

REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO  
UNIVERSITE LIBRE DE PAYS DE GRANDS LACS  
FACULTE DE SCIENCE ET TECHNOLOGIES



B.P: 368 GOMA

[www.ulpgl.net](http://www.ulpgl.net)

**Département de génie civil**

**CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN  
BATIMENT DEVANT ABRITER LA FACULTE DE  
MEDECINE DE L'ULPGL Goma**

---

Mémoire présenté et défendu en vue de l'obtention du  
diplôme de bachelor en science de l'ingénieur mention  
Génie civil.

**Rédigé par :** KAMBALE MAHAMBA Josias

**Directeur :** Prof. Dr Ir AMBOKO MUHIWA Benjamin

**Encadreur :** Msc. Ir. MUHINDO WAMUHINDO Abdias

**Année académique 2022-2023**

**EPIGRAPHE**

« Une maison est le reflet de ceux qui l'habitent. »

Sandrine FILLASSIER

**DEDICACE**

A toute la famille scientifique du domaine technique.

**REMERCIEMENTS**

Nos sincère remerciements sont adressés à l'Eternel notre Dieu, Maitre de temps et de circonstance pour le souffle de vie, et la santé qu'il ne cesse de nous accorder tout au long de notre travail et pour toujours.

Aux autorités académiques, le corps enseignant de l'Université Libre des Pays de Grands Lacs(ULPGL) pour leur accompagnement tout au long de notre formation, particulièrement à celles de la Faculté de Sciences et Technologies(FST).

Au Professeur docteur Ingénieur AMBOKO MUHIWA Benjamin notre Directeur et le Master Ingénieur MUHINDO WAMUHINDO Abdias notre Encadreur, qui nous ont guidé et accompagné dans la réalisation de ce présent travail, nous permettant d'acquérir des connaissances complémentaires à notre formation.

A nos très chers parents, SEDEKIYA MUKAMA Kasereka et KAVIRA BAHWA Darlose pour l'amour, le soutien tant moral que matériel qu'ils nous ont donné pour que nous parvenions à arriver à ce stade.

Nos sentiments de gratitude s'en vont à nos frères et sœurs pour leur volonté de toujours nous encourager et être à nos côtés afin de nous mettre dans le bain de l'apprentissage et la réalisation du dit travail.

Il nous serait ingrat de ne pas reconnaître les efforts des différentes personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de la réalisation de notre travail.

En fin notre reconnaissance s'adresse à nos très chers amis et camarades étudiants pour leur solidarité et leur sens du partage ; merci !!!

KAMBALE MAHAMBA Josias

**RESUME**

Ce travail traite de la conception et dimensionnement d'un bâtiment où sera logé la faculté de médecine de l'ULPGL-Goma. En effet, face à la complexité du traitement de la santé des êtres vivants, il est crucial de former les professionnels de santé dans une bonne condition. C'est pourquoi ce présent travail s'est proposé de concevoir et de dimensionner une structure devant abriter la faculté de médecine. A cet effet, il a été nécessaire de faire une conception d'un ouvrage selon la norme neufert tout en respectant le règle de la conception et les exigences de ladite faculté avec le logiciel autodesk autoCAD, mais aussi de dimensionner ses éléments structuraux selon la règle CBA93 (BAEL91) avec le logiciel de calcul Robot Structural Analysis. Les résultats des études architecturaux nous a donné une surface battue de 2498,56 m<sup>2</sup> intégrant tous les éléments nécessaires pour un projet de bâtiment d'une faculté de médecine tout en respectant le confort et en tenant compte des catégories de personne physique morale et intellectuelle qui pourront utiliser ce bâtiment. Les études structurales effectuées à partir du Logiciel de Calcul donnent comme résultat de plancher de 15 cm d'épaisseurs, d'une poutre est de 25X65 de section, d'un poteau le plus chargé est de 25X25cm avec une charge maximale de 1458,06 kN ; la semelle étant aussi de 35 cm de hauteur ; ainsi que leurs plans de ferrailage, la section et la qualité des armatures.

Mot clé : conception, dimensionnement, structure, faculté de médecine,....

**ABSTRACT**

This work focuses on the design and sizing of a building that will house the Faculty of Medicine of ULPGL-Goma. Indeed, given the complexity of healthcare for living beings, it is crucial to train healthcare professionals in optimal conditions. This is why the present study aimed to design and size a structure intended to accommodate the Faculty of Medicine. To this end, it was necessary to design the building according to the Neufert standards while complying with architectural design principles and the specific requirements of the faculty, using Autodesk AutoCAD software. Furthermore, the structural elements were sized according to the CBA93 (BAEL91) standards using the Robot Structural Analysis software. The results of the architectural studies yielded a built-up area of 2,498.56 m<sup>2</sup>, incorporating all the necessary components for a medical faculty building project, while ensuring comfort and taking into account the categories of physical, moral, and intellectual users of the building. The structural studies conducted with the calculation software resulted in a floor slab thickness of 15 cm, beams with a 25x65 cm cross-section, the most heavily loaded column measuring 25x25 cm with a maximum load of 1458.06 kN, and a footing height of 35 cm. The study also provided rebar plans, as well as the section and quality of the reinforcements.

Keywords: design, sizing, structure, faculty of medicine, ...

**LISTE DE FIGURES**

Figure 1: série de tamis classés par ordre décroissant. ....	6
Figure 2: courbes granulométriques de quelques granulats.....	7
Figure 3:diagramme parabole-rectangle .....	12
Figure 4: diagramme rectangulaire .....	12
Figure 5: diagramme déformation-contraintes .....	13
Figure 7 : carte du système rift East Africain .....	16
Figure 8 : représentation de l'ULPGL Goma / campus Salomon .....	17
Figure 9: quelque partie de l'escalier .....	24
Figure 10: coupe sur semelle .....	26
Figure 11 répartition des charges trapézoïdale .....	29
Figure 12: section min d'armature d'escalier .....	37

**LISTE DE TABLEAUX**

Tableau 1 : les classes des granulats selon les dimensions.....	5
Tableau 2: caractéristique du granulats pour béton.....	6
Tableau 3: différents types de ciments courants normalisés ( FESTA&DREUX, 1998).....	8
Tableau 4: classification des bétons selon la masse volumique. ....	9
Tableau 5. Classes de résistance du béton en compression .....	9
Tableau 6: classe de béton proposée par l'Eurocode 2.....	11
Tableau 7 : détermination des coefficient $\mu_x$ et $\mu_y$ .....	31
<i>Tableau 8: Valeur de l'élanement <math>\lambda</math> des poteaux par étages</i> .....	48
Tableau 9 : charge permanente de la dalle.....	49
Tableau 10:charge d'exploitation appliquée à la dalle.....	50
Tableau 11: charge permanente de la poutre et de mur .....	50
Tableau 12:charge concentrée transmise par Q et G de la dalle sur le poteau le plus sollicité .....	50
Tableau 13:charge concentrée transmise par le poids propre de la poutre sur le poteau.....	51
Tableau 14: charge concentrée transmise par le mur sur le poteau .....	51
Tableau 15: charge totale transmise par Q et G sur le poteau .....	51
Tableau 16: caractéristique des armature pour le poteau le plus chargé.....	52
Tableau 17:Représentation des efforts .....	52
Tableau 18:Sections d'armature pour la poutre.....	53

**SOMMAIRE**

<b>EPIGRAPHE.....</b>	<b>I</b>
<b>DEDICACE.....</b>	<b>II</b>
<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>III</b>
<b>RESUME.....</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>V</b>
<b>LISTE DE FIGURES.....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTE DE TABLEAUX.....</b>	<b>VII</b>
<b>SIGLES ET ABRÉVIATIONS.....</b>	<b>X</b>
<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE.....</b>	<b>1</b>
<b>chapitre I. GENERALITES.....</b>	<b>3</b>
<b>I.1. GENERALITES SUR L'ARCHITECTURE D'UNE UNIVERSITE.....</b>	<b>3</b>
1.1.1. Evolution et typologies [8].....	3
1.1.2. Fonction et espace [3].....	3
1.1.3. Principes de conception [9].....	4
<b>I.2. GENERALITES SUR LE DIMENSIONNEMENT EN BETON ARMEE.....</b>	<b>4</b>
<b>I.2.1. Historique du béton armé [2].....</b>	<b>4</b>
<b>I.2.2. Béton.....</b>	<b>5</b>
A. Matériaux constitutifs du béton.....	5
B. Classement du béton.....	9
C. Caractéristiques mécaniques du béton armé [3].....	10
<b>I.2.3. Acier.....</b>	<b>13</b>
A. Caractères mécaniques.....	13
B. Classification des aciers pour le béton armé.....	13
<b>I.2.4. Les avantages et les inconvénients du béton armé [7].....</b>	<b>14</b>
A. Avantages.....	14
B. Inconvénients.....	14
<b>CONCLUSION PARTIELLE.....</b>	<b>15</b>
<b>chapitre II. METHODOLOGIE.....</b>	<b>16</b>
<b>II.1. INTRODUCTION.....</b>	<b>16</b>
<b>II.2. SITUATION GÉOGRAPHIQUE DU MILIEU D'ÉTUDE.....</b>	<b>16</b>
<b>II.3. CONCEPTION ARCHITECTURALE ET STRUCTURALE.....</b>	<b>17</b>
<b>II.4. PIÈCES DU BÂTIMENT.....</b>	<b>17</b>
II.4.1. Pièce du rez de chaussée.....	17
II.4.2. Pièce étage R+1.....	18
<b>II.5. ETUDES STRUCTURALES.....</b>	<b>19</b>
II.5.1. Pré dimensionnement.....	19
II.5.2. Evaluation des charges [5].....	27
II.5.3. Dimensionnement des éléments structuraux.....	29

**CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA  
FACULTE DE MEDECINE DE L'ULPGL Goma**

---

<b>II.6.</b>	<b>CONCLUSION PARTIELLE .....</b>	<b>45</b>
<b>chapitre III.</b>	<b>PRESENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS .....</b>	<b>46</b>
<b>III.1.</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>46</b>
<b>III.2.</b>	<b>ETUDE STRUCTURALE.....</b>	<b>46</b>
<b>III.2.1.</b>	<b>Pré dimensionnement .....</b>	<b>46</b>
1	Dimensionnement du poteau .....	51
2	Dimensionnement de la poutre .....	52
3	Dimensionnement de la dalle .....	53
<b>4</b>	<b>Dimensionnement semelle .....</b>	<b>53</b>
	<b>CONCLUSION PARTIELLE .....</b>	<b>54</b>
	<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>55</b>
	<b>Bibliographie.....</b>	<b>56</b>
	<b>ANNEXE A : représentation des plans .....</b>	<b>i</b>
	<b>ANNEXE B : PRESENTATION DES PLANS DE FERAILLAGE .....</b>	<b>v</b>
	<b>.....</b>	<b>viii</b>

**SIGLES ET ABRÉVIATIONS**

A	:	Section d'armatures
B.A	:	Béton armé
b	:	Largeur de la section droite
BAEL	:	Béton armé aux états limites
d	:	Hauteur utile de la section droite
E	:	Module de Young
ELS	:	Etat limite de servie
ELU	:	Etat limite ultime
FPP	:	Fissuration peu préjudiciable
$f_{bu}$	:	Contrainte de compression du béton
$f_{c28}$	:	Résistance caractéristique du béton à la compression à 28 jours
$f_e$	:	Limite d'élasticité de l'acier
$f_{su}$	:	Contrainte de traction de l'acier
G	:	Charges Permanente
HA	:	Hauteur adhérence
I	:	Moment d'inertie
i	:	Rayon de giration
KN	:	Kilonewton
KNm	:	Kilonewton-mètre
$L_s$	:	Longueur de scellement
$l_f$	:	Longueur de flambement
$l_o$	:	Hauteur libre du poteau
MPa	:	Méga pascal
$M_u$	:	Moment ultime

# CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA FACULTE DE MEDECINE DE L'ULPGL Goma

---

$M_o$	:	Moment isostatique
N	:	Effort normal
NF	:	Norme française
$N_u$	:	Effort ultime
Q	:	Charges d'exploitation
S	:	Surface
$S_t$	:	Espacement des armatures transversales
T	:	Moment de torsion
ULPGL	:	Université des pays des grands-lacs
V	:	Effort tranchant
y	:	Position de la fibre neutre de la poutre
z	:	Bras de levier
$\beta$	:	Bras de levier réduit
$\gamma_{BA}$	:	Poids volumique du béton
$\gamma_{Expl}$	:	Poids surfacique d'exploitation
$\lambda$	:	Elancement
$\mu$	:	Moment réduit
$\mu_l$	:	Moment réduit limite
$\sigma$	:	Contrainte
$\tau$	:	Contrainte de cisaillement
$\psi_s$	:	Coefficient de scellement relatif des aciers
$\phi$	:	Diamètre

## **INTRODUCTION GÉNÉRALE**

La conception d'ensemble d'un bâtiment est l'incarnation d'une forme de création, la création architecturale. Celle-ci dépend principalement des souhaits du maître d'ouvrage, de la nature du bâtiment et de ses besoins fonctionnels et esthétiques internes tout comme externe. Le dimensionnement quant à lui consiste à la détermination pour chaque poutre, chaque poteau, chaque plancher et autres éléments structuraux, des dimensions de cet élément, des caractéristiques du béton à utiliser, des aciers à employer et aussi comment allier ces deux éléments [1]. Les travaux de la construction d'un bâtiment consistent ainsi à s'appuyer sur les résultats obtenus au niveau de la conception et au dimensionnement de la structure suivant un ensemble des règles bien défini.

Dans le domaine de science de la santé, la question de la santé des êtres vivants (l'homme, les animaux, les arbres), est un défi majeur pour les experts dans ce domaine. Ce pourquoi ces derniers cherchent à tester, à comprendre, à faire le traitement, sur les échantillons pour proposer les solutions afin de palier à ce dernier.

Pour arriver à la réalisation des actions citées ci haut il est impératif d'avoir un cadre spécifique qui répondent aux normes des constructions selon la catégorie de l'ouvrage, au besoin des usagers pour la bonne passation de travaux.

De ce fait l'université libre de pays de grand lacs, ayant les facultés dans ce domaine, notamment la faculté de médecine et la faculté de sante, est classé parmi les champs de production des experts dans ce domaine en République Démocratique du Congo ; qui doivent sortir de leur cadre d'apprentissage ayant en moyenne toutes les connaissances qu'ils pourront ensuite utiliser pour confronter le défi de tous les jours qui est la santé des êtres vivants.

Pour l'acquisition des connaissances, faire des recherches, faire des essais biochimiques, faire des simulations, un cadre spécifique qui répond aussi aux normes des constructions selon la catégorie de l'ouvrage et au besoin des usagers devrait être à leur disposition pour un bon apprentissage et acquisition de connaissance.

Le domaine de science de la santé de l'ULPGL/ Goma aujourd'hui a un cadre qui ne leur facilite pas la réalisation des éléments cité ci-haut, car le bâtiment ou ils sont, n'était pas conçu avec une disposition satisfaisant à leur besoin.

L'ULPGL/ Goma, vu sa démographie qui croit du jour au jour; il se manifeste le besoin d'un autre bâtiments qui répondra aux attentes des facultés citées ci haut, mais aussi présentant certaines particularités et modernisme, vu la génération et l'évolution de la construction dans le monde.

# CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA FACULTE DE MEDECINE DE L'ULPGL Goma

---

Le dépeuplement qui se vit dans ce domaine faute d'une mauvaise condition de travail, difficulté de fonctionnement académique et administratif du domaine mais aussi d'autres domaines, vu le partage d'un bâtiment destiné et conçu selon le besoin d'un seul domaine et cela nuit à l'excellence, la réputation et aux valeurs de l'université.

Pour pallier au défis que rencontre les étudiants, les administratifs et les enseignants de la faculté de médecine ; notre recherche se basera sur

Quel serait le besoin exact en terme d'espace, de confort pour cette faculté de médecine ?

Quelle serait la réaction du bâtiment face aux différents aménagements et utilisation par les usagers ?

Nous pensons avec la norme neufert et la méthode de récolte des données en terme de renseignement sur la faculté de médecine nous permettrait d'identifier le besoin de notre bâtiment pour une bonne conception

En plus sur base de calcul du dimensionnement nous pourrions parvenir à déterminer la réaction du bâtiment conçu tout en se conformant au norme de calcul et du choix de matériaux lors de l'exécution de ce présent projet.

Ainsi il sera nécessaire de concevoir un cadre qui répond aux besoin des usagers tout en considérant les normes de la conception ;

De définir le type de matériaux à utiliser, la forme de la structure du bâtiment, la charge exercée ;

Ce présent travail est structuré comme suit ;

Mis à part l'introduction et la conclusion, ce présent travail comporte trois chapitres qui sont :

- **Chapitre premier** : GENERALITES
- **Chapitre deuxième** : METHODOLOGIE
- **Chapitre troisième** : PRESENTATION ET INTERPRETATION DE RESULTATS

## **chapitre I. GENERALITES**

### **I.1. GENERALITES SUR L'ARCHITECTURE D'UNE UNIVERSITE**

L'architecture des universités est un domaine fascinant qui combine des aspects pédagogiques, fonctionnels, esthétiques et même symbolique. Les bâtiments universitaires ne sont pas des simples structures ; ils sont conçus pour favoriser l'apprentissage, la recherche, la collaboration et la vie étudiante.

#### **I.1.1. Evolution et typologies [8]**

**Campus historiques (souvent anglo-saxons) :** Beaucoup d'universités anciennes, notamment au Royaume-Uni et aux États-Unis (comme Harvard ou Cambridge), ont développé des campus avec des "quadrangles" (cours carrées entourées de bâtiments) qui rappellent les cloîtres médiévaux. Ces campus sont souvent caractérisés par une architecture classique, un lien étroit avec la nature (espaces verts, jardins) et une atmosphère de "monde clos", propice à la concentration.

**Campus modernes (après la Seconde Guerre Mondiale) :** Face à la démocratisation de l'enseignement supérieur et à l'augmentation du nombre d'étudiants, de nombreux campus ont été construits à partir des années 1960. Ces campus ont souvent adopté des principes architecturaux modernistes, comme l'utilisation du béton, les façades sur pilotis, et l'intégration de la lumière naturelle. L'idée était de regrouper l'enseignement, la recherche, l'hébergement et les loisirs sur un même site.

**Campus urbains :** De plus en plus d'universités s'intègrent au tissu urbain des villes, avec des bâtiments répartis dans différents quartiers ou des campus qui sont plus ouverts sur la ville. L'architecture doit alors s'adapter aux contraintes urbaines tout en créant une identité propre à l'université.

**Campus spécialisés :** Certaines universités ou facultés ont des besoins architecturaux spécifiques (par exemple, des laboratoires pour les facultés de médecine ou de sciences, des ateliers pour les écoles d'art ou d'ingénierie)

#### **I.1.2. Fonction et espace [3]**

L'objectif premier est de répondre aux besoins fonctionnels de l'enseignement supérieur

**Enseignement :** Salles de classe, amphithéâtres, laboratoires, salles de séminaires. Ces espaces doivent être flexibles, bien éclairés, acoustiquement performants et équipés des technologies modernes.

**Recherche :** Laboratoires spécialisés, centres de recherche, bureaux pour les chercheurs.

**Bibliothèques et centres de documentation :** Des espaces calmes et propices à l'étude, souvent dotés de vastes collections et d'accès aux ressources numériques.

# CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA FACULTE DE MEDECINE DE L'ULPGL Goma

---

**Vie étudiante** : Résidences universitaires, restaurants et cafétérias, espaces de socialisation, salles de sport, centres culturels, espaces de loisirs.

**Administration** : Bureaux pour le personnel administratif, salles de réunion.

**Espaces extérieurs** : Parcs, jardins, places, chemins piétonniers qui relient les différents bâtiments et offrent des lieux de détente et de rencontre.

## **I.1.3. Principes de conception [9]**

**Fonctionnalité et flexibilité** : Les bâtiments doivent être adaptés à leurs usages actuels et futurs, avec des possibilités d'évolution et d'adaptation.

**Confort et bien-être** : L'éclairage naturel, la ventilation, l'acoustique et la qualité de l'air sont essentiels pour créer un environnement d'apprentissage agréable.

**Durabilité** : L'intégration de principes de développement durable (efficacité énergétique, matériaux écologiques, gestion de l'eau) est de plus en plus courante.

**Accessibilité** : Les bâtiments doivent être accessibles à tous, y compris aux personnes à mobilité réduite.

**Identité et image** : L'architecture contribue à l'identité visuelle de l'université et peut refléter ses valeurs (ouverture, excellence, innovation).

**Intégration au site** : La manière dont les bâtiments s'intègrent dans leur environnement naturel ou urbain est cruciale.

## **I.2. GENERALITES SUR LE DIMENSIONNEMENT EN BETON ARMEE**

Ce point s'attèle aux généralités sur le béton armé qui est une association de matériaux, le béton et l'acier. Les points constitutifs de cette partie sont : l'historique du béton armé, le béton dont ses matériaux constitutifs, son classement, ses caractéristiques mécaniques ; les aciers avec comme points constitutifs, ses caractéristiques mécaniques, sa classification et sa disposition ; puis les avantages et inconvénient du béton armé en suite sera suivi d'une conclusion partielle.

### **I.2.1. Historique du béton armé [2]**

C'est en 1848 que LAMBOT, un français, imagina d'associer des barres d'acier et du béton de ciment pour réaliser une barque. Quelques années plus tard, MONIER, un jardinier de VERSAILLES utilisera un procédé analogue pour fabriquer des bacs à fleurs. On lui attribue l'invention du BA qui a ensuite été exploité en Allemagne par l'entreprise MONIER BETON BRAU (brevet déposé en 1868). Ensuite HENNEBIQUE met au point les bases du calcul pour son utilisation rationnelle mais il faudra attendre 1897 pour que RABUT professe le premier cours de BA à l'ENPC.

# CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA FACULTE DE MEDECINE DE L'ULPGL Goma

Auparavant, en 1891, COIGNET utilisa des poutres BA préfabriquées pour la construction d'un immeuble.

En 1906 paraît la première réglementation s'appuyant sur une méthode de calcul dite aux contraintes admissibles. La circulaire de 1906 sera remplacée par les règles BA 45 puis BA 60, BA 68, BAEL 80, BAEL 83 et enfin BAEL 91. Actuellement les règles EUROCODES sont en phase de démarrage en Europe.

## I.2.2. Béton

Le béton est un matériau de construction usuel, qui s'apparente à une pierre artificielle et dont les principaux éléments constitutifs sont le liant, les granulats, l'eau et éventuellement les adjuvants [2]. Dans ce point il est question de parler à propos des matériaux constitutifs du béton, son classement et ses caractéristiques mécaniques.

### A. Matériaux constitutifs du béton

Les matériaux constitutifs du béton sont : les granulats (sable et gravier), le ciment considéré comme liant, et l'eau.

#### a. Les granulats

Les granulats utilisés dans les travaux de génie civil doivent répondre à des impératifs de qualité et à des caractéristiques propres à chaque usage. Il existe 6 classes granulaires principales caractérisées par les dimensions extrêmes  $d$  et  $D$  des granulats rencontrés :

*Tableau 1 : les classes des granulats selon les dimensions. [1]*

Fines 0/D	Où $D \leq 0.080\text{mm}$
Sables 0/D	Où $D \leq 6.3\text{mm}$
Gravillons d/D	Où $d \geq 2\text{mm}$ et $D \leq 31.5\text{mm}$
Cailloux d/D	Où $d \geq 20\text{mm}$ et $D \leq 80\text{mm}$
Graves 0/D	Où $6.3\text{mm} < D \leq 80\text{mm}$
Ballasts d/D(concassés)	Où $d \geq 25\text{mm}$ et $D \leq 50\text{mm}$

Parlant du béton ou mortier tout dépend de la dimension  $D$  du plus gros granulats qui détermine l'appellation : mortier pour  $D \leq 4\text{mm}$ , bétons pour  $D \geq 4\text{mm}$ . Les différents granulats forment le squelette granulaire du mortier ou du béton.

# CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA FACULTE DE MEDECINE DE L'ULPGL Goma

Pour le béton 4 familles de granulat peuvent être utilisés dans sa confection dont : les fillers, les sablons, les sables, et les gravillons. Ces familles sont définies dans le tableau ci haut.

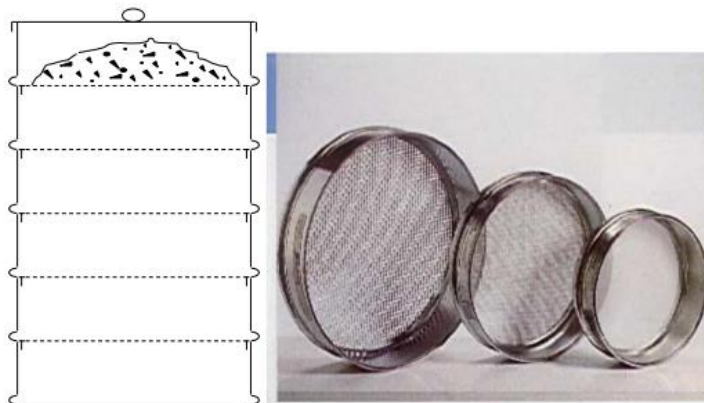
Voici quelques caractéristiques recherchées aux granulats pour la fabrication de bétons :

**Tableau 2: caractéristique du granulat pour béton**

	Granulats pour bétons
Mise en œuvre	<b>Comportement à la mise en œuvre :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- granulométrie</li><li>- angularité</li><li>- teneur en eau</li></ul>
Niveau de service	Résistances mécaniques et évolution à long terme : <ul style="list-style-type: none"><li>- Affinité aux ciments</li><li>- Résistance mécanique</li><li>- Gélivité</li><li>- Alkali réaction</li><li>- Teneur en chlorure et sulfates</li></ul>

Parlons un peu de l'analyse granulométrique qui est un des essais de caractérisation de granulat ;

L'analyse granulométrique est le procédé par lequel on détermine la proportion des différents constituants solides d'un sol en fonction de leur grosseur à l'aide de tamis. On appelle « refus » sur un tamis le matériau qui est retenu par le tamis, et « tamis » ou « passants » le matériau qui passe à travers les mailles d'un tamis. L'essai a pour but de déterminer les proportions pondérales des grains de différentes dimensions qui constituent le sol. Les pourcentages ainsi obtenus sont exprimés sous forme d'un graphique appelé courbe granulométrique.



**Figure 1: série de tamis classés par ordre décroissant. [1]**

Voici la courbe granulométrique

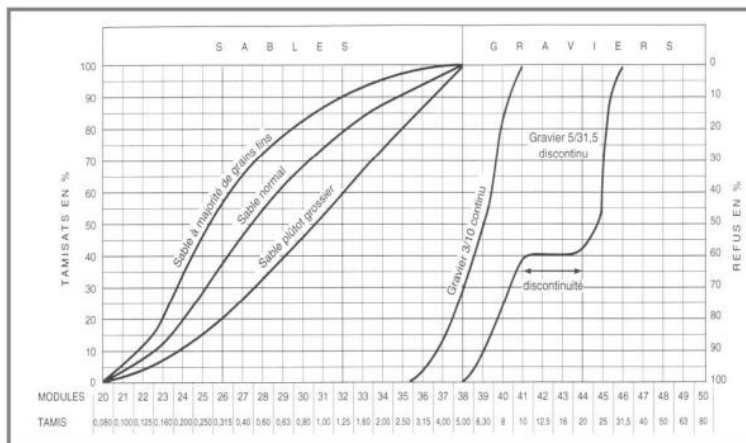


Figure 2: courbes granulométriques de quelques granulats [1]

### b. Le ciment

Selon la norme européenne ENV 197, le ciment est un liant hydraulique c'est-à-dire un matériau finement moulu qui gâché avec de l'eau forme une pâte qui fait prise et durci par des réactions et processus d'hydratation et qui après durcissement conserve sa résistance et sa stabilité même sous l'eau.

#### ➤ Type des ciments [3]

Suivant leurs compositions, les ciments sont divisés en différents types, la norme ENV197-1 identifie deux types principaux de ciment. Le ciment conforme à cette norme est appelé CEM (cément en Anglais)

Les ciments courants : Selon que des constituants, autres que le gypse, sont ou non ajoutés au clinker lors des opérations de fabrication, on obtient les différents types de ciments définis par la norme. Les ciments sont actuellement classés sous la dénomination CEM suivi d'un chiffre romain allant de I à V suivi d'une lettre majuscule en fonction de leur teneur en clinker et d'autres composants. Il est le résultat, à l'origine, de la réaction endothermique entre du calcaire et de l'argile. Le tableau ci-dessous présente la liste des différents types des ciments courants normalisés avec indication, pour chacun d'eux, de leur désignation propre et des pourcentages respectifs de constituants qu'ils comportent [4].

**CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA  
FACULTE DE MEDECINE DE L'ULPGL Goma**

*Tableau 3: différents types de ciments courants normalisés ( FESTA&DREUX, 1998) [5]*

Désignation	Types de ciments	Teneur en clinker	Teneur des constituants secondaires
CPA-CEM I	Ciment portland	95 à 100 %	0 à 5 %
CPJ-CEM II/A	Ciment portland	80 à 94 %	0 à 5 %
CPJ-CEM II/B	composé	65 à 79 %	0 à 5 %
CHF-CEM III/A	Ciment de haut	35 à 64 %	0 à 5 %
CHF-CEM III/B	fourneau	20 à 34 %	0 à 5 %
CLK-CEM III/C		5 à 19 %	0 à 5 %
CPZ-CEM IV/A	Ciment	65 à 95 %	0 à 5 %
CPZ-CEM IV/B	pouzzolanique	45 à 64 %	0 à 5 %
CLC-CEM	Ciment au laitier	40 à 64 %	0 à 5 %
V/ACLC-CEM	et aux cendres	20 à 39 %	0 à 5 %
V/B			

Les ciments spéciaux nous avons diverses sortes dont :

Le ciment LA (Law alcali),

Le ciment HSR,

Le ciment LW (low heat),

Le ciment Blanc

De par leur utilisation, on en distingue deux grands groupes, qui sont les liants minéraux sont de poudre finement broyée qui, mélangés à l'eau, forment une pâte plastique, qui à son tour durcit pour former un matériau solide, véritable pierre artificielle et les liants bitumineux, ou goudronneux. Ils sont de composer d'hydrocarbures avec soufre, oxygène, azote dont les propriétés physicomécaniques varient en fonction de la température.

**c. L'eau [3]**

L'eau étant un constituant actif du béton intervenant dans l'hydratation du ciment. L'eau joue dans le béton deux rôles capitale :

L'eau participe à la réaction d'hydratation du ciment (voir ciment). La quantité d'eau nécessaire à cette réaction est limitée approximativement à 1/4 de la masse du ciment ;

L'eau donne au béton sa maniabilité et son aptitude à la mise en place. Le volume d'eau utilisé doit être cependant limitée au strict minimum nécessaire. En effet, l'évaporation de l'eau excédentaire durant la phase de prise et de durcissement conduit à la création des vides(pores) au sein même de la masse du béton. Un volume d'eau plus important, conduit donc à un plus grand volume de

pores et provoque une diminution de la résistance du béton. La quantité totale d'eau utilisée pour la confection du béton (eau de gâchage) est d'environ 50% de la masse du ciment.

### **B. Classement du béton**

Par ailleurs, les bétons peuvent être classés selon la masse volumique, la résistance, le liant utilisé et selon la destination.

#### **a. Classification des bétons selon la masse volumique**

Suivant la masse volumique du béton, on distingue le béton très lourd (extra lourd), le béton lourd, le béton léger et le béton très léger. Le tableau ci-dessous présente la classification des bétons selon les masses volumiques.

*Tableau 4: classification des bétons selon la masse volumique. [3]*

<b>Classification</b>	<b>Masse volumique</b>
Béton très lourd	$\geq 2,5 \text{ g/cm}^3$
Béton lourd	$1,8 \text{ g/cm}^3 \leq \rho \leq 2,5 \text{ g/cm}^3$
Béton léger	$0,5 \text{ g/cm}^3 \leq \rho \leq 1,8 \text{ g/cm}^3$
Béton très léger	$\leq 0,5 \text{ g/cm}^3$

#### **b. . Classification des bétons selon leur résistance**

Afin de classer le béton selon la résistance, on réalise des essais à la compression des éprouvettes cylindriques de dimension (11 x 22 ; 16 x 32 ; 25 x 50). Les dimensions sont centimètres. Le moule le plus utilisé est le moule 16 x 32. Outre les moules cylindriques, les essais peuvent également se passer sur les moules cubiques. La résistance à la compression d'un béton est exprimée par la résistance caractéristique notée  $f_{ck}$ . La norme ENV 206 classe les bétons en fonction de leurs résistances caractéristiques à la compression suivant le tableau ci-dessous.

*Tableau 5. Classes de résistance du béton en compression [3]*

<b>Classe</b>	<b>C12/15</b>	<b>C16/20</b>	<b>C20/25</b>	<b>C25/30</b>
$f_{ck, \text{Cyl}}$ (Mpa)	12	16	20	25
$f_{ck, \text{cube}}$ (Mpa)	15	20	25	30

**c. Classification des bétons selon la destination**

On distingue :

- Le béton ordinaire (pour les éléments de construction porteurs : poteaux, dalles, poutres, etc.)
- Les bétons hydrotechniques (pour les barrages, écluses, revêtement des canaux) ;
- Les bétons pour les planchers légers (couverture et fondations des chaussées, etc.) ;

Classification des bétons selon le genre de liant utilisé

Selon le liant utilisé, on distingue :

- Les bétons de ciment, confectionnés avec des liants hydrauliques tels que le ciment Portland ;
- Les bétons au liants organiques

**C. Caractéristiques mécaniques du béton armé [3]**

Les caractéristiques du béton armé utilisé dans notre projet, sont conformes aux règlements du béton armé aux états limites selon la norme Eurocode 2, et Bael 99 qui comporte les classes de résistance à la compression, résistance à la traction, module de déformation

**a. Classes des résistances à la compression**

Les bétons ont une très bonne résistance à la compression, en générale de l'ordre de 20Mpa à 40Mpa, néanmoins cette résistance à la compression, peut être encore plus élevée pour certain type de béton à usage bien spécialisé. Selon les expériences nous avons deux types de résistance.

- La résistance mesurée sur le cylindre
- La résistance mesurée sur le cube

La désignation des bétons C25/30, introduite par NF EN 206-1, est donc à interpréter de la manière suivante : 25Mpa est la résistance caractéristique à la compression sur cylindre, et 30Mpa la résistance à la compression sur le cube. La résistance caractéristique du béton en compression, noté  $f_{ck}$ , est définie à 28 jours d'âge, qu'on appelle autrement activité du béton. A titre d'exemple,  $f_{ck}=25\text{Mpa}$  pour la classe C25/30. L'Eurocode 2 propose 15 classes de béton avec de sauts de 4 à 10 Mpa, il n'interdit pas les options de classes intermédiaires est attendu. En revanche, pour un diagnostic, on peut retenir la valeur caractéristique déduite des essais.

T : le temps en jours :

# CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA FACULTE DE MEDECINE DE L'ULPGL Goma

S : coefficient dépendant du type de ciment ( $s=0,20$  pour le ciment à rapide et haute performance ;  $0,25$  pour les ciments normaux et  $0,35$  ou le ciment à prise lente)

**Tableau 6: classe de béton proposée par l'Eurocode 2 [3]**

Classes	C12/13	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60	C60/70
$F_{cm}$ (Mpa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	68

## b. Résistance à la traction

La résistance à la traction, pour le béton est faible d'environ 10 % à 15% de la résistance de compression. La résistance prise en compte est la traction axiale  $f_{ct,ax}$ . La résistance à la traction peut être déduite d'essais effectués selon la norme EN 206.

## c. Module de déformation

Le module sous charges de courte durée est noté  $E_{cm}$ . Il représente la valeur moyenne du module sécant à la courbe contrainte déformation du béton du code européen CEB 90 et correspondant à  $0,4 \times f_{ck}$ .

## d. Coefficient de poisson

Le coefficient de poisson relatif aux déformations est pris égal à  $0,2$  lorsque la fissuration du béton est admise, il est égal à  $0$ .

## e. Coefficient de dilatation thermique

Le coefficient de dilatation thermique du béton est pris, égal à  $1 \times 10^{-5}$

## f. Fluage

Sous chargement constant, la déformation du béton augmente continuellement avec le temps, ce phénomène porte le nom du fluage. Les déformations de fluage sont loin d'être négligeables puisqu'elles peuvent aller jusqu'à deux fois les déformations instantanées :

## i. Coefficient de fluage pour des contraintes de compression modérée

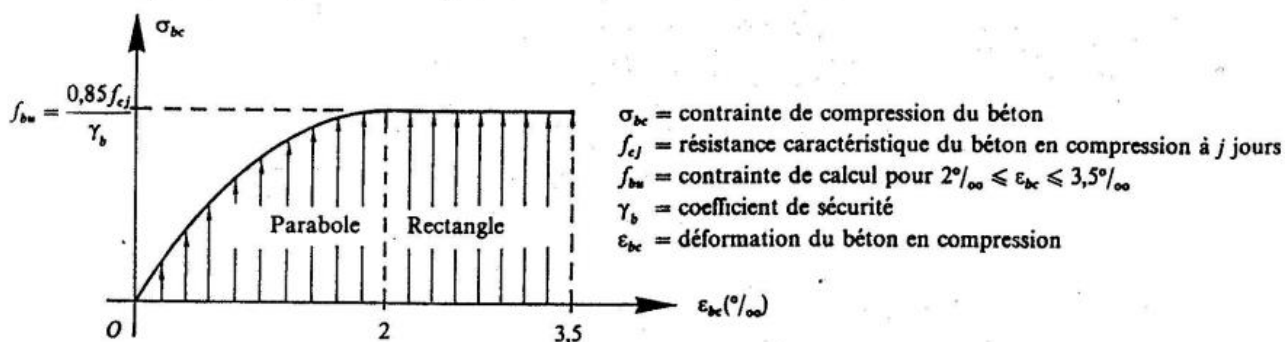
Les valeurs de fluage sont comprises entre  $1,2$  et  $6$  tant que la contrainte de compression reste inférieure à  $0,45 \times f_{ck}$ .

## ii. Retrait

Après coulage, une pièce de béton conservée à l'air tend à se raccourcir. Ceci est dû à l'évaporation de l'eau non liée avec le ciment et peut entraîner des déformations de l'ordre de  $1,5 \times 10^{-4}$  à  $5 \times 10^{-4}$  selon l'humidité de l'environnement. On notera que des pièces de béton conservées dans l'eau subissent, au contraire, un gonflement. Le retrait commence dès le premier jour de la vie de la pièce en béton et on observe que 80% du retrait au bout de deux ans.

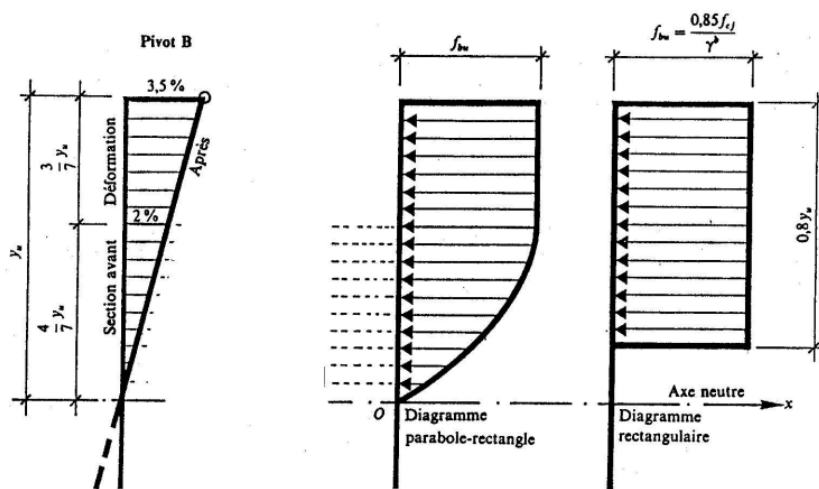
**iii. Diagramme de contrainte déformation**

- **Diagramme parabole-rectangle** : c'est le diagramme déformation-contraintes qui peut être utilisé dans les cas [6]. La figure ci-dessous présente le diagramme contrainte-déformation du béton



*Figure 3: diagramme parabole-rectangle [6]*

- **Diagramme rectangulaire** : lorsque la section est partiellement comprimée (cas de la flexion simple), nous pouvons remplacer le diagramme parabole-rectangle par un diagramme rectangulaire simplifié. La figure ci-dessous présente le diagramme rectangulaire simplifié.



*Figure 4: diagramme rectangulaire [6]*

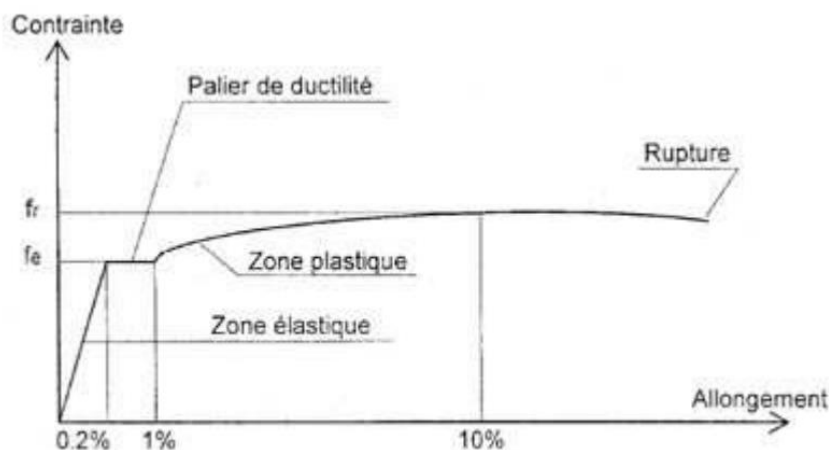
### **I.2.3. Acier**

Le matériau acier est un alliage fer et carbone en faible pourcentage. Cette section comporte les caractères mécaniques des aciers, les classements des aciers pour le béton armé, les dispositions constructives.

#### **A. Caractères mécaniques**

Le caractère mécanique sert de base aux justifications est la limite d'élasticité longitudinale  $E_s$  est pratiquement constant quel que soit l'acier utilisé.

Le diagramme déformation-contraintes à l'allure suivante pour la traction, (le diagramme est symétrique pour la compression). la figure présente le diagramme démontrant l'effort de traction trouver après essai de traction sur acier naturel.



*Figure 5: diagramme déformation-contraintes [3]*

#### **B. Classification des aciers pour le béton armé**

On utilise pour le béton armé, les ronds lisses, les armatures à haute adhérence et les treillis soudés. On considère pour l'acier un poids volumique à  $78,5 \text{ KN/m}^3$

Les ronds lisses ( $\emptyset$ ) : ce sont des aciers doux, laminés à chaud et de surface lisse, ne présentant aucune aspérité. Les nuances utilisées sont les Fe E 215 et Fe E 235.

Les armatures à hautes adhérences (HA) : Elles sont obtenues par laminage à chaud d'un acier naturellement dur. Ces armatures ont leur surface marquée par des crénelures de formes diverses de façon à assurer une meilleure adhérence avec béton. Ces aciers existent dans les nuances Fe E 400 et Fe E 500.

Les treillis soudés (TS) : si les autres types se présentent en barres, ces derniers sont soit en rouleaux, soit en panneaux de dimensions normalisées. Leur largeur standard est de 2,40 m, la longueur

des rouleaux est de 50 m et celle des panneaux est de 4,80 m ou 6 m. les treillis soudés sont constitués par des fils se croisant perpendiculairement et soudés électriquement à leur croisement. On distingue les treillis soudés à fils tréfilés dits TSL et les treillis soudés à fils à haute adhérence dits TSHA.

#### **I.2.4. Les avantages et les inconvénients du béton armé [7]**

Le béton armé, comme n'importe quel matériau a des avantages et des inconvénients, dont certains sont présentés dans ces paragraphes ci-dessous.

##### **A. Avantages**

Les avantages du béton armé sont de plusieurs ordres entre autres :

**a. L'intérêt économique :** Le béton est le moins coûteux des matériaux résistant à la compression et susceptible d'être associé à d'autres éléments. On dit que l'acier est actuellement le seul matériau utilisé dans la fabrication des armatures parce que son coût est moins cher que celui d'autres matériaux pouvant résister à la traction.

**b. La souplesse d'utilisation :** le béton étant mis en place (dans des moules : coffrage) à l'état pâteux ; il est possible de réaliser des constructions aux formes les plus variées et les armatures peuvent être facilement liées.

Les assemblages entre différents éléments en béton se réalisent par simple contact.

Le béton armé se traite facilement à la préfabrication en usine.

**c. Economie d'entretien :** les constructions en béton armé ne nécessitent aucun entretien tandis que les constructions métalliques, par exemple ont besoins d'être peintes régulièrement.

**d. Résistance au feu :** les constructions en béton armé se comportent beaucoup mieux en cas d'incendie que les constructions métalliques ou en bois. Le béton, grâce à sa mauvaise conductibilité thermique retarde les effets de la chaleur sur les armatures, il est possible de remettre en service la construction après les réparations superficielles, ce qui est impossible pour les constructions métalliques ou autres. Cette propriété a permis d'utiliser le béton armé dans certaines parties des fours.

**e. Résistance aux efforts accidentels :** le béton armé en raison de son poids important est moins sensible aux variations de surcharges que d'autres modes de constructions.

**f. Durabilité :** le béton armé résiste bien à l'action de l'eau et de l'air. La seule condition à observer est la protection des armatures.

##### **B. Inconvénients**

En plus de ces avantages, le béton armé a aussi certains inconvénients, comme :

**a. Le poids :** les ouvrages en B.A sont plus lourds que les autres modes de constructions.

**b. L'exécution :** pour exécuter un ouvrage en béton armé il faut :

- ✓ La préparation de coffrage qui demande beaucoup de temps et un travail de charpente important. Ce coffrage doit rester en place jusqu'à ce que le béton atteigne une résistance suffisante.
- ✓ Le placement des armatures
- ✓ Pendant et après les mises en place du béton, il faut prendre des précautions pour le protéger contre le gel et l'évaporation de l'eau.
- ✓ Le contrôle de la qualité du matériau confectionné lors du gâchage.

**c. Brutalité des accidents :** les accidents qui surviennent d'un ouvrage en béton armé sont en général soudains ou brutaux. En général ces accidents sont dus à des erreurs de calculs ou de réalisations.

**d. Difficulté de modification d'un ouvrage déjà réalisé :** il est difficile de modifier un élément déjà réalisé en béton armé.

## **CONCLUSION PARTIELLE**

Ce chapitre a présenté les généralités sur les architectures d'une université ainsi que, les généralités sur les bétons armés où au premier point nous avons parlé de l'évolution et la typologie, des fonctions et espace de différentes pièces et en fin les principes de conception. Au deuxième point il a été question de parler de l'historique du béton armé, des se constituant de base dont le béton et l'acier avec différents points qui relatent en particulier ces derniers, c'est comme, le constituant, le classement, les caractéristiques du béton ; les propriétés mécaniques et le classement de l'acier pour béton armé ; en suite nous avons chuté en parlant des avantage et inconvénients du béton armé.

Le chapitre suivant consiste essentiellement à parler des méthodologie et technique sur le dimensionnement en BA, ainsi que de la conception proprement dites du bâtiment.

## chapitre II. METHODOLOGIE

### II.1. INTRODUCTION

Ce chapitre contient en gros l'objet de la recherche du point de vue conception et le dimensionnement de la structure en béton armé pour arriver à des résultats qui pourront être utilisés et appliqués afin de répondre au besoin présenté précédemment dans l'introduction générale.

En effet, pour arriver au résultat quelques outils de DCAO nous ont été utiles tout au long de notre travail ; le logiciel Autocad a aidé en termes de la conception ; Revit pour la modélisation 3D ; et Robot structural analysis pour le dimensionnement ; ce chapitre est subdivisé en parties dont la présentation de la conception architecturale et structurale de notre bâtiment et l'étude (pré dimensionnement et dimensionnement) de la structure en béton armé.

### II.2. SITUATION GÉOGRAPHIQUE DU MILIEU D'ÉTUDE

Cette phase consiste à une présentation générale de la situation géographique de l'ULPGL Goma/ campus Salomon, notre milieu d'étude.

Ainsi, l'ULPGL Goma/ Campus Salomon est basé dans la ville de Goma.

Goma étant une ville de la R.D Congo, située à 1500m d'altitude dans la vallée du rift East African (cassure inter plaque tectonique africain). Elle est bâtie au nord du lac Kivu sur les anciennes coulées de laves issues de la chaîne volcanique de Virunga et précisément sur celle du volcan Nyiragongo. C'est une ville menacée par les tremblements de terre provenant de la cassure du rift East African. [10]

Figure 6 ci-dessous donne la carte du système Rift East Africain.

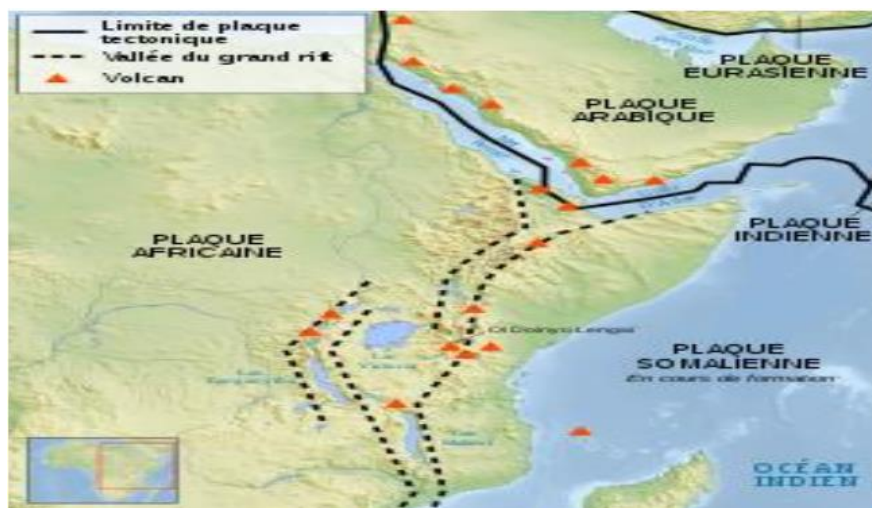


Figure 6 : carte du système rift East Africain [10]

Figure-7 ci-dessous c'est la représentation de l'enclos de notre site d'étude.



*Figure 7 : représentation de l'ULPGL Goma / campus Salomon (google earth)*

### **II.3. CONCEPTION ARCHITECTURALE ET STRUCTURALE**

L'implantation d'un ouvrage nécessite de prendre en compte la sismicité de la région. En plus de cela, il nécessite de procéder à une étude de sol sérieuse permettant de dresser avec une bonne précision la coupe géologique et les caractéristiques des différentes couches. L'éventualité d'un séisme est un aspect important à prendre en compte dans la conception et le dimensionnement du bâtiment, permettant ainsi la réalisation d'un système structural, qui, dans des limites de coût acceptable, satisfait aux prescriptions fondamentales [10].

### **II.4. PIÈCES DU BÂTIMENT**

Le bâtiment est de R+1 dont la répartition des pièces selon les étages est :

#### **II.4.1. Pièce du rez de chaussée**

Salle de cours Baccalauréat 1

Salle de cours Baccalauréat 2

Salle de cours Baccalauréat 3

Salle amphithéâtre

Salle de simulation

Laboratoire de chimie

Laboratoire de microbiologie

# CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA FACULTE DE MEDECINE DE L'ULPGL Goma

---

Bibliothèque

Restaurant

Cuisine

Bureau vice doyen enseignement

Bureau appariteur

Bureau comptabilité

Bureau vice doyen chargé de la recherche

Quelques bureaux pour assistant, chef de travaux et professeur

Quelques toilettes et salle de bain

Salle pour ouvrier

Cages d'escaliers et rampe

## **II.4.2. Pièce étage R+1**

Salle de réunion

Salle de cours Master 1

Salle de cours Master 2

Salle de cours Master 3

Salle informatique

Salle d'étude

Laboratoire parasitologie

Chargé de département pédiatrie

Chargé de département psychiatrie

Chargé de département Gyneco-obstétrique

Bureau SAF

Bureau

quelque bureau pour assistant, chef de travaux et professeur,

doyen

Quelques toilettes

Bureau vice doyen chargé de stage

Bureau chargé de pratique professionnel

Bureau chef de département médecine interne

Les plans architecturaux et structuraux sont présentés en annexe A.

## **II.5. ETUDES STRUCTURALES**

Une étude structurale bien réalisée permet, au-delà d'assurer un ouvrage fiable et pérenne, d'optimiser les quantités de matériaux et les coûts de construction. Ainsi pour le calcul des éléments constituant l'ouvrage, on se base sur des règlements des méthodes connues (BAEL, EUROCODES, RPA, etc.) qui s'appuient sur la connaissance des matériaux (acier et béton), les dimensionnements et ferraillages des éléments résistants de la structure [10].

Cette partie se concentre au pré dimensionnement des éléments de la structure, à la descente des charges, et au dimensionnement des éléments de la structure (planchers, escaliers, la poutre la plus chargée, le poteau le plus sollicité et la fondation).

### **II.5.1. Pré dimensionnement**

Le pré dimensionnement des éléments d'une structure (poutres, poteaux, plancher, etc.) est une étape essentielle dans un projet de génie civil. Il a pour but « le pré calcul » des sections des différents éléments résistants. Il sera fait selon les règles du CBA93 (BAEL 91) et du RPA 99 Version 2003, pour arriver à déterminer une épaisseur économique [11].

#### **II.5.1.1. Pré dimensionnement des poteaux [11]**

Les poteaux sont en béton armé dont la forme est généralement carrée, rectangulaire ou circulaire. Ce sont des éléments dont les longueurs sont grandes par rapport aux autres dimensions. Le pré dimensionnement des poteaux se base sur la limitation de l'élançement mécanique  $\lambda$ .

En effet, pour limiter le risque de flambement, l'élançement  $\lambda$  doit être inférieur à 70. Cette caractéristique mécanique est définie comme le rapport de la longueur de flambement  $L_f$  au rayon  $i$  de la section droite du béton seul (B), calculé dans le plan de flambement. Généralement, le plan de flambement le plus défavorable est celui qui est orienté suivant le moment d'inertie de la section la plus faible, c'est pour cela que le rayon de giration intervient dans le calcul.

Les poteaux sont dimensionnés suivant la condition de non flambement, les conditions du R.P.A 99 et suivant la descente des charges.

### 1. Condition de non flambement

La formule (II.1) illustre la condition de non flambement.

$$\lambda = \frac{l_f}{i_{min}} \quad (\text{II.1})$$

Avec :

- $\lambda$ : l'élancement
- $L_f$  : longueur de flambement  $\rightarrow L_f = 0.7 L_o$  (II.2)
- $L_o$  : longueur libre du poteau
- $i$  : rayon de giration étant le rapport entre le moment d'inertie I et la section A

D'où la formule (II.3) qui illustre la condition de non-flambement est :

$$\lambda = \frac{L_f}{\sqrt{\frac{I}{A}}} = \frac{L_f}{\sqrt{\frac{b \cdot h^3}{12 \cdot b \cdot h}}} = \sqrt{12} \cdot \frac{L_f}{h} \quad (\text{II.3})$$

Pour les charges appliquées après 28 jours, la condition de flambement devient :

$$\lambda \leq 50 \quad (\text{II.4})$$

### 2. Condition du R.P.A art 7.4.1 (R.P.A 99)

Les trois conditions suivantes sont à tenir compte pour le pré dimensionnement des poteaux :

$$\text{Min } (b, h) \geq 25 \text{ cm} \quad (\text{II.5})$$

$$\text{Min } (b, h) \geq \frac{h_e}{20} \quad (\text{II.6})$$

$$\frac{1}{4} < \frac{b}{h} < 4 \quad (\text{II.7})$$

Avec :

- $h_e$  : la hauteur de l'étage,
- $b$  : la largeur du poteau et -  $h$  : la hauteur du poteau.

Nous optons pour les poteaux carrés ( $b=h$ )

### 3. Descente des charges

Le pré dimensionnement des poteaux se fait aussi par la vérification de la capacité portante d'une section choisie, en fonction des sollicitations de calcul en compression simple à l'ELU. Ces dimensions sont déterminées par la descente des charges du poteau le plus sollicité. D'après le CBA93, l'effort normal ultime  $N_u$  agissant sur un poteau doit être égale à la valeur présentée par la relation (II.8) :

$$N_u \leq \alpha \left( Br \cdot \frac{f_{c28}}{0,9 \cdot \gamma_b} + A \frac{f_e}{\gamma_s} \right) \quad (II.8)$$

Avec : -  $B_r$  : Section réduite du poteau (en  $cm^2$ ) ;

- $A$  : Section d'aciers comprimés prise en compte dans le calcul ;
- $f_{c28}$  : Résistance à la compression du béton ;
- $f_e$  : Limite d'élasticité de l'acier utilisé ;
- $\gamma_b = 1,5$  : Coefficient de sécurité du béton (cas durable) ;
- $\gamma_s = 1,15$  : Coefficient de sécurité d'acier ;
- $\alpha$  : Coefficient réducteur, fonction de l'élanement mécanique ( $\lambda$ ), prend les valeurs présentées par les relations (II.9) et (II.10) :

$$\text{Pour } \lambda \leq 50, \begin{cases} \alpha = \frac{0,85}{\left[1 + 0,2 \left(\frac{\lambda}{35}\right)^2\right]} = \frac{0,85}{\beta} \\ \beta = 1 + 0,2 \left(\frac{\lambda}{35}\right)^2 \end{cases} \quad (II.9)$$

$$\text{pour } 50 \leq \lambda \leq 70, \begin{cases} \alpha = 0,6 * \left(\frac{50}{\lambda}\right)^2 = \frac{0,85}{\beta} \\ \beta = \frac{0,85\lambda^2}{1500} \end{cases} \quad (II.10)$$

- Les valeurs de  $\alpha$  sont à diviser par 1,10 si plus de la moitié des charges est appliquée avant 90 jours.
- Il convient d'appliquer une réduction complémentaire lorsque la majeure partie des charges est appliquée avant 28 jours (on prend la contrainte  $f_{cj}$  au lieu de  $f_{c28}$  et le coefficient de réduction est de 1,20 au lieu de 1,10) [12].

On tire de la formule (II.8) la valeur de  $B_r$ , qui est donné par la formule (II.11):

$$B_r \geq \frac{N_u}{\left(\frac{f_{c28}}{0,9 \cdot \gamma_b} + A \frac{f_e}{\gamma_s}\right)} \quad (II.11)$$

### **II.5.1.2. Pré dimensionnement des poutres**

Les poutres sont des éléments horizontaux, dont la section peut avoir différentes formes (rectangulaires, en I ou en té, etc.), leur rôle est de transmettre les charges aux poteaux.

Les formules (II.12) et (II.13) illustrent les conditions pour la détermination de la hauteur et de la base de la poutre : [10]

$$\frac{L}{15} \leq h \leq \frac{L}{10} \quad (\text{II.12})$$

Avec : - L : la distance entre les axes des poteaux et on choisit la plus grande portée

- h : la hauteur de la poutre

$$\frac{h}{5} \leq b \leq \frac{h}{2} \quad (\text{II.13})$$

Avec : - h : la hauteur de la poutre

- b : la base de la poutre

D'après la RPA V2003, on donne des conditions requises pour la détermination de la hauteur et de la base d'une poutre, illustrées par la relation (II.14) :

$$\left\{ \begin{array}{l} b \geq 20\text{cm} \\ h \geq 30\text{cm} \\ \frac{h}{b} \leq 4 \end{array} \right. \quad (\text{II.14})$$

### **II.5.1.3. Pré dimensionnement des planchers [13]**

Le plancher est une dalle pleine en béton-armé entièrement encastrée dans des poutres croisées orthogonalement. On étudie une portion limitée par le plancher. Cette portion est une dalle rectangulaire encastrée sur son contour et ayant les dimensions, mesurées entre axes des appuis dont  $L_y$  étant la grande portée et  $L_x$  la petite portée.

Le rapport entre ces derniers, permet de classier le type de dalle qu'on veut dimensionner, soit une dalle unidirectionnelle ou une dalle portant dans deux directions.

La condition d'une dalle portant dans deux directions est donnée par la formule (II.15)

$$0,4 < \frac{L_x}{L_y} \leq 1 \quad (\text{II.15})$$

Il est à noter que dans les bâtiments courants, l'épaisseur de la dalle doit être égale supérieur ou égale à 12cm pour assurer une bonne isolation acoustique.

#### **II.5.1.4. Pré dimensionnement de l'escalier [11]**

Le choix des dimensions des escaliers résulte des conditions d'utilisation et de la destination de l'ouvrage (habitation, salle de classe, salle de spectacles, etc.). Il existe d'autres conditions entrant dans le choix des dimensions tel que :

La condition d'accès facile d'un étage à un autre ;

La condition de dégagement rapide des escaliers ;

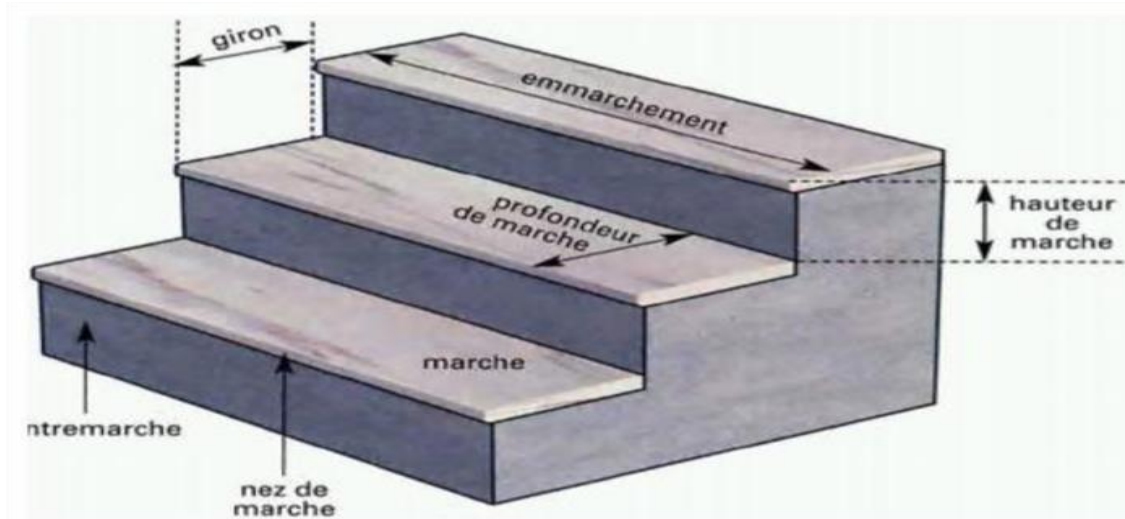
La condition de sécurité ; l'éclairage, ...

##### **a. Terminologie**

La volée d'un escalier est constituée par plusieurs éléments dont les plus importants sont à savoir :

- ✓ Emmarchement
- ✓ Hauteur de marche
- ✓ Giron
- ✓ Contremarche
- ✓ Marche
- ✓ Nez de marche
- ✓ Volée
  
- ✓ Palier
- ✓ Ligne de foulée
- ✓ Jours d'escalier ou lunette

La figure (9) illustre quelques parties de l'escalier parmi celles qui sont énumérées ci-dessus :



*Figure 8: quelque partie de l'escalier [12]*

Pour le calcul des escaliers, Blondel nous propose une relation à prendre en compte qui est illustré par la formule (II.16) :

$$59\text{cm} \leq 2h+g \leq 66\text{cm} \quad (\text{II.16})$$

Avec : - h : la hauteur du contre marche, donné par :

$$14\text{cm} \leq h \leq 20\text{cm} \quad (\text{II.17})$$

- g : la largeur de la marche qui est conditionné par :

$$25\text{cm} \leq g \leq 32\text{cm} \quad (\text{II.18})$$

### **Nombre des contremarches [12]**

La formule (II.29) illustre le calcul du nombre des contremarches

$$n = \frac{H}{h} \quad (\text{II.19})$$

Avec, H : la hauteur de l'étage

h : la hauteur de la marche

### **Inclinaison de la paillasse [11]**

L'inclinaison de la paillasse est déterminée par la formule (II.20) :

$$\tan\alpha = \frac{H}{L} \quad (\text{II.20})$$

Avec : - H : la hauteur de la volée

- L : longueur de la ligne de foulée

La formule (II.21) illustre le calcul de la longueur du paillasse

$$Linc = \frac{H}{\sin\alpha} \quad (II.21)$$

### **Epaisseur de palier de l'escalier**

L'épaisseur « e » du palier et de la paillasse sera en fonction du type d'escaliers et surtout en fonction des positions des appuis (poutres ou voiles). La dalle en béton armé constituée de la paillasse et des paliers travaille en flexion simple et peut être assimilée à une poutre continue d'une ou de plusieurs travées à un mètre de largeur ( $b = 1m$ ). On peut utiliser la relation (II.22) pour le dimensionnement de l'escalier et donc pour déterminer l'épaisseur « e » de la paillasse et du palier :

$$\frac{L}{30} \leq e \leq \frac{L}{20} \quad (II.22)$$

#### **II.5.1.5. Pré dimensionnement des fondations**

##### **Différents types de fondations [12]**

**Fondations superficielles** : Lorsque les couches de terrain capable de supporter l'ouvrage sont à faible profondeur : semelles isolées sous poteaux, semelles filantes sous murs, radiers.

**Fondations profondes** : Lorsque les couches de terrain capable de supporter l'ouvrage sont à une grande profondeur pour trouver le terrain résistant, soit flotté dans un terrain peu résistant. Dans ce cas on compte sur les forces de frottements pour s'opposer aux charges de l'ouvrage : puis pieux.

##### **Fondation spéciale**

- ✓ Fondation avec sous pression d'eau
- ✓ Fondation en terrain instable
- ✓ Fondation anti-vibratile

Le choix de type de fondation dépend du type d'ouvrage à construire, la nature et l'homogénéité du sol, la capacité portante du terrain de fondation, la charge totale transmise au sol, la raison économique et la facilité de réalisation.

Pour ce travail, vu que l'ouvrage et les charges transmises sont très importants, on choisit comme fondation, les semelles isolées. Le tassement est négligé puisque nous sommes dans le milieu où le sol est rocheux.

La figure II.3 donne la description d'une semelle en coupe

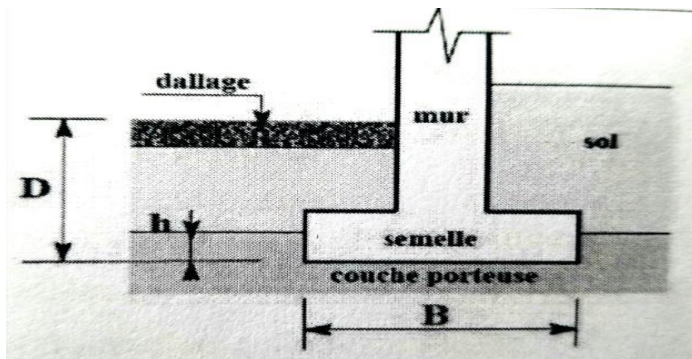


Figure 9: coupe sur semelle [12]

Avec :

- L : longueur de la semelle ou plus grand côté d'une semelle.
- B : largeur de la semelle ou plus petit côté de la semelle
- D : hauteur d'encastrement de la semelle, qui est la hauteur minimum au-dessus du niveau de la fondation
- h : ancrage de la semelle, correspondant à la hauteur de pénétration de la semelle dans la couche porteuse est définie par la relation (II.23) :

$$h = \frac{B}{D} \quad (\text{II.23})$$

Au-delà d'un rapport de 1/6 pour h nous sommes dans le domaine des fondations profondes.

### Dimension d'une semelle [12]

On détermine d'abord la surface nécessaire pour répartir l'effort issu du poteau.

Cette surface s'exprime par la formule (II.24)

$$S(\text{mm}^2) \geq \frac{Nu}{\sigma_{\text{sol}}} \quad (\text{II.24})$$

Avec :

- Nu : Charge total de l'ouvrage, en (N)
- $\sigma_{\text{sol}}$  : la contrainte du sol (sa capacité portante), en (MPa)

- La condition d'homothétie donnée par la relation (II.25) nous permet de calculer la largeur et la longueur de la semelle A et B en se basant sur celles du poteau :

$$\frac{a}{b} = \frac{A}{B} \quad (\text{II.25})$$

C'est-à-dire  $A = \sqrt{S * \frac{a}{b}}$  et (II.26)

$$B = \sqrt{S * \frac{b}{a}} \quad (\text{II.27})$$

Et la hauteur de la semelle H est donnée par la relation (II.28) :

$$H = \frac{B-A}{4} + 5cm \quad (\text{28})$$

Avec :

- a et b : la largeur et l'épaisseur du poteau
- A et B : la longueur et la largeur de la semelle
- H : la hauteur de la semelle

### **II.5.2. Evaluation des charges [5]**

Afin d'assurer la stabilité de l'ouvrage une distribution des charges et surcharges pour chaque élément s'avère nécessaire. La descente des charges permet l'évaluation de la plupart des charges revenant à chaque élément de la structure.

On aura a considéré :

- Les charges permanentes (G) : elles sont obtenues à partir des dimensions géométriques des éléments et des ouvrages, déduites des plans et du poids volumique des matériaux les constituants.
- Les charges d'exploitations (Q) : les charges d'exploitations ou surcharges sont celles qui résultent de l'usage des locaux.

Les combinaisons d'actions qu'on aura à considérer sont dans les cas les plus courants :

- A l'état limite ultime (ELU) :  $P_u = 1,35 * G + 1,5 * Q$
- A l'état limite de service (ELS) :  $P_s = G + Q$  (II.29)

### **II.5.2.1. Charges sur les planchers [10]**

Les planchers étudiés dans ce travail sont faits en dalle pleine en béton armé reposant sur plusieurs appuis au même mode de fonctionnement qu'une poutre continue. Elles supportent :

- Des charges permanentes  $G$  constitués de son poids propre et du poids revenant aux revêtements.
- Des charges d'exploitations  $Q$  de l'étage considérées.

### **II.5.2.2. Charges sur les escaliers [11]**

Les escaliers sont des constructions soumis à leurs poids propres, les charges permanentes des éléments qu'ils supportent et aussi aux surcharges d'exploitation. Il s'agit essentiellement de l'évaluation de  $G$  et  $Q$  de la dalle en béton armé afin de pouvoir la ferrailer. Ils supportent :

#### **a) Charge permanente :**

- Au niveau des paliers : la charge est perpendiculaire à la dalle, si  $e$  = épaisseur de la dalle  $G$  sera la somme du poids propre du palier ainsi que du poids de revêtements

(Mortier de pose, carrelage et l'enduit en ciment)

Le poids propre du palier d'escalier est déterminé par la formule (II.30) ci-dessous :

$$G_{\text{palier}} = (25xe) + P_{\text{mortier}} + P_{\text{carrelage}} + P_{\text{enduit}} \quad (\text{II.30})$$

- Au niveau de la paillasse : la charge est verticale ; la dalle est inclinée d'un angle  $\alpha$ .

D'où le Poids propre de la paillasse est donné par la relation (II.31) :

$$G_{\text{paillasse}} = 25 x \frac{e}{\cos \alpha} + P_{\text{marche}} \quad (\text{II.31})$$

Avec :

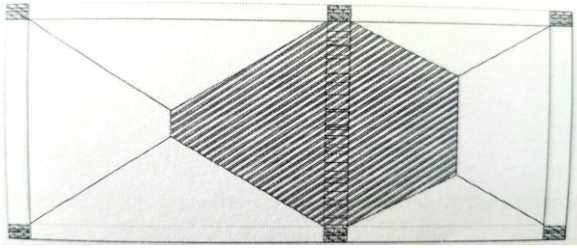
$$P_{\text{marche}} = 25 x \frac{h}{2} + P_{\text{mortier}} + P_{\text{enduit}} \quad (\text{II.32})$$

- b) La charge d'exploitation  $Q$  selon l'usage du bâtiment.

### **II.5.2.3. Charges sur les poutres**

Les charges sollicitant la poutre sont notamment le poids propre de la poutre, le poids de la dalle, Le poids de revêtement et le remplissage des murs.

Par hypothèse, nous admettons que la poutre supporte les actions des charges qui agissent directement sur celle-ci et celles qui lui sont transmises par les éléments qu'elle supporte (plancher, mur, etc.). Les charges à considérer pour calculer les sollicitations sont transmises d'une manière triangulaire et trapézoïdale sur la poutre la plus chargée [5], selon représenter sur la figure (10)



*Figure 10 répartition des charges trapézoïdale [11]*

#### **II.5.2.4. Charges sur les poteaux**

La descente des charges consiste à calculer les efforts normaux résultant de l'effet des charges verticales sur les éléments porteurs verticaux depuis la toiture jusqu'aux fondations.

La combinaison d'action nous permettant de trouver l'effort normal de compression qui est :

$$N_u = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$$

#### **II.5.2.5. Charges sur les fondations**

Les charges de la structure transmises au sol par la fondation sont :

- Les charges permanentes  $G$  : poids de toiture, planchers, murs, etc. prise en compte intégralement.
- Les charges d'exploitation

Pour le calcul des charges permanentes et d'exploitation, on va faire le choix d'un tronçon de mur de 1m de long sollicité par les charges permanentes et les charges d'exploitations les plus défavorables, puis on fera la combinaison de base à l'ELU et à l'ELS.

### **II.5.3. Dimensionnement des éléments structuraux**

Cette partie concerne les calculs proprement dits des éléments structuraux dans le but de trouver les sections définitives des éléments et d'aciers qui pourront à la suite résister aux différentes actions sollicitant la structure. Il s'agira aussi d'effectuer certaines vérifications des déformations de la structure à l'ELS afin de s'assurer que les limites admissibles ne sont pas dépassées.

#### **II.5.3.1. Les planchers**

**Hypothèses de calcul :** [11]

Le plancher de la structure a été dimensionnés en fonction des hypothèses suivant :

- Béton :  $f_{c28} = 25000 \text{ Mpa}$
- Armature longitudinale : type HA500  $f_e = 500 \text{ Mpa}$

- Armature transversale : type HA500  $f_e=500\text{Mpa}$
- Norme : calcul suivant BAEL 91 Modifié 99
- Fissuration : supposé peu préjudiciable

**i. Calcul des moments**

Les planchers sont soumis au moment fléchissant sous l'effet des actions précédentes :

- En travée : zone inférieure tendue
- Sur appui intermédiaire : zone supérieure tendue
- Sur appui de rive, les moments fléchissant dépendent des cas rencontrés, notamment :

**1<sup>er</sup> cas :** panneaux longs uniformément chargés qui conditionne que  $l_x/l_y$  doit être  $\leq 0,4$ .

Dans ce cas le moment en travée de rive est illustré par la formule (II.33)

$$M_t \geq \left[ \frac{1,2+0,3.\alpha}{2} \right] . M_o \quad (\text{II.33})$$

Où :

$$\alpha = \frac{Q}{G+Q} \quad (\text{II.34})$$

Avec : -  $M_o$  : moment isostatique et

- $M_t$  : moment de flexion positif en travée

Les chapeaux sur appuis sont indispensables :

- Sur les appuis de rives pour équilibrer un moment égal ou supérieur à  $-15M_o$ ,
- Sur les appuis intermédiaires (grands cotés) pour équilibrer un moment égal à :
  - $0,60.M_o$ , cas des deux travées
  - $0,50.M_o$ , cas de plus de deux travées pour les appuis voisin de la rive
  - $0,40.M_o$ , pour les appuis intermédiaires non voisins de la rive, cas de plus de 3 travées
- ;
- Sur les autres appuis (petits cotés), la section des chapeaux par unité de longueur est au moins égale à celle des chapeaux disposés sur les grands cotés.

## CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA FACULTE DE MEDECINE DE L'ULPGL Goma

**2<sup>ème</sup> cas** : panneaux portés suivant deux directions  $l_x$  et  $l_y$ , le rapport  $l_x/l_y$  est compris entre 0,4 et 1. On recherche le moment au centre de la dalle  $M_x$  dans le sens de la petite portée et  $M_y$  dans le sens de la grande portée.

La dalle est considérée comme reposant sur 4 cotés.

La formule (II.35) et (II.36) illustrent les moments au centre de la dalle

$$\checkmark M_{0x} = \mu_x \cdot p \cdot l_x^2 \quad (\text{II.35})$$

$$\checkmark M_{0y} = \mu_y \cdot M_{0x} \quad (\text{II.36})$$

- Avec :
- $M_{0x}$ : Moment isostatique dans le sens  $l_x$  et
  - $M_{0y}$ : Moment isostatique dans le sens  $l_y$
  - $P$  : la charge sur la dalle par unité de surface.

$\mu_x$  et  $\mu_y$  sont des coefficients de réduction dont les formules sont illustrés dans le tableau 7 selon que l'on est en ELS ou en ELU:

**Tableau 7 : détermination des coefficient  $\mu_x$  et  $\mu_y$  [11]**

$\frac{l_x}{l_y}$ $\alpha = l_y$	$\mu_x$	$\mu_y$
ELU	$1/[8*(1+2,4*\alpha^3)]$	$\alpha^3*[1,9-0,9\alpha]$
ELS	$1/[8*(1+2*\alpha^3)]$	$\alpha^2*[1+(1,5).(1-\alpha)^2]$

Le moment en travée  $M_t$  varie entre 0,75. $M_o$  et 0,85. $M_o$  et les moments sur les appuis de façon à satisfaire la condition donnée par la formule (II.37)

$$M_t + \frac{M_w + M_e}{2} \geq 1,25M_o \quad (\text{II.37})$$

Avec :

- $M_w$  : moment de flexion sur l'appui
- $M_e$  : Moment de flexion sur l'appui droit de la travée
- $M_t$  : Moment de flexion positif dans la travée
- $M_o$  : Moment isostatique

### ii. Ferrailage

## CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA FACULTE DE MEDECINE DE L'ULPGL Goma

---

L'armature doit compenser les défaillances du béton dans les zones tendues, les aciers porteurs sont prolongés au-delà des appuis et sont aussi retournés sur les appuis (crochet) pour assurer leur ancrage par adhérence. Les barres porteuses sont placées dans le sens de la petite portée, les barres dites de répartition sont orthogonales aux barres porteuses.

L'étude s'effectue sur une bande élémentaire de 1m de largeur et l'enrobage à tenir compte étant de 2cm.

### ✓ Calcul à l'état limite ultime

Les calculs sont faits en travée et en appui. Selon BAEL, les processus sont les suivants :

#### ♦ En travée

##### a. Sens-x :

Le moment réduit dans la section est donné par la formule (II.38)

$$\mu = \frac{M_{tu}}{b \cdot d^2 \cdot f_{bc}} \quad (\text{II.38})$$

Avec :

- $M_{tu}$ , le moment ultime en travée dans le sens de x
- $f_{bc}$  : contrainte limite du béton

La section des armatures est donnée par la formule (II.39)

$$A_{st} = \frac{M_{tu}}{z \cdot \sigma_{st}} \quad (\text{II.39})$$

Avec :

- $M_{tu}$  : le moment ultime en travée dans le sens de x
- $z$  : le bras de levier
- $\sigma_{st}$  : est la contrainte admissible de l'armature à la traction,

Les valeurs de  $z$  et de  $\sigma_{st}$  sont respectivement données par les relations (II.40) et (II.41)

$$z=d. (1-0,4. \alpha) \tag{II.40}$$

Où  $\alpha = 1,25. (1-\sqrt{1-2. \mu})$  (II.41)

$$\sigma_{st} = \frac{fe}{\gamma_s} \tag{II.42}$$

Avec :

- $fe=500\text{MPa}$  est la résistance limite de l'acier et
- $\gamma_s = 1,15$  est le coefficient de sécurité pour l'acier.

L'espacement entre les armatures est donné par la relation (II.43)

$$St = \frac{100}{n-1} \tag{II.43}$$

✓ **Condition de non-fragilité :**

La condition de non-fragilité est obtenue lorsque les sections théoriques et pratiques pour la détermination des armatures sont trouvées.

Cette condition est illustrée par la relation (II.44)

$$As_{min} \geq \frac{0,23.b.d.ft_{28}}{fe} \tag{II.44}$$

Avec  $f_{t28}$ : la résistance caractéristique à la traction du béton.

✓ **Vérification à l'état limite de service**

La condition donnée par la relation (II.45) doit être vérifiée pour des vérifications à l'ELS:

$$\alpha \leq \frac{\gamma-1}{2} + \frac{fc_{28}}{100} \tag{II.45}$$

Avec  $\gamma$  le moment critique, donné par la formule (II.46)

$$\gamma = \frac{Mu}{Ms} \tag{II.46}$$

Où :

- $M_u$ , le moment à l'état limite ultime et
- $M_s$ , le moment à l'état limite de service.

**b. Sens-y**

Ici nous poursuivons de la même façon que dans le sens-x sauf qu'au lieu du moment ultime en travée dans le sens-x, nous considérons le moment dans le sens-y.

♦ **En appui.**

Sens-x :

$$\mu = \frac{M_{aux}}{b.d^2.fbc} \quad (II.47)$$

Avec  $M_{aux}$  : le moment ultime en appui dans le sens-x

La section d'acier du plancher est à déterminer par la relation (II.48) suivante :

$$Ast = \frac{M_{aux}}{z.\sigma_{st}} \quad (II.48)$$

Avec  $z$  et  $\sigma_{st}$  défini par les relations (II.39) et (II.40) donné précédemment

Sens-y :

Ici nous procédons de la même façon que dans le sens de x sauf qu'à la place du moment ultime en travée dans le sens-x, c'est le moment dans le sens de y qui sera utilisé.

**II.5.3.2. Les escaliers**

L'escalier est un élément qui n'est pas à la portée des intempéries, donc les fissurations sont considérées comme peu nuisibles. Sa section est soumise à la flexion simple.

**a. Calcul statique de la paillasse et du palier [13]**

**ELU**

Les charges sur l'escalier sont réparties entre le palier et la paillasse.

Pour avoir la charge qui sera utile, il sera nécessaire de déterminer la charge équivalente de ces deux parties.

Cette charge équivalente est déterminée suivant les formules (II.49) en ELU et (II.50) en ELS ci-dessous :

$$q_{\text{éq}} = \frac{q_{\text{paillasse}}.X + q_{\text{palier}}.Y}{l} \quad (II.49)$$

**ELS**

$$(II.50) = \frac{qs \text{ paillasse} \cdot X + qs \text{ palier} \cdot Y}{l}$$

Avec :

- $l$  : la longueur de l'escalier
- $X$  : la longueur de la paillasse
- $Y$  : la longueur totale des paliers

**i. Calcul des moments**

**ELU**

✓ **Moment isostatique**

Le moment isostatique pour un escalier est donné par la relation (II.51)

$$M_o = \frac{q l^2}{8} \quad (II.51)$$

Avec :

- $q$  : la charge équivalente et
- $l$  : la longueur de l'escalier

✓ **Moments sur appuis**

Les moments en appui a et b sont respectivement donné par les relations (II.52) et (II.53) :

$$M_{au} = 0,2 * M_o \quad (II.52)$$

$$M_{bu} = 0,2 * M_o \quad (II.53)$$

✓ **Moment en travée**

Le moment en travée est donné par la formule (II.54) ci-dessous :

$$M_t = 0,85 * M_o \quad (II.54)$$

**ELS**

✓ **Moments sur appuis**

D'après le BAEL 91, on a que les moments en appui a et b en ELS sont respectivement donné par les relations (II.55) et (II.56)

$$M_a = M_{au} * \epsilon \quad (II.55)$$

$$M_b = M_{bu} * \varepsilon \quad (\text{II.56})$$

Où  $\varepsilon$  est le facteur de réduction des moments, qui est donné par la formule (II.57)

$$\varepsilon = \frac{q_s}{q_u} \quad (\text{II.57})$$

Avec :

- $M_a$  et  $M_b$  des moments respectivement en appui a et b à, l'ELS
- $M_{au}$  et  $M_{bu}$  des moments respectivement en appui a et b à, l'ELU
- **Moment en travée :**

Le moment en travée à l'ELS pour le calcul de la paillasse et du palier est donné par la relation (II.58)

$$M_t = M_{tu} * \varepsilon \quad (\text{II.58})$$

Avec :

- $M_t$  : le moment en travée à l'ELS et
- $M_{tu}$  : le moment en travée à l'ELU

## ii. Calcul des efforts tranchant

Les distances entre appuis a et b sont données par les formules (II.59) et (II.60)

$$a = l \cdot \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{M_e + M_t}{M_w + M_t}}} \quad (\text{II.59})$$

$$b = l - a \quad (\text{II.60})$$

Avec :

- $M_w$  : le moment de flexion sur l'appui gauche de la travée
- $M_e$  : le moment de flexion sur l'appui droit de la travée
- $M_t$  : le moment de flexion positif dans la travée
- a et b sont les distances entre appuis
- $l$  : la longueur de l'escalier

Les efforts tranchants sont donnés par les formules (II.61) et (II.62)

$$V_w = 2 \cdot \frac{M_w + M_t}{a} \quad (\text{II.61})$$

$$V_e = 2 \cdot \frac{M_e + M_t}{a} \quad (\text{II.62})$$

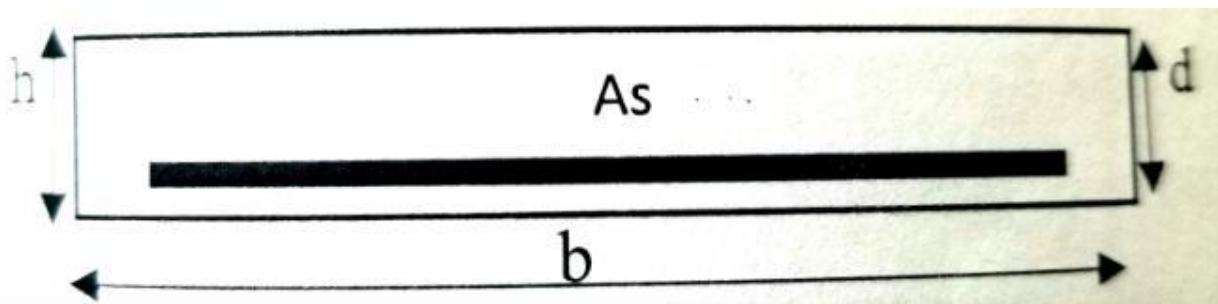
Avec :

- $V_w$  : l'effort tranchant sur l'appui gauche de la travée
- $V_e$  : l'effort tranchant sur l'appui droit de la travée

### iii. Calcul au ferrailage

Le calcul des armatures est effectué pour une section rectangulaire soumise à la flexion simple, des dimensions :  $b$ ,  $h$  et  $d$

Les dimensions  $b$ ,  $h$  et  $d$  sont représentés sur la figure 12



*Figure 11: section min d'armature d'escalier [13]*

#### ❖ Matériaux utilisés :

- Acier : Fe400,  $\gamma_s = 1,15$ ,  $\sigma_s = 348$  MPa
- Béton :  $f_{c28} = 25$  MPa,  $\sigma_b = \frac{0,85}{\gamma_b} \cdot f_{c28} = 14,2$  MPa, avec  $\gamma_b = 1,5$

#### ❖ Ferrailage en travée

Recherche de la section théorique :

La section d'acier de la volée est à déterminer par la relation précédente (II.39):

$$A_{st} = \frac{M_u}{z \cdot \sigma_{st}}$$

Et les armatures de répartition sont déterminées par la formule (II.63)

$$Arép = \frac{Ast}{4} \quad (II.63)$$

La condition de non-fragilité et la vérification à l'ELS sont données par les relations II.44, II.45.

**iv. Position de l'axe neutre [14]**

La position de l'axe neutre Y est donnée par l'équation du 2nd degré, illustré par la relation (II.64) suivante :

$$by^2 + 2n (As + As') y - 2n (As'.d' + As.d) = 0 \quad (II.64)$$

Avec : - As : Armatures tendues

- As': Armatures comprimées (As'=0)
- b : la plus petite dimension de l'élément
- d : valeur de l'enrobage
- d' : valeur de l'enrobage lorsque l'armature est comprimée

Pour As'=0, l'équation devient :

$$by^2 + 2n As y - 2nAs.d = 0, \quad (II.65)$$

Avec, n=15

**v. Calcul du moment d'inertie :**

Le moment d'inertie pour le calcul d'un escalier est donné par la formule (II.66)

$$I = \frac{by^3}{3} + n. As. (d - y)^2 \quad (II.66)$$

✓ **Vérifications des contraintes développées dans la section à l'ELS**

Le système d'équation, donné par la relation (II.67) concrétise les conditions de vérifications des contraintes développées dans la section de la paillasse d'un escalier :

$$\begin{cases} \sigma_{st} = nK(d - y) \leq f_e \\ \sigma_b = K.y \leq 0.6 f_{c28} \end{cases} \quad (II.67)$$

Avec k un coefficient donné par la formule (II.68)

$$K = \frac{Mts}{I} \quad (\text{II.68})$$

Si les deux inégalités sont vérifiées à la fois, on retient alors la section calculée à l'ELU.

✓ **Armature transversales** [12]

Pour les poutres et dalles coulées sans reprise de bétonnage sur leur épaisseur, on peut s'en passer des armatures transversales si la relation (II.69) ci-dessous est bien vérifiée

$$\tau_u = \frac{v_u}{b.d} \leq 0,07 \cdot \frac{f_{c28}}{\gamma_b} \quad (\text{II.69})$$

Avec :  $V_u$  l'effort tranchant à l'ELU

### **II.5.3.3. Les poutres**

Les poutres sont des éléments sollicités par des moments de flexion et des efforts tranchants. Le calcul se fera en flexion simple avec les sollicitations les plus défavorables en considérant la fissuration comme étant peu nuisible. [13]

#### **a. Dimensionnement aux états limites ultimes**

Le dimensionnement aux états limites ultimes a pour objectif de déterminer les sections d'acier  $A_{st}(u)$  qu'il faut placer dans la section afin d'équilibrer le moment fléchissant ultime  $M_u$ .

Le dimensionnement aux états limites ultimes doit être suivi d'une vérification aux états limites des services afin de vérifier que l'état limite de compression du béton ainsi que l'état limite d'ouverture des fissures sont respectés.

##### **i. Hypothèses de calcul** [13]

Les hypothèses de calcul sont les suivantes :

- Les sections droites restent planes et il n'y a pas de glissement entre les armatures et le béton.
- La résistance du béton tendu est négligée.

Si la compression est reprise par l'acier, il travaille à la contrainte donnée par la relation (II.70)

$$\sigma_{st} = f_{su} = \frac{0,85 \cdot f_{c28}}{1,15} \quad (\text{II.70})$$

- Section de béton comprimé

- ✓ Sur appui, seule la retombée de la poutre travaille en compression
- ✓ En travée, une partie du plancher reprend des efforts de compression

Si la compression est reprise par le béton, il travaille à la contrainte donnée par la relation (II.71)

$$\sigma_{bu} = f_{bu} = \frac{0,85 \cdot f_{c28}}{1,5} \quad (\text{II.71})$$

✓ **Calcul des moments**

Les calculs des moments se feront à l'ELU et à l'ELS

**ELU**

La valeur du moment isostatique, celle du moment en travée ainsi que celle du moment en appui à l'ELU sont respectivement déterminées par les relations (II.51), (II.54) et (II.55).

**ELS**

Le moment statique de la poutre, le moment en travée et en appui à l'ELS, sont calculés de la même façon qu'en ELU sauf que le moment à l'ELS remplacera le moment à l'ELU.

♦ **Ferraillage en travée**

**ELU**

La section d'acier de la volée est à déterminer par la relation précédente (II.39):

$$A_{st} = \frac{Mu}{z \cdot \sigma_{st}}$$

Condition de non fragilité est illustrée par la relation (II.72)

$$A_{st} \geq \max \left( \frac{b \cdot h}{1000}; 0,23 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{t28}}{f_e} \right) \text{ cm}^2 \quad (\text{II.72})$$

**ELS**

A l'ELS on doit vérifier la condition donnée par la précédente relation (II.45) :

$$\alpha \leq \frac{\gamma-1}{2} + \frac{f_{c28}}{100}$$

Si la relation (II.49) est vérifiée, il ne sera pas nécessaire de vérifier que la contrainte du béton

$$\sigma_{bc} < \sigma_{lim \ bc}$$

Dans ce cas, l'armature calculée à l'ELU conviendra pour l'ELS.

**Détermination d'armatures minimales et maximales :**

Les sections d'armatures minimales et maximales, notamment en zone courante et de recouvrement pour le ferrailage en travée sont déterminées respectivement par les relations II.73, II.74 et II.75 selon la RPA99 V2003 :

$$- A_{min}=0,5\%.(b.h) \quad (II.73)$$

$$- A_{max}=4\%.(b.h) \text{ pour (zone courante)} \quad (II.74)$$

$$- A_{max}=6\%.(b.h) \text{ pour (zone de recouvrement)} \quad (II.75)$$

Avec :

- h : la hauteur de la poutre et

- b : la base de la poutre

**Espacement d'armatures**

D'après le RPA 99, l'espacement d'armature est donné par les relations II.76 et II.77

$$St \leq \min \left( \frac{h}{4}, 12 \phi \text{ min}, 30cm \right) \rightarrow \text{Zone nodale} \quad (II.76)$$

$$St \leq \frac{h}{2} \rightarrow \text{Zone courant} \quad (II.77)$$

**Diamètre des armatures transversales :**

$$\phi t \leq \min \left( \frac{h}{35}; \frac{b}{10}; \phi l \text{ min} \right) \quad (II.78)$$

Avec :

-  $\phi$ : Le diamètre minimal des armatures longitudinales de la poutre considérée

**II.5.3.4. Les poteaux**

Un poteau est un élément porteur vertical destiné à reprendre les charges et surcharges issue des différents niveaux pour les transmettre aux fondations. Un poteau est soumis à un effort normal N et à un moment de flexion M dans les deux sens, soit dans le sens longitudinal et le sens transversal ; les poteaux sont donc sollicités en flexion composée. [12]

➤ **Armatures longitudinales [5]**

Les armatures doivent être ferrillées en flexion composée à l'ELU

- **Calcul du rayon de giration :**

La relation II.79 donne le rayon de giration pour la détermination d'armatures longitudinales des poteaux.

$$i_{min} = \sqrt{\frac{I_{min}}{B}} \quad (II.79)$$

Avec  $I_{min}$ , le moment d'inertie de la section droite donné par la formule II.80

$$I_{min} = \frac{b \cdot a^3}{12} \quad (II.80)$$

- **Calcul de l'élancement du poteau**

La relation II.81 détermine l'élancement d'un poteau de rayon de giration  $i_{min}$  et de longueur de flambement  $l_f$ .

$$\lambda = \frac{l_f}{i_{min}} \quad (II.81)$$

Si  $\lambda \leq 70$ , alors la méthode forfaitaire n'est pas applicable

Si  $\lambda \leq 50$ , alors la méthode forfaitaire est applicable

- **La section théorique** d'acier nécessaire pour équilibrer l'effort  $N_u$  agissant sur le poteau se calcul par la relation (II.82) :

$$A_{th} = \left[ \frac{N_u}{\alpha} - \frac{f_{c28} \cdot Br}{\gamma_b} \right] \cdot \frac{\gamma_s}{f_e} \quad (II.82)$$

- Calcul du coefficient  $\alpha$

$$\alpha = \frac{0,85}{\left[ 1 + 0,2 \left( \frac{\lambda}{35} \right)^2 \right]} \quad (II.83)$$

- **Calcul de la section réduite**

Elle est calculée selon le type de section.

Pour notre cas, on a des sections rectangulaires, donc on aura  $Br$  donnée par la formule (II.84)

$$Br = (b - 2cm) \times (a - 2cm) \quad (II.84)$$

- **Calcul de la section d'armature minimale :**

On détermine le max entre  $A(4u)$  et  $A(0,2\%)$  :

$A(4u) = 4 \cdot u$ , avec  $u$  le périmètre de la section

$A(0,2\%) = 0,2 \cdot \frac{B}{100}$ , avec  $B$  la section droite du poteau

$$\text{Alors } A_{\min} = \sup \{A(4u); A(0,2\%)\} \quad (\text{II.85})$$

- **Diamètre d'armatures transversales :**

- **Diamètre minimal :**

Le diamètre minimal d'acier est déterminé par la relation (II.86) :

$$\theta_t \geq \frac{\theta_l}{3} \quad (\text{II.86})$$

Avec : -  $\theta_l$  : Diamètre minimale des armatures longitudinales

-  $\theta_t$  : Diamètre minimale des armatures transversales

- **Espacement entre armatures**

L'espacement d'armatures transversales est déterminé par la relation (II.87)

$$- S_t \leq \min (15\theta_t; 40\text{cm}; a+10\text{cm}) \quad (\text{II.87})$$

### **II.5.3.5. Les fondations [12]**

C'est la partie de l'ouvrage en contact avec le sol auquel il va transmettre toutes les charges permanentes et variables supportées par cet ouvrage. La fondation est donc une partie importante de l'ouvrage car de sa bonne réalisation résulte la tenue de l'ensemble.

- ✓ **Conditions à respecter**

- i. Conditions d'homothétie**

La condition d'homothétie nous permet de calculer la largeur et la longueur de la semelle A et B en se basant sur celles du poteau a et b, et ceci suivant les relations (II.88) et (II.89).

$$A1 = \sqrt{S \cdot \frac{a}{b}} \quad (\text{II.88})$$

$$B1 = \sqrt{S \cdot \frac{b}{a}} \quad (\text{II.89})$$

## CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA FACULTE DE MEDECINE DE L'ULPGL Goma

Avec  $S$ , la surface nécessaire pour répartir l'effort issu du poteau, déterminée par la formule (II.90) :

$$S = \frac{Ns}{\sigma_{sol}} \quad (\text{II.90})$$

Avec, -  $N_s$  : la charge totale de la structure reprise par le poteau considéré.

-  $\sigma_{sol}$  : la contrainte du sol du milieu

### ii. Condition de rigidité

On détermine la hauteur de la semelle avec la condition de rigidité, donné par la relation (II.91):

$$\frac{B-b}{4} \leq d \leq B - b \quad (\text{II.91})$$

#### ✓ Vérification des dimensions de la semelle obtenue

Ces vérifications sont faites à l'état limite de service en se servant de la relation (II.92) ci-dessous :

$$\frac{N}{A \times B} \leq \sigma_{\text{lim sol}} \quad (\text{II.92})$$

Avec  $N = N_s + G_{\text{semelle}}$  (II.93)

-  $G_{\text{semelle}}$  étant le poids propre de la semelle.

#### ✓ Calcul des armatures

Les armatures sont calculées à l'état limite ultime de résistance par la méthode des bielles comprimées.

➤ Pour la nappe inférieure parallèle à B, la section d'acier est donnée par la relation (II.94) :

$$A_s = \frac{(N_u + 1,35G_{\text{semelle}}) \cdot (B - b)}{8 \cdot d \cdot f_{su}} \quad (\text{II.94})$$

➤ Pour la nappe inférieure parallèle à A, la section d'acier est donnée par la relation (II.95):

$$A_s = \frac{(N_u + 1,35G_{\text{semelle}}) \cdot (A - a)}{8 \cdot d \cdot f_{su}} \quad (\text{II.95})$$

#### ✓ Vérification au cisaillement

Pour la vérification des armatures au cisaillement, on emploie les relations (II.96) :

$$\tau = \frac{Nu}{\text{surface fissuré}} = \frac{Nu}{2.h.(a+b)} \leq \tau_{adm} \quad (\text{II.96})$$

Et 
$$\tau_{adm} = \min \left[ 0,15 \cdot \frac{f_{tj}}{\gamma_b}; 4MPa \right] \quad (\text{II.97})$$

## **II.6. CONCLUSION PARTIELLE**

Pour ce deuxième chapitre nous avons dit en générale de la conception de la structure en étude, étant conçu en respectant quelque règle de conception ; nous avons présenté le bâtiment dont ces pièces selon le niveau, pour ensuite présenter des méthodes utilisées pour aboutir à une bonne étude structurale.

Pour les méthodes utilisées nous avons présenté la méthode de pré dimensionnement, de l'évaluation de charge ainsi que celle du dimensionnement des éléments structuraux, en utilisant les différentes règlementations, tel que le RPA99/Version 2003 et CBA 93 (BAEL91).

Alors pour le troisième chapitre, nous tâcherons de faire la simulation pour avoir le résultat de l'étude faite, qui devra nous amener à la détermination des sections de différents éléments structuraux (dalle poutre pote [8]au..) pour ensuite présenter et interpréter le résultat obtenus par application des méthodes présentées au second chapitre.

### **chapitre III. PRESENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS**

#### **III.1. INTRODUCTION**

Ce troisième chapitre présente le dimensionnement d'un bâtiment à R+1 en béton armé. Le dimensionnement de la structure consiste à la détermination des sections des différents éléments structuraux, notamment les poutres, les poteaux, les semelles de fondations, les escaliers ainsi que les planchers.

Le principe est basé sur différentes étapes à suivre, dont le pré dimensionnement, l'évaluation des charges sur l'élément considéré, le calcul des sollicitations les plus défavorables, ainsi que la détermination de la section d'acier nécessaire pour reprendre les charges, tout en respectant la règle en vigueur [11].

En gros, le chapitre concerne la présentation des études faites sur le dimensionnement de la structure ainsi qu'à leurs interprétations.

#### **III.2. ETUDE STRUCTURALE**

Ici il consiste en une présentation des résultats du pré dimensionnement des éléments structuraux, à la présentation de l'évaluation de charges de ces éléments puis à la présentation des résultats du dimensionnement.

##### **III.2.1. Pré dimensionnement**

Après application des différentes relations de la partie II.6.1, les différents paramètres de différents éléments structuraux dont la dalle, la poutre, le poteau et la semelle sont connus.

##### **a. Pré dimensionnement des planchers**

On étudie une portion limitée par le plancher, soit une dalle rectangulaire encadrée sur son contour et ayant les dimensions, mesurées entre les axes des appuis dont  $L_x=1.6$  m  $L_y=15$  m

L'élançement du plancher se calcule par la relation (II.15)

$\frac{1.6}{15} = 0.106$ , qui est inférieure à 0.4 : Notre dalle porte dans une direction.

La détermination de l'épaisseur de la dalle se fait en respectant la condition de déformabilité donnée par la relation (II.16):

$$e \geq \frac{6\&}{30} 0.2m \approx 20 \text{ cm}$$

Nous optons pour une dalle de 20 cm d'épaisseur pour le pré dimensionnement

**b. Pré dimensionnement poutre**

D'après les règles de BAEL 91 modifier 99 reprises aux relations (II.12) et (II.13), la portée la plus grande pour la structure étant  $L=750$  cm, on a :

**Recherche de la hauteur**

$$\text{La relation II.12, donne } \frac{750}{15} \leq h \leq \frac{750}{10}$$

$$\Rightarrow 50 \leq h \leq 75, \text{ nous adoptons une hauteur } h=65 \text{ cm}$$

**Recherche de la base**

$$\text{La relation II.13, donne } \frac{h}{5} \leq b \leq \frac{h}{2}$$

$$\Rightarrow 13 \leq b \leq 32.5 \text{ cm}$$

D'après RPA 99 V2003 (11), les poutres doivent satisfaire aux conditions suivantes :

- $b \geq 20 \text{ cm}$
- $h \geq 30 \text{ cm}$
- $\frac{h}{b} \leq 4 \text{ cm} ; \text{ c\`a d } b \geq \frac{h}{4}$

Adoptons une base  $b= 25$  cm ; elle vérifie toutes les conditions énoncées précédemment.

Ainsi donc, nous adoptons les dimensions  $(25 \times 65)$  cm<sup>2</sup> pour la poutre.

**c. Pré dimensionnement poteau**

Pour rappel nous avons adopté le poteau carré. Nous allons considérer la condition de la R.P.A 99 illustrée par les relations II.5, II.6, II.7, et nous optons pour  $b = h = 25$  cm.

Vérifions la condition de non flambement pour notre section avec les relations II.3, II.4 :

La relation II.3 nous donne la valeur de l'élançement du poteau  $\lambda$ , voici tous les paramètres nous aidant à calculer l'élançement dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 8: Valeur de l'élanement  $\lambda$  des poteaux par étages**

Niveau	a (cm)	I (cm <sup>4</sup> )	B(cm <sup>2</sup> )	i (cm)	L <sub>0</sub> (cm)	L <sub>f</sub> (cm)	$\lambda$ (cm)
RDC	25	32552,083	625	7,21687836	350	245	33,94819
R+1	25	32552,083	625	7,21687836	300	210	29,09845

Nous avons  $\lambda=33,94819$  et  $29,09845 \leq 50$ , cela veut dire que la majorité des charges sont appliquées après 28 jours. Il n'y a donc pas de risque de flambement conformément à la condition de non-flambement donné par la relation (II.4).

**d. Pré dimensionnement escalier**

La détermination de la hauteur des contre marches, ainsi que de la largeur des marches de l'escalier est effectuée suivant la formule Blondel donné par la relation (II.19), qui nous ramène aux résultats suivants :

- $h=16\text{cm}$
- $g=30\text{cm}$  ; Avec ceci, on a :

$$\rightarrow 2h+g = 62\text{cm} \leq 66\text{cm} \quad \text{CV}$$

Avec cette relation de Blondel respecté, l'escalier est donc confortable.

➤ **Nombres des contremarches**

Le nombre des marches de l'escalier en étude est déterminé par la formule (II.20), par laquelle nous avons :

$$- n = \frac{350}{16} \approx 22 \rightarrow \text{Nombre des contremarches.}$$

➤ **Inclinaison de la paillasse**

L'inclinaison de la paillasse de l'escalier en étude est donnée par la relation (II.21), qui nous donne que :

$$- \tan \alpha = \frac{H'}{L} = \frac{175}{300} 0,5833 \rightarrow \alpha = 30,255 \text{ avec } H' = \frac{H}{2}$$

$$\sin \alpha = \frac{H'}{L_{incl}} \rightarrow L_{incl} = \frac{H'}{\sin \alpha} \rightarrow L_{incl} = 3,47\text{m}$$

La pente de l'escalier est donc  $\alpha = 30.255^\circ$ , une pente confortable et la longueur de l'inclinaison est  $L_{incl} = 3,47\text{m}$ .

**i. Epaisseur du palier d'escalier**

La détermination de l'épaisseur du palier se fait par application de la relation (II.23)

$$\frac{linc}{30} \leq e \leq \frac{linc}{20} \rightarrow 11,5666 \leq e \leq 17,35$$

Nous adoptons une épaisseur e=15cm pour le palier

**III.2.2. Evaluation de charges**

Ici nous présentons toutes les charges et surcharges ayant une influence sur la stabilité ou la durabilité de la structure. L'évaluation des charges se fera sur tous les éléments de structure à étudier.

**1. Couverture ou toiture**

Pour cette partie nous avons prié comme hypothèse que notre bâtiment sera couvert par un platelage métallique en acier avec comme poids volumique de 78.5 KN/m<sup>3</sup> où est soumis une charge d'exploitation Q de 1KN/m<sup>2</sup> comme charge d'entretien et ayant comme charge permanent G de 785\*10<sup>-4</sup>kN/m<sup>2</sup>.

**2. Plancher**

La dalle courante est une dalle pleine dont la couche structurale a une épaisseur e=15cm selon les résultats du pré dimensionnement. Le tableau 9 est celui qui donne la valeur trouvée du poids propre des planchers étages courants de la structure.

**Tableau 9 : charge permanente de la dalle**

Les composantes	Epaisseur (m)	Poids Volumique (KN/m <sup>3</sup> )	Poids Surfaccique (KN/m <sup>2</sup> )
Dalle en béton	0,15	25	3,75
Carrelage scelles+ mortier de pose de 2 cm	0,05	10	0,5
Mur de bloc creux en béton	0,2	13,5	2,70
<b>G</b>			<b>6,95</b>

La valeur présentée dans le tableau 10 est celle de charge d'exploitation donnée par les règles NF 06-001, qui dépendent de l'usage des pièces considérées.

# CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA FACULTE DE MEDECINE DE L'ULPGL Goma

**Tableau 10: charge d'exploitation appliquée à la dalle**

Niveau	Q (KN/m <sup>2</sup> )	Pièce dont Q est grande
R+1	3.5	Salle d'étude

Pour l'étage, la valeur de la charge d'exploitation Q retenue est celle de la pièce de l'étage ayant la valeur de Q la plus grande.

### 3. Poutre

Les poutres de la structure en étude sont des poutres rectangulaires de dimensions P (25\*65) cm<sup>2</sup>, dimensions retenues lors du pré dimensionnement.

Le tableau 11 nous donne la valeur du poids propre total de la poutre la plus chargée au niveau de chaque étage.

**Tableau 11: charge permanente de la poutre et de mur**

Élément	Charge permanente
Poutre	G=4.062 <b>KN/m</b>
Mur	G=9,45 KN/m

Le poids propre des poutres est donné ici par une charge linéaire, et la charge de mur comme charge linéaire avec comme poids volumique de parpaing de 12,6 KN/m<sup>3</sup>.

### 4. Poteau

L'évaluation des charges sur les poteaux se fait sur le poteau le plus chargé de la structure c'est-à-dire celui reprenant le plus des charges de la dalle et des poutres. L'évaluation des charges sur les poteaux devra respecter le principe de la descente des charges, c'est-à-dire la charge qu'un poteau reprend prendra compte de tous les éléments structuraux des étages qui lui sont supérieurs.

La charge d'exploitation et le poids propre de la dalle transmet au poteau une charge concentrée suivant la surface d'influence donnée dans le tableau 12

**Tableau 12: charge concentrée transmise par Q et G de la dalle sur le poteau le plus sollicité**

Niveau	G <sub>Plancher</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	Q(KN/m <sup>2</sup> )	S <sub>inf</sub> (m <sup>2</sup> )	Q (KN)	G <sub>plancher</sub> (KN)
Couverture	0.000785	1	27,2	27.2	0.021352
R+1	6.95	3.5	27.2	95.2	189.04

Les poutres sont calculées suivant x et suivant y, elles aussi ont une influence sur le poteau le plus sollicité sous forme de charge concentrée. Le tableau ci-dessous nous présente le résultat.

# CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA FACULTE DE MEDECINE DE L'ULPGL Goma

**Tableau 13: charge concentrée transmise par le poids propre de la poutre sur le poteau**

Niveau	$G_{tot\ poutre} = (G_{poutre\ x} * 3,6m) + (G_{poutre\ y} * 8,5m)$
Couverture	$(4,062 * 3,6) = \mathbf{14,6232\ KN}$
R+1	$(4,062 * 3,6) + (4,062 * 8,5) = \mathbf{49,1502\ KN}$

Ces valeurs sont celles de la charge des poutres reprises par le poteau au niveau de chaque niveau et ceci dépendamment du poids propre de la poutre ainsi que de la surface d'influence de celle-ci sur le poteau considéré.

Les murs sont calculés comme les poutres, elles aussi ont une influence sur le poteau le plus sollicité comme une charge concentrée.

**Tableau 14: charge concentrée transmise par le mur sur le poteau**

Niveau	$G_{tot\ mur} = (G_{mur\ x} * 3,6m) + (G_{mur\ y} * 8,5m)$
R+1	$(9,45 * 3,6) = \mathbf{34,02\ KN}$

**Tableau 15: charge totale transmise par Q et G sur le poteau**

Niveau	G (KN)	Q (KN)	G (KN) cumulée	Q (KN) cumulée
Couverture	14,644552	27.2	14,644552	27.2
R+1	272,2102	95.2	286,854752	122,4
RDC	3.5		290,354752	122,4

Le poteau le plus sollicité reprend 290,35 KN comme charge permanente G et 122,4 KN comme charge d'exploitation Q.

### III.2.3. Dimensionnement des éléments structuraux

Notre structure étant en béton armé, nous avons utilisé les méthodes de calcul basé sur les règles du BAEL 91 modifiée 99 pour le dimensionnement de cette structure. Pour les détails de calcul nous nous sommes servis du logiciel Robot Structural Analysis 2024.

#### 1 Dimensionnement du poteau

Après les analyses statiques, nous avons trouvé que le poteau 2903 est le plus chargé. La charge au-dessus est de **N= 1458,06 kN**.

Les hypothèses du dimensionnement sont telles que :

# CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA FACULTE DE MEDECINE DE L'ULPGL Goma

- La section du poteau est de dimension 25x25 cm<sup>2</sup>
- La hauteur sous dalle est de 3.30 m
- L'enrobage est de 4 cm
- Le béton utilisé a une résistance caractéristique  $f_{c28}$  de 20 Mpa

Diamètre du granulat est de 20 mm

- Les calculs sont faits suivant la réglementation de BAEL 91 mod. 99

Le tableau 16 donne le type, les diamètres, le nombre et les sections des armatures pour le ferrailage du poteau le plus chargé de la structure.

**Tableau 16: caractéristique des armatures pour le poteau le plus chargé**

Types d'armature	Nombre	Types d'acier	Diamètre(mm)	Section (cm <sup>2</sup> )
Principale	8	HA 400	16	16,08
Transversale	16	HA 400	6	8,04
Transversale	16	HA 400	6	8,04

Le tableau 17 représente les efforts tranchants et les moments du poteau le plus chargé de la structure

**Tableau 17: Représentation des efforts**

	F <sub>x</sub> [KN]	F <sub>y</sub> [KN]	<b>F<sub>z</sub>[KN]</b>	M <sub>x</sub> [KNm]	M <sub>y</sub> [KNm]	M <sub>z</sub> [KNm]
MAX	93,12	82,07	<b>1335,34</b>	39,82	53,72	3,96
Nœud	-107,83	-152,22	<b>-477,33</b>	-35,65	-19,42	-2,59

## 2 Dimensionnement de la poutre

Pour le calcul de la poutre, les hypothèses considérées sont telles que :

- La section de la poutre rectangulaire est de dimension 25x65 cm<sup>2</sup>
- L'enrobage de l'acier inférieur, supérieur et latéral est de 1,5 cm
- Le béton utilisé a une résistance caractéristique  $f_{c28}$  de 20 Mpa
- Les calculs sont faits suivant la réglementation de BAEL 91 mod 99

Le tableau 18 donne le type, les diamètres, le nombre et les sections des armatures pour le ferrailage de la poutre

**Tableau 18: Sections d'armature pour la poutre**

Types d'armature	Types d'acier	Diamètre	Section (cm <sup>2</sup> )
Principale	HA 400	14	9.05
Principale	HA 400	12	9.24
Transversale	HA 400	10	

### **3 Dimensionnement de la dalle**

Pour le calcul de la dalle, les hypothèses considérées sont telles que :

- La dalle est constituée de deux lits
- Diamètre d'armature : HA14
- Volume de Béton = 3,60 m<sup>3</sup>
- Surface de Coffrage = 24 m<sup>2</sup>
- L'enrobage inférieur et supérieur est de 4 cm
- La flèche admissible est de 3 cm
- Classe armatures principale : HA Fe 500
- Classe du béton ; résistance caractéristique = 20 MPa
- Calculs suivant : BAEL 91 modifié 99

### **4 Dimensionnement semelle**

Pour le calcul de la semelle, les hypothèses considérées sont telles que :

- La semelle est constituée d'un lit
- Diamètre d'armature : HAØ16 ; HAØ12, HAØ8
- Volume de Béton = 1.18 m<sup>3</sup>
- Surface de Coffrage = 2.78 m<sup>2</sup>
- L'enrobage inférieur est de 6 et supérieur est de 6 cm
- Classe armatures principale : HA Fe 400
- Classe de BETON ; résistance caractéristique = 20 MPa

- Calculs suivant : BAEL 91 modifié 99

Nos semelles ayant 1.80 m en X et 1.80 m en axe de Y et la hauteur de 35 cm.

### **CONCLUSION PARTIELLE**

Dans ce chapitre nous avons présenté les résultats du pré dimensionnement, de l'évaluation de charge, et du dimensionnement réalisé par les logiciel ROBOT. Ici nous avons donné des dimensions à tous les éléments de la structure et nous avons pu obtenir également des plans d'exécution qui nous serviront lors d'implantation et la réalisation de notre ouvrage.

### **CONCLUSION GENERALE**

En vue de l'amélioration de condition d'apprentissage de professionnel de santé à l'ULPGL-Goma. Ce présent travail a eu pour finalité de concevoir et de dimensionner un bâtiment devant abriter la faculté de médecine et cela selon les règles architecturales et structurales.

Dans notre premier chapitre nous avons parlé des matériaux de construction entre autres le béton armé constitue du béton et de l'acier, qui est actuellement le matériau de base et courant dans la construction des bâtiments en ville de Goma. En suite les généralités sur l'architecture des universités pour avoir un aperçu global par rapport à la conception.

Dans le deuxième chapitre nous avons parlé de la méthodologie où nous avons commencé par la présentation de notre site d'étude, la faculté de médecine sera située à Goma précisément dans l'enclos de l'ULPGL campus Salomon, puis nous avons montré les pièces constitutives du bâtiment enfin nous avons parlé du principe de dimensionnement.

Concernant le troisième chapitre, grâce aux études structurales effectuées à partir du logiciel Robot structural analysis, le plancher est de 15 cm d'épaisseur, le poteau le plus chargé est de 25X25 cm avec comme charge maximal exercée sur celui –ci de 1458,06 KN et la poutre est de 25x65 cm<sup>2</sup> de section.

Comme perspective à ce travail, nous recommandons aux futurs chercheurs de s'intéresser à ce sujet tout en proposant les améliorations par rapport à la conception mais aussi lors du dimensionnement de tenir compte de la toiture, de l'escalier, de faire les essaie du sol afin de déterminer la contrainte admissible du sol de notre site et proposer un devis quantitatif et le devis économique comme nous n'avons pas pu tenir compte de cela lors de la réalisation de notre projet.

En définitif, étant donné qu'un travail humain ne manque pas des imperfections, ce travail reste ouvert aux corrections, compléments, suggestion ainsi que des propositions de ses éventuels lecteurs.

Bibliographie

- [1] B. Alain, «conception et dimensionnement d'un immeuble R+1 en B.A, cas des dalles de fête avec poutre principales en arc parabolique,» ULPGL, Goma, 2018.
- [2] G. P. & M. TCHOUANI, cours de beton armé suivant les regles BAEL 91 et modifications 99, NANA, juin 2002.
- [3] N. M., «analyse structurale d'une ossature en beton armé et celle en roches: application sur les poteaux d'un batiment administratif R+4,» GOMA, 2020-2021.
- [4] C. A. ALINABIWE, support de cours de physique et technologie du béton, GOMA, 2020-2021.
- [5] T. S. Eric, «conception et dimensionnement d'un batiment R+3 servant de maison carcerale pour Mineurs en ville de Goma,» ULPGL-Goma, 2021-2022.
- [6] DRIF, «module 13: application des regles de beton armé aux etats limites,» office de formation professionnelle et de la promotion du travail direction recherche et ingenierie de formation.
- [7] P.B. Abdelhak, «Beton Armé I,» centre Universitaire de Bechar-Departement de Genie Civil et d'Architecture, 2006.
- [8] B.Christian, construire l'université-l'architectures universitaires a paris et en ile de france, paris: ledivan, 2000.
- [9] Dunod, NEUFERT 7, PARIS, 1996.
- [10] B. Enock, «dimensionnement d'une structure R+6 en B.A dans la ville de Goma,» ULPGL-Goma, 2019-2020.
- [11] «D.B. Mohammed, Polycopie de cours-projet structure en beton armé,» université hassiba benbouali de chlef, faculté de Genie-civil et d'architecture, 2019-2020.
- [12] I. Ismail, «conception et calcul de la structure en beton armé d'un batiment R+3,» Ecole Marocaine d'ingenierie, septembre 2013.
- [13] B. S. E. e. Z. FAWZI, « Etude d'un bâtiment d'habitation (R+5) structure mixte,» Université LARBI BEN M'HIDI OUMEL BOUAGHI, 2012-2013.
- [14] C. FATIHA, «Cours: calcul des semelles des fondationz en beton-armé,» Université Moulad MAMMERI de Tizi-Ouzou, , 2018-2019.

# ANNEXE



# CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA FAC L'ULPGL Goma

vue en plan étage



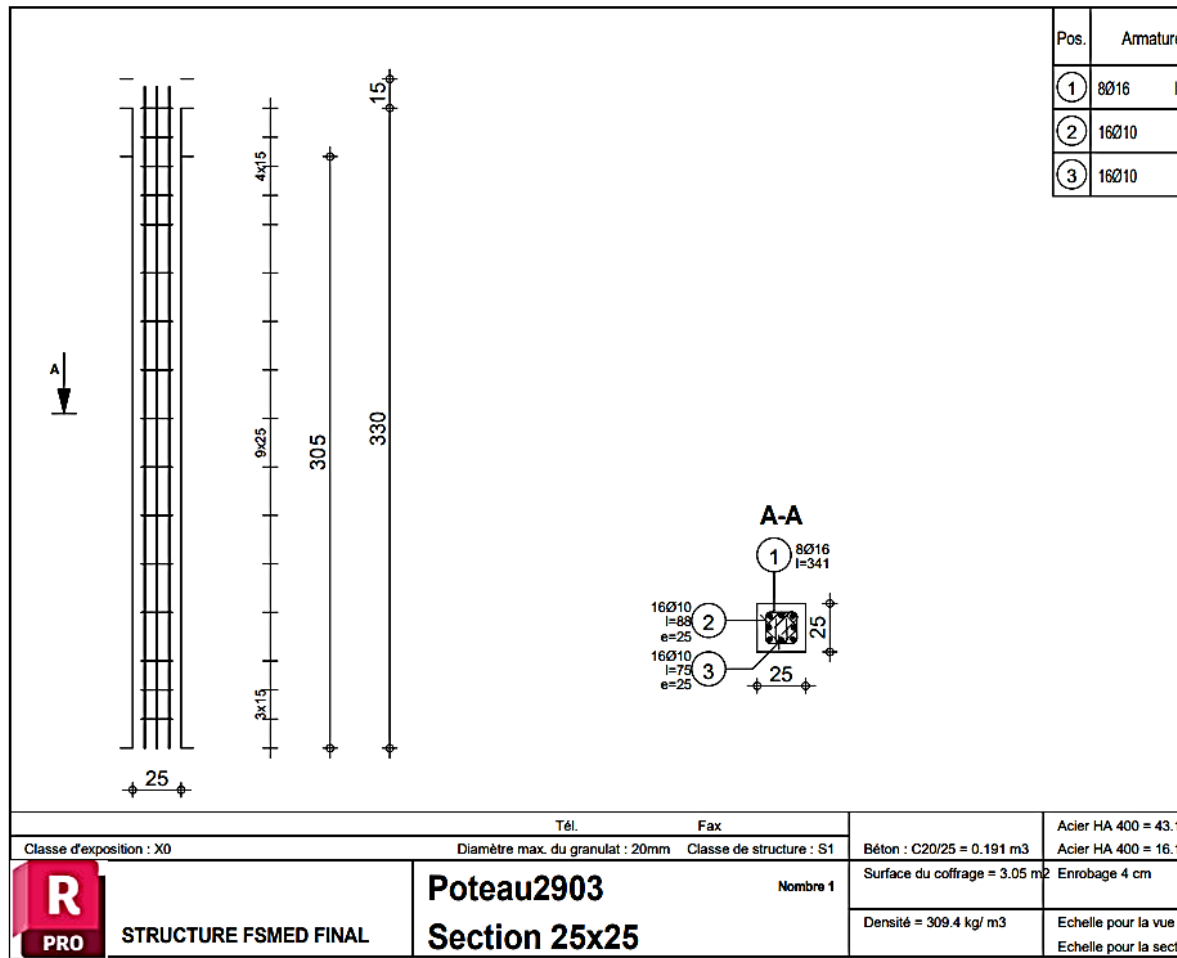
**Plan structural**

# CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA FA L'ULPGL Goma

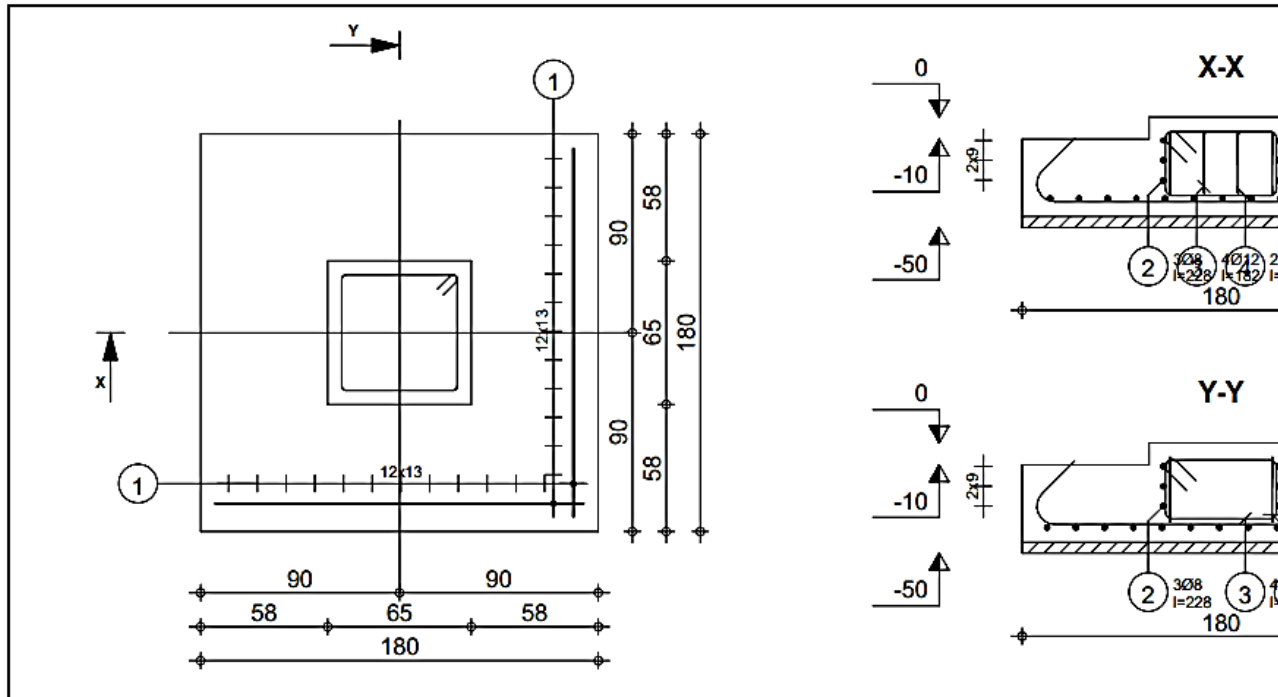


# CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA FA L'ULPGL Goma

## ANNEXE B : PRESENTATION DES PLANS DE FERRAILLAGE



# CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA FA L'ULPGL Goma




Pos.	Armature	Code	Forme	Acier	Pos.	Armature	Code	Forme	Acier
①	26Ø14	I=230		HA 500	④	2Ø12	I=187	31	HA 500
②	3Ø8	I=228	31	HA 500					
③	4Ø12	I=182	31	HA 500					

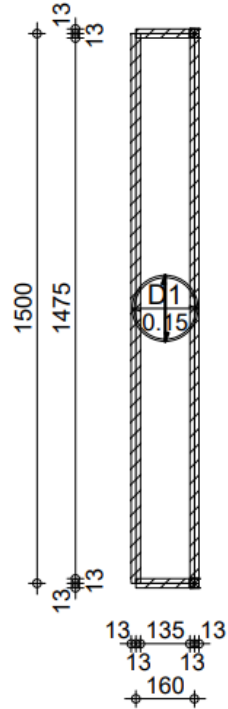
Tél. Fax		Fissuration peu préjudiciable	Béton : C20/25 = 1.18 m3	Acier HA 500
	<b>Niveau standard</b>	<b>Semelle1</b>	Surface du coffrage = 2.78 m2	Acier HA 500
	STRUCTURE FSMED FINAL		Nombre 1	Densité = 71.86 kg/ m3
				Echelle pos Echelle pos

**CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA FA  
L'ULPGL Goma**

Pos.	Armature	Code	Forme	Acier
①	300Ø14	I=154	00 — 154 —	HA 500
②	64Ø14	I=780	00 — 780 —	HA 500

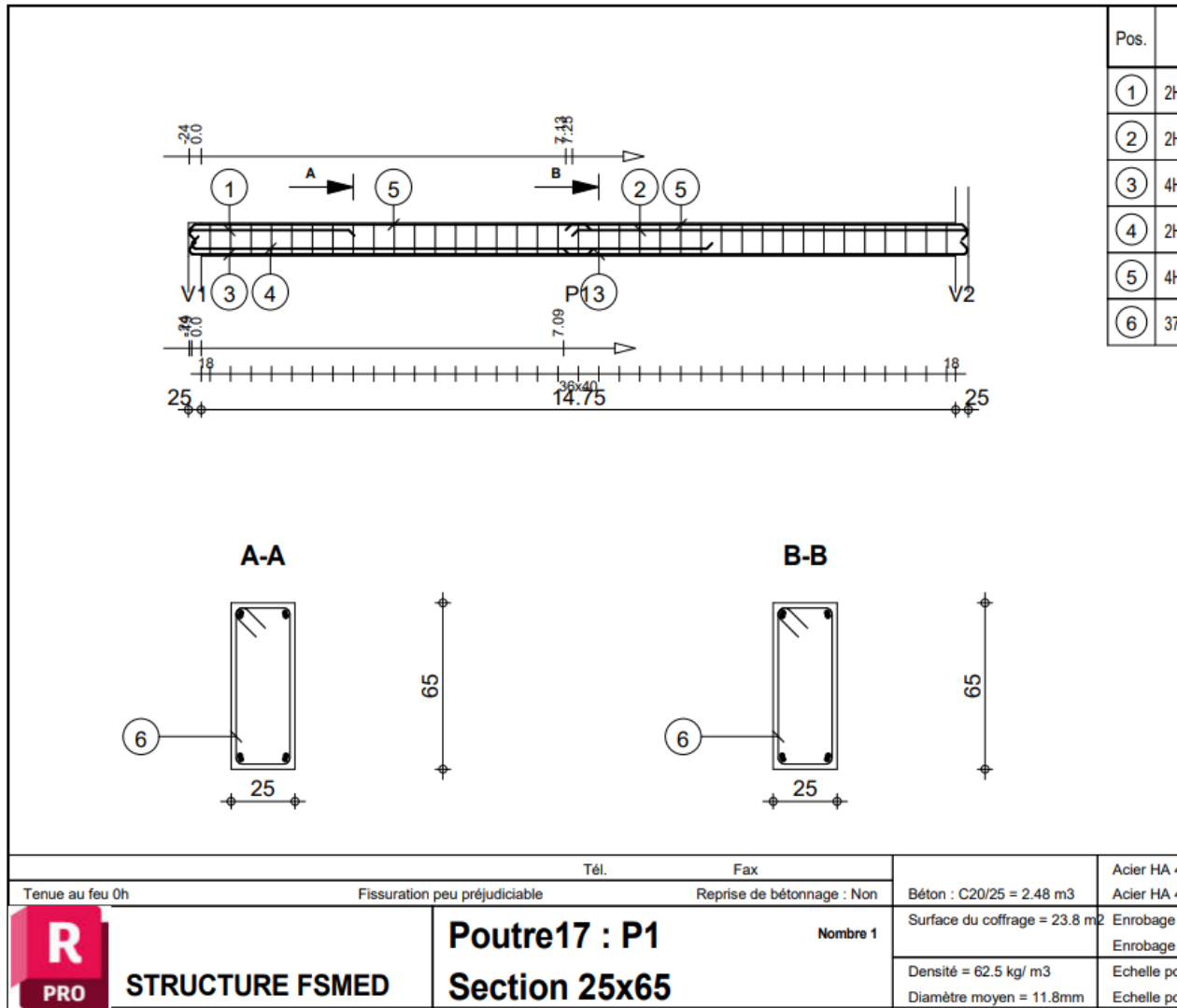
	Niveau	<b>Niveau RDC</b>	Tél.	Fax	Béton : C20/25 = 3
	Sujet:	<b>STRUCTURE FSMED FINAL</b>	Elément:	<b>Dalle4571</b>	Acier HA 500 = 11
			Dessin:	<b>NOMENCLATURE</b>	Date

**CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA FA  
L'ULPGL Goma**



<b>R</b> PRO	Niveau	<b>Niveau RDC</b>	Tél.	Fax	Béton : C20/25 =
	Sujet:	<b>STRUCTURE FSMED FINAL</b>	Elément:	<b>Dalle4571</b>	Surface du coffra
			Dessin:	<b>COFFRAGE DE LA DALLE</b>	Echelle : 1/150

# CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA FA L'ULPGL Goma



**CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DEVANT ABRITER LA FA  
L'ULPGL Goma**

5	0,98	1,41	2,51	3,93	5,65	7,70	10,05	15,71	24,54	40,21	62,83
6	1,18	1,70	3,02	4,71	6,79	9,24	12,06	18,85	29,45	48,25	75,40
7	1,37	1,98	3,52	5,50	7,92	10,78	14,07	21,99	34,36	56,30	87,96
8	1,57	2,26	4,02	6,28	9,05	12,32	16,08	25,13	39,27	64,34	100,5
9	1,77	2,54	4,52	7,07	10,18	13,85	18,10	28,27	44,18	72,38	113,1
10	1,96	2,83	5,03	7,85	11,31	15,39	20,11	31,42	49,09	80,42	125,7
11	2,16	3,11	5,53	8,64	12,44	16,93	22,12	34,56	54,00	88,47	138,2
12	2,36	3,39	6,03	9,42	13,57	18,47	24,13	37,70	58,91	96,51	150,8
13	2,55	3,68	6,53	10,21	14,70	20,01	26,14	40,84	63,81	104,6	163,4
14	2,75	3,96	7,04	11,00	15,83	21,55	28,15	43,98	68,72	112,6	175,9
15	2,95	4,24	7,54	11,78	16,96	23,09	30,16	47,12	73,63	120,6	188,5
16	3,14	4,52	8,04	12,57	18,10	24,63	32,17	50,27	78,54	128,7	201,1
17	3,34	4,81	8,55	13,35	19,23	26,17	34,18	53,41	83,45	136,7	213,6
18	3,53	5,09	9,05	14,14	20,36	27,71	36,19	56,55	88,36	144,8	226,2
19	3,73	5,37	9,55	14,92	21,49	29,25	38,20	59,69	92,27	152,8	238,8
20	3,93	5,65	10,05	15,71	22,62	30,79	40,21	62,83	98,17	160,8	251,3

**Tableau 19: section en cm<sup>2</sup> de 1 à 20 armatures de diamètre  $\phi$  en mm**