République Algérienne Démocratique et populaire

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Yahia Farés de Médéa

Faculté de Technologie

Département du Génie Mécanique



Projet de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme de

Master en Génie Civil

Spécialité **:** *Equipement de l'habitat*

Thème

Etude et dimensionnement d'une installation sanitaire d'alimentation et d'évacuation dans un immeuble d'habitation

Préparé et présenté par :
M. DAHMANI Salah Eddine

Encadré par:
Dr. TRIKI Zakaria
Dr. IRKI Ilyes

Promotion 2017/2018

ملخص

يهدف هذا المشروع إلى تحديد أبعاد الشبكات الإمداد بالمياه الصالحة للشرب وصرف المياه المستعملة في بناية سكنية مكونة من طابق أرضي + أربعة طوابق. يسعي تحديد أبعاد الشبكة إلى حساب قطر الأنابيب بالإضافة إلى التدفق والسرعة والضغط المناسب لضمان توزيع فعال للماء بدون العيوب المتوقعة وصرف سهل وسلس للمياه المستعملة لضمان رفاهية المستخدم.

الكلمات المفتاحية : الترصيص الصحي، شبكة الإمداد، صرف المياه المستعملة، تحديد الأبعاد.

Résumé :

Ce projet vise à dimensionner du réseau d'alimentation en eau potable et l'évacuation des eaux usées dans un bâtiment résidentiel composé d'un rez-de-chaussée et de quatre étages. Le dimensionnement du réseau porte sur le détermination du diamètre des conduites ainsi que le débit, la vitesse et la pression appropriés pour assurer une distribution efficace de l'eau sans les défauts attendus et une imperméabilisation facile et en douceur de l'eau usée pour assurer le bien-être de l'utilisateur.

Mots clés : Plomberie sanitaire, Réseau d'alimentation, Evacuation des eaux usée, Dimensionnement.

Abstract:

The aim of this work is the sizing of a drinking water supply network and wastewater disposal in a residential building consisting of a ground floor and four floors. The design of the network is concerned with determining the pipe diameter as well as the flow rate, the appropriate velocity and pressure to ensure efficient water distribution without the expected defects and easy and smooth waterproofing of the wastewater to ensure the well-being of the user.

Key words: Sanitary plumbing, Water supply network, Wastewater evacuation, Sizing.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier ALLAH Seigneur des mondes, pour m'avoir guidé vers le bon chemin de la lumière et du savoir et pour m'avoir donné du courage, de la volonté afin de pouvoir réaliser ce modeste travail, qui est un nouveau sujet de Master pour la première promotion de la spécialité "Equipement de l'habitat" à notre université.

Mes sincères remerciements vont également à tous les enseignants du département de Génie Mécanique de l'université de Médéa, et à tous les enseignants qui ont participé à ma formation.

Mes gratitudes à tous les membres de jury qui font l'honneur de juger mon travail.

En particulier, je voudrais remercier mes promoteurs Dr. TRIKI Zakaria et Dr. IRKI Ilyes pour leur encadrement et l'attention qu'ils ont portée à mon travail et pour m'avoir guidé vers le bon chemin.

Encore des remerciements au bureau d'étude qui m'a fourni le plan architectural de l'immeuble

Un grand merci à toute ma famille, mes amis et mes collègues qui se sont souciés de moi.

Enfin, merci à tous ceux qui ont contribué de prés ou de loin pour l'élaboration de ce projet

Dédicaces

Je dédie ce mémoire aux personnes les plus chères au Monde à mes chers parents: À la source de tendresse, de générosité de bonheur, à celle qui a consacré sa vie Pour que je réussisse dans tout ce que j'entretiens,

O Seigneur, aie pitié d'eux pour qu'ils prennent soin de moi quand j'étais jeune

Je vous souhaite une longue vie dans l'obéissance à Dieu.

À mes chers frères et sœurs

À tous les membres de la famille Dahmani et Atta

À ceux qui me connaissent, et surtout qui m'aiment.

À tous mes amis et proches, en particulier ABBAD Mohammed et KAHAL Aymen et le reste sans exception.

À tous mes camarades de classe d'équipement de l'habitat du première promotion année 2017/2018 et tous mes camarades à l'université.

Enfin À toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation De ce modeste travail.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire aux personnes les plus chères au Monde à mes chers parents: À la source de tendresse, de générosité de bonheur, à celle qui a consacré sa vie Pour que je réussisse dans tout ce que j'entretiens,

O Seigneur, aie pitié d'eux pour qu'ils prennent soin de moi quand j'étais jeune

Je vous souhaite une longue vie dans l'obéissance à Dieu.

À mes chers frères et sœurs

À tous les membres de la famille Dahmani et Atta

À ceux qui me connaissent, et surtout qui m'aiment.

À tous mes amis et proches, en particulier ABBAD Mohammed et KAHAL Aymen et le reste sans exception.

À tous mes camarades de classe d'équipement de l'habitat du première promotion année 2017/2018 et tous mes camarades à l'université.

Enfin À toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation De ce modeste travail.

DÉDICACES

JE DÉDIE CE MÉMOIRE AUX PERSONNES LES PLUS CHÈRES AU MONDE À MES CHERS PARENTS: À LA SOURCE DE TENDRESSE, DE GÉNÉROSITÉ DE BONHEUR, À CELLE QUI A CONSACRÉ SA VIE POUR QUE JE RÉUSSISSE DANS TOUT CE QUE J'ENTRETIENS,

O SEIGNEUR, AIE PITIÉ D'EUX POUR QU'ILS PRENNENT SOIN DE MOI QUAND J'ÉTAIS JEUNE

JE VOUS SOUHAITE UNE LONGUE VIE DANS L'OBÉISSANCE À DIEU.

À MES CHERS FRÈRES ET SŒURS

À TOUS LES MEMBRES DE LA FAMILLE DAHMANI ET ATTA

À CEUX QUI ME CONNAISSENT, ET SURTOUT QUI M'AIMENT.

À TOUS MES AMIS ET PROCHES, EN PARTICULIER ABBAD MOHAMMED ET KAHAL AYMEN ET LE RESTE SANS EXCEPTION.

À TOUS MES CAMARADES DE CLASSE D'ÉQUIPEMENT DE L'HABITAT DU PREMIÈRE PROMOTION ANNÉE 2017/2018 ET TOUS MES CAMARADES À L'UNIVERSITÉ.

ENFIN À TOUTE PERSONNE QUI A CONTRIBUÉ DE PRÈS OU DE LOIN À LA RÉALISATION DE CE MODESTE TRAVAIL.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire aux personnes les plus chères au Monde à mes chers parents: À la source de tendresse, de générosité de bonheur, à celle qui a consacré sa vie Pour que je réussisse dans tout ce que j'entretiens,

O Seigneur, aie pitié d'eux pour qu'ils prennent soin de moi quand j'étais jeune

Je vous souhaite une longue vie dans l'obéissance à Dieu.

À mes chers frères et sœurs

À tous les membres de la famille Dahmani et Atta

À ceux qui me connaissent, et surtout qui m'aiment.

À tous mes amis et proches, en particulier ABBAD Mohammed et KAHAL Aymen et le reste sans exception.

À tous mes camarades de classe d'équipement de l'habitat du première promotion année 2017/2018 et tous mes camarades à l'université.

Enfin À toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation De ce modeste travail.

Chapitre I : généralité sur alimentation l'eau potable et évacuation eau usée

Partie 1 : Généralité sur alimentations l’eau froide

I. 1. Besoins des bâtiments en eau froide

I. 1. 1. Besoins des bâtiments civils et industriels :

I. 1. 2. Variation des besoins :

I. 1. 2.1. Variation saisonnière :

I. 1. 2. 2. Variation journalière :

I. 2. Qualité de l’eau

I. 3. Principaux critères dans la classification du réseau de Branchement

I. 3. 1. Branchement direct

I. 3. 2. Branchement indirect

I. 4.OBJECTIF DE L'UTILISATION DE L'EAU

I. 4. 1. REMARQUE :

I. 5. DISPOSITION DES RESEAUX DE DISTRIBUTION D'EAU

I. 5.1. REESEAUX RAMIFIE

I. 5. 2. RESEAUX MAILLES

I. 5. 3. RESEAUX MIXTES

I. 6. SYSTEME DE PRESSION

I. 7. Règles de l’art sur distribution intérieur

I. 8. Aux nouveaux DTU.

I. 8. 1. Le DTU 60.1 (NF P40-201), février 1977, mai 1993, janvier 1999, octobre 2000 :

I. 8. 2. Le DTU 60.11 (NF P 40-202), octobre 1988

I. 8. 3. Le DTU 60.5 (NF P 41-221), janvier 2008 :

I. 8. 4. Le DTU 65.10 (NF P52-305), mai 1993 :

I. 9. Le cahier des charges

I. 10. Dimensionnement des tuyauteries (application du DTU 60.11)

I. 10. 1. Distribution individuelle (DTU 60.11)

I. 10. 2. Distribution collective (DTU 60.11)

I. 11. Evaluation de la consommation d’eau

Partie 2 : Généralité sur alimentation l’eau chaude

I. 12. Besoins des bâtiments en eau chaude

I.13. Évaluation des besoins

I.13.1. En Générale

I.13.2.Usages journaliers par personne
I.13.3. Installations domestiques et les bâtiments de logements,
I.14. Modes de production
I.15. Caractéristiques de production
Partie 03 : Généralités sur d'évacuations d'eaux usées
I.16. Notion générale sur d'évacuations d'eaux usées
I.17. évaluation des évacuations d'eaux usées

Chapitre II : Calcule de distribution de l'eau froide

II. 1. Notions sur Dimensionnement des tuyauteries (application du DTU 60.11)
II. 2. Débit de base
II. 3. Débit probable
II. 4. Coefficients de simultanéité
II. 4.1. Cas des installations individuelles (pavillon, appartement, bloc sanitaire)
II. 4.2. Cas des installations collectives
II. 4.3. Étude particulière du coefficient de simultanéité pour les collectivités
II. 4.3.1. Cas des robinets de chasse pour WC
II. 5. Méthode de calcul des débits probables
II. 5.1. Le repérage
II. 5.2. Présentation des calculs
II. 5.3. Calcul du réseau à l'intérieur d'un appartement ou d'un sanitaire
II. 5.4. Calcul d'un réseau général
II. 5.5. Calcul d'un réseau avec robinet de chasse
II. 5.6. Calcul d'un réseau commun eau froide + eau chaude
II. 6. Méthode de calcul des diamètres
II. 6.1. Généralités
II. 6.2.1. Formules
II. 6.2. Calculs des diamètres
II. 6.3. Pression d'entrée (P)
II. 6.4. Pertes de charge totales d'un réseau (J)
II. 6.4.1. Pertes de charge linéiques (JL)
II. 6.4.2. Pertes de charge singulières (JS) et ponctuelles (JR)
II. 6.4.2.1. Méthode approximative
II. 6.4.2.2. Méthode des longueurs équivalentes
II. 6.4.2.3. Méthode utilisant la pression dynamique

II. 6.5. Le circuit le plus défavorisé

II. 6.6. Hauteur géométrique (hg)

II. 6.7. Pression résiduelle (Pr)

II. 6.8. Hauteur manométrique totale (HMT)

II. 6.9. Exemple de calcul des diamètres à l'intérieur d'un appartement ou d'un sanitaire.

II. 6.10. Exemple de calcul des diamètres d'un réseau général

II. 6.11. Exemple de calcul de la HMT au point le plus défavorisé

II. 7. Détermination des accessoires sur les réseaux

II. 7.3. Détermination d'un compteur d'eau

II. 7.4. Détermination d'un surpresseur

II. 7. 4.1. Type de système de pompage

II. 7. 4.1.1. surpresseur en aspiration (figure 14) :

II. 7. 4.1.2. Surpresseur en charge.

II. 7. 4.2. Surpression pour usage domestique

II. 7.4 3. Surpression pour usage collectif

II. 7.4.3.1. Type de surpression collective

II. 7.4.4. Choix des pompes

II. 7.4.5. Automatisation des systèmes de surpression

II. 7.4.6. Accessoires complémentaires

II. 7.4.7. Principales caractéristiques permettant de définir un surpresseur collectif

Chapitre III : Calcule de distribution de l'eau chaude

III. 1. Notions généralités

III. 1.1. Critères de qualité d'une installation d'ECS

III. 1.2. Impératifs à respecter

III. 1.3. Éléments de calcul pour les productions d'ECS

III. 1.3.1. Quantité de chaleur

III. 1.3. 2. Énergie

III. 1.3. 3. Puissance

III. 2. Données de base

III. 2.1. Analyse des besoins

III. 2.2. Température de l'eau froide

III. 2.3. Température de production et distribution

III. 2.4. Température de puisage

III. 2.5. Consommation d'eau chaude

III. 2.6. Période et débit de pointe

III. 2.7. Calcul du débit instantané de pointe

III. 2.7.1. Calcul du débit instantané pour une production d'eau chaude

III. 3. Calcul des productions d'eau chaude sanitaire

III. 3. 1. Choix du combustible et du système de production

III. 3. 1. 1. Sources d'énergie

III. 3.1.2. Systèmes de production d'ECS

III. 3.2. Productions ECS individuelles

III. 3.2.1. Production par accumulation électrique

III. 3.2.2. Production par combustible

3.3. La Puissance de Production

3.3.1. La Puissance de production instantanée

III. 4. Calculs des distributions d'eau chaude sanitaire

III. 4.1. Distributions individuelles ou terminales

III. 5. Appareils de production individuelle d’eau chaude

III. 5.1. Chauffe-eau et chauffe-bains gaz instantanés

III. 5.1.1. Utilisation :

III. 5.1.1.2. Débit instantané :

III. 5.1.1.3.Principes de fonctionnement

III. 5.1.1.4. Appareil gaz à veilleuse permanente

III. 5.1.1.5. Allumage piézo-électrique

III. 5.1.1.6. Appareils à contrôle de flamme électronique

III. 5.1.2. Chaudières gaz mixtes double service

III. 5.1.2.1. Appareils à production d’eau chaude sanitaire instantanée

III. 5.1.2.1.1. Production d’eau chaude par bain-marie dans le corps de chauffe du circuit de chauffage

III. 5.1.2.1.2. Production d'eau chaude par l'intermédiaire d'un échangeur à plaques

III. 5.1.2.2. Appareil gaz de production d'eau chaude sanitaire semi-instantanée ou à micro-accumulation

III. 5.1.2.3. Appareil gaz de production d'eau chaude par semi-accumulation

III. 5.1.2.4. Appareils gaz de production d'eau chaude par accumulation

III. 5.2. Appareils au fioul - production d'eau chaude par accumulation

III. 5.3. Chauffe-eau électriques

III. 5.3.1. Les modèles de chauffe-eau électriques

III. 5.3.1.1. Chauffe-eau à accumulation :

III. 5.3.1.2. Chauffe-eau de faible capacité :

III. 5.3.1.3. Chauffe-eau instantanés :

III. 5.3.2. Normes des appareils électriques

III. 5.3.3.Tarifs électriques

III. 5.4. Production d’eau chaude solaire

CHAPITRE IV : Calcul des évacuations

IV. 1. Généralités

IV. 1.1. Objet

IV. 1.2. Choix de la méthode de calcul

IV. 1.3. Définition des termes utilisés

IV. 2. Notions d'hydraulique

IV. 2.1. Écoulement dans les tuyauteries

IV. 2.2. Ventilation primaire

IV. 2.3. Siphon

IV. 3. Calculs des évacuations EU et EV suivant le DTU 60.11

IV. 3.1. Généralités

IV. 3.2. Calcul des débits de base

IV. 3.3. Calcul des débits probables

IV. 3.4. Calcul des diamètres pour le raccordement des appareils sanitaires

IV. 3.4.1. Évacuation individuelle d'appareils

IV. 3.4.2. Evacuation d'appareils groupés

IV. 3.5. Calcul des chutes d'eaux usées

IV. 3.5.1. Pour le dévoiement des chutes

IV. 3.5.2. Pour les sorties en ventilation primaire

IV. 3.6.Calcul des chutes uniques (EU + EV)

IV. 3.7. Calcul des collecteurs

IV. 3.8. Exemple de calcul

IV. 4.Calcul des évacuations EP suivant le DTU 60.11

IV. 4.1. Généralités

IV. 4.2. Débit des précipitations

IV. 4.3. Détermination des gouttières et chéneaux semi-circulaires

IV. 4.4. Couvertures ne comportant pas de revêtement d'étanchéité (DTU 40)

IV. 4.4.1. Toitures avec gouttières ou chéneaux extérieurs

IV. 4.4.2. Toitures avec chéneaux derrière acrotère

IV. 4.4.3. Diamètres des tuyaux de descente

IV. 4.5. Toitures-terrasses avec revêtement d'étanchéité sur éléments porteurs en maçonnerie (DTU 43.1)

IV. 4.5.1. Classifications des toitures-terrasses en fonction de leur accessibilité

IV. 4.5.2. Nombre de descentes EP

IV. 4.5.3. Toitures-terrasses non accessibles inférieures à 287 m²

IV. 4.5.4. Toitures-terrasses accessibles et non accessibles supérieures à 287 m²

IV. 4.6. Détermination des trop-pleins

IV. 4.7. Tableau de synthèse pour la détermination des chutes EP

IV. 4.8. Regroupement des descentes EP

IV. 4.9. Détermination des EP situées au droit de façades lisses

IV. 4.10. Calcul des collecteurs d'eaux pluviales

IV. 4.11. Exemple de calcul

Liste des tableaux

Chapitre I :

Tableau 1. Diamètres intérieurs minimaux
Tableau 2. Coefficients de distribution individuelle
Tableau 3. Longueurs de tuyauterie maximum entre la production D'eau chaude et l'utilisation pour un temps d'attente* inferieur a 10 s
Tableau 4. Longueurs de tuyauterie maximum entre la production d'eau chaude et l'utilisation
Tableau 5. Evaluation des besoins domestiques journaliers en eau chaude à 60 °C
Tableau 6. Evaluation des besoins domestiques journaliers en eau chaude à 60 °C en fonction les poste à alimenter

Chapitre II :

Tableau 1. Débit de base DTU 6.11
Tableau 2. Coefficient par appareil (DTU 60.11)
Tableau 3. Diamètre des réseaux d'alimentation des cellules sanitaire
Tableau 4. Coefficient de simultanéité des appareils sanitaire en fonction du nombre d'appareils (hors robinet de chasse)
Tableau 5. Coefficient de simultanéité pour collectives
Tableau 6. Feuille de calcul des alimentations
Tableau 7. Pertes de charge ponctuelles.
Tableau 8. Abaque de Daries pour le dimensionnement des tuyauteries d'eau froide
Tableau 9. Pressions résiduelles minimales.
Tableau 11. Feuille de calcul de la hauteur géométrique.
Tableau 10. Perte de charge des accessoires en longueur équivalente de tuyauterie.
Tableau 12. Précalculs de débit/vitesse pour le tube PVC
Tableau 13. Détermination des débits les compteurs de classe C.
Tableau 14. Détermination des débits pour les compteurs à hélice

Chapitre III :

Tableau 1. Température de l'eau froide suivant les Régions.
Tableau 2. Risque de brûlure cutanée en fonction de la température et du temps d'exposition.
Tableau 3.Avantages et inconvénients de différents type de production d'eau chaude.
Tableau 4. Comparatif installations collectives et individuelles
Tableau 5. Dimensionnement des ballons électrique dans les bâtiments neufs.
Tableau 6. Dimensionnement des ballons électriques suivant l'occupation réelle**.**
Tableau 7. Type et encombrements des chauffes eau électrique.

Tableau 8. Débit d'ECS pour les productions individuelles instantanées

Tableau 9. Temps d'attente en seconde pour un débit de 0.10 l/s.

Tableau 10. Catégories de la Norme NF Electricité Performance

CHAPITRE IV :

Tableau 1. Définitions des termes utilisés dans les différentes

Tableau 2. Débits de base et diamètre de raccordement des appareils sanitaires.
Tableau 3. Diamètres pour le raccordement des appareils sanitaires
Tableau 4. Diamètres des évacuations groupées des appareils sanitaires.
Tableau 5. Diamètre des chutes d'eaux usées
Tableau 6.Détermination des collecteur EU et EP
Tableau 7.table précalculée pour les collecteurs en PVC.
Tableau 8.table précalculée pour les collecteurs en fente.
Tableau 9. Feuille type pour le calcul des EU, EV et EP.
Tableau 10. Section des gouttières et chéneaux semi-circulaires (cm^2)

Tableau 11. Diamètres des EP jusqu'à 287 m^2 de surface en plan (couverture sans étanchéité) (doc DTU 60.11).
Tableau 12. Diamètres des EP pour des surfaces en plan comprises entre 287 et 1000 m2 pour couvertures sans étanchéité (doc DTU 60.11).
Tableau 13. Diamètres des EP pour des surfaces inférieures à 287 m non accessibles avec revêtement d'étanchéité (DTU 60.11 et DTU 43.1).

Tableau 14. Diamètres des EP pour des toitures-terrasses accessible et non accessible à 287 m^2 (DTU 60.11 et DTU 43.1).

Tableau 15.Détermination des diamètres des chutes EP

Liste des Figures

Chapitre I :

Figure 01. Variation saisonnière
Figure 02. Variation journalière
Figure 03. Branchement direct
Figure 04. Branchement indirect
Figure 05. Réseaux ramifies
Figure 06. Réseaux mailles
Figure 07. Deux types de régimes de pression
Figure 08. Détermination des diamètres intérieurs

Chapitre II :

Figure 1. Diamètre intérieur minimaux en fonction de la somme de coefficients (DTU 60.11)
Figure 2. Exemple de repérage sur schéma.
Figure 3. Calcul des coefficients sur schéma pour installation individuelle.
Figure 4. Schéma d'un réseau pour installation collective
Figure 5. Exemple de calcul de débits en collectivité.
Figure 6. Repérage des caractéristiques d'un réseau.
Figure 7. Exemple de calcule longueur équivalente.
Figure 08. Calcul des diamètres sur schéma pour les installations individuelles
Figure 09. Exemple de calcul des diamètres en collectivité.
Figure10. Exemple de calcul de la pression résiduelle au point le plus défavorisé
Figure11. courbe de circuit
Figure 12. Détermination des compteurs 15 à 32 mm.
Figure 13. Détermination des compteurs40 à 100 mm
Figure 14. Pompe en aspiration.
Figure 15. Pompe en charge.
Figure 17. La surpression directe.
Figure 18. Surpression hydropneumatique
Figure 19. Caractéristiques à connaître pour déterminer un surpresseur.2

Chapitre III :

Figure 1. Durées des soutirages suivants les jours en logement.
Figure 2. Exemple de durée de pointe relevée le vendredi dans un bâtiment d'habitation à paris.

Figure 3. Structure des consommations de pointe en logements

Figure 4. Calcul du débit instantané eau froide -eau chaude ou eau mélangée

Figure 5. Schéma de principe d'un préparateur instantané (doc Alfa Laval Cetetherm).

Figure 6. Schéma de principe d'un préparateur semi instantané (doc Alfa Laval Cetetherm).

Figure 7. Schéma de principe d'une production d'eau chaude à semi accumulation .

Figure 8. Montage en série de 2 accumulation électrique (doc CHAROT).

Figure 9. Performances des chaudières mixtes.

Figure 10. Exemple de calcul sous Excel pour le calcul d'une production instantanée

Figure 11. Anciens chauffe-eau a gaz instantané Leblanc :a) a régulation automatique de 125 mth avec thermocouple et coupe-tirage antirefouleur intègres ; (b) de puissance variable de 150 a 400 mth/min.

Figure 12. Veilleuse de chauffe-eau

Figure 13. Thermocouple

Figure 14. Ancien dispositif bilame

Figure 15. Allumage piézo-électrique

Figure 16. Sonde d'ionisation

Figure 17. Schéma de principe d'une production d'eau chaude à bain-marie. Chaudière gaz mixte à production d'ECS instantanée

Figure 18. Schéma de principe d'une production d'ECS par échangeur à plaque. Chaudière gaz mixte à production d'ECS instantanée

Figure 19. Schéma de principe d'une production d'ECS par échangeur à plaque. Chaudière gaz mixte à micro-accumulation et ballon tampon

Figure 20. Schéma de principe d'une production d'ECS par échangeur à plaque. Chaudière gaz mixte à micro-accumulation et ballon serpentin

Figure 21. Schéma de principe d'une production d'ECS par semi-accumulation. Chaudière gaz mixte à micro-accumulation et ballon serpentin

Figure 22. Schéma de principe d'une production d'ECS par accumulation. Chauffe-eau gaz à accumulation

Figure 23. Chaudière au fioul à bain marie

Figure 24. Chaudière échangeur à serpentin, Pacific

Figure 25. Chauffe-eau horizontal (document Atlantic)

Figure 26. Chauffe-eau vertical sur trépied (document Atlantic)

Figure 27. Chauffe-eau sous évier (document Atlantic)

Figure 28. Chauffe-eau solaires à thermosiphon

Figure 29. Chauffe-eau solaire à circulateur

Figure 30. Chauffe-eau solaire Atlantic

CHAPITRE IV :

Figure 1. Remplissage des canalisations EU/EV

Figure 2. Principe de ventilation primaire.

Figure 3. Hauteur de la garde d'eau d'un siphon (NF EN 12056-1).
Figure 4. Système Chutunic, Nicoll
Figure 5. Exemple type EU et EV et EP.
Figure 6. Calcul des chutes EU, EV et EP. Bâtiment .N°=1
Figure 7. Calcul des chutes EU, EV et EP. Bâtiment .N°=2
Figure 8. Calcul des chutes EU, EV et EP. Bâtiment .N°=3
Figure 9. Intensité des précipitations.

Liste des symboles

symbole	Désignation
Ni	Nombre d'appareils sanitaires
n	nombre des usagers ou des consommateurs.
Cj	Les consommations journalières
Kj	Coefficient de non conformité journalière
P	Pression d'entrée. (bar)
JR	Pertes de charge ponctuelles.
hg	Hauteur géométrique d'élévation de l'eau.
Pr	Pression résiduelle désirée au poste de soutirage le plus défavorisé. (bar)
D	Diamètre intérieur(m)
j	perte de charge linéique (mCE/m),
v	vitesse (m/s).
α	Coefficient fonction de la température de l'eau.
J	Pertes de charge totales d'un réseau (linéiques + singulières + ponctuelles)
JL	Les pertes de charge linéiques produites par le frottement du fluide sur la paroi de la canalisation,
JS	Les pertes de charge singulières dues aux accessoires (coudes, tés, robinetteries)
JR	Les pertes de charge ponctuelles uipements (ballon ECS, chaudières, etc.).
HMT	La hauteur manométrique totale (mCE)
HMA	Hauteur manométrique d'aspiration, (mCE)
ha	Hauteur géométrique d'aspiration (prendre le niveau d'eau le plus bas),
hc	Hauteur géométrique de charge (prendre le niveau d'eau le plus bas).
hg	Hauteur géométrique de refoulement,
Pe	Pression d'enclenchement (mise en route) de la pompe. (mCE)
Pd	pression d'arrêt de la pompe, (mCE)
he	hauteur manométrique d'enclenchement des pompes. Elle est égale à Pe,(mCE)
hd	Hauteur manométrique de déclenchement des pompes. Elle est égale à Pd,
Qe	débit de la pompe à la pression Pe, (l/s)
Qd	Débit de la pompe à la pression Pd, (l/s)
Q	débit probable (l/s)
HMR	Hauteur manométrique de refoulement, (mCE)
Q_{tp}	Débit instantané de l'ECS à la température tp en litres
Ca_{tp}	Capacité de stockage, en litres, à la température tp

Q_p	Débit de base par appareil selon le DTU 60.11 (l/s)
Q	Quantité de chaleur en kilocalories
V	Volume d'eau en litres
ρ	Masse volumique de l'eau en kg/litre
t	Température finale de l'eau en ° C
c	Chaleur massique de l'eau exprimée en kilocalories par kg et par °C (kcal/kg.°C) ou kilocalories par kg et par K (Kelvin).
tp	température de l'ECS en sortie de production
tf	température de l'EF à l'entrée de la production
tm	Température d'utilisation de l'eau chaude sur l'appareil
T	temps de réchauffage en heures
Coef Stock	Coefficient de rendement (Volume utile/Volume stocké)
Coef	rendement de la production ECS
coef	Coefficient majorateur
p	puissance de la Production eau chaude sanitaire en KW
Q	Débit (m^3/s)
RH	Rayon hydraulique (m)
SM	Surface mouillée (m^2)
i	Pente (m/m)
γ	Coefficient de frottement ($m^{1/2}$)

INTRODUCTION

Les conditions de vie ayant évolué les modes de constructions et les impératifs du logement ont conduit aux conceptions des grands ensembles des équipements de l'habitat L'appareillage, les matériels, qui sont perfectionnés. L'homme, pour satisfaire ses besoins hygiéniques ou culinaires dans le logement a besoin d'eau qui est un facteur de confort dans un logement. Les installations sanitaires, donc, en premier lieu, les réseaux de distribution d'eau, doivent être bien calculées et dans le respect des normes et des règlements en vigueur.

Le choix des matériaux requiert une attention toute particulière car le bon fonctionnement du réseau en dépend en grande partie. Certains paramètres sont impératifs au choix des matériaux, entre autre les propriétés mécaniques, une résistance à l'action de l'eau, le prix de revient et la facilité de mise en œuvre en fonction du tracé, et aussi fonction de la température de l'eau à transporter.

Les statistiques montrent que la consommation en eau (eau froide + eau chaude) par habitant est en augmentation constante depuis des années, même s'il existe quelque variation due à l'âge, à la profession et au lieu d'habitation des occupants, il faut noter une nette amélioration du confort, et donc une augmentation du nombre d'appareils sanitaires et électroménagers [1]. Lorsque l'on considère le nombre d'appareils installés à l'intérieur d'un logement, il faut impérativement tenir compte, dans les calculs, du fait que les dits appareils peuvent fonctionner simultanément. Pour calculer les besoins journaliers (m^3/j), il faut cumuler les consommations des différents appareils d'un logement en tenant compte des fréquences d'utilisation.

Pour les bâtiments d'habitation, les consommations journalières, exprimés en m^3, sont déterminées en calculant le besoin par type d'équipement en fonction du nombre d'occupants. Cependant l'eau chaude, en raison de son pris de revient plus élevé, est encore consommée de façon modérée. Il faut prévoir une production suffisante pour la période de pointe et tenir compte de l'implantation et du niveau de vie des occupants avant d'entreprendre les calculs. Les besoins journaliers sont identiques quels que soient les moyens de production (gaz, fuel, électricité, etc.) [1].

Les besoins en eau chaude doivent calculés précisément de manière à évite les surpuissances des appareils de production d'eau chaude. Les besoins journaliers moyens en litre à 60 °C sont évalués suivant le nombre de personnes vivant dans un habitat quant à des bâtiments standard de logement, selon le type de logement.

En ce qui concerne évacuation Les eaux usées, sont d’une manière générale les eaux qui, ayant servi, sont évacuées à l’extérieur de l’habitation. Ces eaux sont collectes dans les différentes pièces d’eau (cuisine, salle d’eau, WC, salle de bains...), évacuées dans les étages par les conduites verticales appelées chutes ou descentes, puis collectées dans les caves ou sous-sol dans des tuyauteries d’un diamètre plus important appelées collecteurs [2].

L’objectif de ce travail est d'effectuer le dimensionnement d’une installation d’alimentation en eau froide et en eau chaude sanitaire ainsi que le réseau d’évacuation et ce pour assurer un bon fonctionnement des équipements sanitaires et le confort des utilisateurs.

Ce mémoire est structuré autour de quatre (04) chapitres. Dans le premier chapitre, des généralités sur les réseaux d'alimentation et d'évacuation d'eau sont présentés. Le deuxième chapitre concerne le calcul des installations de distribution d'eau froide. Le deuxième chapitre est consacré au calcul des réseaux d'eau chaude sanitaire. Dans le dernier chapitre, on s'intéresse au calcul des réseaux d'évacuation des eaux usée. Enfin, ce travail est clôturé par une conclusion générale.

I. Réseaux d'alimentation d'eau froide

I. 1. Besoins des bâtiments en eau froide

Des normes concernant les équipements sanitaires ont été établies et dont il existe une certaine proportionnalité entre le nombre des usagers et celui des appareils sanitaires :

$$Ni = f(n) \qquad (1)$$

Où:

Ni- nombre d'appareils sanitaires ;

n - nombre des usagers ou des consommateurs.

Cette proportion ou relation est fonction du sexe et du type de bâtiment à alimenter. Comme il existe, pour les bâtiments normalement conçus, une proportionnalité entre le nombre des appareils sanitaires consommant l'eau et le nombre des occupants, les besoins de ces bâtiments doivent être directement calculés en fonction du nombre des usagers.

Or, les statistiques montrent que la consommation en eau (eau froide + eau chaude) par habitant est en augmentation constante depuis des années. Même s'il existe quelque variations dues à l'âge, à la profession et au lieu d'habitation des occupants, il faut noter une nette amélioration du confort, et donc une augmentation du nombre d'appareils sanitaires et électroménagers.

Il est nécessaire de connaitre la consommation journalière ou horaire avec période de pointe pour déterminer :

- La capacité d'une bâche de stockage d'eau potable,
- Le débit horaire d'appareils tels que :
    - compteur d'eau,
    - filtre,
    - traitement des eaux,
    - surpresseur d'eau.

Pour calculer les besoins journaliers (m^3/j), il faut cumuler les consommations journalières des différents appareils d'un logement en tenant compte des fréquences d'utilisation.

La consommation d'eau par habitant et par jour a tendance à augmenter pour les raisons suivantes :

- augmentation du nombre des appareils ménagers,
- eau froide non comptée dans les immeubles,

- entretien des installations sanitaires défaillant (fuites notamment sur les réservoirs des WC).

Le coût du comptage individuel (compteur + relevé) n'est pas encore rentable actuellement par rapport au prix du m^3 d'eau. Toutefois, compte tenu des hausses déjà constatées et de celles prévisibles a court terme, il deviendra nécessaire, voire obligatoire, de prévoir des compteurs dans les immeubles de manière à éviter les gaspillages et permettre une répartition équitable des dépenses.

Le nombre de jours doit correspondre à la durée d'occupation réelle du logement (ex : la moyenne d'occupation se situe à 320 jours par an). Pour une estimation rapide, on peut prendre pour un immeuble d'habitation (hors arrosage) : 150 litres par habitant et par jour.
Pour un pavillon, il faut ajouter l'arrosage. On prendra une moyenne de : 200 à 250 litres par habitant et par jour. Là aussi, le nombre de Le nombre de jours doit correspondre à la durée d'occupation réelle du pavillon et à la saison pour l'arrosage.

Pour les bâtiments d'habitation, les consommations journalières (C_j), exprimés en m^3, sont calculées en cumulant les besoins par type d'équipement en fonction du nombre d'occupants. L'estimation du débit moyen en m^3/h se fait en divisant la consommation journalière (C_j) par le temps d'utilisation

La consommation actuelle pour la région parisienne par exemple, est de 230 litres par jour et par habitant (tous besoins confondus). D'après les prévisions de l'agence de l'eau, elle devrait atteindre 250 litres en 2015. De même, alimentation en eau de la ville de Riyad en Arabie saoudite a été calculée sur la base de 500 litre/habitant.
On est encore loin de ces valeur qui ne seront d'ailleurs, selon toute vraisemblance sont confrontés a des problèmes spécifiques et différents d'une région à une autre. [3]

Remarque:

Les besoins exprimés par usagers et par foyers varient selon les limites suivantes :

- Pour les installations d'eau alimentant les campagnes, les besoins sont de 80 a 120 l/ habitant par jour ;
- Pour les installations d'eau alimentant les villes n'ayant pas de consommation d'eau chaude sanitaire, les besoins sont de 120 à 160 1/ habitant par jour ;
- Pour les installations d'eau alimentant les grandes villes ayant une consommation d'eau chaude sanitaire organisée, les besoins sont de 200 1/ habitant par jour.

I. 2. Variation des besoins en eau froide :

Il existe deux types de variations dans les besoins : variation saisonnière et variation journalière. [3]

I. 2.1. Variation saisonnière :

Le débit représenté dans la figure (I.1) est destiné pour une certaine agglomération, qui est une moyenne pouvant avoir des niveaux de pointe plus élevés dans certaines périodes.

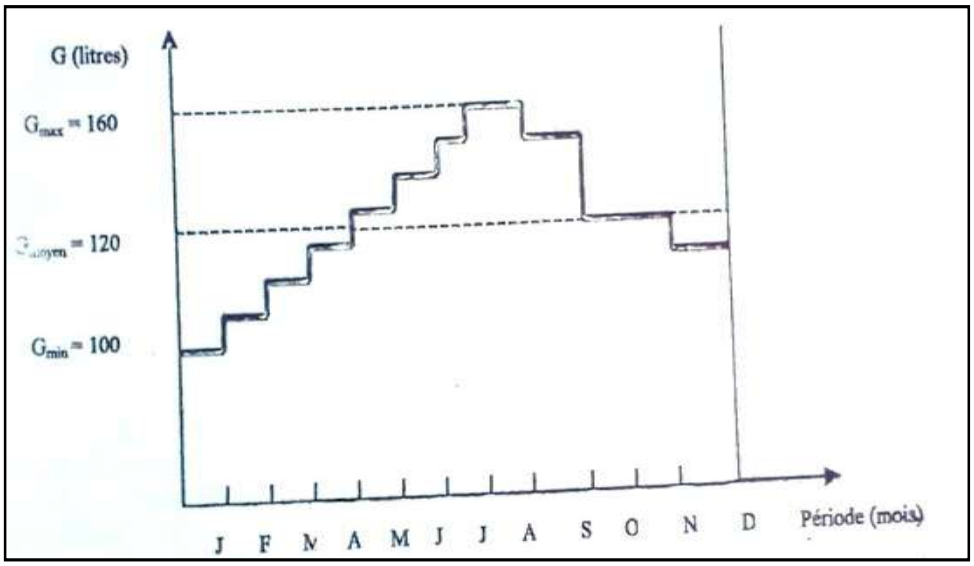


Figure (I.1): Variation saisonnière des besoins en eau froide [3]

I. 2. 2. Variation journalière :

La variation journalière est caractérisée par le coefficient « Kj » qui est appelé coefficient de non conformité journalière. Il représente le rapport entre le débit de consommation correspondant le jour de pointe et le débit moyen. Ce coefficient résulte des statistiques par la prise en considération des facteurs discutés auparavant. [3]

$$Kj = \frac{Gmax}{Gmoyen} = 1.40 \rightarrow 1.60 \qquad (2)$$

Il faut noter que les heures de pointe varient selon le régime de consommation et les statistiques en question sont valables pour les bâtiments à usage d'habitation ou industriels et dépendent du régime de fonction de l'installation.

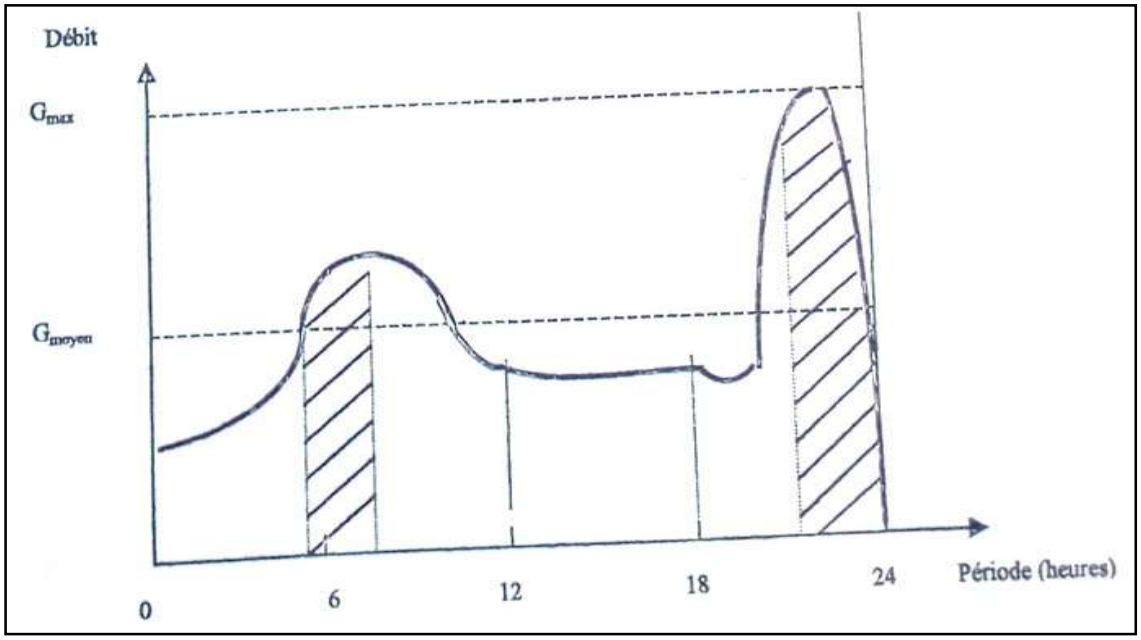


Figure (I.2): Variation journalière des besoins en eau froide [3]

$$Kj = \frac{Gmax}{Gmoyen} = 1.40 \rightarrow 1.60 \qquad (2)$$

La variation journalière est caractérisée par le coefficient « Kj » qui est appelé coefficient de non conformité journalière. Il représente le rapport entre le débit de consommation correspondant le jour de pointe et le débit moyen. Ce coefficient résulte des statistiques par la prise en considération des facteurs discutés auparavant.

If faut noter que les heures de pointe varient selon le régime de consommation et les statistiques en question sont valables pour les bâtiments à usage d'habitation ou industriels et dépendent du régime de fonction de l'installation. [3]

$$G_{max} * h = K * h * G_{moy} * h \qquad G_{moy} * h = Kj \frac{Gmax}{24} h$$

$$G_{moy} * h = Kj \frac{Gmoy}{24} h \qquad (3)$$

$$G_{max} * h = G_{calcule}\ (Gc) = \frac{K * h * kj}{24}\ Gmoy * h \qquad (4)$$

- Dans cette relation « G_{moy}» journalier est connu pour certains types de bâtiments et le climat respectif.
- « Kj » dépend aussi du climat et surtout des mois correspondant le programme des employés, etc.

Remarque: Pour les branchements et le réseau intérieur, le débit de calcul (GC) du réseau peut être défini d'après des estimations en tenant compte des appareils sanitaires installés.

I. 3. Qualité de l'eau

L'eau consommée doit respecter certaines règles de qualité concernant les paramètres physico-chimiques suivants :

- Limpidité, où l'eau doit être claire ;
- Turbidité, où l'eau doit être incolore;
- pH de l'eau, où l'eau doit avoir un pH=7 (neutre);
- Impureté, où l'eau doit répondre à certaine règles (normes) concernant l'impureté contenue dans l'eau;
- Pollution, où l'eau doit aussi répondre à certaines normes concernant la pollution chimique. [3]

I. 4. Principaux critères dans la classification du réseau de Branchement

Les canalisations intérieures peuvent être classées selon le type de branchement, où il existe deux Catégories de branchement : [3]

- Branchement direct;
- Branchement indirect.

I. 4. 1. Branchement direct

Ce type de branchement est défini (ou déterminé) en fonction de la pression du réseau intérieur.

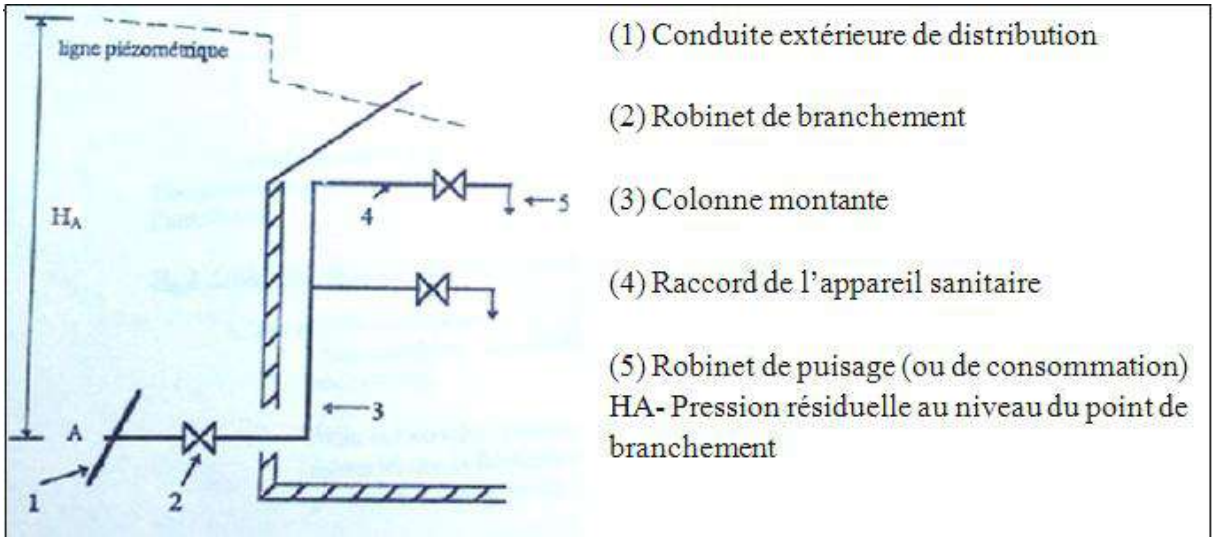


Figure (I.3): Branchement direct [3]

I. 4. 2. Branchement indirect

Ce type de branchement est illustré par le cas des installations demandant une pression plus élevée que la pression existante (ou disponible) au niveau du réseau extérieur. Pour ce cas là une station de pompage est à prévoir (figure I.4). L'emplacement d'une pompe, qui aspire l'eau à partir d'un réservoir tampon, permettra d'augmenter la pression de l'eau jusqu'à la pression (hauteur d'eau) demandée par l'installation.

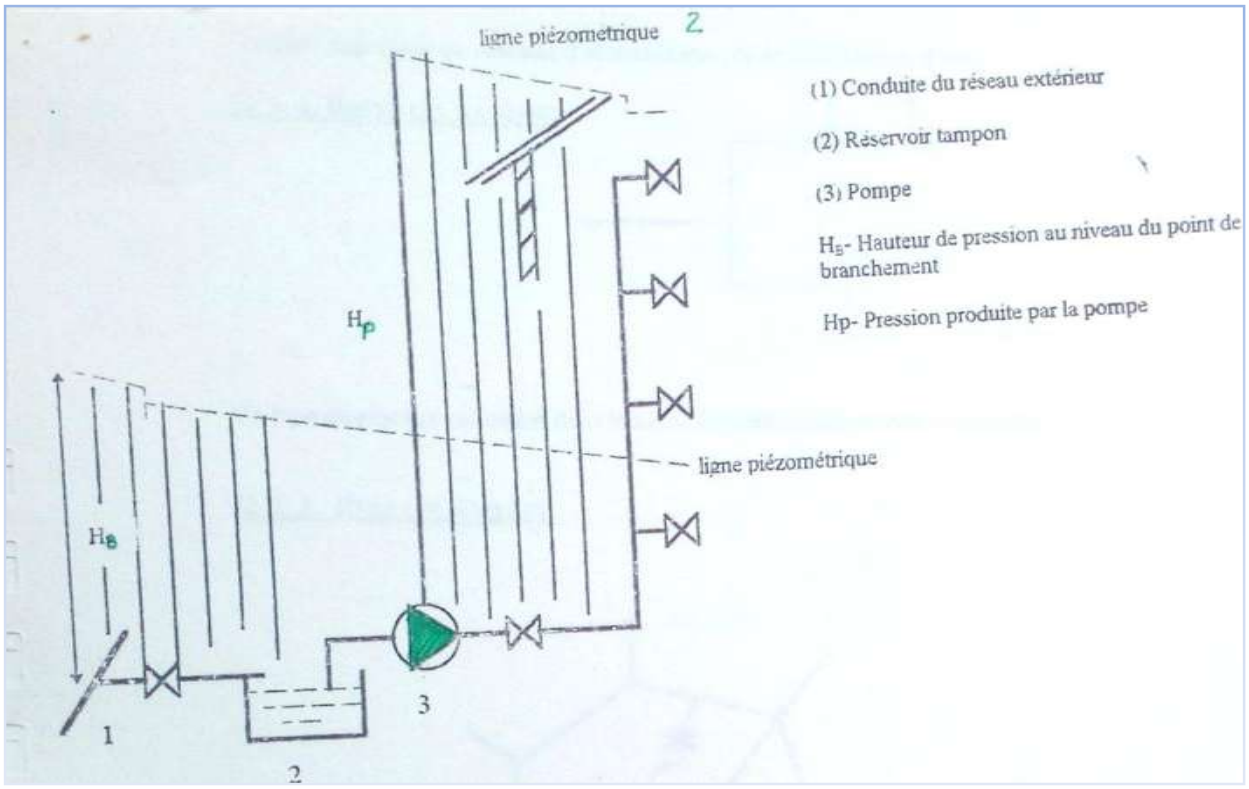


Figure (I.4): Branchement indirect [3]

I. 5. Objectif de l'utilisation de l'eau

L'eau est utilisée comme :

a) Eau ménagère : elle est utilisée par le ménage (consommateur ménager) et doit être potable.

b) Eau industrielle : elle peut être utilisée soit dans le processus industriel lui même tel que la fabrication de la peinture ou l'industrie alimentaire, soit par des processus accessoires tels que le refroidissement.

c) Eau pour protection contre l'incendie : elle est utilisée soit directement pour éteindre un incendie, soit dans la préparation de la mousse servant pour isoler un foyer d'incendie.

Remarque : Selon le nombre des usagers de l'eau et le débit nécessaire, il existe des réseaux uniques, alimentant, en même temps, et les consommateurs ménagers et l'extinction des incendies. Ceci est valable pour les bâtiments d'habitation, ou des réseaux séparés conçus selon l'importance de l'usager et le type de consommation.

I. 6. Disposition des réseaux de distribution d'eau

Il existe trois types de réseaux d'alimentation ou de distribution d'eau :

I. 6.1. Réseaux ramifies

Ce type de réseaux est utilisé dans le cas d'installions de moindre importance.

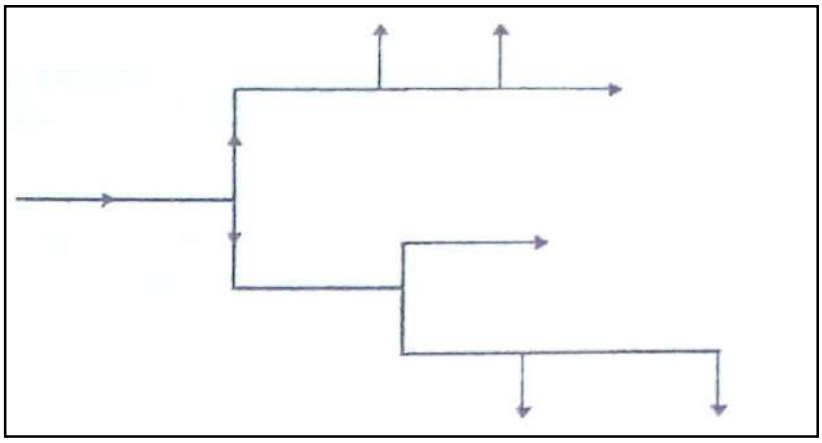


Figure (I.5): Réseaux ramifiés [3]

I. 6. 2. Réseaux maillés

Ce sont des réseaux ayant plusieurs points d'alimentation, offrant une meilleure sécurité dans l'exploitation. Ils sont aussi utilisés pour les réseaux d'incendie et les réseaux industriels.

I. 6. 3. Réseaux mixtes

Ce sont des réseaux composés, en même temps, des réseaux maillés et des réseaux ramifiés d'une certaine importance.

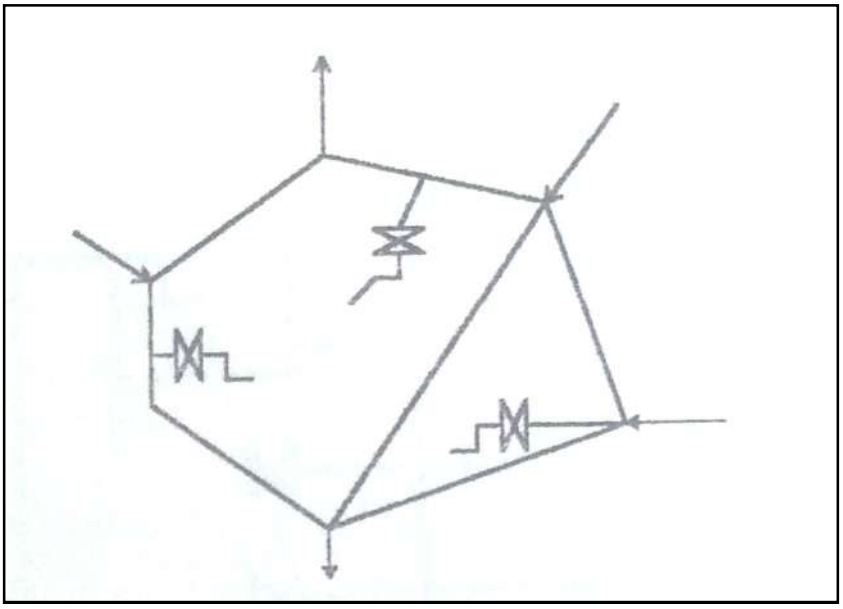


Figure (I.6): Réseaux maillés [3]

I. 7. Régimes de pression

Il existe deux types de régimes de pression :

- Un régime de pression;
- Plusieurs régimes de pression.

Dans le premier type de régime, les installations ayant un régime (ou zone) de pression sont celles dont on a évoqué auparavant; elles dépendant soit de la pression du réseau extérieur soit d'une seule pompe.

Dans le deuxième type de régime, ce sont les installations destinées à l'alimentation des bâtiments ayant de grandes hauteurs, car l'utilisation d'une seule zone imposerait des pressions plus élevées au niveau de la base de la colonne d'alimentation (figure I.7) :

Le schéma montre l'installation d'alimentation en eau partagée en plusieurs zones. Ceci permettra, dans chaque zone, d'éviter le dépassement de la pression maximale admise par la canalisation et la robinetterie.

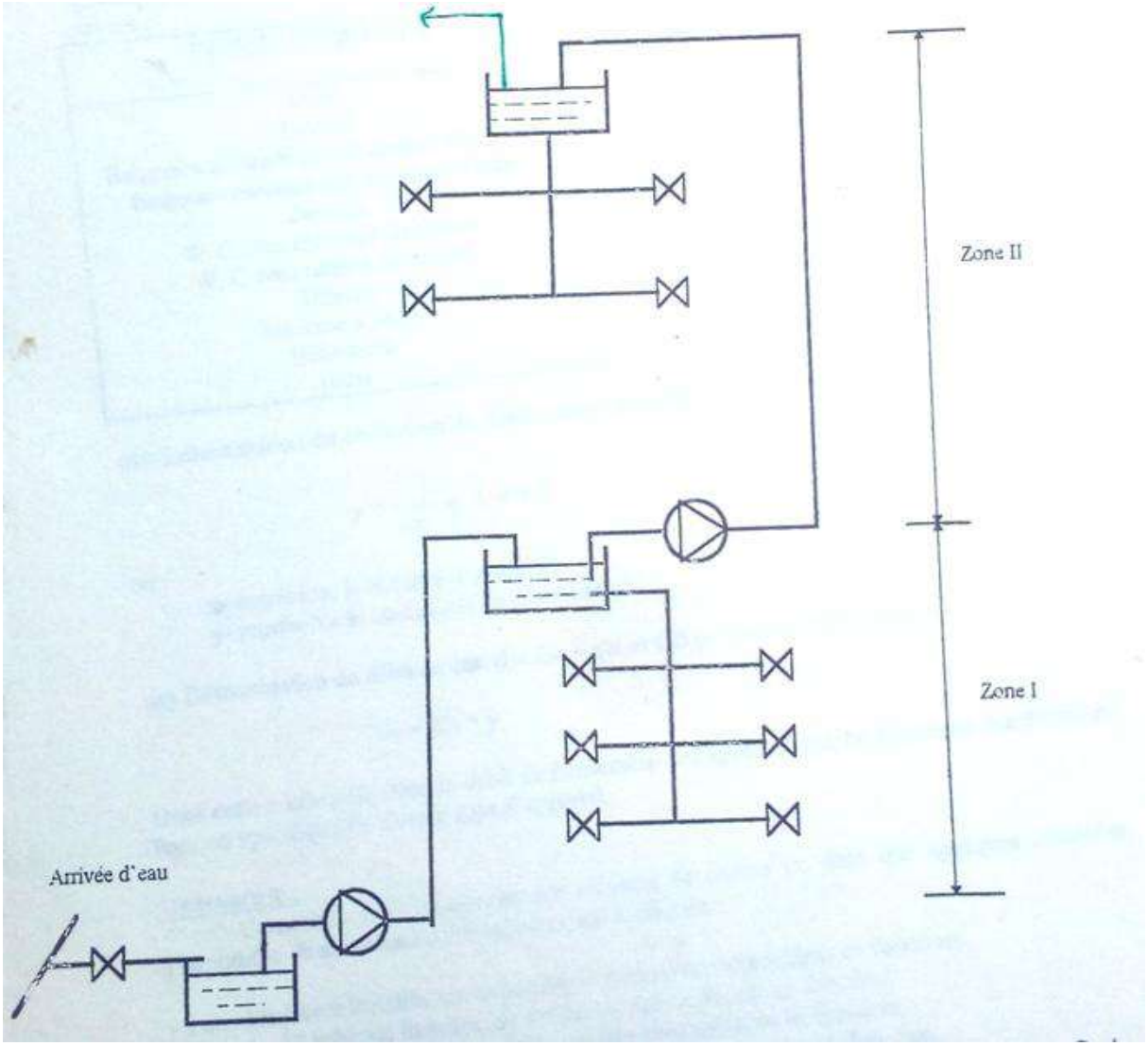


Figure (I.7): Les deux types de régimes de pression [3]

I. 8. Règles de l'art sur distribution intérieur

La réalisation d'une installation de plomberie doit être conforme aux règles de l'art et respecter les textes publies (normes, DTU, textes législatifs, cahiers de prescriptions techniques, guides, règles de calculs, règlement sanitaire...). Ces règles s'appliquent aux travaux neufs de plomberie et d'installation sanitaires pour les bâtiments à usage d'habitation ou de bureau. Elles concernent la distribution d'eau, l'évacuation des eaux usées et les installations sanitaires situées a l'intérieur des bâtiments (et jusqu'a 0,5 m du mur extérieur).

Les travaux de plomberie et d'installations sanitaires doivent être exécutes conformément aux normes NF P 40-201, formant le code des conditions minima d'exécution des travaux de plomberie et installations sanitaires urbaines, cette norme est progressivement révisée et intégrée.

I. 9. Besoins des bâtiments en eau chaude

Les besoins modernes conduisent à utiliser l'eau chaude en quantités toujours croissantes, non seulement pour le lavage corporel, mais aussi pour les travaux domestiques : nettoyage, lessive, vaisselle, etc.

Ce développement de la consommation est dû à l'agrément que procure l'eau chaude pour la toilette, mais aussi à la propriété bien connue de l'eau qui acquiert un pouvoir dissolvant plus grand quand on élève sa température. En facilitant et diminuant le travail de la ménagère, elle devient un élément important du confort.

L'eau chaude est appréciée quand on peut l'obtenir au moment voulu en quantité suffisante, à une température donnée et à un prix de revient aussi bas que possible. Ces conditions à satisfaire seront examinées en tenant compte de la diversité des besoins et des différences d'utilisation dans les bâtiments. Pour plus de clarté dans l'exposé, on classera ces derniers en deux grandes catégories :

a) Logements et locaux à distribution répartie: dans lesquels les appareils de distribution ne sont utilisés simultanément que de façon exceptionnelle.

b) Bâtiments à caractère industriel et à distribution massive: dans lesquels les appareils de distribution sont utilisés simultanément de façon habituelle.

Les besoins journaliers sont identiques quels que soient les moyens de production (gaz, fuel, électricité, etc.).

I.9.1. Évaluation des besoins en eau chaude

L'évaluation des besoins constitue le travail préliminaire à l'étude d'une installation et au choix d'un appareil producteur d'eau chaude.

Besoins
- Quantités
- Température optimale
- Fréquence d'utilisation

Cette évaluation des besoins n'a pas encore fait l'objet de règles précises, mais d'une série d'enquêtes et de comptages, qui constituent des maximums.

Tableau (I.1): Besoins en eau chaudes pour logements et locaux à distribution répartie

Usages	Quantités	Températures optimales
Soins corporels { Toilette ...	20 à 25 l par personne et par jour répartis entre le matin au réveil et le soir au coucher	40°C
douches et bains non compris	5 l par personne avant chaque grand repas	
Douche	30 l	32° C
Bain	150 l	37° C
Cuisine……	Température variable suivant usage. La quantité d'eau utilisée par personne et par jour équivaut à 3 al 5l	65° C
Vaisselle……..	4 l par personne et par jour	65° C
Gros nettoyages (sauf Lessive)……	2 l par personne et par jour	45° C
Lessive	6 l par personne et par jour (puisage important s'opérant à jour fixe, généralement une fois par semaine)	45° C

La chaleur nécessaire à la production de l'eau chaude provient de générateurs à combustibles solides, liquides, gazeux, à résistances électriques ou changeurs alimentés par des sources extérieures (centrales, chauffage urbain).

La préparation se fait soit à partir de générateurs spécialisés pour chaque besoin (multiplicité des appareils), soit d'un générateur ou d'un échangeur assurant le stockage d'un volume important d'eau chaude (production et distribution centrales).

I.9. 2.Usages journaliers par personne

Les besoins en eau chaude doivent être calculés précisément de manière à éviter les surpuissances des appareils de production d’eau chaude. [1]

Le tableau (I.5) donne des valeurs moyennes généralement préconisées en usage domestique. Les machines à laver le linge et la vaisselle doivent être alimentées en eau froide. Elles ne figurent donc pas dans ce tableau.

Les moyens en litres à 60 °C sont évalués suivant le nombre de personnes vivant en foyer. Ces valeurs sont données dans le **tableau (I.6).** On peut noter qu'il faut fournir de l'eau à 60°C dans la cuisine alors qu'une température de 45°C est suffisante en salle de bains.

Pour des bâtiments standards de logements, on peut prendre les valeurs de **tableau (I.7)** pour établir une consommation moyenne d'eau chaude à 60 °C par jour, selon le type de logement. [1]

Tableau (I.8) Evaluation des besoins domestiques journaliers en eau chaude à 60 °C

Usages journaliers par personne	**Litre d'eau à 60 °C**
Toilette du matin	6
Vaisselle du petit déjeuner	1
Entretien et petits lavages (matin)	2
Cuisine (midi)	1
Lavage des mains (midi)	1
Vaisselle du déjeuner	3
Entretien et petits lavage	2
Cuisine (soir)	1
Lavage des mains (soir)	0.6
Vaisselle du diner	3
Toilette du soir	6
Grand bain	75
Petit bain (enfant, baignoire Sabot)	36
Douche avec mitigeur	30

Remarque :

- Les besoins instantanés et les besoins journaliers restent identiques quels que soient les moyens de production.
- Dans ce travail, on a retenu des consommations d'ECS ramenées à une température de 60 °C. [1]

Tableau (I.9): Evaluation des besoins domestiques journaliers en eau chaude à 60 °C en fonction les poste à alimenter[1]

Évaluation des besoins domestiques journaliers en eau chaude à 60 °C			
Postes à alimenter	**Nombre de personnes au foyer**	**Besoins journaliers en litres par jour à 60 °C**	
		Moyenne	Pointe
Évier (usage cuisine)	1-2 3-4 5-6	27,5 36 44	40 50 60
Évier + lavabo	1-2 3-4 5-6	58 88 115,5	80 120 150
Lavabo + douche	1-2 3-4 5-6	41,5 71,5 88	55 100 130
Lavabo + petite baignoire	1-2 3-4 5-6	44 71,5 101,5	75 120 175
Évier + lavabo + douche	1-2 3-4 5-6	66 107 132	95 170 190
Évier + lavabo + petite baignoire	1-2 3-4 5-6	52,5 107 145,5	115 170 235
Évier + lavabo + baignoire	1-2 3-4 5-6	79,3 132 173	150 240 340
Évier + lavabo + baignoire + douche	1-2 3-4 5-6	86 147 188	170 260 360
Évier + 2 lavabos + baignoire + douche	1-2 3-4 5-6	116 207 248	230 320 420

Tableau (I.10): Consommation d'eau chaude à 60 °C Type du logement [1]

Consommation d'eau chaude à 60 °C	
Type du logement	Moyenne par jour et par appartement (eau à 60°C)
Studios (1 pièce)	50 litres
2 pièces	75 litres
3 pièces	100 litres
4 pièces	150 litres
5 pièces	200 litres

I.9.3. Modes de production

Compte tenu des deux catégories de bâtiments définies ci-avant et des besoins, les modes de production généralement choisis peuvent se classer comme indiqué aux chapitres ci-après:

a) Logements et locaux à distribution répartie

Petite quantité et de fréquence variable ou puisages importants groupés dans le temps :

- Appareils à production instantanée (moyenne quantité en puisages très espacés, répartis au cours de la journée, mais cependant nombreux)
- Appareils à accumulation (puisages importants très rapides)
- Énergie solaire.

b) Bâtiments industriels

Puisages massifs: chaudières spéciales ou sources extérieures (centrales, chauffage urbain).

I.9.4. Caractéristiques de production

Les Caractéristiques de l'eau dans les installations de production d'eau chaude sanitaire exigent des quantités supérieures en eau telles que :

- le dégazage de l'eau ;
- réduction du taux de sel ;
- la réduction de l'oxygène.

Concernant les eaux non traitées, l'installation pourrait être endommagée soit par l'incrustation (ou lissage) de la tuyauterie soit par la corrosion des parties métalliques. [3]

I.10. Notion générale sur d'évacuations d'eaux usées

Les eaux usées sont d'une manière générale les eaux qui, ayant servi, sont évacuées a l'extérieur de l'habitation. Ces eaux sont collectées dans les différentes pièces d'eau (cuisine, salle d'eau, WC, salle de bains...), évacuées dans les étages par les conduites verticales appelées chutes ou descentes, puis collectées dans les caves ou sous-sol dans des tuyauteries d'un diamètre plus important appelées collecteurs. La réalisation des réseaux d'évacuation devra entre autres être conforme aux DTU 60.1, 60.11, 65.10 et au règlement sanitaire départemental type. Pour déterminer une station d'épuration ou de relevage, il est nécessaire de savoir combien de m^3 d'eau par jour arrivent à la station. L'eau puisée dans chaque sanitaire est rejetée dans les réseaux d'évacuation. Le débit rejeté est calculé en utilisant les tableaux 1 et 2. On peut enlever 20% sur la valeur totale trouvée à cause des pertes. [2]

II. 1. Notions sur Dimensionnement des tuyauteries (application du DTU 60.11)

Avant d'aborder cette partie, il faut maîtriser les notions de débit, pression, pertes de charge traitées dans le mémento technique. Il existe deux façons d'aborder le dimensionnement des installations. [2]

a) Distribution individuelle : pour la distribution intérieure courante sous une pression minimale de 22 bars :

- Raccordement des appareils : respect des diamètres minimums.
- Parties de tuyauterie commune : calcul des coefficients de simultanéité et détermination des diamètres.

b) Distribution collective : pour les tuyauteries desservants plusieurs logements :

- Détermination des débits de base.
- Calcul des coefficients de simultanéité.
- Calcul des débits probables.
- Détermination des diamètres des tuyauteries.
- Vérification de la pression au point le plus défavorisé.

Le Règlement sanitaire départemental type précise (article 1.4 du titre 1er, Les eaux destinées à la consommation humaine) "Le branchement et le réseau de canalisations intérieures ont une section suffisante pour que la hauteur piézométrique de l'eau au point le plus élevé ou le plus éloigné de l'immeuble soit encore d'au moins 3 m (correspondant a une pression d'environ 2,2 bar) a l'heure de pointe de consommation, même au moment ou la pression de service dans la conduite publique atteint sa valeur minimale ".

De nombreux facteurs viennent perturber ou modifier le fonctionnement d'une installation : variation des pressions d'alimentations, des débits en fonction des saisons, de l'heure et de l'usage, entartrage, extension de l'installation..., il faudra donc bien étudier les caractéristiques présentes et éventuellement envisager les caractéristiques futures d'une installation lors de son dimensionnement. [2]

II. 2 Débit de base

Le débit minimal (en l/s) est donné pour chaque appareil par le D.T.U. n° 60-11 (tableau II.1). Le tableau (II.1) a été complété avec les diamètres courants du commerce. Ils sont à respecter impérativement dans toutes les installations. [3]

Dans la plupart des installations, les appareils sanitaires sont désormais équipés de robinetterie mélangeuse. Les fabricants de robinetterie calculent le débit des robinetteries par rapport à l'orifice de sortie pour un robinet ouvert au maximum.

Le D.T.U. 60-11 tient compte de la notion de "mélangeur" et non de "robinet" comme dans les anciennes normes P 41 201 à 203. Dans les établissements hospitaliers les lavabos médicaux avec vidage à grille sans trop-plein sont utilisés essentiellement pour le lavage des mains. Dans ce cas, on peut prendre le débit de base du lave-mains de 0,10 Vs. [1]

Tableau (II.1): Débit de base DTU 6.11 [1]

Désignation de l'appareil	Débit minimal par appareil		Diamètres intérieurs mini. des canalisations d'alimentation[1] (mm)	Diamètre courants (Ø intérieur/Ø extérieur)[2]		
	Eau froide ou eau mélangée (l/s)	Eau chaude (l/s)		Tube cuivre (mm)	Tube PVC pression (mm)	Tube polyéthylène réticulé (mm)
Evier - timbre d'office	0,20	0,20	20	12/14	12/16	13/16
Lavabo	0,20	0,20	10	10/10	12/16	10/12
Lavabo collectif (par jet)	0,05	0,05	(1)			
Bidet	0,20	0,20	10	10/12	12/16	10/12
Baignoire	0,33	0,33	13	14/16*	15/20	13/16
Douche	0,20	0,20	12	12/14	12/16	13/16
Poste d'eau 1/2'	0,33		12	12/14	12/16	13/16
Poste d'eau 3/4'	0,42		13	14/16*	15/20	13/16
WC avec réservoir de chasse	0,12		10	10/12	12/16	10/12
WC avec robinet de chasse	1,50		(2)			
Urinoir avec robinet individuel	0,15		10	10/12	12/16	10/12
Urinoir à action siphonique	0,50		(2)			
Lave-mains	0,10		10	10/12	12/16	10/12
Bac à laver	0,33		13	14/16*	15/20	13/16
Machine à laver le linge	0,20		10	10/12	12/16	10/12
Machine à laver la vaisselle	0,10		10	10/12	12/16	10/12

[1] Au moins le Ø du robinet
[2] Normalisation : diamètre extérieur x épaisseur

* 13/15 pour sertissage

II. 3. Débit probable

Le débit probable dans un réseau de tuyauteries est le débit maximal estimé pour alimenter les appareils raccordés à ce réseau. La difficulté est d'évaluer la simulation de fonctionnement des appareils installés. Les débits de base doivent être minorés à l'aide d'un coefficient appelé "coefficient de simultanéité" appelé (Y). Ce coefficient de simultanéité est déterminé en fonction des installations desservies.

Débit de base x coefficient de simultanéité = débit probable

II. 4. Coefficients de simultanéité

II. 4.1. Cas des installations individuelles (pavillon, appartement, bloc sanitaire)

Chaque appareil est affecté d'un coefficient suivant le tableau (II.2). La somme des coefficients permet, à l'aide de la courbe de la figure 1, de déterminer le diamètre minimal du réseau calculé.

Tableau (II.2): Coefficient par appareil (DTU 60.11) [1]

Appareils	Coefficients
WC (avec réservoir de chasse)	0,5
Urinoir	0,5
Lave-mains	0,5
Robinet de puisage au-dessus d'un siphon de sol	0,5
Bidet	1
WC (à usage collectif : bureaux, école, public)	1
Machine à laver (linge ou vaisselle)	1
Lavabo	1,5
douche	2
Poste d'eau	2
Evier	2,5
Timbre d'office	2,5
Baignoire < 150 litre de capacité (170*70)	3
>150 litre + 0.1 par tranche de 10 litre	
180 litre (baignoire 170 * 80)	3,3
240 litre (baignoire 170 * 85)	3,9
260 litre (baignoire 170 * 85)	4,1
300 litre (baignoire 150 * 150)	4,5

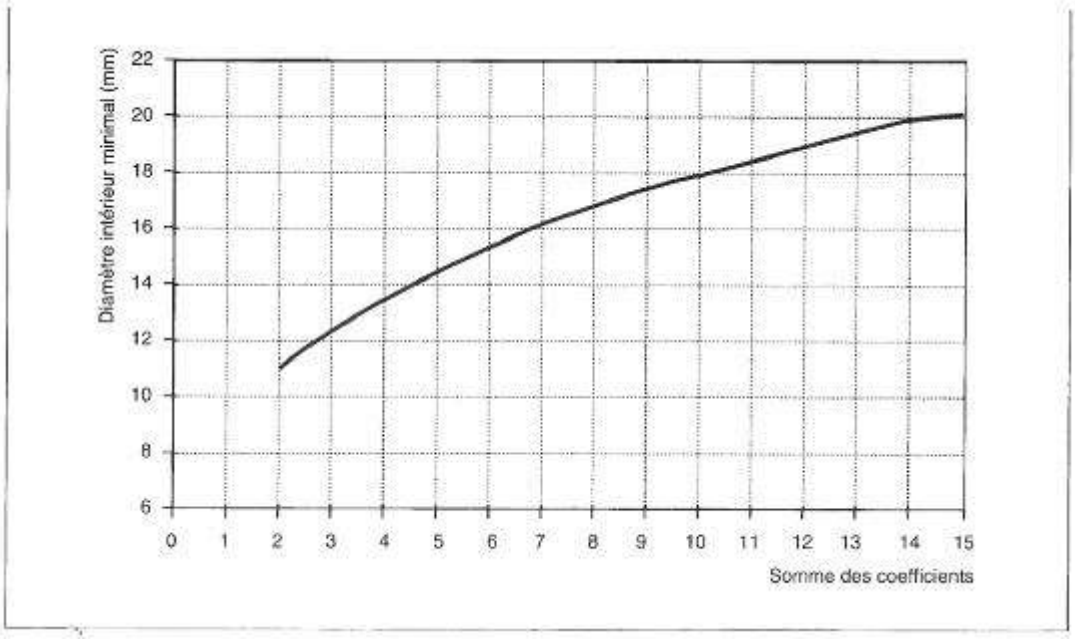


Figure (II.1): Diamètre intérieur minimaux en fonction de la somme de coefficients (DTU 60.11) [1]

Remarque: Lorsque le total des coefficients est supérieur à 15, il y a lieu de calculer les diamètres, comme pour les parties collectives, selon la formule de FLAMANT.

II. 4.2. Cas des installations collectives

Il faut compter tous les appareils sanitaires y compris les machines à laver et les robinets de puisage. Lorsqu'il est prévu une alimentation pour une ou plusieurs machines à laver, une seule de ces machines est prise en compte dans le calcul de la somme des débits des appareils. Les coefficients de simultanéité (M), fonctions du nombre d'appareils installés (X), sont donnés par la formule du DT.U:

$$y = \frac{0,8}{\sqrt{x-1}} \qquad (1)$$

Le D.T.U. donne une courbe permettant de déterminer par lecture directe Y en fonction de X limité à 150 appareils, mais la formule reste valable pour X supérieur à 150. La lecture sur la courbe du DTU n'est pas très précise. On donne dans le tableau (Annexe 1), les coefficients de simultanéité calculés suivant le nombre d'appareils pour différentes situations.

Tableau (II.3): Coefficient de simultanéité pour collectives [1]

Type de bâtiment	Coefficient
Hôpitaux – maisons de retraite Foyers de personnesn âgées Bureaux	$y = \frac{0,8}{\sqrt{x-1}}$ (Base du DTU 60.11)
Hôtels de tourisme Hôtels de séjour Etablissements scolaire Foyers de jeunes travailleurs	$y = \frac{0,8 \times 1,25}{\sqrt{x-1}}$ (Majoration de 25%)
Ecoles – Internats Stades – Gymnases Casernes Hôtels desports d'hiver Hôtels à clientèle spécifique Cantines – Restaurants	Etude particulière nécessaire $y = \frac{0,8 \times 1,25}{\sqrt{x-1}}$

Les formules du tableau (II.3) ne sont pas applicables quand le nombre d'appareils sanitaires est inférieur à 5. Dans ce cas, il faut utiliser les coefficients définis pour les installations individuelles. Pour un grand nombre d'appareils, il faut fixer des limites à l'application de ces formules car lorsque X tend vers l'infini, Y tend vers 0! Il est conseillé de ne pas prendre un coefficient de simultanéité inférieur à 0,03, ce qui correspond à 700 appareils.

Cependant, dans les bâtiments ayant un nombre d'appareils sanitaires importants comme dans les hôpitaux, on peut ne pas limiter le coefficient de simultanéité pour la détermination des collecteurs principaux et les raccordements au réseau extérieur. Dans les logiciels de calculs, cette possibilité est généralement donnée.

II.4. 3. Étude particulière du coefficient de simultanéité pour les collectivités

Suivant le classement par type de bâtiment, le DTU 60-11 donnes les valeurs du coefficient de simultanéité à prendre en compte. Elles sont données dans le tableau (II.3). Pour effectuer une étude particulière de la simultanéité des usages de l'eau d'un bâtiment, il faut analyser son fonctionnement :

- connaître les habitudes des utilisateurs,
- obtenir les horaires d'utilisation des sanitaires,
- déterminer l'implantation par réseau des sanitaires.

Avec ces données on établit un planning horaire de manière à trouver le débit de pointe.

II. 5. Méthode de calcul des débits probables

II. 5.1. Le repérage

Il est nécessaire, avant de commencer tout calcul, de faire le schéma de l'installation. Ce schéma peut être le plan de colonnes, il sert à indiquer les diamètres de chaque réseau, les repérages d'une préfabrication éventuelle. Le repérage proposé suivant l'exemple de la figure (II.2) ne fait pas apparaître les niveaux mais indique tous les réseaux dans le sens inverse de l'écoulement du fluide.

Le point 1 est le plus défavorisé du réseau. Les colonnes montantes seront repérées par des chiffres cerclés. Cette méthode permet d'adapter les calculs à tous les types d'installation. Pour les calculs informatisés, le principe de numérotation est propre à chaque logiciel.

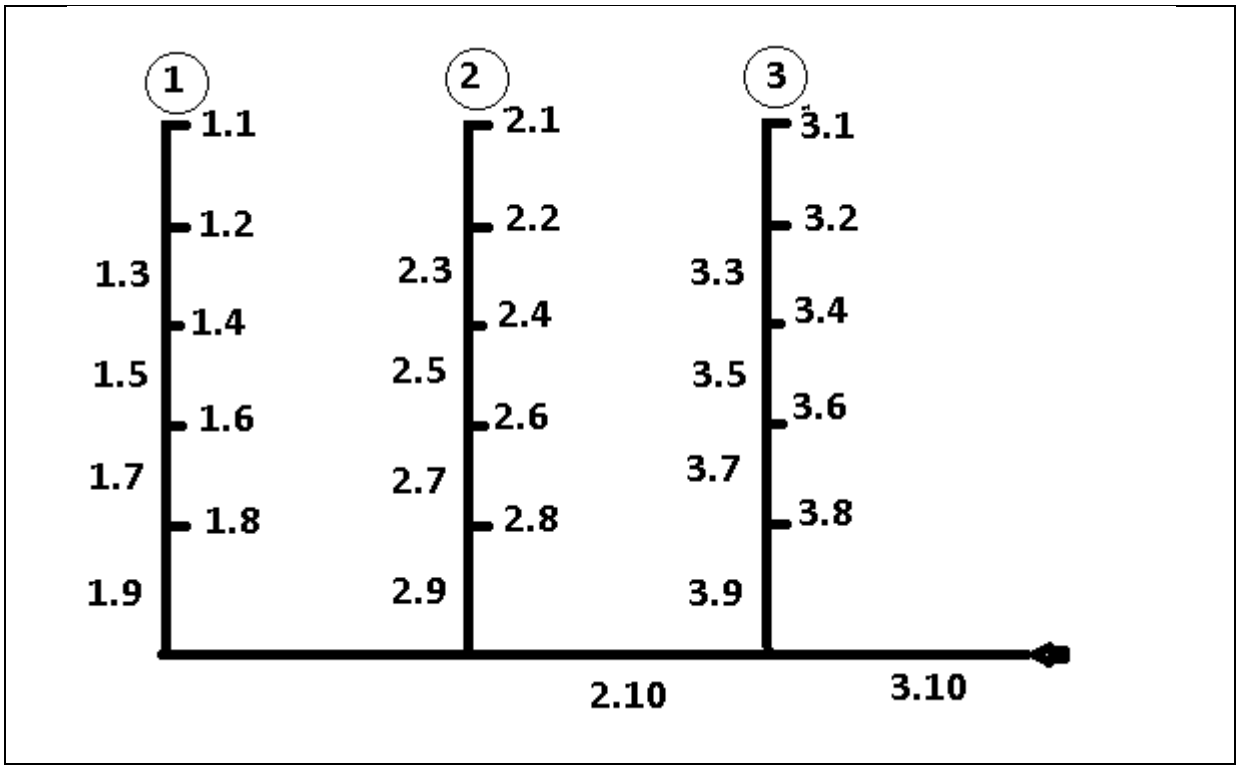


Figure (II.2): Exemple de repérage sur schéma.

II. 5.2. Présentation des calculs

Ont été définis préalablement :

- les débits de base par appareil avec les diamètres de raccordement,
- le nombre d'appareils installés,
- les coefficients de simultanéité,
- les débits probables par réseau.

Il faut ensuite transcrire ces valeurs de manière à obtenir le débit probable au départ de l'installation d'eau froide.

II. 5.3. Calcul du réseau à l'intérieur d'un appartement ou d'un sanitaire

Le calcul avec les coefficients par appareil correspond au 4.1. Ces calculs simples peuvent être faits directement sur un schéma (voir l'exemple de la figure 3).

II. 5. 4. Calcul d'un réseau général

Ce calcul de débit probable correspond au § 4.2. Un exemple est donné figures (II.6) et (II.7).

II. 5. 5. Calcul d'un réseau commun eau froide + eau chaude

Au § 5.4 on a calculé le débit probable pour les réseaux d'eau froide. On calcule de la même manière le débit probable pour les réseaux d'eau chaude. On a trouvé dans le calcul de débit (§ 5.4). Pour l'eau froide au repère 3.10 figure (II.5).

- débit brut : 36.45 Vs (72 appareils)
- débit probable : 3.39 l/s.

Pour calculer le réseau commun EF + EC, nous adoptons la solution du DTU 60.11. On admet que chaque appareil est alimenté, soit en eau froide, soit en eau chaude, soit en eau froide et chaude (mélangeur) toujours au débit de base d'un seul appareil ; le réseau commun doit avoir le même débit que le réseau d'eau froide, soit : 1,45 /s.

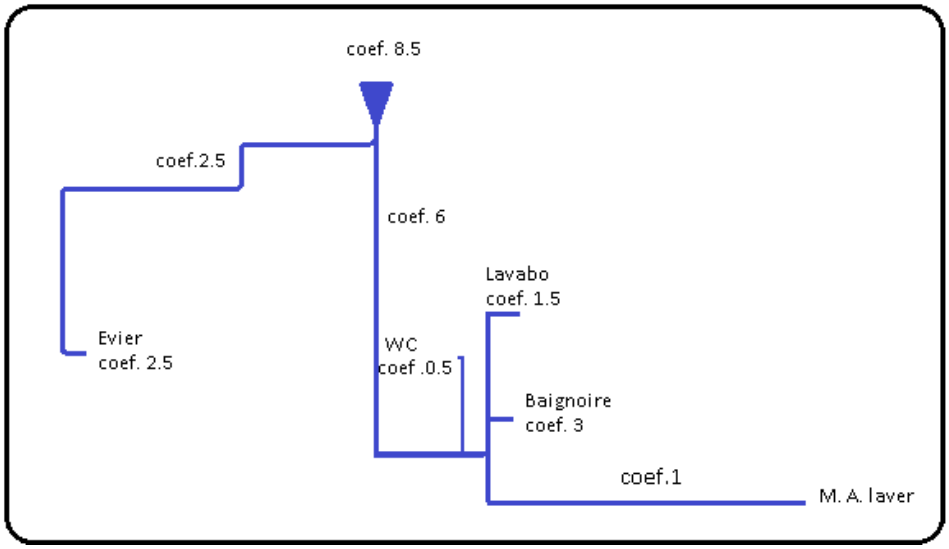


Figure (II.3): Calcul des coefficients sur schéma pour installation individuelle

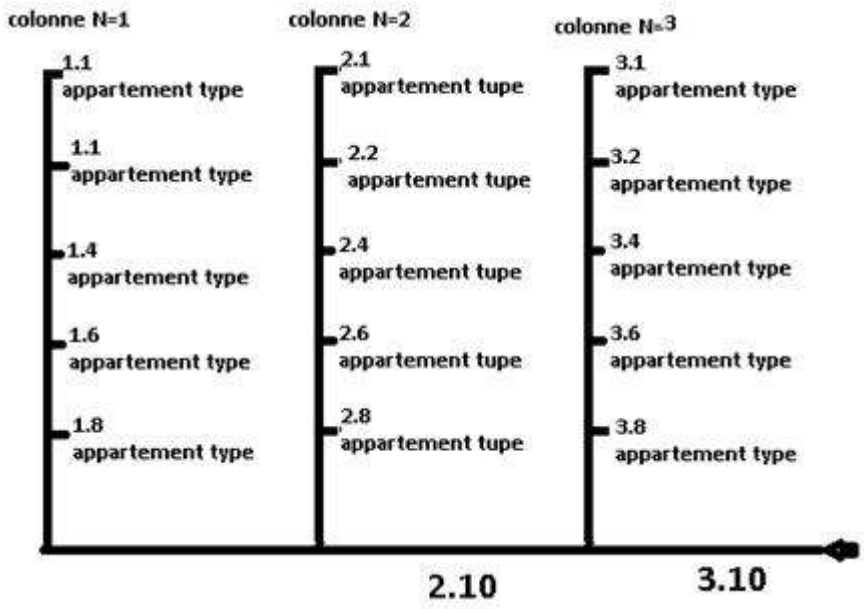


Figure (II.4): Schéma d'un réseau pour installation collective

Repère	designation appareil ,réseau	nombre. appa	Débit de base	Débit de base.réseau(l/s)	coef.simltanité	Débit.probable (l/s)
colone 1	2	3	5	6	7	8
	lavabo	1	0.2	0.2		
	evir	1	0.2	0.2		
	baignoire	1	0.33	0.33		
	wc avec réservoirc de chass	1	0.12	0.12		
	lave linge	1	0.2	0.2		
1.1	appartement type	5		1.05	0.4	0.42
1.2	appartement type	5		1.05	0.4	0.42
1.3	réseau 1.1+1.2	10		2.1	0.267	0.5607
1.4	appartement type	5		1.05	0.4	0.42
1.5	réseau 1.3+1.4	15		3.15	0.214	0.6741
1.6	appartement type	5		1.05	0.4	0.42
1.7	réseau 1.5+1.6	20		4.2	0.184	0.7728
1.8	appartement type	5		1.05	0.4	0.42
1.9	réseau 1.7+1.8	25		5.25	0.163	0.85575
colone 2						
2. 9	réseau 1.9	25		5.25	0.163	0.85575
2. 10	réseau 1.9+2.9	50		10.5	0.114	1.197
colone 3						
3.9	réseau 1.9	25		5.25	0.163	0.85575
3. 10	réseau 3.9+2. 10	75		15.75	0.093	1.46475

Figure (II.5): Exemple de calcul de débits en collectivité

II. 6. Méthode de calcul des diamètres

II. 6.1. Généralités

Pour les installations individuelles, les diamètres sont imposés.

- Raccordement aux appareils (tableau II.1).

Diamètre des tuyauteries à l'intérieur d'un pavillon, d'un appartement, ou d'un local sanitaire (voir figure 1).

- Pour les installations collectives (total des coefficients de simultanéité > 15) on calcule les diamètres en fonction :
  - des débits probables calculés,
  - des vitesses de circulation d'eau dans les tuyauteries.

On examine les différents facteurs qui caractérisent une installation de manière à vérifier la pression disponible au point le plus défavorisé du réseau.

On retrouve ces données sur la figure 6.

P = Pression d'entrée.

J_R= Pertes de charge ponctuelles.

J_L+J_S = Pertes de charge linéiques et singulières du réseau le plus défavorisé.

hg = Hauteur géométrique d'élévation de l'eau.

Pr = Pression résiduelle.

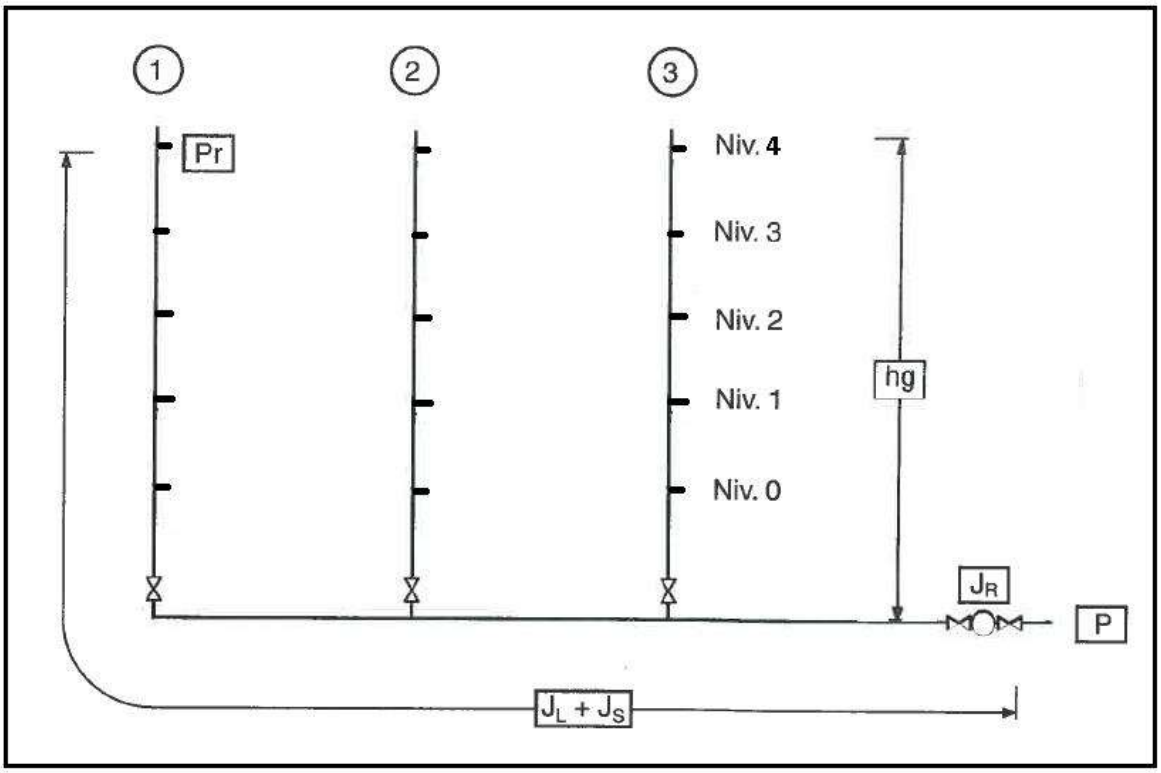


Figure (II.6): Repérage des caractéristiques d'un réseau.

II. 6.2. Calculs des diamètres

II. 6. 2. 1. Formules

Le calcul des diamètres est réalisé à partir de l'une des formes de l'équation de FLAMANT, exprimée en fonction de la vitesse :

$$D.\ j = \alpha \sqrt[4]{\frac{V7}{D}} \qquad (2)$$

D : diamètre intérieur (m),

j : perte de charge linéique (mCE/m),

v: vitesse (m/s).

α : coefficient fonction de la température de l'eau.

On retiendra les valeurs données dans le DTU 60.11: 0,00092 pour l'eau froide (10 °C) et 0,00046 pour l'eau chaude (60 °C).

La formule devient :

Eau froide : $D.\ j = 0{,}00092 \sqrt[4]{\frac{V7}{D}}$; $j = 0{,}0014.Q^{1,75} . D^{4,78}$

Eau chaude : D. $j = 0{,}00046\sqrt[4]{\frac{V7}{D}}$; $j = 0{,}0007.Q^{1,75}.D^{4,75}$

Un calcul simple avec une calculatrice "scientifique". L'application de ces formules donne des résultats généralement largement dimensionnés. Ce n'est pas très grave dans la mesure où celles-ci sont établies pour des canalisations neuves, ne tenant pas compte de l'encrassement éventuel dans le temps (tartre en particulier).

Si l'on veut réaliser un calcul précis, il est souhaitable d'utiliser d'autres formules que le lecteur intéressé trouvera dans des ouvrages spécialisés".

- **Pour les tuyauteries de distribution**

Le DTU 60.11 indique :

"La vitesse à prendre en considération pour le calcul des diamètres suivant la formule de FLAMANT est de 2 m/s environ pour les canalisations en sous-sol ou vide sanitaire et de1 à 1,5 m/s environ pour les colonnes montantes".

- **Pour les branchements d'étages et le raccordement des appareils**

Le DTU 60.1 Additif 4 indique :

- Débit > à 0,5 1/s + vitesse : 1,00 m/s
- Débits à 0,5 l/s + vitesse : pas de limite

Le guide technique du CSTB donne :

- Débit > à 0,5 l/s + vitesse : 2,00 m/s.

L'application d'une vitesse de 1,00 m/s va donner des diamètres surdimensionnés. De même l'application de vitesses pouvant aller jusqu'à 2,00 m/s va réduire les diamètres et risque d'engendrer des bruits.

L'application d'une vitesse de 1,00 m/s va donner des diamètres surdimensionnés. De même l'application de vitesses pouvant aller jusqu'à 2,00 m/s va réduire les diamètres et risque d'engendrer des bruits. Par ailleurs, il faut une cohérence avec les diamètres calculés suivant les coefficients donnés sur la courbe de la figure 1 pour les réseaux d'alimentation des cellules sanitaires.

Nous devons trouver un compromis entre :

- le respect des DTU,
- le respect des réglementations acoustiques,
- un confort de débit d'utilisation aux appareils sanitaires,
- un coût raisonnable des installations,

Nous préconisons donc d'appliquer

- Pour un nombre d'appareils < 5: méthode selon les coefficients attribués à chaque appareil.
- Pour un nombre d'appareils > 5: vitesse de 1,25 m/s.

Pour les calculs courants on retiendra :

- Tuyauteries en zone technique ou en vide sanitaire: 2,00 m/s.
- Distribution horizontale : 1,5 m/s.
- Colonnes montantes : de 1 à 1,50 m/s.
- Branchement d'étage ou d'appareils :

- Pour un nombre d'appareils <5: méthode selon les coefficients attribués à chaque appareil.
- Pour un nombre d'appareils > 5: vitesse de 1,25 m/s.

- **Cas des installations demandant un niveau sonore réduit**

Une réduction de la vitesse engendre l'augmentation des diamètres et... augmente le coût d'une installation. Il est donc préférable, plutôt que d'augmenter les diamètres, de passer les réseaux dans des gaines acoustiques qui réduisent le niveau sonore de l'installation. Nous pouvons retenir, de préférence en accord avec l'acousticien du projet :

> Tuyauteries en zone technique ou en vide sanitaire : 1,50 m/s.
> Distribution horizontale hors zone technique : 1,25 m/s.
> Colonnes montantes : 1,00 m/s.
Tuyauteries en faux plafond ou traversée de locaux : 1,00 m/s.
> Branchement d'étage ou d'appareils : 0,80 m/s.

Les calculs sont réalisés sur la même feuille-type que les calculs des débits probables (tableau II.5). On connaît :

- le débit probable,
- les vitesses à respecter.

II. 6.2.2. Abaques et tableaux précalculés

On utilisera les abaques dits de FLAMANT, donnés dans les tableau (II.8). Connaissant deux éléments (généralement le débit et la vitesse, ou le débit et la perte de charge), joindre à l'aide d'une règle les points représentant ces valeurs sur les échelles

verticales. Les deux autres éléments (diamètre et perte de charge, ou diamètre et vitesse) se lisent sur les échelles correspondantes, à leur intersection avec la droite tracée entre les deux points connus.

II. 6. 3. Pression d'entrée (P) :

La pression d'entrée est donnée par le service des eaux. Les dispositions générales du règlement des eaux de la Compagnie Générale des Eaux indiquent, par exemple, à l'article 5: "...la pression dans les conduites publiques, dont les maxima sont variables, ne pourra être inférieure à 22 mètres de hauteur d'eau".

En principe elle est de 2,2 bar au minimum. Il est donc nécessaire de demander au service des eaux :

- la pression minimale,
- la pression maximale.

Il se produit souvent, sur les réseaux, des variations importantes entre le jour et la nuit. Suivant les résultats obtenus, et d'après les calculs, plusieurs cas sont à envisager :

- Pression suffisante : pas de problème,
- trop forte pression ou écarts importants entre mini et maxi : installation d'un détendeur régulateur,
- pas assez de pression : installation d'un surpresseur.
- Pression variable: installation d'un surpresseur et d'un détendeur régulateur.

En cas d'incertitude, il est nécessaire d'installer sur le poste d'alimentation du chantier un manomètre enregistreur pour vérification.

II. 6. 4. Pertes de charge totales d'un réseau (J)

Les pertes de charge sont fonction :

- du débit,
- de la vitesse de circulation,
- du diamètre des canalisations,
- de la longueur des canalisations,
- des accessoires et équipements situés sur le réseau.

Il existe 3 types de pertes de charge :

- les pertes de charge linéiques ($\mathbf{J_L}$) produites par le frottement du fluide sur la paroi de la canalisation,
- les pertes de charge singulières ($\mathbf{J_S}$) dues aux accessoires (coudes, tés, robinetteries) montés sur la tuyauterie.

- les pertes de charge ponctuelles ($\mathbf{J_R}$) correspondant aux gros équipements (ballon ECS, chaudières, etc.).

On rappelle :

$$\mathbf{J = J_L + J_S + J_R}$$

L'unité de calcul pratique est le mètre de colonne d'eau (mCE).

II. 6. 4. 1. Pertes de charge linéiques (J_L)

Elles se calculent à l'aide de la formule de FLAMANT définie au § 6.2. Elles sont données par lecture directe sur les abaques des tableaux (II.8).

Dans ces tableaux, la perte de charge **J** est donnée en mm/m pour avoir une lecture plus précise. Dans les calculs, il faut faire la conversion en m/m.

Exemple : pour un débit eau froide de 1,00 l/s dans un Ø 40, on trouve 32 mm/m, soit 0,032 m/m.

II. 6. 4. 2. Pertes de charge singulières (J_S) et ponctuelles (J_R)

Par ordre croissant de précision, on dispose de trois méthodes :

- -la méthode approximative,
- la méthode des longueurs équivalentes,
- la méthode utilisant la pression dynamique.

II. 6. 4. 2. 1. Méthode approximative

Pour les calculs ne nécessitant pas une grande précision, il est admis de considérer la valeur des pertes de charge singulières égale à 15 % des pertes de charge linéiques.

Les abaques des tableaux 8 donnent directement ces informations.

Il y a lieu cependant d'ajouter les pertes de charge ponctuelles ($\mathbf{J_R}$) des gros appareils en fonctionnement tels que :

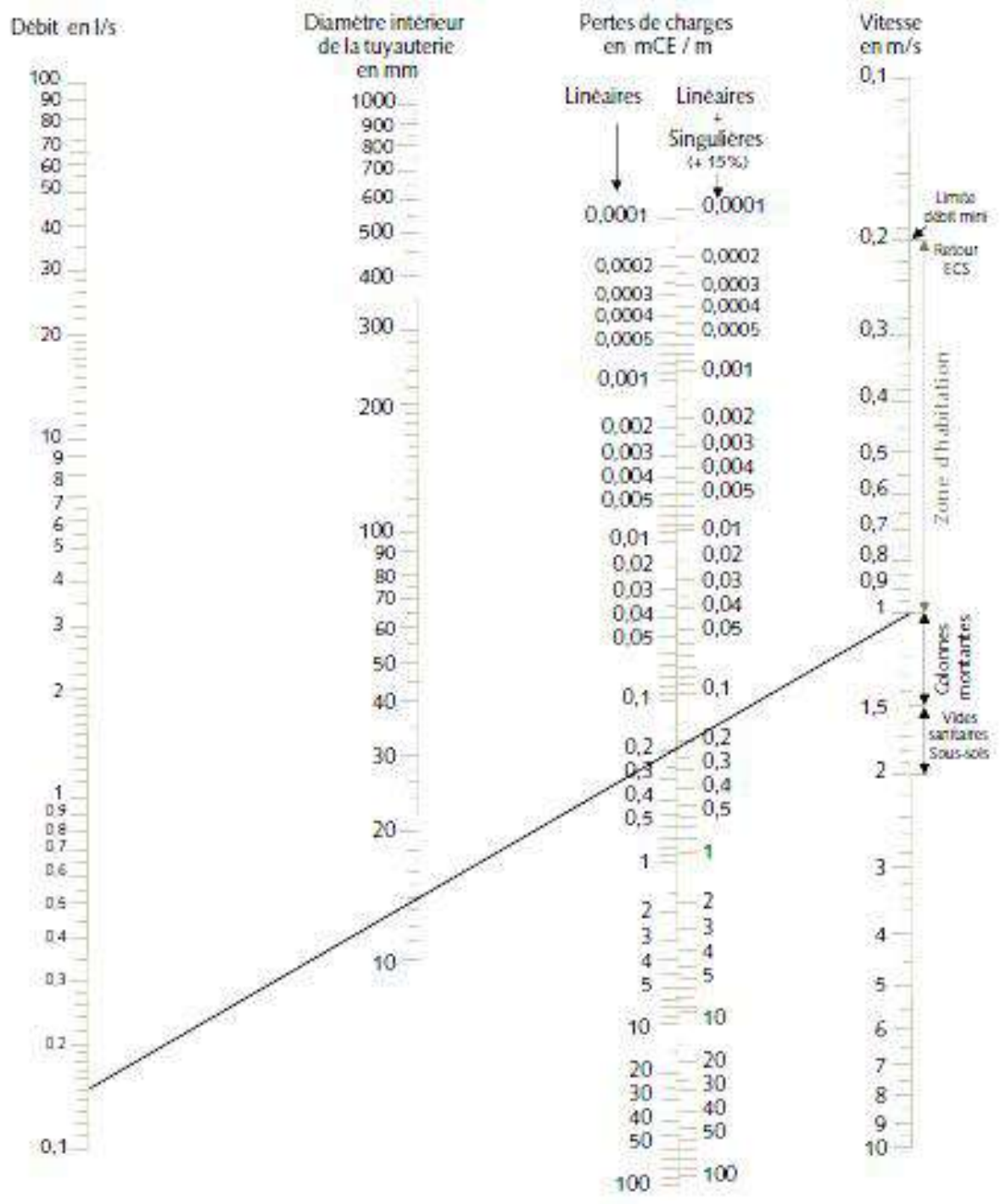
- Compteurs d'eau
- Disconnecteur
- Adoucisseur
- Producteur d'eau chaude, etc.

Des valeurs moyennes pour un calcul rapide sont données dans le tableau (II.7). Pour ces appareils comme pour ceux ne figurant pas dans ce tableau, il est conseillé de prendre les valeurs exactes données dans les documentations des fournisseurs.

Tableau (II.4): **Pertes de charge ponctuelles.** [1]

Appareils en fonctionnement	**J_R en mCE**
Compteur d'eau débit minimum débit maximum	3 10
Disconnecteur (valeur moyenne)	6
Adoucisseur (suivant le débit passant dans l'appareil)	10 max
Ballon Eau chaude (valeur moyenne)	5
Echangeur à plaques (variable suivant le débit hors encrassement)	3 à 8

Tableau (II.5): Abaque de Daries pour le dimensionnement des tuyauteries d'eau froide et d'eau chaude [2]



A partir des valeurs connues (débit et vitesse, ou débit et pertes de charges), on trace un trait à l'aide d'une règle, les deux autres valeurs se lisent au point d'intersection du trait sur les échelles correspondantes.
Exemple : pour un débit de 0,15 l /s et une vitesse maximum de 1 m /s, le diamètre intérieur de la tuyauterie sera le 14 mm et la perte de charge linéaire de 0,18 mCE par mètre de tuyauterie.

II. 6. 4. 2. 2. Méthode des longueurs équivalentes

Chaque accessoire de tuyauterie (coude, té, cône, robinetterie, etc.) est remplacé par une longueur droite de même diamètre dont la perte de charge est égale à celle de l'accessoire. Des valeurs moyennes sont données dans le tableau (II.9). Comme dans la méthode approximative, il faut ajouter les pertes de charge ponctuelles (tableau 7 ou valeurs données dans les catalogues des fournisseurs). Cette méthode donne des résultats suffisamment précis pour répondre à la plupart des problèmes rencontrés en plomberie.

On peut utiliser cette méthode pour calculer :

- la pression résiduelle au point le plus défavorisé d'un réseau,
- la pression des pompes pour un surpresseur,
- la pression de refoulement d'une pompe de relevage,
- etc.

II. 6. 4. 2. 3. Méthode utilisant la pression dynamique

Les pertes de charge singulières sont déterminées suivant la formule :

$$\mathbf{J_S} = \xi \frac{\boldsymbol{\rho v 2}}{\mathbf{2g}} \qquad (3)$$

dans laquelle :

$\mathbf{J_S}$ = perte de charge singulière en mCE,

V = vitesse en m/s,

% = coefficient propre à l'accessoire,

p = masse volumique du fluide en kg/mo (1000 kg/m2 pour une eau à 4 °C).

g = accélération de la pesanteur.

L'expression $\frac{\boldsymbol{\rho v 2}}{\mathbf{2g}}$

est appelée pression dynamique du fluide.

C'est la méthode la plus précise. Elle est utilisée dans le BOUSSICAUD, l'ouvrage "Calcul des pertes de charge" de A. BOUSSICAUD, J. LIGEN et M. LE GUAY publié aux Editions Parisiennes (www.librairie technique.com). Les logiciels de calcul de réseaux utilisent cette méthode pour déterminer les pertes de charge. Compte tenu des hypothèses prises au niveau des coefficients de simultanéité, donc du débit et des diamètres de tuyauteries, il n'est pas toujours nécessaire, sauf dans certains cas très précis, d'utiliser cette méthode.

II. 6. 5. Le circuit le plus défavorisé

On doit délivrer de l'eau avec un débit et une pression donnés au point le plus éloigné de l'installation. Ce point s'appelle le point le plus défavorisé. En principe c'est le point de puisage le plus haut dans un bâtiment.

Il faut cependant faire attention lorsqu'il y a des linéaires de canalisations horizontales importants comme dans les réseaux RIA, par exemple. Dans ce cas, le point le plus défavorisé n'est pas forcément le point le plus haut. Pour vérifier la pression d'eau au point le plus défavorisé, appliquons la formule :

$$\boxed{\mathbf{Pr = P - (J + hg)}} \quad (4)$$

Avec :

Pr = Pression résiduelle,

P= Pression d'entrée,

hg = Hauteur géométrique,

J = Somme des pertes de charge linéiques ($\mathbf{J_L}$) + singulières ($\mathbf{J_S}$) + ponctuelles ($\mathbf{J_R}$)

(J + hg + Pr) est la hauteur manométrique totale (HMT) qui justifie ou non l'installation d'un surpresseur, d'un réducteur de pression ou une modification des diamètres, etc. (voir 6.8).

II. 6.6. Hauteur géométrique (hg)

L'unité de pression est le pascal (Pa). Nous utilisons dans nos calculs le mètre de colonne d'eau (mCE). Par exemple, dans un bâtiment d'habitation, la hauteur d'élévation de l'eau dans le circuit le plus défavorisé est la distance verticale entre le compteur d'eau et le robinet de l'appartement le plus élevé.

II. 6.7. Pression résiduelle (Pr)

Le Règlement Sanitaire Départemental type (article 14 du titre 1" "les eaux destinées à la consommation humaine") prescrit : "Le branchement et le réseau de canalisations intérieures ont une section suffisante pour que la hauteur piézométrique de l'eau au point le plus élevé ou le plus éloigné de l'immeuble soit encore d'au moins 3 m (0,3 bar) à l'heure de pointe de consommation même au moment où la pression de service dans la conduite publique atteint sa valeur minimale."

Le DTU 60.11 recommande par ailleurs :

"Pour les immeubles collectifs d'habitation il convient de concevoir l'installation pour obtenir à l'entrée de chaque logement une pression minimale de 1 bar."

On doit respecter la pression minimale de 1 bar dans toutes les installations. Toutefois dans des cas exceptionnels, on pourra admettre 0,7 bar, sans jamais descendre en-dessous de cette valeur.

Le tableau (II.9) donne des valeurs de pressions résiduelles recommandées par les fabricants pour une utilisation normale de leurs appareils.

Tableau (II.6): Pressions résiduelles minimales [1]

Appareils en fonctionnement	**Pr en bar**
Adoucisseur	1,5
Détendeur différentiel de pression, pression minimale en aval	1 2
Mitigeur thermostatique pression minimale pression recommandée	 1 2
Douchette pression minimale	0,5
Machine à laver	1
Chaudière mixte à gaz	0,5 à 1
Robinet poussoir lavabo	1
Robinet poussoir douche	2
Robinet poussoir WC pression minimale pression recommandée	0,85 1
Arroseur automatique	2
Robinetterie : pression minimale (Règlement Sanitaire)	0,3

II. 6.8. Hauteur manométrique totale (HMT)

C'est la pression nécessaire pour alimenter un point donné d'une installation. Elle est calculée en mètres de colonne d'eau (mCE). [1]

$$\boxed{HMT = J + hg + Pr} \quad (5)$$

J = Pertes de charge linéiques + singulières + ponctuelles,

hg = hauteur géométrique de l'installation.

Pr = pression résiduelle Pour la déterminer, on utilise la feuille de calcul proposée.

Tableau (II.7): Perte de charge des accessoires en longueur équivalente de tuyauterie. [1]

EQUIVALENCES DES PERTES DE CHARGE SINGULIÈRES EN LONGUEURS DROITES DE TUYAUTERIES

Pour obtenir la longueur équivalente en ml, il suffit de multiplier le diamètre de l'accessoire en mètre par son coefficient ou de lire directement cette valeur dans le tableau ci-dessous établi pour quelques valeurs de DN.
Exemple : vanne à passage direct DN 150 : 0,15 m x 9 = 1,35 ml de longueur équivalente de tuyauterie

Désignation	Coeff.	Diamètres (DN) 15	20	25	32	40	50	65	80	100
Robinetteries										
Vanne à passage direct	9	0.14	0.18	0.23	0.29	0.36	0.45	0.59	0.72	0.90
Robinet à boisseau sphérique	12	0.18	0.24	0.30	0.38	0.48	0.60	0.78	0.96	1.20
Robinet à soupape normale	400	6.00	8.00	10.00	12.80	16.00	20.00	26.00	32.00	40.00
Robinet à soupape équerre	200	3.00	4.00	5.00	6.40	8.00	10.00	13.00	16.00	20.00
Filtre à tamis	620	9.30	12.40	15.50	13.84	24.80	31.00	40.30	49.60	62.00
Clapet de non-retour à battant	120	1.80	2.40	3.00	3.84	4.80	6.00	7.80	9.60	12.00
Clapet de non-retour à clapet guidé	460	6.90	9.20	11.50	14.72	18.40	23.00	29.90	36.80	46.00
Clapet à boule	60	0.90	1.20	1.50	1.92	2.40	3.00	3.90	4.80	6.00
Raccords										
Coude 90 ° R/D = 0,5	40	0.60	0.80	1.00	1.28	1.60	2.00	2.60	3.20	4.00
Coude 90 ° R/D = 1,5	25	0.40	0.50	0.60	0.80	1.00	1.25	1.60	2.00	2.50
Coude 90 ° R/D = 3	13	0.20	0.26	0.33	0.42	0.52	0.65	0.85	1.04	1.30
Té de passage	25	0.40	0.50	0.60	0.80	1.00	1.25	1.60	2.00	2.50
Té de dérivation	45	0.65	0.90	1.15	1.50	1.80	2.30	3.00	3.60	4.50
Té distributeur	65	1.00	1.30	1.65	2.10	2.60	3.30	4.20	5.00	6.50
Entrée de réservoir	21	0.32	0.42	0.53	0.67	0.84	1.05	1.37	1.68	2.10
Sortie de réservoir	44	0.66	0.88	1.10	1.41	1.76	2.20	2.86	3.52	4.40
Réduction										
Cône long : d / D = 0,80	1.1		0.02	0.03	0.04	0.04	0.06	0.07	0.09	0.11
Cône long : d / D = 0,70	1.6		0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.13	0.16
Cône long : d / D = 0,60	2		0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.13	0.16	0.20
Cône long : d / D = 0,50	2.3		0.05	0.06	0.07	0.09	0.12	0.15	0.18	0.23
Cône long : d / D = 0,40	2.5		0.05	0.06	0.08	0.10	0.13	0.16	0.20	0.25
Cône court : d / D = 0,80	5.5		0.11	0.14	0.18	0.22	0.28	0.36	0.44	0.55
Cône court : d / D = 0,70	9		0.18	0.23	0.29	0.36	0.45	0.59	0.72	0.90
Cône court : d / D = 0,60	12		0.24	0.30	0.38	0.48	0.60	0.78	0.96	1.20
Cône court : d / D = 0,50	14		0.28	0.35	0.45	0.56	0.70	0.91	1.12	1.40
Cône court : d / D = 0,40	16		0.32	0.40	0.51	0.64	0.80	1.04	1.28	1.60
Augmentation										
Cône long : d / D = 0,80	1.9		0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15	0.19
Cône long : d / D = 0,70	3.7		0.07	0.09	0.12	0.15	0.19	0.24	0.30	0.37
Cône long : d / D = 0,60	5.6		0.11	0.14	0.18	0.22	0.28	0.36	0.45	0.56
Cône long : d / D = 0,50	7.5		0.15	0.19	0.24	0.30	0.38	0.49	0.60	0.75
Cône long : d / D = 0,40	9.5		0.19	0.24	0.30	0.38	0.48	0.62	0.76	0.95
Cône court : d / D = 0,80	4.5		0.09	0.11	0.14	0.18	0.23	0.29	0.36	0.45
Cône court : d / D = 0,70	10		0.20	0.25	0.32	0.40	0.50	0.65	0.80	1.00
Cône court : d / D = 0,60	17		0.34	0.43	0.54	0.68	0.85	1.11	1.36	1.70
Cône court : d / D = 0,50	24		0.48	0.60	0.77	0.96	1.20	1.56	1.92	2.40
Cône court : d / D = 0,40	30		0.60	0.75	0.96	1.20	1.50	1.95	2.40	3.00

Tableau (II.8): Précalculs de débit/vitesse pour le tube PVC [1]

TUBE PVC P à coller - EF - PN 25 bar - NF EN 1452 - PMS par collage 16 bar à 20°C

Diamètre Extérieur x épaisseur	Intérieur mm	Débit en l/s Vitesse en m/s 1	1,2	1,5	2	1,15 × j en m/m EF 20°C Vitesse en m/s 1	1,2	1,5	2	Volume Interieur l/ml	Masse Tube kg/ml
16 x 1,8	12,4	0,12	0,14	0,18	0,24	0,256	0,352	0,520	0,860	0,12	0,13
20 x 2,3	15,4	0,19	0,22	0,28	0,37	0,195	0,268	0,397	0,656	0,19	0,20
25 x 2,8	19,4	0,30	0,35	0,44	0,59	0,146	0,201	0,297	0,492	0,30	0,30
32 x 3,6	24,8	0,48	0,58	0,72	0,97	0,108	0,148	0,219	0,362	0,48	0,49
40 x 4,5	31	0,75	0,91	1,13	1,51	0,081	0,112	0,165	0,274	0,75	0,77
50 x 5,6	38,8	1,18	1,42	1,77	2,36	0,061	0,085	0,125	0,207	1,18	1,19

TUBE PVC P à coller - EF - PN 16 bar - NF EN 1452 - PMS par collage 10 bar à 20°C

Diamètre Extérieur x épaisseur	Intérieur mm	Débit en l/s Vitesse en m/s 1	1,2	1,5	2	1,15 × j en m/m EF 20°C Vitesse en m/s 1	1,2	1,5	2	Volume Interieur l/ml	Masse Tube kg/ml
32 x 2,4	27,2	0,58	0,70	0,87	1,16	0,096	0,132	0,195	0,322	0,58	0,35
40 x 3	34	0,91	1,09	1,36	1,82	0,072	0,100	0,147	0,244	0,91	0,54
50 x 3,7	42,6	1,43	1,71	2,14	2,85	0,055	0,075	0,111	0,184	1,43	0,83
63 x 4,7	53,6	2,26	2,71	3,38	4,51	0,041	0,056	0,083	0,138	2,26	1,33
75 x 5,6	63,8	3,20	3,84	4,80	6,39	0,033	0,045	0,067	0,111	3,20	1,85
90 x 6,7	76,6	4,61	5,53	6,91	9,22	0,026	0,036	0,053	0,088	4,61	2,65
110 x 8,1	93,8	6,91	8,29	10,37	13,82	0,020	0,028	0,041	0,069	6,91	3,99

TUBE PVC P à coller - EF - PN 10 bar - NF EN 1452 - PMS par collage 6 bar à 20°C

Diamètre Extérieur x épaisseur	Intérieur mm	Débit en l/s Vitesse en m/s 1	1,2	1,5	2	1,15 × j en m/m EF 20°C Vitesse en m/s 1	1,2	1,5	2	Volume Interieur l/ml	Masse Tube kg/ml
90 x 4,3	81,4	5,20	6,25	7,81	10,41	0,024	0,033	0,049	0,082	5,20	1,80
110 x 5,3	99,4	7,76	9,31	11,64	15,52	0,019	0,026	0,039	0,064	7,76	2,70
125 x 6	113	10,03	12,04	15,04	20,06	0,016	0,022	0,033	0,054	10,03	3,44
140 x 6,1	127,8	12,83	15,40	19,24	25,66	0,014	0,019	0,028	0,047	12,83	3,97
160 x 6,2	147,6	17,11	20,53	25,67	34,22	0,012	0,016	0,024	0,039	17,11	4,63
200 x 7,7	184,6	26,77	32,12	40,15	53,53	0,009	0,012	0,018	0,029	26,76	7,20
225 x 8,6	207,8	33,92	40,70	50,88	67,84	0,008	0,010	0,015	0,025	33,91	9,00
250 x 9,6	230,8	41,84	50,21	62,76	83,68	0,007	0,009	0,013	0,022	41,84	11,20
315 x 12,1	290,8	66,42	79,71	99,64	132,85	0,005	0,007	0,010	0,017	66,42	17,70

TUBE PVC P à joint - EF - PN 16 bar - NF EN 1452 - PMS 16 bar à 20°C

Diamètre Extérieur x épaisseur	Intérieur mm	Débit en l/s Vitesse en m/s 1	1,2	1,5	2	1,15 × j en m/m EF 20°C Vitesse en m/s 1	1,2	1,5	2	Volume Interieur l/ml	Masse Tube kg/ml
63 x 4,7	53,6	2,26	2,71	3,38	4,51	0,041	0,056	0,083	0,138	2,26	1,80
75 x 5,6	63,8	3,20	3,84	4,80	6,39	0,033	0,045	0,067	0,111	3,20	2,70
90 x 6,7	76,6	4,61	5,53	6,91	9,22	0,026	0,036	0,053	0,088	4,61	3,44
110 x 8,1	93,8	6,91	8,29	10,37	13,82	0,020	0,028	0,041	0,069	6,91	3,97
125 x 6	106,6	8,93	10,71	13,39	17,85	0,017	0,024	0,035	0,058	8,92	4,63
140 x 6,1	121,4	11,58	13,89	17,36	23,15	0,015	0,020	0,030	0,050	11,58	7,20
160 x 6,2	141	15,62	18,74	23,42	31,23	0,012	0,017	0,025	0,041	15,61	4,63
200 x 7,7	176,2	24,39	29,26	36,58	48,77	0,009	0,013	0,019	0,031	24,38	7,20
225 x 8,6	198,2	30,86	37,03	46,28	61,71	0,008	0,011	0,016	0,027	30,85	9,00
250 x 9,6	220,4	38,16	45,79	57,23	76,31	0,007	0,010	0,014	0,024	38,15	11,20
315 x 18,7	277,6	60,53	72,64	90,80	121,06	0,005	0,007	0,011	0,018	60,52	17,70

TUBE PVC P à joint - EF - PN 10 bar - NF EN 1452 - PMS 10 bar à 20°C

Diamètre Extérieur x épaisseur	Intérieur mm	Débit en l/s Vitesse en m/s 1	1,2	1,5	2	1,15 × j en m/m EF 20°C Vitesse en m/s 1	1,2	1,5	2	Volume Interieur l/ml	Masse Tube kg/ml
90 x 4,3	81,4	5,20	6,25	7,81	10,41	0,024	0,033	0,049	0,082	5,20	1,80
110 x 5,3	99,4	7,76	9,31	11,64	15,52	0,019	0,026	0,039	0,064	7,76	2,70
125 x 6	113	10,03	12,04	15,04	20,06	0,016	0,022	0,033	0,054	10,03	3,44
140 x 6,1	127,8	12,83	15,40	19,24	25,66	0,014	0,019	0,028	0,047	12,83	3,97
125 x 6	147,6	17,11	20,53	25,67	34,22	0,012	0,016	0,024	0,039	17,11	4,63
140 x 6,1	184,6	26,77	32,12	40,15	53,53	0,009	0,012	0,018	0,029	26,76	7,20
160 x 6,2	207,8	33,92	40,70	50,88	67,84	0,008	0,010	0,015	0,025	33,91	9,00
200 x 7,7	230,8	41,84	50,21	62,76	83,68	0,007	0,009	0,013	0,022	41,84	11,20
315 x 12,1	290,8	66,42	79,71	99,64	132,85	0,005	0,007	0,010	0,017	66,42	17,70
400 x 15,3	369,4	107,18	128,62	160,78	214,37	0,004	0,005	0,007	0,012	107,17	11,20
500 x 19,1	461,8	167,51	201,01	251,27	335,02	0,003	0,004	0,006	0,009	167,49	17,70

II. 6. 9. Exemple de calcul des diamètres à l'intérieur d'un appartement ou d'un sanitaire

Reprenons l'exemple de la figure (II.3) en indiquant les diamètres (figure II.8). Ceux-ci sont donnés en lecture directe :

- sur tableau 1, pour les appareils sanitaires
- ou sur la courbe de la figure 1 pour les réseaux de distribution,
- ou sur les exemples précalculés du tableau 3.

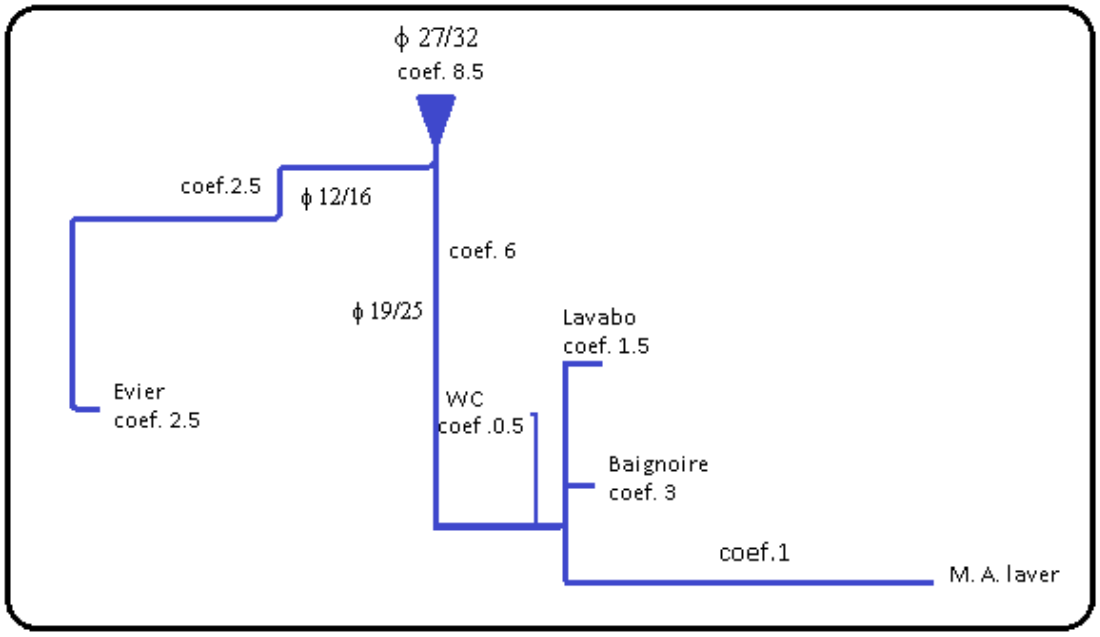


Figure (II.7): Calcul des diamètres sur schéma pour les installations individuelles

II. 6.10. Exemple de calcul des diamètres d'un réseau général

Reprenons l'exemple de la figure 4 en complétant la feuille de calcul des débits. Les diamètres sont déterminés à partir des tableaux précalculés ou par le calcul informatique. Nous remplissons les colonnes suivant les explications du tableau (II.7):

- Colonne n° 9 : Vitesse maximale imposée pour le calcul du diamètre,
- Colonne n° 10: Diamètre calculé en fonction du débit probable et de la vitesse maximale admissible suivant la formule de FLAMANT définie dans le DTU NR 60.11 d'octobre 1988 ou déterminé en fonction du coefficient calculé pour le réseau,
- Colonne no 11 : Nature et dénomination (diamètre intérieur/ diamètre extérieur) de la tuyauterie,
- Colonne n° 12 : Diamètre intérieur adopté en fonction de la nature de la canalisation,
- Colonne n° 13 : Vitesse réelle du fluide dans la canalisation,
- Colonne n° 14 : Pertes de charge calculées suivant la formule de FLAMANT,

La feuille de calcul correspondante est donnée figure (II.9).

Repère	designation appareil ,réseau	nombre appar	Débit de base	Débit de base.r	coef simltanité	Débit probable	vitesse.max(	Diamètre.calc	nature de tube	Diamètre.adc	vitesse réel(m	perte de charge(m/M
colone 1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	lavabo	1	0.2	0.2								
	evir	1	0.2	0.2								
	baignoire	1	0.33	0.33								
	wc avec réservoire de chass	1	0.12	0.12								
	lave linge	1	0.2	0.2								
1.1	appartement type	5		1.05	0.4	0.42	1.5	18.9	pvc	19.4	1.42159594	0.2719107
1.2	appartement type	5		1.05	0.4	0.42	1.5	18.9	pvc	19.4	1.42159594	0.2719107
1.3	réseau 1.1+1.2	10		2.1	0.267	0.5607	1.25	23.9	pvc	24.8	1.16133506	0.14026701
1.4	appartement type	5		1.05	0.4	0.42	1.5	18.9	pvc	19.4	1.42159594	0.2719107
1.5	réseau 1.3+1.4	15		3.15	0.214	0.6741	1.25	26.2	pvc	24.8	1.39621181	0.1944368
1.6	appartement type	5		1.05	0.4	0.42	1.5	18.9	pvc	19.4	1.42159594	0.2719107
1.7	réseau 1.5+1.6	20		4.2	0.184	0.7728	1.25	28.1	pvc	31	1.02441061	0.08478364
1.8	appartement type	5		1.05	0.4	0.42	1.5	18.9	pvc	19.4	1.42159594	0.2719107
1.9	réseau 1.7+1.8	25		5.25	0.163	0.85575	1.25	29.5	pvc	31	1.13436773	0.101827
colone 2												
2. 9	réseau 1.9	25		5.25	0.163	0.85575	1.25	29.5	pvc	31	1.13436773	0.101827
2. 10	réseau 1.9+2.9	50		10.5	0.114	1.197	1.5	31.8	pvc	31	1.58672296	0.18032106
colone 3												
3.9	réseau 1.9	25		5.25	0.163	0.85575	1.25	29.5	pvc	31	1.13436773	0.101827
3. 10	réseau 3.9+2. 10	75		15.75	0.093	1.46475	2	30.5	pvc	31	1.94164783	0.26127923

Figure (II.8): Exemple de calcul des diamètres en collectivité.

II. 6.11. Exemple de calcul de la HMT au point le plus défavorisé

Reprenons notre schéma type des figures 3 et 4 que nous complétons dans la figure 10, page suivante, en indiquant les linéaires, les hauteurs géométriques et les accessoires (robinet à boisseau, clapet, etc). Le point le plus défavorise se trouve en 1.1. Pour calculer les longueurs équivalentes, prenons les valeurs pré-calculées du tableau (II.10).

- **Exemple de calcul:**

Au point 1.1. : 1 Té de dérivation DN 18,9 = 0,87

2 Té de passage DN 18,9 = 2(0,49)

2 Robinet à boisseau sphérique DN 18,9 = 2(0,23)

4 Coudes DN 18,9 ,90° (R/D = 1.5) : 4 x 1.00 = 4(0,49)

Totale de point 1.1 = 4,26

Au point 1.3 : 3 Té de passage DN 24.8 = 3(0,62)

-etc.

Totale de point 1.3 = 1,86

Au point 1.7 : 3 Té de passage DN 31 =3(0,77)

-etc.

Totale de point 1.7 =2,31

Au point 2.10 : Coudes DN 31,90° (R/D = 1.5) : 4 x 1.00 = 0,77

-etc.

Totale de point 2.10 = 0,77

Au point 3.10 : 1 vanne à passage directe DN 31 = 0,28

11 Coudes DN = 11(0,77)

Totale de point 3.10 = 8,77

Longeur.Equivalente	robinée	coude	Té de dérivation	Té de passage	vanne à passage d	somme
1.1/19.4	0.4656	1.952	0.87	0.976		4.2636
1.3/24.8				1.86		1.86
1.5/24.8				1.86		1.86
1.7/31				2.314285714		2.31428571
1.9/31				2.314285714		2.31428571
2. 10/31		0.771428571				0.77142857
3. 10/31		8.485714286			0.281428571	8.76714286

Figure (II.9): Exemple de calcule longueur équivalente

1	2	3/Réseau	4	5	6/Longueur(m)	7	8	perte de charge(m	10	11	13
repère	designation appreil	Réseau.débit	R.diametre adp	Résseau.vetesse	L.réseau	L.Equivalente	L.totale	p.ch.(J).mce/m	p.ch.totale mCe	hauteur géometriqu	HMT(mCE)
1.1	colonne1. niv4	0.972	19.4	1.42	19.5	4.2636	23.7636	0.2714	6.44944104	3	9.44944104
1.3	colonne1. niv3	1.2976	24.8	1.16	3	1.86	4.86	0.14	0.6804	3	3.6804
1.5	colonne1. niv2	1.56	24.8	1.396	3	1.86	4.86	0.194386667	0.9447192	3	3.9447192
1.7	colonne1. niv1	1.78848	31	1.024	3	2.314285714	5.31428571	0.08472	0.450226286	3	3.450226286
1.9	colonne1. niv0	1.98	31	1.134	1.65	2.314285714	3.96428571	0.10177	0.403445357	1.65	2.053445357
2. 10	Réseau 1.9+2.9.	2.7702	31	1.587	0.2	0.771428571	0.97142857	0.18037	0.175216571	0.2	0.375216571
3. 10	réseau2.10+3.9	3.38985	31	1.941	12.7	8.767142857	21.4671429	0.261138	5.605886751	0	5.605886751
somme						22.15074286			14.70933521	13.85	28.55933521

Figure (II.10): Exemple de calcul de la pression résiduelle au point le plus défavorisé

II.6.12.Vérification de la pression au point le plus défavorisé par rapport la pression d'entré

- La pression d'entré : 2,2 bar
- La HMT : 2.9 bar
- HMT > pression d'entré.

La Hauteur manométrique totale (HMT) est plus grand de la pression d'entré au début de l'installation intérieur de l'eau potable, donc il faut utilisée un surpresseur pour compenser le manque à gagner causé par la perte de charge et la hauteur géométrique (hg).

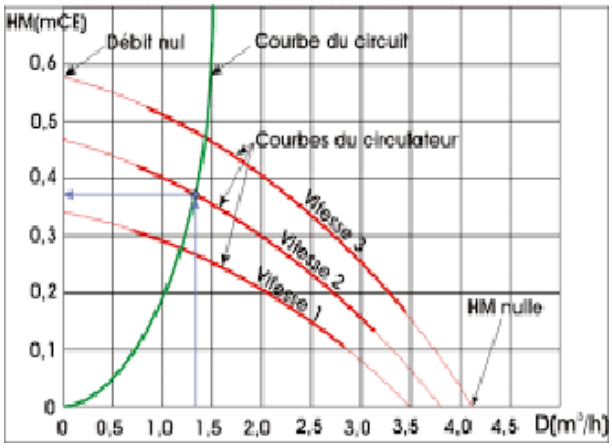


Figure (II.11): Courbe de circuit [7]

II. 7. Détermination des accessoires sur les réseaux

II. 7. 1. Détermination d'un compteur d'eau

Le diamètre et le débit d'un compteur d'eau doivent correspondre aux débits d'utilisation définis par la réglementation des services de la Métrologie.

Le tableau II.09 est établi pour les compteurs de la classe C. Pour les compteurs de gros diamètres > 100, on peut avoir des débits supérieurs. Ces compteurs de type à hélice sont réservés aux installations ayant des débits instantanés importants (tableau II.10).

Le diamètre d'un branchement d'eau est choisi par le service des eaux suivant les indications fournies par le maître d'ouvrage d'après les calculs de l'entreprise de plomberie.
Pour les compteurs divisionnaires, le choix se fait suivant le débit et la pression disponibles du réseau. En principe le compteur est installé dans le même diamètre que la tuyauterie, pour les diamètres < 32 mm.

Toutefois, pour éviter toute nuisance sonore, il est souhaitable de choisir un compteur dont le diamètre est supérieur au débit maximal déterminé par le calcul.

La figure (II.12) donne la perte de charge en fonction du débit et du diamètre du compteur choisi pour les diamètres de 15 à 32 mm.

La figure (II.13) donne la perte de charge en fonction du débit et le diamètre du compteur choisi pour les diamètres de 40 à 100 mm.

Dans certains cas, pour des raisons d'économie, il est possible de réduire le diamètre du compteur pour les diamètres supérieurs à 32 mm.

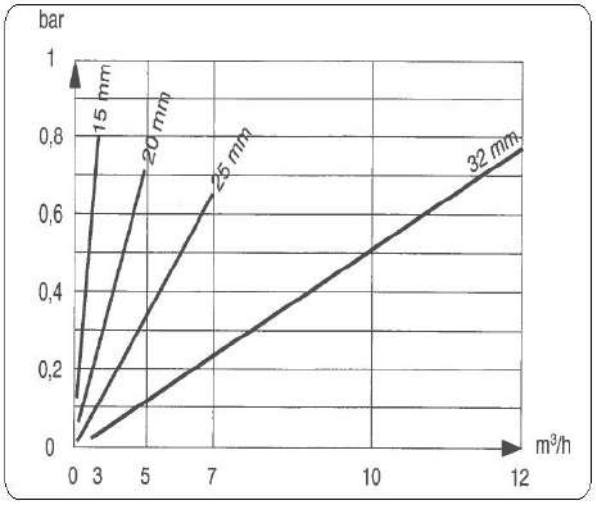
Il est conseillé de ne pas dépasser une perte de charge de 6 mCE ou 0,6 bar

Tableau (II.9): Détermination des débits débits pour les compteurs de classe C

Diamètre	Débit nominal	Débit maximal	Débit nominal	Débit maximal	Débit maximal du Service des Eaux
(mm)	(m³/h)	(m³/h)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
15	1,5	3	0,42	0,83	-
20	2,5	5	0,69	1,38	0,62
30	5	10	1,38	2,77	1,35
40	10	20	2,77	5,55	2,40
60	20	40	5,55	11,11	5,50
80	30	60	8,33	16,66	9,60
100	50	100	13,89	27,78	15,00
150	100	200	27,78	55,55	35,00

Tableau (II.10): Détermination des les compteur à hélice [1]

Diamètre	Débit nominal	Débit maximal	Débit nominal	Débit maximal
(mm)	(m³/h)	(m³/h)	(l/s)	(l/s)
100	100	200	27,78	55,55
150	250	500	69,44	138,89
200	400	800	111,1	222,22
250	600	1200	166,66	333,33



Figure(II.12):Détermination des compteurs 15 à 32 mm.

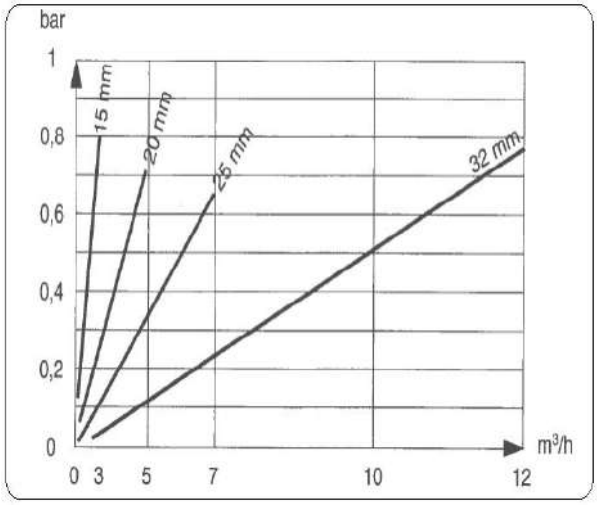


Figure (II.13): Détermination des compteurs 40 à 100 mm [1]

II.7.2. Détermination d'un surpresseur

Les systèmes de surpression, qu'ils soient à usage domestique ou installés sur des distributions collectives d'immeuble, sont destinés à pallier le manque de pression aux points de puisage afin d'assurer le confort des utilisateurs et le bon fonctionnement de certains appareils.

Ces dispositifs sont également mis en œuvre dans les systèmes de sécurité incendie (RIA), mais cette application n'est pas traitée dans cet ouvrage.

Un surpresseur se sélectionne en fonction :

- du débit probable : Q,
- d'une hauteur manométrique totale : HMT ou pression de refoulement,
- des variations de débits pour déterminer le nombre de pompes.

Il existe plusieurs types de surpression :

- Surpression pour usage domestique (maisons de campagne, pavillons, fermes, chalets,...),
- surpression pour usage collectif (ensembles collectifs d'habitation, immeubles à usage de bureaux, hôpitaux, etc.),

Les calculs seront différents suivant les usages. Pour ces calculs, les valeurs sont exprimées en mètres de colonne d'eau (mCE).

On rappelle que :

$1\ kg/cm^2 \approx 1\ bar \approx 10\ mCE$.

On utilise les notations suivantes :

- ha : hauteur géométrique d'aspiration (prendre le niveau d'eau le plus bas),
- hc : hauteur géométrique de charge (prendre le niveau d'eau le plus bas).
- hg : hauteur géométrique de refoulement,
- J: pertes de charge lineïques, singulières et ponctuelles dans les tuyauteries d'aspiration et de refoulement,
- Pr : pression résiduelle désirée au poste de soutirage le plus défavorisé.
- Pe : pression d'enclenchement (mise en route) de la pompe. Elle doit être au moins égale à la HMT calculée,
- Pd : pression d'arrêt de la pompe,
- he : hauteur manométrique d'enclenchement des pompes. Elle est égale à Pe,
- hd : hauteur manométrique de déclenchement des pompes. Elle est égale à Pd,
- Qe : débit de la pompe à la pression Pe,
- Qd: débit de la pompe à la pression Pd,

- HMT : hauteur manométrique totale, qui se décompose en : HMA : hauteur manométrique d'aspiration, HMR : hauteur manométrique de refoulement,
  - NPSH (Net Positive Suction Head) ou hauteur de charge nette absolue : c'est une mesure permettant de quantifier la hauteur manométrique d'aspiration disponible pour éviter la vaporisation quand la pression est au niveau le plus bas dans la pompe.



Figure (II.14): Un surpresseur [7]

II. 7. 2. 1. Type de système de pompage

II. 7. 2. 1.1. surpresseur en aspiration (figure II.14) :

- refoulant dans un réservoir à vessie (figure II.14 .A),
- refoulant dans un réservoir à l'air libre avec distribution gravitaire aux appareils. C'est le cas des puits, forages ou réservoirs de stockage d'eau situés plus bas que la pompe (figure II.14.B).

II. 7. 2. 1.2. Surpresseur en charge.

Cette configuration se retrouve notamment dans les cas suivants (figure II.15) :

- en aspiration sur bâches ou réservoirs de stockage en hauteur par rapport à la pompe (figure II.15.A),
- en aspiration sur le réseau en pression de la distribution d'eau publique (figure II.15.B).

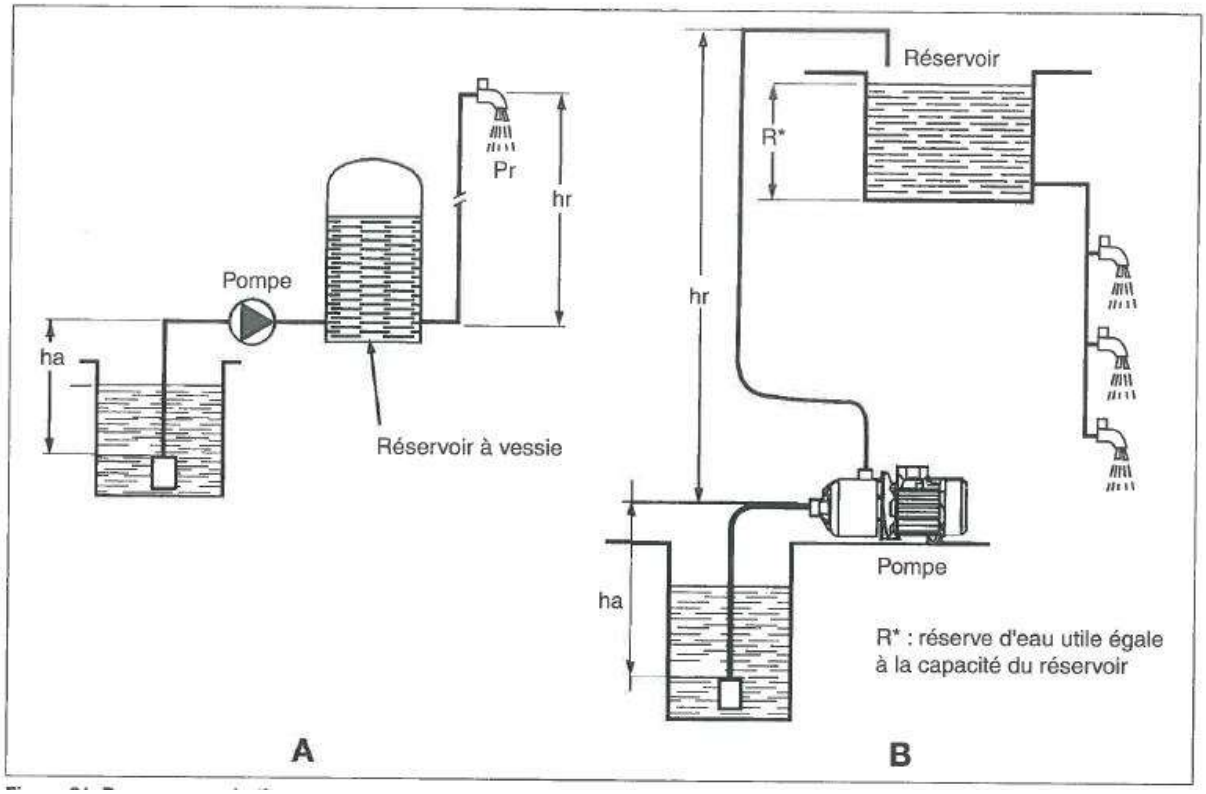


Figure (II.14): Pompe en aspiration. [1]

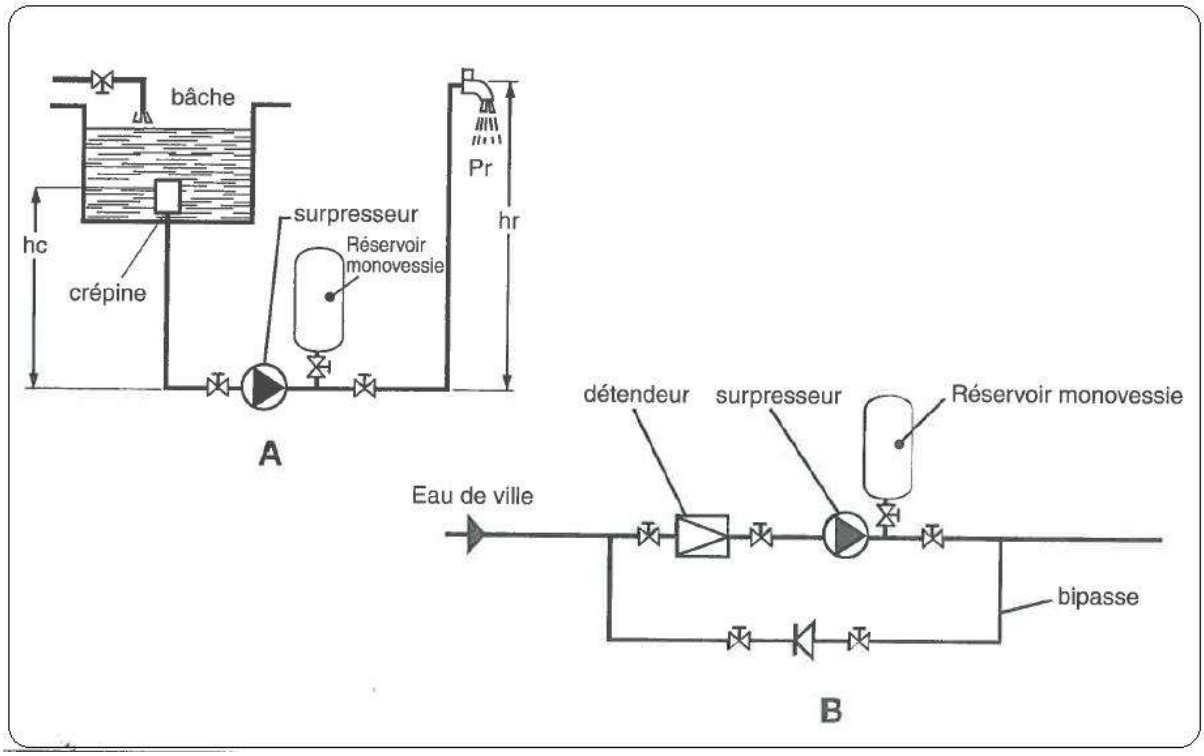


Figure (II.15): Pompe en charge. [1]

II. 7. 2. 2. Surpression pour usage domestique

a) Conception générale

Le système de surpression comporte généralement :

- une pompe,
- un réservoir monovessie permettant d'éviter tout contact entre l'eau et l'air ambiant, conforme à la réglementation,
- un jeu d'accessoires (vannes, clapet antiretour, contacteur manométrique, manomètre, etc.),
- un contacteur-disjoncteur.

La pompe pourra être de type à amorçage automatique ou centrifuge.

b) Plage d'utilisation

- Débit : de 0,5 à 6 m^3/h.
- Pression de refoulement : de 20 à 60 mCE.

c) Calcul du débit

- **Evaluation de la consommation journalière**

La consommation journalière de l'installation est déterminée suivant une méthode classique fonction des besoins et du type d'installation concernée.

- **Débit minimal à assurer par la pompe**

On admet, en général, comme débit de la pompe, 1/3 de la consommation journalière :

$$Q \text{ en l/h} = \frac{\text{Consommation journalière en litres}}{3}$$

Ou

$$Q \text{ en } m^3/h = \frac{\text{Consommation journalière en litres}}{3*1000}$$

Remarque: Ce débit devra être :

- au minimum égal à celui du plus gros robinet installé. Pour une salle de bains, prendre le robinet de la baignoire : 20 l/min.
- inférieur ou égal au débit de la source ou de la distribution publique.

- Détermination de la hauteur manométrique
- **Pompe en aspiration**

$$\boxed{HMT = hr + ha + J + Pr} \quad (6)$$

- **Pompe en charge** $\boxed{HMT = hr + J + Pr - hc}$ (7)

d) Choix des pompes

Pour le choix de la pompe, prévoir une "fourchette" de 1 à 1,5 bar, soit 10 à 15 mCE, entre la pression d'enclenchement Pe (mise en route de la pompe) et la pression de déclenchement Pd (arrêt de la pompe).

Remarque : Plus la fourchette entre Pe et Pd est petite, plus le réservoir devra être grand. Plus la fourchette entre Pe et Pd est grande, plus le réservoir pourra être petit, mais, en contrepartie, la pompe devra être plus puissante, donc plus chère. Pe sera dans tous les cas au moins égale à la HMT calculée.

- **Détermination du réservoir sous pression**

On prend en général un volume utile de 1/20ème à 1/30éme de la consommation journalière. Dans les réservoirs à l'air libre, cette réserve correspond au volume du réservoir. Il est bien entendu que plus cette réserve sera importante moins les démarrages de la pompe seront fréquents (en surpression domestique, on choisit en général 10 à 12 démarrages dans l'heure).

- **Détermination du volume du réservoir sous pression**

Dans la pratique, deux formules simplifiées sont à retenir :

V = réserve d'eau utile x 1,5 à 3

OU

$$V = \frac{Q}{4 \text{ à } 5} \quad (8)$$

V est exprimé en litres.

Q est le débit de la pompe, en litre/h.

- **Pression de service et d'épreuve du réservoir**

La pression de service ne doit jamais excéder celle pour laquelle le réservoir est prévu. La pression d'épreuve du réservoir doit être de 1,5 fois la pression de service maximale.

Réservoir 3,9/7 bar

- Pression de service maximale : 3,9 bar. Pression d'épreuve : 7 bar.
- Réservoir à épreuve Mines 10/15 bar Pression de service maximale : 10 bar.
- Pression d'épreuve : 15 bar.

II. 7. 2. 3. Choix des pompes

Le débit Q est fonction du débit unitaire d'enclenchement des pompes et de leur nombre :

$$\boxed{Q = q \times n} \quad (9)$$

avec :

Q = débit total d'enclenchement,

q = débit unitaire d'enclenchement,

n = nombre de pompes.

- **"Fourchette"**

C'est la différence de pression nécessaire entre l'enclenchement (Pe) et le déclenchement (Pd) des pompes pour pouvoir assurer un bon fonctionnement des cycles de travail ; elle varie entre 10 et 15 mCE. Les pompes doivent pouvoir s'enclencher pour un débit Qe sous une HMT he et s'arrêter pour un débit Qd sous une HMT de hd (figure II.16).

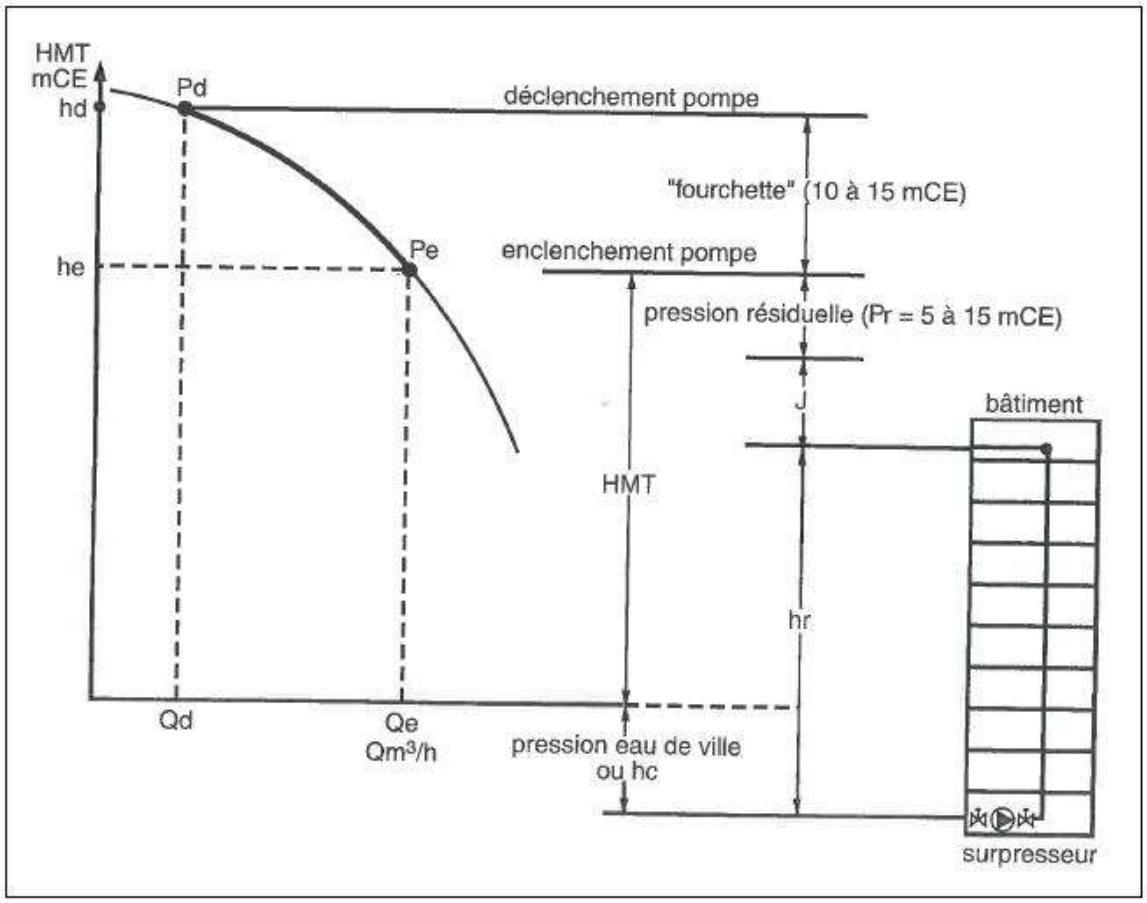


Figure (II.16): Caractéristiques à connaître pour déterminer un surpresseur. [1]

- **Surpression directe**

Les modules prémontés sont équipés de pompes identiques et sélectionnées en fonction des courbes et des caractéristiques demandées. Dans le cas de surpression en kit, il est possible de fournir soit des pompes de même débit, soit des pompes de débits différents.

Dans ce dernier cas, il est recommandé de choisir les pompes avec soin, afin d'éviter les ruptures de "veine liquide" entre le fonctionnement de la pompe de maintien et celui des deux pompes (pompe de maintien + pompe de débit). Ces ruptures provoquent des enclenchements et des déclenchements répétés qui engendrent des coups de bélier.

II. 7.2.4. Principales caractéristiques permettant de définir un surpresseur collectif

- Classe des bâtiments (HLM, bureaux, hôtels, etc.) et standing (normal, moyen, grand...).
- Débit instantané en m^3/h (ou nombre d'appareils ou d'appartements),
- Alimentation des pompes : sur bâche ou sur réseau de ville.
- Pression eau de ville (ou charge à l'aspiration).
- Hauteur géométrique verticale du réseau.
- Pertes de charge linéiques et singulières à l'aspiration et au refoulement.
- Pertes de charge ponctuelles (adoucisseur, ballon d'eau chaude, compteur - avant ou après le surpresseur).
- Pression résiduelle (Pr) désirée au poste de soutirage le plus défavorisé.
- "Fourchette" désirée entre pressions de déclenchement (Pd) et d'enclenchement (Pe).
- Système de surpression désiré, direct ou classique.
- Vitesse de rotation des pompes (1450 ou 2900 tr/min).
- Nature du courant d'alimentation.
- Mode de démarrage des moteurs (direct, étoile-triangle, résistance statorique...).
- Nombre de pompes en fonctionnement et en secours.

III. 1. Introduction

Dans ce chapitre sont exposés les principes de calculs pour les productions et les distributions d'eau chaude sanitaire. Par commodité, on utilisera l'abréviation "ECS" pour eau chaude sanitaire. Les Installations d'eau chaude solaire ne sont pas abordées. [1]

III. 2. Critères de qualité d'une installation d'ECS

Il n'existe pas de règles "officielles" pour déterminer les besoins d'ECS. On doit tenir compte de certains critères faisant appel le plus souvent à l'expérience : [1]

- Maintenir une qualité d'eau car l'ECS est une eau pouvant servir à la consommation humaine.
- Eviter les risques de contamination bactérienne (légionellose, etc.)
- Sécuriser l'installation pour éviter les brûlures.
- Choisir l'énergie et le système de production le plus économique pour répondre aux performances énergétiques du bâtiment.
- Dimensionner l'installation au plus près des besoins réels sans contrainte pour le confort des usagers.
- Maîtriser et gérer l'exploitation et la maintenance.

Le choix du système dépendra essentiellement de l'énergie et du moyen de production utilisé.

III. 3. Éléments de calcul pour les productions d'ECS

III. 3.1. Quantité de chaleur

La quantité de chaleur nécessaire pour réchauffer l'eau est donnée par la formule de base :

$$\boxed{Q = V.\rho.t.c} \qquad (1)$$

Avec:

Q : Quantité de chaleur en kilocalories

V : Volume d'eau en litres

ρ : Masse volumique de l'eau en kg/litre

t : Température finale de l'eau en °C

c : Chaleur massique de l'eau exprimée en kilocalories par kg et par °C (kcal/kg.°C) ou kilocalories par kg et par K (Kelvin).

En admettant que la masse d'un litre d'eau est de 1 kg quelle que soit sa température : P × C = 1. La température de l'eau en °C dépend :

- de la température de production (tp)

- de la température de l'eau froide (tf) La formule devient alors :

$$\mathbf{Q = V.\ (tp\text{-}tf)} \qquad (2)$$

III. 3. 2. Énergie

Les consommations s'expriment, suivant le choix des unités retenues par la norme ISO 7345, en kWh. On rappelle par ailleurs que :

- La quantité d'énergie nécessaire pour élever la température d'un litre d'eau de 1 degré est de : 4 187 joules.
- La chaleur volumique de l'eau vaut : 4187 joules/litre. C, noté aussi 4187 joules/litres. K ou 1,163 Wh/litre. C, note aussi 1,163 Wh/litre. K
- La transformation des kilocalories en kWh donne: 1 kWh = 1000/1,163 = 860 kcal

$\frac{1\ \text{kcal}}{1\ \text{heure}}$ = 1,163 W

III. 3. 3. Puissance

$$\mathbf{Puissance} = \frac{\mathbf{Energie}}{\mathbf{Temps}} \qquad (3)$$

Quel que soit le système de production, la puissance à fournir en kW se calcule selon la formule suivante :

$$P = \frac{1{,}16\ .\ (Qtp\ -\ Catp.Coef\ Stock).\ (tp - tf)}{1000\ .\ T}\ .\ Coef \qquad (4)$$

Avec:

P = puissance en kW

Q_{tp} = besoins en ECS à la température tp en litres (production accumulée) ou débit d'ECS en 1h (production instantanée)

Ca_{tp} = capacité de stockage, en litres, à la température tp

tp = température de l'ECS en sortie de production

tf = température de l'EF à l'entrée de la production

T = temps de réchauffage en heures

Coef.= rendement de la production ECS

Coef Stock = Coefficient de rendement (Volume utile/Volume stocké)

Suivant le rendement du mode de production envisagé et du type d'équipement mis en œuvre, il sera nécessaire d'augmenter les valeurs calculées en le multipliant par un coefficient de rendement général de la production d'eau chaude (efficacité et entartrage des éléments de chauffe). Quel que soit le système de production, la puissance à fournir en kW se calcule selon la formule suivante :

$$P = \frac{1{,}16 \,.\, (Qtp \; - \; Catp.Coef\ Stock).(tp - tf)}{1000 \,.\, T} \,.\, Coef \qquad (5)$$

Avec:

P = puissance en kW

Q_{tp} = besoins en ECS à la température tp en litres (production accumulée) ou débit d'ECS en 1h (production instantanée)

Ca_{tp} = capacité de stockage, en litres, à la température tp

tp = température de l'ECS en sortie de production

tf = température de l'EF à l'entrée de la production

T = temps de réchauffage en heures

Coef.= rendement de la production ECS

Coef Stock = Coefficient de rendement (Volume utile/Volume stocké)

Suivant le rendement du mode de production envisagé et du type d'équipement mis en œuvre, il sera nécessaire d'augmenter les valeurs calculées en le multipliant par un coefficient de rendement général de la production d'eau chaude (efficacité et entartrage des éléments de chauffe), de sécurité si les données connues ne sont pas fiables, de rendement de stockage (le volume inférieur d'un ballon de stockage n'est pas utilisable). Ce coefficient est variable suivant les montages:

- un seul ballon de stockage ou plusieurs ballons montés en parallèle,
- plusieurs ballons montés en série.

III. 4. Données de base

III. 4.1. Analyse des besoins

Les données à connaître sont les suivantes :

- Température de l'eau froide.

- Température de l'ECS à la production.
- Température de puisage.
- Quantité d'ECS à fournir (consommation journalière et horaire).
- Débit de pointe (instantané et moyen en 10 minutes).

La quantité d'ECS et le débit de pointe à disposition de chaque utilisateur déterminent le confort d'une installation. [1]

III. 4.2. Température de l'eau froide

La température de l'eau froide est variable et généralement comprise entre 5 et 19 °C.

Tableau (III.1): Température de l'eau froide suivant les Régions. [1]

Régions	Exemple de ville	T° mini	T° maxi	T° moyenne
Midi-pyrénées	Nîmes	10 °C	19 °C	14 °/15 °C
PACA	Marseille .Nice .Ajaccio	10 °C	19 °C	14 °/15 °C
Sud-Ouest	Bordeaux – Toulouse	7 °C	16 °C	11 °C/12 °C
Bretange Centre Pays de loire Région parisienne Zones de plaine	Brest Rennes .Poitiers. Bourges Paris Lyon. Grenoble. Clermont	6 °C	15 °C	10 °C
Zones de montage Nord et Est	Alpes . Jura Lille .Nancy .Reins	5 °C	14 °C	9 °C

Cette température dépend de la période de l'année compte tenu de la température du sol et de la température extérieure. Elle dépend également de la provenance des eaux et de la nature des réseaux de distribution (château d'eau, forage, réservoir,...). Pour les calculs, on choisit une température minimale annuelle suivant les régions. Bien souvent on prend une température moyenne de 10 °C.

III. 4.3. Température de production et distribution

L'arrêté du 30 novembre 2005, Article 1, vise à limiter le risque de développements bactériens. Aussi :

- à la sortie des équipements (production d'ECS) la température doit être en permanence supérieure ou égale à 55 °C.
- le stockage doit être porté à 60 °C pendant 1 heure au moins une fois par 24 heures.
- la température d'eau en tout point du circuit de distribution doit être supérieure ou égale à 50 °C.

Ces températures vont permettre de limiter, voire éviter, le développement des bactéries dans l'ECS. Celles-ci ne survivant pas au-delà d'un certain temps en fonction de la température.

Par exemple, la plupart des légionelloses ne vivent que:

- 15 minutes à 55 °C
- 1 minute à 60 °C

Certaines bactéries comme les pseudomonas sont plus résistantes. Le choix de la température de production ECS s'effectue aussi en fonction des critères suivants :

a) Eviter l'entartrage ou la corrosion

L'entartrage des canalisations de distribution est trois fois plus rapide lorsque la température passe de 50 °C à 55 °C et dix fois plus rapide lorsqu'elle passe de 55 °C à 60 °C.

b) Eviter les pertes calorifiques dans la distribution ECS

La maitrise des températures permet de limiter les pertes de chaleur par les canalisations. En ce qui concerne les températures d'ECS, les principes suivants sont à retenir:

- Pour les installations domestiques avec des productions situées prés des points de puisage : température minimale de production de 55 °C.
- Pour les installations collectives, les calculs seront toujours effectués avec une température d'eau :
    - comprise entre 55 °C et 70 °C à la production
    - comprise entre 50 °C et 60 °C en distribution.

Les stockages d'eau entre 25 et 50 °C sont à proscrire. Les distributions d'eau mitigée ne doivent être envisagées que pour des installations spécifiques au plus près des points d'utilisation.

III. 4.4. Température de puisage

L'arrêté du 30 novembre 2005, Article 1, vise également à limiter le risque de brûlures aux points de puisage. Il impose :

- une température maximale d'ECS de 50 °C dans les pièces destinées à la toilette (bain, douche, lavabo, lave-mains, etc.)
- une température maximale de 60 °C dans les autres pièces (cuisine, buanderie, poste d'eau de nettoyage, etc.)

Une température d'ECS supérieure à 60 °C et jusqu'à 90 °C maximum est cependant possible pour les cuisines et buanderies collectives en certains points faisant l'objet de signalisation (pour les installations types collectives industrielles uniquement).

Dans la pratique, la température de puisage est déterminée en fonction des utilisations:

- 50 °C en cuisine pour dissoudre les graisses.
- inférieure à 40 °C pour les soins du corps.

La seule solution est de maîtriser les températures aux robinetteries terminales sur les appareils sanitaires. Les réglages se font par mitigeage au point d'utilisation :

a) mitigeur manuel avec bague de réglage

La butée de la bague permet de limiter la course de la manette de commande, côté eau chaude. Elle sera réglée à des valeurs légèrement plus élevées pour obtenir rapidement la température souhaitée :

- 45 °C pour les soins du corps
- 55 °C pour la cuisine

b) mitigeur thermostatique permettant de choisir sa température d'utilisation

On préconisera des mitigeurs thermostatiques avec blocage à 38°C et déblocage manuel pour les températures supérieures. Ce système limite les risques de brûlures dans les services sensibles (maison de retraite, néonatalogie, etc.). Les températures d'ECS peuvent évoluer en fonction des variations de pression entre l'eau froide et l'eau chaude.

Pour avoir une température constante, il est conseillé :

- pour les installations terminales telles que sanitaires destinés à la toilette (par exemple aux départs EF/EC alimentant une salle de bain) d'installer des équilibreurs de pression ou des cartouches thermostatiques sur les flexibles de douche.
- pour les usages collectifs, d'équilibrer la pression du réseau d'EF avec la pression EC en sortie de la production ECS. Ce principe est obligatoire dans les installations hospitalières.

A noter que le risque de brûlure existe avec les mitigeurs monocommandes équipés d'une butée à 38 °C en cas de coupure de l'eau froide. Le mélange ne peut plus se faire et I'ECS peut être aux alentours de 60 °C.

Pour information, le tableau (III.2) indique les temps d'exposition aboutissant à une destruction de la peau sur toute son épaisseur.

Tableau (III.2): **Risque de brûlure cutanée en fonction de la température et du temps d'exposition.** [1]

Température de l'ECS	**Temps de contact pour un adulte**	**Temps de contact pour enfants de 0 à 4 ans**
70 °C	1 seconde	Instantané
60 °C	7 secondes	2 secondes
50 °C	8 minutes	2 minutes
47 °C	15 minutes	4 minutes

III. 4.5. Consommation d'eau chaude

Les besoins et les consommations journalières sont déterminés en prenant les valeurs définies dans le chapitre I. On a retenu des consommations d'ECS ramenées à une température de 60 °C. La production d'ECS doit être capable de fournir le débit de pointe des périodes les plus contraignantes de l'année.

L'analyse du rythme de puisage pendant les périodes de consommation et le calcul du débit de pointe sont essentiels pour définir un système de production d'ECS notamment pour les productions instantanées et semi-instantanées. La production d'ECS doit être capable d'assurer :

- les besoins pendant les périodes de pointe,
- le débit instantané de pointe,
- les besoins en dehors des périodes de pointe.

Suivant le type de bâtiment, il faut déterminer :

- la durée des puisages les plus longs (temps de soutirage)
- le débit le plus adapté au confort souhaité.
-

a) Cas des logements

Les différentes études de consommation et de débits donnent une durée de pointe le dimanche matin entre 10 h et 12 h (figure III.1).

Ce n'est pas le cas de tous les immeubles. Pour un bâtiment situé à Paris, par exemple, le taux d'occupation est plus faible les week-ends. La pointe se situera le vendredi soir entre 18 h et 20 h suivant la figure (III.2).

On constate que les pointes sont toujours de courte durée, de 3 à 5 minutes, mais l'amplitude moyenne est importante pendant cette période de la journée (18 h/19 h). Il faut donc prévoir une production capable d'assurer les consommations de pointe pour des périodes de 10 minutes. Les catalogues des fabricants indiquent généralement la quantité d'eau susceptible d'être produite pendant ce laps de temps. La durée de la pointe maximale sera variable suivant:

- la situation du bâtiment,
- le nombre de logements,
- les habitudes de vie des occupants,
- le type d'installation. Il peut y avoir plusieurs périodes de pointe (voir figures 1 et 2).

La somme des consommations se répartit suivant la figure (III.3). Pour simplifier, les fabricants calculent les productions avec un débit de pointe de 10 minutes et appliquent des coefficients suivant le type de confort choisi.

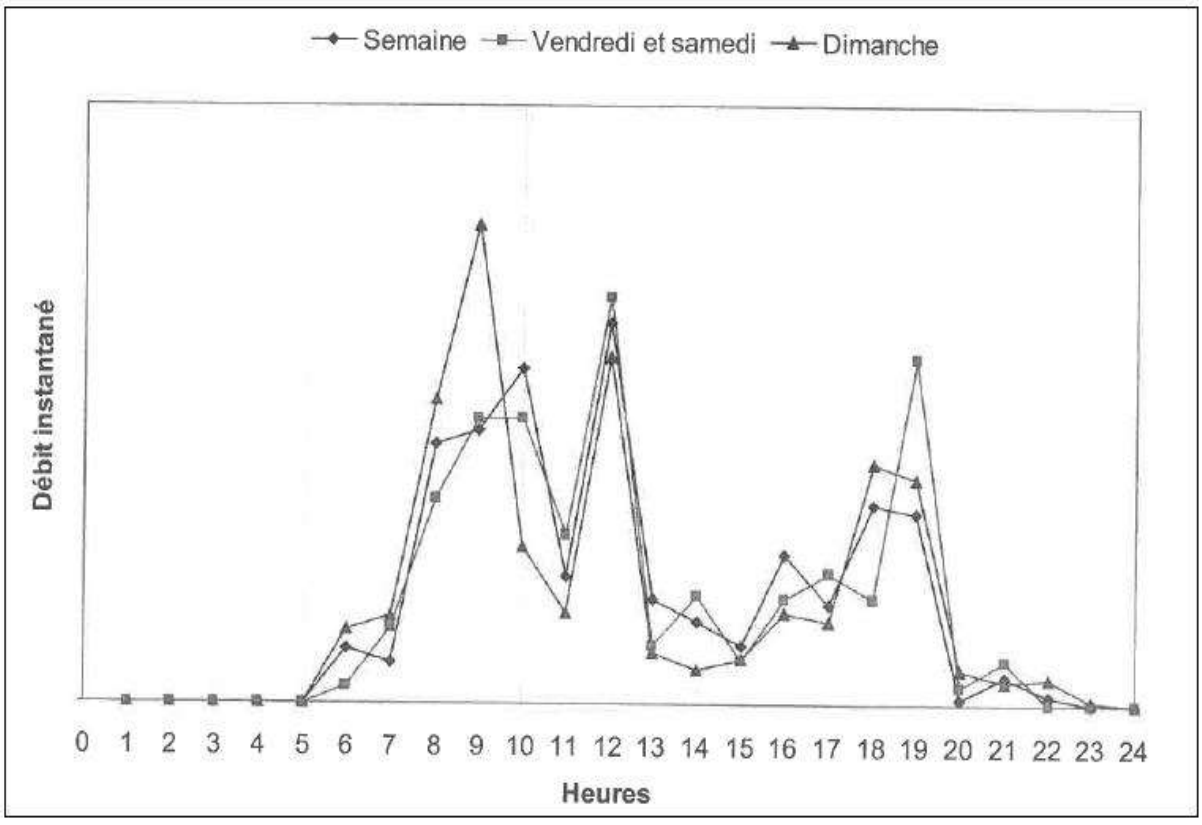


Figure (III.1): Durées des soutirages suivants les jours en logement. [1]

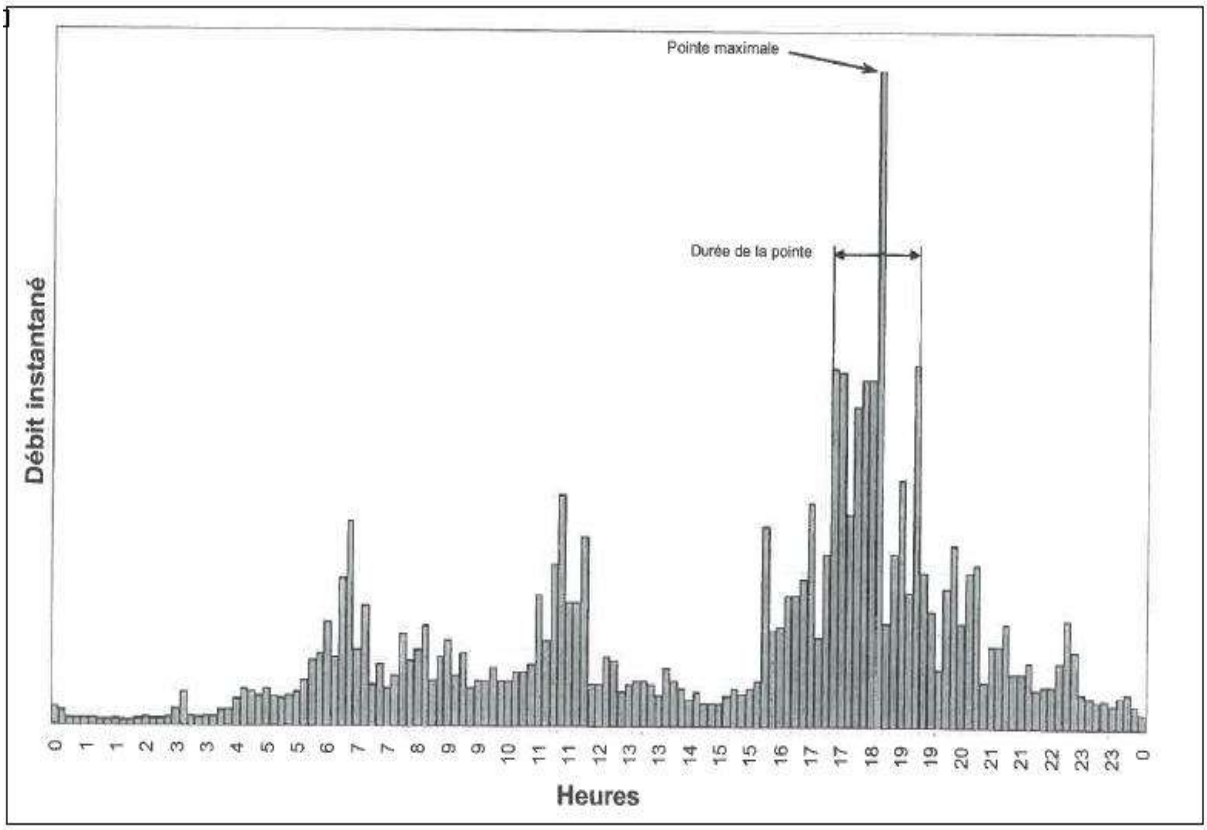
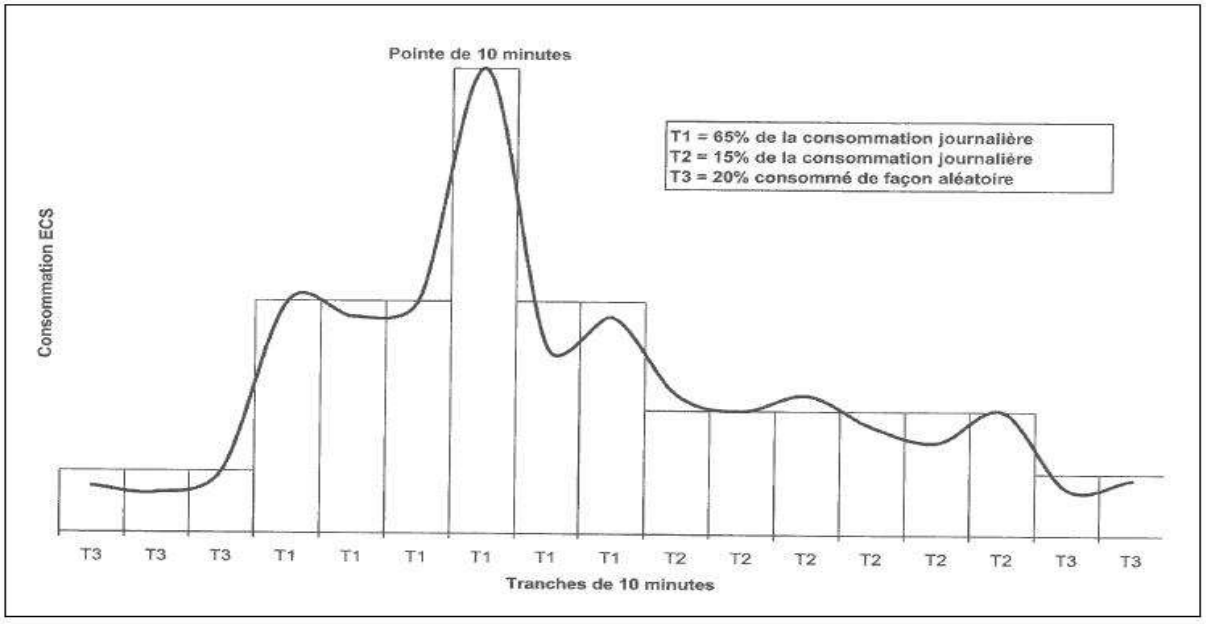


Figure (III.2): Exemple de durée de pointe relevée le vendredi dans un bâtiment d'habitation à paris [1]



Figure(III. 3): Structure des consommations de pointe en logements [1]

III. 4.6. Calcul du débit instantané de pointe

Pour les calculs d'ECS, il ne faut pas confondre le débit probable au départ d'une installation (calcul des diamètres) et le débit de pointe pour un temps déterminé (calcul de la production d'ECS).

III. 4.6.1. Calcul du débit instantané pour une production d'eau chaude

En prenant les débits de base des appareils prévus pour l'eau froide ou l'eau chaude dans le DTU 60.11 on obtient des débits instantanés surestimés pour les productions d'ECS. Nous prendrons le débit d'ECS de chaque appareil en fonction de sa température d'utilisation et de la température moyenne de l'eau froide suivant la formule :

$$\mathbf{Q_{tp} = Q_p . Q_{tp} = Q_p \frac{tm-tf}{tp-tf}} \qquad (6)$$

Q_{tp} = Débit instantané à la température tp

Q_p = Débit de base par appareil selon le DTU 60.11

tm = Température d'utilisation de l'eau chaude sur l'appareil

tf = Température de l'eau froide à l'arrivée dans la production d'ECS

tp = Température de l'eau chaude en sortie de production.

a) Exemple de calcul du débit

- Pour un lavabo et une température de production de 60 °C:

Q_{60} = 0.20 l/s. $\frac{(40\ °C - 10\ °C)}{(60\ °C - 10\ °C)}$ = 0,12 l/s

- Pour un évier et une température de production de 60 °C:

Q_{60} = 0,20 l/s x $\frac{(40\ °C - 10\ °C)}{(60\ °C - 10\ °C)}$ = 0,12 l/s

- Pour une baignoire et une température de production de 60 °C:

Q_{60} = 0,33 l/s x $\frac{(40\ °C - 10\ °C)}{(60\ °C - 10\ °C)}$ = 0,20 l/s

b) Exemple du calcule de diamètre

$D_{calculer} = \sqrt{\frac{4 \times Qp\ 10^{-3}}{\pi \times V}} \times 10^3$ (mm)

- Débit probable pour le débit de base :

$D_{calculer} = \sqrt{\frac{4 \times 0.436\ 10^{-3}}{\pi \times 1.5}} \times 10^3$ = 19.24 mm

- Débit probable pour le débit de ECS à tp°c :

$$D_{calculer} = \sqrt{\frac{4 \times 0.249\ 10^{-3}}{\pi \times 1.5}} \times 10^3 = 15.4 \text{ mm}$$

L'exemple donne en figure (III.4) correspond à notre logement habitation dans un bâtiment. Le débit probable instantané d'ECS à prendre en compte pour calculer la puissance de la production d'ECS sera de 0.249 l/s ou 896 l/h.

Il est nécessaire de dissocier le calcul du débit probable qui sert à dimensionner les réseaux et le calcul du débit instantané permettant de dimensionner la production d'eau chaude. Dans ce dernier cas:

- Il faut tenir compte des températures de production et de puisage.
- Il n'est pas nécessaire de limiter le coefficient de simultanéité.

Les possibilités d'évolution dans le temps peuvent être obtenues dans le cas d'une production d'ECS en agissant sur les composants de la production (nombre de plaques de l'échangeur, ballon tampon supplémentaire).

DÉBIT EAU FROIDE - EAU CHAUDE - EAU MÉLANGÉE SELON DTU 60.11

CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION	
Coefficient majorateur à appliquer au coefficient de simultanéité pour certaines installations	1
Coefficient de simultanéité minimum à retenir pour le calcul du débit instantané	0.03
calcul des débits eau chaude en fonction de la température	
les débits ECS calculés ci-dessous à la température de production sont déterminés en fonction de la formule suivante :	
tm = Température de l'eau distribuée au point de puisage précisée dans la colonne ‘température EM’	
tf = Température de l'eau froide précisée dans la colonne ‘Température EF’	10°C
tp = Température de l'eau chaude en sortie de production et en distribution	60°C
Q_p = Débit de base par appareil selon le DTU 60.11	
Q_{tp} = Débit eau chaude à température production inscrit dans la colonne ‘débit ECS à tp°C	

rep	désignation appareils	température EF °C	température EM °C	nombre d'appareils	débits de base ECS l/s	débits ECS à tp°c	coef simultanéité	débits probables l/s	vitesse maxi m/s	diamètre calculé(mm)
1	lavabo	10	40	1	0.20	0.12				
2	évier	10	40	1	0.20	0.12				
3	baignoire	10	40	1	0.33	0.20				
	total appareils EF ou ECS	10		3	0.73		0.566	0.413		
	Réseau EF ou ECS (débits de base)							0.413	1.5	18.7
	Total appareils ECS en fonction de tm		40	3		0.44	0.566	0.249		
	Réseau ECS débits à tp°c selon tm							0.249	1.5	14.50

Figure (III.4): Calcul du débit instantané eau froide -eau chaude ou eau mélangée

III. 3. Calcul des productions d'eau chaude sanitaire

III. 3. 1. Choix du combustible et du système de production

III. 3. 1.1. Sources d'énergie

Le choix énergétique (électricité, gaz, fioul, bois, etc.) doit être fait par le chauffagiste ou le thermicien chargé d'établir le bilan énergétique du bâtiment. Le choix de la production ECS se fait en accord avec le thermicien en fonction de l'énergie retenue et de la puissance en kW disponible.

Ce choix est le plus souvent déterminé par le coût de l'installation. Il doit être fait aussi en tenant compte du coût prévisionnel du m d'ECS produit. Il est souvent préconisé d'utiliser la même source d'énergie pour le chauffage et la production d'eau chaude.

Ce choix peut être modulé, par exemple dans le cas où la puissance électrique impose l'installation d'un transformateur privé (au-dessus de 250 kVA). On pourra alors définir une production ECS gaz avec un chauffage électrique de manière à ne pas dépasser les 250 KVA. Dans tous les cas le choix de l'énergie devra tenir compte des caractéristiques du site :

- site desservi ou non en gaz,
- tarification des fluides distribués (EDF, GDF, et autres fournisseurs),
- contraintes architecturales (cheminée, transformateur, etc.),
- nécessité ou non de mise en place d'un transformateur privé,
- contraintes de sécurité (ERP, incendie, etc.),
- contraintes d'exploitation imposées par le Maître d'ouvrage,
- possibilité de subvention de l'ADEME, de la Communauté Européenne, du Conseil régional, etc., notamment pour le solaire et les chaufferies bois.

III. 3.1.2. Systèmes de production d'ECS

On peut classer les productions d'ECS en 4 types:

a) Préparateur instantané (figure III.5) : Il n'y a pas de capacité de stockage, la puissance de chauffage instantanée doit permettre de satisfaire les besoins du débit de pointe.

b) Préparateur semi-instantané (figure III.6): Une capacité réduite de stockage permet d'écrêter la pointe de consommation d'ECS et d'appeler dans le même temps une plus faible puissance de chauffage.

c) Préparateur par semi-accumulation (figure III.7): Le volume de stockage permet d'écrêter la pointe de consommation d'ECS sans faire appel à la puissance de chauffage qui correspondra aux besoins moyens.

d) Préparateur par accumulation (figure III.8): Le volume du stockage doit correspondre aux besoins journaliers.

Le tableau (III.3) présente les avantages et inconvénients des installations collectives par rapport aux installations individuelles. On tiendra compte de ces différents éléments avant de choisir le mode de production.

Tableau (III.3): Comparatif installations collectives et individuelles [1]

Avantages et inconvénients d'une installation collective	Avantages et inconvénients d'une installation individuelle
- un seul système de production - une puissance foisonnée plus faible en la répartissant sur l'ensemble des points de puisage - volume d'eau stocké optimisé - le débit de puisage est variable à chaque point d'utilisation - Installation dans un seul local technique situé en dehors des zones nobles (bruit) - réduction de la surface occupée - simplification de la maintenance faite par un exploitant (contrôle par GTC à distance, des consommations, du risque sanitaire) - réseaux de distribution d'ECS importants procurant des pertes calorifiques et nécessitant un bouclage ou un réchauffage - l'installation et l'amortissement sont répartis par logement ou salle d'eau - obligation d'un comptage individuel pour répartir les charges	- décentralisation des productions - puissance électrique par logement plus forte - maitrise de la consommation et de la température - placard technique à l'intérieur du logement - l'entretien incombe aux utilisateurs - faible réseau de distribution donc peu de pertes calorifiques - temps de réchauffage de l'eau stockée après soutirage - manque de débit pour les installations instantanées au gaz

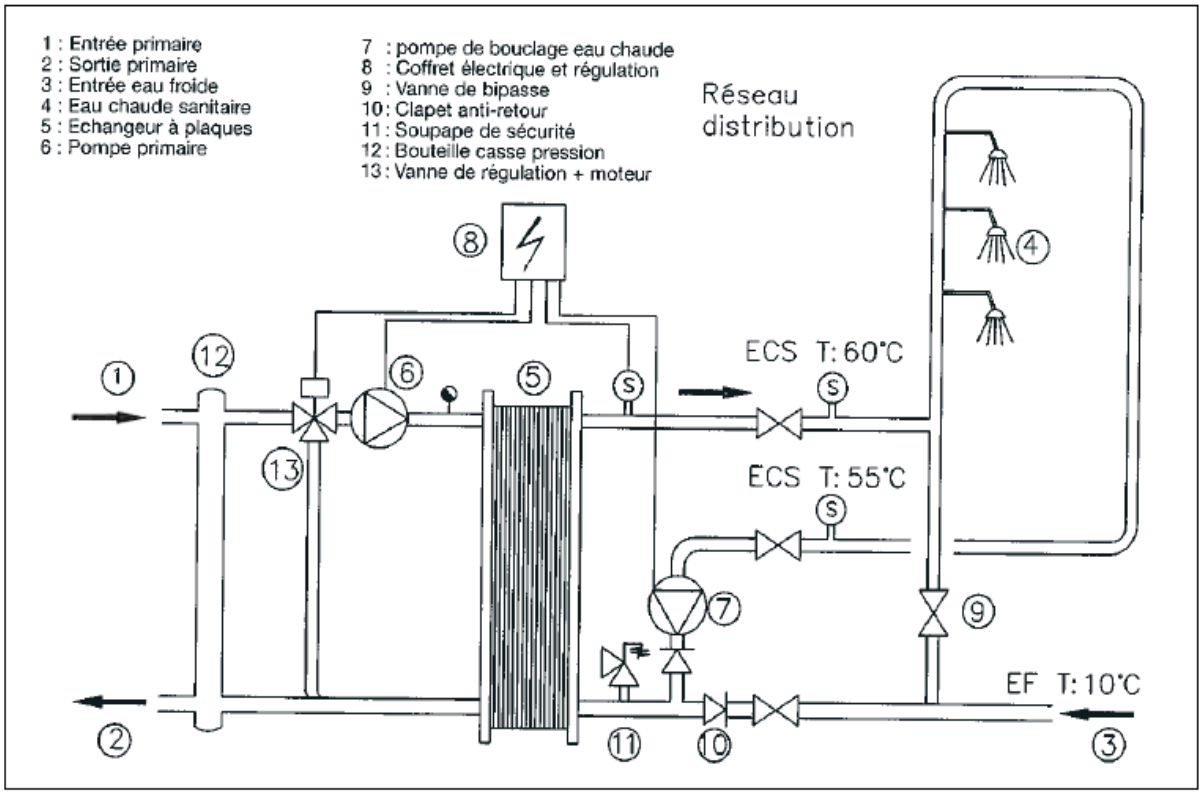


Figure (III.5): Schéma de principe d'un préparateur instantané (doc Alfa Laval Cetetherm).

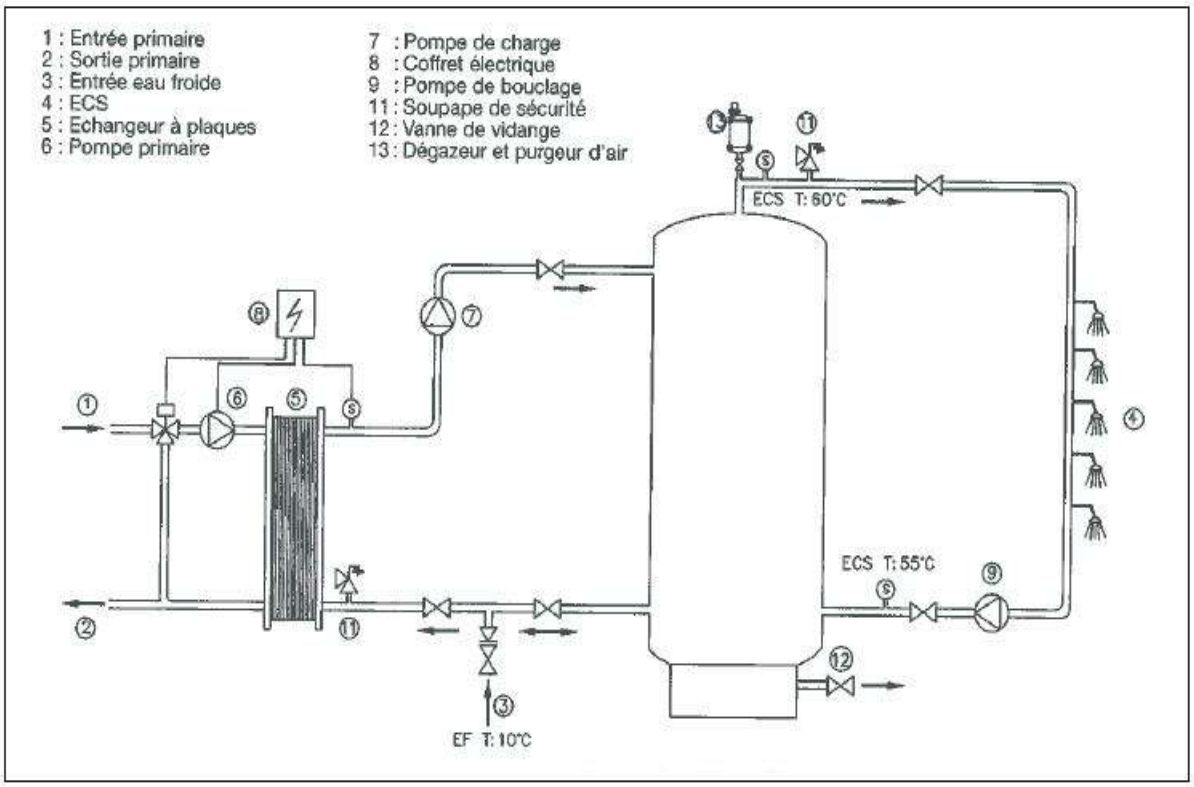


Figure (III.6): Schéma de principe d'un préparateur semi instantané (doc Alfa Laval Cetetherm).

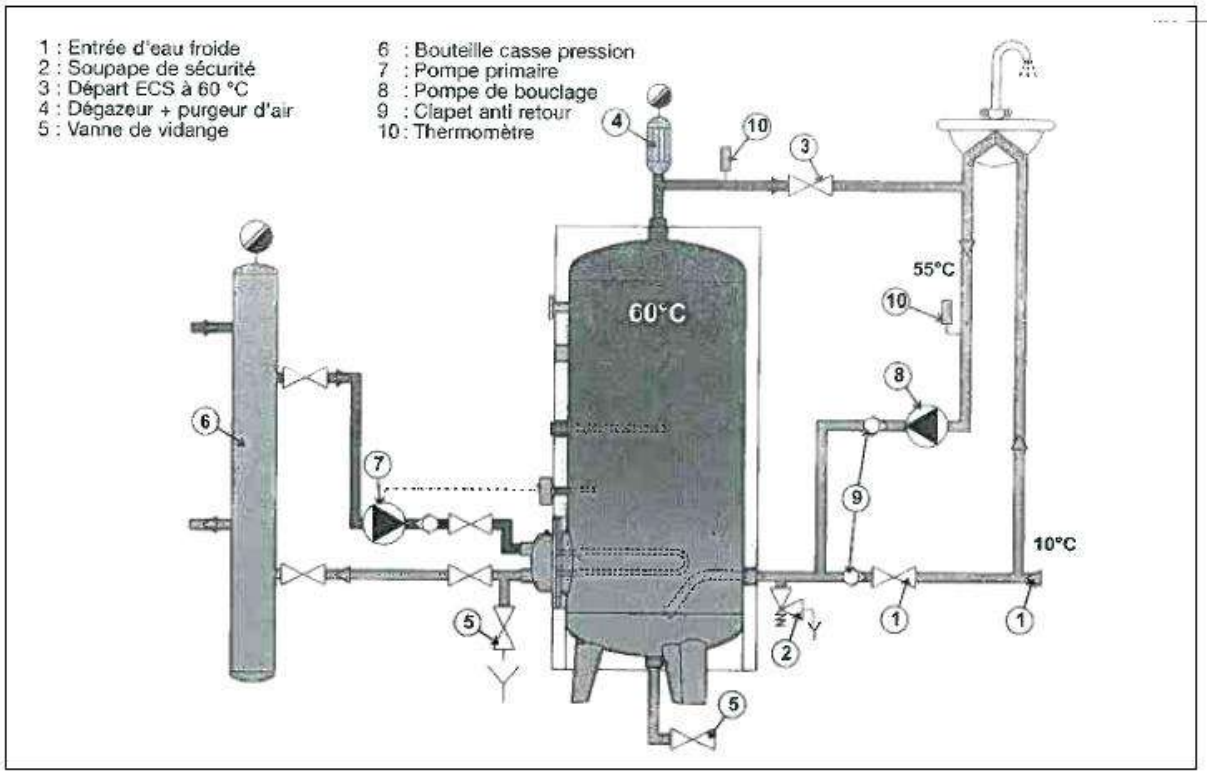


Figure (III.7): Schéma de principe d'une production d'eau chaude à semi accumulation.

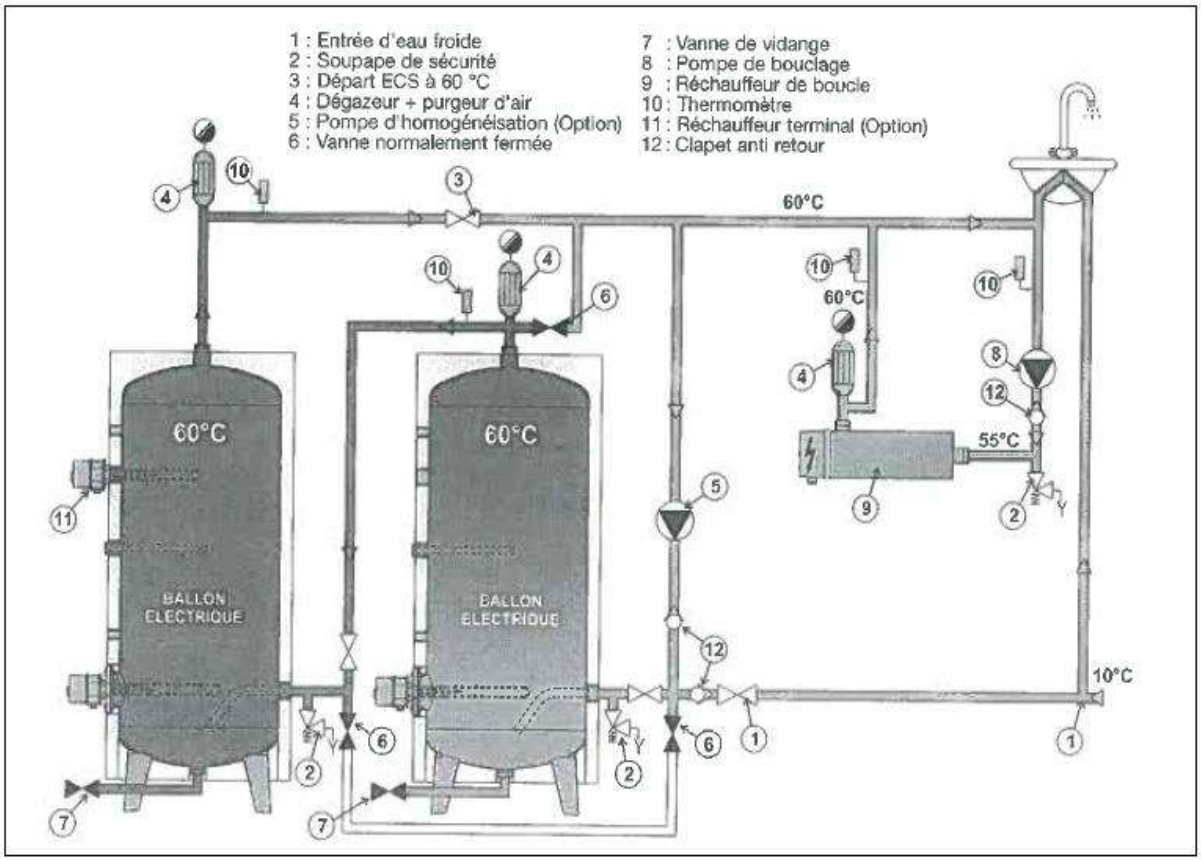


Figure (III.8): Montage en série de 2 accumulations électriques (doc CHAROT)

III. 3.2. Productions ECS individuelles

III. 3.2.1. Production par accumulation électrique

En principe ce type de production s'installe dans :

- les logements équipés de chauffage électrique,
- les sanitaires de bureaux pour gérer chaque espace,
- les sanitaires collectifs ayant une utilisation ponctuelle,
- les points de puisage ECS trop éloignés d'une distribution collective.

Ils sont fabriqués suivant les normes européennes et françaises notamment les NF EN 60335 et 60529. On choisira de préférence des chauffes eau répondant à la norme NF performance catégorie C ayant une meilleure isolation thermique et répondant aux exigences pour l'installation dans une pièce d'eau (salle de bains, WC, etc.).

La puissance du ballon doit être calculée pour chauffer le volume des besoins journaliers en 8 heures ou moins. Ce temps correspond aux tarifs heures creuses d'EDF (en principe de 22 h à 6 h). En fonction des résistances standard et du coefficient de rendement du chauffe eau, les fabricants basent leurs calculs sur leurs propres critères.

La capacité de stockage sera déterminée suivant le tableau (III.4) qui prend en compte les valeurs prescrites pour l'obtention du label Promotelec dans les bâtiments neufs. Dans le cas où on doit installer un ballon électrique de faible capacité (10 ou 15 litres) sous un évier, on peut prendre des capacités de stockage plus faibles pour la salle de bains. Cette réduction de capacité n'est pas prévue par Promotelec.

Tableau (III.4): Dimensionnement des ballons électrique dans les bâtiments neufs. [1]

Type de logement	Nombre de personne (Occupation moyenne)	Ballon vertical (double tarif)	Ballon horizontal (double tarif)	Ballon vertical avec relance de jour
Chambre (douche)	1	75	75	50
Studio/1p	1	100	100	75
2p	1ou2	150	150	100
3p	2ou3	200	200	150
4p	3ou4	250		150
5p/6p	4ou5	300		200

Cependant, lorsque le nombre d'occupants est connu (remplacement d'un chauffe eau existant), on peut réduire la capacité en calculant au plus juste pour gagner de la place et faire des économies d'énergie (tableau III.5).

Le chauffe-eau électrique doit être installé à proximité des appareils sanitaires. Pour le choix, il faut tenir compte de :

- la puissance électrique disponible par rapport à l'abonnement EDF souscrit.
- l'espace disponible, des cotes du chauffe eau et des raccordements EF/ECS/EU et électricité.

Le tableau (III.6) indique les types et les encombrements des chauffe-eau individuels.

Tableau (III.5): Dimensionnement des ballons électriques suivant l'occupation réelle. [1]

Type de logement	**Occupation moyenne Nb de personnes**	**Ballon Vertical Tarif de nuit**	**Ballon Vertical Relance de jour**
2 P	1	100	75
3p	2	150	100
4p	3	200	150
5p	4	250	200

III. 3.2.2. Production par combustible

C'est le cas des productions c'ECS par :

- chauffe-eau gaz
- accumulateur gaz, fuel ou bois.
- chaudière au sol gaz, fuel ou bois,
- module de production individuel par appartement à partir d'un réseau primaire collectif.

La qualité du confort dépend des équipements de bains installés et de leurs utilisations:

- le bain,
- la douche,
- l'utilisation simultanée du bain et de la douche,
- 'utilisation simultanée de deux bains

Pour les installations individuelles, le DTU 60-11 permet de calculer les diamètres des tuyauteries mais pas les débits.

Tableau (III.6): Type et encombrements des chauffes eau électrique

TYPE ET CAPACITÉ	PUISSANCE EN W	TEMPS DE CHAUFFE	ENCOMBREMENT + ESPACE DE RACCORDEMENT EN CM H : hauteur - L : longueur - P : profondeur - Ø : diamètre	
Chauffe rapide			**Sorties par dessus**	**Sorties par dessous**
10 l rectangulaire	1200	17' à 45'	(H 36+10) x L 36 x P 24	(H 36+25) x L 36 x P24
10 l cylindrique	1600 à 2000	20' à 24'	(H 46+10) x Ø 26	(H 46+25) x Ø 26
15 l rectangulaire	1200 à 2000	26' à 1h	(H 36+10) x L 36 x P 30	(H 36+25) x L 36 x P 30
15 l cylindrique	1600 à 2000	26' à 35'	(H 40+10) x Ø 34	(H 40+25) x Ø 34
30 l rectangulaire	1500 à 2000	52' à 1h30'	----------	(H 45+25) x L 45 x P 36
30 l cylindrique	2000	57'	----------	(H 63+25) x Ø 34
50 l cylindrique	2000	1h36'	----------	(H 92+25) x Ø 35
Horizontaux		**Stéatite**	**Sorties en dessous**	**Sorties sur le côté**
75 l étroit	2000	2h12'	----------	(L 79 + 25) x (Ø 46 + 10)
75 l standard	1000 à 2000	3h06' à 3h36'	(L 66 à 70 +10) x (Ø 51 à 55 +25)	(L 67 à 75 +25) x (Ø 51 à 55 +10)
100 l étroit	1200 à 2000	2h54'	(L 86 +10) x (Ø 51 +25)	(L 83 à 92 +25) x (Ø 51 +10)
100 l standard	1100 à 2000	2h54'à 4h50'	(L 80à84 +10) x (Ø 53 à 55 +25)	(L 75 à 84 +25) x (Ø 55 à 57 +10)
150 l étroit	1800 à 2200	3h30' à 4h24'	(L 118 +10) x (Ø 51 +25)	(L 115 à 126 +25) x (Ø 51 +10)
150 l standard	1650 à 2200	4h24' à 4h50'	(L 109 à 114 +10) x (Ø 53 à 55 +25)	(L 101 à 113 +25) x (Ø 56 +10)
200 l étroit	2100 à 2400	4h10' à 5h54'	(L 151 +10) x (Ø 51 +25)	(L 148 à 159 +25) x (Ø 51 +10)
200 l standard	2000 à 2400	5h20' à 6h09'	(L 127à146 +10) x (Ø 53 à 56 +25)	(L 127 à 142+25) x (Ø 55 à 60 +10)
Verticaux par dessous		**Stéatite**	**Modèle étroit**	**Modèle standard**
50 l	900 à 1500	2h45' à 4h	(H 63 à 76 +25) x (Ø 40 à 46 +5)	(H 54 à 58 +25) x (Ø 50 à 52 +5)
75 l	900 à 1500	3h36' à 4h20'	(H 79 à 103 +25) x (Ø 40 à 46 +5)	(H 67 à 78 +25) x (Ø 51 à 55 +5)
100 l	1200 à 1500	5h à 5h40'	(H 93 à 99 +25) x (Ø 47 à 50 +5)	(H 75 à 92 +25) x (Ø 51 à 56 +5)
150 l	1600 à 2500	4h24' à 5h30'	(H 113 à 132 +25) x (Ø 50 à 51+5)	(H 101 à 120+25) x (Ø 53 à 56 +5)
200 l	2200 à 2500	4h54' à 5h45'	(H 149 à 167 +25) x (Ø 50 à 51+5)	(H 127 à 150+25) x (Ø 53 à 60 +5)
Stables EF/côté bas EC/haut		**Stéatite**	**Modèle étroit**	**Modèle standard**
150 l	1650 à 2200	3h35' à 4h40'	(H 117 +20) x (Ø 51 +20)	(H 123 + 20) x (Ø 57 + 20)
200 l	2200 à 3000	3h54' à 4h56'	(H 156 +20) x (Ø 51 +20)	(H 130 à 163+20) x (Ø 56 à 59 +20)
250 l	3000 à 3300	4h40' à 5h45'	(H 180+20) x (Ø 53 +20)	(H 139 à 156+20) x (Ø 56 à 59 +20)
300 l	3000 à 3300	5h10' à 5h48'	(H 175 à 182 +20) x (Ø 56 à 57+20)	(H 177 à 179+20) x (Ø 59 à 66 +20)
500 l	5000	6h35	----------	(H 205 + 20) x (Ø 68 + 20)

Le débit d'ECS instantané de pointe doit correspondre au débit moyen des appareils sanitaires utilisés en même temps. Les fabricants donnent les caractéristiques techniques, sui vante les normes de fabrication:

- des débits en litres par minute (l/min),
- une température d'eau froide de 15 °C,
- une température de production de 45 °C.

Il est évident que plus le débit sera important, meilleur sera le confort. On peut prendre comme base les débits minimaux en litre par minute suivant le tableau (III.7). L'appareil le plus performant est celui qui, pour la puissance en kW la plus faible, a le débit le plus élevé.

Il existe beaucoup de combinaisons possibles selon les fabricants. Si on prend par exemple, les productions doubles usage au gaz chez FRISQUET, les différentes possibilités sont données dans le tableau (III.8).

Tableau (III.7): Débit d'ECS pour les productions individuelles instantanées [1]

Équipement sanitaire	Débit d'ECS en litres par minute					
	5	10	11-13	15-16	18/20	23/24
Evier ou Lavabo ou Douche	●					
Evier + Lavabo ou Douche		●				
Evier + Lavabo + Douche			●			
Evier + Baignoire + Lavabo			●	● Confort +		
Evier + Baignoire + Lavabo + Douche + Lavabo				●	● Confort +	
Evier + Baignoire + Lavabo + Equipement gros débit					●	● Confort +
Evier + Baignoire + Lavabo + Baignoire + Lavabo						●

Tableau (III.8): Performances des chaudières mixtes [1]

Production double usage	Système ECS	Evacuation gaz brûlés	Puissance en kW	Débit ECS en l/min
Chaudière mixte murale	Semi accumulation par serpentin	Cheminée	23	11
		Ventouse	23	12
Chaudière mixte murale avec Ballon de 80 l	Semi accumulation par serpentin + ballon	Cheminée	23	19
		Ventouse	23	20
Chaudière mixte murale avec Ballon de 80 l	Semi accumulation par serpentin + ballon	Cheminée	23	23
		Ventouse	23	24
Chaudière au sol	Semi accumulation par serpentin	Cheminée	23 32	13 16
		Ventouse	23 32	12 16

III. 3.3. La Puissance de Production

III .3.3.1. La Puissance de production instantanée

Appliquons la formule du § 1.3. :

$$P=\frac{1{,}16.(Qtp-Catp.Cœf\ Stock).(tp-tf)}{1000\ .T}\ Cœf$$

Ca_{tp} et cœf stock) seront égaux à 0

T sera égal à 1

Cœf : Par rapport à la puissance calculée, on prend un coefficient majorateur de rendement de 1,10, qui correspond à l'entartrage possible et à une perte d'efficacité de l'appareil.

La formule devient :

$$P=\frac{1.16\ .Qtp\ .(tp-tf)}{1000}.\ Cœf \qquad (7)$$

- **Exemple pour une production à 60 °C:**

Dans l'exemple de calcul de débit pour notre logement d'habitation, on a trouvé un débit probable de 0.249 l/s ou 896 l/h. En appliquant la formule précédente on a :

$$P=\frac{1.16\ .\ 896\ .(60-10)}{1000}=\ 52\ kW$$

Soit une puissance d'échangeur avec coefficient majorateur de 1,10 de:

P = 52 x 1,10 = 57 kW

La figure (III.9) montre le même résultat obtenu avec l'outil de calcul sous tableur EXCEL

Besoins en eau chaude sanitaire

Débit instantanés eau chaude pour détermination de la puissance

CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

Coefficient majorateur à appliquer au coefficient de simultanéité pour certaines installations 1

Coefficient de simultanéité minimum à retenir pour le calcul du débit instantané 0.03

calcul des débits eau chaude ou eau mélangée par type d'appareil

les débits ECS calculés ci-dessous à la température de production sont déterminés en fonctio de la formule suivante :

tm = Température de l'eau distribuée au point de puisage précisée dans la colonn 'température EM'

tf = Température de l'eau froide précisée dans la colonne 'Température EF' 10°C

tp = Température de l'eau chaude en sortie de production et en distribution 60°C

Q_p = Débit de base par appareil selon le DTU 60.11

Q_{tp} = Débit eau chaude à température production inscrit dans la colonne 'débit ECS à tp°C

rep	désignation appareils	température EF °C	température EM °C	nombre d'appareils	débits de base ECS l/s	débits ECS à tp°c	coef simultanéité	débits probables l/s	vitesse maxi m/s	diamètre calculé(mm)
1	lavabo	10	40	1	0.20	0.12				
2	évier	10	40	1	0.20	0.12				
3	baignoire	10	40	1	0.33	0.20				
	Total appareils ECS en fonction de tm		40	3		0.44	0.566	0.249		
	Réseau ECS débits à tp°c selon tm							0.249	1.5	14.50

puissance de la Production ECS instantanée

1.16 la chaleur volumique de l'eau vaut 4187 joules/litre.k ou 1.16 wh/ litre.k

Q_{tp} : débit eau chaude sanitaire à la température de production

tf : Température de l'eau froide à l'entrée de la production 10 °C

tp : Température de l'ECS en sortie de production et en distribution 60°C

p : puissance calculée en KW 52 KW

coef : coefficient majorateur 1.10

p : puissance de la Production eau chaude sanitaire 57 KW

Figure (III.9): Exemple de calcul sous Excel pour le calcul d'une production instantanée

III. 4. Calculs des distributions d'eau chaude sanitaire

Le calcul des diamètres se fait de la même presque manière que pour l'eau froide suivant le DTU 60-11.

- Débits en l/s et diamètres intérieurs des canalisations en mm de chaque appareil sanitaire (voir chapitre II, tableau 1).
- Diamètre intérieur d'alimentation en fonction du nombre d'appareils sanitaires (voir chapitre II, tableaux 2 et 3).

La production ECS individuelle doit être située au plus près des points d'utilisation. On limite les longueurs de tuyauteries de manière à avoir un temps d'attente de l'eau chaude sanitaire le plus court possible.

Avant d'obtenir de l'ECS au point de puisage, on doit au premier soutirage vider la canalisation contenant de l'eau non conforme aux températures requises. L'arrêté du 30 novembre 2005 valable pour tous les types de bâtiments stipule : "Le volume des tubes finaux d'alimentation est le plus faible possible, et dans tous les cas inférieur ou égal à 3 litres".

Il faut également suivre les recommandations des Guides techniques qui tiennent compte de cet arrêté :

- Le guide technique de conception et de mise en œuvre du CSTB précise que l'on doit disposer dans un temps raisonnable (< 30 s) d'une eau chaude à température donnée et prévoir une distance maximale de 20 m entre la production et le point d'utilisation, ce qui correspond au volume maximal autorisé des tubes finaux (un tube cuivre 14/16 ayant une longueur de 20 m contient 3 litres d'eau).
- Le Guide Technique Eau et Santé du ministère de la Santé et des Solidarités, "L'Eau dans les établissements de santé, production et distribution d'eau chaude", indique de prévoir pour les antennes terminales, une longueur de tuyauterie inférieure à 3 m sans maintien en température.

.

Le tableau (III.10) donne les temps d'attente avec un débit moyen de 0,10 l/s correspondant à une ouverture d'un mitigeur de lavabo.

Tableau (III.10): Temps d'attente en seconde pour un débit de 0.10 l/s [1]

Longueur	Tube cuivre				
	10//12 0.079 l/m	12//14 0.113 l/m	14/16 0.154 l/m	16/18 0.201 l/m	20/22 0.314 l/m
1 mètre	1	1	1.5	2	3
2 mètres	1.5	2.5	3	4	6.5
3 mètres	2.5	3.5	4.5	6	9.5
4 mètres	3	4.5	6	8	12.5
5 mètres	4	6	8	10	16
6 mètres	5	7	9	12	19
7 mètres	5.5	8	11	14	22
8 mètres	6.5	9	12.5	16	25

IV. 1. Objet du calcul

Les calculs proposés ne s'appliquent qu'aux installations intérieures aux bâtiments, jusqu'à 0,50 m du mur extérieur. Les éléments à évacuer sont les suivants :

- Les eaux usées qui peuvent être classées, suivant le règlement sanitaire et les DTU, en:
  - eaux ménagères ou eaux usées (EU) :
  - eaux provenant des lavabos, éviers, baignoires, urinoirs, etc.
  - eaux vannes (EV): eaux provenant uniquement des WC ou appareils similaires (vidoirs hospitaliers, lave-bassins, etc.).

Ou, suivant la NF EN 12056-2, en:

- eaux grises (EG) : eaux provenant des lavabos, éviers, baignoires, etc.
- eaux noires (EN): eaux provenant des WC ou appareils similaires (vidoirs hospitaliers, lave-bassins, etc.) et des urinoirs.

- Les eaux pluviales (EP) : eaux de pluie. [1]

IV.2. Choix de la méthode de calcul

Les bases de calcul pour les évacuations sont données dans le DTU 60.11 d'octobre 1988. Ce DTU n'a pas été modifié depuis cette date, il reste donc en vigueur. Il existe maintenant une norme européenne EN 12056 commune à tous les pays de la Communauté européenne qui concerne les réseaux d'évacuation gravitaire à l'intérieur des bâtiments. Cette norme est homologuée par L'AFNOR. Son application peut être rendue obligatoire dans le cadre d'un marché public. Cependant, avant de citer cette norme dans un descriptif, le bureau d'études doit demander au maitre d'ouvrage si cette disposition doit être prise en compte.

Chaque chapitre donne la prescription nationale à suivre par pays. En France, il faut :

- pour les évacuations EU, appliquer le Règlement Sanitaire Départemental.
- pour les évacuations EP, appliquer le Règlement Sanitaire Départemental avec une intensité pluviométrique minimale de 0.05 l/s.m^2.

Remarque:

Certains termes sont différents des appellations généralement utilisées. Le tableau (Annexe 2) présente les définitions selon la norme NF EN 12056 et les termes équivalents de la réglementation sanitaire, la NF P41102, et les DTU.

IV. 3. Calculs des évacuations EU et EV suivant le DTU 60.11

Le calcul des débits de base, des débits probables et des hypothèses de simultanéité suit les mêmes principes que ceux définis au chapitre 2 pour la distribution d'eau. Ces calculs

sont simplifiés par rapport aux calculs de distribution d'eau car le système se conçoit comme une installation collective.

IV. 3.1. Calcul des débits de base

Pour les appareils sanitaires, ils sont donnés dans le DTU 60-11 (tableau IV.2). Pour les appareils spéciaux (grandes cuisines, laboratoires, machines, etc.), le débit pris en compte est celui donné par le fabricant de l'appareil. Le tableau (IV.2) a été complété par les diamètres courants du commerce. Ils sont à respecter impérativement dans toutes les installations. Dans la pratique, les indications de diamètre en évacuation varient suivant la nature de la tuyauterie:

- le PVC se désigne par son diamètre extérieur, par exemple: 32 - 40 - 50 - 63 - 75 - 100;
- le cuivre se nomme par ses diamètres intérieurs et extérieurs, par exemple : 30/32 - 34/36 - 38/40 - 50/52 - 60/63.

IV. 3.2. Calcul des débits probables

Les hypothèses de simultanéité sont données par le DTU 60-11. Les coefficients de simultanéité sont ceux définis au chapitre II, pour la distribution d'eau. Le tableau (II.3) donne en lecture directe le coefficient en fonction du nombre d'appareils.

IV. 3.3. Calcul des diamètres pour le raccordement des appareils sanitaires

IV. 3.3.1. Évacuation individuelle d'appareils

Les diamètres sont donnés par le DTU 60-11 pour une pente comprise entre 1 et 3 cm/m (tableau IV.3). Pour les WC à chasse directe, le raccordement se fait dans la plupart des cas dans le même diamètre que la chute (diamètre 100). Quant aux WC à action siphonique, ils ne sont pratiquement plus fabriqués en France.

IV. 3.3.2. Evacuation d'appareils groupés

Il faut bien respecter la position de l'appareil sur le collecteur. Les autres cas de regroupement non figurés dans le tableau (IV.4) ne sont pas autorisés.

Les diamètres sont donnés par le DTU 60-11 pour une pente comprise entre 1 et 3 cm/m.

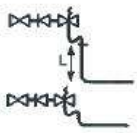
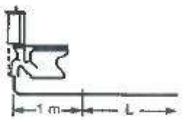
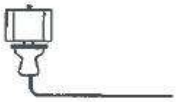
La douche est assimilée à la baignoire. Le DTU 60-11 ne prévoit pas l'évacuation de 2 lavabos sur le même collecteur. Ce cas se rencontre pourtant dans les salles de bains équipées de 2 vasques. On prendra alors pour le collecteur le diamètre supérieur au diamètre

d'évacuation d'un lavabo. Le DTU précise que tous les autres appareils doivent être évacués indépendamment les uns des autres. La solution la plus efficace consiste à raccorder les appareils individuellement sur la chute. L'utilisation des culottes de forme oblongue facilite ces raccordements. Le non-respect des spécifications du tableau (IV.4) entraine un risque de désamorçage des siphons par aspiration de l'air lors de la vidange d'un des appareils. Ceci provoquera des bruits d'aspiration et des mauvaises odeurs.

Tableau (IV.2): Débits de base et diamètre de raccordement des appareils sanitaires

Appareils	Débits de base en litre		Diamètres courants	
	par minute	Par seconde	Tube cuivre (mm)	Tube PVC (mm)
Baignoire (distance entre siphon et chute >1 m)	72	1.2	34/36	34/40
Baignoire (distance entre siphon et chute <1 m)	72	1.2	38/40	44/50
Douche	30	0.5	34/36	34/40
Lavabo	45	0.75	30/32	36/40
Bidet - lave-mains - appareil avec bonde à grille (ex : lavabos, etc.)	30	0.5	30/32	34/40
Évier	45	0.75	34/36	34/40
Bac à laver	45	0.75	34/36	34/40
Urinoir	30	0.5	34/36	34/40
Urinoir à action siphonique (diamètre minimal)	60	1.0	34/36	34/40
Urinoir à action siphonique (diamètre usuel)	60	1.0	38/40	44/50
WC a chasse directe	90	1.5	-	94/100
WC à action siphonique	90	1.5	-	69/75
Machine à laver le linge (domestique)	40	0.65	34/36	34/40
Machine à laver la vaisselle (domestique)	25	0.40	34/36	34/40
* En langage technique normalisé, les tubes sont désignés par le diamètre extérieur et l'épaisseur				

Tableau (IV.3): Diamètres pour le raccordement des appareils sanitaires [1]

Appareil	Diamètre intérieur minimal (mm)	Observations
Groupe de sécurité 	20	Si L ⩾ 1 m
	25	Sans partie verticale ou L < 1 m
Machines à laver le linge et la 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	

Appareil	Diamètre intérieur minimal (mm)	Observations
Lavabo, lave-mains, bidet 	30	
Évier, poste d'eau, douche, urinoir 	33	
Baignoire 	33 38	Si L ⩽ 1 m Si L > 1 m

Tableau (IV.4): Diamètres des évacuations groupées des appareils sanitaires [1]

Appareils groupés dans le sens de l'écoulement	Diamètre intérieur minimal (mm)	Observations	Diamètres courants
Lavabo + bidet 	30		Tube cuivre Ø 30/32 Tube PVC Ø 34/40
Bidet + lavabo 			
Lavabo ou bidet ou machine à laver + baignoire 		2 vidanges séparées sont nécessaires	

Appareils groupés dans le sens de l'écoulement	Diamètre intérieur minimal (mm)	Observations	Diamètres courants
Baignoire + lavabo ou bidet ou machine à laver 	Choisir le diamètre immédiatement supérieur au diamètre de l'appareil le plus important		Tube cuivre Ø 50/52 Tube PVC Ø 57/63
Lavabo + bidet + baignoire (ordre différent) 		2 collecteurs sont nécessaires (voir cas précédents). Le diamètre minimal dépend du regroupement des appareils	
Machine à laver (linge ou vaisselle) + évier 	33		Tube cuivre Ø 34/36 Tube PVC Ø 34/40

Pour éviter ces problèmes, il existe des moyens qui ne sont pas décrits dans le DTU 60.11:

- faire des ventilations secondaires pour amener de l'air après le siphon;
- mettre après le siphon de l'appareil le plus haut (exemple : le lavabo dans une salle d'eau), une soupape anti-vide qui permet une admission d'air par dépression.

IV. 3.4. Calcul des chutes d'eaux usées

Les diamètres sont donnés dans le DTU 60-11 (tableau IV.5) Ces diamètres sont constants sur toute la hauteur des chutes.

Tableau (IV.5): Diamètre des chutes d'eaux usées [1]

Appareil	Nombre total d'appareils	Diamètre intérieur mini (mm)	Diamètre nominal	Fonte	PVC
WC	1 ou plusieurs	90	100	100	100
Baignoire, évier, lavabo, douche urinoir, bidet, lave-mains, machines à laver	1 à 3 appareils autres que baignoire ou 1 baignoire au plus	50	50	50	63
	4 à 10 appareils incluant 2 baignoires au plus	65	75	75	75
	11 appareils et au-delà	90	100	100	100

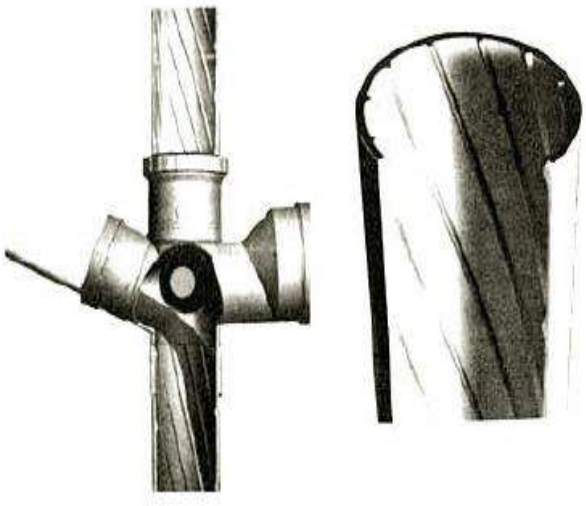


Figure (IV.1): Système Chutunic, Nicoll [2]

IV. 3.4.1. Pour le dévoiement des chutes

La partie horizontale du dévoiement se calcule comme un collecteur. Le diamètre doit être au minimum égal à celui de la chute. Le diamètre de la chute après le dévoiement est le diamètre calculé pour la partie horizontale.

IV. 3.4.2. Pour les sorties en ventilation primaire

Le diamètre doit être identique à celui de la chute. Toutefois il est possible de regrouper plusieurs chutes en une seule immédiatement au-dessus du dernier branchement, le diamètre de cette sortie étant le diamètre immédiatement supérieur à celui de la plus grande des ventilations avant regroupement.

Il arrive que l'on ne puisse pas sortir toutes les ventilations primaires en terrasse.il y a alors deux solutions :

- mettre un collecteur au dernier niveau ou dans les combles pour sortir en un point. Il faut pouvoir apporter à chaque chute un volume d'air suffisant (environ 20 fois le débit d'eau) en tenant compte d'une simultanéité. Par expérience, on prend :

- pour quatre chutes, un collecteur en DN 125 jusqu'en toiture,
- pour huit chutes, un collecteur en DN 140 jusqu'en toiture,
- au-dessus, un collecteur en DN 60 jusqu'en toiture.

  Ce regroupement se fait par secteur et non pour tout un bâtiment.

- mettre des clapets aérateurs. Ces équipements doivent bénéficier d'un Avis Technique et leur installation doit être conforme au règlement sanitaire.

IV. 3.5. Calcul des chutes uniques (EU + EV)

Le DTU 60.11 n'aborde pas la détermination des chutes uniques, car ces procédés doivent avoir un Avis Technique du CSTB. Les chutes uniques sont toujours en diamètre 100 ou 110 et sont équipées de culottes spéciales de raccordement.

Pour l'installation de chutes unique, il faudra prendre des précautions particulières : installer des ventilations secondaires (ce qui est techniquement et économiquement peu intéressant), ou utiliser des systèmes faisant L'objet d'un avis technique. La société Nicol a brevète un système appelé Chutunic. La paroi interne de la tuyauterie comporte des nervures hélicoïdales qui mettent en rotation les flux évacues, ce qui les plaque contre les parois et empêche la formation du piston hydraulique en préservant au centre une colonne d'air. Le système bénéficie d'un avis technique (Atec 14/01 – 615) (figure IV.1**)**.

IV. 3.6. Calcul des collecteurs d'appareils sanitaires

IV. 3.6.1. Diamètres des collecteurs

Les diamètres sont calculés en utilisant la formule de Bazin.

$$Q = \frac{87 RH\sqrt{i}}{\gamma + \sqrt{RH}} x\ SM$$

Avec:

Q : débit (m^3/s)

RH : rayon hydraulique (m)

SM : surface mouillée (m^2)

i : pente (m/m)

γ : coefficient de frottement ($m^{1/2}$) =0,16

Remarque:

- Le rayon hydraulique RH est le rapport de la surface mouillée sur le périmètre mouillé.
- La surface mouillée SM est définie comme le montre le schéma (section droite du liquide).
- Le périmètre mouillé est la partie du périmètre de la section mouillée qui est en contact avec les parois de la conduite.

Le remplissage des tuyaux doit correspondre à:

- EU seule : 5/10° du diamètre (figure 1).
- EU + EP : 7/10° du diamètre.

Le coefficient de frottement de 0,16 est fixe. On admet en effet que les tuyaux s'entartrent ou s'encrassent de la même manière quelle que soit la nature des tuyauteries. La vitesse d'écoulement doit être comprise entre 1 et 3 m/s de manière à obtenir un autocurage des canalisations. Il ne faut pas descendre en dessous de 0,6 m/s car cela entrainerait un risque de dépôt. On donne, dans la figure (IV.2), un abaque calculé suivant la formule de Bazin avec les diamètres intérieurs pour les tubes PVC et fonte. La pente est donnée par le profil en long de l'installation. Il est possible que le diamètre de la chute soit supérieur au diamètre du collecteur calculé par la formule de Bazin, en fonction de la pente. Dans ce cas, le diamètre du collecteur sera égal à celui de la chute.

Dans le cas de variations de pente sur un même collecteur, il est possible que le diamètre calculé d'un réseau soit inférieur à celui du réseau amont. Le diamètre choisi sera au minimum égal au diamètre du réseau amont. Les figures (IV.3) et (IV.4) donnent le diamètre en fonction de la tuyauterie utilisée. Suivant le remplissage et la pente de la canalisation, le débit maximal, en litre/seconde, est lu directement.

Exemple:

Pour un débit calculé de 1.34 l/s, avec une pente de 0,02 m/m, on adopte un diamètre de 75 mm, et 75 mm en PVC.

en PVC :

$$D_{calcule}=\frac{(69-57)*(1.3467-0.801)}{(1.362-0.801)}+57=68.7 \text{ mm}$$

$D_{calcule}$ =68.7 mm $\approx$ $D_{adopter}$ =75 mm.

IV. 3.6.2. Pente des collecteurs

Le DTU 60.11 recommande une pente minimale de 1 cm/m. On applique cette valeur pour les canalisations en plinthe dans les cellules sanitaires en respectant les diamètres des

tableaux (IV.3) et (IV.4), sans notion de vitesse. Il ne faut jamais descendre en dessous de cette valeur car avec des pentes plus faibles, l'autocurage des collecteurs n'est plus assuré.

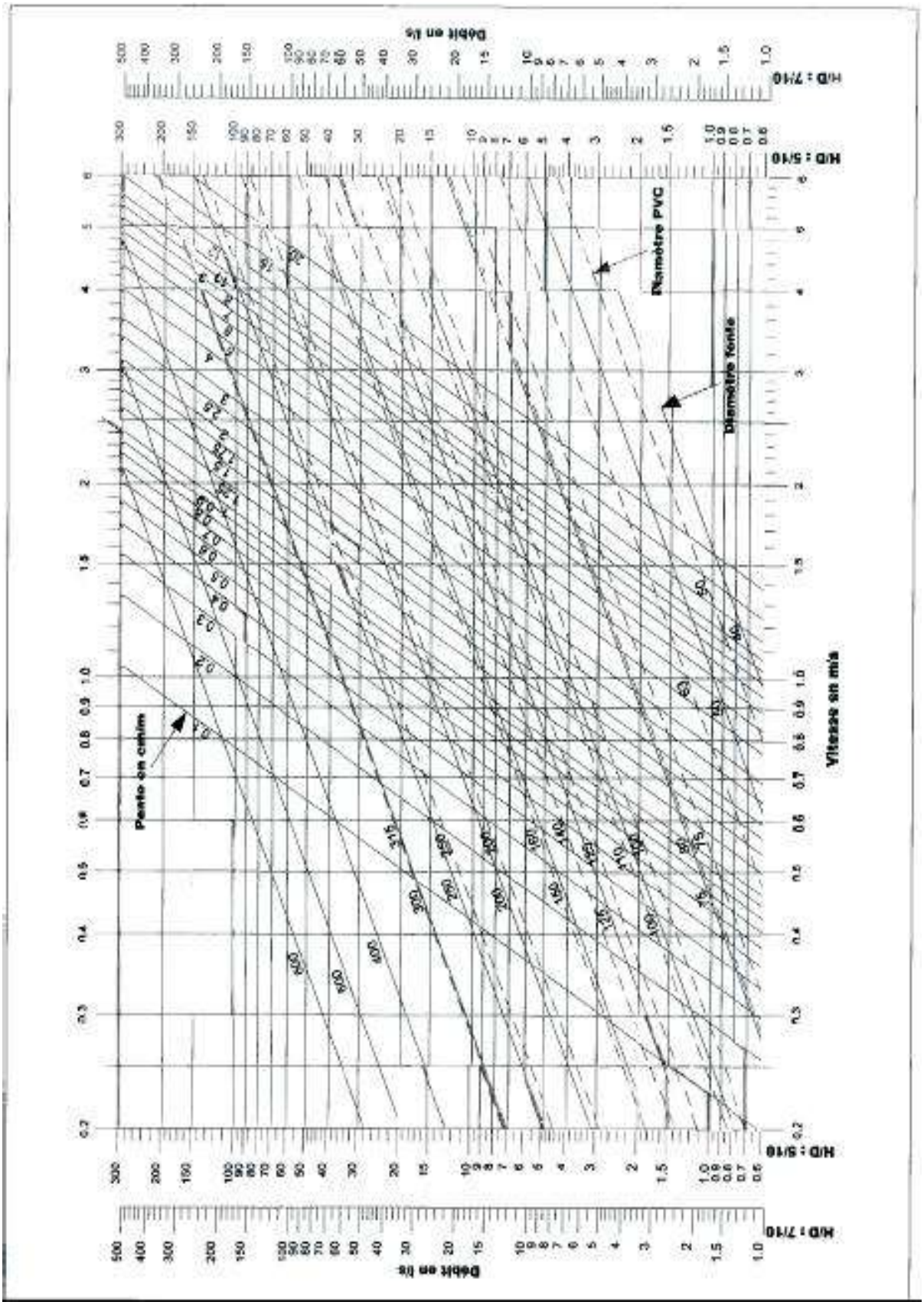
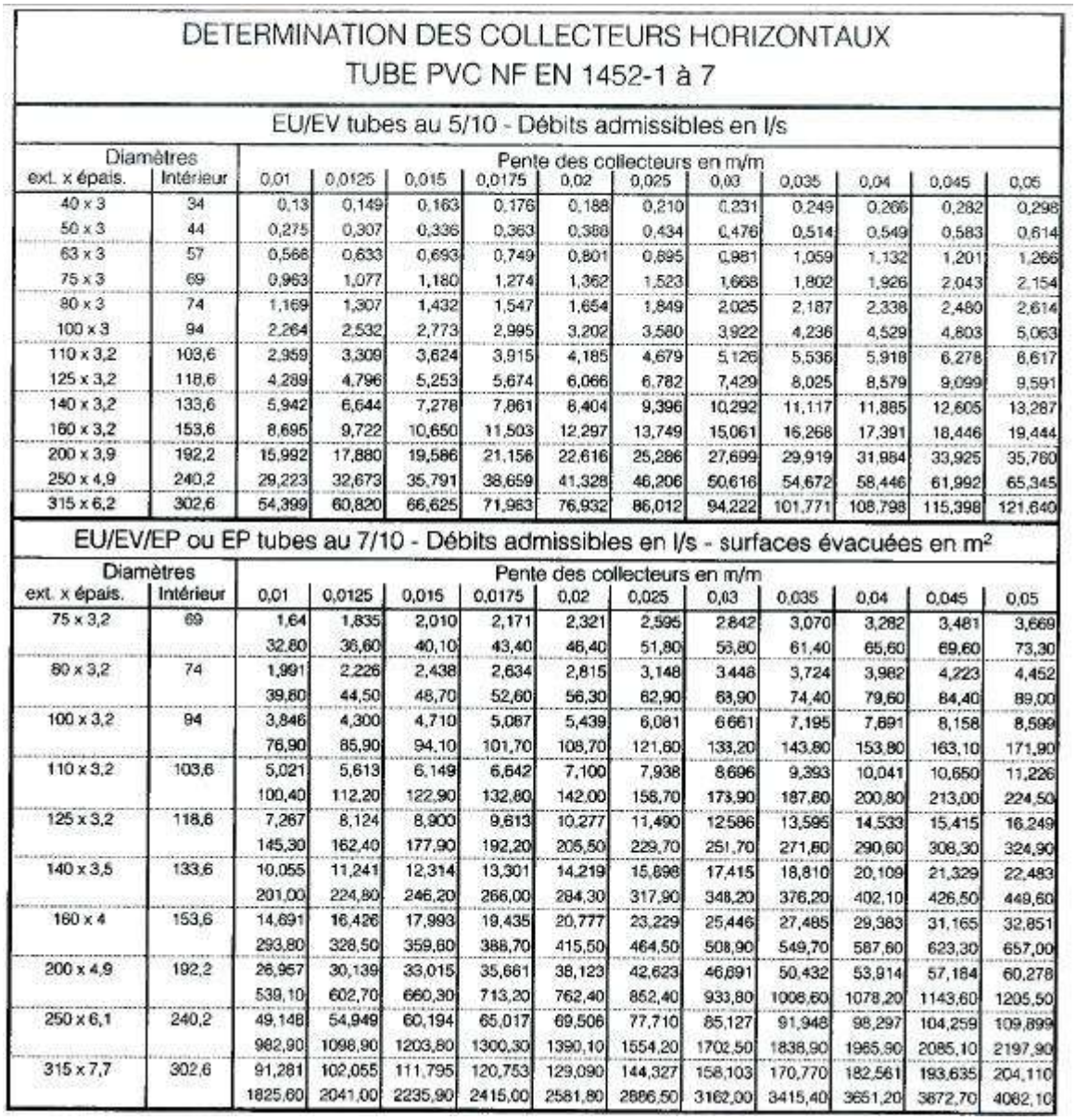


Figure (IV.2): Détermination des collecteurs EU et EP [1]



DETERMINATION DES COLLECTEURS HORIZONTAUX
TUBE PVC NF EN 1452-1 à 7

EU/EV tubes au 5/10 - Débits admissibles en l/s

Diamètres ext. x épais.	Diamètres Intérieur	Pente des collecteurs en m/m 0,01	0,0125	0,015	0,0175	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04	0,045	0,05
40 x 3	34	0,13	0,149	0,163	0,176	0,188	0,210	0,231	0,249	0,266	0,282	0,298
50 x 3	44	0,275	0,307	0,336	0,363	0,388	0,434	0,476	0,514	0,549	0,583	0,614
63 x 3	57	0,566	0,633	0,693	0,749	0,801	0,895	0,981	1,059	1,132	1,201	1,266
75 x 3	69	0,963	1,077	1,180	1,274	1,362	1,523	1,668	1,802	1,926	2,043	2,154
80 x 3	74	1,169	1,307	1,432	1,547	1,654	1,849	2,025	2,187	2,338	2,480	2,614
100 x 3	94	2,264	2,532	2,773	2,995	3,202	3,580	3,922	4,236	4,529	4,803	5,063
110 x 3,2	103,6	2,959	3,309	3,624	3,915	4,185	4,679	5,126	5,536	5,918	6,278	6,617
125 x 3,2	118,6	4,289	4,796	5,253	5,674	6,066	6,782	7,429	8,025	8,579	9,099	9,591
140 x 3,2	133,6	5,942	6,644	7,278	7,861	8,404	9,396	10,292	11,117	11,885	12,605	13,287
160 x 3,2	153,6	8,695	9,722	10,650	11,503	12,297	13,749	15,061	16,268	17,391	18,446	19,444
200 x 3,9	192,2	15,992	17,880	19,586	21,156	22,616	25,286	27,699	29,919	31,984	33,925	35,760
250 x 4,9	240,2	29,223	32,673	35,791	38,659	41,328	46,206	50,616	54,672	58,446	61,992	65,345
315 x 6,2	302,6	54,399	60,820	66,625	71,963	76,932	86,012	94,222	101,771	108,798	115,398	121,640

EU/EV/EP ou EP tubes au 7/10 - Débits admissibles en l/s - surfaces évacuées en m²

Diamètres ext. x épais.	Diamètres Intérieur	Pente des collecteurs en m/m 0,01	0,0125	0,015	0,0175	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04	0,045	0,05
75 x 3,2	69	1,64	1,835	2,010	2,171	2,321	2,595	2842	3,070	3,282	3,481	3,669
		32,80	36,60	40,10	43,40	46,40	51,80	56,80	61,40	65,60	69,60	73,30
80 x 3,2	74	1,991	2,226	2,438	2,634	2,815	3,148	3448	3,724	3,982	4,223	4,452
		39,80	44,50	48,70	52,60	56,30	62,90	68,90	74,40	79,60	84,40	89,00
100 x 3,2	94	3,846	4,300	4,710	5,087	5,439	6,081	6661	7,195	7,691	8,158	8,599
		76,90	85,90	94,10	101,70	108,70	121,60	133,20	143,80	153,80	163,10	171,90
110 x 3,2	103,6	5,021	5,613	6,149	6,642	7,100	7,938	8696	9,393	10,041	10,650	11,226
		100,40	112,20	122,90	132,80	142,00	158,70	173,90	187,80	200,80	213,00	224,50
125 x 3,2	118,6	7,267	8,124	8,900	9,613	10,277	11,490	12586	13,595	14,533	15,415	16,249
		145,30	162,40	177,90	192,20	205,50	229,70	251,70	271,60	290,60	308,30	324,90
140 x 3,5	133,6	10,055	11,241	12,314	13,301	14,219	15,898	17,415	18,810	20,109	21,329	22,483
		201,00	224,80	246,20	266,00	284,30	317,90	348,20	376,20	402,10	426,50	449,60
160 x 4	153,6	14,691	16,426	17,993	19,435	20,777	23,229	25,446	27,485	29,383	31,165	32,851
		293,80	328,50	359,60	388,70	415,50	464,50	508,90	549,70	587,60	623,30	657,00
200 x 4,9	192,2	26,957	30,139	33,015	35,661	38,123	42,623	46,691	50,432	53,914	57,184	60,278
		539,10	602,70	660,30	713,20	762,40	852,40	933,80	1008,60	1078,20	1143,60	1205,50
250 x 6,1	240,2	49,148	54,949	60,194	65,017	69,506	77,710	85,127	91,948	98,297	104,259	109,899
		982,90	1098,90	1203,80	1300,30	1390,10	1554,20	1702,50	1838,90	1965,90	2085,10	2197,90
315 x 7,7	302,6	91,281	102,055	111,795	120,753	129,090	144,327	158,103	170,770	182,561	193,635	204,110
		1825,60	2041,00	2235,90	2415,00	2581,80	2886,50	3162,00	3415,40	3651,20	3872,70	4082,10

Figure (IV.3): Table précalculée pour les collecteurs en PVC. [1]

a) Pente des collecteurs principaux

À l'article 3.2.13, le DTU 60.1. Précise de ne pas descendre en dessous de 2 cm/m. Le DTU 60.11 donne des tableaux précalculés avec des vitesses d'écoulement comprises entre 1 m/s et 2 m/s. Il faut donc choisir le diamètre et la pente de manière à respecter ces vitesses et permettre l'autocurage des collecteurs. Cependant, dans certains cas en sous-sol et en parking, une pente de 1 cm/m est admise uniquement pour les passages difficiles. En dessous de 0,60 m/s, il faut prévoir un dispositif de chasse à l'extrémité amont des réseaux concernés.

DETERMINATION DES COLLECTEURS HORIZONTAUX
TUBE FONTE NF EN 877

EU/EV tubes au 5/10 - Débits admissibles en l/s

Diamètres ext. x ép.	Diamètres Intérieur	Pente des collecteurs en m/m 0,01	0,0125	0,015	0,0175	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04	0,045	0,05
58 x 4	50	0,39	0,44	0,48	0,52	0,56	0,62	0,68	0,73	0,79	0,83	0,89
83 x 4	75	1,21	1,36	1,49	1,61	1,72	1,92	2,10	2,27	2,43	2,57	2,71
110 x 5	100	2,68	3,00	3,29	3,55	3,80	4,25	4,65	5,02	5,37	5,70	6,00
135 x 5	125	4,95	5,54	6,07	6,55	7,01	7,83	8,58	9,27	9,91	10,51	11,08
160 x 5	150	8,15	9,11	9,98	10,78	11,53	12,89	14,12	15,25	16,30	17,29	18,23
210 x 5	200	17,81	19,91	21,82	23,56	25,19	28,16	30,85	33,32	35,62	37,79	39,83
274 x 12	250	32,55	36,39	39,87	43,06	46,03	51,47	56,38	60,90	65,10	69,05	72,78
326 x 13	300	53,15	59,43	65,10	70,32	75,17	84,04	92,06	99,44	106,31	112,76	118,85
429 x 14,5	400	114,78	128,33	140,58	151,85	162,33	181,49	198,81	214,74	229,57	243,50	256,67
532 x 16	500	207,89	232,43	254,62	275,02	294,01	328,71	360,08	388,94	415,79	441,01	464,87

EU/EV/EP ou EP tubes au 7/10 - Débits admissibles en l/s - surfaces évacuées en m²

Diamètres ext. x ép.	Diamètres Intérieur	Pente des collecteurs en m/m 0,01	0,0125	0,015	0,0175	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04	0,045	0,05
83 x 4	75	2,07	2,31	2,53	2,73	2,92	3,27	3,58	3,86	4,13	4,38	4,62
		41,30	46,10	50,60	54,60	58,40	65,30	71,50	77,20	82,60	87,60	92,30
110 x 5	100	4,56	5,09	5,58	6,03	6,44	7,21	7,89	8,53	9,11	9,67	10,19
		91,10	101,80	111,60	120,50	128,80	144,10	157,80	170,50	182,20	193,30	203,70
135 x 5	125	8,39	9,38	10,27	11,10	11,86	13,26	14,53	15,69	16,77	17,79	18,75
		167,70	187,50	205,40	221,90	237,20	265,20	290,50	313,80	335,40	355,80	375,00
160 x 5	150	13,78	15,40	16,87	18,22	19,48	21,78	23,86	25,77	27,55	29,22	30,80
		275,50	308,00	337,40	364,40	389,60	435,60	477,10	515,40	551,00	584,40	616,00
210 x 5	200	30,01	33,56	36,76	39,70	42,44	47,45	51,98	56,15	60,03	63,67	67,11
		600,20	671,10	735,10	794,00	848,80	949,00	1039,60	1122,90	1200,50	1273,30	1342,20
274 x 12	250	54,72	61,18	67,02	72,39	77,39	86,52	94,78	102,38	109,44	116,08	122,36
		1094,40	1223,60	1340,40	1447,80	1547,70	1730,40	1895,60	2047,50	2188,80	2321,60	2447,20
326 x 13	300	89,20	99,73	109,24	118,00	126,15	141,03	154,50	166,87	178,40	189,22	199,45
		1783,90	1994,50	2184,80	2359,90	2522,90	2820,60	3089,90	3337,40	3567,90	3784,30	3989,00
429 x 14,5	400	192,09	214,77	235,27	254,12	271,66	303,73	332,72	359,38	384,19	407,49	429,54
		3841,80	4295,30	4705,30	5082,30	5433,20	6074,50	6654,30	7187,50	7683,70	8149,80	8590,70
532 x 16	500	347,21	388,19	425,24	459,31	491,02	548,98	601,38	649,56	694,41	736,54	776,38
		6944,10	7763,70	8504,70	9186,20	9820,40	10 979,6	12 027,5	12 991,2	13 888,2	14 730,7	15 527,5

Figure (IV.8): Table précalculée pour les collecteurs en fente. [1]

IV. 4.Calcul des évacuations EP suivant le DTU 60.11

Ce partie traite des installations d'eaux pluviales situées à l'intérieur d'un bâtiment jusqu'à 0,5 m du mur extérieur. Il concerne également les descentes pluviales extérieures généralement traitées par le couvreur et les petites surfaces extérieures au bâtiment comme les cours, terrasses, jardins. Des collecteurs VRD peuvent être repris en traversée de bâtiment, dans ce cas, ces collecteurs seront calculés suivant le DTU 60.11. Les contraintes d'installation des descentes EP suivant les types de couverture sont définis dans les DTU correspondants. Les diamètres des entrées d'eau sont calculés par le couvreur ou l'étancheur. Les diamètres des descentes EP sont calculés par le plombier et adaptés à la nature des tubes installés. Ces données doivent ensuite être confrontées et validées.

IV.4.1. Débit des précipitations

Les études de GRISOLLET, KOCH et BESSON sur la définition des caractéristiques des précipitations en fonction des données statistiques donnent des résultats similaires (figure 9). Quelques principes découlent de ces relevés :

- l'intensité des précipitations diminue avec la durée de l'averse,
- les pluies importantes sont toujours des pluies orageuses qui ne durent, en principe, que dix minutes au maximum.

L'équation (1) de Grisollet a été retenue par l'instruction interministérielle de 1977 pour les calculs des réseaux VRD. Les calculs de débits fondés sur les précipitations n'intéressent en fait que les réseaux VRD. Les normes et les DTU prennent comme base une valeur maximale de précipitation.

Cette valeur se justifie par le choix d'un débit identique quelle que soit la région (dans le cas d'orage exceptionnel). Dans les zones à risque comme certains sites dans le sud de la France ou à l'étranger, il faut se référer aux habitudes locales en appliquant éventuelle ment un coefficient majorateur :

- l'impossibilité de mettre en charge les toitures même pendant un temps très court, sauf pour les terrasses plates inaccessibles.
- la nécessité de concevoir des réseaux sécurisés à l'intérieur des bâtiments en installant des diamètres suffisants pour évacuer les détritus (terre, cailloux, branches, feuilles, oiseaux, etc.) pouvant pénétrer accidentellement dans les canalisations.

Tous les DTU (plomberie, couverture, étanchéité, maçonnerie) sont fondés sur les valeurs des précipitations données dans l'ancienne norme P 41-201 à 204, article 2.321 : "Le débit à prévoir, sauf indications particulières, est de trois litres à la minute par mètre carré de projection, on peut admettre une section d'écoulement d'une hauteur égale au 7/10 du diamètre" (3 l/min.m^2 ou 0,05 l/s.m^2). Cette valeur a été également reprise pour la France dans la NF EN 12056-3.

IV.4.2. Détermination des gouttières et chéneaux semi-circulaires

Ceci intéresse essentiellement les spécialistes de la couverture et de l'étanchéité. Les sections utiles des chéneaux sont données dans chaque DTU en fonction des surfaces collectées. Elles ont été reprises du DTU 60.11 dans le tableau (IV.10). Lorsque la section est rectangulaire ou trapézoïdale, elle doit être majorée de 10 %. Lorsque la section est triangulaire, elle doit être majorée de 20 %. Ce tableau peut également permettre de déterminer la section d'un caniveau.

Surface en plan des toitures desservies (m^2)	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
1000	1045	810	700	585	515	455	395	355

Tableau (IV.10) Section des gouttières et chéneaux semi-circulaires (cm^2)

IV. 4.3. Couvertures ne comportant pas de revêtement d'étanchéité (DTU 40)

Ce sont toutes les toitures inclinées traditionnelles en tuiles, ardoises, zinc, cuivre, etc.

a) Toitures avec gouttières ou chéneaux extérieurs

Les gouttières sont extérieures au bâtiment. Il y aura 1 descente par surface de récolte car la gouttière forme un trop plein par débordement. Les chéneaux sont, soit extérieurs en bordure de toit, soit installés entre deux pentes de toiture. Il y a 1 descente par surface de récolte car le chéneau doit comporter, en bout, un trop-plein d'extrémité. Le tuyau de descente peut être extérieur ou ramené vers l'intérieur du bâtiment dans le même diamètre.

b) Toitures avec chéneaux derrière acrotère

S'il n'est pas possible de faire évacuer l'eau par débordement ou par trop-plein, il faut prévoir 2 descentes par surface à évacuer.

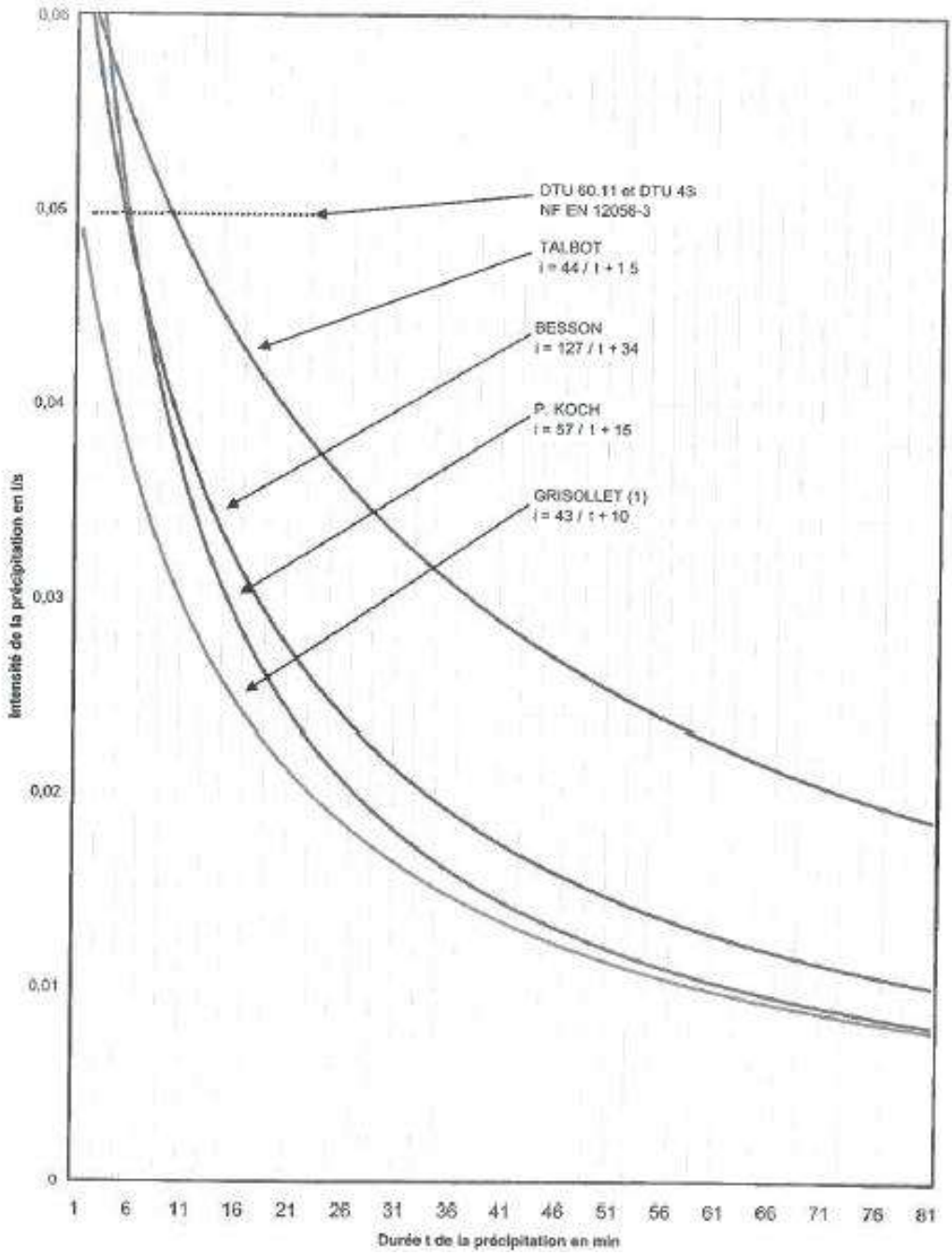


Figure (IV.9): Intensité des précipitations [1]

c) Diamètres des tuyaux de descente

Pour des surfaces en plan inférieures à 287 m^2, le DTU 60.11 préconise indifféremment les moignons cylindriques ou tronconiques (tableau IV.11). Il n'est pas nécessaire dans ce cas d'employer les coniques. Le diamètre minimal intérieur du tuyau de descente est de 60 mm. Pour des surfaces en plan allant jusqu'à 1000 m, on peut avoir 1 descente EP avec moignon cylindrique ou tronconique suivant le tableau (IV.12). Il faudra un diamètre maximum intérieur de 300 mm pour 1000 m² avec un moignon conique.

Tableau (IV.11). Diamètres des EP jusqu'à 287 m^2 de surface en plan (couverture sans étanchéité) (doc DTU 60.11).

Diamètre intérieur des tuyaux (cm)	Surface en plan des toitures desservies (m^2)
6	40
7	55
8	71
9	91
10	113
11	136
12	161
13	190
14	220
15	253
16	287

Tableau (IV.12): Diamètres des EP pour des surfaces en plan comprises entre 287 et 1000 m2 pour couvertures sans étanchéité (doc DTU 60.11).

Diamètre intérieur des tuyaux (cm)	Surface en plan des toitures desservies (m^2)	
	si le tuyau est raccordé au chéneau ou à la gouttière par un moignon cylindrique	si le tuyau est raccordé par un large cône ou une cuvette
17	287	324
18	287	363
19	287	406
20	314	449
21	346	494
22	380	543
23	415	593
24	452	646
25	490	700
26	530	758
27	570	815
28	615	880
29	660	945
30	700	1000
31	755	
32	805	
33	855	
34	908	
35	960	
36	1000	

NOTA : Prendre le diamètre supérieur correspondant au diamètre des tuyaux standard

IV.4.4. Toitures-terrasses avec revêtement d'étanchéité sur éléments porteurs en maçonnerie (DTU 43.1)

IV. 4.4.1. Classifications des toitures-terrasses en fonction de leur accessibilité

a) Toitures-terrasses inaccessibles: circulation réduite à l'entretien (antennes, étanchéité, ramonage des conduits, caissons de VMC, etc.).

b) Toitures-terrasses accessibles: usage d'agrément. Elles sont souvent constituées de dalles sur plots.

c) Toitures-terrasses techniques: passage fréquent pour l'entretien chaufferie, VMC, climatisation, nettoyage des façades, ascenseur, capteurs solaires, etc.). Ce sont des terrasses accessibles qui doivent être délimitées par des chemins de marche.

Dans cette étude, on a une toiture-terrasse accessible.

IV.4.4.2. Nombre de descentes EP

a) Cas courant :

La surface collectée par EP est limitée à 700 m².

1 descente EP pour S < 700 m²

b) Cas des dalles sur plots :

La surface collectée par EP est limitée à 200 m².

1 descente EP pour S < 200 m

La distance maximale à parcourir par l'eau de pluie pour atteindre une EP est de 30 m.

distance maximale entre 2 descentes = 30 m

Chaque toiture comporte au moins l'un des dispositifs d'évacuation des EP suivants :

- soit 2 descentes :

2 descentes par toiture

- soit 1 descente obligatoire complétée par un trop-plein :

1 descente et un trop-plein.

IV. 4.4.3. Toitures-terrasses non accessibles inférieures à 287 m²

Suivant le tableau (IV.13), le diamètre minimal intérieur des descentes EP est de 80 mm. Les moignons peuvent être cylindriques ou tronconiques.

Tableau (IV.13): Diamètres des EP pour des surfaces inférieures à 287 m non accessibles avec revêtement d'étanchéité (DTU 60.11 et DTU 43.1)

Diamètre intérieur des tuyaux (cm)	Surface en plan des toitures desservies
8	71
9	9
10	113
11	136
12	161
13	190
14	220
15	253
16	287

IV.4.4.4. Toitures-terrasses accessibles et non accessibles supérieures à 287 m²

Suivant le tableau (IV.14), le diamètre minimal intérieur des descentes EP est de 80 mm. Nous pouvons pour les petites surfaces, comme les balcons et loggias, choisir un diamètre minimal intérieur de 60 mm. L'utilisation du tableau du DTU 60.11 doit être limitée à 700 m² dans tous les cas pour respecter le DTU 43.1 étanchéité.

Les surfaces majorées sont prévues pour les DTU 43.3 et 43.4 uniquement. Les diamètres majorés concernent certains cas d'évacuations des eaux pluviales raccordées à des toitures comportant un revêtement d'étanchéité établi sur éléments porteurs en tôle d'acier nervurée (cf. DTU 43.3) ou en bois et panneaux dérivés du bois (cf. DTU 43.4).

IV.4.5. Détermination des trop-pleins

Pour les couvertures des DTU 40, les trop-pleins se font naturellement par débordement lorsqu'il y a des gouttières. Dans les autres cas de couvertures et terrasses, les DTU rendent obligatoire un trop-plein:

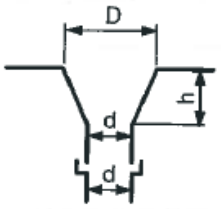
- si la surface reprise n'est évacuée que par une seule descente,
- si la charge d'eau résultant de l'engorgement d'une EP est telle que la stabilité du bâtiment est compromise.

a) Section à prévoir

La section d'écoulement des orifices de trop-plein doit être égale à celle du tuyau de descente. Ils sont de préférence à section rectangulaire, grand côté horizontal ou cylindrique. Suivant les DTU étanchéité, les sections minimales à prévoir sont :

- DTU 43.1 : 28 cm^2
- DTU 43.2 : 50 cm^2
- DTU 43.3 : 200 cm^2
- DTU 43.4 : 1,5 fois la section de la plus grande descente.

Tableau (IV.14): Diamètres des EP pour des toitures-terrasses accessible et non accessible à 287 m² (DTU 60.11 et DTU 43.1)

Entrée d'eau avec moignon cylindrique			Entrée d'eau avec moignon tronconique				
Surface en plan collectée (m^2) par une entrée d'eau		Diamètre minimal (cm) du tuyau d'évacuation ou du moignon	Surface en plan collectée (m^2) par une entrée d'eau dont le moignon est tronconique				
à Ø normal	à Ø majoré		à Ø normal	à Ø majoré	D (cm)	d (cm)	h (cm)
28		6	40	37		6	
38		7	55	37		7	
50	33	8	71	47	D = 2 d environ	8	h = 1,5 d
64	43	9	91	61		9	
79	53	10	113	75		10	
95	63	11	136	91		11	
113	75	12	161	107		12	
133	88	13	190	127		13	
154	103	14	220	147		14	
177	118	15	253	168		15	
201	134	16	287	191		16	
227	151	17	324	216		17	
254	169	18	363	242		18	
284	189	19	406	270		19	
314	209	20	449	300		20	
346	230	21	494	329		21	
380	253	22	543	362		22	
415	277	23	593	394		23	
452	302	24	646	430		24	
490	327	25	700	466		25	
530	400	26		570		26	
570	472	27		680		27	
615	550	28					
660	625	29					
700	700	30					

NOTA : Prendre le diamètre supérieur correspondant au diamètre des tuyaux standard (voir tableau 22, page 135).
Les diamètres 6 et 7 cm ne sont admis que pour des petites surfaces, balcons ou loggias.

IV. 4.6. Tableau de synthèse pour la détermination des chutes EP

Le tableau (IV.15), en fonction des surfaces maximales en plan, les diamètres à prévoir pour les descentes EP. Pour l'utilisation du tableau (IV.15), on doit connaitre :

- le choix de couverture ou d'étanchéité retenu.

- le type de moignon : cylindrique (Cy) ou conique (Co),
- le choix du matériau constituant la descente EP.

Tous les diamètres pris en compte sont les diamètres intérieurs. Le diamètre minimal intérieur des descentes EP est de 80 mm. Les diamètres intérieurs jusqu'à 60 mm ne sont admis que pour les balcons et loggias.

IV. 4.7. Regroupement des descentes EP

Le DTU 60.11 permet de regrouper plusieurs descentes suivant la nature de la couverture. Il faut respecter les trois principes suivants :

- le regroupement n'est possible que si le nombre minimal de descentes ou de trop-pleins imposé par le DTU correspondant est respecté,
- le diamètre du collecteur est supérieur ou égal au diamètre de la plus grosse descente collectée,
- pour la détermination des diamètres (normaux ou majorés), on prend le DTU le plus contraignant entre DTU plomberie et DTU couverture et étanchéité.

IV. 4.8. Détermination des EP situées au droit de façades lisses

Les surfaces lisses sont des surfaces ne pouvant pas retenir la pluie (immeubles de bureaux en mur rideau, ou en vitrages collés, ou en bardages métalliques). L'eau projetée par le vent sur les façades ruisselle au pied du bâtiment. Aucun DTU n'impose de prendre en compte ce débit quand le ruissellement de façade se fait sur une toiture ou une terrasse. Cependant, pour les grandes surfaces lisses, il est conseillé d'ajouter aux débits des évacuations des surfaces collectées en plan, un débit déterminé d'après la formule suivante :

$$\text{Débit Vs} = 15\ \% \text{ surface de façade} \times 0{,}05\ \text{l/s.m}^2$$

Ces surfaces de façade ne sont concernées que lorsqu'il y a du vent. Les façades opposées, raccordées sur un même collecteur, ne sont pas cumulées.

IV. 4.9. Calcul des collecteurs d'eaux pluviales

Le calcul des diamètres s'effectue en utilisant la formule de Bazin comme au § 3.7 pour le calcul des EU en prenant un remplissage de 7/10ème Dans les tableaux (IV.7) et (IV.8), figurent des débits précalculés en fonction de la pente et du diamètre intérieur suivant le tube choisi (PVC OU FONTE).

IV. 4.10. Exemple de calcul

Il est nécessaire d'établir un schéma de repérage en numérotant :

- les surfaces à reprendre en m. Il faut également indiquer la situation et le type de couverture (pour S1: 100 m, S2: 87 m et S3: 100 m, tous les terrasses est accessible);
- les descentes par surface (Pour S1, descentes 1.1, pour S2, descentes 2.2, pour S3, descentes 3.4) ;
- les repérages des pieds de chute et des collecteurs par des numéros (collecteur 1, collecteur 2 et collecteur 3).

Les calculs se font sur la même feuille que les EU (figures IV.6, IV.7 et IV.8).

	/Nombre appar	Débit de base		coefficient	débit probable			pente(cm/m)		Diametre		
repère	signation appare	u surface(m²	appareil(l/s)	Réseau (l/s)	simultaneité	EU +EV (l/s)	EP (l/s)	Cumul (l/s)	ou V(chute)	H/D(/10)	calculé(mm)	adopté(mm)	ature de tube
1.1	chute EU-EP 1												
	Lave linge	5	0.65	3.25									
	siphon de sol	5	0.75	3.75									
	somme EU 1.1	10		7	0.267	1.869		1.87	v	5			PVC
	Eau pluviale 1	100	0.05	5	1		5	5.00	2	7			
	réseau 1.1	11						6.87	2	7	102.26	125	PVC
1.2	chute EU 1												
	Baignoire	5	1.2	6									
	Lavabo	5	0.75	3.75									
	somme EU 1.2	10		9.75	0.267	2.60325		2.60	v		86.26	100	PVC
	réseau 3.3							2.60	2	5	87.00	100	PVC
1.4	Evier	5	0.75	3.75									
	somme EU 1.4	5		3.75	0.184	0.69		0.69	v		68.70	75	PVC
	Réseau 3.1							0.69	2	5	68.70	75	PVC
1.3	chute EV 3												
	Cuvette WC	5	1.5	7.5	0.4	3		3.00	v		91.39		PVC
	Réseau 3.2							3.00	2	5	92.00	100	PVC
1	collecteur 1												
	somme EU 1.1	10		7									
	Eau pluviale 1	0		5	1		5						
	somme EU 1.2	10		9.75									
	somme EU 1.4	5		3.75									
	Cuvette WC	5		7.5									
	réseau totale 1	30		33	0.149	4.917	5	9.92	2	7	116.90	125	PVC

Figure (IV.6): Calcul des chutes EU, EV et EP (Logement N°1)

	/Nombre appar	Débit de base		coefficient	débit probable			pente(cm/m)		Diametre		
repère	signation appare	u surface(m²	appareil(l/s)	Réseau (l/s)	simultaneité	EU +EV (l/s)	EP (l/s)	Cumul (l/s)	ou V(chute)	H/D(/10)	calculé(mm)	adopté(mm)	ature de tube
2.1	chute EU 2												
	Evier	5	0.75	3.75									
	siphon de sol	5	0.75	3.75									
	somme EU 2.1	10		7.5	0.267	2.0025		2.00	v		78.50	100	PVC
	réseau 2.1							2.00	2	5	79.00	100	PVC
2.2	chute EP 2	87	0.05	4.35	1		4.35	4.35	v	co			
	réseau 2.2							4.35	2	7	85.70	100	PVC
2.4	Baignoire	5	1.2	6									
	Lavabo	5	0.75	3.75									
	Lave linge	5	0.65	3.25									
	somme EU 2.4	15		13	0.214	2.782		2.78	v		88.57	100	PVC
	réseau 2.4							2.78	2	5	89.00	100	PVC
2.3	chute EV 2												
	Cuvette WC	5	1.5	7.5	0.4	3		3.00	v		91.39	100	PVC
	Réseau 2.3							3.00	2	5	92.00	100	PVC
2	collecteur 2												
	somme EU 2.1	10		7.5									
	somme EU 2.4	15		13									
	chute EP 2	0		4.35	1		4.35						
	Cuvette WC	5		7.5									
	réseau total 2	30		32.35	0.149	4.82015	4.35	9.17	2	7	113.37	125	PVC

Figure (IV.7): Calcul des chutes EU, EV et EP (Logement N°=2)

		/Nombre appar	Débit de base		coefficient	débit probable			pente(cm/m)		Diametre		
repère	esignation appare	ou surface(m²	appareil(l/s)	Réseau (l/s)	simultaneité	EU +EV (l/s)	EP (l/s)	Cumul (l/s)	ou V(chute)	H/D(/10)	calculé(mm)	adopté(mm)	ature de tube
3.1	chute EU 3												
	Evier	5	0.75	3.75									
	somme EU 3.1	5		3.75	0.4	1.5		1.50	v		72.01	75	PVC
	Réseau 3.1							1.50	2	5	72.00	75	PVC
3.3	Baignoire	5	1.2	6									
	Lavabo	5	0.75	3.75									
	somme EU 3.3	10		9.75	0.267	2.60		2.60	v		86.26	100	PVC
	réseau 3.3							2.60	2	5	87.00	100	PVC
3.4	chute EU-EP 3												
	Lave linge	5	0.65	3.25									
	siphon de sol	5	0.75	3.75									
	somme EU 3.4	10		7	0.267	1.869		1.87	v				PVC
	Eau pluviale 3	100	0.05	5	1		5	5.00		7			PVC
	réseau 3.4	11						6.87	2	7	102.26	125	PVC
3.2	chute EV 3												
	Cuvette WC 3.2	5	1.5	7.5	0.4	3		3.00	v		91.39	100	PVC
	Réseau 3.2							3.00	2	5	92.00	100	PVC
3	collecteur 3												
	somme EU 3.1	5		3.75									
	somme EU 3.3	10		9.75									
	somme EU 3.4	10		7									
	Eau pluviale 3	0		5	1		5						
	Cuvette WC 3.2	5		7.5									
	réseau total 3	30		33	0.149	4.917	5	9.92	2	7	116.90	125	PVC

Figure (IV.8): Calcul des chutes EU, EV et EP (Logement N°=3)

CONCLUSION

Ce projet de fin d'étude, m'a permis de mettre en pratique toutes les connaissances acquises que j'ai acquises durant mon parcours de formation et d'approfondir mes connaissances en se basant sur les documents techniques et réglementaires en mettant en application les méthodes de calcul récentes, et les principes de base qui doivent être prises afin de réaliser le dimensionnement des réseaux d'alimentation en eau chaude et froide ainsi que les réseaux d'évacuation des eaux usées.

L'objectif de ce travail est de connaître le diamètre de la conduite utilisée dans l'installation sanitaire et sa qualité pour qu'elle soit proportionnelle au débit et à la vitesse, ainsi que la pression pour obtenir un bon approvisionnement en eau. Pour ce faire, on a identifié la vitesse d'écoulement et le diamètre approprié à chaque appareil selon la norme DTU 60.11 et de calculer le diamètre des conduites d'alimentation et de distribution pour l'ensemble du bâtiment jusqu'au dernier point, en commençant par les connecter au réseau externe.

Après avoir recueilli tous les débits dans les appareils et les logements, on a pu déterminer le diamètre approprié à une vitesse de (1 à 1,5 m / s) et des tuyaux en PVC. Ensuite, on a calculé la perte de charge pour déterminer la pression chez le consommateur le plus éloignée du réseau et on a constaté qu'elle était inférieure à la pression du départ et qu'on devra utiliser une pompe pour réparer le déficit existant.

Pour fournir de l'eau chaude sanitaire dans les logements, on a choisi le système de production individuel instantanée afin de répondre aux besoins immédiats des utilisateurs en termes de vitesse de chauffage, de facilité et de coût réduit et bon marché.

Enfin, après avoir dimensionner l'installation sanitaire de l'eau froide et chaude on a besoin d'évacuer de manière régulière, on doit donc déterminer de qualité et le diamètre des conduites utilisées, en connaissant le nombre d'appareils utilisés, le débit de base, le coefficient simultanéité et aussi déterminer la perte de charge pour qu'on puisse enfin calculer le diamètre approprié du tuyau de drainage à chaque étape, du début à la fin, conformément au DTU 60.11.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[01] ALAIN Giraud, GILDERT Dubreuil, "Calculs pratiques de plomberie sanitaire - Eau froide, eau chaude, évacuations". EDIPA (Editions parisiennes), Revue CHAUD FROID PLOMBERIE, 2008, 184 p.

[02] CHARMENT Henri, "Traité des installations sanitaires", 15^{e} édition du traité de plomberie. Editions-LE MONITEUR, Dunod, Paris, 2009, 750 p.

[03] KAABI Abdenacer. "Installations sanitaires". Support de cours, Spécialité : Installation de bâtiment, Université de Constantine, 2000, 114 p.

[04] BALLE Razaki, "Dimensionnement des réseaux d'alimentation en eau potable et d'évacuation des eaux usées dans un logement (conception assistée par ordinateur)", Mémoire d'ingénieur, Ecole polytechnique de THIES, Université CHEIKH ANTA DIOP, République du Sénégal, 1992, 108 p.

[05] DIOUF Pape Mamadou, DIOUF Oumar, "Conception et dimensionnement d'un réseau d'alimentation en eau potable et de système d'évacuation des eaux usées de nouvelle ville de DIAMNIADIO", Mémoire d'ingénieur, Ecole polytechnique de THIES, Université CHEIKH ANTA DIOP, République du Sénégal, 2005, 128 p.

[06] IRKI Ilyes, "Distribution de l'eau dans les bâtiments". Support de cours, Spécialité: Equipement de l'habitât, Université de Médéa, 2017, 24 p.

[07] Site web: https://www.outiz.fr.

ANNEXE 1: Coefficient de simultanéité des appareils sanitaire en fonction du nombre d'appareils (hors robinet de chasse)

Nombre d'appareils	Simultanéité $Y=\frac{0,8}{\sqrt{X-1}}$	$Y=\frac{0,8\times1,25}{\sqrt{X-1}}$	$Y=\frac{0,8\times1,50}{\sqrt{X-1}}$	Nombre d'appareils	Simultanéité $Y=\frac{0,8}{\sqrt{X-1}}$	$Y=\frac{0,8\times1,25}{\sqrt{X-1}}$	$Y=\frac{0,8\times1,50}{\sqrt{X-1}}$	Nombre d'appareils	Simultanéité $Y=\frac{0,8}{\sqrt{X-1}}$	$Y=\frac{0,8\times1,25}{\sqrt{X-1}}$	$Y=\frac{0,8\times1,50}{\sqrt{X-1}}$
1	1	1	1	66	0,099	0,124	0,149	135	0,069	0,086	0,104
2	0,800	1	1	67	0,098	0,123	0,148	140	0,068	0,085	0,102
3	0,566	0,707	0,849	68	0,098	0,122	0,147	145	0,067	0,083	0,100
4	0,462	0,577	0,693	69	0,097	0,121	0,146	150	0,066	0,082	0,098
5	0,400	0,500	0,600	70	0,096	0,120	0,144	155	0,064	0,081	0,097
6	0,358	0,447	0,537	71	0,096	0,120	0,143	160	0,063	0,079	0,095
7	0,327	0,408	0,490	72	0,095	0,119	0,142	165	0,062	0,078	0,094
8	0,302	0,378	0,454	73	0,094	0,118	0,141	170	0,062	0,077	0,092
9	0,283	0,354	0,424	74	0,094	0,117	0,140	175	0,061	0,076	0,091
10	0,267	0,333	0,400	75	0,093	0,116	0,139	180	0,060	0,075	0,090
11	0,253	0,316	0,379	76	0,092	0,115	0,139	185	0,059	0,074	0,088
12	0,241	0,302	0,362	77	0,092	0,115	0,138	190	0,058	0,073	0,087
13	0,231	0,289	0,346	78	0,091	0,114	0,137	195	0,057	0,072	0,086
14	0,222	0,277	0,333	79	0,091	0,113	0,136	200	0,057	0,071	0,085
15	0,214	0,267	0,321	80	0,090	0,113	0,135	205	0,056	0,070	0,084
16	0,207	0,258	0,310	81	0,089	0,112	0,134	210	0,055	0,069	0,083
17	0,200	0,250	0,300	82	0,089	0,111	0,133	215	0,055	0,068	0,082
18	0,194	0,243	0,291	83	0,088	0,110	0,133	220	0,054	0,068	0,081
19	0,189	0,236	0,283	84	0,088	0,110	0,132	225	0,053	0,067	0,080
20	0,184	0,229	0,275	85	0,087	0,109	0,131	230	0,053	0,066	0,079
21	0,179	0,224	0,268	86	0,087	0,108	0,130	235	0,052	0,065	0,078
22	0,175	0,218	0,262	87	0,086	0,108	0,129	240	0,052	0,065	0,078
23	0,171	0,213	0,256	88	0,086	0,107	0,129	245	0,051	0,064	0,077
24	0,167	0,209	0,250	89	0,085	0,107	0,128	250	0,051	0,063	0,076
25	0,163	0,204	0,245	90	0,085	0,106	0,127	255	0,050	0,063	0,075
26	0,160	0,200	0,240	91	0,084	0,105	0,126	260	0,050	0,062	0,075
27	0,157	0,196	0,235	92	0,084	0,105	0,126	265	0,049	0,062	0,074
28	0,154	0,192	0,231	93	0,083	0,104	0,125	270	0,049	0,061	0,073
29	0,151	0,189	0,227	94	0,083	0,104	0,124	275	0,048	0,060	0,072
30	0,149	0,186	0,223	95	0,083	0,103	0,124	280	0,048	0,060	0,072
31	0,146	0,183	0,219	96	0,082	0,103	0,123	290	0,047	0,059	0,071
32	0,144	0,180	0,216	97	0,082	0,102	0,122	300	0,046	0,058	0,069
33	0,141	0,177	0,212	98	0,081	0,102	0,122	310	0,046	0,057	0,068
34	0,139	0,174	0,209	99	0,081	0,101	0,121	320	0,045	0,056	0,067
35	0,137	0,171	0,206	100	0,080	0,101	0,121	330	0,044	0,055	0,066
36	0,135	0,169	0,203	101	0,080	0,100	0,120	340	0,043	0,054	0,065
37	0,133	0,167	0,200	102	0,080	0,100	0,119	350	0,043	0,054	0,064
38	0,132	0,164	0,197	103	0,079	0,099	0,119	360	0,042	0,053	0,063
39	0,130	0,162	0,195	104	0,079	0,099	0,118	370	0,042	0,052	0,062
40	0,128	0,160	0,192	105	0,078	0,098	0,118	380	0,041	0,051	0,062
41	0,126	0,158	0,190	106	0,078	0,098	0,117	390	0,041	0,051	0,061
42	0,125	0,156	0,187	107	0,078	0,097	0,117	400	0,040	0,050	0,060
43	0,123	0,154	0,185	108	0,077	0,097	0,116	425	0,039	0,049	0,058
44	0,122	0,152	0,183	109	0,077	0,096	0,115	450	0,036	0,047	0,057
45	0,121	0,151	0,181	110	0,077	0,096	0,115	475	0,037	0,046	0,055
46	0,119	0,149	0,179	111	0,076	0,095	0,114	500	0,036	0,045	0,054
47	0,118	0,147	0,177	112	0,076	0,095	0,114	525	0,035	0,044	0,052
48	0,117	0,146	0,175	113	0,076	0,094	0,113	550	0,034	0,043	0,051
49	0,115	0,144	0,173	114	0,075	0,094	0,113	575	0,033	0,042	0,050
50	0,114	0,143	0,171	115	0,075	0,094	0,112	600	0,033	0,041	0,049
51	0,113	0,141	0,170	116	0,075	0,093	0,112	625	0,032	0,040	0,048
52	0,112	0,140	0,168	117	0,074	0,093	0,111	650	0,031	0,039	0,047
53	0,111	0,139	0,166	118	0,074	0,092	0,111	675	0,031	0,039	0,046
54	0,110	0,137	0,165	119	0,074	0,092	0,110	700	0,030	0,038	0,045
55	0,109	0,136	0,163	120	0,073	0,092	0,110	750	0,029	0,037	0,044
56	0,108	0,135	0,162	121	0,073	0,091	0,110	800	0,028	0,035	0,042
57	0,107	0,134	0,160	122	0,073	0,091	0,109	850	0,027	0,034	0,041
58	0,106	0,132	0,159	123	0,072	0,091	0,109	900	0,027	0,033	0,040
59	0,105	0,131	0,158	124	0,072	0,090	0,108	950	0,026	0,032	0,039
60	0,104	0,130	0,156	125	0,072	0,090	0,108	1000	0,025	0,032	0,038
61	0,103	0,129	0,155	126	0,072	0,089	0,107	1050	0,025	0,031	0,037
62	0,102	0,128	0,154	127	0,071	0,089	0,107	1100	0,024	0,030	0,036
63	0,102	0,127	0,152	128	0,071	0,089	0,106	1150	0,024	0,030	0,035
64	0,101	0,126	0,151	129	0,071	0,088	0,106	1200	0,023	0,029	0,035
65	0,100	0,125	0,150	130	0,070	0,088	0,106	1250	0,023	0,028	0,034

ANNEXE 2: Définitions des termes utilisés dans les différentes normes

Termes utilisés	Définitions selon norme NF EN 12056	Commentaires par rapport à la NF P41 102- DTU 60-11 Règlement sanitaire
Généralités		
Eaux usées	Eaux souillées : eaux usées domestiques, industrielles, commerciales	Même définition Eaux usées
Eaux usées domestiques	Eaux usées provenant de logements	Terme général Eaux usées, le terme "Eaux ménagères n'est plus utilisé
Eaux usées industrielles ou eaux usées professionnelles	Eaux souillées ou modifiées produites par une activité industrielle ou commerciale y compris les eaux de refroidissement	Rejet émanant de toutes activités professionnelles
Eaux grises	Eaux usées sans matières fécales	Eaux usées (EU)
Eaux noires	Eaux usées avec matières fécales	Eaux vannes (EV)
Eaux pluviales	Eaux provenant de précipitations naturelles	Même définition Eaux Pluviales (EP)
Hauteur de refoulement	Niveau maximum que l'eau peut atteindre dans une installation d'évacuation	
Système d'évacuation	Installation comprenant des appareils sanitaires, des conduites et autres composants, qui récolte et évacue par gravité les eaux usées	Le terme système est utilisé pour définir un ensemble
Système unitaire	Système d'évacuation des	Le terme système est utilisé

	eaux pluviales et usées dans une seule conduite	pour définir un ensemble
Système séparatif	Système d'évacuation des eaux pluviales et usées dans des conduites séparées	Le terme système est utilisé pour définir un ensemble
Tuyaux et pièces		
Conduite d'évacuation	Disposition des conduites, avec ou sans ventilation, formant un système d'évacuation raccorde à la conduite enterrée	Canalisation d'allure horizon- tale collectant les différentes chutes et tuyaux de descente d'un bâtiment pour les conduire à l'égout public
Diamètre nominal (DN)	Dimension normalisée qui correspond à peu près au diamètre (mm)	Dito NF EN 12056
Diamètre intérieur (di)	Diamètre intérieur moyen du tuyau en section transversale	Dito NF EN 12056
Diamètre extérieur (de)	Diamètre extérieur moyen du tuyau en section transversale	Dito NF EN 12056
diamètre intérieur minimal (di_{min})	Plus petit Diamètre intérieur autorise	Dito NF EN 12056
Conduite de raccordement	Conduite d'évacuation qui relie les appareils sanitaires à une colonne de chute, à un collecteur horizontal ou à la canalisation enterrée	Canalisation d'allure horizontale recueillant les eaux usées et raccordant différents appareils sanitaires aux tuyaux de chute
Embranchement équerre	Branchement de 2 conduites sous un angle de plus de 45° ou ayant un rayon en son axe inferieur au diamètre intérieur de la conduite	Branchement ou dérivation
Embranchement coudé	Branchement de 2 conduites	Branchement ou dérivation,

	sous un angle égal ou inferieur à 45 ou ayant un rayon en son axe égal ou supérieur au diamètre intérieur de la conduite	changement de direction
Colonne de chute	Conduite principale (généralement verticale) évacuant les EU provenant des appareils sanitaires	Tuyau de chute pour les WC et tuyau de descente d'eaux ménagères pour les autres appareils
Déviation de colonne	Tronçon non vertical d'une colonne die chute	Dévoiement
Taux de remplissage	Rapport entre la (h) et le diamètre intérieur (di)	Dito NF EN 12-056

ANNEXE 3: Vocabulaire de plomberie sanitaire

Pour plus de compréhension, il est nécessaire de définir le vocabulaire suivant.

Branchement d'eau général :	Conduite amenant l'eau du réseau public sur l'appareil de mesure ou d'arrêt général.
Robinet d'arrêt général :	Robinet place sur le branchement d'eau général et commandant l'arrivée de l'eau de tout le bâtiment desservi.
Compteur général :	Compteur place sur le branchement d'eau général enregistrant la totalité de la consommation de ce branchement.
Conduite d'alimentation :	Tout tuyau transportant l'eau de l'appareil de mesure ou d'arrêt général jusqu'a un appareil d'utilisation.
Ceinture principale ou conduite principale :	Tuyauterie d'allure horizontale partant du compteur général, généralement place au plafond du sous-sol et sur laquelle sont raccordées les prises partielles d'alimentation des divers services.
Nourrice :	Renforcement du diamètre d'une tuyauterie d'alimentation D'eau, sur lequel sont groupées des prises partielles d'alimentation des divers services, ainsi que leurs robinets d'arrêt et de vidange, afin de centraliser en un point la manoeuvre des robinets d'arrêt et de départ.
Colonne montante :	Tuyauterie d'allure verticale partant soit de la ceinture principale, soit d'une nourrice et sur laquelle sont raccordes les branchements distribuant l'eau dans les étages.
Robinet de vidange :	Robinet de puisage permettant après la fermeture D'un robinet d'arrêt, d'évacuer toute l'eau remplissant les tuyauteries commandées par ce robinet.
Compteur divisionnaire :	Compteur place sur un des branchements desservant une partie de l'installation et indiquant la consommation d'eau du ou des appareils situes sur ce branchement.
Antibélier :	Dispositif situe généralement au point le plus élève d'une colonne montante en vue d'atténuer les chocs produits par les brusques variations de pression de l'eau.
Ceinture d'étage d'appartement ou	Tuyauterie d'allure horizontale partant d'une colonne montante située généralement au niveau soit du sol, soit du plafond des pièces

conduite d'étage d'appartement :	d'un appartement ou d'un étage et permettant l'alimentation en eau des appareils de cet appartement ou de cet étage.
Branchement d'appareil :	Tuyauterie partant d'une conduite d'étage ou d'une colonne montante et amenant l'eau directement aux appareils d'utilisation.
Distribution dite « en parapluie » :	Système de distribution dans lequel la ceinture principale est reportée a l'étage le plus élève du bâtiment. Les colonnes alimentant les différents étages prennent alors le nom de ≪ colonnes descendantes ≫.

Réseau d'évacuation : DTU 60.1, 60.11, 65.10 et au règlement sanitaire départemental type.

Chute :	canalisations verticales utilisées pour l'évacuation des eaux usées.
Chute d'eaux ménagères :	canalisation verticale utilisées pour l'évacuation des lavabos, bidets, éviers…
Chute unique :	canalisation verticale utilisées pour l'évacuation des WC et des eaux ménagères, ce système doit faire l'objet d'un avis technique.
Descente :	canalisation verticale utilisée pour évacuer les eaux de pluie.
Collecteur d'appareils :	canalisation d'allure horizontale raccordant les appareils sanitaires ou tuyaux de chute.
Collecteur principal :	canalisation d'allure horizontale recueillant les différentes chutes et tuyaux de descente d'un bâtiment pour les amener à l'égout public.
Égout :	canalisations ou galeries souterraines permettant une évacuation des eaux usées vers la station de traitement.
Siphon :	obturateurs hydrauliques dont le rôle est de permettre l'évacuation des eaux usées et d'empêcher la communication de l'air vicie des égouts avec l'air des locaux.
Garde d'eau :	hauteur d'eau dans les siphons, elle doit être d'au moins 50 mm.
Ventilation primaire :	tuyauterie prolongeant les tuyaux d'évacuation pour les mettre en communication avec l'air libre.
Ventilation secondaire :	tuyauterie permettant un apport d'air aux collecteurs d'appareils pour éviter l'aspiration de la garde d'eau des siphons.