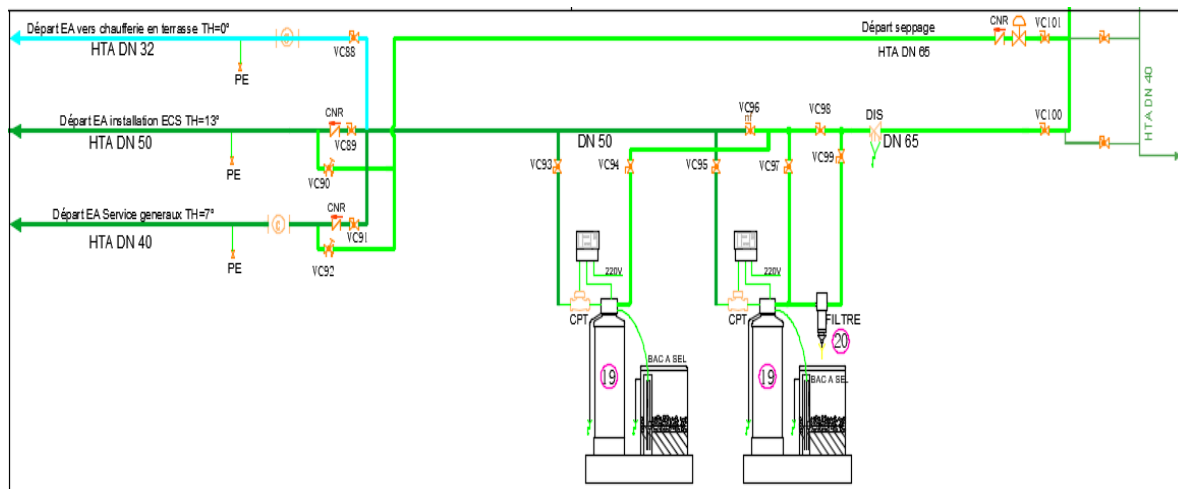


Figure (IV-13) : Traitement de l'eau avec un bac a sel

#### IV.7.2.1 Chaudière à production instantanée

Une production ECS instantanée fournit à la demande et immédiatement de l'eau chaude à une température définie par l'utilisateur, et ce de manière continue et illimitée. Lorsque l'utilisateur ouvre un robinet d'eau chaude, un détecteur de débit informe la chaudière qu'il faut qu'elle produise de l'ECS. Mais ceci peut prendre plus ou moins de temps (l'échangeur de chaleur doit monter en température, des organes s'enclenchent, ...) demandant à faire couler de l'eau et à patienter avant de disposer d'eau chaude. Ce type de production est donc à privilégier en habitat individuel ou collectif avec des logements équipés d'une seule salle de bains, car avec des logements plus « luxueux », les chauffe-bains gaz ou les chaudières mixtes individuelles à

production ECS instantanée montrent rapidement leurs limites, le confort d'utilisation et les économies d'eau n'étant alors plus au rendez-vous.

L'eau étant chauffée instantanément, sa température, pour une puissance de chaudière donnée, est proportionnelle au débit. Plus il est élevé, moins l'eau est chaude car moins elle aura le temps de chauffer et inversement. Le débit généralement disponible sur une chaudière de 26kW est faible (de l'ordre de 11 à 13 litres/mn) et ne permet pas de faire face à une demande importante simultanée d'eau chaude sanitaire. Selon la puissance de la chaudière, il peut être difficile de remplir une baignoire, et chaque variation de débit, par exemple lorsque quelqu'un tire simplement une chasse d'eau dans le logement, va entraîner une modification de la température d'eau, la fameuse douche écossaise. Pour y remédier, on peut installer un chauffe-eau électrique de petite capacité (15 à 30L) au plus près du point de puisage qui fera office de tampon.

#### ➤ Principe

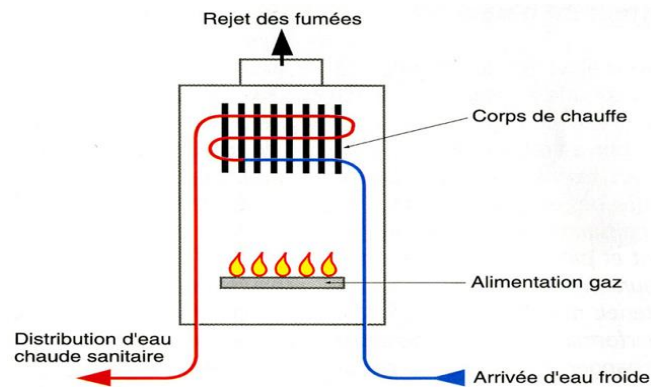
L'eau est réchauffée à l'intérieur soit d'un serpentín traversant un corps de chauffe ou d'un échangeur de chaleur constitué d'une série de plaques en acier inoxydable (d'où le nom d'échangeur à plaques). L'eau du circuit chauffage (primaire) et l'eau du circuit sanitaire (secondaire), y circulent à contre-courant. L'échangeur est alimenté en eau de chauffage par un circuit comportant un calculateur et du côté du départ de la chaudière, une vanne trois voies. Cette vanne est commandée de façon hydrostatique par un dispositif déprimogène (système à dépression) ou un dépistât lorsqu'il y a puisage d'eau sanitaire.

La chaleur échangée entre les fluides par l'intermédiaire des plaques permet un réchauffement « instantané » de l'eau sanitaire. Le débit d'eau chaude est directement lié à la puissance de l'échangeur. Le fluide du circuit primaire circule à l'intérieur des plaques grâce à une pompe (circulateur), alors que l'eau sanitaire est simplement poussée par la pression d'eau de ville à l'intérieur de l'échangeur à plaques. Enfin une régulation ajuste en continue la température de l'eau chaude sanitaire produite. L'eau étant chauffée à des températures très élevées dans l'échangeur à plaques, tout le calcaire contenu dans l'eau va aller se précipiter dans cet échangeur, rendant celui-ci très sensible à l'entartrage dans les régions où l'eau est calcaire. Il convient donc de protéger l'installation par un anticalcaire. Ce principe présente aussi des inconvénients liés à des phénomènes physiques transitoires qui se répercutent au niveau de la

température de l'eau puisée. Ainsi lors d'une variation du débit d'eau au cours d'un puisage, ou après un bref arrêt du puisage, l'accumulation d'énergie dans l'échangeur entraîne une augmentation de température (sensation d'eau trop chaude). Ou bien, aux débits proches du débit seuil de déclenchement, de nombreux cycles d'allumage/extension du brûleur vont entraîner une instabilité de la température d'eau chaude (sensation de chaud/froid). Enfin, les débits minimaux prévus pour le déclenchement de la chaudière sont bien souvent trop élevés pour des besoins de faible débit comme pour le lavage des mains ou le rasage.

Avantages : investissement plus faible, encombrement réduit

Inconvénients : confort sanitaire limité, sensible à l'entartrage



**Figure (IV-14) :** Chaudière à production instantané [59].

IV.9 Dimensionnement d'un échangeur a plaque et joint

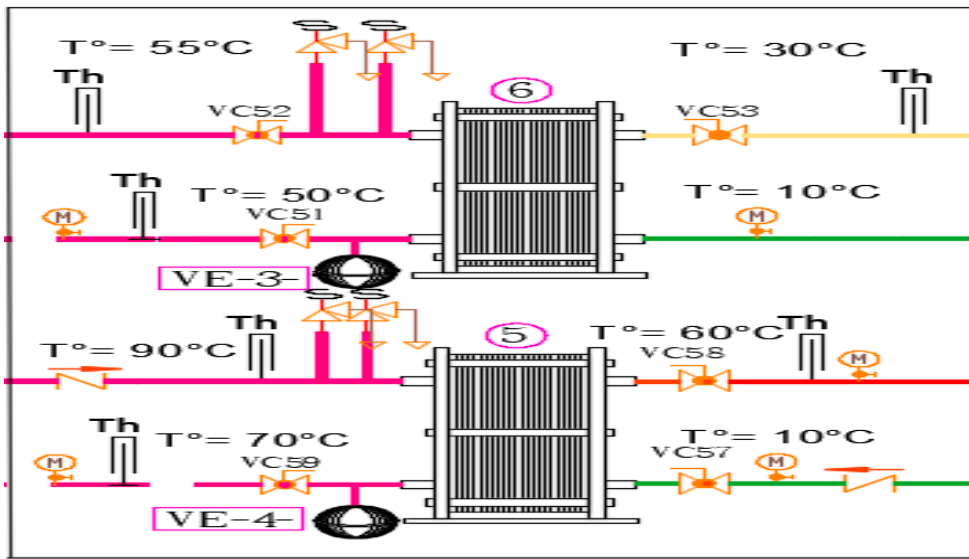


Figure (IV-15): Schéma d'installation d'un échangeur a plaque et joint

Production de l'eau chaude sanitaire selon le principe du contre-courant, L'échangeur thermique à plaques constitue l'interface entre l'eau de chauffage et l'eau sanitaire, les circuits d'eau de chauffage et d'eau sanitaire y circulent à contre-courant. Ce mode de fonctionnement permet un transfert optimal de la chaleur de chauffage vers l'eau sanitaire et garantit des températures de retour basses pour l'accumulateur tampon. Sur l'échangeur thermique, les fluides froids sont toujours raccordés en haut et les fluides chauds sont toujours raccordés en bas. Ainsi, lors d'une période d'arrêt, ce principe permet de refroidir rapidement l'échangeur thermique et de réduire les dépôts calcaires dans le circuit secondaire.

Etablissement des calculs

échangeurs	Tce	Tcs	Tfe	Tfs	Débit Massique mc	Puissance	Débit Massique mf	Δtlm
	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[kg/s]	[KW]	[kg/s]	[°C]
échangeurs ECS	90	70	10	60	1,9444	162556	0,7778	43,281
échangeurs ECS-désurchauffeur)	55	50	10	30	7,2222	150944	1,8056	31,915

surface d'échange A	coefficient d'échange global U	chaleur spécifique Cc	chaleur spécifique Cf	Puissance maximum échangé Qmax	Efficacité	NUT	Taux de chaleur	Tcs	Tfs
[m <sup>2</sup> ]	[W/k]	[KJ/kg°C]	[KJ/kg°C]	[KW]	[%]	[°C]	[kw]	[°C]	[°C]
1	3755,8	8,1278	3,2511	260089	0,625	1,1552	162,56	70	60
1	4729,6	30,189	7,5472	339625	0,4444	0,6267	150,94	50	30

Tableau (IV.13) : Calculs et dimensionnement des échangeurs

IV.9 Suppresseur

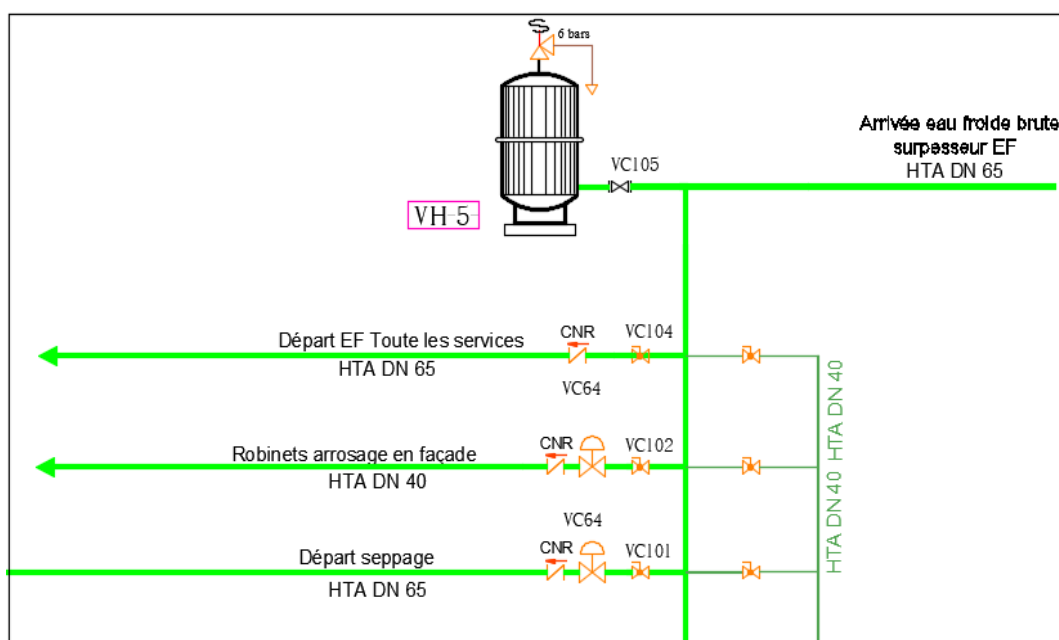


Figure (IV-16) : Schéma d'un suppresseur a l'hôpital de chlef



**Figure (IV-16) :** Installation d'une pompe de récupération

Le supprimeur est une pompe utilisée pour augmenter la pression d'un gaz ou d'un liquide dans des canalisations afin de créer une pression supplémentaire. Une pompe supprimeur est en fait une installation qui permet de maintenir la pression dans les conduits d'eau.

Le supprimeur est installé après le compteur d'eau, mais avant le clapet anti retour. Il est raccordé à l'arrivée d'eau par le biais de manchons souples ou de flexibles. Cet équipement démarre automatiquement lorsqu'un robinet est ouvert et s'éteint tout seul lorsque la pression augmente (après fermeture du même robinet). Cette automatisation est possible grâce à un contact manométrique activé par la pression d'eau.

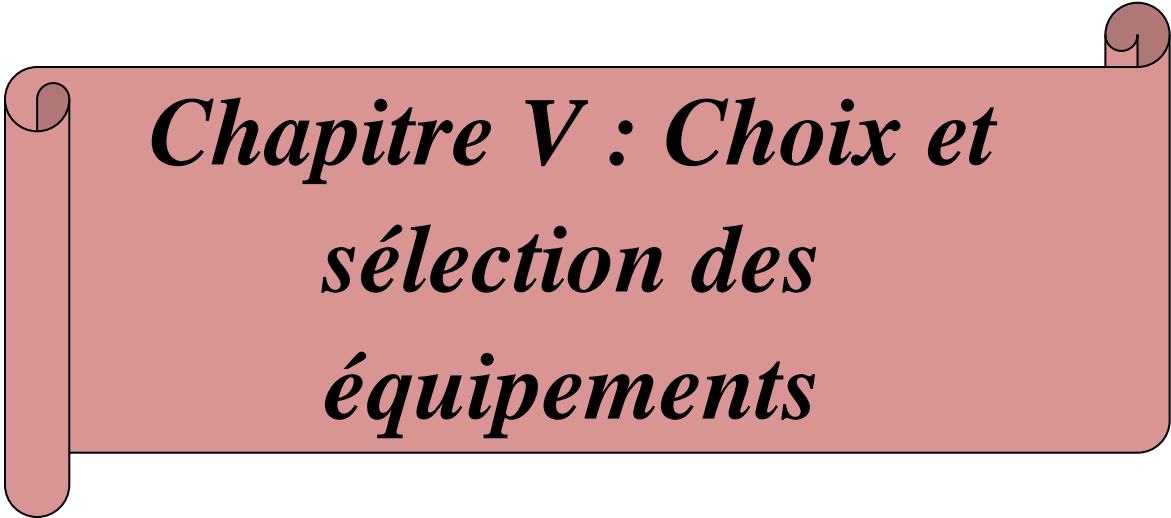
Le principe de fonctionnement de la supprimeur eau consiste à aspirer l'eau et à la faire monter jusqu'à la surface grâce à une pression suffisante. Cette dernière est produite par le groupe moteur du supprimeur qui constitue une grande source d'énergie permettant la montée de l'eau. Le fonctionnement du supprimeur d'eau est donc basé sur cette motorisation. On parle de pompe supprimeur lorsque l'appareil est accompagné d'une pompe. Le fonctionnement d'un supprimeur d'eau avec pompe consiste également à une aspiration de l'eau afin d'assurer la montée jusqu'à la surface.

Ces types d'installations peuvent être utilisés à des fins différents points d'utilisation d'eau.

**Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons étudié le dimensionnement de réseau hydraulique de l'hôpital de chlef concernant les besoins en eau EF, ECS, EFA, BECS et les différentes pertes de charge le long de la distribution EF et ECS, la production d'eau chaude sanitaire (ECS) ainsi le dimensionnement des pompes contient la hauteur monomérique et une études des calculs de l'échangeur a plaque et joints et leur efficacité, coefficient d'échange de chaleur avec les deux méthodes de calculs  $\Delta TLM$  et NUT.





*Chapitre V : Choix et  
sélection des  
équipements*

**V.1 Introduction**

La partie sélection des équipements est aussi importante que la partie calcul, car le choix doit répondre à certains paramètres techniques et économiques.

Dans le cas de notre projet on se base beaucoup plus sur les paramètres techniques.

**V.2 Choix et la sélection de l'équipement**

Les circuits d'eaux dans les établissements sont bien souvent conçus suivant plusieurs critères : En premier leur qualité à répondre à une réglementation, très souvent nationale, puis leur caractéristique technique du point de vue de leur fabrication et de leur usage, puis enfin de leur coût tant sur le plan du prix de vente de l'équipement que de leur coût en terme de temps de pose.

**V.3 Les caractéristiques techniques et critères à retenir dans le choix d'un équipement**

Concernant les caractéristiques techniques des équipements choisis pour un réseau d'eau, les données de base prendront en compte des éléments souvent propres aux fonctions, propriétés physiques des matériaux utilisés et moins leurs caractéristiques à réguler et à transporter de l'eau sans dommages pour le long terme.

Ces éléments techniques sont principalement :

- Les fonctions principales de l'équipement
- La capacité
- La puissance
- Le rendement
- La qualité du matériau utilisé, la régularité dans sa fabrication et dans le temps

Après nos études concernant les différents calculs de l'équipement ajouter au chapitre IV, notre choix et la sélection d'équipement qui a faite selon les différents débits et besoins d'eau, la capacité et la puissance des échangeurs la hauteur manométrique totale des pompes.

Pour notre projet on a choisi les équipements suivants :

**V.3.1 Echangeurs**

Le Choix se fait selon les paramètres suivants :

- Puissance
- Efficacité

échangeurs	puissance	Puissance	Efficacité
	[W]	[KW]	[%]
échangeurs ECS	16255,56	162,55555	62
échangeurs ECS-désurchauffeur)	150944,44	150,94444	44

**Tableau (V-1) :** Puissance d'échangeurs

Pour notre projet on a choisi la maque SOLO, Game H et gamme M

Les échangeurs à plaques et joints de type SOLO ont de nombreuses applications en production de chaleur et en découplage de réseaux. Chaque gamme couvre une plage de puissance croissante. Les Gammes SOLO S, M, L, G et T sont sollicitées pour des régimes de primaire élevés sans recherche d'un pincement faible.



**Figure (V-1) :** Echangeur a plaque et joint marque SOLO

Pour notre projet on a choisi la maque SOLO, Game H et gamme M dont les caractéristiques indiqués aux tableaux (V-2) et (V-3) en annexes.

a) SOLO M



Figure (V-2): Echangeur « SOLO M» de la marque SOLO

b) SOLO H



Figure (V-3) : Echangeur « SOLO H» de la marque SOLO

**V.3.2 Pompes**

Le bon fonctionnement des pompes à chaleur dépend d'un bon choix des pompes de circulation pour ainsi vaincre les pertes de charge dans la boucle d'eau et assurer un bon écoulement de l'eau et satisfaire les besoins de chaque appareil.

Dans notre projet on a besoins de trois pompes : ECS, BECS

**V.3.2.1 Dimensionnement des pompes**

Afin de dimensionner nos pompes, nous aurons besoin des débits à maintenir dans chaque boucle, des pertes de charge totale dans chaque circuit et de la hauteur manométrique totale.

La hauteur manométrique totale est donnée par la formule suivante :

$$HMT = 1,2 \times Pdc_{tot} \quad [mCE]$$

$Pdc_{tot}$  : perte de charge de chaque circuit avec tout les équipements installés (chaudière, tour...)

Selon les calculs faites au chapitre IV, Les résultats de calcul pour chaque circuit sont nous permet de choisir et sélectionner sur le catalogue de logiciel « GRUNDFOS », les pompes choisis :

**b) Pompes production ECS**

La sélection faite selon :

- Débit Q
- Hauteur manométrique totale Hmt

Désignation des pompes	débit probable	pertes de charge linéaire	pertes de charge linéaire	Dzêta	pertes de charges singulières	Perte de charge singulière	pertes de charge totale	Hmt
	[m <sup>3</sup> /h]	[mCE/m]	[m]	[mCE]	[mmCE]	[mCE]	[mCE]	[m]
Pompe ECS	12.55	0,015823	0,395586477	33.5	13149,3375	13,149338	15,6493375	18,78

**Tableau (V-4) : Hauteur manométrique totale de pompe ECS**

Pour notre projet on a choisis la marque « GRUNDFOS » de type :

99222325 TP 40-270/2A-F-BQBE-HX1 50HZ

Pompes	Applications	Débit	Hmt	Puissance	Rendement
		[m <sup>3</sup> h]	[m]	[KW]	[%]
Pompes ECS	Production Eau chaud sanitaire	12.62	19.56	1.5	57

Tableau (V-5) : Caractéristiques de pompe de production ECS



Figure (V-4) : Pompe de production ECS

b) Pompes BECS

Désignation appareils	Débit	pertes de charge linéaire	pertes de charge linéaire	Dzêta	pertes de charges singulières	Perte de charge singulière	pertes de charge totale	Hmt
pompes	[m <sup>3</sup> /h]	[mCE/m]	[m]	[mCE]	[mmCE]	[mCE]	[mCE]	[m]
Pompe BECS	2,291	0,042882	0,428819812	21,5	8698,7925	8,6987925	1,1987925	13,44

Tableau (V-6) : Hauteur manométrique totale de pompe BECS

Pour notre projet on a choisit la marque « GRUNDFOS » de type :

99221979 TP 32-150/2 A-F-BQBE-DX1 50HZ

Pompes	Applications	Débit Q	Hauteur manométrique Hmt	Puissance P	Rendement $\eta$
		[m <sup>3</sup> /□]	[m]	[KW]	[%]
Pompes ECS	Production Eau chaud sanitaire	2.291	13.27	1.5	30.4

Tableau (V-7) : Caractéristique de la pompe BECS



Figure (V-12) : Pompe de recyclage BECS

V.3.3 Suppresseur

Le Choix se fait selon les paramètres suivants :

- Débit
- Hauteur manométrique totale Hmt

Désignation appareils	débit	pertes de charge linéaire	pertes de charge linéaire	pertes de charges singulières	Perte de charge singulière	pertes de charge totale	HG	Hmt
	[m <sup>3</sup> /h]	[mCE/m]	[m]	[mmCE]	[mCE]	[mCE]	[m]	
Pompe EF	13,17	0,1432284	1,806324	7363,629	7,363629	19,97052	18,2	45,804624

Tableau (V-8) : Hauteur manométrique de pompe EF

Pour notre projet nous avons opté pour la marque« GRUNDFOS » :

Suppresseur 99071444 CRE 10-5 A-A-A-E-HQQE

Pompes	Applications	Débit Q	Hauteur manométrique Hmt	Puissance P	Rendement $\eta$
		$[m^3/\square]$	[m]	[KW]	[%]
Pompe EF	Récupération	13.17	45.07	3	90.7

Tableau (V-9) : Caractéristiques de la pompe BECS



Figure (V-20) : Pompe de récupération



# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

---

Ce présent travail porte sur l'étude et la conception des différents réseaux d'alimentation et d'évacuation ainsi que le traitement d'eau dans notre hôpital. Comme la consommation quotidienne moyenne d'eau est importante, en raison de l'utilisation fréquente et des besoins dans toutes ses points d'utilisation, et dans le souci de rationalisation de la consommation d'eau, ils y'a des méthodes et techniques modernes pour réduire la consommation d'eau en utilisant des équipements à faible consommation d'eau fiable soit a l'intérieure ou a l'extérieure tels que : régulateur de débit, mitigeurs à infrarouge, mitigeur thermostatique, le panneau de douche économique

Cependant, pour le nettoyage et l'arrosage extérieur, il y a des solutions de récupération d'eau pluviales pour y subvenir. Tout équipements produisant un effet soit frigorifique ou calorifique (chauffage des bâtiments, chauffage d'eaux sanitaire, d'une climatisation.etc) et qui dégage de la chaleur au milieu extérieur, doit avoir un système de valorisation de cette énergie via des solutions de récupération adéquats permettant des économies majeures en terme de consommation d'électricité et de gaz.

Enfin, rappelons les différentes étapes suivies dans nos études sous les différents chapitres suivants :

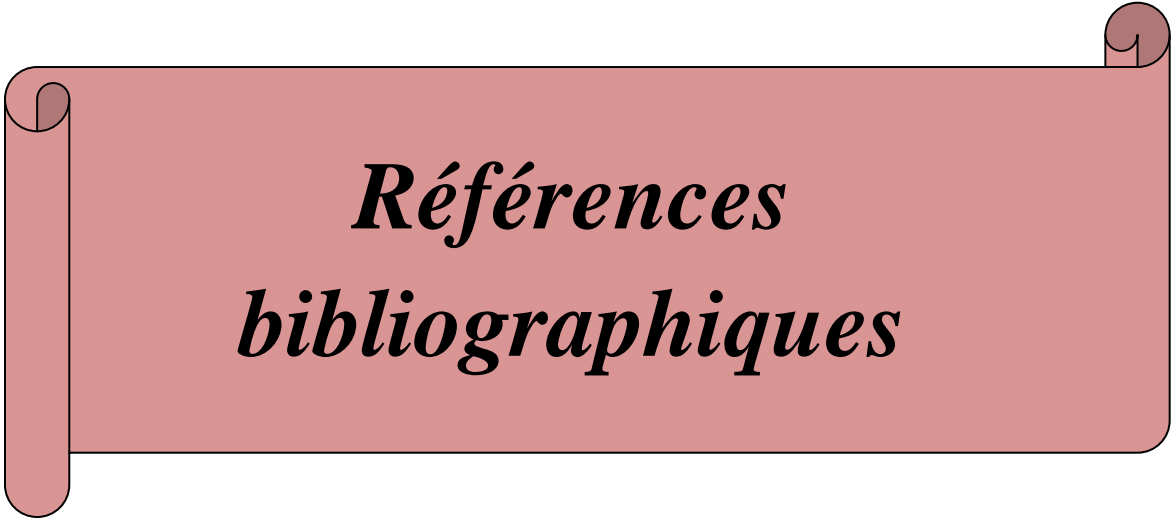
Dans le premier chapitre, nous avons étudié les différents établissements recevant publics (ERP) et leur classement selon les besoins d'eau, la capacité d'accueillement...

Dans le deuxième chapitre on a présenté les équipements et les installations : distribution, évacuation et traitement d'eau ainsi la production d'eau chaude sanitaire disponible.

Dans le troisième chapitre on a fait le dimensionnement et la schématisation du réseau de distribution (EF, ECS, EFA, BECS) et d'évacuation (EU, EV, EP) comportent les calculs des diamètres et les débits de différents tronçons.

Le quatrième chapitre comporte les calculs des systèmes de pompage, circulation ECS, BECS et dans un autre chapitre nous avons fait la sélection et le choix de l'équipement.





***Références  
bibliographiques***



## Références bibliographiques

---

### *Chapitre I*

[1] : Article R.123-2 du code de la construction et de l'habitation.

[2] : Article R.123-19 du code de la construction et de l'habitation.

[3] : <https://fr.weatherspark.com>. Octobre2021

[4] : M.REBZANI Braham ; M.SILHADI KAMEL ; M.ETLASSAR Sidi Mohamed Karum.  
La Réglementation thermique des Bâtiments (D.T.R), Décembre 1997.

[5] :Encyclopé, L'eau, Education. Encarta,(2006).

DEGREMOT. «Mémonto Technique d'eau ». Deuxième édition Tom I. (2005).p39-50.

<https://www.suezwaterhandbook.fr>. Octobre2021

[6] : DEGREMOT. « Mémonto Technique d'eau ». Première édition ;(1952).

[7] : A.DUPONT, Hydrologie. Captage et traitement des eaux HYDRAVLIQUE. TOME 1,  
Ed5, Parcs (1981).

[8] : H.TRADATH et J.P BEUDRY, « chimie des eaux, le griffons d'argile », (1984).

[9] : Henri Roque, « Fondement théorique du traitement chimique des eaux «Vol I et II,  
Technique et documentation. Lavoisier, Paris (1990).

[10] : H.AOUAHRANI. « Suivi de la stabilité des paramètres physico-chimique et  
bactériologie de l'eau » Université de Bejaia, (2012).

[11] : A.KHADRAOUI, S. TABEL, « Qualité des eaux dans le sud algérien (Potabilité  
pollution et impact sur le milieu, (2008).

[12] : Boglin Jean Cloude. Propriétés des eaux naturelles, Technique de l'ingénieur. Traité  
environnement G1.110.

## Références bibliographiques

---

[13] : Bliefert claus etparroudnRobert. Chimie de l'environnement : air, eau, sols, p : 271, 290, 291.

[14] : Rodier J. LEGUBG. BMERLET Net coll. « l'analyse e l'eau », 9<sup>eme</sup> édition,PP : 1-33. Dunod, paris (2009).

[15] : Tadart Henry,M.Beaury, J. P. « Chimie des eaux », Ed, le Griffon d'argile INC. Canada,(1984).

[16] : POTELON J.L, ZYMANK, « Le guide des analyses d'eau potable, la lettre au cadre territorial », (1998).

[17] : GOMELLA et GUERRE, « Le traitement des eaux publique industrielles et privés ». Edition Eyrolles, (1978).

[18] : Emmanuel. JESTIN. Production et traitement des eaux destines à l'alimentation, agence de l'eau Seine normande paris.

[19] : <https://www.stylesdebain.fr>. Octobre 2021

[20] : <https://www.xpair.com>. Octobre 2021

[21] : joel. M. ZIN Solo, « Pompes et station de pompage » notion de cours, université d'Abomey culavie, Benin.

[22] : M. Rapinât, « Les stations de pompage d'eau », Lavoisier, 6<sup>eme</sup> édition,(2005).

[23] : Les échanges de chaleur cours de pascal toby. Mars 2002.

[24] : A. BONTEMPS, A. GAREIGUE, CH. GOUBIER J. HUETZ, MARVILLE et R. VIDIL «Description des échanges des chaleurs », Technique de l'ingénieur [B2341].

[25] : <https://www.quelleenergie.fr>. Octobre 2021

## Références bibliographiques

---

### *Références de chapitre II*

[26] : P.BRAUD. »Eau chaude sanitaire », Ecole supérieure des arts et industrie de Strasbourg.

[27] : <https://www.aqua-vendee.fr>. Octobre 2021

[28] : ADEME « performance économique, chauffage eau solaire individuel, 2008

[29] : P. Amet, G. Gaurdan, Y. Guren, R. Jule, E. Marguet et F. Mykieta « chauffage- eau solaire », Edition EYRILLES, 2008.

[30] : <https://www.Calculeo.fr> « Déférents système de production d'ECS ».

[31] : <https://www.le guide de chauffage. com>. Octobre 2021

[32] : ADEME, « Dimensionnement des systèmes de production d'ECS en habitat individuel, collectif » juin 2019.

[33] : Ralond MESKEL. « Bouclege ECS, Règlementation sanitaire ».

<https://blog.elyotherm.fr>

[34] : A. Gaid, Epuration biologique des eaux urbaines Edition OP4, Alger.

[35] : Marion Santi, Julien Gobort, « Technologie d'assainissement traitement des eaux usées, Savary, 2011.

[36] : <https://www.distriartisan.fr>. Octobre 2021

[37] : F.G worth, « Traitement des eaux d'égout et des eaux vannes ». Procédé « Webster » communication de M.F.G Wart, Michels et fils 1889.

[38] : Marline Thiébart-Brodin. Gérard guihéney « Eau de pluie, récupération et utilisation », 1 vol (VI-154P) Roissy, imp, 2010.

## Références bibliographiques

---

[39] : R.Vidil « les échanges a plaque et joint description élément de dimensionnement », paris Lovassiez, février, 2002.

[40] : [www.alfaloval.com](http://www.alfaloval.com). Octobre 2021

[41] : [www.gea-phe.com](http://www.gea-phe.com). Octobre 2021

[42] : Jaque. Padet « Echangeur thermique, Méthodes globale de calculs », paris, Masson 1994.

### *Références de chapitre III*

[45] : Henri de Plombier Garnier technique (1984), 14<sup>eme</sup> édition 860 pages

[46] : <https://www.filtrages.fr> « tuyaux plomberie »

[47] : Le GUEN Anne « Matériaux utilisés pour la canalisation chambre land, Février 1999.

[48] : Thierry Bel, Frank Oastot, jean marc lauby « plomberie et installation sanitaire, plomberie et raccordements aux appareils, CSTB édition, 2015.

➤ Michel choubry Pierre Roberjot « Plomberie et raccordements aux appareils », 2013.

[49] : <http://media.xpair.com> « Lasurpression d'eau.

[50] : R. Delebecque

➤ Calcule des diamètres et pressions des installations Tome I.

➤ Dimensionnement des installations d'eau chaude sanitaire Tome III SDTBTP (1969)110 P.

[51] : Règles DTU 60.11 (DTU P40-202) « Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et des installations d'évacuation des eaux pluviales».

[52] : MM. Adto « Le guide des la plomberie », paris 2012.

[53] : Petit plomberie « La ventilation primaire et secondaire », juillet 2014.

## Références bibliographiques

---

[54] : Thierry gallouziaux, David Fedulle « La plomberie en PER, PVC et multicouche », Eyrolles 2014.

### *Références de chapitre IV*

[55] : <http://www.vft47.fr> « Pertes de charge », J-MR.D.BTP, 2006

[56] : ELAZIOUTI ABDELKADER, »Dynamique des fluides », cours, 2015-2016.

[57] <http://www.etasc.fr>.Novembre2021

[58] : <http://jean.david.delord.free.fr>. « Cours mécanique des fluides ».2021



## *Annexes*

### Annexe 1

#### ➤ Classification des ERP

Type	Etablissements
<b>J</b>	Structures d'accueil pour personnes âgées et personnes handicapées
<b>L</b>	Salles à usage d'auditions, conférences, réunions, spectacles, à usages multiples
<b>M</b>	Magasins, centres commerciaux
<b>N</b>	Restaurants et débits de boissons
<b>O</b>	Hôtels et pensions de familles
<b>P</b>	Salles de danse et salles de jeux
<b>R</b>	Etablissements d'enseignement, colonies de vacances, crèches
<b>S</b>	Bibliothèques, centres de documentation et de consultation d'archives
<b>T</b>	Salles d'expositions (à vocation commerciale)
<b>U</b>	Etablissements sanitaires
<b>V</b>	Etablissements de culte
<b>W</b>	Administrations, banques, bureaux
<b>X</b>	Etablissements sportifs couverts
<b>Y</b>	Musées

**Tableau (I-1) :** Classement des ERP selon le type d'activité [2]

Type	Etablissements
PA	Etablissements de plein air
CTS	Chapiteaux, tentes et structures itinérants
SG	Structures gonflables
OA	Hôtels-restaurants d'altitude
REF	Refuges de montagnes
GA	Gares accessibles au public
EF	Etablissements flottants

**Tableau (I-2):** les différents établissements spéciaux [2]

Type d'établissement		Seuil du 1er groupe		
		Sous-sol	Etag es	Ensemb le des niveaux
J	I. Structures d'accueil pour personnes âgées			
	- effectif des résidents			25
	-effectif total			100
	II. Structures d'accueil pour personnes handicapées :			
- effectif des résidents			20	
-effectif total			100	
L	Salles d'audition, de conférences, de réunions "multimédia"	100		200
	Salles de spectacles, de projections ou à usage multiple	20		50
M	Magasins de vente	100	100	200
N	Restaurants ou débits de boissons	100	200	200

## Annexes

O	Hôtels ou pensions de famille			100
P	Salles de danse ou salles de jeux	20	100	120
R	Ecoles maternelles, crèches, haltes-garderies et jardins d'enfants	(*)	1(**)	100
	Autres établissements	100	100	200
	Etablissements avec locaux réservés au sommeil			30
S	Bibliothèques ou centres de documentation	100	100	200
T	Salles d'expositions	100	100	200
U	Etablissements de soins :			
	- sans hébergement - avec hébergement			100 20
V	Etablissements de culte	100	200	300
W	Administrations, banques, bureaux	100	100	200
X	Etablissements sportifs couverts	100	100	200
Y	Musées	100	100	200
OA	Hôtel-restaurant d'altitude			20
GA	Gares aériennes (***)			200
PA	Etablissements de plein air			300
CTS	Chapiteaux et tentes			50
EF	Etablissements Flottants	Pas de 5ème catégorie		

(\* ) ces activités sont interdites en sous-sol.

(\*\* ) Si l'établissement ne comporte qu'un seul niveau situé en étage : 20.

(\*\*\*) Les gares souterraines et mixtes sont classées dans le 1er groupe quel que soit l'effectif.

**Tableau (I-3) : Seuils de classement des ERP de 5ème catégorie [2]**

➤ **Calculs de l'effectif :**

Type d'établissement		Calcul de l'effectif
J	Structures d'accueil pour personnes âgées et personnes handicapées	Nombre de résidants + Effectif du personnel + 1 visiteur/3 résidants
L	Salles d'audition, de conférences, de réunions, de quartier, réservées aux associations, de projection ou de spectacles	- 1 pers./siège ou place de bancs numérotées - 1 pers./0,50 m. linéaire de banc - Personnes debout à raison de 3 pers./m <sup>2</sup> - 5 pers./m. linéaire dans les promenoirs ou files d'attente
	Cabarets	- 4 pers./3m <sup>2</sup> de la surface de la salle, déduction faite des estrades des musiciens et aménagements fixes
	Salles polyvalentes	- 1 pers. /m <sup>2</sup> de la surface totale de la salle
	Salles de réunions sans spectacles	- 1 pers. /m <sup>2</sup> de la surface totale de la salle
	Salles multimédia	Déclaration du maître d'ouvrage avec au minimum 1 pers. /2m <sup>2</sup> de la surface totale

## Annexes

M	Magasins de vente	<p>- RDC : 2 pers./m<sup>2</sup> de la surface accessible au public (*)</p> <p>Sous-sol et 1er étage : 1 pers./m<sup>2</sup> de la surface accessible au public (*)</p> <p>- 2ème étage : 1 pers. /2m<sup>2</sup> de la surface accessible au public (*)</p> <p>Etages supérieurs : 1 pers./5m<sup>2</sup> de la surface accessible au public (*)</p> <p>(*) La surface accessible au public est évaluée forfaitairement au 1/3 de celle des locaux où il a accès, à moins que l'exploitant ne justifie de la surface réelle mise à disposition</p>
	Centres commerciaux	<p>Mails : 1pers./5m<sup>2</sup> de leur surface totale</p> <p>Locaux de vente &gt; 300 m<sup>2</sup> : voir magasins de ventes                      Locaux de vente &lt; 300 m<sup>2</sup> : 1 pers. /2m<sup>2</sup> sur le 1/3 de la surface</p>
	Magasins de meubles, d'articles de jardinage, de matériaux de construction ou de gros matériel	1 pers. /3m <sup>2</sup> sur le 1/3 de la surface des locaux accessibles au public
	Boutiques < 500m <sup>2</sup> en RDC	Si largeur des circulations principales > 1.80m, 1 pers. /m <sup>2</sup> sur le 1/3 de la surface accessible au public

N	Restaurants, cafés, bars, brasseries, etc.	<p>- Zones à restauration assise : 1 pers. /m<sup>2</sup></p> <p>- Zones à restauration debout : 2 pers. /m<sup>2</sup></p> <p>- Files d'attente : 3 pers. /m<sup>2</sup></p>
O	Hôtels, pensions de famille, etc.	Nombre de personnes pouvant occuper les chambres

## Annexes

P	Salles de danse et salles de jeux	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 pers. /3m<sup>2</sup> de la surface de la salle, déduction faite des estrades et aménagements fixes</li> <li>- 4 pers. /billard (autres qu'électriques ou électroniques) + effectif du public (nombre de places assises ou calcul selon le type N si consommation)</li> </ul>
R	Etablissements d'enseignement et des colonies de vacances	Déclaration du chef d'établissement ou du maître d'ouvrage
S	Bibliothèques, centres de documentation	Déclaration du chef d'établissement ou du maître d'ouvrage
T	Salles d'expositions à vocation commerciale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Occupation temporaire : 1 pers. /m<sup>2</sup> de la surface totale</li> <li>- Occupation permanente : 1 pers. /9m<sup>2</sup> de la surface totale</li> </ul>
U	Etablissements de soins	<p>Déclaration justifiée du chef d'établissement et forfaitairement :</p> <p>1 pers. par lit + 1 pers. /3 lits pour le personnel + 1 pers. /lit pour les visiteurs (*) + 8 pers./poste de consultation</p> <p>(*) : dans certains établissements (pouponnières, établissements de psychiatrie, de longue durée, à des personnes sans autonomie de vie nécessitant surveillance médicale constante), le calcul des visiteurs s'effectue sur la base d'1 pers/2 lits</p>
V	Etablissements de culte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 pers/siège ou 1 pers/0,5 m de bancs</li> <li>- en l'absence de sièges, 2 pers/m<sup>2</sup> de la surface réservée aux fidèles</li> </ul>
W	Administrations, banques	<p>Déclaration du maître d'ouvrage ou de l'exploitant ou à défaut :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Locaux aménagés : 1 pers./10 m<sup>2</sup> accessibles au public</li> <li>- Locaux non aménagés : 1 pers./100m<sup>2</sup> de planchers</li> </ul>
X		Soit suivant la déclaration du maître d'ouvrage ou de l'exploitant, soit suivant la plus grande des valeurs calculées ci-après :

## Annexes

Salles omnisports, salles d'EPS, salles sportives spécialisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 pers. /4m<sup>2</sup> d'aire de sport ou 25 pers./court de tennis</li> <li>- 1 pers. /8m<sup>2</sup> d'aire de sport + effectif des spectateurs</li> </ul>
Patinoires	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 pers. /3m<sup>2</sup> de plan de patinage</li> <li>- 1 pers. /10 m<sup>2</sup> de plan de patinage + effectif des spectateurs</li> </ul>
Salles polyvalentes à dominante sportive	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 pers. /m<sup>2</sup> d'aire de sport + effectif des spectateurs</li> </ul>

	Piscines couvertes (ou transformables couvertes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 pers. /m<sup>2</sup> de plan d'eau (non compris bassins de plongeon indépendants et pataugeoires)</li> <li>- 1 pers. /5m<sup>2</sup> de plan d'eau + effectif des spectateurs</li> </ul>
	Piscines transformables en utilisation découverte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 pers. /2m<sup>2</sup> de plan d'eau découvert (non compris bassins de plongeon indépendants et pataugeoires)</li> <li>- 1 pers. /5m<sup>2</sup> de plan d'eau + effectif des spectateurs</li> </ul>
	Piscines mixtes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 pers. /m<sup>2</sup> de plan d'eau couvert (non compris bassins de plongeon indépendants et pataugeoires)</li> <li>+ 3 pers. /2m<sup>2</sup> de plan d'eau défini ci-dessus, mais situé en plein air</li> <li>- 1 pers. /5m<sup>2</sup> de plans d'eau définis ci-dessus + effectif des spectateurs</li> </ul>
	Spectateurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 pers. /siège ou 1 pers/0,5m de banc</li> <li>- 1 pers. /5ml de promenoirs</li> </ul>
Y	Musées	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 pers. /5 m<sup>2</sup> accessibles au public</li> </ul>
		Soit suivant la déclaration du maître d'ouvrage ou de l'exploitant, soit suivant la plus grande des valeurs calculées ci-après :
	Terrains de sports, stades	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 pers. /10m<sup>2</sup> d'aire de sport + spectateurs</li> <li>- 25 pers. /court de tennis + spectateurs</li> </ul>

## Annexes

P A	Pistes de patinage	- 2 pers. /3m <sup>2</sup> de plan de patinage + spectateurs
	Bassins de natation	- 3 pers. /2m <sup>2</sup> de plan d'eau (non compris bassin de plongeon indépendants et pataugeoires) + spectateurs
	Autres activités	- nombre de spectateurs
	Spectateurs	- 1 pers. /siège + 1 pers. /0,50m de bancs ou de gradins + spectateurs debout (3 pers. /m <sup>2</sup> ou 5 pers./ mètre linéaire)
C T S	Chapiteaux et tentes	Mode de calcul propre au type d'activité concerné
E F	Etablissements Flottants	Mode de calcul propre au type d'activité concerné (pas de 5ème catégorie)

**Tableau (II-4):** Mode de calcul de l'effectif des E.R.P par type [2]

### Annexe 2

➤ **Zonage climatique :** Les zones climatiques considérées dans le DTR sont les suivantes

Wilaya	Communes	Zone
01 ADRAR	Groupe de communes 1 : Ksar Kaddour – OuledAissa – OuledSaid – Talmine – Timimoun – Tinerkouk  Autres communes.	D1 D2
02 CHLEF	Groupe de communes 1 : Beni Haoua – Dahra – El Marsa – Moussadek – Sidi Abderrahmane – Talassa –Taougrite – Tenes Oued Guoussine.  Groupe de communes 2 : Abou El Hassan – Benaira – Breira – Bouzghaira – Sidi Akkacha – Tadjena – Zeboudja.  Autres communes.	A  B  B'
03 LAGHOUAT	Groupe de communes 1 : Ain Medhi – El Assafia – El Haouita – HassiDelaï –HassiR'Mel – Kheneg – Ksar ElHirane – Laghouat – Mekhareg – Tadjrouna.  Autres communes.	D1  C

04 OUM EL- BOUAGHI	Toutes les communes	C
--------------------------	---------------------	---

## Annexes

05 BATNA	Groupe de communes 1 : Ain Touta – Arris – Barika – Bitam – Boumagueur – Bouzina – Chir – Djezzar – Ghassira – Gosbat – Hidoussa – Ichmoul – Inoughissen – Kimmel – Lemsane – Maafa – M’Doukal – Mena – Merouana – Metkaouak – NGaous – OuledAmmar –OuledAouf - Ouled Si Slimane – Ras El Aioun – Sefiane – Seggana –Taxlent – Teniet El Abed – Tighanimine – Tigherghar – Tilatou – T’Koutt Autres communes.	D1           C
06 BEJAIA	Groupe de communes 1 : Adekar – Aokas – Bejaia – BeniKsila – Boukhelfa – Hamza – Melbou – Souk El Tenine – Tala – TaourirtIghilTichi – Toudja – OuedGhir.  Groupe de communes 2 : Ighli Ali  Autres communes.	A  C  B
07 BISKRA	Toutes les communes	D1
08 BECHAR	Toutes les communes	D1
09 BLIDA	Toutes les communes	B
10 BOUIRA	Groupe de communes 1 : Aghbalou – Ahl El Ksar – Aidane – Ain El Hadjar – AinLaloui – Ain Turk – Bechloul – BordjOkhriss – Bouira – Chorfa – Dirah -El Adjiba – El Asnam – El Hachimia – El Hakimia – HadjeraZerga – Haizer – Maamora – M’Chedallah – Mezdour – Oued El Berdi –  OuledRached – Saharidj – Taghzout – Taguedit  Autres communes.	C           B
11 TAMANRASSET	Groupe de communes 1 : Abalessa – In Amgueul – InGhar – In Salah – Tin Zaouatine  Autres communes.	D2 D3

12 TEBESSA	Groupe de communes 1 : Bir El Ater – El Mezeraa – ElOgla El Malha – Ferkane – Negrine – Oum Ali – SafSaf El Ouesra – StahGuentis – Thlidjene  Autres communes.	D1           C
---------------	--	---

## Annexes

13 TLEMCEM	Groupe de communes 1 : BeniRached – Dar Yaghmouracene – Ghazaouet – Honaine – Marsa BenM’Hidi – MsirdaFouaga – Souahlia – Souk Thlata Groupe de communes 2 : AinGhoraba – AinTallout – Azails – BeniBahdel – BeniBoussaid – BeniSemiel – BeniSnouss – El Aricha – El Bouihi – El Gor – Sebdou – Sidi Djillali  Autres communes.	A C B
14 TIARET	Groupe de communes 1 : Djillali Ben Amar – Ghertoufa – mechraaSafa – Meghila – Ouled Lila –Rahouia - Sebt Groupe de communes 2 : Sidi Ali Mellal – Tidda. Autres communes.	B B’ C
15 TIZI OUZOU	Groupe de communes 1 : Aghrib – Ait Chaffa – Akerrou – Azzefoun Inflissen – Mizrana – Tiggirt -Zekri  Autres communes.	A B
16 ALGER	Toutes les communes	A
17 DJELFA	Groupe de communes 1 : Amoura – Deldoul – Guettara – Oum El Adam – SebRahal - Selmana Autres communes.	D1 C
18 JIJEL	Groupe de communes 1 : Chekfa – El Aouana – El Kennar Nouchfi – Emir Abdelkader – Jijel – Kaous – KeirOuled Adjoul – Mansouria SidiAbdelaziz – Taher  - Ziana  Autres communes.	A B
19 SETIF	Groupe de communes 1 : Boutaleb - Hamma Groupe de communes 2 : AinArnat –AinAzal – AinLahdjar – AinOulmane – Beidha Bordj – bellaa –BeniHocine – Bir El Arch – Birhaddada- El Eulma – ElOuldja – Guellal – Guenzet – Guidjel – HammamEssokhna – Harbil – Ksar El Abtal – Mezloug – OuledSabor – Ouled Si Ahmed – OuledTebben – Rosfa – Salah Bey – Setif – Taya - Tella  Autres communes.	D1  C B

20 / SAIDA	Toutes les communes	C
21 SKIKDA	Groupe de communes 1 : AinZouit – Benazouz – Cheraia - Collo – Djendel Saadi Mohamed – El Hadaik – El Marsa – Fil Fila – HamadiKrouma – Kanoua – Kerkera – Kheneg Mayoum – OuledAttia – Skikda – Tamalous - Zitouna  Autres communes.	A  B

## Annexes

<p>22 SIDI BELABBES</p>	<p>Groupe de communes 1 : AinTidamine – BenachibaChelia – Bir El Hammam – Dhaya – El Haçaiba – Marhoum – Merine – Mezaoura – MoulySlissen – OuledSebaa – OuledSefioun – OuledTaourira – Ras El Ma – Redjem – Demouche – Sidi Ali Benyoub – SidiChaib – Taoudmout – Tassifour – Teghaliment – Telagh - Tenira</p> <p>Autres communes.</p>	<p>C</p> <p>B</p>
<p>23 ANNABA</p>	<p>Groupe de communes 1 : Annaba – Chetaibi – OuledEl Aneb - Seraidi</p> <p>Autres communes.</p>	<p>A</p> <p>B</p>
<p>24 GUELMA</p>	<p>Groupe de communes 1 : Tamloka</p> <p>Autres communes.</p>	<p>C</p> <p>B</p>
<p>25 CONSTANTINE</p>	<p>Groupe de communes 1 : Ain Smara – OuledRahmoune</p> <p>Autres communes.</p>	<p>C</p> <p>B</p>
<p>26 MEDEA</p>	<p>Groupe de communes 1 : Aissaouia – Baata – Benchicao – BeniSlimane – Bir Ben Laabed – Bouchrahil – Bouskene – DeuxBassins – Djouab – DraaEssamar – El Azizia – El Guelb El Kebir – El Hamdania – El Omaria – Khams Djouamaa – Medea – Meghraoua – mezrana – Mihoub – Ouamri – OuledHarbil – OuledBrahim – Ouzera – SidiErrabia – SidiNaamane – SidiZahar – Sedraia – Souaghi</p> <p>– Tablat – Tamesguida – Tizi Mehdi</p> <p>Groupe de communes 2 : Hannacha</p> <p>Autres communes.</p>	<p>B</p> <p>B'</p> <p>C</p>
<p>27 MOSTAGANEM</p>	<p>Groupe de communes 1 : OuledMaalah – Sidi Ali</p> <p>Groupe de communes 2 : Bouguirat – Ouled El Kheir – OuledSafsaf – Mansourah – Nekmaria – Sirat – Sour – Souafia – Tazghait - Touahria</p> <p>Autres communes.</p>	<p>B'</p> <p>B</p> <p>A</p>

## Annexes

28 M'SILA	<p>Groupe de communes 1 : Ain El Hadjel – Beni Ilmane - BirFoda – BoutiSayah - DjebelMessad – El Hamel – El Houamed – HammamDhalaa – Maadid – Medjedel – Mena – Oultene – SidiAissa – SidiAmeur – SidiHadjeres – Slim – Tamount – Tamsa – Ouanougha</p> <p>Autres communes.</p>	C  D1
29 MASCARA	<p>Groupe de communes 1 : Alafmia</p> <p>Groupe de communes 2 : Ain Ferah – Ouled El Abtal – Sidi Abdeldjabar- Sehaïlia</p> <p>Groupe de communes 3 : Aouf – Benian – Gharrous – M'Hamid – Mokhda – Nesmot – OuledTaria – Sidi Boussaid – Sidi Kada</p> <p>Autres communes.</p>	A B' C B
30 / OUARGLA	Toutes les communes	D1
31 ORAN	<p>Groupe de communes 1 : El Braya – El Karma – OuledTlelat - Tafraoui</p> <p>Autres communes.</p>	B A
32 EL BAYADH	<p>Groupe de communes 1 : Bousseghoum – Brezina – El Benoud – El Abiod Sidi Cheikh</p> <p>Autres communes.</p>	D1 C
33 ILLIZI	<p>Groupe de communes 1 : Deb Deb – In Amenas – Bordj Omar Driss</p> <p>Autres communes.</p>	D1 D3
34 BORDJ BOU ARRERIDJ	<p>Groupe de communes 1 : Ouled Sidi Brahim</p> <p>Autres communes.</p>	B C
35 BOUMERDES	<p>Groupe de communes 1 : Ammal – Beni Amrane – Bordj Menail – BouzegzaKeddar – Chabet El Ameur – El Kharouba – Isser – Larbatache – Khemis El Khechna – Naciria – Si Mustapha – Souk El Had - Timezrit</p> <p>Autres communes.</p>	B  A
36 EL TARF	<p>Groupe de communes 1 : Ben M'Hidi – Berrihane – Echott – El Kala - Souarekh</p> <p>Autres communes.</p>	A  B

## Annexes

37 TINDOUF	Toutes les communes	D1
38 TISSEMSILT	Groupe de communes 1 : Lazharia Groupe de communes 2 : Beni Lahcene - Bordj Bounaama - Boucaid - Larbaa - Lardjem - Maasem - Mellaab - Sidi Lantri - Sidi Slimane - Tamalaht Autres communes.	B' B C
39 EL OUED	Toutes les communes	D1
40 KHENCHELA	Groupe de communes 1: Babar - Bouhmama - Cherchar - Djellal - El Ouldja - Khirane - M'Sara Autres communes.	D1 C
41 SOUK AHRES	Groupe de communes 1 : AinZana - Haddada - Hanancha - Khedara - Mechroha - Merahna - OuledDriss - OuledMoumen - Quillen - SidiFredj - Souk Ahras - Taoura - Zaarouria Autres communes.	B C
42 TIPAZA	Groupe de communes 1 : Ahmer El Ain - Attatba - Bourkika - Menaceur - Meurad Autres communes.	B A
43 MILA	Groupe de communes 1 : AinMellouk - Benyahia - Abderrahmane - Chelghoum Laid - El Mechira - OuedAthmania - OuedKhalouf - OuedSeguen - Tadjenanet - Telerghma Autres communes.	C B
44 AIN DEFLA	Groupe de communes 1 : AinLechiakh - OuedDjemaa - Tarik IbnZiad - Groupe de communes 2 : AinBenian - AinTorki - Arib - Bathia - Belaas - Ben Allah - Boumedfaa - El Hassania - HammamRigha - Hoceinia - Miliana - TachetaZougagha Autres communes.	C B B'
45 NAAMA	Groupe de communes 1 : Asla - DjenienBourezg - Morhar Autres communes.	D1 C

## Annexes

46  AIN TEMOUCHENT	<p>Groupe de communes 1 : Aghlal – Ain Kihal – Ain El Arbaa – Ain Temouchent</p> <p>- Aoubellil – Chaabet El Ham – Chentouf – Hammam Bouhdjar – Hassasna – ouledBerkeche – Ouled Sabah</p> <p>- Sidi Boumediane – Tamzoura</p> <p>Autres communes.</p>	B       A
47 GHARDAIA	Toutes les communes	D1
48  RELIZANE	<p>Groupe de communes 1 : Beni Zentis – Kalaa – Mediouna – Mendes – Sidi M'Hamed Benali – Sidi saada – Yellel</p> <p>Autres communes.</p>	B   B'

**Tableau (I-5):** Décomposition des zones climatique [4]

Zone	Altitude (m)	T (en °C)
A	<300	6
	300à500	3
	500à1000	1
	≥1000	-1
B	<500	2
	500à1000	1
	≥1000	-1
B'	<500	0
	≥500	Voir la zone B

**Tableau (I-6):** La température extérieure de base est fonction de l'altitude et de la zone climatique [4]

## Annexe 3

### ➤ Compositions des eaux usées

Constituants		Concentration		
		Forte	Moyenne	Faible
1. Solides : Total	(mg/l)	1200	720	350
Dissous, total	(mg/l)	850	500	250
Fixe	(mg/l)	525	300	145
Volatil	(mg/l)	325	200	105
Suspendu, total	(mg/l)	350	220	100
Fixe	(mg/l)	75	55	20
Volatil	(mg/l)	275	165	80
2. Solides capables de stabilisation	(mg/l)	20	10	5
3. Demande biochimique en oxygène(DBO <sub>5</sub> , 20°C)	(mg/l)	400	250	110
4. Carbone organique total (COT)	(mg/l)	290	160	80
5. Demande chimique en oxygène(DCO)	(mg/l)	1000	500	250
6. Azotes	(mg/l)	85	40	20
Total Organique	(mg/l)	35	15	8
Ammoniaque libre	(mg/l)	50	25	12
Nitrites	(mg/l)	0	0	0
Nitrates	(mg/l)	0	0	0
7. Phosphore :				
Total Organique	Octobre	15	8	4
Minéral	(mg/l)	5	3	1
	(mg/l)	10	5	3
	(mg/l)			
8. Chlorures	(mg/l)	100	50	30
9. Alcalinité (CaCO <sub>3</sub> )	(mg/l)	200	100	50
10. Graisse	(mg/l)	150	100	50

**Tableau (II-1) : Composition de l'eau usée.**

Annexe 4

➤ Débits des appareils

Désignation de l'appareil	Q <sub>min</sub> de calcul (1)		Diamètres intérieurs mini des canalisations d'alimentation (2) (mm)
	Eau froide ou eau mélangée (l/s)	Eau chaude (l/s)	
Evier - timbre d'office	0,20	0,20	12
Lavabo	0,20	0,20	10
Lavabo collectif (par jet)	0,05	0,05	suivant nombre de jets
Bidet	0,20	0,20	10
Baignoire	0,33	0,33	13
Douche	0,20	0,20	12
Poste d'eau robinet 1/2	0,33		12
Poste d'eau robinet 3/4	0,42		13
WC avec réservoir de chasse	0,12		10
WC avec robinet de chasse	1,50		au moins le diamètre du robinet
Urinoir avec robinet individuel	0,15		10
Urinoir à action siphonique	0,50		au moins le diamètre du robinet
Lave-mains	0,10		10
Bac à laver	0,33		13
Machine à laver le linge	0,20		10
Machine à laver la vaisselle	0,10		10
Machine industrielle ou autre appareil	se conformer à l'instruction du fabricant		

1 . Lorsque la production d'eau chaude est individuelle, ces débits servent de base au calcul des diamètres des canalisations d'eau froide à usage collectif et des canalisations intérieures jusqu'au piquage alimentant l'appareil de production d'eau chaude.  
2 . Ces diamètres tiennent compte des conditions d'utilisation des divers appareils sanitaires.

Tableau (III-1) : Débits minimaux des différents appareils [51].

Débits des conduits d'eau froide

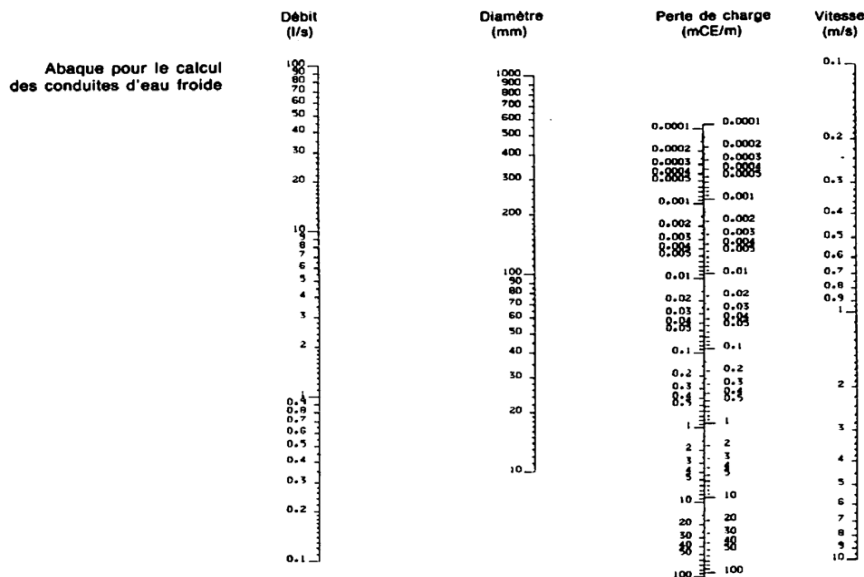
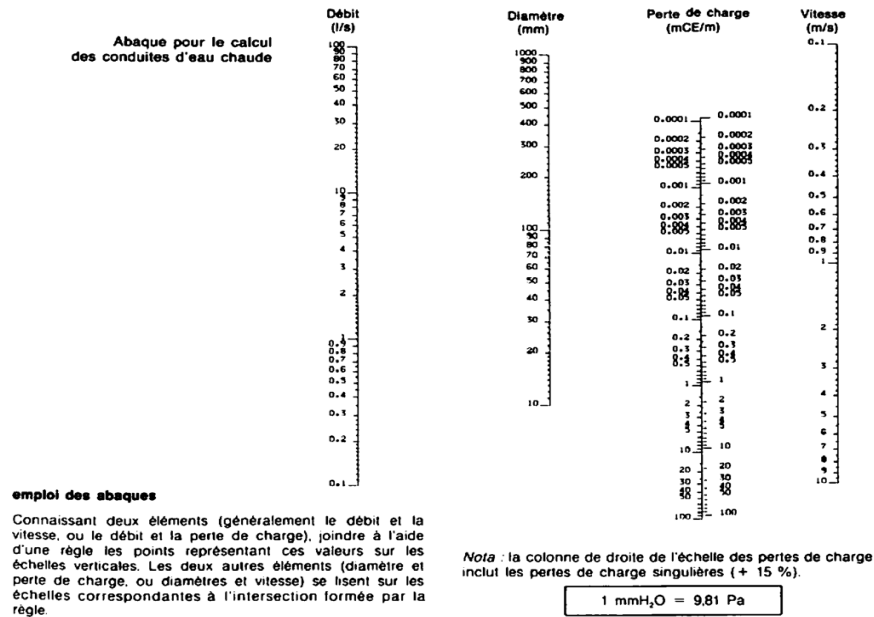



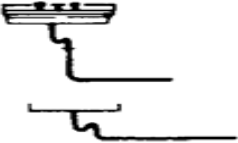
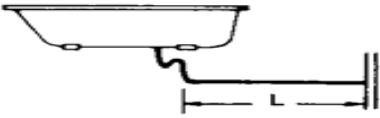



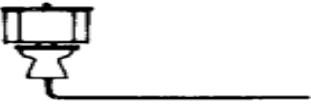
Figure (III-23) : Abaque de calcul des conduites d'eau froide EF [51].

## ➤ Débits des conduits d'eau froide



**Figure (III-24):** Abaque de calcul des conduites eau chaude sanitaire [51].

## ➤ Diamètres des tuyaux collecteurs pour le cas de l'installation individuelle

Appareil	∅ Intérieur minimal (mm)	Observations
Lavabo, lave-mains, bidet 	30	
Evier, poste d'eau, douche, urinoir 	33	
Baignoire 	33 38	Si $L \leq 1 \text{ m}$ Si $L > 1 \text{ m}$
Groupe de sécurité 	20 25	Si $L \geq 1 \text{ m}$ Sans partie verticale ou $L < 1 \text{ m}$
Machine à laver : linge, vaisselle 	33	
WC à action siphonique 	60 (*) 77 (*)	Sur longueur de 1 m Sur partie L supérieure à 1 m
WC à chasse directe 	80 (*)	

\* Le diamètre intérieur minimal des chutes est donné au paragraphe 3.23.

Tableau (III-3): Diamètre des tuyaux collecteurs pour les installations individuelles [51].

## ➤ Diamètres des tuyaux collecteurs pour le cas de l'installation collectifs



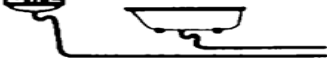
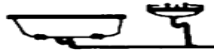
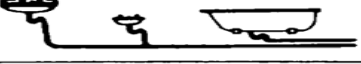
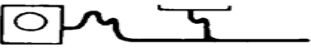
Appareils groupés dans le sens de l'écoulement	∅ intérieur minimal (mm)	Observations
Lavabo + bidet 	30	
Bidet + lavabo 		
Lavabo ou bidet ou machine à laver + baignoire 		2 vidanges séparées sont nécessaires (voir tableau 2)
Baignoire + lavabo ou bidet ou machine à laver 	Choisir le diamètre immédiatement supérieur au diamètre de l'appareil le plus important	
Lavabo + bidet + baignoire (ordre indifférent) 		2 collecteurs sont nécessaires (voir cas précédents). Le diamètre minimal dépend du regroupement des appareils
Machine à laver (linge ou vaisselle) + évier 	33	

Tableau (III-4) : Diamètre des tuyaux collecteurs pour les installations collectifs [51].

Diamètre intérieur (mm)	Débits en l/s pour une pente par mètre de :				
	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm
69	0,96	1,36	1,67	1,93 (1)	2,15 (1)
77	1,31	1,85	2,26	2,61 (1)	2,92 (1)
84	1,66	2,35	2,88 (1)	3,32 (1)	3,71 (1)
94	2,26	3,20	3,92 (1)	4,53 (1)	5,06 (1)
104	2,99	4,23	5,18 (1)	5,98 (1)	6,69 (1)
119	4,33	6,12 (1)	7,50 (1)	8,66 (1)	9,68 (1)
129	5,40	7,64 (1)	9,35 (1)	10,80 (1)	12,07 (1)
134	5,99	8,47 (1)	10,38 (1)	11,98 (1)	13,40 (1)
153	8,60	12,17 (1)	14,90 (1)	17,21 (1)	19,24
154	8,76	12,38 (1)	15,17 (1)	17,51 (1)	19,58
191	15,72 (1)	22,24 (1)	27,23 (1)	31,45	35,16
203	18,55 (1)	26,23 (1)	32,12 (1)	37,09	41,47
238	28,51 (1)	40,31 (1)	49,38	57,01	63,74
266	38,47 (1)	54,40 (1)	66,63	76,94	86,02
300	53,15 (1)	75,17	92,06	106,31	118,85
317	61,62 (1)	87,15	106,74	123,25	137,80

(1) Vitesse d'écoulement comprise entre 1 m/s et 2 m/s.

Tableau (III-6) : Cas de système séparatif [51]

## ➤ Diamètres des systèmes unitaires

Diamètre intérieur (mm)	Débits en l/s pour une pente par mètre de :				
	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm
69	1,64	2,32	2,84 (1)	3,28 (1)	3,67 (1)
77	2,22	3,14	3,85 (1)	4,44 (1)	4,97 (1)
84	2,82	3,99	4,89 (1)	5,65 (1)	6,31 (1)
94	3,85	5,44 (1)	6,66 (1)	7,69 (1)	8,60 (1)
104	5,07	7,18 (1)	8,79 (1)	10,15 (1)	11,35 (1)
119	7,33	10,37 (1)	12,70 (1)	14,67 (1)	16,40 (1)
129	9,14	12,92 (1)	15,83 (1)	18,28 (1)	20,44
134	10,14	14,34 (1)	17,56 (1)	20,27 (1)	22,67
153	14,54 (1)	20,56 (1)	25,18 (1)	29,07	32,50
154	14,80 (1)	20,92 (1)	25,63 (1)	29,59	33,08
191	26,50 (1)	37,48 (1)	45,91	53,01	59,27
203	31,24 (1)	44,18 (1)	54,11	62,49	69,86
238	47,95 (1)	67,81	83,05	95,90	107,21
266	64,63 (1)	91,40	111,95	129,27	144,52
300	89,20 (1)	126,15	154,50	178,40	199,45
317	103,36 (1)	146,17	179,02	206,72	231,12

(1) Vitesse d'écoulement comprise entre 1 m/s et 2 m/s.

**Tableau (III-7) :** Cas de système séparatif de système unitaire (eaux usées, vannes et eaux pluviales) [51].

## ➤ Les sections de basse pente des conduits d'évacuation

Surface en plan des toitures desservies (m <sup>2</sup> )	Pente du conduit (mm/m)							
	≤ 1	2	3	5	7	10	15	20
20	65	50	45	35	35	30	25	20
30	85	70	60	50	45	40	35	30
40	105	80	70	60	55	50	40	35
50	120	95	85	70	65	55	50	45
60	140	110	95	80	70	60	55	50
70	155	120	105	90	80	70	60	55
80	170	135	115	95	85	75	65	60
90	185	145	125	100	95	85	70	65
100	200	155	135	115	100	90	80	70
110	215	170	145	120	110	95	85	75
120	230	180	155	130	115	100	90	80
130	240	190	165	135	120	105	95	85
140	255	200	170	145	130	115	100	90
150	265	210	180	150	135	120	105	95
160	280	220	190	160	140	125	110	100
170	290	230	200	165	145	130	115	100
180	305	240	205	170	150	135	120	105
200	330	255	220	185	165	145	125	115
250	385	300	260	215	190	170	145	135
300	440	340	295	245	220	195	165	150
350	490	380	330	275	245	215	185	170
400	540	420	365	305	270	235	205	185
450	585	460	395	330	290	255	225	200
500	635	490	425	355	315	275	240	215
600	720	560	485	405	360	315	275	245
700	805	630	540	450	400	350	305	275
800	890	690	595	495	440	385	335	305
900	965	750	650	540	480	420	365	330
1 000	1 045	810	700	585	515	455	395	355

**Tableau (III-8) :** Les sections de basse pente des conduits d'évacuation [51].

## ➤ Diamètres des tuyaux des descentes

Diamètre intérieur des tuyaux (cm)	Surface en plan des toitures desservies (m <sup>2</sup> )
6	40
7	55
8	71
9	91
10	113
11	136
12	161
13	190
14	220
15	253
16	287

**Tableau (III-9) :** Les diamètres des tuyaux de descente [51].

➤ **Diamètres des tuyaux de terrasses et toitures**

Diamètre intérieur des tuyaux (cm)	Surface en plan des toitures desservies
8	71
9	91
10	113
11	136
12	161
13	190
14	220
15	253
16	287

**Tableau (III-10) :** Diamètres intérieures des tuyaux pour le cas des terrassés et toiture sans revêtement d'étanchéité [51].

**Annexe 5**

➤ **Calculs de distributions des eaux EF, ECS, EFA**

**a) distribution Eau froide EF**

Repère	Etage	Désignation appareils	nb appareils	Nb appareils Cumulé	débit appliqué	débit tronçon	Coefficient de simultanéité	débit probable	DN calculé	DN installé
			[U]	[u]	[l/s]	[l/s]	y	[l/s]	[mm]	[mm]
		<b>Colonne LT01</b>								
	R+3	Bac a lavé	4	4	0,33	1,32	0,462	0,610	25,4405323	25
		lavabo	6	10	0,2	2,52	0,267	0,672	26,70909576	25
		lavabo	1	11	0,2	2,72	0,253	0,688	27,02738288	32
		WC	1	12	0,12	2,84	0,241	0,685	26,96686996	25
		douchette	1	13	0,2	3,04	0,231	0,702	27,29989787	32
	R+2									
		Douche	12	12	0,2	2,4	0,241	0,579	24,79002654	25
		lavabo	12	24	0,2	4,8	0,167	0,801	29,15467482	32
		WC	12	36	0,12	6,24	0,135	0,844	29,92918053	32
		douchette	12	48	0,2	8,64	0,117	1,008	32,71537847	32
		lavabo	2	50	0,2	9,04	0,114	1,033	33,1172859	32
		WC	3	53	0,12	9,4	0,111	1,043	33,27228543	32
		douchette	3	56	0,2	10	0,108	1,079	33,83988432	32
	R+1	lavabo	6	6	0,2	1,2	0,358	0,429	21,34851466	25
		WC	5	11	0,12	1,8	0,253	0,455	21,98648453	25
		douchette	5	16	0,2	2,8	0,207	0,578	24,77854169	25
		Bac a lavé	4	20	0,33	4,12	0,184	0,756	28,33216419	32

## Annexes

		lavabo	2	22	0,2	4,52	0,175	0,789	28,94235964	32
		WC	3	25	0,12	4,88	0,163	0,797	29,08550728	32
		douchette	3	28	0,2	5,48	0,154	0,844	29,92739256	32
		Bac a lavé	4	32	0,33	6,8	0,144	0,977	32,20576169	32
	RDC	WC	5	5	0,12	0,6	0,400	0,240	15,96173769	20
		douchette	5	10	0,2	1,6	0,267	0,427	21,28231692	25
		lavabo	6	16	0,2	2,8	0,207	0,578	24,77854169	25
		Douche	1	17	0,2	3	0,200	0,600	25,23772326	25
		WC	1	18	0,12	3,12	0,194	0,605	25,35038788	25
		douchette	1	19	0,2	3,32	0,189	0,626	25,77926065	25
		lavabo	1	20	0,2	3,52	0,184	0,646	26,18800852	25
		Douche	2	22	0,2	3,92	0,175	0,684	26,95303976	25
		Robinet d'ablution	5	27	0,1	4,42	0,157	0,693	27,13234557	32
		<b>colonne LT02</b>								
	R+3	Bac a lavé	4	4	0,33	1,32	0,462	0,610	25,4405323	25
		Douche	4	8	0,2	2,12	0,302	0,641	26,08632872	25
		lavabo	17	25	0,2	5,52	0,163	0,901	30,93401349	32
		WC	6	31	0,12	6,24	0,146	0,911	31,10509437	32
		douchette	6	37	0,2	7,44	0,133	0,992	32,45117188	32
		lavabo	2	39	0,2	7,84	0,130	1,017	32,8648515	32
		WC	3	42	0,12	8,2	0,125	1,024	32,97847007	32
		douchette	3	45	0,2	8,8	0,121	1,061	33,56585461	32
	R+2	Bac a lavé	8	8	0,33	2,64	0,302	0,798	29,11032107	32
		Douche	12	20	0,2	5,04	0,184	0,925	31,33620575	32
		lavabo	15	35	0,2	8,04	0,137	1,103	34,21982917	32
		WC	16	51	0,12	9,96	0,113	1,127	34,58650754	32
		douchette	16	67	0,2	13,16	0,098	1,296	37,09039879	40
		lavabo	2	69	0,2	13,56	0,097	1,316	37,36991919	40
		WC	3	72	0,12	13,92	0,095	1,322	37,45627393	40
		douchette	3	75	0,2	14,52	0,093	1,350	37,86124757	40
	R+1	lavabo	4	4	0,2	0,8	0,462	0,370	19,80542754	20
		WC	4	8	0,12	1,28	0,302	0,387	20,26982583	20
		douchette	4	12	0,2	2,08	0,241	0,502	23,07825875	25
		lavabo	2	14	0,2	2,48	0,222	0,550	24,16904801	25
		WC	3	17	0,12	2,84	0,200	0,568	24,55549631	25
		douchette	3	20	0,2	3,44	0,184	0,631	25,88870717	25
		lavabo	4	24	0,2	4,24	0,167	0,707	27,4012586	32
		WC	4	28	0,12	4,72	0,154	0,727	27,7747143	32

# Annexes

		douchette	4	32	0,2	5,52	0,144	0,793	29,01674262	32
	RDC	Bac a lavé	8	8	0,33	2,64	0,302	0,798	29,11032107	32
		Douche	3	11	0,2	3,24	0,253	0,820	29,4979644	32
		lavabo	9	20	0,2	5,04	0,184	0,925	31,33620575	32
		WC	6	26	0,12	5,76	0,160	0,922	31,2784902	32
		douchette	6	32	0,2	6,96	0,144	1,000	32,58245007	32
		lavabo	2	34	0,2	7,36	0,139	1,025	32,98602352	32
		WC	3	37	0,12	7,72	0,133	1,029	33,05617257	32
		douchette	3	40	0,2	8,32	0,128	1,066	33,63682947	32
		évier	4	44	0,2	9,12	0,122	1,113	34,36765083	32
		Douche	4	48	0,2	9,92	0,117	1,158	35,05507606	40
		lavabo	6	54	0,2	11,12	0,110	1,222	36,01662121	40
		WC	2	56	0,12	11,36	0,108	1,225	36,06766568	40
		douchette	4	60	0,2	12,16	0,104	1,266	36,66682676	40
		<b>colonne LT03</b>								
	R+3	Douche	2	2	0,2	0,4	0,800	0,320	18,4310271	20
		lavabo	2	4	0,2	0,8	0,462	0,370	19,80542754	20
		WC	2	6	0,12	1,04	0,358	0,372	19,87438555	20
		douchette	2	8	0,2	1,44	0,302	0,435	21,49939694	20
	R+2	Douche	15	15	0,2	3	0,214	0,641	26,09445078	25
		lavabo	15	30	0,2	6	0,149	0,891	30,7606613	32
		WC	15	45	0,12	7,8	0,121	0,941	31,60120726	32
		douchette	15	60	0,2	10,8	0,104	1,125	34,55559831	32
	R+1	Douche	7	7	0,2	1,4	0,327	0,457	22,03158525	25
		lavabo	11	18	0,2	3,6	0,194	0,699	27,23068474	32
		WC	11	29	0,12	4,92	0,151	0,744	28,10040541	32
		douchette	11	40	0,2	7,12	0,128	0,912	31,11668957	32
	RDC	lavabo	2	2	0,2	0,4	0,800	0,320	18,4310271	20
		WC	2	4	0,12	0,64	0,462	0,296	17,71451292	20
		douchette	2	6	0,2	1,04	0,358	0,372	19,87438555	20
		<b>colonne LT04</b>								
	R+3	Bac a lavé	4	4	0,33	1,32	0,462	0,610	25,4405323	25
	R+2	Douche	14	14	0,2	2,8	0,222	0,621	25,68104665	25
		lavabo	14	28	0,2	5,6	0,154	0,862	30,25329029	32
		WC	14	42	0,12	7,28	0,125	0,910	31,0734352	32

## Annexes

		douchette	14	56	0,2	10,08	0,108	1,087	33,97497421	32
	R+1	bac a lavé	4	4	0,33	1,32	0,462	0,610	25,4405323	25
		Douche	9	13	0,2	3,12	0,231	0,721	27,65677443	32
		lavabo	9	22	0,2	4,92	0,175	0,859	30,19585073	32
		WC	9	31	0,12	6	0,146	0,876	30,50105445	32
		douchette	9	40	0,2	7,8	0,128	0,999	32,56872009	32
	RDC	Bac a lavé	8	8	0,33	2,64	0,302	0,798	29,11032107	32
		lavabo	4	12	0,2	3,44	0,241	0,830	29,67909077	32
		WC	4	16	0,12	3,92	0,207	0,810	29,31836591	32
		douchette	4	20	0,2	4,72	0,184	0,866	30,32509298	32
			574		109,58	0,033	3,662	62,35144671	65	

**Tableau (III-11) : Distribution eau froide EF a l'hôpital de chlef**

### b) Distribution Eau chaude ECS

Repère	Etage	Désignation appareils	nb appareils	Nb appareils Cumulé	débit appliqué	débit tronçon	coefficient de simultanéité	débit probable	DN calculé	DN installé
			[U]	[U]	[l/s]	[l/s]		[l/s]	[mm]	[mm]
	R+3	Colonne LT01								
		Bac a lavé	4	4	0,33	1,32	0,462	0,610	25,4405323	25
		lavabo	6	10	0,2	2,52	0,267	0,672	26,7090958	25
		lavabo	1	11	0,2	2,72	0,253	0,688	27,0273829	25
	R+2	Douche	12	12	0,2	2,4	0,241	0,579	24,7900265	25
		lavabo	12	24	0,2	4,8	0,167	0,801	29,1546748	32
		lavabo	2	26	0,2	5,2	0,160	0,832	29,7191382	32
	R+1	lavabo	6	6	0,2	1,2	0,358	0,429	21,3485147	20
		Bac a lavé	4	10	0,33	2,52	0,267	0,672	26,7090958	25
		lavabo	2	12	0,2	2,92	0,241	0,704	27,3440473	25
		Bac a lavé	4	16	0,33	4,24	0,207	0,876	30,4915608	32
	RDC	lavabo	6	6	0,2	1,2	0,358	0,429	21,3485147	20
		Douche	1	7	0,2	1,4	0,327	0,457	22,0315853	25

# Annexes

		lavabo	1	8	0,2	1,6	0,302	0,484	22,6623542	25
		Douche	2	10	0,2	2	0,267	0,533	23,7943537	25
		Robinet d'ablution	5	15	0,1	2,5	0,214	0,535	23,8208655	25
		<b>colonne LT02</b>								
	R+3	Bac a lavé	4	4	0,33	1,32	0,462	0,610	25,4405323	25
		Douche	4	8	0,2	2,12	0,302	0,641	26,0863287	25
		lavabo	17	25	0,2	5,52	0,163	0,901	30,9340135	32
		lavabo	2	27	0,2	5,92	0,157	0,929	31,4005358	32
	R+2	Bac a lavé	8	8	0,33	2,64	0,302	0,798	29,1103211	32
		Douche	12	20	0,2	5,04	0,184	0,925	31,3362058	32
		lavabo	15	35	0,2	8,04	0,137	1,103	34,2198292	32
		lavabo	2	37	0,2	8,44	0,133	1,125	34,5632952	32
	R+1	lavabo	4	4	0,2	0,8	0,462	0,370	19,8054275	20
		lavabo	2	6	0,2	1,2	0,358	0,429	21,3485147	25
		lavabo	4	10	0,2	2	0,267	0,533	23,7943537	25
	RDC	Bac a lavé	8	8	0,33	2,64	0,302	0,798	29,1103211	32
		Douche	3	11	0,2	3,24	0,253	0,820	29,4979644	32
		lavabo	9	20	0,2	5,04	0,184	0,925	31,3362058	32
		lavabo	2	22	0,2	5,44	0,175	0,950	31,7514942	32
		évier	4	26	0,2	6,24	0,160	0,998	32,5556848	40
		Douche	4	30	0,2	7,04	0,149	1,046	33,3201058	32
		lavabo	6	36	0,2	8,24	0,135	1,114	34,3926893	32
	R+3	<b>colonne LT03</b>								
		Douche	2	2	0,2	0,4	0,800	0,320	18,4310271	20
		lavabo	2	4	0,2	0,8	0,462	0,370	19,8054275	20
	R+2	Douche	15	15	0,2	3	0,214	0,641	26,0944508	25
		lavabo	15	30	0,2	6	0,149	0,891	30,7606613	32
	R+1	Douche	7	7	0,2	1,4	0,327	0,457	22,0315853	25
		lavabo	11	18	0,2	3,6	0,194	0,699	27,2306847	32
	RDC	lavabo	2	2	0,2	0,4	0,800	0,320	18,4310271	20

## Annexes

		<b>colonne LT04</b>								
R+3		Bac a lavé	4	4	0,33	1,32	0,462	0,610	25,4405323	<b>25</b>
		Douche	14	14	0,2	2,8	0,222	0,621	25,6810466	<b>25</b>
R+2		lavabo	14	28	0,2	5,6	0,154	0,862	30,2532903	<b>32</b>
		bac a lavé	4	4	0,33	1,32	0,462	0,610	25,4405323	<b>25</b>
		Douche	9	13	0,2	3,12	0,231	0,721	27,6567744	<b>25</b>
R+1		lavabo	9	22	0,2	4,92	0,175	0,859	30,1958507	<b>32</b>
		Bac a lavé	8	8	0,33	2,64	0,302	0,798	29,1103211	<b>32</b>
RDC		lavabo	4	12	0,2	3,44	0,241	0,830	29,6790908	<b>32</b>
			298		65,34	0,046	3,033	56,7440063	<b>50</b>	

**Tableau (III-12) : Distribution eau chaude sanitaire a l'hôpital de chlef**

### c) Distribution Eau adoucie EFA

Repère	Etage	Désignation appareils	Nombre D'appareils	Nombre appareils cumulé	Débit appliqué	Débit tronçon	Coefficient de simultanéité	débit probable	DN calculé	DN installé
			[U]	[u]	[l/s]	[l/s]	y	[l/s]	[mm]	[mm]
		<b>Colonne LT EFA</b>								
		Bac a lavé	4	4	0,33	1,32	0,462	0,610	25,4405	<b>25</b>
		Bac a lavé	2	6	0,33	1,98	0,358	0,708	27,4227	<b>32</b>
R+1		Bac a lavé	4	10	0,33	3,3	0,267	0,880	30,5644	<b>32</b>
		Bac a lavé	4	4	0,33	1,32	0,462	0,610	25,4405	<b>25</b>
		Bac a lavé	2	6	0,33	1,98	0,358	0,708	27,4227	<b>32</b>
RDC		Bac a lavé	2	8	0,33	2,64	0,302	0,798	29,1103	<b>32</b>

**Tableau (III-13) : Distribution eau froide adoucie EFA a l'hôpital de chlef**

**d) Bouclage ECS**

Repère	Etage	Désignation appareils	Nombre appareils	Nombre appareils cumulé	Débit appareils	Débit tronçon	Coefficient de simultanéité	Débit Probable	DN calculé	DN installé
		colonne LT BECS	[U]	[U]	[l/s]	[l/s]	y	[l/s]	[mm]	[mm]
	R+3	Bac a lavé	4	4	0,33	1,32	0,46188	0,609682	25,441	25
		Douche	1	5	0,2	1,52	0,4	0,608	25,405	25
		Lavabo	1	6	0,2	1,72	0,357771	0,615366	25,559	25
				6	0,2	1,72	0,357771	0,615366	25,559	25

**Tableau (III-14) : Distribution BECS a l'hôpital de chlef**

**Annexe 6**

➤ **Evacuations des eaux EU, EV, EP**

**a) Eaux usées et vanne**

Repère	colonne	Désignation appareils	nombre appareils	débit appliqué	débit tronçon	Coefficient de simultanéité	débit probable	pente	H/D	DN calculé	DN installé	
			[U]	[l/s]	[l/s]	y	[l/s]	[cm]	/10	[mm]	[mm]	
Joint 1	1	EV										
		WC	1									
		Dévoiyement EV GT01	1	1,5	1,5	0,5	0,75	2	5	75	100	
		EU										
		Bac a lavé	8	0,75	6							
		Lavabo	1	0,75	0,75							
		douche	1	0,5	0,5							
		Dévoiyement EU GT01	10		7,25	0,2666667	1,93	2	5	100	100	
	2	EV										
		WC	2									
		Dévoiyement EV GT02	2	1,5	3	0,8	2,4	2	5	100	100	
		EU										
		Douche	2	0,5	1	2						
Lavabo		2	0,75	1,5	1,5							
Dévoiyement EU GT01	4		2,5	0,4618802	1,15	2	5	75	100			
3	EV											
	WC	1										
	Dévoiyement EV	1	1,5	1,5	0,5	0,75	2	5	75	100		

## Annexes

	<b>GT03</b>									
	EU									
	Douche	1	0,5	0,5	2					
	Lavabo	1	0,75	0,75	1,5					
	<b>Dévoiyement EU GT01</b>	2		1,25	0,8	1	2	5	75	100
	EV									
	WC	1								
	<b>Dévoiyement EV GT04</b>	1	1,5	1,5	0,5	0,75	2	5	75	100
	EU									
	Douche	1	0,5	0,5	2					
	Lavabo	1	0,75	0,75	1,5					
4	<b>Dévoiyement EU GT01</b>	2		1,25	0,8	1	2	5	75	100
	EV									
	WC	1								
	<b>Dévoiyement EV GT05</b>	1	1,5	1,5	0,5	0,75	2	5	75	100
	EU									
	Douche	1	0,5	0,5	2					
	Lavabo	1	0,75	0,75	0,5					
5	<b>Dévoiyement EU GT01</b>	2		1,25	0,8	1	2	5	75	100
	EV									
	WC	1								
	<b>Dévoiyement EV GT06</b>	1	1,5	1,5	0,5	0,75	2	5	75	100
	EU									
	Douche	1	0,5	0,5	2					
	Lavabo	1	0,75	0,75	1,5					
6	<b>Dévoiyement EU GT01</b>	2		1,25	0,8	1	2	5	75	100
	Bac a lavé	2	0,75	1,5	2,5					
	<b>Dévoiyement EU GT01</b>	4		2,75	0,4618802	1,27	2	5	75	100
	EV									
	WC	13								
	<b>Dévoiyement EV GT07</b>	13	1,5	19,5	0,2309401	4,5	2	5	125	100
	EU									
	Douche	2	0,5	1						
	Lavabo	15	0,75	11,3						
	siphon	4	1,5	6						
7	<b>Dévoiyement EU GT01</b>	21		18,3	0,1788854	3,26	2	5	100	100

# Annexes

8	EV									
	WC	2								
	Dévoement EV GT08	2	1,5	3	0,8	2,4	2	5	100	100
	EU									
	Douhe	2	0,5	1						
	Lavabo	2	0,75	1,5						
	Bac a lavé	2	0,75	1,5						
	Dévoement EU GT08	6		4	0,3577709	1,43	2	5	75	100
1	EV									
	WC	1								
	Dévoement EV GT08	1	1,5	1,5	0,5	0,75	2	5	75	100
	EU									
	Douche	1	0,5	0,5						
	Lavabo	7	0,75	5,25						
	Bac a lavé	4	0,75	3						
	Dévoement EU GT01	12		8,75	0,2412091	2,11	2	5	100	100
2	EV									
	WC	4								
	Dévoement EV GT02	4	1,5	6	0,4618802	2,77	2	5	100	100
	EU									
	Douche	4	0,5	2						
	Lavabo	4	0,75	3						
	Siphon	5	1,5	1						
	Dévoement EU GT01	13		6	0,2309401	1,39	2	5	75	100
3	EV									
	WC	1								
	Dévoement EV GT03	1	1,5	1,5	0,5	0,75	2	5	75	100
	EU									
	Douche	1	0,5	0,5						
	Lavabo	7	0,75	5,25						
	Dévoement EU GT01	8		5,75	0,3023716	1,74	2	5	100	100
1	Ev									
	WC	3								
	Dévoement EV GT01	3	1,5	4,5	0,5656854	2,55	2	5	100	100

Joint 2

## Annexes

	EU									
	Douche	1	0,5	0,5						
	Lavabo	7	0,75	5,25						
	Bac a lavé	4	0,75	3						
	Siphon	4	1,5	6						
	Dévoiyement EU GT01	12		14,8	0,2412091	3,56	2	5	100	100
	EV									
	WC	14								
	Dévoiyement EV GT01	14	1,5	21	0,2218801	4,66	2	5	125	100
	EU									
	Douche	2	0,5	1						
	Lavabo	13	0,75	9,75						
	Siphon	4	1,5	6						
2	Dévoiyement EU GT01	15		16,8	0,213809	3,58	2	5	100	100
	EV									
	WC	6								
	Dévoiyement EV GT01	6	1,5	9	0,3577709	3,22	2	5	100	
	EU									
	Douche	6	0,5	3						
	Lavabo	10	0,75	7,5						
3	Dévoiyement EU GT01	16		10,5	0,2065591	2,17	2	5	100	100
Joint 3										
	EV									
	WC	1	1,5	1,5	0,5	0,75	2	5	75	100
	Dévoiyement EV GT01									
	EU									
	Douche	1	0,5	0,5	2					
	Lavabo	1	0,75	0,75	1,5					
4	Dévoiyement EU GT01	2		1,25	0,8	1	2	5	75	100
	EV									
	WC	1								
	Dévoiyement EV GT01	1	1,5	1,5	0,5	0,75	2	5	75	100
	EU									
	Douche	1	0,5	0,5						
	Lavabo	1	0,75	0,75						
5	Dévoiyement EU GT01	2		1,25	0,8	1	2	5	75	100

## Annexes

6	EV									
	WC	1	1,5							
	Dévoiyement EV GT01	1	1,5	1,5	0,5	0,75	2	5	75	100
	EU									
	Douche	1	0,5	0,5	2					
	Lavabo	1	0,75	0,75	1,5					
	Dévoiyement EU GT01	2		1,25	0,8	1	2	5	75	100
1	EV									
	WC	12								
	Dévoiyement EV GT01	12	1,5	18	0,2412091	4,34	2	5	125	100
	EU									
	Lavabo	8								
	Dévoiyement EU GT01	8	0,75	6	0,3023716	1,81	2	5	100	100
Joint 4										
2	EV									
	WC	12								
	Dévoiyement EV GT01	12	1,5	18	0,2412091	4,34	2	5	125	100
	EU									
	Lavabo	8								
	Dévoiyement EU GT01	8	0,75	6	0,3023716	1,81	2	5	100	100
1	EU									
	Douche	2								
	Dévoiyement EU GT01	2	0,5	1	0,8	0,8	2	5	75	100
Joint 5										
2	EU									
	Bac a lavé	8								
	Dévoiyement EU GT01	8	0,75	6	0,3023716	1,81	2	5	100	100
1	EV									
	WC	10								
	Dévoiyement EV GT01	10	1,5	15	0,2666667	4	2	5	125	100
	EU									
	Douche	4	0,5	2						
	Lavabo	8	0,75	6						
	Dévoiyement EU GT01	14	2,75	11	0,2218801	2,44	2	5	100	100

## Annexes

2	EV									
	WC	2								
	Dévoiyement EV GT01	2	1,5	3	0,8	2,4	2	5	100	100
	EU									
	Douche	2	0,5	1	2					
	Lavabo	2	0,75	1,5	1,5					
	Dévoiyement EU GT01	4		2,5	0,4618802	1,15			75	100
3	EV									
	WC	4								
	Dévoiyement EV GT01	4	1,5	6	0,4618802	2,77	2	5	100	100
	EU									
	Douche	4	0,5	2						
	Lavabo	4	0,75	3						
	Dévoiyement EU GT01	8		5	0,3023716	1,51	2	5	75	100
4	EV									
	WC	4								
	Dévoiyement EV GT01	4	1,5	6	0,4618802	3	2	5	100	100
	EU									
	Douche	4	0,5	2						
	Lavabo	4	0,75	3						
	Dévoiyement EU GT01	8		5	0,3023716	1,51	2	5	75	100
5	EV									
	WC	4								
	Dévoiyement EV GT01	4	1,5	6	0,4618802	2,77	2	5	100	100
	EU									
	Douche	4	0,5	2						
	Lavabo	4	0,75	3						
	Dévoiyement EU GT01	8		5	0,3023716	1,51	2	5	75	100
6	EV									
	WC	2								
	Dévoiyement EV GT01	2	1,5	3	0,8	2,4	2	5	100	100
	EU									
	Douche	2	0,5	1	2					
	Lavabo	2	0,75	1,5	1,5					

Joint 6



## Annexes

	Douche	4	0,5	2						
	Lavabo	4	0,75	3						
	bac a lavé	2	0,75	1,5						
	Dévoement EU GT01	10		6,5	0,2666667	1,73	2	5	100	100
3	EU									
	Bac a lavé	2	0,75							
	Dévoement EU GT01	2		1,5	0,8	1,2	2	5	75	100
4	EV									
	WC	8								
	Dévoement EV GT01	8	1,5	12	0,3023716	3,63	2	5	100	100
	EU									
	Douche	4	0,5	2						
	Lavabo	8	0,75	6						
	Siphon	2	1,5	3						
	Dévoement EU GT01	14		11	0,2218801	2,44	2	5	100	100
5										
5	EV									
	WC	3								
	Dévoement EV GT01	3	1,5	4,5	0,5656854	2,55	2	5	100	100
	EU									
	Douche	3	0,5	1,5						
	Lavabo	3	0,75	2,25						
	Dévoement EU GT01	6		3,75	0,3577709	1,34	2	5	75	100
6	EV									
	WC	2								
	Dévoement EV GT01	2	1,5	3	0,8	2,4	2	5	100	100
	EU									
	Douche	2	0,5	1	2					
	Lavabo	2	0,75	1,5	1,5					
	Dévoement EU GT01	4		2,5	0,4618802	1,15	2	5	75	100
7	EV									
	WC	2								
	Dévoement EV GT01	2	1,5	3	0,8	2,4	2	5	100	100
	EU									
	Douche	2	0,5	1	2					

joint7



## Annexes

Joint 8		Douche	4	0,5	2	0,4618802					
		Lavabo	7	0,75	5,25	0,3265986					
		Bac a lavé	6	0,75	4,5	0,3577709					
		Dévoement EU GT01	17		11,8	0,2	2,35	2	5	100	100
2		EU									
		Bac a lavé	6								
		Dévoement EU GT01	6	0,75	4,5	0,3577709	1,61	2	5	75	100
1		EU									
		Bac a lavé	4								
		Dévoement EU GT01	4	0,75	3	0,4618802	1,39	2	5	75	100
joint9	2	EV									
		WC	2								
		Dévoement EV GT01	2	1,5	3	0,8	2,4	2	5	100	100
		EU									
		Lavabo	4								
		Dévoement EU GT01	4	0,75	3	0,4618802	1,39	2	5	75	100

**Tableau (III-15) :** Evacuations des eaux usés et de vanne

### b) Evacuation Eau pluviale

joints	surfaces toiture m <sup>2</sup>	pente (%)	surfaces évacuation mm <sup>2</sup>	diamètres équivalent mm	nombre des chutes	débit l/s	DN calculé	DN installé
Joint 1	456	2	49000	249,841	3	73,5	83,28	100
Joint 2	290,9	2	34000	208,116	3	51	69,372	100
Joint 3	304,9	2	35000	211,154	3	52,5	70,385	100
Joint 5	280,7	2	34000	208,116	3	51	69,372	100
Joint 6	383	2	42000	231,308	3	63	77,103	100
Joint 7	407,8	2	42000	231,308	3	63	77,103	100
Joint 8	295,7	2	34000	208,116	3	51	69,372	100
Joint 9	376,8	2	42000	231,308	3	63	77,103	100

**Tableau (III-16) :** Evacuation eaux pluviale

## Annexes

joint	surfaces toiture	penne	surface évacuation	diamètres équivalent	débit	DN calculé	DN installé
	[m <sup>2</sup> ]	%[ ]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[l/s]	[mm]	[mm]
Joint 1	455,97	2	49000	249,840714	67,81	0,23997523	200
Joint2	290,93	2	34000	208,115597	67,81	0,23997523	200
Joint3	304,86	2	35000	211,153942	67,81	0,23997523	200
Joint5	280,73	2	34000	208,115597	67,81	0,23997523	200
Joint6	382,991	2	42000	231,307554	67,81	0,23997523	200
Joint7	407,75	2	42000	231,307554	67,81	0,23997523	200
Joint8	295,73	2	34000	208,115597	67,81	0,23997523	200
Joint9	376,75	2	42000	231,307554	67,81	0,23997523	200

**Tableau (III-17) : Evacuation eaux pluviale**

### Annexe 7

➤ **Valeurs de rugosité des conduites**

Type de conduite	Rugosité $\epsilon$ en mm
Conduites étirées (cuivre, etc...)	0,0015
Conduites en PVC et polyéthylène	0,007
Tuyauteries en acier du commerce	0,045
Conduites en amiante-ciment	0,05...0,1
Tuyauteries en fonte asphaltées	0,125
Conduits en tôle d'acier agrafés	0,15
Tuyauteries en acier galvanisé	0,15
Tuyauteries en acier rouillées	0,15...1,0
Conduits en bois	0,2...1,0
Tuyauteries en fonte	0,4...0,6
Conduits souples agrafés en spirale	0,6...2,0
Conduits treillis métallique et enduit	1,5
Tuyauteries en acier très rouillées	1,0...3,0
Conduits en béton brut de décoffrage	1,0...3,0
Conduits maçonnés	3,0...5,0

**Tableau (IV-5): Coefficient de rugosité des différents conduits [55].**

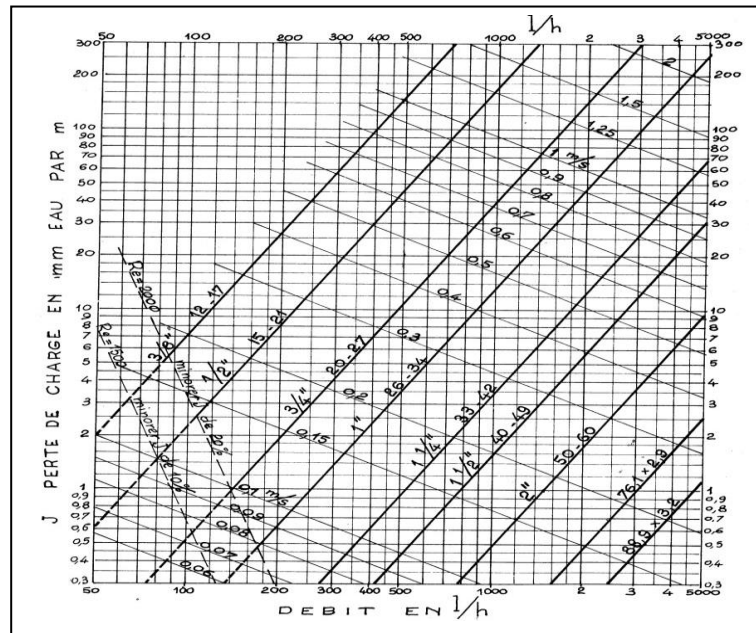
## ➤ Valeurs de masse volumique et viscosité des fluides

designation	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$\nu$ cSt m <sup>2</sup> /s
Alcool	790	1,5
Benzène	880	0,74
Fioul domestique ( 1,5 °E )	860	6
Fioul lourdn( 200 °E )	960	1520
Gaz brûlés 100 °C	0,95	20
Gaz brûlés 300 °C	0,63	45
Gaz naturel	0,78	12,8
Méthane	0,67	15,6
Oxygène	1,10	18
Eau 15 °C	999	1,14
Eau 60 °C	983	0,48
Eau 80 °C	972	0,36

**Tableau (IV-6) : Masse volumique et viscosité de divers corps [55].**

## Annexe 8

### ➤ Pertes de charge linéaire des conduites



## ➤ Pertes de charge en fonction de diamètres







Débit en m <sup>3</sup> /h	15/21 1/2"	20/27 3/4"	26/34 1"	33/42 1" 1/4	40/49 1" 1/2	50/60 2"	60/70 2" 1/4	66/76 2" 1/2	80/90 3"	102/ 114 4"	125	150	175
0,2	15	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5	100	20	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,7	200	40	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	400	80	21	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-
1,5	-	170	50	10	5	1	-	-	-	-	-	-	-
2	-	330	90	20	9	3	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	210	45	22	6	3	1	-	-	-	-	-
4	-	-	320	76	35	10	6	2	1	-	-	-	-
5	-	-	-	130	60	18	9	4	2	-	-	-	-
6	-	-	-	170	80	25	13	5	3	-	-	-	-
7	-	-	-	250	120	35	17	7	3	-	-	-	-
8	-	-	-	330	140	45	23	10	5	1	-	-	-
9	-	-	-	-	190	57	28	12	6	2	-	-	-
10	-	-	-	-	230	70	35	15	7	2	-	-	-
12	-	-	-	-	330	100	50	22	10	3	1	-	-
15	-	-	-	-	-	150	79	34	16	5	2	-	-
20	-	-	-	-	-	260	140	60	28	8	3	1	-
30	-	-	-	-	-	-	315	135	63	19	6	2	1
40	-	-	-	-	-	-	-	240	112	33	11	4	2
50	-	-	-	-	-	-	-	375	175	52	17	7	3
60	-	-	-	-	-	-	-	-	250	76	24	10	4
70	-	-	-	-	-	-	-	-	340	102	33	13	5
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	134	43	17	6
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	210	68	26	10
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	153	58	22

Tableau (IV-7) : Pertes de charge d'eau en fonction de débit et la section de la canalisation

[57]

## Annexes

### ➤ Valeurs des coefficients de perte de charge singulière

DIAMÈTRES (en mm) →	CUIVRE	8	10	12	14	16	20 25	30 32	36	40	50	≥ 60
	ACIER		8	12		15	21	26	33	40	50	≥ 60
COUDE ARRONDI (2) 	90°	1,5	1,5	1,5	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,3
	45°	1	1	1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3	0,2
COUDE D'ÉQUERRE (1) 	90°	2	2	1,5	1,5	1	1	1	0,8	0,8	0,8	0,5
	45°	1,3	1,3	1	1	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,3
VANNE PAPILLON 	ouverte	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2
ROBINET VANNE 	ouvert	1,5	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2
ROBINET À SOUPAPE (ouvert) 	→	16	16	15	14	14	12	10	8	6	 0,5 COUDE À GRAND RAYON(3)	
	↙	10	10	9	8	8	7	6	5	4		

**Tableau (IV-8-a) :** Longueurs fictive équivalentes en mètre(m) de différentes singularités [55].

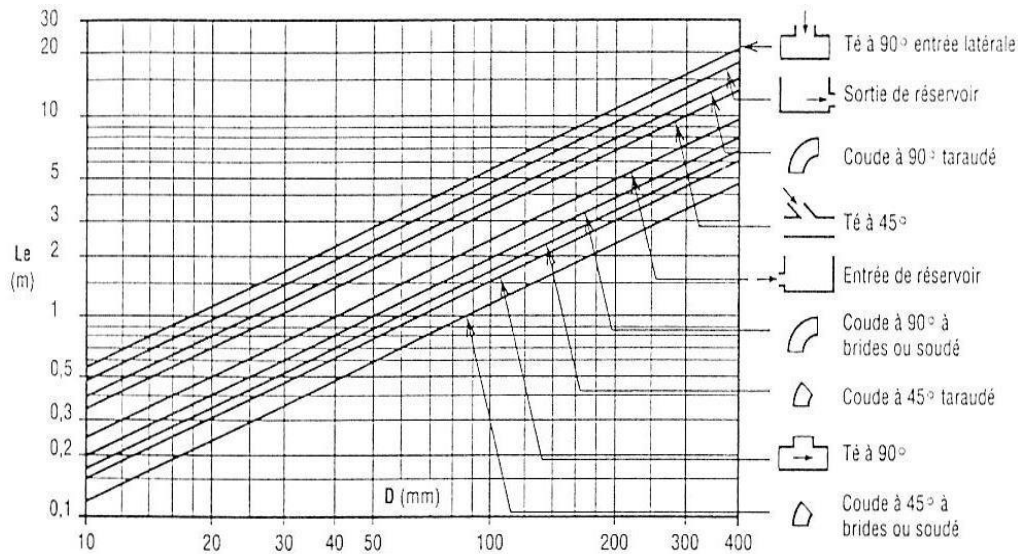
## Annexes

ACCESSOIRES ou ACCIDENTS			DIAMÈTRE EN POUCES							
			1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	4	5
	Angle à 90°	Taraudé	1,80	2,30	2,60	3,00	3,30	3,90	4,60	2,60
		À brides	0,56	0,74	0,84	1,10	1,30	1,50	2,10	
	Angle à 90° et grand rayon	Taraudé	0,95	1,10	1,20	1,30	1,30	1,40	1,60	1,80
		À brides	0,56	0,70	0,81	0,95	1,00	1,20	1,50	
	Angle à 45°	Taraudé	0,46	0,60	0,74	0,95	1,10	1,40	1,90	1,60
		À brides	0,28	0,39	0,46	0,60	0,70	0,91	1,20	
	Té	Taraudé	1,10	1,60	2,00	2,70	3,30	4,20	6,00	1,20
		À brides	0,35	0,45	0,53	0,63	0,67	0,77	0,99	
	Té	Taraudé	2,30	3,10	3,50	4,20	4,60	6,00	7,40	5,30
		À brides	1,20	1,50	1,80	2,30	2,60	3,30	4,20	
	Boîte de retour 180°	Taraudé	1,80	2,30	2,60	3,00	3,30	3,90	4,60	2,30
		À brides	0,56	0,74	0,84	1,10	1,30	1,50	2,10	
	Robinet à soupape	Taraudé	10,00	13,00	15,00	19,00	22,00	28,00	30,00	53,00
		À brides	16,00	19,00	21,00	25,00	27,00	33,00	42,00	
	Vanne à passage direct	Taraudé	0,29	0,38	0,42	0,53	0,60	0,67	0,80	1,10
		À brides				0,91	0,95	0,99	1,00	
	Robinet d'équerre	Taraudé	6,00	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	19,00
		À brides	6,00	6,30	6,30	7,40	7,70	9,20	13,30	
	Clapet de retenue	Taraudé	3,90	4,60	5,30	6,70	7,70	9,40	15,30	18,00
		À brides	2,50	3,50	4,20	6,00	7,40	9,40	13,30	
	Manchon ou union	Taraudé	0,10	0,12	0,14	0,15	0,16	0,19	0,23	
	Orifice en cloche		0,06	0,09	0,10	0,15	0,19	0,23	0,33	0,45
	Orifice à arrête vive		0,63	0,90	1,10	1,50	1,80	2,40	3,30	4,60
	Tuyau rentrant		1,30	1,80	2,20	3,00	3,50	4,60	6,70	8,80

**Tableau (IV-8-b) :** Longueurs fictive équivalentes en mètre(m) de différentes singularités [55].

	Diametre interieur (mm)							
	15.8	20,9	26.6	35.1	40.9	52.5	62.7	77.9
	Longueur equivalente de conduite (m)							
	0.5	0.6	0.8	1.2	1.2	1.7	2.1	2.4
	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.2
	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	3.7	4.6	4.9
	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	1.3	1.6	1.9
	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.9

**Tableau (IV-9) : Longueurs des singularités [58].**



**Figure (IV-10) : Abaque des longueurs de singularité [58]**

**Annexe 9**

➤ **Calculs de pertes de charge de circuit le plus défavorisé**

**a) Pertes de charge de circuit EF**

Repéré	Etage	désignation	nombre appareils	Nombre appareils cumulé	débit appliqué	débit tronçon	coefficient simultanée.	Débit probable	Débit probable	DN calculé	DN installé
			[U]	[U]	[l/s]	[l/s]		[l/s]	[m <sup>3</sup> /h]	[mm]	[mm]
troncon1	<b>RDC</b>										
		Robinet	5	5	0,1	0,5	0,4	0,2		14,571006	25
		Bac a lavé	4	9	0,33	1,82	0,2828427	0,5147737		23,376675	25
		douche	2	11	0,2	2,22	0,2529822	0,5616205		24,417209	25
		lavabo	6	17	0,2	3,42	0,2	0,684		26,946515	25
		douche	1	18	0,2	3,62	0,1940285	0,7023832		27,306221	32
		Wc	3	21	0,12	3,98	0,1788854	0,711964		27,491826	32
		Douchette	3	24	0,2	4,58	0,1668115	0,7639968		28,478711	32
				24		4,58	0,1668115	0,7639968	2,7503885	54,034554	50
Troncon2	<b>R+1</b>										
		lavabo	2	2	0,2	0,4	0,8	0,32		18,431027	25
		douche	2	4	0,2	0,8	0,4618802	0,3695042		19,805428	25
		Wc	2	6	0,12	1,04	0,3577709	0,3720817		19,874386	25
		Bac a lavé	2	8	0,33	1,7	0,3023716	0,5140317		23,35982	25

## Annexes

		lavabo	3	11	0,2	2,3	0,2529822	0,5818591		24,853266	25
		Wc	3	14	0,12	2,66	0,2218801	0,590201		25,030788	25
		Douchette	3	17	0,2	3,26	0,2	0,652		26,308637	25
				20		3,26	0,1835326	0,5983162	2,1539384	47,817976	40
Troncon3	<b>R+2</b>										
		Bac a lavé	4	4	0,33	1,32	0,4618802	0,6096819		25,440532	25
		Douche	4	8	0,2	2,12	0,3023716	0,6410277		26,086329	25
		Lavabo	4	12	0,2	2,92	0,2412091	0,7043305		27,344047	32
		Wc	4	16	0,12	3,4	0,2065591	0,702301		27,304623	32
		Douchette	4	20	0,2	4,2	0,1835326	0,7708369		28,605911	32
		Douche	14	34	0,2	7	0,1392621	0,9748349		32,169186	32
		Lavabo	14	48	0,2	9,8	0,116692	1,1435815		34,842404	32
		Wc	14	62	0,12	11,48	0,1024295	1,1758907		35,331171	32
		Douchette	14	76	0,2	14,28	0,092376	1,3191299		37,421253	32
				76		15	0,092376	1,3856406	4,9883063	38,353046	32
troncon4	<b>R+3</b>	Lavabo	12	12	0,2	2,4	0,2412091	0,5789018		24,790027	25
		Bac	8	20	0,33	5,04	0,1835326	0,9250042		31,336206	32
				20		5,04	0,1835326	1,503906	5,4140617	39,956266	25
				140		27,88	0,0678551	1,8918006	6,8104821	44,813847	50
	Troncon1			116		23,3	0,0746004	1,738189	6,2574803	42,955922	40
	Troncon2			96		20,04	0,0820783	1,6448485	5,9214546	41,786645	40
	Troncon3			20		5,04	0,1835326	0,9250042	3,3300153	31,336206	32
	Troncon4			4	0,33	1,32	0,4618802	0,6096819	2,1948548	25,440532	25

longueur	vitesse	Nombre de Reynolds	coefficient de perte de charge	pertes de charge linéaire	pertes de charge linéaire	Dzêta	pertes de charges singulières	pertes de charge totale	Pertes de charge totale	HG	HC
[m]	[m/s]			[mCE/m]	[mCE]		[mmCE]	[mmCE]	[mCE]	[m]	[m]
36,33	0,9	35375,004	0,0230708	0,0212538	0,77215	4,7	1901,597	1,901597	1904,6981		
4,55	0,9	33908,401	0,0233163	0,022409	0,101961	4	1618,38	1,61838	1621,1984		
4,55	0,9	32985,401	0,0234777	0,0231955	0,10554	3	1213,785	1,213785	1216,1988		
4,55	0,9	24736,069	0,0252292	0,0332387	0,151236	5	2022,975	2,022975	2026,198		
15,66	0,9	20082,162	0,0265787	0,0431314	0,675438	1,5	606,8925	0,606893	608,69939		
				0,1432284	1,806324			7,363629	19,363629	18,2	45,07635

**Tableau (IV-10) : calculs des pertes de charge EF**

## Annexes

### b) Pertes de charge de circuit ECS

Repéré	Etage	désignation	nombre appareils	Nombre appareils cumulé	débit appliqué	débit tronçon	coefficient simultanéité.	débit probable	DN calculé	DN installé
			[U]	[U]	[l/s]	[l/s]	y	[l/s]	[m <sup>3</sup> /]	[mm]
Tronçon1	RDC	Douches	2	2	0,2	0,4	0,8	0,32	18,431	25
		Bac a laver	4	6	0,33	1,72	0,3578	0,6154	25,559	25
		Robinets	5	11	0,1	2,22	0,253	0,5616	24,417	25
		Lavabo	6	17	0,2	3,42	0,2	0,684	26,947	25
					18	0,12	3,42	0,194	0,6636	26,541
Tronçon2	R+1	Bac alavé	4	4	0,33	1,32	0,4619	0,6097	25,441	25
		Douche	2	6	0,2	1,72	0,3578	0,6154	25,559	25
		Lavabo	2	8	0,2	2,12	0,3024	0,641	26,086	25
		Bac alavé	2	10	0,33	2,78	0,2667	0,7413	28,053	25
		Lavabo	6	16	0,2	3,98	0,2066	0,8221	29,542	32
		Bac alavé	2	18	0,2	4,38	0,194	0,8498	30,036	32
					18	0,2	4,38	0,194	0,8498	30,036
Tronçon3	R+2	Douche	4	4	0,2	0,8	0,4619	0,3695	19,805	25
		Lavabo	4	8	0,2	1,6	0,3024	0,4838	22,662	25
		Bac	4	12	0,33	2,92	0,2412	0,7043	27,344	32
		Douche	14	26	0,2	5,72	0,16	0,9152	31,17	25
		Lavabo	14	40	0,2	8,52	0,1281	1,0914	34,039	40
					40		8,52	0,1281	1,0914	34,039
Tronçon4	R+3	Lavabo	12	12	0,2	2,4	0,2412	0,5789	24,79	25
		Bac	4	16	0,33	3,72	0,2066	0,7684	28,561	32
		Bac	4	20	0,33	5,04	0,1835	0,925	31,336	32
					20		5,04	0,1835	0,925	31,336
LT01				96		21,36	0,0821	1,7532	43,141	50
	Tronçon1			78		17,94	0,0912	1,6356	41,669	40
	Tronçon2			60		13,56	0,1042	1,4123	38,72	40
	Tronçon3			20		5,04	0,1835	0,925	31,336	32
	Tronçon4			4	0,33	1,32	0,4619	0,6097	25,441	25

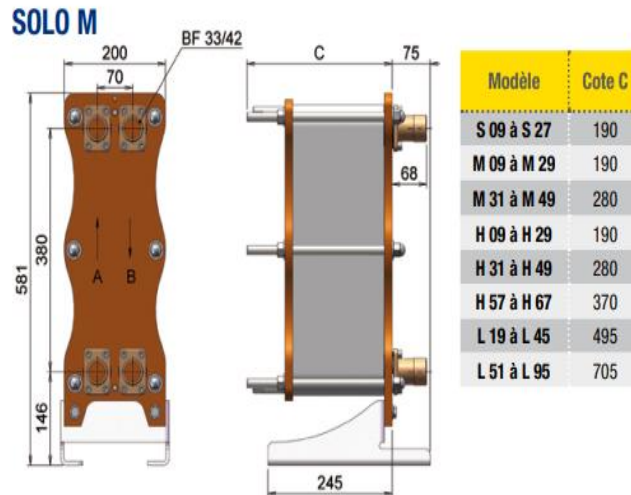
## Annexes

longueur	vitesse	Nombre de Reynolds	coefficient de perte de charge	pertes de charge linéaire	pertes de charge linéaire	Dzêta	pertes de charges singulières	pertes de charge totale	Hc
[mm]	[m]	[m/s]			[mCE/m]	[mCE]		[mmCE]	[mCE]
36,33	0,9	34054,42	0,023291	0,022289	0,809758	4,7	1901,597	1,901597	1904,698
4,55	0,9	32892,16	0,023494	0,023278	0,105914	4	1618,38	1,61838	1621,198
4,55	0,9	30564,74	0,023929	0,025514	0,116089	3	1213,785	1,213785	1216,199
4,55	0,9	24736,07	0,025229	0,033239	0,151236	5	2022,975	2,022975	2026,198
15,66	0,9	20082,16	0,026579	0,043131	0,675438	1,5	606,8925	0,606893	608,6994
				0,147451	1,858435			7,363629	19,36363

**Tableau (IV-11):** calculs de pertes de charge ECS

### Annexe 10

- Caractéristique des échangeurs à plaque et joints
- a) SOLO M



**Figure (V-2):** Echangeur « SOLO M» de la marque SOLO

## Annexes



### SOLO M

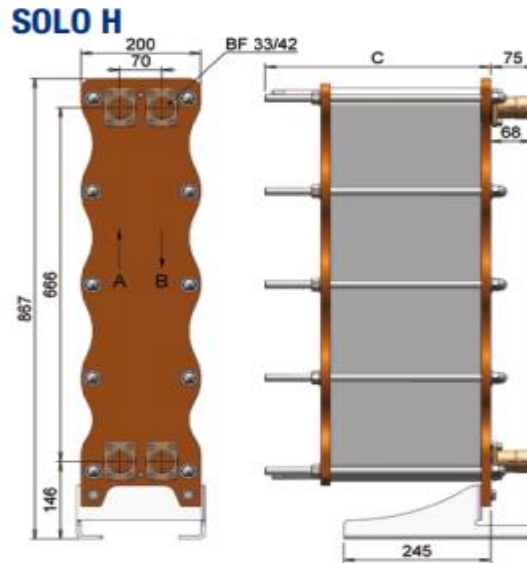
- ▶ Calorifuge de l'échangeur non classé
- ▶ Raccordement fileté 33/42 mâle

Modèle	Puissances en kW*		Dim. PxLxH mm	Poids kg	Ø entrée sortie	Code	Option calorifuge	
	E.C.S.	Découplage					Code M1	Code M0
	Prim 80/60 Sec 10/60	Prim 90/70 Sec 60/80						
M 09	55	16	265 x 214 x 585	31 à 38	33/42	• 6409 • 6411 • 6413 • 6415 • 6419 • 6425 • 6429	• 431	• 422
M 11	65	22						
M 13	78	29						
M 15	90	36						
M 19	118	49						
M 25	155	65						
M 29	184	80	365 x 214 x 585	41 à 44	• 6435 • 6439 • 6443	• 432		
M 35	221	96						
M 39	249	109						
M 43	277	125						

\*Considérant des pertes de charge max. de 3 mCE • Références tenues en stock

**Tableau (V-2):**caractéristique d'échangeur « SOLO M »

### b) SOLO H



**Figure (V-3) :** Echangeur « SOLO H» de la marque SOLO

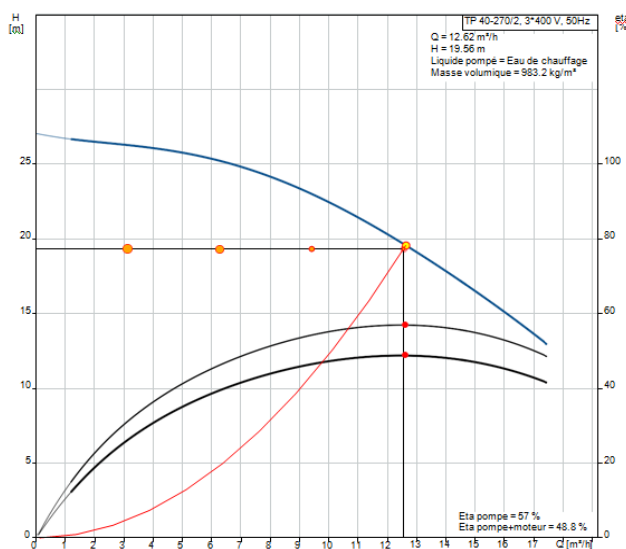
## Annexes

Modèle	Puissances en kW			Dim. P x L x H mm	Poids kg	Ø entrée sortie	Code	Option calorifuge	
	E.C.S.	Découplage Prim 10/6	Découplage Prim 90/70					Code M1	Code M0
	Prim 70/30 Sec 10/60	Sec (EG30 %) 4/8	Sec 60/80						
H 09	30	3,5	40	265 x 214 x 870	46 à 55	33/42	7709 7711 7713 7715 7719 7723 7727	• 435	• 425
H 11	40	5,5	50						
H 13	52	7	60						
H 15	63	9	70						
H 19	85	12	90						
H 23	110	14	110						
H 27	135	17	130						
H 31	155	19	150	355 x 214 x 870	59 à 68	7731 7737 7739 7743 7749 7755	• 436	• 426	
H 37	185	23	180						
H 39	195	25	190						
H 43	220	27	210						
H 49	255	31	240						
H 55	290	35	240						
H 57	300	38	240						
H 61	320	40	240	445 x 214 x 870	73 à 78	7757 7761	• 436	• 426	
H 67	350	43	240						

\*Considérant des pertes de charge max. de 3 mCE • Références tenues en stock

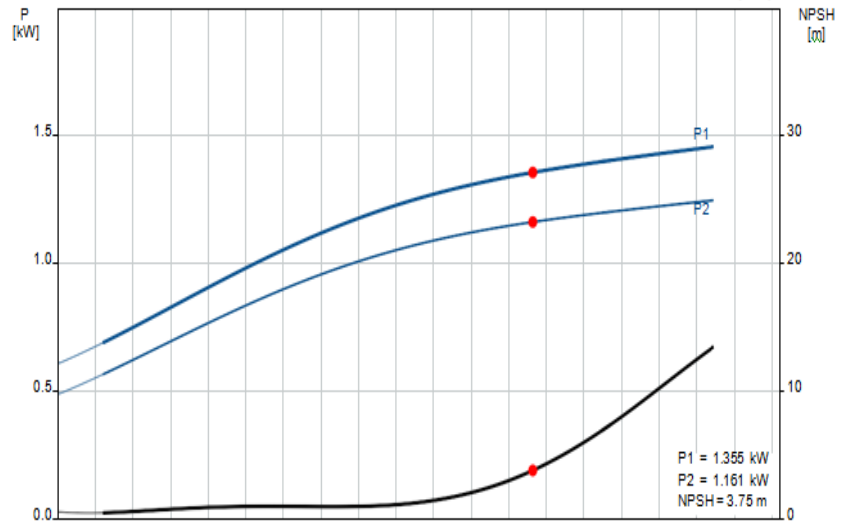
**Tableau (V-3) : caractéristique d'échangeur « SOLO H »**

➤ **Caractéristiques de la pompe de production eau chaude sanitaire**

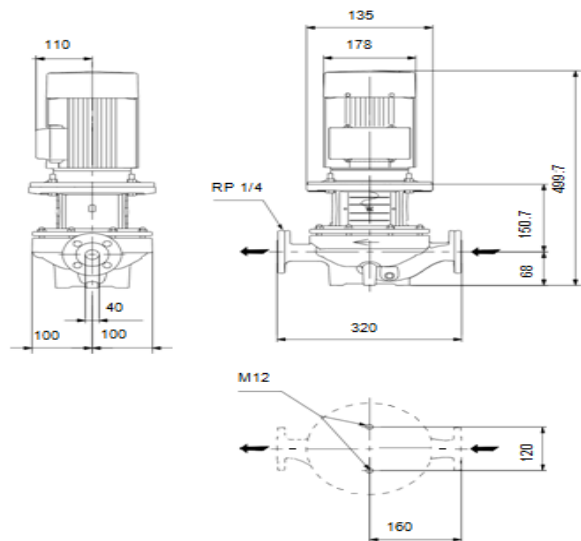


**Figure (V-5) : courbe de la hauteur manométrique de la pompe ECS (GRANDFOS)**

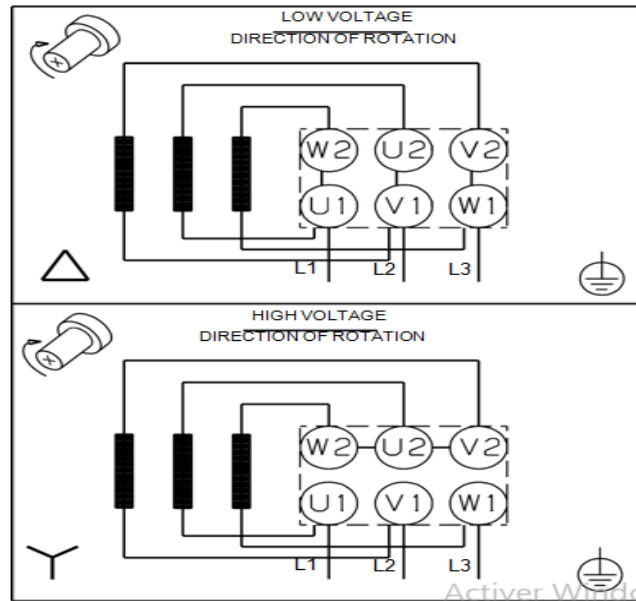
## Annexes



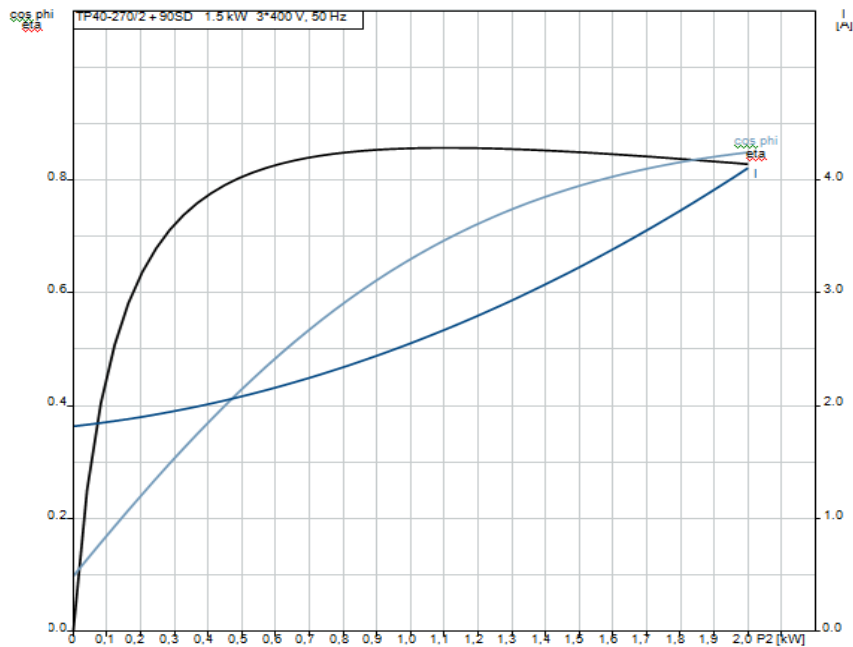
**Figure (V-6):** Courbe de puissance totale de la pompe ECS(GRANDFOS)



**Figure (V-7) :** Schémas d'une pompe ECS (GRANDFOS)



**Figure (V-8) :** Schéma enfileur électrique de la pompe ECS

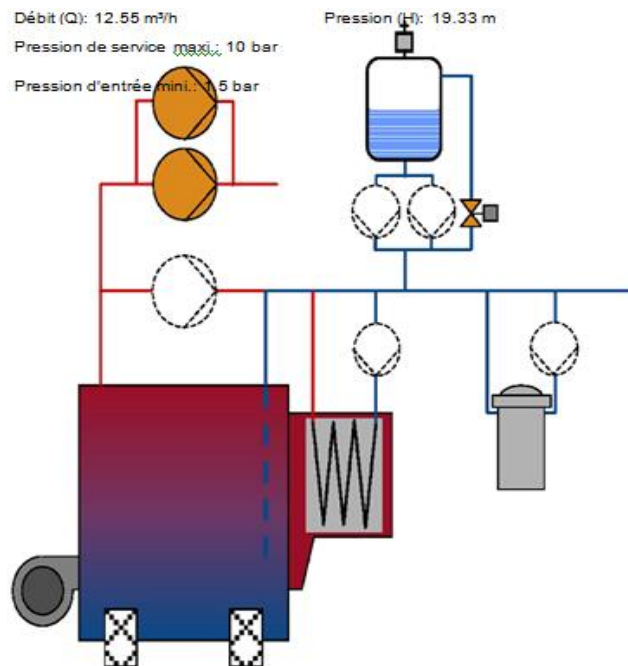


**Figure (V-9) :** Courbe de rendement de la pompe ECS (GRANDFOS)

## Annexes

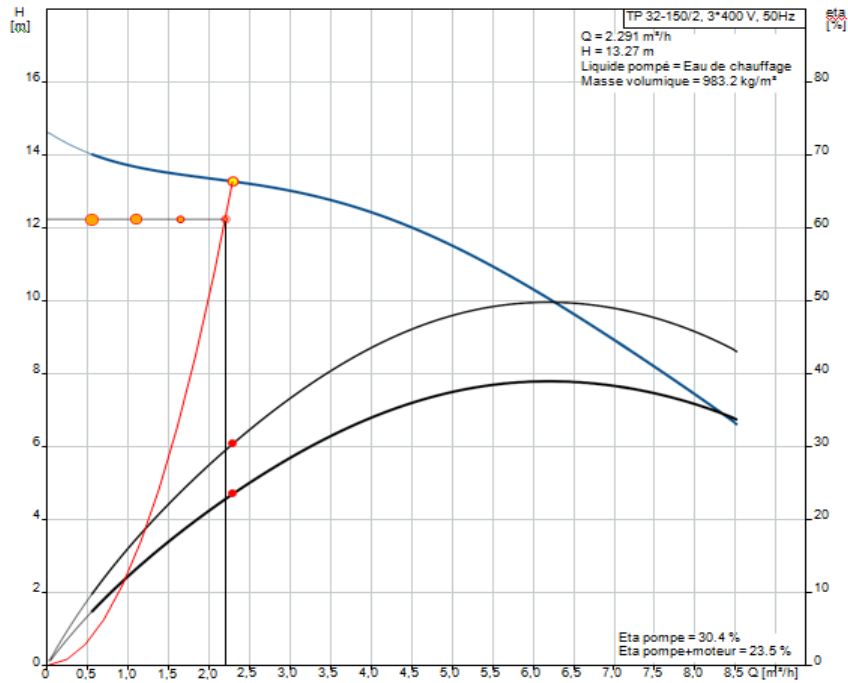


**Figure (V-10) :** Courbe de puissance de moteur de pompe ECS

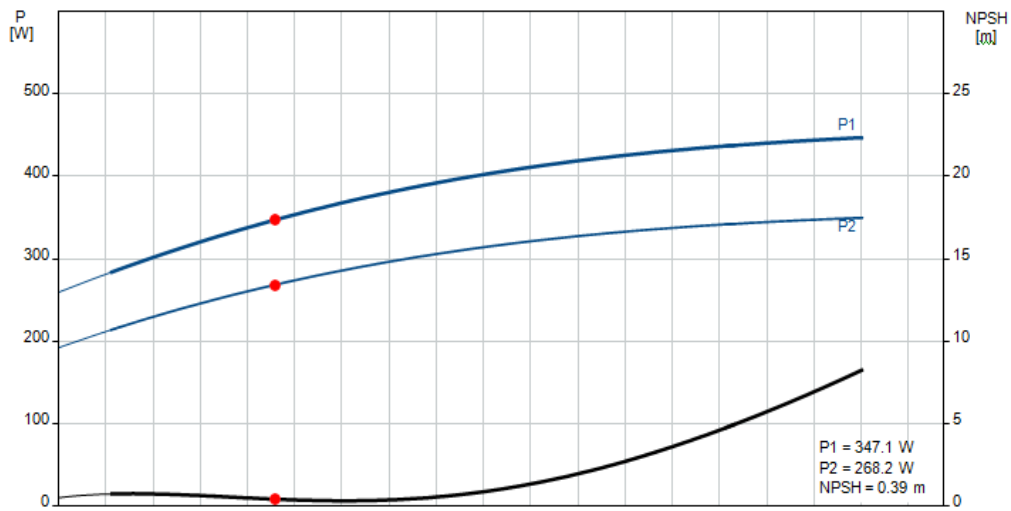


**Figure (V-11) :** Installation de la pompe de production ECS

➤ **Caractéristique de pompe de bouclage eau chaude sanitaire**



**Figure (V-12) :** Courbe de la hauteur manométrique de pompe BECS



**Figure (V-13):** courbe de la Puissance totale de la pompe BECS

# Annexes

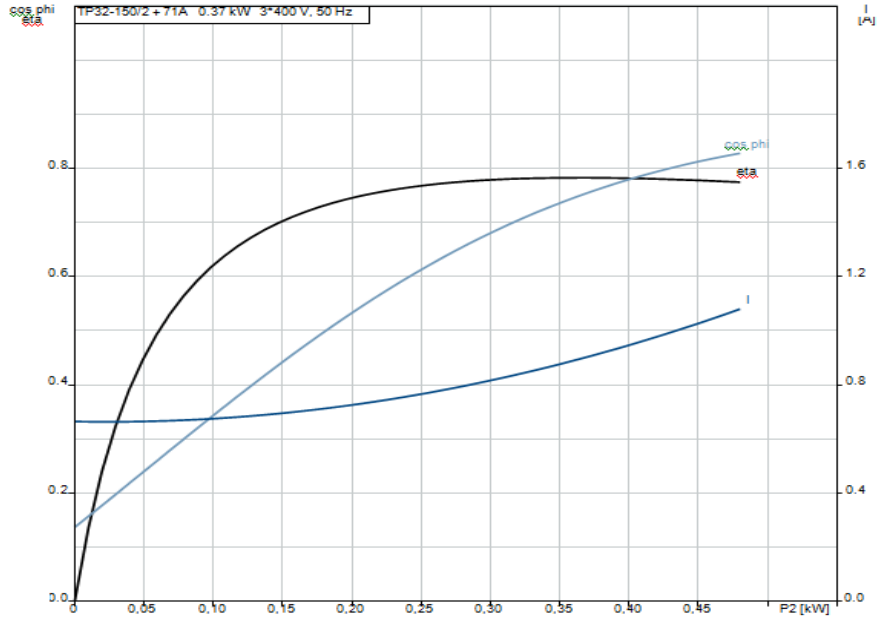


Figure (V-14) : Courbe de rendement de pompe BECS

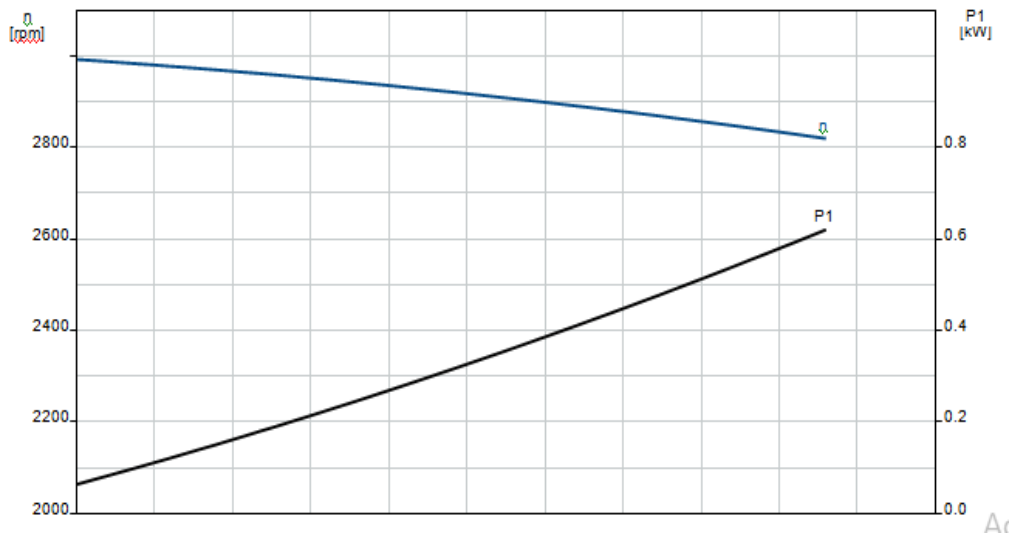


Figure (IV-15) : Courbe de puissance de moteur de pompe BECS

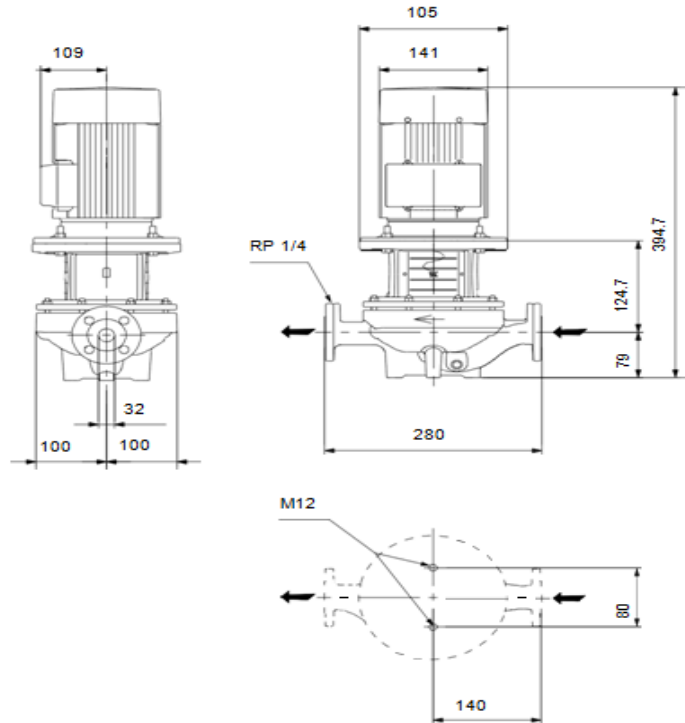


Figure (V-16) : Schéma de pompe BECS

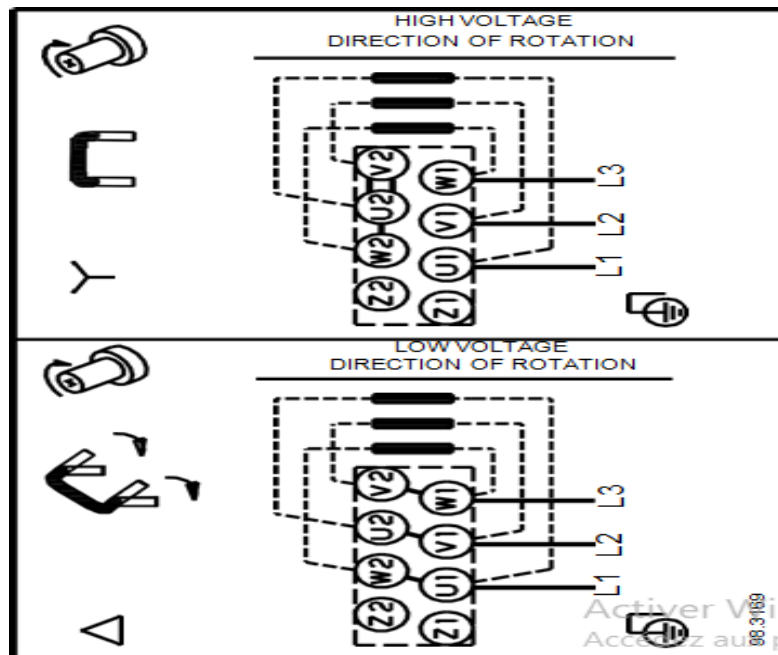


Figure (V-17) : Schéma enfileur électrique de la pompe BECS

## Annexes

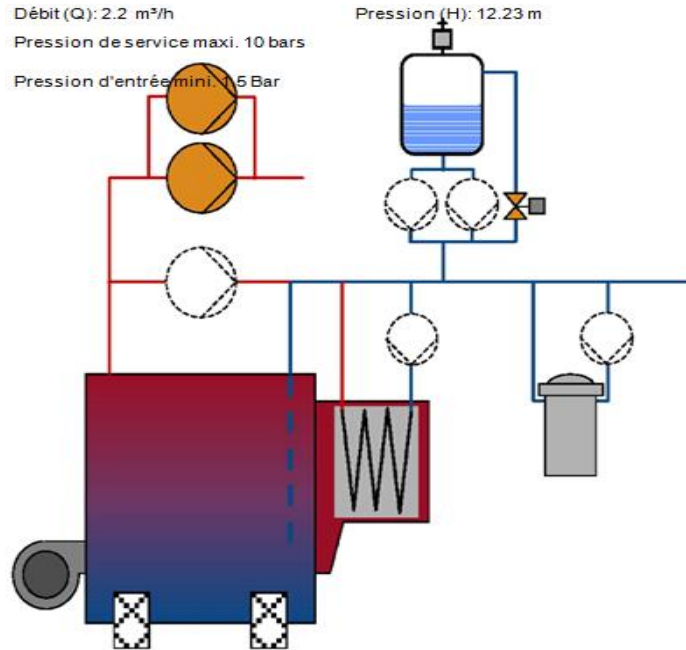


Figure (V-16) : Installation de pompe BECS (GRANDFOS)

### ➤ Caractéristique de pompe de récupération

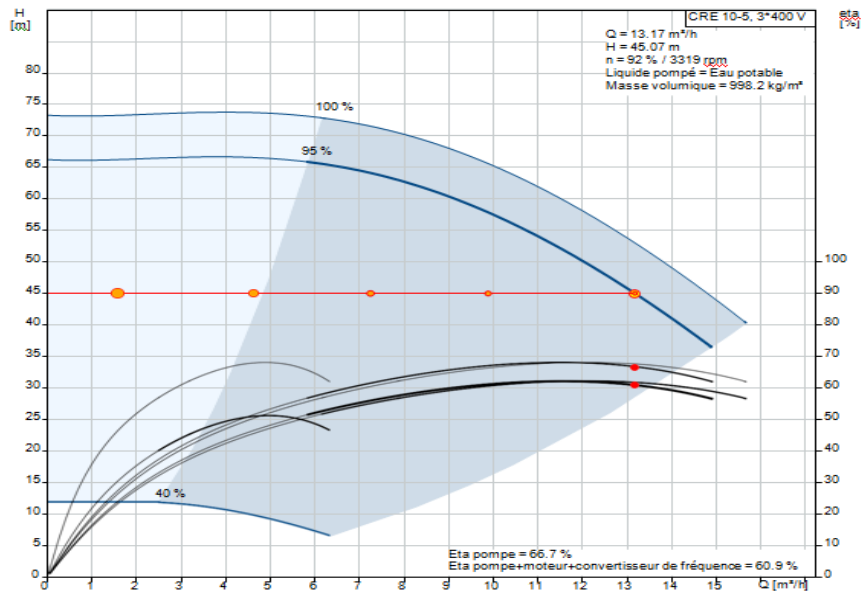
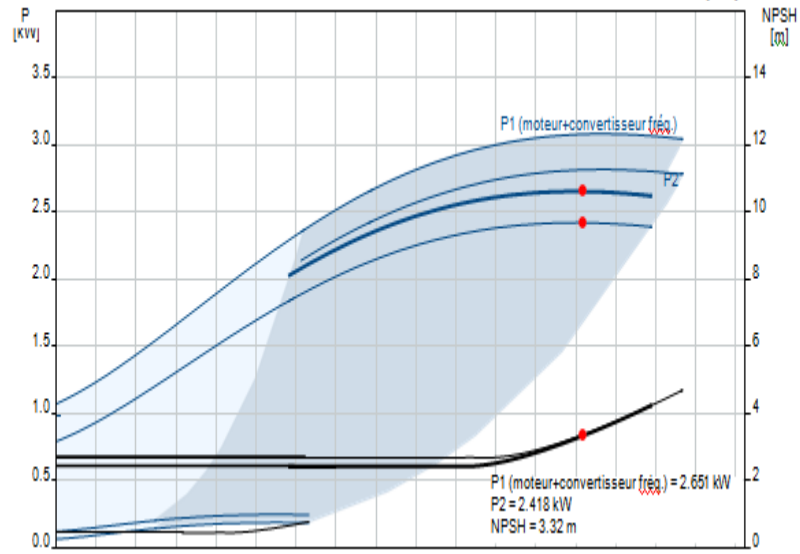
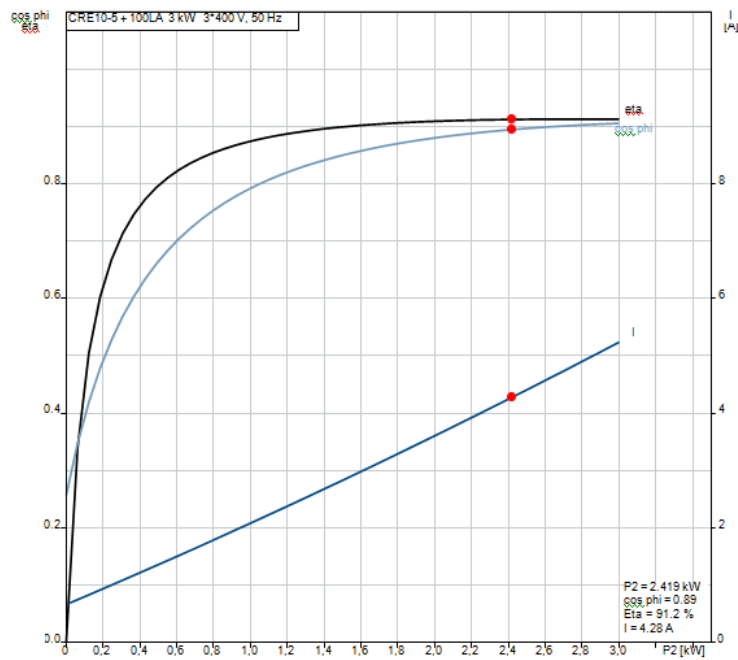


Figure (V-17) : Courbe de la hauteur manométrique de surpresseur

## Annexes



**Figure (V-18) :** Courbe de la puissance de surpresseur



**Figure (V-19) :** courbe de rendement de surpresseur

# Annexes

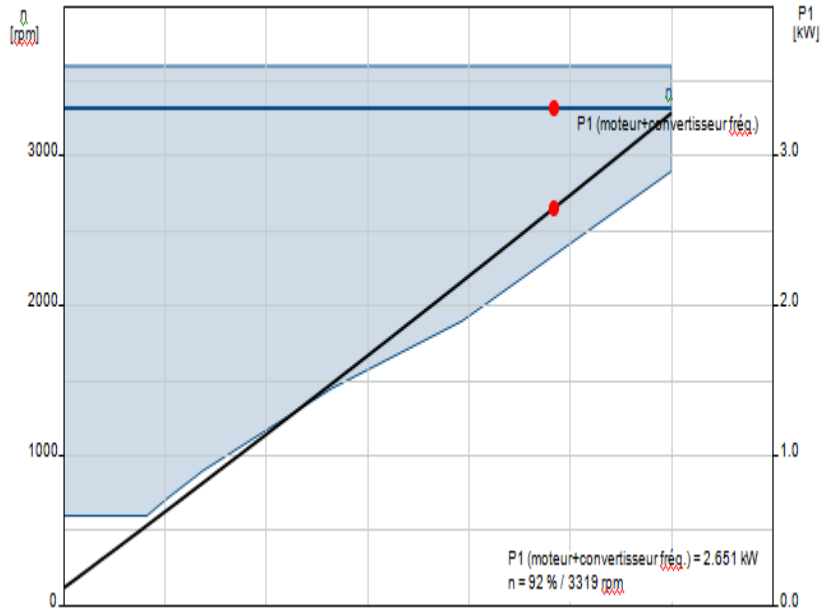


Figure (IV-20) :

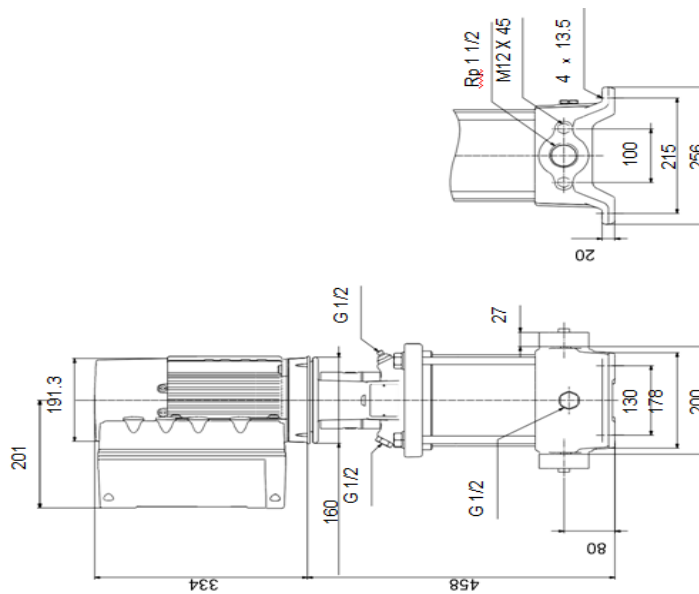


Figure (IV-21) : Schéma d'un surpresseur

# Annexes

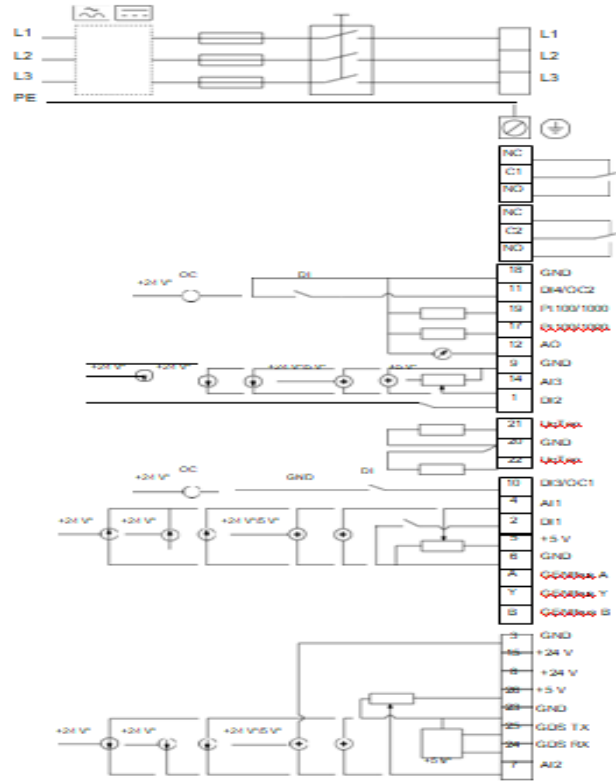


Figure (IV-22) : Schéma enfileur électrique de compresseur