

Chapitre XI: ETUDE DU SECONDE ŒUVRE

Tout corps d'état lié à l'aménagement de l'intérieur et à sa finition extérieure concerne la partie du seconde œuvre de la construction du bâtiment, à savoir la décoration, l'électricité, les menuiseries, l'éclairage, la plomberie, les revêtements, etc. Dans ce chapitre, nous allons parler de l'alimentation en eau potable, de l'assainissement et de l'électrification de l'immeuble.

XI.1. ALIMENTATION EN EAU POTABLE

XI.1.1. Généralités

Pour alimenter en eau potable un bâtiment d'habitation, diverses canalisations acheminent l'eau depuis sa source jusqu'aux différents points d'utilisation. On distingue :

- La canalisation principale provenant du branchement général du réseau de distribution de la JIRAMA ;
- La canalisation primaire pour le transport d'eaux dans chaque niveau ;
- La canalisation secondaire pour la distribution d'eaux vers les appareils.

Dans notre étude, nous effectuerons seulement le dimensionnement de la canalisation primaire et secondaire. Les études sont effectuées suivant les «Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et d'évacuation des eaux pluviales» du DTU 60.11.

XI.1.2. Dimensionnement des canalisations

XI.1.2.1. Débits de base - diamètre des tuyauteries

Les diamètres des tuyauteries d'alimentation sont choisis en fonction du débit qu'elles ont à assurer aux différents points d'utilisation.

Le tableau ci-dessous indique les débits minimaux à prendre en considération pour le calcul des installations d'alimentation ainsi que les diamètres intérieurs minimaux des canalisations d'alimentation des appareils pris individuellement.

Tableau 103: Débits de base - diamètre des tuyauteries

Désignation des appareils	Débit de base [l/s]		D _{min} [mm]
	Eau froide	Eau chaude	
Evier	0,20	0,20	12
Lavabo	0,20	0,20	10
Baignoire	0,33	0,33	13
Douche	0,20	0,20	12
WC avec réservoir de chasse	0,12		10

Désignation des appareils	Débit de base [l/s]		D _{min} [mm]
	Eau froide	Eau chaude	
Lave-main	0,10		10
Machine à laver	0,20		10

XI.1.2.2. Installations individuelles - Installations collectives

a) Installations individuelles

Chaque appareil individuel est affecté d'un coefficient suivant le tableau ci-dessous. La somme des coefficients permet avec le graphique (voir annexe X-1 page XLVII) de déterminer le diamètre minimal d'alimentation du groupe d'appareils, à partir de deux appareils. Lorsque le total des coefficients est supérieur à 15, il y a lieu de calculer, comme pour les parties collectives.

Tableau 104: Coefficient des appareils

Désignation des appareils	Coefficient
Evier	2,5
Lavabo	1,5
Baignoire	3,0
Douche	2,0
WC avec réservoir de chasse	1,0
Lave-main	0,5
Machine à laver	1,0

b) Installations collectives

Pour toute installation pour laquelle le total des coefficients définis dans a) est supérieur à 15, les diamètres sont donnés par l'abaque dans l'annexe X-2 page XLVIII pour les conduits d'eau froide et l'abaque dans l'annexe X-3 page XLIX pour les conduits d'eau chaude.

XI.1.2.3. Canalisation primaire

Pour ce projet, les tubes utilisés sont les tubes en acier galvanisé (TAG).

a) Etape de calcul

Pour déterminer le diamètre intérieur D_i des conduits, nous allons suivre les étapes suivantes :
On calcule la somme des coefficients des appareils :

- Si cette somme est inférieure à 15, les diamètres sont obtenus par le graphique de l'annexe X-1 page XLVII;
- Si elle est supérieure ou égal à 15, la détermination des diamètres sera en fonction des trois paramètres suivants :
 - Débit brut Q_b

L'évaluation du débit brut pour un étage est fonction des débits de base de tous types d'appareils existant et leur nombre dans cet étage. Ce débit est calculé par la formule suivante :

$$Q_b = \sum n_i Q_i$$

Où : n_i : nombres d'appareil i dans un étage considéré ;

Q_i : débit de base en fonction du type d'appareil.

- Débit probable Q_p

Le débit probable, qui donne le débit maximal d'un tronçon d'une installation, permet de déterminer les diamètres des conduits. Il est obtenu en affectant un coefficient de simultanéité au débit brut du fait que les appareils ne fonctionnent pas simultanément. Il est donné par l'expression suivante :

$$Q_p = K Q_b$$

Où : K : le coefficient de simultanéité qui est égal à :

$$K = \frac{0,8}{\sqrt{n - 1}}$$

Avec : n : nombre d'appareils.

Dans le cas des hôtels, le coefficient de simultanéité est à multiplier par un facteur de 1,25.

- Vitesse d'écoulement

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

Ici, il s'agit des canalisations montantes donc la vitesse est prise égal à 1,5m/s.

Après avoir déterminé les diamètres intérieurs des canalisations, les diamètres extérieurs D_e des tubes sont choisis parmi les dimensions normalisées qui sont : 13,5 - 17,2 - 21,3 - 26,9 - 33,7 - 42,4 - 48,3 - 60,3 - 76,1 - 88,9 - 114,3 - 139,7.

b) Calcul du diamètre des canalisations

Les calculs de Q_b , de K et de Q_p sont effectués dans l'annexe X-4 page L à LI. Le tableau suivant nous donne les résultats de calcul ainsi que le diamètre des conduits pour chaque niveau :

Tableau 105: Résultat de calcul pour les conduits d'eau froide

Etage	Q _b (l/s)	K	K _c	Q _p (l/s)	D _i (mm)	D _e (mm)
RDC	2,08	0,22	0,28	0,58	22	33,7
1 ^{er} étage	1,20	0,25	0,32	0,38	19	33,7
2 ^{ème} étage	3,90	0,24	0,30	1,18	32	42,4
3 ^{ème} étage	3,90	0,24	0,30	1,18	32	42,4
4 ^{ème} étage	3,90	0,24	0,30	1,18	32	42,4
5 ^{ème} étage	3,90	0,24	0,30	1,18	32	42,4
6 ^{ème} étage	3,90	0,24	0,30	1,18	32	42,4
Terrasse	0,20	1,00	1,00	0,20	12	21,3

Tableau 106: Résultat de calcul pour les conduits d'eau chaude

Etage	Q _b (l/s)	K	K _c	Q _p (l/s)	D _i (mm)	D _e (mm)
RDC	0,40	0,80	1,00	0,40	18	26,9
2 ^{ème} étage	3,18	0,24	0,30	0,96	30	42,4
3 ^{ème} étage	3,18	0,24	0,30	0,96	30	42,4
4 ^{ème} étage	3,18	0,24	0,30	0,96	30	42,4
5 ^{ème} étage	3,18	0,24	0,30	0,96	30	42,4
6 ^{ème} étage	3,18	0,24	0,30	0,96	30	42,4

XI.1.2.4. Canalisation secondaire

La canalisation secondaire est le conduit qui mène vers chaque appareil, donc la détermination de son diamètre sera comme pour les installations individuelles, c'est-à-dire que la valeur de D_i sera donnée par le graphique de l'annexe X-1 page XLVII.

Tableau 107: Dimensions des canalisations secondaires

Appareils	Coefficient	D _i (mm)	D _e (mm)
Évier	2,5	12	17,2
Lavabo	1,5	10	13,5
Baignoire	3,0	13	17,2
Douche	2,0	12	17,2
WC avec réservoir de chasse	1,0	10	13,5
Lave-main	0,5	10	13,5
Machine à laver	1,0	12	17,2

XI.1.2.5. Bouche d'incendie

Nous allons choisir une bouche d'incendie à colonne humide vue sa facilité de manipulation. Le débit de base est assez grand de l'ordre de 5 l/s. Son alimentation sera donc indépendante de

celle des appareils calculés précédemment. Elle se raccorde directement sur la canalisation principale de la JIRAMA. Nous allons utiliser des tubes en acier galvanisés de diamètre intérieur égal à 50mm.

XI.2. ASSAINISSEMENT

L'assainissement est l'ensemble des réseaux qui assurent l'évacuation de toutes les eaux (les eaux usées, les eaux de vannes et les eaux pluviales), puis les rejeter dans les égouts publics. Ainsi, ces réseaux d'évacuation doivent assurer un écoulement normal sans stagnation des eaux chargées de déchets, et être compatible aux exigences des santés publiques et d'environnement.

XI.2.1. Evacuation des eaux pluviales

Les eaux de pluies sont évacuées directement et sans traitement vers les égouts publics. Son acheminement est montré par la figure ci-dessous :

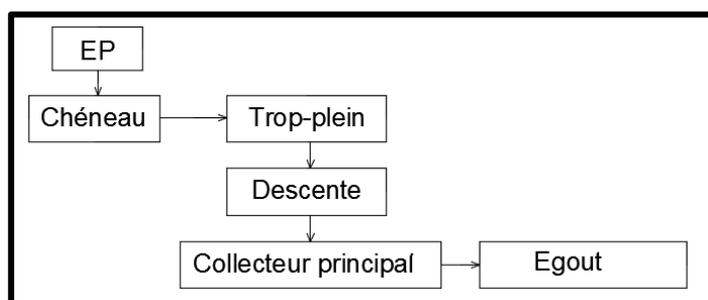


Figure 41: Schéma de l'évacuation des EP

XI.2.1.1. Chéneaux

Les sections de basse pente des conduits d'évacuation seront déterminées d'après les indications du tableau de l'annexe X-5 page LII, en fonction de la surface en plan de la toiture ou portion de toiture desservie et de la pente du conduit. Ce tableau concerne les conduits de section demi-circulaire. Pour les chéneaux et gouttières de section rectangulaire, trapézoïdale, les sections indiquées sur ce tableau devront être augmentées de 10 % et pour ceux de section triangulaire, elles seront augmentées de 20 %.

Les surfaces à desservir sont notées comme suit :

- La toiture terrasse est divisée en quatre : T1, T2, T3 et T4 ;
- La terrasse du 1^{er} étage : T5.

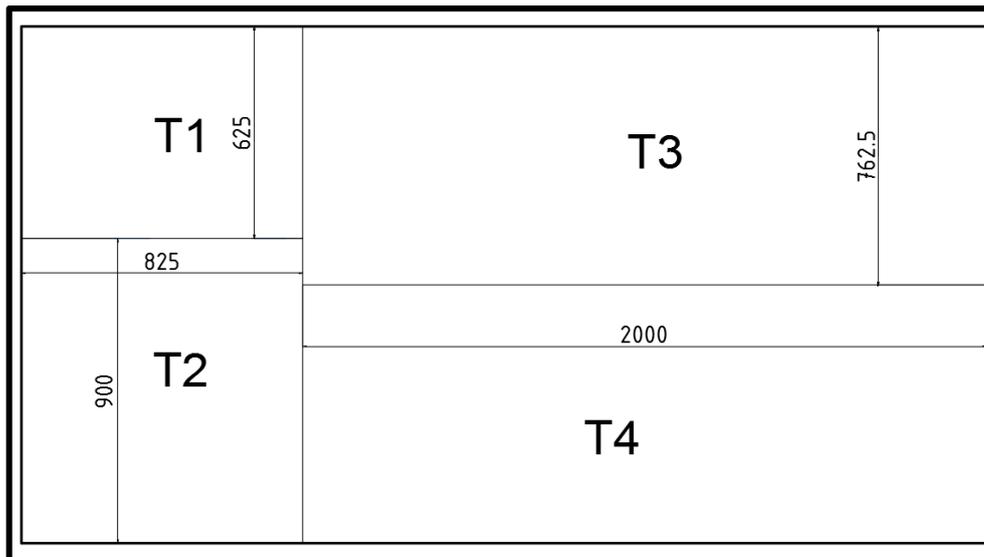


Figure 42: Division de la surface totale à desservir

➤ Dimensions des chéneaux

Nous utiliserons des chéneaux de section rectangulaire donc les sections données par le tableau de l'annexe X-5 page LII seront augmentées de 10%.

Soit $S(\text{cm}^2)$: la section donnée par le tableau, la section corrigée $S_c(\text{cm}^2)$ du chéneau sera égal à :

$$S_c = 1,1 \times S$$

Et si on note par b la base du chéneau et h sont hauteur, on trouve :

$$h = \frac{S_c}{b}$$

Et on obtient le tableau suivant :

Tableau 108: Calcul des dimensions du chéneau

	T1	T2	T3	T4	T5
L (cm)	825	900	2000	2000	2425
pen te (cm/m)	1	1	1	1	1
A (m²)	52	74	153	153	97
S (cm²)	60	75	125	125	90
S_{corr} (cm²)	66	83	138	138	99
b (cm)	25	25	25	25	25
h (cm)	2,6	3,3	5,5	5,5	4,0
hchoisi (cm)	7	7	7	7	7

XI.2.1.2. Descente

Pour éviter les risques d'obstruction, le diamètre intérieur minimal des tuyaux de descente est fixé à 60 mm.

Les tuyaux utilisés sont en Plomb de 2,5mm d'épaisseur. Leurs diamètres intérieurs seront déterminés d'après le tableau de l'annexe X-6 page LIII en fonction de la surface en plan de la toiture ou partie de toiture desservie A (m²).

Tableau 109: Dimension des descentes

	T1	T2	T3	T4	T5
A (m²)	52	74	153	153	97
D_i (mm)	80	90	120	120	100
D_e (mm)	85	95	125	125	105

XI.2.1.3. Trop-plein

La section d'écoulement des orifices de trop-plein sera au moins égale à celle des tuyaux de descente. Pour notre cas, nous allons prendre la même section que celle de la descente.

Tableau 110: Dimension des trop-pleins

	T1	T2	T3	T4	T5
D_i (mm)	80	90	120	120	100
D_e (mm)	85	95	125	125	105

XI.2.2. Evacuation des eaux usées et des eaux de vanne

Les canalisations d'évacuation des eaux doivent assurer l'évacuation rapide et sans stagnation des eaux usées provenant des appareils sanitaires et ménagers. Donc, les conduits d'évacuation doivent posséder des sections suffisantes : le diamètre intérieur des branchements de vidange doit être au moins égal à celui des siphons qu'il reçoit. L'acheminement des eaux usées et des eaux de vannes est montré par la figure ci-dessous :

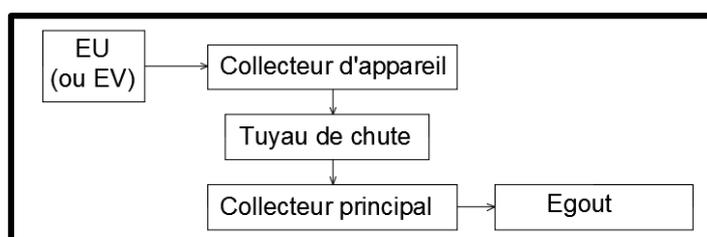


Figure 43: Schéma de l'évacuation des EU et EV

XI.2.2.1. Collecteurs d'appareils

La pente recommandée est de 1 cm/m.

Dans le tableau ci-dessous nous montrons les diamètres des canalisations d'évacuation individuelle d'appareils.

Tableau 111:Canalisations d'évacuation individuelle d'appareils

Appareil	Diamètre intérieur minimal (mm)
Evier	30
Lavabo	30
Baignoire	33
Douche	33
Lave-main	30
Machine à laver	33
WC	80

XI.2.2.2. Tuyaux de chute

Les diamètres intérieurs des tuyaux de chute sont choisis conformément au tableau ci-dessous. Ces diamètres seront constants sur toute la hauteur des colonnes. Et les tuyaux de chute seront prolongés en ventilation primaire dans leur diamètre, jusqu'à l'air libre et au-dessus des locaux habités.

Tableau 112:Diamètres intérieurs minimaux des tuyaux de chute selon le DTU60.11

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

Hormis ces possibilités de regroupements tous les autres appareils doivent être évacués indépendamment les uns des autres.

Le tableau ci-contre nous donne le diamètre intérieur minimal des tuyaux de chute pour chaque étage :

Tableau 113:Diamètre intérieur minimaux des tuyaux pour notre bâtiment

Niveau	Désignation	Nb d'appareils	Di mini (mm)
RDC	EU	10	65
	EV	4	90
1er étage	EU	6	65
	EV	5	90
	EU	12	90

Niveau	Désignation	Nb d'appareils	Di mini (mm)
2ème étage	EV	6	90
3ème étage	EU	12	90
	EV	6	90
4ème étage	EU	12	90
	EV	6	90
5ème étage	EU	12	90
	EV	6	90
6ème étage	EU	12	90
	EV	6	90
Terrasse	EU	1	50

Le diamètre des tuyaux de chute pris est égal à 90 mm. Donc, le diamètre extérieur des tubes en PVC utilisé est de 100 mm.

XI.2.2.3. Collecteurs principaux

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

- faire la somme des débits individuels des appareils desservis
- multiplier le chiffre obtenu par un coefficient de simultanéité pour obtenir le débit probable ;
- déterminer le diamètre du collecteur à l'aide des tableaux qui se trouvent dans l'annexe X-7 page LIV.

Pour notre bâtiment, les eaux usées et les eaux de vannes sont recueillies par deux collecteurs différents.

Le calcul des débits totaux des appareils desservis est effectué dans le tableau qui suit :

Tableau 114: Débit total de vidange

Désignation	Appareil	Nombre	Q _b (l/s)	
			Individuel	Total
EU	Evier	4	0,75	3,00
	Lavabo	30	0,75	22,50
	Baignoire	30	1,20	36,00
	Douche	2	0,50	1,00
	Lave-main	10	0,50	5,00
	Machine à laver	1	0,65	0,65
EV	WC	39	1,50	58,50

Dans le tableau ci-après, nous allons calculer le coefficient de simultanéité K ainsi que le débit probable Q_p et donner la valeur de D_i .

Tableau 115: Diamètre D_i des collecteurs principaux

Désignation	Q_b (l/s)	K	Q_p (l/s)	D_i (mm)
EU	68,15	0,09	6,25	129
EV	58,50	0,13	7,59	129

XI.2.3. Epuration des eaux domestiques

Le réseau d'assainissement d'Antananarivo est un système d'évacuation unitaire (tout à l'égout) dans lequel toutes les eaux (EU, EV, EP) sont recueillies. Une épuration des eaux vannes et usées est donc obligatoire avant de les évacuer dans le réseau urbain. Deux méthodes de traitement peuvent être appliquées :

- Le mode bactériologique : fosse septique, fosse à oxydation totale, fosse de décantation-digestion ;
- Le mode chimique : fosse chimiques.

Nous allons choisir la fosse septique compte tenu de sa disponibilité et sa facilité de mise en œuvre.

Le système de traitement et d'évacuation que nous adopterons sera le système présenté dans le schéma suivant :

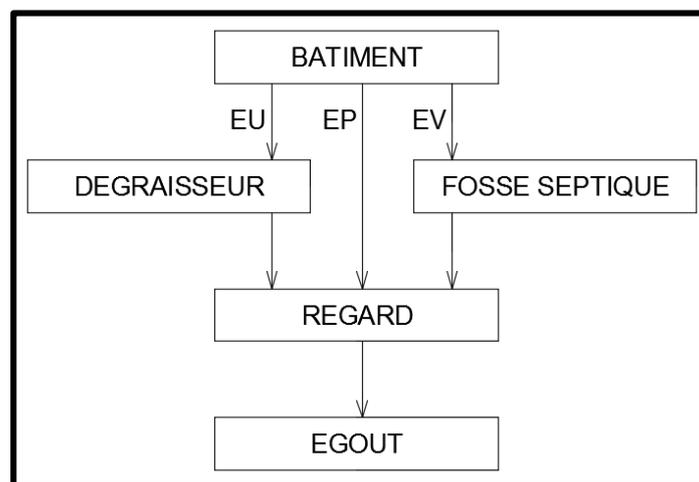


Figure 44: Système de traitement des eaux usées

XI.2.3.1. Fosse septique

a) Généralités et principe de fonctionnement

Nous avons choisi des fosses en béton armé, meilleures que les versions préfabriquées disponibles sur le marché vis-à-vis de la pérennité et l'étanchéité. Les accessoires intérieurs (tuyaux droits d'aération ou tuyaux coudés de distribution et de plongée) seront en PVC.

Elle est constituée de 3 compartiments séparés par des murs transversaux tels que :

- Le compartiment de chute ;
- Le compartiment de décantation ;
- Le compartiment d'épuration.

En plus de cela, il sera muni d'une ventilation en partie haute et d'un regard permettant l'accès pour l'entretien.

b) Dimensionnement

Le bâtiment comportera 03 fosses septiques : la fosse F1 recueille les eaux usées du RDC et du 1^{er} étage. Et les deux autres F2 et F3 reçoivent chacune la moitié des eaux usées venant des autres étages.

➤ Données de calcul :

- Volume de base : 250L/personne ;
- Hauteur H d'une fosse: 1,50 m ;
- Largeur intérieure L d'une fosse : 2,00 m

Tableau 116: Nombre d'utilisateurs des toilettes

Niveaux	Nombre de WC	Nombre d'utilisateurs
RDC	4	20
1 ^{er} étage	5	40
2 ^{ème} étage	6	18
3 ^{ème} étage	6	18
4 ^{ème} étage	6	18
5 ^{ème} étage	6	18
6 ^{ème} étage	6	18

➤ Calcul de V_i et L_i :

- Le volume V de la fosse : $V = 250 \times N$ avec N : nombre d'utilisateurs ;
- Le volume V_1 du compartiment de chute est égal à $V_1 = \frac{2}{3}V$ et sa longueur $L_1 = \frac{V_1}{HL}$;

- Le volume V_2 du compartiment de décantation : $V_2 = \frac{1}{3}V$ et sa longueur $L_2 = \frac{V_2}{HL}$;
- Le volume V_3 du compartiment d'épuration : $V_3 = L \times L_3 \times H'$ avec : $L_3 = \frac{S}{L}$

Et la surface du lit bactérien S en m^2 pour un nombre d'usagers N est donnée par la formule :

$$S = \frac{N}{10H'^2}$$

H' : la hauteur du compartiment prise et est égale à 1,35m.

Les dimensions des fosses septiques sont données dans le tableau qui suit :

Tableau 117:Dimensions des fosses septiques

Désignation		Dimensions			
		Volume (m ³)	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)
F1	V ₁	10,00	3,35	1,50	2,00
	V ₂	5,00	1,70		
	V ₃	6,58	2,20		
F2	V ₁	7,50	2,50	1,50	2,00
	V ₂	3,75	1,25		
	V ₃	4,94	1,65		
F3	V ₁	7,50	2,50	1,50	2,00
	V ₂	3,75	1,25		
	V ₃	4,94	1,65		

La forme géométrique de la fosse septique F1 sera comme l'indique la figure suivante :

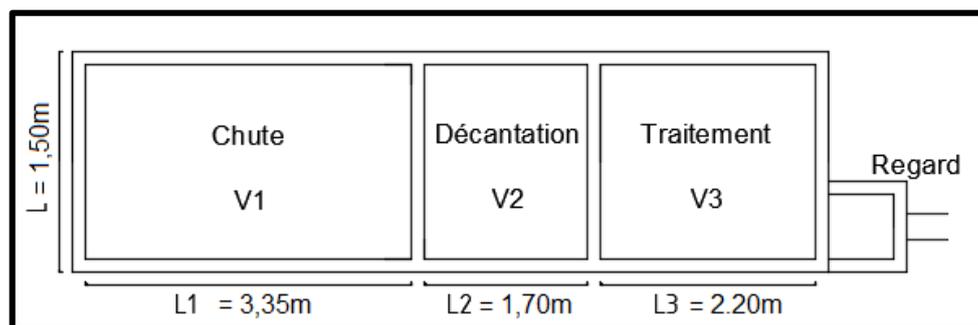


Figure 45:Dimension de la fosse septique F1

XI.2.3.2. Regards

Deux principaux types de regards sont utilisés pour l'évacuation des eaux usées :

- Le regard de visite : on placera un regard de visite à la fin du collecteur, à chaque changement de section, de direction, de pente. Et il permet d'assurer l'entretien et le curage ou nettoyage des canalisations ;
- Le regard siphonoïde : placé avant le branchement à l'égout, il empêche la remontée éventuelle des mauvaises odeurs dans l'habitation.

XI.2.3.3. Bac à graisses

Le bac à graisses appelé également bac dégraisseur, séparateur à graisses ou bac séparateurs est mise en place à proximité de la cuisine. Elle reçoit exclusivement les eaux ménagères qui, par flottation, se séparent des graisses et des huiles qu'elles contiennent.

XI.3. ELECTRICITE DU BATIMENT

XI.3.1. Généralités

En général, l'alimentation d'un logement en énergie électrique basse tension 380/220 volts, réalisée par le réseau de distribution, comprend deux parties:

- Un branchement placé sous le contrôle de la JIRAMA ;
- Les installations intérieures et extérieures à la charge du propriétaire.

Le point de livraison constitue la frontière entre le domaine privé et le domaine de la JIRAMA. Il se situe aux bornes de sortie du disjoncteur de branchement, après le compteur.

XI.3.2. Principe d'installation intérieure

L'installation intérieure est principalement composé de:

- Un tableau de commande et de répartition permettant la répartition des circuits d'utilisation et leur protection en groupant:
 - Le disjoncteur principal à l'origine de l'installation;
 - Les dispositifs de protection et de distribution des différents circuits d'utilisation de l'installation issus de ce tableau de commande ;
- Une mise à la terre associée à un dispositif différentiel (interrupteur pour une prise, un disjoncteur pour un circuit) afin d'assurer:
 - L'écoulement sans danger d'un courant de fuite ;
 - La mise hors tension de l'installation défectueuse ;
- Un conducteur de protection en cuivre ou en fer reliant tous les éléments métalliques que sont:

- Les corps des appareils sanitaires ;
 - Les canalisations ;
 - Les contacts de terre des prises de courant ;
- Les fils conducteurs qui distribuent le courant dans chaque local.

XI.3.3. Système de protection

XI.3.3.1. Objectifs

Un système de protection est nécessaire pour assurer les points suivants :

- La protection du bâtiment contre la foudre;
- La protection des personnes contre les chocs électriques;
- La protection des appareils sensibles contre les surtensions;
- Le bon fonctionnement en général de l'installation électrique.

XI.3.3.2. Protection du bâtiment

La protection du bâtiment concerne essentiellement la protection contre la foudre. La foudre est un phénomène de décharge électrostatique qui se produit lorsque l'électricité statique s'accumule entre le nuage d'orage ou entre un tel nuage et la terre.

Pour cela, il faut capter les coups de foudre à l'aide d'un système de protection extérieur. Il faut alors installer un paratonnerre avec les caractéristiques d'installation suivantes :

- Conduites de captage :

Des fils de cuivre sur le toit interceptent la foudre ;

- Descentes :

Les conducteurs de cuivre et les parties conductibles du bâtiment (chéneaux, revêtements en tôle, barrières métalliques, etc.) canalisent le courant vers la terre ;

- Lignes de mise à terre :

Un conducteur en fils de cuivre posée à environ 70 cm de profondeur autour de la maison ou un d'acier posé dans les fondations du bâtiment ;

- Protection intérieure :

Mise à terre des parties métalliques à l'intérieur du bâtiment (conduites d'eau et de chauffage) ainsi que des installations électriques (suppression de différences de potentiel) ;

XI.3.3.3. Protection des personnes

La protection des personnes sera assurée par les dispositions suivantes :

➤ Mise à terre :

Cette mise à terre est différente de la prise de terre connectée à un paratonnerre. La prise de terre est ici connectée directement à toutes les prises murales du courant.

La prise de terre sera constituée par un conducteur posé en boucle à fond de fouille c'est-à-dire par un ceinturage à fond de fouille suivant les conditions ci-après :

- Le ceinturage doit être constitué par des câbles de cuivre nu ayant une section minimum égale à 25 mm² ;
 - La boucle doit être placée à 1m en dessous du sol naturel où le bâtiment repose ;
 - La résistance R de la prise de terre doit être la plus petite que possible pour faciliter le passage du courant. Dans le cas pratique, on prend une valeur maximale de cette résistance égale à 100 Ohm.
- Mise en place de dispositifs différentiels résiduels (DDR), destinés à protéger les personnes contre les fuites de courant qui sont de deux types :
- Les interrupteurs différentiels ;
 - Les disjoncteurs différentiels.
- Précautions générales :
- Toujours couper le disjoncteur général avant chaque manipulation.
 - Ne jamais effectuer de branchement, de démontage d'un élément déjà installé, sous tension.
 - Faire appel à un professionnel de l'électricité, en cas de doute, si vous ne vous sentez pas à l'aise dans la réalisation de votre installation.

XI.3.3.4. Protection des circuits

Les circuits électriques sont protégés contre les surintensités. Les dispositifs que nous avons choisis pour protéger les circuits sont :

- Les disjoncteurs divisionnaires ;
- Les coupe-circuits.

a) Les disjoncteurs divisionnaires

En cas d'incident, le courant est seulement interrompu sur le circuit où se trouve la cause du défaut, mais pas le reste de l'installation qui continue de fonctionner. Après élimination de l'anomalie, il suffit de réenclencher le disjoncteur en soulevant le levier ou en appuyant sur le bouton poussoir.

b) Le coupe-circuit

Il interrompt automatiquement le passage du courant dans une portion de circuit. La coupure s'opère par fusion d'un fil conducteur appelé fusible dès que l'intensité du courant est supérieure à la valeur prévue.

Remarque

Avant de protéger les circuits, il faut que la section des conducteurs soit adéquate à la valeur du courant qui y circule.

Tableau 118:Section minimale des conducteurs

Nature du circuit	Section (mm ² /fil)	Calibre du	
		Coupe-circuit à fusible	Disjoncteur divisionnaire
Eclairage	1,5	10A	15A
Prise de courant	2,5	15A	20A
Lave-vaisselle	2,5 à 4	15A	20A
Lave-linge	2,5 à 4	15A	20A
Chauffe-eau	2,5	15A	20A
Appareil de cuisson	4 à 6	20A	30A

XI.3.4. Projet d'éclairage à l'extérieur du bâtiment

XI.3.4.1. Eclairage lumineux

L'éclairage lumineux E correspond à la quantité de lumière reçue par unité de surface, son unité est le lux [lx ou lm/m²].

Les tableaux qui indiquent l'éclairage nécessaire pour les différents types de locaux sont donnés dans l'annexe X-8 page LV à LVI.

XI.3.4.2. Système d'éclairage

Suivant la répartition de la lumière émise vers le plafond ou vers le sol, il existe cinq types d'éclairage. Nous allons les détaillés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 119:Type d'éclairage

Système d'éclairage		Direct	Semi-direct	Mixte	Semi-indirect	Indirect
Pourcentage du flux lumineux	Vers le plafond	10	10 à 40	40 à 60	60 à 90	90
	Vers le sol	90	60 à 90	40 à 60	10 à 40	10

XI.3.4.3. Classes photométriques

Les luminaires sont repartis en 20 classes photométriques en fonction de la répartition de l'intensité lumineuse dans les différentes régions de l'espace. Ces classes sont :

- A à E pour les luminaires directs intensifs (faisceaux lumineux étroite) ;
- F à J pour le luminaire direct extensif (faisceau large) ;
- K à N pour les luminaires semi-indirects ;
- O à S pour les luminaires mixtes ;
- T pour les luminaires indirects.

XI.3.4.4. Choix de la source de lumière

Pour notre bâtiment, nous choisirons deux types de lampe pour l'éclairage intérieur :

- les lampes à incandescences ;
- les tubes fluorescents.

Voici des tableaux qui montrent des valeurs indicatives de leur flux lumineux :

Tableau 120: Lampes à incandescences

Puissance [W]	Flux lumineux [lm]
40	430
60	730
75	960
100	1380
150	2220
200	2950
300	4950

Tableau 121: Tubes fluorescents

Longueur [cm]	Puissance [W]	Flux lumineux [lm]
Allumage par starter		
60	20	850 à 1100
120	40	2100 à 2900
150	65	3200 à 4800
240	105	6000 à 8000
Rapid start		
60	20	850 à 1150
120	40	2200 à 3200
150	65	3300 à 5100
150	80	5900

XI.3.4.5. Paramètres de base de calcul du flux lumineux et des nombres de lampes

a) Indice du local K

Il est calculé par l'une des formules suivantes :

- pour les éclairages directs, semi-directs et mixtes :

$$K = \frac{a \times b}{(a + b) \times h}$$

- pour les éclairages semi-indirects et indirects :

$$K = \frac{2}{3} \times \frac{a \times b}{(a + b) \times h}$$

Où : a : longueur du local [m] ;

b : largeur du local [m].

b) Indice de suspension J

Il est donné par la relation suivante :

$$J = \frac{h'}{h' + h}$$

Où : h' : hauteur de suspension du luminaire [m];

h : hauteur des luminaires au-dessus du plan utile [m].

Par convention, J est pris égal à 0 si l'appareil est contre le plafond (qui est notre cas) et J=1/3 s'il est suspendu.

c) Facteur de réflexion

La lumière qui arrive sur le plan utile n'est pas seulement celle venant directement de l'appareil d'éclairage mais aussi celle venant du mur et du plafond par réflexion. Les valeurs des facteurs de réflexion dépendent alors du couleur du mur et du plafond.

Tableau 122:Facteur de réflexion

Teinte	Claire	Moyenne	Sombre
Plafond	>70	50	>10
Mur	>50	30	<10
Sol	>30	10	10

Pour notre projet, nous allons choisir des teintes claires pour le plafond, les murs et le sol. Et nous avons les facteurs suivants :

- Plafond : 70% ;
- Mur : 70% ;
- Sol : 30%.

d) Facteur d'utilance U

Le facteur d'utilisation ou d'utilance dépend de l'indice de suspension J, de l'indice du local K, du facteur de réflexion et de la classe des luminaires. Ce facteur est donné par le tableau dans l'annexe X-9 page LVII à LIX.

e) Facteur de dépréciation d

Ce facteur tient compte de la diminution dans le temps du flux émis par une source lumineuse par la dépréciation due à l'empoussièrement ou à la durée de vie. Sa valeur dépend des conditions d'environnement :

- d = 1,2 : pour des lampes propres ;
- d = 1,3 : pour des lampes à propreté moyenne ;
- d = 1,5 : pour des lampes médiocre.

Pour notre projet, d est pris égal à 1,2.

f) Flux lumineux total F

Le flux lumineux total est calculé par la formule suivante :

$$F = \frac{E \times S \times d}{\eta \times U}$$

Où : E : éclairement moyen du local considéré [lux] ;

S : surface de la pièce en [m²] ;

η : rendement d'une lampe qui dépend du type de réflecteurs utilisés (annexe X-10 à la page LX);

g) Nombre de luminaires

Le nombre de source lumineuse N à utiliser est :

$$N = \frac{F}{f}$$

Où : F : flux lumineux total [lm];

f : flux émis par les sources installées dans les luminaires [lm].

Le tableau qui suit nous récapitule le nombre de luminaires pour chaque niveau mais les calculs sont effectués dans l'annexe X-11 page LXI à LXIV.

Tableau 123: Nombres de luminaires

Lampe		Etage								Total
Type	P (W)	RDC	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	Terrasse	
TF	20	-	-	6	6	6	6	6	-	30
	40	40	38	-	-	-	-	-	3	81
	65	-	-	34	34	34	34	34	-	170
LI	75	4	5	-	-	-	-	-	-	9
	100	10	10	12	12	12	12	12	-	80
	150	39	8	21	21	21	21	21	3	155
	200	17	44	-	-	-	-	-	-	61

TF : tube fluorescent ;

LI : lampe à incandescence

CONCLUSION PARTIELLE

En bref, cette partie est très importante pour le projet, elle demande beaucoup de précision et d'exactitude pour bien assurer la stabilité et la pérennité de l'ouvrage. Nous avons vue:

Le prédimensionnement de quelques éléments de structure, dans lequel nous avons prédimensionné les poutres longitudinales et transversales, les poteaux, les dalles et l'escalier ;

L'évaluation des actions : effet du vent et les charges verticales qui sont appliquées sur la structure ;

Les calculs de sollicitations et dimensionnement de ces éléments prédimensionnés puis leur vérification. Les résultats ont été récapitulés dans des tableaux dans le but d'alléger notre mémoire et de faciliter sa lecture.

Dans la partie suivante, nous allons traiter l'étude financière de notre projet, déterminer sa rentabilité, étudier l'impact qu'aurait ce dernier sur l'environnement.