

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ANNEXES

LISTE DES NOTATIONS ET ABREVIATIONS

INTRODUCTION

PARTIE I - CADRE DE L'ETUDE

Chapitre I - PRESENTATION DE LA CROIX BLEUE.

Chapitre II - JUSTIFICATION DU PROJET.

PARTIE II - CONCEPTION ET ETUDE ARCHITECTURALE.

Chapitre I - IDEES GENERALES DU PROJET ET MODALITES DE CONCEPTION.

Chapitre II - ESQUISSE.

PARTIE III – ETUDES TECHNIQUES

Chapitre I - PREDIMENTIONNEMENT

Chapitre II - CALCUL DES ACTIONS

Chapitre III - DESCENTE DES CHARGES

Chapitre IV - CALCULS DES STRUCTURES – ETUDE DES PORTIQUES

Chapitre V - ETUDE DE LA SUPERSTRUCTURE

Chapitre VI - ETUDE DE L'INFRASTRUCTURE

PARTIE IV - EVALUATION FINANCIERE ET ETUDE D'IMPACT

ENVIRONNEMENTAL

Chapitre I - DEVIS DESCRIPTIF

Chapitre II - DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Chapitre III - ETUDES DE RENTABILITE.

Chapitre IV - ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTALE

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Evolution de la production de drogues légales à Madagascar : par rapport à l'année antérieure (Ministère de la santé).....	11
Tableau 2 : Consommation de drogues à Madagascar en 2008 (Ministère de la santé).14	14
Tableau 3 : Consommation de cigarettes dans les villes d'Antananarivo et de Tuléar en 2008 (Ministère de la santé).....	14
Tableau 4 : Comparaison de la consommation de cigarettes dans différentes localités (Ministère de la santé).....	14
Tableau 5 : Consommation de tabac dans les villes d'Antananarivo et de Tuléar en 2008(Ministère de la santé).....	15
Tableau 6 : Consommation d'alcool dans les villes d'Antananarivo et de Tuléar en 2008 (Ministère de la santé).....	15
Tableau 7 : Abus d'alcool dans les villes d'Antananarivo et de Tuléar en 2008 (Ministère de la santé). 15	15
Tableau 8 : Comparaison de l'abus d'alcool dans différentes localités (Ministère de la santé). 16	16
Tableau 9 : Propriété des drogues à conduire à la dépendance.	18
Tableau 10 : Risques encourus par la consommation de drogue.	19
Tableau 11 : Capacité des drogues à léser les organes.	19
Tableau 12 : Surface nécessaire en fonction des places assises pour un restaurant.	28
Tableau 13 : Appréciation du niveau d'éclairage des locaux.	36
Tableau 14 : Capacité d'accueil de chaque pièce vis-à-vis de l'aération.	37
Tableau 15 : Prédimensionnement du plancher.	41
Tableau 16 : Prédimensionnement des poutres longitudinales.	42
Tableau 17 : Prédimensionnement des poutres transversales.	42
Tableau 18 : Prédimensionnement des poteaux du gymnase.	44
Tableau 19 : Prédimensionnement des poteaux de la salle de conférence/réception.	45
Tableau 20 : Prédimensionnement des poteaux du bâtiment R+4.	46
Tableau 21 : Surface des ouvertures.....	48
Tableau 22 : Vents dans les hauts plateaux et sur les côtes	48
Tableau 23 : Vent perpendiculaire à $Say_0=1$ (Figure R III 5).....	52
Tableau 24 : Vent perpendiculaire à $Sby_0=1$ (Figure R III 5).....	52
Tableau 25 : Actions intérieurs.	52
Tableau 26 : Récapitulation : Maximum de charge.	54

Tableau 27 :	Actions statiques en vent normal.....	54
Tableau 28 :	Actions statiques en vent extrême.....	54
Tableau 29 :	Valeurs de β	55
Tableau 30 :	Pressions dynamiques (vent normal).	56
Tableau 31 :	Pression dynamique (vent extrême).	56
Tableau 32 :	Valeurs de V_{cr}	56
Tableau 33 : (Gymnase).	Moment à équilibrer dans les poteaux au niveau chaque étage 62	
Tableau 34 : R+4).	Moment à équilibrer dans les poteaux au niveau chaque étage (Bâtiment 63	
Tableau 35 : salle).	Moment à équilibrer dans les poteaux au niveau chaque étage (Grande 63	
Tableau 36 :	Charges dues au vent transmises aux poteaux.	63
Tableau 37 :	Descente des charges totales à l'ELU (daN).....	64
Tableau 38 :	Descente des charges totales à l'ELS (daN).....	64
Tableau 39 :	Charges sur poutre dans le bâtiment R+4 suivant la file E.	68
Tableau 40 :	Charges sur poutre dans la grande salle suivant la file B.	70
Tableau 41 :	Récapitulations des moments aux appuis à l'ELS pour le bâtiment R+4....	73
Tableau 42 :	Récapitulation des efforts tranchants à l'ELS pour le bâtiment R+4.....	74
Tableau 43 :	Récapitulations des moments aux appuis à l'ELU pour le bâtiment R+4....	75
Tableau 44 :	Récapitulations des moments aux appuis à l'ELU pour le bâtiment R+4.....	76
Tableau 45 :	Récapitulation des efforts tranchants à l'ELS pour la grande salle.....	77
Tableau 46 :	Récapitulations des moments aux appuis à l'ELU pour la grande salle.....	78
Tableau 47 :	Récapitulation des efforts tranchants à l'ELU pour la grande salle.....	79
Tableau 48 :	Etat limite de calcul à retenir.....	80
Tableau 49 :	Détermination des sollicitations par la méthode forfaitaire :	91
Tableau 50 :	Détermination des A_x	92
Tableau 51 :	Détermination des A_y	92
Tableau 52 :	Récapitulation des résultats.....	93
Tableau 53 :	Détermination des sollicitations dans la nervure.	97
Tableau 54 :	Détermination des armatures longitudinales de la nervure.	99
Tableau 55 :	Valeurs de τ_u	99
Tableau 56 :	Espacement minimale des cours successifs d'armatures (cadre $\Phi 6$).....	101

Tableau 57 :	Espacement minimale des cours successifs d'armatures (cadre $\Phi 8$).....	101
Tableau 58 :	Espacement des cadres T6.....	102
Tableau 59 :	Détermination des armatures longitudinales en travée de la poutre continue.	104
Tableau 60 :	Détermination des armatures longitudinales aux appuis de la poutre continue.	104
Tableau 61 :	Valeurs de τ_u	105
Tableau 62 :	Espacement minimale des cours successifs d'armatures (cadre $\Phi 6$).....	106
Tableau 63 :	Espacement minimale des cours successifs d'armatures (cadre $\Phi 8$).....	107
Tableau 64 :	Espacement des cadres T6.....	107
Tableau 65 :	Données de calcul relatives à la condition de vérification de déformabilité.	
	108	
Tableau 66 :	Détermination de la charge à l'ELU.....	110
Tableau 67 :	Détermination des sollicitations au niveau de la poutre longitudinale	111
Tableau 68 :	Détermination des armatures longitudinales en travées.	112
Tableau 69 :	Détermination des poutres longitudinales aux appuis.....	113
Tableau 70 :	Valeurs de τ_u	113
Tableau 71 :	Espacement minimale des cours successifs d'armatures (cadre $\Phi 6$).....	114
Tableau 72 :	Espacement minimale des cours successifs d'armatures (cadre $\Phi 8$).....	114
Tableau 73 :	Espacement des cadres T8.....	115
Tableau 74 :	Données de calcul relatives à la condition de vérification de déformabilité.	
	115	
Tableau 75 :	Valeurs des sollicitations du poteau F11 à chaque niveau.	117
Tableau 76 :	Formulaire de détermination des sollicitations sur une poutre isostatique.	123
Tableau 77 :	Valeurs de A_i pour le calcul de K	142
Tableau 78 :	Récapitulation des totaux des prix.....	154
Tableau 79 :	Location des salles.	157
Tableau 80 :	Autres activités.....	157
Tableau 81 :	Cash flow net prévisionnel sans actualisation.	159
Tableau 82 :	Cash flow prévisionnel actualisé et la VAN.	160
Tableau 83 :	Composantes du milieu récepteur.....	163
Tableau 84 :	Impacts sur l'environnement du projet.....	164
Tableau 85 :	Atténuation des impacts.	166

Tableau 86 :	Descente des charges – Poteau C1.....	Annexe V - 1
Tableau 87 :	Descente des charges – Poteau C2.....	Annexe V - 2
Tableau 88 :	Descente des charges – Poteau C3.....	Annexe V - 4
Tableau 89 :	Descente des charges – Poteau A7.....	Annexe V - 5
Tableau 90 :	Descente des charges – Poteau C9.....	Annexe V - 6
Tableau 91 :	Descente des charges – Poteau F11.....	Annexe V - 8
Tableau 92 :	Descente des charges – Poteau F13.....	Annexe V - 11
Tableau 93 :	Descente des charges – Poteau B14 et B 18.....	Annexe V - 14
Tableau 94 :	Descente des charges – Poteau B15.....	Annexe V - 15
Tableau 95 :	Descente des charges - Poteau B16 et B 17.....	Annexe V - 16
Tableau 96 :	G cumulée en daN.....	Annexe V - 17
Tableau 97 :	Q cumulée en daN.....	Annexe V - 17

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Où trouver la Croix Bleue dans le monde.	4
Figure 2: Organigramme de la C.B.M	6
Figure 3: Schéma fonctionnel du RDC	33
Figure 4: Schéma fonctionnel du premier étage	34
Figure 5: Schéma fonctionnel du deuxième étage	34
Figure 6: Schéma fonctionnel du troisième étage	35
Figure 7: Schéma fonctionnel du quatrième étage	35
Figure 8: Coupe transversale du bâtiment	47
Figure 9: Vent face à Sa	53
Figure 10: Vent face à Sb de l'Est à l'Ouest	53
Figure 11: Les niveaux	59
Figure 12: Surface d'influence des poteaux	59
Figure 13: Schéma de calcul des charges exercées sur les poteaux du gymnase dues aux effets du vent.	61
Figure 14: Schéma de calcul des charges exercées sur les poteaux du bâtiment R+4 dues aux effets du vent	61
Figure 15: Schéma de calcul des charges exercées sur les poteaux de la salle de conférence dues aux effets du vent	61
Figure 16: Transmission des charges des panneaux	67
Figure 17: Transformation d'une charge répartie triangulaire en charge répartie rectangulaire	67
Figure 18: Transformation d'une charge répartie triangulaire en charge répartie rectangulaire	67
Figure 19: Transmission des charges sur poutre du bâtiment R+4	68
Figure 20: Transmission des charges sur poutre de la grande salle	70
Figure 21: Chargement ELU	71
Figure 22: Chargement ELS	72
Figure 23: Les différents constituants de la ferme métallique	83
Figure 24: Les charges portées par la ferme métallique	84
Figure 25: Représentation de la dalle à calculer	88
Figure 26: Modélisation du calcul	90
Figure 27: Schéma de calcul de la dalle pleine	91
Figure 28: Arrêt forfaitaire des barres longitudinales	93
Figure 29: Coupe du plancher à corps creux	94
Figure 30: Système de poutre continue constitué par la nervure	95

Figure 31: Modélisation de calcul.....	96
Figure 32: Poutrelle de section en Té.....	97
Figure 33: Section de calcul de la nervure en travée.....	98
Figure 34: Section de calcul de la nervure aux appuis.....	98
Figure 35: Courbe enveloppe du moment fléchissant à l'ELU (Poutre File B – Etage 1 – Grande salle).....	103
Figure 36: Courbe enveloppe après prédimensionnement.....	103
Figure 37: Efforts tranchants à l'ELU (File B- Premier étage -Grande salle).....	105
Figure 38: Poutre longitudinale étudiée.....	108
Figure 39: Modélisation de la poutre longitudinale	110
Figure 40: Diagramme des sollicitations avec indication des arrêts des barres.....	112
Figure 41: Sollicitations au niveau du poteau.....	118
Figure 42: Modélisation de calcul de l'escalier	123
Figure 43: Diagramme de l'effort tranchant	124
Figure 44: Diagramme du moment fléchissant.....	125

LISTE DES ANNEXES

Annexe.1. PLANS DU PROJET

Annexe.2. EFFETS DU VENTS

Annexe.3. BETON ARME

Annexe.4. CALCULS DES STRUCTURES

Annexe.5. DESCENTE DES CHARGES

Annexe 6 : PLANS DE FERRAILLAGE

LISTE DES NOTATIONS ET DES ABREVIATIONS

ABREVIATIONS

AMEL :	Association des Médecins d'Exercice Libérale
BAD:	Banque Africaine pour le Développement
BFV-SG	Banky Famandrosoana ny Varotra – Société Générale
CBM:	Croix Bleue Malagasy
CDA :	Centre de développement d'Andohatapenaka
FICB:	Fédération Internationale de la Croix Bleue
IST:	Infection Sexuellement transmissible
LSD :	Lyserg Sâure Diâthylamid
RIA	Robinet d'Incendie Armée
SIDA:	Syndrome Immuno Déficiency Acquise
SRA:	Santé Reproductive des adolescents
VIH :	Virus Immuno Déficiency Humain
VKMT:	Vehivavy Kristiana Mpifady Toaka

NOTATIONS EN MAJUSCULES ROMAINES

A_u	section d'aciers pour l'état limite ultime
B :	section du poteau
B_r	section réduite d'un poteau
C_h :	effet de hauteur
C_m :	effet de masque
C_s :	effet de site
F_n :	la charge verticale due au vent au poteau n
I	moment d'inertie
M_{lu}	moment fléchissant limite à l'E.L.U
M_{ser}	moment fléchissant à l'E.L.S
M_u	moment fléchissant à l'E.L.U
N :	effort normal supporté par le poteau
N_{ser}	effort normal de service
N_u :	effort normal ultime
P_u	charge concentrée appliquée à l'E.L.U
Q	charge d'exploitation variable dans les bâtiments
S :	surface d'influence du poteau c'est-à-dire la plus grande surface d'impact d'un poteau sur un niveau
V_u	effort tranchant à l'E.L.U

- n: nombre de niveau
 c: coefficient de pression
 d : Distance des aciers à la fibre de béton la plus comprimée
 d_n : le bras de levier de la charge F_n par rapport au centre de gravité G
 f_{bu} : Résistance de calcul du béton en compression à l'E.L.U
 f_{c28} : Résistance caractéristique du béton à 28 jours d'âge
 f_e : limite d'élasticité de l'acier
 f_{ed} : résistance de calcul des aciers à l'E.L.U
 f_{t28} : résistance conventionnelle à la traction du béton à 28 jours d'âge
 f_{tj} : résistance conventionnelle à la traction du béton à j jours d'âge
 h : hauteur de section
 h_0 : hauteur d'une table de compression
 i : rayon de giration
 I : moment d'inertie
 l'_o : longueur fictive pour répartir les armatures d'âme
 l_a : longueur d'ancrage
 l_d : longueur de scellement droit
 l_f : longueur de flambement
 l_o : longueur libre du poteau
 l_r : longueur de recouvrement
 p: Action élémentaire unitaire exercée par le vent
 q : charge uniformément répartie (E.L.U ou E.L.S)
 q: charge moyenne supporté par un plancher d'étage comprise entre 1daN/m² et 1,5daN/m²
 q_{10} : Pression dynamique de base extrême
 q_d : Pression dynamique de base corrigée
 s_t : espacement des cours d'armatures
 u: Périmètre de contour extérieur d'un poteau

NOTATIONS EN MINUSCULES GRECQUES

$\overline{\sigma}_{sol}$:	contrainte admissible du sol
θ :	coefficient prenant en compte la durée d'application des charges
a :	coefficient réducteur fonction de l'élancement
B :	coefficient de flambement des poteaux
γ_b :	coefficient de sécurité pour le béton
γ_s :	coefficient partiel de sécurité pour les aciers
δ :	Effet de dimension
λ :	élancement géométrique
μ :	coefficient de frottement acier/béton
μ_{bu} :	moment fléchissant agissant réduit à l'E.L.U
σ_{bc} :	contrainte admissible du béton comprimé à l'E.L.S
σ_s :	contrainte de traction de l'acier
τ_{lim} :	contrainte tangente limite
τ_u :	contrainte tangente conventionnelle

SYMBOLES SPECIAUX

Φ :	diamètre d'une barre d'acier
Φ_l :	diamètre d'une barre d'acier longitudinal
Φ_t :	diamètre d'une barre d'acier transversal
Σ :	Sommation

INTRODUCTION

Dans le cadre de ce mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur en Bâtiments et Travaux Publics de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, nous traitons l'étude d'un projet de construction d'un bâtiment de niveau R+4 pour le compte d'une association dénommée : Croix Bleue Malagasy.

Notons au passage que Madagascar se réfère à l'Objectif du Millénaire pour le Développement visant à réduire le taux de pauvreté jusqu'à 37,5 % en 2015. Or, le développement d'un pays est étroitement lié au niveau d'activité de sa population ; et une personne consommant de la drogue ne peut avoir les capacités, que ce soient physiques, morales ou intellectuelles, requises pour fournir un tel travail. Ce qui définit bien le cadre du projet : une construction offrant une pluralité d'activités, visant l'éloignement de tout envie ou tentation de s'allier à la drogue.

Ainsi, à partir des formations, académiques et pratiques, acquises au sein de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo et au cours des différents stages, il sera conçu un bâtiment pour la Croix Bleue Malagasy. Ce mémoire aura donc pour thème : «Projet de construction d'un centre de loisirs, de désintoxication et de réinsertion sociale ».

Le travail comportera donc successivement :

La description du cadre de l'étude.

La conception et l'étude architecturale.

Les études techniques.

L'évaluation financière et l'étude d'impact environnemental.

PARTIE I - CADRE DE L'ETUDE

Chapitre I - PRESENTATION DE LA CROIX BLEUE.

Le présent projet entre dans la mise en place d'infrastructures liées aux activités de la Croix Bleue Malagasy. Aussi, sera exposé dans le premier chapitre, quelques informations la concernant.

1. Présentation de la Fédération Internationale de la Croix Bleue (F.I.C.B).

1.1. Historique de la F.I.C.B.

1.1.1. *L'origine et les intentions.*

Le 21 septembre 1877, à Genève, le pasteur Louis-Lucien Rochat donnait, avec le concours de M. Charles Fermaud, président de l'Union Chrétienne de Jeunes Gens, une Conférence sur «l'ivrognerie et son véritable remède.»

A la fin de la séance, quelques personnes répondirent à l'appel du conférencier, en prenant l'engagement de s'abstenir de toute boisson enivrante et d'en combattre l'abus chez autrui.

La Société Croix Bleue était fondée, et, pendant un certain temps, l'engagement a été son seul règlement.

Le sigle « Croix Bleue » est l'image du « ciel » et de « l'eau », exprimant le salut des blessés des produits enivrants.

Quelques mois plus tard, le Comité élaborait les articles fondamentaux des statuts centraux de la Société, et les faisait précéder d'un exposé de principes, dans lequel il exprimait comme suit les raisons qui l'avaient poussé à se mettre à l'œuvre :

« Quelques citoyens suisses, attristés des ravages causés dans leur patrie par l'abus de la boisson, et affligés des maux innombrables que l'intempérance entraîne à sa suite : pauvreté, accidents, affaiblissement des facultés intellectuelles et morales, infirmités, maladies, folie, suicide, mort, délits, crimes et dégradations de toute espèce ;

Frappés de ce que ce mal, qui est une honte pour la Suisse, loin de diminuer, va toujours en croissant, comme le prouve la statistique ont senti la nécessité de réagir à tout prix et avec la plus grande énergie contre la marche envahissante de ce fléau. Dans ce but, ils se sont constitués en Société suisse de Tempérance.» (...)

1.1.2. Développement de la F.I.C.B.

Peu après la fondation, les premières Sociétés Croix-Bleue naissent en différentes régions de Suisse et d'Europe (Pays-Bas, France, Belgique et Allemagne).

En 1886 la Fédération Internationale de la Croix-Bleue est créée.

En 1906 la Croix-Bleue essaime outre-mer, la première société voit le jour au Ghana en Afrique. Aujourd'hui, 50 Sociétés Nationales Croix-Bleue sont affiliées à la Fédération Internationale.

Plusieurs pays ont adhéré récemment (tels le Brésil, le Portugal et la Lettonie le Kenya et la Roumanie). L'Australie mise à part, la Croix-Bleue est donc présente sur tous les continents.

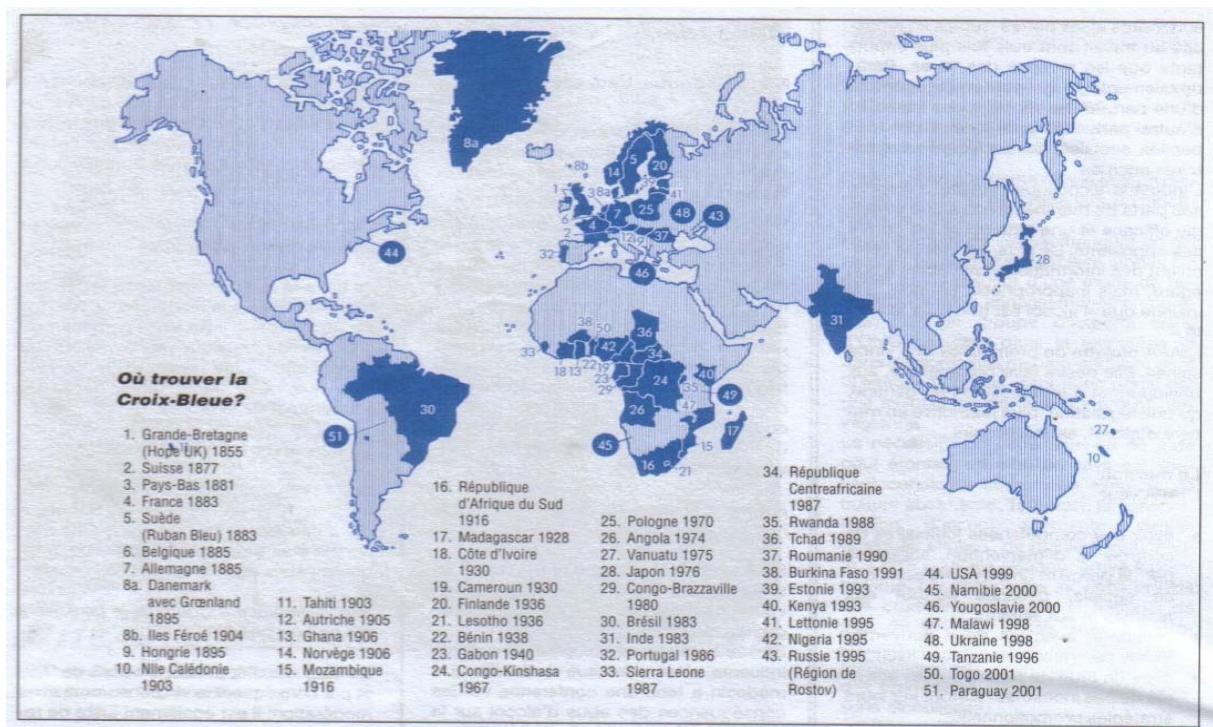


Figure 1: Où trouver la Croix Bleue dans le monde.

La Figure 1 nous montre que bien que la Croix Bleue soit présente dans plus de 50 pays, un large espace reste encore à recouvrir.

1.2. Activités de la F.I.C.B.

1.2.1. Mission de la F.I.C.B.

La F.I.C.B a pour but de venir en aide aux personnes dépendantes, de l'alcool notamment, ainsi qu'à leurs familles et proches en leur proposant un accompagnement compétent, humain, empreint de respect et d'authenticité. Elle place la personne au

centre de ses préoccupations et considère l'humain dans sa globalité bio – psycho – socio – spirituelle. Elle accompagne les personnes qui le souhaitent dans une démarche spirituelle chrétienne. Ce qui, dans le réseau spécialisé, est une spécificité. Pour elle, l'abstinence est le meilleur moyen pour que la personne dépendante puisse s'en sortir.

Son action se résume en trois verbes : Prévenir, Conseiller, Accompagner.

1.2.2. *Organisation de la F.I.C.B.*

Lors de sa fondation en 1980, le secrétariat général était sis à Genève. Par la suite il a été déplacé à Bienne, puis en octobre 1996 à Berne.

Deux fois l'an, des informations relatives à l'activité des Sociétés Nationales du monde entier sont publiées. Une Assemblée générale est tenue tous les quatre ans. La dernière a eu lieu au Brésil en 2008, la prochaine en 2011 est prévue en Suisse.

1.2.3. *Activités de la F.I.C.B.*

A l'heure actuelle, le point fort des activités de la Fédération Internationale de la Croix-Bleue se situe en Afrique et aux Indes. Son aide est constituée d'une part, par un soutien financier dans les pays les plus défavorisés et, d'autre part, par une collaboration dans l'élaboration et la mise sur pied de programmes de formation, de subventions pour le lancement de projets et la création de nouvelles Sociétés Croix-Bleue (par exemple au Portugal).

Plusieurs séminaires ont eu lieu en Afrique.

Quelques exemples:

- ***En Côte d'Ivoire*** : séminaire radio destiné aux responsables des émissions radio auprès des Sociétés Nationales africaines.
- ***Au Tchad*** : séminaire pour l'enseignement de la fabrication de jus de fruits.
- ***Au Bénin et au Lesotho*** : séminaires destinés aux femmes abstinentes provenant de différentes églises africaines. Ces derniers séminaires sont principalement conçus afin de gagner la cause des femmes destinées à remplir un rôle de multiplicatrices dans leurs différentes églises. Dans ces pays il n'est pas rare que l'ensemble des membres d'une église ou communauté paroissiale, adhère à la Croix-Bleue.

2. Présentation de la Croix Bleue Malagasy (C.B.M).

2.1. Historique de la C.B.M.

En 1893, Madame Mary Clement LEWIT, femme d'un missionnaire américain, établit l'association V.K.M.T (Vehivavy Kristianina Mpifady Toaka) ou Femme Chrétienne Abstinente. Ce fût la première association de lutte contre la drogue à Madagascar.

C'est le Pasteur Jonah Rajemisa qui instaura pour la première fois la Croix Bleue en 1928. Le 4 Juin, l'association est fondée légalement et travaillait surtout au niveau de l'Eglise en ce temps là. La Croix Bleue Malagasy a été reconnue d'utilité publique le 29 juillet 1955 d'après le Journal Officiel de la République de Madagascar (Page 2565 de l'année 1955).

Depuis l'année 1960, Madagascar est intégré au sein de la Fédération Internationale de la Croix Bleue (F.I.CB).

2.2. Activités de la C.B.M.

2.2.1. Organisation de la C.B.M.

Le Siège de la C.B.M est sis à Antaninandro Lot IV A 11 (en face de Suprême Center)

Dirigée par un bureau sous forme de comité et ayant un responsable permanent en la personne du Secrétaire Général ou agent national, la Croix-Bleue comporte diverses sections autonomes et indépendantes dans leurs activités. La Croix-Bleue Nationale Malagasy n'est pas paroissiale et ne fait aucune distinction confessionnelle, elle est une association reconnue d'utilité publique par l'Etat Malagasy et peut être créée à tous les niveaux que ce soit au niveau des collectivités, des écoles, des églises ou au sein des entreprises.

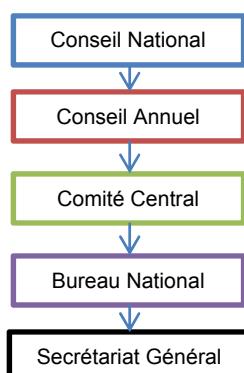


Figure 2: Organigramme de la C.B.M

- Le Conseil National se tient tous les quatre ans et procède à l'élection des membres du Bureau National. C'est durant le Conseil National qu'on discute et prend les grandes décisions sur les activités et objectifs des années à venir.
- Le Conseil Annuel se tient tous les ans et prend les décisions qui ne peuvent pas attendre le Conseil National.
- Le Comité Central se tient deux fois par an. Il assure le suivi des décisions prises par les Conseils et assume les prises de décision qui ne peuvent pas attendre les Conseils.
- Le Bureau National dirige toutes les activités de la Croix Bleue Malagasy, il est composé de :
 - 1 Président ;
 - 1 Vice-président ;
 - 1 Trésorier ;
 - 1 Secrétaire
 - 3 Conseillers chargés de la Communication.
- Le Secrétaire Général est le responsable permanent de la réalisation de toutes les activités. Le Secrétariat Général est un emploi comme toute autre et ne relève pas d'éventuelle élection.

2.2.2. Activités de la C.B.M.

A l'ère d'une société de grande consommation et dans la conjoncture du développement rapide, la Croix-Bleue Nationale Malagasy ne se contente pas de son statut d'association mais, elle prend une grande part active dans tous les domaines.

L'objectif final est de construire un être social intelligent, instruit et équilibré. Cela implique des conditions qui se définissent comme objectifs intermédiaires :

- la santé ;
- le travail ;
- la culture ;
- le loisir ;
- un bon cadre de vie ;

a) Action pour la santé :

- Prévention :
 - Conscientisation sur l'alcool et la drogue et puis relation avec les maladies transmissibles ;
 - Intervention dans les zones à risques (école, quartiers populaires) ;
 - Enseignement des règles de base de l'hygiène ;
- Secours
 - cure de désintoxication ;
 - médecins spécialisés ;
 - collaboration avec les centres de cure ou les hôpitaux ;
 - projet ambulance et centre de santé d'urgence ;
- Réinsertion :
 - centre postcure ;
 - groupe d'accompagnement ;
 - prévention de rechute (continuation suivie médicale et psychothérapie) ;
 - réhabilitation professionnelle ou scolaire ;
 -

b) Action pour le travail :

- formation d'éducateurs et d'animateurs ;
- artisanat ;
- ferme (agriculture et élevage) ;
- formation en informatique ;
- enseignement des langues étrangères ;
- activités de micro et macro édition ;

c) Cultures et loisirs :

- Bibliothèque ;
- Vidéothèque ;
- Sports collectifs et individuels ;
- Jeux de société ;
- Village de loisir.

d) Réalisations sur le plan économique et social :

- Chaque noël depuis 1996, un bazar de noël a été organisé et ceci par rapport au résultat des ateliers de couture d'enfants d'alcoolique éduqués par les femmes chrétiennes abstinentes ;
- Des séances de jeux de société pour les jeunes et enfants pour combattre l'oisiveté à raison de deux fois par semaine, ceux-ci accompagnés de causeries et de partages sur des thèmes diversifiés (problèmes des jeunes, l'alcoolisme, le processus d'aide...) comme résultat, il y avait parmi les jeunes qui fréquentaient le cercle de jeux qui ont obtenu le lauréat lors de compétition nationale et même internationale comme le bridge ou le jeu d'échec et un club de jeu de société a été ouvert depuis 2004 par les jeunes qui ont fréquentés le cercle de jeux ;
- Organisation de salon de jeu de société tous les ans durant les grandes vacances en collaboration ave l'Alliance Française de Tananarive ;
- Projet jus de fruit depuis 1985 avec édition de recettes sur la transformation des fruits tropicaux et comme résultat obtenu on a pu constater l'ouverture de plusieurs points de vente de jus naturel ;
- Des consultations médicales par des médecins généralistes au siège national avec l'Association des médecins d'exercice libérale (AMEL) ;
- Cure de désintoxication pour les malades alcoolique et drogués en collaboration avec des hôpitaux et de centre de santé ;
- Psychothérapie par l'agent national pour la prévention des rechutes ;
- Sensibilisation des jeunes sur les méfaits de l'alcool en particulier les IST/SIDA et SRA ou Santé Reproductive des Adolescents ;
- Complexe sportif sur le terrain de la Croix-Bleue Malagasy à Ilafy (petits infrastructures) ;
- Plusieurs conférences débats sur des thèmes diversifiés sur les méfaits de l'alcool et des drogues et la relation avec IST/VIH/SIDA ;
- Des séances de formation avec les personnels de SHELL MADAGASCAR ;
- Sensibilisation de la population d'Andohatapenaka avec la collaboration du CDA ou Centre de Développement d'Andohatapenaka ;
- Ouverture d'un centre de formation des travailleurs de la rue depuis le mois de mai 2007 avec mise en place d'un atelier bois et fer un atelier de cuisine et d'informatique pour que les jeunes puissent avoir un avenir.

Chapitre II - JUSTIFICATION DU PROJET.

1. Madagascar : pays producteur et consommateur de drogues.

1.1. Généralité sur les drogues.

1.1.1. Quelques termes de drogues.

- **psychotrope** : substance chimique qui agit sur le psychisme ;
- **drogue** : substance psychotrope générique sensible pour la santé (pouvant avoir une action thérapeutique), mais dont l'abus est susceptible de favoriser une toxicomanie ;
- **stupéfiant** : Substance psychotrope dont la consommation risque d'aboutir à une toxicomanie = drogue
- **précurseur** : substance dont dérivent un ou plusieurs autres substances par transformation biochimique.
- **Toxicomanie** ou **pharmaco dépendance** ou **assuétude** = état de dépendance psychique et souvent physique vis à vis d'une drogue, pouvant être accompagnée d'une tolérance.
- **Dépendance psychique** = tendance, pulsion à l'usage répété d'une drogue pour obtenir le plaisir ou pour éviter le malaise, la dépression, l'anxiété provoqués par la privation.
- **Dépendance physique** = adaptation des tissus à la présence continue d'une drogue. Elle se révèle par l'apparition en cas d'abstinence de troubles physiques intenses, appelés syndromes de sevrage.
- **Tolérance** = perte progressive des réactions de l'organisme à une dose habituellement active d'une drogue ou d'un groupe de drogues et la nécessité d'augmenter les doses pour obtenir l'intensité de l'effet initial.

1.1.2. Classification pharmacologique.

- **Psychoanaleptiques** : action tendant à dynamiser le psychisme, augmentant la vigilance, améliorant l'humeur déprimée, mis susceptible de précipiter des crises d'anxiété ou excitation.
- **Psycholeptiques** : action dépressive, entraînant le sommeil, ou du moins la sédation et des manifestations délirantes ou agressives (héroïne, neuroleptique)

- **Normothymiques** : action caractéristiques de substances visant à normaliser l'humeur de certains patients chez qui alternent des phases de dépression et d'excitation (médicaments ne pouvant pas donner lieu à toxicomanie)
- **Psychodysleptiques** : action sans intérêt thérapeutique de nos jours, mais intégrée, dans les sociétés à des pratiques rituelles ou religieuses, induisant la survenue d'hallucinations ou de trouble de la personnalité avec sensation d'irréalité (LSD, Peyotl, Mescaline).

1.2. Production de drogue à Madagascar.

Parmi les types de drogues mentionnés auparavant, il ne sera pris en compte dans la suite de ce présent travail, que les drogues qui sont librement mise en vente sur le marché. On peut citer notamment la cigarette, le tabac à chiquer et l'alcool.

Ces types de drogues recouvrent littéralement la totalité du pays, dans tous ses recoins (même à proximité des écoles ou des églises, ce qui est illégale).

En outre, ces produits constituent une part importante dans les recettes des grands revendeurs que des petits marchands à l'étalage. Les taxes prélevées sur les « drogues légales » contribuent à une entrée d'argent considérable dans la trésorerie de l'état.

Tableau 1 : Evolution de la production de drogues légales à Madagascar : par rapport à l'année antérieure (Ministère de la santé).

	Evolution en 2002 (%)	Evolution en 2003 (%)	Evolution en 2004 (%)	Evolution en 2005 (%)
Cigarette	17.87	15.65	14.10	12.40
Tabac à chiquer	42.69	42.90	43.30	43.20
Alcool	16.11	12.73	08.20	08.90

D'après ce tableau, la production de tabac, en plus d'une augmentation de production annuelle, présente aussi une augmentation relative en pourcentage par rapport à l'année précédente. Pour le cas de la production de cigarettes et d'alcool, la production annuelle augmente toujours chaque année.

1.3. Consommation de drogue à Madagascar.

1.3.1. Causes de la consommation de drogues.

La consommation d'une drogue découle généralement des effets recherchés par le consommateur. Ils dépendent du produit utilisé, mais aussi de la sensibilité et de l'état physique et psychique du consommateur, ainsi que de l'environnement dans lequel il se trouve au moment de la consommation. Par exemple un cachet d'ecstasy n'aura pas tout à fait le même effet s'il est pris au cours d'une party, environnement bruyant et agité, ou chez soi, seul, en couple ou avec des amis.

Les effets varient donc selon la nature de la drogue.

- **Les dépresseurs** : Alcool, médicaments tranquillisants et somnifères (Barbituriques, Benzodiazépines...), Opiacés (Héroïne, Méthadone, Codéine, Morphine, etc.). Ces produits entraînent une sensation de détente, de bien-être et de rêve ainsi parfois qu'une perte d'inhibition.
- **Les stimulants** : Tabac, Cocaïne, Crack, Amphétamines, Médicaments stimulants et dopants, Ecstasy. Ces produits favorisent temporairement un état d'éveil et d'excitation et masquent la fatigue. Ils induisent un sentiment fallacieux d'assurance et de contrôle de soi. L'effet est généralement suivi d'un état d'épuisement et de dépression.
- **Les hallucinogènes ou perturbateurs** : Cannabis et produits dérivés, produits volatils (colles et solvants, anesthésiques volatils), Kétamine, L.S.D., champignons hallucinogènes etc. Ces produits provoquent une perturbation de la perception de l'environnement et de la réalité : modifications de la perception du temps et de l'espace, sensibilité exacerbée aux couleurs et aux sons, confusion des sens (on "voit les sons" ou on "entend les images").

Rappelons que certaines drogues peuvent, selon la dose absorbée et le contexte d'utilisation, présenter des effets de plusieurs catégories, c'est par exemple le cas du cannabis.

Le consommateur, selon son désir, pourra donc à volonté :

- Trouver la détente et l'éloignement du quotidien avec l'alcool, le tabac, le cannabis ou l'héroïne.
- Faire preuve de convivialité avec l'alcool, le cannabis ou la cocaïne.
- Faciliter l'empathie avec l'ecstasy.
- Rechercher une désinhibition et vaincre sa timidité avec l'alcool, le cannabis et tous les stimulants.
- Chercher l'ivresse et le délire pour "se défoncer" avec l'alcool, le cannabis ou, pour un bref instant, avec les produits volatils.
- Passer une nuit folle avec de l'ecstasy pour danser toute la nuit.
- Délier dans un monde fantastique avec les hallucinogènes et particulièrement le LSD ou les champignons hallucinogènes.
- Avoir l'impression (souvent fallacieuse) d'être brillant en société et de dominer le monde avec les stimulants, particulièrement la cocaïne ou les amphétamines.
- Trouver un plaisir orgasmique en solitaire avec l'héroïne.
- "Soigner" sa dépression ou son anxiété avec l'alcool, le tabac, le cannabis ou l'héroïne.
- Etc.

L'éventail des possibilités et de l'intensité des effets est donc particulièrement large. L'accoutumance lors de consommations répétées a pour conséquence de diminuer les effets, ce qui pousse à augmenter progressivement les doses et conduit ensuite à la dépendance.

1.3.2. Statistiques.

Les statistiques exposées ci-après concernent l'année 2008. Elles donneront une idée sur l'ampleur du danger à laquelle est exposée Madagascar vis-à-vis des drogues légales. Les chiffres concernant les drogues illégales ne sont pas disponibles vue que ces dernières ne sont pas répertoriées à niveau de l'Administration.

Pour commencer, voici quelques statistiques concernant la population de Madagascar :

- Population : 20 653 556
- Age médian : 18,0 ans
- Population de moins de 15 ans : 43,5 %
- Population de plus de 64 ans : 3,0 %

Parmi ces plus d'une vingtaine de millions d'habitants, au minimum, un quart de la population touche à la drogue.

Tableau 2 : Consommation de drogues à Madagascar en 2008 (Ministère de la santé).

Cigarette (% de la population)	Tabac (% de la population)	Alcool (% de la population)
17.45	24.58	24.53

Pour se mettre en accord avec la réalité, les statistiques suivantes montrent plus de précisions sur la consommation des drogues légales.

Il est à noter que l'élaboration de statistiques est difficile à Madagascar faute de moyens. Ainsi, les données recueillis et rapportés ci-après ne concernent que les villes d'Antananarivo et Tuléar.

Tableau 3 : Consommation de cigarettes dans les villes d'Antananarivo et de Tuléar en 2008 (Ministère de la santé).

Antananarivo (% de la population)		Tuléar (% de la population)	
17.60		23.00	
Hommes (%)	Femmes(%)	Hommes(%)	Femmes(%)
80.50	19.50	82.50	17.50

Environ un cinquième de la population Tananarivienne et un quart des Tuléarois touche à la cigarette.

Tableau 4 : Comparaison de la consommation de cigarettes dans différentes localités (Ministère de la santé).

Localité	Tuléar	Maurice	Antananarivo	Congo	Algérie	Erythrée	Cameroun
Année	2005	1998	2005	2004	2003	2004	2004
Consommateur(%)	23.00	20.20	17.60	14.40	12.80	8.00	4.00

D'après ce tableau, Madagascar compte parmi les plus grands consommateurs de cigarettes.

Tableau 5 : Consommation de tabac dans les villes d'Antananarivo et de Tuléar en 2008 (Ministère de la santé).

Antananarivo (% de la population)		Tuléar (% de la population)	
<i>De temps en temps</i>	<i>Tous les jours</i>	<i>De temps en temps</i>	<i>Tous les jours</i>
33.90	33.30	17.80	16.30

Près du tiers des Tananariviens touchent au tabac et un tiers y est accoutumé. Pour le cas de Tuléar, un quart de la population consomme de temps en temps du tabac et un quart en consomme tous les jours.

Tableau 6 : Consommation d'alcool dans les villes d'Antananarivo et de Tuléar en 2008 (Ministère de la santé).

Antananarivo (% de la population)		Tuléar (% de la population)	
<i>Hommes (%)</i>	<i>Femmes (%)</i>	<i>Hommes (%)</i>	<i>Femmes (%)</i>
74.90	25.10	68.80	31.20

À Antananarivo, environ un individu sur trois touche à l'alcool, dont le quart est de sexe féminin. À Tuléar, presque la moitié de la population consomme de l'alcool avec plus du quart de sexe féminin.

Tableau 7 : Abus d'alcool dans les villes d'Antananarivo et de Tuléar en 2008 (Ministère de la santé).

Antananarivo (% de la population)		Tuléar (% de la population)	
<i>Moins de 5 verres</i>	<i>Plus de 5 verres</i>	<i>Moins de 5 verres</i>	<i>Plus de 5 verres</i>
36.20	36.30	48.60	7.30

On parle d'abus, lorsque la quantité d'alcool absorbée par l'organisme est supérieure à celle qu'elle peut supporter.

On mesure la capacité de résistance de l'organisme à l'alcool par l'alcoolémie, calculée par la formule :

$$A = \frac{P_a}{P_h \cdot C}$$

Où A : alcoolémie [g/l de sang/kg] ;

P_a : Masse d'alcool absorbé [g] ;

P_h : Masse de l'individu [kg] ;

C : Coefficient correspondant à la quantité de sang d'un individu et dépendant de son sexe (environ 2/3 du poids de l'individu)

C = 0.7 pour un homme ;

C = 0.6 pour une femme.

Référence :

Une alcoolémie de 0.5 g/l de sang/ kg présente déjà un danger pour l'organisme.

Exemple :

Calcul de l'alcoolémie d'un homme de 60 kg qui a bus une bière de 65 cl à 5° :

Hypothèse : Masse volumique de l'alcool : 8 g/cl

La quantité Q d'alcool absorbée par cet homme :

$$Q = 65 \times 0.05 = 3.25 \text{ cl}$$

La masse M d'alcool absorbée par cet homme :

$$M = 3.25 \times 8 = 26 \text{ g}$$

D'où l'alcoolémie A :

$$A = \frac{26}{60 \times 0.7} = 0.62 \text{ g/l de sang/kg} > 0.5$$

L'organisme de cet homme ne pourra pas donc supporter ce taux d'alcool qu'il a absorbé ce qui constitue déjà un abus.

Tableau 8 : Comparaison de l'abus d'alcool dans différentes localités (Ministère de la santé).

Localité	Congo	Erythré	Mauric	Camerou	Tuléa	Antananariv	Algéri
Année	2004	2004	1998	2004	2005	2005	2003
Consommateur (% de la population)	65.50	39.60	15.90	11.00	7.30	6.30	5.10

D'après ce tableau, même si Madagascar compte un grand nombre de consommateurs d'alcool, elle ne fait pas partie des premiers pays qui en font l'abus.

2. La consommation de drogue : un barrage pour le développement.

2.1. Conséquences de la consommation de drogue.

En général, toutes les sortes de drogues provoquent une perturbation du fonctionnement cérébral :

- les sensations,
- la mémoire,
- les rapports avec les autres,
- l'affectivité,
- tous les systèmes de la pensée.

2.1.1. *Le potentiel de nuisance.*

Le potentiel de nuisance ne dépend que de la drogue, c'est sa capacité de nuisance possible envers le consommateur ou son entourage. Les effets et les dangers qu'il génère sont variables d'une drogue à l'autre mais ils dépendent aussi du consommateur, de sa sensibilité et de son état physique et psychique.

Chaque drogue présente un potentiel de nuisance dans trois domaines :

- un potentiel toxicant,
- un potentiel agressogène,
- un potentiel addictif.

a) Potentiel toxicant :

Chaque drogue présente à des degrés divers un potentiel toxicant somatique (physique), c'est-à-dire capable de léser certains organes, pouvant aller jusqu'à la mort par overdose pour certaines d'entre elles, et un potentiel toxicant psychique.

b) Potentiel agressogène :

Propre des produits stimulants qui suppriment les inhibitions et donnent un sentiment de toute-puissance, mais aussi de l'alcool et de certains produits dopants. Il conduit à surestimer ses capacités et son appréciation du danger et à passer à l'acte d'où les actes de violence (agressions, violences conjugales et familiales) et les accidents (accidents de la route, professionnels ou domestiques).

c) *Potentiel addictif* :

C'est la propriété des drogues de conduire à la dépendance. Le potentiel addictif est variable selon les drogues, en puissance et rapidité d'installation, mais toujours présent.

Très rapide pour le tabac, le crack, la méthamphétamine et les opiacés, il se manifeste plus ou moins vite avec les autres drogues (cocaïne, benzodiazépines, cannabis) en fonction du mode de consommation et de l'état psychique de l'usager.

En ce qui concerne les hallucinogènes, on ne peut parler de dépendance car il serait impossible de vivre en permanence avec les effets produits par leur consommation. Cette dépendance peut être physique et/ou psychique.

Tableau 9 : Propriété des drogues à conduire à la dépendance.

	Dépendance physique	Dépendance psychique
Alcool (si abus)	***	***
Tabac	***	***
Cannabis	*	**
Cocaïne	*	***
Héroïne	***	***
Produits dopants	* à *** selon produit	* à *** selon produit
Ecstasy	???	**
Hallucinogènes	???	???

Légende : * faible, ** moyen, *** fort, ???peu étudié

2.1.2. *Dangers et risques.*

Les dangers et les risques varient d'une drogue à l'autre selon son potentiel de nuisance et sont de différentes natures. Comme les effets, ils dépendent aussi de la sensibilité du consommateur, de son état physique et psychique. On recensera :

- le risque somatique (physique),
- le risque psychique,
- le risque maternel et fœtal,
- le risque social.

Tableau 10 :Risques encourus par la consommation de drogue.

	Somatique	Psychique	Social	Maternel
Alcool (si abus)	***	***	***	***
Tabac	***		*	**
Cannabis	***	**	**	**
Cocaïne	***	***	***	***
Héroïne	***	***	***	**
Produits dopants	***	***	***	???
Ecstasy	***	***	***	???
Hallucinogènes	???	***	**	***

*Légende : * faible, ** moyen, *** fort, ???peu étudié*

a) Le risque somatique.

C'est la capacité pour la drogue à léser certains organes (foie ou système nerveux pour l'alcool, destruction des neurones pour l'ecstasy, cancer pour le tabac ou le cannabis, etc.) et à induire des maladies.

Tableau 11 :Capacité des drogues à léser les organes.

	Poumons	Foie	Cœur	Cerveau	Digestif
Alcool		***	***	***	***
Tabac	***		***		***
Cannabis	***			**	
Cocaïne	***		***	**	
Héroïne			*	*	*** (dents)
Ecstasy				***	
Hallucinogènes				???	

*Légende : * faible, ** moyen, *** fort, ???peu étudié*

b) Le risque psychique.

Ce sont les troubles psychiques temporaires ou durables, plus ou moins graves.

Les risques temporaires apparaissent au moment de la consommation ou peu après. Ils incluent : modification de l'humeur, anxiété, dépression, crises d'angoisse et de panique, perte de contrôle de soi, troubles du comportement, délire, épisodes psychotiques, troubles de la personnalité, paranoïa. Les effets les plus marqués sont produits par les hallucinogènes (LSD, champignons, etc.). L'alcool, le cannabis, les opiacés et les amphétamines en ont également à un degré dépendant de la quantité consommée et du mode de consommation.

Les troubles, s'ils sont répétés, deviennent durables et peuvent conduire à des affections psychiatriques graves : dépression, psychose, paranoïa ou schizophrénie chroniques.

c) Le risque maternel et fœtal.

Consommées par une femme enceinte, les drogues, pour la plupart, traversent le placenta et atteignent le fœtus. Elles ont alors un effet délétère aussi bien sur le déroulement de la grossesse que sur l'enfant à naître. Elles entraînent : fausse couche, mort in utero, accouchement prématuré, malformations du fœtus, mort subite du nourrisson, retard de croissance, anomalies mentales.

Les conséquences peuvent être immédiates ou ne peuvent apparaître et/ou être détectées que plusieurs mois ou même plusieurs années plus tard notamment en ce qui concerne la croissance de l'enfant ou les anomalies mentales.

Il faut remarquer qu'une dose absorbée considérée comme faible pour la mère peut s'avérer très forte pour un fœtus dont la masse corporelle est relativement moindre.

d) Le risque social

Toute consommation de drogue induit un risque social. Il peut être ponctuel ou durable selon la quantité consommée et le niveau de dépendance. Il inclut : échec scolaire professionnel et familial, isolement, marginalisation, exclusion sociale, violences, accidents.

• Risque ponctuel :

Ce risque peut apparaître dès la première consommation. Il est souvent lié aux effets immédiats de la drogue comme l'ivresse alcoolique ou cannabique, ou la perturbation des perceptions visuelles ou auditives, ou le sentiment d'invulnérabilité induit par les stimulants.

Il s'agit essentiellement des risques d'accident : accidents de la route, accidents domestiques, accidents professionnels mais également des risques de violence souvent exprimée en violence conjugale ou violence familiale envers les enfants.

Un accident, selon sa gravité, peut entraîner des blessures et un handicap à vie pour les autres ou pour soi-même ainsi que des dommages à réparer et à payer durant des années, voire une vie entière.

- Risque durable :

Lié à la répétition des consommations et particulièrement à la dépendance, il inclut :

Les échecs scolaires et professionnels causés par la démotivation ou l'incapacité à accomplir certaines tâches.

- Les échecs de la vie conjugale et familiale causés par la difficulté, pour les proches, de supporter le comportement et les réactions du consommateur, que ce soit des comportements de passivité excessive ou au contraire, de violence.
- La délinquance pour se procurer l'argent nécessaire à l'achat de drogue (vol avec ou sans violence, chantage, etc.), que cette délinquance s'exprime à l'extérieur ou au sein de la famille. Cette délinquance pouvant conduire à la prison et à de lourdes peines d'amende.
- La marginalisation allant de la mise à l'écart au sein de la famille ou de son cercle d'amis, jusqu'à la perte de son emploi et/ou de son logement et la mise à la rue.

En conclusion :

Tous ces produits, s'ils procurent à court terme un plaisir ou un soulagement, sont dangereux à court, moyen et long terme pour la santé physique et psychique et généralement perturbateurs de la vie sociale. Pour quelques instants de plaisir, ils peuvent conduire à la dépendance et à des années d'enfer.

2.2. Impact de la consommation de drogue sur le développement.

Le développement d'un pays dépend étroitement du niveau d'activité de sa population. Or, d'après les paragraphes précédents, la consommation de drogue entraîne des risques et dangers pour l'individu et son entourage, affectant aussi bien son état de santé que sa capacité à fournir du travail. On peut citer particulièrement les points suivants comme impacts négatifs sur le développement :

- diminution de l'espérance de vie de la population ;
- accidents de travail, accidents domestiques et accidents de la circulation ;
- maladies du système nerveux, lésion des organes (foie, rein), cancer...
- délinquance ;
- insécurité ;
- échecs scolaires et professionnels ;
- affaiblissement du niveau de vie des foyers.

3. Objectifs du projet.

3.1. Promotion de la santé.

3.1.1. Prévention :

Tous les visiteurs du site auront conscience de la gravité de l'abus de drogue. Une salle d'exposition étalera sur ses murs des informations pertinentes qui inciteront chaque personne à l'abstinence de toute drogue. De plus, des prospectus sur les risques et les dangers de la drogue seront à la disposition de tous les visiteurs.

Dans le but de la prévention au niveau des jeunes, des clubs de sports et de jeux de sociétés seront mis en place dans ce projet. Ces jeunes auront un encadrement adéquat. Ils seront plus qu'informé sur les drogues, leurs dangers et risques.

Une salle de conférence sera disponible pour toute entité qui voudrait bien conscientiser ses membres ou personnels.

3.1.2. Secours :

Des chambres seront aménagées pour accueillir ceux qui ont besoin d'une cure de désintoxication et d'une rééducation.

Un centre d'écoute ouvrira ses portes à toute personne qui aura besoin d'aide pour sortir de la dépendance. On accordera aux patients des formations, conseils et directives pour l'aboutissement de leur traitement.

3.1.3. Réinsertion :

Les personnes qui seront accueillies par le centre jouiront d'une aide sociale :

- elles pourront être intégré au sein d'un groupe de travailleur déjà sur place ;
- elles seront encadrées par un groupe d'accompagnement ;
- elles bénéficieront d'un suivi médical et de psychothérapie.

3.2. Création de travail.

Les toxicomanes sont victimes de marginalisation que ce soit social ou professionnel, aussi, est-il nécessaire de les engager dans un premier temps dans une organisation interne à la C.B.M.

- Un espace agricole sera aménagé sur le site du projet.
- Un petit atelier de bois est déjà sur place
- Une salle d'informatique servira de cyber, mais aussi de centre de formation en informatique
- Un labo de langue complètera la formation donnée au niveau du centre.

Après une période de formation et de rééducation au sein du centre, les sujets pourront réintégrer la société. Une attestation leur sera procurée.

3.3. Combattre l'oisiveté et promouvoir le sport.

En général, l'homme passe le clair de son temps à travailler. Quand l'occasion se présente, il ne rate pas de prendre un moment de distraction et de détente. Manque d'infrastructures et de moyens, nombreux sont ceux qui se tournent vers la drogue. C'est pour cela qu'on a prévu dans ce projet la mise en place d'infrastructures sportifs, ainsi qu'un environnement de détente :

Un gymnase pourra servir, et pour les entraînements, et pour les rencontres.

- Deux salles de jeux seront disponibles.
- Des terrains de sports seront aménagés en plein air ;
- Des espaces verts offriront un cadre agréable pour des picnics et promenades ;
- Un cyber répondra à la demande des curieux et des passionnés de l'information et de la communication.

Bref, la réalisation de ce projet est un facteur considérable pour combattre l'oisiveté, et par suite la consommation de drogue.

4. Contribution du projet au financement des activités de la C.B.M.

Pour assurer son bon fonctionnement, la C.B.M a besoin d'une ressource financière stable. Le présent projet est l'opportunité de subvenir à ce besoin. Entre autres, on pourra citer les rubriques suivantes :

- cotisations mensuelles des membres adhérés aux clubs de sports et de jeux ;
- location de la salle de conférence/réception ;
- location des chambres ;
- location des terrains de sports ;
- dons offerts par les sympathisants ;

La clientèle visée est large, elle sera constituée éventuellement par :

- des clubs de sports préparant des compétitions (Equipe Nationale, Club champions...) ;
- des entités ou associations effectuant des séminaires ou camps ;
- des privées qui auront besoins d'une salle de fête ;
- de la population environnante cherchant un lieu de détente.

PARTIE II - CONCEPTION ET ETUDE ARCHITECTURALE.

Chapitre I - IDEES GENERALES DU PROJET ET MODALITES DE CONCEPTION.

1. Généralités.

La construction d'un édifice relève d'un besoin individuel ou collectif, de nature utilitaire (se protéger des éléments) ou symbolique (honorier un dieu, affirmer une puissance). On nomme « programme » l'énonciation des fonctions et des contraintes auxquelles l'architecture doit satisfaire pour remplir sa fonction. Il détermine le volume, la surface, l'organisation du bâtiment. On peut distinguer cinq grandes catégories d'architectures en fonction de leur usage :

- *l'architecture religieuse* : un temple, une église, une mosquée, etc. répondent à des programmes différents, selon les rites pratiqués et l'importance des édifices.
- *l'habitation* : la localisation, l'époque, les conditions économiques et culturelles supposent des contrastes considérables.
- *l'architecture civile* : il s'agit des édifices à usage public, à l'exception des bâtiments religieux, depuis le palais de Justice jusqu'au stade olympique en passant par l'école et l'opéra.
- *l'architecture industrielle* : elle compte les usines, les entrepôts, etc. Certains bâtiments bénéficient depuis peu de la reconnaissance et de la protection des institutions. Outre leur valeur d'usage, les formes et leur valeur de témoignage social et historique sont ainsi reconnues.
- *l'urbanisme* : l'aménagement urbain peut concerner le détail (une place, une rue) ou l'ensemble d'une ville.

Pour le cas du présent projet, il s'agit ici de l'architecture civile.

2. Site du projet.

Le site du projet est localisé dans le Fokontany de Mahalavolona dans la Commune Rurale de Sabotsy Namehana, à 10 km du centre-ville. Actuellement, il n'est desservi que par deux pistes en terre de petites largeurs, mais le projet de la BFV-SG pour la résidence de son personnel au voisinage du site contribuera sûrement au développement de l'accès au Centre. Le terrain appartient à l'association depuis 1987 et n'a fait l'objet de grands investissements depuis son appropriation.

La localité est une zone agricole avec quelques propriétés privées. Le voisinage est un futur quartier résidentiel.

3. Choix du type de construction.

Le choix du type de construction revient au choix du type d'ossature à adopter.

L'ossature joue un rôle important dans le bâtiment. Elle assure la résistance de la construction et doit s'opposer aux différentes sollicitations auxquelles elle est soumise :

- les efforts horizontaux : vent et séisme ;
- les efforts verticaux : poids propre de la construction et les surcharges d'exploitation qui en cheminant par l'intermédiaire du plancher, poutres et poteaux se transmettent aux sols de fondation.

Pour cette raison, l'ossature doit assurer la résistance dans les trois directions de l'espace. Les poutres, qui absorbent les efforts longitudinaux et transversaux, ainsi que les poteaux, qui absorbent les efforts verticaux forment les éléments de l'ossature. En outre, elle doit maintenir sa forme architecturale. Nous pouvons choisir parmi les cinq ossatures suivantes :

1. mur porteur ;
2. ossature en bois ;
3. ossature métallique ;
4. ossature en béton précontraint;
5. ossature en béton armé.
6. ossature mixte

Le mur porteur présente une rigidité gênante, pour les aménagements intérieurs du bâtiment de grande hauteur. Ainsi, il n'est pas monolithique

De même l'ossature en bois a besoin de traitements spécifiques.

Concernant l'ossature métallique, les assemblages se font facilement au moyen des équerres, de couvre-joints et par superposition quelconque des plaques de métal qui sont réunies entre elles par des attaches. Leur agent destructeur est l'oxydation, donc, les constructions métalliques ont besoin d'entretiens périodiques. Par ailleurs, elles ne sont pas susceptibles de résister à l'incendie. Leur utilisation est avantageuse pour les constructions de grandes portées. Il est à signaler que l'acier est un matériau importé qui coûte très cher.

De même, l'ossature en béton précontraint n'est commode que pour les ouvrages de grandes portées supportant une charge importante. Sa mise en œuvre nécessite le recours à de nouvelles techniques et des engins spéciaux, entraînant de ce fait, un coût très élevé.

Nous avons choisi l'ossature en béton armé qui est une association d'un matériau résistant à la compression et à la traction. En effet, l'emploi du béton et de l'acier rend possible leur capacité d'adhérence mutuelle sans dépasser leur taux de travail élastique. En plus, du point de vue esthétique et architectural, il est facile de donner n'importe quelle forme aux pièces en béton armé.

4. Estimation de la superficie de chaque local.

Le bâtiment à construire occupera environ 2320 m² de surface au sol. Il sera composé de trois parties bien distinctes :

4.1. Le bâtiment A (Grande salle).

Le bâtiment A servira de salle de conférence/réception pouvant accueillir jusqu'à 460 personnes. Une grande cuisine sera aménagée dans le même bâtiment.

4.1.1. Grande salle.

Tableau 12 : Surface nécessaire en fonction des places assises pour un restaurant.

Ameublement	Places assises	Service m ² /place	Self-service m ² /place
Table carrée	4	1.25	1.25
Table rectangle	4	1.10	1.20
Table rectangle	6	1.05	1.10
Table rectangle	8	1.05	1.05

Dans le cas du projet, on opte pour les tables rectangulaires de 8 places qui sont utilisables à la fois pour une conférence et pour une réception. La surface nécessaire S sera :

$$S = 460 \times 1.05 = 483 \text{ m}^2$$

4.1.2. Cuisine et annexe.

Pour déterminer la surface nécessaire pour la cuisine, l'abaque proposé dans « les éléments de projets de construction » sert de référence.

Pour un restaurant d'une capacité de 500 personnes, l'abaque donne les répartitions spatiales suivantes :

- Cuisine principale : $0.17 \times 500 = 85 \text{ m}^2$
- Cuisine froide : $0.08 \times 500 = 40 \text{ m}^2$
- Pâtisserie : $0.08 \times 500 = 40 \text{ m}^2$
- Plonge : $0.08 \times 500 = 40 \text{ m}^2$
- Préparation légumes : $0.04 \times 500 = 20 \text{ m}^2$
- Locaux annexes : $0.03 \times 500 = 15 \text{ m}^2$
- Préparation viande et poisson : $0.025 \times 500 = 12.5 \text{ m}^2$
- Légumerie : $0.025 \times 500 = 12.5 \text{ m}^2$
- Chambre froide : $0.02 \times 500 = 10 \text{ m}^2$
- Reserve : $0.02 \times 500 = 10 \text{ m}^2$

En totalité, la cuisine occupera environ 285 m^2

4.2. Le bâtiment B (Bâtiment R+4)

Le bâtiment B à comporte 5 niveaux avec :

4.2.1. Au RDC.

a) Bureaux.

Espace nécessaire y compris les appareils et leur surface de manipulation :

- Secrétaire $\geq 10 \text{ m}^2$;
- Employé seul : $6 \text{ à } 10 \text{ m}^2$;
- Chef de service ne recevant pas de public : $15 \text{ à } 25 \text{ m}^2$.

b) Salles de stockage.

Les salles de stockage occupent deux trames, soit 12.8 m^2

c) Toilettes.

On prend comme modèle de toilettes celui d'un établissement scolaire, prévu pour 250 filles et 250 garçons dans « Les éléments de projet de construction ». Soit une surface d'environ 80 m^2 .

4.2.2. Au niveau R+1.

On aménagera au premier étage :

- deux salles de jeux de 25.6 m^2 chacune ;
- un cyber de 12.8 m^2 ;

- une salle de thérapie de groupe de 25.6 m² ;
- une salle d'écoute de 12.8 m².

4.2.3. Au niveau R+2, R+3 et R+4.

Les étages 2, 3 et 4 sont identiques avec chacune :

- 8 chambres de 12.8 m² ;
- 2 salles d'eau de 12.8 m².

4.3. Le bâtiment C (Gymnase).

4.3.1. Au niveau inférieur.

- Un terrain de 924 m² ;
- Deux vestiaires de 34.8 m² chacun ;
- Deux grandes salles qui serviront de dortoirs 41.6 m² ;
- Une salle de musculation de 54 m² ;
- Une salle d'exposition de 48 m² ;
- Une infirmerie de 22 m² ;
- Un magasin de 32 m² ;
- Des toilettes de 10.8 m².

4.3.2. Au niveau supérieur.

La place nécessaire pour les places assises se calcule comme suit :

- La largeur de la place assise : $l = 0.5 \text{ m}$
- Profondeur de la place assise : $p = 0.8 \text{ m}$

donc surface assise : 0.35 m

surface de circulation : 0.45 m

Avec une longueur de terrain de 44 m, et 5 rangées de gradins sur chaque côté du terrain, on aura une surface totale de gradins de $0.8 \times 44 \times 10 = 352 \text{ m}^2$.

Chapitre II - ESQUISSE.

1. Choix de la forme.

1.1. Forme générale.

On donnera à la construction une forme rectangulaire, cela tout d'abord pour une raison d'esthétique, car l'alignement des façades se marie très bien avec le paysage environnant : la culture en ligne.

Ce choix est aussi d'ordre technique ; en effet l'ossature porteuse du bâtiment en alignment facilite les calculs et la mise en œuvre.

1.2. Forme de la toiture.

La toiture doit respecter une certaine pente pour pouvoir évacuer les eaux de pluie et maintenir la toiture en place. Cependant, une toiture inclinée ne donnerait pas un bon aspect à la construction. Aussi, va-t-on chercher la pente de la toiture avec des acrotères.

Pour le gymnase en particulier, le profil de la toiture sera en forme d'arc de cercle. Elle donnera son identité à l'édifice.

1.3. Façades.

Les façades sont réduites en une grande partie à de simples éléments de verres, laissant apparaître la structure du bâtiment. La transparence crée de l'ambiance, elle est le moyen de lier l'intérieur avec l'extérieur, de prolonger les espaces et d'éviter ainsi une rupture trop importante entre l'intérieur et l'extérieur.

2. Emplacement des pièces.

L'entrée principale est placée du côté Sud. Trois autres entrées secondaires seront placées sur les autres façades du bâtiment.

La salle de conférence est située côté Ouest, la partie R+4 au centre et le gymnase à l'Est.

Les WC ainsi que les salles d'eau sont installés sur les mêmes positions verticales au niveau de chaque étage, plus précisément aux extrémités du bâtiment. Ceci en vue de faciliter la pose des tuyauteries et l'évacuation des eaux usées.

Les bureaux sont agencés à proximité de l'entrée principale au niveau du RDC pour faciliter le contact entre les visiteurs et les responsables.

L'emplacement du magasin des Produits Croix Bleue juste après l'entrée principale entre bien dans son but commercial.

L'infirmerie est prévue à proximité du terrain pour offrir les premiers secours et autres besoins médicales.

La circulation verticale dans l'immeuble se fait au moyen d'un escalier de 1.20 m de largeur placé au centre du bâtiment. Bien qu'il y ait 4 étages, nous ne prévoyons pas de l'équiper d'un ascenseur en raison de son coût d'investissement et d'exploitation relativement cher.

La salle d'exposition et les salles de stockage sont placées au voisinage de l'escalier en raison de la concentration de personnes et de matériels dans ces locaux.

A l'opposé de l'entrée principale, une salle de musculation occupe l'espace.

L'autre côté du gymnase est consacré aux athlètes : deux dortoirs disposés aux extrémités du bâtiment et deux vestiaires au centre. Les WC, salles d'eau et escaliers pour monter dans les gradins complètent l'aile Est.

Les grandes salles sont aménagées au premier étage.

Les 2^è, 3^è et 4^è étages sont réservées aux chambres, car elles offrent un cadre plus calme que celui du RDC ou du 1^è étage.

3. Schéma fonctionnel.

3.1.1. *RDC.*

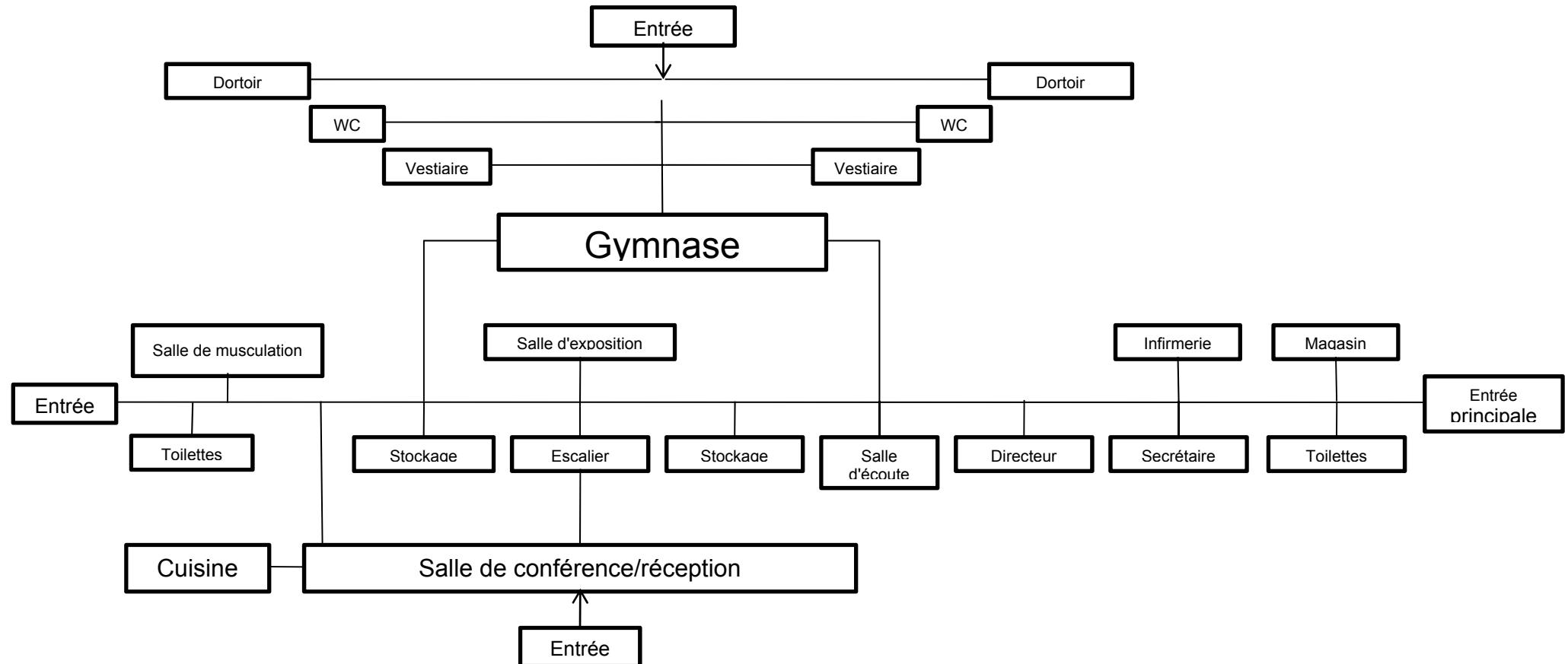


Figure 3:Schéma fonctionnel du RDC

3.1.2. Etage 1.

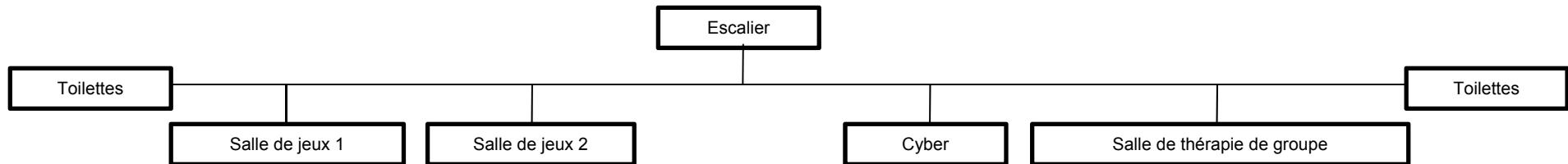


Figure 4: Schéma fonctionnel du premier étage.

3.1.3. Etage 2.

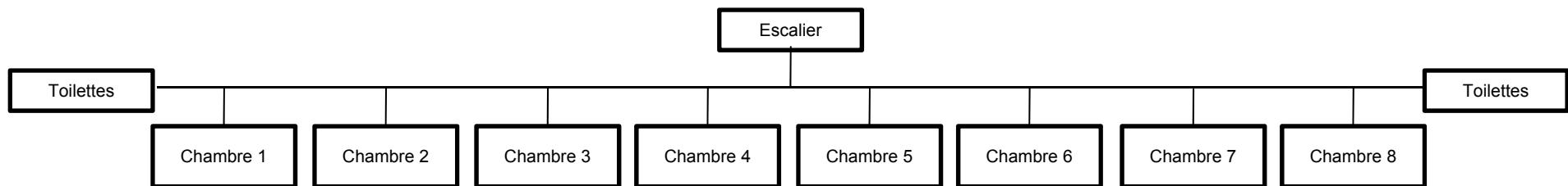


Figure 5: Schéma fonctionnel du deuxième étage

3.1.4. Etage 3.

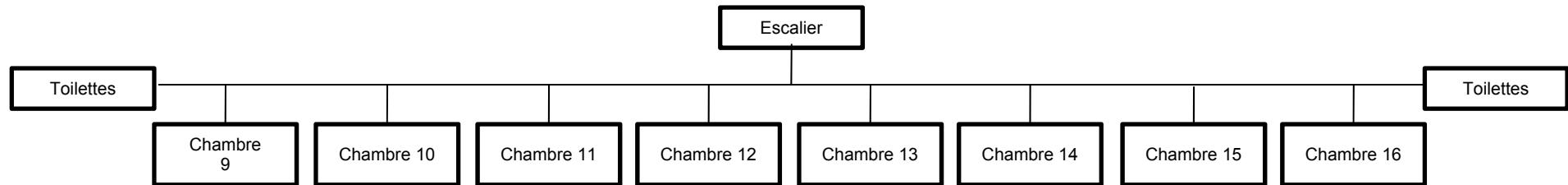


Figure 6: Schéma fonctionnel du troisième étage

3.1.5. Etage 4.

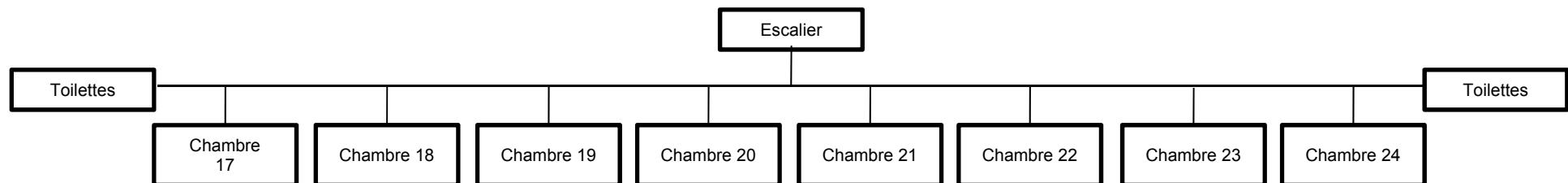


Figure 7: Schéma fonctionnel du quatrième étage

4. Confort et sécurité de l'immeuble.

4.1. Eclairage convenable des pièces.

D'une manière générale, pour assurer l'éclairage convenable d'une pièce habitable, il faut prévoir une surface totale des fenêtres représentant au minimum 10% de la surface de la pièce. Pour le cas de ce projet, en prenant l'exemple des chambres de $3.2 \times 4 = 12.8 \text{ m}^2$, les fenêtres occupent une surface de $1.60 \times 3.80 = 6.08 \text{ m}^2$ de, soit 47.5 % de la surface habitable, l'éclairage est assuré convenablement.

Tableau 13 :Appréciation du niveau d'éclairage des locaux.

Désignation des pièces	Surface habitable arrondie [m ²]	Surface arrondie des fenêtres [m ²]	Pourcentage de la surface de la fenêtre par rapport à la surface habitable [%]	Conclusion sur l'éclairage
Salle de conférence /Réception	512,00	120,00	23,44	Assuré
Cuisine	144,00	24,32	16,89	Assuré
Annexe cuisine	32,00	6,08	19,00	Assuré
Salle de musculation	52,00	16,23	31,21	Assuré
Salle d'exposition	48,00	10,16	21,17	Assuré
Infirmerie	21,20	3,39	15,99	Assuré
Magasin	32,00	6,77	21,16	Assuré
Bureau type 1	9,60	1,32	13,75	Assuré
Bureau type 2	15,00	2,65	17,67	Assuré
Gymnase	1100,00	252,00	22,91	Assuré
Chambre	12,80	6,08	47,50	Assuré
Dortoir	46,40	7,68	16,55	Assuré
Vestiaire	23,20	6,08	26,21	Assuré

Toutes les pièces habitables se trouvent à peu près dans la même situation d'éclairage d'autant plus que la façade principale comporte de larges baies vitrées. Ainsi donc, nous pouvons en conclure que l'éclairage de toutes les pièces habitables de l'immeuble est assuré de façon convenable.

4.2. Aération convenable.

L'homme consomme de l'oxygène et rejette du gaz carbonique et de la vapeur d'eau. Les proportions diffèrent selon le poids, la nourriture, l'activité et l'ambiance où se trouve l'individu. On compte en moyenne une production de 0.020 m³/heure de gaz carbonique et de 40g/heure de vapeur d'eau par personne.

Bien que la teneur en gaz carbonique de 1 à 3% ne soit perceptible que lorsqu' l'on respire profondément, l'air d'une chambre d'habitation ne doit contenir au maximum que 1% de ce gaz. Cela nécessite dans les conditions normales, un volume d'air de 32 m³ pour un adulte et de 15 m³ pour un enfant. Mais comme, même les fenêtres fermées, la circulation normale de l'air dans les bâtiments isolés est jusqu'à deux fois plus importante, les volumes d'air suivants sont suffisants :

- 16 à 24 m³ pour les adultes (selon le genre de construction) ;
- 8 à 12 m³ pour les enfants.

Si la circulation d'air est encore plus importante (fenêtres ouvertes, ventilation par conduit d'air), le volume peut être réduit à 7,5 m³ par personne.

Tableau 14 : Capacité d'accueil de chaque pièce vis-à-vis de l'aération.

Désignation des pièces	Surface de la pièce [m ²]	Hauteur de la pièce [m ²]	Volume de la pièce [m ³]	Capacité d'accueil de la pièce [Nombre de personnes adultes]
Salle de conférence /Réception	512,00	6,00	3460,00	461
Cuisine	144,00	2,80	403,20	54
Salle de musculation	52,00	2,80	145,60	19
Salle d'exposition	48,00	2,80	134,40	18
Infirmerie	21,20	2,80	59,36	8
Magasin	32,00	2,80	89,60	12
Bureau type 1	9,60	2,80	26,88	4
Bureau type 2	15,00	2,80	42,00	6
Gymnase	1100,00	13,00	14300,00	1907
Chambre	12,80	2,80	35,84	2
Dortoir	46,40	2,80	129,92	8
Vestiaire	23,20	2,80	97,44	13

4.3. Isolation acoustique.

L'isolation acoustique conditionne également le confort des habitations. En effet, les bruits notamment ceux produits par les trafics aériens et routiers (bruits aériens extérieurs), par les voix et les musiques (bruits aériens intérieurs), les bruits d'impact dus aux chocs appliqués à la structure (pas, déplacement de meubles, etc....) et les bruits d'équipement créés par la robinetterie et la canalisation sont la plupart du temps désagréables et gênants. Les solutions constructives pour les différents bruits sont les suivantes :

4.3.1. L'isolation des bruits aériens.

- les parois verticales entre deux locaux doivent être imperméables à l'air c'est-à-dire être enduits pour les murs en maçonnerie.
- les parois verticales entre logements et circulation intérieure commune : éviter les pièces principales contigües à la circulation.

4.3.2. L'isolation des bruits d'impact par.

- la mise en œuvre de plancher à corps creux dont les indices d'affaiblissement acoustique compris entre 48 et 59dB₁₁ en fonction de l'épaisseur,
- le revêtement de sol par carrelage ou par parquet qui limite le niveau de bruit transmis par le plancher.

4.3.3. L'isolation des bruits d'équipement.

- superposer et juxtaposer les pièces de même nature : chambre avec chambre (pièces calmes), pièces humides avec pièces humides (pièces bruyantes),
- l'équipement hydraulique devra être ancré sur des parois lourdes,

4.4. Sécurité de l'immeuble vis-à-vis des incendies.

Le but de la mise en sécurité des bâtiments par rapport au risque d'incendie est double ; il vise en premier lieu à assurer la sécurité :

- des personnes résidentes ;
- des personnes extérieures soumises à un risque direct ;
- des sapeurs-pompiers.

et en deuxième lieu à éviter la perte des biens meubles et immeubles.

Afin d'éviter le développement d'un incendie, de limiter sa propagation et donc de faciliter son extinction, une démarche préventive efficace doit être mise en place. Elle associe, dès la conception du bâtiment, deux méthodes complémentaires de protection contre l'incendie dites active et passive.

4.4.1. Protection active contre les incendies.

Les moyens de premier secours contre le feu sont :

- détecteur de fumées, chaleur, flamme, gaz de combustion ;
- alarmes ;
- extincteurs à chaque niveau ;
- Robinet d'Incendie Armée (R.I.A) à chaque niveau ;
- désenfumage mécanique ;

4.4.2. Protection passive contre les incendies.

La protection passive consiste en la :

- réduction de l'utilisation des matériaux combustibles et utilisation plus large des matériaux non combustible
- protection des structures afin de permettre l'évacuation des personnes et l'intervention des sapeurs-pompiers ;
- limitation de la propagation du feu : gaines techniques protégées, compartimentage ;
- désenfumage naturel

Dans le cas où l'immeuble en entier prendrait feu, ses habitants l'évacueront par les escaliers dont les parois seront coupe-feu. Par ailleurs, lors de la conception, nous avons prévu une distance de 19 m entre la cage d'escalier et la pièce la plus éloignée d'elle pour se conformer à la norme fixée qui est inférieure ou égale à 30 m.

PARTIE III - ETUDES TECHNIQUES

Chapitre I - PREDIMENSIONNEMENT.

1. Généralités.

Le prédimensionnement consiste à évaluer les dimensions des éléments pour que ces derniers puissent résister efficacement aux sollicitations auxquelles ils sont soumis

Généralement, il est presque impossible de donner les dimensions exactes des éléments d'une structure sans avoir effectué le calcul de la descente de charge. Or celle-ci est justement fonction des caractéristiques géométriques de chaque élément et des charges. Donc il est nécessaire de donner préalablement des dimensions à ces éléments pour que le calcul soit fait en considérant les conditions de résistance et économiques

Il y a des cas où l'aspect architectural nous oblige à imposer a priori certaines dimensions.

En outre, on a intérêt à donner à un type d'élément porteur les mêmes dimensions. Ceci dans le but de réduire le coût du montage et du démontage.

En particulier pour les éléments en béton armé, le principe de coffrage comprend :

- Le coût des opérations de coffrage et du décoffrage (gestion du temps) ;
- Le coût de fabrication.

2. Planchers.

Dans ce projet, nous choisissons le plancher à corps creux en béton à nervures coulées sur place. Son utilisation permet d'économiser du béton grâce à l'emploi des hourdis servant de coffrage. Le poids propre du plancher est léger.

L'épaisseur est déterminée par la hauteur h des poutrelles qui supportent le corps creux. Cette hauteur doit être compatible avec les conditions d'indéformabilité et est fonction de la portée L .

Dans notre cas, $L = 4$ m

$$\frac{l}{25} \leq h \leq \frac{l}{20}$$

Tableau 15 :Prédimensionnement du plancher.

L [m]	L/25 [m]	L/20 [m]
4	0.16	0.20

Prenons $h_t = 16$ cm, soit un corps creux en béton $h = 12$ cm et une dalle de compression $h_0 = 4$ cm

3. Poutres.

3.1. Largeur.

Afin d'obtenir une bonne conception des coffrages, les largeurs « a » de toutes les poutres rectangulaires sont prises égales à $a = 20$ cm (épaisseur du mur sans enduit)

3.2. Hauteur.

La hauteur totale h de la poutre est déterminée par la condition de rigidité ou non déformabilité des poutres continues.

$$\frac{L}{15} \leq h \leq \frac{L}{10}$$

Avec L : longueur de la poutre

Généralement, $h \geq \frac{L}{10}$ pour les poutres isostatiques

Et $h \geq \frac{L}{15}$ pour les poutres continues.

Suivant le sens longitudinal, on a $L_{\max} = 4,00\text{m}$;

Suivant le sens transversal, on a $L_{\max} = 5,00\text{m}$;

Tableau 16 :Prédimensionnement des poutres longitudinales.

L (cm)	L/15 (cm)	L/10 (cm)	a (cm)	h (cm)
400	27	40	20	36

Tableau 17 :Prédimensionnement des poutres transversales.

L (cm)	L/15 (cm)	L/10 (cm)	a (cm)	h (cm)
500	34	50	20	36

4. Poteaux.

Pour prédimensionner les poteaux, utilisons la formule suivante :

$$B \geq \frac{N}{0,9\sigma_{bc}}$$

$N = n \cdot q \cdot S$: effort normal supporté par le poteau ;

$B = a \cdot b$: section du poteau ;

a : largeur du poteau

b : longueur du poteau

n : nombre de niveau (de haut vers bas) ;
 q : charge moyenne supporté par un plancher d'étage comprise entre 1daN/m² et 1,5daN/m² ; prenons q = 1,25 daN/m² ;
 S : surface d'influence du poteau c'est-à-dire la plus grande surface d'impact d'un poteau sur un niveau ;
 0,9 : coefficient de sécurité ou taux de travail du béton ;
 $\bar{\sigma}_{bc}$: contrainte admissible du béton prise égale à

$$\bar{\sigma}_{bc} = f_{bu} = \frac{0,85}{\theta * \gamma_b} f_{c28}, \quad \text{avec}$$

$f_{c28} = 25 \text{ MPa}$: résistance à la compression d'un béton dosé à 350 kg de CEM I 42,5 à 28 jours

$\gamma_b = 1,5$: coefficient de sécurité du béton (combinaisons fondamentales)
 $\theta = 1$: la durée d'application t de la combinaison d'action t $\geq 24h$
 $\bar{\sigma}_{bc} = 14,17 \text{ M}$

Les poteaux doivent aussi remplir la condition de non flambement. Il faut que :

$\frac{l_f}{a} \leq 14,4$, pour une section rectangulaire, où
 l_f : longueur de flambement du poteau, avec
 $l_f = 0,7l_0$
 l_0 : longueur libre du poteau correspondant à la hauteur de l'étage.
 $l_0 = 3,00 \text{ m}$

Pour le cas du gymnase, considérons la file E

Tableau 18 :Prédimensionnement des poteaux du gymnase.

Poteau E0

Etage	n	S (m ²)	N (daN)	σ_{bc} (Mpa)	B [m ²]	l_0 (m)	Lf (m)	a (m)	b=B/a (m)	Section (cm ²)
RDC	1	3,60	4,50	14,17	0,004	3,00	2,100	0,146	0,024	15x15

Poteau E2

Etage	n	S (m ²)	N (daN)		B [m ²]	l0	Lf (m)	a (m)	b=B/a (m)	Section (cm ²)
3	1	62,80	78,50	14,17	0,062	3,00	2,100	0,146	0,422	20x30
2	2	-	-	14,17	-	3,00	2,100	0,146	-	-
1	3	8,00	30,00	14,17	0,024	3,00	2,100	0,146	0,161	20x20
RDC	4	11,60	58,00	14,17	0,045	3,00	2,100	0,146	0,312	20x30

Poteau E3

Etage	n	S (m ²)	N (daN)	σ_{bc} (Mpa)	B [m ²]	l_0 (m)	Lf (m)	a (m)	b=B/a (m)	Section (cm ²)
RDC	1	8,00	10,00	14,17	0,008	3,00	2,100	0,146	0,054	15x15

Poteau E8

Etage	n	S (m ²)	N (daN)	σ_{bc} (Mpa)	B [m ²]	l0	Lf (m)	a (m)	b=B/a (m)	Section (cm ²)
RDC	1	8,00	10,00	14,17	0,008	3,00	2,100	0,146	0,054	15x15

Poteau E9

Etage	n	S (m ²)	N (daN)	σ_{bc} (Mpa)	B [m ²]	l_0 (m)	Lf (m)	a (m)	b=B/a (m)	Section (cm ²)
4	1	58,00	72,50	14,17	0,057	3,00	2,100	0,146	0,390	20x30
3	2	-	-	14,17	-	3,00	2,100	0,146	-	-
2	3	-	-	14,17	-	3,00	2,100	0,146	-	-
1	4	8,00	40,00	14,17	0,031	3,00	2,100	0,146	0,215	20x20
RDC	5	8,00	50,00	14,17	0,039	3,00	2,100	0,146	0,269	20x20

Pour le cas de la salle de conférence/réception, voyons la file C.

Tableau 19 :Prédimensionnement des poteaux de la salle de conférence/réception.

Poteau C13

Etage	n	S (m ²)	N (daN)	σ_{bc} (Mpa)	B [m ²]	l ₀ (m)	l _f (m))	a (m)	b=B/a (m)	Section (cm ²)
1	1	32,00	40,00	14,17	0,031	3,00	2,10	0,146	0,215	20x20
RDC	2	8,00	20,00	14,17	0,016	3,00	2,10	0,146	0,108	15x15

Poteau C14

Etage	n	S (m ²)	N (daN)	σ_{bc} (Mpa)	B [m ²]	l ₀ (m)	l _f (m))	a (m)	b=B/a (m)	Section (cm ²)
RDC	1	16,00	20,00	14,17	0,016	3,00	2,10	0,146	0,108	15x15

Poteau C15

Etage	n	S (m ²)	N (daN)	σ_{bc} (Mpa)	B [m ²]	l ₀ (m)	l _f (m))	a (m)	b=B/a (m)	Section (cm ²)
RDC	1	16,00	20,00	14,17	0,016	3,00	2,10	0,146	0,108	15x15

Poteau C16

Etage	n	S (m ²)	N (daN)	σ_{bc} (Mpa)	B [m ²]	l ₀ (m)	l _f (m))	a (m)	b=B/a (m)	Section (cm ²)
RDC	1	16,00	20,00	14,17	0,016	3,00	2,10	0,146	0,108	15x15

Poteau C17

Etage	n	S (m ²)	N (daN)	σ_{bc} (Mpa)	B [m ²]	l ₀ (m)	l _f (m))	a (m)	b=B/a (m)	Section (cm ²)
1	1	32,00	40,00	14,17	0,031	3,00	2,10	0,146	0,215	20x20
RDC	2	8,00	20,00	14,17	0,016	3,00	2,10	0,146	0,108	15x15

Pour le cas du bâtiment R+4, prenons la File F.

Tableau 20 :Prédimensionnement des poteaux du bâtiment R+4.

Poteau F11

Etage	n	S (m ²)	N (daN)	σ_{bc} (Mpa)	B [m ²]	l_0 (m)	l_f (m))	a (m)	b=B/a (m)	Section (cm ²)
4	1	16,00	20,00	14,17	0,016	3,00	2,10	0,146	0,108	15x15
3	2	6,40	16,00	14,17	0,013	3,00	2,10	0,146	0,086	15x15
2	3	6,40	24,00	14,17	0,019	3,00	2,10	0,146	0,129	15x15
1	4	6,40	32,00	14,17	0,025	3,00	2,10	0,146	0,172	20x20
RDC	5	6,40	40,00	14,17	0,031	3,00	2,10	0,146	0,215	20x20

Poteau F12

Etage	n	S (m ²)	N (daN)	σ_{bc} (Mpa)	B [m ²]	l_0 (m)	l_f (m))	a (m)	b=B/a (m)	Section (cm ²)
4	1	6,40	8,00	14,17	0,006	3,00	2,10	0,146	0,043	15x15
3	2	6,40	16,00	14,17	0,013	3,00	2,10	0,146	0,086	15x15
2	3	6,40	24,00	14,17	0,019	3,00	2,10	0,146	0,129	15x15
1	4	6,40	32,00	14,17	0,025	3,00	2,10	0,146	0,172	20x20
RDC	5	6,40	40,00	14,17	0,031	3,00	2,10	0,146	0,215	20x20

Pour faciliter la mise en œuvre, nous allons adopter, les mêmes sections de poteaux pour chaque étage. Tous les poteaux auront une section de 20 x 20 cm² sauf ceux de la file 3 et 9, qui auront une dimension de 20 x 30 cm². Ces derniers soutiennent une toiture métallique de grande portée.

De plus, il est toujours intéressant de dimensionner par excès car le béton participe activement à la résistance surtout en compression et par conséquent, cela diminuera le pourcentage d'acier à mettre en œuvre.

Chapitre II - CALCUL DES ACTIONS ;

1. Les effets du vent.

1.1. Hypothèses.

Concernant le calcul des actions du vent sur la construction, nous appliquons les règles NV65 qui supposent que la direction d'ensemble moyenne du vent est horizontale.

Cette action exercée par le vent sur la paroi d'un élément est considérée comme normale à celle-ci. Elle est fonction de(s) :

la vitesse du vent ;

- la catégorie de la construction et ses proportions d'ensemble ;
- l'emplacement de l'élément considéré dans la construction et de son orientation par rapport à la direction du vent ;
- dimensions de l'élément considéré ;
- la forme de la paroi à laquelle appartient l'élément considéré.

1.2. Caractéristiques du bâtiment.

1.2.1. Position dans l'espace.

C'est une construction reposant sur un terrain plat. Le niveau à partir duquel est compté la hauteur H est du niveau inférieur de la dalle du RDC.

On a ainsi une construction reposant sur le sol et dont la hauteur est de $H = 16 \text{ m}$



Figure 8: Coupe transversale du bâtiment

1.2.2. Perméabilités des parois.

Une paroi a une perméabilité au vent de $\mu\%$ si elle comporte des ouvertures de dimensions quelconques dont la somme des aires représente $\mu\%$ de son aire totale.

$$\mu = \frac{S_0}{S_t}, \text{ avec}$$

So : surface des ouvertures

St : surface totale

Tableau 21 :Surface des ouvertures.

Type d'ouverture	Longueur (m)	Largeur (m)	Surface/unité (m ²)	Nombre	Surface totale (m ²)
1	3,80	2,60	9,880	37,00	365,56
2	3,80	1,60	6,080	39,00	237,12
3	3,80	1,10	4,180	6,00	25,08
4	1,55	0,90	1,395	9,00	12,56
5	3,00	2,40	7,200	9,00	64,80
6	1,60	1,00	1,600	4,00	6,40
7	4,80	2,60	12,480	2,00	24,96
8	3,00	1,20	3,600	1,00	3,60
9	2,04	1,80	3,672	4,00	14,69
10	2,60	1,83	4,758	2,00	9,52
					Total 764,28

D'où So = 764.28 m²

St = 2300 m²

Ce qui donne une perméabilité au vent de

$\mu = 0.33$ telle que $5\% < \mu < 35\%$

Selon les règles NV65 la surface est considérée comme partiellement ouverte.

1.3. Pression dynamique de base.

La pression dynamique de base est la pression qui s'exerce à une hauteur de 10 m au dessus du sol pour un site normal, sans effet de masque, sur un élément dont la plus grande dimension est de 0.50 m.

Dans les calculs, il faut considérer le vent normal et le vent extrême.

La pression dynamique de base est donnée par la formule suivante, d'après la règle NV 65 :

$$q = \frac{V^2}{16.3}, \text{ où}$$

V : vitesse du vent

Mais le fascicule concernant les dispositions constructives applicables aux travaux de bâtiments donne les valeurs des pressions dynamiques de base (q) suivantes :

Tableau 22 :Vents dans les hauts plateaux et sur les côtes

Zone	Vent	normal (Kgf/m ²)	extrême (Kgf/m ²)
Hauts Plateaux		50	87.5
Côtière		143	250

1.4. Pression dynamique de base corrigée.

Les pressions dynamiques de base subissent des variations à cause des effets montrés ci-après. On obtient la pression dynamique de base corrigée en appliquant la formule suivante :

$$q_d = q_b * c_s * c_h * c_m * \delta, \text{ avec}$$

c_s : Coefficient de site

c_h : Coefficient de hauteur

c_m : Coefficient de masque

δ : Coefficient de dimension

q_b : Pression dynamique de base

1.4.1. Effet de site.

Les valeurs des pressions dynamiques de base normale et extrême doivent être multipliées par un coefficient de site noté C_s qui est fonction de la nature du site d'implantation. Le site se trouve sur une colline à Mahalavolona Ilafy, nous supposons alors qu'il s'agit d'un site exposé.

$$C_s = 1.35$$

1.4.2. Effet de la hauteur.

Le coefficient correcteur apporté par l'effet de la hauteur sur la pression dynamique de base est donné par la formule suivante, pour une construction de hauteur inférieure à 500 m.

$$C_H = \frac{q_H}{q_{10}} = 2.5 \frac{H + 18}{H + 60}, \text{ avec}$$

q_H : Pression dynamique à la hauteur H ;

q_{10} : Pression dynamique à une hauteur de 10 m ;

H : hauteur du bâtiment.

Dans notre cas, H = 16 m, d'où $C_H = 1.12$

1.4.3. Effet de masque.

Il y a effet de masque lorsqu'une construction est masquée partiellement ou totalement par d'autres constructions ayant une grande probabilité de durée de vie.

Aucun bâtiment ne masque partiellement ou totalement notre construction, donc il n'y a pas d'effet de masque. D'où :

$$C_m = 1$$

1.4.4. Effet de dimension.

Les pressions dynamiques correspondant à chaque niveau d'une construction doivent être affectées d'un coefficient de réduction δ , déterminé en fonction des plus grandes dimensions (horizontale et verticale) de la surface offerte au vent intéressant l'élément de stabilité considéré. Dans notre cas, on a :

Hauteur du bâtiment : $16 \text{ m} < 30 \text{ m}$

Longueur du maître couple : 52.80 m

Selon le diagramme NV 65 RIII2 (voir annexe), on a :

$$\delta = 0.73$$

D'où la pression dynamique de base corrigée :

Vent normal : $q_d = 55.18 \text{ daN/m}^2$.

Vent extrême : $q_d = 96.57 \text{ daN/m}^2$.

Selon les règles NV 65, la réduction des pressions dynamique de base ne doit pas dépasser 33%, ce qui est vérifiée dans notre cas.

1.5. Actions statiques exercées par le vent.

Quelle que soit la construction, la face extérieure de ces parois est soumise à :

- des succions ou dépressions, si les parois sont dites « sous le vent » ;
- des pressions ou surpressions, si elles sont « faces au vent ».

Ces actions dites « actions extérieures » sont caractérisées par le coefficient C_e .

Sur les parois verticales :

Face au vent : $C_e = +0.8$ (quel que soit γ_0)

Face sous le vent : $C_e = - (1.3\gamma_0 - 0.8)$

γ_0 est déterminé à l'aide de l'abaque RIII5 des règles NV65.

1.5.1. Rapport de dimension.

En désignant par a et b les dimensions du bâtiment ($a > b$), on a dans notre cas :

$$a = 52.80 \text{ m}$$

$$b = 44.20 \text{ m}$$

$$H = 16.00 \text{ m}$$

$$\lambda_a = \frac{H}{a} = 0.30$$

$$\lambda_b = \frac{H}{b} = 0.36$$

1.5.2. Coefficient γ_0 .(RIII-5)

En lisant sur l'abaque des règles NV65, avec $\lambda_a = 0.30$ et $\lambda_b = 0.36$, on obtient :

Vent normal à la surface Sa : $\lambda_a < 0.5$, $\lambda_b = 0.36$, donc $\gamma_0 = 0.92$

Vent normal à la face Sb: $\lambda_b < 1$, $\lambda_a = 0.30$, donc $\gamma_0 = 0.88$

1.5.3. Actions extérieures exercées par le vent.

Tableau 23 : Vent perpendiculaire à $S\gamma_0=1$ (Figure R III 5)

Ce	Face au vent	Face sous le vent
Murs	$C_e = 0,8 \quad \forall \gamma_0$	$C_e = -(1.3\gamma_0 - 0.8) = -0.396$
Toitures $\alpha = 0^\circ \quad \gamma_0 = 0.92$		$C_e = -0.32$

Tableau 24 : Vent perpendiculaire à $Sb\gamma_0=1$ (Figure R III 5)

Ce	Face au vent	Face sous le vent
Murs	$C_e = 0,8 \quad \forall \gamma_0$	$C_e = -0.344$
Toitures $\alpha = 4^\circ \quad \gamma_0 = 0.88$	$C_e = -0.31$	$C_e = -0.26$

1.5.4. Actions intérieures.

Les actions intérieures sont caractérisées par des coefficients C_i calculés au moyen des formules valables pour chaque cas selon la perméabilité des parois.

Comme notre bâtiment est considéré comme entièrement fermée, alors on applique simultanément sur les faces intérieures de tous les compartiments :

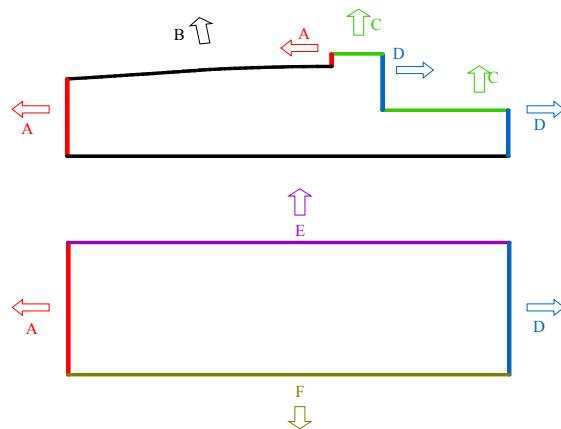
- une surpression avec $C_i = +0.6(1.8 - 1.3\gamma_0)$
- une dépression avec $C_i = -0.6(1.3 * \gamma_0 - 0.8)$

Tableau 25 : Actions intérieures.

C_i	γ_0	Surpression	Dépression
Vent normal à la face Sa	0.92	+0.362	-0.238
Vent normal à la face Sb	0.88	+0.394	-0.206

1.5.5. Calcul de C_e - C_i .

Les parties ayant le même couleur subissent le même coefficient C.



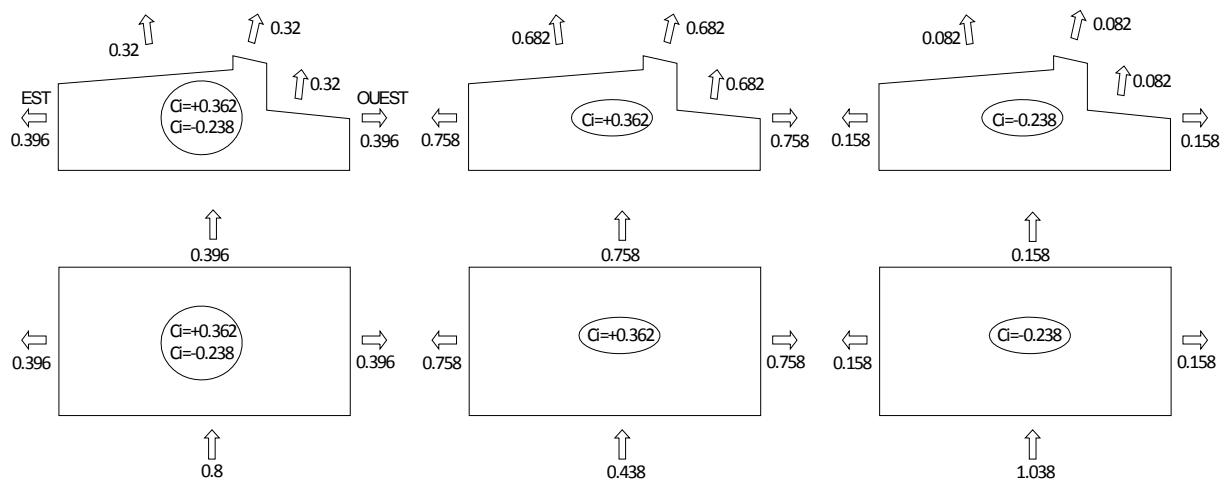


Figure 9: Vent face à Sa

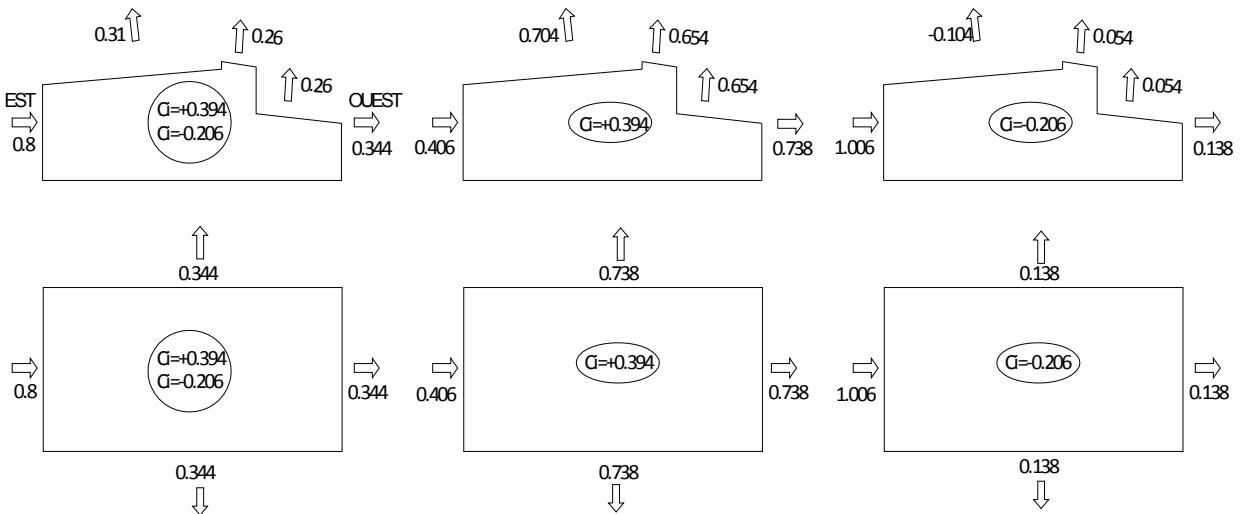


Figure 10: Vent face à Sb de l'Est à l'Ouest

Tableau 26 :Récapitulation : Maximum de charge.

Ce-Ci	Grande face	Petite face	Toiture
Pression	1.038	1.006	
Dépression	0.758	0.758	0.704

1.5.6. Pression statique corrigée.

Valeurs définitives des actions statiques

$$q_c = q_d * C_h * C_s * C_m * \delta * (Ce - Ci)$$

Vent normal en [kg/m²] avec q=50 kgf/m² et $q_d = 55.188 \text{ daN/m}^2$

Tableau 27 :Actions statiques en vent normal.

q_c [Kgf/m ²]	Sa	Sb	Toiture
Pression	57,285	55,519	
Dépression	41,833	41,833	38,852

Vent extrême en [kg/m²] avec q=87.5 Kgf/m² et $q_d = 96.579 \text{ daN/m}^2$.

Tableau 28 :Actions statiques en vent extrême.

q_c [Kgf/m ²]	Sa	Sb	Toiture
Pression	100,436	97,340	
Dépression	73,343	73,343	68,118

1.6. Actions dynamiques exercées par le vent.

Aux effets statiques précédents s'ajoutent des effets dynamiques qui dépendent des caractéristiques mécaniques et aérodynamiques de la construction.

1.6.1. Actions parallèles à la direction du vent.

- Cas de surcharges normales.

Pour tenir compte de l'effet des actions parallèles à la direction du vent, la pression dynamique normale servant au calcul de l'action d'ensemble, sont multipliées à chaque niveau par un coefficient de majoration au moins égal à l'unité. Ce coefficient β est donné par la formule $\beta = \theta (1 + \xi \tau)$ dans laquelle :

ζ : Coefficient de réponse donné en fonction de la période T du mode fondamental d'oscillation et pour des ouvrages de divers degrés d'amortissement (RIII3 des règles NV65)

τ : Coefficient de pulsation déterminé à chaque niveau considéré en fonction de sa côte H au-dessus du sol (RIII4 des règles NV 65)

θ : Coefficient global dépendant du type de construction.

Pour les constructions à usage d'habitation ou de bureau, θ est donné en fonction de la côte de leur sommet H_s :

$$\theta = 0.7 \text{ pour } H_s < 30m$$

$$\theta = 0.7 + 0.01(H_s - 30) \text{ pour } 30 < H_s < 60m$$

$$\theta = 1 \text{ pour } H_s > 60m$$

Détermination de T.

Elle est déterminée par des formules forfaitaires de l'annexe 4 des règles NV 65.

Contreventement par ossature en béton armé :

$$T = \frac{0.09h}{\sqrt{l_x}}$$

H : hauteur totale du bâtiment, soit $h = 16 \text{ m}$

l_x : dimension en plan dans la direction considérée (a ou b)

Vent normal à Sa : $l_x = 52.80$, donc $T = 0.198 \text{ s}$

Vent normal à Sb : $l_x = 44.20$, donc $T = 0.216 \text{ s}$

Coefficient de pulsation τ .

$$H = 20m \Rightarrow \tau = 0.345$$

Pour $H = 10m \Rightarrow \tau = 0.36$

$H = 16 \text{ m}$ alors $\tau = 0.351$

Coefficient de réponse ζ

Vent normal à Sa : $T = 0.198 \Rightarrow \zeta = 0.11$

Vent normal à Sb : $T = 0.216 \Rightarrow \zeta = 0.12$

Tableau 29 : Valeurs de β .

	θ	T	ζ	τ	β
Vent normal à Sa	0.7	0.198	0.11	0.345	0.726
Vent normal à Sb	0.7	0.216	0.12	0.36	0.730

Ici, $\beta < 1$, donc on prend $\beta = 1$

- Cas de surcharges extrêmes.

Pour tenir compte de l'effet des actions parallèles à la direction du vent, les pressions dynamiques extrêmes servant au calcul de l'action d'ensemble sont multipliées par l'expression $\beta(0.5 + \frac{\theta}{2})$ au moins égale à l'unité.

$$\theta = 0.7 \text{ et } \beta = 1 \Rightarrow \beta(0.5 + \frac{\theta}{2}) = 0.85, \text{ donc on prend la valeur 1.}$$

D'où les pressions dynamiques normales et extrêmes :

Tableau 30 : Pressions dynamiques (vent normal).

q_c [Kgf/m ²]	Sa [daN/m ²]	Sb [daN/m ²]	Toiture
Pression	57,285	55,519	
Dépression	41,833	41,833	38,852

Tableau 31 : Pression dynamique (vent extrême).

q_c [Kgf/m ²]	Sa [daN/m ²]	Sb [daN/m ²]	Toiture
Pression	100,436	97,340	
Dépression	73,343	73,343	68,118

1.6.2. Actions perpendiculaires à la direction du vent.

- Détermination de la vitesse critique.

D'après la théorie de Karman exposée dans la règle NV65, paragraphe 8.3.1, la vitesse critique est obtenue par la formule suivante :

$$V_{cr} = \frac{d}{ST} [m/s], \text{ où}$$

d : largeur du maître couple (m)

S : nombre de Strouhal égal à 30

T : période de vibration propre (s)

Tableau 32 : Valeurs de Vcr.

Direction du vent	d	S	T	Vcr
Parallèle à Sa	44.20	0.30	0.216	682
Parallèle à Sb	52.80	0.30	0.198	889

2. Charges verticales.

2.1. Charges permanentes.

Eléments de la structure	Désignations	Charges	Unités
Toiture	Couverture en tôle	10,00	daN/m ²
	Panneau de lin (e=1 cm)	4,00	daN/m ²
	Charpente métallique	30,00	daN/m ²
	TOTAL	44,00	daN/m²
Chéneau	h = 87 cm, l = 20 cm	340,00	daN/ml
Plafond	Faux plafond	25,00	daN/m ²
Plancher en béton houardis armé (type moyen) e = 12 + 4	Carrelage	33,00	daN/m ²
	Enduit de ciment 15mm	30,00	daN/m ²
	Dalle 0,04x2500	100,00	daN/m ²
	Nervures (0,06x0,12/0,30) x2500	60,00	daN/m ²
	Houardis de remplissage 12cm	70,00	daN/m ²
	Plâtre 15mm	21,00	daN/m ²
	TOTAL	314,00	daN/m²
Plancher en béton armé (type moyen) e = 10 cm	Carrelage	33,00	daN/m ²
	Enduit de ciment 15mm	30,00	daN/m ²
	Dalle 0,10x2500	250,00	daN/m ²
	Plâtre 15mm	21,00	daN/m ²
	TOTAL	334,00	daN/m²
Gradin e= 16 cm	Dalle 0.16	400,00	daN/m ²
Escalier e=12 cm		400,00	daN/m ²
Garde-corps		100,00	daN/ml
Mur rideau e = 2,5 mm		6,25	daN/m ²
Mur de remplissage	Maçonnerie en briques pleines	1900,00	daN/m ³
Poteau en béton armé	Poteau 20 x 20	100,00	daN/ml
	Poteau 20 x 30	150,00	daN/ml
Poutre	Poutre 20 x 36	180,00	daN/ml

2.2. Surcharges d'exploitation.

Type	Désignations	Charges	Unités
Bureau	Plancher	250,00	daN/m ²
Escalier/corridor		400,00	daN/m ²
Cyber (labo)	Plancher	250,00	daN/m ²
Salle de conférence	Plancher	400,00	daN/m ²
Salle de réunion avec table	Plancher	250,00	daN/m ²
Salle de jeux	Plancher	300,00	daN/m ²
Tribune et gradin		600,00	daN/m ²
Chéneau	Eau	100,00	daN/m ²
Toiture	Poussière	20,00	daN/m ²
	Entretien	100,00	daN/m ²
	Total	120,00	daN/m ²

Chapitre III - DESCENTE DES CHARGES.

1. Généralités.

1.1. But et principe.

La descente des charges a pour but l'évaluation des charges reprises pour chaque élément, à partir de la toiture, puis de l'étage le plus haut, et de les cumuler jusqu'aux fondations.

Le calcul concerne les charges verticales (permanentes et surcharges) et les charges horizontales (effet du vent).

Le résultat de la descente des charges nous permet de calculer :

- Les poteaux ou les appuis ;
- Et leurs fondations

1.2. Démarche de calcul.

- faire l'inventaire des charges qui s'appliquent sur la superstructure ;
- calculer la surface du plancher supporté par chaque poteau ;
- évaluer les charges sur chaque surface et pour chaque niveau, et les cumuler ;
- se baser sur la norme en vigueur pour le calcul des charges :
 - Les poids volumiques, surfaciques et unitaires des matériaux ;
 - Les surcharges d'exploitation des locaux.

1.3. Hypothèses de calcul.

La réalisation de l'opération s'avère plus délicate pour les charges permanentes en raison de la continuité de la structure. Il est toujours possible de tenir compte des moments de continuité adoptés pour le calcul des poutres, mais dans ce cas, les calculs seront plus longs. Alors une majoration forfaitaire est plus pratique et rapide en considérant les poteaux comme appuis simples pour les poutres.

Le calcul pratique est possible en multipliant les valeurs obtenues par des coefficients qui sont fonction de la disposition prise par chaque poteau et la structure du bâtiment :

Pour les poutres à deux travées, nous majorerons de 15% la réaction d'appui central (poteau central)

Pour les poutres à plus de deux travées, la réaction d'appui voisin de rive (poteau voisin de rive) sera majorée de 10%.

2. Descente des charges verticales.

Nous allons effectuer le calcul de la descente des charges pour les poteaux qui semblent les plus chargés sur chaque file. Ceci pour pouvoir établir un plan de fondation et pour redimensionner les poteaux dans les cas où le la section d'armature calculée dépasse 20 mm de diamètre (diamètre limite des armatures pour FeE400).

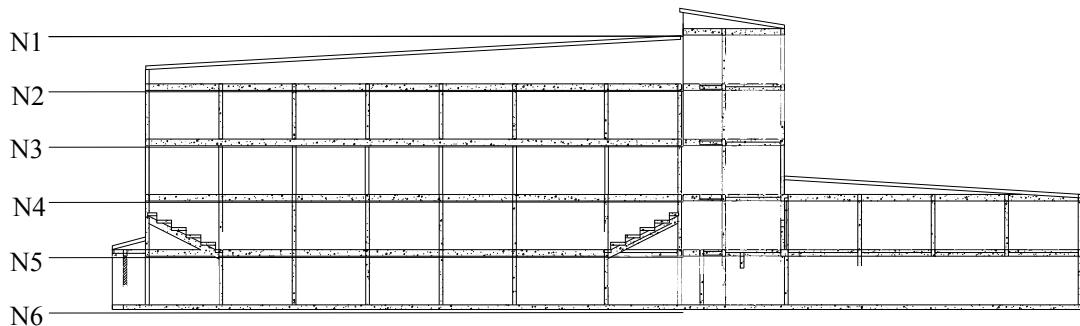


Figure 11: Les niveaux

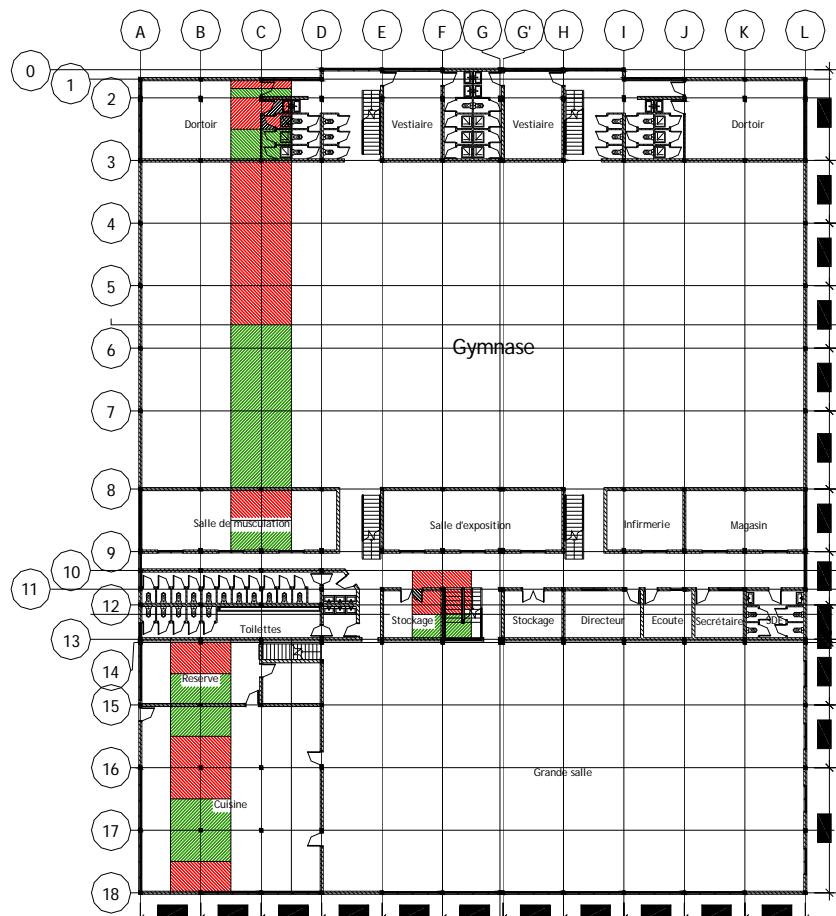


Figure 12: Surface d'influence des poteaux

3. Descente des charges dues au vent.

Les efforts horizontaux dus au vent vont surcharger les poteaux. C'est cette surcharge qu'il convient de calculer. Pour notre étude, nous allons considérer les portiques constitués par les poutres et les poteaux au niveau de l'axe E du gymnase, l'axe F du bâtiment R+4 et l'axe B de la grande salle.

La charge Fi transmise au poteau i au niveau de chaque étage est donnée par la relation :

$$Fi = \frac{Md_iS_i}{I} \text{ où}$$

M : moment équilibré au niveau de l'étage considéré ;

di : distance de l'axe du poteau i par rapport au centre de gravité de la totalité des poteaux situés au niveau de l'étage considéré ;

Si : section du poteau i ;

I : moment d'inertie des sections des poteaux situés au niveau de l'étage considéré.

3.1. Position du centre de gravité des sections.

Soient

P : un point quelconque appartenant à la file étudiée:

G : le centre de gravité de l'ensemble ;

A_i : Axe du poteau i .

La position est déterminée telle que :

$$\overline{GP} = \frac{\sum m_i \overline{A_i P}}{\sum m_i}$$

Dans notre cas, $m_i = S_i$: l'aire de la section du poteau.

3.1.1. Position du centre de gravité des poteaux pour le gymnase.

$$P = C1$$

$$\overline{GP} = \frac{0.04 * 0 + 0.06 * 1.2 + 0.04 * 5.2}{0.04 + 0.06 + 0.04} = 2$$

G se trouve à une distance égale à 2 m de $C1$.

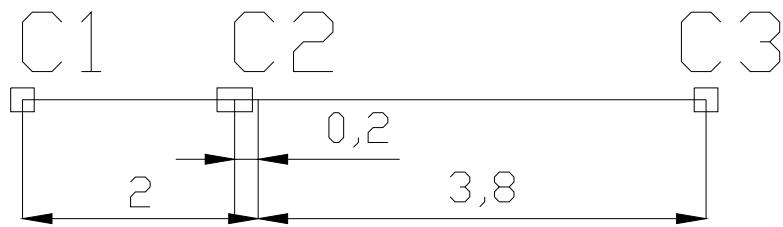


Figure 13: Schéma de calcul des charges exercées sur les poteaux du gymnase dues aux effets du vent.

3.1.2. Position du centre de gravité des poteaux pour le bâtiment R+4.

$$P = F13$$

$$\overline{GP}_2 = \frac{0.04 * (-3.2)}{0.04 * 2} = -1.6$$

G se trouve à une distance égale à 1.6 m de F13.

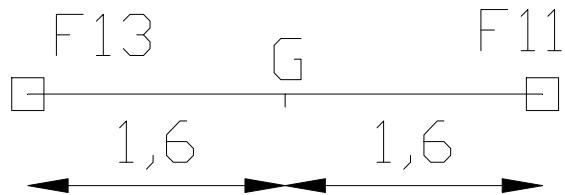


Figure 14: Schéma de calcul des charges exercées sur les poteaux du bâtiment R+4 dues aux effets du vent

3.1.3. Position du centre de gravité des poteaux pour la salle de conférence.

$$P = B18$$

$$\overline{GP}_3 = \frac{0.04 * (0 - 4 - 8 - 12 - 16)}{0.04 * 5} = -8$$

G se trouve à une distance égale à 8 m de B18.

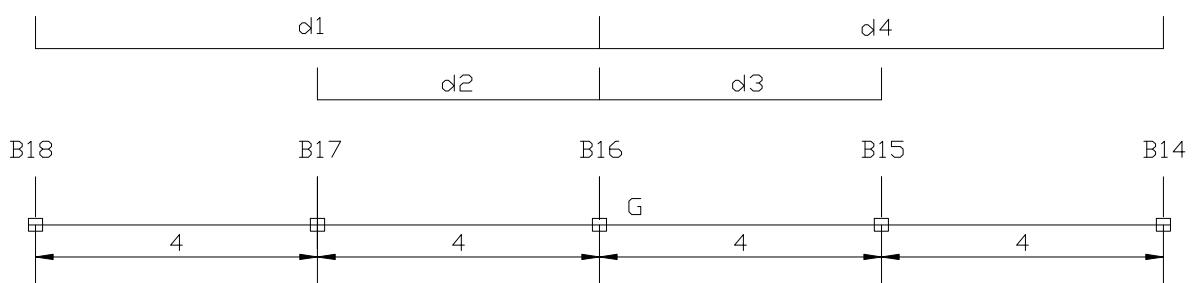


Figure 15: Schéma de calcul des charges exercées sur les poteaux de la salle de conférence dues aux effets du vent

3.2. Moment d'inertie des sections des poteaux.

Il est donné par la formule :

$$I = \sum Si * d_i^2$$

Gymnase : $I = 0.04 \times 2.43^2 + 0.06 \times 0.63^2 + 0.04 \times 3.37^2 = 0.714 \text{ m}^4$

Bâtiment R+4 : $I = 0.04 \times (2 \times 1.6^2) = 0.205 \text{ m}^4$

Grande salle : $I = 0.04 \times (2 \times 8^2 + 2 \times 4^2) = 6.4 \text{ m}^4$

3.3. Moment à équilibrer dans les poteaux.

Le moment à équilibrer dans les poteaux au niveau de chaque étage est obtenu par la formule :

$$M = q.l.h.z, \quad \text{où}$$

q : charge exercée par le vent sur la grande face, égale à 96.57 daN/ m²,

l : largeur de la surface d'influence des poteaux, égale à 4.00 m,

h : hauteur de la surface d'influence,

z : distance de la résultante par rapport au niveau considéré.

Tableau 33 :Moment à équilibrer dans les poteaux au niveau chaque étage (Gymnase).

Niveau	Hauteur (m)	Z (m)	Moment à équilibrer (daNm)
N3	3,00	1,50	1738,26
N4	6,00	3,00	6953,04
N5	9,00	4,50	15644,34
N6	12,00	6,00	27812,16

Tableau 34 : Moment à équilibrer dans les poteaux au niveau chaque étage (Bâtiment R+4).

Niveau	Hauteur (m)	Z (m)	Moment à équilibrer (daNm)
N2	3,00	1,50	1738,26
N3	6,00	3,00	6953,04
N4	9,00	4,50	15644,34
N5	9,00	7,50	26073,90
N6	9,00	10,50	36503,46

Tableau 35 : Moment à équilibrer dans les poteaux au niveau chaque étage (Grande salle).

Niveau	Hauteur (m)	Z (m)	Moment à équilibrer (daNm)
N3	3,00	1,50	1738,26
N4	6,00	3,00	6953,04
N5	9,00	4,50	15644,34
N6	12,00	6,00	27812,16

Connaissant le moment à équilibrer au niveau de chaque étage et le moment d'inertie des sections de poteaux des axes étudiés, nous pouvons calculer les charges transmises aux poteaux au niveau de chaque étage.

Tableau 36 : Charges dues au vent transmises aux poteaux.

Niveau	Charges transmises (daN)							
	C1	C2	C3	F11	F13	B14=B18	B15=B17	B16
N2				542,68	542,68			
N3		29,21		2170,71	2170,71			
N4		116,86		4884,09	4884,09			
N5		262,93		10853,53	10853,53	86,91	10,86	0,00
N6	3116,21	467,43	5920,80	18993,67	18993,67	347,65	43,46	0,00

Vérification de l'équilibre statique.

B18+B17 doit être égale à B15+B14.

Prenons le niveau N6:

$$B18+B17 = 86.91 + 10.86 = 97.77 \text{ daN}$$

$$B15+B14 = 10.86 + 86.91 = 97.77 \text{ daN}$$

→ En équilibre statique.

4. Descente des charges totale.

Le tableau suivant récapitule toutes les valeurs des efforts dus :

- au poids propre G de la construction, en tenant compte de la continuité des poutres et des poteaux en majorant de 15% pour le poteau central de l'axe considéré,

- aux surcharges d'exploitation Q,
- au vent

Nous prenons les combinaisons d'action suivantes :

➤ à l'ELU $P_u = 1,35G + 1,5Q + W$

➤ à l'ELS $P_{ser} = G + Q + 0,77W$

Tableau 37 : Descente des charges totales à l'ELU (daN).

Niveau	C1	C2	C3	F11	F13	B14	B15	B16
N1	0,00	0,00	0,00	7954,08	4976,95	0,00	0,00	0,00
N2	0,00	14857,20	0,00	24571,45	16698,04	0,00	0,00	0,00
N3	0,00	19101,65	0,00	44462,98	31984,87	0,00	0,00	0,00
N4	0,00	20785,00	0,00	65439,85	50254,26	9712,80	2052,00	2052,00
N5	1773,36	42656,80	14826,69	90272,79	72379,71	25717,23	23471,58	23460,72
N6	12593,64	53938,21	30687,81	109383,29	93198,38	32723,65	30249,86	23817,12

Tableau 38 : Descente des charges totales à l'ELS (daN).

Niveau	C1	C2	C3	F11	F13	B14	B15	B16
N1	0,00	0,00	0,00	5680,80	3597,12	0,00	0,00	0,00
N2	0,00	10232,00	0,00	17655,62	12233,06	0,00	0,00	0,00
N3	0,00	13376,90	0,00	32002,16	23456,72	0,00	0,00	0,00
N4	0,00	14626,38	0,00	47184,43	36836,11	6768,00	1520,00	1520,00
N5	1281,60	30218,66	10401,40	65273,85	53122,65	18470,12	17075,57	17067,20
N6	9387,80	38581,24	22323,61	79497,29	68639,85	23667,69	22097,46	17331,20

D'après les totaux de descente des charges, nous pouvons dire que le poteau F11 est le plus chargé.

Chapitre IV - CALCULS DES STRUCTURES – ETUDE DES PORTIQUES.

1. Définition et fonction.

On entend par structure, tout le système porteur principal du bâtiment. Elle doit assurer la tenue de l'ensemble sollicité par des efforts à savoir les moments fléchissant et les efforts tranchants. Ce chapitre a pour but de déterminer ces actions et la manière dont elles s'exercent dans la construction. Ainsi on pourra dimensionner les armatures de chaque élément de structure du bâtiment en béton armé pour équilibrer son ossature.

2. Méthode de détermination des sollicitations.

Il existe plusieurs méthodes de calcul des portiques, des plus simples aux plus exactes. Cependant, elles sont, en général, d'autant moins précises qu'elles sont plus simples. Nous pouvons citer :

- les méthodes rapides : le principe est de désolidariser les éléments horizontaux (poutres) des éléments verticaux (poteaux). Les traverses d'un même niveau peuvent être calculées comme des travées d'une poutre continue en négligeant la raideur des poteaux, par les méthodes de Caquot ou de trois moments ;
- la méthode de Caquot: initialement conçue pour les poutres continues, elle a été étendue aux calculs des portiques. Son principe est le même.
- les méthodes de la « Résistance des Matériaux » : nous pouvons évoquer :
 - La méthode des rotations qui conduits à n équations à n inconnues (les rotations des nœuds) ;
 - La méthode de Hardy CROSS qui, par approximation successives, donne des résultats convergents vers la valeur exacte. Nous avons choisi cette méthode pour la détermination des efforts dans les structures.

2.1. Principe général de la méthode CROSS.

C'est une méthode pratique permettant de déterminer les efforts fléchissant et les efforts tranchants s'exerçant dans un système de poutre hyperstatique à nœuds rigides sous l'action des forces extérieures. La méthode consiste à prendre comme valeur approchée du moment cherché le moment qui serait transmis par le nœud aux barres si celles-ci étaient parfaitement encastrées, et à déterminer des corrections qu'il faudrait apporter à ce moment pour obtenir le moment réel.

Connaissant la valeur des moments aux appuis de la barre considérée, le moment en un point x est obtenu par la formule :

$$M(x) = \mu(x) + M_{AB} + \frac{M_{AB} + M_{BA}}{l} x, \quad \text{où}$$

$M(x)$: moment fléchissant au point d'abscisse x ;

M_{AB} : moment transmis par le nœud A à la barre AB ;

M_{BA} : moment transmis par le nœud B à la barre AB.

L'effort tranchant dans la section d'abscisse x se calcule par :

$$\mu(x) = \theta + \frac{M_{AB} + M_{BA}}{l}, \quad \text{avec}$$

$\theta = \frac{d\mu}{dx}$: effort tranchant dans la poutre droite de même portée reposant sur deux appuis simples et supportant les mêmes charges.

2.2. Paramètre de base.

$$\text{Moment d'inertie : } I = \frac{bh^3}{12};$$

$$\text{Raideur des éléments des portiques : } R = \frac{I}{l};$$

$$\text{Coefficient de répartition dans la poutre (ij) : } C_{ij} = \frac{R_{ij}}{\sum_k R_{ij_k}};$$

$$\text{où } \sum_k R_{ij_k} : \text{raideur de la poutre aboutissant au nœud i.}$$

3. Evaluation des charges.

3.1. Portique de calcul.

Nous allons étudier le portique de l'axe B du bâtiment R+4 de la salle de conférence. Ce sont des portiques courants et semblent les plus chargés.

3.2. Charges verticales sur la poutre.

Il faut tenir compte ici du poids propre de la poutre, de la répartition des charges apportées par le plancher et les surcharges d'exploitation. Nous considérons que le plancher se comporte comme une dalle pleine dans la manière qu'il transmet les charges aux poutres.

On répartit les charges des dalles en dessinant les lignes de partage situées à leur mi-portée. Pour les dalles dites sur quatre appuis (ou trois appuis), on dessine les lignes de rupture à 45° à partir des angles.

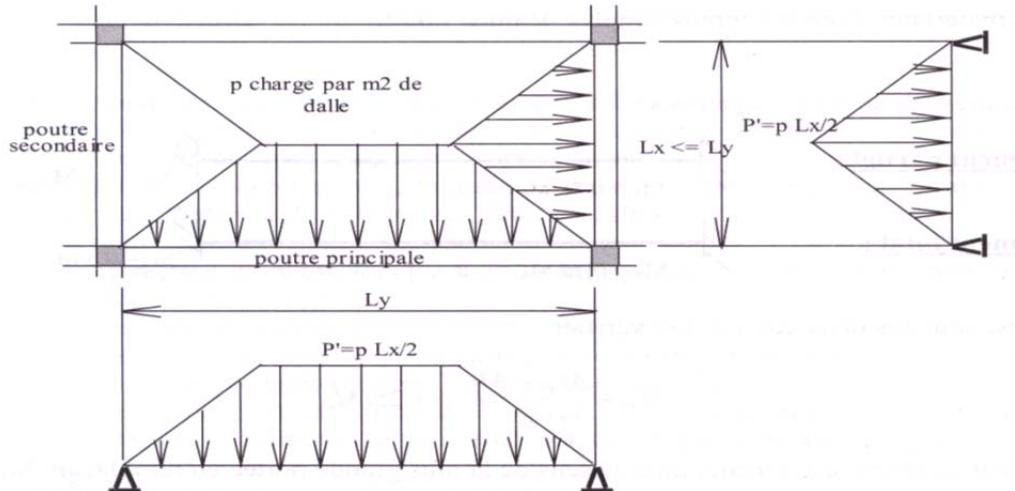


Figure 16: Transmission des charges des panneaux.

Les charges venant de la descente des charges sont encore réparties triangulairement et trapézoïdalement sur la poutre, ainsi il faudrait les transformer en une charge répartie rectangulaire. Pour s'y faire, voici les formules appropriées :

$$q = p' * 0,667, \text{ avec}$$

p' : la charge triangulaire répartie ;

q : la charge rectangulaire.

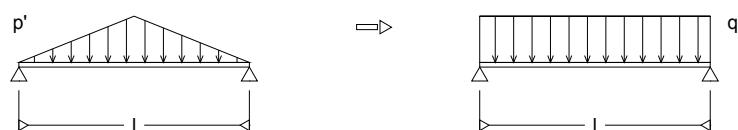


Figure 17: Transformation d'une charge répartie triangulaire en charge répartie rectangulaire.

$$q = p' * \left(1 - \frac{\alpha^2}{3}\right), \text{ avec } \alpha = \frac{lx}{ly} ;$$

p' : la charge triangulaire répartie ;

q : la charge rectangulaire.

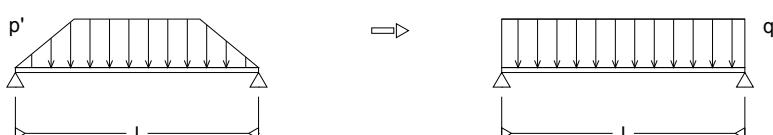


Figure 18: Transformation d'une charge répartie triangulaire en charge répartie rectangulaire.

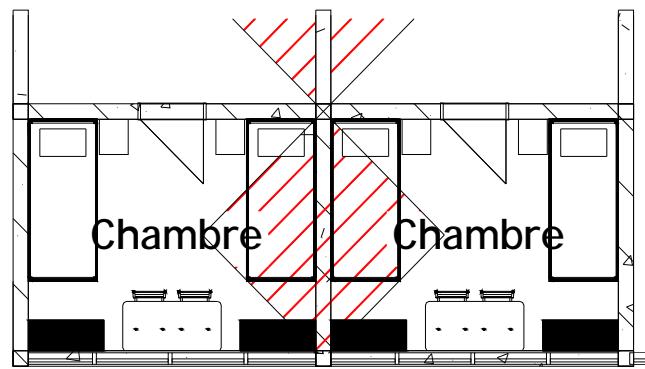


Figure 19: Transmission des charges sur poutre du bâtiment R+4.

Tableau 39 : Charges sur poutre dans le bâtiment R+4 suivant la file E.

Travée	Console		Sur appuis	
	Détail	Charge (daN/m)	Détail	Charge (daN/m)
Niveau N1				
Toiture	$1*4*44=$	176,00	$44*3.2=$	140,80
Plafond	$1*4*25=$	100,00	$25*3.2=$	80,00
Poids propre	$1*180=$	180,00	$1*180=$	180,00
G		456,00		400,80
Q	$1*4*120=$	480,00	$120*3.2=$	384,00
P,ELU		1335,60		1117,08
P,ELS		936,00		784,80
Niveau N2				
Plancher	$334*1.2*0,667=$	267,33	$314*3.2*0,667=$	670,20
Mur			$1*0.20*2.64*1900=$	1003,20
Poids propre	$1*180=$	180,00	$1*180=$	180,00
G		447,33		1853,40
Q	$400*1.2*0,667=$	320,16	$175*3.2*0,667=$	373,52
P,ELU		1084,14		3062,37
P,ELS		767,49		2226,92

Travée	Console		Sur appuis	
Niveau N3				
Plancher	$334*1.2*0,667=$	267,33	$314*3.2*0,667=$	670,20
Mur			$1*0.20*2.64*1900=$	1003,20
Poids propre	$1*180=$	180,00	$1*180=$	180,00
G		447,33		1853,40
Q	$400*1.2*0,667=$	320,16	$175*3.2*0,667=$	373,52
P,ELU		1084,14		3062,37
P,ELS		767,49		2226,92
Niveau N4				
Plancher	$334*1.2*0,667=$	267,33	$314*3.2*0,667=$	670,20
Mur			$1*0.20*2.64*1900=$	1003,20
Poids propre	$1*180=$	180,00	$1*180=$	180,00
G		447,33		1853,40
Q	$400*1.2*0,667=$	320,16	$175*3.2*0,667=$	373,52
P,ELU		1084,14		3062,37
P,ELS		767,49		2226,92
Niveau N5				
Plancher	$334*1.2=$	267,33	$314*3.2*0,667=$	670,20
Mur			$1*0.20*2.64*1900=$	1003,20
Poids propre	$1*180=$	180,00	$1*180=$	180,00
G		447,33		1853,40
Q	$400*1.2*0,667=$	320,16	$250*3,2*0,667=$	533,60
P,ELU		1084,14		3302,49
P,ELS		767,49		2387,00
Niveau N6				
Mur			$1*0.20*2.64*1900=$	1003,20
Poids propre			$1*180=$	180,00
G				1183,20
P,ELU				1597,32
P,ELS				1183,20

Pour la grande salle, nous avons les mêmes chargements pour toutes les travées.

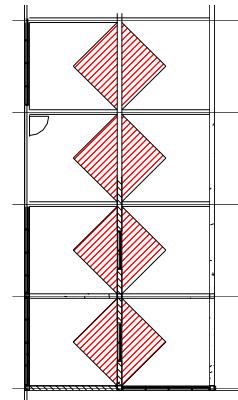


Figure 20: Transmission des charges sur poutre de la grande salle.

Tableau 40 : Charges sur poutre dans la grande salle suivant la file B.

Niveau 1	Détail	Charge (daN/m)
Plafond	$1*4*25=$	100,00
Poids propre	$1*180=$	180,00
G		280,00
P,ELU		378,00
P,ELS		280,00
Niveau 2		
Plancher	$314*4*0,667=$	837,75
Mur	$1*0,2*2,64*1900=$	1003,20
Poids propre	$1*180=$	180,00
G		2020,95
Q	$400*4*0,667=$	1067,20
P,ELU		4329,09
P,ELS		3088,15
Niveau 3		
Poids propre	$1*180=$	180,00
G		180,00
P,ELU		243,00
P,ELS		180,00

3.3. Charges horizontales sur poteaux.

Pour le calcul des charges horizontales sollicitant la superstructure, on se référera à l'effet du vent extrême.

3.4. Combinaison d'action.

Les combinaisons à considérer dans le cas de bâtiment, en phase d'exploitation sont :

- à l'ELU : $1.3G_{\max} + G_{\min} + 1.5Q_B + 1.3*0.77W$

Nous allons considérer que toutes les charges permanentes sont défavorables. Nous ne considérons ainsi que G_{\max} . On a donc : $1.35G + 1.5Q_B + W$

- à l'ELS : $G + Q_B + 0.77W$

Avec :

- G : La charge permanente ;
- Q_B : La charge d'exploitation des bâtiments ;
- W : Action du vent définie par les règles NV65.

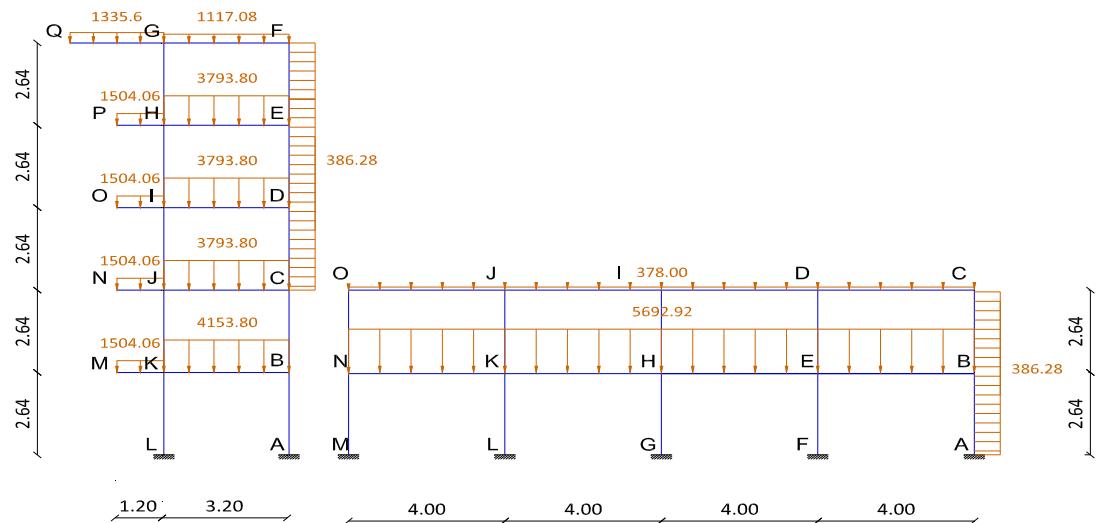


Figure 21: Chargement ELU

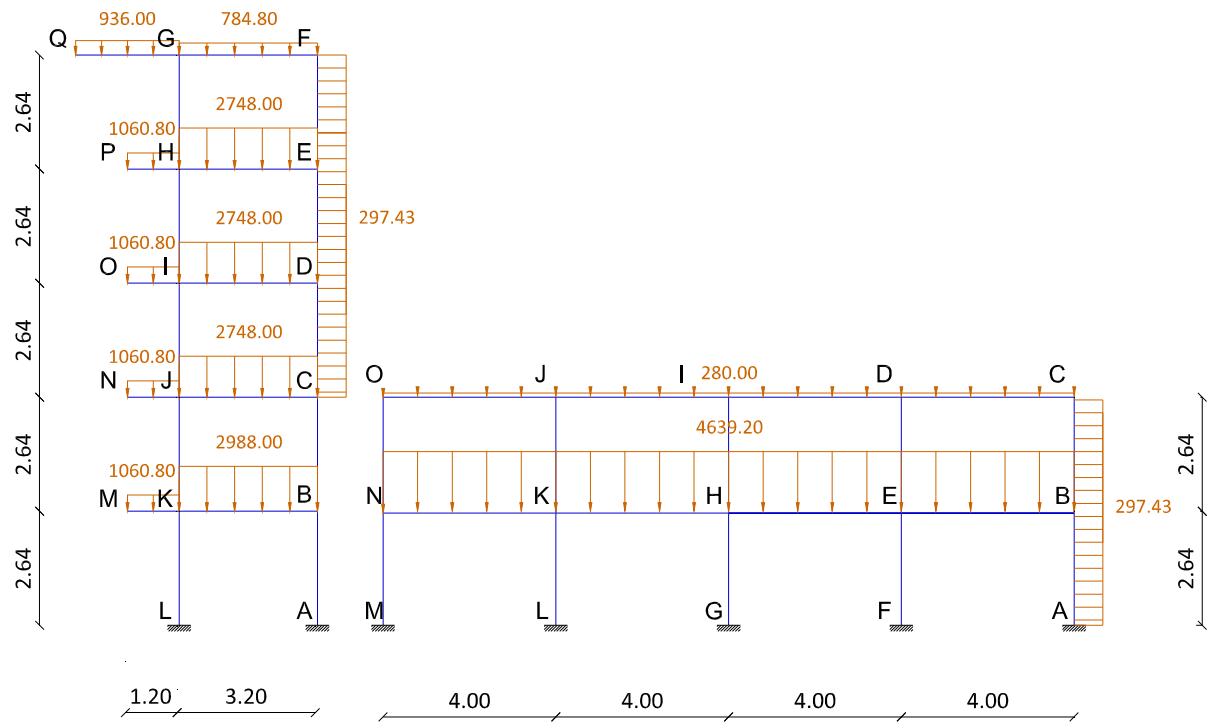


Figure 22: Chargement ELS

3.5. Résultats.

Les résultats des calculs sont résumés dans les tableaux suivants :

Tableau 41 : Récapitulations des moments aux appuis à l'ELS pour le bâtiment R+4.

Nœuds	K				B			C		
Barres	KM	KJ	KL	KB	BK	BA	BC	CB	CD	CJ
M ss Vent	-0,553	-0,201	-0,591	1,345	-2,167	0,660	1,507	1,395	0,787	-2,183
M ac Vent	-0,553	-0,003	-0,614	1,169	-2,398	0,512	1,887	1,437	2,215	-3,653
Mmax (Tf.m)	-0,553	-0,201	-0,614	1,345	-2,398	0,660	1,887	1,437	2,215	-3,653

Nœuds	J				I				D		
Barres	JC	JK	JI	JN	IO	IJ	IH	ID	DI	DC	DE
M ss Vent	1,207	-0,146	-0,508	-0,553	-0,553	-0,339	-0,698	1,589	-1,871	0,876	0,995
M ac Vent	-0,537	-0,653	1,743	-0,553	-0,553	1,758	-0,285	-0,921	-4,460	4,451	0,009
Mmax (Tf.m)	1,207	-0,653	1,743	-0,553	-0,553	1,758	-0,698	1,589	-4,460	4,451	0,995

Nœuds	E			H				G		
Barres	ED	EF	EH	HE	HI	HG	HP	GQ	GH	GF
M ss Vent	1,159	0,772	-1,931	1,029	-1,092	0,616	-0,553	-2,696	2,241	0,455
M ac Vent	3,576	-0,783	-2,793	0,059	-0,176	0,670	-0,553	-2,696	2,696	0,000
Mmax (Tf.m)	3,576	0,772	-2,793	1,029	-1,092	0,670	-0,553	-2,696	2,696	0,455

Nœuds	F		L	A
Barres	FG	FE	LK	AB
M ss Vent	0,254	-0,254	-0,126	0,499
M ac Vent	-0,655	0,655	-0,105	0,459
Mmax (Tf.m)	-0,707	0,655	-0,126	0,499

Tableau 42 : Récapitulation des efforts tranchants à l'ELS pour le bâtiment R+4.

Nœuds	K				B			C		
Barres	KM	KJ	KL	KB	BK	BA	BC	CB	CD	CJ
T ss Vent	-0,946	0,256	-0,272	3,770	-4,283	0,439	1,099	1,099	0,630	-4,062
T ac Vent	-1,015	1,685	-0,272	4,216	-4,983	0,368	1,259	1,259	2,525	-5,601
Tmax(Tf)	-1,015	1,685	-0,272	4,216	-4,983	0,439	1,259	1,259	2,525	-5,601

Nœuds	J				I				D		
Barres	JC	JK	JI	JN	IO	IJ	IH	ID	DI	DC	DE
T ss Vent	3,452	-0,132	-0,321	-0,946	-0,946	-0,321	-0,678	3,669	-3,845	0,630	0,816
T ac Vent	2,982	-0,249	1,326	-1,015	-1,015	1,326	-0,175	2,610	-5,973	2,525	1,358
Tmax(Tf)	3,452	-0,249	1,326	-1,015	-1,015	1,326	-0,678	3,669	-5,973	2,525	1,358

Nœuds	E			H				G		
Barres	ED	EF	EH	HE	HI	HG	HP	GQ	GH	GF
T ss Vent	0,816	0,196	-4,039	3,475	-0,678	1,082	-0,946	-2,308	1,082	1,546
T ac Vent	1,358	-0,049	-5,146	3,438	-0,175	1,275	-1,015	-2,476	1,275	1,308
Tmax(Tf)	1,358	0,196	-5,146	3,475	-0,678	1,275	-1,015	-2,476	1,275	1,546

Nœuds	F		L	A
Barres	FG	FE	LK	AB
T ss Vent	-1,103	0,196	-0,272	0,439
T ac Vent	-1,717	-0,049	-0,272	0,368
Tmax(Tf)	-1,717	0,196	-0,272	0,439

Tableau 43 : Récapitulations des moments aux appuis à l'ELU pour le bâtiment R+4.

Nœuds	K				B			C		
Barres	KM	KJ	KL	KB	BK	BA	BC	CB	CD	CJ
M ss Vent	-0,781	-0,274	-0,813	1,867	-2,994	0,915	2,080	1,920	1,084	-3,005
M ac Vent	-0,781	-0,076	-0,836	1,691	-3,226	0,768	2,459	1,962	2,512	-4,475
Mmax (Tf.m)	-0,781	-0,274	-0,836	1,867	-3,226	0,915	2,459	1,962	2,512	-4,475

Nœuds	J				I				D		
Barres	JC	JK	JI	JN	IO	IJ	IH	ID	DI	DC	DE
M ss Vent	1,660	-0,195	-0,683	-0,781	-0,781	-0,451	-0,955	2,186	-2,579	1,205	1,374
M ac Vent	-0,084	-0,702	1,568	-0,781	-0,781	1,646	-0,542	-0,325	-5,167	4,779	0,388
Mmax (Tf.m)	1,660	-0,702	1,568	-0,781	-0,781	1,646	-0,955	2,186	-5,167	4,779	1,374

Nœuds	E			H				G		
Barres	ED	EF	EH	HE	HI	HG	HP	GQ	GH	GF
M ss Vent	1,601	1,072	-2,673	1,387	-1,513	0,907	-0,781	-3,847	3,200	0,646
M ac Vent	4,018	-0,484	-3,534	0,417	-0,597	0,961	-0,781	-3,847	3,655	0,191
Mmax (Tf.m)	4,018	1,072	-3,534	1,387	-1,513	0,961	-0,781	-3,847	3,655	0,646

Nœuds	F		L	A
Barres	FG	FE	LK	AB
M ss Vent	0,368	-0,368	-0,171	0,692
M ac Vent	-0,542	0,542	-0,150	0,652
Mmax (Tf.m)	0,368	0,542	-0,171	0,692

Tableau 44 : Récapitulations des moments aux appuis à l'ELS pour la grande salle.

C	N			K				H			
Barres	NO	NM	NK	KN	KJ	KL	KH	HK	HI	HG	HE
M ss Vent	-1,125	-1,158	2,283	-4,586	0,854	0,869	2,863	-4,361	-0,061	-0,086	4,508
M ac Vent	-1,031	-0,979	2,010	-4,789	0,991	1,085	2,713	-4,529	0,067	0,120	4,342
Mmax (Tf.m)	-1,125	-1,158	2,283	-4,789	0,991	1,085	2,863	-4,529	0,067	0,120	4,508

C	E				B			C	
Barres	EH	ED	EF	EB	BE	BA	BC	CB	CD
M ss Vent	-6,327	-0,105	-0,119	6,552	-2,048	1,009	1,038	0,428	-0,428
M ac Vent	-6,473	0,029	0,097	6,347	-2,332	1,357	0,974	0,416	-0,416
Mmax (Tf.m)	-6,473	-0,105	-0,119	6,552	-2,332	1,357	1,038	0,428	-0,428

C	D			I			J		
Barres	DC	DE	DI	ID	IH	IJ	JI	JK	JO
M ss Vent	0,522	-0,022	-0,500	0,552	0,018	-0,570	0,281	0,414	-0,695
M ac Vent	0,476	0,115	-0,591	0,475	0,156	-0,631	0,222	0,558	-0,780
Mmax (Tf.m)	0,522	0,115	-0,591	0,552	0,156	-0,631	0,281	0,558	-0,780

C	O		M	L	G	F	A
Barres	OJ	ON	MN	LK	GH	FE	AB
M ss Vent	0,502	-0,502	-0,551	0,462	-0,015	-0,032	0,532
M ac Vent	0,390	-0,390	-0,343	0,689	0,207	0,195	0,566
Mmax (Tf.m)	0,502	-0,502	-0,551	0,689	0,207	0,195	0,566

Tableau 45 : Récapitulation des efforts tranchants à l'ELS pour la grande salle.

Nœuds	N			K				H			
Barres	NO	NM	NK	KN	KJ	KL	KH	HK	HI	HG	HE
T ss Vent	-0,616	-0,648	7,592	-8,744	0,480	0,504	7,794	-8,543	-0,016	-0,038	7,713
T ac Vent	-0,538	-0,501	7,757	-9,147	0,587	0,672	7,998	-8,906	0,085	0,124	7,919
Tmax(Tf)	-0,616	-0,648	7,757	-9,147	0,587	0,672	7,998	-8,906	0,085	0,124	7,919

Nœuds	E				B			C	
Barres	EH	ED	EF	EB	BE	BA	BC	CB	CD
T ss Vent	-8,623	-0,048	-0,057	9,294	-7,042	0,584	0,555	0,555	-0,741
T ac Vent	-8,985	0,055	0,111	9,456	-7,448	0,729	0,527	0,527	-0,776
Tmax(Tf)	-8,985	0,055	0,111	9,456	-7,448	0,729	0,555	0,555	-0,776

Nœuds	D			I			J		
Barres	DC	DE	DI	ID	IH	IJ	JI	JK	JO
T ss Vent	0,788	-0,048	-0,752	0,777	-0,016	-0,836	0,692	0,480	-0,813
T ac Vent	0,806	0,055	-0,820	0,762	0,085	-0,893	0,689	0,587	-0,888
Tmax(Tf)	0,806	0,055	-0,820	0,777	0,085	-0,893	0,692	0,587	-0,888

Nœuds	O		M	L	G	F	A
Barres	OJ	ON	MN	LK	GH	FE	AB
T ss Vent	0,716	-0,616	-0,648	0,504	-0,038	-0,057	0,584
T ac Vent	0,694	-0,538	-0,501	0,672	0,124	0,111	0,729
Tmax(Tf)	0,716	-0,616	-0,648	0,672	0,124	0,111	0,729

Tableau 46 : Récapitulations des moments aux appuis à l'ELU pour la grande salle.

C	N			K				H			
Barres	NO	NM	NK	KN	KJ	KL	KH	HK	HI	HG	HE
M ss Vent	-1,202	-1,242	2,444	-4,916	0,914	0,932	3,069	-4,674	-0,065	-0,092	4,831
M ac Vent	-1,080	-1,010	2,090	-5,179	1,093	1,211	2,874	-4,892	0,101	0,175	4,615
Mmax (Tf.m)	-1,202	-1,242	2,444	-5,179	1,093	1,211	3,069	-4,892	-0,065	-0,092	4,831

C	E				B			C	
Barres	EH	ED	EF	EB	BE	BA	BC	CB	CD
M ss Vent	-6,783	-0,112	-0,128	7,022	-2,192	1,083	1,109	0,451	-0,451
M ac Vent	-6,972	0,063	0,153	6,756	-2,561	1,535	1,026	0,435	-0,435
Mmax (Tf.m)	-6,972	-0,112	-0,128	7,022	-2,561	1,535	1,109	0,451	-0,451

C	D			I			J		
Barres	DC	DE	DI	ID	IH	IJ	JI	JK	JO
M ss Vent	0,514	-0,021	-0,493	0,559	0,019	-0,578	0,258	0,442	-0,700
M ac Vent	0,455	0,156	-0,610	0,459	0,199	-0,658	0,181	0,629	-0,810
Mmax (Tf.m)	0,514	0,148	-0,610	0,559	0,199	-0,658	0,258	0,629	-0,810

C	O		M	L	G	F	A
Barres	OJ	ON	MN	LK	GH	FE	AB
M ss Vent	0,530	-0,530	-0,591	0,496	-0,016	-0,034	0,571
M ac Vent	0,385	-0,385	-0,321	0,790	0,272	0,261	0,615
Mmax (Tf.m)	0,530	-0,530	-0,591	0,790	0,267	0,250	0,615

Tableau 47 : Récapitulation des efforts tranchants à l'ELU pour la grande salle.

Nœuds	N			K				H			
Barres	NO	NM	NK	KN	KJ	KL	KH	HK	HI	HG	HE
T ss Vent	-0,656	-0,694	8,143	-9,379	0,514	0,541	8,360	-9,162	-0,017	-0,041	8,273
T ac Vent	-0,555	-0,504	8,384	-9,929	0,652	0,758	8,652	-9,661	0,114	0,169	8,567
Tmax(Tf)	-0,656	-0,694	8,384	-9,929	0,652	0,758	8,652	-9,661	0,108	0,156	8,567

Nœuds	E				B			C	
Barres	EH	ED	EF	EB	BE	BA	BC	CB	CD
T ss Vent	-9,249	-0,051	-0,061	9,969	-7,554	0,626	0,591	0,591	-0,749
T ac Vent	-9,746	0,083	0,157	10,205	-8,108	0,814	0,554	0,554	-0,795
Tmax(Tf)	-9,746	-0,051	0,137	10,205	-8,108	0,814	0,591	0,591	-0,795

Nœuds	D			I			J		
Barres	DC	DE	DI	ID	IH	IJ	JI	JK	JO
T ss Vent	0,781	-0,051	-0,749	0,781	-0,017	-0,845	0,685	0,514	-0,807
T ac Vent	0,804	0,083	-0,837	0,762	0,114	-0,919	0,680	0,652	-0,906
Tmax(Tf)	0,804	-0,051	-0,837	0,781	0,114	-0,919	0,685	0,652	-0,906

Nœuds	O		M	L	G	F	A
Barres	OJ	ON	MN	LK	GH	FE	AB
T ss Vent	0,723	-0,656	-0,694	0,541	-0,041	-0,061	0,626
T ac Vent	0,693	-0,555	-0,504	0,758	0,169	0,157	0,814
Tmax(Tf)	0,723	-0,656	-0,694	0,758	0,156	0,137	0,814

Chapitre V - ETUDE DE LA SUPERSTRUCTURE

1. Notion de la règle de béton armé aux états limites

Les règles BAEL91 modifiées 99 sont applicables à tous les ouvrages en béton armé, dont le béton est constitué de granulats naturels normaux, avec un dosage en ciment au moins égal à 300 kg par m^3 de béton mis en œuvre.

1.1. Définitions

Les calculs justificatifs sont conduits suivant la théorie des états-limites. Un « état limite » est celui pour lequel une condition requise d'une construction (ou d'un de ses éléments) est strictement satisfaite et cesserait de l'être en cas de modification défavorable d'une action. On distingue :

- Les « états limites ultimes » qui correspondent à la limite ;
 - Soit de l'équilibre statique ;
 - Soit de la résistance de l'un des matériaux ;
 - Soit de la stabilité de forme.
- Les « états limites de service » qui sont définis compte tenu des conditions d'exploitation ou de durabilité. Il s'agit surtout d'états limites de déformation (instantanée ou différée) et d'ouverture des fissures.

1.2. Etats limites de calcul à retenir.

Les contraintes de calcul des matériaux fixées par le BAEL99 permettent d'éviter toute la phase de vérification. On se limitera à mener le calcul selon l'état de fissuration comme indiqué ci-dessous.

Tableau 48 :Etat limite de calcul à retenir.

FISSURATION	Fissuration peu préjudiciable	Fissuration préjudiciable	Fissuration très préjudiciable
CALCUL	ELU	ELS	ELS

1.3. Caractéristiques d'exposition.

- La fissuration est **préjudiciable** lorsque les éléments à étudier sont amenés à être en contact avec de l'eau.
- La fissuration est **très préjudiciable** lorsque l'élément se trouve dans un milieu agressif.

- La fissuration est **peu préjudiciable** pour les pièces se situant à l'intérieur d'un bâtiment.

1.4. Caractéristiques des matériaux.

Le béton de ciment présente des résistances à la compression assez élevées, de l'ordre de 25 à 40MPa, mais sa résistance à la traction est faible, de l'ordre de un dixième de sa résistance en compression.

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.

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.

1.4.1. Le béton.

- Dosage : 350kg de CEMI 42,5 par mètre cube de béton ;
- Résistances mécaniques à 28 jours d'âge :

$$f_{C28} = 25 \text{ MPa en compression} ;$$

$$f_{t28} = 0.6 + 0.06 f_{c28} = 0.6 + 0.06 \times 25 = 2.1 \text{ MPa en traction.}$$

- Coefficient partiel de sécurité :

$$\gamma_b = 1.5 \text{ (Combinaison non accidentelle)} ;$$

$$\theta = 1 \text{ (durée d'application des combinaisons d'actions supérieures à 24heures).}$$

- Résistance de calcul du béton :

$$f_{bc} = \frac{0.85 f_{C28}}{\theta \gamma_b} = \frac{0.85 \times 25}{1 \times 1.5} = 14.17 \text{ MPa.}$$

- Contrainte limite de compression du béton à l'ELS :

$$\sigma_{bc} = 0.6 f_{C28} = 15 \text{ MPa.}$$

1.4.2. L'acier.

- Enrobage : $e = 2 \text{ cm}$ (Fissuration peu préjudiciable) ;
- Nuance : acier haute adhérence FeE400 ;
- Limite d'élasticité : $f_e = 400 \text{ MPa} ;$
- Coefficient partiel de sécurité : $\gamma_s = 1.15$ (Combinaison non accidentelle) ;
- Contraintes limites des aciers tendus en ELS :

- Si fissuration est non préjudiciable : pas de limite $\overline{\sigma_s} = 348$ MPa ;
- En fissuration préjudiciable $\overline{\sigma_s} = \min\left(\frac{2}{3}f_e; \max(0.5f_e; 110\sqrt{nf_{tj}})\right) = 201.63$ MPa.
- Résistance de calcul des aciers à l'ELU : $\overline{\sigma_{su}} = \frac{f_e}{\gamma_s} = 348$ MPa ;
- Le diamètre des armatures les plus proches des parois est supérieur à 6mm.

2. Toiture.

2.1. Généralité.

La couverture sera en tôle galvabac constitués par assemblage de plaques de grande dimension, et fixés sur une ossature porteuse qui sera un système ferme/pannes.

2.2. Choix des matériaux.

2.2.1. *Le revêtement.*

Le choix du revêtement se fait en fonction des expositions atmosphériques, des portées ainsi que de la charge appliquée. On choisira la tôle en acier nervuré galvanisé (galvabac) 63/100..

Caractéristiques de la tôle :

Masse : 10 kg/m² ;

Moment d'inertie $I = 15,44$ cm⁴ ;

$I/v = 4,65$ cm³

$\sigma_{adm} = 1600$ daN/cm²

2.2.2. *L'ossature :*

Détermination des sections et des moments d'inertie minimaux des éléments constituant notre ferme métallique. Ce sera une ferme droite américaine, donc les barres constituants les fermes seront nommées :

- La membrure inférieure (M I);
- La membrure supérieure (M S) ;
- Le diagonal (D);
- Le montant (M).

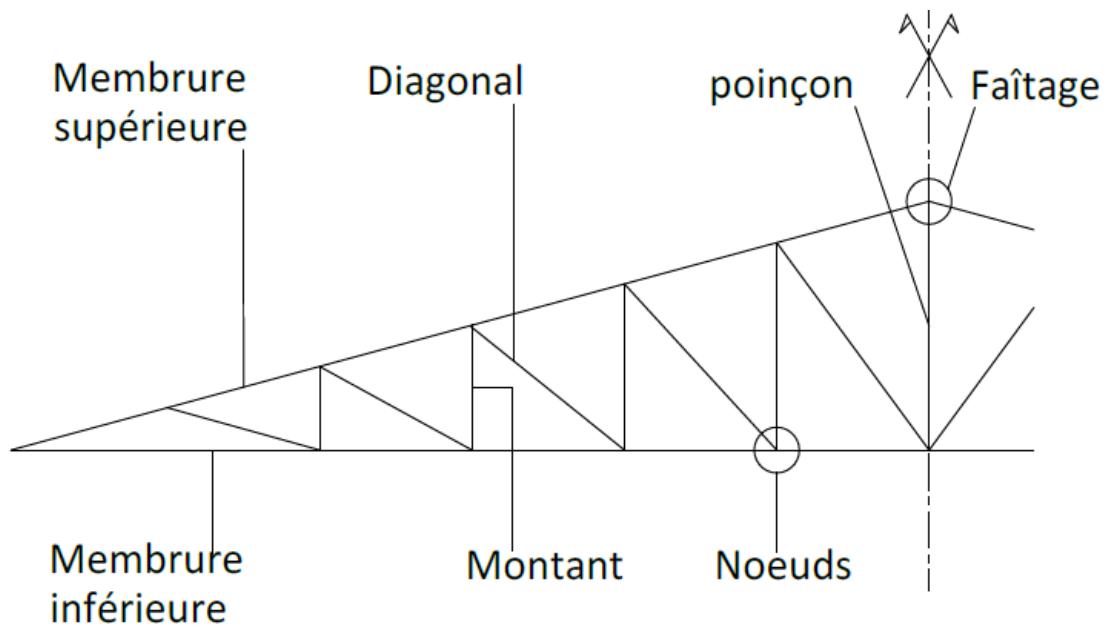


Figure 23: Les différents constituants de la ferme métallique

2.3. Calcul des efforts dans les barres.

Pour l'étude d'une ferme (métallique ou en bois), on peut avoir recours à deux méthodes :

- La méthode analytique (PFS) de Ritter ;
- La méthode graphique du mathématicien italien Luigi Crémona (1930-1903).

On choisira la méthode graphique de Crémona pour l'étude de notre toiture parce qu'elle est plus pratique et plus rapide pour la détermination des efforts dans le système réticulé. La méthode de Cremona, basée sur le tracé du polygone des forces pour les treillis simples (charpente).

Hypothèses de calcul :

Plusieurs conditions doivent être réunies afin de chercher les efforts dans les barres :

- Les forces extérieures appliquées à la structure doivent être appliquées aux nœuds :
 - les réactions d'appui ;
 - les charges d'exploitation et climatiques ;
- Les barres sont concourantes aux nœuds : les barres ont un point d'intersection commun ;
- Le poids des barres est négligeable devant les forces extérieures ;
- Le treillis doit être intérieurement isostatique : principe du triangle indéformable.

D'après le théorème des *actions mutuelles*, on sait qu'une barre en équilibre ne peut qu'être soumise à 2 efforts :

- De sens opposés ;
- D'intensités égales ;
- De directions identiques (portés par l'axe longitudinal de la barre).
- Il n'y donc que 2 types d'efforts possibles appliqués aux barres :
 - compression
 - traction
- Les sollicitations sont des efforts normaux à la section de la barre.

Les charges à prendre en compte :

- La charge permanente $g = 14 * 4 * 2.9 = 162.4 \text{ daN}$
- La surcharge d'exploitation $q = 120 * 4 * 2.9 = 1392 \text{ daN}$

On prend ici une ferme intermédiaire du gymnase qui possède une portée de 29 m et supporte une largeur de 4 m, ce qui est le cas le plus défavorable dans toute la construction.

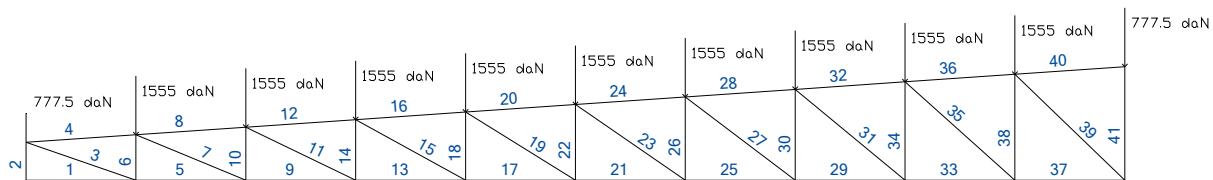


Figure 24: Les charges portées par la ferme métallique.

Le cas le plus défavorable est la combinaison suivante :

$$F = g + q = 1555 \text{ daN}$$

$$H = 0 \text{ daN}$$

Ces efforts nous serviront de données de calcul des efforts dans les barres.

Après les calculs d'effort, on peut aussi avoir les caractéristiques géométriques minimales pour toutes les barres

Le calcul est fait aux contraintes admissibles.

$$A > N/f_y$$

Pour les barres comprimées, le calcul de l'inertie minimale est fait par la force maximale de flambement d'Euler.

Pour le flambement, la force critique d'Euler a pour expression :

$$N = \frac{m\pi^2 EI}{l_0^2}$$

Ce qui nous donne :

$$I_{\min} = \frac{Nl_0^2}{mE\pi^2}$$

Avec :

E : module d'élasticité ;

N : effort dans la barre ;

M : coefficient = 1 si on suppose que les barres sont articulées aux extrémités ;

l_0 : longueur de la barre.

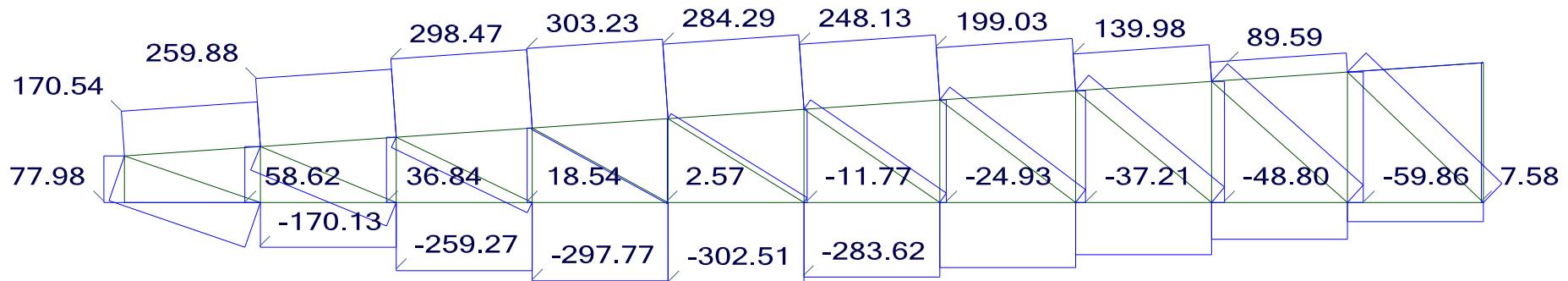
Après une programmation sur Excel, nous avons obtenus les sections minimales et les moments d'inertie minimaux requis pour les barres de la ferme. Ensuite nous allons consulter le catalogue qui donne les profilés idéaux pour notre système réticulé.

Numéro	FX [kN]	Nature	Longueur [m]	lmin [cm ⁴]	Section [cm ²]	Profilé	Inertie[cm ⁴]	Surface[cm ²]	Volume [cm ³]	Masse [kg]
1	0	Compression	2,9		0,00	CAE 20x3	0,39	1,13	326,88	2,57
2	77,98	Compression	1	3,95	3,32	CAE 45x4	4,47	3,49	349,26	2,74
3	-179,97	Traction	3,07		7,66	CAE (2) 50x4	18,10	7,79	2390,04	18,76
4	170,54	Compression	2,91	73,16	7,26	CAE 90x6	80,32	10,57	3075,81	24,15
5	-170,13	Traction	2,9		7,24	CAE (2) 40x5	10,86	7,58	2197,41	17,25
6	58,62	Compression	1,2	4,28	2,49	CAE 50x3	7,01	2,96	355,51	2,79
7	-96,46	Traction	3,14		4,10	CAE 45x5	7,84	4,30	1351,01	10,61
8	259,88	Compression	2,91	111,49	11,06	CAE 100x7	128,20	13,66	3976,37	31,21
9	-259,27	Traction	2,9		11,03	CAE (2) 50x6	25,60	11,39	3301,70	25,92
10	36,84	Compression	1,4	3,66	1,57	CAE 50x3	7,01	2,96	414,76	3,26
11	-42,75	Traction	3,22		1,82	CAE 35x3	2,32	2,04	655,91	5,15
12	298,47	Compression	2,91	128,04	12,70	CAE 100x7	128,20	13,66	3976,37	31,21
13	-297,77	Traction	2,9		12,67	CAE (2) 50x7	29,22	13,13	3806,30	29,88
14	18,54	Compression	1,6	2,40	0,79	CAE 40x3	3,49	2,35	375,78	2,95
15	-5,42	Traction	3,31		0,23	CAE 20x3	0,39	1,13	373,09	2,93
16	303,23	Compression	2,91	130,09	12,90	CAE 100x8	144,80	15,51	4514,72	35,44
17	-302,51	Traction	2,9		12,87	CAE (2) 50x7	29,22	13,13	3806,30	29,88
18	2,57	Compression	1,8	0,42	0,11	CAE 25x3	0,80	1,43	256,89	2,02
19	22,23	Compression	3,41	13,10	0,95	CAE 60x4	15,77	4,71	1605,66	12,60
20	284,29	Compression	2,91	121,96	12,10	CAE 100x7	128,20	13,66	3976,37	31,21
21	-283,62	Traction	2,9		12,07	CAE 90x7	92,55	12,24	3549,54	27,86
22	-11,77	Traction	2		0,50	CAE 20x3	0,39	1,13	225,43	1,77
23	43,83	Compression	3,52	27,51	1,87	CAE 70x5	31,23	6,84	2406,59	18,89
24	248,13	Compression	2,91	106,45	10,56	CAE 100x7	128,20	13,66	3976,37	31,21
25	-247,54	Traction	2,9		10,53	CAE 90x6	80,32	10,57	3065,24	24,06
26	-24,93	Traction	2,2		1,06	CAE 20x3	0,39	1,13	247,98	1,95
27	61,48	Compression	3,64	41,27	2,62	CAE 80x5,5	51,52	8,60	3132,15	24,59
28	199,03	Compression	2,91	85,38	8,47	CAE 90x7	92,55	12,24	3561,78	27,96

Numéro	FX [kN]	Nature	Longueur [m]	Imin [cm ⁴]	Section [cm ²]	Profilé	Inertie[cm ⁴]	Surface[cm ²]	Volume [cm ³]	Masse [kg]
29	-198,56	Traction	2,9		8,45	CAE 80x5,5	51,52	8,60	2495,39	19,59
30	-37,21	Traction	2,4		1,58	CAE 30x3	1,40	1,74	416,84	3,27
31	76,46	Compression	3,76	54,76	3,25	CAE 80x6,5	60,04	10,08	3791,88	29,77
32	139,98	Compression	2,91	60,05	5,96	CAE 90x6	80,32	10,57	3075,81	24,15
33	-139,65	Traction	2,9		5,94	CAE (2) 40x4	8,94	6,16	1785,61	14,02
34	-48,8	Traction	2,6		2,08	CAE 30x4	1,80	2,27	589,38	4,63
35	89,59	Compression	3,89	68,68	3,81	CAE 90x6	80,32	10,57	4111,65	32,28
36	73,12	Compression	2,91	31,37	3,11	CAE 70x6	36,88	8,13	2364,93	18,56
37	-72,95	Traction	2,9		3,10	CAE (2) 30x3	2,80	3,47	1007,36	7,91
38	-59,86	Traction	2,8		2,55	CAE 45x3	2,66	2,66	745,52	5,85
39	101,4	Compression	4,03	83,43	4,31	CAE 90x7	92,55	12,24	4932,64	38,72
40	0	Compression	2,91		0,00	CAE 20x3	0,39	1,13	328,01	2,57
41	7,58	Compression	3	3,46	0,32	CAE 40x3	3,49	2,35	704,59	5,53

La somme de la masse des charpentes métalliques pour une file est $\sum M = 687.67 \text{ kg}$

Les sections CAE(2) sont un ensemble de deux cornières côté à côté, et la surface et le moment d'inertie correspondant est la somme de ces deux cornières.



3. Planchers.

3.1. Généralités.

Le plancher est un des principaux ouvrages de gros œuvres dans la construction de bâtiment d'habitation ou d'usine, c'est une aire généralement plane, destinée à limiter les étages et à supporter les revêtements de sols, ils doivent remplir les fonctions principales suivante :

- assurer la transmission des charges permanentes et variables aux porteurs verticaux qui les descendront aux fondations ;
- participer à la distribution des efforts horizontaux (vent) aux éléments de contreventement ;
- assurer l'isolation acoustique et thermique des différents niveaux, l'isolation thermique est généralement considérée pour des niveaux exposés horizontaux ;
- assurer la stabilité au feu pendant le temps nécessaire à l'intervention des moyens de protection.

3.2. Plancher en dalle pleine :

Une dalle pleine est un élément à contour généralement rectangulaire dont les appuis peuvent être continus (poutres, voiles ou murs maçonnés) ou ponctuels (poteaux).

Les portées l_x et l_y d'un «panneau» de dalle sont mesurées entre les nus des appuis.

- Si $0,40 < \frac{l_x}{l_y} = \alpha \leq 1$, la dalle est considérée comme portant dans deux directions.
- Si $\alpha < 0,40$ la dalle est considérée comme portant uniquement dans le sens de sa petite portée.
- Notre étude portera sur une dalle en console du 2^e étage du bâtiment R+4.

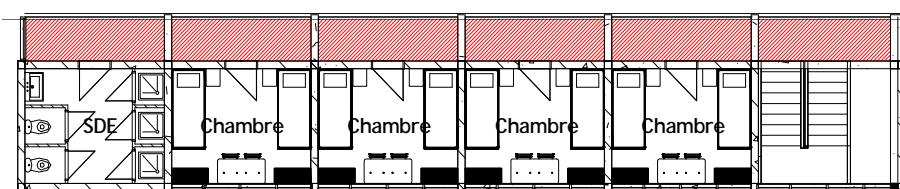


Figure 25: Représentation de la dalle à calculer.

Ici, $l_x=1.20$ m et $l_y=4.00$ m, donc $\alpha = 0.3 < 0.4$, la dalle porte dans le sens de la petite portée.

3.2.1. Choix de la méthode de calcul.

	Méthode forfaitaire	Méthode de Caquot
Domaine d'application	<p>La méthode forfaitaire s'applique aux poutres, poutrelles et dalles supportant des charges d'exploitation modérées ($Q \leq 2G$ ou $Q < 500$ daN/m²).</p> <p>Cette méthode ne s'applique qu'à des éléments fléchis (poutres ou dalles calculées en flexion dans un seul sens) remplissant les conditions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les moments d'inertie des sections transversales sont les mêmes dans les différentes travées en continuité ; - Les portées successives sont dans un rapport compris entre 0.8 à 1.25 ; - La fissuration ne compromet pas la tenue du béton armé ni celle de ses revêtements. (Présence de charge mobile) 	<p>La méthode forfaitaire s'applique aux poutres, poutrelles et dalles supportant des charges d'exploitation élevées ($Q > 2G$ ou $Q > 500$ daN/m²).</p>

Dans notre cas, toutes les conditions satisfont à celles requises par la méthode forfaitaire.

3.2.2. Calcul des sollicitations.

a) Conditions d'application de la méthode valeurs des coefficients.

Soient :

- M_o la valeur maximale du moment fléchissant dans la « travée de comparaison » c'est-à-dire dans la travée indépendante de même portée libre que la travée considérée et soumise aux mêmes charges.
- M_w et M_e respectivement les valeurs absolues des moments sur appuis de gauche et de droite et M_t le moment maximal en travée qui sont pris en compte dans les calculs de la travée considérée.
- α le rapport des charges d'exploitation à la somme des charges permanentes et des charges d'exploitation :

$$\alpha = \frac{Q}{G+Q} = \frac{400}{334+400} = 0.54$$

b) *Conditions à respecter.*

$$M_t + \frac{M_e + M_w}{2} \geq \sup \{(1+0.3\alpha)M_0, 1.05M_0\}$$

Nous n'étudierons ici que 3 travée car le système est symétrique par rapport à l'appui D

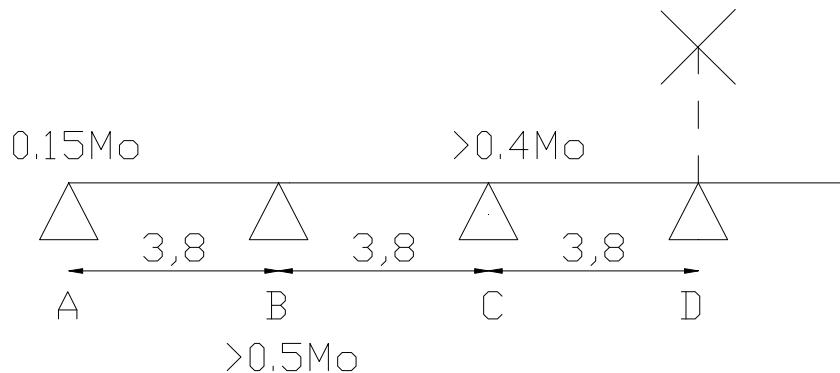


Figure 26: Modélisation du calcul

Avec $M_0 = \frac{Pl^2}{8} = \frac{(1.35 \times 334 + 1.5 \times 400) \times 3.8^2}{8} = 1896.87 \text{ daNm}$

Travée de rive.

$$M_t \geq \left(\frac{1.2 + 0.3\alpha}{2} \right) M_0 = \left(\frac{1.2 + 0.3 \times 0.54}{2} \right) \times 1896.87 = 1291.76 \text{ daNm}$$

Travée intermédiaire.

$$M_t \geq \left(\frac{1 + 0.3\alpha}{2} \right) M_0 = \left(\frac{1 + 0.3 \times 0.54}{2} \right) \times 1896.87 = 1102.08 \text{ daNm}$$

c) *Valeurs des sollicitations.*

La détermination des sollicitations est faite à partir de la méthode calcul définie en annexe. D'où les résultats :

Tableau 49 :Détermination des sollicitations par la méthode forfaitaire :

Portée l (m)	3,80			3,80			3,80		
Taux de charge (ELU)	1050,90			1050,90			1050,90		
Moment M0 de la travée indépendante isostatique (daNm)	1897			1897			1897		
Moment sur appuis Mw (ouest) et Me (est) sur chaque travée (daNm)	285		948	948		759	948		759
Moment en travée Mt (daN)	621			858			858		
Moment retenus (valeurs absolues maximales) (daN)		1293			1103			1103	
Effort tranchant V0 de la travée indépendante (daN)	285	1293	948		1103	759		1103	759
Effort tranchant Vmax (daN)	-1997		1997	-1997		1997	-1997		1997
	-1822		2171	-1797		2196	-1797		2196

3.2.3. Calcul des armatures.

Les sections d'armatures sont calculées à partir de l'organigramme de calcul d'une poutre sollicitée en flexion simple à l'ELU, avec une largeur de calcul de 1 m..

a) Armatures A_x .



Figure 27: Schéma de calcul de la dalle pleine

$$\text{Section d'armature minimale : } A = \frac{bh}{1000} = \frac{100 \times 10}{1000} = 1 \text{ cm}^2$$

Les sections d'armatures à mettre en place doivent être supérieures à cette valeur.

Tableau 50 :Détermination des A_x .

	A	AB	B	BC	C	CD	D
Moment (daNm)	285	1293	948	1103	759	1103	759
$\mu_u = \frac{M_u}{b d^2 f_{bu}}$	0,031	0,143	0,105	0,122	0,084	0,122	0,084
$\alpha = 1.25(1 - \sqrt{1 - 2\mu})$	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
$z = d(1 - 0.4\alpha)$	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20
$A = \frac{M_u}{z \cdot \frac{f_e}{\gamma_s}} (cm^2)$	1,14	5,16	3,79	4,40	3,03	4,40	3,03
A_x réelle (cm ²)	5T6=1.51	7T10=5.50	5T10=3.93	7T10=5.50	7T8=3.52	7T10=5.50	7T8=3.52

Afin de faciliter la mise en œuvre, on mettra en place les mêmes nombres d'armature sur toutes les travées soit 7HA10. Les armatures de chapeau seront leurs vis-à-vis : 7HA6 et 7HA10 et 7HA8.

b) Armatures A_y .

$$A_y \geq \frac{A_x}{4}$$

Tableau 51 :Détermination des A_y .

$A_x (cm^2)$	1,14	5,16	3,79	4,40	3,03	4,40	3,03
$A_y (cm^2)$	0,29	1,29	0,95	1,10	0,76	1,10	0,76
A_y réelle (cm ²)	4T6=1.13	5T6=1.41	4T6=1.13	4T6=1.13	4T6=1.13	4T6=1.13	4T6=1.13

- Condition de non fragilité et section minimale d'armature.

Soit p_0 , le taux d'armatures rapport du volume des aciers à celui du béton), pris égal à 0.0008 pour les barres à haute adhérence de classe Fe E400.

Le taux minimaux d'acier p_x et p_y doivent satisfaire aux inégalités suivantes :

$$\rho_x \geq \rho_0 \frac{3 - (l_x / l_y)}{2} = 0.0011$$

$$\rho_y \geq \rho_0 = 0.0008$$

Avec :

$$\rho_x = \frac{A_x}{bh} = \frac{1.51}{100 \times 10} = 0.0015$$

$$\rho_y = \frac{A_y}{bh} = \frac{1.13}{100 \times 10} = 0.0011$$

Les deux conditions sont bien respectées.

Ecartement des armatures d'une nappe.

L'écartement des armatures d'une même nappe ne doit pas dépasser les valeurs

du ci-dessous :

- 3h et 33 cm, soit 30 cm pour la direction la plus sollicitée ;
- 4h et 45 cm, soit 40 cm pour la direction perpendiculaire à la plus sollicitée ;

Tableau 52 : Récapitulation des résultats.

A_x (cm ²)	7T6	7T10=5.50	7T10=5.50	7T10=5.50	7T8=3.52	7T10	7T8=3.52
St (cm)	24	24	24	24	24	24	24
A_y (cm ²)	4T6=1.13	5T6=1.41	4T6=1.13	4T6=1.13	4T6=1.13	4T6=1.13	4T6=1.13
St (cm)	32	24	32	32	32	32	32

- Arrêt des barres longitudinales.

Nous ne disposons pas de courbes du moment pour déterminer l'arrêt exact des barres. C'est pour cela que nous allons utiliser la méthode forfaitaire décrite par le schéma suivant pour réaliser le plan de ferraillage.

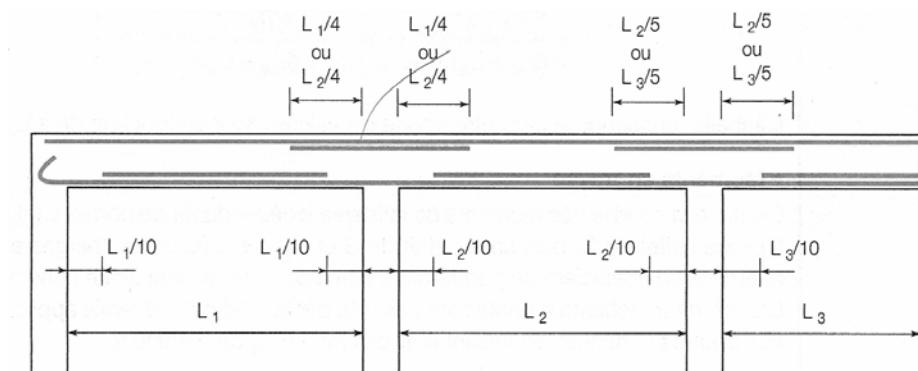


Figure 28: Arrêt forfaitaire des barres longitudinales

Plan de ferraillage : voir annexe.

3.3. Plancher à corps creux.

3.3.1. Description de plancher.

Le plancher est constitué par :

- le revêtement qui résiste à l'usure ;
- une dalle de compression d'épaisseur 4cm coulée sur place sur les hourdis creux en béton de 12cm de hauteur. Les hourdis ne constituent pas d'éléments porteurs ;
- des nervures d'épaisseur qui varie de 4 à 8cm coulées sur place avec la dalle de compression, portant une zone des charges dont la largeur est généralement de 33cm et les transmettant aux poutres principales ;
- de poutres principales reposant sur des murs en maçonnerie ou sur des piliers.

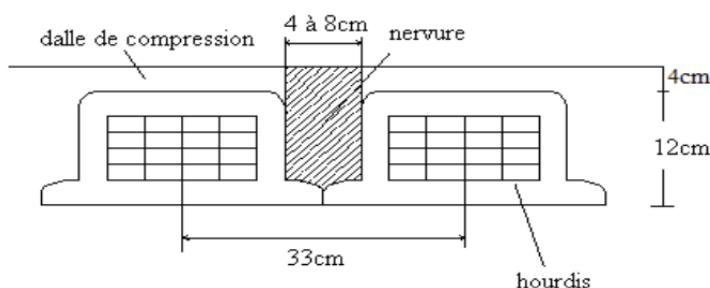


Figure 29: Coupe du plancher à corps creux

3.3.2. Calcul de la dalle de compression.

a) Règles de conception :

La dalle sur hourdis creux doit avoir une épaisseur minimale de 4cm ; et être armé d'un quadrillage de barres dont les dimensions des mailles ne doivent pas dépasser :

- 20 cm pour les armatures perpendiculaires aux nervures ;
- 33 cm pour les armatures parallèles aux nervures.

Les sections A_s de la dalle de compression doivent vérifier la condition minimale :

- $A_s \geq \frac{200}{f_e}$ pour $l < 50$ cm
- $A_s \geq \frac{4l}{f_e}$ pour $50 < l < 80$ cm

avec l : écartement des entrevois

A_S est en cm^2

Les armatures parallèles aux nervures, autres que les armatures supérieures des poutrelles, doivent avoir une section par mètre linéaire, au moins égale à $A/2$.

Le fait de fixer une section minimale pour les armatures perpendiculaire aux nervures ne dispense pas de vérifier l'état limite ultime de résistance du hourdis dans le cas particulier d'application de charges localisées d'intensité notable.

b) Armatures.

Selon les règles de construction précédentes, nous avons pris comme valeur de $h_0 = 4\text{cm}$.

- Armatures perpendiculaires aux nervures.

$$A_l \geq \frac{200}{400}, \text{ c'est-à-dire } A_l \geq 0.50 \text{ cm}^2.$$

Pour $st = 20\text{ cm}$, alors il existe 6 Φ par mètre linéaire.

$$D'où A_l = 6\Phi \text{ 6 p.m} \quad A_l = 1,69 \text{ cm}^2/\text{mde nervure.}$$

- Armatures parallèles aux nervures.

Cette section doit être supérieure à la moitié de celle des armatures perpendiculaire aux nervures.

$$A_2 \geq \frac{A_l}{2}, \text{ soit } A_2 \geq 0.95 \text{ cm}^2/\text{ml.}$$

Pour $st = 33\text{cm}$, alors il existe 4 Φ par mètre linéaire.

$$D'où A_2 = 4\Phi \text{ 6 p.m } A = 1.13 \text{ cm}^2/\text{m.}$$

La vérification de la jonction hourdis-nervure sera effectuée après le calcul des armatures de la nervure.

3.3.3. Calcul des nervures.

a) Evaluation des charges.

Les nervures prennent appui sur les poutres principales comme indiqué sur la figure ci-dessous.

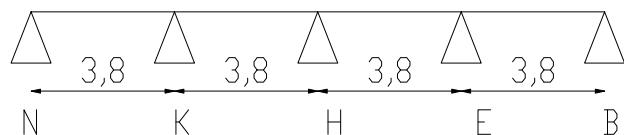


Figure 30: Système de poutre continue constitué par la nervure.

- Charges permanentes :

plancher (12+4)	230 daN/m ²
enduit + carreau	63daN/m ²
plâtre 15 mm	21daN/m ²

Total par mètre linéaire : $g = 0.33 \times 314 = \mathbf{104daN/ml}$

- Charges d'exploitation : 400daN/m²

Total par mètre linéaire : $q = 0.33 \times 400 = \mathbf{132daN/ml}$

à l'ELU, $p_u = 1.35g + 1.5 q$ $p_u = 338daN/ml$,

à l'ELS, $p_{ser} = g + q$ $p_{ser} = 236daN/ml$.

b) Calcul des sollicitations.

Nous pouvons également appliquer ici la méthode forfaitaire.

En procédant comme le calcul de la dalle pleine, nous obtenons les résultats suivants.

- Conditions à respecter.

$$M_t + \frac{M_e + M_w}{2} \geq \sup \{(1 + 0.3\alpha)M_0, 1.05M_0\}$$

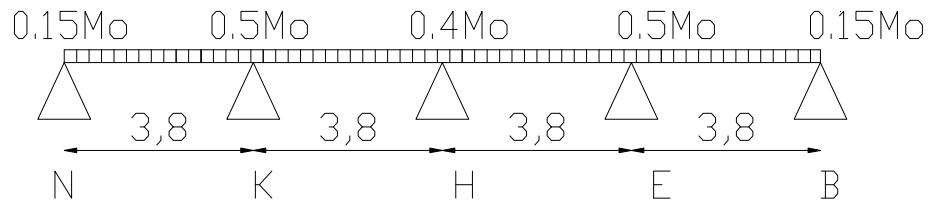


Figure 31: Modélisation de calcul.

Avec $M_0 = \frac{Pul^2}{8} = \frac{338 \times 3.8^2}{8} = 610.09 \text{ daNm}$

$$\alpha = \frac{Q}{G + Q} = \frac{132}{104 + 132} = 0.56$$

Travée de rive.

$$M_t \geq \left(\frac{1.2 + 0.3\alpha}{2} \right) M_0 = \left(\frac{1.2 + 0.3 \times 0.56}{2} \right) \times 610.09 = 417.29 \text{ daNm}$$

Travée intermédiaire.

$$M_t \geq \left(\frac{1 + 0.3\alpha}{2} \right) M_0 = \left(\frac{1 + 0.3 \times 0.56}{2} \right) \times 610.09 = 356.29 \text{ daN}$$

Tableau 53 :Détermination des sollicitations dans la nervure.

Portée l (m)	3,80			3,80		
Taux de charge (ELU)	338,40			338,40		
Moment M_0 de la travée indépendante isostatique (daNm)	611			611		
Moment sur appuis M_w (ouest) et M_e (est) sur chaque travée (daNm)	92		305	305		244
Moment en travée M_t (daN)	203			279		
		418			357	
Moment retenus (valeurs absolues maximales) (daN)	92	418	305		357	244
Effort tranchant V_0 de la travée indépendante (daN)	-643		643	-643		643
Effort tranchant V_{max} (daN)	-587		699	-579		707

c) Calcul des armatures

• **Armatures longitudinales.**

Pour la détermination des armatures en travée, nous allons considérer une section en Té et pour les appuis une section rectangulaire. Le calcul est toujours en fissuration peu préjudiciable car l'élément à calculer est à l'intérieur du bâtiment.

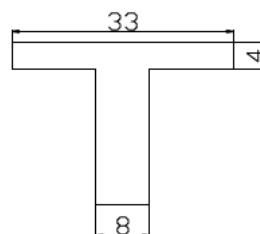


Figure 32: Poutrelle de section en Té.

Nous avons une section en Té qui se calcule différemment selon la position de l'axe neutre.

- Si la fibre neutre est dans la table, alors le calcul est mené comme une poutre rectangulaire de largeur b ;
- Si la fibre neutre est dans la retombée, le calcul est mené en poutre en Té ;

Le premier travail à réaliser sera donc de comparer le moment agissant à celui que peut reprendre la table de compression (le plancher) à elle seule.

Moment M_{tu} équilibré par la table seule :

$$M_{tu} = bh_0(d - h_0/2)f_{bu}$$

Avec :

$b = 33$ cm, largeur de la table de compression ;

$h_0 = 4$ cm, hauteur de la table de compression ;

$$f_{bu} = \frac{0.85f_{C28}}{\theta\gamma_b} = 14.17 \text{ MPa}$$

$d = h - c$, distance du barycentre des aciers tendus à la fibre extrême la plus comprimée ;

$h = 16$ cm hauteur totale de la poutre en Té ;

$c = 2$ cm, enrobage inférieure.

$$\text{Donc } M_{tu} = 33 \times 4 \times (14 - 4/2) \times 141.7 = 2245 \text{ daNm}$$

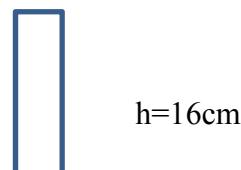
D'après le tableau de calcul des sollicitations $M_u < M_{tu}$. Le calcul se fait donc en poutre rectangulaire de hauteur h et de largeur b , le béton tendu étant négligé.

D'où la section de calcul :



$$b = 33$$

Figure 33: Section de calcul de la nervure en travée



$$b = 8$$

Figure 34: Section de calcul de la nervure aux appuis

Tableau 54 :Détermination des armatures longitudinales de la nervure.

	N	NK	K	HE	E
Moment (daNm)	92	418	305	357	244
μ_u	0,041	0,046	0,137	0,039	0,110
α	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Z	12,60	12,60	12,60	12,60	12,60
A_{st} (cm ²)	0,21	0,95	0,70	0,81	0,56
A_{st} réelle (cm ²)	1T6=0.28	1T12=1.13	1T10=0.79	1T12=1.13	1T10=0.79

- Calcul des cadres.**

Le calcul des cadres se fait à partir de l'organigramme défini en annexe.

Données de calcul.

$$b = 20 \text{ cm.}$$

$$h = 36 \text{ cm.}$$

$$f_e = 400 \text{ MPa.}$$

$$f_{C28} = 25 \text{ MPa.}$$

Vérification du béton.

La fissuration est peu préjudiciable (élément intérieur).

D'après les valeurs de l'effort tranchant déterminées avec la méthode forfaitaire, nous pouvons déterminer la valeur de τ_u .

$$\tau_u = \frac{V_u}{b_0 d}$$

Tableau 55 :Valeurs de τ_u .

	NK	KN	KH	HK
V_u (daN)	587	699	579	707
τ_u (daN/cm ²)	0,82	0,97	0,80	0,98

La condition à respecter est $\tau_u \leq \begin{cases} \frac{0.2f_{C28}}{\gamma_b} = \frac{0.2 \times 25}{1.5} = 3.33 \text{ MPa} \\ 5 \text{ MPa} \end{cases}$

Pour tous les τ_u , la condition est respectée, donc on met en place des armatures droites.

Non entrainement des aciers longitudinaux.

$$\tau_{se} = \frac{V_u}{0.9d u_i} \frac{A_{si}}{A_s} = \frac{699 \times 1.54}{0.9 \times 14 \times 4.40 \times 1.54} = 12.6 \text{ daN/cm}^2 < 30 \text{ daN/cm}^2$$

Avec :

$\tau_{se} \leq 3 \text{ MPa}$ pour les HA.

A_{si} : section d'une barre ou d'un paquet de barre ;

u_i : périmètre d'une barre ou d'un paquet de barre ;

A_s : section totale des armatures tendues.

Calcul des aciers transversaux.

Soit A_t section d'un cours d'armature d'âme de diamètre Φ_t ;

On doit choisir Φ_t tel que :

$$\phi_t \leq \min\left(\frac{h}{35}, \phi_t, \frac{b_0}{10}\right) = \min(0.45; 1.4; 0.8) = 0.45 \text{ cm}$$

Φ_t : diamètre des armatures longitudinales ;

h : hauteur totale de la poutre ;

b_0 : largeur de la poutre.

La justification des armatures s'exprime par la relation :

$$\frac{A_t}{b_0 s_t} \geq \frac{\gamma_s (\tau_u - 0.3 f_{t28} k)}{0.9 f_e}$$

f_{t28} : résistance caractéristique à la traction à 28 jours ;

τ_u : contrainte tangente ;

$k=1$: si $\tau_u > 0.3 f_{t28}$

$k=0$: si $\tau_u < 0.3 f_{t28}$

s_t : espacement des cours successifs d'armatures transversales ;

$$s_t \leq \min(0.9d; 40 \text{ cm}) = \min(12.6; 40) = 40 \text{ cm}$$

$$s_{t\max} = 40 \text{ cm}$$

$$\frac{A_t}{b_0 s_t} \leq \frac{0.4}{f_e}$$

Choix de cadre $\Phi 6$: $A_t = 2T6 = 0.56 \text{ cm}^2$.

Tableau 56 :Espacement minimale des cours successifs d'armatures (cadre $\Phi 6$).

τ_u (daN/cm ²))	0,82	0,97	0,80	0,98
$s_t \leq \frac{0.9f_e A_t}{b_0 \gamma_s (\tau_u - 0.3f_{t28} k)} \text{ (cm)}$	108	90	109	89
$s_t \leq \frac{A_t f_e}{0.4b_0} \text{ (cm)}$	28	28	28	28

Choix de cadre $\Phi 8$: $A_t = 2T8 = \text{cm}^2$.

Tableau 57 :Espacement minimale des cours successifs d'armatures (cadre $\Phi 8$).

τ_u (daN/cm ²))	0,82	0,97	0,80	0,98
$s_t \leq \frac{0.9f_e A_t}{b_0 \gamma_s (\tau_u - 0.3f_{t28} k)} \text{ (cm)}$	192	161	195	159
$s_t \leq \frac{A_t f_e}{0.4b_0} \text{ (cm)}$	50	50	50	50

Les espacements des cadres sont limités à 40 cm, il est donc préférable et plus économique de mettre en place des cadre T8.

Dans le cas de chargement linéaire et pour des poutres de sections constantes, la répartition des cadres se fait suivant la série de Caquot. L'effort tranchant diminuant vers le milieu de la poutre, les espacements des cadres sont choisis parmi les valeurs suivantes en cm en allant du des plus faibles vers les plus fortes :

7,8,9,10,11,13,16,20,25,35,40.

Le nombre d'écartements identiques est pris égal à la demi-portée de la poutre, le premier cadre étant placé à $s_t/2$ du nu de l'appui.

La portée est de 3.80 m $\leftrightarrow 3.80/2 = 1.9 \leftrightarrow$ aucun espacement n'est identique à un autre, sauf la plus grande.

Tableau 58 :Espacement des cadres T6.

Vu (daN)	707
$\tau_{u.}$ (daN/cm ²)	0.98
s_{t_0} (cm)	40
Espacement mise en place en partant des appuis (cm)	20,25,35,40
Détail	$380-2x(20+25+35+40) =140$ $140/40=3.5$
Espacement mis en place (cm)	20,25,35,40, 40,30,30, 40,40,35,25,20

Pour les autres valeurs de l'effort tranchant, nous avons les mêmes répartitions de cadres T6 car les espacements maximaux sont les mêmes.

Plan de ferraillage : voir annexe

4. Poutres.

4.1. Poutre transversale.

4.1.1. Définition et hypothèses.

Les poutres sont des solides à ligne moyenne droite à section rectangulaire, en T, ou en I. Elles sont souvent posées ou semi-encastées horizontalement avec les poteaux ou murs. Les effets des moments fléchissant et des efforts tranchants dans les poutres sont grands vis-à-vis des efforts normaux. Par conséquent, elles sont supposées soumises à la flexion simple.

4.1.2. Calcul des poutres.

Nous nous référerons aux résultats des courbes enveloppes pour les valeurs des sollicitations et le calcul des armatures est effectué suivant les règles BAEL91 modifiées 99. Nous allons étudier la poutre transversale File B- Premier étage-Grande

salle.

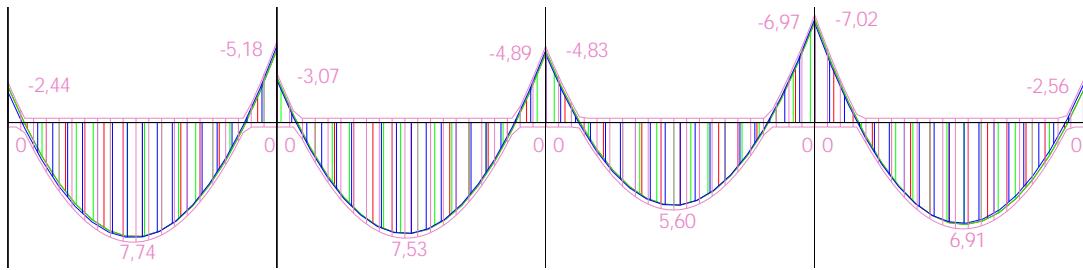


Figure 35: Courbe enveloppe du moment fléchissant à l'ELU (Poutre File B – Etage 1 – Grande salle)

4.1.3. Armatures longitudinales.

Avant de calculer la section d'armature, il faut redimensionner la poutre en fonction du moment fléchissant maximal obtenu dans la courbe enveloppe. Il faut procéder conformément à l'organigramme de calcul défini en annexe relatif à la flexion simple.

Le nouveau prédimensionnement donne une section $b=20$ cm et $h=40$ cm.

La courbe enveloppe change alors d'allure.

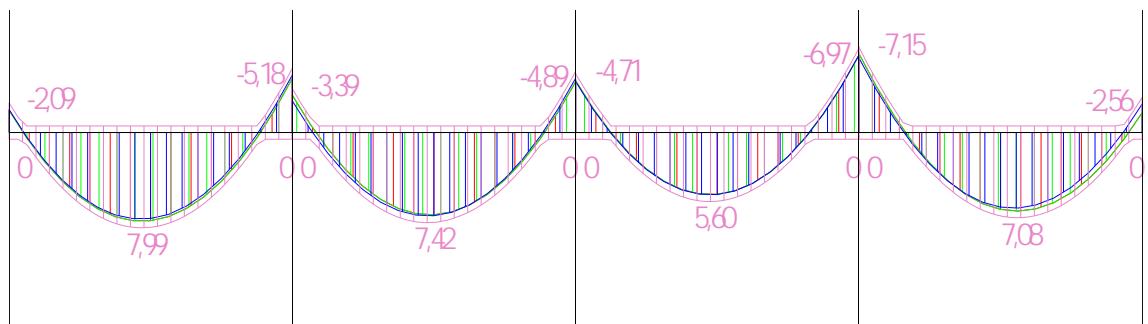


Figure 36: Courbe enveloppe après prédimensionnement.

a) En travée.

La condition de non fragilité permet d'avoir :

$$\frac{A_{\min}}{b_0 d} = \frac{0.23 f_{t28}}{f_e} \Leftrightarrow A_{\min} = \frac{0.23 * 2.1 * 20 * 38}{400} \mathbf{0.92 \text{cm}^2.}$$

La règle du millième :

$$A_{\min} = \frac{bh}{1000} = \frac{20 * 40}{1000} = 0.80 \text{ cm}^2.$$

Voici les résultats :

Tableau 59 :Détermination des armatures longitudinales en travée de la poutre continue.

Travée	NK	KH	HE	EB
M_u (daNm)	7990	7420	5600	7080
μ_u	0,195	0,181	0,137	0,173
α	0,274	0,250	0,250	0,250
z	33,83	34,20	34,20	34,20
$A_{st}(\text{cm}^2)$	6,79	6,24	4,71	5,95
A réel (cm^2)	4T16=8.04	4T16=8.04	4T14=6.16	4T14=6.16

b) Aux appuis.

Tableau 60 :Détermination des armatures longitudinales aux appuis de la poutre continue.

Travée	N	K	H	E	B
M_u (daNm)	2090	5180	4890	7150	2560
μ_u	0,051	0,127	0,120	0,175	0,063
α	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
z	34,20	34,20	34,20	34,20	34,20
$A_{st}(\text{cm}^2)$	1,76	4,35	4,11	6,01	2,15
A réel (cm^2)	2T12=2.26	4T12=4.52	4T12=4.52	4T14=6.16	2T12=2.26

4.1.4. Calcul des cadres.

Le calcul des cadres se fait à partir de l'organigramme défini en annexe.

a) Données de calcul.

$b = 20 \text{ cm.}$

$h = 36 \text{ cm.}$

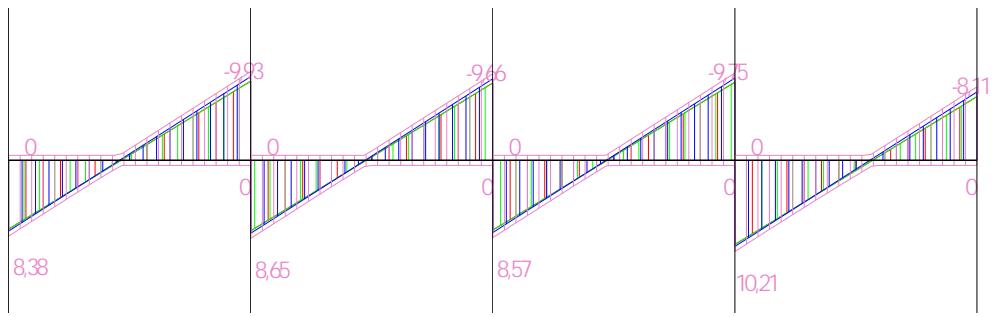
$f_e = 400 \text{ MPa.}$

$f_{C28} = 25 \text{ MPa.}$

b) Vérification du béton.

La fissuration est peu préjudiciable (élément intérieur).

D'après la courbe enveloppe des efforts tranchants à l'ELU, nous pouvons déterminer la valeur de τ_u .



$$\tau_u = \frac{V_u}{b_0 d}$$

Figure 37: Efforts tranchants à l'ELU (File B- Premier étage -Grande salle).

Tableau 61 : Valeurs de τ_u .

	NK	KN	KH	HK	HE	EH	EB	BE
V _u (daN)	8384	9929	8652	9661	8567	9746	10205	8108
τ_u (daN/cm ²)	11,64	13,79	12,02	13,42	11,90	13,54	14,17	11,26

La condition à respecter est $\tau_u \leq \begin{cases} \frac{0.2f_{C28}}{\gamma_b} = \frac{0.2 \times 25}{1.5} = 3.33 \text{ MPa} \\ 5 \text{ MPa} \end{cases}$

Pour tous les τ_u , la condition est respectée, donc on met en place des armatures droites.

c) Non entraînement des aciers longitudinaux.

$$\tau_{se} = \frac{V_u}{0.9du_i} \frac{A_{si}}{A_s} = \frac{10205 \times 1.54}{0.9 \times 34 \times 4.40 \times 1.01} = 5.90 \text{ daN/cm}^2$$

Avec :

$\tau_{se} \leq 3 \text{ MPa}$ pour les HA.

A_{si} : section d'une barre ou d'un paquet de barre ;

u_i : périmètre d'une barre ou d'un paquet de barre ;

A_s : section totale des armatures tendues.

d) Calcul des aciers transversaux.

Soit A_t section d'un cours d'armature d'âme de diamètre Φ_t ;

On doit choisir Φ_t tel que :

$$\phi_t \leq \min\left(\frac{h}{35}, \phi_t, \frac{b_0}{10}\right) = \min(1.03; 0.8; 2) = 0.8 \text{ cm}$$

Φ_t : diamètre des armatures longitudinales ;

h : hauteur totale de la poutre ;

b_0 : largeur de la poutre.

La justification des armatures s'exprime par la relation :

$$\frac{A_t}{b_0 s_t} \geq \frac{\gamma_s (\tau_u - 0.3 f_{t28} k)}{0.9 f_e}$$

f_{t28} : résistance caractéristique à la traction à 28 jours ;

τ_u : contrainte tangente ;

$k=1$: si $\tau_u > 0.3 f_{t28}$

$k=0$: si $\tau_u < 0.3 f_{t28}$

s_t : espacement des cours successifs d'armatures transversales ;

$$s_t \leq \min(0.9d; 40 \text{ cm}) = \min(30.6; 40) = 30.6 \text{ cm}$$

$$s_{t \max} = 30 \text{ cm}$$

$$\frac{A_t}{b_0 s_t} \leq \frac{0.4}{f_e}$$

Choix de cadre $\Phi 6$: $A_t = 2T6 = 0.56 \text{ cm}^2$.

Tableau 62 : Espacement minimale des cours successifs d'armatures (cadre $\Phi 6$).

τ_u (daN/cm ²)	11,6 4	13,7 9	12,0 2	13,4 2	11,9 0	13,5 4	14,1 7	11,2 6
$s_t \leq \frac{0.9 f_e A_t}{b_0 \gamma_s (\tau_u - 0.3 f_{t28} k)} \text{ (cm)}$	8	6	7	7	7	6	6	8
$s_t \leq \frac{A_t f_e}{0.4 b_0} \text{ (cm)}$	28	28	28	28	28	28	28	28

Choix de cadre $\Phi 8$: $A_t = 2T8 = \text{cm}^2$.

Tableau 63 :Espacement minimale des cours successifs d'armatures (cadre Φ8).

$\tau_{u.}$ (daN/cm ²)	11,6 4	13,7 9	12,0 2	13,4 2	11,9 0	13,5 4	14,1 7	11,2 6
$s_t \leq \frac{0.9 f_e A_t}{b_0 \gamma_s (\tau_u - 0.3 f_{t28} k)} (cm)$	13	11	13	12	13	12	11	14
$s_t \leq \frac{A_t f_e}{0.4 b_0} (cm)$	50	50	50	50	50	50	50	50

Les espacements des cadres sont limités à 30 cm, il est donc préférable et plus économique de mettre en place des cadre T8.

Dans le cas de chargement linéaire et pour des poutres de sections constantes, la répartition des cadres se fait suivant la série de Caquot. L'effort tranchant diminuant vers le milieu de la poutre, les espacements des cadres sont choisis parmi les valeurs suivantes en cm en allant du des plus faibles vers les plus fortes : **7,8,9,10,11,13,16,20,25,35,40.**

Le nombre d'écartements identiques est pris égal à la demi-portée de la poutre, le premier cadre étant placé à $s_t/2$ du nu de l'appui.

La portée est de 3.80 m $\leftrightarrow 3.80/2 = 1.90 \leftrightarrow$ pas de répétition d'espacement.

Tableau 64 :Espacement des cadres T6.

Vu (daN)	10205
$\tau_{u.}$ (daN/cm ²)	14.17
s_{t_0} (cm)	11
Espacement mise en place en partant des appuis (cm)	5,7,8,9,10,11,13,16,20,25
Détail	$380 - 2 \times (5+7+8+9+10+11+13+16+20+25) = 132$ $132/30=4.4$
Espacement mis en place (cm)	5,7,8,9,10,11,13,16,20,25,30,30,12,30,30,25,20,16,13,11,10,9,8,7,5

Pour les autres valeurs de l'effort tranchant, nous avons à peu près les mêmes répartitions de cadres T8 car les espacements maximaux sont les mêmes.

Plan de ferraillage : voir annexe

e) Vérification de la déformabilité des poutres.

Vérifions d'abord les conditions qui peuvent dispenser du calcul de la flèche :

$$\frac{h}{l} \geq \frac{1}{16}; \frac{h}{l} \geq \frac{M_t}{10M_0}; \frac{4.2}{f_e} \geq \frac{A}{b_0 d}$$

Où :

- h : hauteur de la poutre ;
- M_t : moment maximale en travée ;
- M₀ : moment dans la travée isostatique ;
- A : armatures tendues

Tableau 65 :Données de calcul relatives à la condition de vérification de déformabilité.

Travée	l (m)	A (cm ²)	M _t (daNm)	M ₀ (daNm)	$\frac{M_t}{10M_0}$	$\frac{4.2bd}{f_e}$	$\frac{l}{16}$ (m)	$\frac{h}{l}$
NK	3,80	8,04	7990,00	7815,65	0,102	8.40	0,06	0,105
KH	3,80	8,04	7420,00	7813,85	0,095	8.40	0,06	0,105
HE	3,80	6,16	5600,00	7813,85	0,072	8.40	0,06	0,105
EB	3,80	6,16	7080,00	7813,85	0,091	8.40	0,06	0,105

Pour les 4 travées, les 3 conditions sont vérifiées. La déformation des poutres n'est pas à craindre.

4.2. Poutre longitudinale.

4.2.1. Poutre à étudier.

Nous allons étudier la poutre longitudinale du 1^{er} étage, file 13, une poutre à 5 travées de 4 m chacune.

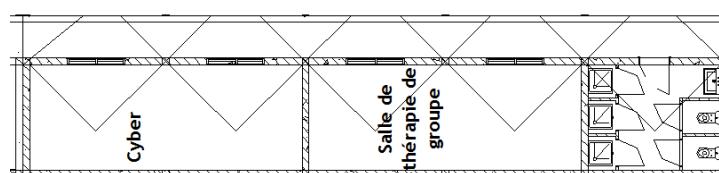


Figure 38: Poutre longitudinale étudiée.

La poutre étudiée supporte les parties triangulaires et trapézoïdales.

4.2.2. Valeur des sollicitations.

Le calcul est mené à l'ELU car l'élément se trouve à l'intérieur du bâtiment.

a) -Charges supportées par la poutre.

- Charges permanentes :

Mur de remplissage : 1900 daN/m³ - (e = 0.2 m ,h = 2.64 m, l=1 m)

$$G_m = ehl\gamma = 0.2 \times 2.64 \times 1 \times 1900 = 1003.2 \text{ daN / ml}$$

Poids propre de la dalle pleine : 334 daN/m²

(Répartition trapézoïdale avec l_x = 1.2 et l_y = 3.8)

$$G_1 = \frac{pl_x}{2} \left(1 - \frac{1}{3} \left(\frac{l_x}{l_y} \right)^2 \right) = \frac{334 \times 1.2}{2} \left(1 - \frac{1}{3} \left(\frac{1.2}{3.2} \right)^2 \right) = 191 \text{ daN / ml}$$

Au niveau de la salle d'eau (Répartition triangulaire).

$$G_e = 0.667 \frac{pl_x}{2} = 0.667 \times \frac{334 \times 1.6}{2} = 178.22 \text{ daN / ml}$$

Poids propres du plancher à corps creux : 314 daN/m².

(Répartition triangulaire avec l_x = 1.6).

$$G_2 = 0.667 \frac{pl_x}{2} = 0.667 \times \frac{314 \times 1.6}{2} = 167.5 \text{ daN / ml}$$

- Surcharges d'exploitation :

Couloir (Trapézoïdale) : 400 daN/m²

$$Q_1 = \frac{pl_x}{2} \left(1 - \frac{1}{3} \left(\frac{l_x}{l_y} \right)^2 \right) = \frac{400 \times 1.2}{2} \left(1 - \frac{1}{3} \left(\frac{1.2}{3.2} \right)^2 \right) = 228.76 \text{ daN / ml}$$

Cyber et salle de thérapie de groupe (Triangulaire) : 250 daN/m²

$$Q_2 = 0.667 \frac{pl_x}{2} = 0.667 \times \frac{250 \times 1.6}{2} = 133.4 \text{ daN / ml}$$

Salle d'eau (Triangulaire) : 200 daN/m².

$$Q_3 = 0.667 \frac{pl_x}{2} = 0.667 \times \frac{200 \times 1.6}{2} = 106.72 \text{ daN / ml}$$

Tableau 66 :Détermination de la charge à l'ELU.

Travée	Charge (daN/ml)
1	$1.35(G_1+G_2+G_m)+1.5(Q_1+Q_2) = 1.35 \times 1362 + 1.5 \times 362.16 = 2382$
2	$1.35(G_1+G_2+G_m)+1.5(Q_1+Q_2) = 1.35 \times 1362 + 1.5 \times 362.16 = 2382$
3	$1.35(G_1+G_2+G_m)+1.5(Q_1+Q_2) = 1.35 \times 1362 + 1.5 \times 362.16 = 2382$
4	$1.35(G_1+G_2+G_m)+1.5(Q_1+Q_2) = 1.35 \times 1362 + 1.5 \times 362.16 = 2382$
5	$1.35(G_1+G_m+G_e)+1.5(Q_1+Q_3) = 1.35 \times 1372 + 1.5 \times 336 = 2356$

b) Détermination des sollicitations.

On peut appliquer ici la méthode forfaitaire car les charges d'exploitations sont inférieures à deux fois les charges permanentes

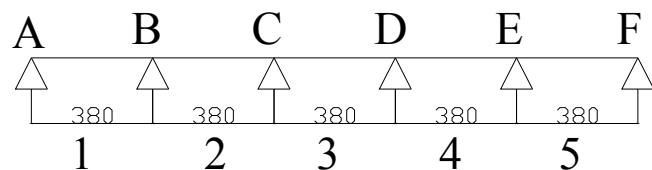


Figure 39: Modélisation de la poutre longitudinale

Tableau 67 :Détermination des sollicitations au niveau de la poutre longitudinale

Portée l (m)	3,80			3,80			3,80			3,80			3,80		
Taux de charge (ELU)	2381,94			2381,94			2381,94			2381,94			2356,20		
Moment M_0 de la travée indépendante isostatique (daNm)	4299			4299			4299			4299			4253		
Moment sur appuis M_w (ouest) et M_e (est) sur chaque travée (daNm)	645		2150	2150		1720	1720		1720	1720		2150	2126		638
Moment en travée M_t (daN)	1401			1939			1724			1939			1386		
Moment retenus (valeurs absolues maximales) (daN)	645	2715	2150		2285	1720		2285	1720		2285	2150		2252	
Effort tranchant V_0 de la travée indépendante (daN)	-4526		4526	-4526		4526	-4526		4526	-4526		4526	-4477		4477
Effort tranchant V_{max} (daN)	-4130		4922	-4073		4978	-4073		4978	-3960		5091	-4309		4645

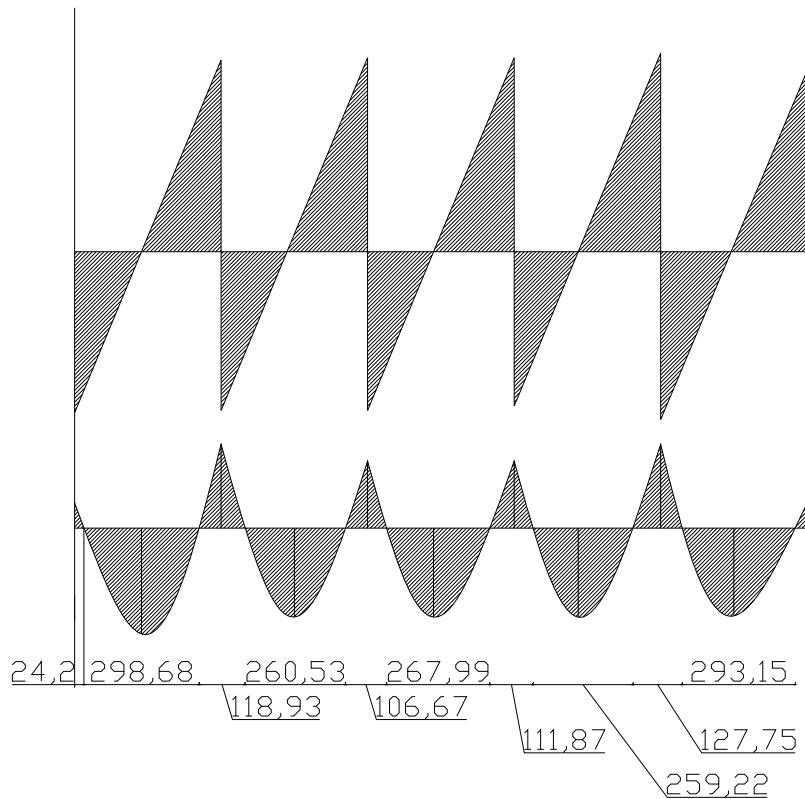


Figure 40: Diagramme des sollicitations avec indication des arrêts des barres.

4.2.3. Détermination des armatures.

a) Armatures longitudinales.

Nous utilisons toujours l'organigramme de calcul relatif à la flexion simple présenté en annexe.

Données de calcul :

$$b = 20 \text{ cm}$$

$$h = 36 \text{ cm}$$

D'où les résultats :

Tableau 68 : Détermination des armatures longitudinales en travées.

Travée	1	2-3-4	5
M_u (daNm)	2715	2285	2252
μ_u	0,066	0,056	0,055
α	0,250	0,250	0,250
z	30,60	30,60	30,60
$A_{st}(\text{cm}^2)$	2,55	2,15	2,12
A réel (cm^2)	2T14=3,08	2T12=2,26	2T12=2,26

Tableau 69 :Détermination des poutres longitudinales aux appuis.

Appui	A	B-E	C-D	F
M_u (daNm)	645	2150	1720	638
μ_u	0,016	0,053	0,042	0,016
α	0,250	0,250	0,250	0,250
z	30,60	30,60	30,60	30,60
$A_{st}(\text{cm}^2)$	0,61	2,02	1,62	0,60
A réel (cm^2)	2T8=1,01	2T12=2,26	2T12=2,26	2T8=1,01

b) Armatures transversales.

Le calcul des cadres se fait à partir de l'organigramme défini en annexe.

Données de calcul.

$b = 20 \text{ cm.}$

$h = 36 \text{ cm.}$

$f_e = 400 \text{ MPa.}$

$f_{C28} = 25 \text{ MPa.}$

Vérification du béton.

La fissuration est peu préjudiciable (élément intérieur).

D'après le diagramme des efforts tranchant, à l'ELU

$$\tau_u = \frac{V_u}{b_0 d}$$

Tableau 70 :Valeurs de τ_u .

	AB	BA	BC=CD	CB=DC	DE	ED	EF	FE
V_u (daN)	4130	4922	4073	4978	3960	5091	4309	4645
τ_u (daN/cm^2)	5,74	6,84	5,66	6,91	5,50	7,07	5,98	6,45

La condition à respecter est $\tau_u \leq \begin{cases} \frac{0.2f_{C28}}{\gamma_b} = \frac{0.2 \times 25}{1.5} = 3.33 \text{ MPa} \\ 5 \text{ MPa} \end{cases}$

Pour tous les τ_u , la condition est respectée, donc on met en place des armatures droites.

Non entrainement des aciers longitudinaux.

$$\tau_{se} = \frac{V_u}{0.9du_i} \frac{A_{si}}{A_s} = \frac{5091 \times 1.54}{0.9 \times 34 \times 4.40 \times 3.08} = 18.90 \text{ daN/cm}^2$$

Avec :

$\tau_{se} \leq 3 \text{ Mpa}$ pour les HA.

A_{si} : section d'une barre ou d'un paquet de barre ;

u_i : périmètre d'une barre ou d'un paquet de barre ;

A_s : section totale des armatures tendues.

Calcul des aciers transversaux.

Soit A_t section d'un cours d'armature d'âme de diamètre Φ_t ;

On doit choisir Φ_t tel que :

$$\phi_t \leq \min\left(\frac{h}{35}, \phi_t, \frac{b_0}{10}\right) = \min(1.03; 0.8; 2) = 0.8 \text{ cm}$$

Même raisonnement qu'avec la poutre transversale.

Choix de cadre $\Phi 6$: $A_t = 2T6 = 0.56 \text{ cm}^2$.

Tableau 71 : Espacement minimale des cours successifs d'armatures (cadre $\Phi 6$).

τ_u (daN/cm ²)	5,74	6,84	5,66	6,91	5,50	7,07	5,98	6,45
$s_t \leq \frac{0.9f_e A_t}{b_0 \gamma_s (\tau_u - 0.3f_{t28} k)} (cm)$	15	13	15	13	16	12	15	14
$s_t \leq \frac{A_t f_e}{0.4b_0} (cm)$	28	28	28	28	28	28	28	28

Choix de cadre $\Phi 8$: $A_t = 2T8 = \text{cm}^2$.

Tableau 72 : Espacement minimale des cours successifs d'armatures (cadre $\Phi 8$).

τ_u (daN/cm ²)	5,74	6,84	5,66	6,91	5,50	7,07	5,98	6,45
$s_t \leq \frac{0.9f_e A_t}{b_0 \gamma_s (\tau_u - 0.3f_{t28} k)} (cm)$	27	23	28	23	28	22	26	24
$s_t \leq \frac{A_t f_e}{0.4b_0} (cm)$	50	50	50	50	50	50	50	50

Les espacements des cadres sont limités à 30 cm, il est donc préférable et plus économique de mettre en place des cadre T8.

Tableau 73 :Espacement des cadres T8.

Vu (daN)	5091
τ_u (daN/cm ²))	7.07
s_{t_0} (cm)	12
Espacement mise en place en partant des appuis (cm)	6,7,8,9,10,11,13,16,20,25
Détail	$380-2x(6+7+8+9+10+11+13+16+20+25) = 130$ $130/30=4.33$
Espacement mis en place (cm)	6,7,8,9,10,11,13,16,20,25,30,30,10,30,30,25,20,16,13,11,10,9,8,7,5

Pour les autres valeurs de l'effort tranchant, nous avons à peu près les mêmes répartitions de cadres T6 car les espacements maximaux sont les mêmes.

Plan de ferraillage : voir annexe

c) Vérification de la déformabilité des poutres.

Mêmes vérifications qu'avec la poutre transversale.

Tableau 74 :Données de calcul relatives à la condition de vérification de déformabilité.

Travée	l (m)	A (cm ²)	M _t (daNm)	M ₀ (daNm)	$\frac{M_t}{10 M_0}$	$\frac{4 \cdot 2 b d}{f_e}$	$\frac{l}{16}$ (m)	$\frac{h}{l}$
1	3,80	3,08	2715,00	4299,40	0,063	7,14	0,06	0,095
2	3,80	2,26	2285,00	4299,40	0,053	7,14	0,06	0,095
3	3,80	2,26	2285,00	4299,40	0,053	7,14	0,06	0,095
4	3,80	2,26	2285,00	4299,40	0,053	7,14	0,06	0,095
5	3,80	2,26	2252,00	4252,94	0,053	7,14	0,06	0,095

Pour les 5 travées, les 3 conditions sont vérifiées. La déformation des poutres n'est pas à craindre.

5. Poteaux.

5.1. Généralité.

Les poteaux en béton armé sont destinés à supporter des charges concentrées verticales, permanentes et d'exploitation. Ces charges sont transmises en général par les appuis des poutres en tête de poteau.

Ils ont pour rôle de :

- constituer les éléments porteurs de systèmes plancher poutre par point d'appui isolé ;
- supporter les charges verticales ;
- participer à la stabilité transversale par le système poteau- poutre pour combattre les efforts horizontaux ;
- servir de chaînages horizontaux

D'après la descente de charge, nous avons trouvé que le poteau F11 est le plus chargé. Donc nous allons chercher les armatures convenables à ce poteau en considérant les hypothèses suivantes.

5.2. Hypothèse de calcul.

On admet que la fissuration est peu préjudiciable car le poteau étudié se trouve à l'intérieur du bâtiment.

En cas de fissuration peu préjudiciable, l'état limite déterminant pour le calcul des armatures est l'ELU.

Selon Jean PERCHAT et Jean ROUX dans la pratique du BAEL 91, les combinaisons à considérer dans le cas de bâtiment en phase d'exploitation sont à l'ELU :

$$1,35 G_{\max} + 1,5 Q_1 + 1,3 * 0.77 W$$

Avec :

$G_{\max} = G$: charge permanente ;

$Q_1 = P$: surcharge d'exploitation ;

W : effet du vent ;

En remplaçant les paramètres et en simplifiant les valeurs, on a donc :

$$\text{ELU} : 1,35 G + 1,5 P + W$$

Le béton utilisé a une résistance caractéristique à la compression à 28 jours d'âge de :

$$f_{c28} = 25 \text{ MPa} ;$$

Les aciers sont en HA de nuance Fe E 400.

5.3. Prédimensionnement.

Le prédimensionnement se base sur l'article B.8.4.1 du BAEL 91.

$$N_{u\lim} = \alpha \left(\frac{B_r f_{c28}}{0.9 \gamma_b} + A \frac{f_e}{\gamma_s} \right)$$

On essaie de faire travailler au mieux les aciers, ce qui est obtenu pour une valeur élancement λ égale à 35 ($\alpha = 0.85$). On fixe également un ratio d'acier $A = 0.01 B_r$.

Alors :

$$B_r \geq \frac{N_u}{\alpha} \left(\frac{f_{c28}}{0.9 \gamma_b} + 0.01 \frac{f_e}{\gamma_s} \right)^{-1}$$

L'une des dimensions du poteau peut être fournie par la largeur de la poutre supportée.

N_u : effort normal ultime ;

Nous prendrons ici le cas le plus défavorable, celui du poteau le plus chargé qui est le poteau F11.

Tableau 75 : Valeurs des sollicitations du poteau F11 à chaque niveau.

Niveau	Section (m^2)	N_{ser} (daN)	N_u (daN)
N1	0.04	5680,80	7954,08
N2		17655,62	24571,45
N3		32002,16	44462,98
N4		47184,43	65439,85
N5		65273,85	90272,79

$$N_u = 90272,79 \text{ daN}$$

$f_{c28} = 25 \text{ MPa}$: résistance caractéristique du béton en compression à 28 jours d'âge ;

$\gamma_b = 1,5$: combinaison fondamental.

$\text{Fe} = 400 \text{ MPa}$;

$\gamma_s = 1,15$: combinaison fondamental.

$$B_r \geq 579.38 \text{ cm}$$

Pour $b = 20 \text{ cm}$, $h = 35 \text{ cm}$

5.4. Section d'armature.

Outre l'effort de compression, le poteau est soumis également au moment fléchissant par rapport au centre de gravité en tête du poteau ; le poteau sera donc dimensionné en flexion composée. L'organigramme de calcul est présenté en annexe.

5.4.1. Sollicitations.

Les sollicitations agissantes sur le poteau F11 résultent de la descente des charges et de l'étude de portique avec la méthode de CROSS.

Effort normal :

A l'ELS : $N_{ser} = 65273,85 \text{ daN}$

A l'ELU : $N_u = 90272,79 \text{ daN}$

Moment fléchissant :

A l'ELS : $M_{ser} = 600 \text{ daNm}$

A l'ELU : $M_u = 840 \text{ daNm}$

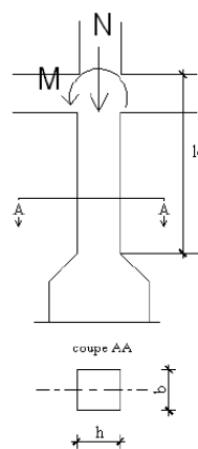


Figure 41: Sollicitations au niveau du poteau.

5.4.2. A l'état limite ultime.

Excentricité additionnelle.

Elle traduit les imperfections géométriques initiales.

$$e_a = \max\left(2cm, \frac{l_0}{250}\right) = \max\left(2, \frac{300}{250}\right) = 2cm$$

Excentricité du premier ordre.

$$e_1 = \frac{M_u}{N_u} + e_a = \frac{840}{90272} + 2 = 2.93 \text{ cm}$$

Longueur de flambement.

Le poteau est encastré dans le massif de fondation, alors la longueur de flambement est $l_f = 0.7l_0 = 0.7 \times 3 = 2.1 \text{ m}$

Type de calcul.

$$\frac{l_f}{h} = \frac{210}{35} = 6 < \max\left(15, 20 \frac{e_1}{h}\right) = 15$$

La vérification à l'état limite ultime de stabilité de forme n'est pas nécessaire.

On tient compte, de façon forfitaire, de l'excentricité du second ordre.

Excentricité du second ordre.

Elle est liée à la déformation de la structure.

$$e_2 = \frac{3l_f^2}{10000h} (2 + \alpha\phi)$$

α : rapport du moment de premier ordre dû aux charges permanentes et quasi permanentes, au moment total du premier ordre.

$$\alpha = 10 \left(1 - \frac{M_u}{1.5M_{ser}}\right) = 10 \left(1 - \frac{840}{1.5 \times 600}\right) = 0.67$$

Φ : rapport de déformation finale pris égal à 2

$$e_2 = \frac{3 \times 210^2}{10000 \times 35} (2 + 0.67 \times 2) = 1.26 \text{ cm}$$

D'où l'excentricité de calcul $e = e_A + e_1 + e_2 = 2 + 2.93 + 1.26 = 6.19 \text{ cm}$

Avant de continuer les calculs, il est indispensable de connaître l'état de la section : partiellement ou entièrement comprimée.

L'organigramme de l'annexe montre les différentes étapes à suivre.

$$\psi_1 = \frac{N_u}{bhf_{bc}} = \frac{90272}{20 \times 35 \times 141.7} = 0.91 > 0.81$$

$$\xi = \frac{e}{h} = \frac{6.19}{35} = 0.18$$

$$X = 1.32(0.4 - (0.4 - \xi))\psi_1 = 1.32(0.4 - (0.4 - 0.18))0.91 = 0.22 > 0.19$$

La section est donc partiellement comprimée.

Moment de flexion fictif.

$$Mu_{fictif} = Nu \left(e + d - \frac{h}{2} \right) = 90272 \left(0.06 + 0.33 - \frac{0.35}{2} \right) = 19408 daNm$$

On calcul les armatures de la section étudiée à une flexion simple de moment $M_{ufictif}$.

On obtient :

- Le cas échéant une section d'aciérs comprimées A'_s ;

$$As'_{fictif} = \frac{Mu_{fictif} - 0.391bd^2f_{bc}}{348(d-d')} = \frac{19408 - 0.391 \times 20 \times 33^2 \times 141.7 / 100}{3480(33-2)} = 0.07 \text{ cm}^2$$

- Une section d'aciérs tendus fictif.

$$As_{fictif} = As'_{fictif} + \frac{bdf_{bc}}{651} = 0.07 + \frac{20 \times 33 \times 141.7}{6510} = 14.36 \text{ cm}^2$$

Section d'acier comprimé.

La section réelle de l'acier comprimé est celle trouvée ci-dessus :

$$As' = As'_{fictif}$$

$$\mathbf{As' = 0.07 \text{ cm}^2}$$

Section d'acier tendu.

$$\text{La section d'acier tendu vaut : } A_s = A_{sfictif} - \frac{N_u}{\sigma_{su}} = 14.36 - \frac{90272}{3480} = -11.58 \text{ cm}^2$$

Cette dernière est négative, on prend alors comme section As la section minimale imposée par la règle du millième et la condition de non fragilité.

$$A_{\min} \leq A \leq A_{\max}$$

$$A_{\min} = \max \left(\frac{bh}{1000}; 0.23bd \frac{f_t 28}{f_e}, 4u \right)$$

$$A_{\min} = \max \left(\frac{0.2 \times 20 \times 35}{100}; 4 \times 2 \times (0.20 + 0.35) \right)$$

$$A_{\min} = \max \left(\frac{20 \times 35}{1000}; 0.23 \times 20 \times 35 \frac{2.1}{400}, 4 \times 2 \times (0.20 + 0.35) \right) = 3.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{\max} = \frac{5B}{100} = \frac{5 \times 20 \times 35}{100} = 35 \text{ cm}^2$$

On prend comme section d'armature comprimée **2T16 = 4.02 cm²**

5.4.3. Armature transversale

a) Choix du diamètre

Elles se déterminent par des règles forfaitaires

$$\phi_t \geq \frac{\phi_l}{3}, \text{ en pratique}$$

ϕ_l : diamètre des aciers longitudinaux

ϕ_t : diamètre des aciers transversaux

Dans notre cas, on a : $\phi_l = 16\text{mm}$

D'où, $\phi_t = 6\text{ mm}$

b) Espacement des armatures transversales.

- Zone courante :

$$s_t = \min \begin{cases} 15\phi_l = 15 \times 1.2 = 18\text{cm} \\ 40\text{cm} \\ b + 10\text{cm} = 20 + 10 = 30\text{cm} \end{cases} = 18\text{cm}$$

- Zone de recouvrement :

La longueur de recouvrement des filants verticaux doit être au moins égale à :

$$l_r \geq 0,6l_d, \text{ avec } l_d = 40\phi, \text{ soit } l_r \geq 24\phi$$

l_d : longueur de scellement droit, égal à 40fois le diamètre pour aciers de nuance HA. FeE400.

$$l_r \geq 24 \times 1.2 = 28.8\text{cm}, \text{ soit } l_r = 30\text{cm}$$

Trois cadres doivent être disposées sur la longueur de recouvrement, soit un espace : $s_t = \frac{l_r}{3} = \frac{30}{3} = 10\text{cm}$

5.4.4. Récapitulation.

Section du poteau : **20 x 35 = 700 cm²** ;

Armatures mises en place : **4T16 = 4.52 cm²** ;

Armature transversale : **T6** ;

Espacement dans les zones courantes : **18 cm** ;

Espacement dans les zones de recouvrement : **10 cm**.

6. Escalier.

L'escalier constitue l'élément de la construction permettant la circulation verticale des personnes dans ces bâtiments. Il relie ainsi les différents niveaux de la construction.

Dans notre cas nous avons 2 types d'escaliers.

- escalier à deux volées au niveau du bâtiment R+4.
- escaliers à une seule volée pour le gymnase et la grande salle.

Pour l'escalier à deux volées, les dimensionnements sont fixées comme suit :

- o hauteur à franchir $H = 3.00 \text{ m}$;
- o emmarchement $E = 1.20 \text{ m}$;
- o Hauteur de marche $h = 17.65 \text{ cm}$
(Selon le dimensionnement avec REVIT Architecture) ;
- o Nombre de contremarche $n = \frac{H}{h}, n = 17$;

Ce qui donne un même nombre de marche (8 marches) pour chaque volé.

Nous avons donc :

$$n = 17$$

$$g = 27.71 \text{ cm}$$

$$2h + g = 63.01 \text{ cm} ; \text{ vérifiant bien la formule de Blondel :}$$

$$60\text{cm} \leq 2h + g \leq 64\text{cm}$$

Le calcul sera basé sur ces valeurs

- o Angle d'inclinaison $\alpha = 32.50^\circ$;
- o Epaisseur de la paillasse $e = 12 \text{ cm}$.

6.1. Charge

- Contremarche $2200h/2 = 2200 \times 0.1765/2 = 194.15 \text{ daN/m}^2$
- Paillasse $2500e_p/\cos\alpha = 2500 \times 0.12 / \cos 32.50 = 355.71 \text{ daN/m}^2$
- Chape et revêtement = 100.00 daN/m^2

Total 649.86 daN/m^2

$$1,35 G = 877.31 \text{ daN/m}^2$$

- Palier $2500e$: 5.00 daN/m^2
- Chape et revêtement = 100.00 daN/m^2

Total 600.00 daN/m^2

$$1,35 G_p = 810.00 \text{ daN/m}^2$$

6.2. Surcharge.

- $P = 400 \text{ daN/m}^2$

$1,5 P = 600 \text{ daN/m}^2$

6.3. Calcul des sollicitations de l'escalier.

Modélisation sur une longueur 1m de l'emmarchement

A l'ELU, en considérant 1 m de largeur, nous avons :

$$q_1 = 1.35G + 1.5 P = 1477.31 \text{ daN/ml.}$$

$$q_2 = 1.35G_p + 1.5 P = 1410.00 \text{ daN/ml.}$$

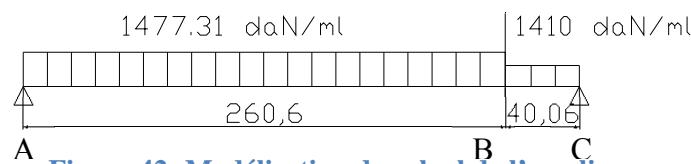
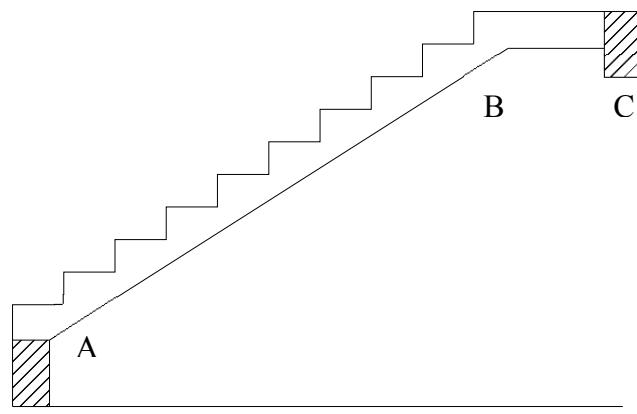


Figure 42: Modélisation de calcul de l'escalier.

Tableau 76 : Formulaire de détermination des sollicitations sur une poutre isostatique.

Nature des charges	V_A et V_B	T	T_m	M	M_0
Deux charges réparties près des appuis	$V_A = \frac{P(2\ell - a) + P_1 b}{2\ell}$ $V_B = \frac{P_1(2\ell - b) + P_1 a}{2\ell}$	$V_A - \frac{P}{a}x$ $V_A - P$ $V_B - \frac{P}{b}x$	$V_A \text{ si } \frac{P}{\ell - b} > \frac{P_1}{\ell - a}$ $V_B \text{ si } \frac{P}{\ell - b} > \frac{P_1}{\ell - a}$	$\text{de A à C } \frac{P}{2a}x^2$ $\text{de C à D } (V_A - P)x + \frac{Pa}{2}$ $\text{de D à B } V_B(\ell - x) - \frac{P_1(\ell - x)^2}{2b}$	$\text{Si } P_1 < Pa \frac{a(V_A)^2}{2P}$ $\text{pour } x = a \frac{V_A}{P}$ $\text{Si } P_1 > Pa \frac{b(V_B)^2}{2P}$ $\text{pour } \ell - x = \frac{bV_B}{P_1}$

- V_A et V_B : réactions aux appuis ;
 T : équation de l'effort tranchant ;
 T_m : valeur de l'effort tranchant maximum ;
 M : équation du moment fléchissant ;
 M_0 : valeur du moment fléchissant.

Dans notre cas :

$$C \leftrightarrow D ;$$

Réactions aux appuis :

$$V_A = \frac{P(2l-a) + Pb}{2l} = \frac{1477.31(2x3-2.6) + 1410x0.4}{2x3} = 931 \text{ daN}$$

$$V_B = \frac{P_l(2l-b) + Pa}{2l} = \frac{1410(2x3-0.4) + 1477.31x2.6}{2x3} = 1956 \text{ daN}$$

Équations de l'effort tranchant :

De A à C :

$$T(x) = V_A - \frac{P}{a}x$$

De C à b :

$$T(x) = -V_B + P_l \frac{l-x}{b}$$

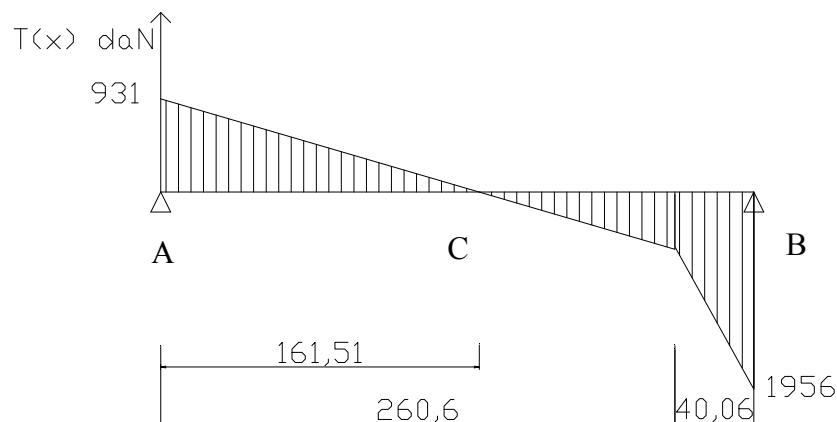


Figure 43: Diagramme de l'effort tranchant.

Équations du moment fléchissant :

De A à C :

$$M(x) = V_A x - \frac{P}{2a} x^2$$

$$M(0) = 0$$

$$M(1.6) = 931 \times 1.6 - \frac{1477.31}{2 \times 2.6} \times 1.6^2 = 762 \text{ daNm}$$

$$M(a) = 931 \times 2.6 - \frac{1477.31}{2 \times 2.6} \times 2.6^2 = 500 \text{ daNm}$$

De C à B :

$$M(x) = V_B(l-x) + P_1 \frac{(l-x)^2}{2b}$$

$$M(a) = -1956(3-2.6) + 1410 \frac{(3-2.6)^2}{2 \times 0.4} = -500 \text{ daN}$$

$$M(l) = 0$$

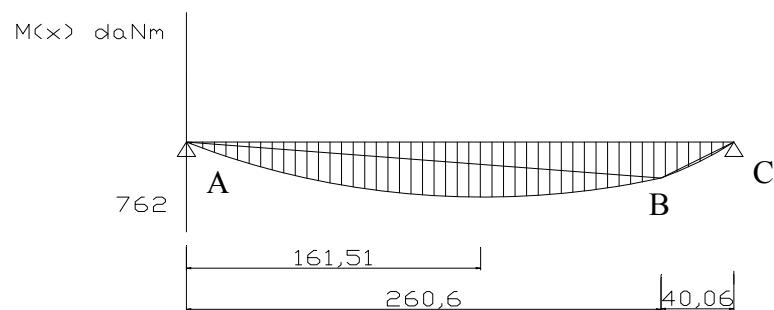


Figure 44: Diagramme du moment fléchissant.

6.4. Calcul des armatures.

L'ensemble se calcule comme une dalle d'épaisseur e_p travaillant dans un seul sens.

6.4.1. En travée.

a) Armatures tendues.

$$\mu = \frac{762 \cdot 10^2}{100 \cdot (10)^2 \cdot 141,7} = 0.054$$

$$\alpha = 0.25$$

$$Z = 0.9 \times 9.5 = 9 \text{ cm}$$

$$A = \frac{762 \cdot 10^2}{9 \cdot 3480} = 2.43 \text{ cm}^2 \text{ soit } 5T8 = 2.51 \text{ cm}^2$$

b) Armature de répartition.

$$A_r = \frac{A}{4} = 0.61 \text{ cm}^2 \text{ soit } 5T6 = 1.41 \text{ cm}^2$$

6.4.2. Aux appuis.

Le moment est égal à $0.15 M_0$

$$M = 0.15 \times 762 = 114.3 \text{ daNm}$$

a) *Armatures tendues.*

$$\mu = \frac{114.3 \cdot 10^2}{100 \cdot (10)^2 \cdot 141,7} = 0.008$$

$$\alpha = 0.25$$

$$Z = 0.9 \times 9.5 = 9 \text{ cm}$$

$$A = \frac{114.3 \cdot 10^2}{9 \cdot 3480} = 0.23 \text{ cm}^2 \text{ soit } \mathbf{5T6 = 1.41 \text{ cm}^2}$$

²

b) *Armature de répartition.*

$$A_r = \frac{A}{4} = 0.06 \text{ cm}^2 \text{ soit } \mathbf{5T6 = 1.41 \text{ cm}^2}$$

Chapitre VI - ETUDE DE L'INFRASTRUCTURE

1. Le sol de fondation.

Notre terrain est constitué d'un sol cohérent à bonne compacité. Les essais adéquats n'ont pas encore été effectués car le projet est encore en phase de conception. Dans notre cas, nous allons donc prendre en compte des résultats de reconnaissance d'un autre projet comme hypothèse de calcul.

Le sol en place est caractérisé par une succession de :

- Limon argilo-sableux rougeâtre d'épaisseur 3,00 m caractérisant une couche de faible à moyenne résistance dynamique ($2 \leq q_d \leq 8$ MPa) ;
- Limon argilo-sableux violacé sur 2,00 m accusant une résistance comprise entre 0,5 et 2 MPa ;
- 1,50 m de roche décomposée dénotant une couche de faible résistance ($0 \leq q_d \leq 2$ MPa) ;
- 6,5 m de profondeur caractérise le refus à la tarière manuelle ;

A partir de 6,5 m, la résistance dynamique des couches augmente progressivement jusqu'au refus dynamique rencontré à 10,40 m à 14,20m de profondeur.

2. Choix de la semelle à étudier

Nous allons étudier la semelle supportant les quatre poteaux au niveau du joint de dilatation, c'est-à-dire des files **G** et **G'** des axes **13** et **14** (Semelle la plus chargée).

3. Evaluation de la charge.

On suppose que les poteaux de la même file supportent les mêmes charges.

Poteau G13 et G'13 :

$$N_{13u} = 2 \times (109383.29 + 1.5 \times 0.20 \times 0.15 \times 15 \times 2500) = 218991.58 \text{ daN}$$

$$N_{13ser} = 2 \times (79497.29 + 1 \times 0.20 \times 0.15 \times 15 \times 2500) = 161244.58 \text{ daN}$$

Poteau G14 et G'14 :

$$N_{14u} = 2 \times (32723.65 + 1.5 \times 0.20 \times 0.15 \times 6 \times 2500) = 66797.3 \text{ daN}$$

$$N_{14ser} = 2 \times (23667.69 + 1 \times 0.20 \times 0.15 \times 6 \times 2500) = 48235.38 \text{ daN}$$

Soit un total de :

$$N_u = N_{13u} + N_{14u} = 218991.58 + 66797.3 = 285788.88 \text{ daN}$$

$$N_{ser} = N_{13ser} + N_{14ser} = 161244.58 + 48235.38 = 209479.96 \text{ daN}$$

4. Prédimensionnement de la semelle.

Elément connus :

- Contrainte admissible du sol : $\sigma_{sol}^- = 3 \text{ [MPa]}$
- Charges appliquées au niveau supérieur de la semelle : $N_{ser} = 209479.96 \text{ daN}$
- Section du poteau : 40 x 55

Elément inconnus :

- Dimension de la semelle isolée : $A = B, h$
- Poids propre de la semelle ;

4.1. Calcul de l'aire approchée : S_1

$$S_1 = \frac{N_{ser}}{\sigma_{sol}^-} ;$$

S_1 : aire approchée;

$G+Q$: charge sur semelle isolée ;

σ_{sol}^- : Contrainte limite sur le sol ;

On trouve $S_1 = \frac{209479.96}{30} = 6982.66 \text{ cm}^2$

4.2. Cote de la semelle : a et b

La semelle isolée est de forme carré, ainsi pour avoir la cote , on a :

$$A = B = \sqrt{S_1} = \sqrt{6982.66} = 83.56 \text{ cm}$$

Soit **100 x 100cm²**

4.3. La hauteur h

La condition de rigidité de la semelle s'écrit :

$$\frac{A-a}{4} \leq d \leq A-a \Leftrightarrow \frac{100-55}{4} = 11.25 \leq d \leq 100-55 = 45 \text{ cm}$$

$$\frac{B-b}{4} \leq d \leq B-b \Leftrightarrow \frac{100-40}{4} = 15 \leq d \leq 100-40 = 60 \text{ cm}$$

On prendra $d = 45 \text{ cm}$

En admettons un enrobage de 5 cm (Fissuration très préjudiciable), on trouve

$$h = d + 5$$

D'où : **h = 50 cm**

Par ailleurs, $h = a' + b'$, avec $a' \geq 6\text{cm} + 6\phi$

Φ : diamètre des aciers principaux de traction = 12 mm

D'où $a' \geq 13.2 \text{ cm}$, prenons **a' = 30 cm**, ainsi **b' = 20 cm**

4.4. Contrôle de la contrainte sur le sol :

$$\sigma_{sol} = \frac{N_{ser} + p.p.semelle}{A \times B}$$

$$\sigma_{sol} = \frac{209479.96 + (1.00^2 \times 0.40 \times 2500)}{100 \times 100} = 21.05 \text{ daN/cm}^2 = 2.1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{sol} = 2.1 \text{ MPa}$$

D'où $\sigma_{sol} \prec \overline{\sigma_{sol}}$

On peut donc conclure que la semelle est en équilibre

5. Calcul des armatures

Soit P_u , la charge transmise au pied du poteau à l'ELU.

Par la méthode des bielles comprimées, on obtient les formules suivantes :

$$A_a = \frac{P_u(a'-a)}{8 \times d \times \sigma_s} \text{ et } A_b = \frac{P_u(b'-b)}{8 \times d \times \sigma_s}$$

Aa : section des armatures transversales

Ab : section des armatures longitudinales

$$\sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} : \text{contrainte de traction de l'acier}$$

On utilise des aciers FeE400 ($f_e=400\text{MPa}$) et $\gamma_s = 1,15$ (combinaison fondamentale)

$$\sigma_s = 348\text{MPa}$$

AN :

$$P_u = 285788.88 \text{ daN}$$

$$A_a = \frac{285788.88(100 - 40)}{8 \times 50 \times 3480} = 12.32\text{cm}^2$$

Soit **11T12 = 12.44 cm²** ($e = 9 \text{ cm}$)

$$A_b = \frac{285788.88(100 - 55)}{8 \times 50 \times 3480} = 9.24\text{cm}^2$$

Soit **9T12 = 10.18 cm²** ($e = 11.25 \text{ cm}$)

Le plan de ferraillage est présenté en annexe.

PARTIE IV - EVALUATION FINANCIERE ET ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Pour permettre au promoteur de connaître la somme à investir et de la comparer à un autre projet d'investissement, tout projet d'investissement doit aboutir à une évaluation financière de l'ouvrage. De plus, une étude d'impact environnementale est aussi nécessaire.

Dans cette partie, on va voir successivement, les devis descriptifs, quantitatifs et estimatifs.

Chapitre I - DEVIS DESCRIPTIF

Le devis descriptif est un document établi pour décrire et localiser les ouvrages pour chaque élément de la construction. Il précise la nature et la qualité des matériaux à utiliser.

N°	DESIGNATION	CONCERNE	UNITES
1- INSTALLATION DE CHANTIER			
1-01	INSTALLATION ET REPLI DE CHANTIER		Fft
	<ul style="list-style-type: none"> -Amenée des matériels et personnels sur le site -Baraquement et accessoires (logement gardien, magasin de stockage, bureau de chantier,...) -Clôture de chantier en matériaux locaux légers -Branchement provisoire -Repli de chantier 	Installation et repli de chantier	
2- TERRASSEMENT			
2-01	DECAPAGE ET NETTOYAGE DU SOL		m2
	Nettoyage du sol y compris enlèvement des monticules, déchets et autres ordures, décapage des arbres existants et mise en dépôt dans un lieu agréé par le maître d'œuvre quelle que soit la distance.	Toute la surface à bâtir jusqu'à la limite de la propriété	
2-02	FOUILLE EN RIGOLE OU EN TRANCHEE		m3
	Fouille en rigole ou en tranchée avec jet de pelles sur berge, y compris dressement des parois et des fonds.	Les semelles de fondation et l'assainissement	

N°	DESIGNATION	CONCERNE	UNITES
3- INFRASTRUCTURE			
3-01	BETON DOSE A 200kg DE CIMENT		m3
	Fourniture et mise en œuvre du béton ordinaire dosé à 200 Kg de CEM II 42,5, y compris toutes sujétions de mise en œuvre.	Béton de propreté, 5 cm d'épaisseur, sous semelles de fondations, sous regard, sous radier, sous fosse septique, sous départs escaliers, etc...	
3-02	BETON ARME DOSE A 350kg		m3
	Fourniture et mise en œuvre du béton armé dosé à 350kg de CEM II 42,5 coulé entre coffrage, y compris pervibration et toutes sujétions	Semelles, longrines, amorce poteaux, départ escalier	
3-03	COFFRAGE EN BOIS		m2
	Fourniture et mise en œuvre de coffrage horizontal et vertical en bois du pays, y compris également, buttage et toutes sujétions de mise en œuvre.	Les ouvrages concernés à l'article 3-02	
3-04	ARMATURE DE BETON		kg
	Fourniture et mise en œuvre d'armature de béton en acier TOR, tout diamètre, y compris coupe, façonnage, montage pour ligature en fil de fer recuit et toutes sujétions.	Les ouvrages concernés à l'article 3-02	
3-05	DALLAGE		m2
	- Fourniture et mise en œuvre hérissonnage de 20cm d'épaisseur en tout venant, y compris compactage, réglage et toutes sujétions	Surface du bâtiment	
	- Fourniture et mise en œuvre de couche de forme en sable de 5 cm d'épaisseur, y compris compactage, réglage et toutes sujétions. - Fourniture et mise en œuvre de béton de forme dosé à 300kg de CEM II 42.5, de 8cm d'épaisseur, coulé à même le sol, y compris pilonnage, dressage de la surface horizontale et toutes sujétions.		

N°	DESIGNATION	CONCERNE	UNITES
4- OUVRAGES EN SUPERSTRUCTURE			
4-01	BETON ARME DOSE A 350kg		m3
	Fourniture et mise en œuvre de béton armé dosé à 350kg de CEM II 42.5, coulé entre coffrage, y compris pervibration et toutes sujétions de fournitures et de mise en œuvre.	Poteaux, poutres, chaînages, linteaux, chéneau, escalier, chaînages rampants, plaque de béton.	
4-02	ARMATURE DE BETON		kg
	Fourniture et mise en œuvre d'armatures en acier rond lisse et Tore de différents diamètres, y compris coupe, façonnage, cintrage, mise en place, ligature en fils recuits et toutes sujétions.	Les ouvrages concernés par l'article 4-01	
4-03	COFFRAGE EN BOIS		m2
	Fourniture et mise en œuvre de coffrage horizontal et vertical en bois du pays, y compris étalement, buttage et toutes sujétions de fourniture et de mise en œuvre.	Les ouvrages concernés par l'article 4-01	
4-04	BETON ORDINAIRE DOSE A 250kg		m3
	Fourniture et mise en œuvre de béton ordinaire dosé à 250kg de CEM II 42.5, y compris approche, compactage éventuel, lissage de la surface et toutes sujétions.	forme de pente des chéneaux	
4-05	PLANCHER EN CORPS CREUX (12+4)		m2
	Fourniture et mise en œuvre de plancher en corps creux céramique de 12cm d'épaisseur, surmontés par un béton armé de 4cm d'épaisseur pour dalle de compression et supportés par des nervures en béton armé, y compris armatures, coffrages et toutes sujétions.	Plancher des panneaux P	
5-MACONNERIE			
5-01	MACONNERIE DE BRIQUES PLEINES EN TERRE CUITE		m ²

N°	DESIGNATION	CONCERNE	UNITES
6- ENDUITS ET CHAPES			
6-01	ENDUIT AU MORTIER DE CIMENT		m2
	Fourniture et mise en œuvre d'enduit au mortier dosé à 400kg de CEM II 42.5, dressé sur crépine et finement taloché, exécuté en 2 couches de 10 à 15 mm d'épaisseur, y compris toutes sujétions de mise en œuvre.	Les 2 faces de maçonneries intérieures et extérieures, les bétons de faces apparentes.	
6-02	ENDUIT DE PLATRE		m2
	Fourniture et mise en œuvre d'enduit de plâtre de 15mm d'épaisseur, y compris toutes sujétions.	Tous les ouvrages concernés par 8.04 et toutes faces intérieures des ouvrages concernés par 5-01.	
7- CARRELAGE ET REVETEMENT			
7-01	CARREAUX DE FAIENCE MURALE		m2
	Fourniture et pose de revêtement en carreaux de faïence 15x15, posés sur mortier dosé à 500kg de CEM II 42.5, y compris, garnissage de joint de ciment blanc, nettoyage à la sciure et toutes sujétions.	Les murs des locaux sanitaires sur une hauteur 1,50m, les pourtours des évier de la cuisine.	
7-03	REVETEMENT EN PARKEX		m2
	Revêtement de sols en parkex, collé sur chape préalablement dressée et toutes sujétions.	Bureaux	
7-04	PLINTHE EN BOIS PALISSANDRE		ml
	Plinthe en bois palissandre de 10cm de hauteur y compris toutes sujétions.	Les pourtours des pièces dont le revêtement est en parkex	
8- CHARPENTE-COUVERTURE-PLAFONNAGE			
8-01	COUVERTURE EN TOLE GALVABAC PRELAQUE		m2
	Fourniture et pose de couverture en tôle Galvabac prélaquée 63/100è, fixée sur charpente métallique avec vis galvanisé de 60/6 rondelles d'étanchéité en plomb ou bitumineuses et rondelles galvanisées, y compris accessoires et toutes sujétions de mise en œuvre et de fourniture.	Toiture	

N°	DESIGNATION	CONCERNE	UNITES
8-02	CHARPENTE METALLIQUE		
	- Structure métallique en profilé scellement avec les structures en béton avec chevilles, compris coupe, mise en place, ancrages, fixations, traitement avant application de peinture	Charpente métallique de la toiture	
8-03	CRAPAUDINE		U
	Fourniture et pose de crapaudine en fil de fer galvanisé.	Evacuation des eaux pluviales des bâtiments	
8-04	DESCENTE D'EAU PLUVIALE EN PVC		ml
	Fourniture et pose de tuyaux de descente en PVC de diamètre 100 assemblés par colle spéciale, posés sur collier à contrepartie boulonnée tous les 2m, y compris toutes sujétions.	Evacuation d'eaux pluviales	
9- PEINTURE			
9-01	BADIGEONNAGE		m2
	Badigeonnage à la chaux grasse alunée à 2 couches avant la peinture définitive, y compris toutes sujétions.	Toutes les surfaces enduites intérieures du bâtiment sauf celles revêtues en carreaux de faïence.	
9-02	PEINTURE A L'HUILE		m2
	Peinture à l'huile de première qualité, appliquée en 2 couches croisées, y compris travaux préparatoires et toutes sujétions.	Les murs des locaux sanitaires sauf ceux revêtus en carreaux de faïence.	
9-03	PEINTURE A L'HUILE SUR OUVRAGE METALLIQUE		m2
	Peinture à l'huile sur ouvrage métallique, en deux couches sur impression y compris couche antirouille après travaux préparatoire et toutes sujétions de mise en œuvre	Les menuiseries métalliques intérieures et extérieures	

N°	DESIGNATION	CONCERNE	UNITES
10- MENUISERIE			
10-01	PORTE EN BOIS (1.66 x 2,04)		U
	Porte en bois y compris quincaillerie marque VACHETTE ou BRICARD:	Les portes intérieures	
	<ul style="list-style-type: none"> - 8 pattes à scellement de 140 mm - 3 paumelles de 140 mm - 1 serrure de sécurité à mortaises à pêne donnant demi-tour avec 2 clés, 2 plaques de propreté. - 1 butoir en cartouche et toutes sujétions 		
10-02	PORTE VITREE (2.2 x 2,60)		U
	Grande porte vitrée à 2 battants de dimension: 2.2 x 2,60	Porte principale	
10-03	MUR RIDEAU		m ²
	Fourniture et pose de mur rideau y compris cadre, quincaillerie et toutes sujétions.	Trois façades du gymnase	
10-04	PORTE VITREE EN ALU 1		U
	Fourniture et pose de porte vitrée à 2 vantaux en alu de 1,60 cm de hauteur, y compris cadre, quincaillerie et toutes sujétions. Dimension: 3.80 x 1,60	Fenêtre des dortoirs, magasin, cuisine,	
10-05	PORTE VITREE EN ALU 2		
	Fourniture et pose de porte vitrée coulissante en alu de 0,56cm de hauteur, y compris cadre, quincaillerie et toutes sujétions. Dimension : 3 x 0,56	Fenêtre des toilettes	
10-06	PORTE VITREE EN ALU 3		
	Fourniture et pose de porte vitrée coulissante en alu 1 x 1,60m de dimension, y compris cadre, quincaillerie et toutes sujétions.	Fenêtre des toilettes, dortoir	

N°	DESIGNATION	CONCERNE	UNITES
10-07	GARDE CORPS		ml
	<p>Garde- corps en aluminium de 1050mm de hauteur, comprenant :</p> <ul style="list-style-type: none"> . Poteaux de section tubulaire, espacement conforme à la norme P 01-013, encastrés dans des sabots fixation sur dalle et/ou nez de dalle. . Main courante de section tubulaire de 80mm de diamètre. . Barreaux horizontaux de section ronde. . Accessoires et visserie nécessaires en inox <p>En fourniture et pose, y compris toutes sujétions</p>	Balcons, escalier, gradin	

11- PLOMBERIE SANITAIRE

11-1	ALIMENTATION EN EAU		Fft
	Fourniture et pose de canalisation en acier galvanisé de tout diamètre y compris manchons, tés, coudes et toutes sujétions. Les alimentations en eau auront de sections proportionnelles aux débits nécessaires pour le nombre des appareils afin que ceux-ci aient un fonctionnement parfait.	Les canalisations primaires, secondaires et tertiaires.	
11-2	LAVABO EN CERAMIQUE		U
	Fourniture et pose de lavabo en céramique émaillé blanc de 0,75 x 0,50 m, y compris robinet, vidange à bouchon avec chaînette, siphon et tuyau en PVC pour raccord vers la canalisation des eaux usées, coudes et toutes sujétions.	Les toilettes du magasin, des bureaux	
11-3	GLACE DE LAVABO		U
	Fourniture et pose de glace de lavabo sans biseau de dimension 0,55m x 0,45 m avec du vernis spécial contre l'humidité, posé sur agrafes en laiton chromé, y compris fixation et toutes sujétions.	Les lavabos	

N°	DESIGNATION	CONCERNE	UNITES
11-4	SIEGE WC à l'anglaise.		U
	Fourniture et pose de WC à l'anglaise comprenant cuvette en céramique émaillée, à chasse directe, à action siphonique, un abattant double en matière plastique, un réservoir de chasse en céramique de capacité 13 litres, complet et muni de tous ses accessoires, avec robinet d'arrêt, y compris toutes sujétions.	Les toilettes et les salles d'eau	
11-5	DISTRIBUTEUR DE PAPIER HYGIENIQUE		U
	Fourniture et pose de distributeur de papier hygiénique en céramique, y compris toutes sujétions.	Les toilettes	
11-6	URINOIR		U
	- Urinoir linéaire de 6,80 m de longueur	sanitaire	
11-7	RECEVEUR DE DOUCHE	Sanitaire	U

12- ELECTRICITE

12-01	TABLEAU DE DISTRIBUTION		U
	Fourniture et pose de tableau général de distribution, y compris toutes sujétions.	Tableau compteur	
12-02	TABLEAU SECONDAIRE DE DISTRIBUTION		U
	Fourniture et pose de tableau secondaire de distribution, y compris disjoncteur, fusibles et toutes sujétions.	La distribution de l'électricité à chaque niveau	
12-03	PARATONNERRE		U
	Fourniture et pose de paratonnerre, y compris mise à la terre et toutes sujétions	L'ensemble de la construction	
12-04	POINT LUMINEUX A SIMPLE ALLUMAGE		U
	Fourniture et pose d'un point lumineux à simple allumage, y compris fil tertiaire, interrupteur à simple allumage et toutes sujétions.	Les bureaux, les sanitaires, les points lumineux extérieurs, le magasin.	

N°	DESIGNATION	CONCERNE	UNITES
12-05	POINT LUMINEUX A DOUBLE ALLUMAGE		U
	Fourniture et pose d'un point lumineux à double allumage, y compris fil tertiaire, interrupteur va-et-vient et toutes sujétions.	Le parking, , les circulations intérieures, la grande salle, les cages d'escalier intérieures.	
12-06	PRISE DE COURANT LUMIERE		U
	Fourniture et pose de prise de courant 2p+T y compris branchement et toutes sujétions.	Tous les locaux	
12-07	PRISE DE COURANT FORCE		U
	Fourniture et pose de prise de courant force triphasé, y compris branchement et toutes sujétions.	Parking	
12-08	LUMINAIRE AVEC GRILLE		U
	Fourniture et pose de hublot étanche avec grillage anti-vandalisme, y compris lampe 100W/220V, support et toutes sujétions.	Eclairages extérieurs	
13- ASSAINISSEMENT			
13-01	TUYAU DE CHUTE POUR EAUX VANNES ET EAUX USEES		ml
	Fourniture et pose de tuyau de chute en PVC des eaux vannes et des eaux usées, y compris coudes, colliers, accessoires et toutes sujétions.	Ensemble des canalisations d'évacuation de eaux usées et eaux vannes de l'appareil jusqu'au premier regard ou à la fosse septique.	
13-02	REGARD DE VISITE		U
	Fourniture et mise en œuvre de regard de visite en maçonnerie de briques pleines, de parois 0,20 m d'épaisseur, hourdées au mortier dosé à 350kg de ciment reposant sur un radier en béton dosé à 250kg de ciment de 10 cm d'épaisseur, les parois verticales et le fond sont enduites au mortier de ciment dosé à 350 kg de ciment, dalle de couverture en béton armé de 7 cm d'épaisseur posée en feuillure, avec anneau de levage de 6 cm de diamètre scellé au coulage.	Les regards de visite	

N°	DESIGNATION	CONCERNE	UNITES
13-03	CANALISATION EN BUSE DE CIMENT COMPRIME		ml
	Fourniture et pose de canalisation en buse de ciment comprimé, non armé vibré à emboîtement demi-épaisseur, posée en tranchée sur le lit de sable de 10 cm d'épaisseur, y compris dressement des pentes, calages joints au mortier dosé à 350 kg de ciment, toutes sujétions de coupes et de raccordement aux regards.	Toutes les canalisations après le premier regard ou la fosse septique	
13-04	FOSSE SEPTIQUE (100 personnes)		U
	La fosse septique sera exécutée en béton armé dosé à 350 kg avec incorporation d'hydrofuge de type SIKALITE. Les accessoires intérieurs tels que tuyaux droits d'aération ou tuyaux coudés de distribution et de plongée seront en fibrociment série "assainissement". L'élément épurateur sera constitué par une accumulation des matériaux poreux, mais résistant à l'écrasement et au tassemement (Mâchefer). Ces matériaux doivent être propres et rangés de façon que les gros éléments soient placés au fond et les plus petits en surface.	La fosse septique	
	Une dalle de fermeture en béton armé dosé à 350 kg et 7 cm d'épaisseur, posé en feuillures, avec anneaux de levage de 10 cm de diamètre scellé au collage La dalle de couverture de regard d'affluent sera constituée par analogie avec celle décrite à l'article 12-03		
14- DIVERS			
14-01	EXTINCTEURS		U
	Fourniture et pose des extincteurs y compris toutes sujétions de mise en œuvre	Dispositifs de sécurité	

Chapitre II - DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Dans ce chapitre nous allons estimer le coût du projet, suite à l'étude faite dans la partie technique qui nous a permis d'évaluer les travaux à faire, les matériaux et matériels à mettre en œuvre pour la réalisation du projet.

1. Calcul du coefficient de majoration des déboursés.

Ce coefficient est obtenu par la relation :

$$K = \frac{(1 + A_1)(1 + A_2)}{1 - A_3(1 + T)}$$

A_1 : frais généraux proportionnels aux déboursés avec

$$A_1 = a_1 + a_2 + a_3 + a_4$$

A_2 : bénéfice brut et frais financier proportionnel au

$$A_2 = a_5 + a_6 + a_7 + a_8$$

A_3 : frais proportionnels aux TVA

$$A_3 = a_9$$

La signification des « a » et les valeurs des « A_i » (pour une entreprise X) sont données dans le tableau suivant :

Tableau 77 : Valeurs de A_i pour le calcul de K .

Origine de frais	Décomposition à l'intérieur de chaque catégorie de frais	Indice de composition de chaque catégorie [%]	$A_i = \sum a_i [\%]$
Frais généraux proportionnels au déboursé	Frais d'agence et patente Frais de chantier Frais d'étude et de laboratoire Assurance	$a_1=4$ $a_2=10$ $a_3=4$ $a_4=2$	$A_1=20$
Bénéfice brute et frais financier proportionnel au prix de revient	Bénéfice net et impôt Aléas techniques Aléas de révision de prix Frais généraux	$a_5=3.225$ $a_6=3.5$ $a_7=4$ $a_8=2$	$A_2=12.725$
Frais proportionnel au prix de règlement avec TVA	Frais de siège	$a_9=0$	$A_3=0$

On a : $K = (1 + A_1)(1 + A_2) = 1,35$

2. Sous Détails des Prix (SDP)

Dans ce paragraphe, les prix mis en jeu sont ceux obtenus auprès du marché et le rendement utilisé est obtenu à partir des enquêtes menées auprès des grandes entreprises. Le prix unitaire est obtenu à partir de la formule :

$$PU = K \frac{D}{R}$$

Dans laquelle :

D : total des déboursés ;

K : coefficient des déboursés ;

R : rendement journalier.

2.1. Le béton armé.

Prix N°

Désignation: Béton armé dosé à 200

Rendement: 5m³/jour

Composante des Prix			Coûts directs			Dépenses directs			TOTAL
DESIGNATIONS	U	Qté	U	Qté	PU [Ar]	Matériels	MO	Matériaux	
<u>Matériels</u>									
Lot outillage	lot	2	H	8	990,00	15 840,00			
Brouette	U	2	H	8	550,00	8 800,00			
Bétonnière	U	1	H	4	30 000,00	120 000,00			
Pervibrateur	U	1	H	2	6 000,00	12 000,00			
									156 640,00
<u>Mains d'œuvre</u>									
Chef Chantier	Hj	1	H	2	1 430,00		2 860,00		
Chef d'Equipe	Hj	1	H	2	935,00		1 870,00		
Manœuvre	Hj	10	H	8	440,00		35 200,00		
									39 930,00
<u>Matériaux</u>									
Ciment	T	0,2	T	1	380 000,00		380 000,00		
Sable	m ³	0,4	m ³	2	25 000,00		50 000,00		
Gravillons	m ³	0,8	m ³	4	49 000,00		196 000,00		
									626 000,00
						D=			822 570,00
						K=			1,35
						PU =			222 093,90

Prix N°

Désignation: Béton armé dosé à 350 Kg de ciment

Rendement: 5m³/jour

Composante des Prix			Coûts directs			Dépenses directs			TOTAL
DESIGNATIONS	U	Qté	U	Qté	PU [Ar]	Matériels	MO	Matériaux	
<u>Matériels</u>									
Lot outillage	lot	2	H	8	990,00	15 840,00			
Brouette	U	2	H	8	550,00	8 800,00			
Bétonnière	U	1	H	4	30 000,00	120 000,00			
Pervibrateur	U	1	H	2	6 000,00	12 000,00			
									156 640,00
<u>Mains d'œuvre</u>									
Chef Chantier	Hj	1	H	2	1 430,00		2 860,00		
Chef d'Equipe	Hj	1	H	2	935,00		1 870,00		
Maçon	Hj	5	H	8	600,00		24 000,00		
Manœuvre	Hj	10	H	8	440,00		35 200,00		
									63 930,00
<u>Matériaux</u>									
Ciment	T	0,35	T	1,75	440 000,00		770 000,00		
Sable	m ³	0,4	m ³	2	25 000,00		50 000,00		
Gravillons	m ³	0,8	m ³	4	49 000,00		196 000,00		
									1 016 000,00
						D=	1 236 570,00		
						K=	1,35		
						PU =	333 873,90		

2.2. Le coffrage.

Prix N°

Désignation: Coffrage

Rendement: 60m²/jour

Composante des Prix			Coûts directs			Dépenses directs			TOTAL
DESIGNATIONS	U	Qté	U	Qté	PU [Ar]	Matériels	MO	Matériaux	
<u>Matériels:</u>									
Lot outillage	Lot	2	H	8	990,00	15 840,00			
									15 840,00
<u>Main d'œuvre:</u>									
Chef d'Equipe	H/J	1	H	2	935,00		1 870,00		
Charpentier	H/J	5	H	8	600,00		24 000,00		
Manœuvre	H/J	5	H	8	440,00		17 600,00		
									43 470,00
<u>Matériaux:</u>									
Planche 4m de long et 0,15m de large	U	1,67	U	100	3 500,00			350 000,00	
Bois carré 4x4 cm de 4m de long	U	0,2	U	12	3 500,00			42 000,00	
Bois rond de 4m de long et 10cm de diamètre	U	2	U	120	3 000,00			360 000,00	
Pointes 30-70-100 TP	kg	0,2	kg	12	5 000,00			60 000,00	
									812 000,00
						D=		871 310,00	
						K=		1,35	
						PU=		19 604,48	

2.3. Ferrailage

Prix N°

Désignation: FERRAILAGE

Rendement: 60kg/jours

Composante des Prix			Coûts directs			Dépenses directs			TOTAL
DESIGNATION	U	Qté	U	Qté	PU [Ar]	Matériels	MO	Matériaux	
<u>Matériels:</u>									
Lot outillage	Lot	2	H	8	990,00	15 840,00			
Brouette	U	2	H	8	550,00	8 800,00			
									24 640,00
<u>Main d'œuvre</u>									
Chef d'Equipe	Hj	1	H	2	935,00		1 870,00		
Ferrailleur	Hj	4	H	8	600,00		19 200,00		
Manceuvre	Hj	8	H	8	440,00		28 160,00		
									49 230,00
<u>Matériaux</u>									
Fer rond	kg	60	kg	60	3 000,00		180 000,00		
Fil recuit	kg	5	kg	5	2 800,00		14 000,00		
									194 000,00
						D=			267 870,00
						K=			1,35
						PU =			6 027,08

2.4. Maçonnerie de briques en terre cuite

Prix N°

Désignation: Maçonnerie de briques en terre cuite

Rendement: 12 m²/j

Composante des Prix			Coûts directs			Dépenses directs			TOTAL
DESIGNATIONS	U	Qté	U	Qté	PU [Ar]	Matériels	MO	Matériaux	
<u>Matériels</u>									
Lot outillage	lot	2	H	8	990,00	15 840			
Brouette	U	2	H	8	550,00	8 800			
									24 640,00
<u>Mains d'œuvre</u>									
Chef Chantier	Hj	1	H	1	1 430,00		1 430,00		
Chef d'Equipe									
OS	Hj	1	H	1	935,00		935,00		
Manœuvre	Hj	10	H	8	440,00		35 200,00		
									37565,00
<u>Matériaux</u>									
Brique en terre cuite	U	100	U	1200	62,00		74 400,00		
Ciment	Kg	10	Kg	120	400,00		48 000,00		
Sable	Kg	0,03	Kg	0,36	25 000,00		9 000,00		
									131 400,00
						D=			193 605,00
						K=			1,35
						PU =			21 780,56

3. Devis quantitatif et estimatif

BORDEREAU DETAIL ESTIMATIF					
N°PRIX	DESIGNATION	UNITES	QUANTITE	PU en ARIARY	MONTANT en ARIARY
1- INSTALLATION DE CHANTIER					
01-janv	INSTALLATION ET REPLI DE CHANTIER	Fft	1,00	25 000 000,00	25 000 000,00
	TOTAL INSTALLATION				25 000 000,00
2- TERRASSEMENT					
02-janv	DECAPAGE ET NETTOYAGE DU SOL	m2	7 600,00	2 520,00	19 152 000,00
02-févr	FOUILLE EN RIGOLE OU EN TRANCHEE	m3	508,00	8 398,00	4 266 184,00
	TOTAL TERRASSEMENT				23 418 184,00
3- INFRASTRUCTURE					
03-janv	BETON DOSE A 200kg DE CIMENT	m3	116,60	194 554,00	22 684 996,00
03-févr	BETON ARME DOSE A 350kg	m3	43,20	296 614,00	12 813 720,00
03-mars	COFFRAGE EN BOIS	m2	26,30	19 604,00	515 206,00
03-avr	ARMATURE DE BETON	kg	2 592,00	6 027,00	15 622 178,00
03-mai	DALLAGE	m2	1 387,00	174 618,00	242 195 790,00
	TOTAL INFRASTRUCTURE				293 831 890,00

N°PRIX	DESIGNATION	UNITES	QUANTITE	PU en ARIARY	MONTANT en ARIARY
4- OUVRAGES EN SUPERSTRUCTURE					
04-janv	BETON ARME DOSE A 350kg	m3	379,60	296 614,00	112 594 636,00
04-févr	ARMATURE DE BETON	kg	2 2776,00	6 027,00	137 272 660,00
04-mars	COFFRAGE EN BOIS	m2	5 000,00	19 604,00	98 022 375,00
04-avr	PLANCHER EN CORPS CREUX (12+4)	m2	601,60	71 120,00	42 785 792,00
	TOTAL OUVRAGE EN SUPERSTRUCTURE				390 675 463,00
5-MACONNERIE					
05-janv	MACONNERIE DE BRIQUE EN TERRE CUITE	m ²	3 110,30	21 781,00	67 744 084,00
	TOTAL EN MACONNERIE				67 744 084,00
6- ENDUITS ET CHAPES					
06-janv	ENDUIT AU MORTIER DE CIMENT	m2	3 110,30	6 860,00	21 336 658,00
06-févr	ENDUIT DE PLATRE	m2	1 300,00	5 180,00	6 734 000,00
	TOTAL EN ENDUIT ET CHAPES				28 070 658,00
7- CARRELAGE ET REVETEMENT					
07-janv	CARREAUX DE FAIENCE MURALE	m2	177,60	68 000,00	12 076 800,00
07-mars	REVETEMENT EN PARKEX	m2	38,40	80 000,00	3 072 000,00
07-avr	PLINTHE EN BOIS PALISSANDRE	ml	30,40	13 930,00	423 472,00
	TOTAL EN CARRELAGE ET REVETEMENT				15 572 272,00

N°PRIX	DESIGNATION	UNITES	QUANTITE	PU en ARIARY	MONTANT en ARIARY
--------	-------------	--------	----------	--------------	-------------------

8- CHARPENTE-COUVERTURE-PLAFONNAGE					-
08-janv	COUVERTURE EN TOLE GALVABAC PRELAQUE	m2	2 351,70	29 500,00	69 375 150,00
08-févr	CHARPENTE METALLIQUE	Kg	25 216,00	35 840,00	903 741 440,00
08-mars	CRAPAUDINE	U	6,00	2 981,00	17 886,00
08-avr	DESCENTE D'EAU PLUVIALE EN PVC	ml	96,00	64 000,00	6 144 000,00
	TOTAL CHARPENTE-COUVERTURE-PLAFONNAGE				979 278 476,00
9- PEINTURE					-
09-janv	BADIGEONNAGE	m2	6 220,60	4 500,00	27 992 556,00
09-févr	PEINTURE A L'HUILE	m2	6 220,60	5 100,00	31 724 897,00
09-mars	PEINTURE A L'HUILE SUR OUVRAGE METALLIQUE	m2	525,00	5 100,00	2 677 500,00
	TOTAL PEINTURE				62 394 953,00
10- MENUISERIE					
10-janv	PORTE EN BOIS (2 x 0,83 x 2,6)	U	21,00	142 000,00	2 982 000,00
10-févr	PORTE VITREE (2x1,10x2,6)	U	1,00	1 100 000,00	1 100 000,00
10-mars	MUR RIDEAU	m ²	885,70	334 607,00	296 361 420,00
10-avr	PORTE VITREE EN ALU 1	U	43,00	450 000,00	19 350 000,00
10-mai	PORTE VITREE EN ALU 2	U	9,00	350 000,00	3 150 000,00
10-juin	PORTE VITREE EN ALU 3	U	4,00	250 000,00	1 000 000,00
10-juil	GARDE CORPS	ml	350,50	200 000,00	70 090 000,00
	TOTAL MENUISERIE				394 033 420,00

N°	PRIX	DESIGNATION	UNITES	QUANTITE	PU en ARIARY	MONTANT en ARIARY
----	------	-------------	--------	----------	--------------	-------------------

11- PLOMBERIE SANITAIRE					
11-janv	ALIMENTATION EN EAU	Fft	1,00	3 000 000,00	3 000 000,00
11-févr	LAVABO EN CERAMIQUE	U	21,00	259 000,00	5 439 000,00
11-mars	GLACE DE LAVABO	U	21,00	55 440,00	1 164 240,00
11-avr	SIEGE WC à l'anglaise.	U	50,00	425 600,00	21 280 000,00
11-mai	DISTRIBUTEUR DE PAPIER HYGIENIQUE	U	50,00	26 810,00	1 340 500,00
11-juin	URINOIR	U	1,00	400 000,00	400 000,00
11-juil	RECEVEUR DE DOUCHE	U	18,00	103 000,00	1 854 000,00
	TOTAL PLOMBERIE SANITAIRE				34 477 740,00
					-
12- ELECTRICITE					
12-janv	TABLEAU DE DISTRIBUTION	U	1,00	685 440,00	685 440,00
12-févr	TABLEAU SECONDAIRE DE DISTRIBUTION	U	5,00	292 320,00	1 461 600,00
12-mars	PARATONNERRE	U	1,00	4 200 000,00	4 200 000,00
12-avr	POINT LUMINEUX A SIMPLE ALLUMAGE	U	60,00	46 200,00	2 772 000,00
12-mai	POINT LUMINEUX A DOUBLE ALLUMAGE	U	2,00	54 740,00	109 480,00
12-juin	PRISE DE COURANT LUMIERE	U	62,00	32 592,00	2 020 704,00
12-juil	PRISE DE COURANT FORCE	U	2,00	59 500,00	119 000,00
12-août	LUMINAIRE AVEC GRILLE	U	10,00	56 000,00	560 000,00
	TOTAL ELECTRICITE				11 928 224,00

N°PRIX	DESIGNATION	UNITES	QUANTITE	PU en ARIARY	MONTANT en ARIARY
13- ASSAINISSEMENT					
13-janv	TUYAU DE CHUTE POUR EAUX VANNES ET EAUX USEES	ml	52,00	7 994,00	415 688,00
13-févr	REGARD DE VISITE	U	6,00	105 000,00	630 000,00
13-mars	CANALISATION EN BUSE DE CIMENT COMPRIME	ml	62,00	307 023,00	19 035 426,00
13-avr	FOSSE SEPTIQUE	U	2,00	523 600,00	1 047 200,00
	TOTAL ASSAINISSEMENT				21 128 314,00
14- DIVERS					
14-janv	EXTINCTEURS	U	5,00	200 000,00	1 000 000,00
	TOTAL DIVERS				1 000 000,00

Tableau 78 :Récapitulation des totaux des prix.

N°	DESIGNATION DESTRAVAUX	MONTANT EN ARIARY
1	Installation de chantier	25 000 000,00
2	Terrassement	23 418 184,00
3	Ouvrage en infrastructure	293 831 890,00
4	Ouvrage en superstructure	390 675 463,00
5	Maçonnerie.	67 744 084,00
6	Enduit et chape	28 070 658,00
7	Carrelage et revêtement	15 572 272,00
8	Charpente, couverture et plafonnage	979 278 476,00
9	Peinture	62 394 953,00
10	Menuiserie	394 033 420,00
11	Plomberie, sanitaire et équipement	34 477 740,00
12	Electricité	11 928 224,00
13	Assainissement	21 128 314,00
14	Divers	1 000 000,00
TOTAL HORS TAXE		2 348 553 678,00
TVA 18%		465231898,80
TOTAL TTC		2 791 391 392,80

« Arrêté le montant du présent devis estimatif à la somme de « **DEUX MILLIARDS SEPT CENTS QUATRE VINGNT ONZE MILLIONS TROIS CENTS QUATRE VINGNT ONZE MILLE TROIS CENTS QUATRE VINGT DOUZE VIRGULE QUATRE VINGNT ARIARY** » y compris la taxe sur les valeurs ajoutées au taux de vingt pour cent à la somme de « **QUATRE CENTS SOIXANTE CINQ MILLIONS DEUX CENTS TRENTE ET UN MILLES HUIT CENTS QUATRE VINGT DIX HUIT VIRGULE QUATRE VINGT ARIARY** ».

Le prix au mètre carré de la construction est de **763 927,58 Ariary**

Chapitre III - ETUDES DE RENTABILITE.

1. Généralité.

Dans cette partie de l'étude, on va voir si le projet permet la récupération du capital investi au départ et le rendement du projet. Le projet est rentable dans la mesure où il rapporte plus d'argent qu'il en a coûté. La présente étude traitera la rentabilité économique de l'investissement.

Notre calcul sera basé sur une durée de vie de projet de 25 ans.

Par la suite, on va voir quelques définitions :

1.1. Investissement.

Un investissement est défini comme une acquisition de moyen de production physique à être utilisé de façon durable dans l'entreprise, tels que des bâtiments ou des machines. Mais on peut parler aussi d'investissement financier matérialisé par des achats à titres, des placements ou des prises de participation.

Son objectif est d'obtenir des avantages ultérieurs plus importants. On assistera dans ce projet à un investissement sous forme de construction de bâtiment. Soit I cet investissement et dans notre cas elle s'élève à 2 791 391 392,80 Ariary.

La maîtrise d'œuvre est estimée à 7% du prix du projet, soit 195 397 397,50

Ce qui donne un total de 2 986 788 790,30 Ar

1.2. Cash flow

Pour apprécier la rentabilité économique de notre projet, nous utilisons la méthode basée sur le concept de « cash-flows » qui est le solde des flux de cause (recettes et dépenses) engendré par l'investissement pendant une période. Soit $CF(t)$ le cash-flow d'une période t .

1.3. Actualisation

Pour pouvoir comparer plusieurs investissements, il faut disposer d'un outil permettant de comparer des sommes d'argent apparaissant à différentes périodes. Cet outil est fourni par l'actualisation.

Et cette actualisation permet de traduire les « cash-flows » engendrés par un investissement tout au long de sa vie en franc de l'année au cours de laquelle est entrepris l'investissement.

L'actualisation est matérialisée par le taux d'actualisation qu'il faut appliquer à un cash-flow pour l'actualiser.

A Madagascar, ce taux est égal à : a=10%

2. Méthode d'appréciation de la rentabilité économique.

Pour apprécier la rentabilité économique de ce projet, il nous faut les trois critères économiques de base.

2.1. La valeur actuelle nette (VAN)

La valeur actuelle nette est la somme des « cash-flows » prévisionnels du projet actualisé au taux de rendement minimum exigé qui est le taux d'actualisation.

$$VAN = -I + \sum_{t=1}^N \frac{CF(t)}{(1+a)^t}$$

N= durée de vie de l'investissement. C'est la durée dans laquelle on pense rentabiliser un investissement. Dans le cas d'un bâtiment n=25 ans.

Pour qu'un projet soit rentable, il faut que la VAN soit positive.

2.2. Le taux de rentabilité interne TRI

Le TRI est le taux d'actualisation appliqué aux cash-flows qui permet d'annuler le VAN.

$$VAN = -I + \sum_{t=1}^N \frac{CF(t)}{(1+a)^t} = 0 \Leftrightarrow a = TRI$$

Pour qu'un projet soit rentable, il faut que le TRI soit supérieur au taux d'actualisation : TRI > a

2.3. Le délai de récupération du capital investi DRCI

C'est la période nécessaire pour couvrir la dépense d'investissement. Entre autre, c'est le délai pour lequel la somme des cash-flows après actualisation est égale au décaissement dû à l'investissement. Il faut que le délai soit à l'intérieur de la durée de vie du projet.

3. Calcul de la rentabilité économique

3.1. Coût de l'investissement

Le coût total de la construction est $I = 2\ 986\ 788\ 790,30$ Ariary

3.2. Location prévisionnelles et chiffre d'affaire annuelle envisagé.

On appelle chiffre d'affaire, la totalité de ventes réalisées en un an. On va voir la recette engendré par chaque élément du projet.

Tableau 79 :Location des salles.

Désignation	Frais de location (Ar)	Unité	Quantité par mois	Recette par mois (Ar)
Grande salle (Conférence)	120 000,00	jour	10	1 200 000,00
Grande salle (Réception)	800 000,00	jour	8	6 400 000,00
Gymnase (Entrainement)	40 000,00	heure	72	2 880 000,00
Gymnase (Autres activités)	800 000,00	jour	2	1 600 000,00
Chambres	20 000,00	nuitée	240	4 800 000,00
Salle de musculation	4 000,00	heure	320	1 280 000,00
Dortoirs	112 000,00	nuitée	10	1 120 000,00
TOTAL				19 280 000,00

Tableau 80 :Autres activités.

Désignations	Apport par mois (Ar)
Cyber	300 000,00
Magasin	400 000,00
TOTAL	700 000,00

Les recettes annuelles s'élèvent donc à 118 800 000,00 Ar.

3.3. Les charges annuelles.

Les charges annuelles incombent les coûts futurs de maintenance et d'exploitation de la construction.

Nous allons distinguer deux types de charges :

- La charge variable, qui est l'ensemble des charges qui varient d'un produit à un autre (selon sa forme, sa qualité, etc.), lors de l'exploitation du bâtiment.
- La charge fixe, c'est l'ensemble des charges qui varient peu lors de l'exploitation du bâtiment. Il s'agit du salaire du personnel, du coût de l'énergie, etc.

Nous allons prendre un taux de marge sur coût variable de 80% (MSCV). La charge fixe est évaluée à 10% du chiffre d'affaire.

Les impôts sont estimés à 20% du bénéfice.

Tableau 81 : Cash flow net prévisionnel sans actualisation.

Année	Chiffre d'affaire (Ar)	MSCV (Ar)	Coût fixe (Ar)	Flux brute (Ar)	Impôt 30% (Ar)	Flux net (Ar)
1	239 760 000,00	191 808 000,00	23 976 000,00	167 832 000,00	33 566 400,00	134 265 600,00
2	268 531 200,00	214 824 960,00	26 853 120,00	187 971 840,00	37 594 368,00	150 377 472,00
3	300 754 944,00	240 603 955,20	30 075 494,40	210 528 460,80	42 105 692,16	168 422 768,64
4	336 845 537,28	269 476 429,82	33 684 553,73	235 791 876,10	47 158 375,22	188 633 500,88
5	377 267 001,75	301 813 601,40	37 726 700,18	264 086 901,23	52 817 380,25	211 269 520,98
6	422 539 041,96	338 031 233,57	42 253 904,20	295 777 329,37	59 155 465,87	236 621 863,50
7	473 243 727,00	378 594 981,60	47 324 372,70	331 270 608,90	66 254 121,78	265 016 487,12
8	530 032 974,24	424 026 379,39	53 003 297,42	371 023 081,97	74 204 616,39	296 818 465,57
9	593 636 931,15	474 909 544,92	59 363 693,11	415 545 851,80	83 109 170,36	332 436 681,44
10	664 873 362,89	531 898 690,31	66 487 336,29	465 411 354,02	93 082 270,80	372 329 083,22
11	744 658 166,43	595 726 533,15	74 465 816,64	521 260 716,50	104 252 143,30	417 008 573,20
12	834 017 146,40	667 213 717,12	83 401 714,64	583 812 002,48	116 762 400,50	467 049 601,99
13	934 099 203,97	747 279 363,18	93 409 920,40	653 869 442,78	130 773 888,56	523 095 554,22
14	1 046 191 108,45	836 952 886,76	104 619 110,84	732 333 775,91	146 466 755,18	585 867 020,73
15	1 171 734 041,46	937 387 233,17	117 173 404,15	820 213 829,02	164 042 765,80	656 171 063,22
16	1 312 342 126,44	1 049 873 701,15	131 234 212,64	918 639 488,51	183 727 897,70	734 911 590,81
17	1 469 823 181,61	1 175 858 545,29	146 982 318,16	1 028 876 227,13	205 775 245,43	823 100 981,70
18	1 646 201 963,41	1 316 961 570,72	164 620 196,34	1 152 341 374,38	230 468 274,88	921 873 099,51
19	1 843 746 199,01	1 474 996 959,21	184 374 619,90	1 290 622 339,31	258 124 467,86	1 032 497 871,45
20	2 064 995 742,90	1 651 996 594,32	206 499 574,29	1 445 497 020,03	289 099 404,01	1 156 397 616,02
21	2 312 795 232,04	1 850 236 185,63	231 279 523,20	1 618 956 662,43	323 791 332,49	1 295 165 329,94
22	2 590 330 659,89	2 072 264 527,91	259 033 065,99	1 813 231 461,92	362 646 292,38	1 450 585 169,54
23	2 901 170 339,08	2 320 936 271,26	290 117 033,91	2 030 819 237,35	406 163 847,47	1 624 655 389,88
24	3 249 310 779,76	2 599 448 623,81	324 931 077,98	2 274 517 545,84	454 903 509,17	1 819 614 036,67
25	3 639 228 073,34	2 911 382 458,67	363 922 807,33	2 547 459 651,34	509 491 930,27	2 037 967 721,07

Tableau 82 : Cash flow prévisionnel actualisé et la VAN.

Année	Flux net (Ar)	Coefficient	Flux actualisé	Cumul de flux
1	134 265 600,00	0,909	122 059 636,36	122 059 636,36
2	150 377 472,00	0,826	124 278 902,48	246 338 538,84
3	168 422 768,64	0,751	126 538 518,89	372 877 057,73
4	188 633 500,88	0,683	128 839 219,23	501 716 276,96
5	211 269 520,98	0,621	131 181 750,49	632 898 027,45
6	236 621 863,50	0,564	133 566 873,23	766 464 900,68
7	265 016 487,12	0,513	135 995 361,83	902 460 262,51
8	296 818 465,57	0,467	138 468 004,77	1 040 928 267,28
9	332 436 681,44	0,424	140 985 604,86	1 181 913 872,14
10	372 329 083,22	0,386	143 548 979,49	1 325 462 851,64
11	417 008 573,20	0,350	146 158 960,94	1 471 621 812,57
12	467 049 601,99	0,319	148 816 396,59	1 620 438 209,17
13	523 095 554,22	0,290	151 522 149,26	1 771 960 358,42
14	585 867 020,73	0,263	154 277 097,43	1 926 237 455,85
15	656 171 063,22	0,239	157 082 135,56	2 083 319 591,41
16	734 911 590,81	0,218	159 938 174,39	2 243 257 765,80
17	823 100 981,70	0,198	162 846 141,20	2 406 103 907,00
18	921 873 099,51	0,180	165 806 980,13	2 571 910 887,12
19	1 032 497 871,45	0,164	168 821 652,49	2 740 732 539,62
20	1 156 397 616,02	0,149	171 891 137,08	2 912 623 676,70
21	1 295 165 329,94	0,135	175 016 430,49	3 087 640 107,19
22	1 450 585 169,54	0,123	178 198 547,40	3 265 838 654,59
23	1 624 655 389,88	0,112	181 438 520,99	3 447 277 175,58
24	1 819 614 036,67	0,102	184 737 403,19	3 632 014 578,78
25	2 037 967 721,07	0,092	188 096 265,07	3 820 110 843,84

On obtient les résultats suivants :

VAN = 833 322 053,55 Ar > 0	<u>Conclusion :</u> Le projet est rentable économiquement
TRI = 12 % > a	
DRCI = 20 ans 5 mois	

Chapitre IV - ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTALE.

Suite à l'adoption de la loi portant Charte de l'Environnement Malagasy et la promulgation du décret relatif à la Mise en Compatibilité des Investissements avec l'Environnement (MECIE), tous projets d'investissement publics ou privés susceptibles de porter atteinte à l'environnement doivent être soumis à une étude d'impact environnemental.

D'où l'utilité de ce dernier chapitre dans ce travail de mémoire.

1. Mise en contexte du projet.

Le bâtiment à construire sera au compte d'une association dénommée : Croix Bleue Malagasy. Son but est de façonner un être social intelligent, instruit et équilibré en agissant dans différents domaines comme la santé, le travail, la culture le loisir.

2. Description du projet

2.1. Les objectifs et phases du projet

Le projet consiste à construire un bâtiment R+4 qui permettra à la C.B.M d'atteindre ses objectifs, qui sont : promotion de la santé, création de travail et contribution au financement de ses activités.

Le déroulement du projet se divise en trois (3) phases, à savoir :

- La phase de construction
- La phase d'exploitation et d'entretien
- La phase de fermeture

2.2. Les ressources utilisées.

Les matières premières utilisées sont Gravillon, sable, fer, moellon...

Les ressources naturelles nécessaires sont les eaux, les bois, les sols...

Utilisation de courant électrique et de carburant tels que le gasoil et essence.

2.3. Description du milieu récepteur.

2.3.1. Délimitation de la zone d'étude.

Le site est localisé dans le Fokontany de Mahalavolona dans la Commune Rurale de Sabotsy Namehana, à 10 km du centre-ville. Il n'est desservi par deux pistes en terre de petites largeurs.

2.3.2. Description des composantes du milieu récepteur les plus pertinentes.

Cette partie présente la liste des principales composantes environnementales qui doivent faire l'objet d'une description approprié dans l'étude d'impact.

a) Description du milieu physique :

Le site est situé dans la région d'Analambana des hauts plateaux, qui est une zone assez humide par rapport à la totalité de l'île avec une humidité relative moyenne annuelle de 76% avec une température moyenne de 26°C.

b) Description du milieu biologique :

Flore :

Les végétations rencontrées dans la zone d'étude sont les :

- les arbres fruitiers (manguier, orangé...)
- herbes ;
- sapins ;
- eucalyptus.

Faune :

On peut rencontrer dans la zone d'études les différents types de faunes suivantes :

- les reptiles qui sont rares et vivent entre les pierres (Serpents) ;
- les insectivores qui se trouvent dans les arbustes ;
- les oiseaux les mieux représentés sont les corbeaux et les martins ;

c) Description du milieu humain :

Population :

- La population est constituée par une majorité du « foko » Merina. Les nouveaux venus, en faible proportion sont les Betsileo et les Betsimisaraka venant du Sud Est de l'île.

- Une famille moyenne est formée de 6 personnes et les jeunes représentent la majorité de la population.
- La population est essentiellement rurale qui vivent de l'agriculture.

Habitats et logements :

La grande majorité des habitations sont construites dans un style plutôt traditionnel

Maison construite avec des matériaux locaux, caractérisés par :

- Les murs construits en briques cuites ;
- Le toit fait par de la tôle, tuile ou même des herbes séchées ;
- Nombre de pièce : 1 à 2 ;
- Surface habitable : 25 à 40 m² par ménage.

Les composantes du milieu récepteur selon l'activité du projet entrepris seront résumées dans le tableau ci-après.

Tableau 83 : Composantes du milieu récepteur.

ACTIVITE	COMPOSANTE DU MILIEU RECEPTEUR
PHASE DE CONSTRUCTION	
Terrassement (Nivellement, fouille, remblayage...)	Sol, eau, végétation, utilisation du sol, paysage, activités humaines, population, économie, emploi, circulation et sécurité routière
Amenée et circulation de la machinerie et des équipements	Sol, sédiments, eau, air, ambiance sonore, végétation, circulation et sécurité routière, population, emploi
Construction de bâtiments (hôtels, restaurants et autres bâtiments)	Utilisation du sol, paysage, services communautaires, population, économie, emploi
PHASE D'EXPLOITATION	
Approvisionnement en eau, énergie et vivres	Eau, air, utilisation du sol, population, économie, emploi, paysage
Entretien et réparation des infrastructures	Sol, sédiments, eau, air, faune, utilisation du sol, population, économie, emploi, paysage
Rejet des eaux usées et des déchets solides	Sol, eau, sédiments, air, végétation, faune, population, santé publique, paysage
Présence des équipements	Sol, sédiments, eau, faune, flore, paysage, population, économie, emploi
PHASE DE FERMETURE	
Abondant ou fermeture	Sol, eau, air, esthétique, population, utilisation du sol, santé, économie, paysage

3. Analyse des impacts.

3.1. Identification des impacts potentiels

Afin d'apporter les ajustements visant à limiter les impacts négatifs et à optimiser ceux qui sont positifs, il faut d'abord identifier les effets du projet sur l'environnement.

Voici les principaux impacts sur l'environnement du projet :

Tableau 84 :Impacts sur l'environnement du projet.

COMPOSANTES DU MILIEU	IMPACTS PROBABLES
Milieu physique	
AIR	Dégradation de la qualité de l'air. Perturbation de l'ambiance sonore par l'augmentation des niveaux de bruit ambiant. Augmentation de la quantité de poussières constituant une nuisance pour le bien-être de la population.
SOL	Perte des sols de surface. Erosion et perturbation des sols. Sédimentation et augmentation de la turbidité des eaux. Modification de la topographie et du drainage. Surexploitation des sols. Augmentation de la compacité du sol. Pollution du sol par des contaminants chimiques ou bactériologiques.
EAU	Modification de l'écoulement des eaux de surface et souterraines. Modification des processus naturels d'apport et de transport des sédiments dans les plans d'eau. Assèchement des sources et baisse de la nappe phréatique. Modification de la quantité et de la qualité des eaux destinées aux différents usages.
Milieu biologique	
ECOSYSTEME	Dispersion possible de contaminants et d'éléments toxiques par suite d'accumulation de déchets solides ou de déversement d'effluent liquide dans le milieu naturel

FLORE	Pertes ou modification de la couverture végétale. Modification de la composition des communautés végétales.
Milieu humain	
SOCIAL	Afflux de population non contrôlé et migrations spontanées de populations, attirées par les équipements réalisés par le projet ou les avantages pouvant être tirés des actions du projet. Nuisances causées par les Travaux de construction et/ou exploitation avec augmentation des bruits et des poussières. Risques sanitaires et maladies induites par la contamination de l'environnement
ECONOMIE	Augmentation des revenus.
CULTUREL	Diminution de l'oisiveté Développement de l'intelligence des jeunes Disponibilité d'un nouveau local pour les fêtes (mariage, réunion...)
SPATIAL	Augmentation des prix fonciers. Construction d'infrastructure inadaptée aux traditions. Modification des axes de circulation et réorganisation consécutive des déplacements. Dommages causés aux infrastructures routières pendant la période de construction et d'exploitation

3.2. Atténuation des impacts.

Les mesures d'atténuation se définissent comme l'ensemble des moyens envisagés pour prévenir ou réduire l'importance des impacts sur l'environnement. L'étude doit fournir la liste des actions, ouvrages, dispositifs, correctifs ou modes de gestion alternatifs qui seront appliqués pour prévenir, atténuer ou éliminer les impacts négatifs du projet. Les mesures destinées à maximiser les retombées positives pourront aussi être mises en évidence. Les principales mesures pour notre projet sont récapitulées ci-après :

Tableau 85 :Atténuation des impacts.

MILIEU RECEPTEUR	IMPACT	MESURE D'ATTENUATION
Milieu physique		
AIR	<p>Altération de la qualité de l'air suite à l'émission de poussières, fumées, rejets toxiques et nuisances sonores).</p>	<p>Utiliser des procédés et techniques qui minimisent les rejets atmosphériques</p> <p>Mettre en place des dispositifs antipollution ou antibruit ou d'abat poussière.</p> <p>Maintenir les véhicules de transport, les engins et la machinerie en bon état de fonctionnement afin de minimiser les émissions gazeuses et les bruits.</p> <p>Limiter les activités à certaines heures de la journée pour ne pas déranger les populations.</p> <p>Ne pas réaliser des travaux bruyants en dehors des heures normales de travail.</p>
	<p>Perturbation des conditions microclimatiques</p>	<p>Aménagement d'espace vert et de couloirs de verdure avec des espèces adaptées au site (pour éviter le réchauffement de l'environnement immédiat et la modification de la circulation de l'air)</p> <p>Dimension et disposition adéquates des bâtiments pour ne pas entraver les systèmes de vents locaux et la circulation</p>

MILIEU RECEPTEUR	IMPACT	MESURE D'ATTENUATION
SOL	Érosion et déstabilisation des sols.	Planification des prélèvements de matériaux de construction (sable, graviers, roches, etc.) dans le milieu et utilisation de matériel adapté aux contraintes locales (sol, relief, climat). Prévoir des aménagements pour la circulation des véhicules et engins chaque fois qu'il y a risque de compactage ou d'altération de la surface.
EAU	Modification des régimes hydriques et hydrologiques	Etablir un plan global de gestion de l'eau
	Modification de l'écoulement des eaux surface et souterraines	Eviter d'obstruer les cours d'eau, les fossés ou tout autre canal. Enlever tout débris qui peut entraver l'écoulement normal des eaux de surface. Ne pas entraver le drainage des eaux de surface et prévoir des mesures de rétablissement.
	Réduction de la disponibilité en eau	Inventaire des ressources en eau et prise en compte des besoins en eau potable (accès aux points d'eau et approvisionnement) Établir un périmètre de sécurité et une installation de balises ou anneaux pour indiquer les prises d'eau potable Sensibiliser les gens à économiser l'eau.

MILIEU RECEPTEUR	IMPACT	MESURE D'ATTENUATION
	Contamination et pollution des eaux	<p>Mettre en place des dispositifs de traitement et de recyclage des eaux usées.</p> <p>Mettre en place des installations recyclage des déchets.</p> <p>de limiter les risques de pollution et</p> <p>Interdire le ravitaillement des véhicules, engins et de la machinerie à proximité des plans d'eau</p> <p>Utiliser, si possible, de substances chimiques à courte rémanence et peu toxiques ou de produits phytosanitaires pour l'entretien des espaces verts.</p> <p>Prévoir des mesures appropriées en cas de contamination accidentelle.</p> <p>Sceller les puits et forages avant leur abandon.</p>
Milieu biologique		
ECOSYSTEME	Modification possible des Ecosystèmes naturels et de leurs équilibres	<p>Inventorier et répertorier à un stade précoce de la préparation du projet les principaux biotopes et espèces associées existants, afin de proposer des mesures permettant d'éviter les interventions dommageables sur le milieu biologique.</p>
Milieu humain		
SOCIAL	Afflux de population non contrôlé	<p>Evaluation de l'évolution du flux de migrants potentiels face à l'attrait exercé par les actions du projet et définition de zone d'accueil</p>

MILIEU RECEPTEUR	IMPACT	MESURE D'ATTENUATION
	Augmentation des risques de transmission d'éléments pathogènes	Planifier un plan d'action conjoint du Maître d'œuvre du projet et des autorités publiques pour exercer une surveillance sanitaire et une lutte contre les maladies transmissibles.
	Nuisances causées par , de produits polluants et contaminants	Eviter ou éliminer l'accumulation de tous types de déchet hors et sur le site des Travaux et prévoir des lieux de leur élimination ou de leur traitement. Etablir une gestion adéquate des produits polluants (manipulation, emploi, entreposage, élimination).
ECONOMIE	Impacts sur le marché du travail et la structure sociale du travail	Développer l'emploi de la main d'œuvre et l'attribution de contrats aux Entreprises locales pour la réalisation de certains Travaux. Formation et perfectionnement du personnel local.
CULTUREL	Modification des coutumes et traditions	Elaboration et mise en œuvre d'un programme de communication pour informer la population du projet et des Travaux prévus. Ménagement et respect des coutumes et traditions de la population. Encourager et favoriser les interactions culturelles authentiques, positives et bénéfiques entre populations

MILIEU RECEPTEUR	IMPACT	MESURE D'ATTENUATION
SPATIAL	Dommages causés aux infrastructures routières	Respecter la capacité portante des routes. Réparer au fur et à mesure les dégâts causés aux infrastructures.

D'après l'identification et analyse des impacts, on a pu identifier les enjeux environnementaux du projet et on a pu voir qu'en général, ils ont une importance moyenne. Des mesures d'atténuation ont été préconisés pour réduire et/ou corriger les impacts négatifs. Ceux qui sont positifs sont optimisés pour favoriser encore plus le projet.

Enfin, une Etude Impact Environnemental doit aboutir à un Plan de Gestion Environnemental du Projet qui est le cahier de charges environnemental, comportant le suivi ainsi que la surveillance des sites affectés par le projet.

CONCLUSION

Le travail que nous avons effectué dans le cadre de l'étude du présent projet nous a permis de consolider les connaissances en matière de projet de construction de bâtiment que nous avons acquises à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo. Il nous a également permis de bien maîtriser les cours de béton armé et de calculs de structure. Par ailleurs, l'analyse financière à laquelle nous nous sommes livrés a permis de comprendre la logique et le comportement des investisseurs. Dans la dernière partie, nous avons traité les devis descriptifs et estimatifs, ainsi que l'analyse simplifiée de la rentabilité économique de projet. L'analyse d'impact environnemental réalisée servira de base dans un avenir où le respect de l'environnement est sujet à exiger.

En réalisant ce projet, la Croix Bleue Malagasy serait en mesure de proposer une pluralité d'activités pour combattre l'oisiveté, surtout au niveau des jeunes. De plus, les revenues annuelles à partir des locations des lieux permettraient de financer une multitude d'activités conformes aux buts de l'association.

Bref, la conception de ce centre n'est qu'un début, mais constitue déjà une première grande expérience pour l'avenir professionnel. Car un Ingénieur n'est pas qu'un simple calculateur mais surtout un bon concepteur.

Concernant le domaine du bâtiment en général, nous confirmons la nécessité du travail en équipe, tant sur le plan d'études et de conception que sur le plan de réalisations.

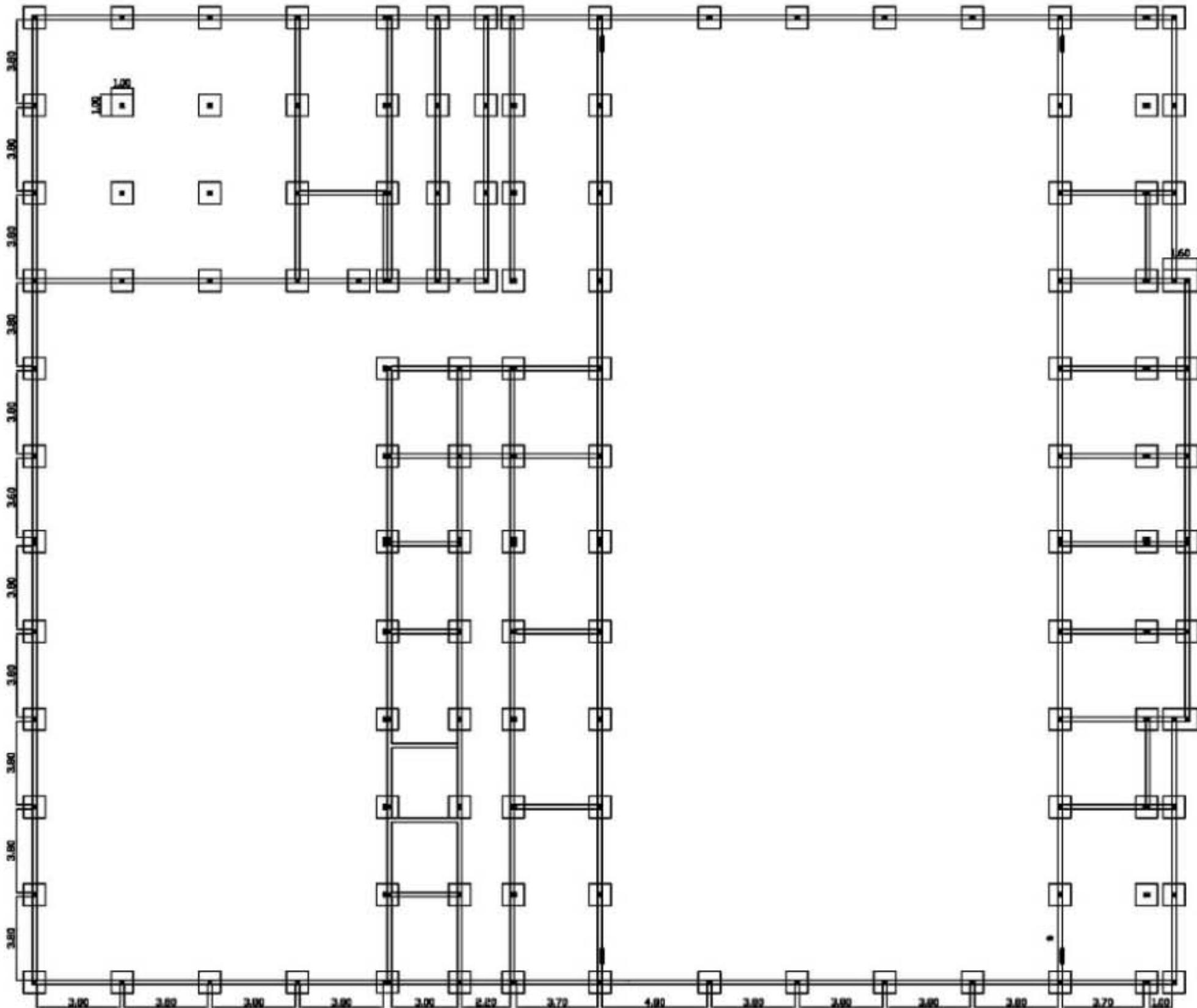
BIBLIOGRAPHIE

- [1] CHARON P. (8è édition) 1979, LE CALCUL ET LA VERIFICATION DES OUVRAGES EN BETON ARME. *EYROLLES*, 632 pages
- [2] DELEBECQUE R. (BATIMENT 1) 2002. DESSIN , *DELAGRAVE*, 128 pages
- [4] DELEBECQUE R. (BATIMENT) 2 2002. ELEMENTS DE CONSTRUCTION. *DELAGRAVE* , 127 pages
- [5] DESTRAC JM. 2007. MEMOTECH GENIE CIVIL, *CASTEILLE*, 473 pages
- [6] GOUSSET JP.2007., LE METRE CAO-DAO AVEC AUTOCAD, ETUDE DE PRIX. *EYROLLES*, 275 pages
- [7] HUSSON JM. 2002. ETUDE DES STRUCTURES EN BETON.*CASTEILLA*, 247 pages
- [8] NEUFERT E. (8è édition) 2004. LES ELEMENTS DE PROJET DE CONSTRUCTION.*DUNOD*, 646 pages

ANNEXES

Annexe.1. PLANS DU PROJET

- Plan de fondation
- Plan du rez-de-chaussée
- Plan du 1^{er} étage
- Plan du 2^{ème} étage
- Plan du 3^{ème} étage
- Plan du 4^{ème} étage
- Plan de la toiture
- Plan de coupe
- Plans des façades
- Plan de repérage



Observations

CROIX BLEUE MALAGASY

Centre de loisirs, de désintoxication et de réinsertion sociale

Fondations

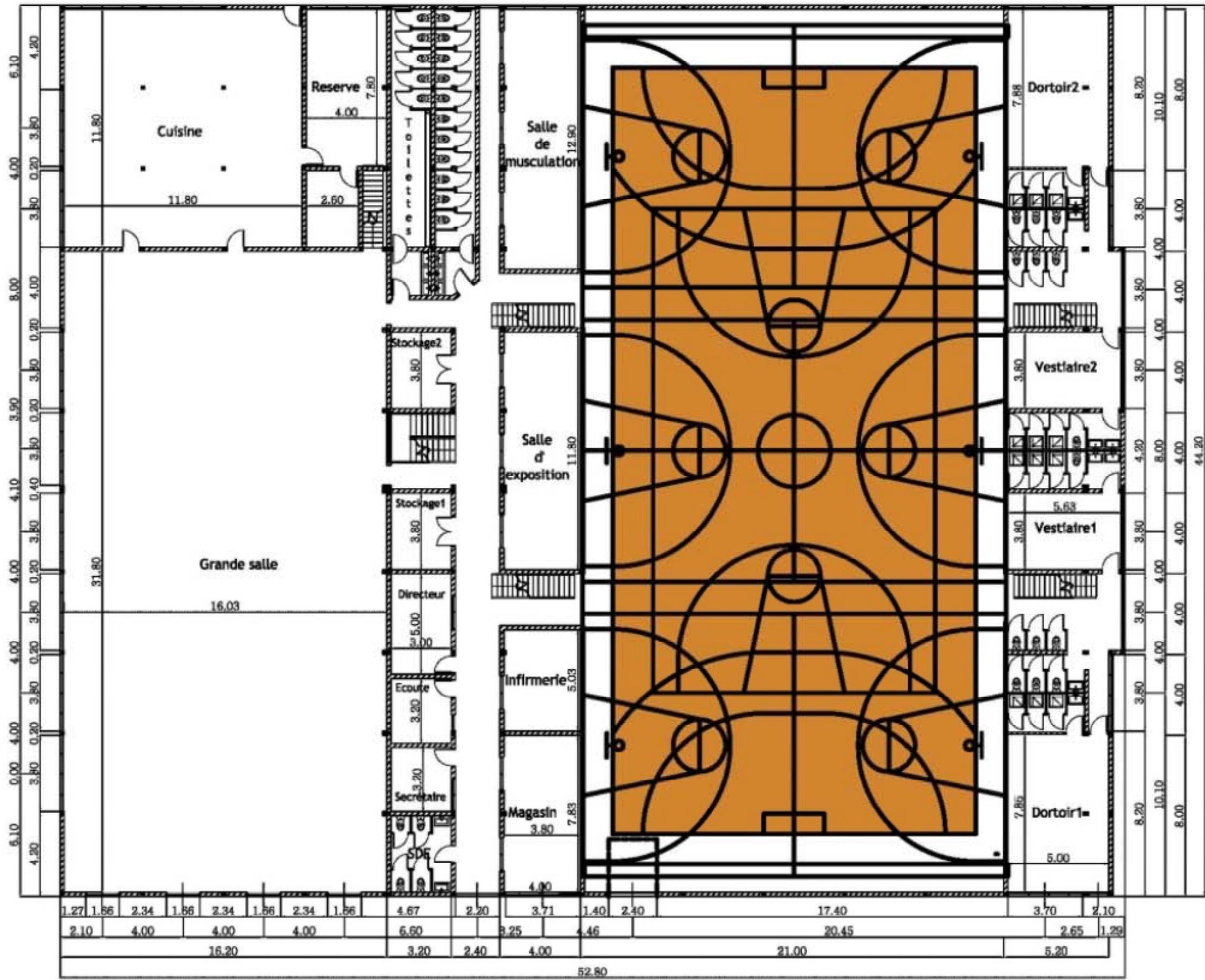
N° du projet : 2009-01

Date : 15 juillet 2009

Dessiné par : Tsiresy

A3 - 01

Echelle : 1/200



Observations

CROIX BLEUE MALAGASY

Centre de loisirs, de désintoxication et de réinsertion sociale

Rez-de-chaussée

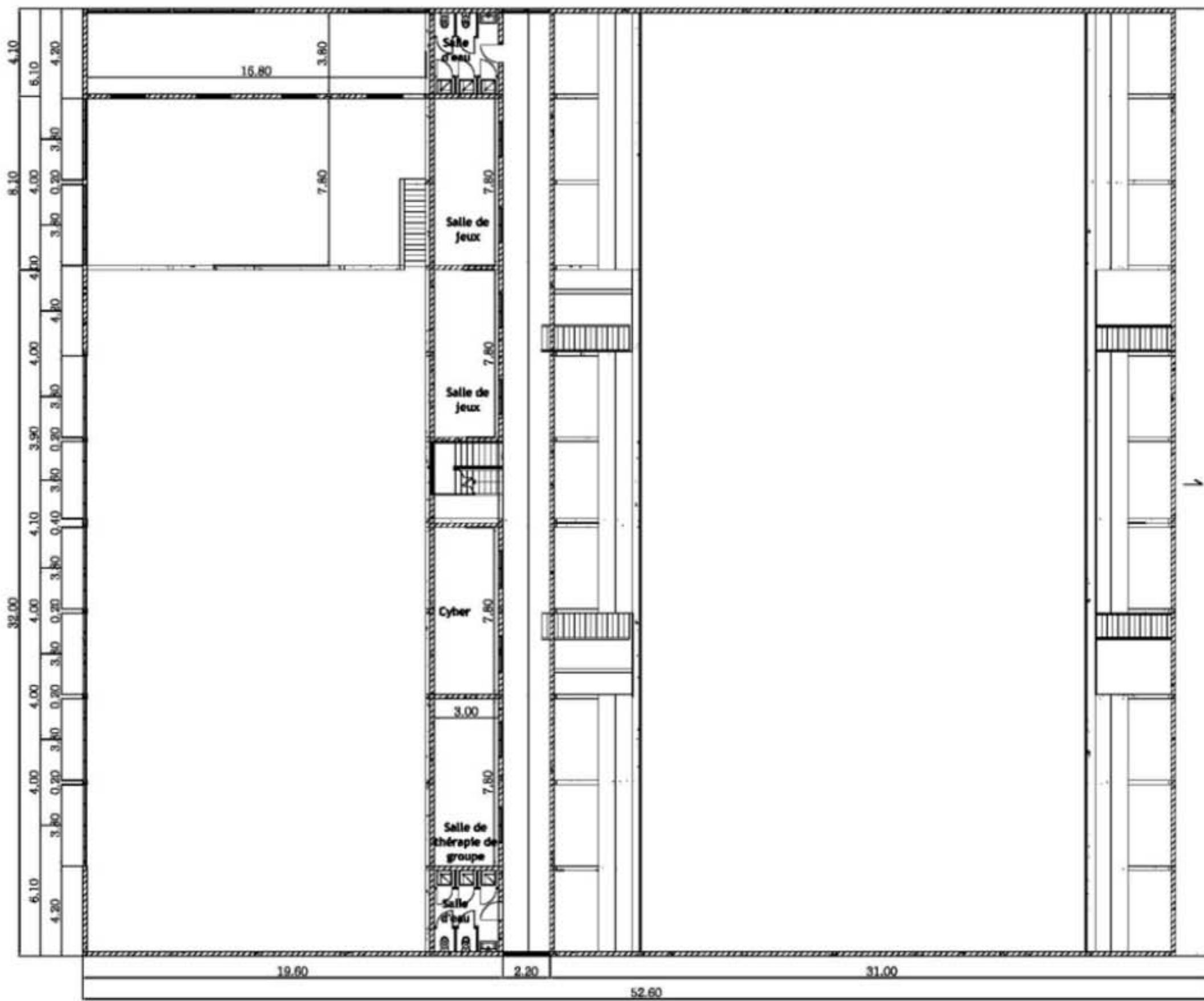
N° du projet : 2009-01

Date : 15 juillet 2009

Dessiné par : Tsiresy

A3 - 01

Echelle : 1/200



Observations

CROIX BLEUE MALAGASY

Centre de loisirs, de désintoxication et de réinsertion sociale

Etage 1

N° du projet : 2009-01

Date : 15 juillet 2009

Dessiné par : Tsiresy

A3 - 01

Echelle : 1/200



Observations

CROIX BLEUE MALAGASY

Centre de loisirs, de désintoxication
et de réinsertion sociale

Etage 2

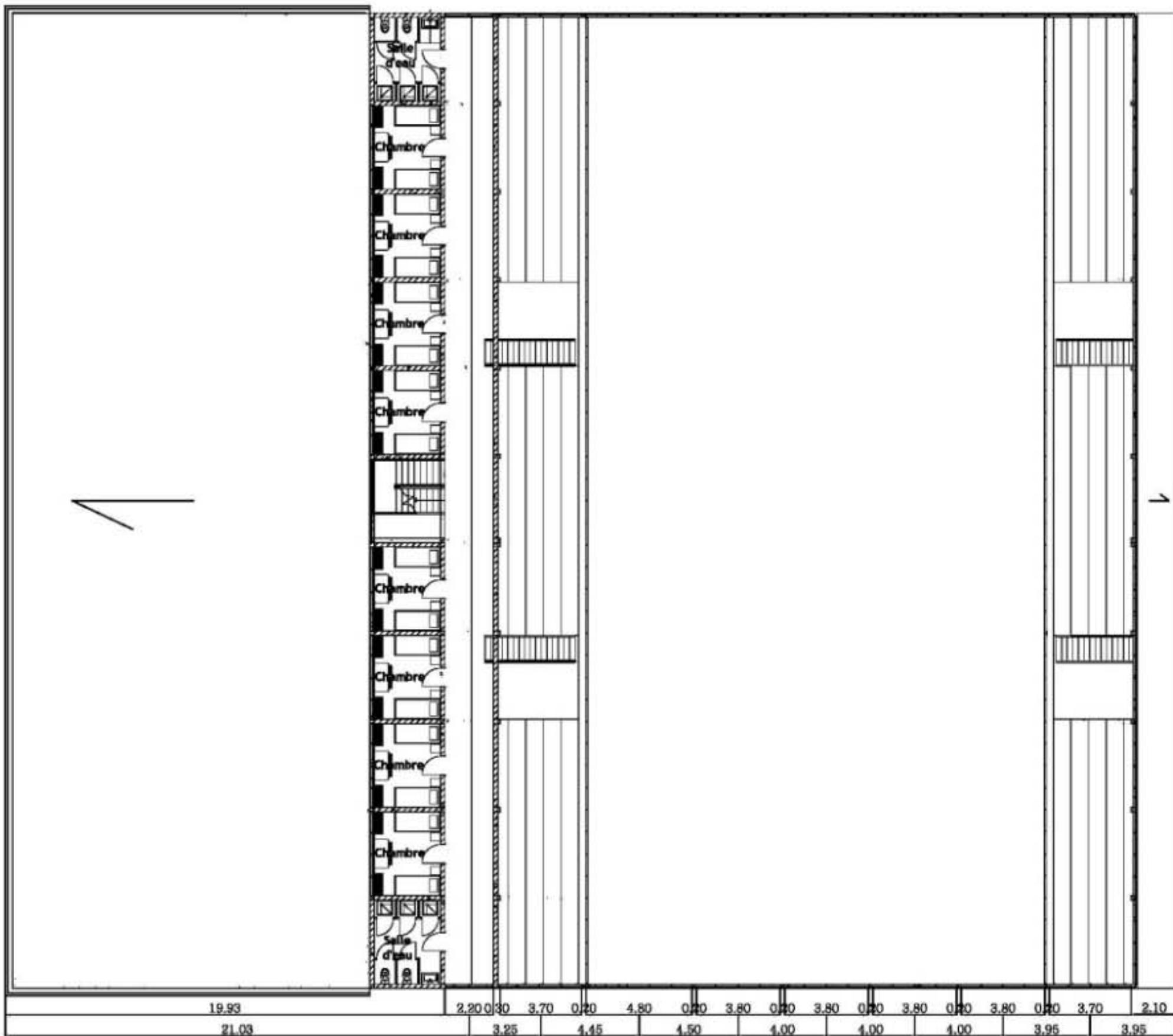
N° du projet : 2009-01

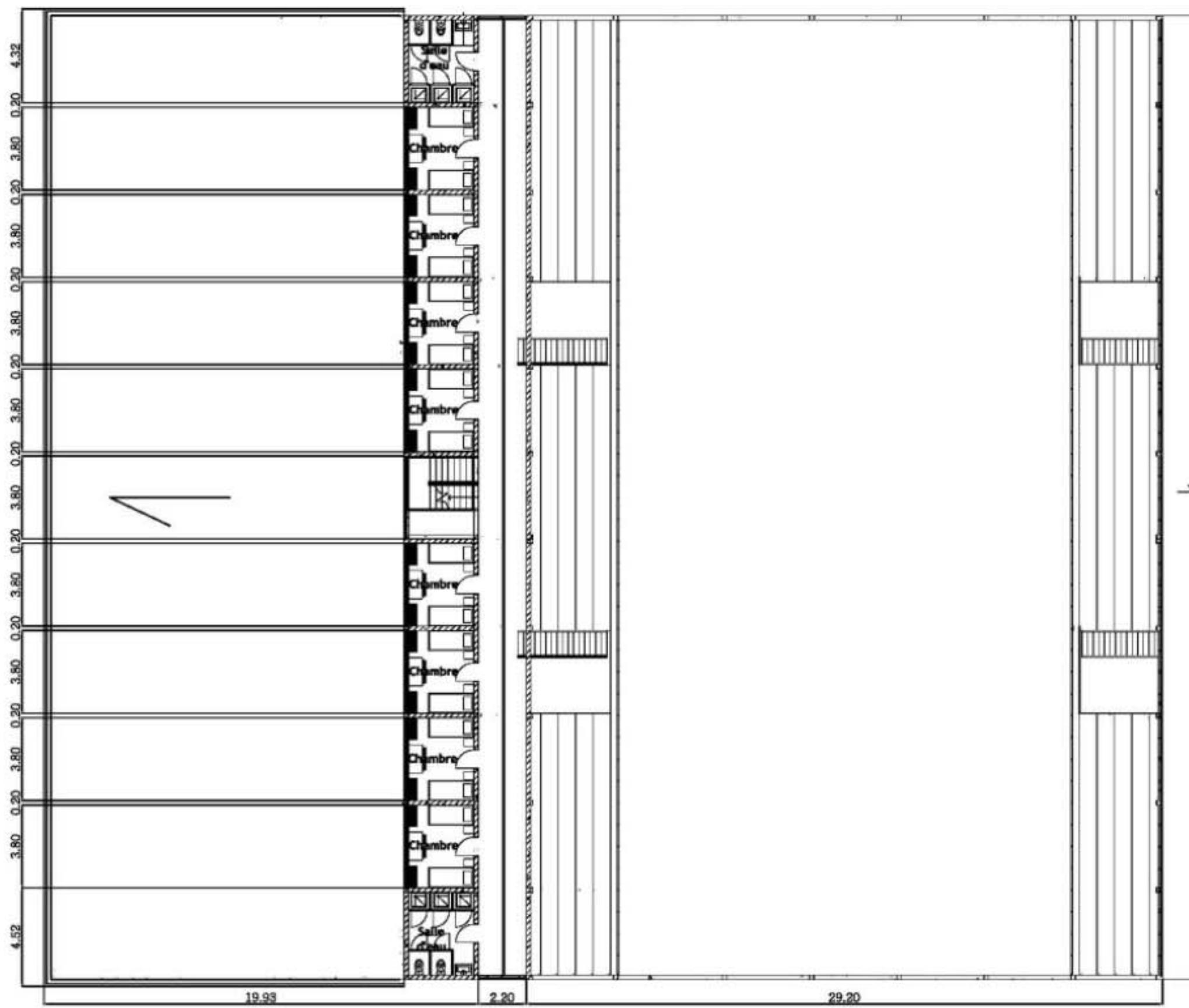
Date : 15 juillet 2009

Dessiné par : Tsiresy

A3 - 01

Echelle : 1/200





Observations

CROIX BLEUE MALAGASY

Centre de loisirs, de désintoxication
et de réinsertion sociale

Etage 3

N° du projet : 2009-01

Date : 15 juillet 2009

Dessiné par : Tsiresy

A3 - 01

Echelle : 1/200



Observations

CROIX BLEUE MALAGASY

Centre de loisirs, de désintoxication
et de réinsertion sociale

Etage 4

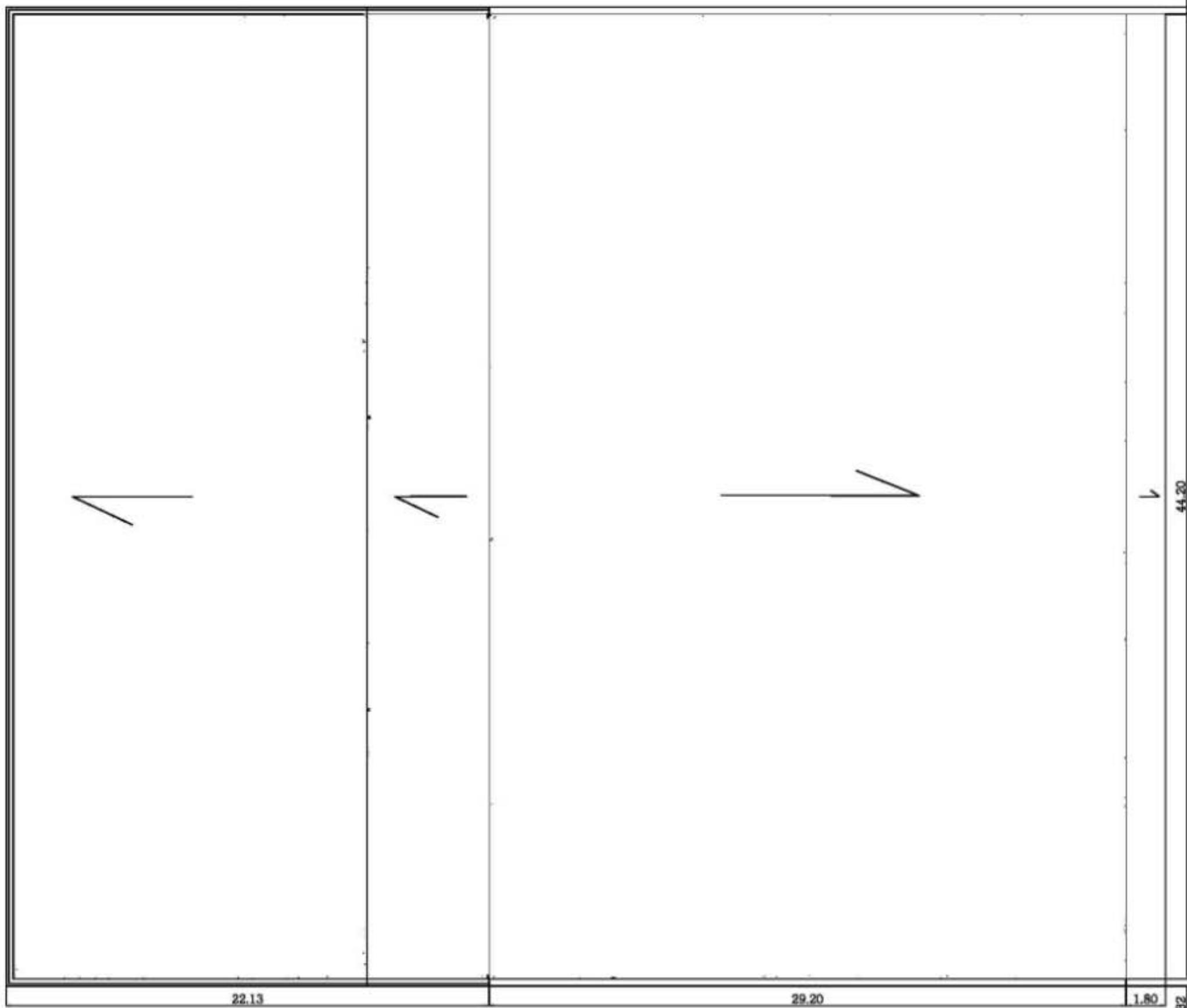
N° du projet : 2009-01

Date : 15 juillet 2009

Dessiné par : Tsiresy

A3 - 01

Echelle : 1/200



0.32

44.20

1.80

22.13

29.20

1.80



Observations

CROIX BLEUE MALAGASY

Centre de loisirs, de désintoxication
et de réinsertion sociale

Toiture

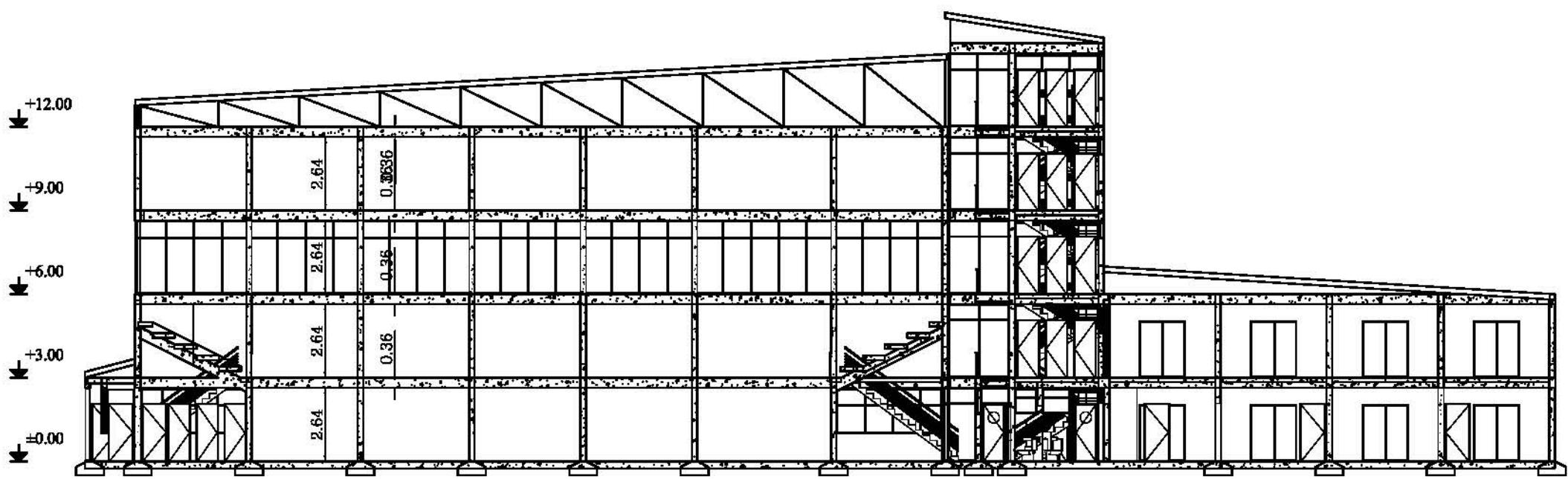
N° du projet : 2009-01

Date : 15 juillet 2009

Dessiné par : Tsiresy

A3 - 01

Echelle : 1/200



Observations

CROIX BLEUE MALAGASY

Centre de loisirs, de désintoxication
et de réinsertion sociale

Coupe transversale

N° du projet : 2009-01

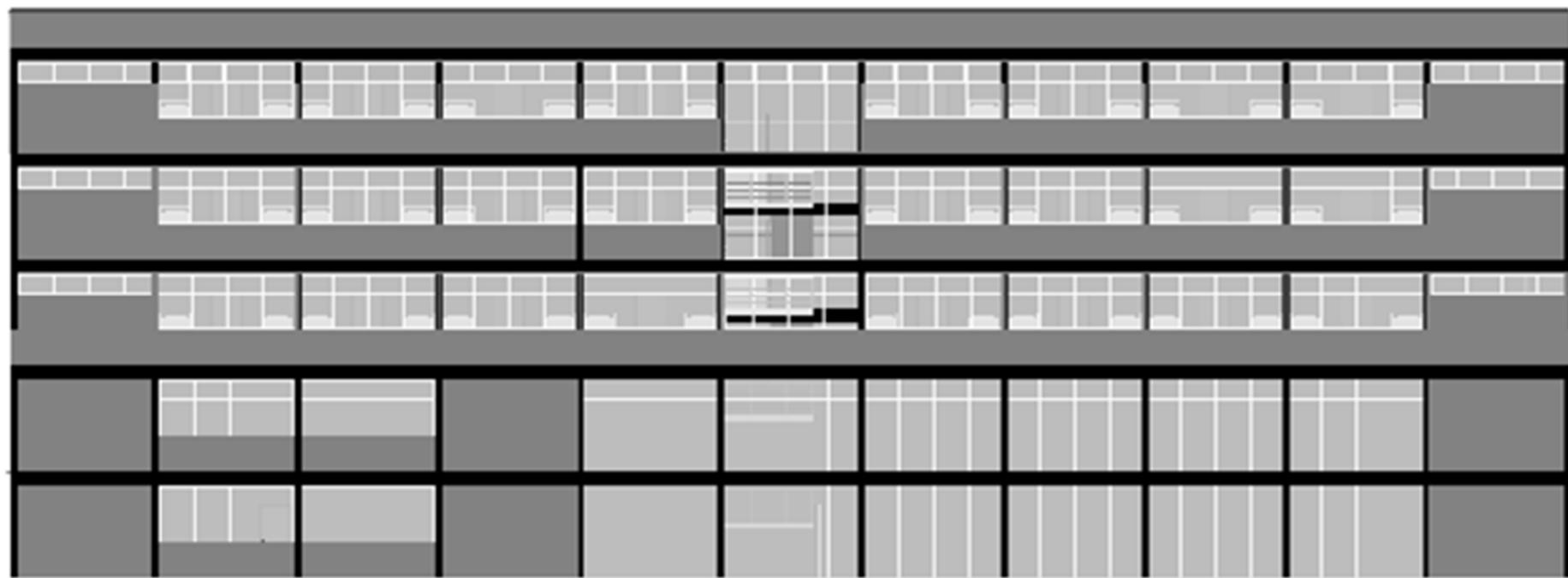
Date : 15 juillet 2009

Dessiné par : Tsiresy

A3 - 01

Echelle : 1/200

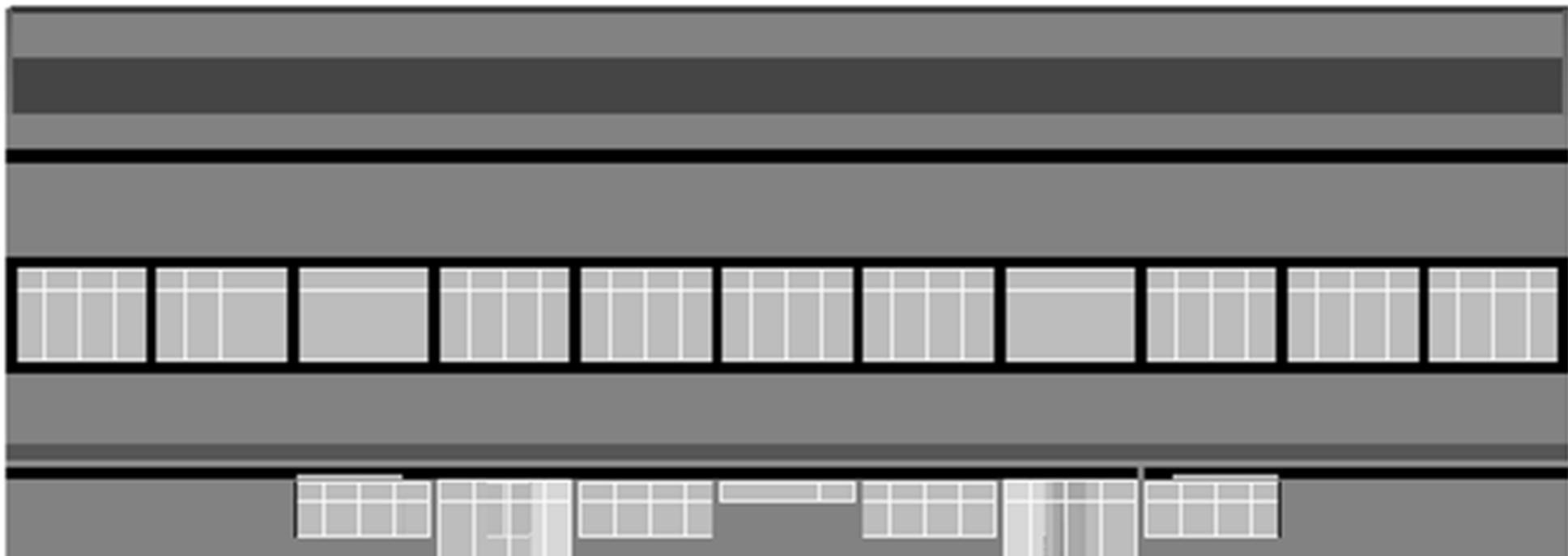
FACADE PRINCIPALE



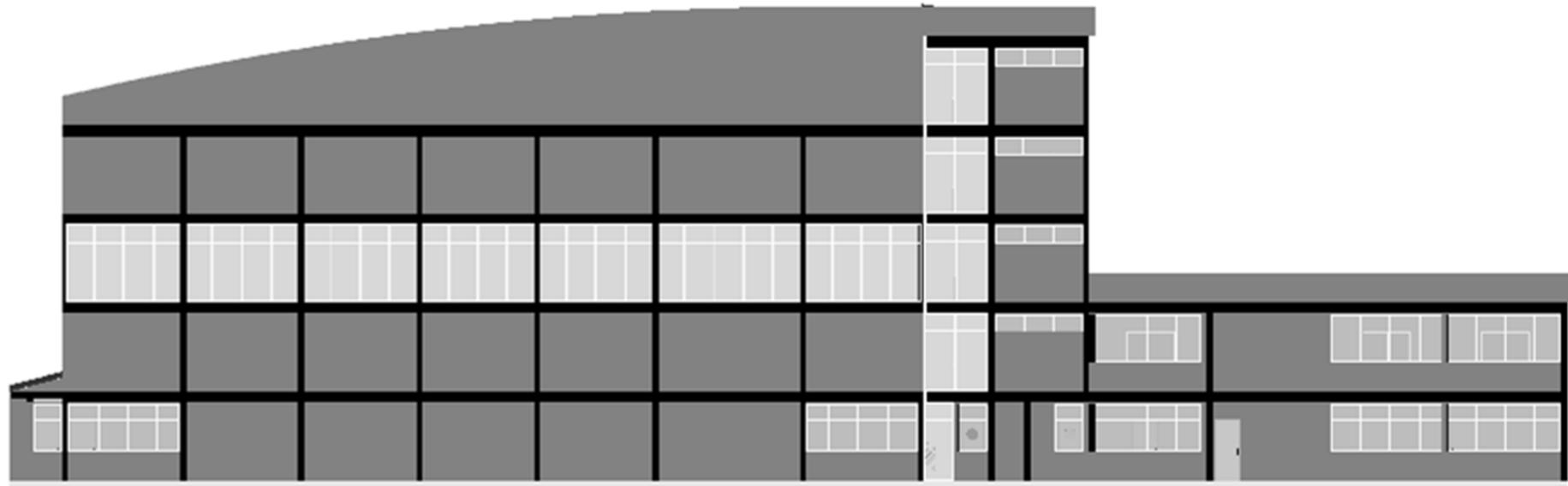
FACADE LATERALE DROITE



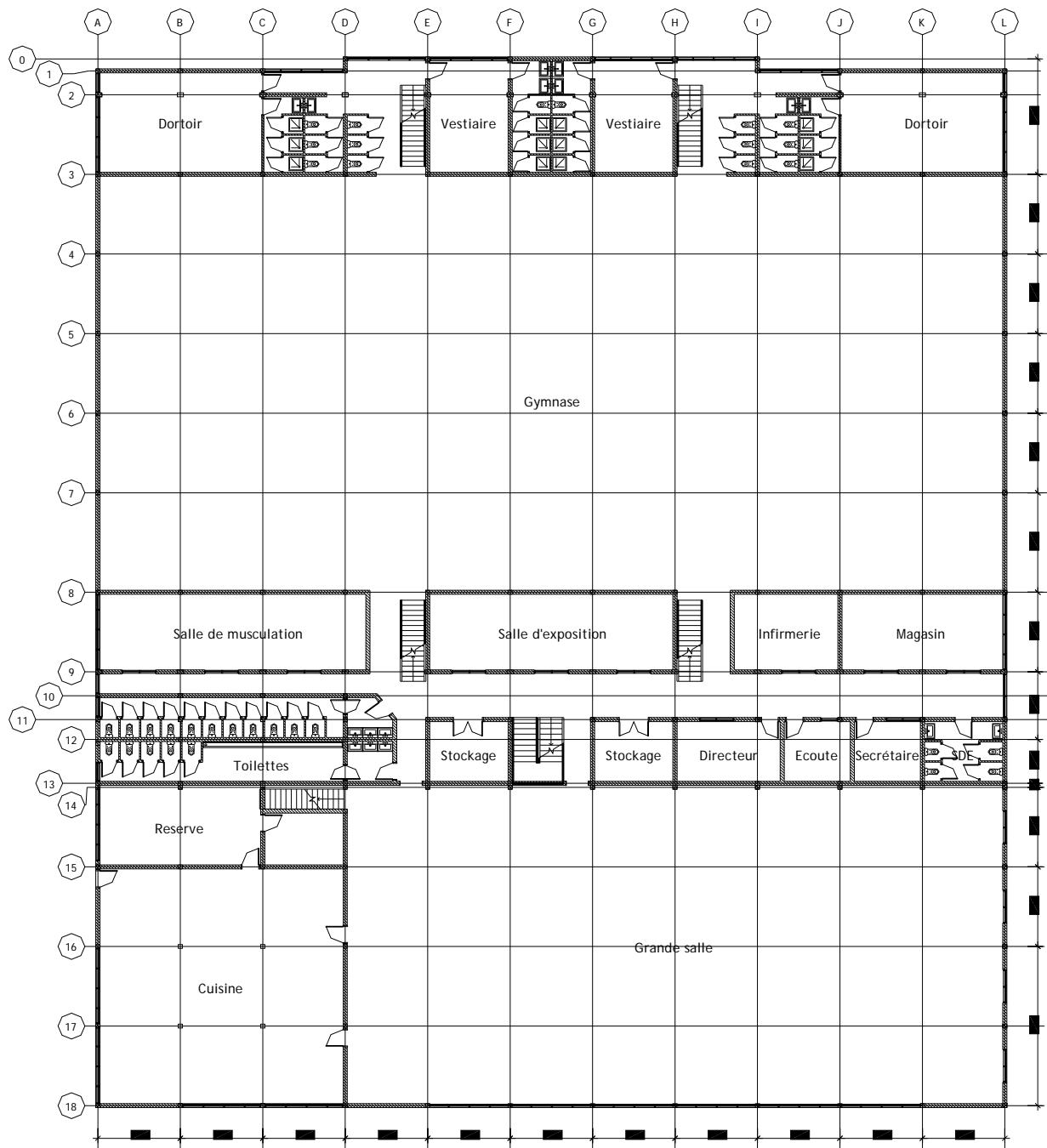
FACADE POSTERIEURE



FACADE LATERALE GAUCHE

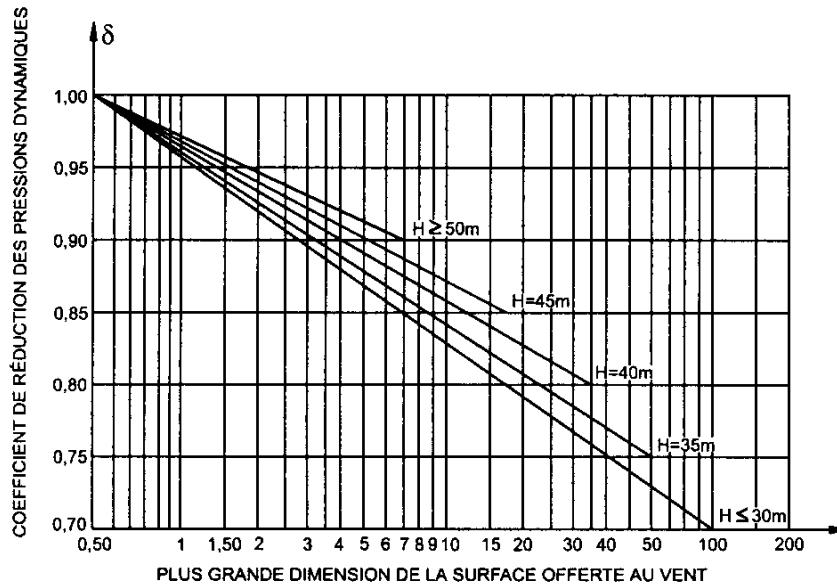


PLAN DE REPERAGE

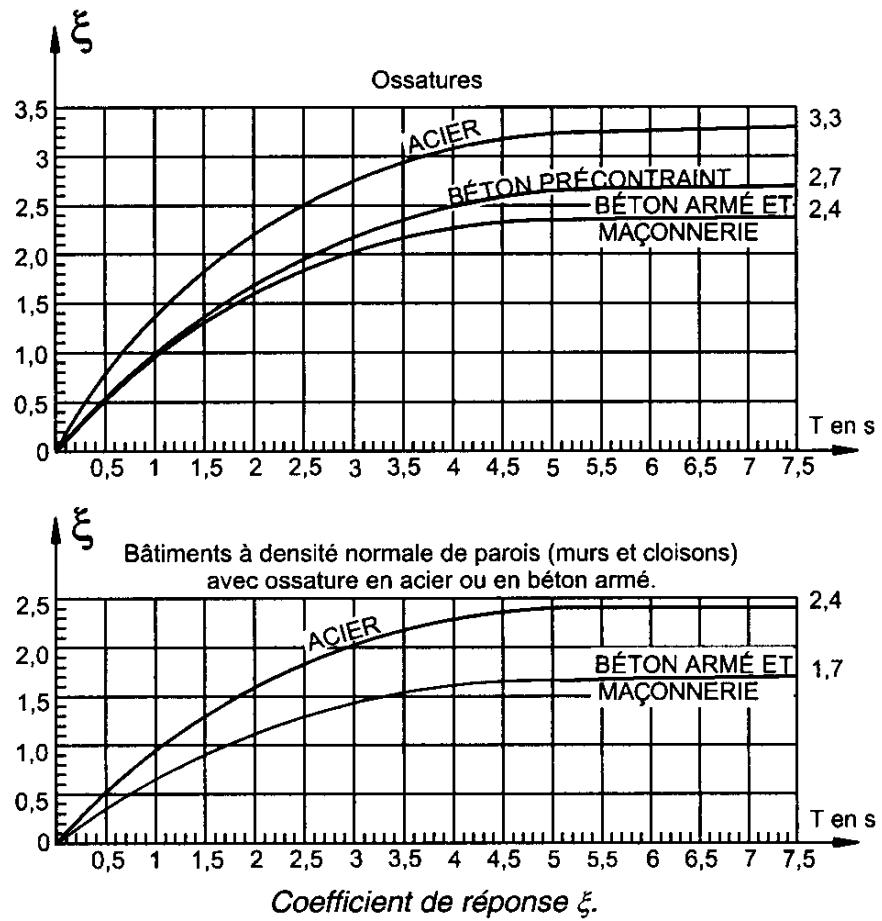


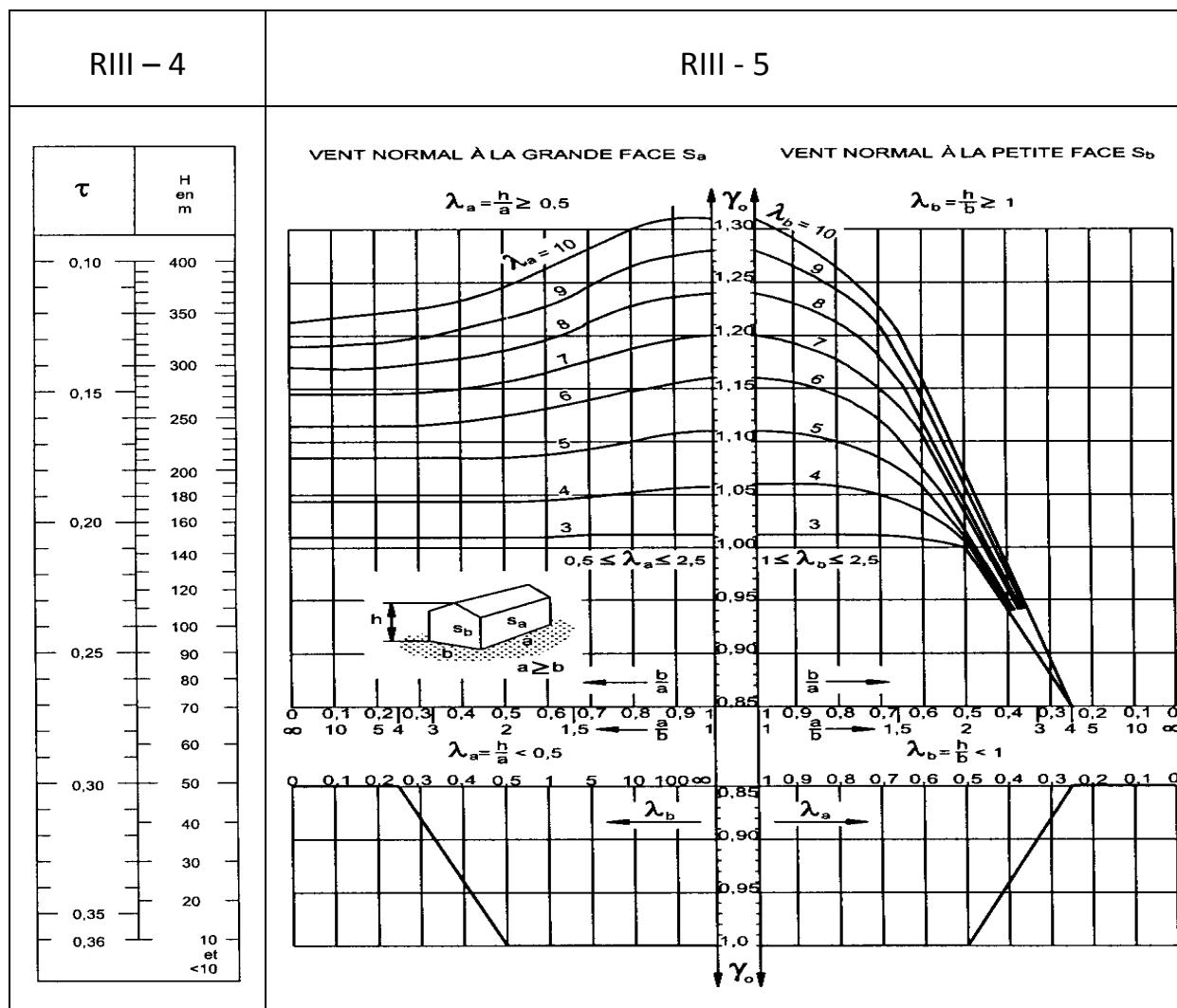
Annexe.2. EFFETS DU VENT

RIII – 2

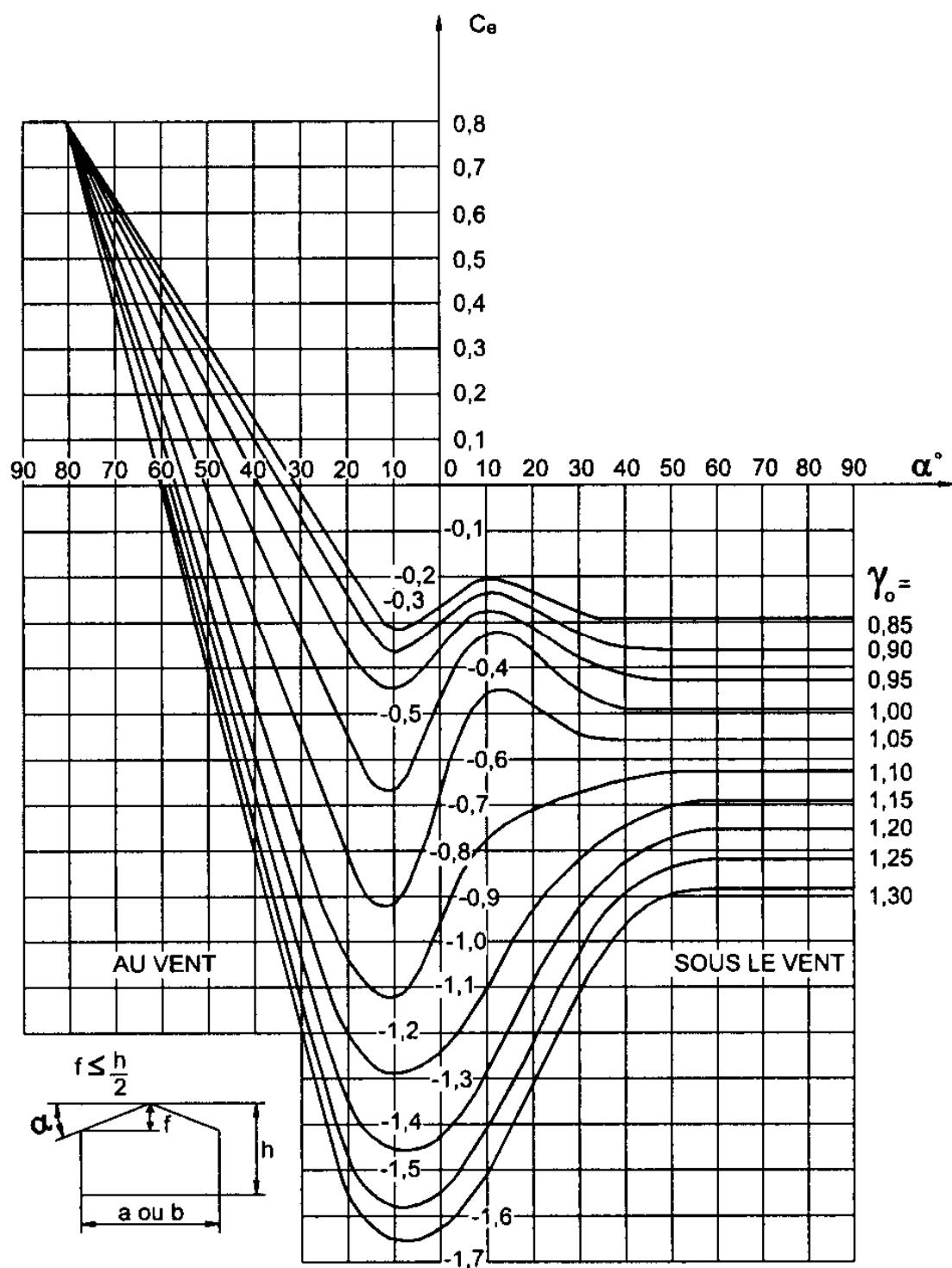


RIII- 3



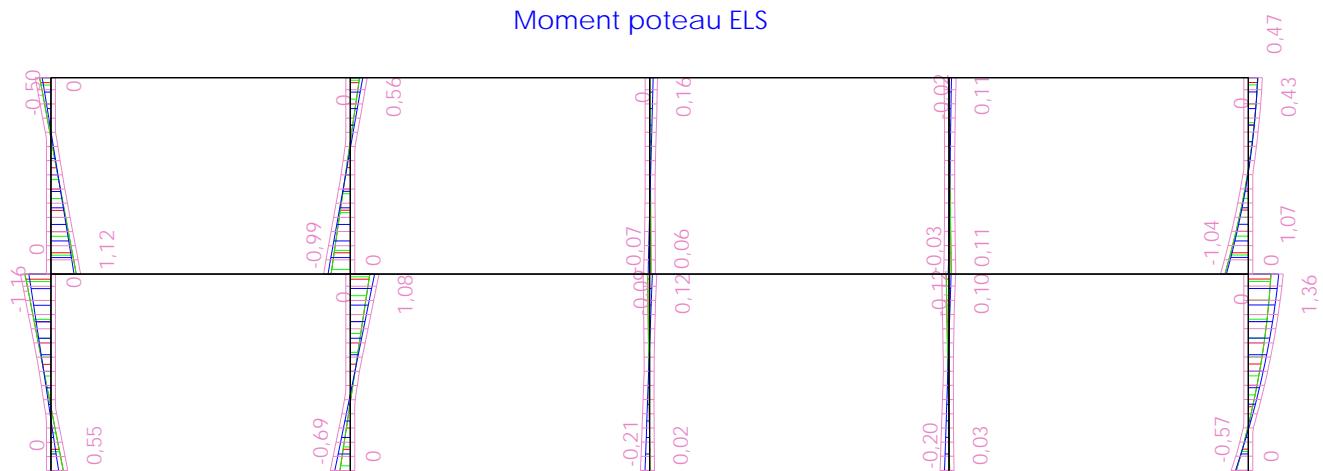
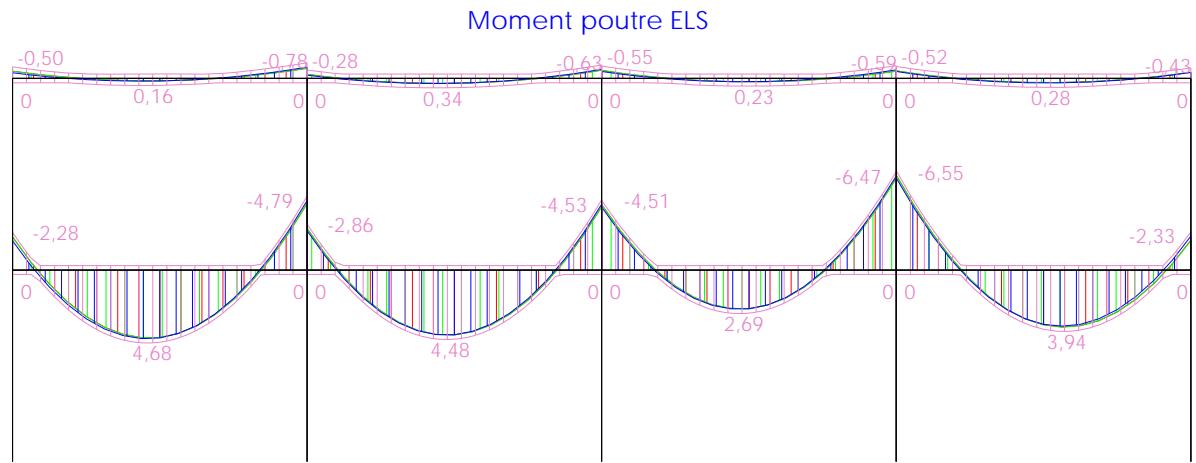


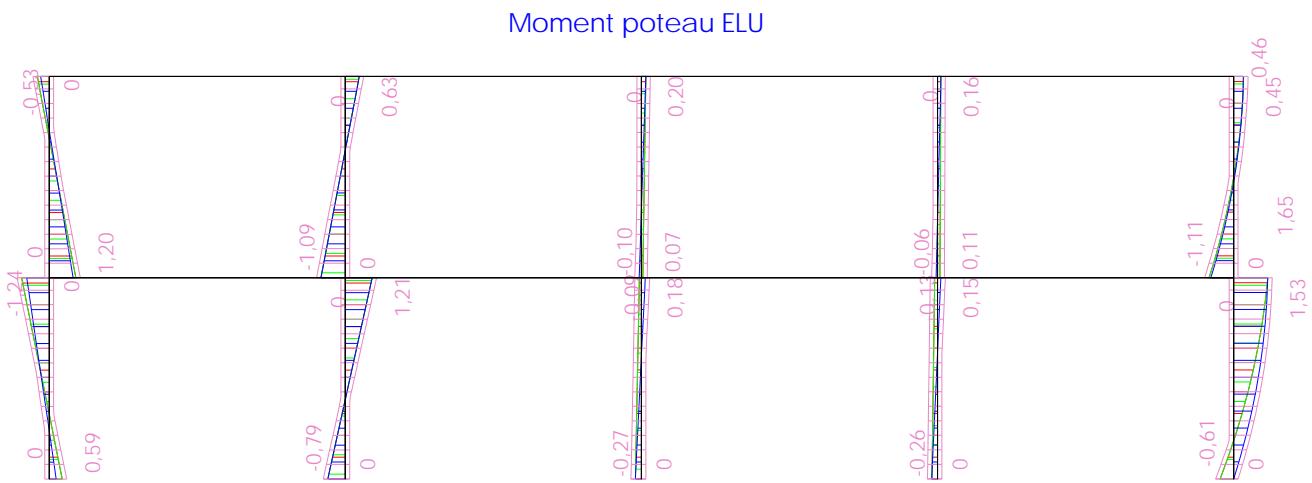
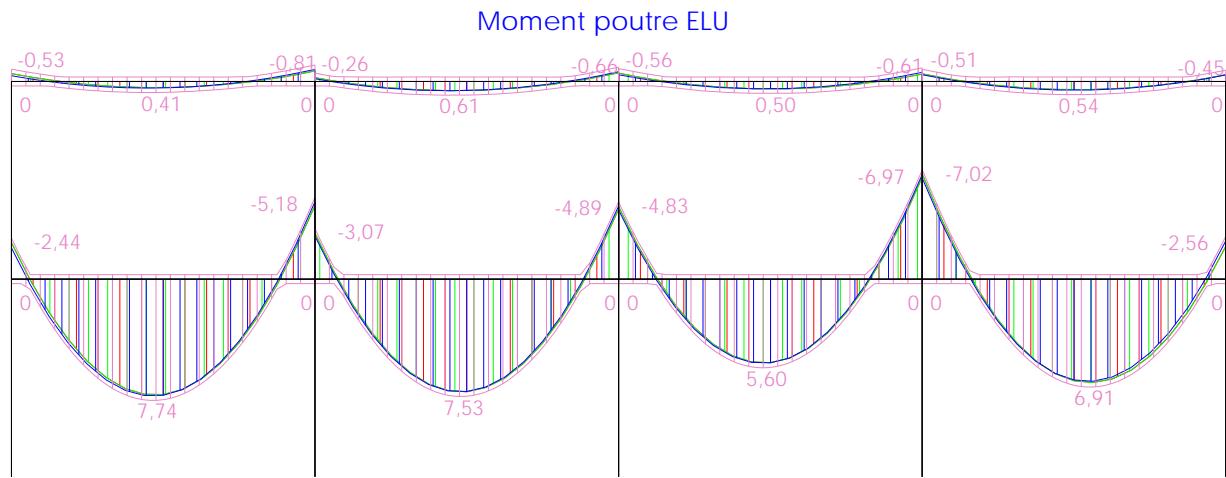
RIII -6



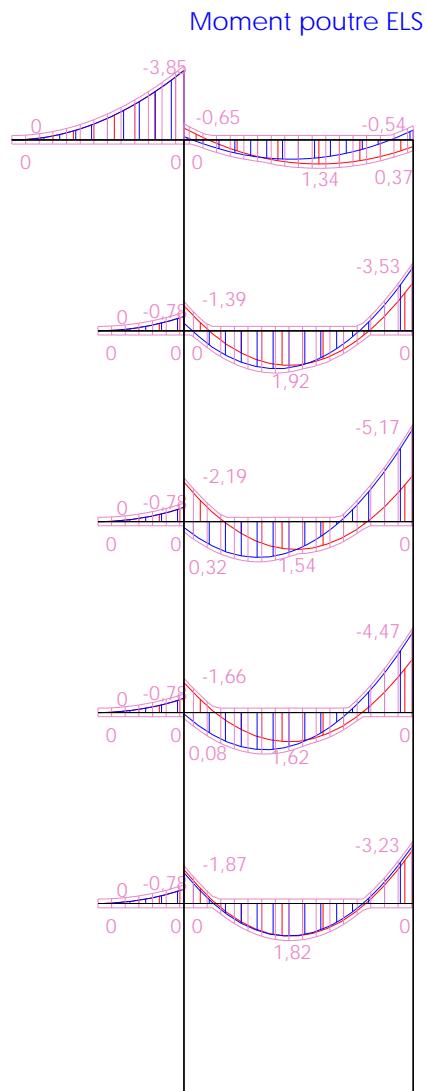
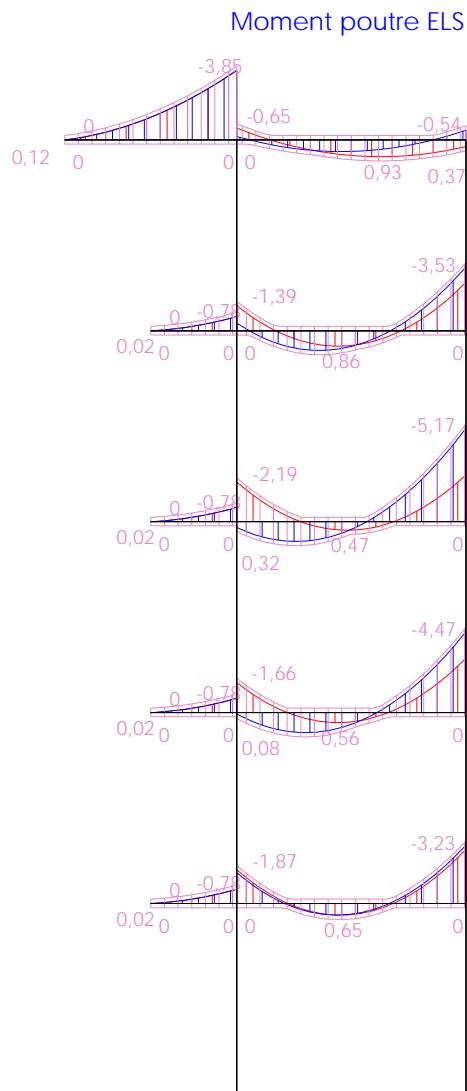
Annexe.3. CALCULS DES STRUCTURES

COURBES ENVELOPPES DE LA GRANDE SALLE

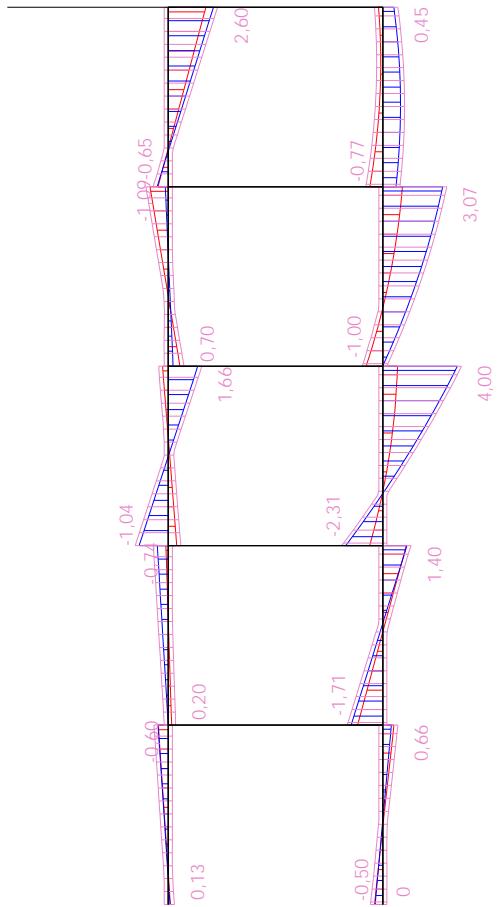




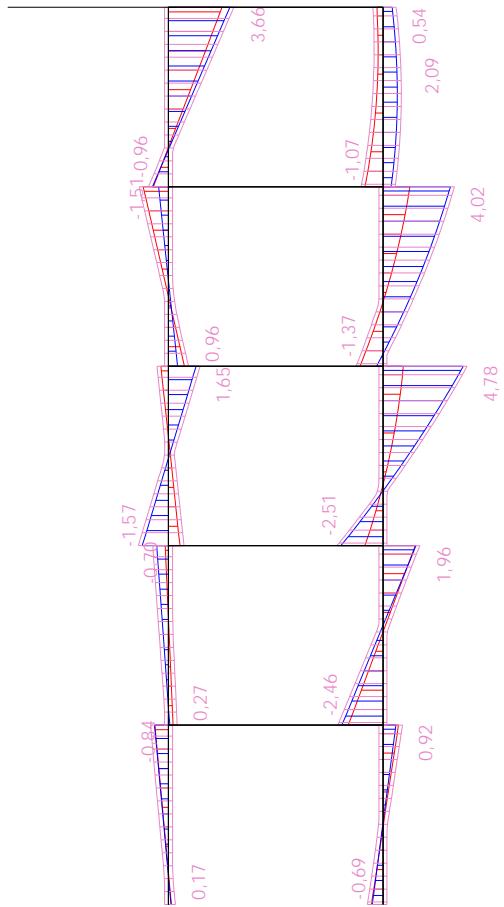
COURBES ENVELOPPES DU BATIMENT R+4



Moment poteau ELS



Moment poteau ELU



Annexe.4. BETON ARME

31 - Méthode de calcul (annexe 1) :

1. Calculer les taux de charge repris par travée à l'ELU (FPP) $p_u = 1,35.G + 1,5.Q$
2. Calculer α et les trois rapports intermédiaires de calcul :

$$\alpha = \frac{q_B}{q_B + g} \quad 0 \leq \alpha \leq 2/3$$

$1 + 0,3.\alpha$ avec une valeur minimale de 1,05

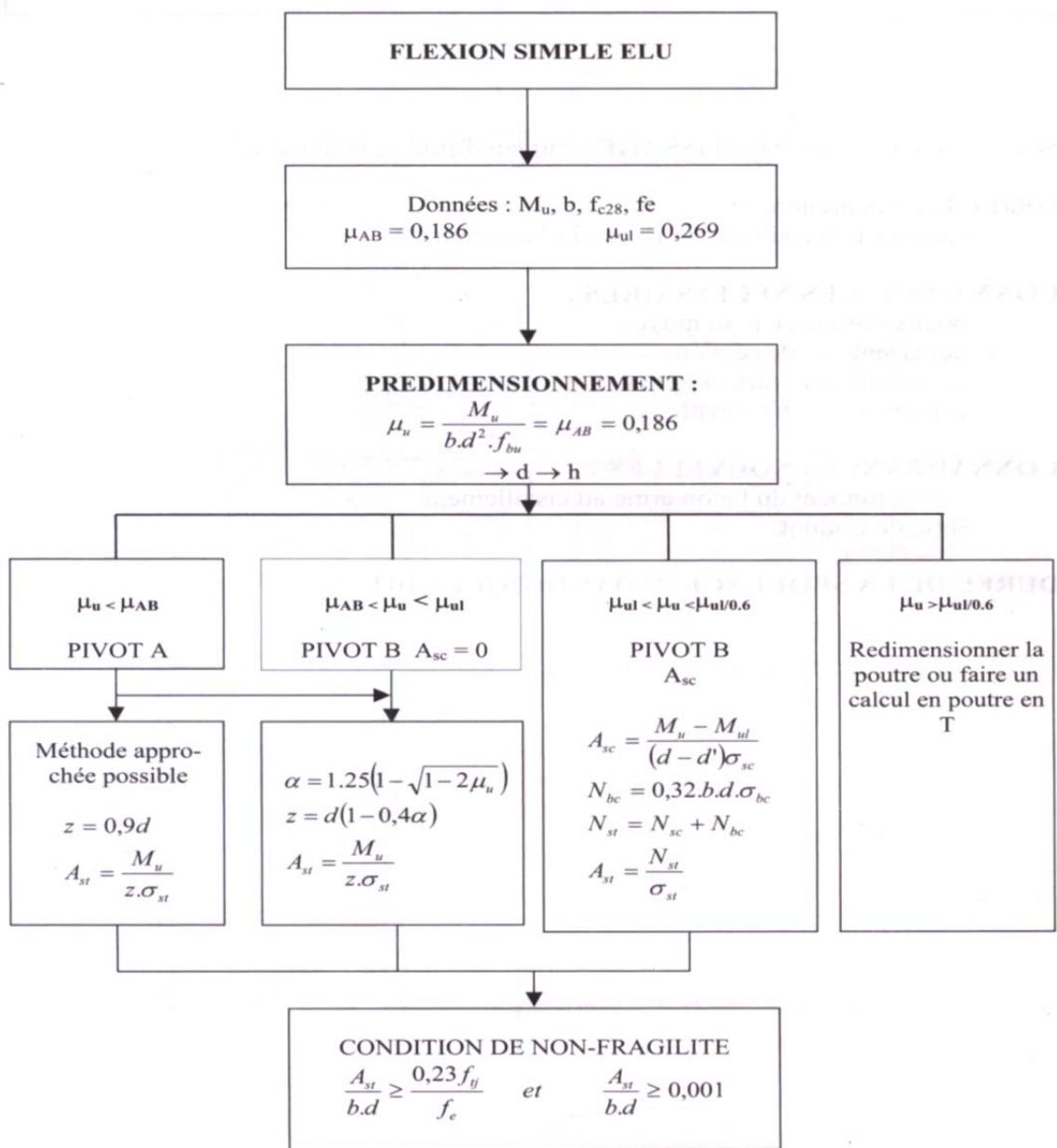
$$\frac{1 + 0,3.\alpha}{2}$$

$$\frac{1,2 + 0,3.\alpha}{2}$$

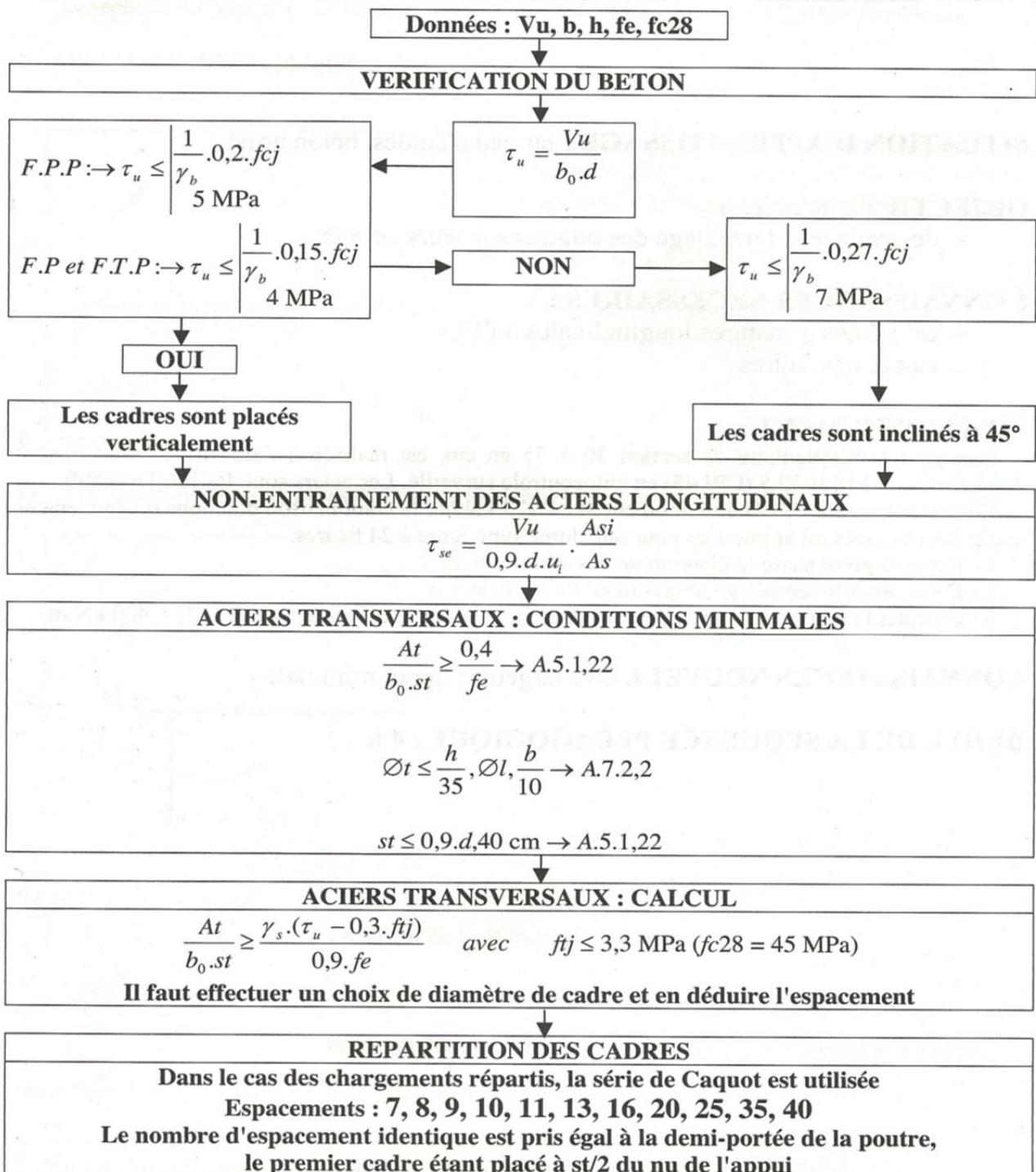
3. Remplir le tableau proposé ci-dessous :



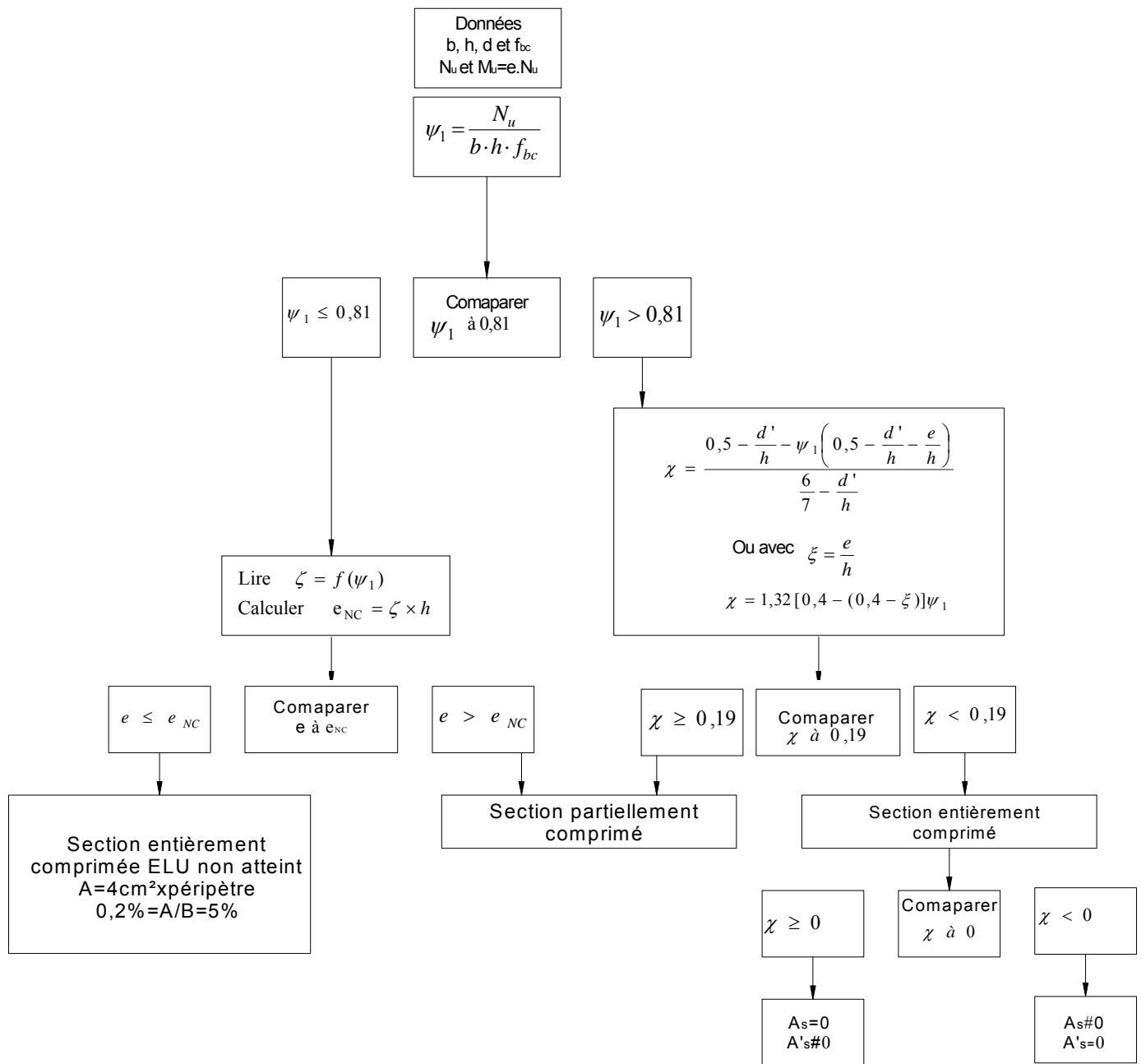
Portée ℓ (m) (B.6.1,1)	ℓ_1	ℓ_2
Taux de charge	p_1	p_2
Moment Mo de la travée indépendante isostatique	$Mo = \frac{p_1 \cdot \ell_1^2}{8}$	$Mo = \frac{p_2 \cdot \ell_2^2}{8}$
Moment sur appuis Mw (ouest) et Me (est) sur chaque travée (valeurs absolues)	$Mw = 0$	Mw
<i>Aide 1</i>		Me
Moment en travée Mt	Mt_1	Mt_2
<i>Aide 2</i>		
Moments retenus (valeurs absolues maximales)	Mt_1	Mt_2
0	Ma_2	Ma_3
Effort tranchant Vo de la travée indépendante	$Vo = +\frac{p_1 \cdot \ell_1}{2} > 0$	$Vo = +\frac{p_2 \cdot \ell_2}{2} > 0$
	$Vo = -\frac{p_1 \cdot \ell_1}{2} < 0$	$Vo = -\frac{p_2 \cdot \ell_2}{2} < 0$
<i>Aide 3</i>	$V_{\max} = +\frac{p_1 \cdot \ell_1}{2} + \frac{ Ma_2 - 0}{\ell_1}$	$+ \frac{p_2 \cdot \ell_2}{2} + \frac{ Ma_3 - Ma_2 }{\ell_2}$
	$V_{\max} = -\frac{p_1 \cdot \ell_1}{2} + \frac{ Ma_2 - 0}{\ell_1}$	$- \frac{p_2 \cdot \ell_2}{2} + \frac{ Ma_3 - Ma_2 }{\ell_2}$



CALCUL DES CADRES ELU



CALCUL EN FLEXION COMPOSÉE



Annexe.5. DESCENTE DES CHARGES

Tableau 86 :Descente des charges – Poteau C1.

Désignations	Domaine d'application			Surf ou vo ou Long	Poids spécifique			Poids total	
	Long (m)	Larg (m)	Haut (m)		Unité	C - P	Surcharge	G (daN)	Q (daN)
Niveau N5									
Toiture	4,00	0,60		2,40	daN/m ²	44,00	120,00	105	288
Plafond	4,00	0,60		2,40	daN/m ²	25,00	0,00	60	0
Chaînage long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720	0
Chaînage trans	0,60			0,60	daN/ml	180,00	0,00	108	0
							Total	993	288
Niveau N6									
Longrine long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720	0
Longrine trans	0,60			0,60	daN/ml	180,00	0,00	108	0
Poteau 20 x 20			2,64	2,64	daN/ml	100,00	0,00	264	0
Mur long	4,00			4,00	daN/ml	1003,20	0,00	4012	0
Mur trans	0,60			0,60	daN/ml	1003,20	0,00	601	0
							Total	5706	0
Total général									
6700									
288									

Tableau 87 :Descente des charges – Poteau C2.

Désignations	Domaine d'application			Surf ou vo ou Long	Poids spécifique			Poids total	
	Long (m)	Larg (m)	Haut (m)		Unité	C - P	Surcharge	G (daN)	Q (daN)
Niveau N2									
Toiture	14,50	4,00		58,00	daN/m ²	44,00	120,00	2552,00	6960,00
Chaînage long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
							Total	3272,00	6960,00
Niveau N3									
Poutre long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Poteau 20 x 30			2,64	2,64	daN/ml	150,00	0,00	396,00	0,00
Mur long	2,00			2,00	daN/ml	1003,20	0,00	2006,40	0,00
							Total	3122,40	0,00
Niveau N4									
Poutre long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Poteau 20 x 30			2,64	2,64	daN/ml	150,00	0,00	396,00	0,00
Mur rideau	4,00		2,64	10,56	daN/m ²	6,25	0,00	66,00	0,00
							Total	1182,00	0,00

Désignations	Domaine d'application			Surf ou vo ou Long	Poids spécifique			Poids total	
	Long (m)	Larg (m)	Haut (m)		Unité	C - P	Surcharge	G (daN)	Q (daN)
Niveau N5									
Plafond	4,00	2,60		10,40	daN/m ²	25,00	0,00	260,00	0,00
Poutre long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Poutre trans	2,60			2,60	daN/ml	180,00	0,00	468,00	0,00
Poutre inclinée	2,23			2,23	daN/ml	180,00	0,00	401,40	0,00
Toiture	4,00	0,60		2,40	daN/m ²	44,00	120,00	105,60	288,00
Chainage trans	0,60			0,60	daN/ml	180,00	0,00	108,00	0,00
Gradin	4,00	2,18		8,72	daN/m ²	400,00	600,00	3488,00	5232,00
Poteau 20 x 30			2,64	2,64	daN/ml	150,00	0,00	396,00	0,00
Mur long	4,00			4,00	daN/ml	1003,20	0,00	4012,80	0,00
							Total	9959,80	5520,00
Niveau N6									
Longrine long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Longrine trans	2,60			2,60	daN/ml	180,00	0,00	468,00	0,00
Poteau 20 x 30			2,64	2,64	daN/ml	150,00	0,00	396,00	0,00
Mur long	4,00			4,00	daN/ml	1003,20	0,00	4012,80	0,00
Mur trans	2,60			2,60	daN/ml	1003,20	0,00	2608,32	0,00
							Total	8205,12	0,00
									Total général
									25741,32
									12480,00

Tableau 88 :Descente des charges – Poteau C3.

Désignations	Domaine d'application			Surf ou vo ou Long	Poids spécifique			Poids total	
	Long (m)	Larg (m)	Haut (m)		Unité	C - P	Surcharge	G (daN)	Q (daN)
Niveau N5									
Plafond	4,00	2,00		8,00	daN/m ²	25,00	0,00	200,00	0,00
Poutre long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Poutre trans	2,00			2,00	daN/ml	180,00	0,00	360,00	0,00
Poutre inclinée	2,23			2,23	daN/ml	180,00	0,00	401,40	0,00
Gradin	4,00	2,18		8,72	daN/m ²	400,00	600,00	3488,00	5232,00
							Total	5169,40	5232,00
Niveau N6									
Longrine long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Longrine trans	2,00			2,00	daN/ml	180,00	0,00	360,00	0,00
Poteau 20 x 20			2,64	2,64	daN/ml	100,00	0,00	264,00	0,00
Mur long	4,00			4,00	daN/ml	1003,20	0,00	4012,80	0,00
Mur trans	2,00			2,00	daN/ml	1003,20	0,00	2006,40	0,00
							Total	7363,20	0,00
Total général									
12532,60									
5232,00									

Tableau 89 :Descente des charges – Poteau A7.

Désignations	Domaine d'application			Surf ou vo ou Long	Poids spécifique			Poids total	
	Long (m)	Larg (m)	Haut (m)		Unité	C - P	Surcharge	G (daN)	Q (daN)
Niveau N2									
Mur long	4,50			4,50	daN/ml	1003,20	0,00	4514,40	0,00
Chaînage long	4,50			4,50	daN/ml	180,00	0,00	810,00	0,00
							Total	5324,40	0,00
Niveau N3									
Poutre long	4,50			4,50	daN/ml	180,00	0,00	810,00	0,00
Poteau 20 x 20			2,64	2,64	daN/ml	100,00	0,00	264,00	0,00
Mur long	4,50			4,50	daN/ml	1003,20	0,00	4514,40	0,00
							Total	5588,40	0,00
Niveau N4									
Poutre long	4,50			4,50	daN/ml	180,00	0,00	810,00	0,00
Poteau 20 x 20			2,64	2,64	daN/ml	100,00	0,00	264,00	0,00
Mur rideau	4,50		2,64	11,88	daN/m ²	6,25	0,00	74,25	0,00
							Total	1148,25	0,00
Niveau N5									
Poutre long	4,50			4,50	daN/ml	180,00	0,00	810,00	0,00
Poteau 20 x 20			2,64	2,64	daN/ml	100,00	0,00	264,00	0,00
Mur long	4,50			4,50	daN/ml	1003,20	0,00	4514,40	0,00
							Total	5588,40	0,00

Désignations	Domaine d'application			Surf ou vo ou Long	Poids spécifique			Poids total	
	Long (m)	Larg (m)	Haut (m)		Unité	C - P	Surcharge	G (daN)	Q (daN)
Niveau N6									
Longrine long	4,50			4,50	daN/ml	180,00	0,00	810,00	0,00
Poteau 20 x 20			2,64	2,64	daN/ml	100,00	0,00	264,00	0,00
Mur long	4,50			4,50	daN/ml	1003,20	0,00	4514,40	0,00
							Total	5588,40	0,00
							Total général	23237,85	0,00

Tableau 90 :Descente des charges – Poteau C9.

c	Domaine d'application			Surf ou vo ou Long	Poids spécifique			Poids total	
	Long (m)	Larg (m)	Haut (m)		Unité	C - P	Surcharge	G (daN)	Q (daN)
Niveau N2									
Toiture	14,50	4,00		58,00	daN/m ²	44,00	120,00	2552,00	6960,00
Chaînage long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
							Total	3272,00	6960,00
Niveau N3									
Poutre long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Poteau 20 x 30			2,64	2,64	daN/ml	150,00	0,00	396,00	0,00
Mur long	2,00			2,00	daN/ml	1003,20	0,00	2006,40	0,00
							Total	3122,40	0,00

Désignations	Domaine d'application			Surf ou vo ou Long	Poids spécifique			Poids total	
	Long (m)	Larg (m)	Haut (m)		Unité	C - P	Surcharge	G (daN)	Q (daN)
Niveau N4									
Poutre long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Poteau 20 x 30			2,64	2,64	daN/ml	150,00	0,00	396,00	0,00
Mur rideau	4,00		2,64	10,56	daN/m ²	6,25	0,00	66,00	0,00
							Total	1182,00	0,00
Niveau N5									
Plafond	4,00	2,60		10,40	daN/m ²	25,00	0,00	260,00	0,00
Poutre long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Poutre trans	2,00			2,00	daN/ml	180,00	0,00	360,00	0,00
Poutre inclinée	2,23			2,23	daN/ml	180,00	0,00	401,40	0,00
Toiture	4,00	0,60		2,40	daN/m ²	44,00	120,00	105,60	288,00
Gradin	4,00	2,18		8,72	daN/m ²	400,00	600,00	3488,00	5232,00
Poteau 20 x 30			2,64	2,64	daN/ml	150,00	0,00	396,00	0,00
Mur long	4,00			4,00	daN/ml	1003,20	0,00	4012,80	0,00
							Total	9743,80	5520,00
Niveau N6									
Longrine long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Poteau 20 x 30			2,64	2,64	daN/ml	150,00	0,00	396,00	0,00
Mur long	4,00			4,00	daN/ml	1003,20	0,00	4012,80	0,00
							Total	5128,80	0,00
Total général									
22449,00									
12480,00									

Tableau 91 :Descente des charges – Poteau F11.

Désignations	Domaine d'application			Surf ou vo ou Long	Poids spécifique			Poids total	
	Long (m)	Larg (m)	Haut (m)		Unité	C - P	Surcharge	G (daN)	Q (daN)
Niveau N1									
Toiture	3,80	4,00		15,20	daN/m ²	44,00	120,00	668,80	1824,00
Plafond	3,80	4,00		15,20	daN/m ²	25,00	0,00	380,00	0,00
Chéneau	3,80			3,80	daN/ml	340,00	20,00	1292,00	76,00
Chaînage long	3,80			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Chaînage trans	4,00			3,80	daN/ml	180,00	0,00	684,00	0,00
Total								3744,80	1900,00
Niveau N2									
Plancher e=16 cm	2,00	1,60		3,20	daN/m ²	314,00	175,00	1004,80	560,00
Dalle e=10 cm	3,80	1,20		4,56	daN/m ²	344,00	400,00	1568,64	1824,00
Escalier e=12 cm	1,20	1,60		1,92	daN/m ²	400,00	400,00	768,00	768,00
Poutre long	3,80			3,80	daN/ml	180,00	0,00	684,00	0,00
Poutre trans	2,80			2,80	daN/ml	180,00	0,00	504,00	0,00
Poteau 20 x 20			2,64	2,64	daN/ml	100,00	0,00	264,00	0,00
Mur long	2,00			2,00	daN/ml	1003,20	0,00	2006,40	0,00
Mur trans	1,60			1,60	daN/ml	1003,20	0,00	1605,12	0,00
Total								8404,96	3152,00

Désignations	Domaine d'application			Surf ou vo ou Long	Poids spécifique			Poids total	
	Long (m)	Larg (m)	Haut (m)		Unité	C - P	Surcharge	G (daN)	Q (daN)
Niveau N3									
Plancher e=16 cm	2,00	1,60		3,20	daN/m ²	314,00	175,00	1004,80	560,00
Dalle e=10 cm	3,80	1,20		4,56	daN/m ²	344,00	400,00	1568,64	1824,00
Escalier e=12 cm	2,40	1,60		3,84	daN/m ²	400,00	400,00	1536,00	1536,00
Poutre long	3,80			3,80	daN/ml	180,00	0,00	684,00	0,00
Poutre trans	2,80			2,80	daN/ml	180,00	0,00	504,00	0,00
Poteau 20 x 20			2,64	2,64	daN/ml	100,00	0,00	264,00	0,00
Mur long	2,00			2,00	daN/ml	1003,20	0,00	2006,40	0,00
Mur trans	1,60			1,60	daN/ml	1003,20	0,00	1605,12	0,00
							Total	9172,96	3920,00
Niveau N4									
Plancher e=16 cm	2,00	1,60		3,20	daN/m ²	314,00	175,00	1004,80	560,00
Dalle e=10 cm	3,80	1,20		4,56	daN/m ²	344,00	400,00	1568,64	1824,00
Escalier e=12 cm	2,40	1,60		3,84	daN/m ²	400,00	400,00	1536,00	1536,00
Poutre long	3,80			3,80	daN/ml	180,00	0,00	684,00	0,00
Poutre trans	2,80			2,80	daN/ml	180,00	0,00	504,00	0,00
Poteau 20 x 20			2,64	2,64	daN/ml	100,00	0,00	264,00	0,00
Mur long	2,00			2,00	daN/ml	1003,20	0,00	2006,40	0,00
Mur trans	1,60			1,60	daN/ml	1003,20	0,00	1605,12	0,00
							Total	9172,96	3920,00

Désignations	Domaine d'application			Surf ou vo ou Long	Poids spécifique			Poids total	
	Long (m)	Larg (m)	Haut (m)		Unité	C - P	Surcharge	G (daN)	Q (daN)
Niveau N5									
Plancher e=16 cm	2,00	1,60		3,20	daN/m ²	314,00	300,00	1004,80	960,00
Dalle e=10 cm	3,80	1,20		4,56	daN/m ²	344,00	400,00	1568,64	1824,00
Escalier e=12 cm	2,40	1,60		3,84	daN/m ²	400,00	400,00	1536,00	1536,00
Poutre long	3,80			3,80	daN/ml	180,00	0,00	684,00	0,00
Poutre trans	2,80			2,80	daN/ml	180,00	0,00	504,00	0,00
Poteau 20 x 20			2,64	2,64	daN/ml	100,00	0,00	264,00	0,00
Mur long	2,00			2,00	daN/ml	1003,20	0,00	2006,40	0,00
Mur trans	1,60			1,60	daN/ml	1003,20	0,00	1605,12	0,00
							Total	9172,96	4320,00
Niveau N6									
Escalier e=12 cm	2,40	1,60		3,84	daN/m ²	400,00	400,00	1536,00	1536,00
Longrine long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Longrine trans	1,60			1,60	daN/ml	180,00	0,00	288,00	0,00
Poteau 20 x 20			2,64	2,64	daN/ml	100,00	0,00	264,00	0,00
Mur long	2,00			2,00	daN/ml	1003,20	0,00	2006,40	0,00
Mur trans	1,60			1,60	daN/ml	1003,20	0,00	1605,12	0,00
							Total	6419,52	1536,00
Total général									
46088,16									
18748,00									

Tableau 92 :Descente des charges – Poteau F13.

Désignations	Domaine d'application			Surf ou vo ou Long	Poids spécifique			Poids total	
	Long (m)	Larg (m)	Haut (m)		Unité	C - P	Surcharge	G (daN)	Q (daN)
Niveau N1									
Toiture	3,80	1,60		6,08	daN/m ²	44,00	120,00	267,52	729,60
Plafond	3,80	1,60		6,08	daN/m ²	25,00	0,00	152,00	0,00
Chéneau	3,80			3,80	daN/ml	340,00	20,00	1292,00	76,00
Chaînage long	3,80			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Chaînage trans	2,00			2,00	daN/ml	180,00	0,00	360,00	0,00
							Total	2791,52	805,60
Niveau N2									
Plancher e=16 cm	2,00	1,60		3,20	daN/m ²	314,00	175,00	1004,80	560,00
Poutre long	3,80			3,80	daN/ml	180,00	0,00	684,00	0,00
Poutre trans	1,60			1,60	daN/ml	180,00	0,00	288,00	0,00
Poteau 20 x 20			2,64	2,64	daN/ml	100,00	0,00	264,00	0,00
Mur long	3,80			3,80	daN/ml	1003,20	0,00	3812,16	0,00
Mur trans	1,60			1,60	daN/ml	1003,20	0,00	1605,12	0,00
							Total	7658,08	560,00
Niveau N3									
Plancher e=16 cm	2,00	1,60		3,20	daN/m ²	314,00	175,00	1004,80	560,00
Escalier e=12 cm	1,20	1,60		1,92	daN/m ²	400,00	400,00	768,00	768,00
Poutre long	3,80			3,80	daN/ml	180,00	0,00	684,00	0,00
Poutre trans	2,80			2,80	daN/ml	180,00	0,00	504,00	0,00
Poteau 20 x 20			2,64	2,64	daN/ml	100,00	0,00	264,00	0,00
Mur long	3,80			3,80	daN/ml	1003,20	0,00	3812,16	0,00
Mur trans	1,60			1,60	daN/ml	1003,20	0,00	1605,12	0,00
							Total	8642,08	1328,00

Désignations	Domaine d'application			Surf ou vo ou Long	Poids spécifique			Poids total	
	Long (m)	Larg (m)	Haut (m)		Unité	C - P	Surcharge	G (daN)	Q (daN)
Niveau N4									
Plancher e=16 cm	2,00	1,60		3,20	daN/m ²	314,00	175,00	1004,80	560,00
Escalier e=12 cm	2,40	1,60		3,84	daN/m ²	400,00	400,00	1536,00	1536,00
Poutre long	3,80			3,80	daN/ml	180,00	0,00	684,00	0,00
Poutre trans	1,60			1,60	daN/ml	180,00	0,00	288,00	0,00
Poteau 20 x 20			2,64	2,64	daN/ml	100,00	0,00	264,00	0,00
Mur long	3,80			3,80	daN/ml	1003,20	0,00	3812,16	0,00
Mur trans	1,60			1,60	daN/ml	1003,20	0,00	1605,12	0,00
							Total	9194,08	2096,00
Niveau N5									
Plancher e=16 cm	2,00	1,60		3,20	daN/m ²	314,00	300,00	1004,80	960,00
Escalier e=12 cm	2,40	1,60		3,84	daN/m ²	400,00	400,00	1536,00	1536,00
Poutre long	3,80			3,80	daN/ml	180,00	0,00	684,00	0,00
Poutre trans	1,60			1,60	daN/ml	180,00	0,00	288,00	0,00
Poteau 20 x 20			2,64	2,64	daN/ml	100,00	0,00	264,00	0,00
Mur long	3,80			3,80	daN/ml	1003,20	0,00	3812,16	0,00
Mur trans	1,60			1,60	daN/ml	1003,20	0,00	1605,12	0,00
							Total	9194,08	2496,00

Désignations	Domaine d'application			Surf ou vo ou Long	Poids spécifique			Poids total	
	Long (m)	Larg (m)	Haut (m)		Unité	C - P	Surcharge	G (daN)	Q (daN)
Niveau N6									
Escalier e=12 cm	2,00	1,60		3,20	daN/m ²	400,00	400,00	1280,00	1280,00
Longrine long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Longrine trans	1,60			1,60	daN/ml	180,00	0,00	288,00	0,00
Poteau 20 x 20			2,64	2,64	daN/ml	100,00	0,00	264,00	0,00
Mur long	3,80			3,80	daN/ml	1003,20	0,00	3812,16	0,00
Mur trans	1,60			1,60	daN/ml	1003,20	0,00	1605,12	0,00
							Total	7969,28	1280,00

Total général	45449,12	8565,60
----------------------	-----------------	----------------

Tableau 93 :Descente des charges – Poteau B14 et B 18.

Désignations	Domaine d'application			Surf ou vo ou Long	Poids spécifique			Poids total	
	Long (m)	Larg (m)	Haut (m)		Unité	C - P	Surcharge	G (daN)	Q (daN)
Niveau N4									
Toiture	8,00	4,00		32,00	daN/m ²	44,00	120,00	1408,00	3840,00
Plafond	8,00	4,00		32,00	daN/m ²	25,00	0,00	800,00	0,00
Chaînage long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Chaînage trans	2,00			2,00	daN/ml	180,00	0,00	360,00	0,00
							Total	2928,00	3840,00
Niveau N5									
Plancher e=16 cm	4,00	2,00		8,00	daN/m ²	314,00	175,00	2512,00	1400,00
Poutre long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Poutre trans	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Poteau 20 x 20		2,64		2,64	daN/ml	100,00	0,00	264,00	0,00
Mur long	4,00			4,00	daN/ml	1003,20	0,00	4012,80	0,00
Mur trans	2,00			2,00	daN/ml	1003,20	0,00	2006,40	0,00
							Total	10235,20	1400,00
Niveau N6									
Chaînage long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Poteau 20 x 20		2,64		2,64	daN/ml	100,00	0,00	264,00	0,00
Mur long	4,00			4,00	daN/ml	1003,20	0,00	4012,80	0,00
							Total	4996,80	0,00
							Total général	18160,00	5240,00

Tableau 94 :Descente des charges – Poteau B15.

Désignations	Domaine d'application			Surf ou vo ou Long	Poids spécifique			Poids total	
	Long (m)	Larg (m)	Haut (m)		Unité	C - P	Surcharge	G (daN)	Q (daN)
Niveau N4									
Plafond	8,00	4,00		32,00	daN/m ²	25,00	0,00	800,00	0,00
Chaînage long	2,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Chaînage trans	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Total								1520,00	0,00
Niveau N5									
Plancher e=16 cm	4,00	4,00		16,00	daN/m ²	314,00	175,00	5024,00	2800,00
Poutre long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Poutre trans	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Poteau 20 x 20			2,64	2,64	daN/ml	100,00	0,00	264,00	0,00
Mur long	2,00			2,00	daN/ml	1003,20	0,00	2006,40	0,00
Mur trans	4,00			4,00	daN/ml	1003,20	0,00	4012,80	0,00
Total								12747,20	2800,00
Niveau N6									
Chaînage long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Poteau 20 x 20			2,64	2,64	daN/ml	100,00	0,00	264,00	0,00
Mur long	4,00			4,00	daN/ml	1003,20	0,00	4012,80	0,00
Total								4996,80	0,00
Total général								19264,00	2800,00

Tableau 95 :Descente des charges - Poteau B16 et B 17.

Désignations	Domaine d'application			Surf ou vo ou Long	Poids spécifique			Poids total	
	Long (m)	Larg (m)	Haut (m)		Unité	C - P	Surcharge	G (daN)	Q (daN)
Niveau N4									
Plafond	8,00	4,00		32,00	daN/m ²	25,00	0,00	800,00	0,00
Chaînage long	2,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Chaînage trans	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Total								1520,00	0,00
Niveau N5									
Plancher e=16 cm	4,00	4,00		16,00	daN/m ²	314,00	175,00	5024,00	2800,00
Poutre long	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Poutre trans	4,00			4,00	daN/ml	180,00	0,00	720,00	0,00
Poteau 20 x 20			2,64	2,64	daN/ml	100,00	0,00	264,00	0,00
Mur long	2,00			2,00	daN/ml	1003,20	0,00	2006,40	0,00
Mur trans	4,00			4,00	daN/ml	1003,20	0,00	4012,80	0,00
Total								12747,20	2800,00
Niveau N6									
Poteau 20 x 20			2,64	2,64	daN/ml	100,00	0,00	264,00	0,00
Total								264,00	0,00
Total général									
14531,20								2800,00	

Tableau 96 :G cumulée en daN.

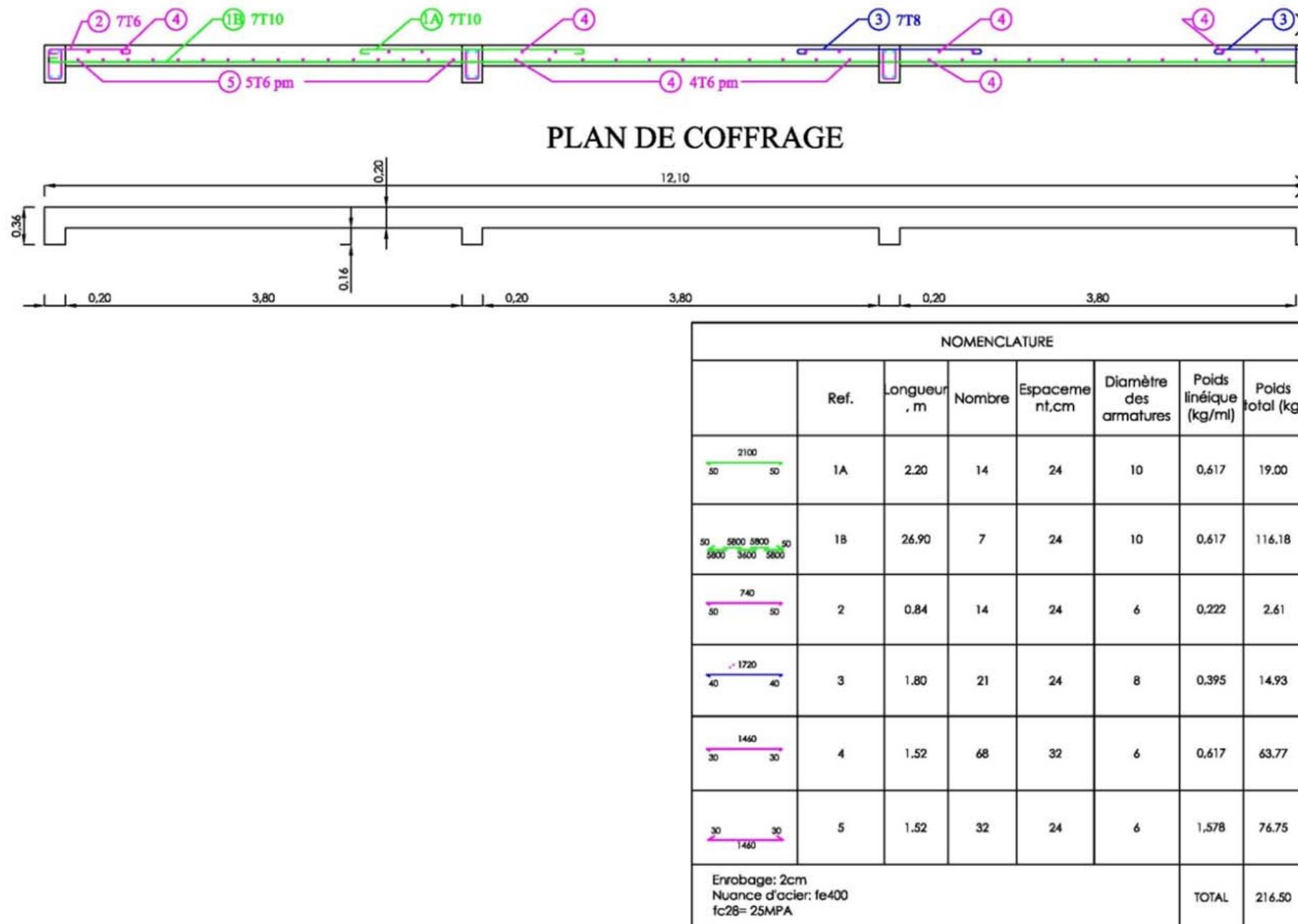
Poteau	C1	C2	C3	A7	C9	F11	F13	B14	B15	B16
Niveau										
N1						3780,80	2791,52			
N2		3272,00		5324,40	3272,00	12185,76	10449,60			
N3		6262,40		10912,80	6262,40	21358,72	19091,68			
N4		7312,40		12061,05	7312,40	30531,68	28285,76	2928,00	1520,00	1520,00
N5	993,60	17140,20	5169,40	17649,45	16924,20	39704,64	37479,84	13163,20	14267,20	14267,20
N6	6700,32	25213,32	12532,60	23237,85	21921,00	46124,16	45449,12	18160,00	19264,00	14531,20

Tableau 97 :Q cumulée en daN.

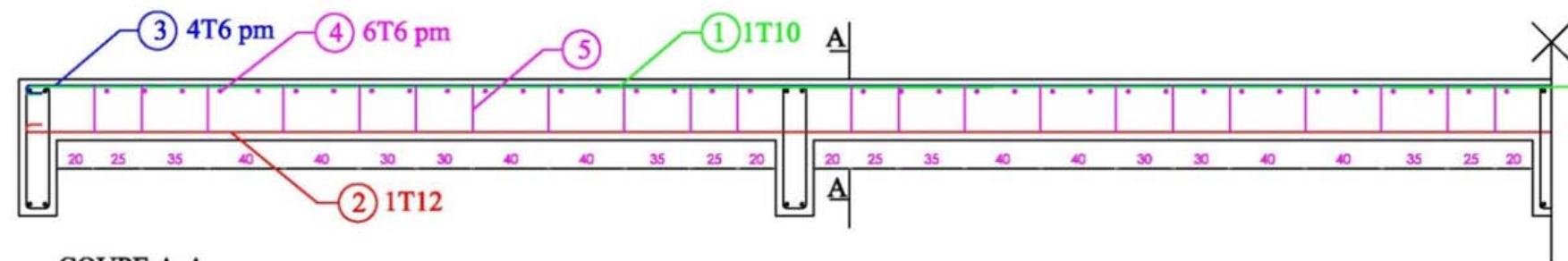
Poteau	C1	C2	C3	A7	C9	F11	F13	B14	B15	B16
Niveau										
N1						1900,00	805,60			
N2		6960,00		0,00	6960,00	5052,00	1365,60			
N3		6960,00		0,00	6960,00	8972,00	2693,60			
N4		6960,00		0,00	6960,00	12892,00	4789,60	3840,00	0,00	0,00
N5	288,00	12480,00	5232,00	0,00	12480,00	17212,00	7285,60	5240,00	2800,00	2800,00
N6	288,00	12480,00	5232,00	0,00	12480,00	18748,00	8565,60	5240,00	2800,00	2800,00

Annexe.6. PLANS DE FERRAILLAGE

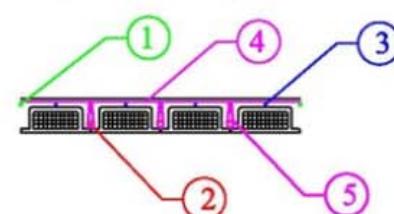
ANNEXE VI-1 : PLAN DE FERRAILLAGE DE LA DALLE PLEINE



ANNEXE VI-2 : FERRAILLAGE DE LA NERVURE

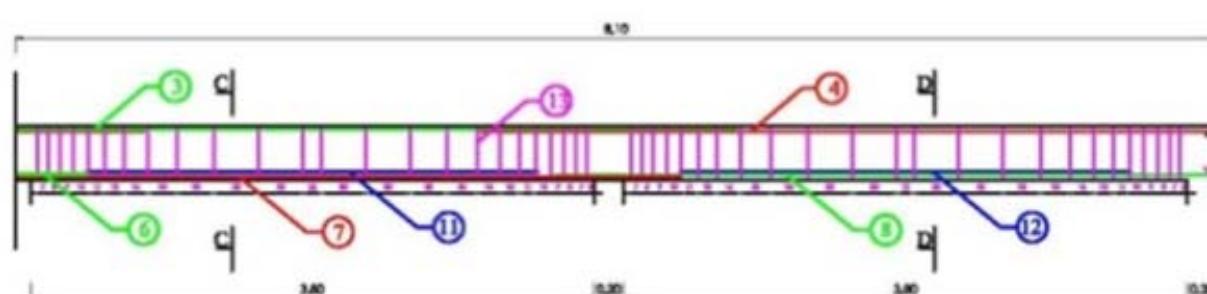
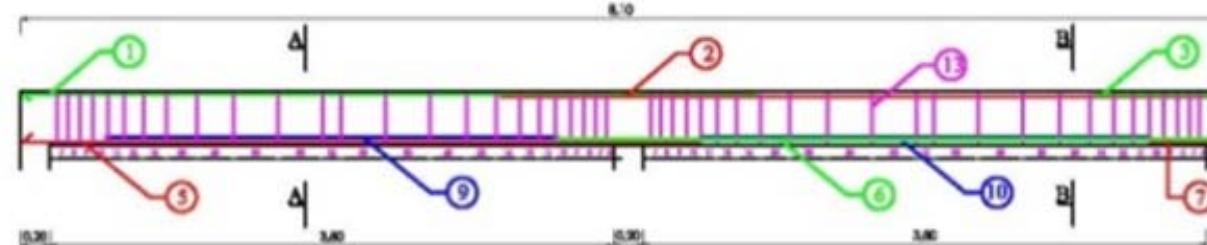


COUPE A-A



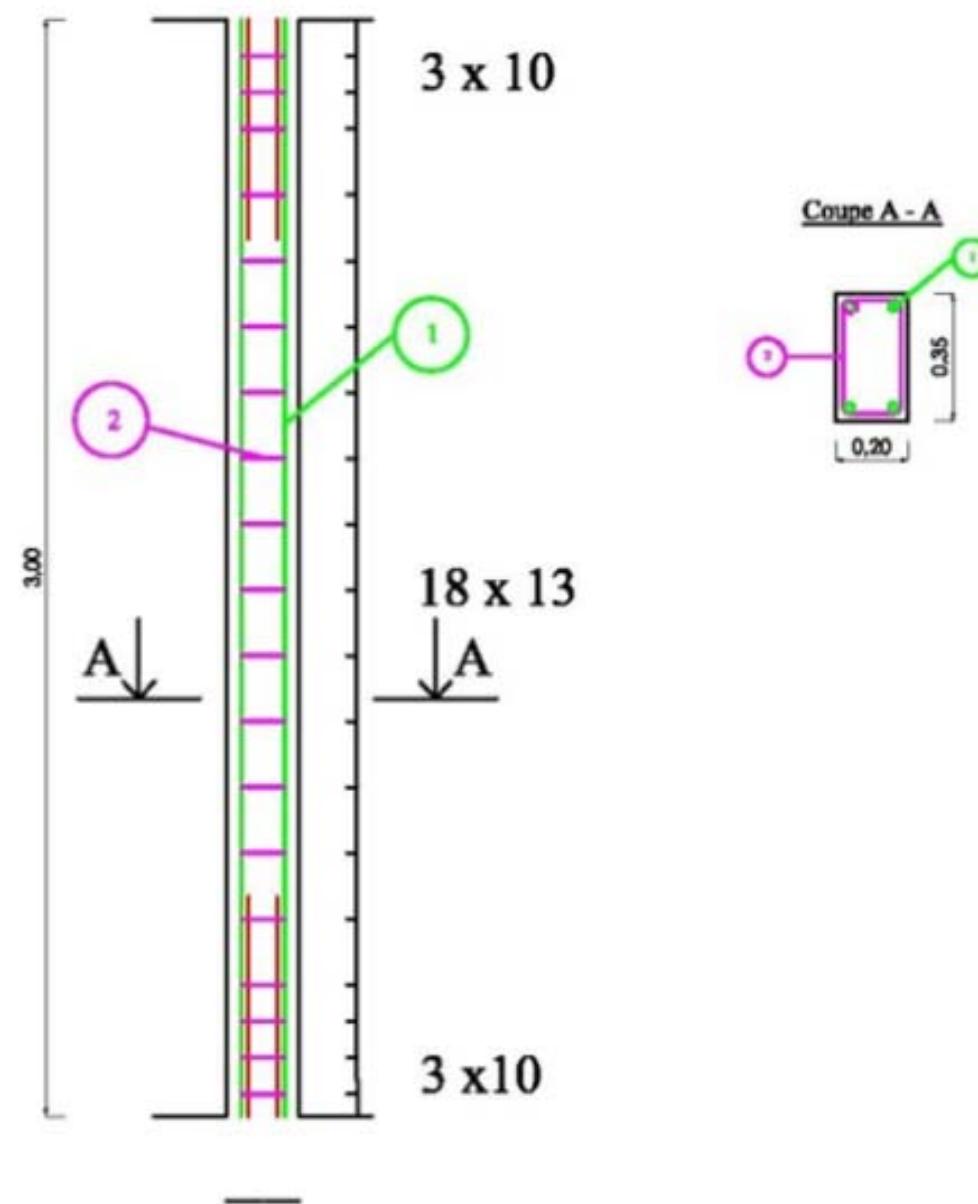
NOMENCLATURE							
	Ref.	Longueur , m	Nombre	Espace ment, cm	Diamètre des armatures	Poids linéique (kg/ml)	Poids total (kg)
50 5800 2560 50	1	16.82	10	33	10	0,617	103.78
50 5800 2580 50 2580 5800	2	16.86	10	33	12	0,888	149.72
30 5800 2520 30	3	16.74	18	33	6	0,222	66.89
30 30 2960	4	3.02	72	20	6	0,222	48.27
40 40 115	5	0.31	44		8	0,395	5.39
Enrobage: 2cm Nuance d'acier: fe400 fc28= 25MPA						TOTAL	374.05

ANNEXE VI-3 : FERRAILLAGE DE LA POUTRE TRANSVERSALE



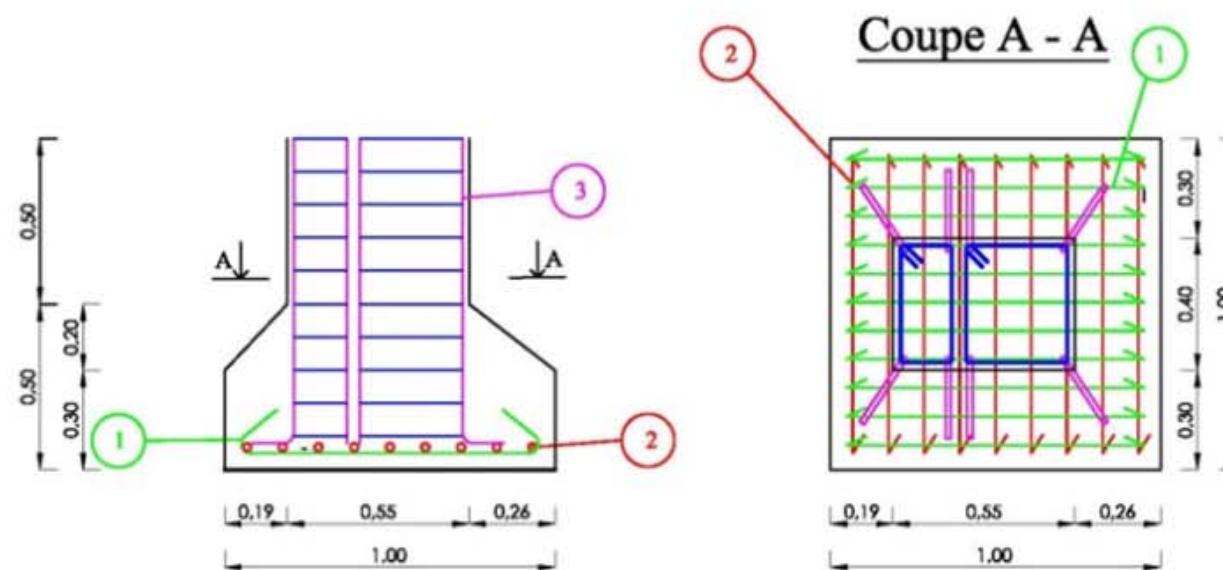
COUPE D-D

ANNEXE VI-4 : FERRAILLAGE DU POTEAU F11



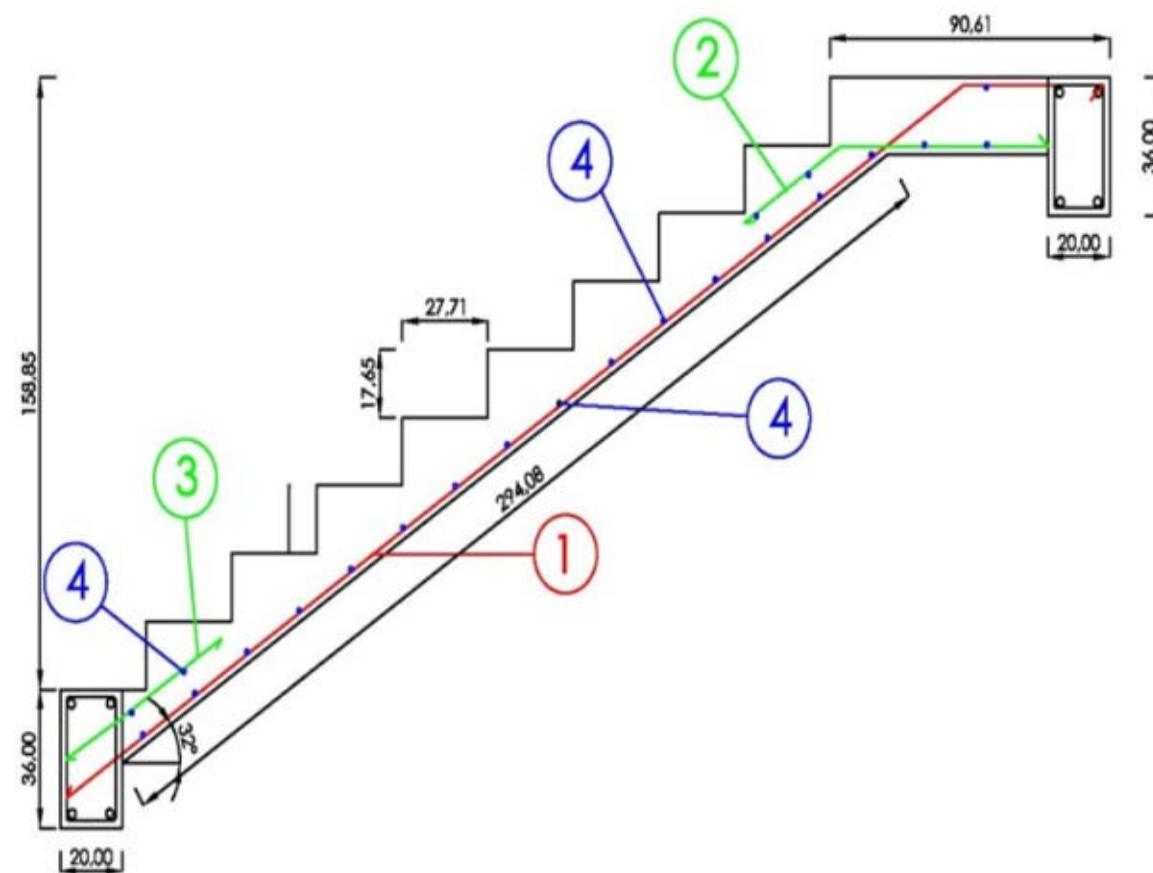
NOMENCLATURE							
	Ref.	Longueur , m	Nombre	Espace- ment, cm	Diamètre des armatures	Poids linéique (kg/ml)	Poids total (kg)
3000	1	3.00	4	13.2	16	1,578	18.94
310 80 180	2	1.10	19		6	0,222	4,64
Enrobage: 2cm Nuance d'acier: fe400 fc28= 25MPA						TOTAL	23.58

ANNEXE VI-5 : PLAN DE FERRAILLAGE DE LA SEMELLE SOUS POTEAUX



NOMENCLATURE							
	Ref.	Longueur , m	Nombre	Espace ment, cm	Diamètre des armatures	Poids linéique (kg/ml)	Poids total (kg)
	1	0.90	11	8.64	12	0,888	8.79
	2	0.90	9	10.8	12	0,888	7.19
	3	1.29	8		16	1,578	16.22
	4	1.20	10	10.0	6	0,222	2.66
	5	1.50	10	10.0	6	0,222	3.33
Enrobage: 2cm Nuance d'acier: fe400 fc28= 25MPA					TOTAL		38.20

ANNEXE VI-6 : FERRAILLAGE DE L'ESCALIER



NOMENCLATURE							
	Ref.	Longueur , m	Nombre	Espace- ment, cm	Diamètre des armatures	Poids linéique (kg/ml)	Poids total (kg)
40	1	3.98	6	20	8	0,395	9.43
30	2	1.10	6	20	6	0,222	1.47
30	3	0.65	6	20	6	0,222	0.87
30	4	1.19	22	20	6	0,222	5.81
Enrobage: 2cm Nuance d'acier: fe400 fc28= 25MPA						TOTAL	17.58

Table des matières

PARTIE I - CADRE DE L'ETUDE	2
PRESENTATION DE LA CROIX BLEUE	3
1. Présentation de la Fédération Internationale de la Croix Bleue (F.I.C.B).....	3
2. Présentation de la Croix .Bleue.Malagasy (C.B.M).....	6
Chapitre II - JUSTIFICATION DU PROJET	10
1. Madagascar : pays producteur et consommateur de drogues.....	10
2. La consommation de drogue : un barrage pour le développement.	16
3. Objectifs du projet.....	22
4. Contribution du projet au financement des activités de la C.B.M.	24
PARTIE II - CONCEPTION ET ETUDE ARCHITECTURALE.....	25
Chapitre I - IDEES GENERALES DU PROJET ET MODALITES DE CONCEPTION.....	26
1. Généralités.	26
2. Site du projet.....	26
3. Choix du type de construction.	27
4. Estimation de la superficie de chaque local.....	28
Chapitre II - ESQUISSE.....	31
1. Choix de la forme.	31
2. Emplacement des pièces.....	31
3. Schéma fonctionnel.....	33
4. Confort et sécurité de l'immeuble.	36
PARTIE III - ETUDES TECHNIQUES	40
Chapitre I - PREDIMENTIONNEMENT	41
1. Généralités.	41
2. Planchers.	41
3. Poutres.	42
4. Poteaux.....	42

Chapitre II - CALCUL DES ACTIONS ;	47
1. Les effets du vent.	47
2. Charges verticales.....	57
Chapitre III - DESCENTE DES CHARGES.	58
1. Généralités.	58
2. Descente des charges verticales.....	59
3. Descente des charges dues au vent.	60
4. Descente des charges totale.	63
Chapitre IV - CALCULS DES STRUCTURES – ETUDE DES PORTIQUES	65
1. Définition et fonction.	65
2. Méthode de détermination des sollicitations.	65
3. Evaluation des charges.....	66
Chapitre V - ETUDE DE LA SUPERSTRUCTURE.....	80
1. Notion de la règle de béton armé aux états limites.....	80
2. Toiture.	82
3. Planchers.	88
4. Poutres.	102
5. Poteaux.....	116
6. Escalier.....	122
Chapitre VI - ETUDE DE L'INFRASTRUCTURE	127
1. Le sol de fondation.	127
2. Choix de la semelle à étudier	127
3. Evaluation de la charge.	127
4. Prédimensionnement de la semelle.....	128
5. Calcul des armatures	130
PARTIE IV - EVALUATION FINANCIERE ET ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL	131
Chapitre I - DEVIS DESCRIPTIF	132

Chapitre II - DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF	142
1. Calcul du coefficient de majoration des déboursés.	142
2. Sous Détails des Prix (SDP)	143
3. Devis quantitatif et estimatif.....	149
Chapitre III - ETUDES DE RENTABILITE.	155
1. Généralité.	155
2. Méthode d'appréciation de la rentabilité économique.	156
3. Calcul de la rentabilité économique.....	157
Chapitre IV - ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTALE.	161
1. Mise en contexte du projet.	161
2. Description du projet.....	161
3. Analyse des impacts.	164



ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE D'ANTANANARIVO
Département Bâtiment et Travaux Publics
Mémoire de fin d'études en vue d'obtention du diplôme d'Ingénieur en Bâtiment et
Travaux Publics

Nom : ANDRIAMANANTSOA

Prénoms : Aina Tsiresy

Adresse : FIII G 55 Ambohimahintsy – Antananarivo 103

Téléphone : 034 53 533 25

E-mail : polytsiresy@gmail.com

Titre : PROJET DE CONSTRUCTION D'UN CENTRE DE LOISIRS, DE
DESINTOXICATION ET DE REINSERTION SOCIALE A MAHALAVOLONA.

Nombre de pages : 117

Nombre de figures : 44

Nombre de tableaux : 97

Résumé :

L'objet du présent mémoire est relatif à l'étude et la conception d'un centre de loisirs, de désintoxication et de réinsertion sociale pour le compte d'une association dénommée « Croix Bleue Malagasy ». Les principales caractéristiques de la construction sont issues des études basées sur les éléments de projet de construction.

L'élaboration du présent projet entre dans le souci de résoudre les problèmes liés à la drogue, en commençant par la prévention, en passant par la conscientisation et va jusqu'à l'accompagnement des malades de la drogue. La construction envisagée offre une pluralité d'activités dans un environnement confortable et sain : le travail, le sport, jeux de sociétés...

Selon la modélisation de structures, différentes méthodes ont été utilisés, à savoir : méthode de CROSS, méthode forfaitaire, etc. L'évaluation financière et l'étude de rentabilité vont aider à concrétiser sa réalisation. L'étude d'impact environnementaux va permettre également de prévoir les effets afin d'y apporter des mesures d'atténuation ou de capitalisation.

Le montant du capital à investir s'élève à environ 3 milliards d'Ariary qui sera récupéré au bout de vingt ans.

Abstract:

The object of this report is about study and conception of “leisure, detox, and rehabilitation center” for an association called “Malagasy Blue Cross”. The principals characteristics of the construction stem from studies based on construction project components.

The drawing up of this present project is with the aim of resolving drugs problems: prevention and help. The building procures many activities to in a healthy environment likes: works, sports, games...

Different methods were used according with structures analysis, like CROSS's method, all-in method. Financial estimation and profitability study can help the project to be end at. Also, looking into ecology impact allows foreseeing the consequences in order to bring lessening of measures or capitalization.

Financially, it is estimated to 3 billion Ariary and should recover until twenty years.

Mots clés : drogue, gymnase, ossature, béton armé, charpente métallique, murs rideaux.

Encadreur : Monsieur ANDRIANARIMANANA Richard