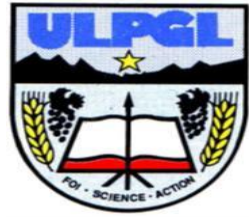


UNIVERSITE LIBRE DES PAYS DES GRANDS LACS

« ULPGL »



www.ulpgl.net

BP: 368 GOMA

FACULTE DE SCIENCES DE L'INGENIEUR

DEPARTEMENT DE GENIE-CIVIL

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+1 DESTINE A UNE CLINIQUE UNIVERSITAIRE POUR L'ULPGL/GOMA

**Travail de fin de cycle présenté et défendu en vue
de l'obtention du diplôme de Bachelor en sciences
de l'ingénieur.**

Rédigé par : **AHADI BIRIMWIRAGI Martha**

Directeur : **CT. Ir. Ally ALINABIWE**

Encadreur : **Ass. Ir. Patrick SYAITSUTSWA**

Année académique 2022-2023

EPIGRAPHE

« Ce qui coûte le plus cher dans une construction ce sont les erreurs. »

Ken Follet

DÉDICACE

A mes très chers parents Jivan BIRIMWIRAGI et Sarah BAKIRE.

REMERCIEMENTS

A l'issue de ce travail, nous avons la grande joie d'exprimer nos sentiments de gratitude à tous ce qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ce dernier.

Nos remerciements s'adressent en premier à Dieu, qui ne cesse de nous prêter vie, force, santé, courage et intelligence dans sa grande miséricorde.

Nous tenons également à remercier la faculté des Sciences et Technologies appliquées pour la formation reçue tout au long de ces années.

Nous remercions également l'ingénieur CT Ally ALINABIWE, directeur de ce travail pour sa disponibilité, ses conseils et orientations.

Nos remerciements à l'ingénieur Ass. Patrick SYAITSUTSWA, notre encadreur, pour son suivi et son implication dans la réussite de ce travail.

Nos remerciements à nos chers parents Jivan BIRIMWIRAGI et Sarah BAKIRE qui ont toujours été là et nous ont soutenus depuis le début dans tout.

Nous exprimons notre reconnaissance à nos frères et sœurs Salomon, Benedi, Judith, Meda, Voldi et Joseph pour leur soutien et encouragements.

Nous ne manquerons pas de remercier nos différents collègues et amis qui de près ou de loin ont contribué à l'achèvement de ce travail par leurs apports scientifiques quels qu'ils soient.

AHADI BIRIMWIRAGI Martha

RÉSUMÉ

Les cliniques universitaires jouent un rôle crucial dans la formation des futurs médecins, la recherche médicale, la prestation de soins de santé de qualité et l'innovation dans le domaine médical. Le présent mémoire porte sur la conception et le dimensionnement d'une clinique universitaire au compte de l'Université Libre des Pays des Grands Lacs à Goma. Pour y parvenir, il a été nécessaire de concevoir la structure (RDC+1) sur une emprise au sol de 3906.045 mètres carrés, avec un nombre précis de lits, et de dimensionner les différents éléments porteurs, notamment les dalles, les poutres ainsi que les poteaux. Au final, le coût ainsi que le délai d'exécution ont été étudiés. Les différents calculs des éléments en béton armé se sont faits conformément aux prescriptions du BAEL 99. La dalle fait 20cm d'épaisseur, les poutres ont une dimension de 20X50 cm et les poteaux sont de 30X30 cm. L'évaluation économique du projet fait été de 696757.2048\$. Et le temps nécessaire pour sa réalisation est de 450jours.

Mots clés : Conception, Dimensionnement, Clinique universitaire

ABSTRACT

University clinics play a crucial role in training future physicians, medical research, providing quality healthcare, and innovation in the medical field. This paper focuses on the design and sizing of a university clinic for the Université Libre des Pays des Grands Lacs in Goma. To achieve this, it was necessary to design the structure (ground floor + first floor) on a footprint of 3906,045 square meters, with a precise number of beds, and to size the various load-bearing elements, including slabs, beams, and foundations. Ultimately, the cost and execution time were studied. The different calculations of reinforced concrete elements were done in accordance with the BAEL 99 regulations. The slab is 20cm thick, the beams have dimensions of 20X50cm, and the columns are 30X30cm. The economic assessment of the project amounted to \$696757.2048. And the time required for its completion is 450 days.

Keywords: Design, Sizing, University Clinic

SOMMAIRE

EPIGRAPHE.....	i
DÉDICACE	ii
REMERCIEMENTS.....	iii
RÉSUMÉ	iv
ABSTRACT.....	v
SOMMAIRE.....	vi
LISTE D'ABREVIATIONS	ix
LISTE DE TABLEAUX.....	x
LISTE DE FIGURES.....	xi
INTRODUCTION GENERALE	1
A. CONTEXTE GENERALE SUR LE THEME.....	1
B. PROBLEMATIQUE.....	2
C. QUESTIONS DE RECHERCHE ET OBJECTIFS	3
D. JUSTIFICATION DU CHOIX ET INTERET DU SUJET	3
E. MÉTHODOLOGIE ET DÉLIMITATION DU TRAVAIL	3
Chapitre I. GENERALITES	5
I.1 INTRODUCTION.....	5
I.2 GENERALITES SUR LA CONCEPTION DE CLINIQUE UNIVERSITAIRE.....	5
I.2.1 Aperçu général.....	5
I.2.2 Historique des cliniques universitaires	5
I.2.3 Conception et fonctionnement.....	6
I.2.4 Missions.....	10
I.3 GENERALITES SUR LE BETON ARME	11
I.3.1 Béton.....	11
I.3.2 L'acier.....	14
I.3.3 Adhérence acier-béton.....	16
I.3.4 Intérêt de l'association acier-béton.....	17
I.3.5 Avantages et inconvénients du béton armé	18

I.3.6	Domaines des modèles de calcul	20
I.3.7	Actions et sollicitations	21
I.4	CONCLUSION PARTIELLE.....	23
Chapitre II.	METHODOLOGIE.....	24
II.1	INTRODUCTION.....	24
II.2	CONCEPTION ARCHITECTURALE.....	24
II.2.1	Base de la conception	24
II.2.2	Situation géographique	24
II.2.3	Plan de conception.....	24
II.3	ETUDE STRUCTURALE	26
II.3.1	Introduction	26
II.3.2	Pré dimensionnement	27
II.3.3	Evaluation des charges	31
II.4	GÉNÉRALITÉS SUR LE LOGICIEL AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS	32
II.4.1	Introduction	32
II.4.2	Caractéristiques principales du logiciel Robot	33
II.4.3	Les différentes étapes d'études à l'aide du Robot.	33
II.5	CONCLUSION PARTIELLE.....	34
Chapitre III.	PRESENTATION DES RESULTATS.....	35
III.1	INTRODUCTION.....	35
III.2	ETUDE STRUCTURALE	35
III.2.1	Pré-dimensionnement	35
III.2.2	Résultat du dimensionnement de la structure	36
III.2.3	Dimensionnement de la poutre	39
III.2.4	Dimensionnement poteau	45
III.3	EVALUATION DE COUTS	47
III.4	PRPOSITION D'UN PLANNING DES TRAVEAUX.....	50
III.5	Conclusion partielle.....	51
	CONCUSION GENERALE	52
	Bibliographie.....	53

LISTE D'ABREVIATIONS

BA	Béton armé
BAEL	Béton Armé aux Etats Limites
E	Module d'élasticité
ELU	Etat Limite Ultime
E_s	Module d'élasticité longitudinal des aciers
ε_{bc}	Déformation du béton en compression
f_e	Limite d'élasticité de l'acier
f_{cj}	Résistance caractéristique en compression a ''j'' jours
f_{tj}	Résistance caractéristique en compression a ''j'' jours j
Nombre des jours	
HA	Haute adhérence
MPA	Méga pascals
RPA	Règles Parasismiques Algériennes
RSA	Robot Structural Analysis
σ_{bu}	Contrainte ultime du béton en compression
γ_b	Coefficient de sécurité du béton
γ_s	Coefficient de sécurité de l'acier

LISTE DE TABLEAUX

<i>Tableau II-1 Répartition des pièces selon les niveaux</i>	<i>25</i>
<i>Tableau III-1 Calcul de l'élançement</i>	<i>36</i>
<i>Tableau III-2 Charges d'exploitation</i>	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
<i>Tableau III-3 Armatures dalles</i>	<i>36</i>
<i>Tableau III-4 Nomenclature des armatures de la dalle</i>	<i>38</i>
<i>Tableau III-5 Diamètre en fonction de longueur</i>	<i>39</i>
<i>Tableau III-6 Moment et effort</i>	<i>40</i>
<i>Tableau III-7 Sections des armatures</i>	<i>41</i>
<i>Tableau III-8 Résultat de la flèche pour la poutre</i>	<i>42</i>
<i>Tableau III-9 Armatures de la poutre</i>	<i>43</i>
<i>Tableau III-10 Diamètre, longueur et nombre de barre pour la poutre</i>	<i>44</i>
<i>Tableau III-11 Ferrailage du poteau</i>	<i>45</i>
<i>Tableau III-12 Diamètre, longueur et nombre de barre pour le poteau</i>	<i>46</i>
<i>Tableau III-13 Devis estimatif</i>	<i>47</i>

LISTE DE FIGURES

<i>Figure I-1 Comportement du béton en compression</i>	13
<i>Figure I-2 Diagramme contrainte – déformation</i>	16
<i>Figure I-3 Représentation d'une barre à Haute adhérence HA</i>	17
<i>Figure II-1 Surface du poteau le plus sollicité</i>	29
<i>Figure III-1 Ferrailage inférieur de la dalle</i>	37
<i>Figure III-2 Ferrailage supérieur de la dalle</i>	38
<i>Figure III-3 Diagramme des moments et efforts</i>	40
<i>Figure III-4 Sections d'aciers de la poutre</i>	41
<i>Figure III-5 Flèche de la poutre</i>	42
<i>Figure III-6 Plan de ferrailage de la poutre</i>	44
<i>Figure III-7 Plan de ferrailage du poteau</i>	46
<i>Figure III-8 Diagramme de Gantt</i>	50

INTRODUCTION GENERALE

A. CONTEXTE GENERALE SUR LE THEME

Au terme du cycle de licence en génie civil à l'université libre des pays de grand lac (ULPGL), nous avons effectué un travail de fin de cycle. Ce travail est un avant-projet sommaire, intitulé Conception et Dimensionnement d'une Clinique Universitaire qui se situe au campus Moïse de L'ULPGL/Goma. Une clinique est définie selon le dictionnaire Robert comme étant un service hospitalier où est donné l'enseignement d'une discipline, ou un établissement de soins privé.

Les cliniques universitaires jouent un rôle essentiel dans la formation pratique des étudiants en médecine en leur offrant une expérience clinique directe. Les étudiants en médecine ont l'opportunité de travailler aux côtés de professionnels de la santé expérimentés et d'appliquer leurs connaissances théoriques dans un environnement réel [1].

L'université Libre des pays des grands Lacs organise à son sein plusieurs facultés parmi lesquelles la faculté de Médecine humaine. Cette dernière pour son bon fonctionnement nécessite outre les enseignements, une clinique universitaire. Pour assurer la formation des médecins, l'Université est en partenariat avec quelques hôpitaux locaux notamment l'hôpital CBCA NDOSHO et CEPAC KYESHERO respectivement des institutions de la CBCA ainsi que de la CEPAC. Par ailleurs, face à la location des hôpitaux quand bien même partenaires, la construction d'une clinique offre une série d'avantages significatifs. Tout d'abord, elle assure un contrôle financier à long terme en évitant les coûts de location variables et d'autres part, posséder sa propre clinique confère une stabilité institutionnelle, une flexibilité opérationnelle maximale et une personnalisation des installations pour répondre spécifiquement aux besoins des patients et du personnel médical. La construction permet également un contrôle total de la qualité des installations, favorise l'indépendance décisionnelle et représente un investissement à long terme dans la communauté et la prestation de soins de santé durables. Enfin, la possession d'une clinique peut renforcer le sentiment de fierté institutionnelle, assurer une continuité des services et avoir un impact socio-économique positif en stimulant l'emploi local et en améliorant l'accessibilité des soins de santé pour les populations mal desservies. Face à ces avantages, il est évident qu'une conception et un dimensionnement d'une clinique Universitaire à l'Université Libre des Pays des Grands Lacs est

une des pistes des solutions durables face à la problématique de manque des cliniques universitaire à son sein.

B. PROBLEMATIQUE

La République Démocratique du Congo, pays d'Afrique centrale vaste de 2345000Km² a une densité de population estimée à 107 milliard d'habitants en 2021. Ce qui a fait d'elle le 14^{ième} pays le plus peuplé du monde [2]. La RDC traverse depuis près de 3 décennies une crise socio-économique dégradée sur laquelle sont venue se greffer les guerres successives, Cette succession d'évènements conduit à une dégradation continue du niveau de vie de la population entraînant ainsi un impact négatif sur le plan social : « la non-fonctionnalité ou une quasi-absence des infrastructures médico-sanitaires » qui menace dangereusement la survie d'un peuple portant en droit un avenir meilleur.

En effet, le conseil national de l'ordre des médecins dans une perspective de redresser et requalifier l'enseignement supérieur et universitaire tenu à Lubumbashi une décision de fermer toutes les facultés de médecine ne répondant pas aux normes [3]. Le secteur de santé congolais connaît un déficit d'infrastructure et d'équipement répondant aux normes nationales de construction. Sur les 8504 aires de santé planifiées en RDC, 238 ne disposent pas de centre de santé. Toutefois, les 8266 centres de santé existants, seuls 1006 sont construits en matériaux durables soit 12% d'entre eux. Par rapport à la densité de la population qui ne cesse d'accroître, ces infrastructures se trouvent incapables de couvrir une bonne partie des besoins sanitaires congolais [4].

Les cliniques universitaires revêtent une importance capitale dans la formation des médecins en leur procurant une expérience pratique sous supervision, une diversité de cas médicaux à traiter, une formation interdisciplinaire, ainsi qu'une préparation adéquate à leur future pratique médicale. Le manque d'une clinique propre à l'Université Libre des Pays des Grands Lacs est un facteur qui peut entraîner une insuffisance d'expérience pratique, une réduction de l'exposition à la diversité des cas médicaux, une supervision inadéquate, un manque d'apprentissage interdisciplinaire et une préparation insuffisante à la pratique médicale des futurs médecins formés à l'ULPGL.

C. QUESTIONS DE RECHERCHE ET OBJECTIFS

Pour cette fin, le développement de ce travail permettra de répondre aux préoccupations majeures ci-après :

- ❖ Quelle conception pour un hôpital à l'Ulpgl?
- ❖ Quelles devront être les différentes dimensions des éléments porteurs?
- ❖ Quel coût et quel délai seraient nécessaires pour l'exécution d'un hôpital ?

Ce travail a comme objectif global de concevoir et dimensionner une clinique universitaire selon les règles de l'art. pour y arriver, il sera nécessaire de passer par :

- ❖ La conception architecturale de l'hôpital
- ❖ Le dimensionnement des éléments porteurs
- ❖ Le calcul des couts et planning des travaux

D. JUSTIFICATION DU CHOIX ET INTERET DU SUJET

Le choix de ce sujet a été motivée par la mise en application des théories apprises ainsi que par le désir de mettre sur place un document pouvant servir de base dans la conception et le calcul d'une clinique universitaire au sein de l'Université Libre des Pays des Grands Lacs dans son contexte actuel.

E. MÉTHODOLOGIE ET DÉLIMITATION DU TRAVAIL

Pour mener à bon port notre travail, on fera recours premièrement à la méthode déductive, deuxièmement la méthode documentaire permettant de comprendre les différentes notions par la consultation des divers ouvrages donnant des formules et normes de conception et dimensionnement de bâtiment en béton armé. L'étude sur les éléments structuraux, notamment le pré dimensionnement, l'évaluation des charges et le dimensionnement seront effectués par application des règles de calcul du béton armé aux états limites, telles que prescrites par le BAEL91 MOD99, les eurocodes avec le logiciel Robot structural. Les techniques à utiliser sont notamment la documentation et l'entrevue de recherche. Ce travail vise ainsi à réaliser la conception et le dimensionnement d'un bâtiment R+1 pouvant servir de clinique universitaire à l'ULPGL/Goma. Afin de parvenir à l'aboutissement de cet objectif principal, il sera nécessaire de réaliser une conception architecturale du bâtiment, de déduire de cette conception architecturale

un plan structural convenable, et enfin proposer un dimensionnement des éléments structuraux entre autres les planchers, la poutre la plus chargée et le poteau le plus sollicitée.

Hormis l'introduction et la conclusion générale, notre travail portera sur trois chapitres. Le premier porte sur les généralités, principalement celles du matériau béton armé et la conception d'une clinique universitaire ; le deuxième présente la méthodologie, qui est une approche à suivre pour le dimensionnement de notre structure ; et enfin le troisième chapitre consiste en la présentation et l'interprétation des résultats obtenus.

Chapitre I. GENERALITES

I.1 INTRODUCTION

Dans ce chapitre, il sera question de parler d'une façon plus au moins détaillée des généralités des différents mots clés retrouvés dans le sujet d'étude, notamment la conception d'une clinique universitaire et le matériau d'étude qui est le béton armé.

I.2 GENERALITES SUR LA CONCEPTION DE CLINIQUE UNIVERSITAIRE

I.2.1 Aperçu général

Autrement appelé centre hospitalier universitaire c'est un hôpital d'enseignement (ou hôpital universitaire). Une clinique universitaire est une structure affiliée à une université, dont l'objectif principal est d'offrir une formation pratique aux étudiants en médecine, la recherche et les soins aux patients. Pour faciliter la collaboration entre les professionnels de la santé et les chercheurs universitaires, il est préférablement recommandé qu'elle soit située dans le campus universitaire ou à proximité [5].

Elles desservent une grande aire géographique et peuvent être comparés aux hôpitaux généraux destinés aux soins lourds. Elles sont particulièrement bien équipées pour les diagnostics et la thérapie, elles se consacrent complémentaires à la recherche et à l'enseignement. Il faut veiller à ce que personnel soignant et patients n'entrent pas en conflit avec les chercheurs et les étudiants. Les chambres des patients doivent être plus vastes, à même de recevoir des groupes importants d'étudiants. Le rôle spécifique et les exigences particulières des hôpitaux universitaires demandent un programme d'organisation, de fonctions et d'espaces spécialement conçus [6].

I.2.2 Historique des cliniques universitaires

Les cliniques universitaires ont une longue histoire qui remonte à l'Antiquité. Les premières cliniques universitaires ont été établies en Égypte ancienne, en Grèce et en Inde, où les étudiants en médecine étaient formés aux côtés de médecins expérimentés.

En Égypte ancienne, la première école de médecine connue était située à Héliopolis et était associée au temple du dieu Râ. Les étudiants en médecine étaient formés à la fois sur le plan théorique et pratique, en observant les médecins expérimentés traiter les patients.

En Grèce, la clinique médicale la plus célèbre était l'école d'Hippocrate de Cos, qui a été fondée

au Ve siècle avant J.-C. Hippocrate est considéré comme le père de la médecine moderne et sa clinique était un lieu de formation pour les étudiants en médecine [7].

En Inde, la médecine ayurvédique était pratiquée depuis des milliers d'années. Les étudiants en médecine étaient formés dans des ashrams (lieux de vie communautaire) où ils apprenaient les principes de base de l'ayurvéda et observaient les médecins expérimentés [8].

En Europe, les cliniques universitaires ont commencé à se développer au Moyen Âge, lorsque les universités ont été créées. Au cours des siècles suivants, les cliniques universitaires ont continué à se développer et à évoluer. Elles sont devenues des centres de recherche médicale et d'enseignement avancé, où les étudiants en médecine pouvaient acquérir une expérience pratique en travaillant aux côtés de médecins et de chercheurs renommés.

Aujourd'hui, les cliniques universitaires sont des institutions médicales de premier plan, offrant des soins médicaux spécialisés, des services de recherche et de formation aux étudiants en médecine et aux professionnels de la santé. Elles sont souvent associées à des hôpitaux universitaires et jouent un rôle essentiel dans la prestation de soins de santé de haute qualité et dans l'avancement des connaissances médicales.

I.2.3 Conception et fonctionnement

Les lieux de travail permanents et récurrents doivent être conçus et équipés pour la protection de la santé et la sécurité sur le lieu de travail (OHS) :

- ❖ Les surfaces, structures et installations doivent être faciles à nettoyer et à entretenir, et ne pas permettre l'accumulation de composés dangereux.
- ❖ Les planchers doivent être horizontaux, réguliers et antidérapants.
- ❖ Les équipements oscillants, rotatifs ou alternatifs lourds doivent être placés dans des bâtiments ou des aires structurellement isolées.

I.2.3.1 Conditions climatiques rigoureuses et fermeture de l'installation

Les structures du lieu de travail doivent être conçues et construites de façon à résister à des conditions climatiques imprévues dans la région, et disposer de locaux où le personnel pourra s'abriter en toute sécurité, le cas échéant.

On doit élaborer des Procédures Opératoires Standards pour l'arrêt du projet et du procédé, y compris un plan d'évacuation. En outre, on procèdera tous les ans à des séances d'entraînement pour la procédure et le plan.

I.2.3.2 Lieu de travail et sortie

L'espace prévu pour chaque travailleur, et l'intégralité des locaux, doivent être adéquats pour l'exécution de toutes les activités, y compris le transport et le stockage provisoire de tous les matériaux et produits.

Les voies de passage menant aux issues de secours doivent être dégagées en permanence. Les issues de secours doivent être clairement indiquées, et être bien visibles, même dans l'obscurité la plus totale. Le nombre et la capacité des issues de secours doivent être suffisants pour permettre l'évacuation ordonnée et sans danger des effectifs maximum à tout moment ; en outre, on doit prévoir un minimum de deux issues pour chaque zone de travail.

On doit créer et construire des installations en fonction des exigences du personnel handicapé.

I.2.3.3 Précautions contre l'incendie

Le lieu de travail doit être conçu de façon à empêcher les incendies par l'application de normes anti-incendie applicables aux locaux industriels. Parmi les autres mesures indispensables, on indiquera les suivantes :

- ❖ Équiper les installations avec des détecteurs d'incendie, des systèmes d'alarme et des dispositifs pour la lutte contre l'incendie. Maintenir les équipements en bon état de marche, et pouvoir y accéder facilement : ces équipements doivent être adéquats pour les dimensions et l'utilisation des locaux, les équipements installés, les propriétés physiques et chimiques des substances présentes, et le nombre maximum de personnes présentes.
- ❖ Munir les installations d'équipements manuels pour la lutte contre l'incendie, à la fois facilement accessibles et simples d'utilisation.
- ❖ Équiper les locaux de systèmes anti-incendie et d'alarme à la fois audibles et visibles.

La ligne directrice IFC Life and Fire Safety Guideline doit être appliquée aux bâtiments ouverts au public (cf. Section 3.3).

I.2.3.4 Toilettes et douches

On doit prévoir un nombre de toilettes (WC et zones de lavage) suffisant pour le nombre de personnes travaillant dans l'installation, ainsi que la séparation hommes / femmes et des indicateurs « libre / occupé ». En outre, on doit prévoir, pour les toilettes, un débit d'eau chaude et froide suffisant, du savon et des sèche-mains.

Lorsque le personnel est susceptible d'avoir été exposé à des substances toxiques par ingestion et contamination par la peau, on doit prévoir des douches et des vestiaires.

I.2.3.5 Fourniture d'eau potable

On doit prévoir une fourniture d'eau potable à volume approprié, assurée par une fontaine à jet vertical ou tout autre dispositif sanitaire de collecte de l'eau pour boire.

La fourniture d'eau dans des locaux de préparation des mets, pour l'hygiène personnelle (lavage ou bains) doit être conforme aux normes de qualité de l'eau potable.

I.2.3.6 Aires de repas propres

En présence d'un risque potentiel d'exposition à des substances toxiques par ingestion, on doit prendre des dispositions appropriées pour l'installation d'aires de repas propres, où le personnel n'est exposé à des substances dangereuses ou nocives.

I.2.3.7 Éclairage

Dans la mesure du possible, les lieux de travail doivent être éclairés avec une lumière naturelle, complétée par un éclairage artificiel pour encourager la santé et la sécurité du personnel, et permettre l'utilisation sans danger des équipements. En outre, un éclairage spécifique pour la tâche pourra être requis dans des applications stipulant une acuité visuelle spécifique.

Un éclairage de secours, d'intensité appropriée, devra être installé et se déclencher automatiquement en cas de défaillance de la source d'éclairage artificiel principale, afin d'assurer le déroulement sans danger de l'arrêt / la fermeture, de l'évacuation etc.

I.2.3.8 Accès sans danger

On doit prévoir des voies de passage séparées pour piétons et véhicules, à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments, ainsi qu'un accès sûr et sans danger approprié.

On doit prévoir l'accès libre et sans entrave aux équipements et installations devant être entretenus, inspectés et/ou nettoyés.

On doit installer des mains-courantes et rambardes dans les cages d'escalier, ainsi que sur les échelles, plates-formes, ouvertures fixes et provisoires dans les planchers, aires de chargement, rampes et passerelles etc.

Les ouvertures doivent être fermées par des portes ou des chaînes amovibles.

On doit, si possible, installer des couvercles pour assurer la protection contre les chutes d'objets.

On doit mettre en place des mesures empêchant l'accès non autorisé aux zones dangereuses.

I.2.3.9 Premiers secours

L'employeur doit prévoir la présence en permanence de services de secourisme qualifiés. On doit pouvoir accéder facilement à des postes de secours dans l'intégralité des locaux de travail.

On doit prévoir des postes de rinçage des yeux et/ou de douches de secours à proximité de tous les postes de travail, pour les cas où le rinçage immédiat à l'eau est l'intervention de premiers secours préconisée.

Lorsque l'envergure des travaux ou le type d'activité effectuée l'exige, on doit prévoir la mise en place de postes de secours / infirmeries spéciaux et équipés de façon appropriée. Les postes de secours et infirmeries doivent être équipés de gants, combinaisons et masques pour la protection contre tout contact avec le sang et autres fluides corporels.

Dans les postes éloignés, on doit mettre en place des procédures de secours pour les cas de traumatismes ou maladies graves, jusqu'au moment où la victime peut être transférée dans un centre médical approprié.

I.2.3.10 Apport d'air

On doit prévoir un apport d'air frais suffisant dans les locaux de travail à l'intérieur et les lieux restreints. Parmi les facteurs dont on doit tenir compte, dans la conception de la ventilation, on indiquera les activités physiques, les substances utilisées, et les émissions découlant des traitements. Les systèmes de distribution de l'air doivent être conçus de façon à protéger le personnel contre les courants d'air.

On doit maintenir les systèmes de ventilation mécaniques en bon état de marche. En outre, les systèmes d'échappement à source ponctuelle nécessaires pour le maintien d'un environnement ambiant sans danger doivent être munis d'indicateurs locaux de bon fonctionnement.

Le recyclage de l'air contaminé n'est pas acceptable. On doit maintenir les filtres d'air propres et sans poussières ni microorganismes. Les installations de chauffage, ventilation et climatisation, ainsi que les systèmes industriels de refroidissement par évaporation doivent être équipés, entretenus et utilisés de façon à empêcher la croissance et la dissémination d'agents pathogènes (p.ex. *Legionella pneumophila*) ou la génération de vecteurs (e.g. moustiques et mouches) présentant un risque pour la santé.

Durée d'utilisation : Elle est différente pour le gros œuvre, le second œuvre et l'équipement. Le gros œuvre doit, autant que possible, être réalisé à partir d'une structure à ossature permettant un

maximum de flexibilité dans l'organisation du second œuvre. Les équipements médicaux fixes sont remplacés après environ 5 à 10 ans, suivant le poste concerné et l'amortissement, ce qui peut avoir des conséquences considérables sur l'agencement des espaces (par exemple accélérateurs linéaires, tomographie à spin nucléaire). Le montage et le démontage de tels appareils doivent être prévus dans le projet, sans intervention sur la structure porteuse, pour des raisons évidentes de coûts et de nuisances de chantier.

Terrain de construction : Il devrait offrir une capacité suffisante pour contenir dans son périmètre l'ensemble du programme, ses branchements et son extension potentielle. Il doit bénéficier d'une situation calme et hors nuisances (climatiques, sonores, pollutions, etc.). La séparation entre les distributions extérieures publiques et privées, ainsi que l'installation d'un hélicoptère sont à prendre en considération dans le choix

Orientation : l'exposition la plus favorable pour les salles de soins et les locaux de service est entre le nord-ouest et le nord-est. L'exposition pour les chambres des patients est celle du sud-est au sud-ouest. Soleil agréable le matin, faible accumulation de chaleur, protections solaires modérées, chaleur tempérée le soir. En revanche, les pièces exposées à l'est comme à l'ouest reçoivent un ensoleillement important en été, mais faible en hiver. Dans les hôpitaux à courte durée de séjour, la situation des chambres n'est guère importante. Certaines spécialités médicales exigent même des pièces côté nord pour éviter l'exposition des patients à la lumière

I.2.4 Missions

Les cliniques universitaires ont plusieurs missions contribuant à l'avancement des soins de santé à l'éducation et à la recherche, en voici quelques-unes :

- ❖ La formation médicale : les cliniques universitaires jouent un rôle essentiel dans la formation pratique des étudiants en médecine en leur offrant une expérience clinique directe. Les étudiants en médecine ont l'opportunité de travailler aux côtés de professionnels de la santé expérimentés et d'appliquer leurs connaissances théoriques dans un environnement réel,

- ❖ Les soins de santé : les cliniques universitaires offrent des services de soins de santé aux patients, Elles fournissent des diagnostics, des traitements, des interventions médicales et autres services de santé
- ❖ La recherche médicale : Elles mènent des études et des essais cliniques visant à améliorer les connaissances médicales, développer des nouveaux moyens innovants pour lutter contre les certaines maladies
- ❖ Contribuer à la santé publique : Elles jouent un rôle important dans la promotion de la santé publique en organisant des campagnes de vaccination, des programmes de dépistage et de prévention des maladies

I.3 GENERALITES SUR LE BETON ARME

Le béton-armé est un matériau composite obtenu en renforçant le béton par les armatures d'aciers. C'est un matériau très utilisé en construction pour ses bonnes propriétés physiques et mécaniques et son coût raisonnable du fait qu'il tire profit de meilleures propriétés de ses constituants [7]. Le béton présente des résistances à la compression assez élevée, de l'ordre de 25 à 40MPa, mais sa résistance à la traction est faible, de l'ordre de 1/10 de sa résistance en compression. De plus, le béton a un comportement fragile.

Pour pallier à la faible résistance du béton en traction et à sa fragilité, on lui associe des armatures en acier : c'est le béton armé [8]. L'acier présente une très bonne résistance à la traction (et aussi à la compression pour des élancements faibles), de l'ordre de 500MPa, mais si aucun traitement n'est réalisé, il subit les effets de la corrosion. De plus, son comportement est ductile, avec des déformations très importantes avant rupture (de l'ordre de la dizaine de pourcent).

I.3.1 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 [9].

I.3.1.1 Formulation du béton

Les matériaux utilisés pour produire un mélange de béton sont : l'eau de gâchage, le ciment, le sable, les granulats. La composition du béton varie en fonction de la destination du produit et des caractéristiques des matériaux qui le composent. La fabrication d'un béton requiert pour sa mise

en œuvre une formulation adéquate, qui varie en fonction des caractéristiques des matériaux utilisés et des propriétés physiques et mécaniques désirées pour le béton produit. A titre indicatif, la formulation typique d'un mètre cube de béton ordinaire est donc un volume de ciment, deux volumes de sable, trois volumes de gravier et 0,5 volume d'eau. A titre d'exemple, ci-joint une formulation d'un béton qui a été déterminée par la méthode « Dreux-Gorisse » pour un rapport (eau/ciment de 0.55), une résistance à la compression désirée à 28 jours de 25 MPa et de la dimension maximale des granulats $D = 25$ mm. L'ouvrabilité désirée était caractérisée par l'affaissement au cône de 10 cm.

Après plusieurs essais de mélanges, une formulation du béton qui satisfait les caractéristiques désirées a été retenue. Cette composition est rapportée sur le tableau I.1, où il est indiqué respectivement, les pourcentages en volumes absolus et le poids des matériaux composants un mètre cube de béton

Table I-1 Distribution des matériaux composant 1m3 de béton

Matériaux	Volume (%)	Poids (kg)
Eau	21.1%	211
Ciment	10.1%	325
Sable0/4	23.3%	617
Gravier4/8	24.6%	652
Gravier8/25	20.5%	545

I.3.1.2 Résistance caractéristique du béton

A. Résistance caractéristique à la compression

Dans les cas courants, un béton est défini par sa résistance à la compression à 28 jours.

Cette valeur, dite résistance caractéristique, et représentée par le symbole f_{c28} , est soit fixée à priori, soit déterminée par des essais. Dans le cas où cette résistance est déterminée par des essais, on écrase au moyen d'une presse, des éprouvettes cylindriques droites de béton ayant une section de 200 cm^2 (soit un diamètre de 16 cm) et une hauteur double du diamètre (32 cm).

La valeur de la contrainte de rupture exprimée en MPa, est égale à la valeur de l'effort maximal supporté par l'éprouvette divisée par l'aire de la section droite. On fait un nombre suffisant d'essais et on calcul la résistance caractéristique à partir de la résistance moyenne obtenue et de l'écart type résultant des essais. La relation I.1 illustre la résistance caractéristique du béton à 28 jours.

$$f_{c28} = f_{cm} - 1,64s \quad (I.1)$$

Avec :

- ❖ S: écart type (écart quadratique) ;
- ❖ f_{cm} : Résistance moyenne des éprouvettes.

La résistance d'un béton à la rupture par compression varie avec le dosage en ciment, avec l'âge du béton, avec la granulométrie et la quantité d'eau de gâchage.

Généralement, dans l'association béton + acier, le béton résiste aux efforts de compression et l'acier résiste aux efforts de traction et éventuellement aux efforts de compression si le béton ne suffit pas pour prendre tous les efforts de compression qui existent [9]. La figure I.1 montre le comportement du béton soumis à la compression.

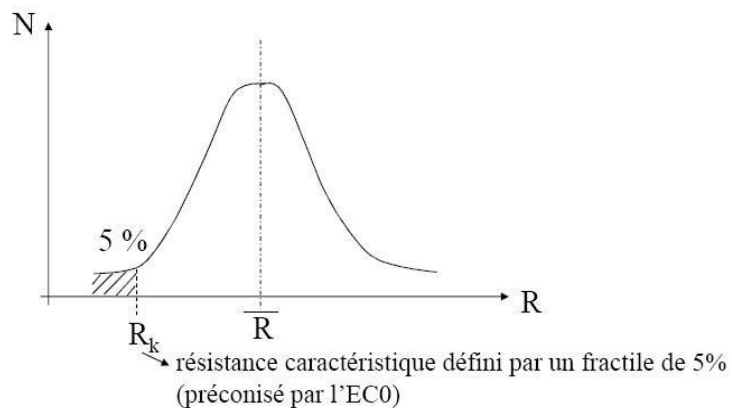


Figure I-1 Comportement du béton en compression [10]

Avec:

- ❖ N : Effort normal
- ❖ R : Résistance du béton.

B. Résistance minimale du béton

La résistance caractéristique minimale f_{c28} doit être de 15MPa, quand on utilise des aciers de haute adhérence. La résistance caractéristique minimale f_{c28} doit être de 12MPa lorsque l'on utilise des aciers lisses. En deçà de ces limites les structures concernées ne peuvent être considérées comme étant du béton armé.

I.3.2 L'acier

Le matériau acier est un alliage fer et de carbone en faible pourcentage. Les aciers utilisés en BA sont : les aciers de nuance douce (0,15 à 0,25 % de carbone) et les aciers de nuance mi-dure et dure (0,25 à 0,40 % de carbone).

I.3.2.1 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 de 78,5 KN/m³ [11].

a. Les ronds lisses

Ce sont des aciers doux, laminés à chaud et de surface lisse, ne présentant aucune aspérité.

Les nuances utilisées sont les FeE 215 et FeE 235.

b. 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 le béton. Ces aciers existent dans les nuances Fe 400 et Fe 500.

c. 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.3.2.2 Caractéristique de l'acier

Comme tout matériau l'acier présente certaines caractéristiques qui varient en importances suivant son utilisation.

En construction civile, les caractéristiques les plus importantes sont reprises dans ces paragraphes.

A. Diagrammes déformations - contraintes des aciers

Lorsqu'on soumet une éprouvette d'acier naturel, de section S et de longueur l , à un effort de traction F , l'éprouvette qui est soumise à une contrainte σ_s , s'allonge et sa longueur devient $l+\Delta l$. Alors l'allongement unitaire est donné par la formule I.2 [10].

$$\varepsilon_s = \frac{\Delta l}{l} \quad (I.2)$$

Avec:

- ❖ ε_s : représente la déformation de l'acier
- ❖ Δl : Différence des longueurs après traction de l'acier
- ❖ l : longueur initiale

Et la formule I.3 illustre la contrainte de traction de l'acier :

$$\sigma_s = \frac{F}{S} \quad (I.3)$$

Avec :

- ❖ σ_s : la contrainte de traction
- ❖ F : l'effort de traction
- ❖ S : la section d'acier

Le diagramme $\sigma_s - \varepsilon_s$ est représenté sur la figure I.2

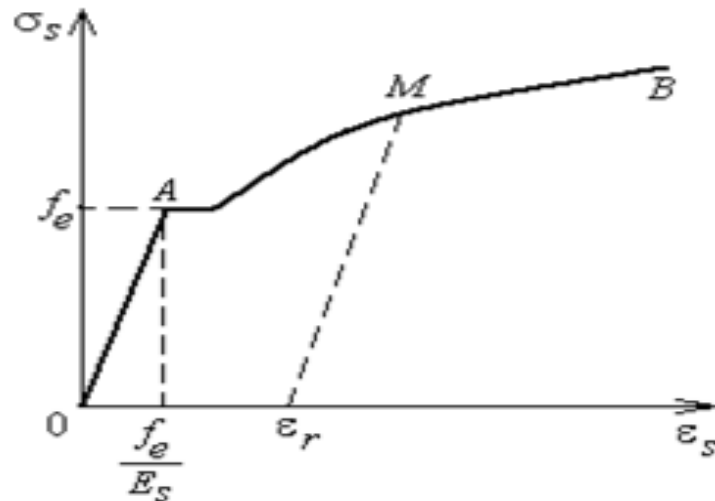


Figure I-2 Diagramme contrainte – déformation [12]

Donc sur toute la région correspondant à OA, lorsqu'on supprime la force F, l'éprouvette reprend sa longueur initiale. On dit que l'on se trouve dans la période élastique.

E_s s'appelle le module d'élasticité de l'acier. Les expériences ont montré que la valeur d' E_s est pratiquement constante quelle que soit la nuance de l'acier utilisé et que l'on avait :

$$E_s = 200\,000 \text{ MPa}$$

I.3.3 Adhérence acier-béton

Le béton et l'acier présentent la propriété d'adhérer fortement entre eux lorsque les armatures sont convenablement enrobées de béton. C'est là une propriété importante puisque c'est grâce à elle que les efforts peuvent se transmettre entre acier et béton [10].

L'action du béton sur l'acier peut se décomposer en :

- ❖ Un effort perpendiculaire à la barre.
- ❖ Une composante tangentielle : la contrainte d'adhérence notée τ_s .

Si l'on suppose une répartition uniforme des contraintes tangentielles τ_s le long de la barre, l'équation d'équilibre est donnée dans la formule I.5 :

$$F = \tau \cdot s \cdot u \cdot L \quad (I.4)$$

Où:

$$u = 2\pi \frac{\phi}{2} = \pi \cdot \phi \quad (I.5)$$

Avec :

- ❖ L: longueur de la barre scellée
- ❖ u : le périmètre de la section.
- ❖ τ_s : contrainte d'adhérence
- ❖ ϕ : Diamètre

Plus on augmentera les forces de frottement, plus on retardera la rupture. Idée : augmenter les irrégularités de surface des aciers en utilisant des aciers à haute adhérence (barres HA)

La figure I.4 représente des barres HA.



Figure I-3 Représentation d'une barre à Haute adhérence HA [10]

I.3.4 Intérêt de l'association acier-béton

Le béton armé est un matériau composite. Il est constitué de deux matériaux de nature et de comportement différents, associés de manière à profiter au mieux des qualités complémentaires de chacun ; ainsi :

Le béton est un matériau ne résistant pas ou mal à une contrainte normale de traction. Or, cette situation se rencontre systématiquement dans les zones tendues des éléments fléchis (poutre, plancher). Dans ces parties tendues, le béton est renforcé par des barres d'acier. Les barres d'acier ne permettent pas toutes seules de réaliser des éléments comprimés puisqu'elles flamberaient immédiatement. Associées au béton dans les poteaux ou les zones comprimées des

poutres, elles peuvent alors participer à la reprise de l'effort de compression dans l'élément de structure. Le béton y reprend malgré tout une part importante. L'utilisation de l'acier sous forme de barres est judicieuse et économique, puisqu'elles ne sont disposées que dans les parties utiles. De plus, les barres d'acier sont faciles à couper, cintrer, assembler et à manipuler. Il n'y a pas de réaction chimique entre l'acier et le béton. Un enrobage suffisant des armatures par le béton les protège de la corrosion. L'acier et le béton ont un coefficient de dilatation thermique identique, ce qui évite les dilatations différentielles entre les deux matériaux.

Ainsi, les structures en béton armé sont considérées, en fin de construction, comme monolithique, même si elles ont été coulées en plusieurs phases, dès lors que certaines dispositions ont été prises au niveau des reprises de bétonnage. Ces structures présentent ainsi une possibilité d'adaptation, c'est-à-dire de redistribution partielle des efforts des zones les plus faibles vers les zones les plus résistantes [10].

I.3.5 Avantages et inconvénients du béton armé

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

I.3.5.1 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 [9].

I.3.5.2 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.

I.3.6 Domaines des modèles de calcul

Les structures en B.A se calculent différemment selon leurs fonctions, leurs durées de vie souhaitées, leurs chargements et tant d'autres paramètres. Pour ce faire les calculs seront réalisés en faisant la combinaison des charges et ceci soit en ELU ou ELS ou sans combinaison des charges.

I.3.6.1 Notion d'état limite

Un état limite est un état dans lequel se trouve une structure ou un élément de structure tel que s'il est dépassé dans le sens défavorable, cette structure ou cet élément ne répond plus aux fonctions pour lesquelles il est conçu.

On distingue deux types d'états limites :

A. *Etats limites ultimes(ELU)*

Ils correspondent à ce que l'on attend généralement par la limite de résistance mécanique au-delà de laquelle il y a ruine de l'ouvrage. On distingue ainsi :

- ❖ Etat limite ultime d'équilibre Statique : qui concerne la stabilité de l'ouvrage
- ❖ Etat limite ultime de résistance : qui est le premier qui vient à l'esprit et concerne la rupture de l'ouvrage.
- ❖ L'état limite de stabilité de forme : qui concerne les pièces élancées soumises à un effort de compression axiale: ces pièces doivent résister aux risques de flambement [4].

En général pour les ouvrages courants des bâtiments, les éléments sont calculés uniquement à l'ELU avec les lois de comportement simple [7].

B. Etat limite de service(ELS)

Ils correspondent à des critères dont le non-respect ne permet pas à un élément d'être exploité dans les conditions satisfaisantes ou compromet sa durabilité. On distingue:

- ❖ Etat limite de service vis-à-vis de la compression du béton : des désordres graves peuvent apparaître dans les éléments.
- ❖ Etat limite de service d'ouverture des fissures : causées par la corrosion des armatures, compromettant ainsi la durabilité, l'étanchéité ou l'esthétique extérieure.
- ❖ Etat limite de service de déformation : des déformations trop importantes de l'ouvrage peuvent créer des désordres, fissuration des cloisons ou des carrelages sur une dalle trop fléchie par exemple [4].

En général pour les ouvrages courant de bâtiment, les éléments ne sont pas calculés en résistance à l'ELS, ils le sont principalement pour des environnements agressifs ou lorsque les conditions de fissuration ou de déformation sont préjudiciables à la durabilité de l'ouvrage dimensionné.

Il convient cependant de vérifier la déformation de la structure à l'ELS afin de s'assurer que les limites admissibles ne sont pas dépassées [7].

I.3.7 Actions et sollicitations

La notion d'action et sollicitations est fondamentale lors d'une étude structurale car elle nous donne un aperçu sur le comportement de la structure à dimensionner. Aucun dimensionnement n'est valable pour une structure sans une étude préalable des contraintes sollicitant cette structure et l'évaluation des différentes actions qui lui est soumise.

I.3.7.1 Actions [13]

Les actions sont l'ensemble des charges (forces, couples, etc.) appliquées à la structure, ainsi que les conséquences des modifications entraînant des déformations de la structure (variation de température, tassement d'appui, etc.)

On distingue trois types d'actions : les actions permanentes, les actions variables et les actions accidentelles :

- ❖ **Actions permanente (G)** : Leur intensité est constante (ou très peu variable) dans le temps. Elles comprennent : le Poids propre de la structure, les charges de superstructure, les charges d'équipement fixe, ...
- ❖ **Actions variables ou charge d'exploitation (Q)** : Leur intensité varie fréquemment et de manière importante dans le temps.
- ❖ **Actions accidentelles** : Ces actions correspondent à des évènements non souhaités.

Exemple : séismes, incendies, chocs de véhicules... Ces actions ne sont à considérer que si les documents d'ordre public ou le marché les prévoient.

A. Combinaison d'actions

En fonction des situations qu'une construction va connaître, nous allons être obligé de superposer les effets de plusieurs actions. Pour cela, on aura :

❖ *En ELU*

La combinaison à l'ELU est donnée par la formule I.6 :

$$P_u = 1,35G + 1,5Q \quad (I.6)$$

❖ *En ELS*

La combinaison à l'ELS est donnée par la formule I.7 :

$$P_s = G + Q \quad (I.7)$$

Avec :

- ❖ G : l'ensemble des charges permanentes
- ❖ Q : l'ensemble des charges d'exploitations
- ❖ P_u : la combinaison d'action à l'ELU
- ❖ P_s : la combinaison d'action à l'ELS

B. Sollicitations

Les sollicitations sont des effets provoqués en chaque point et sur chaque section de la structure qui s'exercent sur elle. Elles sont exprimées sous la forme des grandeurs classiques de la résistance des matériaux qui vont permettre d'effectuer des justifications prévues par le

règlement utilisé (calcul de dimensionnement, vérification des résistances ou de déformation, etc.) : ce sont le moment de flexion, effort tranchant, effort normal, etc. en tel ou tel autre point de la structure [14].

Ces sollicitations sont calculées en utilisant une loi de la mécanique (statique) pour les structures isostatiques, les calculs étant menés à partir des sections brutes, c'est-à-dire sans déduction des vides qui peuvent être réservés dans certaines sections.

C. Méthode de calcul des sollicitations

Il est nécessaire dans un premier temps d'effectuer une schématisation du problème pour le faire rentrer dans le cadre d'hypothèses connues. Il faut donc parfaitement définir notre construction avant de réaliser cette schématisation et faire certains choix concernant les appuis et les liaisons des différents éléments de la structure.

En général, les fautes les plus graves résultent souvent d'erreurs au niveau de l'application des lois de la statique. Malgré l'utilisation généralisée d'ordinateur pour ces calculs, le concepteur reste responsable des résultats et se doit donc de vérifier au moins leur ordre de grandeur [11].

I.4 CONCLUSION PARTIELLE

Dans ce chapitre les différentes caractéristiques des matériaux utilisés pour une construction en béton armé ont été présentés ainsi que l'aperçu général sur le fonctionnement et mission d'une Clinique Universitaire.

Le prochain chapitre sera dédié à la conception et aux méthodes de calcul.

Chapitre II. METHODOLOGIE

II.1 INTRODUCTION

Ce chapitre renferme l'essentiel de l'objet de la recherche en ce qui est de la conception et du dimensionnement de la structure en béton armé devant aboutir à des résultats qui pourront être utilisés pour une application quelconque afin de répondre à un besoin bien réel tel qu'annoncer dans l'introduction général.

Ainsi, le présent chapitre est subdivisé en deux parties dont la première sera la présentation de la conception architecturale et structurale du bâtiment en étude et la seconde partie présentera le dimensionnement de la structure en béton-armé.

II.2 CONCEPTION ARCHITECTURALE

II.2.1 Base de la conception

Tout projet de construction débute par une phase de conception dans laquelle les décisions essentielles par rapport aux caractéristiques principales de l'ouvrage sont arrêtées. La conception constitue l'étape la plus importantes de la construction car elle détermine le comportement de la structure. Une bonne conception facilite l'analyse de la structure et détermine aussi sa stabilité. Il convient de souligner, la dépendance dans laquelle se trouvent, dès l'avant-projet, l'architecture et la structure, le choix de cette dernière risquant d'influencer la partie architecture lui-même au point de l'assujettir, dans certains cas à des nécessités d'ordre purement technique. De ce fait, la conception et l'étude de l'ensemble de l'ouvrage tant du point de vue structural qu'architectural vont de pair ; ce qui suppose une étroite collaboration entre les parties concernées : ce qui suppose une étroite collaboration entre les parties concernées : maitre d'ouvrage, architectes, contrôleurs, géotechniciens, ingénieurs, ...

II.2.2 Situation géographique

Le projet est localisé à l'ULPGL/GOMA Campus Moïse. Ce dernier est limité au nord par la route terminus-ULPGL, au sud par l'église Aumônerie ULPGL à l'Est par l'ancien dispensaire de l'ULPGL et à l'Ouest par une brousse.

II.2.3 Plan de conception

La structure en étude est un bâtiment à deux niveau dont la répartition des pièces selon les niveaux est fournie au niveau du tableau II.1 :

Tableau II-1 Répartition des pièces selon les niveaux

Niveau	Service	subdivision
RDC	Urgence	bureau
		Salle des soins
	Accueil	pharmacie
		réception
		Salle d'accueil
		Sanitaires
	consultation	Salles de consultation
	finance	Caisse
	Morgue	Chambre froide
		autopsie
		Bureau
		Archive
	Imagerie médicale	Bureau
		radiologie
	Laboratoire et analyse biologique	hématologie
		orologie
		biochimie
		sanitaire
	Gynéco. et obstétrique	Salle d'accouchement
		Salle d'observation
		Salle gynéco
		néonatalogie
		bureau
	chirurgie	Salles d'opération
		Salle préopératoire
		Bureau
	Hospitalisation	Salle commune
		Salle privée
	Autres services	Ophtalmologie
		ORL
		Dentisterie
		pédiatrie
		thérapie
bureaux		
	restaurant	

	Autres services	Buanderies
		Sanitaires
		dépôts
		Sécurité
		Salle de réunion
NIVEAU 2	Hospitalisation	Chambres privées
		Chambres communes
	Administration	Direction générale
		comptabilité
		secrétariat
		imprimerie
		CMTED
		CIO
	Service méd.	Oncologie
		pneumologie
		CR-SIDA
		CTR
	Académique	Bibliothèque
		Salle d'activité
		Salle de sport
	Autres services	Infirmierie
		Terrasse

II.3 ETUDE STRUCTURALE

II.3.1 Introduction

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 ferrailages des éléments résistants de la structure [14].

Cette section sera consacrée 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.3.2 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).

II.3.2.1 Pré dimensionnement des planchers

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_x étant la grande portée et L_y , la petite portée.

Le rapport entre ces derniers, nous permet de classer 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.1)

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

Avec : L_x : la plus grande portée et

L_y : la plus petite portée.

❖ *Dalle portant sur les deux côtés :*

Dans ce cas seule l'épaisseur est à déterminer. Pour la construction courante, l'épaisseur doit comprise entre [1/30 et 1/35] de la portée entre appuis [15].

Pour des raisons de construction, on ne descend pas au-dessous de 5cm, $h > 5\text{cm}$.

❖ *Dalle portant sur les quatre côtés :*

Dalle portant sur 04 côtés contenu de l'épaisseur minimal indiquée ci-dessus, on pourra prendre une épaisseur comprise entre [1/40 et 1/45].

Les aciers utilisés sont : les aciers porteurs HA 10 tous les 25 cm puis les aciers de répartition sont des HA 8 tous les 30cm. Les chapeaux sont des HA 8 tous les 25cm.

II.3.2.2 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.3) et (II.4) illustrent les conditions pour la détermination de la hauteur et de la base de la poutre [15] :

$$\frac{L}{15} \leq h \leq \frac{L}{10} \quad (II.2)$$

Avec ;

- L : la distance entre les axes des poteaux et on choisit la plus grande portée
- h : la hauteur de la poutre.

$$\frac{h}{5} \leq b \leq \frac{h}{2} \quad (II.3)$$

Avec ;

- h : la hauteur de la poutre
- b : la largeur de la poutre.

D'après la RPA V2003, on donne des conditions requise pour la détermination de la hauteur et de la base d'une poutre, illustrées par la relation (II.4) :

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

II.3.2.3 Pré dimensionnement des poteaux

Le poteau est un élément de structure, généralement vertical, dont la longueur est de loin supérieure aux deux autres dimensions qui sont la base et la hauteur. Sa forme est généralement carrée, rectangulaire ou circulaire.

Pour le pré dimensionnement des poteaux on suppose que ces derniers sont soumis à une compression centrée. Le pré dimensionnement se fait pour le poteau le plus chargé et la section obtenue sera généralisée pour les autres poteaux du même niveau.

Le poteau le plus chargé de l'ouvrage supporte les charges réparties sur une surface "S" de morceau de dalle : la surface afférente [16].

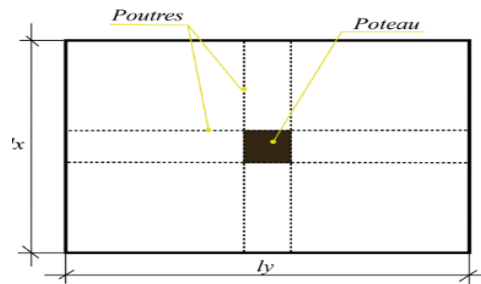


Figure II-1 Surface du poteau le plus sollicité

La surface afférente S , est trouvé grâce aux deux dimensions en plans l_y et l_x par $S = l_x \times l_y$.

La section réduite du béton B_r est la section réelle de la pièce de béton déduite d'1cm de chaque cotée, elle est donnée par la relation II.5:

$$B_r = \frac{\beta \times N_u}{\frac{f_{bu}}{0.9} + \frac{0.85 \times f_e}{100 \times \gamma_s}} \quad (II.5)$$

N_u est la charge verticale a la quelle est soumis le poteau.

γ_s est la résistance de calcul des aciers et est égale à 1.15.

β est le coefficient de correction, il varie selon l'élanement mécanique. Les formules II.6 et II.7 sont utilisées pour déterminer β en fonction de l'élanement.

$$\beta = 1 + 0.2 \left(\frac{\lambda}{35} \right)^2 \quad (II.6)$$

si $\lambda \leq 50$

$$\beta = \frac{0.85\lambda^2}{1500} \quad (II.7)$$

si $50 < \lambda \leq 70$

On se fixe un élanement mécanique pour rester dans le domaine de la compression centrée, pour ensuite déterminer le coefficient de correction.

La résistance de calcul du béton f_{bu} est donnée par la relation II.8:

$$f_{bu} = \frac{0.85 f_{c28}}{\gamma_b} \quad (II.8)$$

Avec $f_{c28} = 25MPa$ et $\gamma_b = 1.5$

Pour une section carrée, la section réduite est donnée par la relation II.9.

$$B_r \leq (a - 0.02)^2 \quad [m^2] \quad (II.9)$$

A partir de la relation II.9, on trouve la valeur du côté du poteau.

❖ **Vérification du poteau au flambement** ; on vérifie le poteau le plus chargé au niveau du rez-de-chaussée.

L'élançement mécanique est donné par la relation II.10:

$$\lambda = \frac{l_f}{i} \quad (II.10)$$

l_f est la longueur de flambement, elle dépend des liaisons de la pièce avec les autres pièces. En fonction des liaisons aux extrémités d'un poteau, il existe une relation entre la longueur réelle ou libre et la longueur de flambement du poteau.

Pour le cas général pour le bâtiment, on prend $l_f = 0.7 \times l$, qui correspond au cas où le poteau est encasté et articulé aux extrémités.

Le rayon de giration est donné par la relation II.11:

$$i = \sqrt{\frac{I}{S}} \quad (II.11)$$

Nos poteaux sont de forme carrée donc le moment d'inertie sera déterminé par la relation II.12:

$$I_{xx} = I_{yy} = \frac{a^4}{12} \quad (II.12)$$

Et leur section est : $S = a * a$; avec a le côté.

II.3.3 Evaluation des charges

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 [14].

On aura à considérer:

- ❖ 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 celles données par les relations (I.7) et (I.8) qui sont :

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

II.3.3.1 Charges sur les planchers

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 [14].

II.3.3.2 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 [14].

II.3.3.3 Charges sur les poteaux

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

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

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

a. Hypothèses de calcul de dimensionnement

Les éléments de la structure seront dimensionnés en fonction des hypothèses suivant :

- ❖ Béton : $f_{c28} = 25\text{Mpa}$;
- ❖ Armature longitudinale : type HA400 $f_e = 400\text{Mpa}$;
- ❖ Armature transversale : type HA400 $f_e = 400\text{Mpa}$;
- ❖ Norme : calcul suivant BAEL 91 Modifié 99 ;
- ❖ Fissuration : supposé peu préjudiciable ;
- ❖ Tenue au feu: forfaitaire ;
- ❖ Pré dimensionnement: oui ;
- ❖ Calcul suivant: BAEL 91mod. 99.

II.4 GÉNÉRALITÉS SUR LE LOGICIEL AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS

II.4.1 Introduction

Le logiciel **Autodesk Robot Structural Analysis** (nommé **Robot** dans le fichier d'aide entier) est un progiciel CAO/DAO destiné à modéliser, analyser et dimensionner les différents types de structures. Le logiciel **Robot** permet de créer les structures, les calculer, vérifier les résultats obtenus, dimensionner les éléments spécifiques de la structure ;

La dernière étape gérée par **Robot** est la création de la documentation pour la structure calculée et dimensionnée [17].

II.4.2 Caractéristiques principales du logiciel Robot

Selon le manuel d'utilisation de ce logiciel, les principales caractéristiques de ce dernier permettent d'effectuer plusieurs tâches, à savoir :

- ❖ Définition de la structure réalisée en mode entièrement graphique dans l'éditeur conçu à cet effet (vous pouvez aussi ouvrir un fichier au format DXF et importer la géométrie d'une structure définie dans un autre logiciel CAO/DAO).
- ❖ Présentation graphique de la structure étudiée et de représenter à l'écran les différents types de résultats de calcul (efforts, déplacements, travail simultané en plusieurs fenêtres ouvertes etc.) ;
- ❖ Calculer (dimensionner) une structure et d'en étudier simultanément une autre (architecture multithread) ;
- ❖ Effectuer l'analyse statique et dynamique de la structure ;
- ❖ Composer librement les impressions (notes de calcul, captures d'écran, composition de l'impression, copie des objets vers les autres logiciels).

Il utilise la méthode d'analyse par éléments finis pour étudier les structures planes et spatiales de type : Treillis, Portiques, Structures mixtes, Grillages de poutres, Plaques, Coques, Contraintes planes, Déformations planes, Eléments axisymétriques, Eléments Volumiques [17].

II.4.3 Les différentes étapes d'études à l'aide du Robot.

- ❖ Démarrage du logiciel ;
- ❖ Choix du type de structure ;
- ❖ Réglages de préférences ;
- ❖ Définir la grille ;
- ❖ Création des étages ;
- ❖ Définir les sections ;
- ❖ Modélisation des éléments ;
- ❖ Définition des appuis ;
- ❖ Définition des cas de charge ;

- ❖ Chargement des éléments ;
- ❖ Combinaison des chargements ;
- ❖ Vérifier la structure ;
- ❖ Lancer les calculs ;
- ❖ Consulter les notes des calculs ;
- ❖ Faire les ferraillements des éléments ;
- ❖ Imprimer les résultats [17].

II.5 CONCLUSION PARTIELLE

Dans ce chapitre les différentes méthodes de calcul ont été présentés entre autre la méthode de compression simple mais aussi les normes de conception et les exigences pour une clinique Universitaire.

Chapitre III. PRESENTATION DES RESULTATS

III.1 INTRODUCTION

Le présent chapitre présente le dimensionnement d'une structure à R+1 en béton-armée. Le dimensionnement de la structure consiste à la détermination des sections des différents éléments structuraux, notamment les poutres, les poteaux, les semelles de fondations 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 [18].

III.2 ETUDE STRUCTURALE

Cette section consiste en la présentation des résultats du pré dimensionnement des différents éléments de structure, à la présentation de l'évaluation des charges de ces éléments ainsi qu'à la présentation des différents résultats du dimensionnement effectué.

III.2.1 Pré-dimensionnement

III.2.1.1 Pré-dimensionnement du plancher

Classification du type de dalle on a $0.4 \leq \frac{ly}{lx} \leq 1$ avec $ly = 5m$ et $lx = 6.1m \rightarrow 0.4 \leq \frac{5}{6.1} \leq 1$, on a alors $0.4 \leq 0.78 \leq 1$ on a une dalle portant dans deux sens.

La dalle est continue et porte dans deux sens on a : $\frac{640}{35} \leq h \leq \frac{640}{30}$ on a $18.29 \leq h \leq 21.3$ on a choisi une hauteur $h=20cm$

III.2.1.2 Pré-dimensionnement de la poutre

Pour les poutres on utilise la relation (II.3) pour avoir la hauteur : $\frac{L}{15} \leq h \leq \frac{L}{10}$

Avec L la longueur de la travée la plus longue, on a alors : $\frac{610}{15} \leq h \leq \frac{610}{10} \rightarrow 41 \leq h \leq 61$ on a choisi une hauteur de 50cm.

Et pour la largeur on a la relation (II.4) $\frac{h}{5} \leq b \leq \frac{h}{2}$ on a alors $\frac{50}{5} \leq b \leq \frac{50}{2} \rightarrow 10 \leq b \leq 25$ on a choisi une $b=20cm$.

III.2.1.3 Pré-dimensionnement poteau

La méthode utilisée pour la détermination des sections des poteaux est une méthode forfaitaire.

Pour le pré dimensionnement des poteaux de la structure en étude, nous choisissons des sections carrée P(30x30) cm² pour les deux niveaux, que nous validerons après vérification de certaines conditions.

Les résultats des tous les paramètres qui ont été utilisé pour la détermination de l'élancement sont présentés dans le tableau III.1.

Tableau III-1 Calcul de l'élancement

Niveau	a (cm)	I (cm ⁴)	B(cm ²)	i (cm)	L ₀ (cm)	L _f (cm)	λ (cm)
RDC	30	67500	900	8,66025404	400	280	32,331615
R+1	30	67500	900	8,66025404	400	280	32,331615

Nous avons $\lambda=32,33 \leq 50$, 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.9). Nous adaptions les sections que nous nous sommes choisi.

III.2.2 Résultat du dimensionnement de la structure

Chaque matériau possède des méthodes de calcul retrouvées sous forme des normes ou abaqués. La structure en étude étant en béton armé, on va opter pour les méthodes de calcul basé sur les règles du BAEL 91 modifiée 99. Pour les détails de calcul, nous nous sommes servis du logiciel Robot structural dont les résultats sont présentés ci-dessous avec quelques petits détails jugés nécessaires, et les autres détails seront présentés en annexe de ce travail.

III.2.2.1 Dimensionnement plancher

Dans ce point nous allons présenter les résultats de la dalle 805 trouvés à partir du logiciel Robot structural suivant la norme BAEL 91 mod 99.

Tableau III-2 Armatures dalles

Désignation		Section (cm ² /m)	Barres	Espacement (cm)
Armature inferieure	Selon x	4.71	29HA12 Fe400	22
	Selon y	6.16	21HA14 Fe400	24

Armature supérieure	Selon x	11.41	99HA12 Fe400	18
	Selon y	13.84	47HA10 Fe400	21
		13.84	71HA12 Fe400	7

Le ferrailage inférieur, supérieur ainsi que la nomenclature des armatures de la dalle sont présentés respectivement au niveau des figures III.1, III.2 et du tableau III.4.

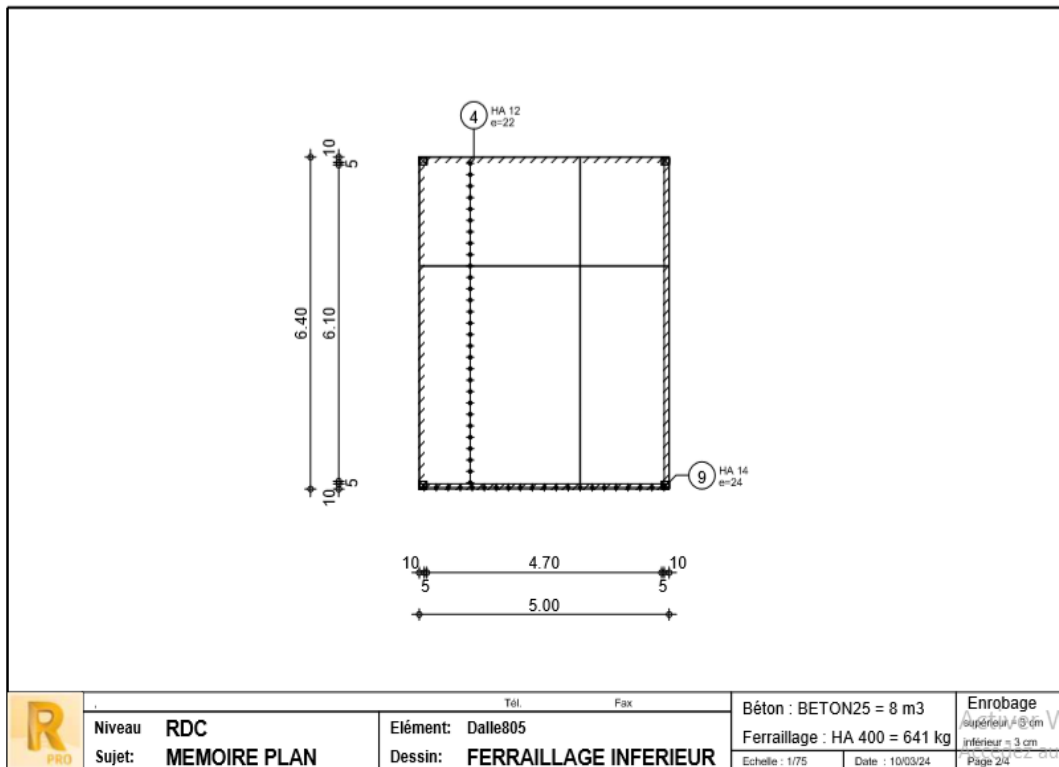


Figure III-1 Ferrailage inférieur de la dalle

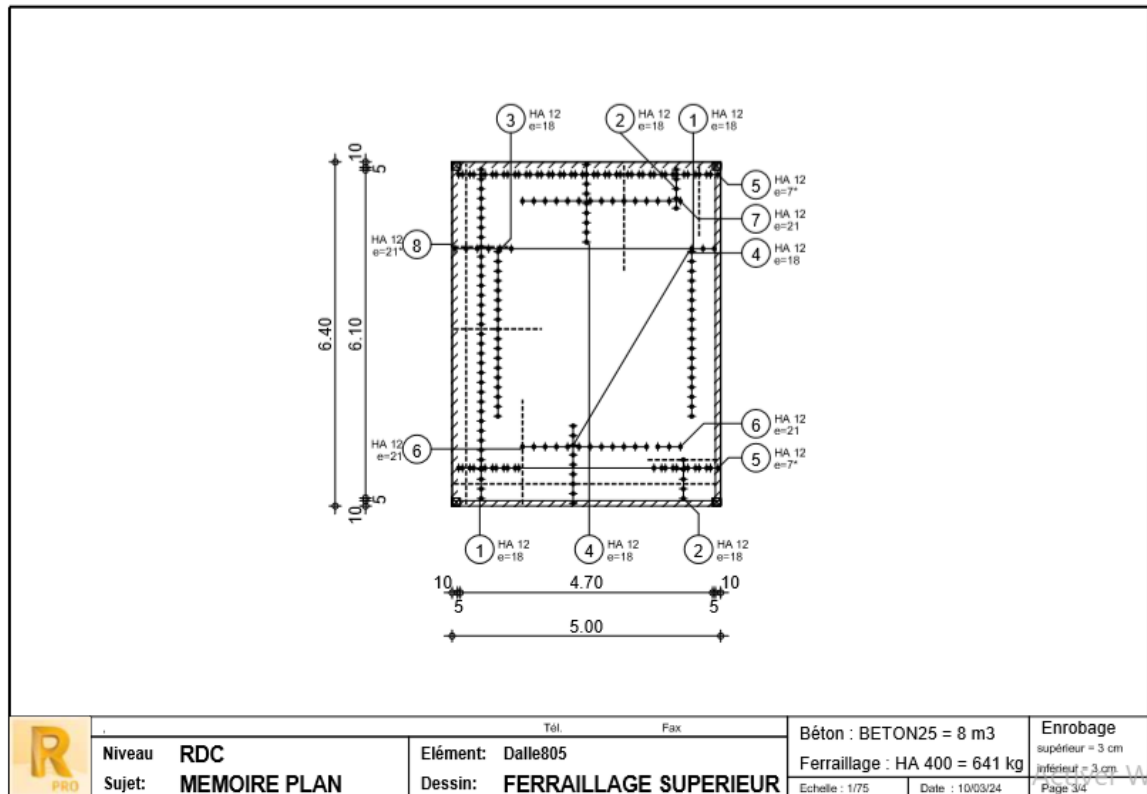


Figure III-2 Ferrailage supérieur de la dalle

Tableau III-3 Nomenclature des armatures de la dalle

Pos.	Armature	Code	Forme	Nombre
①	HA 12	l=1.02	00	53
②	HA 12	l=1.33	00	10
③	HA 12	l=1.64	00	18
④	HA 12	l=4.94	00	47
⑤	HA 12	l=1.35	00	71
⑥	HA 12	l=1.95	00	15
⑦	HA 12	l=1.99	00	15
⑧	HA 12	l=6.34	00	9
⑨	HA 14	l=6.34	00	21

III.2.2.2 Résultats Quantitatifs pour la dalle

Ce point présente le volume du béton, la surface de coffrage, le périmètre de la dalle, le poids, la densité et les diamètres.

❖ Volume de Béton	= 6,4 (m ³)
❖ Surface de Coffrage	= 32,00 (m ²)
❖ Périmètre de la dalle	= 22,80 (m)
❖ Superficie des réservations	= 0,00 (m ²)
❖ Acier HA 400	
❖ Poids total	= 641,68 (kG)
❖ Densité	= 80,21 (kG/m ³)

Le tableau III.5 présente la liste des diamètres en fonction de la longueur et du poids.

Tableau III-4 Diamètre en fonction de longueur

Diamètre (mm)	Longueur (m)	Poids (Kg)
12	541,3	480,74
14	133,14	160,94

III.2.3 Dimensionnement de la poutre

Nous présentons les résultats obtenus suivant la norme BAEL 91 modifié 99.

Résultats du logiciel ROBOT

A. Géométrie de la poutre:

La poutre a comme longueur $L=6,1\text{m}$ et une section $s=20*50\text{cm}$

B. Résultats de la poutre :

Ce point présente les sollicitations en ELU, les sections théoriques d'acier et les flèches ainsi que leurs diagrammes.

❖ Sollicitations ELU:

Ce point présente les valeurs du moment max et min en travée et de l'effort tranchant gauche et droite dans le tableau III.6.

Tableau III-5 Moment et effort

Mtmax.	Mtmin.	Mg	Md	Vg	Vd
(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN)	(kN)
70,26	0	-82,09	-83,14	138,18	-139,53

Avec :

- Mtmax : moment en travée max
- Mtmin : moment en travée min
- Mg : moment gauche
- Md : moment droite
- Vg : effort tranchant gauche
- sVd : effort tranchant droite

La figure III.3 présente les diagrammes de l'évolution du moment et effort tranchant en fonction de la portée P1 de 6,10 (m).

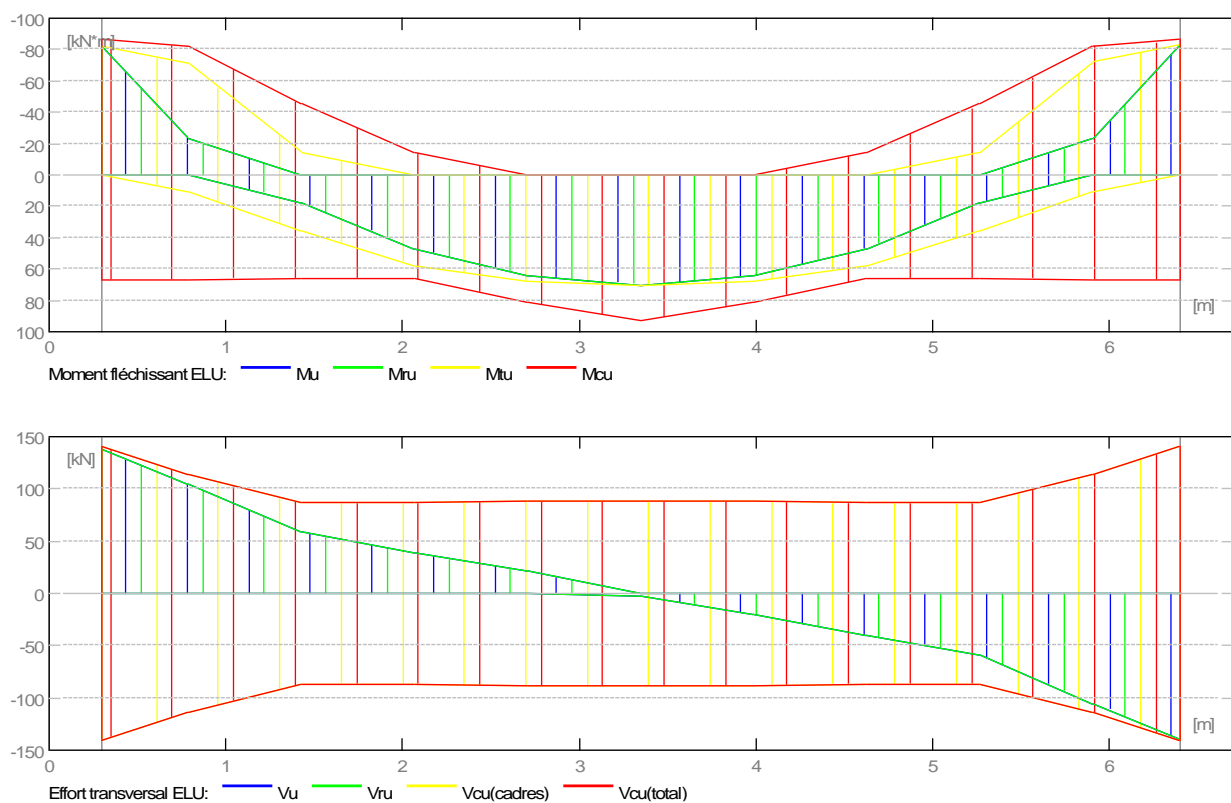


Figure III-3 Diagramme des moments et efforts

Nous remarquons que la courbe enveloppe des moments fléchissant de la figure III.3 reproduit le contour des moments maximaux (en travée) et minimum (sur appui).

❖ Sections théorique d'acier

Le tableau III.7 illustre les sections des appuis pour les armatures inférieures et supérieure de la poutre.

Tableau III-6 Sections des armatures

Travée (cm ²)		Appui gauche (cm ²)		Appui droit (cm ²)	
inférieure	supérieure	inférieure	supérieure	inférieure	supérieure
4,8	0	0	5,69	0	5,76

Les sections d'aciers sont représentées au niveau de la figure III.4.

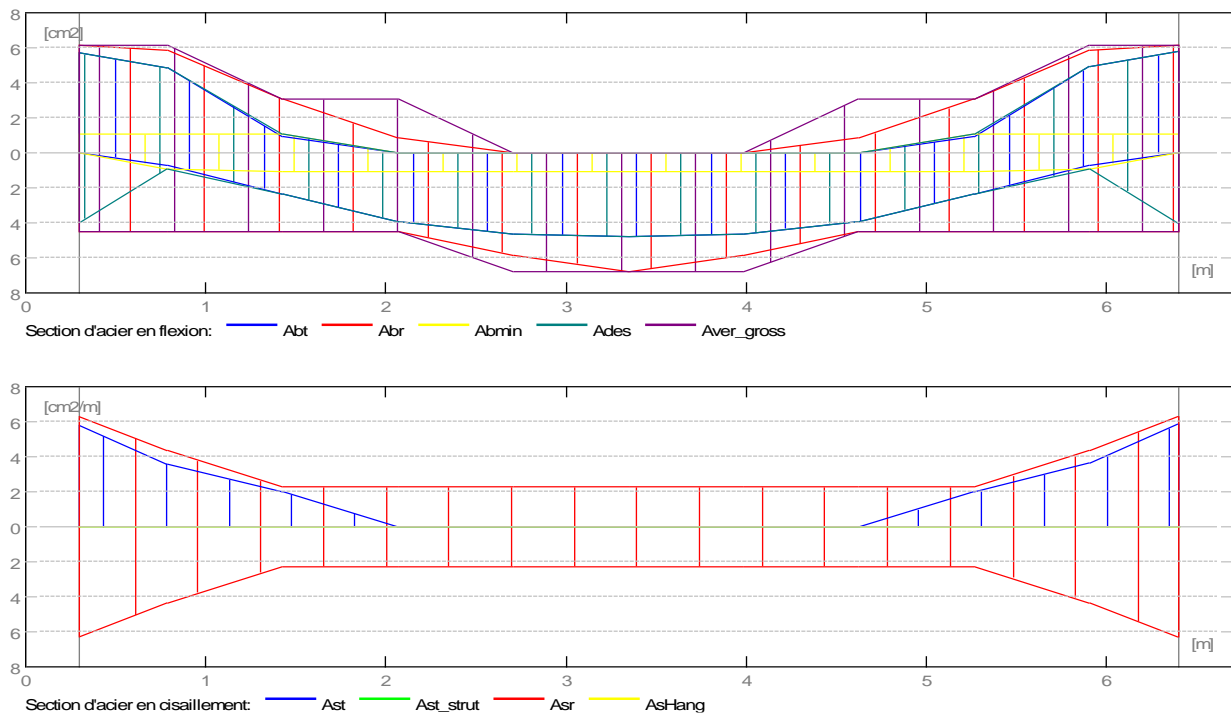


Figure III-4 Sections d'aciers de la poutre

Nous remarquons qu'il y a une variation des sections théoriques d'acier en fonction de la portée à gauche et à droite. En flexion la valeur max est 5.76 cm²

❖ Fleche

Le tableau III.8 présente le résultat de la flèche pour la poutre.

Tableau III-7 Résultat de la flèche pour la poutre

Fgi	Fgv	Fji	Fpi	DFt	Fadm
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
0,2	0,6	0,2	0,3	0,4	1,1

- Fgi- flèche due aux charges permanentes totales
- Fgv- flèche de longue durée due aux charges permanentes
- Fji- flèche due aux charges permanentes à la pose des cloisons
- Fpi- flèche due aux charges permanentes et d'exploitation
- DFt- part de la flèche totale comparable à la flèche admissible
- Fadm- flèche admissible

La figure III.5 présente la flèche de la poutre.

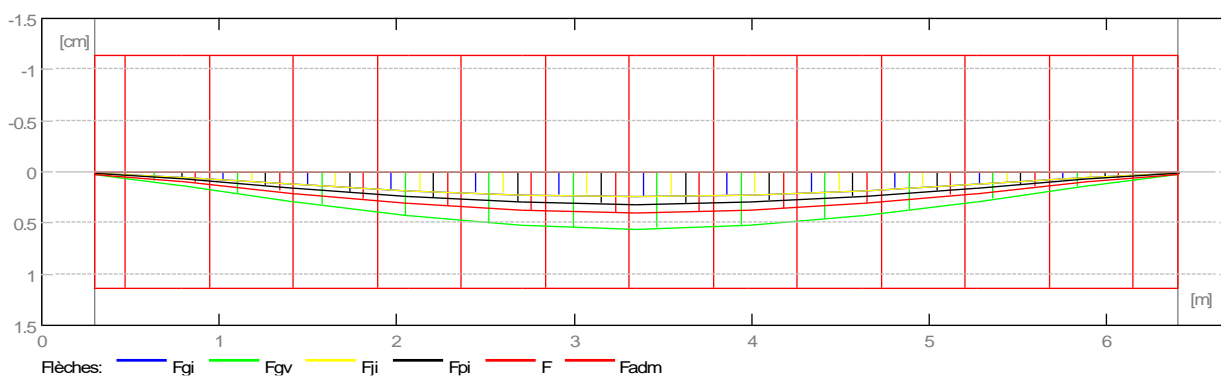


Figure III-5 Flèche de la poutre

Nous remarquons que la déformation de la poutre reste dans des limites acceptables car la flèche trouvée reste inférieure à la flèche admissible.

❖ Ferrailage

Le tableau III.9 présente les résultats des armatures dans notre travée de **0,30 à 6,40 (m)**.

Tableau III-8 Armatures de la poutre

Armature longitudinale			
Aciers inférieurs	nombre	ϕ	(m)
	2HA 400	12	l = 7,05
	2HA 400	12	l = 6,95
	2HA 400	12	l = 1,78
Aciers de montage (haut)			
	2HA 400	12	l = 6,64
Chapeaux			
	2HA 400	14	l = 2,43
	2HA 400	14	l = 1,41
	2HA 400	14	l = 2,43
	2HA 400	14	l = 1,41
Aciers de peau			
	2HA 400	12	l = 6,34
Armature transversale			
cadre	34HA 400	6	l = 1,27
crochet	16HA 400	6	l = 0,70

Le plan de ferrailage de la poutre est présenté au niveau de la figure III.6.

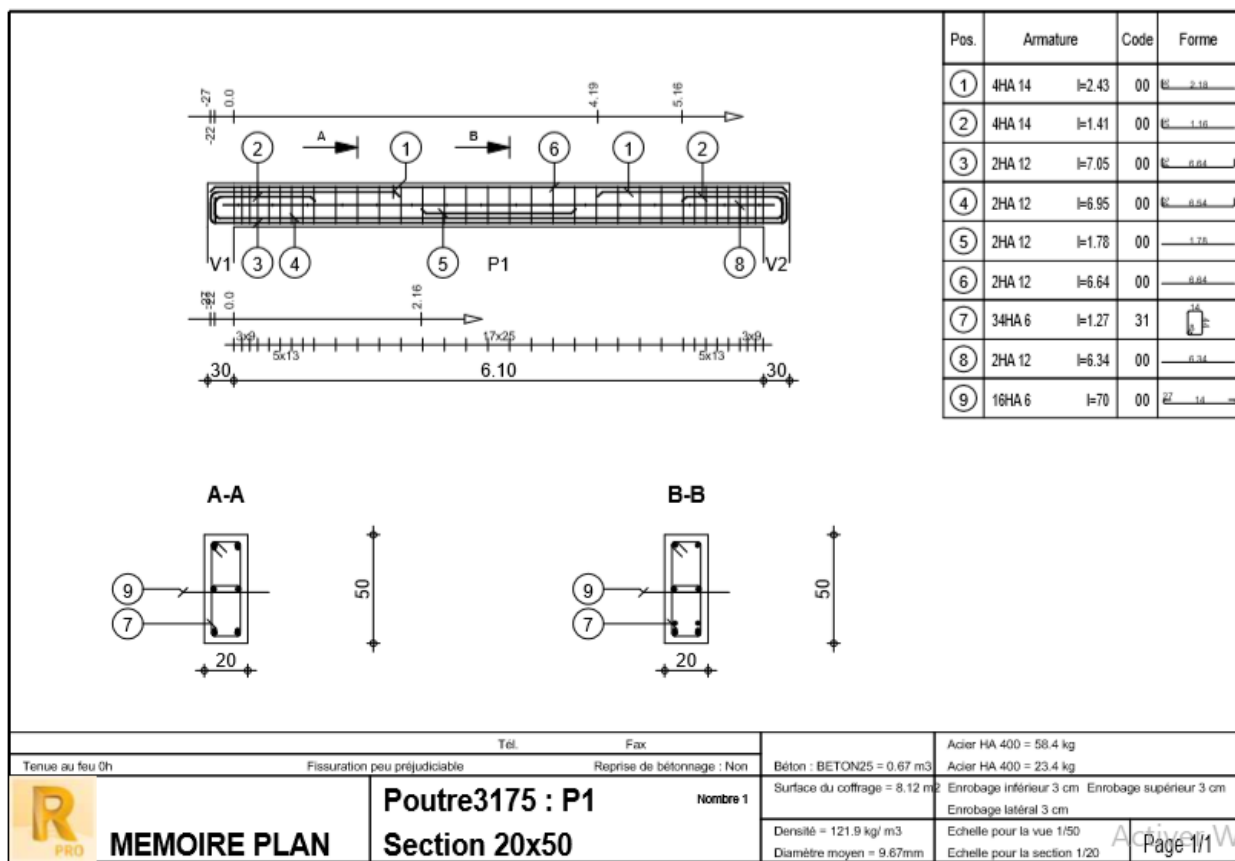


Figure III-6 Plan de ferrailage de la poutre

❖ **Quantitatif:**

- Volume de Béton = 0,67 (m3)
- Surface de Coffrage = 8,12 (m2)
- Acier HA 400
- Poids total = 81,77 (kG)
- Densité = 122,04 (kG/m3)
- Diamètre moyen = 9,7 (mm).

Le tableau III.10 présente la liste par diamètres en fonction de la longueur et du nombre de barres.

Tableau III-9 Diamètre, longueur et nombre de barre pour la poutre

Diamètre	Longueur (m)	Poids (Kg)
6	54,53	12,11
12	57,53	51,1
14	15,36	18,57

III.2.4 Dimensionnement poteau

Après les analyses statiques de la structure avec le logiciel RSA, nous avons trouvé que le poteau 171 est le plus chargé de la structure. La charge au-dessus du poteau 171 est de $N=1127.13\text{kN}$. Lors du dimensionnement de ce poteau, la section trouvée lors du pré dimensionnement a vérifié les conditions de résistance du poteau.

III.2.4.1 Caractéristiques des matériaux

- ❖ Béton : $f_{c28} = 25,00$ (MPa) et Poids volumique = $2501,36$ (kg/m³)
- ❖ Armature longitudinale : type HA 400 et $f_e = 400,00$ (MPa)
- ❖ Armature transversale : type HA 400 et $f_e = 400,00$ (MPa)

III.2.4.2 Géométrie:

- ❖ Rectangle 30,0 x 30,0 (cm)
- ❖ Epaisseur de la dalle : 0,20 (m)
- ❖ Hauteur Sous dalle : 4,00 (m)
- ❖ Hauteur Sous poutre : 3,7 (m)
- ❖ Enrobage : 3,0 (cm)

III.2.4.3 Analyse de l'Elancement

L'analyse de l'élancement a donné $\lambda = 34,35$. Comme l'élancement $\lambda \leq 50$, il n'y a pas de risque de flambement. Le volume du béton est de 0.34m^3 et la surface de coffrage de 4.50m^2 pour ce poteau. Le poids total de l'acier est de 66.85kg .

Les sections d'armatures trouvées pour le ferrailage du poteau le plus chargé de l'ouvrage sont présentées au niveau du tableau III.11.

Tableau III-10 Ferrailage du poteau

Barres principales		
	12HA12 Fe400	Longueur : 5,05 m
Armature transversale		
Cadre	25HA6 Fe400	Longueur : 1,08m
Crochet	88HA 6 Fe400	Longueur : 0,36m

Le plan de ferrailage du poteau est représenté à la figure III.7.

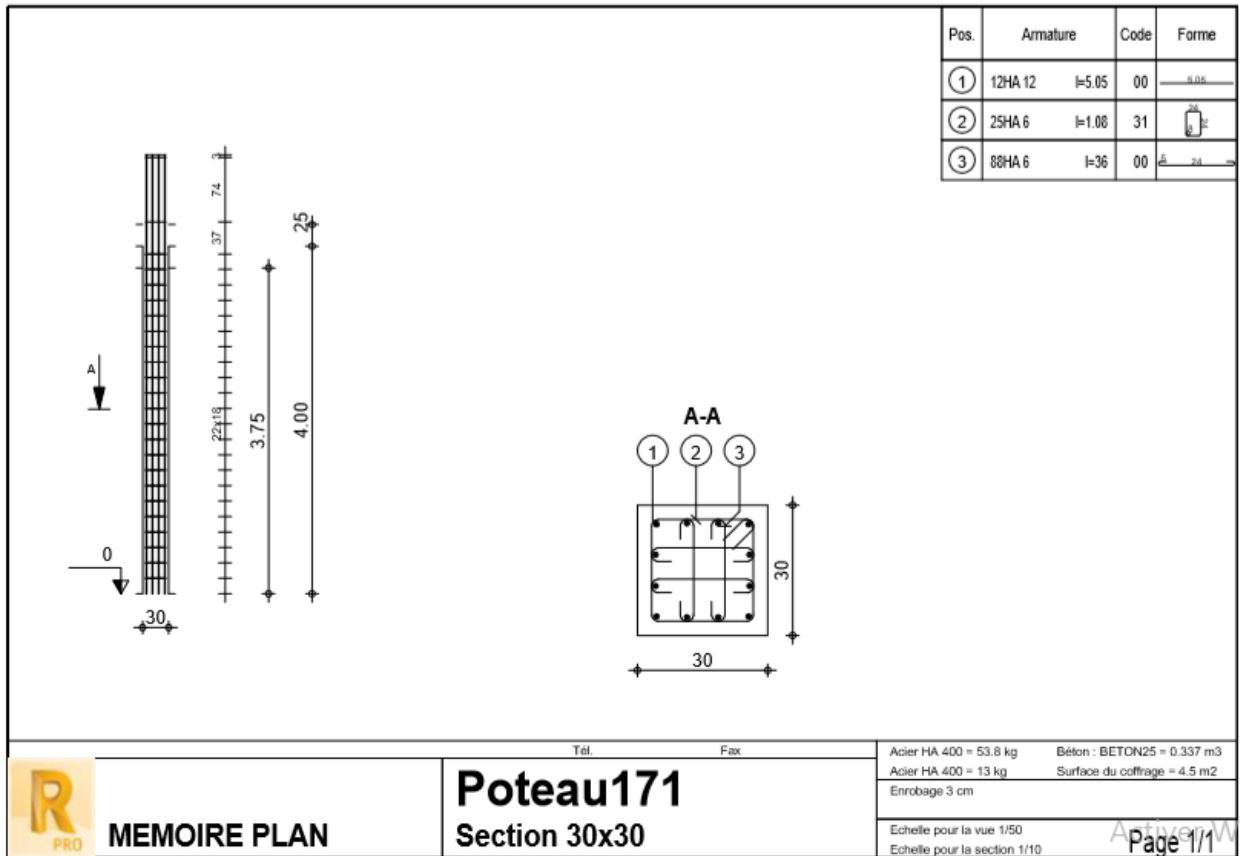


Figure III-7 Plan de ferrailage du poteau

III.2.4.4 Quantitatif:

- Volume de Béton = 0,34 (m³)
- Surface de Coffrage = 4,50 (m²)
- Acier HA 400
- Poids total = 66,85 (kG)
- Densité = 198,06 (kG/m³)
- Diamètre moyen = 9,0 (mm)

Le tableau III.12 présente la liste par diamètres en fonction de la longueur et du nombre de barres pour le poteau.

Tableau III-11 Diamètre, longueur et nombre de barre pour le poteau

Diamètre	Longueur (m)	Poids (Kg)
6	58,67	13,03
12	60,60	53,82

III.3 EVALUATION DE COUTS

Le tableau III.13 donne le devis estimatif de notre ouvrage pour les deux niveaux.

Tableau III-12 Devis estimatif

DEVIS ESTIMATIF					
A. IMMOBILIER					
Frais de la parcelle				0	\$
PRIX TOTAL				0	\$
B. CONSTRUCTIONS					
DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL	OBS
INSTALLATION CHANTIER				1727,5	\$
FOUILLE ET TERRASSEM				2514,87	\$
SABLE	Bennes	158,15912	120	18979,0944	\$
GRAVIER	Bennes	193,38272	70	13536,7904	\$
CIMENT	Sacs	10409,7079 3	11,5	119711,6412	\$
EAU	m cube	1193,80294 8	4	4775,211793	\$
CHEVRONS	pcs	140	1,5	210	\$
PLANCHES	pcs	8926,15	5	44630,75	\$
CLOUS	kgs	842,3535	2	1684,707	\$
FICELLES	rouleaux	25	2,5	62,5	\$
ARMATURES	Ø16	170	10	1700	\$
	Ø14	7503,1425	8	60025,14	
	Ø12	1188,825	8	9510,6	\$
	Ø6	23949,7534 7	3,5	83824,13713	\$
	Fil de ligature	64	25	1600	\$

BLOCS	pcs	68057,5	0,6	40834,5	\$
TUYAUX	PVC 100	36	15	540	\$
	PVC 80	40	11	440	\$
	Coudes	35	7,5	262,5	\$
PORTES	pcs	166	89	14774	\$
FENETRES	pcs	242	76	18392	\$
CARREAUX	cartons	1563,88375	12	18766,605	\$
PAVES	m carre	742,6	12	8911,2	\$
PEINTURE	Sceau	194,3445	75	14575,8375	\$
PRIX TOTAL				481989,5845	\$
IMPREVUS				48198,95845	\$
PRIX GENERAL				530188,5429	
MAIN D'ŒUVRE				159056,5629	
PRIX TOTAL				689245,1058	\$
C. AMENAGEMENT					
CUVES	Pcs	56	40	2240	\$
SIPHONS	Pcs	56	1,5	84	\$
BAC DE DOUCHE	Pcs	56	65	3640	
PRIX TOTAL				5964	\$
D. DIVERS, IMPOTS ET TAXES					
PRIX TOTAL				1548,099	\$

COUT GENERAL			
IMMOBILIER		0	\$
CONSTRUCTIONS		689245,1058	\$
AMENAGEMENT S		5964	\$
IMPOTS ET TAXES		1548,099	\$
TOTAL GENERAL		696757,2048	\$

Après calcul du devis, nous avons besoins d'une somme de 696757.2048\$ pour l'exécution de notre ouvrage.

III.4 PROPOSITION D'UN PLANNING DES TRAVEAUX

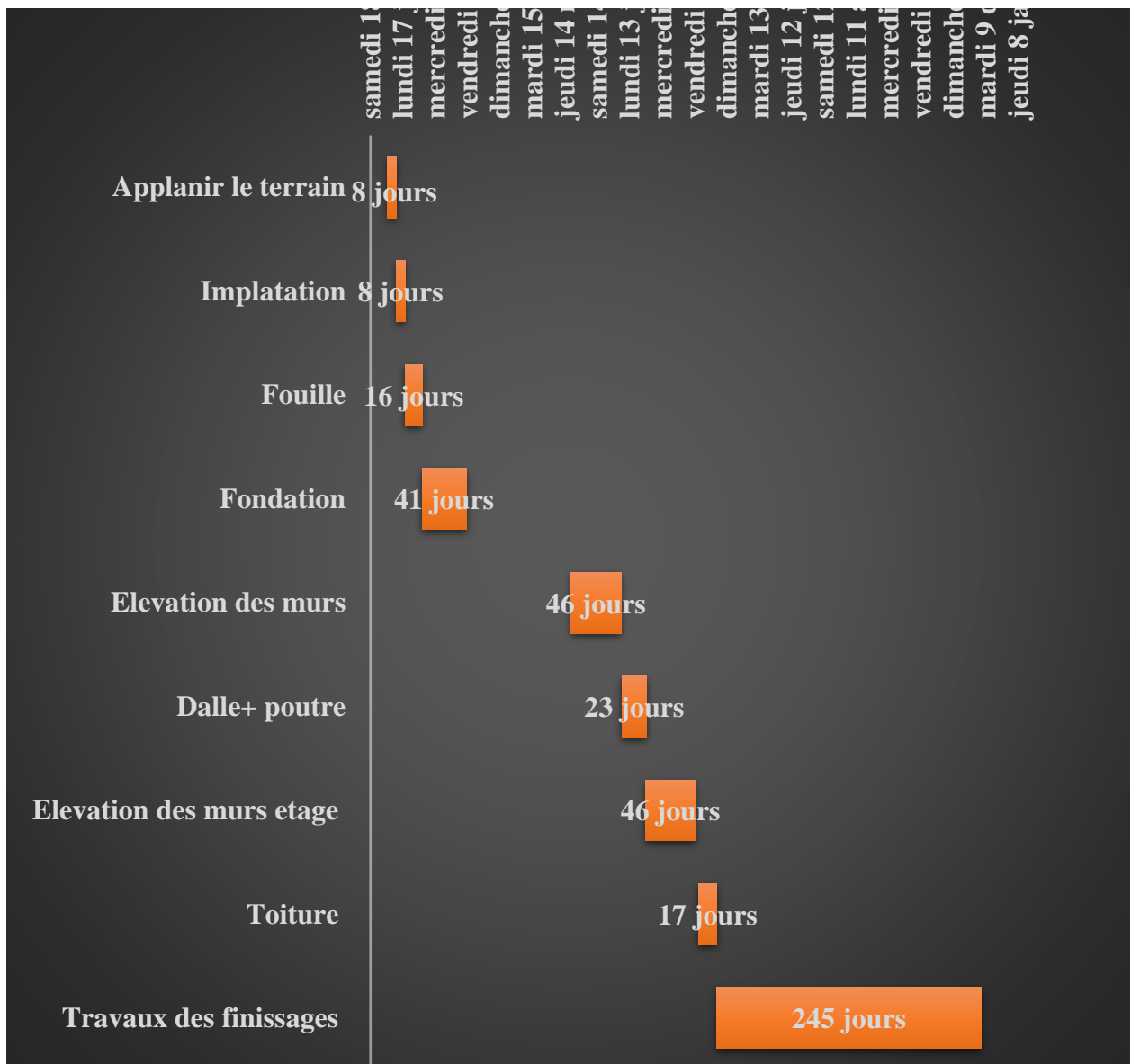


Figure III-8 Diagramme de Gantt

Les travaux vont durer 450 jours dont 6 jours ouvrables par semaine. La date du début étant le 03/06/2023 et la date de fin étant le 04/12/2024.

III.5 Conclusion partielle

Dans ce chapitre nous avons présenté les résultats de la conception, du pré dimensionnement et du dimensionnement réalisé grâce au logiciel RSA. A travers ce chapitre nous avons pu obtenir une dimension pour tous les éléments de la structure qu'on s'est fixé de dimensionner et les plans d'exécution qui pourront servir de guide dans l'implantation et la réalisation de notre ouvrage. Nous avons aussi obtenu le coût et le délais d'exécution.

CONCLUSION GENERALE

Les cliniques universitaires jouent un rôle crucial dans la formation des futurs médecins, la recherche médicale, la prestation de soins de santé de qualité et l'innovation dans le domaine médical. Le présent mémoire a porté sur la conception et le dimensionnement d'une clinique universitaire pour le compte de l'Université Libre des Pays des Grands Lacs à Goma. Pour y parvenir, il a été nécessaire de concevoir la structure, de la dimensionner et d'évaluer le coût ainsi que le délai d'exécution de l'ouvrage. La conception a été réalisée conformément aux recommandations de Neufert, tandis que le pré dimensionnement et le dimensionnement ont été effectués selon les prescriptions du BAEL 91/99. Le dimensionnement s'est appuyé sur le logiciel ROBOT Structural Analysis. Les différentes sections obtenues se présentent de la manière suivante : la dalle, d'une épaisseur de 20cm, est ferrillée avec des armatures de 12 et de 14mm ; les poutres ont une dimension de 20x50cm et sont ferrillées avec des armatures de 6, 12 et 14mm et en fin, les poteaux de section 30x30cm sont ferrillés avec des armatures de 6 et de 12mm. L'évaluation des coûts et du délai d'exécution, sans considérer les travaux de fondations, font état d'une somme de 696757.2048\$ pour une durée d'exécution de 450 jours.

Le présent travail n'ayant pas tenu compte du dimensionnement des fondations ainsi que des escaliers, nous invitons donc les futurs chercheurs à pouvoir mener des études géotechniques du site pouvant recevoir l'ouvrage et ainsi donc dimensionner les éléments de fondation de l'ouvrage.

Bibliographie

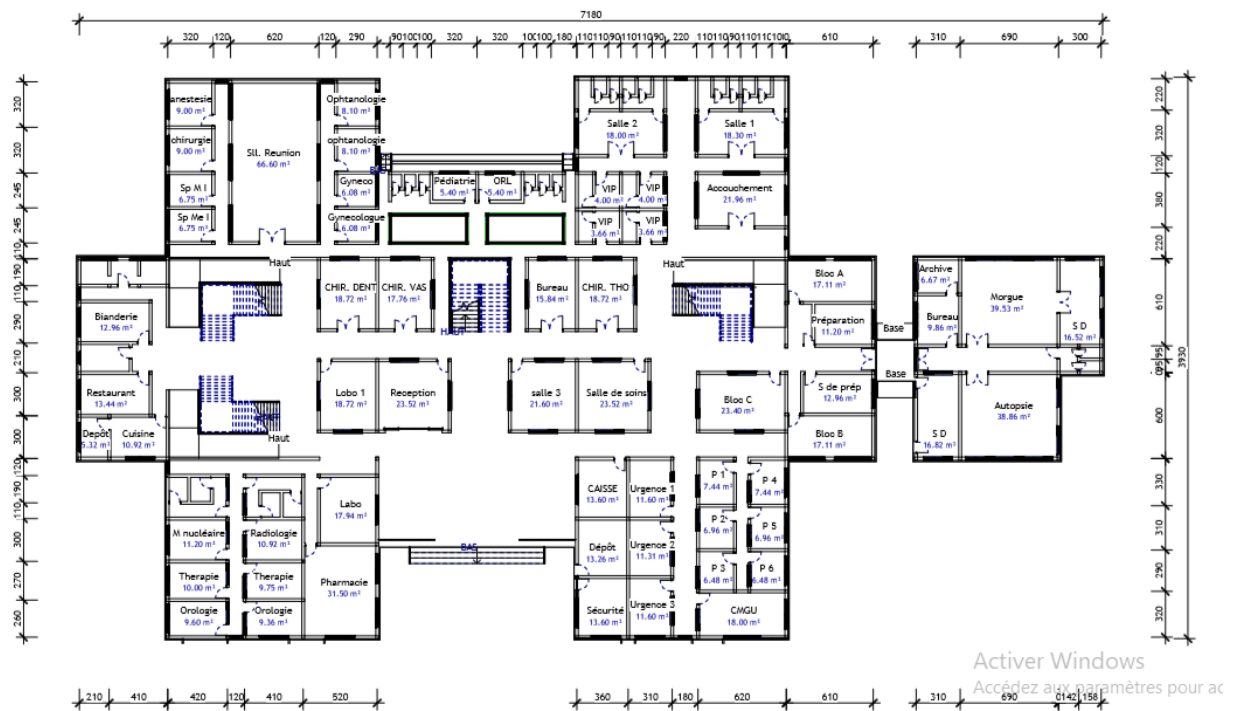
- [1] [En ligne]. Available: <http://fr.countryeconomy.com>.
- [2] Plan national de développement Sanitaire 2016-2020, 2016.
- [3] [En ligne]. Available: <https://www.minesu.gouv.cd/?info&id-art=133>. [Accès le 15 octobre 2023].
- [4] «RDC-ESU,» [En ligne]. Available: <https://actuamite.cd>. [Accès le Janvier 2024].
- [5] M. HAI, The University Clinic in interwar Germany, Chicago , 1990-1930.
- [6] D. G.-M. R. H. e. M. Z. Jean-Charles du Bellay, NEUFERT 10e EDITION, Paris: DUNOD.
- [7] «Hippocrates,» [En ligne]. Available: www.britannica.com/biography/hippocrates.
- [8] J. Simon, The University Clinic :A Social history of medical expertise, 2003.
- [9] P. B. Abdeihak, béton armé 1, centre Universitaire de Béchar-départemen de GC et d'architecture, 2006.
- [10] K. ANATOLI, Calcul des construction en béton armé, conakry, 2012.
- [11] P. L. & M. TCHOUANI, COURS DE BETON ARME suivant les règles BAEL91 MOD99.
- [12] H. Renaud, Métiers du batiment ouvrages en béton armé.
- [13] J. Saliba, principe de base et dimensionnement, université de Bordeaux, 2021.
- [14] B. D. Enock, dimensionnement d'une structure R+6 en BA dans la ville de Goma, goma: ULPGL-Goma, 2020.
- [15] D. AMBOKO, TECHNOLOGIE DE CONSTRUCTION, GOMA, 2022.
- [16] C. M. Grace, cours d'initiation au BA, GOMA, 2023.
- [17] D. A. M'hamed, Calcul assisté par Ordinateur Autodesk Robot Structural Analysis professional, Chelf: Université de Ben Bouali Chlef, 2017.

- [18] D. Mohamed, polycopie de cours-projet structure en béton armée, 2020.
- [19] Dr.Q.MERDAS, cours de matériaux de construction II.
- [20] G. Dreux, La composition du béton,Guid Béton.com,Guide Béton, 1998.
- [21] Dr.A.MERDAS, cours de matériaux de construction II Chapitre I les bétons,U.F.A. de Sérif 1,1.
- [22] [En ligne]. Available: <https://fr.scribd.com/document/243951940/Acier-annexes1-pdf>.
- [23] S. S. Jimmy, conception et Dimensionnement d'un bâtiment R+4 à usage d'appartement à l'auberge de Butembo, Butembo, 2019.
- [24] O. GAGLIARDINI, Cours de Béton Armé IUP GCI3 option OS, Grenoble, 2004/2005.
- [25] DRIF, Module 18. CALCUL DES STRUCTURES EN BETON ARME, 2007.
- [26] Résumé sous forme d'organigrammes de la norme BAEL, 2015.
- [27] G. M. Haroune, «Etude d'un bâtiment (R+5) à usage d'habitation contreventé par portiques et voiles en zone sismique(IIa),» Université KASIDI Merbahde Ouargla, 2013/2014.
- [28] initiation aux fondations.
- [29] C. M. M. Grace, initiation aux fondations.

ANNEXES

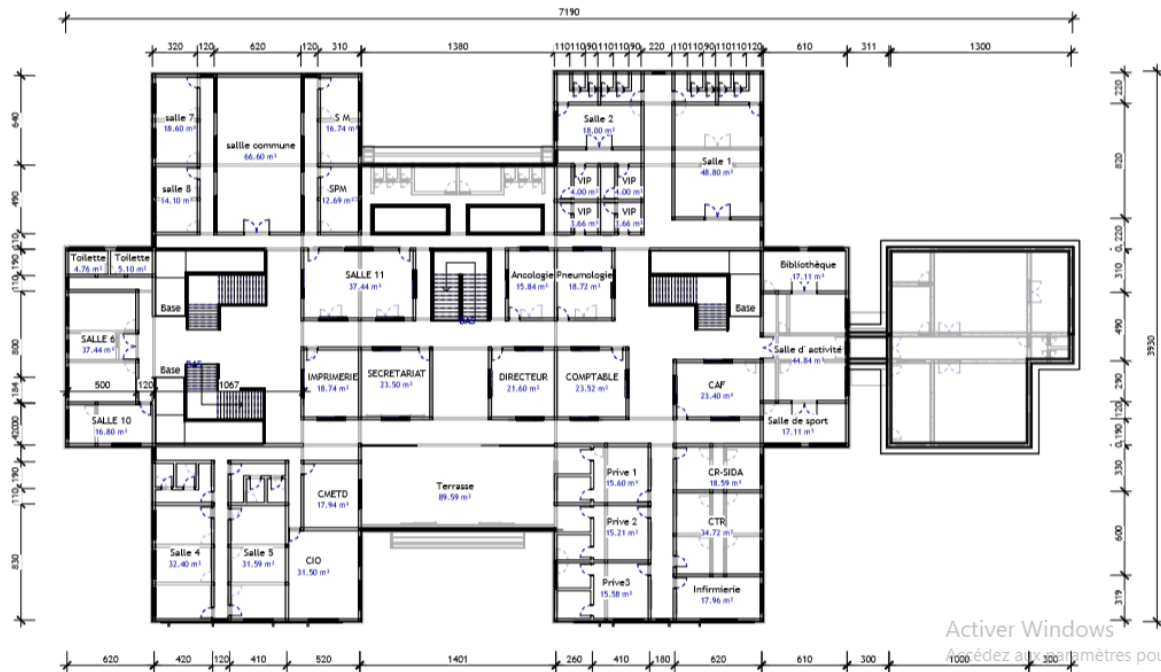
ANNEXES A : Vues en plans

REZ DE CHAUSSEE



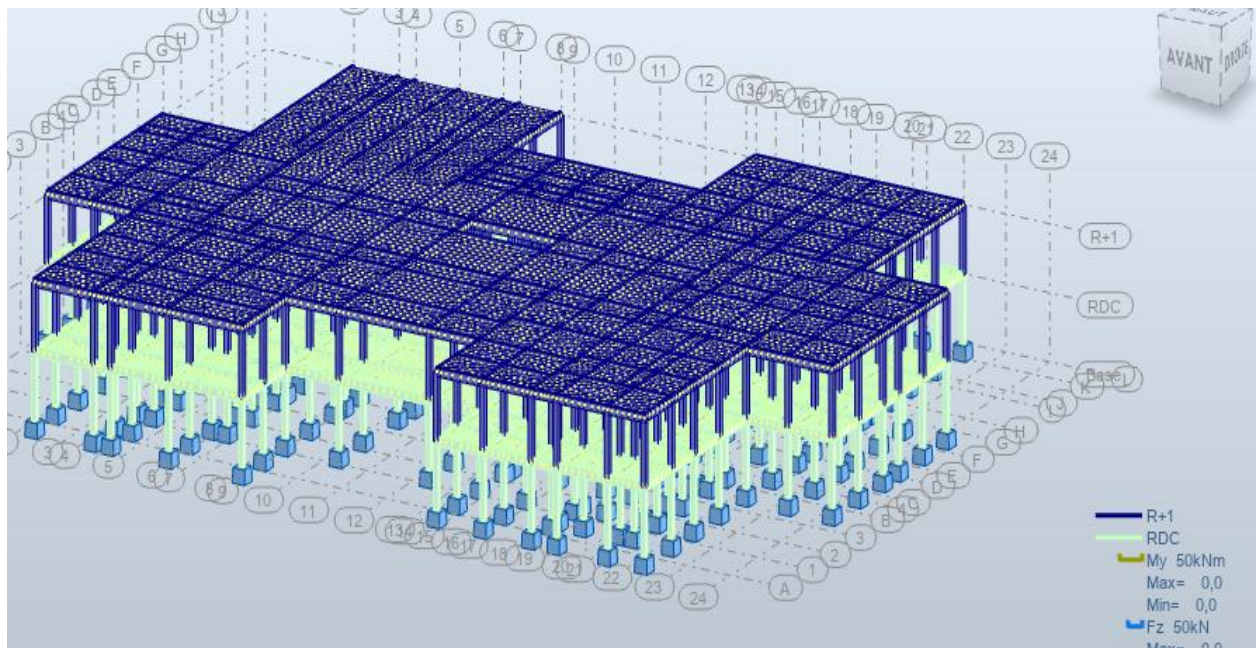
Activer Windows
Accédez aux paramètres pour ac

ETAGE



Activer Windows
Accédez aux paramètres pour a

ANNEXE B: Modelisation de la structure



ANNEXES C: Vues en 3D



