



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE D'ANTANANARIVO



MENTION BATIMENT ET TRAVAUX PUBLICS

**Mémoire de fin d'études en vue de
l'obtention du diplôme de Licence ès Sciences
Techniques en Bâtiment et Travaux Publics**

**CONTRIBUTION A L'ETUDE ET A LA
REALISATION D'UN BATIMENT R+5 AVEC
COMBLE A USAGE D'HABITATION SIS A
IVANDRY ANTANANARIVO**



Présenté par : RAMAHARO Ny Andrianintsoa Rasamoelison

Rapporteur : Madame RAVAOHARISOA Lalatiana

Soutenu le : 06 Mai 2014

Promotion 2013



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE D'ANTANANARIVO



MENTION BATIMENT ET TRAVAUX PUBLICS

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Licence ès Sciences Techniques en Bâtiment et Travaux Publics

CONTRIBUTION A L'ETUDE ET A LA REALISATION D'UN BATIMENT R+5 AVEC COMBLE A USAGE D'HABITATION SIS A IVANDRY ANTANANARIVO



Présenté par : RAMAHARO Ny Andrianintsoa Rasamoelison

Membres du jury :

Président : Monsieur RAHELISON Landy Harivony, Maître de Conférences

Rapporteur : Madame RAVAOHARISOA Lalatiana, Maître de Conférences

Examinateurs : Monsieur RAHARIKELO Jean Marie, Maître de Conférences

Monsieur ANDRIANARIMANANA Richard, Enseignant Chercheur

Promotion 2013

REMERCIEMENTS

Le présent mémoire constitue l'aboutissement de nos études que je n'aurais pas pu réaliser seul. Je tiens à adresser particulièrement mes vifs remerciements à notre **Seigneur tout puissant**, pour sa bonté, son soutien et sa protection qu'il nous octroie sans limite.

Ensuite, c'est avec reconnaissance et avec très grand plaisir que j'adresse mes vifs remerciements à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de cet ouvrage, en particulier :

- Professeur ANDRIANAHAHARISON Yvon Responsable du Domaine Directeur de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo;
- Monsieur RANDRIANTSIMBAZAFY Andrianirina, Maître de Conférences, Responsable de la Mention Bâtiment et Travaux Publics à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo ;
- Madame RAVAOHARISOA Lalatiana, qui a bien voulu accepter d'encadrer ce mémoire de fin d'études.
- Tous les enseignants du Département Bâtiment et Travaux Publics de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo qui nous ont donnés le meilleur d'eux-mêmes tout au long des années de formation.
- Madame RAMIADAMALALAVALISOA Estera et son équipe du cabinet ECIM qui m'a permis d'effectuer un stage au sein de sa société et qui m'a encadré durant cette période
- Les architectes Monsieur Michel & Madame Raharison qui m'ont bien accueilli et permis d'effectuer les visites de chantier.
- Toute ma famille et surtout mes parents pour leur soutien moral, matériel, financier et spirituel ;
- Tous mes amis et toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à l'élaboration de ce mémoire.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

SOMMAIRE

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES PHOTOS

LISTE DES ABREVIATIONS ET NOTATIONS

INTRODUCTION

Partie I : Présentation du projet

 Chapitre I : Présentation du cabinet d'étude ECIM

 Chapitre II : Présentation du projet

Partie II : Etude technique

 Chapitre III : Predimensionnement

 Chapitre IV : Descente des charges

 Chapitre V : Calcul de la superstructure

 Chapitre VI : Dimensionnement des éléments en béton armé

Partie III : Technologie de mise en œuvre

 Chapitre VII : Contrôle qualité

 Chapitre VIII : Mise en œuvre des ouvrages

Partie IV : Evaluation du coût du projet

 Chapitre IX : Devis descriptif

 Chapitre X : Sous détail de prix

 Chapitre XI : Délai et planning d'exécution

 Chapitre XII : Devis quantitatif et estimatif

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	i
SOMMAIRE	ii
TABLE DES MATIERES	iii
LISTE DES FIGURES	vi
LISTE DES TABLEAUX	vii
LISTE DES PHOTOS	ix
LISTE DES ABREVIATIONS ET NOTATIONS	x
INTRODUCTION.....	1
Partie I : PRESENTATION DU PROJET	3
Chapitre 1 : PRESENTATION DU CABINET D'ETUDE ECIM	3
I-1 Généralités.....	3
I-2 Activités	3
I-3 Organigramme.....	4
Chapitre II : PRESENTATION DU PROJET	5
II-1 Présentation générale des sociétés participant à la réalisation du projet :	5
II-2 Présentation du site :	5
II-2-1 Situation géographique :	5
II-2-2 Climatologie :.....	6
II-2-3 Aspects sociaux :.....	7
II-3- Etude architecturale	7
II-3-1 l'architecture haussmannienne en général	7
II-3-2 L'architecture du bâtiment.....	8
II-3-3 Les différents matériaux de construction : extérieur et intérieur	8
II-3-4 Aménagement de la résidence	9
II-3-5 Description du bâtiment	9
II-3-6 Exigence de confort :	11
II-3-7 Usage du bâtiment.....	12
Partie II : ETUDE TECHNIQUE	13
Chapitre III : PREDIMENTIONNEMENT	13
III-1-Plancher	13
III-2-Poutre	14
III-3-Poteau	15
Chapitre IV : DESCENTE DES CHARGES	19

IV-1-Généralités	19
IV-2-Principe	19
IV-2-1 Les charges permanentes	19
IV-2-2 Les surcharges d'exploitation.....	21
IV-2-3 Les surcharges climatiques.....	24
IV-2-4 Descente des charges dues au vent.....	29
IV-2-5 Récapitulation de toutes les charges appliquées à chaque niveau.....	38
Chapitre V : CALCUL DE LA SUPERSTRUCTURE	40
V-1- Principe.....	40
V-2- Evaluation des charges	41
V-3- Combinaison d'actions :	42
Chapitre VI : DIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS EN BETON ARME	49
VI-1- Hypothèses de calcul.....	49
VI-2-Les gros œuvres	51
VI-2-1- Plancher dalle	51
VI-2-2- Poteau.....	60
VI-2-3- Poutre	65
VI-2-3- Fondation	74
Partie III : TECHNOLOGIE DE MISE EN OEUVRE.....	75
Chapitre VII : CONTROLE QUALITE	75
VII-1- L'eau :	75
VII-2- Le sable :	75
VII-3- Les granulats :	75
VII-4- Le liant :	76
VII-5- Les aciers pour béton armé :	76
VII-6- Les bois de construction et charpente :	76
VII-7- Les briques :	77
VII-8- Les parpaings :	77
VII-9- Les moellons :	77
VII-10- Le béton :	77
VII-10-1- Les armatures :	78
VII-10-2- Le coffrage :	79
VII-10-3- Le gâchage :	79
VII-10-4- Le transport :	80

VII-10-5- Coulage	80
VII-10-6- Le décoffrage :	81
Chapitre VIII : MISE EN ŒUVRE DES OUVRAGES.....	82
VIII-1-Travaux d'implantation	82
VIII-2-Ossatures du bâtiment	83
VIII-2-1-Poteaux	84
VIII-2-2-Poutre.....	87
VIII-2-3-Dalle	88
VIII-2-4-Escalier	90
VIII-2-5-Mur de remplissage	91
Partie IV : EVALUATION DU COUT DU PROJET.....	93
Chapitre IX : DEVIS DESCRIPTIF	93
Chapitre X : SOUS DETAIL DE PRIX	106
Chapitre XI : DELAI ET PLANNING D'EXECUTION.....	113
Chapitre XII : DETAILS QUANTITATIF ET ESTIMATIF.....	114
CONCLUSION	122
BIBLIOGRAPHIE	123
ANNEXES	124

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Emplacement de la Résidence	6
Figure 2 : Modélisation du portique	22
Figure 3 : Carte de Madagascar avec délimitation de ces zones	26
Figure 4 : Distance entre les poteaux et l'origine	31
Figure 5 : Distance entre le centre de gravité G et chaque poteau	32
Figure 6 : Transmission des charges des dalles aux poutres	41
Figure 7 : Charges appliquées à la structure à l'ELU [10^1kN.ml]	43
Figure 8 : Charges appliquées à la structure à l'ELS [10^1kN.ml]	44
Figure 9 : Diagramme de moment fléchissant à l'ELU [10^1kN.m]	45
Figure 10 : Diagramme de moment fléchissant à l'ELS [10^1kN.m]	46
Figure 11 : Diagramme de l'effort tranchant à l'ELU [10^1kN.m]	47
Figure 12 : Diagramme de l'effort tranchant à l'ELS [10^1kN.m]	48
Figure 13 : Moments au niveau des appuis et en travée.	54
Figure 14 : Valeurs des moments à étudier à l'ELU	65
Figure 15 : Valeurs des moments à étudier à l'ELS	65
Figure 16 : Ferraillage du poteau	Annexe
Figure 17 : Ferraillage de la poutre	Annexe

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des sections des poteaux [m ²] -----	17
Tableau 2 : Tableau récapitulatif des dimensions des poteaux [cm] -----	18
Tableau 3 : Les charges permanentes -----	20
Tableau 4 : Les surcharges d'exploitation -----	21
Tableau 5 : Descente des charges du poteau P1 -----	23
Tableau 6 : Valeurs des charges exercées par le vent pour chaque zone -----	26
Tableau 7 : Section des poteaux [m ²] -----	30
Tableau 8 : Position du centre de gravité G (m) -----	31
Tableau 9 : Distance <i>di</i> des poteaux par rapport au centre de gravité <i>G</i> . en (m) -----	33
Tableau 10 : Calcul des Moments d'inertie des poteaux. -----	33
Tableau 11 : Calcul de M -----	36
Tableau 12 : calcul de F _i -----	37
Tableau 13 : Récapitulation de toutes les charges -----	39
Tableau 14 : Charges uniforme équivalente des dalles sur les poutres -----	42
Tableau 15 : Expressions des valeurs du coefficient μ_x et μ_y -----	52
Tableau 16 : Valeurs de <i>M_{ox}</i> et <i>M_{oy}</i> [KN.m] -----	53
Tableau 17 : Valeur des moments -----	54
Tableau 18 : Valeurs de μ_{bu} -----	56
Tableau 19 : Section des armatures -----	57
Tableau 20 : Récapitulation des sections des armatures de la dalle -----	58
Tableau 21 : Espacement des barres -----	59
Tableau 22 : Nature des sections sur les appuis -----	67

Tableau 23 : Section des armatures sur les appuis	68
Tableau 24 : Nature des sections sur la travée	69
Tableau 25 : Section des armatures en travée	69
Tableau 26 : Contrainte tangente sur les appuis	70
Tableau 27 : Répartition des armatures transversales sur la travée étudiée	73
Tableau 28 : Paramètres intrinsèque du sol	74
Tableau 29 : Dimension des grains de sable	75
Tableau 30 : Désignation du sable	75
Tableau 31 : Caractéristiques des concassés	76
Tableau 32 : Devis descriptif	93
Tableau 33 : Les coefficients pour la détermination du coefficient de déboursé.....	107
Tableau 34 : Quelques sous détail de prix	108
Tableau 35 : Détails quantitatif et estimatif en Ariary	114
Tableau 36 : Récapitulation des devis	121

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Cadre -----	78
Photo 2 : Etrier -----	78
Photo 3 : Malaxage à la bétonnière -----	79
Photo 4 : Enduire du liquide d'accrochage -----	80
Photo 5 : Vibration du béton -----	80
Photo 6 : Travaux de terrassement -----	82
Photo 7 : Chaises d'implantation -----	83
Photo 8 : Ferraillage du poteau -----	85
Photo 9 : Coffrage du poteau -----	85
Photo 10 : Coulage du poteau -----	86
Photo 11 : Vibration du béton -----	86
Photo 12 : Coffrage des poutres -----	87
Photo 13 : Vibration du béton -----	88
Photo 14 : Chandelles de la dalle -----	88
Photo 15 : Ferraillage de la dalle -----	89
Photo 16 : Epandage et vibration du béton de la dalle -----	90
Photo 17 : Coffrage de l'escalier -----	90
Photo 18 : Mise en place des armatures aux pieds des murs -----	91
Photo 19 : Imprégnation avec le liquide d'accrochage de la surface concernée -----	92
Photo 20 : Mise en œuvre de la maçonnerie de parpaings -----	92

LISTE DES ABREVIATIONS ET NOTATIONS

BA : Béton Armé

BAEL : Béton Armé à l'Etat Limite

CA : Coefficient d'Aplatissement

CEM : Cement

CF : Courant Fort

CP : Charge permanente

DTU : Documents Techniques Unifiés

EC : Eau Chaude

EF : Eau Froide

ELS : Etat Limite de Service

ELU : Etat Limite Ultime

EP : Eaux pluviales

EU : Eaux Usées

EV : Eaux Vannes

Fft : forfaitaire

HA : Haute adhérence

Nb : Nombre

PVC : Polyvinyle chlorique

RDC : Rez-de-chaussée

SA : Simple Allumage

SSA : Section à Simple Armature

SDA : Section à Double Armature

TGBT : Tableau Général Basse Tension

TN : Terrain Naturel

TTC : Toutes Taxes Comprises

TVA : Taxe sur la Valeur Ajoutée

VV : Va et Vient

WC : Water-closet

Indice en minuscules romaines et abréviations

b : Béton

c : Compression

d : Valeur de dimensionnement ou de calcul

long : Longitudinal

max : Maximal

min : Minimal

s : Acier pour armatures de béton armé

ser : Service

surf : surface

trans : Transversal (notamment armatures transversales) ou traction

th : Théorique

u : Unité

vol : Volume

x, y : Afférant à des axes de coordonnées x, y

Notations en minuscules romaines

a : Le côté du poteau

b : Désigne une dimension transversale (largeur ou épaisseur d'une section).

b_0 : Epaisseur brute de l'âme d'une poutre

d (et d') : Distances du barycentre d'armatures respectivement tendues (et comprimées) à la fibre extrême la plus comprimée

d_0 : Une dimension de la semelle

e : Epaisseur

f_{bsr} : Contrainte maximale en compression du béton

f_{bu} : Résistance en compression de calcul du béton

f_{c28} : Résistance caractéristique à la compression du béton âgé de 28 jours

f_e : Limite d'élasticité de l'acier

f_{ssr} : Contrainte de traction admissible de l'acier

f_{t28} : Résistance caractéristique à la traction du béton âgé de 28 jours

h : Hauteur totale d'une section de béton armé

j : Nombre de jours

l : Longueur ou portée

l_0 : Longueur libre

l_f : Longueur de flambement

n : Nombre de niveau / niveau

q : Charge variable unitaire

qd : Résistance dynamique

Notations en majuscules romaines

A (ou Au) : Aire d'une section d'acier

A_t : Somme des aires des sections droites d'un cours d'armatures transversales

B : Aire d'une section de béton

B_r : Aire réduite du béton.

D : Diamètre

E : Module pressiométrique

G : Action permanente

I : Moment d'inertie en général

M : Moment en général

M_0 : Moment de référence

N : Effort normal

P : Poids

Pl : Pression limite

Pr : Pressiomètre

Q : Action ou charge variable

S : Surface

S_t ; Espacement des armatures transversales

Sup : Supérieur

V : Effort tranchant

W : Action du vent

Notations en minuscules grecques

α : Coefficient sans dimension

γ : Coefficient de sécurité

θ : Coefficient sans dimension

λ : Elancement

σ_{bc} : Contrainte de compression du béton

$\sigma_{sc}; \sigma_{st}$: Contrainte de compression et de traction de l'acier

τ : Contrainte tangente (indicée quand il y a lieu)

Symboles spéciaux

Σ : Sommation.

ϕ : Diamètre nominal d'une armature

INTRODUCTION

Nul ne peut ignorer que depuis l'acquisition de l'indépendance malgache jusqu'à nos jours, on notait une croissance incessante de la démographie dans la province d'Antananarivo reconnue comme capitale de Madagascar.

Plusieurs problèmes engendrés par la recrudescence du nombre de la population urbaine méritent d'être pris en considération à savoir entre autres le problème de logement affectant toutes sortes de catégories sociales de gens.

Depuis le temps de la colonisation, plusieurs infrastructures surtout des bâtiments administratifs à service public furent bâties au centre d'Antananarivo (établissements scolaires, ministères, banques, bureau des postes, hôpitaux, pharmacies, de grandes boutiques, ...) incitant la population à ne pas s'installer dans les zones éloignées de la ville.

Par ailleurs, l'exode rural ainsi que l'immigration des investisseurs étrangers accentuent le problème d'acquisition de logement à Antananarivo.

Jusqu'à présent, l'Etat Malgache n'établit pas encore la politique donnant accès au logement pour les nationaux et sur le plan urbanisme, il n'existe pas encore de projet de création de nouvelles villes.

Face à toutes ces situations, le problème de la promotion immobilière (vente et location) commence à prendre une place importante afin de résoudre les difficultés affrontées par la population en matière de logement.

Dans le cas des quartiers résidentiels, les parcelles de terrain disponibles à la vente se font rares et dont le coût est très exorbitant. Les restes de terrains qui subsistent ne sont plus destinés à la construction de bâtiment à usage d'habitation de type villa mais, pour résoudre le problème d'insuffisance de surface bâtie, l'idée de procéder à la construction de bâtiment à étages multiples est devenue très courant actuellement, et qui est destiné soit à la vente, soit à la location.

Il est à noter aussi que le problème d'insécurité sévit bon nombre de la population. C'est ainsi qu'il est préférable de s'installer dans un quartier résidentiel au lieu de s'isoler ailleurs.

Toutes ces raisons donnent l'idée au maître d'œuvre de s'adonner à la réalisation d'un projet d'investissement immobilier intitulé « Contribution à l'étude et à la réalisation d'un bâtiment R + 5 avec comble à usage d'habitation sis à Ivandry Antananarivo » à usage d'habitation pouvant être en partie destiné à la vente et en partie à la location dans un quartier résidentiel d'Ivandry réputé

depuis longtemps comme localité calme, située dans le 5^e arrondissement de la ville d'Antananarivo et dont l'environnement aux alentours connaît déjà une perpétuelle évolution.

Face à l'avancement de la technologie en matière de construction, l'édifice à ériger doit suivre les normes de la technologie moderne sur le plan architectural et sur le plan technique de façon à obtenir un bâtiment offrant le maximum de confort et de luxe aux futurs usagers de l'habitation.

Afin d'atteindre ce projet, les volets suivants doivent être suivis rigoureusement :

Partie I : Présentation du projet

Partie II : Etude technique

Partie III : Technologie de mise en œuvre

Partie IV : Evaluation du coût du projet

PARTIE I : PRESENTATION DU PROJET

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU CABINET D'ETUDE ECIM

I-1 Généralités

Notons que le cabinet ECIM est chargé de tous les calculs de structure concernant le bâtiment vu qu'il a une forte relation avec les architectes qui ont conçus les plans de la résidence.

Créé en 2003, Cabinet ECIM est une Entreprise Individuelle privée, situé au logement 1186 à la cité des 67 Ha Nord-Ouest, en plein cœur d'Antananarivo. Dirigé par sa propriétaire Madame RAMIADAMALALAVALISOA Estera, ingénieur de BTP diplômée de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, le cabinet ECIM, dynamique et indépendant, garantit une position neutre lors de la réalisation de mandats qui leur sont confiés.

I-2 Activités

ECIM est membre adhérent à l'Association des Cabinets d'Etudes BTP (ACE/BTP) de Madagascar.

En tant que Maître d'œuvre, Cabinet ECIM peut exercer une mission complète :

- *Conception des projets*
 - Pré-études,
 - Etudes d'identification et d'évaluation,
 - Etudes de faisabilité technique et économique,
 - Plans,
 - Devis : quantitatifs et estimatifs ;
 - Descriptifs techniques.
- *Passation des marchés de travaux :*
 - Appel d'offres ;
 - Assistance à l'évaluation des offres des travaux.
- *Contrôle et Surveillance des travaux :*
 - Suivis des chantiers ;
 - Décompte des travaux ;
 - Réception des travaux (provisoire et définitive)

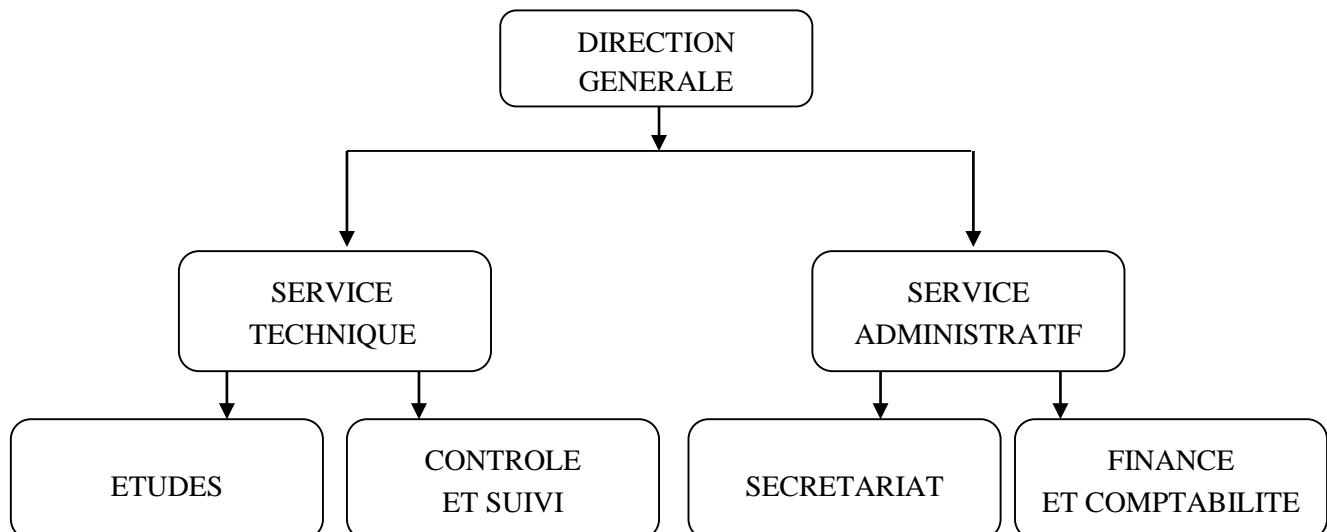
Les différentes phases pouvant être dissociées

L'activité concerne les études, les contrôles et surveillance ainsi que le conseils dans divers domaines tels que bâtiments publics ou privés, industrie, artisanat et commerce, ouvrages d'art, habitat, génie civil, sports et loisirs, assainissements et réfections.

- *Conception des avant-projets, projet détaillé et projet d'exécution*
 - Travaux neufs :
 - Maisons individuelles/Collectifs/Tertiaire/ Industriels ;
 - Ouvrage d'art et d'assainissement

Réhabilitation ou rénovation

I-3 Organigramme



CHAPITRE II : PRESENTATION DU PROJET

II-1 Présentation générale des sociétés participant à la réalisation du projet :

Il est à signaler que la réalisation d'un tel projet nécessite une collaboration étroite de techniciens pluridisciplinaires à savoir :

- Les architectes : Monsieur Michel & Madame Raharison qui ont été responsable de la conception architecturale de la Résidence et de son environnement ;
- Le cabinet d'études ECIM dirigé par Madame RAMIADAMALALAVALISOA Estera Ingénieur de structure BTP avec ses collaborateurs qui ont assuré tous les études concernant le dimensionnement des gros œuvres ;
- Les ingénieurs de contrôle au sein du SOCOTEC responsable du contrôle technique ;
- Le maître d'œuvre Entreprise ANDRY avec tout son équipe composée de techniciens chevronnés de toutes les spécialités exigées dans la construction assurant le gros œuvre.
- Installation électrique : GUILMANN

II-2 Présentation du site :

II-2-1 Situation géographique :

Le bâtiment se situe dans le quartier d'Ivandry dans le 5^e arrondissement de la ville d'Antananarivo reconnue comme capitale de Madagascar et se trouvant dans la latitude 18° 55' S et la longitude 47° 31' E. Le lieu d'implantation du projet se situe entre les coordonnées LABORDE X : 18° 87 ; Y : 47° 52' et s'étalant sur une superficie de 800 m².

Le bâtiment se trouve au 3^e plan par rapport à la route principale d'Ivandry. Il est desservi par une voie d'accès goudronnée sur une distance de 50m à partir de la route principale.



Figure 1 : Emplacement de la Résidence

II-2-2 Climatologie :

La ville d'Antananarivo se situe dans la partie centrale de Madagascar. Elle a un climat tropical d'altitude à deux saisons :

- Une saison chaude et humide de Novembre à Avril ;
- Une saison fraîche et sèche de Mai à Octobre.

Sur le plan thermique, La température moyenne en saison fraîche est de l'ordre de 10°C. En saison chaude, elle est à environ 25 °C.

La pluviométrie moyenne de la ville est de 1 360 mm par an, concentrée surtout durant la saison pluvieuse, dont les 60% du mois de Décembre au mois de Février.

On observe deux types de pluie :

- Soit une pluie d'orage : de très courte durée et de forte intensité (172 mm/h en 1/4 d'heure) ;
- Soit de type cyclonique : courte durée avec des reprises et de forte intensité (36 mm/h sur 2 heures).

La pluie décennale (période de retour 10 ans) est de 63 mm/h en 1 heure.

Le vent dominant se dirige de l'Est vers le Sud/Sud Est.

II-2-3 Aspects sociaux :

La commune urbaine d'Antananarivo occupe une superficie de 91,57 km² divisée en six arrondissements.

Le 5^e arrondissement où se situe notre projet couvre une superficie de 23,05 km² et se divise en 27 fokontany. Il compte 314 543 habitants ; ce qui donne une densité moyenne de 13 646 habitants / km².

Le quartier d'Ivandry compte 14 734 habitants représentant les 4,68% de la population du 5^e arrondissement. Le bâtiment se situe dans un quartier résidentiel.

II-3- Etude architecturale

II-3-1 l'architecture haussmannienne en général

Les bâtiments sont habituellement conçus de 5 à 7 étages afin de réunir plusieurs familles de différentes classes sociales sous le même toit, et marquent ainsi l'apparition d'une nouvelle société civile. Un modèle s'impose sur ces voies larges : en pierre de taille, les immeubles présentent un rez-de-chaussée et un entresol traités en soubassement par des refends, trois étages courants encadrés par les balcons filant sur toute la longueur du deuxième (l'étage noble, l'ascenseur datant de 1870) et du cinquième étage (premier et quatrième au-dessus de l'entresol). La toiture, mansardée, est percée de lucarnes correspondant aux chambres de bonne. D'autre part, **Haussmann** impose des prescriptions architecturales pour permettre l'ordonnancement des immeubles : les façades doivent être en pierre de taille, ornées de balcons, corniches et moulures, les toits un peu arrondis et en ardoise, les bâtiments sur un même îlot doivent avoir les mêmes hauteurs d'étages et les mêmes lignes principales de façade. Ces prescriptions, verront naître le type de l'« **immeuble haussmannien** », dont les plans d'appartements se caractérisent par une enfilade de pièces en façade, un couloir derrière accessible depuis le palier de l'escalier de l'immeuble, et des services et des chambres sur cour, desservies par un escalier de service.

L'étage noble

Le rez-de-chaussée est conçu pour héberger des commerces et le premier étage pour en loger les dirigeants. Le deuxième étage est l'étage noble pour les familles les plus riches (assez distancé de la route pour éviter le bruit et la pollution mais sans trop d'escaliers à monter!). Les appartements les plus généreux sont localisés sur ce niveau, avec les plus hauts plafonds et des grands balcons. Le plan intérieur s'inspire des appartements aristocratiques du 18ème siècle. En façade se trouvent l'enfilade du salon, salle à manger, chambre principale ; sur cour, les services (cuisine...) et salles d'eau. La décoration est sobre, portant sur les balcons et les corniches.

II-3-2 L'architecture du bâtiment

Nous noterons que l'architecture haussmannienne ne concerne que la partie extérieure du bâtiment c'est-à-dire le revêtement du bâtiment. Les murs en agglo ont été recouverts de plâtre et ensuite peint avec une peinture spéciale pour faire ressortir un effet visuel qui rend l'architecture plus réaliste et plus proche de ce qu'elle avait été auparavant. (Sans agglo)

II-3-3 Les différents matériaux de construction : extérieur et intérieur

Vu l'architecture du bâtiment, pour conserver ce prestige, on a utilisé presque tous des matériaux très spécifiques et dignes de sa valeur. Chaque pièce et chaque partie du bâtiment ont été minutieusement étudiées pour qu'on ait une satisfaction tant sur le plan visuel que sanitaire. Toutes les pièces suivent les normes internationales dont le dimensionnement ou ses composants.

Nous allons citer les principaux traits qui font la particularité de cette œuvre :

Tous les murs de remplissage et les cloisons sont en agglos de ciment qui sont revêtus par différents matériaux de revêtement.

Presque toutes les portes de chaque pièce sont en bois précieux.

On a utilisé comme revêtement du sol des carreaux avec des motifs spécifiques au thème de la construction.

Le plafond est en placoplâtre pour un style plus classique et pour ses caractéristiques d'isolant phonique et thermique.

Les motifs des gardes corps ont aussi été fabriqués sur mesure en respectant l'architecture voulue.

II-3-4 Aménagement de la résidence

A part le prestige du bâtiment, le luxe s'attaque aussi à l'environnement extérieur du bâtiment à travers son beau jardin, ses fleurs, les arbres exotiques et le plus surprenant c'est l'existence d'une piscine couverte à l'entrée de la résidence, pour le plaisir et le bonheur des yeux. A cela s'ajoute un calme apaisant, la résidence étant un peu retirée par rapport à la route principale.

II-3-5 Description du bâtiment

La description se fera à chaque niveau à travers chaque pièce :

RDC :

- Un hall commun
- Un parking pouvant accueillir 50 voitures
- Une citerne
- Un local de groupe électrogène
- Un puisard

R+1 :

- Un hall commun
- 3 appartements comportant chacun
 - Une chambre (les autres appartements ont plus de chambre que les autres)
 - Une salle à manger
 - Un dressing
 - Un salon
 - Une cuisine
 - Une salle d'eau

R+2 :

- Un hall commun

- 3 appartements comportant chacun
 - Une chambre (les autres appartements ont plus de chambre que les autres)
 - Une salle à manger
 - Un dressing
 - Un salon
 - Une cuisine
 - Une salle d'eau

R+3 :

- Un hall commun
- 4 appartements comportant chacun
 - Une chambre (les autres appartements ont plus de chambre que les autres)
 - Une salle à manger
 - Un dressing
 - Un salon
 - Une cuisine
 - Une salle d'eau

R+4 :

- 2 chambres
- Une salle de jeux/cinéma
- Un patio extérieur
- Une pergola
- Un bassin ornemental
- Un bureau
- Un office
- Une lingerie
- Une cuisine principale
- Une salle à manger

R+5 :

- 5 chambres

- Un vide sur patio
- 2 dégagements
- Un hall
- 2 salles de bain
- Un douche/WC
- Un family room (salle de séjour)

Comble :

- Combles techniques
- Terrasse privée
- Namaaz room (pièce de prière)
- Un vide sur patio extérieur

A noter qu'un ascenseur longe le RDC au 5^e étage

II-3-6 Exigence de confort :

Le confort est nécessaire et primordial pour les usagers que ce soit les visiteurs ou les responsables internes de l'établissement. Ainsi, aucune négligence n'est permise. Ceci concerne :

- L'éclairage ;
 - La sécurité ;
 - L'acoustique ;
 - La ventilation et hygiène.
- *L'éclairage :*

Il est prévu le plus d'ouverture possible pour éclairer l'intérieur du bâtiment. En plus, la lumière artificielle est assurée par une installation électrique assurant un éclairage optimal.

- *La sécurité :*

Côté technique, la robustesse du bâtiment est assurée en menant à bien le calcul et en respectant les normes et les exigences pendant la mise en œuvre.

D'autres mesures de sécurité ont été prises pour l'exploitation du bâtiment comme la mise en place des dispositifs anti-incendiaire, un escalier de secours se trouvant à l'arrière du bâtiment.

Les différents systèmes de sécurité antivol ont été pris en charges par des professionnels.

➤ *L'acoustique :*

le dispositif anti-bruit a surtout été mis en place entre les différents niveaux pour le respect de la vie privée des colocataires et pour assurer un bon environnement social car comme cité précédemment, le bâtiment est bien à l'abri des bruits extérieurs par son emplacement via l'axe de la route et l'existence des arbres autour du bâtiment qui joue aussi le rôle de filtre et déviation du son extérieur.

➤ *La ventilation et l'hygiène :*

L'exigence thermique nous conduit à utiliser des matériaux adéquats pour parer aux variations de température dans le bâtiment qui répondra aux besoins des usagers.

Pour faire face à la variation de la température extérieure, les baies seront équipées d'un double vitrage en verre isolant pour toutes les façades. De plus, on disposera d'un système d'aération et de climatisations réversibles pour stabiliser la température intérieure.

II-3-7 Usage du bâtiment

La construction est destinée à usage d'habitation.

Conclusion :

Cette première partie a permis de décrire le site d'implantation et la description du bâtiment. On y justifie l'importance du projet.

PARTIE II : ETUDE TECHNIQUE

CHAPITRE III : PREDIMENSIONNEMENT

III-1-Plancher

En premier lieu, nous allons choisir la dalle pleine.

Par hypothèse on a un plancher sur appui simple

Ce qui nous donne la relation suivante :

$$\frac{L}{30} \leq h \leq \frac{L}{20} \quad (1)$$

Avec :

h : Épaisseur du plancher

lx : La plus petite portée

ly : La plus grande portée

Dans notre projet, nous avons :

$$lx = 5.09m$$

$$ly = 5.9m$$

On prendra $L = \sqrt{lx \cdot ly}$

D'où $L = 5.48m$

On a $\alpha = \frac{lx}{ly} = 0.863 > 0.4$ donc la dalle porte sur les 2 directions

A.N de la relation (1) :

$$\frac{5,48}{30} \leq h \leq \frac{5,48}{20}$$

$$0.18 \leq h \leq 0.27$$

On prendra $h = 0.20 m$ soit **20 cm**

Alors on va prendre comme épaisseur du plancher $h_0 = \mathbf{0.20m}$

III-2-Poutre

Une poutre est un élément de la construction généralement horizontale qui a pour rôle de transmettre:

- Les charges verticales (les murs des façades, refend, cloison, les planchers, les escaliers, les surcharges, etc.);
- Les charges horizontales (vent, poussée de terre).

En général, la poutre est soumise à des sollicitations de flexion. Dans notre section, on va prendre une section rectangulaire parce que c'est une forme courante dans la construction.

➤ Poutre Longitudinale

Hauteur

La hauteur totale ***h*** de la poutre est déterminée par la condition de rigidité ou non déformabilité des poutres isostatiques. Ce qui nous conduit à la relation :

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

Nous avons donc :

$$\frac{5,9}{15} \leq h \leq \frac{5,9}{10}$$

$$0.39 \leq h \leq 0.59$$

Prenons $h = 0.50\text{ m}$ soit **50 cm**

Largeur

La largeur ***b*** de la poutre est fonction de la hauteur de celle-ci et est déterminée par la relation et la condition de bonne construction suivante :

$$0.3h \leq b \leq 0.6h$$

$$0.16m \leq b \leq 0.33m$$

Nous fixons la valeur de ***b*** à 20cm qui est égale à l'épaisseur du mur sans enduits afin d'obtenir une bonne conception des coffrages.

➤ Poutre transversale

On appliquera les mêmes démarches de calcul comme précédemment pour cette dernière

Hauteur

$$\frac{l}{16} \leq h \leq \frac{l}{10}$$

Nous avons donc :

$$\frac{5.09}{16} \leq h \leq \frac{5.09}{10}$$

$$0.32m \leq h \leq 0.51m$$

Prenons $h = 0.50 m$ soit **50 cm**

Largeur

$$0.3h \leq b \leq 0.6h$$

$$0.15m \leq b \leq 0.30m$$

Nous fixons la valeur de **b** à **25 cm** pour faciliter la mise en œuvre de l'armature, dans la zone de croisement de l'armature de la poutre longitudinale et celle de la poutre transversale.

III-3-Poteau

Pour le prédimensionnement du poteau, on pose les hypothèses suivantes :

- les poteaux travaillent en compression centrée,
- les efforts verticaux sont équilibrés par la section réduite du béton,

Dans notre cas nous allons considérer le cas du poteau du niveau du rez-de-chaussée qui est considéré comme le poteau le plus chargé. La section du poteau en m^2 peut se déterminer par la relation :

$$B \geq \frac{N_u}{0,9f_{bu}}$$

Avec :

B : Section du béton

$N_u = n \times q \times S$: Effort normal de compression

n : Nombre de niveau

q : Surcharge moyenne au m^2 supporté par le plancher avec $1T/m^2 \leq q \leq 1,5T/m^2$

S : La plus grande surface d'influence du Poteau

Au niveau du rez-de-chaussée on a :

$$n = 7$$

$$q = 1,5T/m^2$$

$$S = 5,135 \times 4,505 = 23,133m^2$$

$$\text{Et } f_{bu} = \frac{0,85 \times f_{c28}}{\theta \times \gamma_b}$$

$f_{c28} = 25MPa$ la résistance à la compression à 28 jours d'âge du béton

$\theta = 1$ pour la durée d'application de la combinaison d'actions supérieure à 24h

$\gamma_b = 1,5$ coefficient de sécurité partiel pour les combinaisons fondamentales

A.N :

$$f_{bu} = \frac{0,85 \times 25}{1 \times 1.5}$$

$$f_{bu} = 14,167 \text{ MPa}$$

$$N_u = 7 \times 1.5 \times 23.133$$

$$N_u = 242.9 \text{ T}$$

Alors, on a :

$$B \geq \frac{242.9}{0.9 \times 14.167}$$

$$B \geq 0,1905 \text{ m}^2$$

Dans notre projet, on n'a que des poteaux de section carrée.

Si on prend comme côté 0.45m on aura une section égale à $S=0.2025 \text{ m}^2$ ce qui vérifie l'inégalité ci-dessus.

Donc on aura un poteau de section carrée $45 \times 45 \text{ cm}^2$

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des sections des poteaux [m^2]

	P1	P2	P3	P4	P5
Comble	0,20	0,09	0,09	0,09	0,20
R+5	0,20	0,09	0,09	0,09	0,20
R+4	0,20	0,09	0,09	0,09	0,20
R+3	0,20	0,12	0,12	0,12	0,20
R+2	0,20	0,16	0,16	0,16	0,20
R+1	0,20	0,20	0,16	0,20	0,20
RDC	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

D'où les dimensions des poteaux,

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des dimensions des poteaux [cm]

	P1	P2	P3	P4	P5
Comble	45*45	30*30	30*30	30*30	45*45
R+5	45*45	30*30	30*30	30*30	45*45
R+4	45*45	30*30	30*30	30*30	45*45
R+3	45*45	35*35	35*35	35*35	45*45
R+2	45*45	40*40	40*40	40*40	45*45
R+1	45*45	45*45	40*40	45*45	45*45
RDC	45*45	45*45	45*45	45*45	45*45

CHAPITRE IV : DESCENTE DES CHARGES

IV-1-Généralités

La descente des charges est une opération qui consiste à calculer, pour tous les éléments porteurs de la construction, les charges qu'ils supportent au niveau de chaque étage.

Il faut donc d'abord considérer la nature et l'importance des forces agissant sur les bâtiments que ce soient :

- Les charges permanentes
- Les surcharges d'exploitation
- Les surcharges climatiques.

IV-2-Principe

Le principe est de :

- Faire l'inventaire des charges qui s'appliquent sur la superstructure ;
- Calculer la surface du plancher supporté par chaque poteau ;
- Evaluer les charges sur chaque surface et pour chaque niveau
- Evaluer les surcharges d'exploitation selon la nature des locaux.

Le calcul concerne :

- Les charges verticales (permanentes et surcharges)
- Les charges horizontales (vent et séisme) mais notons que les effets dus aux charges provoquées par le séisme sont presque nuls à Madagascar vu que notre île se situe sur une plaque stable.

IV-2-1 Les charges permanentes

Elles résultent du poids volumique des matériaux mis en œuvre, du poids surfacique de différents éléments et qui sont fonction de la forme et des dimensions des ouvrages qui ont été déduites des plans.

Tableau 3 : Les charges permanentes

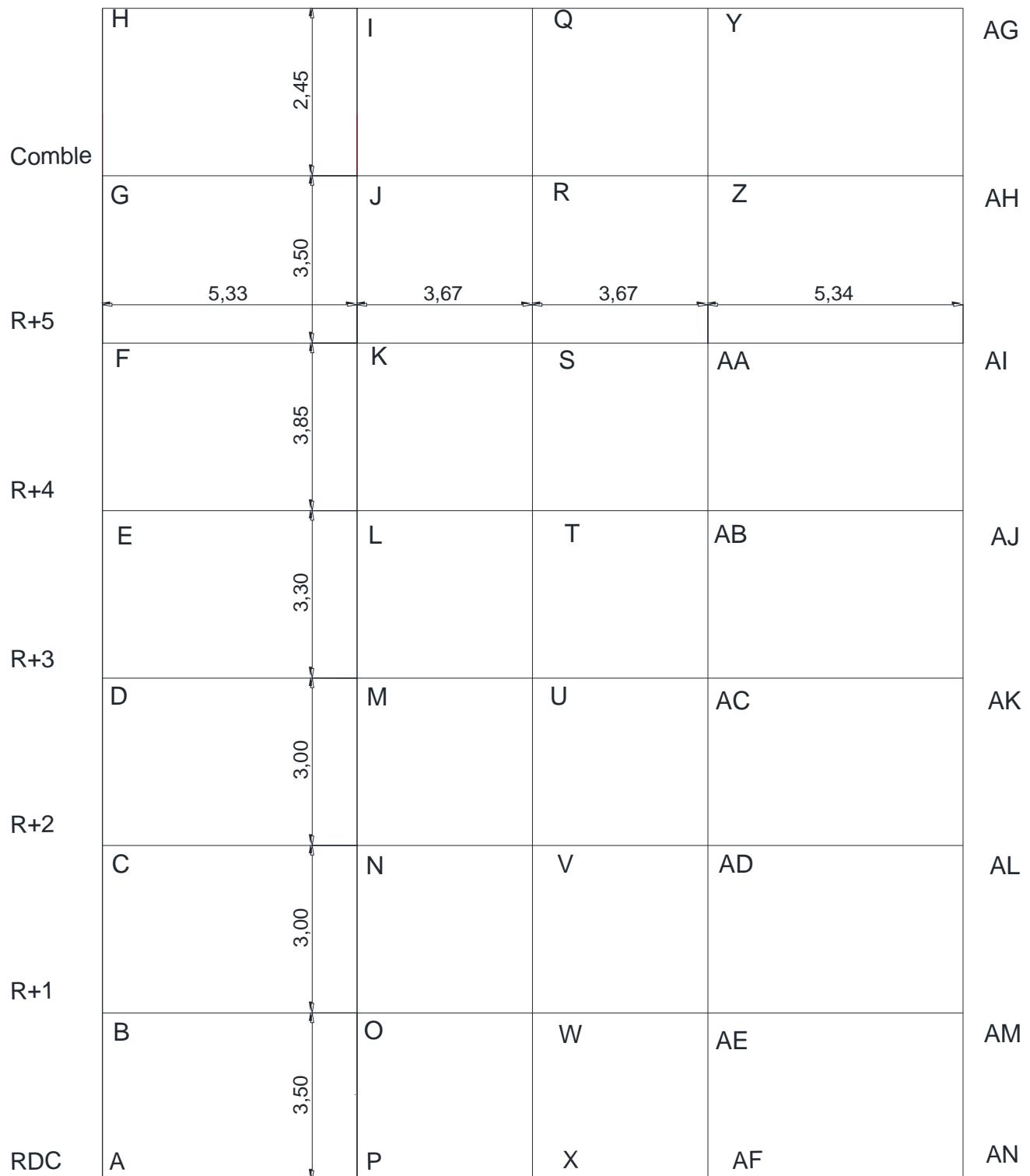
Eléments de la structure	Désignations	Charges	Unités
<i>Toiture</i>	Toiture et panne	40	daN/m ²
<i>Plancher</i>	Dalle pleine d'épaisseur 20cm	500	daN/m ²
<i>Mur de façade</i>	Parpaings creux de remplissage (e= 20cm)	270	daN/m ²
	Enduit sur les 2 faces (e=3cm)	70	daN/m ²
	Total	340	daN/m ²
<i>Poutre en BA</i>	Poutre longitudinale et transversale	312	daN/ml
<i>Poteau en BA</i>	Tous les poteaux (intérieur et extérieur)	506	daN/ml
<i>Plafond</i>	Plafond plaçoplâtre	40	daN/m ²
	Laine de verre	20	daN/m ²
	Total	60	daN/m ²
<i>Escalier</i>	Palier (e= 16cm)	400	daN/m ²
	Chape + revêtement	100	daN/m ²
	Total	500	daN/m ²
	Paillasse (e=15cm)	375	daN/m ²
	Marche (h=17cm)	187	daN/m ²
	Chape + revêtement	100	daN/m ²
	Total ramené à l'horizontale	1662	daN/m ²

IV-2-2 Les surcharges d'exploitation

La valeur de surcharge d'exploitation est déterminée en fonction de l'usage d'un local. Ce sont les normes internationales qui fixent la valeur de la charge d'exploitation tandis que chaque pays a ses propres normes vis-à-vis de sa construction.

Tableau 4 : Les surcharges d'exploitation

Nature des locaux	Désignations	Charges	Unités
<i>Parking</i>	Parcs de stationnement de voitures légères	250	daN/m ²
<i>Logement</i>	Logements proprement dits	150	daN/m ²
	Escaliers (habitation)	250	daN/m ²
	Balcons	350	daN/m ²
<i>Terrasse</i>	Poussière	20	daN/m ²
	Terrasse non accessible	100	daN/m ²

**Figure 2 :** Modélisation du portique

D'où la descente des charges

Tableau 5 : Descente des charges du poteau P1

Poteau 1

Niveau	DESIGNATIONS	Domaine d'application (m)			Surf.(m ²) ou vol.(m ³)	Poids spécifique			Poids total (daN)	
		Long	Larg	Haut		Unité	CP	Surch.	G	Q
Toiture N1	Toiture + panne	2,67	6,95		18,52	daN/m ²	40	100	741	1 852
	Poutre longitudinale	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m ³	2500		666	
	Poutre Transversale	6,95	0,20	0,50	0,70	daN/m ³	2500		1 738	
	Plafond placoplatre+laine de verre	2,67	6,95		18,52	daN/m ²	60		1 111	
								TOTAL	4 256	
Comble N2	Dalle	2,67	5,14	0,20	2,74	daN/m ³	2500	150	6 842	2 053
	Revêtement	2,67	5,14		13,68	daN/m ²	60		821	
	Poutre longitudinale	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m ³	2500		666	
	Poutre Transversale	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m ³	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,00	0,61	daN/m ³	2500		1 519	
	Maçonnerie longitudinale	2,67		2,50	6,66	daN/m ³	340		2 265	
	Maçonnerie Transversale	5,14		2,50	12,84	daN/m ³	340		4 365	
	Plafond placoplatre+laine de verre	2,67	5,14		13,68	daN/m ²	60		821	
								TOTAL	18 583	
Niv R+5 N3	Dalle	2,67	5,14	0,20	2,74	daN/m ³	2500	150	6 842	2 053
	Revêtement	2,67	5,14		13,68	daN/m ²	60		821	
	Poutre longitudinale	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m ³	2500		666	
	Poutre Transversale	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m ³	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,50	0,71	daN/m ³	2500		1 772	
	Maçonnerie longitudinale	2,67		3,00	8,00	daN/m ³	340		2 718	
	Maçonnerie Transversale	5,14		3,00	15,41	daN/m ³	340		5 238	
	Plafond placoplatre+laine de verre	2,67	5,14		13,68	daN/m ²	60		821	
								TOTAL	20 162	
Niv R+4 N4	Dalle	2,67	5,14	0,20	2,74	daN/m ³	2500	150	6 842	2 053
	Revêtement	2,67	5,14		13,68	daN/m ²	60		821	
	Poutre longitudinale	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m ³	2500		666	
	Poutre Transversale	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m ³	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,85	0,78	daN/m ³	2500		1 949	
	Maçonnerie longitudinale	2,67		3,35	8,93	daN/m ³	340		3 035	
	Maçonnerie transversale	5,14		3,35	17,20	daN/m ³	340		5 849	
	Plafond placoplatre+laine de verre	2,67	5,14		13,68	daN/m ²	60		821	
								TOTAL	21 268	
Niv R+3 N5	Dalle	2,67	5,14	0,20	2,74	daN/m ³	2500	150	6 842	2 053
	Revêtement	2,67	5,14		13,68	daN/m ²	60		821	
	Poutre longitudinale	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m ³	2500		666	
	Poutre Transversale	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m ³	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,30	0,52	daN/m ³	2500		1 311	
	Maçonnerie longitudinale	2,67		2,80	7,46	daN/m ³	340		2 537	
	Maçonnerie Transversale	5,14		2,80	14,38	daN/m ³	340		4 889	
	Plafond placoplatre+laine de verre	2,67	5,14		13,68	daN/m ³	60		821	
								TOTAL	19 172	

Niv R+2 N6	Dalle	2,67	5,14	0,20	2,74	daN/m3	2500	150	6 842	2 053
	Revêtement	2,67	5,14		13,68	daN/m2	60		821	
	Poutre longitudinale	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m3	2500		666	
	Poutre Transversale	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,00	0,61	daN/m3	2500		1 519	
	Maçonnerie longitudinale	2,67		2,50	6,66	daN/m3	340		2 265	
	Maçonnerie Transversale	5,14		2,50	12,84	daN/m3	340		4 365	
	Plafond placoplatre+laine de verre	2,67	5,14		13,68	daN/m2	60		821	
								TOTAL	18 583	
Niv R+1 N7	Dalle	2,67	5,14	0,20	2,74	daN/m3	2500	150	6 842	2 053
	Revêtement	2,67	5,14		13,68	daN/m2	60		821	
	Poutre longitudinale	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m3	2500		666	
	Poutre Transversale	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,00	0,61	daN/m3	2500		1 519	
	Maçonnerie longitudinale	2,67		2,50	6,66	daN/m3	340		2 265	
	Maçonnerie Transversale	5,14		2,50	12,84	daN/m3	340		4 365	
	Plafond placoplatre+laine de verre	2,67	5,14		13,68	daN/m2	60		821	
								TOTAL	18 583	
Niv RDC N8	Dalle	2,67	5,14	0,20	2,74	daN/m3	2500	150	6 842	2 053
	Revêtement	2,67	5,14		13,68	daN/m2	60		821	
	Poutre longitudinale	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m3	2500		666	
	Poutre Transversale	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,50	0,71	daN/m3	2500		1 772	
	Maçonnerie longitudinale	2,67		3,00	8,00	daN/m3	340		2 718	
	Maçonnerie Transversale	5,14		3,00	15,41	daN/m3	340		5 238	
	Plafond placoplatre+laine de verre	2,67	5,14		13,68	daN/m2	60		821	
								TOTAL	20 162	
Total :								cumulé	140 770	16 221

IV-2-3 Les surcharges climatiques

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.

Les présentes Règles ont pour objet de fixer les valeurs des charges climatiques (neige et vent) et de donner les méthodes d'évaluation des efforts correspondants sur l'ensemble d'une construction ou sur ses différentes parties.

L'action exercée par le vent sur la paroi d'un élément est considérée comme normale à celle-ci, car c'est le cas le plus défavorable pour un bâtiment.

Elle varie selon :

- 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 ;
- Les dimensions de l'élément considéré ;
- La forme de la paroi à laquelle appartient l'élément considéré ;
- La forme de la paroi (plane ou courbe).

A Madagascar, on ne tient pas compte de l'action de neige et nous nous limiterons à l'action du vent. L'action élémentaire unitaire exercée par le vent est donnée par le produit « **cq** »

Dont :

c : Coefficient de pression fonction des dispositions de la construction ;

q : Pression dynamique en fonction des dispositions de la construction.

Pression dynamique

La valeur de la pression dynamique due au vent est fonction de sa vitesse et dépend de la zone de construction. Elle est donnée par la formule :

$$q = \frac{v^2}{16,3}$$

Avec : v : la vitesse du vent en m/s

q : pression dynamique en daN/m²

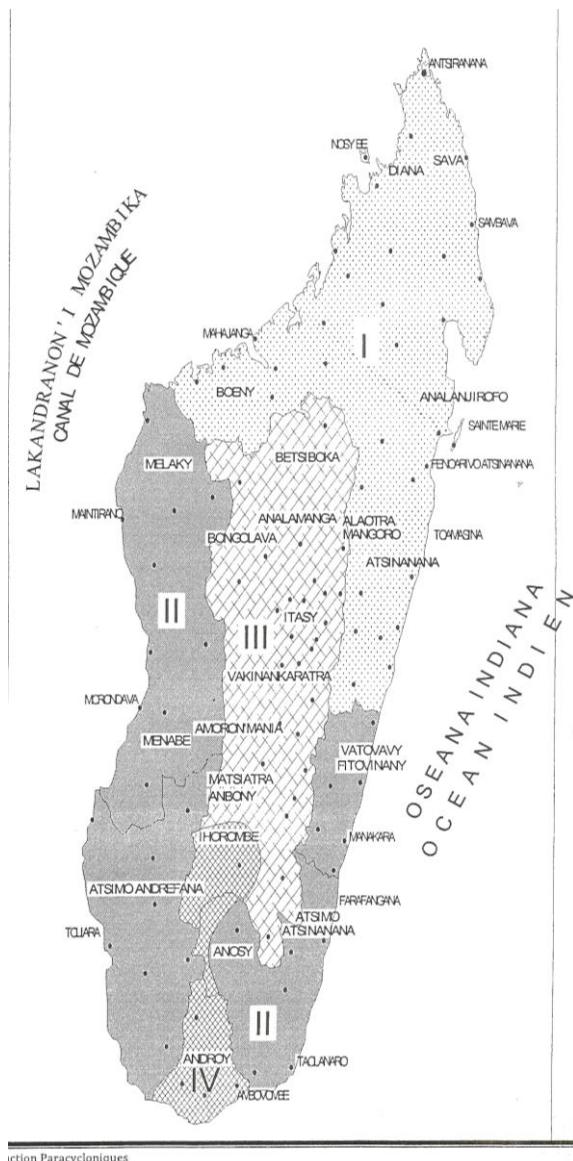
A Madagascar, les valeurs des pressions dynamiques de base (q) sont données par l'article n°04 du circulaire 010/MTP/DGE/DAUH/88 concernant les dispositions constructives. Ces valeurs sont résumées par le tableau suivant :

Tableau 6 : Valeurs des charges exercées par le vent pour chaque zone

Zone	Valeurs normales (daN/m ²)	Valeurs extrêmes (daN/m ²)
1	336	588
2	208	364
3	124	217
4	75	131

Le quartier d'Ivandry se situe dans la zone 3.

La délimitation des zones se fait comme l'indique la figure ci-dessous

**Figure 3 :** Carte de Madagascar avec délimitation de ces zones

Pression dynamique de base corrigée

Elle s'obtient par la relation :

$$q_d = q_{10} \times C_h \times C_s \times C_m \times \delta$$

Avec :

C_h : Effet de hauteur

C_s : Effet de site

C_m : Effet de masque

δ : Effet de dimension

➤ *Effet de hauteur C_h*

D'après la règle NV65 RIII 1241, nous avons comme coefficient pour une hauteur \leq à 500m :

$$C_h = \frac{q_h}{q_{10}} = 2,5 \times \frac{H + 18}{H + 60}$$

Avec :

q_h : Pression dynamique à la hauteur H

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

H : Hauteur du bâtiment. Dans notre projet, H = 24,65m

A.N :

$$C_h = 2,5 \times \frac{24,65+18}{24,65+60} = 1,26$$

Donc on a $C_h = 1,26$

➤ *Effet de site C_s*

Ce coefficient varie en fonction de l'emplacement du site :

$C_s = 0,8$ pour un site abrité ou protégé (fond de cuvette bordé de collines sur tout son pourtour et protégé ainsi pour toutes les directions du vent) ;

$C_s = 1$ pour un site normal (plaine ou plateau de grande étendue pouvant présenter des dénivellations peu importantes) ;

$C_s = 1,2$ pour un site exposé (au voisinage de la mer, le littoral en général sur une profondeur de 6 km, le sommet des falaises, les îles ou presqu'îles étroites).

Notre projet se trouve dans un site normal, alors nous avons $C_s = 1$

➤ *Effet de masque C_m*

Vu la hauteur de notre bâtiment, on va prendre $C_m = 1$ car il n'est pas masqué.

$C_m = 0,8$ si la construction est masquée.

➤ *Effet de dimension δ*

Ce coefficient réduit les pressions dynamiques de base et dépend de la hauteur et de la plus grande surface du bâtiment offerte au vent. Selon le diagramme N.V. 65 RIII 2, pour Antananarivo on a une valeur moyenne de $\delta = 0,71$

➤ *Récapitulation*

Puisque notre projet se situe dans la zone 3, alors, nous avons :

Vent normal, $q_{10} = 124 \text{ daN/m}^2$

Vent extrême, $q_{10ex} = 217 \text{ daN/m}^2$

D'après le calcul, nous avons $C_h = 1,26$

Car nous avons un site normal, alors on a $C_s = 1,2$

Pour raison de sécurité, nous avons pris $C_m = 1$

On peut alors en déduire la valeur de la pression dynamique de base :

- Pression dynamique de base pour le vent normal

$$q_{d,n} = 124 \times 1,26 \times 1,2 \times 1 \times 0,71 = 133,12 \text{ daN/m}^2$$

- Pression dynamique de base pour le vent extrême

$$q_{d,ex} = 217 \times 1,07 \times 1 \times 1 \times 0,71 = 233 \text{ daN/m}^2$$

Puisque on est dans une zone à faible risque cyclonique, nous allons prendre le cas de la pression dynamique de base pour le vent normal :

$$q_d = 133 \text{ daN/m}^2$$

IV-2-4 Descente des charges dues au vent

➤ *Principe général*

A part les moments fléchissants et les efforts tranchants, le vent apporte dans le portique du bâtiment des efforts normaux. Nous considérons les poteaux comme étant une console encastrée dans le sol au niveau de la fondation et soumise à ces charges horizontales.

L'effort de compression sur le poteau i est donné par la relation suivante : $F_i = \frac{M}{I} d_i S_i$

Avec :

S_i : La section du poteau au niveau i ;

$I = \Sigma S_i d_i^2$: Moment d'inertie de S_i par rapport au centre de l'ensemble des poteaux ;

d_i : Distance de la section du poteau par rapport au centre de gravité de l'ensemble ;

M_i : Moment Fléchissant à équilibrer dans le poteau dû au vent.

➤ *Position du centre de gravité*

Le calcul de la position du centre de gravité suit la règle du barycentre d'où la formule :

$$x_G = \frac{\sum(S_i \times x_i)}{\sum S_i}$$

Où

x_i : L'abscisse de chaque poteau i (c'est-à-dire la distance de chaque poteau par rapport à un repère orthonormé placé arbitrairement) ;

S_i : La section de chaque poteau i [m^2] ;

Tableau 7 : Section des poteaux [m^2]

	P1	P2	P3	P4	P5
Comble	0,20	0,09	0,09	0,09	0,20
R+5	0,20	0,09	0,09	0,09	0,20
R+4	0,20	0,09	0,09	0,09	0,20
R+3	0,20	0,12	0,12	0,12	0,20
R+2	0,20	0,16	0,16	0,16	0,20
R+1	0,20	0,20	0,16	0,20	0,20
RDC	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

On a pris comme origine du repère l'extrémité gauche du poteau 1.

Alors nous avons : $x_1=0,225\text{m}$

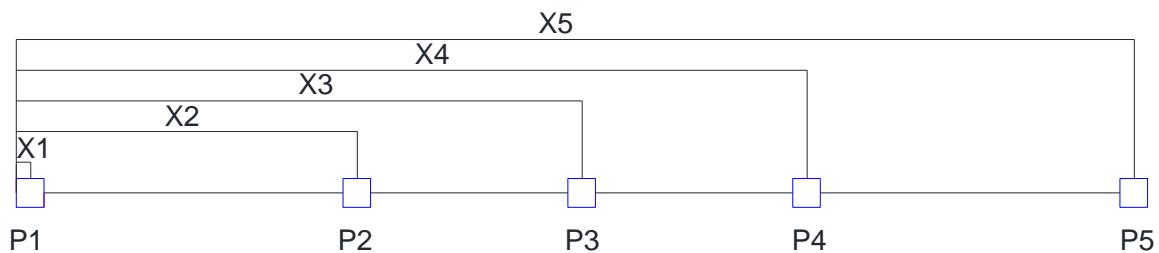
$$x_2=5,33\text{m} + x_1=5,56\text{m}$$

$$x_3=3,67\text{m} + x_2=9,23\text{m}$$

$$x_4=3,67\text{m} + x_3=12,90\text{m}$$

$$x_5=5,33\text{m} + x_4=18,23\text{m}$$

Soit à calculer x_i la distance de chaque poteau par rapport à l'origine qui est l'extrémité gauche du poteau 1

**Figure 4 :** Distance entre les poteaux et l'origineCALCUL x_G avec origine le bord gauche du poteau 1**Tableau 8 :** Position du centre de gravité G (m)

RDC	Si (m ²)	Xi (m)	Si.xi (m ³)
P1	0,20	0,23	0,05
P2	0,20	5,55	1,12
P3	0,20	9,23	1,87
P4	0,20	12,90	2,61
P5	0,20	18,23	3,69
Σ	1,01		9,34

R+1	Si (m ²)	Xi (m)	Si.xi (m ³)
P1	0,20	0,23	0,05
P2	0,20	5,55	1,12
P3	0,16	9,23	1,48
P4	0,20	12,90	2,61
P5	0,20	18,23	3,69
Σ	0,97		8,95

Xg0= 9,23

Xg1= 9,23

R+2	Si (m ²)	Xi (m)	Si.xi (m ³)
P1	0,20	0,23	0,05
P2	0,16	5,55	0,89
P3	0,16	9,23	1,48
P4	0,16	12,90	2,06
P5	0,20	18,23	3,69
Σ	0,89		8,17

R+3	Si (m ²)	Xi (m)	Si.xi (m ³)
P1	0,20	0,23	0,05
P2	0,12	5,55	0,68
P3	0,12	9,23	1,13
P4	0,12	12,90	1,58
P5	0,20	18,23	3,69
Σ	0,77		7,13

Xg2= 9,23

Xg3= 9,23

R+4	Si (m ²)	Xi (m)	Si.xi (m ³)
P1	0,20	0,23	0,05
P2	0,09	5,55	0,50
P3	0,09	9,23	0,83
P4	0,09	12,90	1,16
P5	0,20	18,23	3,69
Σ	0,68		6,23

R+5	Si (m ²)	Xi (m)	Si.xi (m ³)
P1	0,20	0,23	0,05
P2	0,09	5,55	0,50
P3	0,09	9,23	0,83
P4	0,09	12,90	1,16
P5	0,20	18,23	3,69
Σ	0,68		6,23

Xg4= 9,23

Xg5= 9,23

Comble	Si (m ²)	Xi (m)	Si.xi (m ³)
P1	0,20	0,23	0,05
P2	0,09	5,55	0,50
P3	0,09	9,23	0,83
P4	0,09	12,90	1,16
P5	0,20	18,23	3,69
Σ	0,68		6,23

Xg6= 9,23

Soit d_i la distance de chaque poteau par rapport au centre de gravité G .

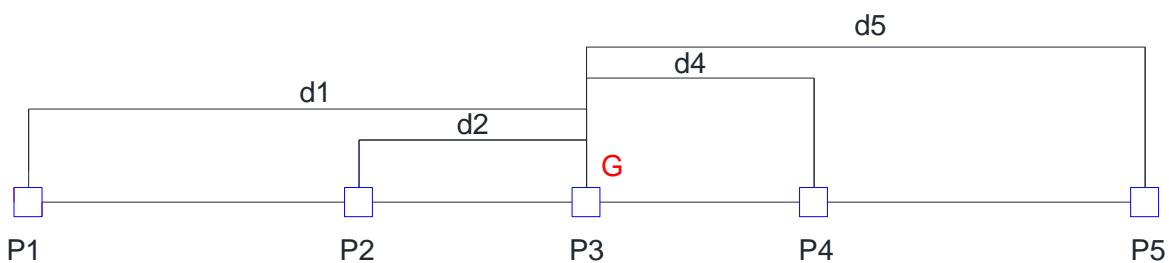


Figure 5 : Distance entre le centre de gravité G et chaque poteau

DISTANCE P-G [m]

Tableau 9 : Distance d_i des poteaux par rapport au centre de gravité G . en (m)

	Xg	d1	d2	d3	d4	d5
Comble	9,23	9,00	3,67	0,00	3,67	9,01
R+5	9,23	9,00	3,67	0,00	3,67	9,01
R+4	9,23	9,00	3,67	0,00	3,67	9,01
R+3	9,23	9,00	3,67	0,00	3,67	9,01
R+2	9,23	9,00	3,67	0,00	3,67	9,01
R+1	9,23	9,00	3,67	0,00	3,67	9,01
RDC	9,23	9,00	3,67	0,00	3,67	9,01

Soit I le moment d'inertie des poteaux par rapport à l'axe passant par le centre de gravité G :

$$I = \sum_{i=1}^n (I_{Gi} + S_i d_i^2)$$

Cette relation peut être simplifiée par $I = \sum_{i=1}^n (S_i d_i^2)$ car quel que soit i , $I_{Gi} \ll S_i d_i^2$

D'où le tableau suivant :

Tableau 10: Calcul des Moments d'inertie des poteaux.

Niveau	Poteau	S_i [m ²]	d_i [m]	I [m ⁴]
Comble	P1	0,20	9,00	16,4080
	P2	0,09	3,67	1,2122
	P3	0,09	0,00	0,0034
	P4	0,09	3,67	1,2122
	P5	0,20	9,01	16,4390
TOTAL				35,2747
R+5	P1	0,20	9,00	16,4080

	P2	0,09	3,67	1,2122
	P3	0,09	0,00	0,0034
	P4	0,09	3,67	1,2122
	P5	0,20	9,01	16,4390
	TOTAL			35,2747
R+4	P1	0,20	9,00	16,4061
	P2	0,09	3,67	1,2122
	P3	0,09	0,00	0,0034
	P4	0,09	3,67	1,2122
	P5	0,20	9,01	16,4390
	TOTAL			35,2729
R+3	P1	0,12	9,00	9,9247
	P2	0,12	3,67	1,6499
	P3	0,12	0,00	0,0034
	P4	0,12	3,67	1,6499
	P5	0,20	9,01	16,4390
	TOTAL			29,6670
R+2	P1	0,20	9,00	16,4061
	P2	0,16	3,67	2,1550
	P3	0,16	0,00	0,0034
	P4	0,16	3,67	2,1550
	P5	0,20	9,01	16,4390
	TOTAL			37,1586
R+1	P1	0,20	9,00	16,4061
	P2	0,20	3,67	2,7275
	P3	0,16	0,00	0,0034
	P4	0,20	3,67	2,7275
	P5	0,20	9,01	16,4390

			TOTAL	38,3034
RDC	P1	0,20	9,00	16,4061
	P2	0,20	3,67	2,7275
	P3	0,20	0,00	0,0034
	P4	0,20	3,67	2,7275
	P5	0,20	9,01	16,4390
			TOTAL	38,3034

A partir de ces données, on va déterminer les efforts horizontaux sur le poteau dus au vent.

Ils sont obtenus à partir de la formule suivante :

$$F_i = \frac{M}{I} d_i S_i$$

Avec :

F_i : force sur les poteaux due au vent ;

M : moment par rapport au bras de levier Z :

Or $M = F * Z$

Avec : $F = h * q_d * L$

F : force élémentaire pour chaque niveau ;

h : Hauteur cumulée ;

L : distance entre axe des poteaux ;

q_d : vitesse du vent.

$$Z : \text{Bras de levier} = \frac{h}{2}$$

d_i : distance du poteau par rapport au repère considéré ;

S_i : Section des poteaux ;

I : Moment d'inertie.

On a $q_d = 133 \text{ daN/m}^2$

D'où les tableaux :

- Résumant les valeurs de M

Tableau 11 : Calcul de M

	H [m]	L [m]	F [daN]	z [m]	M [daN.m]
Toiture (n1)	1,00	5,33	708,89	0,50	354
Comble	4,00	5,33	2835,56	2,00	5671
R+5	7,50	5,33	5316,68	3,75	19938
R+4	11,35	5,33	8045,90	5,68	45660
R+3	14,65	5,33	10385,24	7,33	76072
R+2	17,65	5,33	12511,91	8,83	110418
R+1	20,65	5,33	14638,58	10,33	151143
RDC	24,15	5,33	17119,69	12,08	206720

- Résumant les efforts F_i

F₁ pour le poteau 1

F₂ pour le poteau 2

F₃ pour le poteau 3

F₄ pour le poteau 4

F₅ pour le poteau 5

Tableau 12 : Calcul de Fi

		M [daN.m]	di [m]	Si [m ²]	I[m ⁴]	Fi [daN]
F1	Toiture (n1)	354,45	,00	0,20	16,41	39
	Comble	5671,12	9,00	0,20	16,4080	630
	R+5	19937,53	9,00	0,20	16,4080	2215
	R+4	45660,49	9,00	0,20	16,4061	5073
	R+3	76071,87	9,00	0,20	9,9247	13971
	R+2	110417,59	9,00	0,20	16,4061	12267
	R+1	151143,32	9,00	0,20	16,4061	16792
	RDC	206720,30	9,00	0,20	16,4061	22966

F2	Toiture (n1)	354,45	3,67	0,09	1,2122	97
	Comble	5671,12	3,67	0,09	1,2122	1545
	R+5	19937,53	3,67	0,09	1,2122	5433
	R+4	45660,49	3,67	0,09	1,2122	12442
	R+3	76071,87	3,67	0,12	1,6499	20728
	R+2	110417,59	3,67	0,16	2,1550	30087
	R+1	151143,32	3,67	0,20	2,7275	41183
	RDC	206720,30	3,67	0,20	2,7275	56327

F3	Toiture (n1)	354,45	0,00	0,09	0,0034	0
	Comble	5671,12	0,00	0,09	0,0034	0
	R+5	19937,53	0,00	0,09	0,0034	0
	R+4	45660,49	0,00	0,09	0,0034	0
	R+3	76071,87	0,00	0,12	0,0034	0
	R+2	110417,59	0,00	0,16	0,0034	0
	R+1	151143,32	0,00	0,16	0,0034	0

	RDC	206720,30	0,00	0,20	0,0034	0
F4	Toiture (n1)	354,45	3,67	0,09	1,2122	97
	Comble	5671,12	3,67	0,09	1,2122	1545
	R+5	19937,53	3,67	0,09	1,2122	5433
	R+4	45660,49	3,67	0,09	1,2122	12442
	R+3	76071,87	3,67	0,12	1,6499	20728
	R+2	110417,59	3,67	0,16	2,1550	30087
	R+1	151143,32	3,67	0,20	2,7275	41183
	RDC	206720,30	3,67	0,20	2,7275	56327

F5	Toiture (n1)	354,45	9,01	0,20	16,4390	39
	Comble	5671,12	9,01	0,20	16,4390	629
	R+5	19937,53	9,01	0,20	16,4390	2213
	R+4	45660,49	9,01	0,20	16,4390	5068
	R+3	76071,87	9,01	0,20	16,4390	8443
	R+2	110417,59	9,01	0,20	16,4390	12255
	R+1	151143,32	9,01	0,20	16,4390	16775
	RDC	206720,30	9,01	0,20	16,4390	22943

IV-2-5 Récapitulation de toutes les charges appliquées à chaque niveau

Le calcul de ces charges est nécessaire pour le dimensionnement de certains éléments de structure.

C'est à partir de la relation suivante qu'on va déterminer les efforts normaux réagissant sur les poteaux.

D'après la combinaison d'actions des charges, on a :

- à l'ELU : $1.35G + 1.5Q + W$
- à l'ELS : $G + Q + 0.77W$

Avec :

G : Charges permanentes

Q : Charges d'exploitation

W : Charges dues au vent

Tableau 13 : Récapitulation de toutes les charges en (daN)

P1						
Niveau	G	Q	W	Total	0,9ELU	0,9ELS
Toiture	4 256	1 852	39	6 147	7707	5525
Comble	22 839	3 905	630	27 374	33588	24506
Niv R+5	43 002	5 958	2215	51 174	62283	45598
Niv R+4	64 269	8 010	5073	77 353	93467	68567
Niv R+3	83 441	10 063	13971	107 475	127540	93836
Niv R+2	102 024	12 116	12267	126 407	151356	111227
Niv R+1	120 608	14 168	16792	151 568	180778	132935
RDC	140 770	16 221	22966	179 958	213604	157208
%	78	9	13			

La récapitulation de toutes les charges des autres poteaux sont visibles en annexe

(Voir annexe : descente des charges)

CHAPITRE V : CALCUL DE LA SUPERSTRUCTURE

Pour avoir une bonne stabilité du bâtiment, l'étude des sollicitations agissant sur la structure s'avère nécessaire : ce sont le moment fléchissant et l'effort tranchant.

Et ces résultats seront indispensables pour le dimensionnement des éléments en béton armé.

Pour calculer ces sollicitations, il faut prendre en compte les hypothèses suivantes:

Toutes les charges et les surcharges agissant le plancher se répartissent sur la surface par l'existence de la dalle de compression ;

Les charges des cloisons sont faibles, elles sont considérées uniformément réparties sur la longueur de la dalle.

Il existe plusieurs méthodes pour le calcul de ces sollicitations telles la Méthode de CAQUOT, la Méthode des forces mais pour obtenir des résultats qui convergent vers les valeurs exactes, nous allons choisir la méthode de CROSS.

Elle permet de calculer avec une approche simplifiée les efforts tranchants et les moments fléchissants aux niveaux des appuis.

V-1- Principe

Selon la méthode de CROSS, on commence par déterminer les moments sur les appuis par l'équation des trois moments. Après, on utilise le moyen d'approximations successives, puis on évalue les moments fléchissants aux extrémités.

Ils sont donnés par la relation suivante :

Pour une barre AB :

$$M(x) = \mu(x) - M_{AB} + \frac{M_{AB} + M_{BA}}{l} \times x$$

Avec :

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

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

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

$\mu(x)$ le moment fléchissant au point d'abscisse x de la poutre droite isostatique, de même portée et supportant les mêmes charges;

L'effort tranchant dans la section d'abscisse x s'obtient par la formule:

$$T(x) = \frac{dM_{(x)}}{dx} = \theta_{(x)} + \frac{M_{AB} + M_{BA}}{l}$$

Avec $\theta_{(x)} = \frac{d\mu(x)}{dx}$

V-2- Evaluation des charges

Pour évaluer les charges, on considère encore la file F qui présente des charges défavorables.

En appliquant la méthode des lignes de rupture d'un panneau encastré sur son contour, on peut calculer la transmission des charges des dalles sur les poutres. Les charges supportées par la poutre sont son poids propre, le poids d'une partie du plancher et le poids des murs.

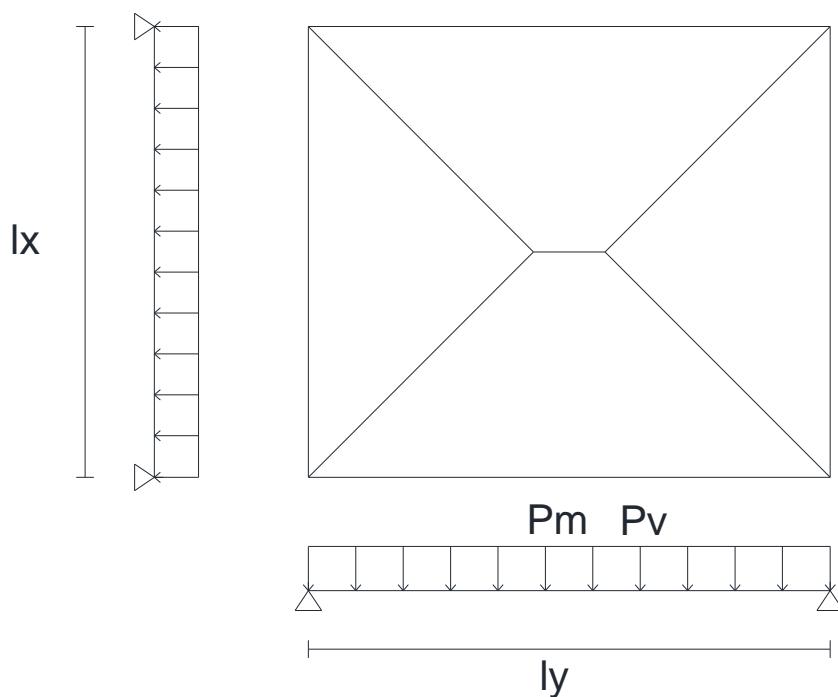


Figure 6 : Transmission des charges des dalles aux poutres.

Il y a un angle de 45° avec la rive de panneau. On a vu une découpe de forme triangulaire ou trapézoïdale.

Les charges transmises par le plancher sur les poutres sont des charges à répartition variable et symétrique. Pour faciliter les calculs, nous allons transformer ces charges en charges uniformément reparties.

- PV : produisant le même effort tranchant sur appui de la poutre de référence, que la dalle ;
- PM : produisant le même moment fléchissant à mi-travée de la poutre de référence, que la dalle.

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y}$$

Tableau 14 : Charges uniforme équivalente des dalles sur les poutres

Charges	Trapèze	Triangle
P_V	$\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \frac{Pl_x}{2}$	$\frac{Pl_x}{4}$
P_M	$\left(1 - \frac{\alpha^2}{3}\right) \frac{Pl_x}{2}$	$\frac{Pl_x}{3}$

V-3- Combinaison d'actions :

Soit g la charge permanente appliquée sur la poutre et q la surcharge d'exploitation.

G (t/ml) : poids de la poutre, la toiture, le poids du mur et le poids du plancher ;

Q (t/ml) : surcharge appliquée au plancher selon la nature du local.

Cette combinaison est donnée par les Etats Limites :

_ ELU : $1.35G + 1.5Q$;

_ ELS : $G + Q$.

Les charges appliquées à la structure sont représentées par les figures ci-dessous :

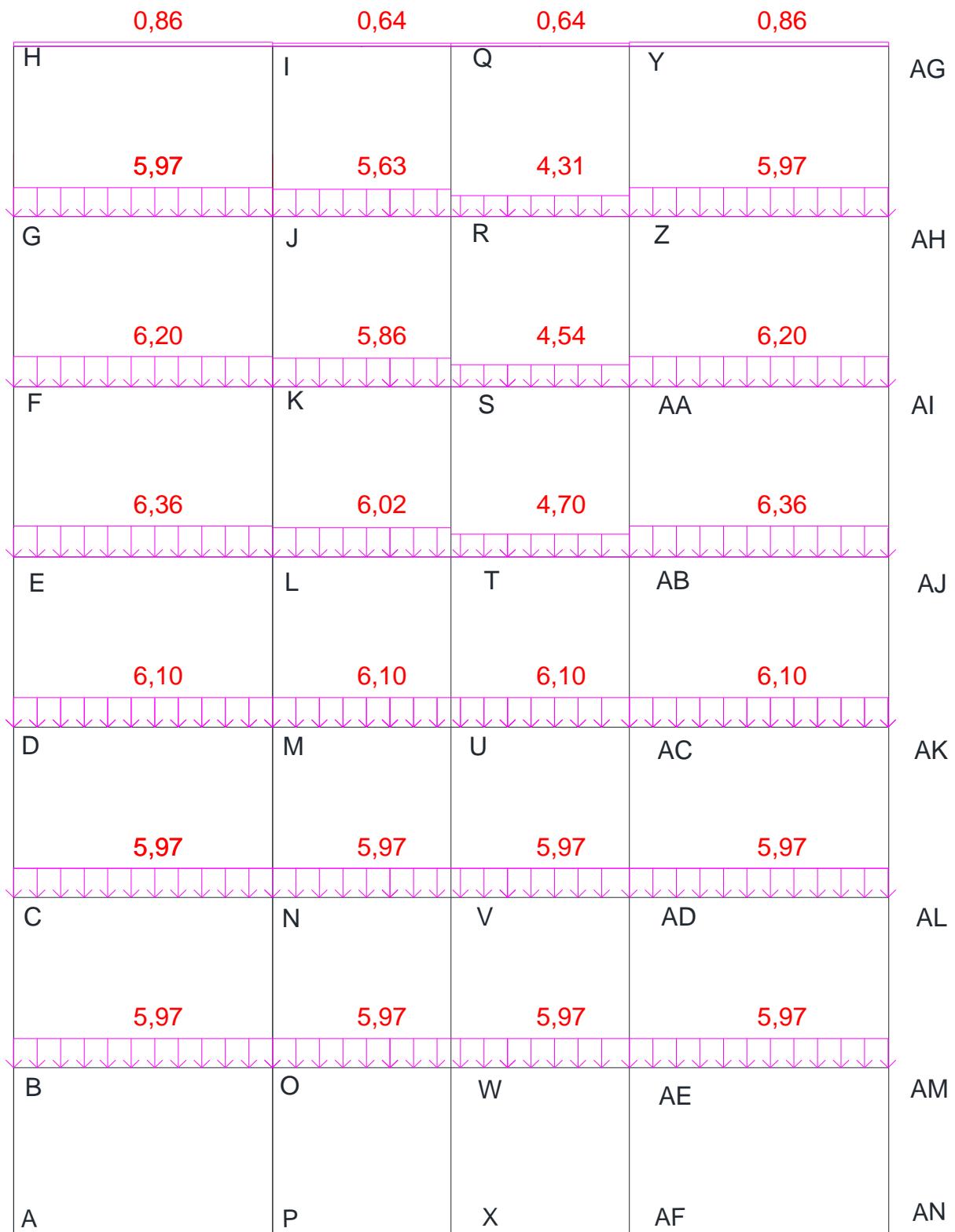
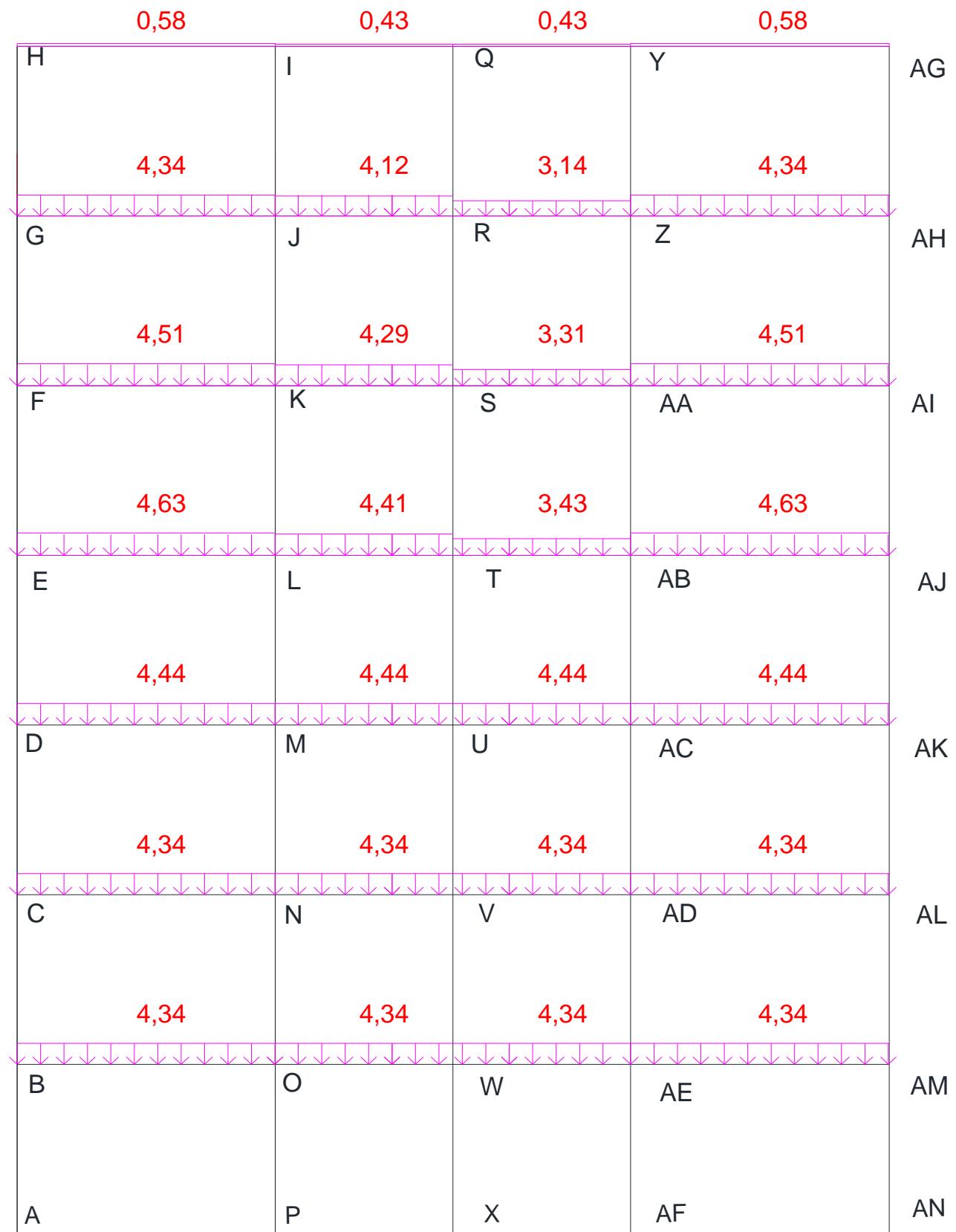


Figure 7 : Charges appliquées à la structure à l'ELU [kN.ml]**Figure 8 :** Charges appliquées à la structure à l'ELS [kN.ml]

A partir de la méthode de CROSS, on peut déterminer les diagrammes des moments fléchissants et les diagrammes des efforts tranchants (voir ANNEXE pour les autres diagrammes)

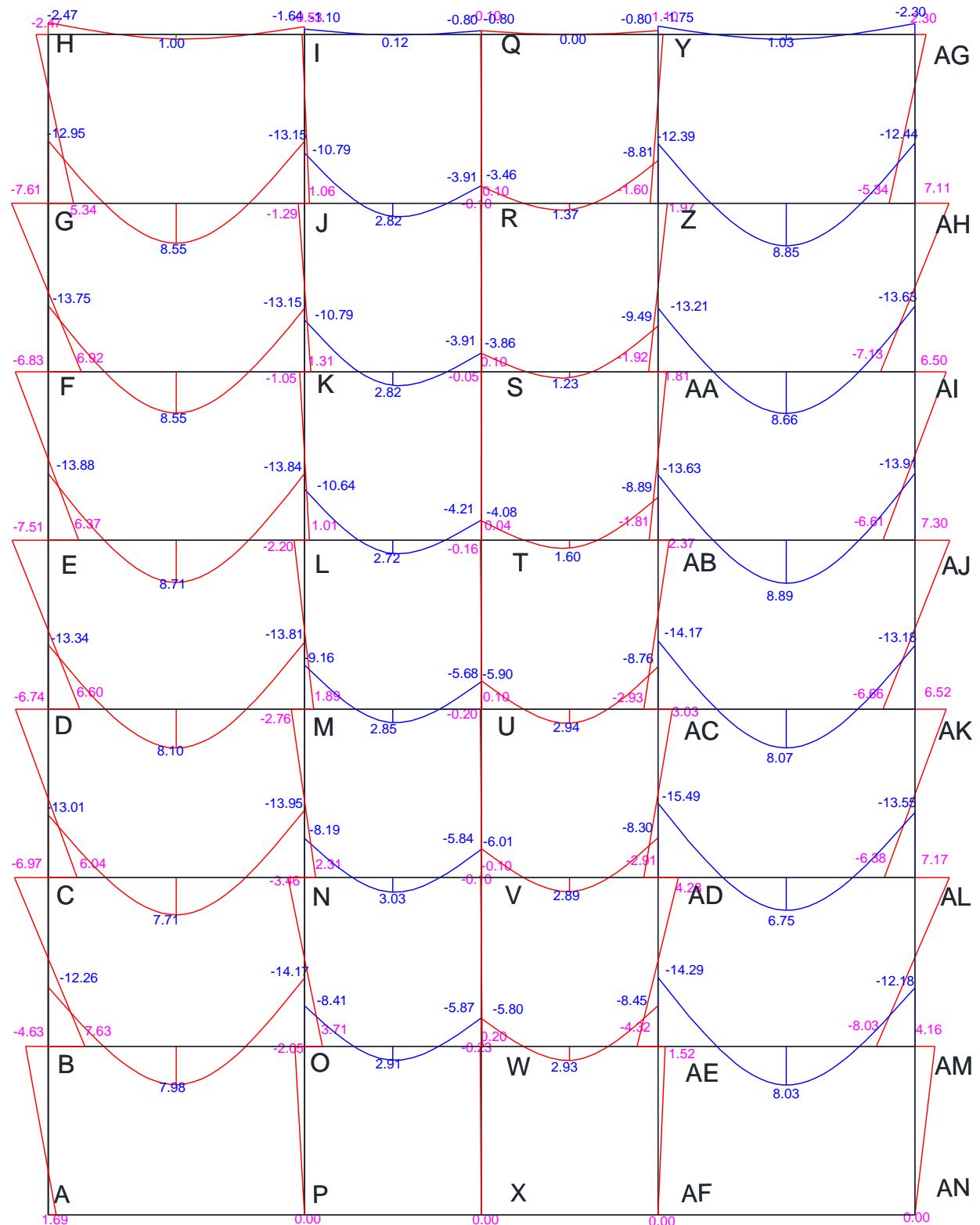


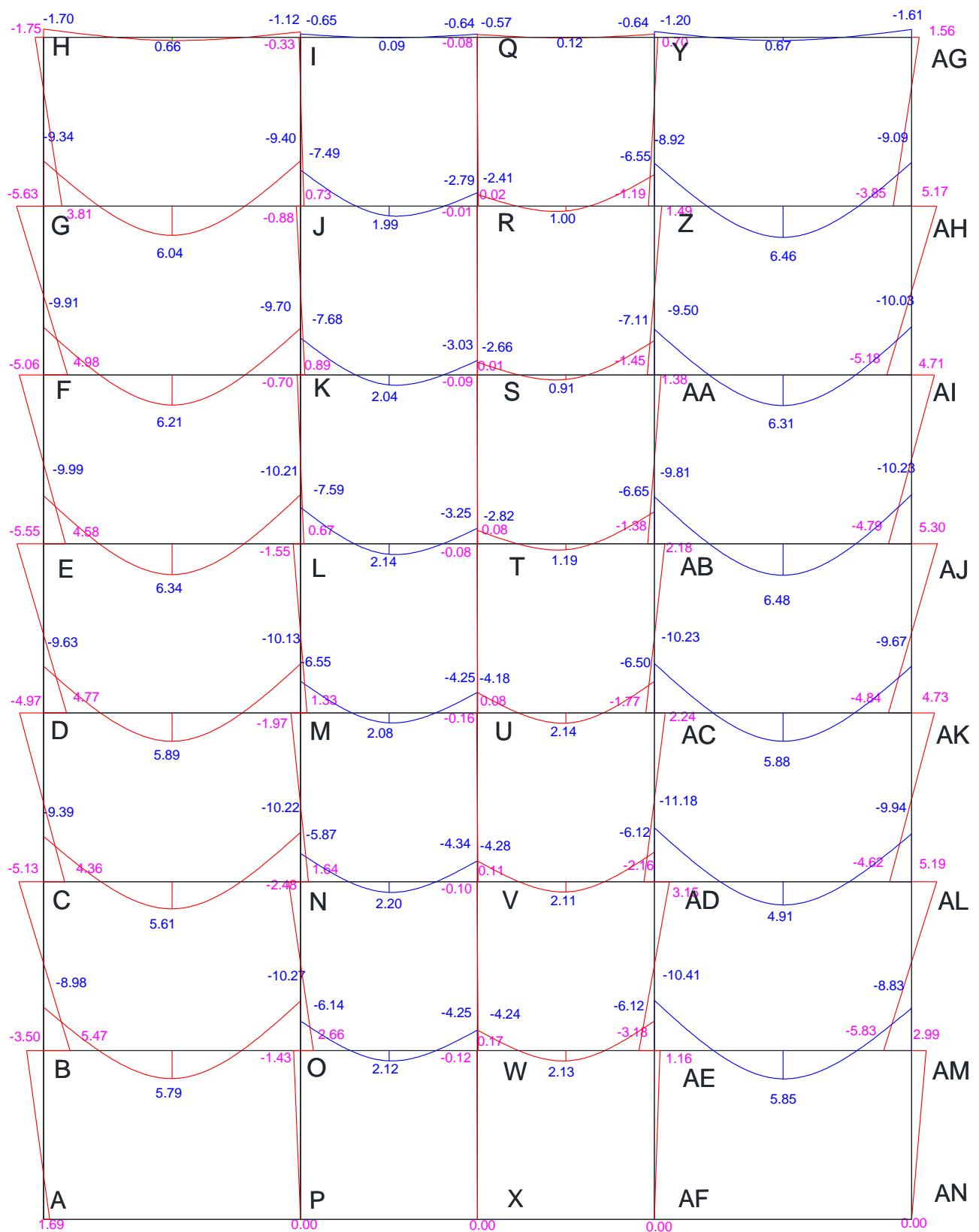
Figure 9 : Diagramme de moment fléchissant à l'ELU [kN.m]

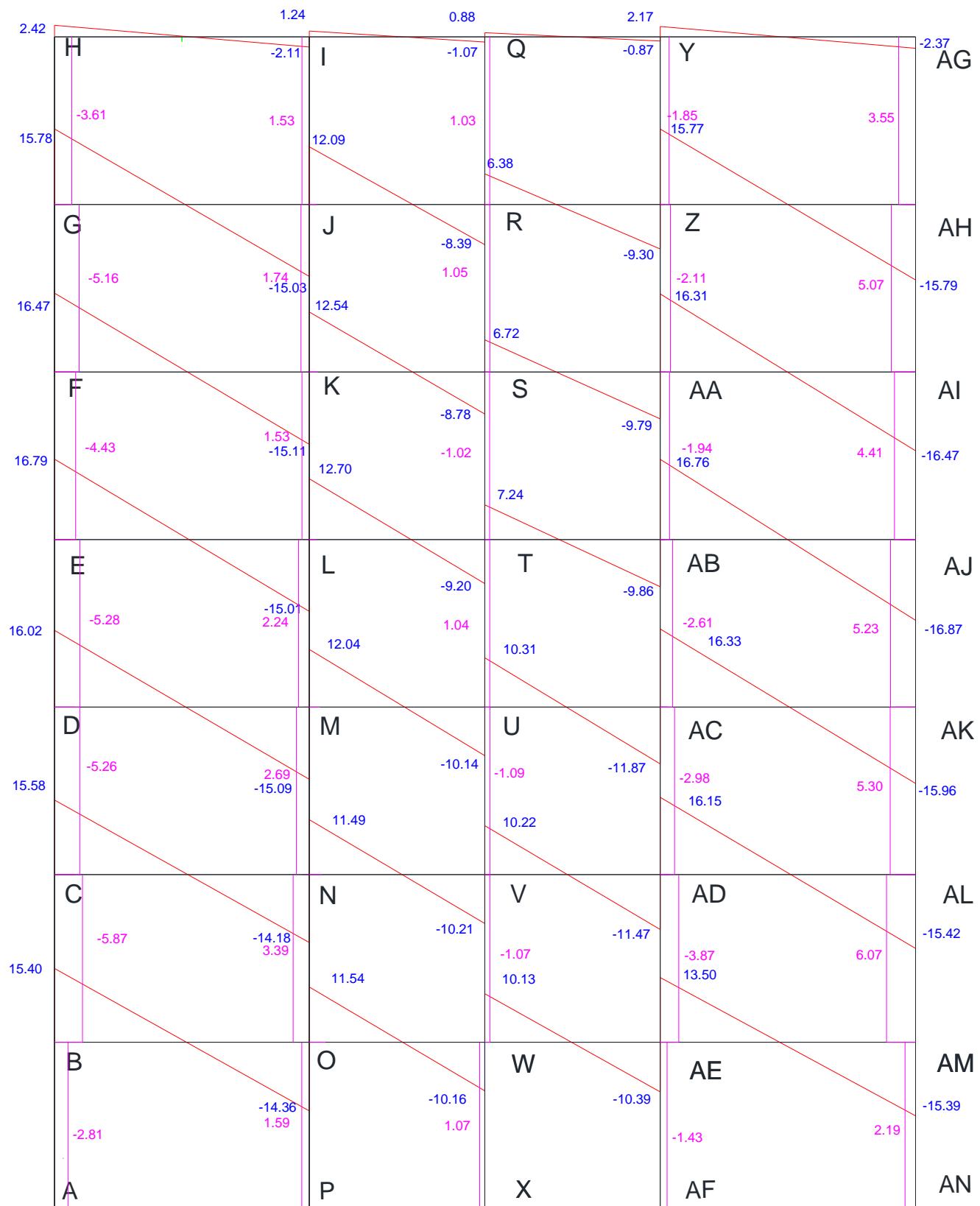
Figure 10 : Diagramme de moment fléchissant à l'ELS [kN.m]

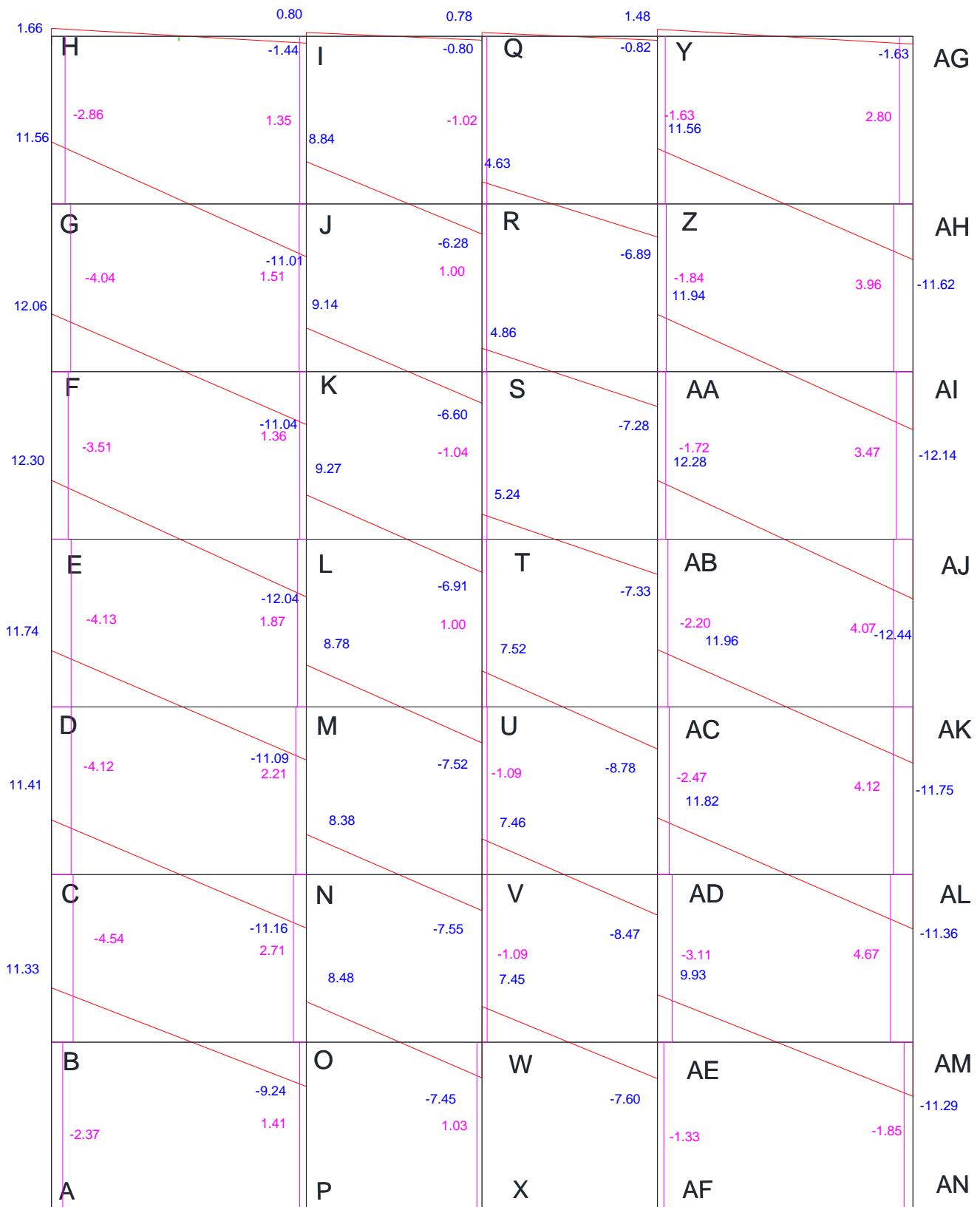
Figure 11 : Diagramme de l'effort tranchant à l'ELU [kN.m]

Figure 12 : Diagramme de l'effort tranchant à l'ELS [kN.m]**CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS EN BETON ARME****VI-1- Hypothèses de calcul**Caractéristiques du béton :

- *Résistance caractéristique à la compression :*
- Dosage de ciment 350 kg/m³ ;
- Classe de Ciment CEM I 42.5 ;
- $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$: c'est la résistance caractéristique à la compression du béton à 28 jours.
- *Résistance caractéristique à la traction :*

La résistance caractéristique à la traction du béton à 28 jours d'âge est conventionnellement donnée par la formule qui suit :

$$f_{t28} = 0,6 + 0,06f_{c28}$$

Avec :

f_{t28} : Résistance caractéristique à la traction du béton à 28 jours d'âge, dans notre cas

$$f_{t28} = 2,1 \text{ MPa}$$

- *Résistance de calcul du béton en compression :*

On a comme formule :

$$f_{bu} = \frac{0,85 \cdot f_{c28}}{\theta \cdot \gamma_b}$$

Avec :

f_{bu} : Résistance de calcul en compression à l'ELU ;

θ : Coefficient fonction de la durée d'application de la combinaison des charges

Avec :

- $\theta = 1$ pour $t > 24\text{h}$;

- $\theta = 0.9$ pour $1h \leq t \leq 24h$;
- $\theta = 0.85$ pour $t < 1h$.

γ_b : Coefficient de sécurité partiel du béton

Avec : γ_b : 1.5 pour combinaison fondamentale ;

γ_b : 1.15 pour combinaison accidentelle.

Dans notre calcul, on prend γ_b celui de la combinaison fondamentale.

Alors $f_{bu} = 14.17 \text{ MPa}$

- *Etat Limite de compression du béton :*

On a :

$$\sigma_{bc} \leq \overline{\sigma_{bc}}$$

Avec :

σ_{bc} : Contrainte de compression du béton ;

$\overline{\sigma_{bc}} = 0,6f_{c28}$: Contrainte de compression admissible du béton et $\overline{\sigma_{bc}} = 15 \text{ MPa}$.

Caractéristiques des aciers :

On utilise les aciers à Haute Adhérence Fe E 500

$f_e = 500 \text{ MPa}$

Ici, le calcul se fait à la fissuration peu préjudiciable :

$$\sigma_s = f_{ed} = \frac{f_e}{\gamma_s}$$

Avec : $\gamma_s = 1,15$ (coefficient de sécurité partiel de l'acier en combinaison fondamentale)

$$\sigma_s = f_{ed} = 434,78 \text{ MPa}$$

VI-2-Les gros œuvres

VI-2-1- Plancher dalle

Un plancher est un ensemble d'éléments horizontaux de la structure d'un bâtiment destiné à reprendre les charges d'exploitation ou autres charges permanentes (cloisons, chapes, revêtements...) et à transmettre celles-ci à des éléments porteurs verticaux (comme : poteaux, voiles, murs...)

Principe de calcul

- ❖ Descente des charges :
 - *Charges permanentes*

Poids propre : $2.5T/m^3 \times 0.20 = 0.50T/m^2$

Revêtement : $0.06T/m^2$

$$g = 0.56T/m^2$$

- *Surcharge d'exploitation*

Appartement : $0.150T/m^2$

$$q = 0.150T/m^2$$

- ❖ Sollicitations :
 - à ELU : $1.35g + 1.5q$

$$P_u = 1.35 \times 0.56 + 1.5 \times 0.15 = 0.98T/m^2$$

- à ELS : $g + q$

$$P_{ser} = 0.56 + 0.15 = 0.71T/m^2$$

Calcul du coefficient α :

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y}$$

Avec : l_x = Dimension la plus petite du panneau est égal à 5.09m ;

l_y = Dimension la plus grande du panneau est égal à 5.90m.

Deux cas peuvent se présenter, en général :

- Si $\alpha < 0.40$: la dalle est portée dans un seul sens

Dans ce cas :

$$M_{ox} = \frac{Pl_x^2}{8}$$

$$M_{oy} = 0$$

- Si $0.40 < \alpha < 1$: la dalle est portée dans les deux sens l_x et l_y ce qui est le cas ici

Dans ce cas :

$$M_{ox} = \mu_x Pl_x^2$$

$$M_{oy} = \mu_y M_{ox}$$

Or les valeurs approchées du coefficient μ_x et μ_y sont données par les relations ci-dessous :

Tableau 15 : Expressions des valeurs du coefficient μ_x et μ_y

	μ_x	μ_y
Sollicitations à ELU	$\frac{1}{8(1 + 2.4 \alpha^3)}$	$\max\{1/4 ; \alpha^2[1 - 0.95(1-\alpha)^2]\}$
Déformations à ELS	$\frac{1}{8(1 + 2 \alpha^3)}$	$\max\{1/4 ; \alpha^2[1 + \frac{3}{2}(1-\alpha)^2]\}$

Calcul μ_x et μ_y

$$\mu_x = 0,05$$

$$\mu_y = 0,72$$

*Mox et Moy [KN.m]***Tableau 16 :** Valeurs de *Mox et Moy* [KN.m]

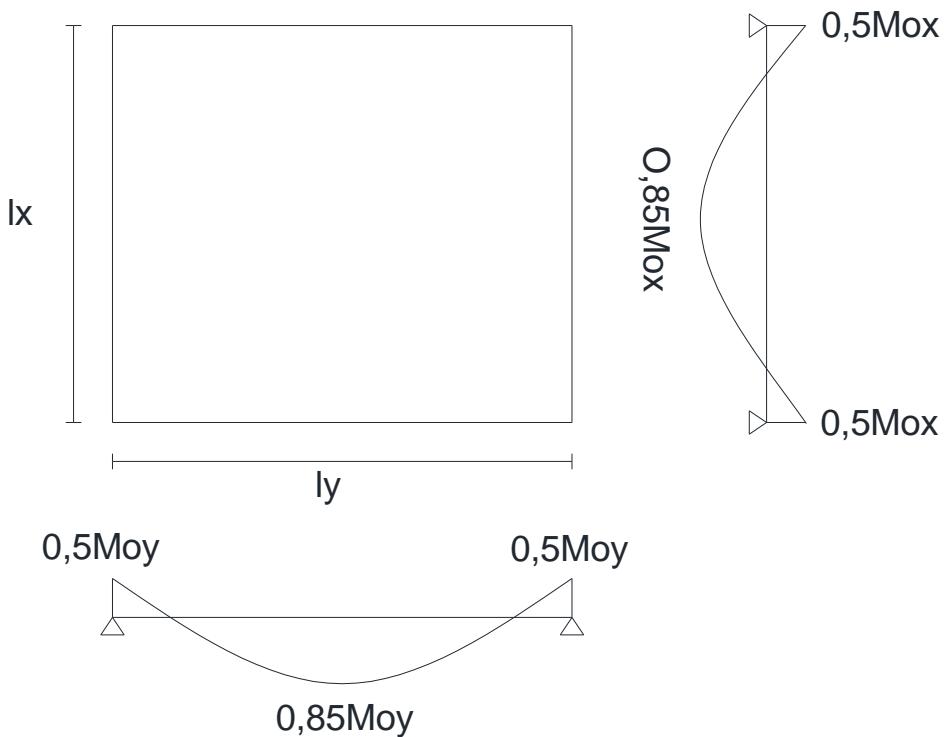
Mox	ELU	13,91
	ELS	10,07

Moy	ELU	10,03
	ELS	7,26

❖ Moments à prendre en compte :

Pour assurer la continuité du plancher, les moments suivant chaque sens doivent être minorés comme suit :

- De 0.30 pour les moments aux appuis de rive ;
- De 0.50 pour les moments aux appuis intermédiaires ;
- De 0.85 pour les moments en travée proche de la rive ;
- De 0.75 pour les moments en travée intermédiaires.

Calcul des moments**Figure 13 :** Moment au niveau des appuis et en travée.

Calcul à l'ELU

Avec les coefficients de répartition

Appui	Travée
0,5	0,85

Tableau 17 : Valeur des moments

l_x en [m]	l_y en [m]	α	Observation	μ_x	μ_y	Moment en [kN]			
						Suivant l_x		Suivant l_y	
						M_{app}	M_t	M_{app}	M_t
5,09	5,9	0,86	dalle portant dans les deux sens	0,05	0,72	6,954	11,822	5,017	8,529

Calcul des sections des armatures :

$$\mu_{bu} = \frac{Mu}{b_o d^2 f_{bu}}$$

Avec

$$f_{bu} = \frac{0.85 f_{c28}}{\theta \gamma_b}$$

Or

f_{c28} : résistance à la compression du béton à l'âge de 28 jours ;

γ_b : Coefficient de sécurité du béton qui est égal à 1.5 ;

b_o : largeur unité c'est-à-dire 1m ;

Mu : moment suivant l_x ou l_y à l'ELU;

d : hauteur utile.

- si $\mu_{bu} < \mu_{lu}$ alors on a une section à simple armature ;
- si le cas contraire, c'est-à-dire $\mu_{bu} > \mu_{lu}$ alors section à double armature.

- ❖ Calcul de μ_{lu}

$$10^4 \mu_{lu} = 3220\gamma + 51f_{c28} - 3100 \text{ pour Fe E 500 et } f_{c28}=25 \text{ MPa donc } \mu_{lu} = 0.272$$

Avec :

$$\gamma = \frac{P_u}{P_{ser}} = 1.41$$

Alors deux cas peuvent se présenter

- $\mu_{bu} < 0.30$ alors la méthode simplifiée est $z_b = d (1 - 0.6\mu_{bu})$;
- Si non, alors la méthode exacte est $\alpha = 1.25[1 - \sqrt{1 - 2\mu_{bu}}]$ or $z_b = d (1 - 0.4\alpha)$;

Détermination de μ_{bu}

Calcul dans le cas d'une fissuration peu préjudiciable

Tableau 18 : Valeurs de μ_{bu}

suivant lx

	Appui	Travée
μ_{bu}	0,034	0,025

suivant ly

	Appui	Travée
μ_{bu}	0,025	0,018

D'où

$$A = \frac{M}{z_b f_{ed}}$$

Avec

$$f_{ed} = \frac{f_e}{\gamma_s}$$

et $\gamma_s = 1.15$; $f_e = 500 \text{ MPa}$

Section des armatures**Tableau 19** : Section des armatures

lx	Appui	Travée
μ_{bu}	0,034	0,025
zb (m)	0,17	0,17
M [10^1 kN.m]	6,95	11,82
A (cm^2)	0,95	1,62

ly	Appui	Travée
μ_{bu}	0,02	0,02
zb (m)	0,17	0,17
M [10^1 kN.m]	5,02	8,53
A (cm^2)	0,69	1,17

❖ Sections minimales des armatures :

Les sections minimales des armatures sont comme suit :

Bandes suivant ly :

$$A_{y \min} = \begin{cases} 12 h_o : \text{ronds lisses} \\ 8 h_o : \text{Fe E 400} \\ 6 h_o : \text{Fe E 500} \end{cases}$$

D'où

$$A_{y \min} = 1.20 \text{cm}^2$$

Bandes suivant l_x :

$$A_{x \min} = \frac{3 - \alpha}{2} A_{y \min}$$

D'où

$$A_{x \min} = 1.28 \text{ cm}^2$$

Armature du plancher

Tableau 20 : Récapitulation des sections des armatures de la dalle

Sections des armatures théoriques Suivant l_x		Sections des armatures théoriques Suivant l_y		Sections des armatures pratiques Suivant l_x		Sections des armatures pratiques Suivant l_y	
A_{app} [cm ² /m]	A_t [cm ² /m]	A_{app} [cm ² /m]	A_t [cm ² /m]	A_{app} [cm ² /m]	A_t [cm ² /m]	A_{app} [cm ² /m]	A_t [cm ² /m]
1,28	1,62	1,20	1,20	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8

❖ Choix des armatures et dispositions constructives

Selon le cas pratique, on prend toujours comme section des armatures :

$$A = \text{Max}\{A_{t,app}; A_{\min}\}$$

Comme disposition constructive, le diamètre des armatures est choisi suivant la formule :

$$\emptyset = \frac{h_o}{10}$$

Avec :

\emptyset : diamètre des armatures en mm ;

h_o : épaisseur de la dalle en mm.

L'espacement maximal des armatures est :

En travée sens l_x

$$st \leq \min \begin{cases} 3h_o \\ 33\text{cm} \end{cases}$$

En travée sens l_y

$$st \leq \min \begin{cases} 4h_o \\ 45\text{cm} \end{cases}$$

Le calcul des espacements se fait comme suit (cas pratique) :

$$st = \frac{100}{m}$$

Avec : m= nombre d'armatures

Tableau 21 : Espacement des barres

En travée		Aux Appuis	
A_x	A_y	A_x	A_y
4HA8 p.m	4HA8 p.m	4HA8 p.m	4HA8 p.m
$st = 25\text{cm}$	$st = 25\text{cm}$	$st = 25\text{cm}$	$st = 25\text{cm}$

VI-2-2- Poteau

Les poteaux constituent les éléments porteurs des poutres et raidisseurs, ils ne sont autres que des poutres droites verticales soumises à la compression simple centrée et éventuellement à un moment fléchissant. Ils reprennent les efforts venant des poutres du plancher pour les transmettre vers les fondations.

Dans leur dimensionnement, il faut tenir compte des instabilités de forme qui peuvent avoir lieu au niveau de ces éléments et particulièrement du risque de flambement.

Notre étude portera sur les poteaux soumis à un effort normal centré de compression.

❖ *Choix du poteau à étudier*

Nous allons prendre le poteau le plus sollicité qui est le poteau P2 situé au niveau du RDC.

❖ *Caractéristiques du Poteau à étudier*

Longueur, $l_0 = 3.50m$

Coté, $a = 0.45m$

Section, $B = 0.2025m^2$

Les charges

D'après la descente des charges on a,

$Nu = 410349daN$

Hypothèses de calcul

Fissuration : Peu préjudiciable

Armatures : HA Fe E 500 alors fe (résistance caractéristique de l'acier) = 500MPa

$f_{ed} = 435 MPa$

Car Coefficient de sécurité partiel $\gamma_s = 1.15$

Résistance caractéristique du béton

$f_{c28} = 25 MPa$

$$f_{bu} = 14.2 \text{ MPa}$$

$$f_{t28} = 2.1 \text{ MPa}$$

Etat limite ultime de stabilité de forme

Armatures longitudinales

Vérification au flambement

Longueur de flambement l_f

Pour un poteau appartenant à un bâtiment à étage multiple, on a :

$$l_f = 0.7l_0$$

$$l_f = 2.45m$$

Elancement λ

$$0 < \lambda < 50$$

Pour un Poteau carré, on a :

$$\lambda = \frac{l_f \sqrt{12}}{a}$$

$$\lambda = 18.86$$

$$0 < \lambda < 50$$

On peut alors en déduire que le poteau est soumis à une compression centrée.

Coefficient réducteur β

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

$$\beta = 1 + 0.2 \left(\frac{18.86}{35} \right)^2$$

$$\beta = 1.058$$

Section réduite

$$B_r = (a - 2)(a - 2)$$

$$B_r = 1849 \text{ cm}^2$$

Calcul de N_b

$$N_b = \frac{\theta \cdot Br \cdot fbu}{0,9}$$

$$N_b = \frac{1.0,1849.14,2}{0,9}$$

$$N_b = 2,91 \text{ MN}$$

Les aciers doivent équilibrer

$$N_s = k \beta N_u - N_b$$

$$N_s = 1 * 1.06 * 4,10349 - 2,91$$

$$N_s = 1,44 \text{ MN}$$

$$N_s > 0$$

Donc on prendra la section calculée pour les armatures

Section maximale d'acier

$$A_{max} = \frac{5}{100} \times B$$

$$A_{max} = \frac{5}{100} \times 2025$$

$$A_{max} = 101,25 \text{ cm}^2$$

Section minimale d'acier

$$A_{min} = Max\{(4u); B(0.2\%)\}$$

Avec :

B : Section du Poteau ;

u : Périmètre du Poteau.

$$u = 1.8m$$

$$4u = 7.2cm^2$$

$$B(0.2\%) = 4.05cm^2$$

$$\text{Donc } A_{min} = 7.2cm^2$$

La section calculée

$$A \geq \frac{1}{0,85.fed} \left[\beta.Nu - \frac{Br.fbu}{0,9} \right]$$

$$A \geq \frac{1}{0,85.434,8} \left[1,06.4,10349 - \frac{0,1849.14,17}{0,9} \right]$$

$$A \geq 0,0038 \text{ m}^2$$

$$A_s = A_{calculée} = 38cm^2$$

Pour les aciers longitudinaux des poteaux, on prendra 8HA25 égale à **39.27cm²**

Armatures transversales

Le diamètre des aciers transversaux

Il doit respecter la relation suivante :

$$\frac{1}{3}\phi_{lmax} \leq \phi_t \leq 12mm$$

ϕ_l : Diamètre de l'armature longitudinale ;

ϕ_t : Diamètre de l'armature transversale.

$$\phi_{lmax} = 25mm$$

On prendra un cadre de $\phi_t = 8mm$

Espacement

➤ Zone courante

$$S_t \leq \min\{a + 10\text{cm} ; 15\phi_l ; 40\text{cm}\}$$

$$S_t \leq \min\{55\text{cm} ; 37,5 ; 40\text{cm}\}$$

Donc, on a $S_t = 37,5\text{cm}$

➤ Zone de recouvrement

Longueur de recouvrement

$$l_r = 0.6l_s$$

Où :

l_r : Longueur de recouvrement ;

l_s : Longueur de scellement droit

$$l_s = \frac{\phi_l f_e}{4\tau_{su}}$$

Or, $\overline{\tau_{su}} = 0.6\psi_s^2 f_{t28}$ et $\psi_s = 1.5$

$$\overline{\tau_{su}} = 0.6 * 1,5^2 * 2,1$$

$$\overline{\tau_{su}} = 2,835 \text{ MPa}$$

$$l_s = \frac{2,5 * 500}{4 * 2,84}$$

Donc, $l_s = 110,23\text{cm}$

or $l_r = 0.6l_s$

$$l_r = 66,14\text{cm}$$

D'où $st = 32,57\text{cm}$

Soit $s_t = 30\text{cm}$ pour les armatures de couture.

Disposition constructive

Voir annexe (ferraillage du poteau)

VI-2-3- Poutre

La poutre, sollicitée en flexion simple sert à supporter le mur et le plancher mais aussi à transmettre les charges aux poteaux.

Choix de la poutre à étudier

D'après le diagramme de moment fléchissant, nous avons vu que c'est la poutre qui se trouve au niveau du 1er Etage qui est la plus sollicitée. Alors, nous allons l'étudier.

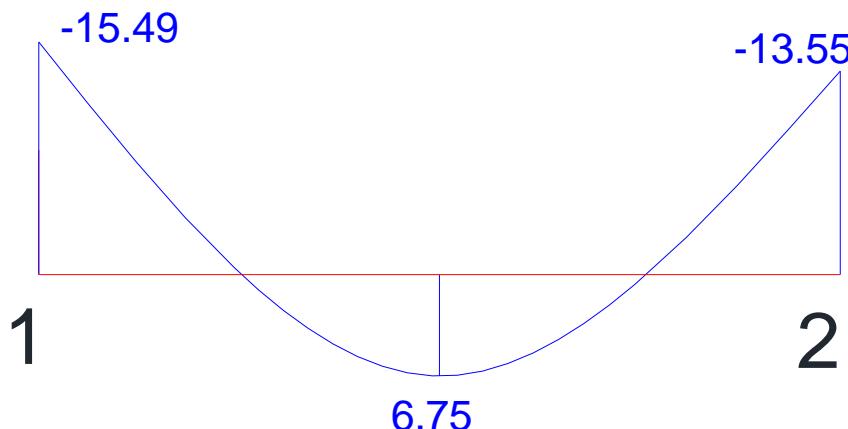


Figure 14 : Valeur des moments à étudier à l'ELU [kN.m]

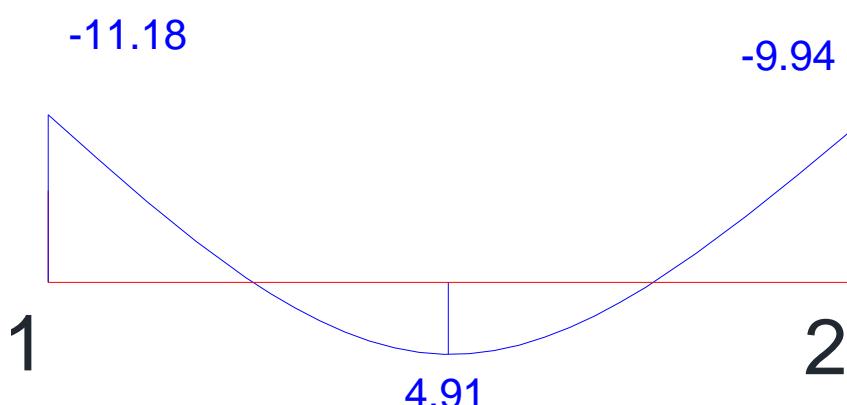


Figure 15 : Valeur des moments à étudier à l'ELS [kN.m]

Principe de calcul :

Puisque la fissuration est peu préjudiciable, le calcul se fera comme suit :

- Détermination à l'ELU ;
- Calcul des sections des armatures;

➤ Armatures longitudinales :

1) détermination à l'ELU :

Les règles de calcul sont déterminées à partir d'un organigramme qui se trouve dans l'ANNEXE

Données

$$b_0 = 0,20 \text{ m}$$

$$d = 0,47 \text{ m}$$

$$h = 0,5 \text{ m}$$

$$f_{bu} = 14,17 \text{ MPa}$$

Calcul du moment réduit

Le moment réduit μ est donnée par la formule suivante :

$$\mu_{bu} = \frac{Mu}{b_0 \cdot d^2 \cdot f_{bu}}$$

Comparaison de μ_{bu} et μ_{lu} avec $\mu_{lu} = 0.272$ car on a Fe E 500 avec $\gamma=1,41$

Détermination de la section si :

$\mu_{bu} \leq \mu_{lu}$, alors on a une section à simple armature sans tenir compte des armatures comprimées

$\mu_{bu} \geq \mu_{lu}$, on a une section à double armature

$\mu_{bu} < 0.30$ alors la méthode simplifiée donne $z_b = d (1 - 0.6\mu_{bu})$;

Si non, alors la méthode exacte est $\alpha = 1.25[1 - \sqrt{1 - 2\mu_{bu}}]$ et $z_b = d (1 - 0.4\alpha)$;

2) *calcul des sections des armatures :*

Section des armatures sur les appuis :

Dans notre cas nous avons 2 appuis donc avant de passer à la section il faut comparer μ_{bu} et μ_{lu} pour chaque appui.

On va déterminer μ_{bu} et μ_{lu} et en déduire après les types de sections sur les appuis.

Tableau 22 : Nature des sections sur les appuis

Appuis	1	2
M_u [kN.m]	15,49	13,66
μ_{bu}	0,247	0,218
μ_{lu}	0,272	0,272
Section	SSA	SSA

Donc on a une section à simple armature sur les 2 appuis

La section d'armature est définie par la formule :

$$A_u \geq \frac{M_u}{z_b \cdot f_{ed}}$$

Avec :

$$z_b = d (1 - 0.6\mu_{bu}) \text{ car } \mu_{bu} < 0.30$$

Tableau 23 : Section des armatures sur les appuis

Appuis	1	2
Mu [kN.m]	15,49	13,66
α	0,362	0,312
zb [m]	0,402	0,411
fed [MPa]	434,783	434,783
Au [m ²]	0,0008862	0,0007636
Au [cm ²]	8,86	7,64
choix	2HA20+2HA14 en 2 nappes	2HA20+2HA12 en 2 nappes
A réelle [cm ²]	9,36	8,54

Condition de non fragilité

La condition de non fragilité indique la section des armatures minimale à considérer.

$$A_{\min} = \sup \left(\frac{b_0 \cdot h}{1000} ; 0,23 \cdot b_0 \cdot d \cdot \frac{f_t 28}{f_e} \right)$$

$$A_{\min} = \sup \left(\frac{0,20 \cdot 0,5}{1000} ; 0,23 \cdot 0,20 \cdot 0,47 \cdot \frac{2,1}{500} \right)$$

$$A_{\min} = 0,0001 m^2$$

On a :

$A_u > A_{\min}$, donc la condition de non fragilité est vérifiée.

Disposition constructive des armatures sur chaque appui

Voir annexe (ferraillage de la poutre)

Section des armatures en travée :

Puisqu'on a que 2 appuis on n'a donc qu'une travée et le calcul des sections se fera comme celui des appuis.

On va évaluer sur le tableau suivant les résultats des calculs :

Tableau 24 : Nature des sections sur la travée

Travée	1_2
μ_u	6,75
μ_{bu}	0,108
μ_{lu}	0,272
Section	SSA

On a aussi une section à simple armature sur la travée

Tableau 25 : Section des armatures en travée

Travée	1_2
M_u [kN.m]	6,75
α	0,143
z_b [m]	0,440
f_{ed} [MPa]	434,783
A_u [m^2]	0,00035284
A_u [cm^2]	3,53
Choix	2HA12+2HA10 en 2 nappes
$A_{réelle}$ [cm^2]	3,83

➤ Armatures transversales ou d'âme

Il faut d'abord vérifier si les armatures d'âme sont nécessaires

$$\tau_u \geq \text{Min} \left\{ \frac{0,07 f_{c28}}{\gamma_b}; 1,5 \text{ MPa} \right\}$$

$$\tau_u \geq 1,16 \text{ MPa}$$

Le diamètre des armatures transversales est tel que :

$$\phi_t \geq 0,3\phi_l$$

On prendra $\phi_t = 6 \text{ mm}$

Vérification de la contrainte de cisaillement s'il est admissible

On a :

$$\tau_u \leq \bar{\tau}_u$$

Avec $\bar{\tau}_u = \text{Min} \left\{ 0,2 \frac{f_{c28}}{\gamma_b}; 5 \text{ MPa} \right\}$ car on est dans une fissuration peu préjudiciable

Donc $\bar{\tau}_u = \text{Min} (3,33; 5 \text{ MPa})$

$$\text{Et } \tau_{uo} = \frac{V_{uo}}{b_0 d}$$

$$\text{Avec } V_{uo} = V_{app} - \frac{5h}{6} P_u$$

Les valeurs de ces contraintes sont résumées par le tableau suivant :

Tableau 26 : Contrainte tangente sur les appuis

Appui	V_{app} [MPa]	P_u [MPa]	V_{uo} [MPa]	τ_{uo} [MPa]	$\bar{\tau}_u$ [MPa]
1	0,1615	0,06	0,1365	1,45	3,33
2	0,1542	0,06	0,1292	1,38	3,33

Pour l'appui 2, on prendra $st \leq \text{Min}(b_0 + 10; 15\phi_l; 40)$

Pour les armatures transversales on va maintenir les armatures longitudinales en place

D'après le tableau les contraintes sont admissibles

Espacement des armatures transversales

L'espacement est donné par la formule :

$$\frac{A_t}{S_{to}} \leq \frac{b_0(\tau_{uo} - 0,3ft28.k)}{0,9fed}$$

Avec $k = 0$ pour la reprise de bétonnage pour FTP et $k = 1$ flexion simple, FPP et FP

$$\frac{A_t}{S_{to}} \leq \frac{b_0(\tau_{uo} - 0,3ft28.k)}{0,9fed}$$

Pourcentage minimal

$$\frac{A_t}{S_t b_0} fet \geq 0,4 \text{ MPa}$$

$$\frac{A_t}{S_t} \geq \frac{0,4b_0}{fet}$$

$$\frac{A_t}{S_t} \geq 1,84 \cdot 10^{-4} m^2/m$$

L'espacement maximal

$$S_{tmax} \leq \min(0,9d; 40cm)$$

$$S_{tmax} \leq 38,07cm$$

Diamètre des armatures transversales

$$\phi_t \leq \min(\phi_l; h/35; b_0/10)$$

$$\phi_t \leq 12mm$$

Nous prendrons $\phi_t = 6mm$ (avec $\phi_l 12$ ou $\phi_l 10$)

$$\text{D'où } A_t = 2\pi \frac{0,6^2}{4} = 0,565cm^2$$

Donc on a

$$S'_t \leq \frac{0,9 \cdot A_t \cdot f_e}{b \cdot 1,15(\tau_{u0} - 0,3ft28.k)}$$

$$S'_t \leq \frac{0,9 \cdot 0,565 \cdot 500}{20 \cdot 1,15(1,45 - 0,3 \cdot 2,1 \cdot 1)}$$

$$S'_t \leq 13,48cm$$

On prendra

$$S_{t0} = 16cm$$

4) Disposition constructive

Méthode de CAQUOT

Nous devons choisir S_{t0} réel parmi la liste suivante :

7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 13 – 16 – 20 – 25 – 35 – 40

Dans notre cas, la valeur de S_{t0} réel est 16 cm

La première nappe d'armature d'âme est placée à $S_{t0}/2 = 8$ cm du nu de l'appui ;

Nous allons reprendre S_{t0} n fois sur une distance de $5h/6 = 41,7$ cm

Avec :

$$n \geq \frac{1}{6} \left(\frac{5h}{S_{t0}} - 3 \right)$$

$$n \geq \frac{1}{6} \left(\frac{2,50}{16} - 3 \right)$$

$$n \geq 2,10$$

Reprendons donc S_{t0} 3 fois sur une distance de $5h/6$

Répéter à nouveau S_{t0} ainsi que les espacements qui lui font suite dans la série des nombres ci-dessus

$$l'_0 = \left(l_0 - \frac{5h}{6} \right) \left(1 - \frac{0,3k.ft28}{\tau_{uo}} \right)$$

Où :

l'_0 : Distance entre la section située à $x=5h/6$ au nu de la nappe ;

l_0 : Longueur mi- portée de la poutre ($l_0 = 2,67$ m).

$$l'_0 = \left(2,67 - \frac{5,0,50}{6} \right) \left(1 - \frac{0,3.1.2,1}{1,37} \right)$$

$$l'_0 = 1,217m$$

Tableau 27 : Répartition des armatures transversales sur la travée étudiée

Nombre de répétition	1,217	1,217	1,217	1,217	1,217
Nombre cumulé	1,217	2,434	3,651	4,868	6,085
Nombre arrondi	1	2	4	5	6
Nombre pratique	1	1	2	1	1

5) Vérification des flèches :

Pour cette étape, il faut que les conditions suivantes soient respectées :

$$\frac{h}{l} \geq \frac{1}{16} \quad (1)$$

$$\frac{h}{l} \geq \frac{M_t}{10M_0} \quad (2) \text{ avec } M_0 = \frac{pl^2}{8}$$

$$\frac{A}{b_0 d} \leq \frac{4,2}{f_e} \quad (3)$$

Vérification

$$(1) \frac{0,50}{5,34} = 0,1 \geq \frac{1}{16} \text{ vérifié}$$

$$(2) \frac{0,50}{5,34} \geq \frac{6,75}{10M_0} = \frac{6,75}{10 \cdot 30} = 0,0225 \text{ vérifié}$$

$$(3) \frac{3,46}{20 \times 47} = 3,68 \cdot 10^{-3} \leq \frac{4,2}{500} \text{ vérifié}$$

VI-2-3- Fondation

La fondation est l'élément d'appui d'une construction. Elle transmet et répartit au sol les charges permanentes, les surcharges d'exploitation et l'action du vent. Elle doit aussi assurer l'équilibre statique de la construction (pas de glissement horizontal, ni d'enfoncement ni de basculement) et être suffisamment résistante.

On distingue :

- La fondation superficielle
- La fondation profonde

Pour le cas de la présente construction, les descentes des charges sont très importantes pour ce niveau R+5 avec comble. Il convient, de ce fait de limiter le calcul de la fondation sur radier général ou la fondation sur pieu.

Pour l'étude géotechnique on a effectué des essais pressiométrique et pénétrométrique dont les résultats sont visibles en annexe. (Voir annexe étude du sol)

Au moment de l'investigation, la nappe phréatique a été décelée à 3,70/4,00m de profondeur alors que c'est à 14.00m de profondeur qu'on a pu atteindre le bon sol, donc une fondation profonde serait plus sécurisant.

Tableau 28 : Paramètres intrinsèque du sol

Situation Profondeur (m)	Pr 1	
	E (Mpa)	Pl (Mpa)
1.00	5.2	0.50
2.00	3.8	0.42
3.00	3.7	0.30
4.00	6.2	0.47
5.00	4.8	0.42
6.00	4.7	0.48
7.00	2.9	0.34
8.00	4.4	0.47
9.00	4.5	0.47
10.00	6.1	0.48
11.00	5.0	0.53
12.00	7.7	0.60
13.00	13.2	1.23
14.00	20.3	1.56

Ainsi, vu les caractéristiques fluente des sols de fondation et l'importance du bâtiment à projeter, on a eu recours à une fondation sur pieux.

PARTIE III : TECHNOLOGIE DE MISE EN OEUVRE

CHAPITRE VII : CONTROLE QUALITE

VII-1- L'eau :

L'eau de gâchage utilisée pour le mortier et le béton exige une certaine qualité à savoir l'absence d'impuretés (eau boueuse) comme les matières organiques et les produits chimiques tels le chlore, les bases et les acides.

VII-2- Le sable :

Le sable doit être exempt d'impuretés, d'éléments coquilliers et notamment d'argile. Le sable de rivière est le plus utilisé à cause de la grosseur de son grain, et de sa couleur rouge. Le sable de carrière est à éviter ainsi que le sable blanc du fait de sa richesse en cristal.

Il est à noter que le sable utilisé exige une norme dimensionnelle et qui est variable selon son utilisation.

La dimension des mailles du tamis utilisé varie selon la grosseur du grain de sable :

Tableau 29 : Désignation du sable

<i>Dimension des mailles du tamis</i>	<i>Grosseur des grains</i>	<i>Utilisations</i>
0,080 / 0,315 mm	Fin	Enduits et crépis
0,315 / 1,25 mm	Moyens	Enduits et crépis
1,25 / 5 mm	Gros	Béton armé

VII-3- Les granulats :

La principale caractéristique à prendre en compte pour les granulats c'est sa dureté, de préférence opter pour le granite dont la couleur tend du blanc cassé au noir gris.

Les dimensions des granulats utilisés varient selon l'épaisseur du béton :

Tableau 30 : Caractéristiques des concassés

Nom du granulat	Dimension du granulat	Epaisseur du béton
Mignonnette	5/15	Faible
Gravillonnette	2,5/5	5 – 8 cm
Gravier	15/25	Max pour bâtiment

VII-4- Le liant :

Le liant utilisé ici est le ciment

Type de ciment	Provenance	Utilisation
CEMI 42,5 Lucky	Egypte	Chantier
CEM II		Enduits

Il est à noter que l'utilisation d'adjuvant est à conseiller mais à prendre avec précaution car un mauvais dosage pourrait causer des effets secondaires comme réduire la durée de vie d'un béton.

VII-5- Les aciers pour béton armé :

Auparavant, c'était le fer lisse qui est le plus utilisé ; mais actuellement on se sert d'acier tor dur dû à la présence de carbone dans sa composition.

A Madagascar, la teneur en carbone de l'acier tor est plus élevée d'où sa dureté ce qui n'est pas le cas pour sa souplesse.

On peut utiliser aussi le tentor (fer ϕ 20). A la livraison, on exige du fer sans rouille et bien droit (non courbé). Le fer ne doit être exposé à l'air pour lutter contre la rouille extérieure.

VII-6- Les bois de construction et charpente :

Les bois de construction doivent être bien secs à l'air et présentant un degré d'humidité variant de 15 – 21%. Ils doivent être traités au carbonyle de préférence car le xylophène pourrait avoir des répercussions à l'avenir.

Les bois utilisés ne doivent pas présenter de traces de pourriture ou échancrure ainsi que des fentes d'abattage ou de roulure.

Il vaut mieux reposer les bois sur un support que de les mettre au contact direct du sol.

VII-7- Les briques :

Elles doivent être faites-en de vraies argiles c'est-à-dire ne renfermant pas de limon, pour éviter toute réaction chimique néfaste entre l'acide dans le ciment et ce limon ce qui pourrait provoquer des pertes lors de la mise en œuvre de certains ouvrages. Elles ont été utilisées pour la confection de la clôture.

VII-8- Les parpaings :

Ce sont des matériaux fabriqués à partir de ciment et de sable.

En général, on distingue 2 dimensions :

- $10 \times 10 \times 50 \text{ cm}^3$
- $20 \times 20 \times 50 \text{ cm}^3$

Ils sont utilisés pour le mur de remplissage et se montrent très efficace par leurs propriétés à réduire les bruits venant de l'extérieur et même intérieur.

VII-9- Les moellons :

Ils ne doivent pas présenter un taux de cristal élevé. On utilise de préférence des moellons pourvus d'angles vifs sur les bords et de dimensions : $20 \times 20 \times 20$ ou $20 \times 20 \times 40$

VII-10- Le béton :

La composition du béton varie selon la qualité de béton à mettre en œuvre.

Dans 1 m³ de béton :

Béton de propreté :

La quantité de ciment varie en fonction du dosage du béton.

Sa valeur est de 150kg ou 0,150t pour un béton dosé à 150.

Cette quantité peut aller jusqu'à 500kg pour un béton dosé à 500

Dans le cas du béton de forme : La quantité est de 200 – 250kg.

Les composants ci-dessous présentent une quantité constante à savoir :

- L'eau : Sa quantité est de 120 litres et pouvant aller jusqu'à 180 litres pour les régions chaudes.
- Le sable : Sa quantité varie de 380l à 405l mais la qualité du sable utilisé comme l'on a déjà mentionné précédemment dépend du type de béton à préparer.
- Le gravillon : Sa quantité est de 0,850 m³ mais sa dimension varie en fonction de la qualité du béton à mettre en œuvre.

VII-10-1- Les armatures :

Les armatures sont constituées par des portions de barres d'acières, tendues ou comprimées selon la sollicitation de la pièce. Les armatures longitudinales sont des files horizontales ou en nappes horizontales. Pour les nappes horizontales, elles sont disposées en lit (supérieur et inférieur). Les armatures transversales assurent le maintien des armatures longitudinales et la section du béton. Elles peuvent être des cadres, des étriers et des épingle. Il est aussi à noter que le pliage et dépliage est interdit car cela réduirait la résistance de l'acier.



Photo 1 : Cadre



Photo 2 : Etrier

VII-10-2- Le coffrage :

- Pour le cas d'un coffrage à bois, l'épaisseur des bois utilisés devrait être uniforme : mais au cas où c'est un coffrage métallique, l'utilisation de vis s'avère nécessaire afin d'éviter la vibration.

Les coffrages sont les éléments qui donnent au béton sa forme définitive. Ils doivent :

- Avoir un parement nettoyé et traité pour obtenir un béton régulier ;
- Satisfaire aux conditions d'étanchéité pour éviter les fuites de laitance aux joints
- Présenter une rigidité suffisante pour résister, sans tassement ni déformation pendant l'exécution de Travaux ;
- Respecter les contre-flèches définies par le projet en vue d'assurer la forme correcte définitive des ouvrages.

On utilise 2 sortes de coffrages : coffrages en bois pour les ouvrages courants et coffrage métallique de préférence si les moyens le permettent pour que les parois externes soient bien lisses.

VII-10-3- Le gâchage :

On utilise un gachoir pour cette étape et en cas d'utilisation de bétonnière, on verse en premier les gravillons, ensuite le ciment et enfin le sable (c'est le cas à Madagascar) pour un bref délai à savoir 5 – 8 mn même pour n'importe quel nombre de sacs.



Photo 3 : Malaxage à la bétonnière

VII-10-4- Le transport :

On se sert de seau pour assurer le transport de béton puisque les déplacements se font sur une courte distance car les bétonnières ont été transportées à chaque niveau de la construction.

VII-10-5- Coulage

Avant le coulage proprement dit, des précautions sont à considérer :

- Vérification des armatures (alignement, enrobage par les cales à béton) ;
- Nettoyage du coffrage avec un compresseur d'air ;
- Arrosage à l'eau du coffrage et des armatures.

En cas de reprise de bétonnage ou de bétonnage en tête de mur ou de poteau, on enduit la surface en contact avec le nouveau béton avec un liquide d'accrochage pour assurer l'adhérence.

Et c'est ensuite qu'on commence le coulage du béton en maintenant un rythme assez constant.

Le béton est ensuite vibré au pervibrateur afin de faciliter la mise en place.



Photo 4 : Enduire du liquide d'accrochage



Photo 5 : Vibration du béton

VII-10-6- Le décoffrage :

- Pour le cas du poteau : Le décoffrage a lieu 24h à 48h après coulage si le béton est bien dosé, bien vibré et bien malaxé.
- Pour le cas de poutre console ou dalle : cette durée est de 21 jours
- Pour le cas de dalle hors-norme : L'utilisation d'étais est indispensable tous les 2m

Ex : 5m x 6m

Pour les coffrages métalliques, une huile de coffrage a été étalée au préalable sur les faces intérieures afin de faciliter le décoffrage.

CHAPITRE VIII : MISE EN ŒUVRE DES OUVRAGES

VIII-1-Travaux d'implantation

Les travaux de terrassement

Les Travaux de terrassement constituent la fouille et le nivellation du terrain.

Décapage et débroussaillage : Ceux-ci consistent à libérer le terrain où l'on fait la construction ; plus précisément le décapage, débroussaillage et défrichage des végétations à l'intérieur de l'emprise ;

Terrassement : On effectue les remblais et les déblais nécessaires selon les repères (finis au préalable avec des appareils de niveau et des théodolites) servant à déterminer les côtes d'altitude. Le but est de mettre le terrain à un même niveau afin de procéder à la confection de la fondation sur pieux. Ensuite, on procède à un compactage du fond de fouille.



Photo 6 : Travaux de terrassement

Implantation proprement dite

L'implantation consiste à matérialiser sur le terrain tous les tracés géométriques nécessaires à la construction du Bâtiment en mettant sur le terrain des repères solides représentants les dimensions du bâtiment.

- Le piquetage : On matérialise l'emprise du bâtiment par des piquetages en dehors de la zone de construction. Ceci afin de maintenir au moins deux (2) axes perpendiculaires appelés lignes directrices qui sont les bases de toutes les mesures suivantes.

Cette opération consiste à :

- Mettre en place les jalons sur les angles ;
- Joindre les jalons par des cordeaux ;
- Placer les chaises a 1,50 m des jalons, les chaises doivent être solides et bien ancrées pour éviter tout risque de déplacement des chaises;
- Repérer d'une pointe sur les planches les axes de la construction ;
- Relier les pointes avec des cordeaux ;
- Vérifier les angles et les équerres, il faut que les diagonales soient égales pour éviter que le bâtiment ne soit pas équerre.

NB: Les chaises d'implantations sont constituées de planches de bois horizontales maintenues par des piquets verticaux. Elles sont placées autour de l'emprise du bâtiment. Elles vont servir de repères de terrassement.



Photo 7 : Chaises d'implantation

VIII-2-Ossatures du bâtiment

Une fois les fondations en place, on procède à l'édification des ossatures du bâtiment. Les poteaux vont être dressés en premier lieu, puis les poutres et les dalles sont coulées en même temps.

VIII-2-1-Poteaux

Pour l'édification des poteaux, on suit les étapes suivantes :

Alignements et vérification des mesures

Il s'agit de déterminer l'emplacement des poteaux. Les poteaux intérieurs doivent être alignés aux poteaux de rives.

L'ajustement de la position des poteaux intérieurs se fait en tirant sur un fil accroché aux poteaux de rives situés aux extrémités de la construction. Des ouvriers se trouvant sur l'axe du fil sont chargés de marquer la position exacte des poteaux. Cet alignement se fait dans l'axe transversal mais aussi dans l'axe longitudinal du bâtiment.

Une fois les poteaux du RDC en place, des armatures d'attente sont conçues pour les poteaux de l'étage supérieur. Il ne reste plus qu'à vérifier l'alignement par rapport aux poteaux qui suivent.

Ferraillage

Une fois l'alignement et la vérification des emplacements terminée, le ferraillage peut être mis en place. La réalisation du ferraillage nécessite un espace bien aménagé à cause de la longueur des aciers constitutifs du poteau.

Le ferraillage est constitué, dans notre cas, des filants et des cadres. Les filants sont retenus, à l'aide d'un fil recuit par la méthode particulière dite « croisée », par des cadres légèrement arrondis sur chaque côté.

Une fois le ferraillage monté, on le fixe sur l'armature d'attente qui a une longueur d'environ 30cm.



Photo 8 : Ferraillage du poteau

Coffrage

Pour la réalisation du coffrage des poteaux, on utilise :

- Des étais pour maintenir les planches de coffrage debout ;
- Des plaques de contreplaqué d'une longueur suffisante à la hauteur du poteau ;
- Des serre-joints bien repartis ;
- Des échafaudages pour la mise en place des coffrages et pour le coulage ;
- Le tout doit être bien fixe et bien aplomb.



Photo 9 : Coffrage du poteau

Coulage

- Après malaxage du béton, il est transporté vers le poteau puis coulé ;



Photo 10 : Coulage du poteau

- Pour réduire au minimum de vide, on utilise un pervibrateur.



Photo 11 : Vibration du béton

Décoffrage

En général, le décoffrage se fait quelques jours après le coffrage.

VIII-2-2-Poutre

Une poutre peut prendre appui sur les murs (façades, refends) ou sur des poteaux.

Mise en place des chandelles

Les chandelles ont pour rôle de soutenir les poutres de la phase de coffrage jusqu'au décoffrage.

Coffrage

Le coffrage de la poutre commence par la fabrication et la mise en place du coffrage du fond, il se fait par l'assemblage de deux planches côte à côte.

On monte ensuite les coffrages de bords en contreplaqué maintenu par des bords métalliques.

Les coffrages doivent être suffisamment rigides pour supporter la poussée du béton surtout pendant la phase de vibration. Pour cela, on a mis en place un système de buttage des bords de coffrages pour avoir une meilleure rigidité. Ils doivent être étanches pour éviter les fuites de laitance aux joints.



Photo 12 : Coffrage des poutres

Coulage

Le processus de coulage de la poutre est le même que celui des poteaux : on procède au malaxage, au transport et au coulage avec utilisation du pervibrateur.

Cependant, le coulage des poutres se fait seulement à une certaine hauteur du cadre car une partie du ferrailage recevra celle de la dalle donc il faut laisser une hauteur d'environ 15cm pour l'attente de la dalle.



Photo 13 : Vibration du béton

Décoffrage

Les éléments porteurs tels que les poutres doivent rester plusieurs jours dans leur coffrage pour permettre au béton de suffisamment durcir et ainsi de supporter leur poids propre et les charges qui y seront appliquées.

VIII-2-3-Dalle

Le type de dalle qu'on a adopté sur cette construction est la dalle pleine réalisée avec du béton armé. Sa mise en place vient après celle de la poutre.

Coffrage

Le coffrage de la prédalle se fait avec des plaques de contreplaqué et maintenu par des chanelles. Le tout doit être bien étanche pour éviter les fuites de laitance du béton.



Photo 14 : Chanelles de la dalle

Ferraillage

Le ferraillage est effectué après la mise en place du coffrage. Des attentes seront mises en œuvre entre les armatures des poutres.



Photo 15 : Ferraillage de la dalle

Coulage

Avant de procéder au coulage du béton, on met en place les cales en béton ou cavaliers (pour garder les mêmes distances entre les lits d'armatures pour les chapeaux d'armatures) pour avoir le bon enrobage.

Avant de couler la dalle, on arrose les poutres recevant les attentes pour rendre homogène les ossatures en béton armé.

C'est après qu'on procède au coulage de la dalle. Comme pour le coulage des poteaux et des poutres, le béton est versé puis vibré pour diminuer le pourcentage des vides et des bulles d'air. Pendant que d'autres ouvriers vibrent le béton, d'autres talochent pour que la dalle ait une surface plane.



Photo 16 : Epandage et vibration du béton de la dalle

VIII-2-4-Escalier

- Traçage

Les hauteurs et les largeurs de contremarche sont portées en côte cumulé ; les nez de marches sont déterminés par l’intersection horizontale et verticale.

- Coffrage

Le coffrage se fait par des planches longitudinales en parties inférieures et transversales suivant les contremarches butées en pied et à leur partie supérieure.

- Coulage

Le coulage de l’escalier se fait de bas en haut en respectant le trait de niveau pour le béton.



Photo 17 : Coffrage de l’escalier

VIII-2-5-Mur de remplissage

Les murs sont en maçonnerie de parpaings. Les matériaux nécessaires sont :

-Les parpaings confectionnés sur place;

-Les mortiers de ciment préparés dans un malaxeur dont la composition est ainsi :

2 sacs de ciment CEM II ;

100l de sable ;

25l d'eau.

-Liquide d'accrochage ;

-Béton dosé à 350kg/m³ de CEM I 42,5.

On procède ainsi :

-Nettoyer la surface concernée ;

-Mettre en place les armatures aux pieds des murs, calées avec des cales à béton ;



Photo 18 : Mise en place des armatures aux pieds des murs

-Arroser les surfaces concernées à l'eau ;

-Imprégnier du liquide d'accrochage pour la reprise de bétonnage ;



Photo 19 : Imprégnation avec le liquide d'accrochage de la surface concernée

- Etaler puis talocher le béton ;
- Pour l'alignement de la maçonnerie entre les poteaux de section carrée, prolonger verticalement les poutres du haut à l'aide d'un fil à plomb et fixer des repères sur les poteaux ;
- Mouiller les parpaings à mettre en œuvre ;
- Etaler les mortiers de ciment pour la pose des parpaings ;
- Poser ensuite les parpaings d'extrémités à l'aide des repères et en se servant de niveau à bulles et de fil à plomb pour la vérification des alignements horizontaux et verticaux ;
- Remplir le reste de la maçonnerie en respectant l'alignement et en scellant les parpaings par du mortier de ciment.



Photo 20 : Mise en œuvre de la maçonnerie de parpaings

PARTIE IV : EVALUATION DU COUT DU PROJET

CHAPITRE IX : DEVIS DESCRIPTIF

Le devis descriptif décrit la nature des ouvrages pour chaque corps d'état et les renseignements techniques des mises en œuvre.

Tableau 31 : Devis descriptif

N°	Désignation	Description	Concerne
100	INSTALLATION ET REPLI DE CHANTIER		
1.01	<i>Installation de chantier</i>	Transport des matériels et de toute la logistique nécessaire à la construction (bétonnière, échafaudage, brouette, tables, chaises, ...). Baraquement : Confection d'un baraquement en bois avec toiture en TOG, comprenant le magasin de stockage, les bureaux, la salle de réunion, les toilettes, ...).	Installation de chantier.
1.02	<i>Repli de chantier</i>	Repli du chantier comprenant le nettoyage complet du site, avant la réception provisoire des Travaux, démontage complet du baraquement, la dépose de la clôture en dosses de pin, le transport des matériels et matériaux restants (retour au siège), après fin des Travaux.	Repli de chantier.
200	TERRASSEMENT		
2.01	<i>Nettoyage et décapage du site</i>	Défrichage, débroussaillage et décapage total de la végétation inutile et gênante, y compris ramassage des déchets vers un endroit approprié, avant évacuation.	La végétation existante sur le terrain à bâtir, sauf ceux prévus à conserver.
2.02	<i>Fouille en rigole ou en tranchée</i>	Fouille en rigole ou en tranchée, y compris dressement des parois et des fonds.	Terrassement des assises des canalisations.
2.03	<i>Fouille en excavation</i>	Fouille en excavation, y compris dressement des parois et des fonds.	Terrassement des assises (regards, fosses septiques, radier général et puisard).

2.04	<i>Remblai de terre pour comblement de fouille</i>	Remblai de terres saines, y compris compactage et pilonnage par couches de 0,20m de hauteur maxi, avec arrosage et réglage.	Comblement de fouille autour des ouvrages.
2.05	<i>Terre excédentaire ou en apport</i>	Transport et évacuation des terres (excédentaire ou en apport) dans un rayon de 5Km en vue de réutilisation.	Excédent ou insuffisance de terre entre fouille et remblai.
300	OUVRAGES EN INFRASTRUCTURE		
3.01	<i>Béton de propreté</i>	Béton de propreté dosé à 200Kg de CEM I par m3, coulé à même le sol, Epaisseur 0,05m.	Propreté sous ouvrages en infrastructure (regard, fosses septiques, radier général).
3.02	<i>Béton armé en fondation</i>	Béton armé dosé à 350Kg de CEM I par m3, y compris pilonnage, pervibration mécanique	Radier général, nervures et amorce des poteaux.
3.03	<i>Armature</i>	Façonnage et mise en place des armatures de béton en acier haute adhérence, y compris toutes plus-value de longueur et de coupe, cintrage, fourniture et façonnage des ligatures en fil recuit.	Dallage, radier général, nervures, amorce des poteaux.
3.04	<i>Coffrage</i>	Coffrage en planche de pin séché, et les autres métalliques y compris étalement, buttage	Radier général, nervures, amorce des poteaux.
3.05	<i>Film en polyane</i>	Film de polyane, épaisseur approprié suivant les normes en fourniture et pose, y compris toutes sujétions de mise en œuvre (sur support en couche de sable).	Couche anticontaminante sous béton de forme.
400	OUVRAGES EN SUPERSTRUCTURE		
4.01	<i>Béton armé en élévation</i>	Béton armé dosé à 350Kg de CEM I 42,5 par m3, y compris approche, pilonnage, pervibration mécanique	Poteaux, poutres, chaînages, chéneaux, acrotères, auvent, appuis de baies, linteaux, paillasses, ...

4.02	<i>Armature</i>	Façonnage et mise en place des armatures de béton en acier haute adhérence, y compris toute plus-value de longueur et de coupe, cintrage, fourniture et façons des ligatures en fil recuit.	Ouvrages cités ci-dessus
4.03	<i>Coffrage</i>	Coffrage en planche de pin séché, et les autres métalliques y compris étalement, buttage	Ouvrages cités ci-dessus
4.04	<i>Maçonnerie de parpaings (10 x 20 x 50)</i>	Maçonnerie de parpaings, façon agglomérée, hourdées au mortier de ciment dosé à 350Kg de CEM I par m3	Mur cotés 0,14 sur les plans.
4.05	<i>Maçonnerie de parpaings (20 x 20 x 50)</i>	Maçonnerie de parpaings, façon agglomérée, hourdées au mortier de ciment dosé à 350Kg de CEM I par m3	Mur cotés 0,24 sur les plans.
4.06	<i>Dalle pleine</i>	Dalle pleine, épaisseur 0,20m en béton armé dosé à 350Kg de CEM I par m3, y compris armature, coffrage, accessoires	Véranda-coursive et toiture terrasse.
500	CHARPENTE – COUVERTURE – PLAFONNAGE – ETANCHEITE		
5.01	<i>Placoplatre hydrofuge</i>	Matériau se présentant sous forme de plaques de plâtre coulé entre deux feuilles de carton, qui sert de revêtement, d'isolant, appelé aussi placo	Revêtement plafond
5.02	<i>Charpente métallique non assemblée</i>	Charpente métallique, non assemblée, comprenant : panne C120, en acier galvanisé, y compris liernes ou autres système de contreventement	Support de la couverture dessus ferme.
5.03	<i>Charpente métallique assemblée</i>	Charpente métallique assemblée, y compris système de contreventement et toutes sujétions de mise en œuvre (ligatures, attache-pannes, fers cornières de contreventement...), couche antirouille.	Fermes métalliques.
5.04	<i>Ascenseur</i>	Appareil qui sert à monter verticalement des personnes aux différents étages d'un immeuble, et le plus souvent aussi à les descendre (on dit parfois pour préciser ascenseur-descenseur);	Moyen de déplacement entre niveau
5.05	<i>Escalier de secours</i>	Escalier extérieur, menant à un étage. Escalier métallique (contre les incendies ou tout autre menace de danger).	Moyen de déplacement entre niveau

5.06	<i>Couverture en tôles nervurées pré laquées 63/100</i>	Couverture en tôles ondulées galvanisées, y compris toutes accessoires de fixation et d'étanchéité	Couverture du bâtiment.
5.07	<i>Arêtier et faitière en tôles crantées pré laquées</i>	Arêtier et faitière en tôles crantées pré laquées, y compris accessoires	Arêtier et faitage de la couverture.
5.08	<i>Solin en tôles planes galvanisées</i>	Solin en tôles planes galvanisées épaisseur 63/100, y compris accessoires	Solin de raccordement entre maçonnerie et couverture (cage d'escalier)
5.09	<i>Faux-plafond en dalle minérale</i>	Faux-plafond en dalle minérale 60 x 60, y compris tous les accessoires de suspend, couvre-joint	Plafonnage.
5.10	<i>Support des suspendues du faux-plafond</i>	Support des suspentes des faux-plafond, par assemblage de solives et entretoises	Plafonnage niveau 2ème étage
5.11	<i>Amorce descente eaux pluviales</i>	Amorce de descente des eaux pluviales, y compris raccordement entre l'étanchéité de chéneau et le départ de la descente sous forme de platine en plomb, y compris accessoires de fixation	Départ écoulement vertical des eaux pluviales entre chéneaux et descente eaux pluviales.
5.12	<i>Descente des eaux pluviales</i>	Descente des eaux pluviales en tuyau PVC, diamètre 100, y compris colliers de fixation, accessoires	Ecoulement vertical des eaux pluviales vers regard
5.13	<i>Crapaudine</i>	Crapaudine en matière plastique, y compris accessoires	Filtre avant descente des eaux pluviales.
5.14	<i>Etanchéité multicouche</i>	Etanchéité multicouche sur les toitures terrasses, les fonds et relevés des chéneaux, y compris accessoires de fixation	Protection de l'écoulement horizontal des eaux pluviales, avant descente verticale.
600	ENDUIT ET CHAPE		
6.01	<i>Enduit ciment</i>	Enduit ordinaire dressé sur repères au mortier dosé à 350Kg de ciment CEM II 32,5, finement taloché et soigneusement dressé à la règle, épaisseur 1,5cm.	Surface des murs intérieurs et ouvrages béton (ragréage)

6.02	<i>Chape de support</i>	Chape de ciment parfaitement dressée sur repères, au mortier dosé à 450Kg de ciment, finement talochée et soigneusement dressée à la règle, semi-lisse à la truelle, épaisseur 2cm.	Forme de pente chéneaux, support de sol avant revêtement.
6.03	<i>Chape de finition</i>	Chape ciment, parfaitement dressée sur repères, au mortier dosé 450Kg de ciment, finement talochée et soigneusement dressée à la règle, lissée à la truelle, épaisseur 2cm	Surfaces des socles de paillasses.
700	ASSAINISSEMENT		
7.01	<i>Canalisation PVC</i>	Canalisations d'assainissement en tuyau PVC 100 à 200, posées en tranchée, y compris dressement des pentes, calages	Evacuation des eaux usées, eaux vannes et eaux pluviales.
7.02	<i>Caniveau BA + grille</i>	Caniveau en BA section 40 x 50 avec grille en fer cornière et remplissage en fers tors	Evacuation des eaux usées, eaux vannes et eaux pluviales.
7.03	<i>Regard en BA</i>	Regard visible en BA, comprenant parois, fond de radier, et tampon avec anneau de levage, enduits au mortier dosé à 450Kg de dimensions intérieures 60 x 60.	Evacuation des eaux usées et pluviales.
7.04	<i>Fosse septique Makiplast 25 – 30 personnes</i>	Fosse septique Makiplast, localisation suivant plan d'assainissement, pose en conformité aux règlements sanitaires, y compris cage de protection comprenant parois en agglo à bancher, radier, dalle de couverture en BA, tampon de visite en BA avec anneau de levage, accessoire (mâchefer, ventilation chute, ...)	Traitement des eaux vannes provenant des WC.
7.05	<i>Bac dégraisseur</i>	Bac dégraisseur en BA, comprenant parois, fond de radier, et tampon avec anneau de levage, enduits au mortier dosé à 450Kg de dimensions intérieures 60 x 60.	Evacuation des eaux usées provenant de l'évier des cuisines.

7.06	<i>Puisard absorbant</i>	Puisard absorbant, diamètre 2,50 profondeur 1,50m, comprenant parois en moellons, blocage de filtration, dalle de couverture, tampon BA avec anneau de levage, accessoire	Evacuation finale des eaux.
800	REVETEMENT		
8.01	<i>Carrelage 20 x 30</i>	Revêtement vertical (murs) et horizontal (paillasse) en carreaux posés à bain soufflant de mortier de ciment dosé à 500Kg, y compris garnissage des joints au ciment blanc, nettoyage parfait à la sciure et enlèvement de graviers, accessoires	Dessus et au droit des paillasses des cuisines, murs des sanitaires et cuisines sur une hauteur de 1,20m et 1,50m à partir du sol.
8.02	<i>Sol intérieur en grès cérame</i>	Revêtement sol intérieur en carrelage grès cérame vitrifié non-glissant 40 x 40, pose en diagonale, posé à bain de soufflant de mortier de ciment dosé à 500Kg, y compris garnissage des joints au ciment blanc, nettoyage parfait à la sciure et enlèvement de tous graviers, tous accessoires	Sols intérieurs, terrasses, coursives, vérandas, escaliers, couloirs.
8.03	<i>Plinthe en gré cérame</i>	Plinthe en gré cérame de 10cm de hauteur, pose droit, posé à bain de soufflant de mortier de ciment dosé à 500Kg, y compris garnissage des joints au ciment blanc, nettoyage parfait à la sciure et enlèvement de tous graviers, tous accessoires	Sols intérieurs, terrasses, coursives, vérandas, escaliers, couloirs.
900	MENUISERIE BOIS		
9.01	<i>Porte pleine isoplane 1 vantail 70 x 215</i>	Porte isoplane à un vantail, bâti, serrurerie, accessoires	Porte des toilettes, chambre noire, Caisse.
9.02	<i>Porte pleine isoplane 1 vantail 80 x 215</i>	Porte isoplane à un vantail, bâti, serrurerie, accessoires	Salle d'eau.
1000	MENUISERIE ALUMINIUM ET VITRERIE		
10.01	<i>Jalousie 6 lames 60 x 95 verre opaque</i>	Fermeture des fenêtres composée de 6 lames en aluminium, accessoires	Fenêtre des toilettes.

10.02	<i>Châssis vitrés 2V coulissants + impostes 45, dimension 150 x 160</i>	Fenêtre à châssis vitré en aluminium, accessoires de pose et de fixation, y compris toutes sujétions de mise en œuvre.	Fenêtre de façades.
10.03	<i>Châssis vitrés 2V coulissants + impostes 45, dimension 200 x 160</i>	Fenêtre à châssis vitré en aluminium, accessoires de pose et de fixation	Fenêtre des cuisines.
1100	MENUISERIE PVC ET VITRERIE		
11.01	<i>Châssis d'imposte ouvrant à soufflet, dimension 50 x 50</i>	Châssis vitré en PVC, accessoires	Imposte des toilettes des bureaux.
11.02	<i>Porte vitrée 2V + impostes vitrées fixes, dimension 150 x 260</i>	Porte vitré à deux vantaux en PVC, accessoires de serrure et de fixations	Cuisine
1200	MENUISERIE METALLIQUE		
12.01	<i>Grille fixe en fer forgé 60 x 95</i>		Protection Alu1.
12.02	<i>Garde-corps barreaudé, compris main courante</i>		Véranda.
12.03	<i>Garde-corps barreaudé en pente, compris main courante</i>		Escalier de service.
1300	PLOMBERIE SANITAIRE		
13.01	<i>WC à l'anglaise en porcelaine émaillé</i>	Appareil de WC anglaise comprenant : la cuvette en céramique émaillé, sortie horizontale, avec un abattant en matière plastique, le réservoir de chasse en bas en céramique émaillé, capacité 13L, complet et muni de tous ses accessoires de chasse, avec robinet d'arrêt flexible, commande à pousoir et non à la tirette.	Toilettes.

13.02	<i>Lavabo en porcelaine émaillé</i>	Lavabo en céramique émaillé blanche, dimension 60 x 50, avec colonne, comprenant : deux consoles métalliques, laquées à deux couches sur couche d'antirouille, un robinet mitigeur et un mascaron bouche-trou, un vidage à bouchon avec chainette et siphon démontable en matière plastique.	Sanitaires.
13.03	<i>Urinoir individuel en porcelaine émaillé</i>	Urinoir individuel en porcelaine émaillé, comprenant : la cuvette, la robinetterie (système à presto) pour la chasse d'eau, les accessoires d'évacuation en PVC	Toilettes.
13.04	<i>Evier en inox double bac avec 2 égouttoirs</i>	Evier en acier inoxydable, double bac avec 2 égouttoirs, dimension 160 x 60, y compris robinetterie et accessoires d'évacuation en PVC	Cuisine.
13.05	<i>Miroir de lavabo avec dos vernis contre humidité</i>	Miroir de lavabo, biseauté avec dos vernis contre humidité, posé sur agrafes en laiton chromé, dimension 55 x 40, y compris accessoires	Dessus lavabo.
13.06	<i>Porte savon en céramique</i>	Porte savon en céramique émaillé, y compris accessoires	Côté lavabo.
13.07	<i>Porte serviette</i>	Porte serviette à 1 barre (fixe) en laiton chromé, y compris accessoires	
13.08	<i>Porte papier hygiénique</i>	Distributeur papier hygiénique en laiton chromé, modèle à une barre, y compris accessoire de fixation	WC.
13.09	<i>Chauffe-eau électrique 100 litres</i>	Chauffe-eau électrique 100 litres (label NF ou CEE), type tropicalisé, y compris accessoires électriques, hydrauliques et de sécurité, modèle vertical à suspendre	Salles d'eau
13.10	<i>Canalisations d'alimentation et de distribution EF</i>	Canalisations d'alimentation et de distribution EF (eau froide) en tuyau polypropylène, diamètres appropriés, façon de joints, raccords, y compris accessoires	Toilettes, cuisine, laveoir.
13.11	<i>Canalisations d'alimentation et de distribution EC</i>	Canalisations d'alimentation et de distribution EC (eau chaude) en tuyau polypropylène, diamètres appropriés, façon de joints, raccords, y compris accessoires	Cuisine.

13.12	<i>Canalisation d'évacuation EV</i>	Canalisation d'évacuation des eaux, vannes en PVC 100, diamètres appropriés, façon de joints, raccords, y compris accessoires	Eaux vannes provenant des WC jusqu'aux fosses septiques.
13.13	<i>Canalisation d'évacuation EU</i>	Canalisation d'évacuation des eaux usées en PVC 40 (toilettes) et PVC 60 (infirmerie, cuisine) façon de joints, raccords, y compris accessoires	Eaux usées à évacuer jusqu'aux regards.
13.14	<i>Grille de ventilation</i>	Grille de ventilation (haute et basse) en matière plastique, de marque Nicoll, dimension 20 x 10, y compris accessoires	Toilettes, cuisines,
1400	ELECTRICITE		
14.01	<i>Tableau TGBT</i>	Tableau général basse tension comprenant : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Emplacement réservé pour la JIRAMA ✓ Disjoncteur différentiel bipolaire 30A ✓ Tableau général modulaire de coupure et protection En fourniture et pose, y compris toutes sujétions de mise en fonctionnement.	Tableau de départ de la distribution d'électricité.
14.02	<i>Tableau divisionnaire</i>	Tableau divisionnaire basse tension avec tous les accessoires de coupure, de protection et de distribution, y compris toutes sujétions de mise en fonctionnement.	Tableau secondaire de distribution (2 par niveau, 1 pour la partie commune).
14.03	<i>Câblage électrique</i>	Installation d'un réseau de distribution (principale et secondaire) du courant fort CF, comprenant : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Tubes plastiques annelés, norme ICT, à encastrer, diamètres appropriés. ✓ Fils isolés, sections appropriées, selon les normes NF C 15100. 	

14.04	<i>Câblage téléphone</i>	Installation d'un réseau de distribution (principal et secondaire) du courant faible cf., comprenant : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Tubes plastiques annelés, norme ICT, à encastrer, diamètres appropriés ✓ Fils isolés, sections appropriées, selon les normes NF C 15 100 	
14.05	<i>Mise à la terre</i>	Mise à la terre d'un réseau de sécurité, dès les Travaux de fondations du bâtiment, y compris joint de contrôle, barrette de mesure et de coupure, circuit de terre	protection du réseau d'électricité à installer.
14.06	<i>Un point lumineux à simple allumage (SA)</i>	Installation d'un point lumineux à simple allumage comprenant : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Câblage dito ci-dessus ✓ Interrupteur SA complet, type encastré, modèle Neptune de chez Legrand. <p>En fourniture et pose, y compris tous accessoires</p>	
14.07	<i>Deux points lumineux à simple allumage (SA)</i>	Installation de deux points lumineux à simple allumage comprenant : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Câblage dito ci-dessus ✓ Interrupteur SA dito ci-dessus <p>En fourniture et pose, y compris tous accessoires</p>	
14.08	<i>Trois points lumineux à simple allumage (SA)</i>	Installation de trois points lumineux à simple allumage comprenant : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Câblage dito ci-dessus ✓ Interrupteur SA dito ci-dessus <p>En fourniture et pose, y compris tous accessoires</p>	
14.09	<i>Un point lumineux à allumage va et vient (VV)</i>	Installation d'un point lumineux à allumage va et vient comprenant : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Câblage dito ci-dessus ✓ Interrupteur VV complet, type encastré, modèle Neptune de chez Legrand, <p>En fourniture et pose, y compris tous accessoires</p>	

14.10	<i>Deux points lumineux à allumage va et vient (VV)</i>	Installation de deux points lumineux à allumage va et vient comprenant : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Câblage dito ci-dessus, ✓ Interrupteur VV dito ci-dessus, En fourniture et pose, y compris tous accessoires	
14.11	<i>Trois points lumineux à allumage va et vient(VV)</i>	Installation de trois points lumineux à allumage va et vient comprenant : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Câblage dito ci-dessus ✓ Interrupteur VV dito ci-dessus, En fourniture et pose, y compris tous accessoires	
14.12	<i>Prise courant 2P+T/10-16A</i>	Installation d'une prise courant 2P+T/10-16A, comprenant : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Câblage dito ci-dessus ✓ Prise courant 2P+T/10-16A complète, type encastré, modèle Neptune de chez Legrand, En fourniture et pose, y compris tous accessoires	
14.13	<i>Prise antenne TV</i>	Installation d'une prise d'antenne, comprenant : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Câblage dito ci-dessus ✓ Prise d'antenne TV, type encastré, modèle Neptune de chez Legrand En fourniture et pose	
14.14	<i>Prise téléphone</i>	Installation d'une prise de téléphone (conjoncteurs RJ 45), comprenant : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Câblage dito ci-dessus ✓ Prise de téléphone, type encastré, modèle Neptune de chez Legrand En fourniture et pose	
14.15	<i>Hublot opalin</i>	Hublot opalin, en plafonnier ou en applique, diamètre 250 mm, En fourniture et en pose, y compris tous accessoires	
14.16	<i>Hublot étanche</i>	Hublot étanche, en plafonnier ou en applique, diamètre 250 mm, En fourniture et pose, y compris tous accessoires	

14.17	<i>Hublot étanche avec antivol</i>	Hublot étanche avec antivol, en plafonnier ou en applique, diamètre 250 mm, En fourniture et pose, y compris tous accessoires	
14.18	<i>Réglette fluo 0,60 m</i>	Réglette fluo de 0,60 m, marque Philips ou Mazda avec interrupteur et prise rasoir incorporée, En fourniture et pose, y compris tous accessoires	
14.19	<i>Réglette mono fluo 1,20m</i>	Réglette sans vasque, type Mono fluo, longueur 1,20m, y compris bloc starter, marque Philips ou Mazda, En fourniture et pose, y compris tous accessoires	
14.20	<i>Pavé de lumière 60x60</i>	Pavé de lumière 60x60, comprenant vasque avec réflecteur, tubes fluo 0,60, y compris starter, marque Philips ou Mazda, En fourniture et pose, y compris tous accessoires	
14.21	<i>Bloc autonome de sécurité</i>	Bloc autonome de sécurité, compris bloc starter, marque Philips ou Mazda, En fourniture et pose, y compris tous accessoires	
14.22	<i>Dispositif de coupure d'urgence</i>	Dispositif de coupure d'urgence, En fourniture et pose, y compris tous accessoires	
1500	PEINTURE		
15.01	<i>Enduit Bessier</i>	Enduit à base de plâtre, dit Bessier, en une couche de préparation et deux couches de finition, y compris ponçages successifs, tous accessoires	Faces intérieures du mur.
15.02	<i>Badigeon avec une couche de peinture à l'eau</i>	Badigeon avec une couche de peinture à l'eau, en fourniture et pose	Faces extérieures.
15.03	<i>Peinture acrylique (phase solvant) pour intérieur</i>	Peinture acrylique (phase solvant), spécial pour mur intérieur, en une couche de préparation et deux couches de finition, y compris préparation des surfaces (nettoyage, brossage...), tous accessoires	intérieures des murs à peindre sauf locaux humides.

15.04	<i>Peinture glycérophthalique (phase solvant) pour extérieur</i>	Peinture acrylique (phase solvant), spécial pour extérieur, en une couche de préparation et deux couches de finitions, y compris préparation des surfaces (nettoyage, brossage, ponçage...), tous accessoires	Faces extérieures des murs (façades) prévues à peindre.
15.05	<i>Peinture glycérophthalique (phase aqueuse) pour murs sanitaires</i>	Peinture glycérophthalique (phase aqueuse) en une couche de préparation et deux couches de finition, y compris préparation des surfaces (nettoyage, brossage, ponçage,...), accessoires	Toilettes, Cuisines.
15.06	<i>Peinture en laque alkyde satinée pour menuiserie en bois</i>	Peinture en laque alkyde satinée genre, en une couche de préparation et deux couches de finition, y compris préparation des surfaces (nettoyage, brossage, ponçage,...), accessoires	Menuiseries bois.
15.07	<i>Peinture spéciale anticorrosion pour menuiserie métallique</i>	Peinture spéciale anticorrosion, en une couche de préparation et deux couches de finition, y compris préparation des surfaces (nettoyage, brossage, ponçage,...), accessoires	Menuiseries métalliques.

CHAPITRE X : SOUS DETAIL DE PRIX

Le sous détail des prix est l'évaluation des prix unitaires de chacun des ouvrages que l'on facture au client. L'élaboration des prix unitaires est fonction du rendement de l'Entreprise Titulaire selon chaque Travail.

Le coefficient de majoration de déboursées « K » est donné par la relation :

$$K = \frac{\left[1 + \frac{A_1}{100}\right] \left[1 + \frac{A_2}{100}\right]}{1 - \frac{A_3}{100} \left[1 + \frac{TVA}{100}\right]}$$

Avec :

A_1 : Frais généraux proportionnels aux déboursées où

$$A_1 = a_1 + a_2 + a_3 + a_4$$

A_2 : Bénéfice brut et frais financier proportionnel au prix de revient de l'entreprise ;

$$A_2 = a_5 + a_6 + a_7 + a_8$$

A_3 : Frais proportionnels aux TVA ;

$$A_3 = a_9$$

Les différents paramètres de cette formule sont définis dans le tableau ci-dessous :

TVA = 20% pour les Marchés des Travaux.

Tableau 32 : Les coefficients pour la détermination du coefficient de déboursé.

Origine des frais	Décomposition à l'intérieur de chaque catégorie des frais	Indice de composition de catégorie	
Frais généraux proportionnels aux déboursés	<ul style="list-style-type: none"> - Frais d'agence et patente - Frais de chantier - Frais d'études et de laboratoire - Assurances 	a.1 = 1,5 a.2 = 3,0 a.3 = 2,5 a.4 = 1,4	A.1 = 8,4
Bénéfice brut et frais financiers proportionnels au prix de revient	<ul style="list-style-type: none"> - Bénéfice net et impôts sur les bénéfices - Aléas techniques - Aléas de révision des prix - Frais financiers 	a.5 = 15 a.6 = 1,4 a.7 = 1,5 a.8 = 12	A.2 = 29,9
Frais proportionnels au prix de règlement avec TVA	<ul style="list-style-type: none"> - Frais de siège 	a.9 = 0	A.3 = 0

$$A1 = a.1 + a.2 + a.3 + a.4$$

$$A2 = a.5 + a.6 + a.7 + a.8$$

$$A3 = a.9$$

Nota : Si le siège de l'entreprise est à Madagascar, le coefficient a.9 = 0

Après avoir fait le calcul, le coefficient de déboursé est égal à

$$K=1.41$$

Le prix unitaire est acquis par la relation suivante :

$$PU = K \cdot \frac{T}{R}$$

PU : Prix unitaire ;

K : Coefficient des déboursés (K = 1,41);

T : Total des déboursés ;

R : Rendement.

Voici quelques exemples de sous-détails de prix

Tableau 33 : Quelques sous détail de prix

BETON DOSE A 350 KG/M3 DE CEM I 42,5

UNITE
m3

COMPOSITION DU PRIX				PRIX UNITAIRE (Ar)			TOTAL
Désignation	Unité	Nombre	Quantité	Matériels	Main d'œuvre	Matériaux	
MATERIEL							
Bétonnière	H	1	4	25 000,00			100 000,00
Vibreur	H	1	2	12 500,00			25 000,00
MAIN D'OEUVRE							
Chef d'équipe	H	1	8		1500,00		12 000,00
Maçon	H	5	8		1000,00		40 000,00
Manœuvre	H	10	8		500,00		40 000,00
MATERIAUX							
Ciment	T		0,875			480 350,00	420 306,25
Sable	m3		1,250			10 000,00	12 500,00
Gravillon	m3		2,250			55 000,00	123 750,00
							Total des déboursés T =
							773 556,25
							Prix unitaire = K1 x T/R =
							436 285,00

Rendement R = 2,5 m3/jour

Coefficient de majoration de déboursé k1 = 1,41

Porte pleine 1 V 70 x 215

UNITE
U

COMPOSITION DU PRIX				PRIX UNITAIRE (Ar)			TOTAL
Désignation	Unité	Nombre	Quantité	Matériels	Main d'œuvre	Matériaux	
MATERIEL							
Outillage	Fft	1	1	1 000,00			1 000,00
MAIN D'OEUVRE							
Menuisier	H	3	8		1 000,00		8 000,00
Maçon	H	2	8		1 000,00		8 000,00
MATERIAUX							
Porte pleine 1 V 90 x 215	U		1			122 850,00	122 850,00
Vis à bois	U		18			50,00	900,00
Paumelle 140	U		3			3 493,75	10 481,25
Serrure à mortaiser BRICARD	U		1			40 000,00	40 000,00
Garniture Ens. Bricard	U		1			31 250,00	31 250,00
Patte à scellement	U		4			1 250,00	5 000,00
Ciment	T		0,002			480 350,00	960,70
Sable	m3		0,005			10 000,00	50,00
Total des déboursés T =							196 491,95
Prix unitaire = K1 x T/R							277 053,00

Rendement R = 1,00

Coefficient K1 = 1,41

COFFRAGE EN BOIS ORDINAIRE

UNITE
m2

COMPOSITION DU PRIX				PRIX UNITAIRE			TOTAL
Désignation	Unité	Nombre	Quantité	Matériels	Main d'œuvre	Matériaux	
MATERIEL							
MAIN D'OEUVRE							
Chef d'équipe	H	1	8		1 500,00		12 000,00
Charpentier	H	6	8		1 500,00		72 000,00
Manœuvre	H	8	8		500,00		32 000,00
MATERIAUX							
Panneau de coffrage	m2		13			8 350,00	108 550,00
Bois rond	u		10			1 500,00	15 000,00
Pointe	Kg		0,200			3 500,00	700,00
Total des déboursés T =							240 250,00
Prix unitaire = K1 x T/R =							5 645,80

Rendement R = 12

Coefficient de majoration de déboursé k1 = 1,41

Remarque : puisque le coffrage est réutilisable, il faut diviser le PU par le nombre éventuel de l'usage (n fois). Dans notre cas on a pris n=5

MAÇONNERIE D'AGGLOMERES CREUX EP. 0,20M

UNITE
m2

COMPOSITION DU PRIX				PRIX UNITAIRE			TOTAL
Désignation	Unité	Nombre	Quantité	Matériels	Main d'œuvre	Matériaux	
MATERIEL							
MAIN D'OEUVRE							
Chef d'équipe	H	2	8		1 500,00		24 000,00
Machiniste	H	2	8		1 000,00		16 000,00
Maçon	H	20	8		1 000,00		160 000,00
Manœuvre	H	10	8		500,00		40 000,00
MATERIAUX							
Parpaing de 20	U		11			3 460,00	38 060,00
Ciment	T		0,010			480 350,00	4 803,50
Sable	m3		0,036			10 000,00	360,00
Total des déboursés T =							283 223,50
Prix unitaire = K1 x T/R =							66 557,00

Rendement R = 6

Coefficient de majoration de déboursé k1 = 1,41

PEINTURE antirouille SUR MEM

UNITE
m2

COMPOSITION DU PRIX				PRIX UNITAIRE (Ar)			TOTAL
Désignation	Unité	Nombre	Quantité	Matériels	Main d'œuvre	Matériaux	
MAIN D'ŒUVRE							
Peintre	H	10	8		700,00		56 000,00
Manœuvre	H	10	8		500,00		40 000,00
MATERIAUX							
Antirouille	kg		5			9 000,00	45 000,00
Total des déboursés T =							141 000,00

Prix unitaire = K1 x T/R

19 881,00

Rendement R = 10,0

Coefficient K1 = 1,41

ENDUIT ORDINAIRE DOSE A 350 KG/M3 DE CEM II 32,5

UNITE
m2

COMPOSITION DU PRIX					PRIX UNITAIRE		TOTAL
Désignation	Unité	Nombre	Quantité	Matériels	Main d'œuvre	Matériaux	
MATERIEL							
Petit outillage	Fft	1	1	1 000,00			1 000,00
MAIN D'OEUVRE							
Chef d'équipe	H	2	8		1 500,00		24 000,00
Maçon	H	4	8		1 000,00		32 000,00
Manœuvre	H	5	8		500,00		20 000,00
MATERIAUX							
Ciment	T		0,085			480 350,00	40 829,75
Sable	m3		0,155			10 000,00	1 550,00
							Total des déboursés T =
							119 379,75
							Prix unitaire = K1 x T/R
							25 896,00

Rendement R = 6,5

Coefficient K1 = 1,41

Chapitre XI : DELAI ET PLANNING D'EXECUTION

C'est un document indispensable pour une construction quelle que soit son envergure.

Celui-ci comporte :

- Le plan d'exécution
- Le plan de charge de l'entreprise : effectif, mode de travail, personnel, matériel, planning d'approvisionnement
- Le délai d'exécution des travaux
- La date de début et fin des travaux : notons que ces dates sont à réviser ou modifier tous les 15 jours si des anomalies se présentent
- Le rendement personnel pour chaque tâche

Ce planning est visible en annexe (voir annexe : délai et planning d'exécution)

CHAPITRE XII : DETAILS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Tableau 34 : Détails quantitatif et estimatif en Ariary

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
100. INSTALLATION ET REPLI DE CHANTIER					
1.01	<i>Installation de chantier</i>	Fft	1,00	187 473 096,24	10 000 000,00
1.02	<i>Repli de chantier</i>	Fft	1,00	93 736 548,12	5 000 000,00
200. TERRASSEMENT					
2.01	<i>Nettoyage et décapage du site</i>	m2	782,00	1 673,00	1 308 286,00
2.02	<i>Fouille en rigole ou en EXCAVATION</i>	m3	5 023,00	24 300,00	122 058 900,00
2.03	<i>Remblai de terre pour comblement de fouille</i>	m3	4 951,15	13 280,00	65 751 245,44
2.04	<i>Remblai de terre sous béton de forme</i>	m3	460,00	27 390,00	12 599 400,00
2.05	<i>Terre excédentaire ou en apport</i>	m3	10,00	2 550,00	25 500,00
300. OUVRAGES EN INFRASTRUCTURE					
3.01	<i>Béton de propreté</i>	m3	26,10	238 293,00	6 219 447,30
3.02	<i>Béton en fondation</i>	m3	261,00	448 989,00	117 186 129,00
3.03	<i>Armature</i>	kg	5 350,00	6 054,00	32 388 924,22
3.04	<i>Coffrage</i>	m2	1 920,00	5 645,80	6 191 232,00
3.05	<i>Film en polyane</i>	m2	620,00	1 868,00	1 158 160,00

400. OUVRAGES EN SUPERSTRUCTURE					
4.01	<i>Béton dosé à 350Kg</i>	m3	529,00	436 285,00	237 515 181,00
4.02	<i>Armature</i>	Kg	38 618,38	6 054,00	233 795 672,52
4.03	<i>Coffrage</i>	m2	5 150,00	5 645,80	76 541 624,21
4.04	<i>Maçonnerie de parpaings (10 x 20 x 50)</i>	m2	1 100,00	44 605,00	49 065 500,00
4.05	<i>Maçonnerie de parpaings (20 x 20 x 50)</i>	m2	1 560,00	66 557,00	94 690 440,00
4.06	<i>Dalle pleine</i>	m2	3 276,00	189 509,00	620 831 484,00
500. CHARPENTE – COUVERTURE – PLAFONNAGE – ETANCHEITE					
5.01	<i>Placoplatre hydrofuge</i>	m2	2 619,00	49 672,00	130 090 968,00
5.02	<i>Charpente assemblée (demi-ferme métallique L = 18m)</i>	u	6,00	6 002 746,00	36 016 476,00
5.03	<i>Charpente assemblée (ferme métallique L = 29m)</i>	u	4,00	20 073 828,00	80 295 312,00
5.04	<i>ascenseur</i>	fft	1,00	400 000 000,00	400 000 000,00
5.05	<i>Escalier de secours</i>	fft	1,00	20 000 000,00	20 000 000,00
5.06	<i>Couverture en tôles nervurées 63/100</i>	m2	2 419,00	24 765,00	59 906 535,00
5.07	<i>Arêtier et faitière en tôles crantées pré laquées</i>	ml	126,00	18 427,00	2 321 802,00
5.08	<i>Solin en tôles planes galvanisées</i>	ml	28,00	3 098,00	86 744,00
5.09	<i>Faux-plafond en dalle minérale</i>	m2	2 419,00	31 503,00	76 205 757,00
5.10	<i>Support des suspendues du faux-plafond</i>	m3	30,00	1 325 220,00	39 756 600,00

5.11	<i>Amorce descente eaux pluviales</i>	u	10,00	80 746,00	807 460,00
5.12	<i>Descente des eaux pluviales</i>	ml	10,00	14 010,00	140 100,00
5.13	<i>Crapaudine</i>	u	10,00	650,00	6 500,00
5.14	<i>Etanchéité toiture</i>	u	594,00	69 550,00	41 312 700,00
5.15	<i>Etanchéité multicouche</i>	m2	594,00	20 621,00	12 248 874,00
600. ENDUIT ET CHAPE					
6.01	<i>Enduit ciment</i>	m2	4 606,00	25 896,00	57 805 300,00
6.02	<i>Chape de support</i>	m2	511,78	13 120,00	6 714 524,44
6.03	<i>Chape de finition</i>	m2	230,30	10 593,00	2 439 567,90
700. ASSAINISSEMENT					
7.01	<i>Buse</i>	ml	328,00	38 281,00	12 556 168,00
7.02	<i>Caniveau BA + grille</i>	ml	94,00	265 324,00	24 940 456,00
7.03	<i>Regard en BA</i>	u	25,00	283 110,00	7 077 750,00
7.04	<i>Fosse septique Makiplast 25 – 30 personnes</i>	u	2,00	15 229 493,00	30 458 986,00
7.05	<i>bac dégraisseur</i>	u	2,00	250 465,00	500 930,00
7.06	<i>Puisard absorbant</i>	u	1,00	4 878 366,00	4 878 366,00
800. REVETEMENT					
8.01	<i>Carrelage 20 x 30</i>	m2	264,00	152 952,00	40 379 328,00
8.02	<i>Sol intérieur en grès cérame</i>	m2	2 668,00	162 973,00	434 811 964,00
8.03	<i>Plinthe en gré cérame</i>	ml	1 236,00	25 573,00	31 608 228,00
900. MENUISERIE BOIS					
9.01	<i>Porte pleine isoplane 1 vantail 70 x 215</i>	u	90,00	277 053,00	29 934 828,00

9.02	<i>Porte pleine 2 V 160 x 210</i>	u	60,00	606 506,00	36 390 360,00
9.03	<i>Porte pleine en BOIS</i>	u	42,00	520 000,00	21 840 000,00
1000. MENUISERIE ALUMINIUM ET VITRERIE					
10.01	<i>Porte pleine en ALU</i>	u	18,00	6 600 000,00	118 800 000,00
10.02	<i>Jalousie 6 lames 60 x 95 verre opaque</i>	u	20,00	1 020 110,00	20 402 200,00
10.03	<i>Châssis vitrés 2V coulissants + impostes 45, dimension 150 x 160</i>	u	60,00	845 450,00	50 727 000,00
10.04	<i>Châssis vitrés 2V coulissants + impostes 45, dimension 200 x 160</i>	u	30,00	845 450,00	25 363 500,00
1100. MENUISERIE PVC ET VITRERIE					
11.01	<i>Châssis d'imposte ouvrant à soufflet, dimension 50 x 50</i>	u	18,00	143 955,00	2 591 190,00
11.02	<i>Porte vitrée 2V + impostes vitrées fixes, dimension 150 x 260</i>	u	42,00	364 782,00	15 320 844,00
1200. MENUISERIE METALLIQUE					
12.01	<i>-Porte métallique (dimension 0,7x2,10)</i>	u	20,00	450 000,00	9 000 000,00
12.02	<i>Grille fixe en fer forgé 60 x 95</i>	u	95,00	393 422,00	37 375 090,00
12.03	<i>Grille en fer forgé 120 x 260</i>	u	42,00	5 678 395,00	238 492 590,00
12.04	<i>Grille en fer forgé 175 x 260</i>	u	18,00	13 731 370,00	247 164 660,00
12.05	<i>grand portail métallique</i>	u	1,00	18 504 020,00	18 504 020,00
12.06	<i>Garde-corps barreaudé, compris main courante</i>	ml	227,58	270 012,00	61 449 330,96

1300. PLOMBERIE SANITAIRE					
13.01	WC à l'anglaise en porcelaine émaillé	u	72,00	674 366,00	48 554 352,00
13.02	Lavabo en porcelaine émaillé	u	90,00	644 983,00	58 048 470,00
13.03	Miroir de lavabo avec dos vernis contre humidité	u	90,00	78 176,00	7 035 840,00
13.04	Porte savon en céramique	u	60,00	4 160,00	249 600,00
13.05	Porte serviette	u	90,00	4 940,00	444 600,00
13.06	Porte papier hygiénique	u	72,00	4 940,00	355 680,00
13.07	Chauffe-eau électrique 100 litres	u	18,00	496 653,00	8 939 754,00
13.08	Canalisations d'alimentation et de distribution EF	ml	360,00	5 402,00	1 944 720,00
13.09	Canalisations d'alimentation et de distribution EC	ml	360,00	5 402,00	1 944 720,00
13.10	Canalisation d'évacuation EV	ml	360,00	45 619,00	16 422 840,00
13.11	Canalisation d'évacuation EU	ml	360,00	45 619,00	16 422 840,00
13.12	Grille de ventilation	u	108,00	7 500,00	810 000,00
1400. ELECTRICITE					
14.01	Tableau TGBT	u	1,00	677 400,00	677 400,00
14.02	Tableau divisionnaire	u	11,00	2 010 305,00	22 113 355,00
14.03	Câblage électrique	ml	8 500,00	6 010,00	51 085 000,00
14.04	Câblage téléphone	ml	550,00	3 204,00	1 762 200,00
14.05	Mise à terre	fft	1,00	680 300,00	680 300,00

14.06	<i>Un point lumineux à simple allumage (SA)</i>	u	110,00	57 332,00	6 306 520,00
14.07	<i>Deux points lumineux à simple allumage (SA)</i>	u	30,00	87 546,00	2 626 380,00
14.08	<i>Trois points lumineux à simple allumage (SA)</i>	u	10,00	130 026,00	1 300 260,00
14.09	<i>Un point lumineux à allumage va et vient (VV)</i>	u	5,00	148 026,00	740 130,00
14.10	<i>Deux points lumineux à allumage va et vient (VV)</i>	u	10,00	180 060,00	1 800 600,00
14.11	<i>Trois points lumineux à allumage va et vient(VV)</i>	u	8,00	250 486,00	2 003 888,00
14.12	<i>Prise courant 2P+T/10-16A</i>	u	310,00	6 987,50	2 166 125,00
14.13	<i>Prise antenne TV</i>	u	30,00	68 862,00	2 065 860,00
14.14	<i>Prise téléphone</i>	u	18,00	37 910,00	682 380,00
14.15	<i>Hublot opalin</i>	u	5,00	31 250,00	156 250,00
14.16	<i>Hublot étanche</i>	u	50,00	21 312,50	1 065 625,00
14.17	<i>Hublot étanche avec antivol</i>	u	42,00	80 120,00	3 365 040,00
14.18	<i>Réglette fluo 0,60 m</i>	u	48,00	53 750,00	2 580 000,00
14.19	<i>Réglette monofluo 1,20m</i>	u	72,00	33 750,00	2 430 000,00
14.20	<i>Pavé de lumière 60x60</i>	u	260,00	308 586,00	80 232 360,00
14.21	<i>Bloc autonome de sécurité</i>	u	18,00	307 586,00	5 536 548,00
14.22	<i>Dispositif de coupure d'urgence</i>	u	18,00	175 026,00	3 150 468,00
1500. PEINTURE					
15.01	<i>Enduit Bessier</i>	m2	10 250,00	6 500,00	66 625 000,00
15.02	<i>Badigeon avec une couche de peinture à l'eau</i>	m2	4 732,00	3 640,00	17 224 480,00

15.03	<i>Peinture acrylique (phase solvant) pour intérieur</i>	m2	9 256,00	11 066,00	102 426 896,00
15.04	<i>Peinture glycérophthalique (phase solvant) pour extérieur</i>	m2	4 732,00	9 847,00	46 596 004,00
15.05	<i>Peinture glycérophthalique (phase aqueuse) pour murs sanitaires</i>	m2	994,00	11 819,00	11 748 086,00
15.06	<i>Peinture en laque alkyde satinée pour menuiserie en bois</i>	m2	306,00	19 881,00	3 104 676,00
15.07	<i>Peinture spéciale anticorrosion pour menuiserie métallique</i>	m2	334,00	9 912,00	3 310 608,00

Récapitulation**Tableau 35 : Récapitulation des devis**

N°	Désignation	Montant
1.00	Installation et repli de chantier	15 000 000,00
2.00	Terrassement	201 743 331,44
3.00	Ouvrages en infrastructure	162 928 705,52
4.00	Ouvrages en superstructure	1 293 910 618,73
5.00	Charpente-couverture-plafonnage-étanchéité	888 642 708,00
6.00	Enduit et chape	66 959 392,34
7.00	Assainissement	80 412 656,00
8.00	Revêtement	506 799 520,00
9.00	Menuiserie bois	87 840 990,00
10.00	Menuiserie aluminium et vitrerie	215 292 700,00
11.00	Menuiserie pvc blanc et vitrerie	17 912 034,00
12.00	Menuiserie métallique	611 985 690,96
13.00	Plomberie sanitaire	161 173 418,00
14.00	Electricité	194 526 689,00
15.00	Peinture	251 035 750,00
TOTAL HT BATIMENT		4 736 482 595,89
TVA		947 296 519,18
TOTAL TTC		5 683 779 115,07

Arrêté le présent devis estimatif à la somme : CINQ MILLIARDS SIX CENT QUATRE VINGT TROIS MILLIONS SEPT CENT SOIXANTE DIX NEUF MILLE CENT QUINZE ARIARY SEPT (Ar 5 683 779 115,07) y compris la taxe sur les valeurs ajoutées (TVA) au taux de vingt pour cent (20%) pour un montant de : NEUF CENT QUARANTE CEPT MILLIONS DEUX CENT QUARANTE VINGT SEIZE MILLE CINQ CENT DIX NEUF ARIARY DIX HUIT (Ar 947 296 519,18)

Le coût au mètre carré du bâtiment est : Ar 1 555 495,11 (UN MILLION CINQ CENT CINQUANTE CINQ MILLE QUATRE CENT QUATRE VINGT QUINZE ARIARY ONZE)

CONCLUSION

Au terme de notre travail intitulé « Contribution à l'étude et à la réalisation d'un bâtiment R + 5 avec comble à usage d'habitation sis à Ivandry » nous avons considéré systématiquement les différentes étapes pour une réalisation rationnelle des travaux à savoir : les étapes de calcul lors de l'étude technique en ayant recours à la méthode de Cross, les règles BAEL 91 modifié 99, la descente des charges; la phase de construction lors de la réalisation ainsi que l'évaluation du coût du projet avec le montage d'un détail quantitatif et estimatif.

Nous tenons à confirmer que pour assurer la durabilité de l'ouvrage, nous avons pris la précaution d'imposer un choix sélectif et raisonnable sur les matériaux utilisés et la mise en œuvre.

Face à l'avancement de la technologie moderne appliquée en matière de construction, nous avons pu coordonner la cohérence entre le choix de la variante optimale pour un meilleur coût en technique et matériaux existants.

Par ailleurs, nous tenons à signaler que le bâtiment édifié est qualifié de type moderne aussi bien dans sa conception et son étude que dans son architecture offrant le meilleur confort et d'excellents équipements en vue d'apporter satisfaction et aisance aux usagers qui vont s'y installer.

Au cours de la phase d'observation et de suivi de l'exécution des travaux, nous avons pu relever les applications de nos connaissances théoriques acquises dans la pratique.

En fait, ce mémoire contribue à l'obtention du diplôme licence ès sciences techniques en BTP, et qui nous donne accès par la suite à poursuivre notre étude à un niveau supérieur assurant le perfectionnement de notre compétence visant dans l'avenir à maîtriser de façon qualifiée et performante notre carrière professionnelle dans le domaine des bâtiments et travaux publics

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Jean Pierre MOUGIN - Béton Armé BAEL 91 modifié 99 et DTU associés. Edition Eyrolles, 2000.
- [2] Ernst NEUFERT- *Les éléments des projets de construction (8è édition)* – Dunod – 2002
- [3] Marc MAMILLAN-Restauration des bâtiments en béton armé
- [4] Henry THONIER-Conception et calcul des structures de bâtiment. Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, 1992
- [5] Mme RAVAOHARISOA Lalatiana – Cours de béton armé, BTP, ESPA, 2011-2012
- [6] Mr RAZAFINJATO Victor – Cours de RDM et Calcul de structure, BTP, ESPA, 2011-2012-2013
- [7] Mr ANDRIANANTENAINA Pierre – Technologie de bâtiment, BTP, ESPA, 2011-2012

WEBOGRAPHIE

www.google.com

wikipédia

google earth

google map

ANNEXES

ANNEXE I: Plans d'architecture

ANNEXE II : Etude du sol

ANNEXE III : Descente des charges

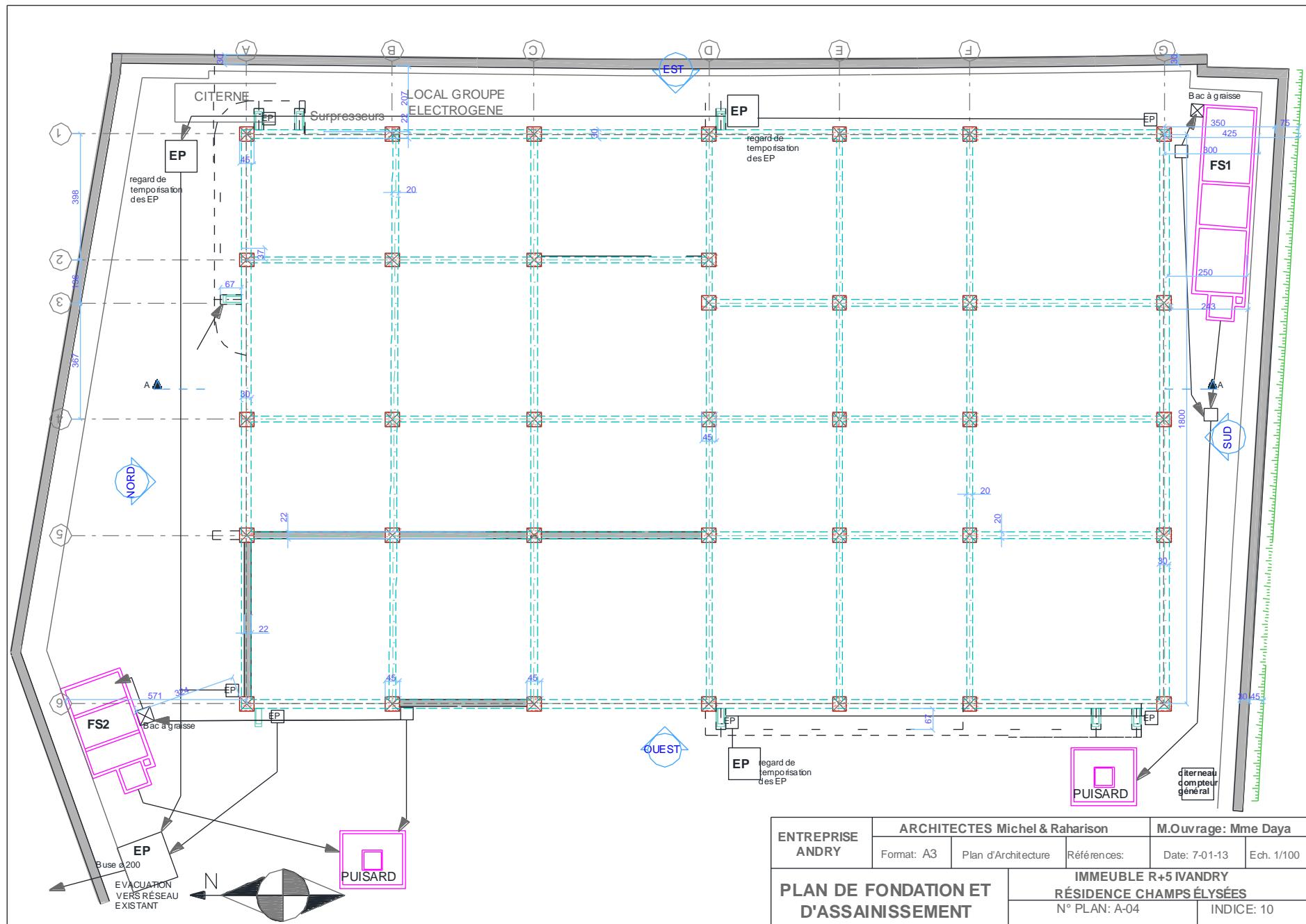
ANNEXE IV : Organigrammes de calcul

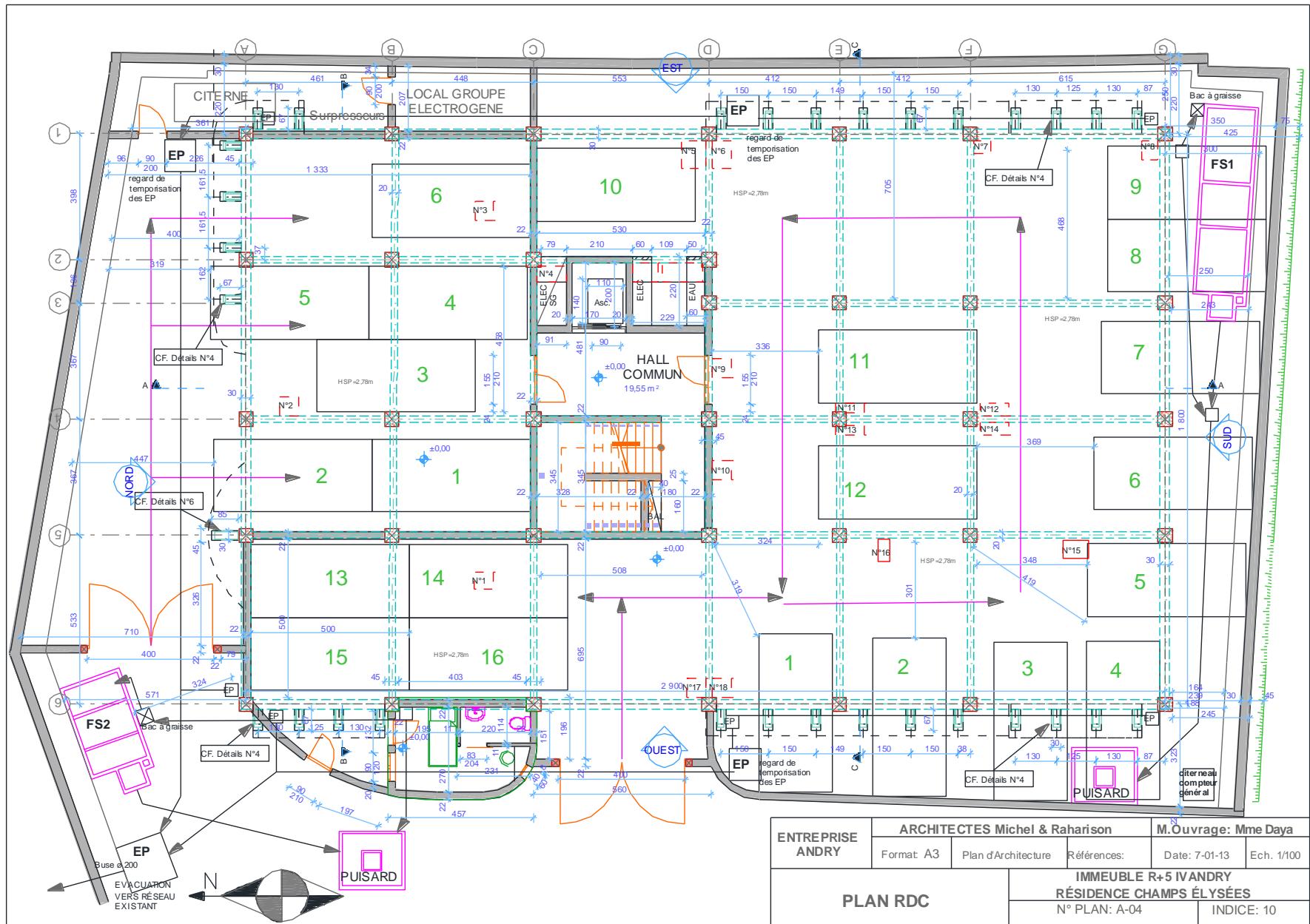
ANNEXE V : Courbes et diagrammes

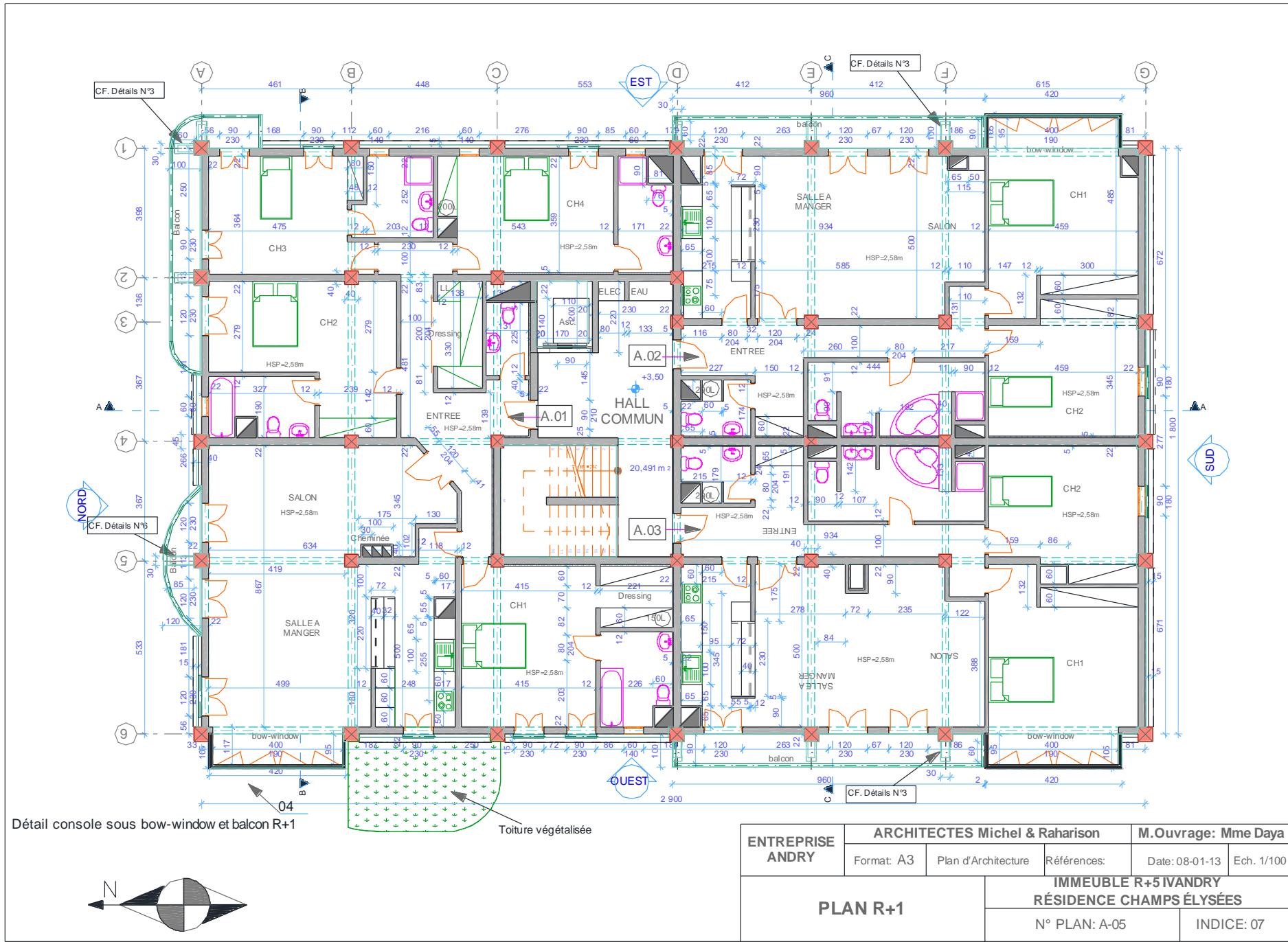
ANNEXE VI : Ferrailage

ANNEXE VII : Délai et planning d'exécution

ANNEXE I: Plans d'architecture



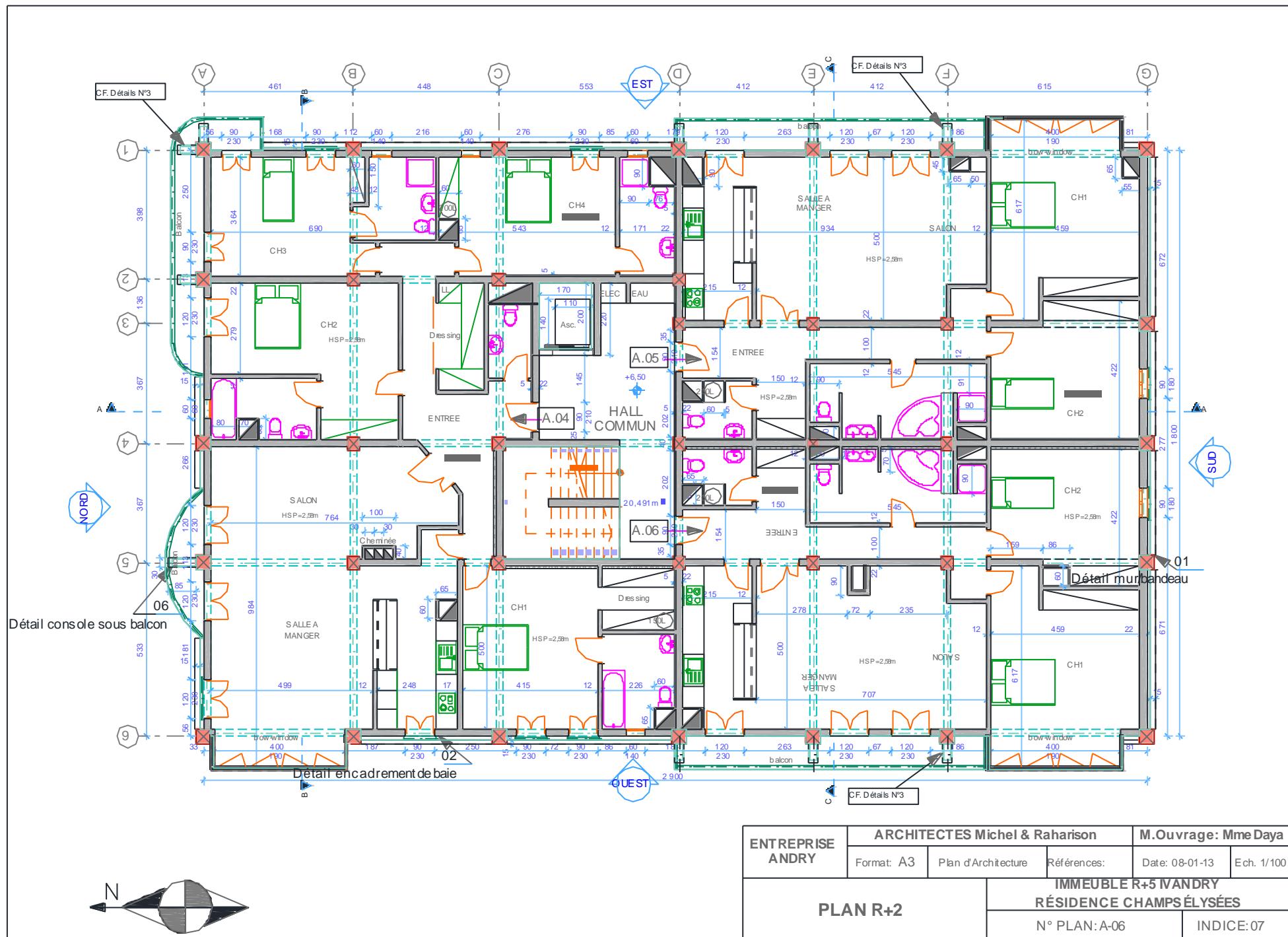


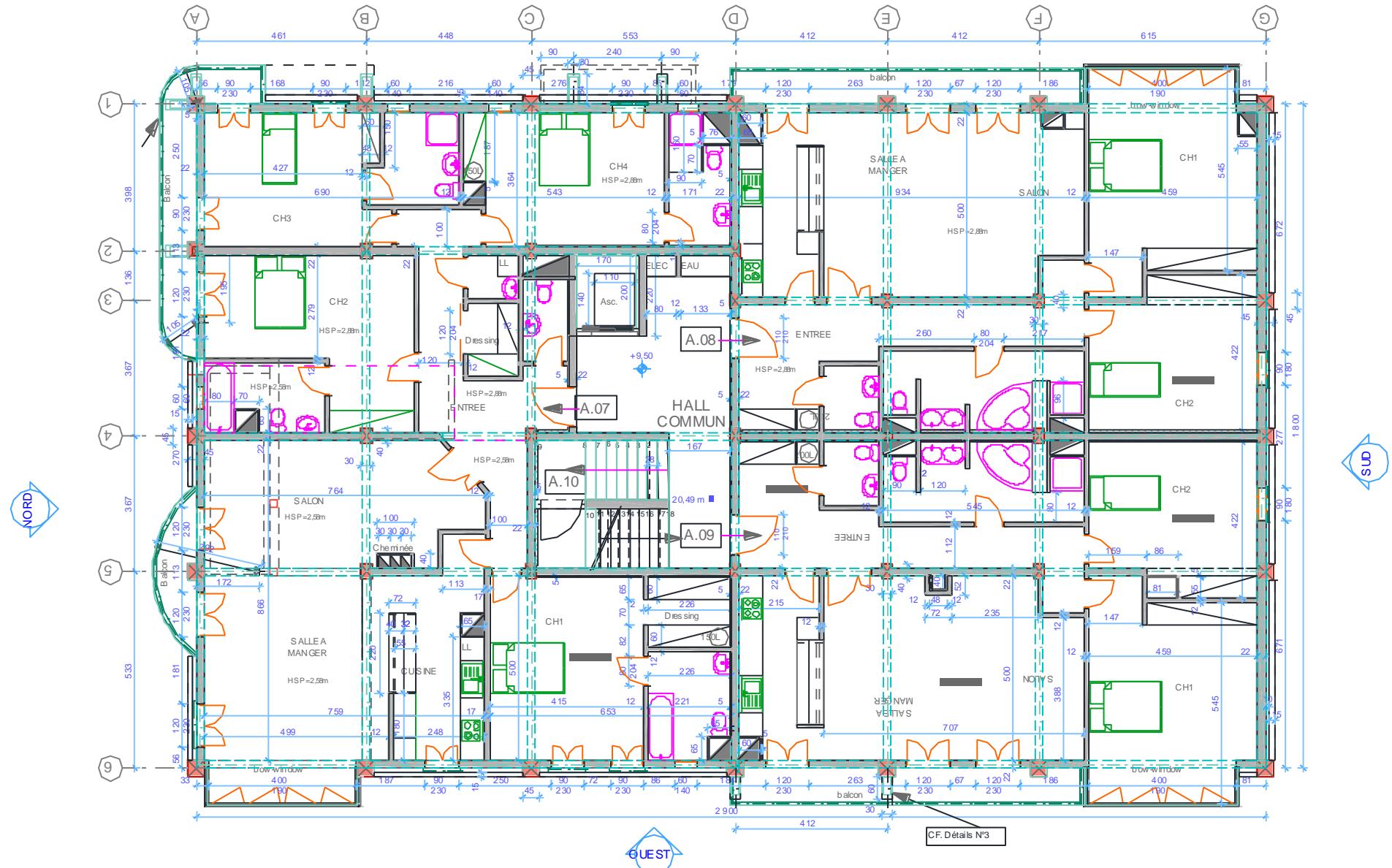


Détail console sous bow-window et balcon R+1

Toiture végétalisée

ENTREPRISE ANDRY	ARCHITECTES Michel & Raharison			M.Ouvrage: Mme Daya	
	Format: A3	Plan d'Architecture	Références:	Date: 08-01-13	Ech. 1/100
PLAN R+1		IMMEUBLE R+5 IVANDRY RÉSIDENCE CHAMPS ÉLYSÉES			
N° PLAN: A-05			INDICE: 07		





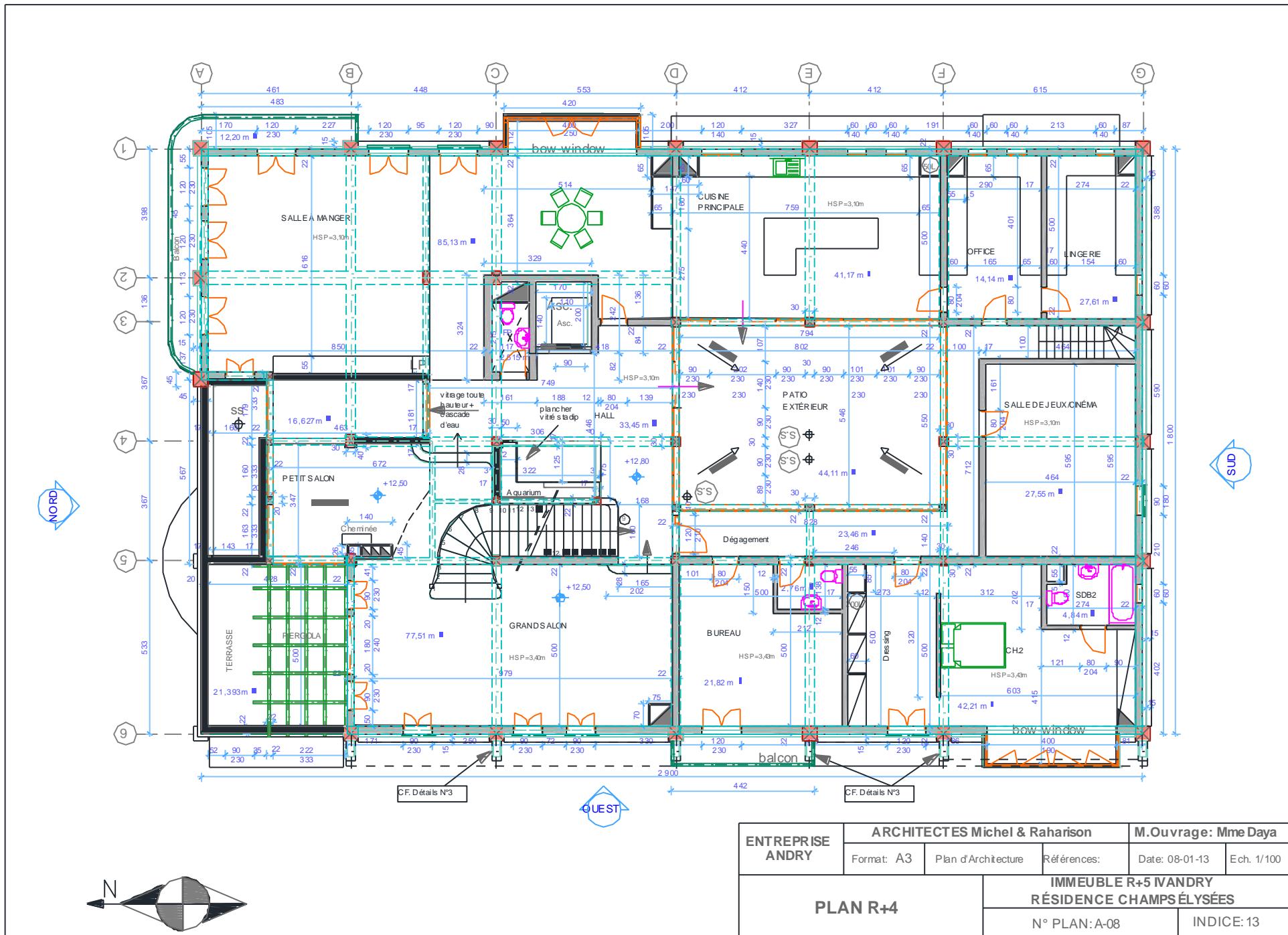
ENTREPRISE ANDRY	ARCHITECTES Michel & Raharison		M.Ouvrage: Mme Daya
	Format: A3	Plan d'Architecture	Références: Date: 08-01-13 Ech. 1/100

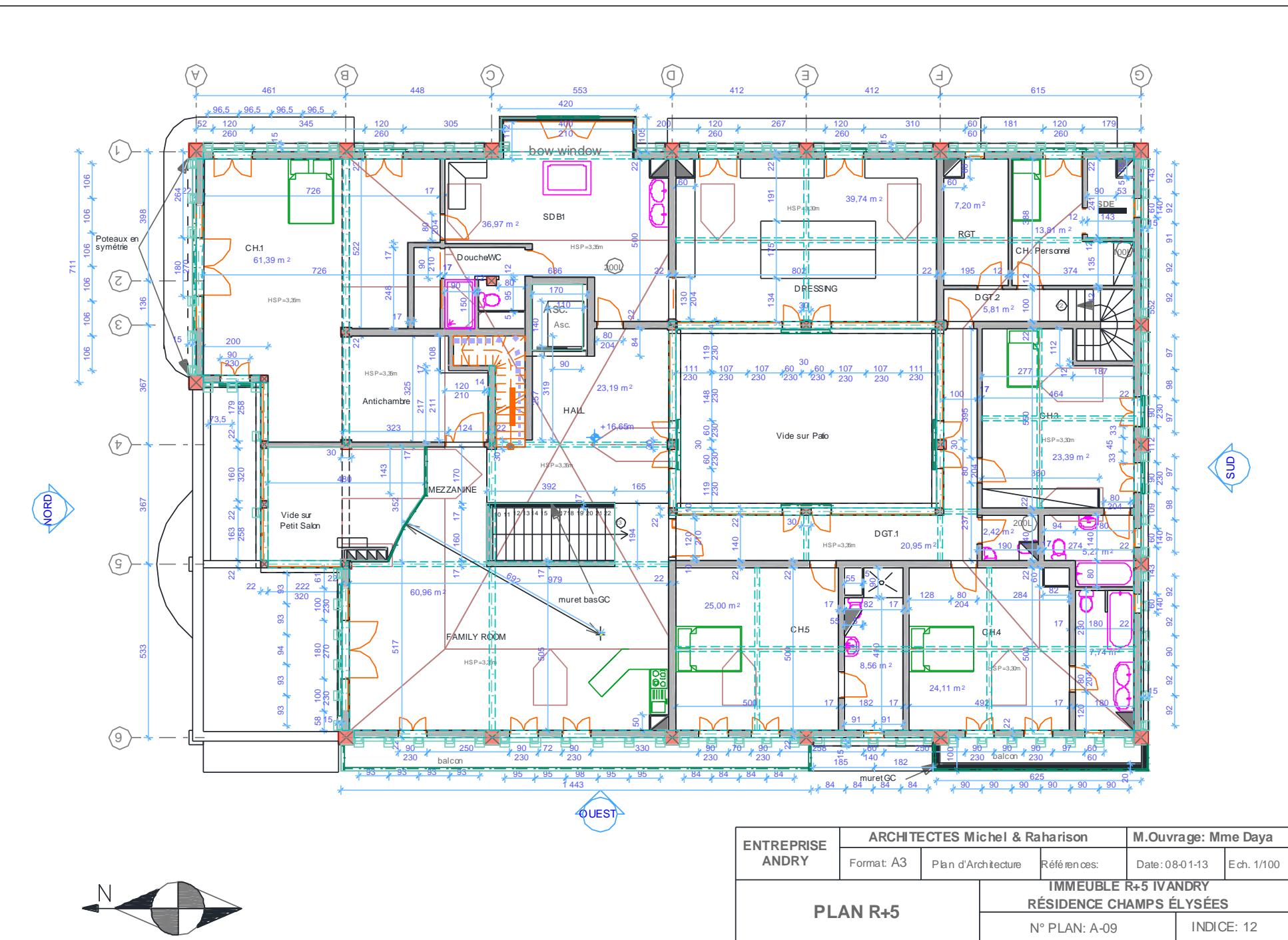
PLAN R+3

IMMEUBLE R+5 IVANDRY
RÉSIDENCE CHAMPS ÉLYSÉES

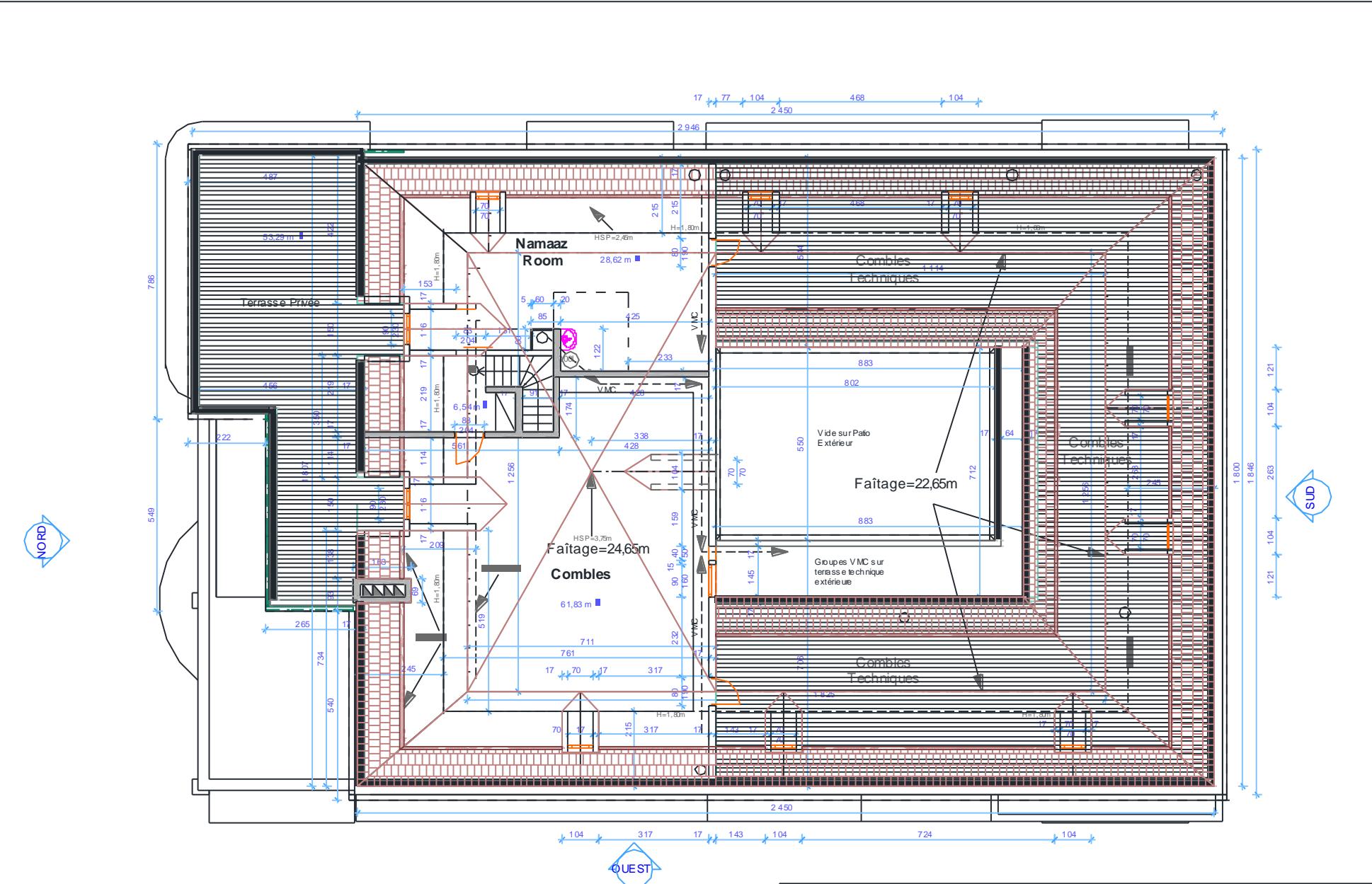
N° PLAN: A-07

INDICE: 16

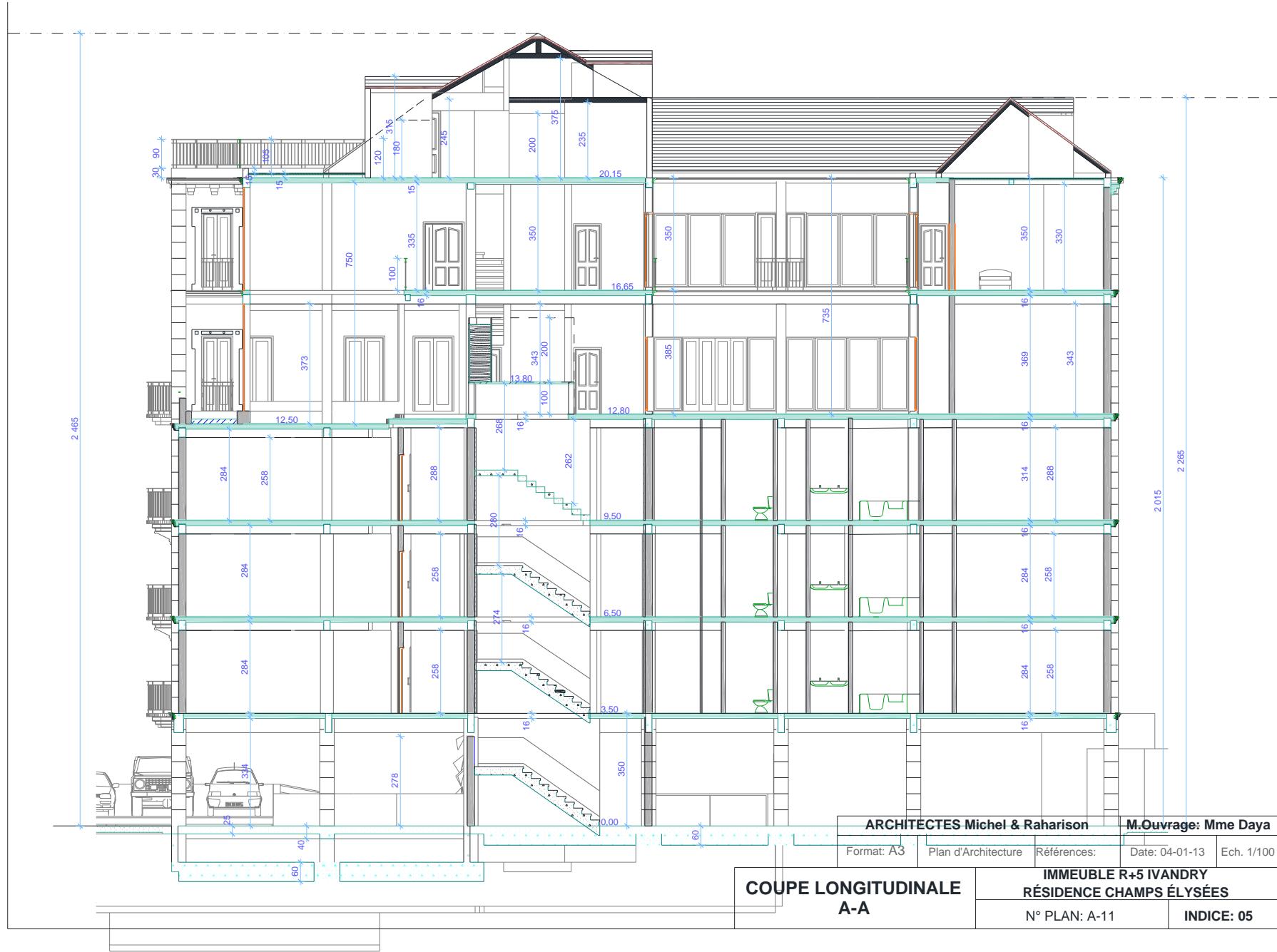




VIII



ENTREPRISE ANDRY	ARCHITECTES Michel & Raharison			M.Ouvrage: Mme Daya	
	Format: A3	Plan d'Architecture	Références:	Date: 04-01-13	Ech. 1/100
PLAN DES COMBLES ET TOITURE - R+6 -		IMMEUBLE R+5 IVANDRY RÉSIDENCE CHAMPS ÉLYSÉES			
		N° PLAN: A-10	INDICE: 10		



X



**COUPE TRANSVERSALE
C-C**

ARCHITECTES Michel & Raharison

M.Ouvrage: Mme Daya

Format: A3

Plan d'Architecture

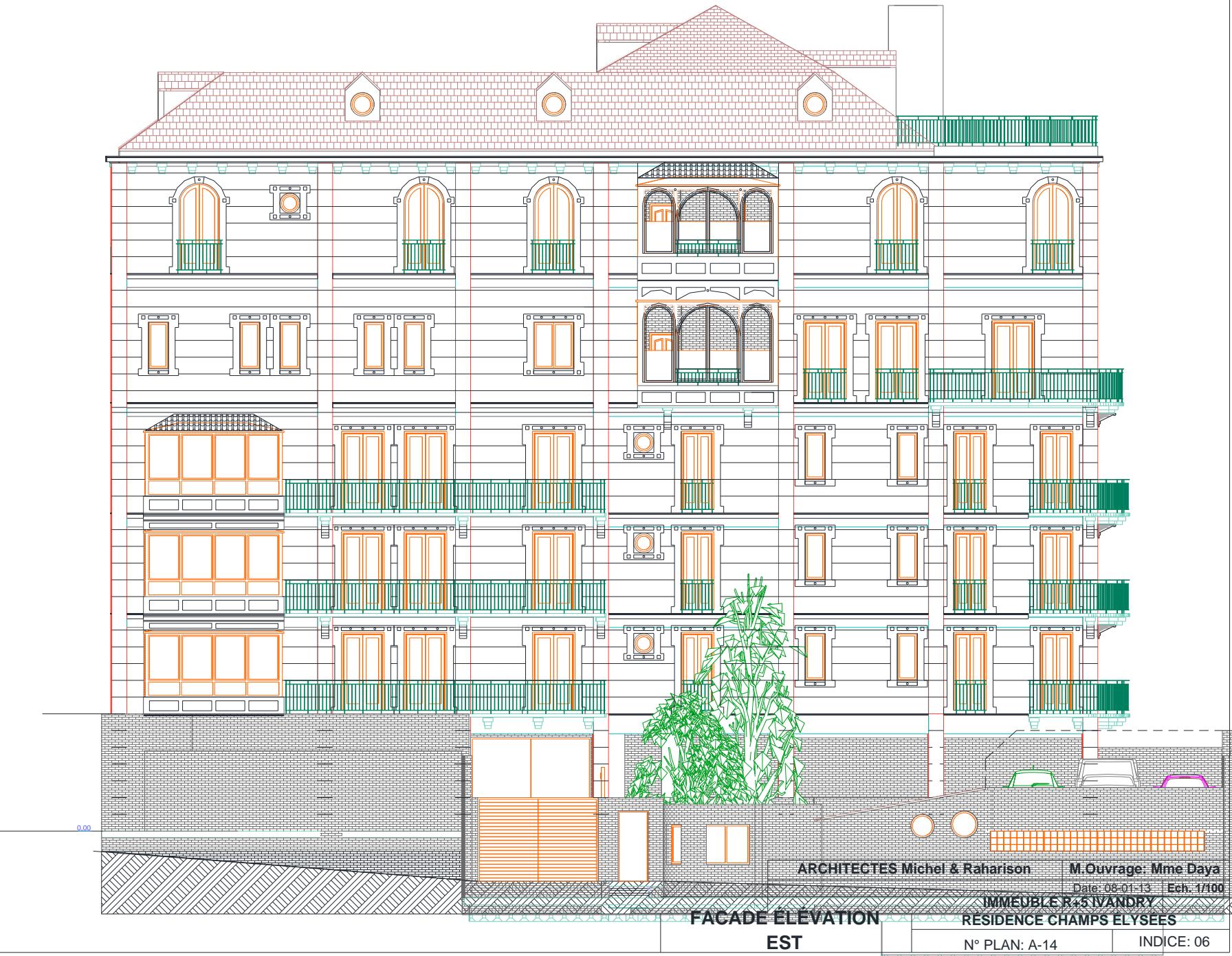
Références:

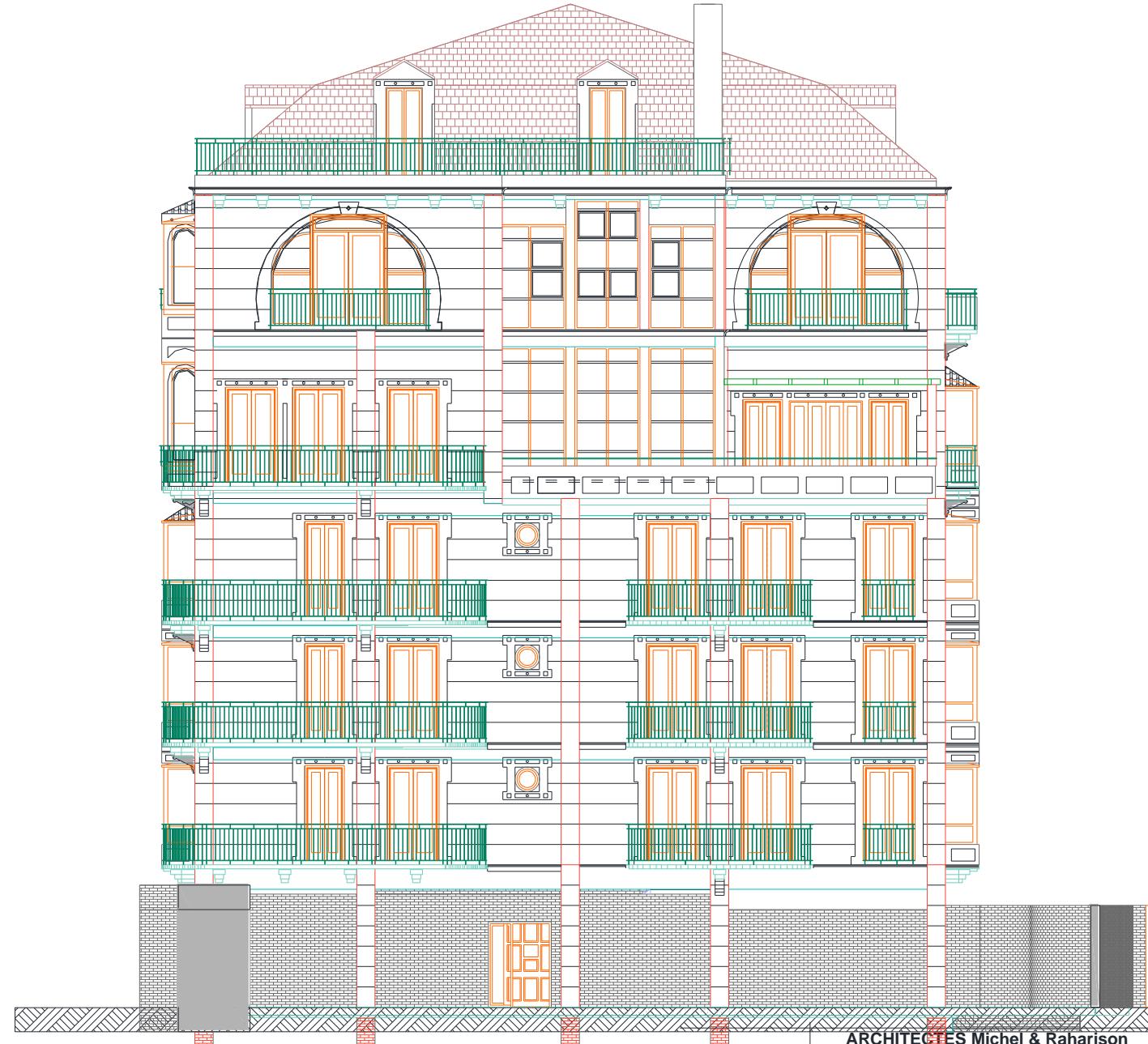
Date: 04-01-13 Ech. 1/100

**IMMEUBLE R+5 IVANDRY
RÉSIDENCE CHAMPS ÉLYSÉES**

N° PLAN: A-13

INDICE: 04





ARCHITECTES Michel & Raharison

M.Ouvrage: Mme Daya

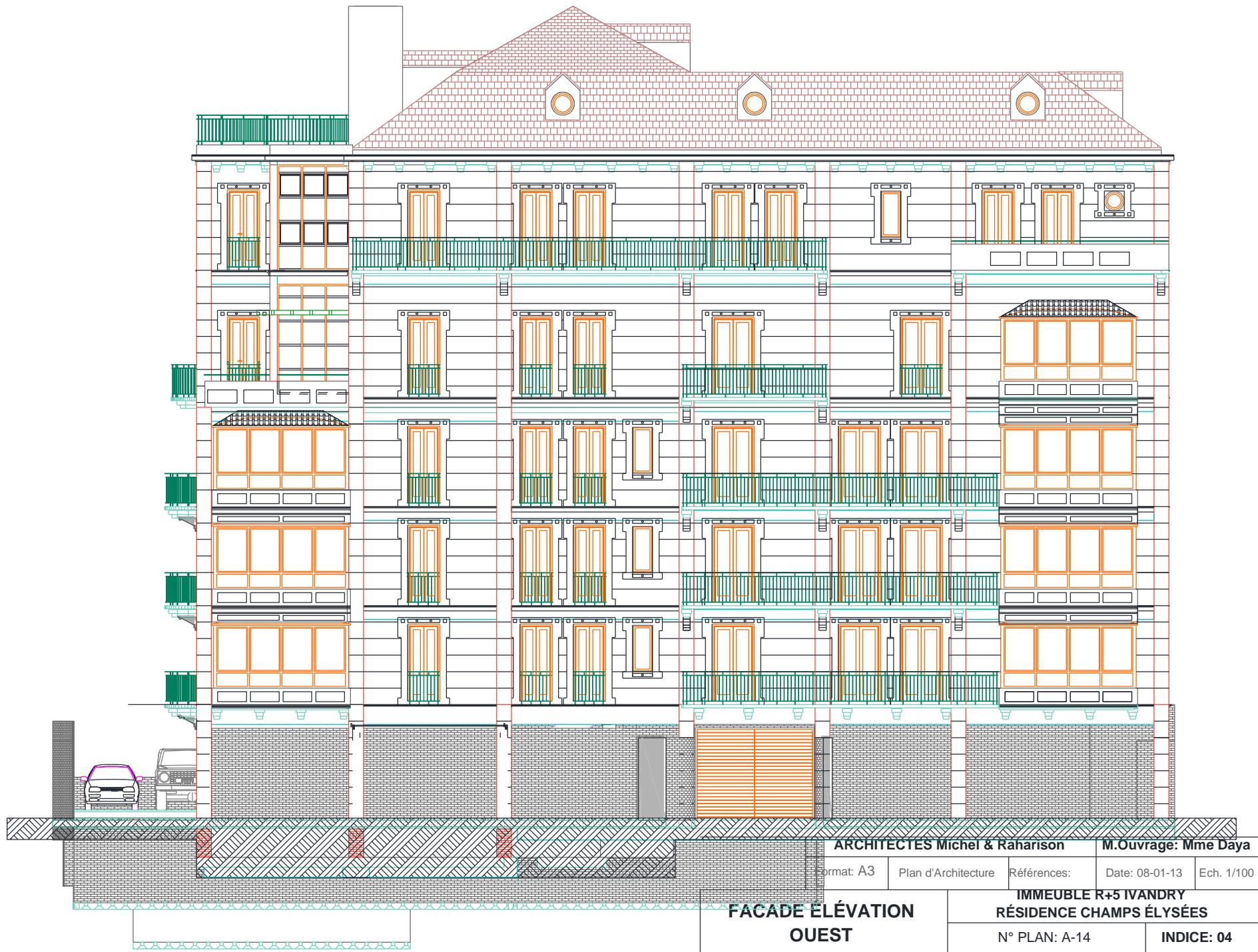
Format: A3 Plan d'Architecture Références: Date: 08-01-13 Ech. 1/100

FACADE ÉLÉVATION
NORD

IMMEUBLE R+5 IVANDRY
RÉSIDENCE CHAMPS ÉLYSÉES

N° PLAN: A-15

INDICE: 04





ARCHITECTES Michel & Raharison

M.Ouvrage: Mme Daya

Format: A3 Plan d'Architecture References:

Date: 08-01-13 Ech. 1/100

FACADE ÉLÉVATION
SUD

IMMEUBLE R+5 IVANDRY
RÉSIDENCE CHAMPS ÉLYSÉES

N° PLAN: A-17

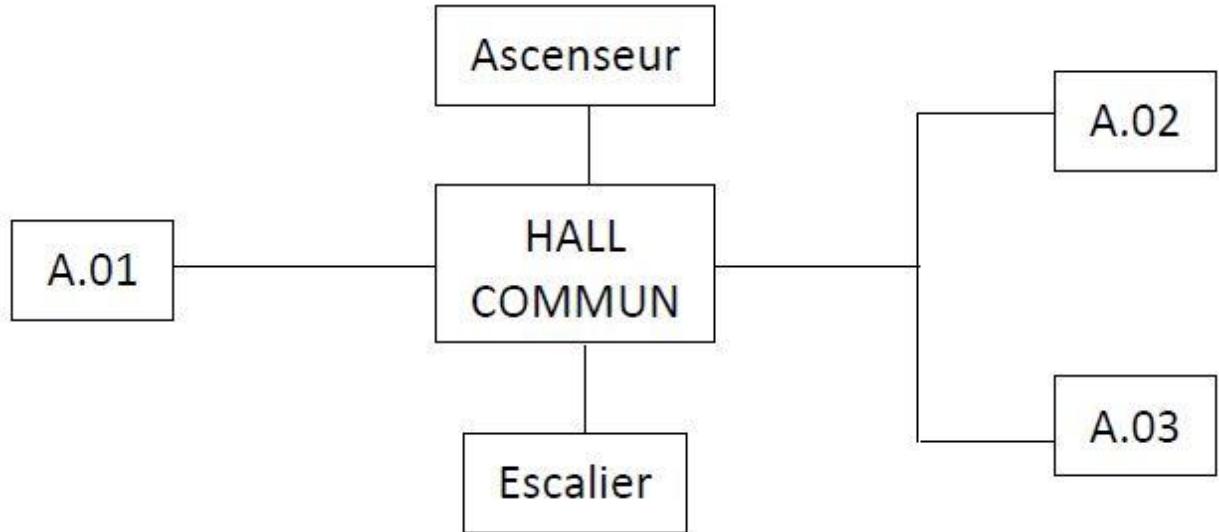
INDICE: 04

ANNEXE II :

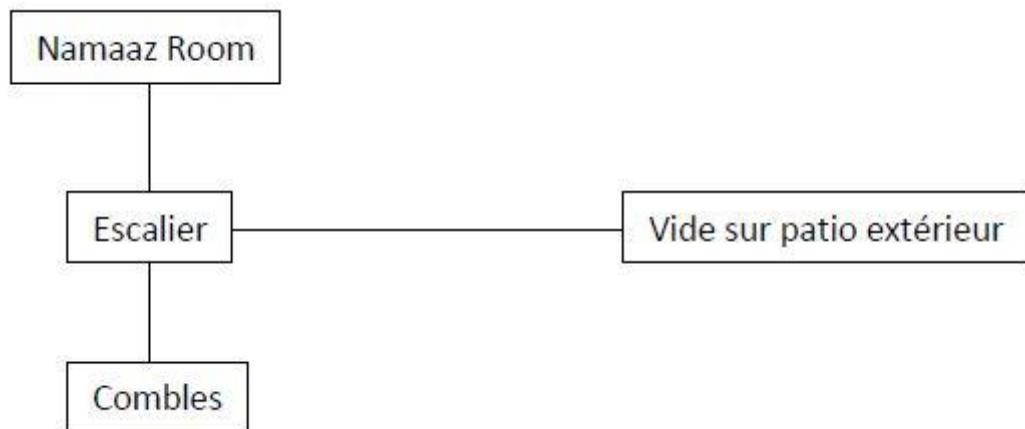
Organigramme

fonctionnel

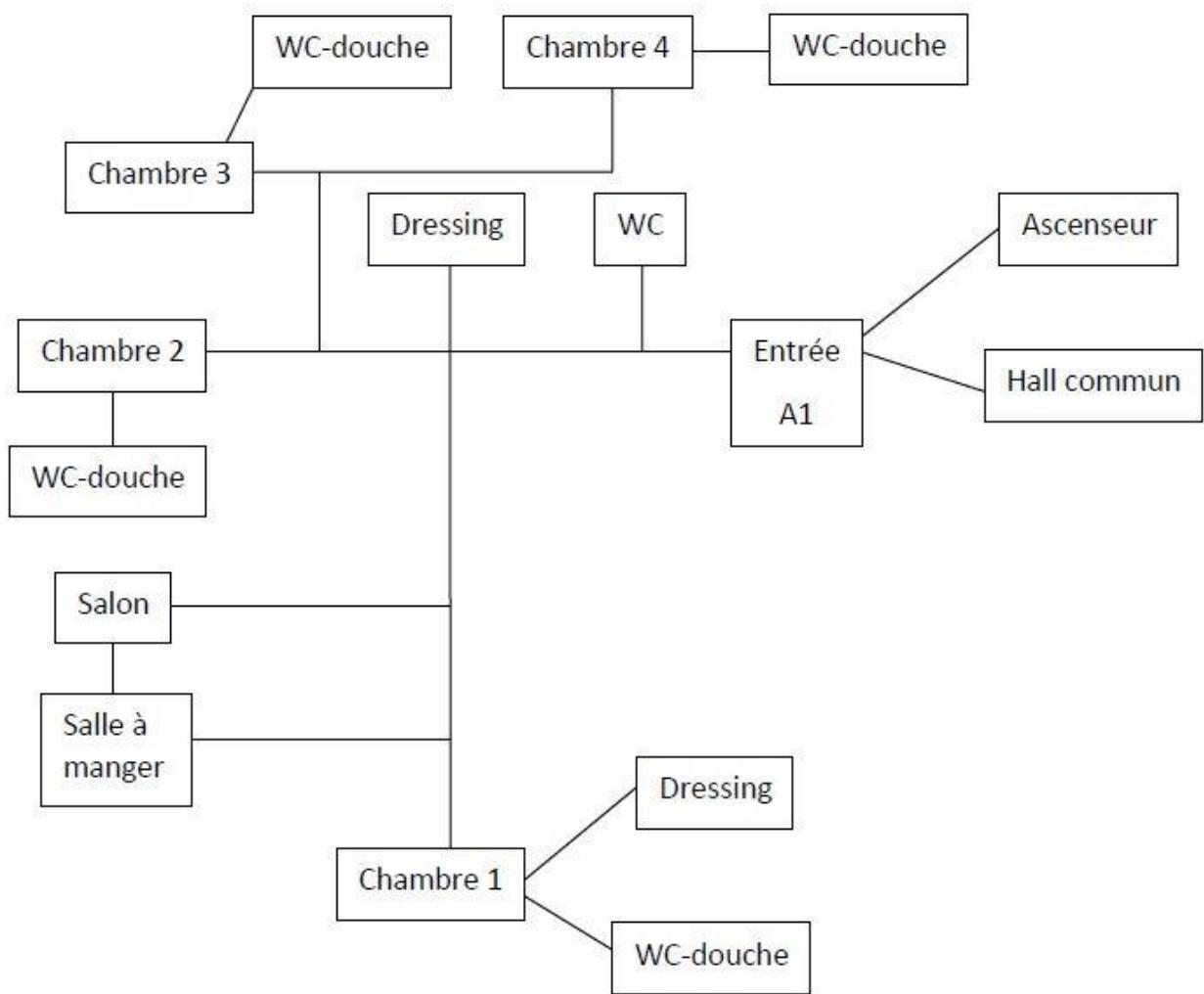
ORGANIGRAMME FONCTIONNEL DU PREMIER ETAGE



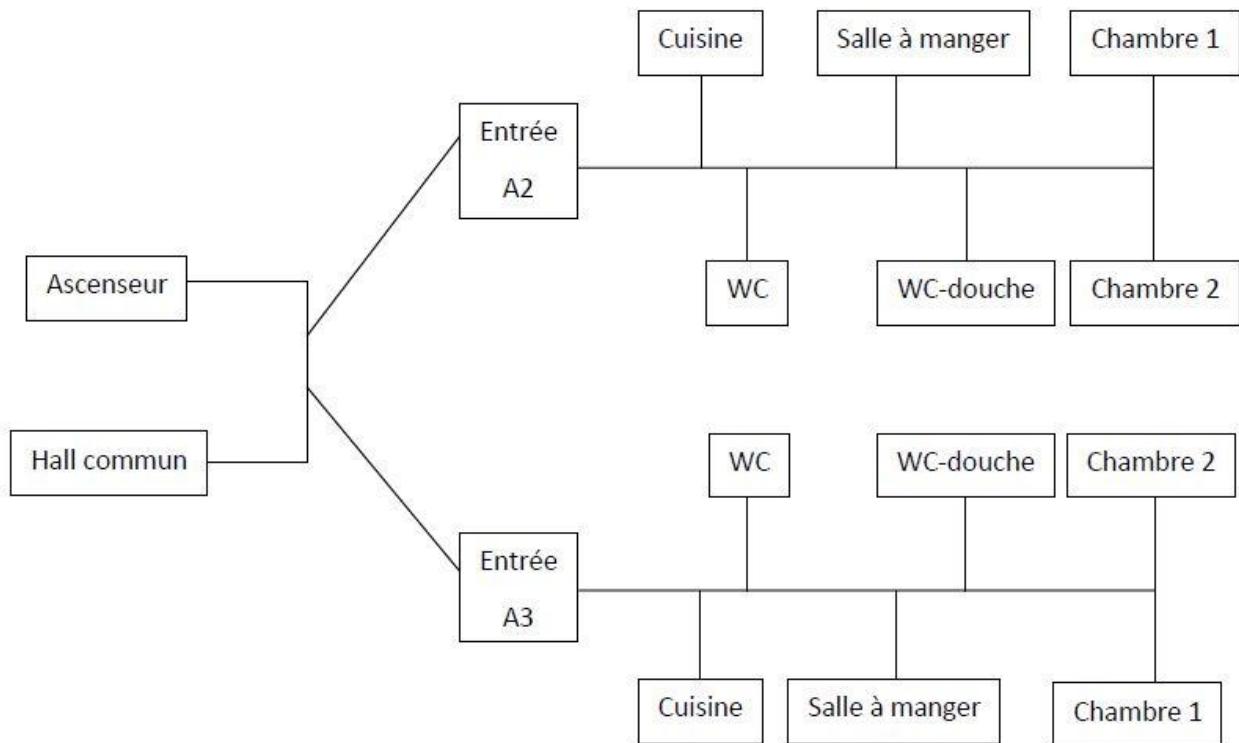
ORGANIGRAMME FONCTIONNEL DU SIXIEME ETAGE



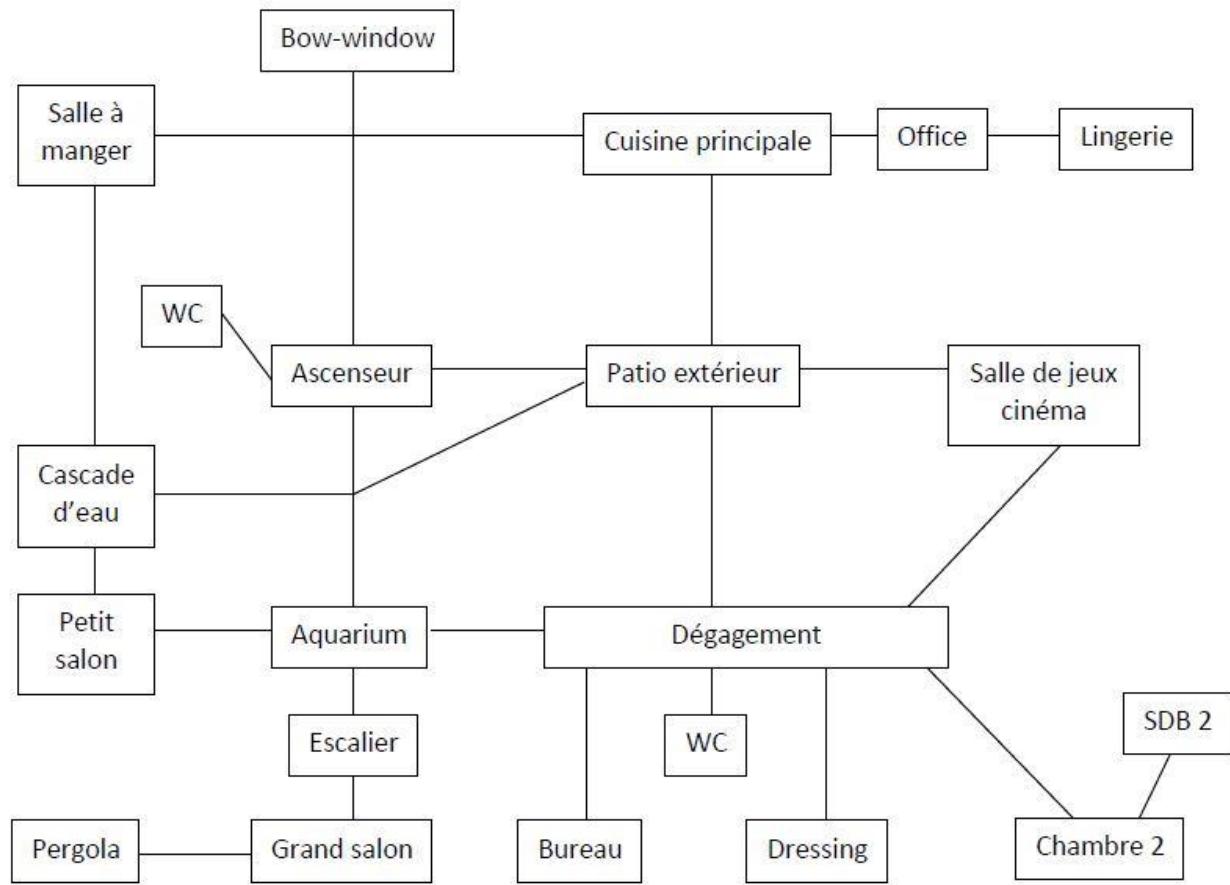
ORGANIGRAMME FONCTIONNEL DE L'APPARTEMENT A.01



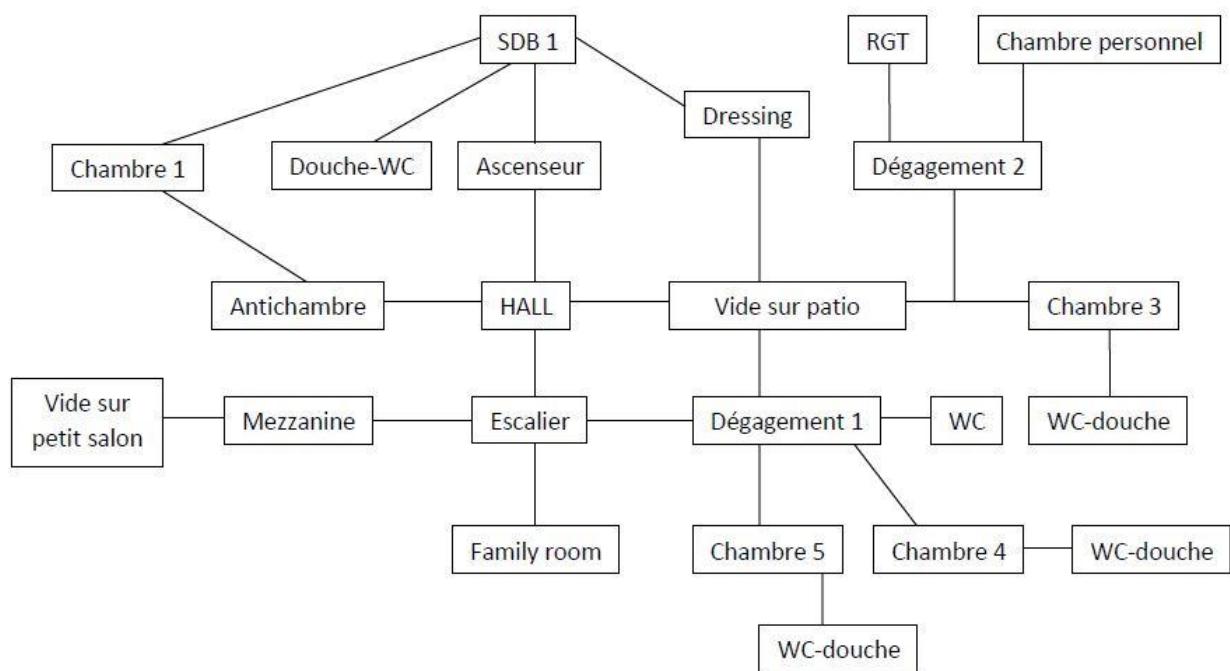
ORGANIGRAMME FONCTIONNEL DE L'APPARTEMENT A.02 ET A.03



ORGANIGRAMME FONCTIONNEL DE L'APPARTEMENT A.10 niveau inférieur



ORGANIGRAMME FONCTIONNEL DE L'APPARTEMENT A.10 niveau supérieur



ANNEXE III : Etude du sol

PLAN D'IMPLANTATION DES POINTS DE SONDAGES



Dossier n°: 12 SF 45
Annexe : II
Date : Août 2012

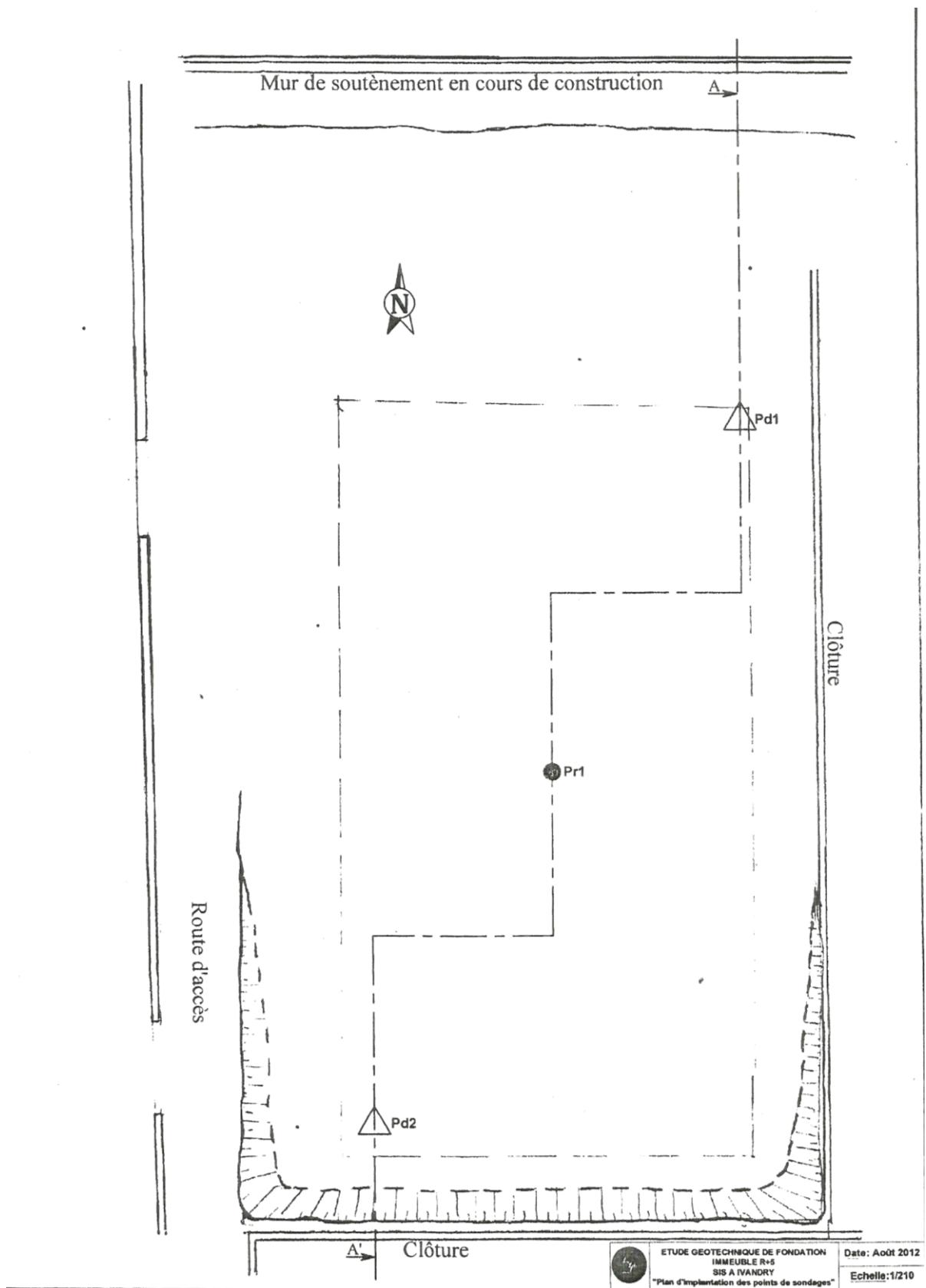
ETUDE GEOTECHNIQUE DE FONDATION IMMEUBLE R+5 SIS A IVANDRY

PLAN D'IMPLANTATION DES POINTS DE SONDAGES

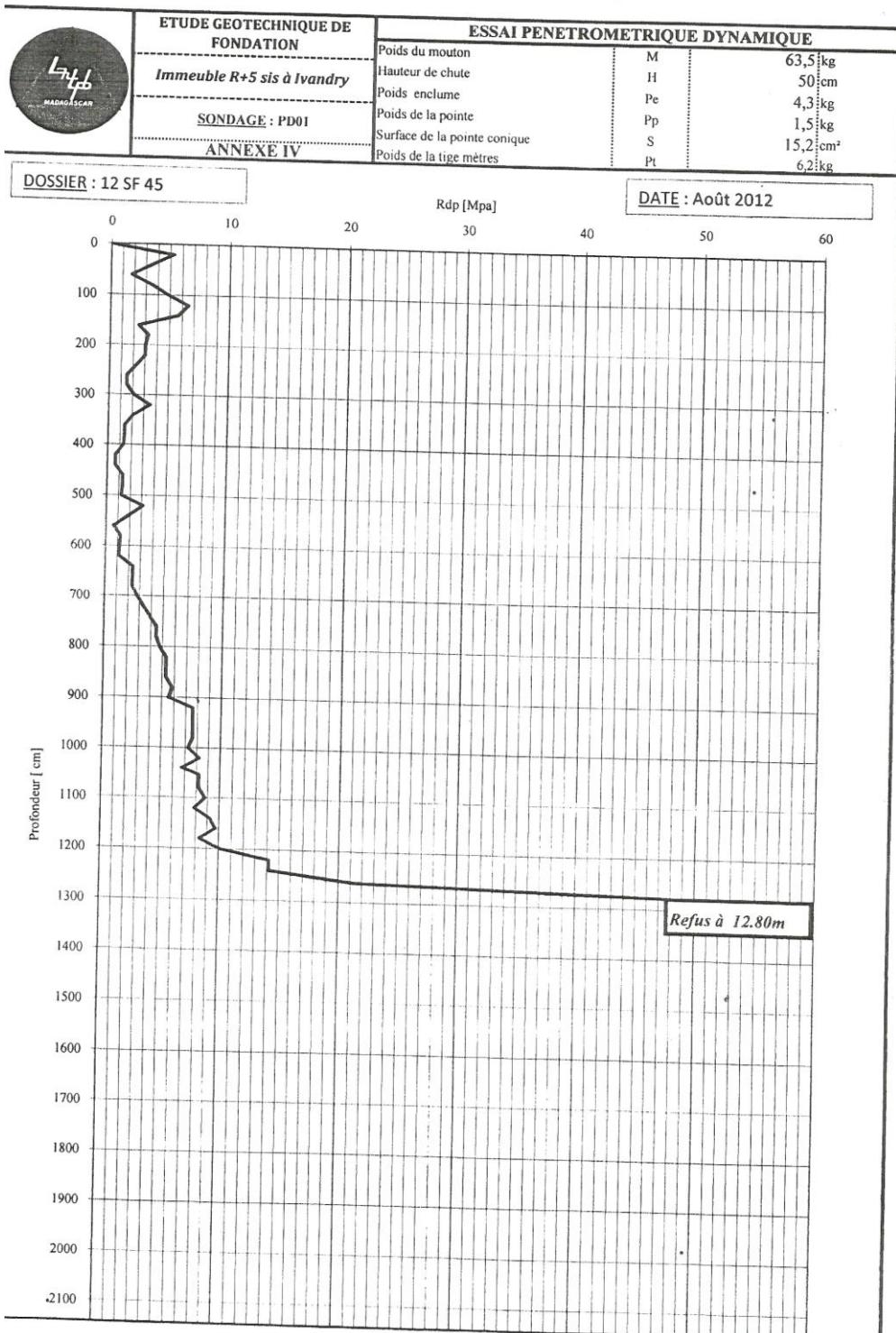
LEGENDES :

- △ – Essai pénétrométrique dynamique "Pd."
- – Essais pressiométriques "Pr"

Echelle : 1/210



DIAGRAMMES PENETROMetriQUES

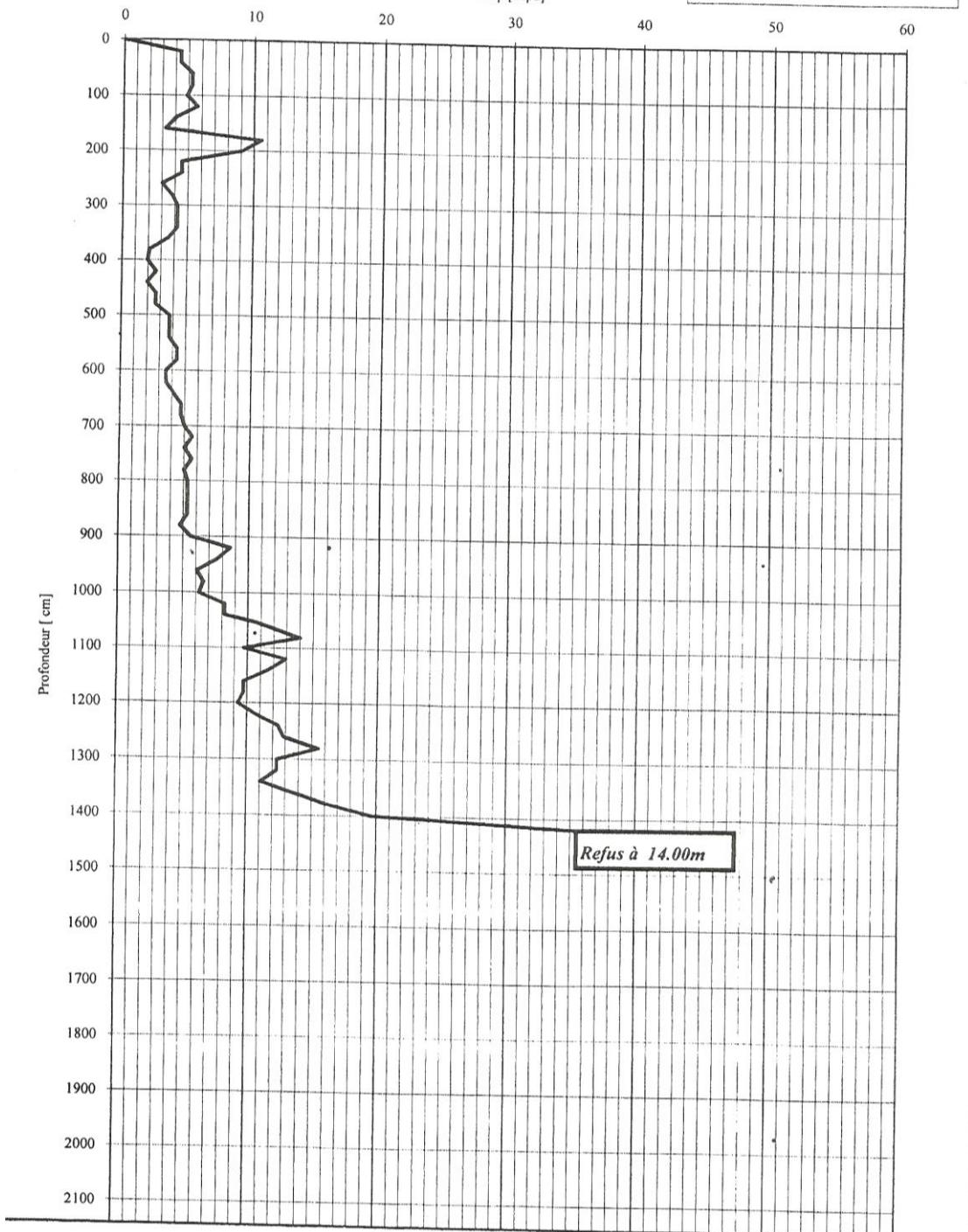


ETUDE GEOTECHNIQUE DE FONDATION		ESSAI PENETROMETRIQUE DYNAMIQUE		
Immeuble R+5 sis à Ivandry				
SONDAGE : PD02				
ANNEXE IV				
		Poids du mouton	M	63,5 kg
		Hauteur de chute	H	50 cm
		Poids enclume	Pe	4,3 kg
		Poids de la pointe	Pp	1,5 kg
		Surface de la pointe conique	S	15,2 cm ²
		Poids de la tige mètres	Pt	6,2 kg

DOSSIER : 12 SF 45

Rdp [Mpa]

DATE : Août 2012



DIAGRAMMES PRESSIONETRIQUES

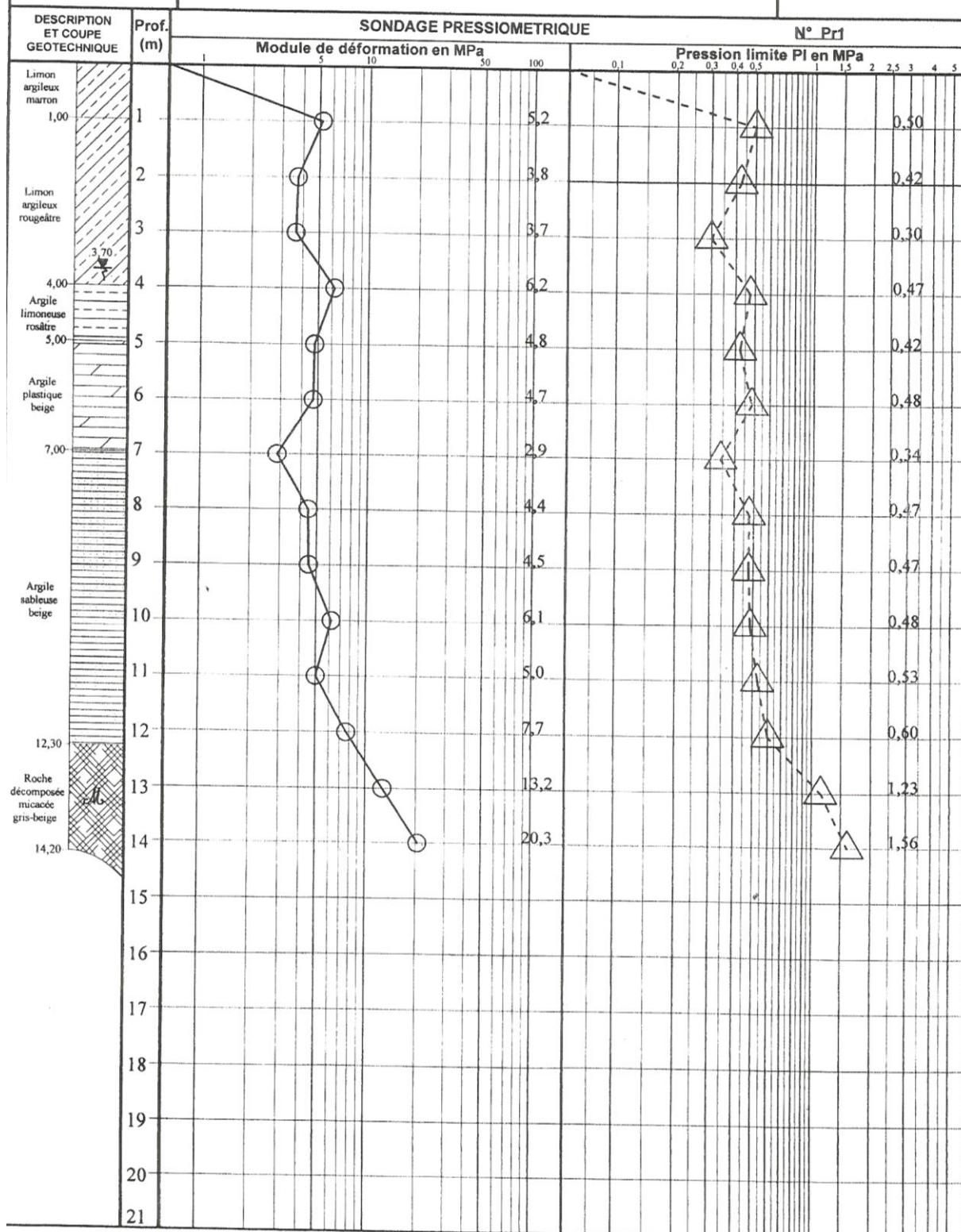


**ETUDE GEOTECHNIQUE DE FONDATION
IMMEUBLE R+5
SIS A IVANDRY**

Dossier n° 12 SF 45

Annexe n° IV

Date : Août 2012



ANNEXE IV : Descente des charges

Poteau 1

Niveau	DESIGNATIONS	Domaine d'application			Surf. ou vol.	Poids spécifique			Poids total (daN)	
		Long.	Larg.	Haut		Unité	CP	Surch.	G	Q
Toiture N1	Toiture + panne	2,67	6,95		18,52	daN/m2	40	100	741	1 852
	Poutre long	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m3	2500		666	
	Poutre Trans	6,95	0,20	0,50	0,70	daN/m3	2500		1 738	
	Plafond placoplatre +laine de verre	2,67	6,95		18,52	daN/m2	60		1 111	
								TOTAL	4 256	
Comble N2	Dalle	2,67	5,14	0,20	2,74	daN/m3	2500	150	6 842	2 053
	Revêtement	2,67	5,14		13,68	daN/m2	60		821	
	Poutre long	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m3	2500		666	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,00	0,61	daN/m3	2500		1 519	
	Maçonnerie long	2,67		2,50	6,66	daN/m3	340		2 265	
	Maçonnerie trans	5,14		2,50	12,84	daN/m3	340		4 365	
	Plafond placoplatre +laine de verre	2,67	5,14		13,68	daN/m2	60		821	
								TOTAL	18 583	
Niv R+5 N3	Dalle	2,67	5,14	0,20	2,74	daN/m3	2500	150	6 842	2 053
	Revêtement	2,67	5,14		13,68	daN/m2	60		821	
	Poutre long	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m3	2500		666	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,50	0,71	daN/m3	2500		1 772	
	Maçonnerie long	2,67		3,00	8,00	daN/m3	340		2 718	
	Maçonnerie trans	5,14		3,00	15,41	daN/m3	340		5 238	
	Plafond placoplatre +laine de verre	2,67	5,14		13,68	daN/m2	60		821	
								TOTAL	20 162	
Niv R+4 N4	Dalle	2,67	5,14	0,20	2,74	daN/m3	2500	150	6 842	2 053
	Revêtement	2,67	5,14		13,68	daN/m2	60		821	
	Poutre long	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m3	2500		666	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,85	0,78	daN/m3	2500		1 949	
	Maçonnerie long	2,67		3,35	8,93	daN/m3	340		3 035	
	Maçonnerie trans	5,14		3,35	17,20	daN/m3	340		5 849	
	Plafond placoplatre +laine de verre	2,67	5,14		13,68	daN/m2	60		821	
								TOTAL	21 268	
Niv R+3 N5	Dalle	2,67	5,14	0,20	2,74	daN/m3	2500	150	6 842	2 053
	Revêtement	2,67	5,14		13,68	daN/m2	60		821	
	Poutre long	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m3	2500		666	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,30	0,52	daN/m3	2500		1 311	
	Maçonnerie long	2,67		2,80	7,46	daN/m3	340		2 537	
	Maçonnerie trans	5,14		2,80	14,38	daN/m3	340		4 889	
	Plafond placoplatre +laine de verre	2,67	5,14		13,68	daN/m3	60		821	
								TOTAL	19 172	

Niv R+2 N6	Dalle	2,67	5,14	0,20	2,74	daN/m3	2500	150	6 842	2 053
	Revêtement	2,67	5,14		13,68	daN/m2	60		821	
	Poutre long	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m3	2500		666	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,00	0,61	daN/m3	2500		1 519	
	Maçonnerie long	2,67		2,50	6,66	daN/m3	340		2 265	
	Maçonnerie trans	5,14		2,50	12,84	daN/m3	340		4 365	
	Plafond placoplatre +laine de verre	2,67	5,14		13,68	daN/m2	60		821	
								TOTAL	18 583	
Niv R+1 N7	Dalle	2,67	5,14	0,20	2,74	daN/m3	2500	150	6 842	2 053
	Revêtement	2,67	5,14		13,68	daN/m2	60		821	
	Poutre long	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m3	2500		666	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,00	0,61	daN/m3	2500		1 519	
	Maçonnerie long	2,67		2,50	6,66	daN/m3	340		2 265	
	Maçonnerie trans	5,14		2,50	12,84	daN/m3	340		4 365	
	Plafond placoplatre + laine de verre	2,67	5,14		13,68	daN/m2	60		821	
								TOTAL	18 583	
Niv RDC N8	Dalle	2,67	5,14	0,20	2,74	daN/m3	2500	150	6 842	2 053
	Revêtement	2,67	5,14		13,68	daN/m2	60		821	
	Poutre long	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m3	2500		666	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,50	0,71	daN/m3	2500		1 772	
	Maçonnerie long	2,67		3,00	8,00	daN/m3	340		2 718	
	Maçonnerie trans	5,14		3,00	15,41	daN/m3	340		5 238	
	Plafond placoplatre + laine de verre	2,67	5,14		13,68	daN/m2	60		821	
								TOTAL	20 162	
Total :								cumulé	140 770	16 221

Poteau 2

Niveau	DESIGNATIONS	Domaine d'application				Surf. ou vol.	Poids spécifique			Poids total (daN)	
		Long	Larg	Haut	surf. 2		Unité	CP	Surch.	G	Q
Toiture N1	Toiture + panne	4,50	6,95			31,28	daN/m2	40	100	1 251	3 128
	Poutre long	4,50	0,20	0,50	1,00	0,45	daN/m3	2500		1 125	
	Poutre Trans	6,95	0,20	0,50		0,70	daN/m3	2500		1 738	
	Plafond placoplatre + laine de verre	4,50	6,95			31,28	daN/m2	60		1 877	
									TOTAL	5 990	
Comble N2	Dalle	4,50	5,14	0,20	22,66	4,53	daN/m3	2500	150	11 330	3 399
	Revêtement	4,50	5,14			23,11	daN/m2	60		1 386	
	Poutre long	4,50	0,20	0,50	1,00	0,45	daN/m3	2500		1 125	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50		0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,30	0,30	3,00		0,27	daN/m3	2500		675	
	Maçonnerie long	4,50		2,50		11,25	daN/m3	340		3 825	
	Maçonnerie trans	5,14		2,50		12,84	daN/m3	340		4 365	
	Plafond placoplatre + laine de verre	4,50	5,14			23,11	daN/m2	60		1 386	
									TOTAL	25 376	
Niv R+5 N3	Dalle	4,50	5,14	0,20	22,66	4,53	daN/m3	2500	150	11 330	3 399
	Revêtement	4,50	5,14			23,11	daN/m2	60		1 386	
	Poutre long	4,50	0,20	0,50	1,00	0,45	daN/m3	2500		1 125	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50		0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,30	0,30	3,00		0,27	daN/m3	2500		675	
	Maçonnerie long	4,50		2,50		11,25	daN/m3	340		3 825	
	Maçonnerie trans	5,14		2,50		12,84	daN/m3	340		4 365	
	Plafond placoplatre + laine de verre	4,50	5,14			23,11	daN/m2	60		1 386	
									TOTAL	25 376	
Niv R+4 N4	Dalle	4,50	5,14	0,20	22,66	4,53	daN/m3	2500	150	11 330	3 399
	Revêtement	4,50	5,14			23,11	daN/m2	60		1 386	
	Poutre long	4,50	0,20	0,50		0,45	daN/m3	2500		1 125	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50		0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,30	0,30	3,85		0,35	daN/m3	2500		866	
	Maçonnerie long	4,50		3,35		15,08	daN/m3	340		5 126	
	Maçonnerie trans	5,14		3,35		17,20	daN/m3	340		5 849	
	Plafond placoplatre + laine de verre	4,50	5,14			23,11	daN/m2	60		1 386	
									TOTAL	28 352	
Niv R+3 N5	Dalle	4,50	5,14	0,20		4,62	daN/m3	2500	150	11 554	3 466
	Revêtement	4,50	5,14			23,11	daN/m2	60		1 386	
	Poutre long	4,50	0,20	0,50	1,00	0,45	daN/m3	2500		1 125	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50		0,51	daN/m3	2500		1 284	
	poteau	0,35	0,35	3,30		0,32	daN/m3	2500		793	
	Maçonnerie long	4,50		2,80		12,60	daN/m3	340		4 284	
	Maçonnerie trans	5,14		2,80		14,38	daN/m3	340		4 889	
	Plafond placoplatre + laine de verre	4,50	5,14			23,11	daN/m3	60		1 386	
									TOTAL	26 701	

Niv R+2 N6	Dalle	4,50	5,14	0,20		4,62	daN/m3	2500	150	11 554	3 466
	Revêtement	4,50	5,14			23,11	daN/m2	60		1 386	
	Poutre long	4,50	0,20	0,50	1,00	0,45	daN/m3	2500		1 125	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50		0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,40	0,40	3,00		0,48	daN/m3	2500		1 200	
	Maçonnerie long	4,50		2,50		11,25	daN/m3	340		3 825	
	Maçonnerie trans	5,14		2,50		12,84	daN/m3	340		4 365	
	Plafond placoplatre + laine de verre	4,50	5,14			23,11	daN/m2	60		1 386	
									TOTAL	26 125	
Niv R+1 N7	Dalle	4,50	5,14	0,20		4,62	daN/m3	2500	150	11 554	3 466
	Revêtement	4,50	5,14			23,11	daN/m2	60		1 386	
	Poutre long	4,50	0,20	0,50	1,00	0,45	daN/m3	2500		1 125	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50		0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,40	0,40	3,00		0,48	daN/m3	2500		1 200	
	Maçonnerie long	4,50		2,50		11,25	daN/m3	340		3 825	
	Maçonnerie trans	5,14		2,50		12,84	daN/m3	340		4 365	
	Plafond placoplatre + laine de verre	4,50	5,14			23,11	daN/m2	60		1 386	
									TOTAL	26 125	
Niv RDC N8	Dalle	4,50	5,14	0,20		4,62	daN/m3	2500	150	11 554	3 466
	Revêtement	4,50	5,14			23,11	daN/m2	60		1 386	
	Poutre long	4,50	0,20	0,50	1,00	0,45	daN/m3	2500		1 125	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50		0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,50		0,71	daN/m3	2500		1 772	
	Maçonnerie long	4,50		3,00		13,50	daN/m3	340		4 590	
	Maçonnerie trans	5,14		3,00		15,41	daN/m3	340		5 238	
	Plafond placoplatre + laine de verre	4,50	5,14			23,11	daN/m2	60		1 386	
									TOTAL	28 335	
Total :									cumulé	192 382	27 189

Poteau 3

Niveau	DESIGNATIONS	Domaine d'application			Surf. ou vol.	Poids spécifique			Poids total (daN)	
		Long	Larg	Haut		Unité	CP	Surch.	G	Q
toiture N1	Toiture + panne	3,67	6,95		25,51	daN/m2	40	100	1 020	2 551
	Poutre long	3,67	0,20	0,50	0,37	daN/m3	2500		918	
	Poutre Trans	6,95	0,20	0,50	0,70	daN/m3	2500		1 738	
	Plafond placoplatre+laine de verre	3,67	6,95		25,51	daN/m2	60		1 530	
								TOTAL	5 206	
comble N2	Dalle	3,67	3,08	0,20	2,26	daN/m3	2500	150	5 643	1 693
	Revêtement	3,67	3,08		11,29	daN/m2	60		677	
	Poutre long	3,67	0,20	0,50	0,37	daN/m3	2500		918	
	Poutre Trans	3,08	0,20	0,50	0,31	daN/m3	2500		769	
	Poteau	0,30	0,30	3,00	0,27	daN/m3	2500		675	
	Maçonnerie long	3,67		2,50	9,18	daN/m3	340		3 120	
	Maçonnerie trans	3,08		2,50	7,69	daN/m3	340		2 614	
	Plafond placoplatre+laine de verre	3,67	3,08		11,29	daN/m2	60		677	
								TOTAL	15 091	
Niv R+5 N3	Dalle	3,67	3,08	0,20	2,26	daN/m3	2500	150	5 643	1 693
	Revêtement	3,67	3,08		11,29	daN/m2	60		677	
	Poutre long	3,67	0,20	0,50	0,37	daN/m3	2500		918	
	Poutre Trans	3,08	0,20	0,50	0,31	daN/m3	2500		769	
	Poteau	0,30	0,30	3,50	0,32	daN/m3	2500		788	
	Maçonnerie long	3,67		3,00	11,01	daN/m3	340		3 743	
	Maçonnerie trans	3,08		3,00	9,23	daN/m3	340		3 137	
	Plafond placoplatre+laine de verre	3,67	3,08		11,29	daN/m2	60		677	
								TOTAL	16 351	
Niv R+4 N4	Dalle	3,67	3,08	0,20	2,26	daN/m3	2500	150	5 643	1 693
	Revêtement	3,67	3,08		11,29	daN/m2	60		677	
	Poutre long	3,67	0,20	0,50	0,37	daN/m3	2500		918	
	Poutre Trans	3,08	0,20	0,50	0,31	daN/m3	2500		769	
	Poteau	0,30	0,30	3,85	0,35	daN/m3	2500		866	
	Maçonnerie long	3,67		3,35	12,29	daN/m3	340		4 180	
	Maçonnerie trans	3,08		3,35	10,30	daN/m3	340		3 502	
	Plafond placoplatre+laine de verre	3,67	3,08		11,29	daN/m2	60		677	
								TOTAL	17 232	
Niv R+3 N5	Dalle	3,67	5,14	0,20	3,77	daN/m3	2500	150	9 423	2 827
	Revêtement	3,67	5,14		18,85	daN/m2	60		1 131	
	Poutre long	3,67	0,20	0,50	0,37	daN/m3	2500		918	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,35	0,35	3,30	0,32	daN/m3	2500		793	
	Maçonnerie long	3,67		2,80	10,28	daN/m3	340		3 494	
	Maçonnerie trans	5,14		2,80	14,38	daN/m3	340		4 889	
	Plafond placoplatre+laine de verre	3,67	5,14		18,85	daN/m3	60		1 131	
								TOTAL	23 061	

Niv R+2	Dalle	3,67	5,14	0,20	3,77	daN/m3	2500	150	9 423	2 827
N6	Revêtement	3,67	5,14		18,85	daN/m2	60		1 131	
	Poutre long	3,67	0,20	0,50	0,37	daN/m3	2500		918	
	Poutre Trans	3,08	0,20	0,50	0,31	daN/m3	2500		769	
	Poteau	0,40	0,40	3,00	0,48	daN/m3	2500		1 200	
	Maçonnerie long	3,67		2,50	9,18	daN/m3	340		3 120	
	Maçonnerie trans	3,08		2,50	7,69	daN/m3	340		2 614	
	Plafond placoplatre+laine de verre	3,67	5,14		18,85	daN/m2	60		1 131	
								TOTAL	20 304	
Niv R+1	Dalle	3,67	5,14	0,20	3,77	daN/m3	2500	150	9 423	2 827
N7	Revêtement	3,67	5,14		18,85	daN/m2	60		1 131	
	Poutre long	3,67	0,20	0,50	0,37	daN/m3	2500		918	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,40	0,40	3,00	0,48	daN/m3	2500		1 200	
	Maçonnerie long	3,67		2,50	9,18	daN/m3	340		3 120	
	Maçonnerie trans	5,14		2,50	12,84	daN/m3	340		4 365	
	Plafond placoplatre+laine de verre	3,67	5,14		18,85	daN/m2	60		1 131	
								TOTAL	22 570	
Niv RDC	Dalle	3,67	5,14	0,20	3,77	daN/m3	2500	150	9 423	2 827
N8	Revêtement	3,67	5,14		18,85	daN/m2	60		1 131	
	Poutre long	3,67	0,20	0,50	0,37	daN/m3	2500		918	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,50	0,71	daN/m3	2500		1 772	
	Maçonnerie long	3,67		3,00	11,01	daN/m3	340		3 743	
	Maçonnerie trans	5,14		3,00	15,41	daN/m3	340		5 238	
	Plafond placoplatre+laine de verre	3,67	5,14		18,85	daN/m2	60		1 131	
								TOTAL	24 638	
Total :									144 452	18 936

Poteau 4

Niveau	DESIGNATIONS	Domaine d'application				Surf. ou vol.	Poids spécifique			Poids total (daN)	
		Long	Larg	Haut	surf. 2		Unité	CP	Surch.	G	Q
Toiture N1	Toiture + panne	2,06	6,95			14,32	daN/m2	40	100	573	1 432
	Poutre long	2,06	0,20	0,50	1,00	0,21	daN/m3	2500		515	
	Poutre Trans	6,95	0,20	0,50		0,70	daN/m3	2500		1 738	
	Plafond placoplatre+laine de verre	2,06	6,95			14,32	daN/m2	60		859	
									TOTAL	3 684	
Comble N2	Dalle	4,51	3,10	0,20	19,35	3,87	daN/m3	2500	150	9 675	2 903
	Revêtement	4,51	3,10			13,97	daN/m2	60		838	
	Poutre long	4,51	0,20	0,50	1,00	0,45	daN/m3	2500		1 126	
	Poutre Trans	3,10	0,20	0,50		0,31	daN/m3	2500		775	
	Poteau	0,20	0,40	3,00		0,24	daN/m3	2500		600	
	Maçonnerie long	4,51		2,50		11,26	daN/m3	340		3 829	
	Maçonnerie trans	3,10		2,50		7,75	daN/m3	340		2 635	
	Plafond placoplatre+laine de verre	4,51	3,10			13,97	daN/m2	60		838	
									TOTAL	20 316	
Niv R+5 N3	Dalle	4,51	5,14	0,20	19,35	3,87	daN/m3	2500	150	9 675	2 903
	Revêtement	4,51	5,14			23,13	daN/m2	60		1 388	
	Poutre long	4,51	0,20	0,50	1,00	0,45	daN/m3	2500		1 126	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50		0,51	daN/m3	2500		1 284	
	poteau	0,30	0,30	3,50		0,32	daN/m3	2500		788	
	Maçonnerie long	4,51		3,00		13,52	daN/m3	340		4 595	
	Maçonnerie trans	5,14		3,00		15,41	daN/m3	340		5 238	
	Plafond placoplatre+laine de verre	4,51	5,14			23,13	daN/m2	60		1 388	
									TOTAL	25 481	
Niv R+4 N4	Dalle	4,51	5,14	0,20	19,35	3,87	daN/m3	2500	150	9 675	2 903
	Revêtement	4,51	5,14			23,13	daN/m2	60		1 388	
	Poutre long	4,51	0,20	0,50		0,45	daN/m3	2500		1 126	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50		0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,30	0,30	3,85		0,35	daN/m3	2500		866	
	Maçonnerie long	4,51		3,35		15,09	daN/m3	340		5 131	
	Maçonnerie trans	5,14		3,35		17,20	daN/m3	340		5 849	
	Plafond placoplatre+laine de verre	4,51	5,14			23,13	daN/m2	60		1 388	
									TOTAL	26 707	
Niv R+3 N5	Dalle	4,51	5,14	0,20		4,63	daN/m3	2500	150	11 567	3 470
	Revêtement	4,51	5,14			23,13	daN/m2	60		1 388	
	Poutre long	4,51	0,20	0,50	1,00	0,45	daN/m3	2500		1 126	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50		0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,35	0,35	3,30		0,32	daN/m3	2500		793	
	Maçonnerie long	4,51		2,80		12,61	daN/m3	340		4 289	
	Maçonnerie trans	5,14		2,80		14,38	daN/m3	340		4 889	
	Plafond placoplatre+laine de verre	4,51	5,14			23,13	daN/m3	60		1 388	

									TOTAL	26 723	
Niv R+2 N6	Dalle	4,51	5,14	0,20		4,63	daN/m3	2500	150	11 567	3 470
	Revêtement	4,51	5,14			23,13	daN/m2	60		1 388	
	Poutre long	4,51	0,20	0,50	1,00	0,45	daN/m3	2500		1 126	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50		0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,40	0,40	3,00		0,48	daN/m3	2500		1 200	
	Maçonnerie long	4,51		2,50		11,26	daN/m3	340		3 829	
	Maçonnerie trans	5,14		2,50		12,84	daN/m3	340		4 365	
	Plafond placoplatre+laine de verre	4,51	5,14			23,13	daN/m2	60		1 388	
									TOTAL	26 147	
Niv R+1 N7	Dalle	4,51	5,14	0,20		4,63	daN/m3	2500	150	11 567	3 470
	Revêtement	4,51	5,14			23,13	daN/m2	60		1 388	
	Poutre long	4,51	0,20	0,50	1,00	0,45	daN/m3	2500		1 126	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50		0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,40	0,40	3,00		0,48	daN/m3	2500		1 200	
	Maçonnerie long	4,51		2,50		11,26	daN/m3	340		3 829	
	Maçonnerie trans	5,14		2,50		12,84	daN/m3	340		4 365	
	Plafond placoplatre+laine de verre	4,51	5,14			23,13	daN/m2	60		1 388	
									TOTAL	26 147	
Niv RDC N8	Dalle	4,51	5,14	0,20		4,63	daN/m3	2500	150	11 567	3 470
	Rêvetement	4,51	5,14			23,13	daN/m2	60		1 388	
	Poutre long	4,51	0,20	0,50	1,00	0,45	daN/m3	2500		1 126	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50		0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,50		0,71	daN/m3	2500		1 772	
	Maçonnerie long	4,51		3,00		13,52	daN/m3	340		4 595	
	Maçonnerie trans	5,14		3,00		15,41	daN/m3	340		5 238	
	Plafond placoplatre+laine de verre	4,51	5,14			23,13	daN/m2	60		1 388	
									TOTAL	28 357	
	Total :									183 563	24 019

Poteau 5

Niveau	DESIGNATIONS	Domaine d'application			Surf. ou vol.	Poids spécifique			Poids total (daN)	
		Long	Larg	Haut		Unité	CP	Surch.	G	Q
Toiture N1	Toiture + panne	2,67	5,14		13,71	daN/m2	40	100	548	1 371
	Poutre long	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m3	2500		668	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Plafond placoplatre+laine de verre	2,67	5,14		13,71	daN/m2	60		823	
								TOTAL	3 322	
comble N2	Dalle	2,67	5,14	0,20	2,74	daN/m3	2500	150	6 855	2 057
	Revêtement	2,67	5,14		13,71	daN/m2	60		823	
	Poutre long	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m3	2500		668	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,00	0,61	daN/m3	2500		1 519	
	Maçonnerie long	2,67		2,50	6,68	daN/m3	340		2 270	
	Maçonnerie trans	5,14		2,50	12,84	daN/m3	340		4 365	
	Plafond placoplatre+laine de verre	2,67	5,14		13,71	daN/m2	60		823	
								TOTAL	18 605	
Niv R+5 N3	Dalle	2,67	5,14	0,20	2,74	daN/m3	2500	150	6 855	2 057
	Revêtement	2,67	5,14		13,71	daN/m2	60		823	
	Poutre long	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m3	2500		668	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,50	0,71	daN/m3	2500		1 772	
	Maçonnerie long	2,67		3,00	8,01	daN/m3	340		2 723	
	Maçonnerie trans	5,14		3,00	15,41	daN/m3	340		5 238	
	Plafond placoplatre+laine de verre	2,67	5,14		13,71	daN/m2	60		823	
								TOTAL	20 185	
Niv R+4 N4	Dalle	2,67	5,14	0,20	2,74	daN/m3	2500	150	6 855	2 057
	Rêvetement	2,67	5,14		13,71	daN/m2	60		823	
	Poutre long	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m3	2500		668	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,85	0,78	daN/m3	2500		1 949	
	Maçonnerie long	2,67		3,35	8,94	daN/m3	340		3 041	
	Maçonnerie trans	5,14		3,35	17,20	daN/m3	340		5 849	
	Plafond placoplatre+laine de verre	2,67	5,14		13,71	daN/m2	60		823	
								TOTAL	21 291	
Niv R+3 N5	Dalle	2,67	5,14	0,20	2,74	daN/m3	2500	150	6 855	2 057
	Revêtement	2,67	5,14		13,71	daN/m2	60		823	
	Poutre long	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m3	2500		668	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,30	0,52	daN/m3	2500		1 311	
	Maçonnerie long	2,67		2,80	7,48	daN/m3	340		2 542	
	Maçonnerie trans	5,14		2,80	14,38	daN/m3	340		4 889	
	Plafond placoplatre+laine de verre	2,67	5,14		13,71	daN/m3	60		823	

								TOTAL	19 194	
Niv R+2 N6	Dalle	2,67	5,14	0,20	2,74	daN/m3	2500	150	6 855	2 057
	Revêtement	2,67	5,14		13,71	daN/m2	60		823	
	Poutre long	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m3	2500		668	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,00	0,61	daN/m3	2500		1 519	
	Maçonnerie long	2,67		2,50	6,68	daN/m3	340		2 270	
	Maçonnerie trans	5,14		2,50	12,84	daN/m3	340		4 365	
	Plafond placoplatre+laine de verre	2,67	5,14		13,71	daN/m2	60		823	
								TOTAL	18 605	
Niv R+1 N7	Dalle	2,67	5,14	0,20	2,74	daN/m3	2500	150	6 855	2 057
	Revêtement	2,67	5,14		13,71	daN/m2	60		823	
	Poutre long	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m3	2500		668	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,00	0,61	daN/m3	2500		1 519	
	Maçonnerie long	2,67		2,50	6,68	daN/m3	340		2 270	
	Maçonnerie trans	5,14		2,50	12,84	daN/m3	340		4 365	
	Plafond placoplatre+laine de verre	2,67	5,14		13,71	daN/m2	60		823	
								TOTAL	18 605	
Niv RDC N8	Dalle	2,67	5,14	0,20	2,74	daN/m3	2500	150	6 855	2 057
	Revêtement	2,67	5,14		13,71	daN/m2	60		823	
	Poutre long	2,67	0,20	0,50	0,27	daN/m3	2500		668	
	Poutre Trans	5,14	0,20	0,50	0,51	daN/m3	2500		1 284	
	Poteau	0,45	0,45	3,50	0,71	daN/m3	2500		1 772	
	Maçonnerie long	2,67		3,00	8,01	daN/m3	340		2 723	
	Maçonnerie trans	5,14		3,00	15,41	daN/m3	340		5 238	
	Plafond placoplatre+laine de verre	2,67	5,14		13,71	daN/m2	60		823	
								TOTAL	20 185	
Total :									139 990	15 767

Récapitulation de toutes les charges appliquées pour chaque poteau

P1	G	Q	W	Total	0,9ELU	0,9ELS
Niveau						
toiture	4 256	1 852	39	6 147	7707	5525
comble	22 839	3 905	630	27 374	33588	24506
Niv R+5	43 002	5 958	2215	51 174	62283	45598
Niv R+4	64 269	8 010	5073	77 353	93467	68567
Niv R+3	83 441	10 063	13971	107 475	127540	93836
Niv R+2	102 024	12 116	12267	126 407	151356	111227
Niv R+1	120 608	14 168	16792	151 568	180778	132935
RDC	140 770	16 221	22966	179 958	213604	157208
%	78	9	13			

P2	G	Q	W	Total	1,15ELU	1,15ELS
Niveau						
toiture	5 990	3 128	97	9 214	14805	8273
comble	31 366	6 527	1545	39 438	61732	35174
Niv R+5	56 743	9 926	5433	72 101	111462	63766
Niv R+4	85 095	13 325	12442	110 861	169402	97200
Niv R+3	111 796	16 791	20728	149 315	226365	130093
Niv R+2	137 921	20 257	30087	188 265	283665	163210
Niv R+1	164 047	23 723	41183	228 953	342965	197533
RDC	192 382	27 189	56327	275 898	410349	236648
%	70	10	20			

P3	G	Q	W	Total	1,15ELU	1,15ELS
Niveau						
toiture	5 206	2 551	0	7 756	12482	6981
comble	20 297	4 243	0	24 540	38831	22086
Niv R+5	36 648	5 936	0	42 584	67135	38325
Niv R+4	53 879	7 629	0	61 508	96808	55358
Niv R+3	76 941	10 456	0	87 396	137487	78657
Niv R+2	97 244	13 283	0	110 527	173884	99474
Niv R+1	119 814	16 109	0	135 923	213800	122331
RDC	144 452	18 936	0	163 389	256927	147050
%	88	12	0			

P4	G	Q	W	Total	1,15ELU	1,15ELS
Niveau						
toiture	3 684	1 432	97	5 212	8300	4671
comble	24 001	4 334	1545	29 880	46514	26572
Niv R+5	49 482	7 237	5433	62 151	95551	54811
Niv R+4	76 189	10 139	12442	98 770	150081	86317
Niv R+3	102 912	13 609	20728	137 249	207084	119234
Niv R+2	129 059	17 079	30087	176 224	264425	152374
Niv R+1	155 205	20 549	41183	216 938	323765	186719
RDC	183 563	24 019	56327	263 909	391190	225858
%	70	9	21			

P5						
Niveau	G	Q	W	Total	0,9ELU	0,9ELS
toiture	3 322	1 371	39	4 733	5923	4251
comble	21 927	3 428	629	25 984	31835	23255
Niv R+5	42 112	5 484	2213	49 809	60561	44370
Niv R+4	63 402	7 541	5068	76 011	91775	67361
Niv R+3	82 596	9 597	8443	100 636	120909	88825
Niv R+2	101 201	11 654	12255	125 110	149721	110062
Niv R+1	119 805	13 710	16775	150 291	179170	131789
RDC	139 990	15 767	22943	178 701	212023	156081
%	78	9	13			

XL

ANNEXE V :

Organigrammes de

calcul

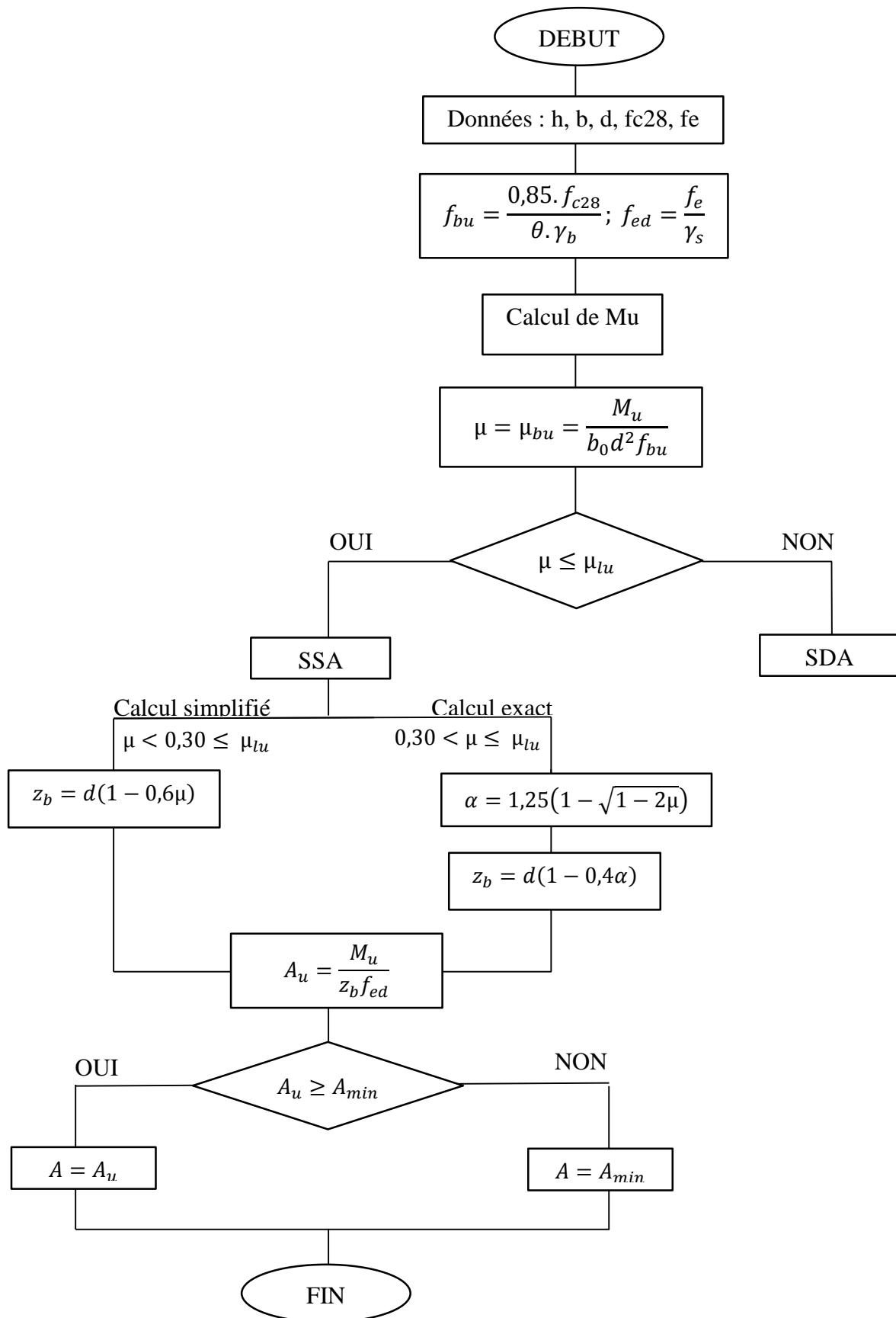


Figure 12 : Organigramme de calcul d'une Poutre à Section Simplement Armée (flexion simple à l'ELU)

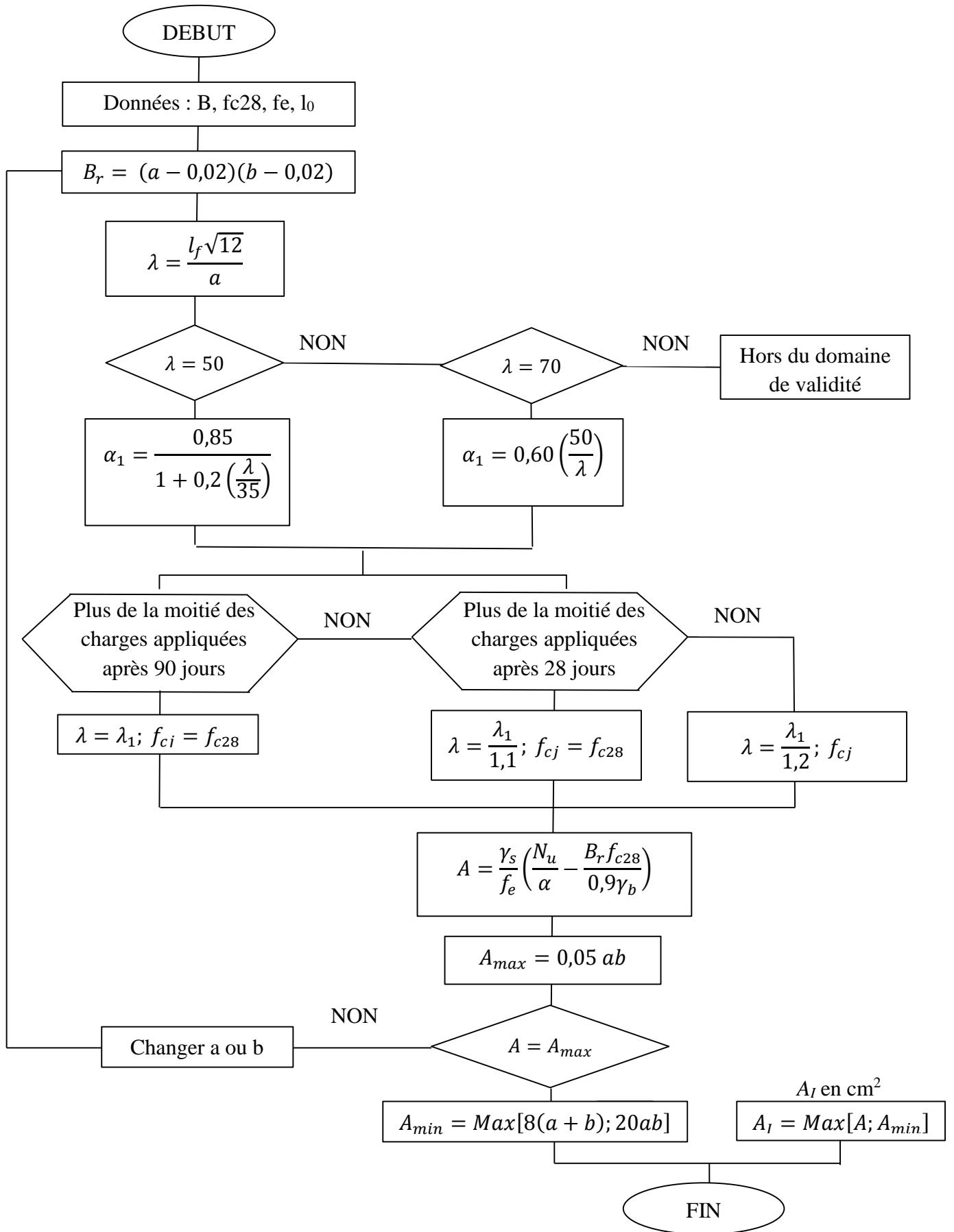
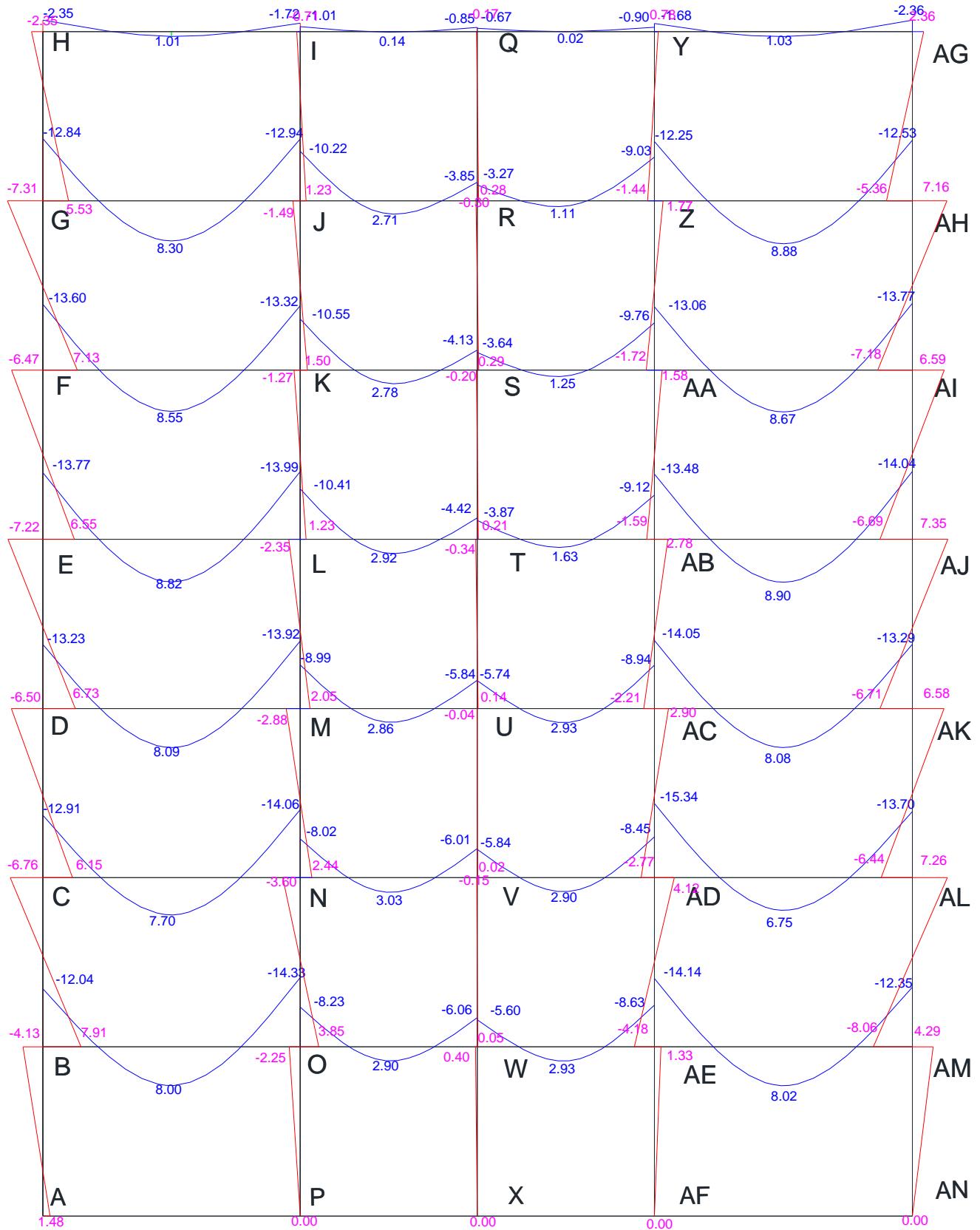


Figure 13 : Organigramme de calcul d'un Poteau soumis à la compression simple.

Sections des armatures [cm²]

Φ [mm]	SECTIONS [cm ²]										Φ [mm]	poids [kg/m]	P.N [cm]
	1 barre	2 barres	3 barres	4 barres	5 barres	6 barres	7 barres	8 barres	9 barres	10 barres			
5	0,196	0,392	0,589	0,785	0,98	1,18	1,374	1,57	1,77	1,96	5	0,154	1,57
6	0,283	0,565	0,848	1,13	1,414	1,696	1,979	2,26	2,54	2,83	6	0,222	1,86
8	0,503	1,00	1,508	2,01	2,513	3,016	3,518	4,02	4,52	5,03	8	0,394	2,51
10	0,785	1,57	2,356	3,14	3,92	4,71	5,498	6,28	7,07	7,85	10	0,616	3,14
12	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,78	7,92	9,05	10,18	11,31	12	0,887	3,77
14	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,85	15,39	14	1,208	4,4
16	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,16	14,07	16,08	18,10	20,11	16	1,578	5,03
20	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,17	31,42	20	2,466	6,28
25	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09	25	3,853	7,85
32	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,30	64,34	72,38	80,42	32	6,313	10,05
40	12,57	25,13	37,7	50,27	62,83	75,4	87,96	100,53	113,1	125,66	40	9,954	12,57

ANNEXE VI : Courbes et diagrammes



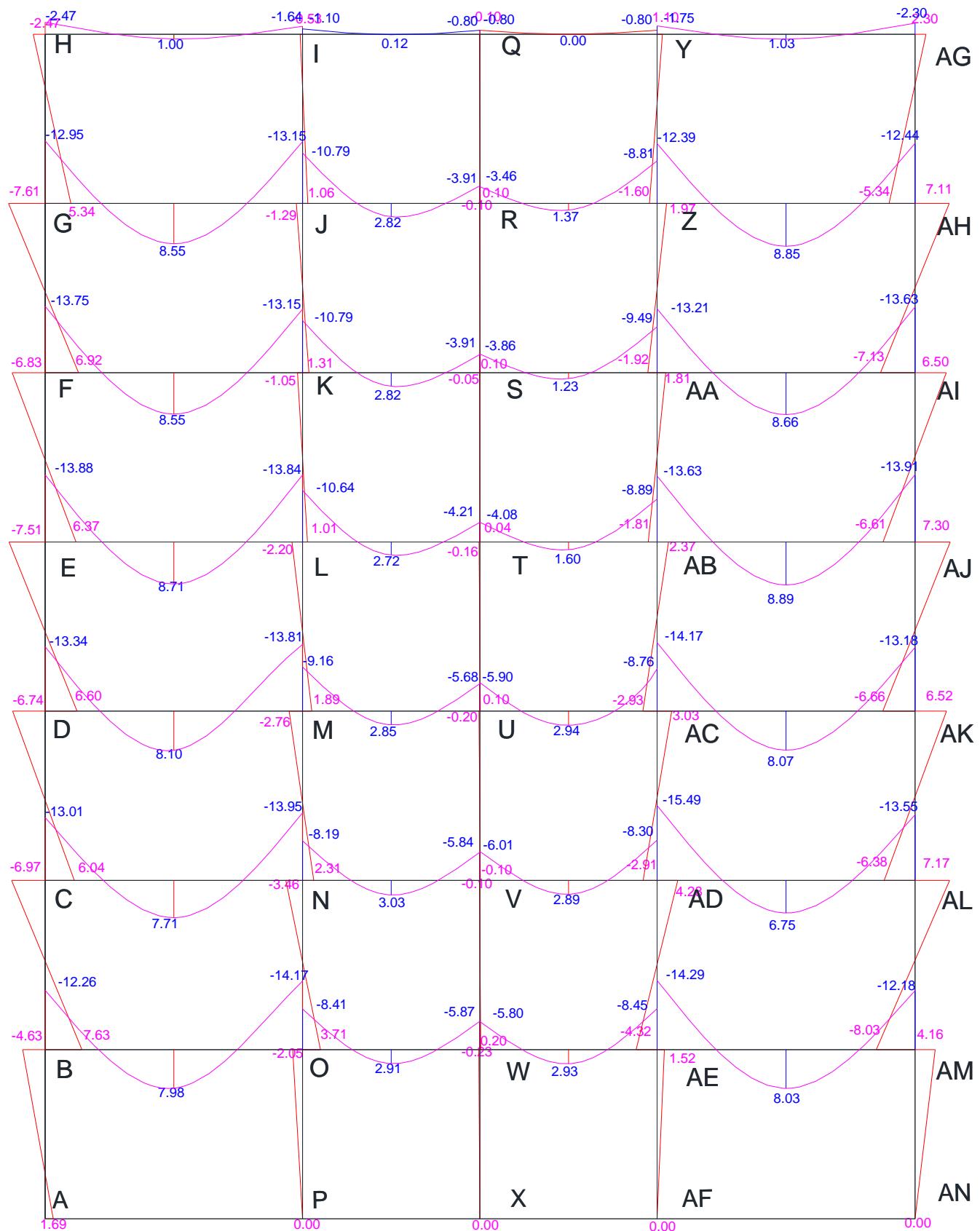


Diagramme de moment fléchissant à l'ELU avec vent gauche en [kN.m]

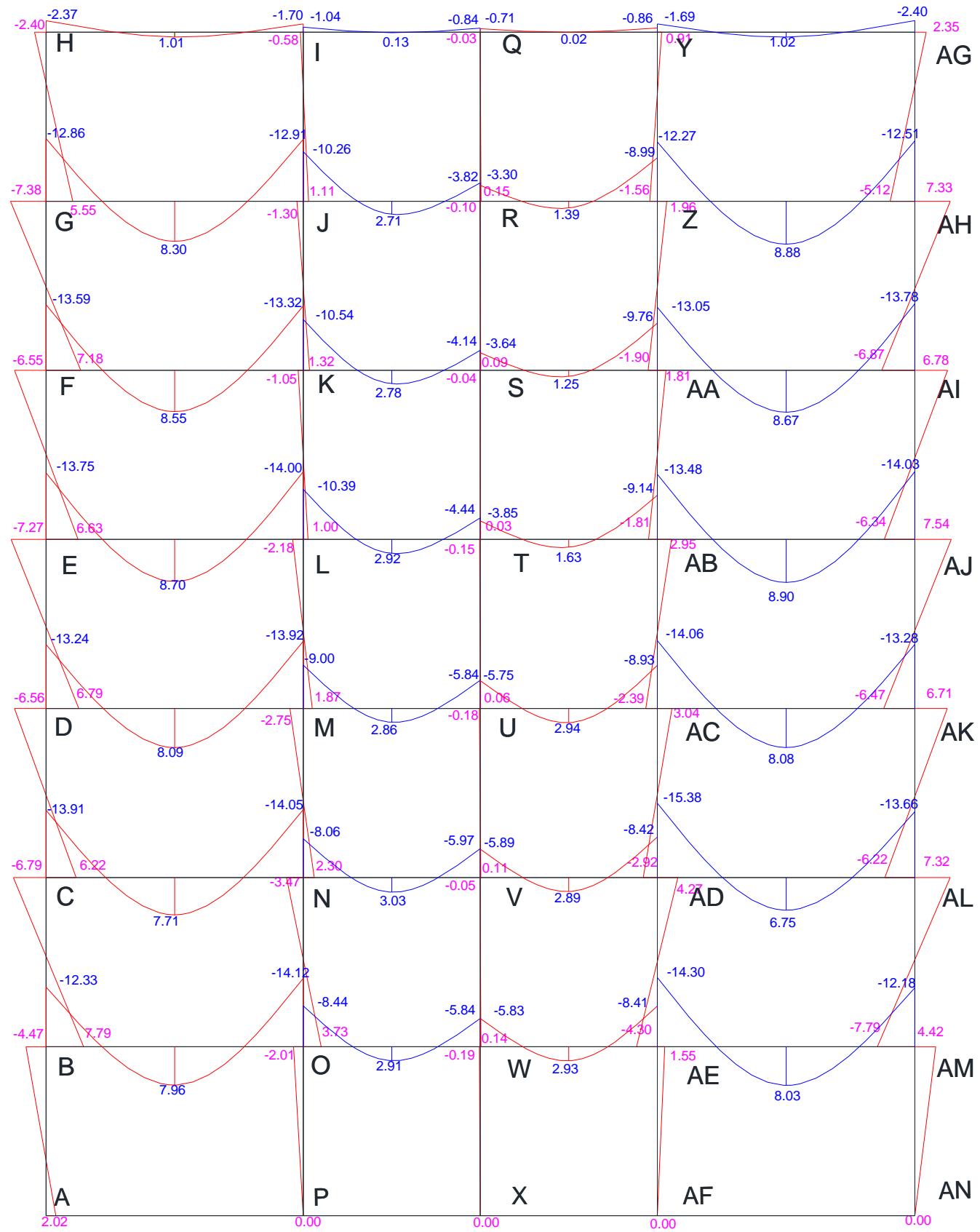
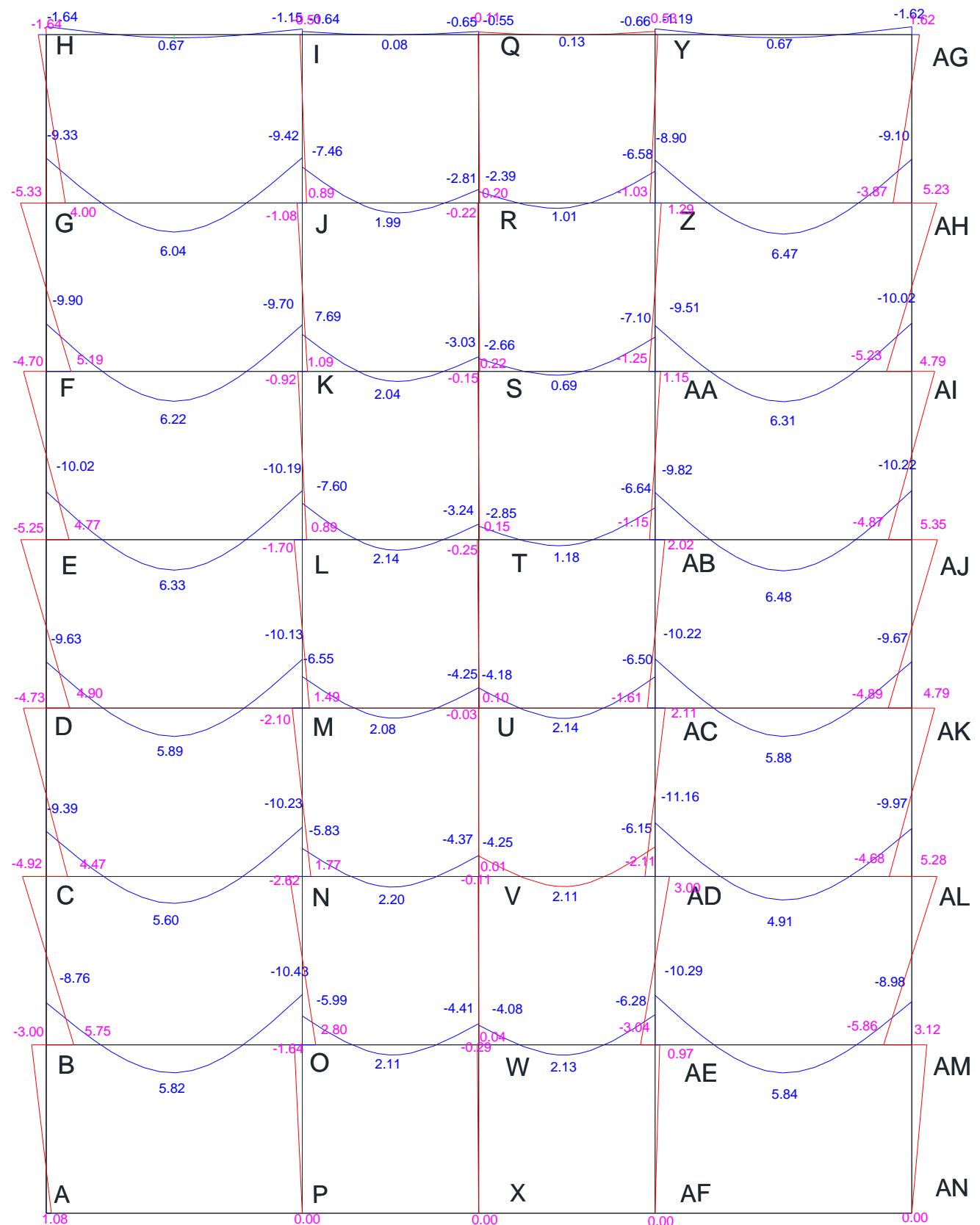


Diagramme de moment fléchissant à l'ELU avec vent droit en [kN.m]



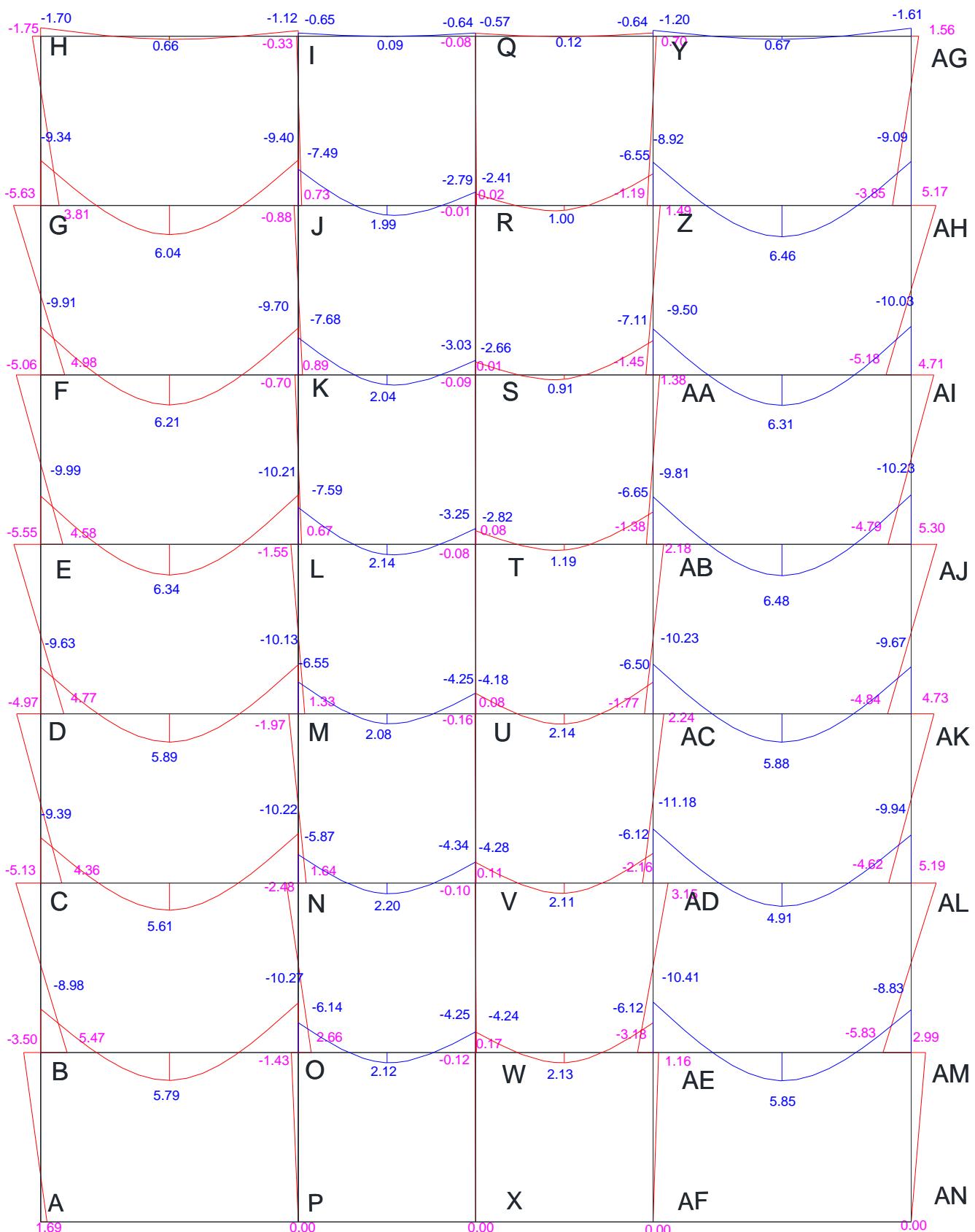


Diagramme de moment fléchissant à l'ELS avec vent gauche en [kN.m]

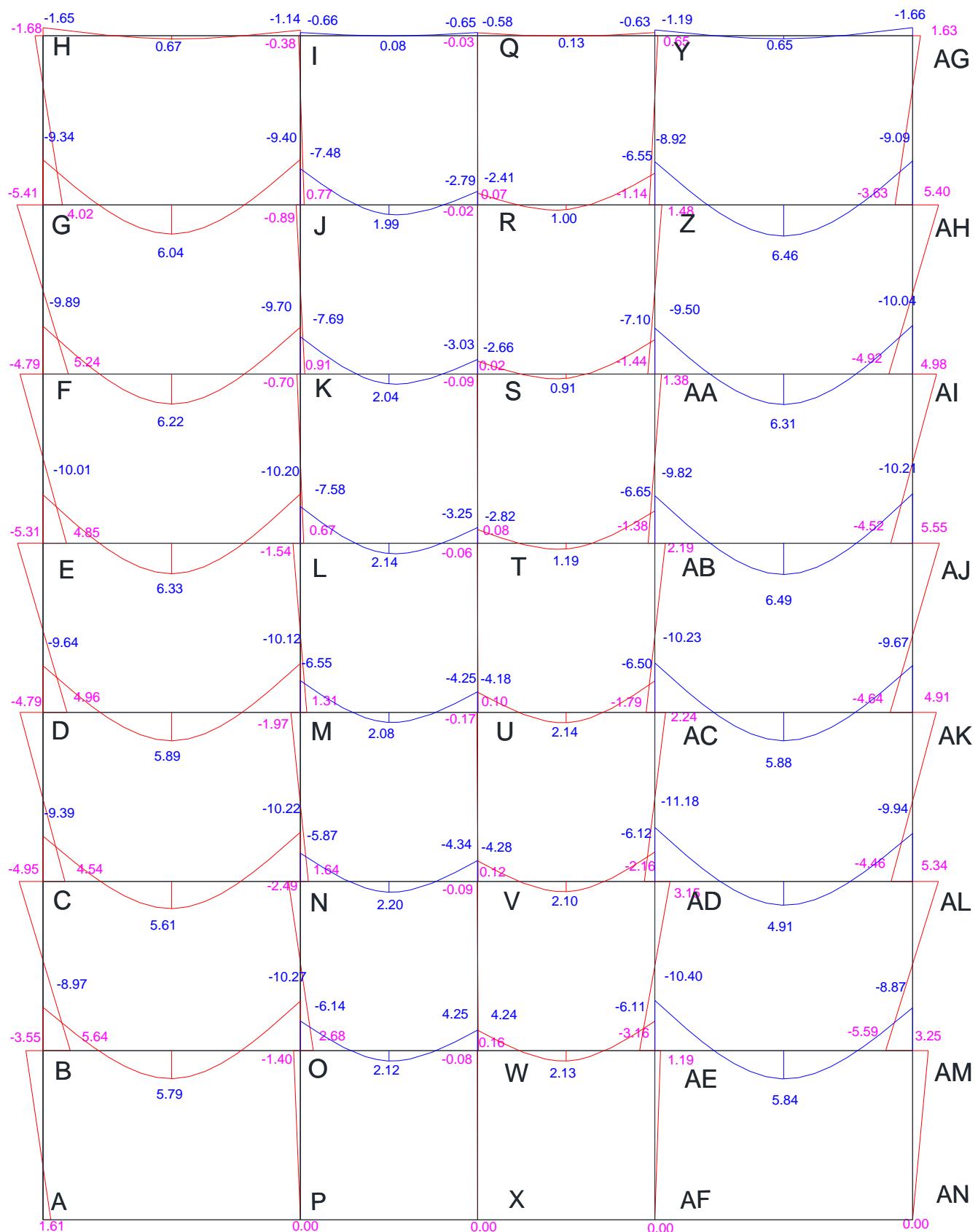


Diagramme de moment fléchissant à l'ELS avec vent droit en [kN.m]

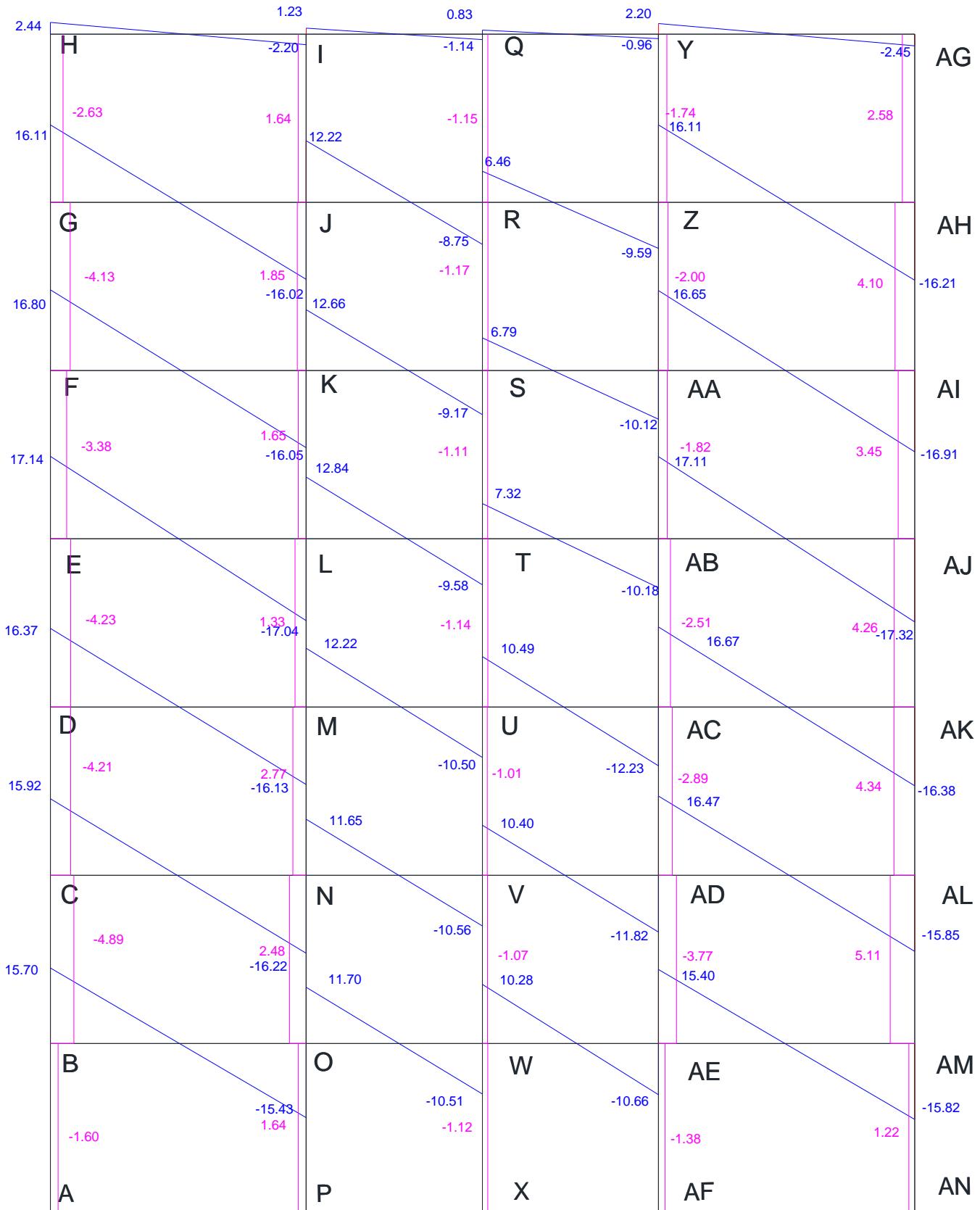


Diagramme de l'effort tranchant à l'ELU sans vent en [kN.m]

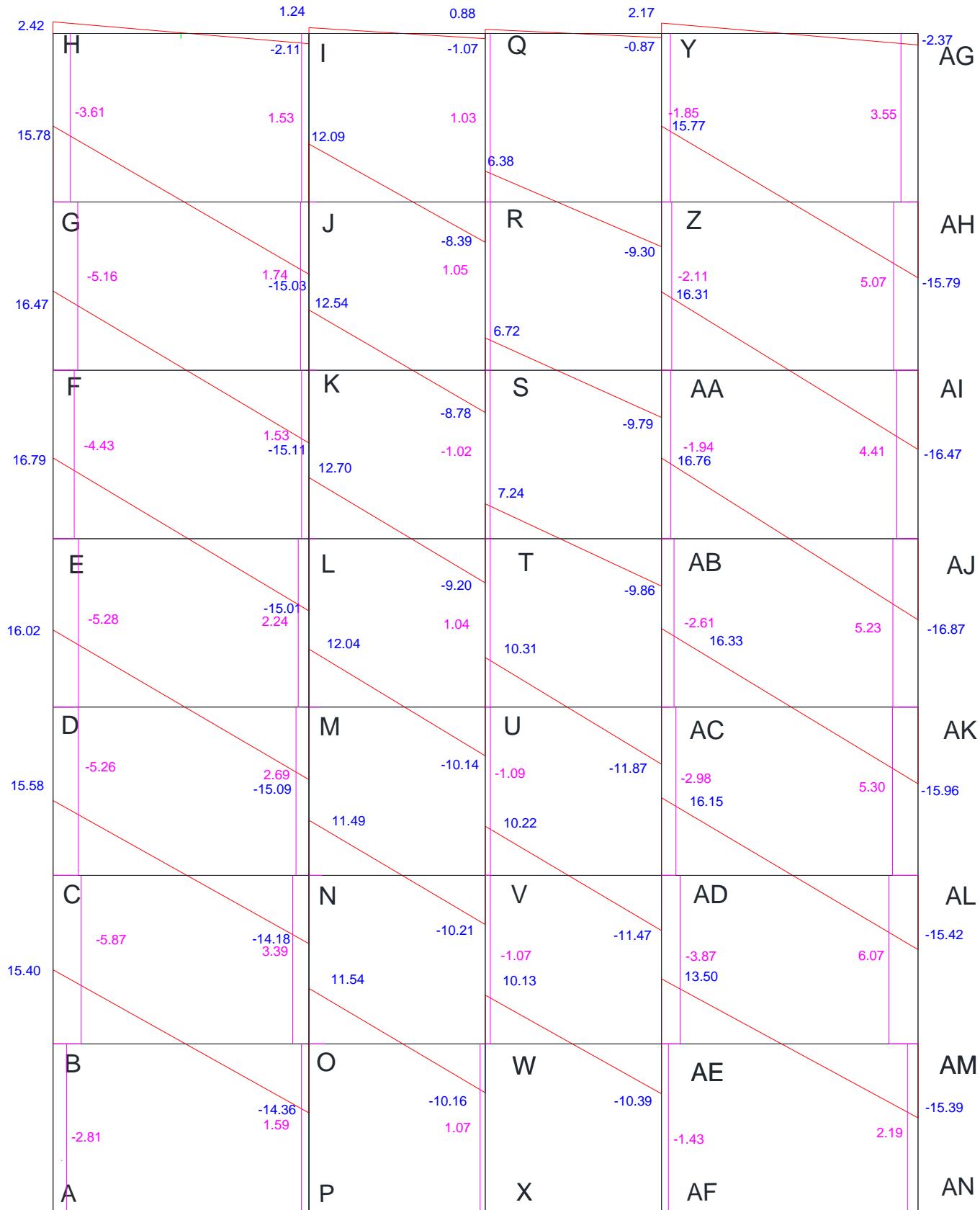


Diagramme de l'effort tranchant à l'ELU avec vent gauche en [kN.m]

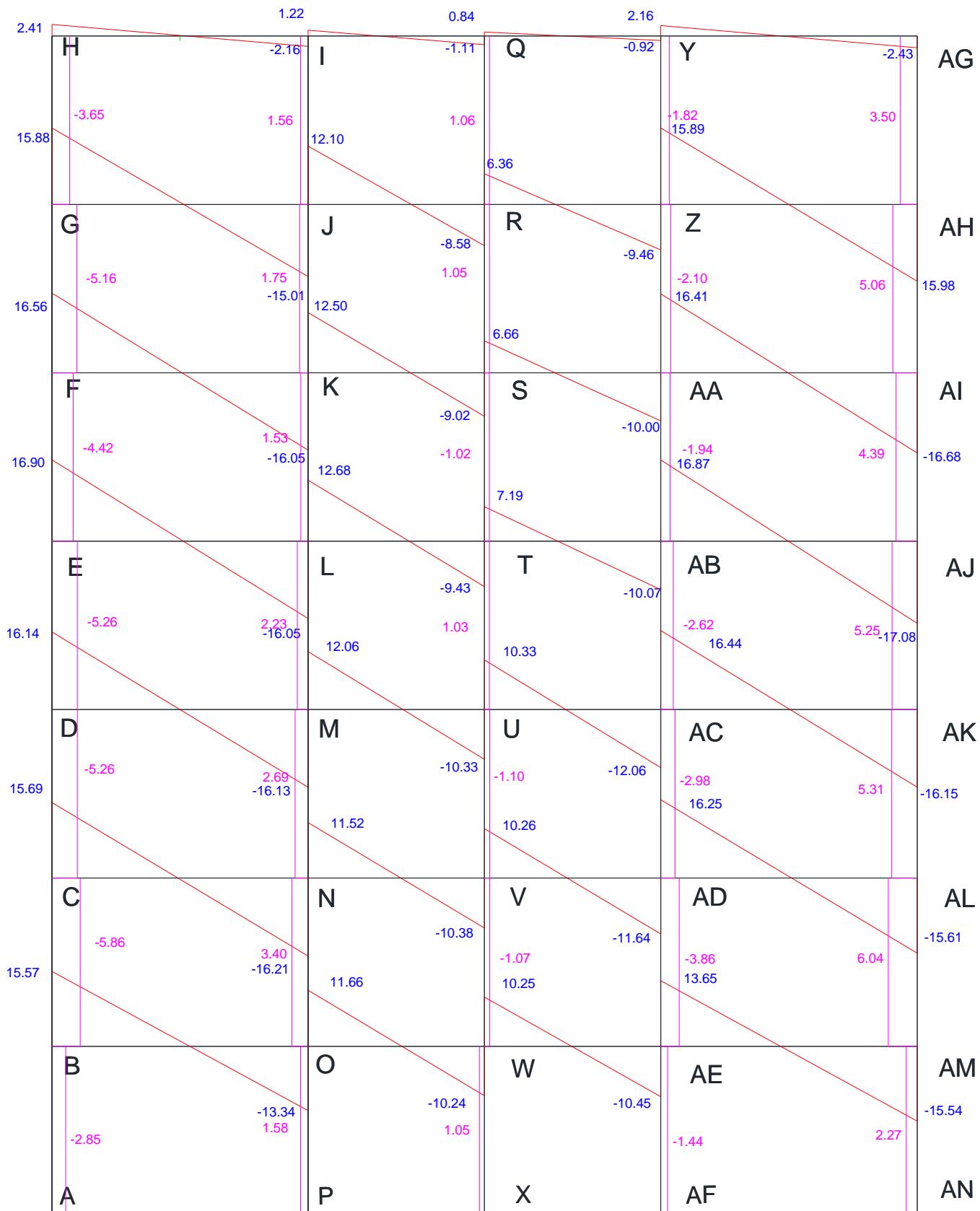


Diagramme de l'effort tranchant à l'ELU avec vent droit en [kN.m]

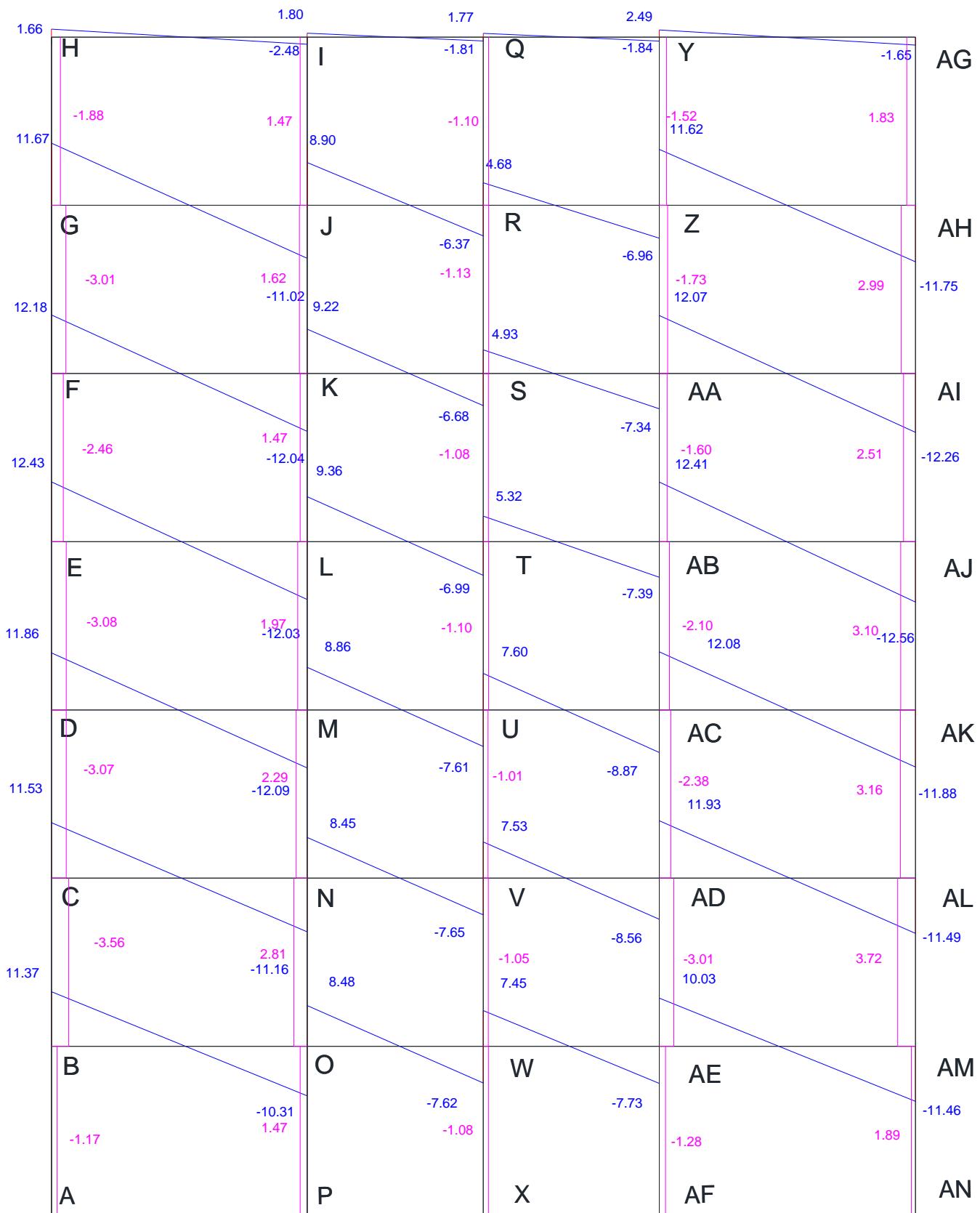


Diagramme de l'effort tranchant à l'ELS sans vent en [kN.m]

LV

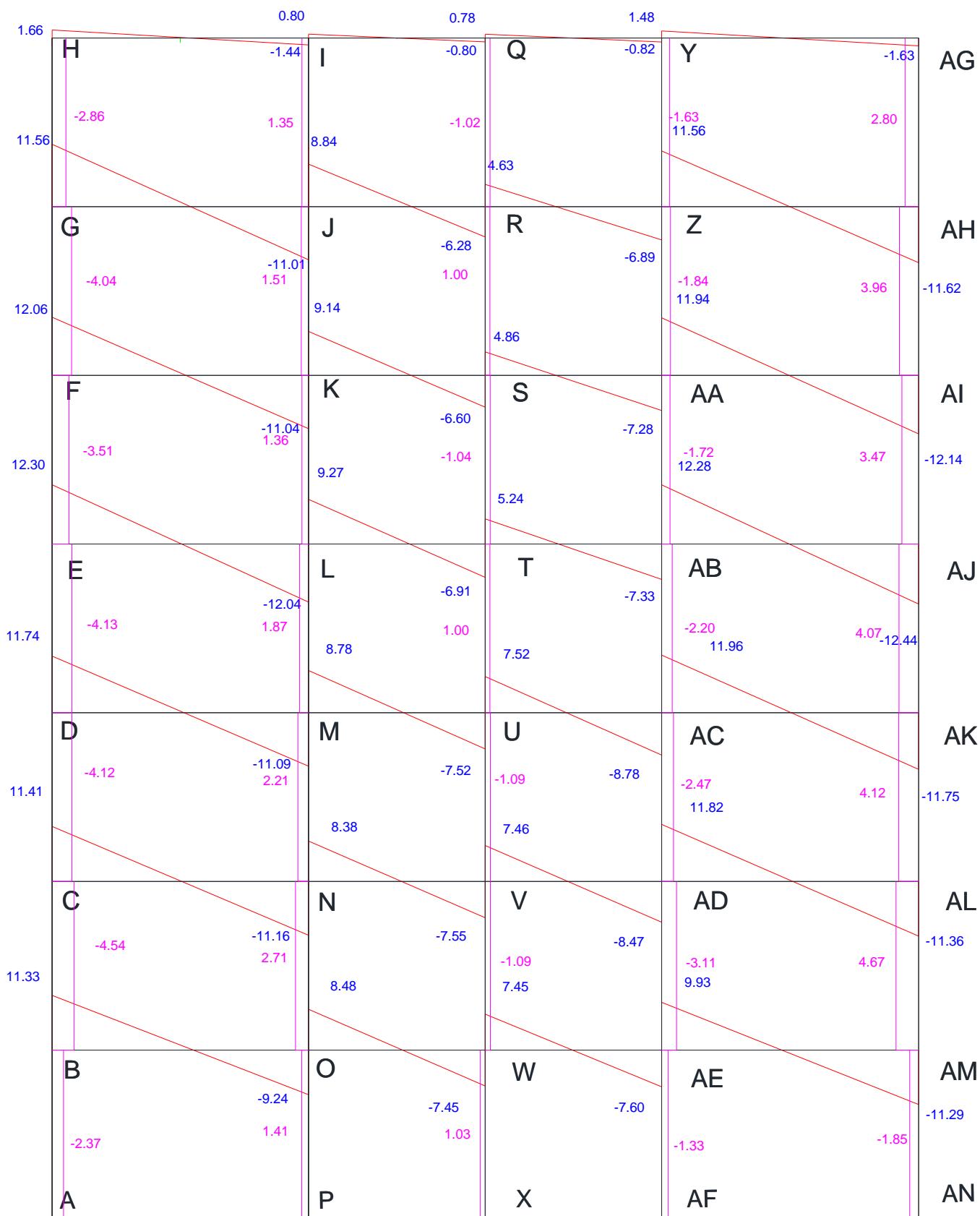


Diagramme de l'effort tranchant à l'ELS avec vent gauche en [kN.m]

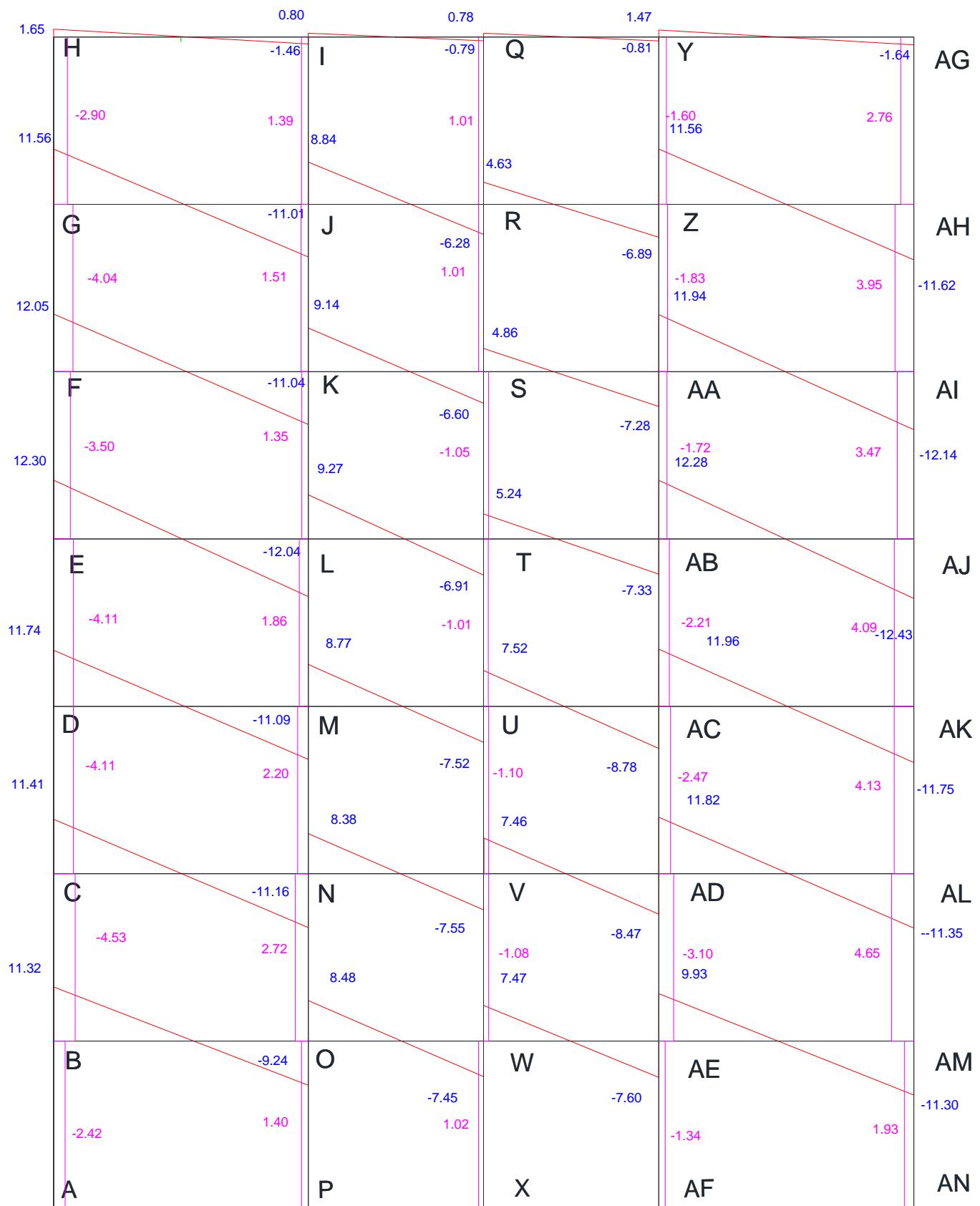
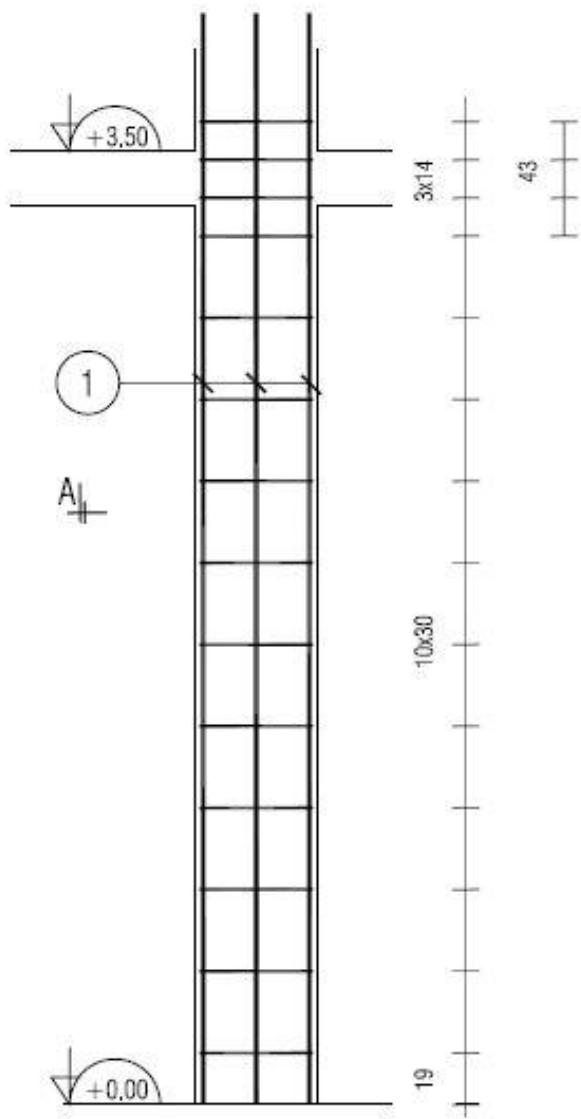


Diagramme de l'effort tranchant à l'ELS avec vent droit en [kN.m]

ANNEXE VII :

Ferraillage



Pos.	Armature	Forme
(1)	8HA25 $l=3,80$	3,75
(2)	14HA8 $l=1,52$	38
(3)	14HA6 $l=50$	36

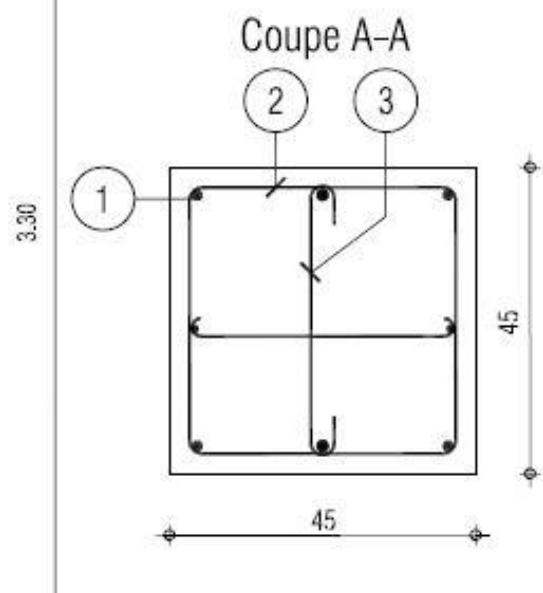


Figure 16 : Ferraillage du Poteau.

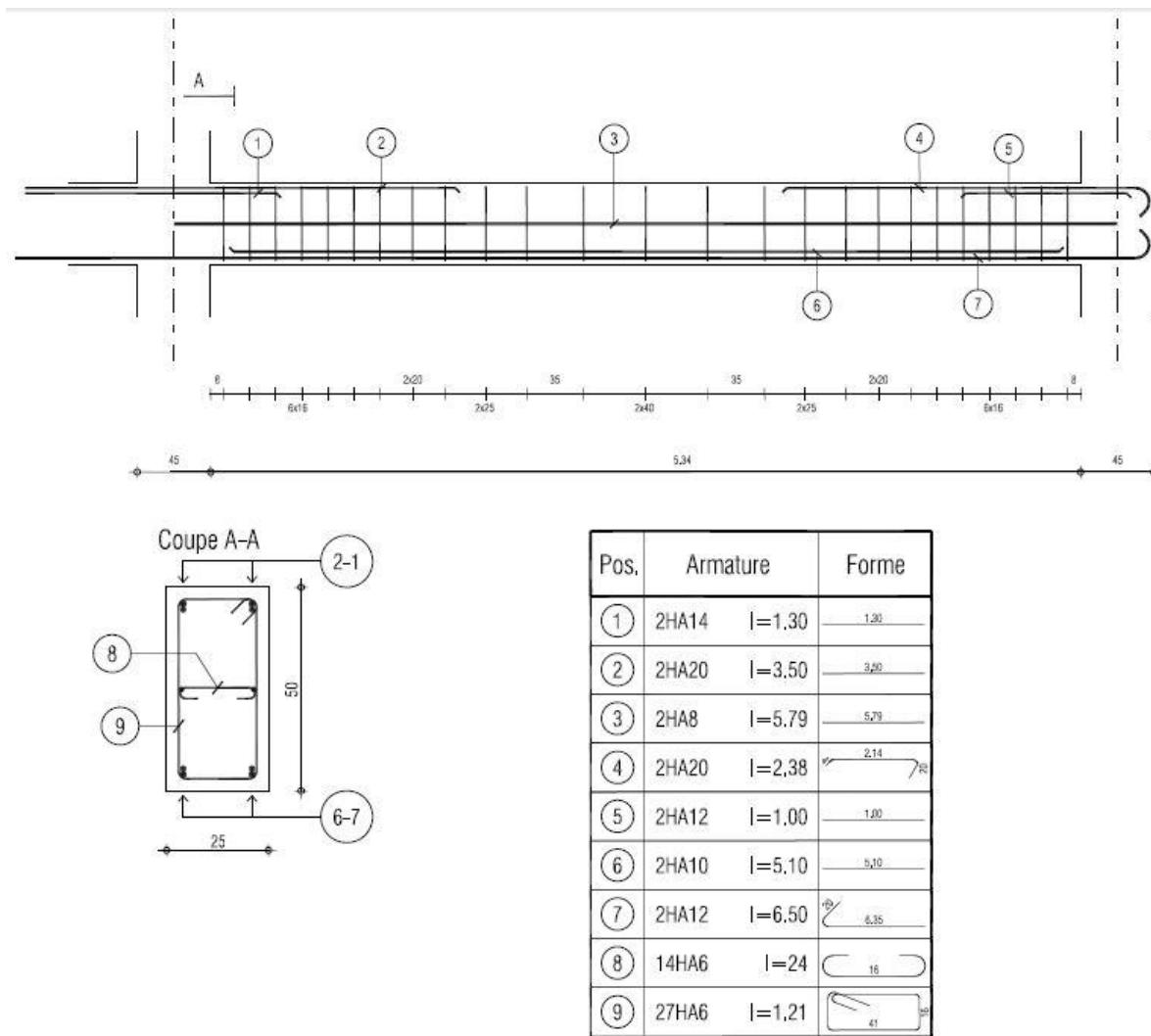


Figure 17 : Ferraillage de la poutre

ANNEXE VIII : Délai et planning d'exécution

Auteur : RAMAHARO Ny Andrianintsoa Rasamoelison

Nom : RAMAHARO

Prénoms : Ny Andrianintsoa Rasamoelison

Adresse: Lot II A 89 B Anjanahary

Téléphone : 033 73 052 88

E-mail : aramaharo@yahoo.fr



Titre de l'ouvrage : Etude et réalisation d'un bâtiment R+5 avec comble sis à Ivandry

Nombre de pages : 122

Nombre de tableaux : 36

Nombre de figures : 17

Nombre de photos : 20

RESUME

L'objet du présent mémoire est relatif à l'étude d'une résidence très luxueuse R+5 avec comble sis à Ivandry. Le projet a été réalisé pour faire face au taux croissant de la population dans la ville de la capitale et pour satisfaire aux besoins des personnes privilégiées exigeant un grand confort. Le présent ouvrage comporte dans la première partie, la présentation du projet tel le lieu d'implantation, l'architecture du bâtiment et tous les acteurs ayant permis la réalisation de la construction. Après, la deuxième partie se porte surtout sur le plan technique avec les différents calculs rendus possibles grâce aux différentes méthodes telles la méthode de CROSS, le BAEL 91 modifié 99, la méthode de CAQUOT et encore bien d'autres. Ensuite la troisième partie se focalisant sur la technologie de mise en œuvre qui parle des normes et dispositifs appliqués durant la réalisation de chaque étape de construction. Et enfin la quatrième et la dernière partie intitulée « évaluation du coût du projet » qui illustre toutes les démarches ayant permis d'évaluer la construction avec tous les détails.

Mots clés

Ivandry, Haussman, Résidence, agglos, comble, ascenseur, béton armé

ABSTRACT

The object of the present thesis is relative to the survey of a residence very luxurious R+5 with roof suited to Ivandry. The project has been achieved to face the increasing rate of the population in the city of the capital and to satisfy to privileged people needs demanding a big comfort. The present work includes in the first part, the presentation of the project the place of implantation, the architecture of the building and all actors having permitted the realization of the construction. After, the second part carries especially on the technical plan with the different calculations made possible thanks to the different such methods the method of CROSS, the BAEL 91 modified 99, the method of CAQUOT and again well of others. Then the third part shows the technology of manufacture that speaks of norms and applied devices during the realization of every construction stage. And in short the fourth and the last part titled « assessment of the cost of the project » that famous all steps having permitted to value the construction with all details.

Key words

Ivandry, Haussman, Residence, agglos, height, elevator, reinforced concrete

ENCADREUR

Madame RAVAOHARISOA Lalatiana