



# **DIMENSIONNEMENT D'UN BATIMENT R+3 AVEC SOUS-SOL**

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE  
MASTER 2 EN GENIE CIVIL  
SPECIALITE BATIMENT**

---

Présenté et soutenu publiquement le 16 janvier 2020 par :  
**Chamsia M. G. ABDOULAYE KABO (20140416)**

**Encadrant 2iE : Pr. Adamah MESSAN**

**Maître de stage : Kouami Noel KALIPE, Ingénieur génie civil, GNI**

Structure d'accueil du stage : Groupe Nigérien d'Ingénierie

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Dr. Decroly DJOUBISSIE

Membres et correcteurs : Dr. Omar SORE  
Dr. Christian RAMADJI

**Promotion [2019/2020]**

**DEDICACES**

*A mes très chers parents qui m'ont été d'un soutien inconditionnel*

*A toute ma famille*

**CITATIONS**

*« Tout est possible à qui rêve, ose, travaille et n'abandonne jamais »*

**Xavier Dolan**

## **REMERCIEMENTS**

Je tiens à remercier :

- L'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2IE) pour les cinq années passées en son sein. Des années de formations et d'apprentissage exceptionnel qui m'ont permis d'atteindre ce niveau.
- Pr. Adamah MESSAN pour sa disponibilité malgré son planning chargé ;
- le Groupe Nigérien d'Ingénierie et Inter-Archi pour m'avoir accueilli au sein de leur structure pour mon stage de fin d'année. Ces quelques mois passés auprès de leur environnement de travail m'a beaucoup instruit et m'a surtout motivé encore plus.
- M. KALIPE et M. CHERIF pour leur soutien; et leur disponibilité
- Tout le personnel de GNI
- M. Abbas pour ses nombreux conseils et son implication.
- Toutes les personnes rencontrées au sein de 2IE

## **Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol**

### **RESUME**

Le présent mémoire se situe dans le cadre du dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol à usage multiple dans la ville de Niamey (NIGER). Elle est entièrement financée par un promoteur privé.

Le dimensionnement consiste à étudier chaque élément de la structure du pré dimensionnement à la note de calcul sur la base des plans architecturaux.

L'ossature du bâtiment est constituée d'une structure en béton armé reposant sur un radier nervuré surmonté de parement en voile. Les normes utilisées en grande parties sont les NF P06-001, NF P 004 et aussi les règles du BAEL 91 modifié 99.

La méthodologie utilisée est celle d'un calcul manuel et de logiciel comme Robot et Pybar. Le dimensionnement est effectué à l'ELU et vérifié à l'ELS, les différents plans sont établis à travers Autocad et Archicad. L'étude des éléments secondaires comme l'électricité, l'assainissement et la sécurité incendie ont été traités.

L'ensemble est suivi d'une étude quantitative et estimative.

#### **Mots Clés**

---

**1 – Bâtiment**

**3 - Béton armé**

**4 - Dimensionnement**

**4 - Etude**

**5 - Plan**

## **Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol**

### **ABSTRACT**

This memoir is part of the design of an R + 3 building with multipurpose basement in the city of Niamey (NIGER). It is entirely privately funded. Sizing consists of studying each element of the pre-dimensioning structure in the calculation note on the basis of the architectural plans.

The structure of the building consists of a reinforced concrete structure resting on a ribbed raft surmounted by veil facing. The standards used in large parts are NF P06-001, NF P 004 and also the rules of BAEL 91 modify 99.

The methodology used is that of a manual calculation and software like Robot and Pybar. Sizing is done at the ELU and check at the ELS, the different plans are established through Autocad and Archicad.

The study of secondary elements such as electricity, sanitation and fire safety were dealt with. The whole is followed by a quantitative and estimated study.

#### **Keywords**

---

- 1 - Building**
- 3 - Reinforced concrete**
- 4 - Dimensioning**
- 4 - Study**
- 5 - Plan**

**LISTE DES ABRÉVIATIONS**

**BAEL** : Béton Arme aux états limites

**CAO** : calcul assisté par ordinateur

**DAO** : dessin assisté par ordinateur

**NF** : Normes françaises

**ELU** : état limite ultime

**ELS** : état limite de service

**FP** : fissuration préjudiciable

**FPP** : fissuration peu préjudiciable

**HA** : haute adhérence

**KN**: kilo newton

**MPA**: mega Pascal

**NIGELEC**: Société Nigérienne d'électricité

**RDC** ré de chaussé

**R+1** : étage 1

**R+2** étage 2

**R+3** : étage 3

**RSA** : robot structural analysis

## SOMMAIRE

<b>DEDICACES</b> .....	<b>i</b>
<b>CITATIONS</b> .....	<b>ii</b>
<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>iii</b>
<b>RESUME</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>LISTE DES ABRÉVIATIONS</b> .....	<b>vi</b>
<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>1</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	<b>3</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	<b>4</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>5</b>
<b>I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL</b> .....	<b>6</b>
1. DESCRIPTION .....	6
2. MOYEN PERSONNEL .....	6
3. MOYENS EN MATERIELS .....	6
4. DOMAINES DE SPECIALISATION .....	7
<b>II. PRESENTATION DU PROJET</b> .....	<b>9</b>
1. LOCALISATION DU PROJET.....	9
2. DESCRIPTION DU PROJET .....	9
3. MÉTHODOLOGIE .....	11
<b>III. PRESENTATION DU LOGICIEL DE CALCUL</b> .....	<b>12</b>
<b>IV. HYPOTHESES ET CONCEPTION STRUCTURALE</b> .....	<b>13</b>
1. NORMES ET REGLEMENT .....	13
2. CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX .....	13
3. CONCEPTION STRUCTURALE .....	15
<b>V. ETUDE STRUCTURALE</b> .....	<b>16</b>



## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

1. EVALUATION ET DESCENTE DE CHARGE.....	16
2. PRE DIMENSIONNEMENT .....	18
4.1 LE PLANCHER.....	18
4.2 LA POUTRE.....	19
4.3 LE POTEAU .....	20
4.4 L'ESCALIER.....	20
5. DIMENSIONNEMENT .....	21
5.1. LE PLANCHER (CALCUL DETAILLE EN ANNEXE II) .....	21
5.2. LA POUTRE (CALCUL DETAILLE EN ANNEXE III) .....	23
5.3. LE POTEAU (CALCUL DETAILLE EN ANNEXE IV).....	27
5.4. LE BALCON .....	29
5.5. L'ESCALIER (CALCUL DETAILLE EN ANNEXE V).....	30
<b>VI. ÉTUDE DE FONDATION .....</b>	<b>33</b>
1. VOILE DE SOUTÈNEMENT .....	33
2. RADIER.....	35
<b>VII. DISCUSSION- COMMENTAIRE DES RESULTATS.....</b>	<b>39</b>
<b>VIII. SECOND ŒUVRE.....</b>	<b>40</b>
1. ÉLECTRICITE.....	40
2. RESEAU INTERIEUR HYDRAULIQUE .....	42
3. SECURITE ET PROTECTION INCENDIE .....	44
<b>IX. ÉTUDE QUANTITATIVE ET ESTIMATIVE.....</b>	<b>45</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>46</b>
<b>REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE .....</b>	<b>47</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>48</b>

**LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1: Personnel GNI.....	6
Tableau 2 : Charge permanente plancher terrasse.....	16
Tableau 3 : Charge permanente plancher courant.....	16
Tableau 4 : Charge permanente balcon.....	17
Tableau 5 : Charge permanente escalier.....	17
Tableau 6 : Charge d'exploitation.....	18
Tableau 7: Tableau récapitulatif des efforts à l'ELU avec CAQUOT.....	24
Tableau 8: Tableau récapitulatif des efforts à l'ELS avec CAQUOT.....	25
Tableau 9: Tableau récapitulatif section d'acier balcon.....	29
Tableau 10: Récapitulatif armature longitudinale escalier.....	30
Tableau 11: Récapitulatif des calculs pour l'escalier.....	31
Tableau 12: Tableau comparatif des résultats.....	39
Tableau 13: Choix des climatiseurs.....	41
Tableau 14: Tableau récapitulatif du bilan de puissance.....	42
Tableau 15: Tableau récapitulatif du devis quantitatif et estimatif.....	45

### LISTE DES FIGURES

Figure 1: localisation du projet.....	9
Figure 2: vue 3D du bâtiment.....	10
Figure 3: vue 3D de l'ossature du bâtiment.....	15
Figure 4: Illustration plancher nervuré.....	19
Figure 5: Illustration poutrelle.....	19
Figure 6: Illustration poutre continue.....	20
Figure 7: schéma épaisseur de l'escalier.....	21
Figure 8: schéma de ferrailage de la nervure.....	23
Figure 9: Plan de ferrailage de la dalle de compression.....	23
Figure 10: Diagramme des moments à l'ELU.....	25
Figure 11: Diagramme de l'effort tranchant à l'ELS.....	25
Figure 12: Diagramme des moments à l'ELS.....	26
Figure 13: Diagramme des efforts tranchants à l'ELS.....	26
Figure 14: Plan de ferrailage de la poutre.....	27
Figure 15: Plan de ferrailage du poteau.....	28
Figure 16: Plan de ferrailage du balcon.....	29
Figure 17: Chargement du cas 1 de l'escalier.....	30
Figure 18: Chargement cas 2 de l'escalier.....	31
Figure 19: Plan de ferrailage escalier.....	32
Figure 20: Plan de ferrailage voile.....	35
Figure 21: Plan de ferrailage radier.....	38

### INTRODUCTION

Un projet de construction consiste à assembler plusieurs éléments qui à la fin fourniront un bâtiment. Cette activité fait intervenir plusieurs corps de métiers de la plus qualifier à la moins ainsi que plusieurs techniques. Hors mis cela, la construction nécessite un effort important de planification afin de respecter les délais et l'enveloppe financière.

De nos jours, la ville de Niamey fait face à un important phénomène d'urbanisation. Ce phénomène a conduit à la construction de nombreuses habitations. Ces habitations sont dans la plus par des cas inadaptés pour des locaux de bureau d'où la réalisation du projet de construction d'un R+3. Nous avons fait l'objet d'un stage de fin d'étude à travers ce projet qui consistait principalement à faire une étude manuelle détaillée.

Cette étude nous a permis de faire ressortir pour chaque élément (poutre, poteau, etc.) les dimensions, les sections d'armatures et enfin un plan de ferrailage. Nous avons également modélisé la structure dans le logiciel Robot qui nous a permis en gros, de comparer nos résultats. Le présent document synthétise l'ensemble des travaux effectués, les calculs détaillés et les plans d'exécutions seront en annexes. Les grandes lignes qui y seront développées sont les suivantes :

- La présentation du projet
- Les hypothèses
- La conception structurale
- Le pré dimensionnement
- Le dimensionnement
- Le second œuvre

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

# I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

## 1. DESCRIPTION

Le groupe nigérien d'ingénierie en abrégation GNI est un bureau d'Ingénierie en BTP créé en 1992 par KALIPE Kouami. Elle compte en son actif de nombreuses réalisations, la clef de sa réussite est le résultat de la farouche volonté du personnel, de leur formation mais aussi de leur solide expérience acquise durant les années.

- Gérant statutaire : KALIPE Kouami
- Raison sociale : Groupe Nigérien d'Ingénierie
- Adresse : BP 12057, Niamey (Niger)
- Capital social : 2 000 000 FCFA
- Forme juridique : SARL
- Partenaire extérieur : Bureau Veritas cote d'ivoire

## 2. MOYEN PERSONNEL

Tableau 1: Personnel GNI

Nom et prénom	Nationalité	Qualification
KALIPE N. KOUAMI	Togolaise	Ingénieur Génie Civil
MAMANE RABIOU ABDOU	Nigérienne	Ingénieur Génie Civil
MAMANE OUMAROU	Nigérienne	Ingénieur Génie Civil
IDJTCHÉ DIDIER SOUROU	Nigérienne	Technicien supérieur en bâtiment
AGBIANDA AZOUMA	Togolaise	Technicien supérieur en bâtiment
MAHAMANE OUSMANE	Nigérienne	Technicien en électricité
ASSENTHY ISMAEL	Nigérienne	Technicien en BTP topographie
HADI YERIMA	Nigérienne	Technicien BTP-Contrôleur de travaux
ASSIGBLEY ASSOU	Togolaise	Comptable
DJAGLI CELINE	Nigérienne	Secrétaire
ALI IBRAHIM	Nigérienne	Chauffeur
AMADOU BOUBACAR	Nigérienne	Veilleur de nuit
LANKONDE PASCAL	Burkinabé	Veilleur de nuit

## 3. MOYENS EN MATERIELS

- Des ordinateurs HP et périphériques
- Une table traçante HP DESIGNJET 430
- Des imprimantes

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

- Etc...
- Logiciels

Les logiciels sont :

- MSOFFICE (Word, Excel, etc.)
- ALLPLAN 2016
- AUTOCAD 2016
- ARCH OSSATURE
- ROBOT MILLENIUM
- MICRO FE
- Des logiciels de calculs de structures en béton arme et en métal

### 4. DOMAINES DE SPECIALISATION

- Etudes techniques
  - Conceptions bâtiments et routes
  - Dimensionnements et calculs des structures en B.A ; métal ; bois ;
  - Dimensionnement et calculs des ouvrages d'art
  - Dimensionnement et calculs des ouvrages hydrauliques
  - Calculs d'électricité
  - Calculs de climatisation
  - Calculs de plomberie
  - Etudes de réseaux d'assainissement
- Contrôle et coordination de travaux de bâtiments et routes
  - Assistance technique
  - Ordonnancement, pilotage et coordination de chantier
  - Ingénieur conseil
- Expertise
  - D'évaluations d'immeubles, ou d'ouvrage bâtis
  - Pour travaux de réhabilitation
  - Pour dégager les causes de sinistres
  - Etc...
- Réhabilitation
  - Proposition de réaménagements avec estimations

## **Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol**

- Elaboration des dossiers techniques
- Assistance technique
  - Assistance technique pour l'élaboration de programmes de construction
  - Assistance en matière suivi des travaux de construction
  - Assistance lors de la réception des ouvrages

### II. PRESENTATION DU PROJET

Le projet consiste à la réalisation d'un bâtiment R+3 avec sous-sol sur un terrain de 600 m<sup>2</sup> avec une emprise du bâtiment de 481,50 m<sup>2</sup>. Il est destiné en grande partie pour des bureaux, une partie commerciale et enfin une zone de parking.

#### 1. LOCALISATION DU PROJET

Le projet de construction est localisé au Niger dans la région de Niamey sis au quartier plateau (avenue Maurice Delens) dans le premier arrondissement de la ville de Niamey. Le projet se situe sur un terrain plat avec pour coordonnées géographiques N°13°31'51.3'' ; E002°05'47.9'' voir figure 1

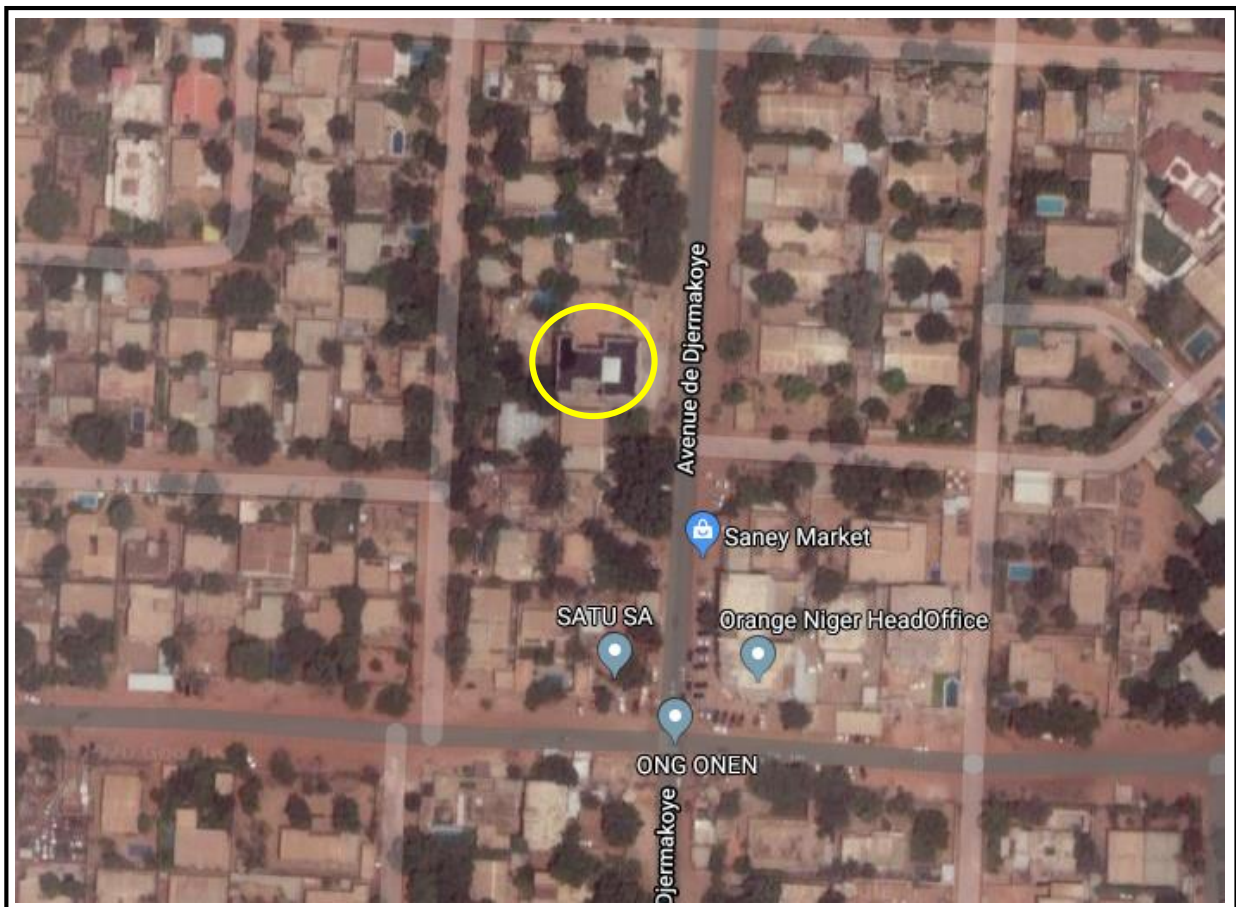


Figure 1: localisation du projet

#### 2. DESCRIPTION DU PROJET

Le bâtiment est de forme irrégulière (en I) avec pour longueur 28 m, de largeur 19 m et une hauteur totale de 18,64 m à partir du TN. Il est détaillé de la façon suivante :

- Sous-sol : hauteur de 3.40 m à usage de parking accessible par une rampe.
- Rez de chaussé : hauteur de 3,90m composé de l'entrée d'accueil, une (1) zone commerce, un (1) bloc de toilette et une (1) zone à aménager



## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

- R+1 : hauteur de 3,90 m composé de onze (11) bureaux dont deux (2) paysagers ; une (1) salle de réunion ; un (1) magasin ; deux (2) blocs de toilettes ; une (1) cage d'escalier et d'ascenseur.
- R+2 et R+3 : Notons que ces niveaux sont identiques au R+1.
- Édicule : hauteur de 3m



Figure 2: vue 3D du bâtiment

### Plancher

Les planchers seront des planchers à corps creux réalisé en hourdis avec une dalle de compression reposant sur des poutrelles en béton armé, ils seront identique sur tous les étages courants. Son choix se justifie par :

- Son poids léger
- Sa facilité d'exécution et de mise en œuvre
- Son faible coût
- Son isolation thermique et acoustique

### Maçonnerie

La maçonnerie du bâtiment sera en brique creuses de 15 recouvert d'enduit sur les deux faces pour les cloisons extérieures et intérieures, pour les cloisons de séparation l'épaisseur de 10 sera retenue

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### Accès

L'escalier par définition est une suite de marches qui sert à monter ou à descendre et accéder aux différents niveaux. Le bâtiment comporte un seul type d'escalier comprenant deux hauteurs différentes :

- 3,40 du sous-sol au RDC
- 3,90 du RDC aux étages courants

Il est du type rectangulaire composé de trois (3) volées et deux (2) paliers de repos

Une surface de 3,22 m<sup>2</sup> sera dédiée à la cage d'ascenseur pour faciliter la montée des personnes et des charges.

### Poutre

La poutre est une pièce horizontale en béton armé qui sert généralement de support au plancher et repose sur le poteau. On distingue les poutres principales et secondaires. Elles seront en béton armé et de section différente

### Poteau

Le poteau est une pièce verticale en béton armé qui sert généralement de support aux poutres ou tout élément de structure horizontale du bâtiment.

### Acrotère

Le dernier niveau sera entouré d'acrotère de 60 cm de haut

### Voile

Le voile en béton armé peut être défini comme un poteau dont la longueur L est supérieure ou égale à quatre fois son épaisseur.

En superstructure les voiles seront présents autour de la cage d'ascenseur

En infrastructure les voiles seront les parements du sous-sol,

### Radier

Le radier est défini comme étant une fondation superficielle travaillant comme un plancher renversé. Le radier sera nervuré

## 3. MÉTHODOLOGIE

Le logiciel Robot a été utilisé pour modéliser l'ossature de la structure, calculer et faire ressortir les plans d'exécution des éléments tels que les poteaux et les poutres. Une étude manuelle a été aussi effectuée afin de la comparer à celle faite par le logiciel.

Dans la suite du document, nous allons faire un calcul détaillé et joindre ceux du logiciel en annexe.

### III. PRESENTATION DU LOGICIEL DE CALCUL

Robot est un logiciel CAO/DAO qui permet de modéliser les structures, les calculer, vérifier les résultats obtenues, dimensionner les éléments spécifiques de la structure. La dernière étape générée est la création de la documentation pour la structure calculée et dimensionnée. Les caractéristiques principales du logiciel Robot sont :

- La définition de la structure réalisée en mode entièrement graphique dans l'éditeur conçu à cet effet, ouvrir un fichier par exemple au format DXF et importer la géométrie d'une structure définie dans un autre logiciel CAO/DAO
- La possibilité de présentation graphique de la structure étudiée et de représentation à l'écran des différents types de résultats de calcul (efforts internes, déplacements.. etc.)
- La possibilité d'effectuer l'analyse statique et dynamique de la structure
- D'affecter le type de barre lors de la définition du modèle de la structure et non pas seulement dans les modules métier
- Composer librement les impressions (note de calcul, capture d'écran.)

Il faut noter que Robot regroupe plusieurs modules spécialisés dans chacune des étapes de l'étude de la structure. Les modules fonctionnent dans le même environnement, les différents types de structures étudiées sont :

- Portique plan ou spatial (ensemble poteau poutre)
- Plaque et coque (dalle, voile, radier)
- Treillis plans ou spatiaux (ferme)
- Grillage (poutraison des dalles)

#### Grand point de la modélisation

Pour modéliser la structure, nous sommes passés par les points suivants :

- Paramétrer les différentes normes à utiliser
- Définir les étages
- Définir les axes
- Placer les différents éléments (poutre poteau plancher)
- Charger la structure
- Lancer le calcul de la structure
- Prendre chaque élément, vérifier et calculer
- Ressortir les plans d'exécution

## IV. HYPOTHESES ET CONCEPTION STRUCTURALE

### 1. NORMES ET REGLEMENT

Pour l'étude de l'ensemble du projet, nous avons travaillé avec les normes et règlements suivants :

- B.A.E.L 91 modifié 99 : pour tout ce qui est béton armé
- NF P 06-001 : les charges d'exploitation pour les bâtiments
- NF P 06-004 : les charges permanentes et d'exploitations
- DTU 13.12 : calculs géotechniques
- NF A 35 027 : barre d'acier

### 2. CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX

Pour les calculs nous avons considéré les matériaux avec leurs caractéristiques suivants :

#### ➤ Le béton

Le béton est un mélange de sable, de ciment et d'eau à des quantités bien définies

- Résistance du béton à la compression : pour l'établissement des projets et dans les cas courants un béton est défini par la valeur de sa résistance à la compression à 28 jours d'âge dit résistance caractéristique à la compression notée  $f_{c28}$

Dans le cadre de ce projet, on adoptera  $f_{c28} = 20 \text{ MPa}$

- Résistance à la traction du béton à 28 jours est conventionnellement définie dans l'article A-2 12 BAEL 91 par la relation  $f_{tj} = 0,6 + 0,06 f_{c_j}$

La résistance caractéristique à la traction est donc  $f_{c28} = 1,80 \text{ MPa}$

- Contrainte limite à la compression à l'ELU : d'après Art 4341 la contrainte limite du béton à la compression s'obtient par la formule  $f_{bu} = \frac{0,85 * f_{c28}}{\theta * \gamma_b}$  avec

$\gamma_b = 1,50$  pour les combinaisons fondamentales

$\theta = 1$  Si  $t > 24h$

On obtient alors  $f_{bu} = 11,33 \text{ MPa}$

- Contrainte limite à la compression à l'ELS : d'après Art 5121 la contrainte limite de compression à l'état limite de service se calcul par la relation  $\overline{\sigma_{bc}} = 0,6 * f_{c28}$

On obtient alors  $\overline{\sigma_{bc}} = 12 \text{ MPa}$

- Contrainte limite de cisaillement : conformément à Art 5121 la contrainte limite au cisaillement est fonction du type de fissuration et se calcul d'après les formules suivantes

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

Fissuration peu préjudiciable :  $\tau_{ulim} = \min \left( 0,2 * \frac{f_{c28}}{\gamma_b}; 5 \text{ Mpa} \right) = 2,67 \text{ Mpa}$

Fissuration préjudiciable :  $\tau_{ulim} = \min \left( 0,15 * \frac{f_{c28}}{\gamma_b}; 4 \text{ Mpa} \right) = 2 \text{ Mpa}$

- Module de déformation instantanée : sous des contraintes normales d'une durée d'application inférieur à 24h, on admet à l'âge de j jours un module de déformation instantané du béton avec la formule :  $E_{ij} = 11000 f_{cj}^{1/3}$

On obtient alors  $E_{ij} = 29858,59 \text{ Mpa}$

- Module de déformation différé : ils comprennent le retrait et le fluage. Il correspond à des charges d'applications de longue durée règlementairement plus de 24h.

$E_{vj} = 3700 f_{cj}^{1/3} = 10043,34$

- Poids volumique du béton :  $25 \text{ kN/m}^3$
- Dosage :  $350 \text{ kg/m}^3$

### ➤ L'acier

L'acier est un matériau caractérisé par sa bonne résistance à la traction qu'en compression. Il se caractérise principalement par sa limite d'élasticité  $f_e$  et son module d'élasticité longitudinale  $E=200000 \text{ MPa}$ . Les diamètres que l'on dispose son : 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 32, 40 mm

- Nuance de l'acier : HA fe E400
- Contrainte de traction à l'ELU

$$f_{su} = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1,15} = 347,83 \text{ Mpa}$$

- Contrainte de traction à l'ELS (FP)

$$\overline{\sigma}_t = \min \left\{ \frac{2}{3} f_e; \max \left( 0,5 f_e; 110 \sqrt{\eta f_{tj}} \right) \right\} = 200 \text{ Mpa}$$

- Fissuration préjudiciable en infrastructure
- Fissuration peu préjudiciable en superstructure
- Enrobage : 3 cm en fondation et 2,5 cm en superstructure

### ➤ Sol

Les caractéristiques du sol ont été établies par le laboratoire d'étude géotechnique et environnementale à travers, des sondages, l'exécution de puits manuels et prélèvement d'échantillons de sol intacts il en est ressorti les résultats suivants :

- Portance du sol : 0,68 bars à 4m de profondeur
- L'angle de frottement interne  $36^\circ$

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

- La cohésion de 1 kPa
- Pour la consolidation, une hauteur de plein de 13,052 m

### 3. CONCEPTION STRUCTURALE

Elle se fait sur la base des plans architecturaux. Cette conception doit prendre en compte les attentes de l'architecte mais aussi garantir une stabilité inconditionnée du bâtiment, transmettre les charges jusqu'aux fondations tout en facilitant l'exécution et réduire l'aspect économique.

Afin d'aboutir à cette conception, nous avons procédé de la façon suivante :

- Superposition des plans en différentes couleurs pour pouvoir mieux percevoir l'ensemble du bâtiment.
- Placer les poteaux aux intersections des murs, pour réduire les grandes portées et s'assurer que cela respecte les plans architecturaux afin qu'aucun poteau ne traverse une pièce vide.
- Placer les poutres en dessous des murs et d'autre pour réduire la portée des planchers.
- Faire reposer les poutres secondaires sur les principales.
- Placer les planchers et définir leur sens de portée.
- Chargé la structure avec les différentes charges obtenues

Toutes ces étapes nous permettront de faire ressortir en premier lieu les plans de coffrages et de fondations. En deuxième lieu les différents plans d'exécutions, les coupes et façades du bâtiment.

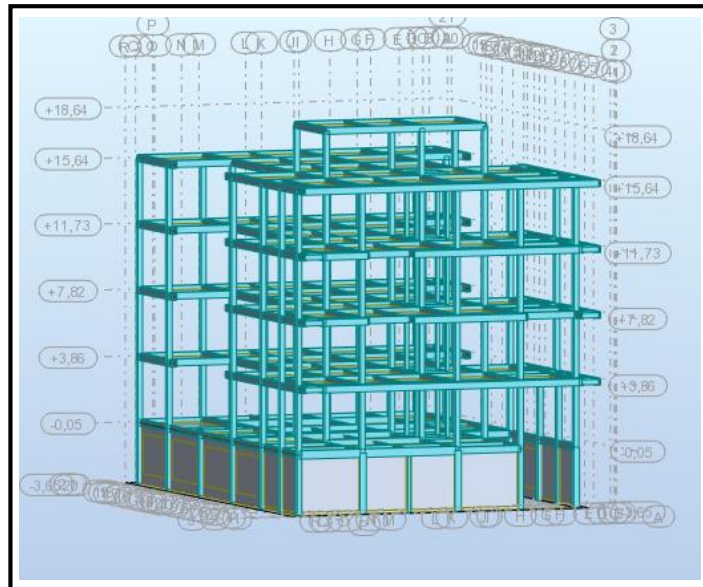


Figure 3: vue 3D de l'ossature du bâtiment

Plan de structure (voir en Annexe I)

## V. ETUDE STRUCTURALE

### 1. EVALUATION ET DESCENTE DE CHARGE

Le principe consiste à appliquer directement à l'ouvrage les charges, il est important de les déterminer afin de dimensionner les éléments de la structure. Elle se fait du haut vers le bas en prenant en comptes les charges permanentes et d'exploitations.

A partir de cette descente de charge, on pourra obtenir les sections des différents éléments jusqu'à la fondation.

#### CHARGE PERMANENTE G

Elle résulte du poids volumique des matériaux mis en œuvre et des dimensions des éléments

- **Le plancher terrasse** (inaccessible et accessible)

Charges du plancher terrasse dans le tableau 2

*Tableau 2 : Charge permanente plancher terrasse*

Désignation	Épaisseur(m)	Poids volumique (kN/m <sup>3</sup> )	G (kN/m <sup>2</sup> )
Gravillon protection	0,05	15	0,75
Étanchéité	0,02	6	0,12
Forme de pente	0,10	22	2,20
Corps creux de 20+5	-	-	3,20
Enduit de mortier	0,03	22	0,66
<b>Total</b>			<b>6,93</b>

- **Le plancher courant**

Charges du plancher courant dans le tableau 3

*Tableau 3 : Charge permanente plancher courant*

Désignation	Épaisseur(m)	Poids volumique	G (kN/m <sup>2</sup> )
Revêtement carrelage	0,02	22	0,44
Mortier de pose	0,02	22	0,44
Lit de sable	0,02	18	0,36
Corps creux de 20+5	-	-	3,20
Plâtre	0,02	14	0,28
Cloison légère		1	1
<b>Total</b>			<b>5,72</b>

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### ➤ L'acrotère

Section de l'acrotère :  $S = \frac{5 \cdot 10}{2} + (5 \cdot 10) + (60 \cdot 10) = 0,066 \text{ m}^2$

Poids propre :  $P_p = 0,066 \cdot 25 = 1,65 \text{ kN/m}^2$

Enduit :  $P_e = 0,02 \cdot 22 = 0,44 \text{ kN/m}^2$

Charge :  $G = 2,09 \text{ kN/m}^2$

### ➤ Le balcon

Les charges relatives au balcon sont :

Tableau 4 : Charge permanente balcon

Désignation	Épaisseur(m)	Poids volumique	G (kN/m <sup>2</sup> )
Carrelage	0,02	22	0,44
Mortier de pose	0,02	22	0,44
Lit de sable	0,02	18	0,36
Dalle BA	0,15	25	3,75
Enduit de ciment	0,02	22	0,44
<b>Total</b>			<b>5,43</b>

### ➤ L'escalier

Les charges de l'escalier sont dans le tableau 5

Tableau 5 : Charge permanente escalier

	Désignation	Épaisseur (m)	Poids volumique (kN/m <sup>3</sup> )	G (kN/m <sup>2</sup> )
<b>Volée</b>	Paillasse	$\frac{0,20}{\cos(29,54)}$	25	5,74
	Marche	$\frac{0,17}{2}$	25	2,13
	Carrelage marche et contre marche	0,02	22	0,44
	Mortier de pose marche et contre marche	0,02	22	0,44
	Enduit	0,02	22	0,44



## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

	Désignation	Épaisseur (m)	Poids volumique (kN/m <sup>3</sup> )	G (kN/m <sup>2</sup> )
	<b>Total</b>			<b>9,19</b>
<b>Palier</b>	<b>paillasse</b>	0,20	25	5
	<b>Carrelage</b>	0,02	22	0,44
	<b>Mortier de pose</b>	0,02	22	0,44
	<b>Enduit</b>	0,02	22	0,44
	<b>Total</b>			<b>6,32</b>

### CHARGE D'EXPLOITATION Q

Elle résulte de l'exploitation directe de la construction et est donc constituée par le poids des utilisateurs et des matériaux nécessaires à l'utilisation des locaux

*Tableau 6 : Charge d'exploitation*

Désignation	Charges (kN/m <sup>2</sup> )
<b>Terrasse inaccessible</b>	1
<b>Terrasse accessible</b>	1,50
<b>Plancher courant (locaux publics)</b>	4
<b>Balcon</b>	3,50
<b>Parking et escalier</b>	2,50

## 2. PRE DIMENSIONNEMENT

Le pré-dimensionnement se fait grâce aux formules du BAEL et permet de donner des ordres de grandeurs aux différents éléments afin de permettre de les calculer. Nous allons par la suite prendre chaque élément et le pré-dimensionner.

### 4.1 LE PLANCHER

L'épaisseur de ce type de plancher doit être calculée pour que la flèche développée durant la durée d'exploitation ne soit pas trop élevée à cause des désordres que cela occasionnera aux cloisons et au plancher lui-même. Nous décidons de prendre le plancher du RDC qui a un plus grand panneau. L'épaisseur est donnée par la formule suivante :  $h_{tp} > \frac{L}{22,50}$

h<sub>tp</sub> : épaisseur du plancher

L : longueur maximale en travée

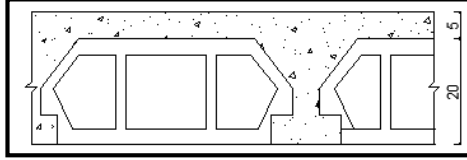
A.N :

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

$$h_{tp} > \frac{5,10}{22,50}$$

$$h_{tp} > 0,23 \text{ cm}$$

Nous optons pour un plancher à corps creux de type 20+5 qui sera valable pour les planchers.



*Figure 4: Illustration plancher nervuré*

### Calcul de la poutrelle

Il se fait en utilisant la formule ci-dessous :

$$b_1 \leq \min\left(\frac{L}{2}; \frac{L_1}{10}; 8h_0\right)$$

Avec :  $b_0$  : la largeur de la nervure 12 cm

$b$  : largeur de la table 65 cm

$L$  : distance entre deux poutrelles  $b - b_0 = 65 - 12 = 53 \text{ cm}$

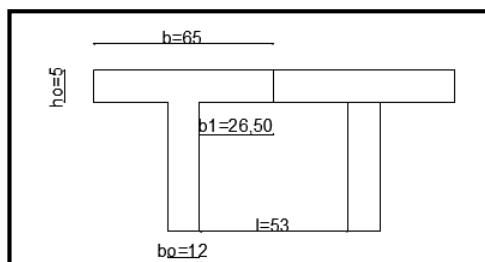
$l_1$ :Longueur de la plus grande travée 370 cm

$h_0$ :Epaisseur de la dalle de compression 5 cm

$$b_1 \leq \min\left(\frac{L}{2}; \frac{L_1}{10}; 8h_0\right)$$

$$b_1 \leq \min(26,50; 37; 40)$$

$$b_1 = 26,50 \text{ cm}$$



*Figure 5: Illustration poutrelle*

### 4.2LA POUTRE

#### ➤ Poutre principale

La poutre en construction doit avoir des sections régulières. Le pré dimensionnement sera fait suivant la formule ci-dessous d'après le BAEL

$$\frac{L}{20} \leq h_t \leq \frac{L}{16}$$

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

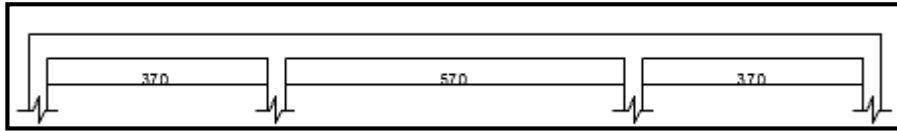


Figure 6: Illustration poutre continue

$$\frac{5,70}{20} \leq h_t \leq \frac{5,70}{16}$$

$$0,29 \leq h_t \leq 0,36$$

Nous choisissons une hauteur de 35 cm

$$0,27h_t \leq b \leq 0,36h_t$$

$$0,27 * 35 \leq b \leq 0,36 * 35$$

$$9,45 \leq b \leq 12,6$$

Nous choisissons une largeur de 20 cm

La poutre principale aura une section de **20\*35 cm**

➤ Poutre secondaire

Comme précédemment fait avec la poutre principale avec une longueur de 4,70, nous optons pour une section de **20×25 cm**

### 4.3 LE POTEAU

On pré dimensionne la section du poteau grâce à son élancement que l'on fixe égale à 35

$$\lambda = 3,5 \frac{lf}{a} \text{ avec } Lf = K * lo$$

$$a = \frac{3,5 * lf}{\lambda} = \frac{3,5 * 0,7 * 3,91}{35} = 27,37 \text{ cm}$$

On choisit une section carrée de 30×30 cm<sup>2</sup>

### 4.4 L'ESCALIER

On fixe h= 17 cm

D'après la relation de blondel on devrait avoir :

$$60 \text{ cm} \leq g + 2h \leq 65 \text{ cm}$$

$$60 \text{ cm} - 2h \leq g \leq 65 \text{ cm} - 2h$$

$$26 \text{ cm} \leq g \leq 31 \text{ cm}$$

Pour pouvoir vérifier la relation on choisit g = 30 cm

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### Nombre de contremarche

$$n_1 = \frac{H}{h} = \frac{340}{17} = 20$$

$$n_2 = \frac{H}{h} = \frac{391}{17} = 23$$

### Longueur de la ligne de foulée

$$L_1 = (n_1 - 1)g = (6 - 1) * 30 = 180 \text{ cm}$$

$$L_2 = (n_2 - 1)g = (7 - 1) * 30 = 210 \text{ cm}$$

### Inclinaison de la paillasse

$$\alpha = \text{art} \left( \frac{h}{g} \right) = \text{art} \left( \frac{17}{30} \right) = 29,54^\circ$$

### Épaisseur de la volée

D'après Jean Marie Husson (étude des structures en béton, BAEL 91 modifiée 99) l'épaisseur moyenne est égale :

$$\bar{e} = e_p + \frac{h * \cos \alpha}{2} \text{ avec } e_p \geq 12 \text{ cm}$$

$$\bar{e} = 12 + \frac{17 * \cos(29,54)}{2} = 19,40 \cong 20 \text{ cm}$$

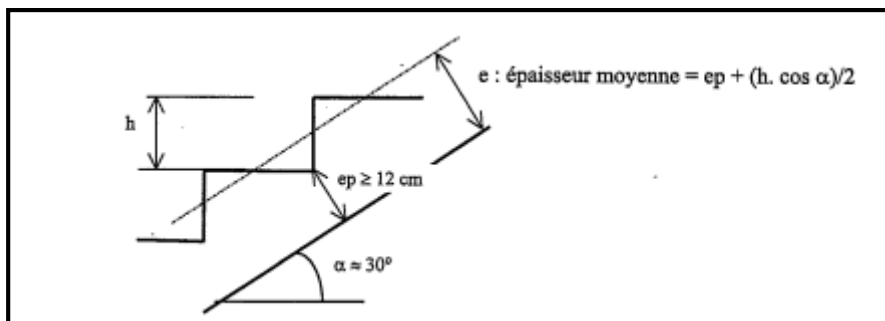


Figure 7: schéma épaisseur de l'escalier

## 5. DIMENSIONNEMENT

### 5.1. LE PLANCHER (CALCUL DÉTAILLÉ EN ANNEXE II)

On se retrouve avec comme charge :

- Charge permanente 5,71 kN/m<sup>2</sup>
- Charge d'exploitation 1,50 kN/m<sup>2</sup>

La charge équivalente à l'ELU est  $p_u = 1,35g + 1,50q = 9,96 \text{ kN/m}^2$

Pour chaque poutrelle on se retrouve avec une longueur d'influence de 65 cm, ce qui réduit notre charge à  $:p_{u1} = 0,65P_u = 6,47 \text{ kN/m}$

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

Considérant notre plancher comme une poutre isostatique, nous calculons le moment maximal

en travée par la formule suivante :  $M_{max} = \frac{P_{u1} * L^2}{8}$

$$M_{max} = \frac{6,47 * 5,10^2}{8} = 21,04 \text{ kN/m}$$

### Calcul du moment de la table

$$M_{tu} = b * h_0 * f_{bu} \left( d - \frac{h_0}{2} \right)$$

$$M_{tu} = 0,65 * 0,05 * 11,33 \left( 0,23 - \frac{0,05}{2} \right)$$

$$M_{tu} = 0,08 \text{ MN.m}$$

$$M_{max} < M_{tu}$$

La table est surabondante

Nous pouvons conclure que le calcul de la section en T<sub>e</sub> se fera comme le calcul d'une section rectangulaire

### Calcul de la section d'acier

Les aciers seront calculés à l'ELU et vérifiés à l'ELS. Les étapes pour le calcul sont :

Calcul du moment réduit :  $\mu_{bu} = \frac{M_{max}}{b * d^2 * f_{bu}}$

Calcul du coefficient de la fibre neutre :  $\alpha_u = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu_{bu}})$

Calcul du bras de levier du couple interne :  $Z = d - 0,4(\alpha_u d)$

Calcul de la section d'acier :  $A_{st} = \frac{M_{max}}{z * \sigma_{st}}$

Suivant ce modèle nous avons obtenu comme section d'acier : **3HA12 totalisant 3,39 cm<sup>2</sup>**

### Vérification de la condition de non fragilité

Elle consiste à calculer la section minimale d'acier par :  $A_{min} = 0,23 \frac{f_{t28}}{f_e} bd$

En appliquant, on a :  $A_{min} = 0,23 \frac{1,80}{400} 0,65 * (0,9 * 0,25) = 1,51 \text{ cm}^2$

$A_{st} > A_{min}$  La condition de non fragilité est respectée

### Acier transversal

Il est calculé en prenant le plus grand diamètre d'acier obtenu

$$\phi_t \geq \frac{\phi_l}{3} = \frac{12}{3} = 4 \cong 6$$

$$\phi_t \leq \min\left(\frac{h}{35}; \frac{b_0}{10}; \phi_t\right)$$

Soit  $\phi_t = HA6$

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### Vérification de l'effort tranchant

L'effort tranchant est vérifié lorsque  $\tau_u < \tau_{ulim}$

$$\tau_u = \frac{V_u}{b_0 * d} = 0,60 \text{ MPa} < 2,67 \text{ MPa} \quad \text{La condition est vérifiée}$$

### Espacement

$$S_t \leq \min(40; 15\phi_t; h + 10) = 20 \text{ cm}$$

### Schéma de ferrailage

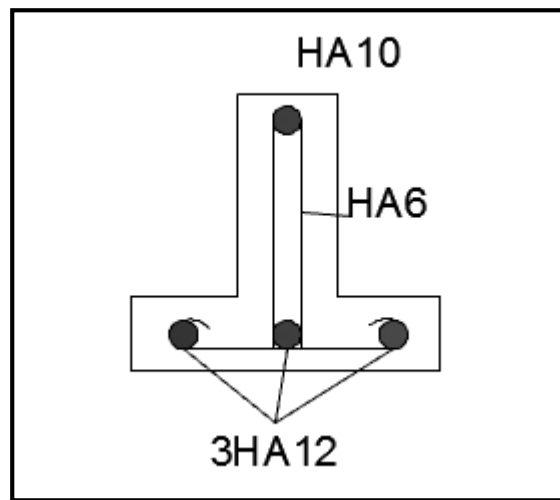


Figure 8: schéma de ferrailage de la nervure

### Dalle de compression

Pour la dalle afin d'éviter les fissures on considèrera les dispositions constructives en prenant des HA6 espacés de 20cm

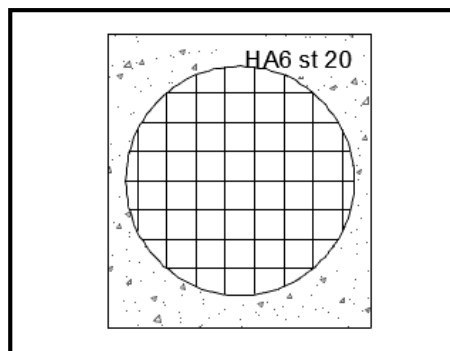


Figure 9: Plan de ferrailage de la dalle de compression

### 5.2. LA POUTRE (CALCUL DETAILLE EN ANNEXE III)

Il est question de la poutre du RDC, elle comporte trois travées chargées uniformément de :

- Charges permanentes 24,62 kN

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

- Charge d'exploitation 9,45 kN

Les combinaisons d'actions sont :

- ELU :  $P_u = 1,35G + 1,50Q = 47,41kN$
- ELS :  $P_{ser} = G + Q = 34,07 kN$

Les calculs de sollicitations se feront avec la méthode de Caquot car l'une des conditions de la méthode forfaitaire n'est pas remplie (celles des travées successives ne concorde pas à l'intervalle indiqué).

### Détails de la méthode de Caquot

Le moment sur appuis est déterminé par la relation :  $M_x = \frac{P_w(l'_w)^3 + P_e(l'_e)^3}{8,50(l'_w + l'_e)}$  avec :

$l'$ : la longueur en travée de rive; égale à 0,8 l si la travée est intermédiaire sinon égale à l

On détermine ensuite les moments en travée. Ces moments en travée sont obtenues en considérant les combinaisons d'action qui introduisent les sollicitations les plus défavorables.

Nous avons considérés deux cas de chargement :

- 1<sup>er</sup> cas : Charger toutes les travées par la combinaison à l'ELU (1,35g+1,5q), on obtient ainsi les moments maximums sur appui.
- 2<sup>eme</sup> cas : En premier lieu on charge les travées impaires par (1,35g+1,5q) et on décharge celle paire en appliquant juste (1,35g.) on obtient ainsi les moments max en travées impaire. En deuxième lieu on fait le contraire on charge celle paire et décharge celle impaire.

Pour les calculs des efforts tranchants, il suffit de charger en encadrant l'appui concerné

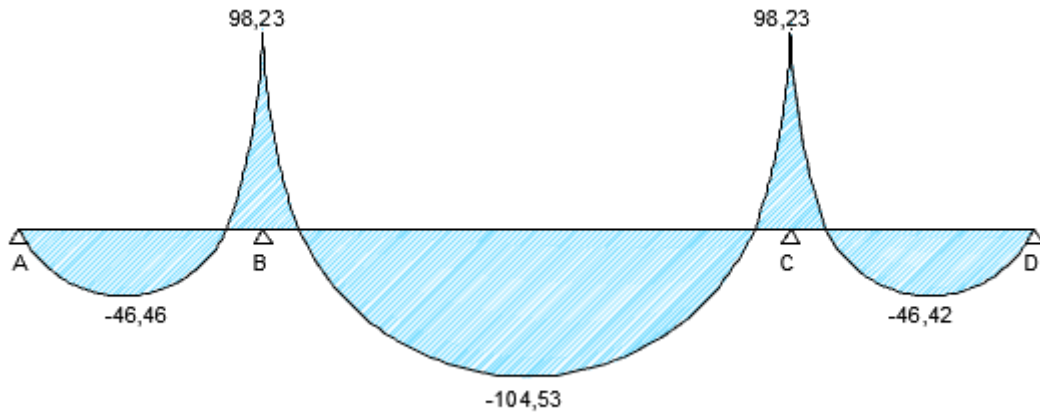
On obtient ensuite en résumé les différentes sollicitations dans le tableau suivant :

*Tableau 7: Tableau récapitulatif des efforts à l'ELU avec CAQUOT*

Moment (kN/m)			
Appui A	Appui B	Appui C	Appui D
0	98,23	98,23	0
Travée AB	Travée BC		Travée CD
-46,46	-104,53		-46,42
Effort tranchant ( kN)			
$V_{w1} = 66,32$	$V_{w2} = 136,91$		$V_{w3} = 111,49$
$V_{e1} = -111,49$	$V_{e2} = -136,91$		$V_{e3} = -66,32$

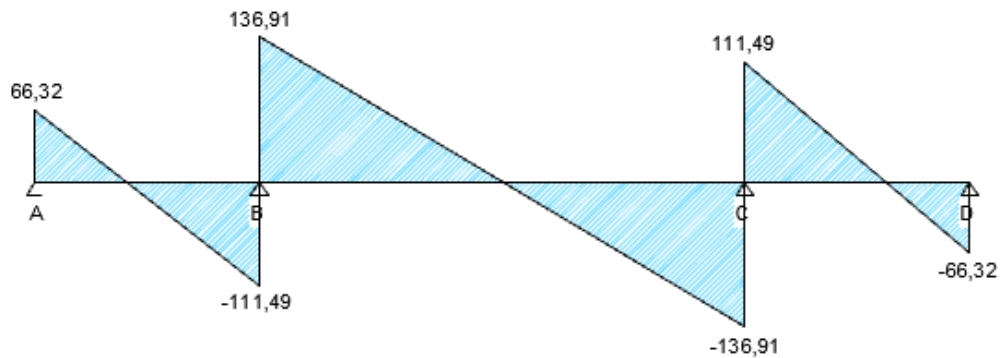
## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### Diagramme des moments



*Figure 10: Diagramme des moments à l'ELU*

### Diagramme des efforts



*Figure 11: Diagramme de l'effort tranchant à l'ELS*

Le même calcul est effectué à l'ELS et on obtient en récapitulatif :

*Tableau 8: Tableau récapitulatif des efforts à l'ELS avec CAQUOT*

Moment (kN/m)			
Appui A	Appui B	Appui C	Appui D
0	70,59	70,59	0
Travée AB	Travée BC		Travée CD
-32,81	-77,47		-32,29
Effort tranchant (kN)			
$V_{w1} = 47,40$	$V_{w2} = 98,30$		$V_{w3} = 82,11$
$V_{e1} = -82,11$	$V_{e2} = -98,30$		$V_{e3} = -47,40$



## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### Diagramme des moments

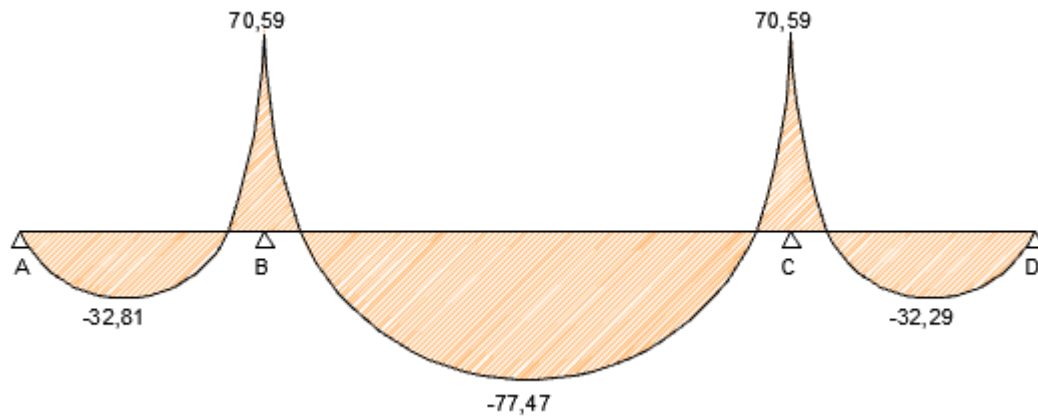


Figure 12: Diagramme des moments à l'ELS

### Diagramme des efforts

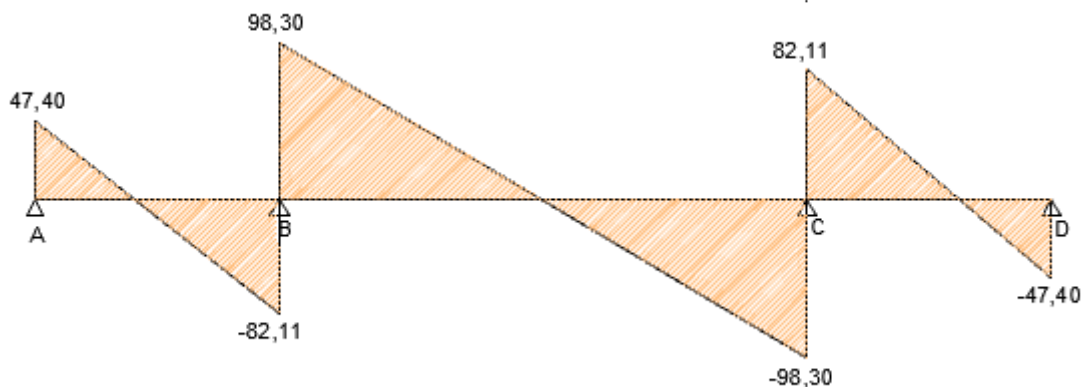


Figure 13: Diagramme des efforts tranchants à l'ELS

### Calcul de la section d'acier

Le dimensionnement se fait à l'ELU en prenant le moment maximale de la poutre qui dans notre cas est de 104,53 kN.m. Avec la section de 20\*35 on se retrouve avec des aciers comprimés, nous avons changé la section à 30\*40 cm pour éviter les aciers comprimés.

Après les calculs effectués on a :

**Choix des armatures en travée :** 4HA14+2HA12 totalisant 8,42 cm<sup>2</sup>

Sur appui avec un moment max de 98,23 on trouve une section d'acier de 7,19 cm<sup>2</sup>

**Choix des armatures sur appuis;** 4HA14+2HA 12 totalisant 8,42 cm<sup>2</sup>

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### Condition de non fragilité

$$A_{min} = 0,23 \frac{f_{t28}}{f_e} bd = 1,12 \text{ cm}^2$$

$A_{st} > A_{min}$  Condition vérifié

### Acier transversal

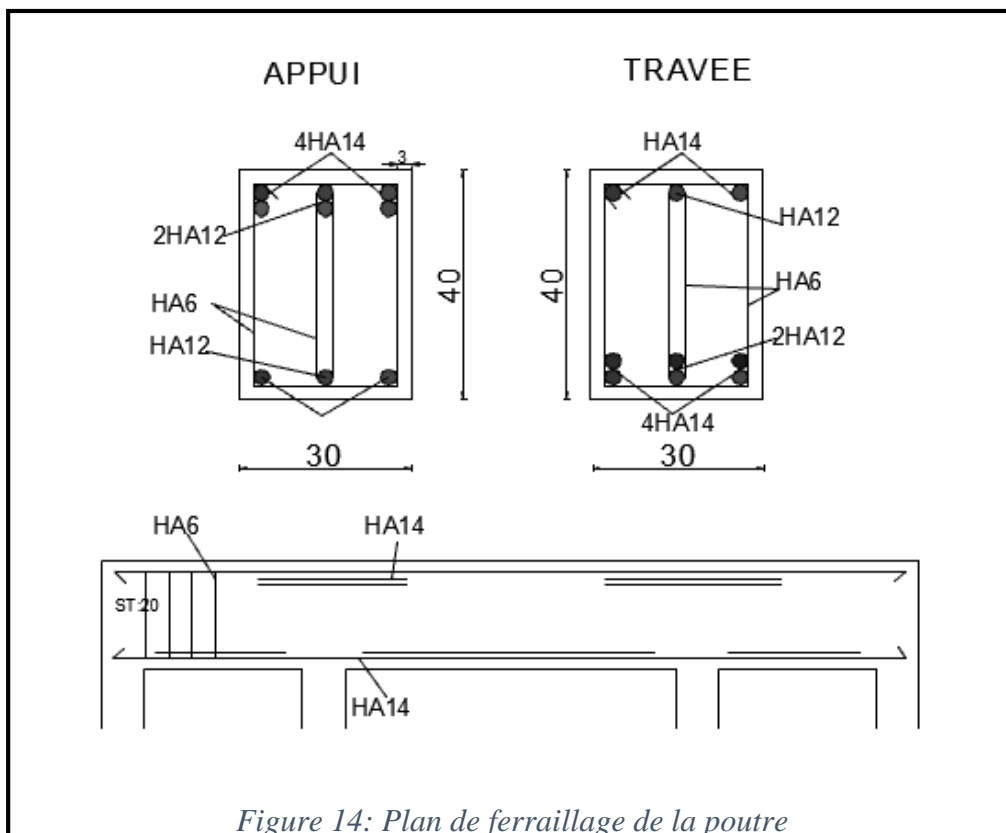
$$\phi_t \geq \frac{\phi_l}{3} = \frac{14}{3} = 4,67 \cong 6$$

### Espacement

$S_{t1} \leq \min[0,9d; 40 \text{ cm}]$  en FPP = 36 cm

$S_t = 20 \text{ cm}$

### Plan de ferrailage



**Commentaire :** le calcul sur Robot, nous donne une section d'acier légèrement différente de celle qu'on a eu. Voir en annexe III (note de calcul et plan de ferrailage)

### 5.3. LE POTEAU (CALCUL DETAILLE EN ANNEXE IV)

#### Données

Poteau carré de 30 cm

Surface d'influence: 16,64 kN

Charge ultime de  $N_u=975,14 \text{ kN}$

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### Calcul des aciers

#### Armatures longitudinal

Les aciers seront déterminés par la relation suivante:  $A_{sc} = \left[ \frac{N_u}{\alpha} - \frac{B_r \cdot f_{c28}}{1,35} \right] \frac{\gamma_s}{f_e}$

$$A_{sc} = \left[ \frac{975,14 \cdot 10^{-3}}{0,73} - \frac{784 \cdot 10^{-4} \cdot 20}{1,35} \right] \frac{1,15}{400} = 5,01 \text{ cm}^2$$

Choix : 4HA14 totalisant 6,16 cm<sup>2</sup>

#### Acier transversal

$$\phi_t = \frac{\phi_{lmin}}{3} = 4,67$$

Choix :  $\phi 6$

#### Espacement des cadres

$$S_t \leq \min(15\phi; a + 10; 40 \text{ cm})$$

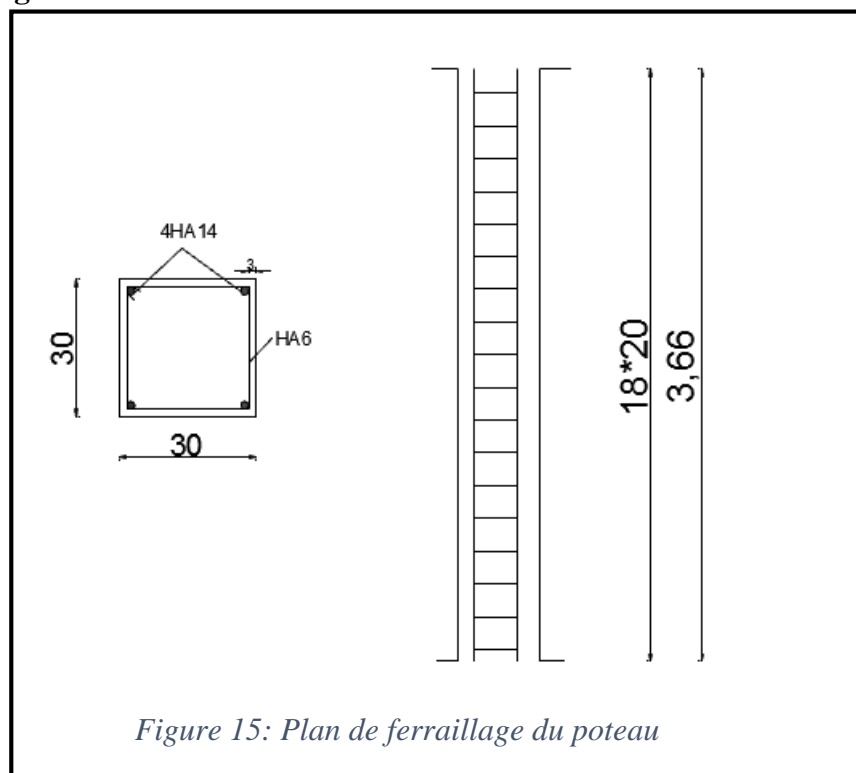
$$S_t \leq \min(15 * 14; 30 + 10; 40 \text{ cm})$$

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

#### Longueur de recouvrement

$$l_r \geq 24\phi = 34 \text{ cm}$$

#### Plan de ferrailage



## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

**Commentaire :** le calcul sur robot nous donne une charge plus élevée et des aciers plus renforcés. Voir ANNEXE IV

### 5.4. LE BALCON

Charge permanente :  $g = 5,43 \text{ kN/m}^2$

Charge d'exploitation :  $q = 3,50 \text{ kN/m}^2$

$P_u = 1,35 * 5,43 + 1,50 * 3,50 = 12,58 \text{ kN}$

$P_{ser} = 5,43 + 3,50 = 8,83 \text{ kN}$

Charge du mur :  $g_m = 2,18 \text{ kN}$

$P_{um} = 1,35 * 2,18 = 2,93 \text{ kN}$

#### Calcul des sollicitations

$M = P_{um}l + \frac{P_u l^2}{2} = 9,22 \text{ kN/m}$

$T = P_{um} + P_u l = 15,51 \text{ kN}$

#### Calcul du ferrailage

Après calcul, on récapitule les résultats dans le tableau 9

Tableau 9: Tableau récapitulatif section d'acier balcon

$\mu_u$	$\alpha$	Z	$A_{st}$	$A_{min}$	$A_t$
0,04	0,06	0,13	1,61	1,39	0,59
Choix			<b>3HA10</b>	-	<b>3HA8</b>

#### Plan de ferrailage

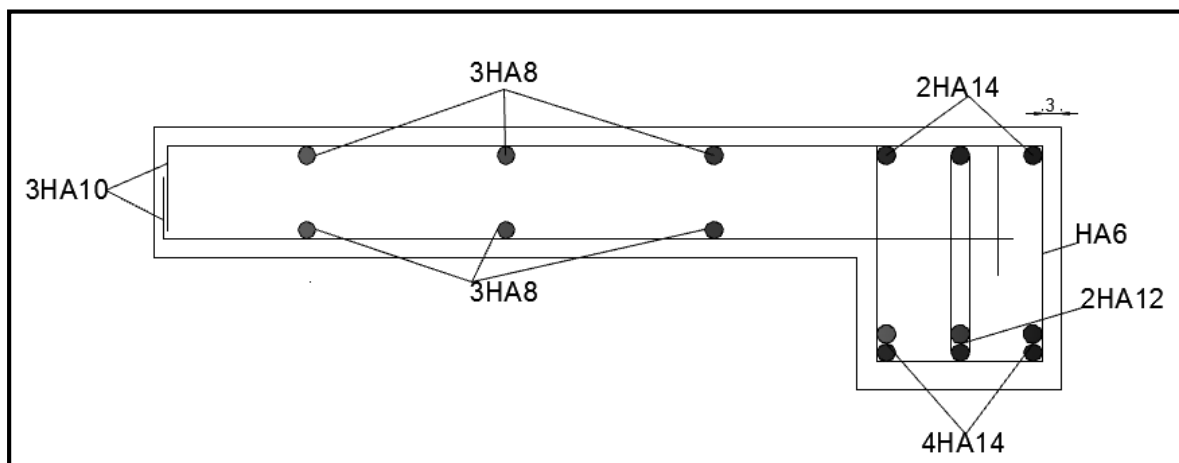


Figure 16: Plan de ferrailage du balcon

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### 5.5. L'ESCALIER (CALCUL DETAILLE EN ANNEXE V)

Nous allons considérer l'escalier de 3,40 m de haut pour les calculs

#### Combinaisons d'actions

ELU :

$$P_{u \text{ volée}} = 1,35 * 9,19 + 1,50 * 4 = 18,41 \text{ kN/m}$$

$$P_{u \text{ palier}} = 1,35 * 6,32 + 1,50 * 4 = 14,53 \text{ kN/m}$$

ELS

$$P_{ser \text{ volée}} = 9,19 + 4 = 13,19 \text{ kN/m}$$

$$P_{u \text{ palier}} = 6,32 + 4 = 10,32 \text{ kN/m}$$

#### Cas 1

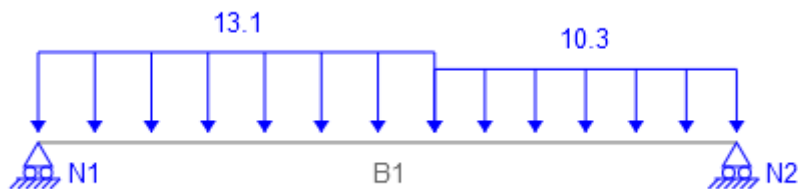


Figure 17: Chargement du cas 1 de l'escalier

$$M_{max} = 29,10 \text{ kN.m}$$

$$V_A = -32,70 \text{ kN}$$

$$V_B = 29,20 \text{ kN}$$

#### Armature longitudinales

On récapitule les résultats dans le tableau 10

Tableau 10: Récapitulatif armature longitudinale escalier

Moment réduit ultime	Bras de levier	Section d'acier théorique
0,08	0,17	3,88 cm <sup>2</sup>

**Choix :** 5HA10 totalisant 3,93 cm<sup>2</sup>

#### Condition de non fragilité

$$A_{min} = 0,23 \frac{f_{t28}}{f_e} bd = 1,86 \text{ cm}^2$$

$A_{st} > A_{min}$  Condition vérifié

#### Aciers transversaux

$$\phi_t \geq \frac{\phi_l}{3} = \frac{10}{3} = 3,33 \cong 6$$

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

Soit  $\phi_t = HA6$  avec  $St = 20$  cm

### Vérification de la contrainte due à l'effort tranchant

$\tau_u(0,18 \text{ MPa}) < \tau_{ulim}(2,67)$  Verifié

### Vérification de la flèche

$F(1,59 \text{ mm}) < F_{lim}(7,40 \text{ mm})$  Condition vérifiée

### Cas 2

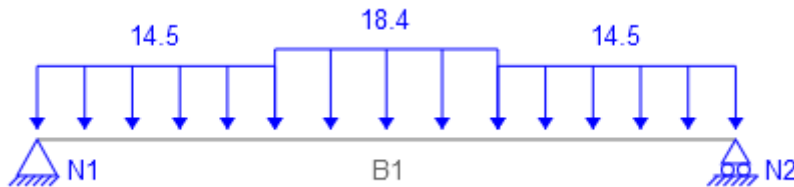


Figure 18: Chargement cas 2 de l'escalier

ELU :

$$P_{u \text{ volée}} = 1,35 * 9,19 + 1,50 * 4 = 18,41 \text{ kN/m}$$

$$P_{u \text{ palier}} = 1,35 * 6,32 + 1,50 * 4 = 14,53 \text{ kN/m}$$

ELS

$$P_{ser \text{ volée}} = 9,19 + 4 = 13,19 \text{ kN/m}$$

$$P_{u \text{ palier}} = 6,32 + 4 = 10,32 \text{ kN/m}$$

### Sollicitations

$$M_{max} = 45,90 \text{ kN.m}$$

$$V_A = -37,10 \text{ kN}$$

$$V_B = 37,10 \text{ kN}$$

### Armature longitudinales

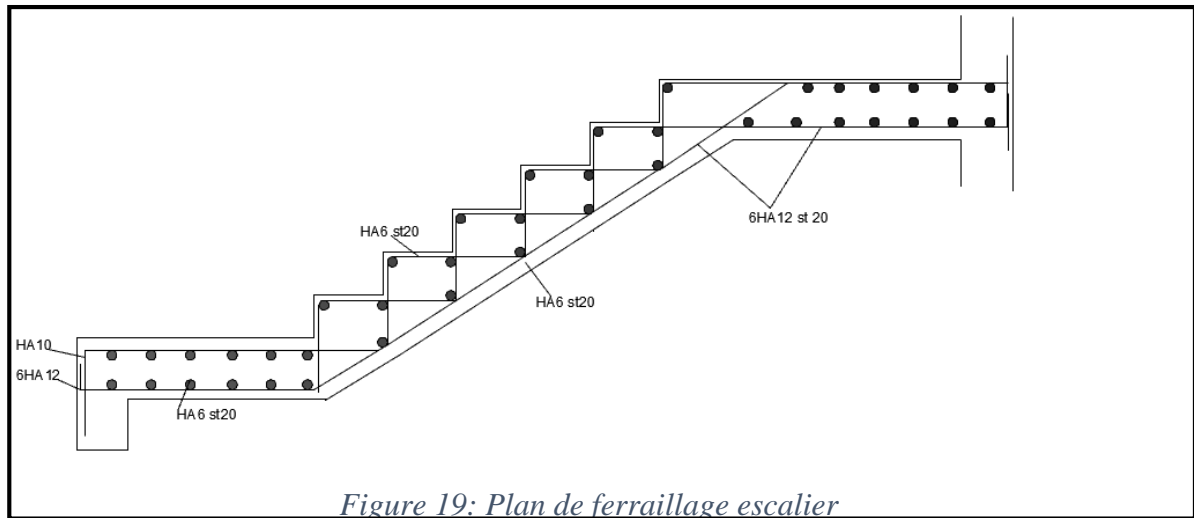
Après calcul, on récapitule les résultats dans le tableau 11

Tableau 11: Récapitulatif des calculs pour l'escalier

Ast	Amin	At	Flèche	Contrainte béton	Contrainte acier
6,28 cm <sup>2</sup>	1,86	6	1,59 < 7,40	5,28 < 12	205,94 < 400
6HA12 st 20	<b>vérifier</b>		<b>vérifier</b>	<b>vérifier</b>	<b>vérifier</b>

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### Schéma de ferrailage cas 2



### VI. ÉTUDE DE FONDATION

La présente partie consiste au choix et au dimensionnement du type de fondation nécessaire. L'infrastructure doit être rigide, capable de transmettre au sol les efforts apportés et réaliser l'encastrement de la structure dans le terrain. Nous avons conclu après vérification que le radier est beaucoup plus approprié car les semelles occupent 645,31 m<sup>2</sup> de la surface qui est totalement supérieur à l'emprise du bâtiment d'où l'impossibilité de réaliser de tels semelle. Quant au pieu, ceux-ci ont été écarté du fait de la présence d'un sous-sol qui engendrerait beaucoup plus de coûts.

Le radier sera surmonté de voile, que l'on calcul dans la suite du document.

#### 1. VOILE DE SOUTÈNEMENT

Pour le pré dimensionnement on considère la formule ci-dessous

$$e \geq \frac{h_e}{20}$$

Avec  $h_e$  la hauteur libre d'étage

$$e \geq \frac{315}{20} = 15,75$$

L'épaisseur des voiles doivent avoir une épaisseur minimale à 15 cm. Dans notre cas nous choisissons une épaisseur  $e=20$  cm

#### Détermination des sollicitations

On considère qu'il y a présence d'eau pour être dans le cas le plus contraignant

$$M_{ser} = \frac{2Ph}{9\sqrt{3}}$$

Avec  $P = \frac{1}{2}h^2(\gamma_d k_o + \gamma_w)$

$$k_o = tg^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right) = 0,26$$

$$P = \frac{1}{2}3,15^2(18 * 0,26 + 10) = 72,83 \text{ kN}$$

$$M_{ser} = \frac{2 * 72,83 * 3,15}{9\sqrt{3}} = 29,43 \text{ kN.m}$$

#### Calcul de l'effort normal

- Poids du voile :  $P_1 = 25 * 1 * 3,40 * 0,20 = 17 \text{ kN}$
- Poids du plancher :  $P_2 = 5,72 * 5,10 = 29,17 \text{ kN}$
- Charge d'exploitation :  $q = 2,50 * 5,10 = 12,75$

$$N = P_1 + P_2 + q = 58,92 \text{ kN}$$



## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### Calcul de l'excentricité

$$e = \frac{M}{N} = \frac{29,43}{58,92} = 0,50 \text{ m}$$

$e < 4h$  implique que le calcul se fera en flexion composée

$$y_{RD} = \frac{n\bar{\sigma}_{bc}d}{n\bar{\sigma}_{bc} + \sigma_{st}} = \frac{15 * 12 * 0,18}{15 * 12 + 200} = 8,53 \text{ cm}$$

### Calcul des aciers principaux

$$\text{Moment réduit } M_{RB} = \frac{1}{2} b y_{RD} \bar{\sigma}_{bc} \left( d - \frac{y_{RD}}{3} \right)$$

$$M_{RB} = \frac{1}{2} 1 * 8,53 * 12 \left( 18 - \frac{8,53}{3} \right)$$

$$M_{RB} = 77,57 \text{ kN.m} > M_{ser}(29,43)$$

Le béton comprimé seul peut reprendre l'effort de compression  $A_{SC} = 0$

$$A_{st} = \frac{M_{ser}}{\bar{\sigma}_{st} \left( d - \frac{y_1}{3} \right)} \text{ avec } y_{RB} = y_1$$

$$A_{st} = \frac{29,43 * 10^{-3}}{200 \left( 0,18 - \frac{0,0853}{3} \right)} = 9,71 \text{ cm}^2$$

**Choix des armatures** : 9HA12 totalisant 10,18 cm<sup>2</sup>

### Condition de non fragilité

$$A_{min} \geq \frac{0,23 f_{tj} b d}{f_e} * \frac{e - 0,45d}{e - 0,185d}$$

$$A_{min} \geq \frac{0,23 * 1,80 * 1 * 0,18}{400} * \frac{0,50 - 0,45 * 0,18}{0,50 - 0,185 * 0,18}$$

$$A_{min} = 1,67 \text{ cm}^2$$

### Armature transversale

$$A_r \geq 0,08 e_v \text{ avec } e_v \text{ épaisseur du voile}$$

$$A_r = 1,6 \text{ cm}^2$$

**Choix des armatures** 8HA8 totalisant 4,02 cm<sup>2</sup>

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### Plan de ferrailage

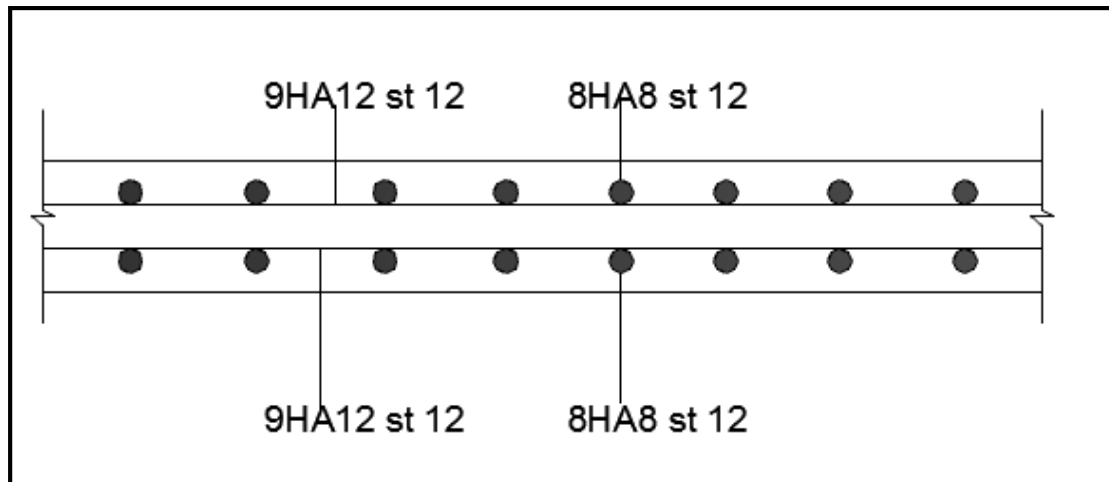


Figure 20: Plan de ferrailage voûte

## 2. RADIER

### Pré dimensionnement

L'épaisseur du radier doit répondre à la condition suivante :

➤ Formule empirique :  $h \geq \frac{L_{max}}{10} = \frac{540}{10} = 0,54 \text{ cm}$

### Condition de l'épaisseur minimale

L'épaisseur doit être au moins supérieure ou égale à 25 cm

### Condition forfaitaire

$$\frac{L_{max}}{8} \leq h_r \leq \frac{L_{max}}{5}$$
$$0,68 \leq h_r \leq 1,08$$

On prend  $h_r = 70 \text{ cm}$

### Condition de la longueur élastique

$$L_e = (4EI/Kb)^{\frac{1}{4}} \geq 2L_{max}/\pi$$

Avec :

$L_e$  : Longueur élastique

$L_{max}$  : entre axes max des poteaux parallèlement aux nervures

$E_{vj}$  :

b: largeur de la nervure du radier, largeur du plus grand poteau

I inertie de la section du radier

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

K : coefficient de raideur du sol

$$h_r \geq \sqrt[3]{\left[\frac{2}{\pi} L_{max}\right]^4 * \frac{K}{E v_j}} = \sqrt[3]{\left(\frac{2}{\pi} * 5,40\right)^4 * \frac{40}{10043,34}} = 0,82 \text{ m}$$

Choix final : on prend  $h_r = 85 \text{ cm}$  car la valeur respecte les conditions ci-dessus et  $b = 40 \text{ cm}$

### Épaisseur de la dalle du radier

$$h \geq \frac{L_{max}}{20} = \frac{540}{20} = 27$$

On prend  $h = 30 \text{ cm}$

### Surface du radier

$$S_{radier} \geq \frac{N_{ser}}{\sigma_{sol}} = \frac{1181,20}{68} = 17,37$$

La section du radier est inférieure à celle du bâtiment, on prévoit un débord

### Calcul du débordement

La largeur minimale de débord est :  $L_d \geq \left(\frac{h}{2}; 30 \text{ cm}\right) = (27; 30 \text{ cm})$

On choisit  $L_d = 50 \text{ cm}$

$$S_{radier} = S_{bat} + S_{debord} = 481,5 + 0,50 * 2 * (27,05 + 17,80) = 526,35 \text{ m}^2$$

### Vérification de la contrainte de cisaillement

On vérifie la condition suivante  $\tau_u = \frac{V_u}{b d} \leq 0,05 f_{c28}$

$$V_u = \frac{q_u L_{max}}{2} = \frac{N_{u1} b}{S_{rad}} * \frac{L_{max}}{2}$$

Avec  $N_{u1} = N_u + 1,35$  poids du radier = 5,93 MN

$$V_u = \frac{5,93}{S_{rad}} * \frac{L_{max}}{2} = 0,03 < 1 \text{ MPa}$$

### Vérification au non poinçonnement

Il faut vérifier :  $N_u \leq \frac{0,07 \mu_c h f_{c28}}{\gamma_b}$

$\mu_c$ : Périmètre du contour projeté sur le plan moyen du radier  $\mu_c = 2(a + b + 2h) = 2(5,40 + 0,20 + 2 * 0,30) = 12,40 \text{ m}$

$$N_u \leq \frac{0,07 * 12,40 * 0,85 * 20}{1,50}$$

$$N_u(1181,20) \leq 9837,33$$

Le risque au poinçonnement est donc vérifié

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### Calcul du ferrailage du radier

$$\text{ELU} : q_u = \frac{1,35G+1,50Q}{S_{\text{radier}}} = \frac{1181,20}{526,35} = 2,24 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{ELS} : q_u = \frac{G+Q}{S_{\text{radier}}} = \frac{853,98}{526,35} = 1,62 \text{ kN/m}^2$$

### Sollicitations

$$\alpha = \frac{L_x}{L_y} = \frac{5,40}{6} = 0,90 > 0,4$$

Le panneau porte suivant les deux sens

Détermination des coefficients  $\mu_x$  et  $\mu_y$  à l'ELU

$$\alpha = 0,90 \leftrightarrow \mu_x = \frac{1}{8(1 + 2,40\alpha^3)} = 0,045$$

$$\mu_y = \alpha^2 [1 - 0,95(1 - \alpha)^2] = 0,80$$

### Détermination des moments statiques

$$\text{Sens } l_x : M_{ox} = \mu_x P_u l_x^2 = 0,045 * 2,24 * 5,40^2 = 2,94 \text{ kN.m}$$

$$\text{Sens } l_y : M_{oy} = \mu_y M_{ox} = 0,80 * 2,94 = 2,35 \text{ kN.m}$$

Pour le panneau intermédiaire on a :

$$\text{Moment sur appuis} : M_a = 0,50 M_0$$

$$\text{Moments en travée} : M_t = 0,75 M_0$$

### Section d'acier

Sens xx'

$$\text{Appui} : M_a = 1,47; A_{st} = 0,16 \text{ cm}^2; A_{st\text{min}} = 2,52 \text{ cm}^2 \text{ choix } 4\text{HA}10$$

$$\text{En travée } M_t = 2,21, A_{st} = 0,24$$

Sens yy

$$\text{Appui} : M_a = 1,18; A_{st} = 0,13 \text{ cm}^2; A_{st\text{min}} = 2,52 \text{ cm}^2 \text{ choix } 4\text{HA}10$$

$$\text{En travée } M_t = 1,76, A_{st} = 0,19$$

### Étude des nervures

Elles se présentent comme des poutres doublement encastées

### Données

Hauteur : h = 85 cm

Largeur b : 40 cm

### Sollicitations

Après modélisation sur pybar on se retrouve avec de très faible sollicitations, on choisit comme section d'acier celle minimale 3,18 kN/m

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### Sections d'acier

Choix : 4HA12

### Aciers transversaux

$$\varnothing_t = \frac{12}{3} = 4 \text{ Soit } \varnothing_t = 6$$

### Espacement

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

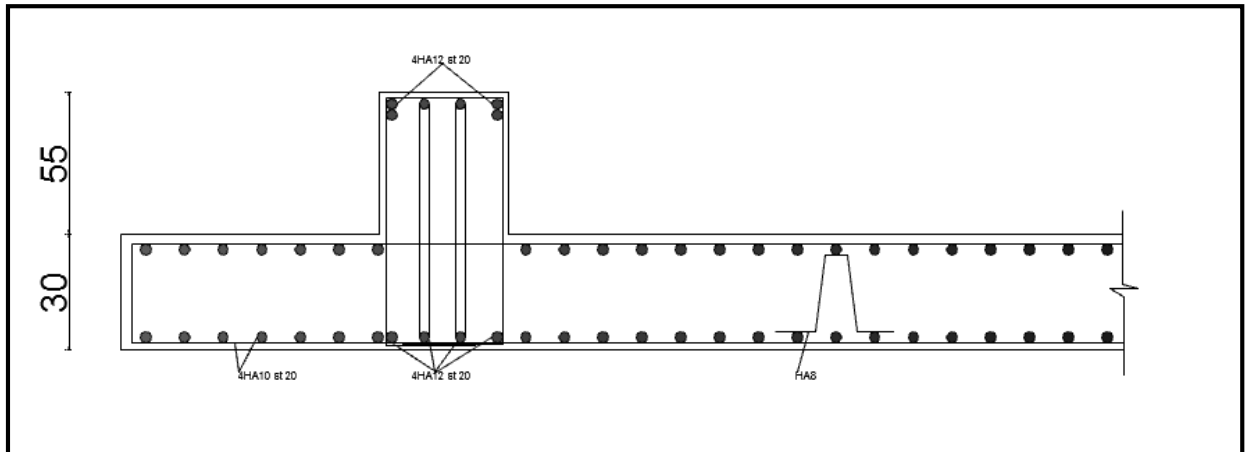


Figure 21: Plan de ferrailage radier

### VII. DISCUSSION- COMMENTAIRE DES RESULTATS

Cette présente partie, consiste à critiquer les différents résultats obtenus au cours de l'étude. En somme, les aciers obtenus sont généralement rencontrés dans les constructions courantes.

L'utilisation de la méthode de CAQUOT a permis d'avoir des résultats plus réalistes.

Pour la poutre, le calcul manuel nous donne une section d'acier de 4HA14+2HA12 en travée et en appui alors qu'avec le logiciel, on obtient 3HA12+3HA14 en travée et 6HA12 en appui.

Pour le béton on a trouvé une section de 30\*40 cm en calcul manuel et logiciel.

Concernant le poteau, la descente de charge faite au logiciel est plus élevée que celle faite manuelle. Il en est ressorti une section de béton de 35\*35 cm au logiciel et 30\*30 en manuel.

Voir les valeurs dans le tableau 12

Tableau 12: Tableau comparatif des résultats

Poteau		
Charges	Manuel	Robot
Permanentes	539,28	650,81
Exploitation	164,74	166,58

Les différences peuvent être expliquées du faite que Robot prend dans ses calculs plusieurs facteurs (par exemple il applique un coefficient de redistribution des charges sur appuis égale à 0,80 due au fluage du béton) et pas celui fait manuellement. Les analyses effectuées montrent à quels points il est important de vérifier ses calculs à celui fait au logiciel. Ce dernier permet de faire ressortir plus aisément les calculs et avancer rapidement dans le travail.

Vu la performance et la précision du logiciel, nous allons considérer ses résultats

### VIII. SECOND ŒUVRE

#### 1. ÉLECTRICITE

De nos jours, vu les conditions climatiques et l'évolution humaine, l'électrification est devenu un élément indispensable pour les êtres humains d'où la nécessité d'électrifier leur environnement. L'électricité intérieure est une branche qui s'applique aux bâtiments, elle permet de dimensionnement tout ce qui concerne le courant fort, courant faible et la climatisation.

Dans le cas de notre bâtiment, nous avons obtenue :

- 178 lampes
- 181 prises
- 62 brasseurs d'air
- 60 climatiseurs

Dans la suite, nous allons détailler les méthodes et différentes formules utiliser afin d'électrifier notre bâtiment

#### **Courant fort courant faible**

Cette partie concerne tout ce qui est lumière et prise de courant, elle dépend de la surface des pièces et de leur utilité. Les lampes seront commandées par plusieurs commandes différentes en fonction du nombre et du type. Ci-dessous les commandes utilisées :

- Simple allumage : permet d'allumer ou d'éteindre un point lumineux en un seul point d'allumage
- Double allumage : permet d'allumer ou d'éteindre un ensemble ou séparément et d'un seul endroit le ou les points lumineux
- Bouton poussoir : permet d'allumer au moins trois points d'allumage pour des points lumineux (cas des couloirs)
- Va et vint : il commande l'allumage et l'extinction de point lumineux de deux endroits différents

Le courant sera transmis aux lumières à travers des sections de conducteurs de 1,5 mm<sup>2</sup>. Les prises seront autonomes et directement disponible sans interrupteur. Pour la transmission du courant on utilisera des sections de conducteurs de 2,5 mm<sup>2</sup>. Les câbles seront composés d'une phase, d'un neutre et d'une mise à la terre

L'ensemble (lumière et prise) sera regroupé séparément dans des circuits de 8 points au maximum.

Voir en ANNEXE VI (plan architectural d'électricité)

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### Climatisation

Le calcul des charges de climatisation se fait par plusieurs méthodes, nous avons opté pour la méthode des surfaces qui est une méthode qui sert de pré dimensionnement rapide. Elle prend en compte la surface et le rayonnement solaire dont le bâtiment est exposé. La charge est donc obtenue par la formule :  $P_u = A * P$

Nous considérons que notre bâtiment est exposé au soleil avec un léger apport de chaleur interne ( $P=225 \text{ W/m}^2$ ) venant des matériels électronique et des êtres humains.

Une fois le calcul fait on choisit le type de climatiseur dans le catalogue DAIKIN EMURA qui est le : FTXG35LS

Tableau 13: Choix des climatiseurs

Niveau	Désignation	Section (m <sup>2</sup> )	Charge (W)	Choix de clim
RDC	Accueil	29,58	6655,5	2 clim de 1,5 CV
	Commerce	75,60	17010,0	5 clim de 2 CV
	Zone à aménager	121,74	27390,4	6 clim de 2 CV
R+1	Bureau DG	22,80	5130,0	2 clim de 1,5 CV
	Bureau type 1	19,07	4289,6	1 clim de 2 CV
	Bureau type 2	12,45	2801,3	1 clim de 1,5 CV
	Secrétariat	16,38	3685,5	1 clim de 1,5 CV
	Salle de réunion	32,64	7344,0	2 clim de 2 CV
	Bureau paysager	48,02	10803,4	2 clim de 2 CV

Les niveaux R+2 et R+3 étant identique au R+1 considérera le même choix de climatiseur que le R+1

Des brasseurs aussi seront prévus et installé de façon arbitraire de telle sorte à permettre une bonne aération des pièces.

Voir an ANNEXE VI (plan architectural d'électricité)

### Bilan de puissance

Le bilan de puissance est une étape indispensable dans l'installation électrique. Il prend en compte la totalité des puissances des appareils installés et leur utilisation. Pour un résultat garantissant le bon fonctionnement de l'installation plusieurs coefficients s'ajoutent aux calculs tels :

- Le coefficient de simultanéité  $K_s$ : détermine les conditions d'utilisation de l'installation s'appliquant à un ensemble de récepteur ou circuits (comme les prises de courant)



## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

- Le coefficient d'utilisation  $K_u$  : détermine le taux d'utilisation d'un récepteur selon le temps

L'objectif du bilan est de déterminer la puissance ainsi que l'intensité totale de l'installation.

Les formules suivantes sont utilisées pour déterminer le bilan de puissance :

Puissance utile  $P_u = 1,25 * \text{puissance unitaire (kW)} * \text{nombre}$

Puissance absorbée  $P_a = \frac{P_u}{\eta}$  avec  $\eta = 1$

Puissance effective:  $P_f = P_a * K_u * K_s$

$Q = P_f * \tan\varphi$  avec  $\tan\varphi = 0,75$

Tableau récapitulatif du bilan de puissance

Tableau 14: Tableau récapitulatif du bilan de puissance

		Nombre	Puissance unitaire(w)	Pu(kw)	$\eta$	Pa (kW)	Ku	Ks	Pf (kW)	cos $\varphi$	tan $\varphi$	Q (kVAr)
Sous sol	Eclairage	19	36	0,855	1	0,86	1	1	0,86	0,8	0,75	0,64
RDC	Eclairage	24	36	1,08	1	1,08	1	1	1,08	0,8	0,75	0,81
	Prises	22	2944	80,96	1	80,96	0,2	0,1	2,3	0,8	0,75	1,71
	Brasseur	14	75	1,31	1	1,31	1,0	1,0	1,3	0,8	0,75	0,98
	Climatisation	13	3500	56,88	1	56,88	1	1	56,88	0,8	0,75	42,66
R+1	Eclairage	44	36	1,98	1	1,98	1	1	1,98	0,8	0,75	1,485
	Prises	53	2944	195,04	1	195,04	0,2	0,12	4,56	0,8	0,75	3,42
	Brasseur	16	75	1,5	1	1,5	1	1	1,5	0,8	0,75	1,13
	Climatisation	16	3500	70	1	70	1	1	70	0,8	0,75	52,5
R+2									78,04			58,53
R+3									78,04			58,53
Edicule	Eclairage	3	36	0,135	1	0,135	1	1	0,135	0,8	0,75	0,10

Puissance d'utilisation :  $S = \sqrt{P_f^2 + Q^2} = \sqrt{296,67^2 + 222,50^2} = 370,84$

Puissance totale :  $ST = S * k_e$  avec  $k_e$  coefficient de majoration égale à 1,20

$$ST = S * k_e = 370,84 * 1,20 = 445 \text{ kVA}$$

Il faut soumettre à la NIGELEC à un transformateur de 500 kVa

## 2. RESEAU INTERIEUR HYDRAULIQUE

L'assainissement est une démarche visant à améliorer la situation sanitaire. Il comprend la collecte et l'évacuation des déchets solides et liquides. L'objectif principal est de protéger et d'améliorer la santé humaine.

Toutes nouvelles constructions de bâtiments doit obligatoirement bénéficier d'un réseau d'eau potable et d'évacuation. La conception et la réalisation de ces réseaux répondent à des règles précises

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### Réseau d'eau froide

Le réseau d'eau froide consiste à alimenter les conduites en eau potable. Le mode opératoire est le suivant :

- Identification des appareils sanitaires
- Tracé en plan du réseau d'alimentation et spécifications des longueurs de tronçons
- Déterminer les pertes de pression admissibles dans le réseau
- Déterminer les débits à assurer par tronçon
- Donner les diamètres théoriques du réseau
- Calcul les pressions de sortie de chaque tronçon
- Vérifier la pression résiduelle de chaque appareil tout en s'assurant d'avoir une pression résiduelle minimale de 3mCE

Après avoir effectué les différentes étapes, on se retrouve avec des pressions inférieures à 3 mCE, pour pallier à cela nous avons opté pour l'installation d'un suppresseur de 10 bars

### Réseau d'évacuation des eaux usées

Les canalisations d'évacuations des eaux doivent assurer l'évacuation rapide et sans stagnation des eaux provenant des appareils sanitaires et ménagers. Pour cela il faut :

- Identifier les appareils
- Calculer les débits continus
- Diamètres des descentes, des ventilations primaires et secondaires
- Déterminer les diamètres des collecteurs principaux

Pour chaque niveaux supérieurs on a 4 WC et 4 lavabo et au RDC 2WC et 2 lavabo, on aura un débit total à évacuer de  $Q_p = 3(4 * 1,50 + 4 * 0,5) + (2 * 1,50 + 2 * 0,50) = 28 \text{ l/s}$

En appliquant le coefficient de simultanéité pour un bâtiment à usage public  $K=0,50$

$$Q_c = 0,50 * 28 = 14 \text{ l/s}$$

Le diamètre étant fonction du débit on aura comme descente un PVC de 200 mm

Pour les diamètres de collecteur d'appareil un PVC de 125 mm

Pour le dimensionnement des fosses septiques, nous avons utilisés un abaque qui donne les différentes dimensions en fonction du nombre d'usager et du sanitaire (chasse d'eau)

Dans notre cas, nous avons estimé le nombre d'usager du bâtiment à 50 personnes, on se retrouve avec une fosse à trois (3) compartiments et un (1) puisard.

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### Réseau de collecte d'eau pluviale

Une section de toiture de 395 m<sup>2</sup> on décide de placer 6 descentes qui reprendront chacune une surface de 66 cm<sup>2</sup>. Pour une surface de 66 cm<sup>2</sup> il faut une descente de 80 mm de diamètre

### 3. SECURITE ET PROTECTION INCENDIE

L'incendie reste un risque majeur pour l'homme et pour les activités économique. Diminuer ce risque nécessite d'agir dans deux domaines d'action

**La prévention** : ayant pour but de diminuer la probabilité de naissance et la propagation du feu. Cela consistera à utiliser des matériaux de construction qui retardera la propagation du feu. Il faut noter aussi que d'après de récente étude 23% des incendies est dû à l'électricité d'où la nécessité d'être rigoureux dans la vérification des installations électriques et surtout veiller à l'utilisation des câbles de qualité et de bonne résistance.

**La prévision** : c'est des mesures qui facilitent l'intervention en cas d'incendie. Dans le bâtiment, nous aurons :

- Des extincteurs : étant destiner à des bureaux en grande partie, nous allons utiliser des extincteurs à poudre et à eau. Ils seront disposés chaque 15m pour être à porter de main quel que soit l'endroit et faciliter l'intervention
- Des réseaux d'incendie armé RIA disposé aux niveaux supérieurs
- Des blocs autonomes d'éclairages d'ambiance : qui seront disposé un peu partout dans le bâtiment, ils permettront d'orienter les personnes en cas de coupure de courant.
- Des détecteurs de fumer et sonore seront placés à chaque niveau et dans chaque bureau, il y'aura aussi la présence de déclencheur manuel.

Voir en ANNEXE VIII (plan de sécurité incendie)

## **IX. ÉTUDE QUANTITATIVE ET ESTIMATIVE**

L'étude quantitative et estimative est un moyen d'estimer les quantités de matériaux à utiliser et les coûts des travaux pour la réalisation du bâtiment. Dans le cadre du projet, nous avons estimé l'ensemble des travaux dans le tableau récapitulatif suivant :

*Tableau 15:Tableau récapitulatif du devis quantitatif et estimatif*

<b>RECAPITULATIF BATIMENT PRINCIPALE</b>		
<b>Num</b>	<b>Désignation</b>	<b>Prix total</b>
<b>I</b>	<b>PREPARATION- TERRASSEMENT</b>	<b>10 676 000</b>
<b>II</b>	<b>BETON ARME-MACONNERIE</b>	<b>190 883 315</b>
<b>III</b>	<b>MENUISERIE ALUMINIUM</b>	<b>8 280 100</b>
<b>IV</b>	<b>ELECTRICITE-CLIMATISATION</b>	<b>38 098 500</b>
<b>V</b>	<b>PLOMBERIE SANITAIRE ASSAINISSEMENT</b>	<b>4 375 000</b>
<b>VI</b>	<b>CARRELAGE-PEINTURE</b>	<b>38 329 400</b>
<b>VII</b>	<b>PROTECTION INCENDIE</b>	<b>17 425 200</b>
<b>TOTAL HTVA</b>		<b>308 067 515</b>
<b>TVA 18%</b>		<b>55 452 153</b>
<b>TOTAL GENERAL TTC</b>		<b>363 519 668</b>

Voir en ANNEXE IX (devis quantitatif et estimatif)

## **CONCLUSION**

Le travail que nous avons effectué sur ce projet de construction, nous a permis d'améliorer nos connaissances théoriques et pratiques sur ce qui concerne le béton armé en bâtiment et également appris à manipuler et comprendre les différents logiciels de calculs.

En somme, on retiendra de ce projet les résultats suivants :

- Un type de plancher à corps creux de 25 cm
- La réalisation d'une fondation superficielle en radier
- Un diamètre maximum de HA14 et minimale de HA6
- En ce qui concerne le second œuvre, une puissance du transformateur de 500kVA, l'alimentation en eau froide avec un supprimeur, une élaboration de matériels de sécurité incendie. Une évacuation des eaux usées jusqu'aux fosses septiques

Le cout du projet est estime à trois cent soixante-trois millions cinq cent dix-neuf mille six cent soixante-huit (653 519 668) toute taxe comprise

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

### Ouvrages et articles

JEAN PERCHAT, JEAN ROUX (deuxième Edition), édition Eyrolles. Pratique de BAEL 91 cours avec exercices corrigés

H. RENAUD- J. LAMIRAULT, édition Dunod 1989. Précis de calcul de béton armé

H. RENAUD, édition Foucher (2002). Béton armé

D. DIDIER, L. LE BRAZIDEC, P.NATAL, J. THISSET, édition Afnor. Précis bâtiment

HENRY THONIER, deuxième édition. Conception et calcul des structures de bâtiments  
Tome I

JEAN MARIE HUSSON, étude des structures en béton armé BAEL 91 révisé 99 édition  
casteilla 2002

BRAHIM YOUNS, version 1 (2015) : tout en un, calcul des structures de bâtiment en béton  
armé

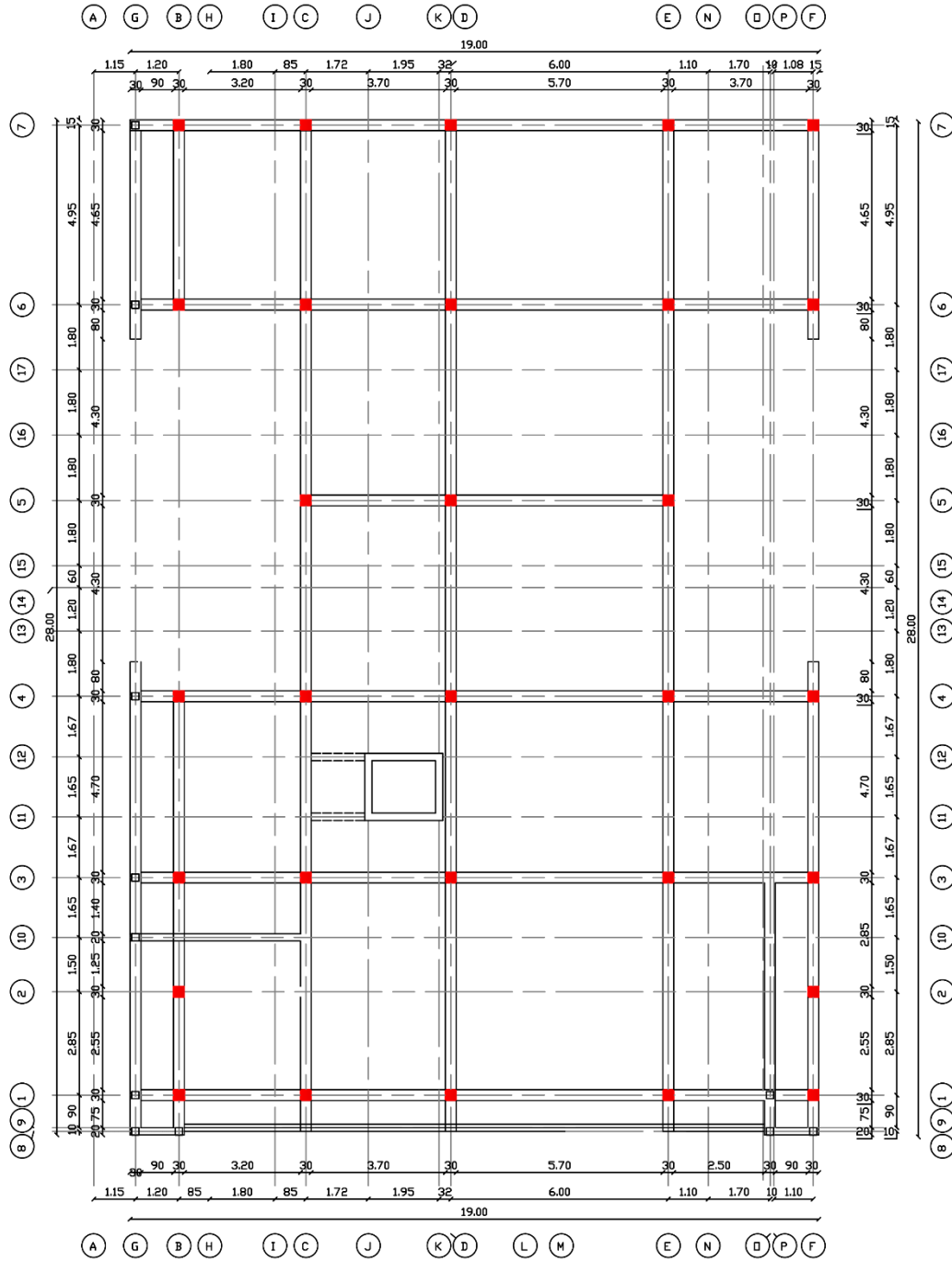
**ANNEXES**

<u><b>ANNEXES I : PLAN DE COFFRAGE, BATIMENT</b></u> .....	<b>49</b>
<u><b>ANNEXE II : NOTE DE CALCUL DU PLANCHER</b></u> .....	<b>56</b>
<u><b>ANNEXE III : NOTE DE CALCUL DE LA POUTRE</b></u> .....	<b>59</b>
<u><b>ANNEXE IV : NOTE DE CALCUL DU POTEAU</b></u> .....	<b>77</b>
<u><b>ANNEXE V: NOTE DE CALCUL DE L'ESCALIER</b></u> .....	<b>83</b>
<u><b>ANNEXE VI : PLAN D'ÉLECTRICITÉ</b></u> .....	<b>87</b>
<u><b>ANNEXE VII : PLAN DE PLOMBERIE</b></u> .....	<b>90</b>
<u><b>ANNEXE VIII : SECURITE INCENDIE</b></u> .....	<b>92</b>
<u><b>ANNEXE IX: DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF</b></u> .....	<b>95</b>



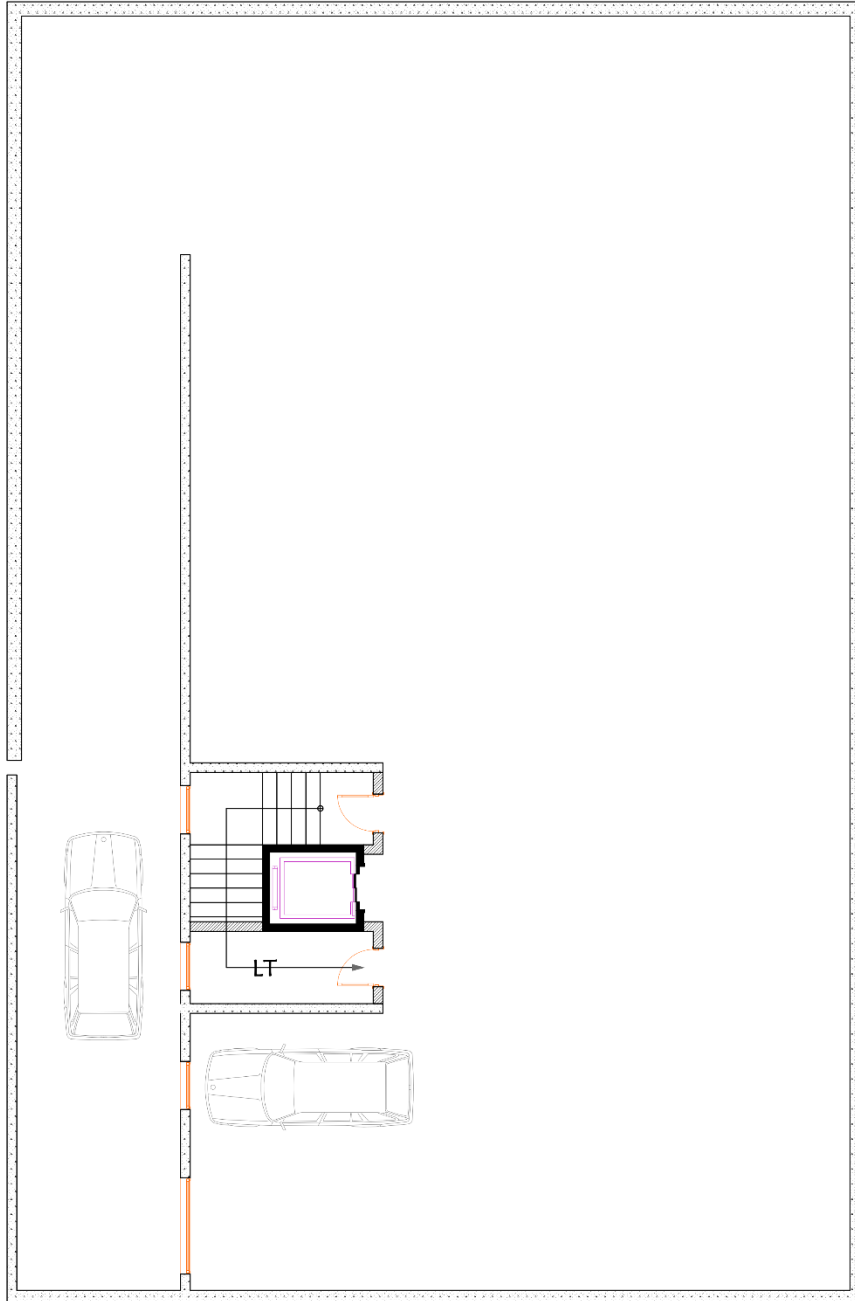


# Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol



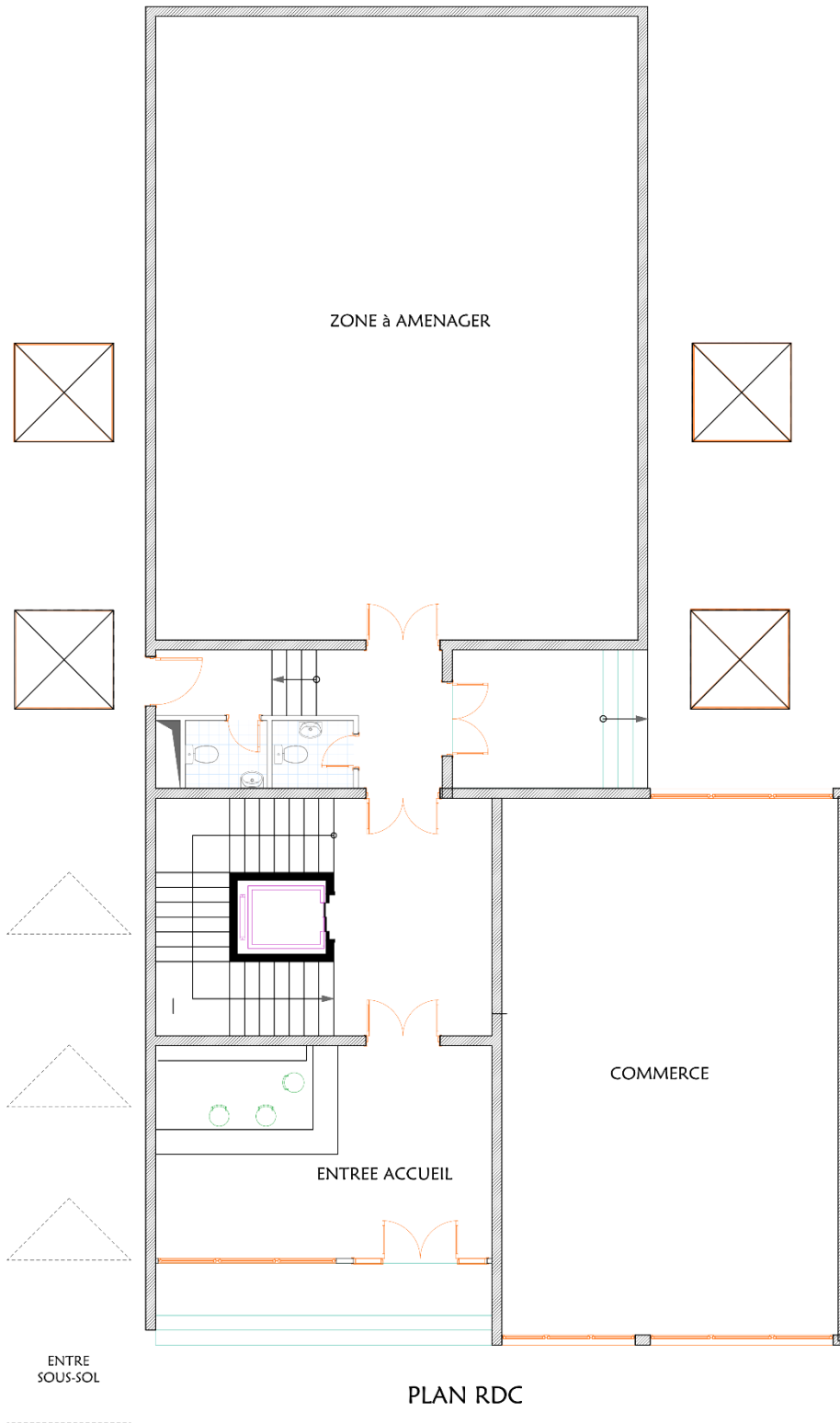
PH RDC(+3.86)

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

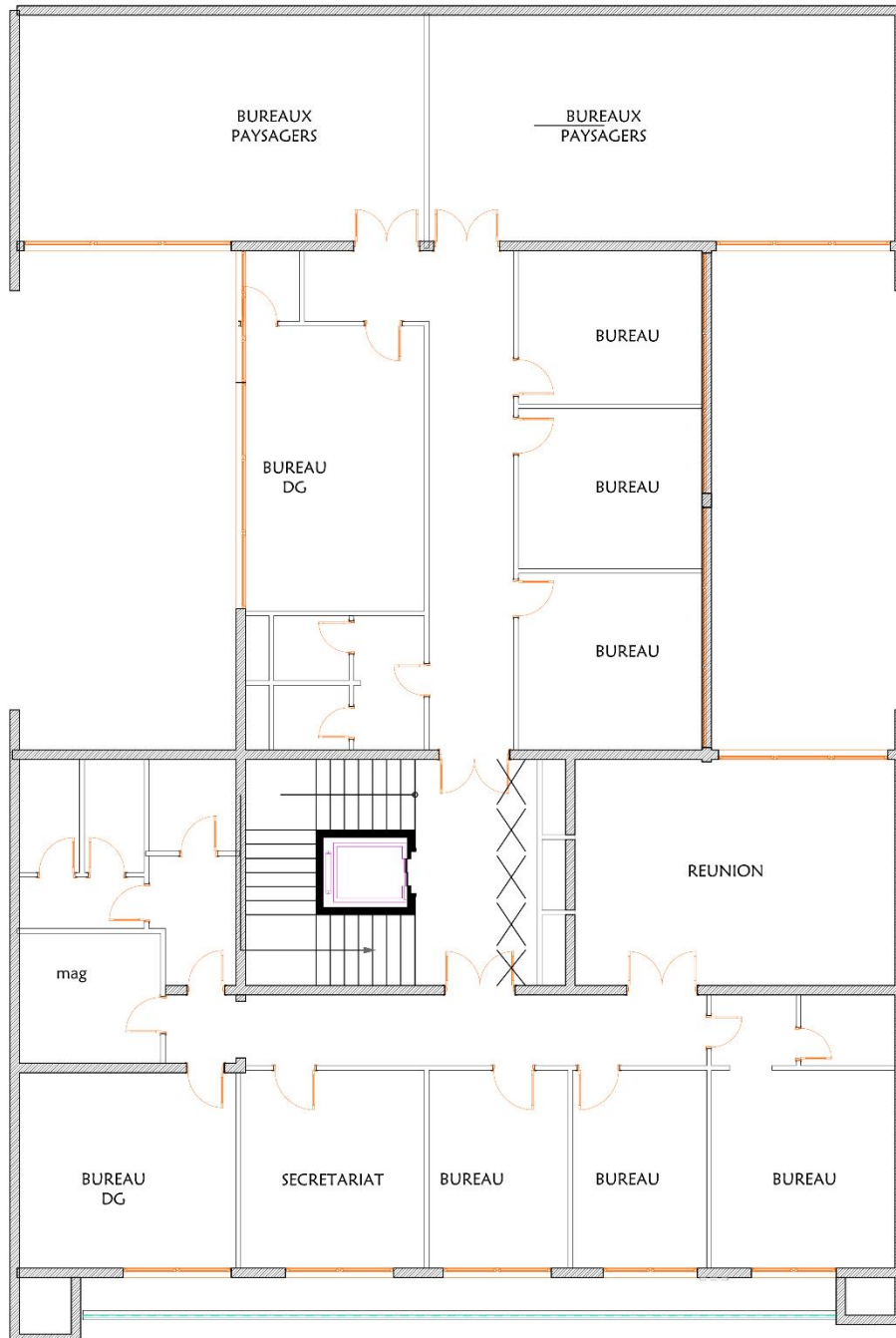


PLAN sous-sol

# Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

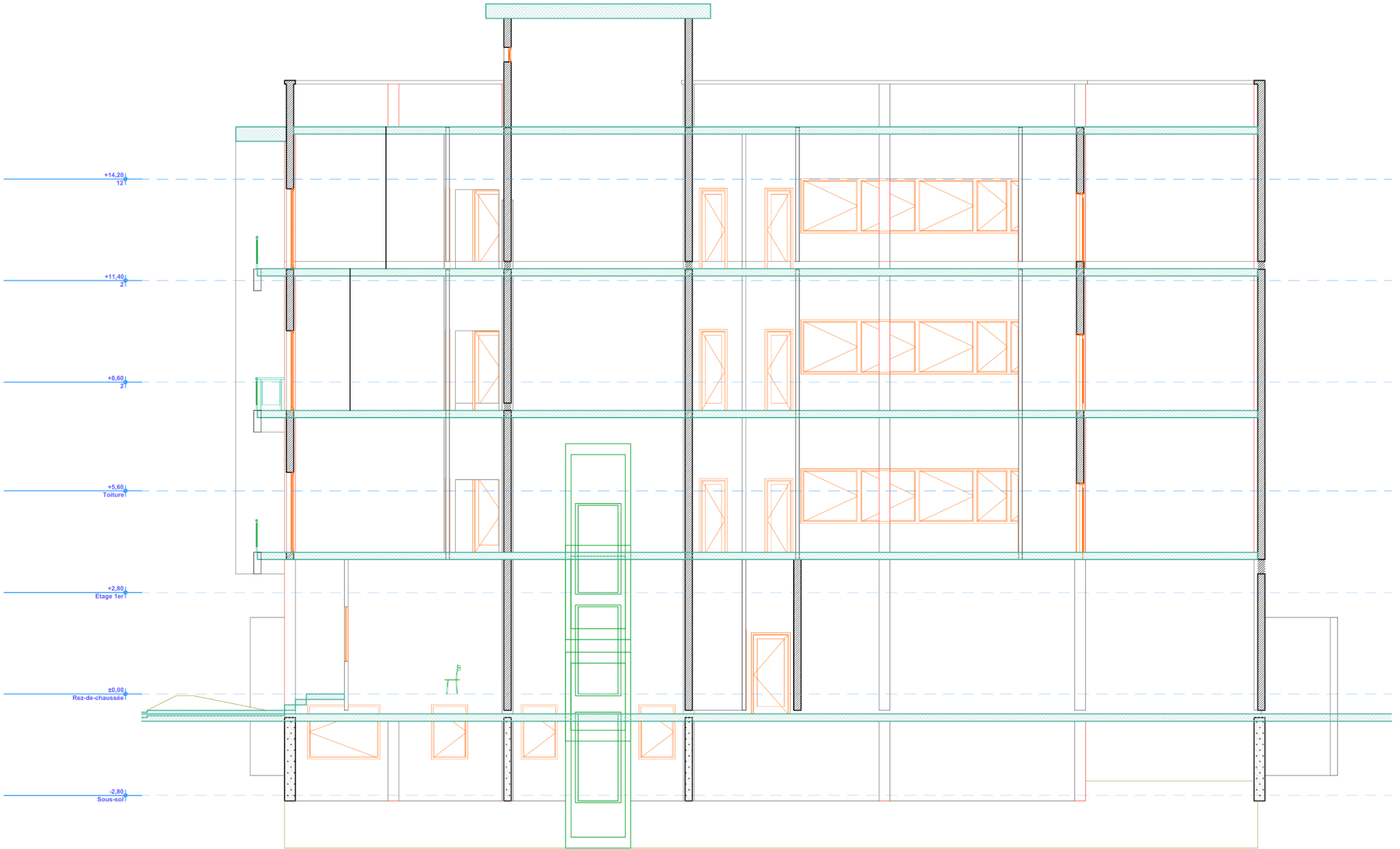


## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

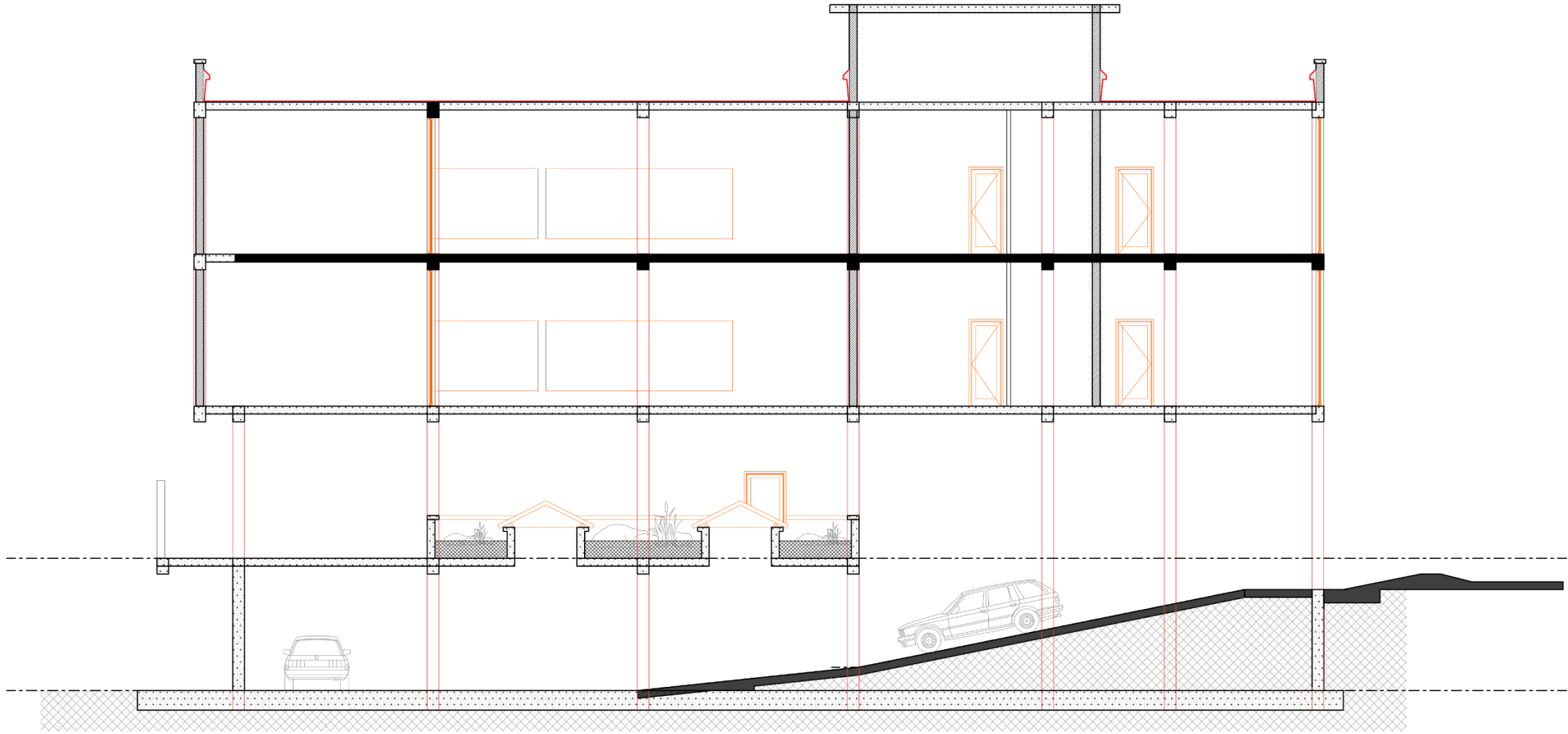


PLAN ETAGE  
COURANT

Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol



Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol



COUPE AA

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### ANNEXE II : NOTE DE CALCUL DU PLANCHER

Charge permanente 5,71 kN/m<sup>2</sup>

Charge d'exploitation 1,50 kN/m<sup>2</sup>

Charge équivalente à l'ELU

$$p_u = 1,35g + 1,50q = 9,96 \text{ kN/m}^2$$

Pour chaque poutrelle on se retrouve avec une longueur d'influence de 65 cm, ce qui réduit notre charge à :  $p_{u1} = 0,65P_u = 6,47 \text{ kN/m}$

Considérant notre plancher comme une poutre isostatique, nous calculons le moment maximal en travée par la formule suivante :

$$M_{max} = \frac{P_{u1} * L^2}{8}$$
$$M_{max} = \frac{6,47 * 5,10^2}{8} = 21,04 \text{ kN/m}$$

**Calcul du moment de la table**

$$M_{tu} = b * h_0 * f_{bu} \left( d - \frac{h_0}{2} \right)$$
$$M_{tu} = 0,65 * 0,05 * 11,33 \left( 0,23 - \frac{0,05}{2} \right)$$
$$M_{tu} = 0,08 \text{ MN.m}$$
$$M_{max} < M_{tu}$$

La table est surabondante

Nous pouvons conclure que le calcul de la section en T<sub>e</sub> se fera comme le calcul d'une section rectangulaire

Calcul de la section d'acier

Les aciers seront calculés à l'ELU et vérifiés à l'ELS. Les étapes pour le calcul sont :

$$\mu_{bu} = \frac{M_{max}}{b * d^2 * f_{bu}}$$
$$\mu_{bu} = \frac{0,021}{0,65 * (0,9 * 0,25)^2 * 11,33}$$
$$\mu_{bu} = 0,056$$
$$\mu_{bu} < \mu_{lim}(0,392)$$
$$\mu_{bu} < \mu_{AB}(0,186)$$

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

La section nécessite pas d'acier comprimé et la rotation se fera autour du pivot A avec comme condition réglementaire  $\varepsilon_s = 10\text{‰}$  et  $\sigma_{su} = f_{bu}$

$$\alpha_u = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu_{bu}})$$

$$\alpha_u = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2 * 0,056})$$

$$\alpha_u = 0,072$$

$$Z = d - 0,4(\alpha_u d)$$

$$Z = 0,22 \text{ m}$$

$$A_{st} = \frac{M_{max}}{Z * \sigma_{st}}$$

$$A_{st} = 2,77 \text{ cm}^2$$

**Choix de 3HA12 totalisant 3,39 cm<sup>2</sup>**

### Vérification de la condition de non fragilité

$$A_{min} = 0,23 \frac{f_{t28}}{f_e} bd$$

$$A_{min} = 0,23 \frac{1,80}{400} 0,65 * (0,9 * 0,25)$$

$$A_{min} = 1,51 \text{ cm}^2$$

$A_{st} > A_{min}$  La condition de non fragilité est respectée

### Acier transversal

$$\phi_t \geq \frac{\phi_l}{3} = \frac{12}{3} = 4 \cong 6$$

$$\phi_t \leq \min\left(\frac{h}{35}; \frac{b_0}{10}; \phi_t\right)$$

$$\phi_t \leq \min(7,14; 54,17; 6)$$

Soit  $\phi_t = HA6$



## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### Vérification de l'effort tranchant

Calcul de l'effort tranchant

$$V_u = \frac{P_{u1} * L}{2}$$
$$V_u = \frac{6,47 * 5,10}{2}$$
$$V_u = 16,50 \text{ kN}$$

En fissuration peu préjudiciable, on vérifie la contrainte tangentielle avec la formule ci-dessous:

$$\tau_u > \tau_{ulim}$$
$$\tau_u = \frac{V_u}{b_0 * d}$$
$$\tau_u = \frac{16,50}{0,12 * 0,23}$$
$$\tau_u = 0,60 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ulim} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{0,2 f_{28}}{\gamma_b} \\ 5 \text{ MPa} \end{array} \right.$$
$$\tau_{ulim} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{0,2 * 20}{1,50} \\ 5 \text{ MPa} \end{array} \right.$$
$$\tau_{ulim} = 2,67 \text{ MPa}$$

$\tau_{ulim} > \tau_u$  Vérifié

### Espacement

$$S_t \leq \min(40; 15\phi_t; h + 10) = 15 \text{ cm}$$

### Dalle de compression

Pour la dalle on considèrera les dispositions constructives en prenant des HA6 espacés de 20 cm

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### ANNEXE III : NOTE DE CALCUL DE LA POUTRE

Charges permanentes 24,62 kN/m

Charge d'exploitation 9,45 kN/m

Combinaisons d'actions

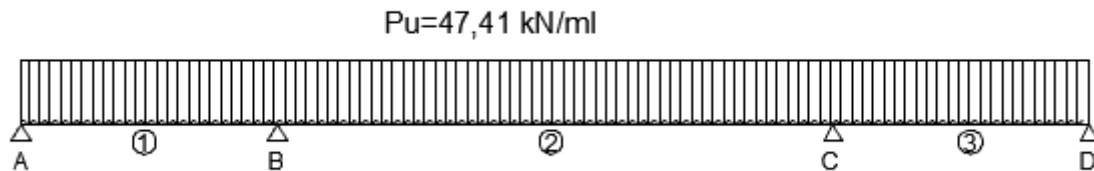
ELU :  $P_u = 1,35G + 1,50Q = 47,41 \text{ kN/m}$

ELS :  $P_{ser} = G + Q = 34,07 \text{ kN/m}$

Après vérification des méthodes on remarque que celle de Caquot est la plus adaptée

#### Méthode de Caquot

Calcul des moments sur appuis



On charge toutes les travées de la même charge soit 47,41 kN, le calcul se fait à partir de la formule suivante :

$$M_x = \frac{P_w(l'_w)^3 + P_e(l'_e)^3}{8,50(l'_w + l'_e)}$$

#### Appui A et D

$$M_A = M_D = 0$$

#### Appui B

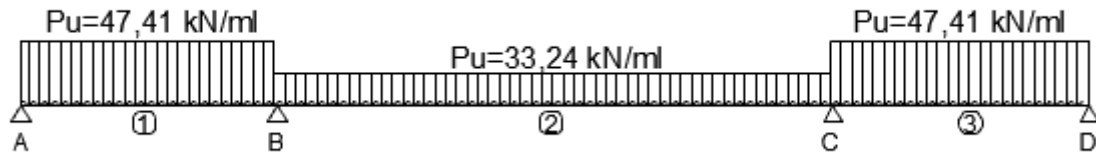
$$M_B = \frac{P_w(l'_1)^3 + P_e(l'_2)^3}{8,50(l'_1 + l'_2)} = \frac{47,41 * 3,70^3 + 47,41 * (0,8 * 5,70)^3}{8,50(3,70 + 0,80 * 5,70)} = 98,23 \text{ kN.m}$$

#### Appui C

$$M_C = \frac{P_w(l'_2)^3 + P_e(l'_3)^3}{8,50(l'_2 + l'_3)} = \frac{47,41 * (0,80 * 5,70)^3 + 47,41 * 3,70^3}{8,50(3,70 + 0,80 * 5,70)} = 98,23 \text{ kN.m}$$

#### Calcul des moments en travées

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol



On charge les travées impaires de 47,41 et celle paire de 33,24 avec les formules suivantes :

$$M_T = \overline{M}_w - P \frac{x_t^2}{2} \text{ avec } x_t = \frac{L}{2} + \frac{\overline{M}_w - \overline{M}_e}{PL}$$

### Travée 1

$$M_{T1} = \overline{M}_A - P_1 \frac{x_{t1}^2}{2} \text{ avec } x_{t1} = \frac{L_1}{2} + \frac{\overline{M}_A - \overline{M}_B}{P_1 L_1}$$

$$\overline{M}_A = 0$$

$$\overline{M}_B = \frac{47,41 * 3,70^3 + 33,24 * 4,56^3}{8,50(3,70 + 4,56)} = 79,09 \text{ kN.m}$$

$$x_{t1} = \frac{3,70}{2} + \frac{0 - 79,09}{47,41 * 3,70} = 1,40 \text{ m}$$

$$M_{T1} = 0 - 47,41 * \frac{1,40^2}{2} = -46,46 \text{ kN.m}$$

### Travée 3

$$M_{T3} = \overline{M}_C - P_3 \frac{x_{t3}^2}{2} \text{ avec } x_{t3} = \frac{L_3}{2} + \frac{\overline{M}_C - \overline{M}_D}{P_3 L_3}$$

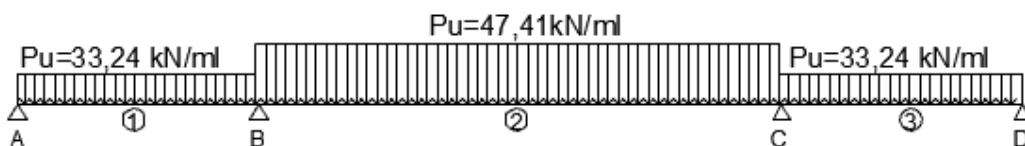
$$\overline{M}_D = 0$$

$$\overline{M}_C = \frac{33,24 * 4,56^3 + 47,41 * 3,70^3}{8,50(4,56 + 3,70)} = 79,14 \text{ kN.m}$$

$$x_{t3} = \frac{3,70}{2} + \frac{79,14 - 0}{47,41 * 3,70} = 2,30 \text{ m}$$

$$M_{T3} = 79,14 - 47,41 * \frac{2,30^2}{2} = -46,42 \text{ kN.m}$$

### Travée 2



## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

On charge la travée paire de 47,41 et on décharge celle impaires

$$M_{T2} = \overline{M}_B - P_2 \frac{x_{t2}^2}{2} \text{ avec } x_{t2} = \frac{L_2}{2} + \frac{\overline{M}_B - \overline{M}_C}{P_2 L_2}$$

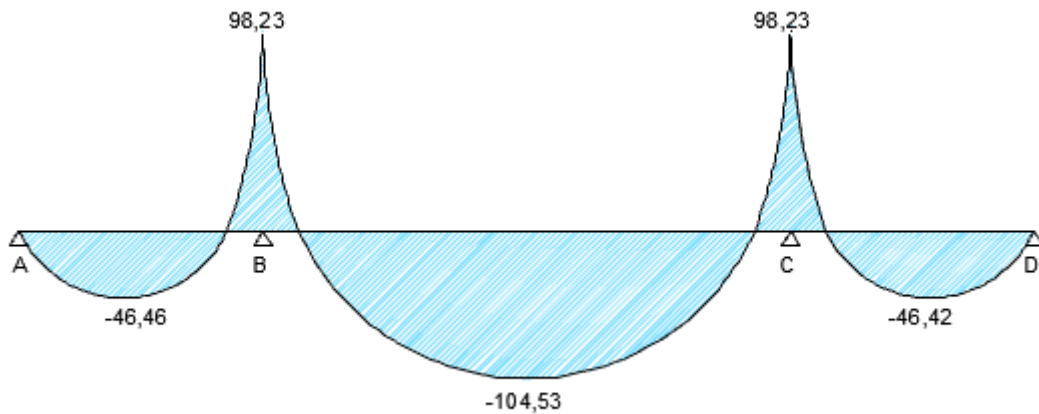
$$\overline{M}_B = \frac{33,24 * 3,70^3 + 47,41 * 4,56^3}{8,50(3,70 + 4,56)} = 88,01 \text{ kN.m}$$

$$\overline{M}_C = \frac{47,41 * 4,56^3 + 33,24 * 3,70^3}{8,50(4,56 + 3,70)} = 88,01 \text{ kN.m}$$

$$x_{t3} = \frac{5,70}{2} + \frac{88,01 - 88,01}{47,41 * 5,70} = 2,85 \text{ m}$$

$$M_{T3} = 88,01 - 47,41 \frac{2,85^2}{2} = -104,53 \text{ kN.m}$$

### Diagramme des moments

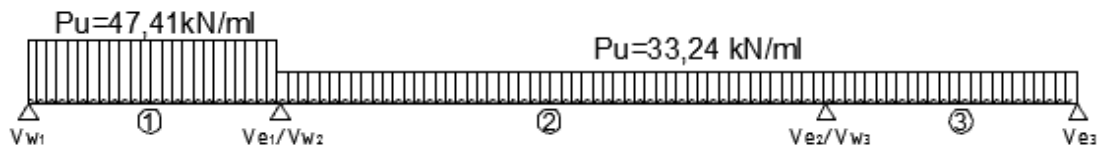


### Calcul des efforts tranchants

Le calcul se fait en chargeant la travée qui encadre l'appui en utilisant les formules suivantes :

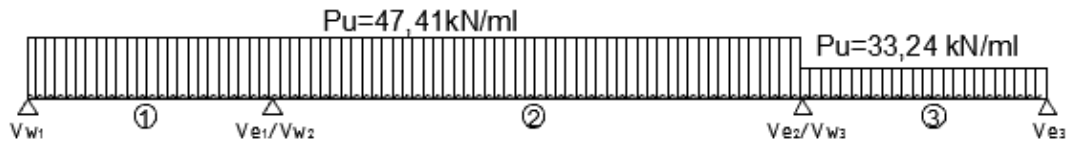
$$V_w = \frac{PL}{2} + \frac{\overline{M}_w - \overline{M}_e}{L} \text{ et } V_e = -\frac{PL}{2} + \frac{\overline{M}_w - \overline{M}_e}{L}$$

### Travée 1



$$V_{w1} = \frac{P_1 L_1}{2} + \frac{\overline{M}_A - \overline{M}_B}{L_1} = \frac{47,41 * 3,70}{2} + \frac{0 - 79,14}{3,70} = 66,32 \text{ kN}$$

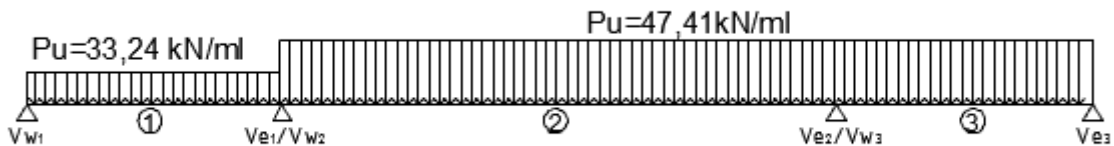
## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol



$$V_{e1} = -\frac{P_1 L_1}{2} + \frac{\overline{M}_A - \overline{M}_B}{L_1} = -\frac{47,41 * 3,70}{2} + \frac{0 - 88,01}{3,70} = -111,49 \text{ kN}$$

### Travée 2

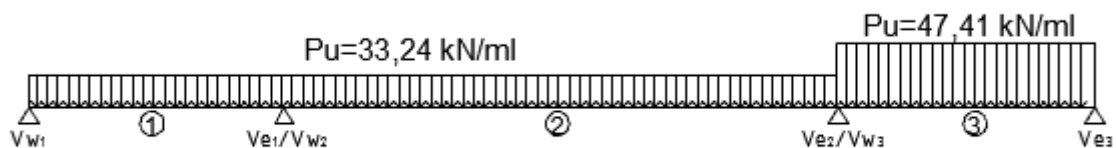
$$V_{w2} = \frac{P_2 L_2}{2} + \frac{\overline{M}_B - \overline{M}_C}{L_2} = \frac{47,41 * 5,70}{2} + \frac{98,23 - 88,01}{5,70} = 136,91 \text{ kN}$$



$$V_{e2} = -\frac{P_2 L_2}{2} + \frac{\overline{M}_B - \overline{M}_C}{L_1} = -\frac{47,41 * 5,70}{2} + \frac{88,01 - 98,23}{5,70} = -136,91 \text{ kN}$$

### Travée 3

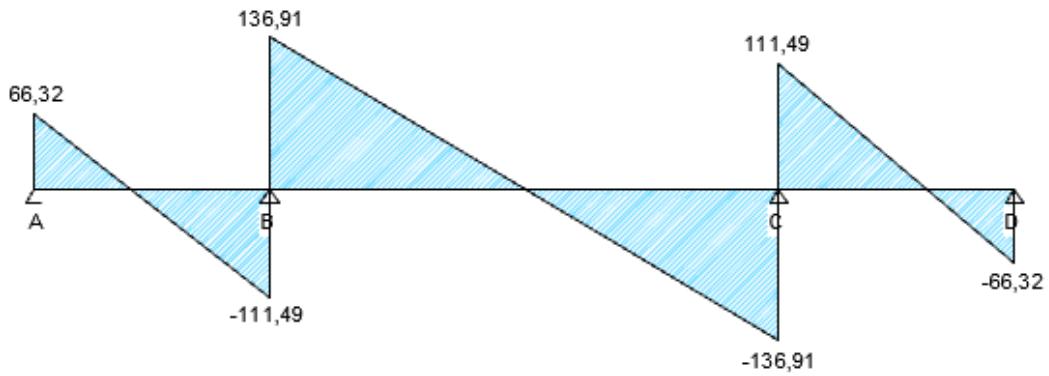
$$V_{w3} = \frac{P_3 L_3}{2} + \frac{\overline{M}_C - \overline{M}_D}{L_3} = \frac{47,41 * 3,70}{2} + \frac{88,01 - 0}{3,70} = 111,49 \text{ kN}$$



$$V_{e3} = -\frac{P_3 L_3}{2} + \frac{\overline{M}_C - \overline{M}_D}{L_3} = -\frac{47,41 * 3,70}{2} + \frac{79,14 - 0}{3,70} = -66,32 \text{ kN}$$

### Diagramme des efforts

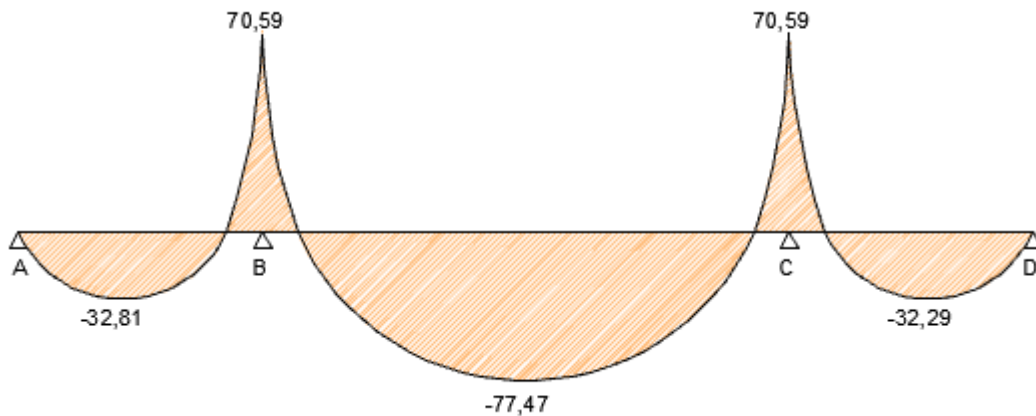
## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol



Le même calcul est effectué à l'ELS et on obtient en récapitulatif :

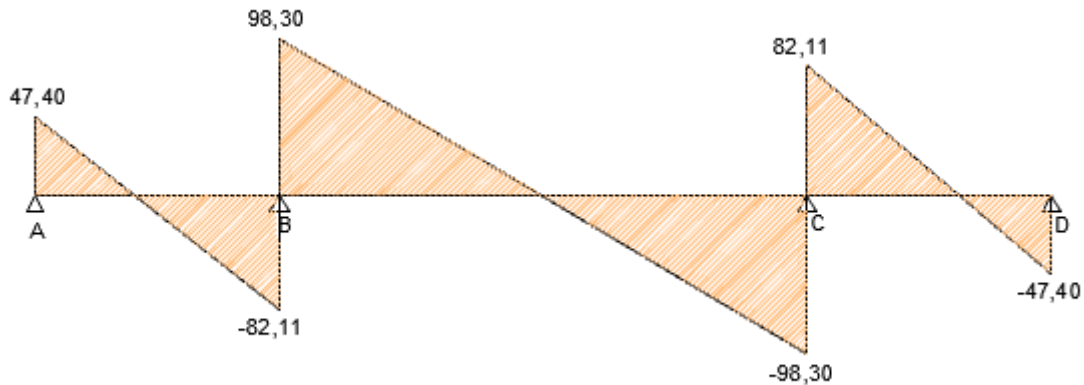
Moment			
Appui A	Appui B	Appui C	Appui D
0	70,59	70,59	0
Travée AB	Travée BC		Travée CD
-32,81	-77,47		-32,29
Effort tranchant			
$V_{w1} = 47,40$	$V_{w2} = 98,30$		$V_{w3} = 82,11$
$V_{e1} = -82,11$	$V_{e2} = -98,30$		$V_{e3} = -47,40$

### Digramme des moments



## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### Diagramme des efforts



Le dimensionnement se fait à l'ELU en prenant le moment maximale de la poutre qui dans notre cas est de 104,53 kN.m

### Calcul de moment réduit ultime

$$\mu_{bu} = \frac{M_{max}}{b * d^2 * f_u}$$
$$\mu_{bu} = \frac{0,104}{0,20 * (0,9 * 0,35)^2 * 11,33}$$
$$\mu_{bu} = 0,46$$
$$\mu_{bu} > \mu_{lim}(0,392)$$

Nous changeons de section de la poutre 30\*40

$$\mu_{bu} = \frac{0,104}{0,30 * (0,9 * 0,40)^2 * 11,33}$$
$$\mu_{bu} = 0,24$$
$$\mu_{bu} < \mu_{lim}(0,392)$$
$$\mu_{bu} > \mu_{AB}(0,186)$$

La section nécessite ne pas d'acier comprimé et la rotation se fera autour du pivot B avec comme condition réglementaire  $\varepsilon_s > \varepsilon_l$  d'où  $\sigma_s = f_{su}$

$$\alpha_u = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu_{bu}})$$
$$\alpha_u = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2 * 0,24})$$
$$\alpha_u = 0,34$$

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

$$Z = d - 0,4(\alpha_u d)$$

$$Z = 0,31 \text{ m}$$

$$A_{st} = \frac{M_{max}}{Z * \sigma_{st}}$$

$$A_{st} = 7,69 \text{ cm}^2$$

**Choix des armatures en travée :** 4HA14+2HA12 totalisant 8,42 cm<sup>2</sup>

Sur appui avec un moment max de 98,23 on fait trouve une section d'acier de 7,19 cm<sup>2</sup>

**Choix des armatures sur appuis;** 4HA14+2HA 12 totalisant 8,42 cm<sup>2</sup>

**Condition de non fragilité**

$$A_{min} = 0,23 \frac{f_{t28}}{f_e} bd$$

$$A_{min} = 0,23 \frac{1,80}{400} 0,30 * (0,9 * 0,4)$$

$$A_{min} = 1,12 \text{ cm}^2$$

$A_{st} > A_{min}$  **Condition vérifié**

**Aciers transversaux**

Contrainte dû à l'effort tranchant

$$\tau_u = \frac{V_{umax}}{bd}$$

$$\tau_u = \frac{136,91}{0,30 * (0,9 * 0,40)} = 1,27 \text{ MPa}$$

$$\tau_u < \tau_{ulim}(2,67)$$

$$\phi_t \geq \frac{\phi_l}{3} = \frac{14}{3} = 4,67 \cong 6$$

$$\phi_t \leq \min\left(\frac{h}{35}; \frac{b_0}{10}; \phi_t\right)$$

$$\phi_t \leq \min(11,43; 30; 6)$$

Soit  $\phi_t = HA6$

**Espacement**

$$S_{t1} \leq \min[0,9d; 40 \text{ cm}] \text{ en FPP} = 36 \text{ cm}$$

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

Ci-dessous la note de calcul de Robot et son plan de ferrailage

**Chamsia M.G. ABDOULAYE KABO** Promotion 2019/2020

**Janvier 2020**



# Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017

Auteur :

Adresse :

Fichier : **Structure DIOP 3.0.rtd**

Projet : Structure DIOP 3.0

## 1 Niveau:

- Nom :
- Niveau de l'étage : ---
- Tenue au feu : 0 h
- Fissuration : peu préjudiciable
- Milieu : non agressif

## 2 Poutre: Poutre1124

Nombre: 1

### 2.1 Caractéristiques des matériaux:

- Béton : fc28 = 20,00 (MPa) Densité = 2501,36 (kG/m3)
- Armature longitudinale : type HA 400 fe = 400,00 (MPa)
- Armature transversale : type HA 400 fe = 400,00 (MPa)
- Armature additionnelle: : type HA 400 fe = 400,00 (MPa)

### 2.2 Hypothèses de calcul:

- Règlement de la combinaison : BAEL 91
- Calculs suivant : BAEL 91 mod. 99
- Dispositions sismiques : non
- Poutres préfabriquées : non
- Enrobage : Aciers inférieurs c = 3,0 (cm)  
: latéral c1 = 3,0 (cm)  
: supérieur c2 = 3,0 (cm)
- Tenue au feu : forfaitaire
- Coefficient de redistribution des moments sur appui : 0,80
- Ancrage du ferrailage inférieur:
  - appuis de rive (gauche) : Auto
  - appuis de rive (droite) : Auto
  - appuis intermédiaires (gauche) : Auto
  - appuis intermédiaires (droite) : Auto

### 2.3 Chargements:

### 2.4 Résultats théoriques:

#### 2.4.1 Sollicitations ELU

Désignation	Mtmax. (kN*m)	Mtmin. (kN*m)	Mg (kN*m)	Md (kN*m)	Vg (kN)	Vd (kN)
P1	5,76	-8,47	-9,64	-28,18	21,31	-38,39
P2	65,89	-0,00	-57,30	-42,68	65,05	-63,13
P3	7,46	-3,97	-17,88	-20,84	30,29	-27,53

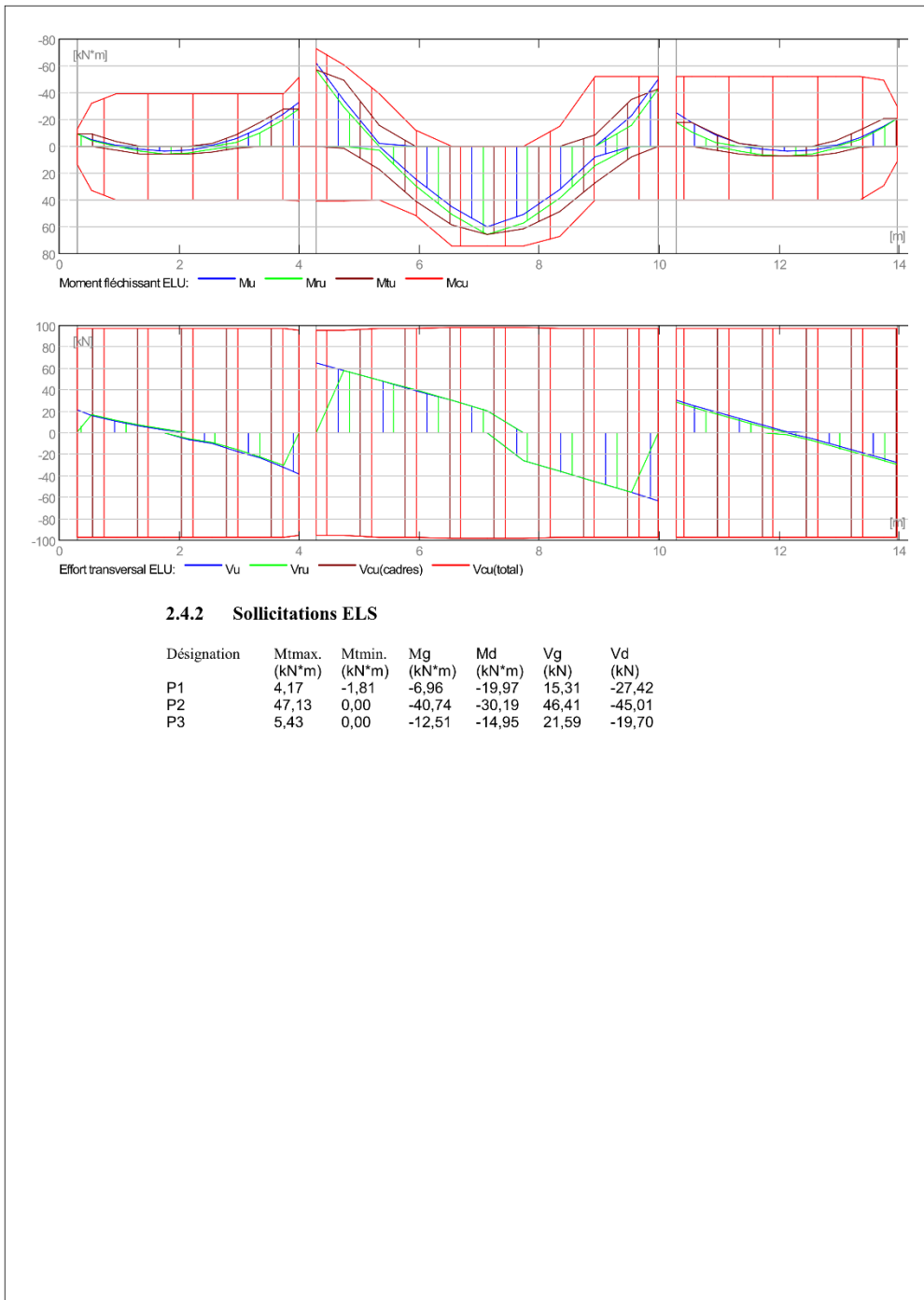
Date : 01/12/19

Page : 1

# Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017  
 Auteur :  
 Adresse :

Fichier : **Structure DIOP 3.0.rtd**  
 Projet : Structure DIOP 3.0



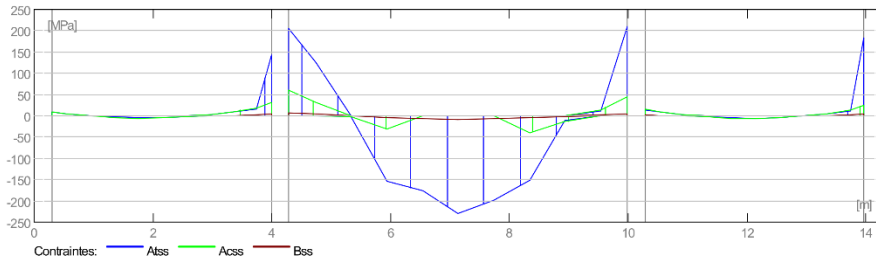
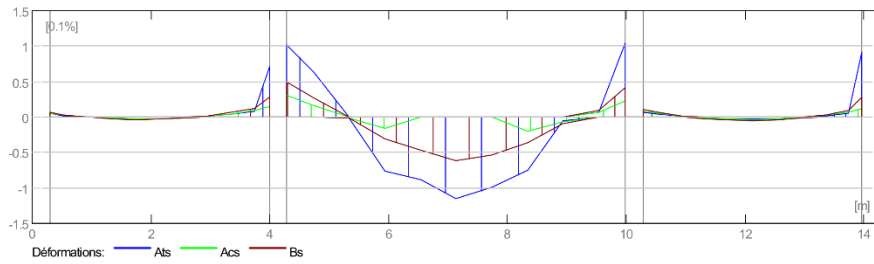
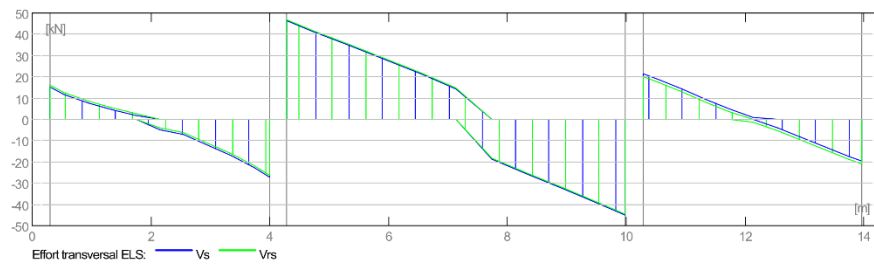
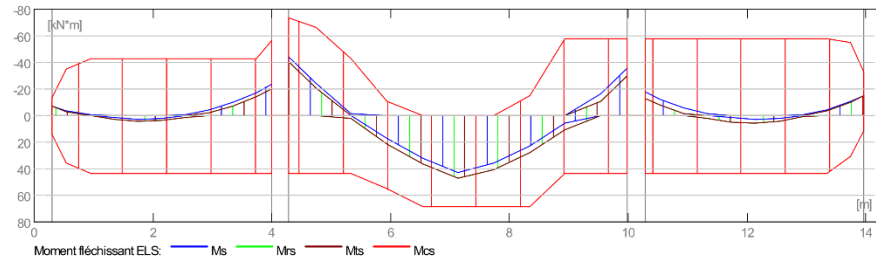
Date : 01/12/19

Page : 2

# Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017  
 Auteur :  
 Adresse :

Fichier : **Structure DIOP 3.0.rtd**  
 Projet : Structure DIOP 3.0



### 2.4.3 Sollicitations ELU - combinaison rare

Désignation	Mtmax. (kN*m)	Mtmin. (kN*m)	Mg (kN*m)	Md (kN*m)	Vg (kN)	Vd (kN)
P1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Date : 01/12/19

Page : 3

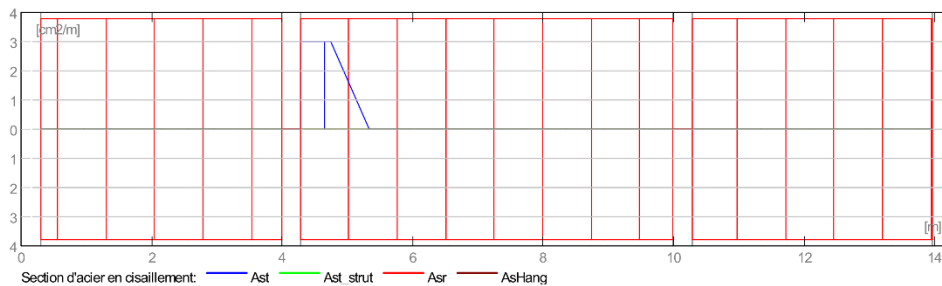
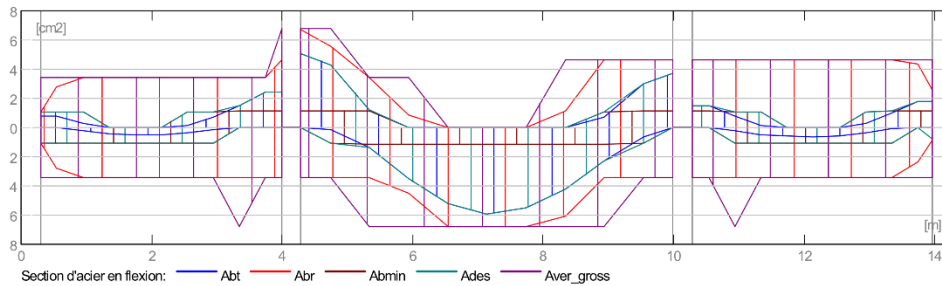
## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017  
 Auteur :  
 Adresse :

Fichier : **Structure DIOP 3.0.rtd**  
 Projet : Structure DIOP 3.0

### 2.4.4 Sections Théoriques d'Acier

Désignation	Travée (cm <sup>2</sup> )		Appui gauche (cm <sup>2</sup> )		Appui droit (cm <sup>2</sup> )	
	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.
P1	0,48	0,00	0,00	0,80	0,00	2,40
P2	5,93	0,00	0,00	5,09	0,00	3,71
P3	0,62	0,00	0,00	1,50	0,00	1,76



### 2.4.5 Flèches

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

Travée	Fgi (cm)	Fgv (cm)	Fji (cm)	Fpi (cm)	ΔFt (cm)	Fadm (cm)
P1	-0,0	-0,0	0,0	-0,0	-0,0	-0,8
P2	0,1	0,4	0,0	0,3	0,6	1,1
P3	-0,0	-0,0	0,0	-0,0	-0,0	-0,8

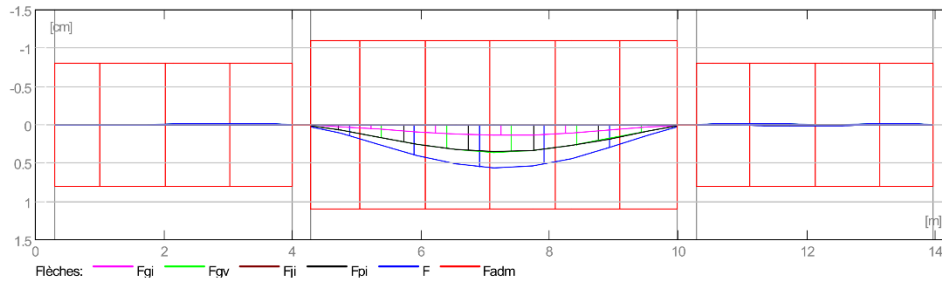
Date : 01/12/19

Page : 4

# Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017  
Auteur :  
Adresse :

Fichier : **Structure DIOP 3.0.rtd**  
Projet : Structure DIOP 3.0



## 2.4.6 Contrainte dans la bielle comprimée

Valeur admissible: 10,67 (MPa)

	a/add (m)	σbc A (MPa)	Atheor (cm <sup>2</sup> )	Ar (cm <sup>2</sup> )
Travée P1 Appui gauche Vu = 21,31(kN) Bielle inférieure	0,25	0,57	0,61	1,05
Travée P1 Appui droit Vu = 38,39(kN) Bielle inférieure	0,26	0,98	0,00	3,39
Travée P2 Appui gauche Vu = 65,05(kN) Bielle inférieure	0,26	1,67	0,00	3,39
Travée P2 Appui droit Vu = 63,13(kN) Bielle inférieure	0,26	1,62	0,00	3,39
Travée P3 Appui gauche Vu = 30,29(kN) Bielle inférieure	0,26	0,78	0,00	3,39
Travée P3 Appui droit Vu = 27,53(kN) Bielle inférieure	0,30	0,61	0,79	0,82

## 2.5 Résultats théoriques - détaillés:

### 2.5.1 P1 : Travée de 0,30 à 3,99 (m)

Abscisse (m)	ELU		ELS		ELU - comb. acc.		A chapeau (cm <sup>2</sup> )	A travée (cm <sup>2</sup> )	A compr. (cm <sup>2</sup> )
	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)			
0,30	0,05	-9,64	0,00	-6,96	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00
0,55	0,21	-9,64	0,00	-3,18	0,00	0,00	0,80	0,02	0,00
0,95	3,16	-3,52	0,06	0,00	0,00	0,00	0,27	0,24	0,00
1,35	5,39	-0,00	2,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00
1,75	5,76	-0,00	4,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00
2,14	5,64	-0,00	3,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00
2,54	4,59	-2,17	1,69	0,00	0,00	0,00	0,17	0,36	0,00

Date : 01/12/19

Page : 5

# Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017

Auteur :

Adresse :

Fichier : **Structure DIOP 3.0.rtd**

Projet : Structure DIOP 3.0

2,94	1,78	-8,47	0,00	-1,81	0,00	0,00	0,69	0,14	0,00
3,34	0,00	-17,78	0,00	-6,92	0,00	0,00	1,49	0,00	0,00
3,74	0,00	-28,18	0,00	-13,93	0,00	0,00	2,40	0,00	0,00
3,99	0,00	-28,18	0,00	-19,97	0,00	0,00	2,40	0,00	0,00

Abscisse (m)	ELU		ELS		ELU - comb. acc.					
	V max. (kN)	V red. (kN)	V max. (kN)	V red. (kN)	V max. (kN)	V red. (kN)				
0,30	21,31	1,20	15,31	16,19	0,00	0,00				
0,55	16,21	17,40	11,64	12,53	0,00	0,00				
0,95	10,49	11,68	7,55	8,43	0,00	0,00				
1,35	6,30	7,50	4,56	5,44	0,00	0,00				
1,75	2,28	3,48	1,69	2,57	0,00	0,00				
2,14	-6,62	-5,42	-4,70	-3,81	0,00	0,00				
2,54	-9,92	-8,72	-7,06	-6,17	0,00	0,00				
2,94	-16,61	-15,41	-11,84	-10,96	0,00	0,00				
3,34	-23,64	-22,44	-16,87	-15,99	0,00	0,00				
3,74	-31,80	-30,60	-22,71	-21,82	0,00	0,00				
3,99	-38,39	0,00	-27,42	-26,53	0,00	0,00				

Abscisse (m)	$\epsilon_\alpha$	$\epsilon_{\alpha\chi}$	$\epsilon_\beta$	$\sigma_\alpha$ (MPa)	$\sigma_{\alpha\chi}$ (MPa)	$\sigma_\beta^*$ (MPa)
0,30	0,05	0,00	0,06	9,42	0,00	0,85
0,55	0,02	0,00	0,03	3,81	0,00	0,38
0,95	-0,00	0,00	-0,00	-0,07	0,00	-0,01
1,35	-0,02	0,00	-0,02	-3,20	0,00	-0,33
1,75	-0,02	0,00	-0,04	-4,77	0,00	-0,49
2,14	-0,02	0,00	-0,03	-4,32	0,00	-0,44
2,54	-0,01	0,00	-0,01	-1,94	0,00	-0,20
2,94	0,01	0,00	0,02	2,07	0,00	0,21
3,34	0,04	0,00	0,06	7,92	0,00	0,81
3,74	0,08	0,00	0,12	15,95	0,00	1,64
3,99	0,71	0,00	0,28	142,27	0,00	3,71

## 2.5.2 P2 : Travée de 4,29 à 9,99 (m)

Abscisse (m)	ELU		ELS		ELU - comb. acc.		A chapeau (cm2)	A travée (cm2)	A compr. (cm2)
	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)			
4,29	0,00	-57,30	0,00	-40,74	0,00	0,00	5,09	0,00	0,00
4,74	1,56	-49,15	0,00	-20,59	0,00	0,00	4,32	0,13	0,00
5,34	17,11	-15,50	2,24	0,00	0,00	0,00	1,25	1,38	0,00
5,94	40,74	-0,00	21,20	0,00	0,00	0,00	0,00	3,53	0,00
6,54	58,74	-0,00	36,20	0,00	0,00	0,00	0,00	5,22	0,00
7,14	65,89	-0,00	47,13	0,00	0,00	0,00	0,00	5,93	0,00
7,74	61,65	-0,00	40,68	0,00	0,00	0,00	0,00	5,51	0,00
8,34	48,25	-0,00	27,64	0,00	0,00	0,00	0,00	4,22	0,00
8,94	27,21	-8,34	10,43	0,00	0,00	0,00	0,69	2,30	0,00
9,54	7,64	-34,87	0,00	-10,91	0,00	0,00	2,99	0,63	0,00
9,99	0,00	-42,68	0,00	-30,19	0,00	0,00	3,71	0,00	0,00

Abscisse (m)	ELU		ELS		ELU - comb. acc.	
	V max. (kN)	V red. (kN)	V max. (kN)	V red. (kN)	V max. (kN)	V red. (kN)
4,29	65,05	0,41	46,41	46,72	0,00	0,00
4,74	57,74	58,15	41,18	41,49	0,00	0,00
5,34	48,83	49,25	34,82	35,13	0,00	0,00
5,94	39,73	40,14	28,32	28,63	0,00	0,00
6,54	30,24	30,65	21,54	21,85	0,00	0,00
7,14	20,23	20,65	14,39	14,70	0,00	0,00
7,74	-26,19	-25,78	-18,64	-18,33	0,00	0,00
8,34	-36,15	-35,73	-25,74	-25,44	0,00	0,00
8,94	-45,85	-45,43	-32,67	-32,36	0,00	0,00
9,54	-55,63	-55,22	-39,65	-39,35	0,00	0,00
9,99	-63,13	0,00	-45,01	-44,71	0,00	0,00

Abscisse (m)	$\epsilon_\alpha$	$\epsilon_{\alpha\chi}$	$\epsilon_\beta$	$\sigma_\alpha$ (MPa)	$\sigma_{\alpha\chi}$ (MPa)	$\sigma_\beta^*$ (MPa)
4,29	1,02	0,00	0,50	204,75	0,00	6,65
4,74	0,62	0,00	0,27	124,64	0,00	3,60
5,34	-0,01	0,00	-0,02	-2,56	0,00	-0,26
5,94	-0,77	0,00	-0,31	-153,47	0,00	-4,18

Date : 01/12/19

Page : 6

# Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017

Auteur :

Adresse :

Fichier : **Structure DIOP 3.0.rtd**

Projet : Structure DIOP 3.0

6,54	-0,89	0,00	-0,47	-177,32	0,00	-6,31
7,14	-1,15	0,00	-0,62	-230,82	0,00	-8,21
7,74	-1,00	0,00	-0,53	-199,22	0,00	-7,09
8,34	-0,76	0,00	-0,36	-151,03	0,00	-4,86
8,94	-0,06	0,00	-0,09	-11,65	0,00	-1,21
9,54	0,06	0,00	0,09	12,19	0,00	1,26
9,99	1,05	0,00	0,41	209,23	0,00	5,51

## 2.5.3 P3 : Travée de 10,29 à 13,97 (m)

Abscisse (m)	ELU		ELS		ELU - comb. acc.		A chapeau (cm2)	A travée (cm2)	A compr. (cm2)
	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)	M max. (kN*m)	M min. (kN*m)			
10,29	0,00	-17,88	0,00	-12,51	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00
10,54	0,00	-17,88	0,00	-7,63	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00
10,94	2,59	-9,35	0,00	-1,68	0,00	0,00	0,76	0,21	0,00
11,34	5,94	-2,11	2,48	0,00	0,00	0,00	0,17	0,48	0,00
11,74	7,29	-0,00	4,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00
12,14	7,46	-0,00	5,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	0,00
12,54	7,14	-0,00	4,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	0,00
12,94	4,94	-3,97	0,84	0,00	0,00	0,00	0,31	0,38	0,00
13,34	1,04	-12,29	0,00	-3,55	0,00	0,00	1,02	0,09	0,00
13,74	0,00	-20,84	0,00	-10,12	0,00	0,00	1,76	0,00	0,00
13,97	0,00	-20,84	0,00	-14,95	0,00	0,00	1,76	0,00	0,00

Abscisse (m)	ELU		ELS		ELU - comb. acc.	
	V max. (kN)	V red. (kN)	V max. (kN)	V red. (kN)	V max. (kN)	V red. (kN)
10,29	30,29	28,46	21,59	20,25	0,00	0,00
10,54	26,21	24,39	18,67	17,33	0,00	0,00
10,94	19,80	17,98	14,10	12,75	0,00	0,00
11,34	13,44	11,62	9,56	8,21	0,00	0,00
11,74	7,09	5,27	5,02	3,68	0,00	0,00
12,14	1,07	-1,65	0,73	-1,18	0,00	0,00
12,54	-5,33	-7,15	-3,84	-5,19	0,00	0,00
12,94	-11,75	-13,57	-8,43	-9,77	0,00	0,00
13,34	-18,12	-19,93	-12,98	-14,32	0,00	0,00
13,74	-24,42	-26,23	-17,48	-18,82	0,00	0,00
13,97	-27,53	-29,33	-19,70	-21,04	0,00	0,00

Abscisse (m)	$\varepsilon_\alpha$	$\varepsilon_{\alpha\chi}$	$\varepsilon_\beta$	$\sigma_\alpha$ (MPa)	$\sigma_{\alpha\chi}$ (MPa)	$\sigma_\beta^*$ (MPa)
10,29	0,07	0,00	0,11	13,97	0,00	1,45
10,54	0,04	0,00	0,07	8,53	0,00	0,88
10,94	0,01	0,00	0,01	1,87	0,00	0,19
11,34	-0,01	0,00	-0,02	-2,77	0,00	-0,29
11,74	-0,03	0,00	-0,04	-5,42	0,00	-0,56
12,14	-0,03	0,00	-0,05	-6,06	0,00	-0,63
12,54	-0,02	0,00	-0,04	-4,74	0,00	-0,49
12,94	-0,00	0,00	-0,01	-0,93	0,00	-0,10
13,34	0,02	0,00	0,03	3,96	0,00	0,41
13,74	0,06	0,00	0,09	11,92	0,00	1,18
13,97	0,91	0,00	0,28	182,49	0,00	3,69

\*- contraintes dans ELS, déformations en ELS

## 2.6 Ferrailage:

### 2.6.1 P1 : Travée de 0,30 à 3,99 (m)

#### Armature longitudinale:

- Aciers inférieurs  
3 HA 400 12 l = 3,35 de 0,15 à 3,50
- Chapeaux  
3 HA 400 12 l = 5,91 de 0,15 à 6,06

#### Armature transversale:

- 13 HA 400 6 l = 1,28  
e = 1\*0,04 + 12\*0,30 (m)
- 13 HA 400 6 l = 0,81  
e = 1\*0,04 + 12\*0,30 (m)

Date : 01/12/19

Page : 7

# Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017  
Auteur :  
Adresse :

Fichier : **Structure DIOP 3.0.rtd**  
Projet : Structure DIOP 3.0

## 2.6.2 P2 : Travée de 4,29 à 9,99 (m)

### Armature longitudinale:

- Aciers inférieurs

3	HA 400	12	l = 2,67 de 3,01 à 5,68
3	HA 400	12	l = 3,91 de 5,18 à 9,10
3	HA 400	12	l = 2,67 de 8,60 à 11,27
3	HA 400	12	l = 2,95 de 5,78 à 8,73

- Aciers de montage (haut)

3	HA 400	8	l = 14,26 de 0,03 à 14,29
---	--------	---	---------------------------

- Chapeaux

3	HA 400	12	l = 1,25 de 3,80 à 5,05
---	--------	----	-------------------------

### Armature transversale:

20	HA 400	6	l = 1,28
----	--------	---	----------

e = 1\*0,00 + 19\*0,30 (m)

20	HA 400	6	l = 0,81
----	--------	---	----------

e = 1\*0,00 + 19\*0,30 (m)

## 2.6.3 P3 : Travée de 10,29 à 13,97 (m)

### Armature longitudinale:

- Aciers inférieurs

3	HA 400	12	l = 3,31 de 10,78 à 14,09
---	--------	----	---------------------------

- Chapeaux

3	HA 400	14	l = 6,09 de 8,20 à 14,29
---	--------	----	--------------------------

### Armature transversale:

13	HA 400	6	l = 1,28
----	--------	---	----------

e = 1\*0,04 + 12\*0,30 (m)

13	HA 400	6	l = 0,81
----	--------	---	----------

e = 1\*0,04 + 12\*0,30 (m)

## 3 Quantitatif:

- Volume de Béton = 1,72 (m3)
- Surface de Coffrage = 15,61 (m2)

- Acier HA 400
  - Poids total = 129,62 (kG)
  - Densité = 75,46 (kG/m3)
  - Diamètre moyen = 9,0 (mm)
  - Liste par diamètres:

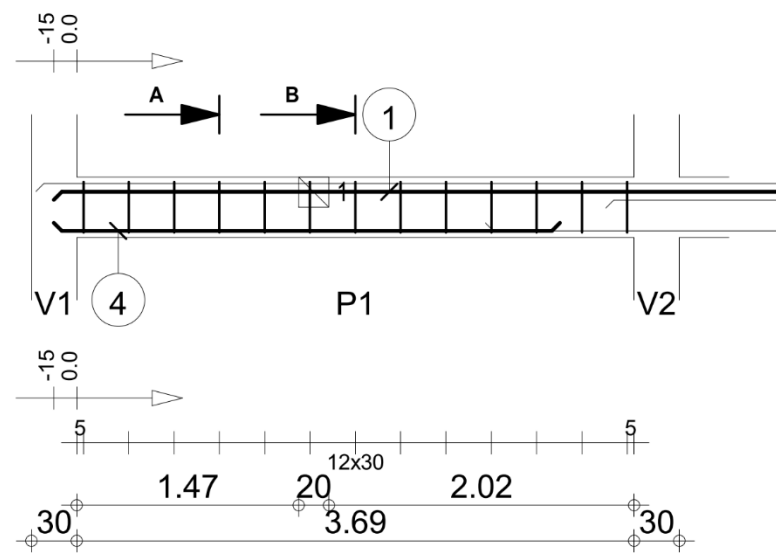
Diamètre	Longueur (m)	Poids (kG)
6	96,15	21,35
8	42,77	16,88
12	78,06	69,33
14	18,26	22,07

Date : 01/12/19

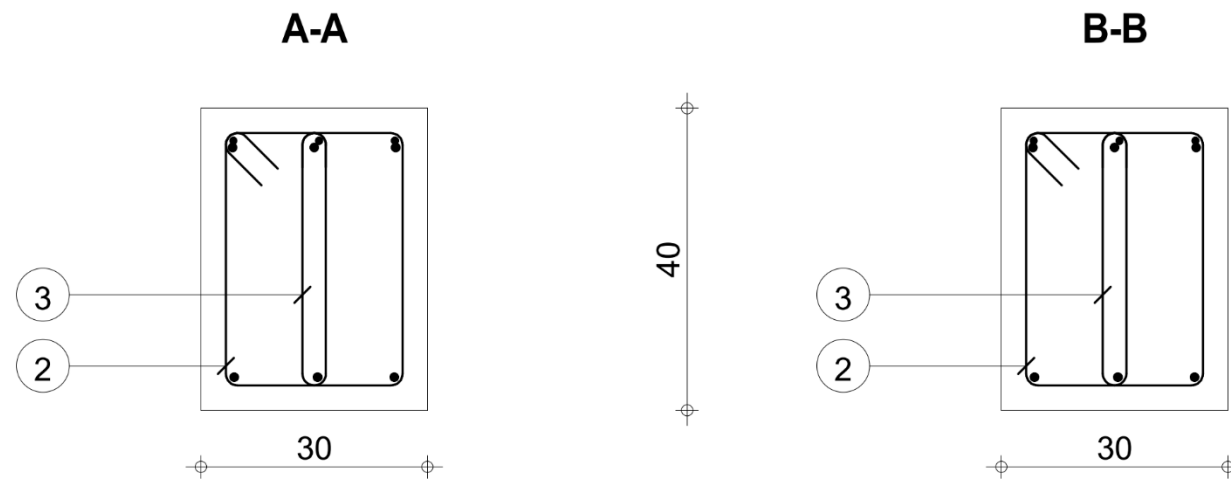
Page : 8




## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

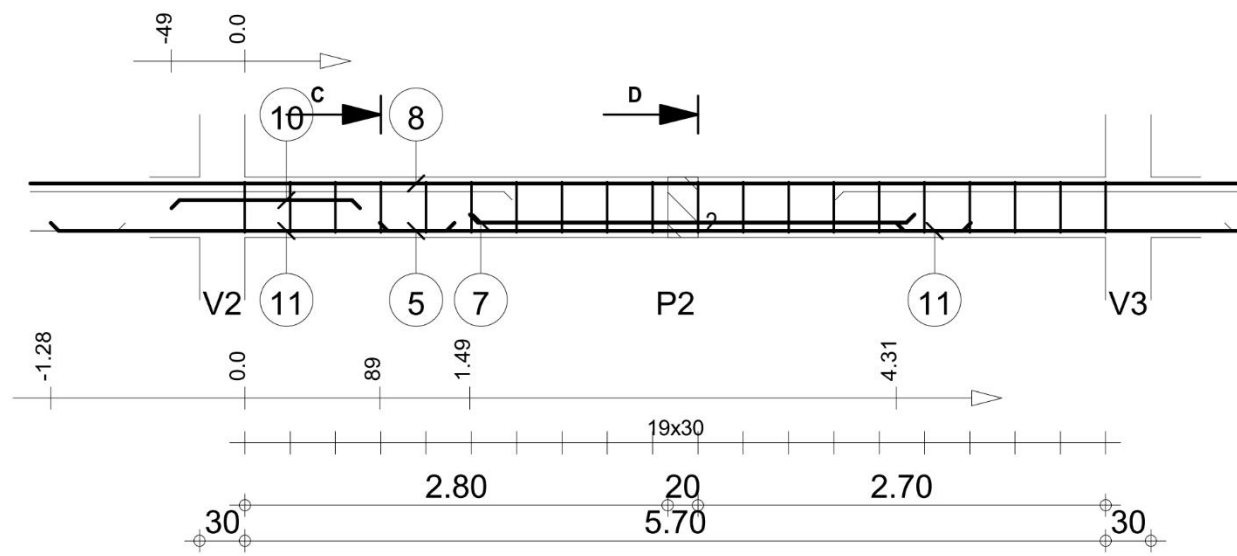


Pos.	Armature	Code	Forme
①	3HA 12	l=5.91	00
②	13HA 6	l=1.28	31
③	13HA 6	l=81	
④	3HA 12	l=3.35	00



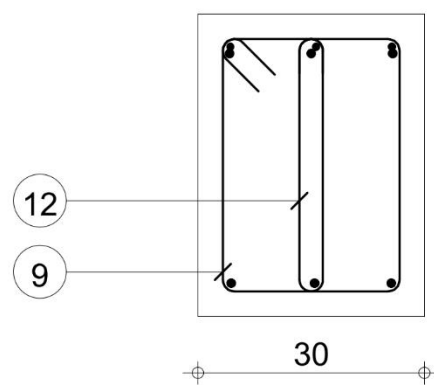
Tél.		Fax		Acier HA 400 = 24.7 kg	
Tenue au feu 0h		Fissuration peu préjudiciable		Béton : BETON 20 = 0.497 m <sup>3</sup> Acier HA 400 = 6.03 kg	
		Reprise de bétonnage : Non		Surface du coffrage = 4.54 m <sup>2</sup> Enrobage inférieur 3 cm Enrobage supérieur 3 cm	
	<b>Structure DIOP 3.0</b>	<b>Poutre 1124 : P1</b> <b>Section 30x40</b>	Nombre 1	Enrobage latéral 3 cm	
				Densité = 61.77 kg/ m <sup>3</sup> Echelle pour la vue 1/50 Diamètre moyen = 9.03mm Echelle pour la section 1/10	
				Page 1/3	

### Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

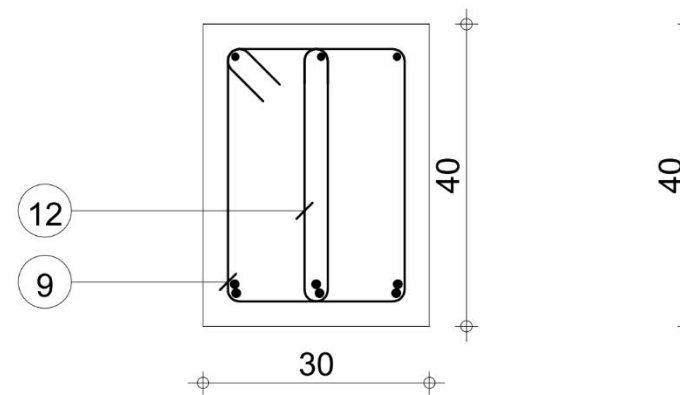



Pos.	Armature	Code	Forme
5	3HA 12	l=3.91	00
7	3HA 12	l=2.94	00
8	3HA 8	l=14.26	00
9	20HA 6	l=1.28	31
10	3HA 12	l=1.25	00
11	6HA 12	l=2.67*	00
12	20HA 6	l=81	

**C-C**

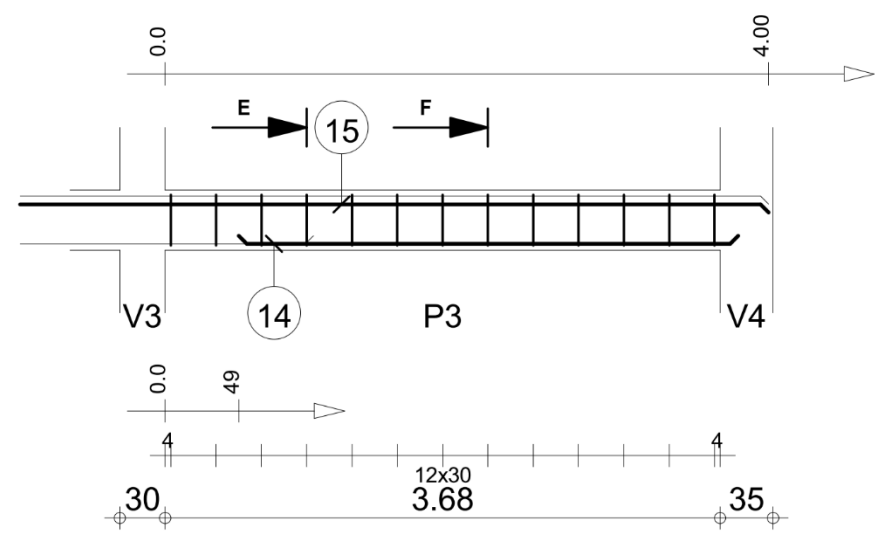


**D-D**

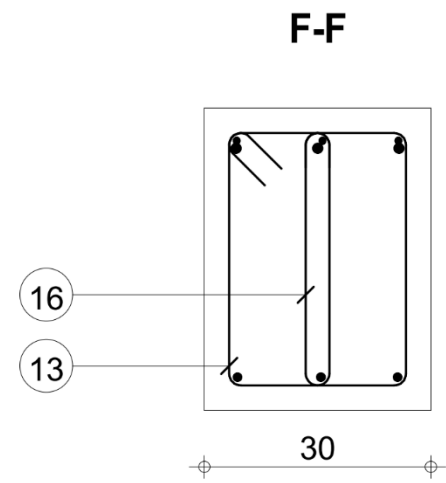
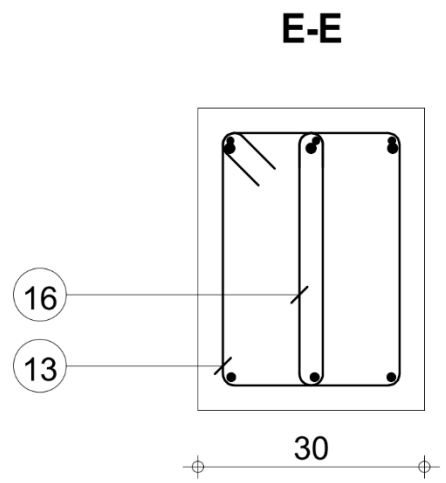


Tél.		Fax		Acier HA 400 = 52.7 kg	
Tenue au feu 0h		Fissuration peu préjudiciable		Acier HA 400 = 9.28 kg	
		Reprise de bétonnage : Non		Surface du coffrage = 6.51 m <sup>2</sup>	
	<b>Structure DIOP 3.0</b>	<b>Poutre 1124 : P2</b> <b>Section 30x40</b>	Nombre 1	Enrobage inférieur 3 cm Enrobage supérieur 3 cm	
				Enrobage latéral 3 cm	
		Densité = 86.11 kg/ m <sup>3</sup>		Echelle pour la vue 1/50	
		Diamètre moyen = 8.62mm		Echelle pour la section 1/10	
				Page 2/3	

### Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol



Pos.	Armature	Code	Forme
13	13HA 6	l=1.28	31
14	3HA 12	l=3.31	00
15	3HA 14	l=6.08	00
16	13HA 6	l=81	



Tél.	Fax		
Tenue au feu 0h	Fissuration peu préjudiciable	Reprise de bétonnage : Non	
<b>Structure DIOP 3.0</b>	<b>Poutre 1124 : P3</b> <b>Section 30x40</b>	Nombre 1	Acier HA 400 = 30.9 kg Béton : BETON 20 = 0.501 m <sup>3</sup> Acier HA 400 = 6.03 kg
			Surface du coffrage = 4.56 m <sup>2</sup> Enrobage inférieur 3 cm Enrobage supérieur 3 cm Enrobage latéral 3 cm
			Densité = 73.65 kg/ m <sup>3</sup> Diamètre moyen = 9.71mm
			Page 3/3

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### ANNEXE IV : NOTE DE CALCUL DU POTEAU

La surface d'influence du poteau est de : 16,64 m<sup>2</sup>

#### Descente de charge

##### Section 1

- Plancher terrasse :  $6,93 \times 16,64 = 115,32$
- Poids propre poutre principale :  $3,20 \times 25 \times 0,30 \times 0,40 = 9,60$
- Poids propre poutre secondaire :  $5,20 \times 25 \times 0,20 \times 0,25 = 6,50$
- Poids propre poteau :  $25 \times 3,91 \times 0,3 \times 0,3 = 8,80$

**Total : 140,22 kN**

##### Section 2

- Venant 1 = 140,22
- Plancher courant :  $5,72 \times 16,64 = 95,18$
- Poids propre poutre principale :  $3,20 \times 25 \times 0,30 \times 0,40 = 9,60$
- Poids propre poutre secondaire :  $5,20 \times 25 \times 0,20 \times 0,25 = 6,50$
- Poids propre poteau :  $25 \times 3,91 \times 0,3 \times 0,3 = 8,80$

**Total : 260,3 kN**

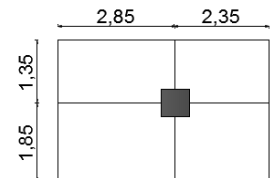
##### Section 3

- Venant 2 = 260,30
- Plancher courant :  $5,72 \times 16,64 = 95,18$
- Poids propre poutre principale :  $3,20 \times 25 \times 0,30 \times 0,40 = 9,60$
- Poids propre poutre secondaire :  $5,20 \times 25 \times 0,20 \times 0,25 = 6,50$
- Poids propre poteau :  $25 \times 3,91 \times 0,3 \times 0,3 = 8,80$

**Total : 380,28 kN**

##### Section 4

- Venant 3 = 380,38
- Plancher courant :  $5,72 \times 12,10 = 68,97$
- Poids propre poutre principale :  $3,20 \times 25 \times 0,30 \times 0,40 = 9,60$
- Poids propre poutre secondaire :  $5,20 \times 25 \times 0,20 \times 0,25 = 6,50$
- Poids propre poteau :  $25 \times 3,91 \times 0,3 \times 0,3 = 8,80$



## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

**Total : 490,25 kN**

**Charges d'exploitation**

$$Q = 16,64(1,50 + 2,50 \times 3)$$

$$Q = 149,76 \text{ kN}$$

Étant un poteau central, on majore les charges de 10%

$$G = 539,28 \text{ kN}$$

$$Q = 164,74 \text{ kN}$$

**Sollicitations**

$$\text{ELU : } 1,35G + 1,50Q$$

$$N_u = 975,14 \text{ KN}$$

ELS: G+Q

$$N_{ser} = 704,02 \text{ kN}$$

**Armatures longitudinal**

$$i_{min} = \sqrt{\frac{I_{min}}{B}} = \frac{a\sqrt{3}}{6} = \frac{30}{6}\sqrt{3} = 8,66$$

$$\lambda = \frac{L_f}{i_{min}} = \frac{0,7 * 391}{8,66} = 31,61$$

$$\lambda < 50 \leftrightarrow \alpha = \frac{0,85}{1 + 0,20\left(\frac{\lambda}{35}\right)^2}$$

$$\alpha = 0,73$$

$$B_r = (a - 2)^2 = (30 - 2)^2$$

$$B_r = 784 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{sc} = \left[ \frac{N_u}{\alpha} - \frac{B_r \cdot f_{c28}}{1,35} \right] \frac{\gamma_s}{f_e}$$

$$A_{sc} = \left[ \frac{975,14 \cdot 10^{-3}}{0,73} - \frac{784 \cdot 10^{-4} * 20}{1,35} \right] \frac{1,15}{400}$$

$$A_{sc} = 5,01 \text{ cm}^2$$

Choix : 4HA14 totalisant 6,16 cm<sup>2</sup>

**Acier transversal**

$$\phi_t = \frac{\phi_{lmin}}{3} = 4,67$$

Choix :  $\phi 6$

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### Espacement des cadres

$$S_t \leq \min(15\phi; a + 10; 40 \text{ cm})$$

$$S_t \leq \min(15 * 14; 30 + 10; 40 \text{ cm})$$

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

### Longueur de recouvrement

$$l_r \geq 24\phi = 34 \text{ cm}$$

Ci-dessous, la note de calcul de Robot et son plan de ferrailage

# Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017  
Auteur :  
Adresse :

Fichier : **Structure DIOP 3.0.rtd**  
Projet : Structure DIOP 3.0

## 1 Niveau:

- Nom : Niveau +3,86
- Niveau de l'étage : -0,05 (m)
- Tenue au feu : 0 h
- Fissuration : peu préjudiciable
- Milieu : non agressif

## 2 Poteau: Poteau221

Nombre: 1

### 2.1 Caractéristiques des matériaux:

- Béton :  $f_{c28} = 20,00$  (MPa) Poids volumique = 2501,36 (kG/m<sup>3</sup>)
- Armature longitudinale : type HA 400  $f_e = 400,00$  (MPa)
- Armature transversale : type HA 400  $f_e = 400,00$  (MPa)

### 2.2 Géométrie:

- 2.2.1 Rectangle 35,0 x 35,0 (cm)
- 2.2.2 Epaisseur de la dalle = 0,07 (m)
- 2.2.3 Sous dalle = 3,69 (m)
- 2.2.4 Sous poutre = 3,36 (m)
- 2.2.5 Enrobage = 3,0 (cm)

### 2.3 Hypothèses de calcul:

- Calculs suivant : BAEL 91 mod. 99
- Dispositions sismiques : non
- Poteau préfabriqué : non
- Tenue au feu : forfaitaire
- Prédimensionnement : non
- Prise en compte de l'élanement : oui
- Compression : simple
- Cadres arrêtés : sous plancher
- Plus de 50% des charges appliquées: : après 90 jours

### 2.4 Chargements:

Cas	Nature	Groupe	N (kN)
PERM1	permanente	221	650,81
EXPLOI	d'exploitation	221	250,75

### 2.5 Résultats théoriques:

#### 2.5.1 Analyse de l'Elancement

	Lu (m)	K	$\lambda$			
Direction Y:				3,91	1,00	38,70

Date : 03/12/19

Page : 1

# Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017

Auteur :

Adresse :

Fichier : **Structure DIOP 3.0.rtd**

Projet : Structure DIOP 3.0

## 2.5.2 Analyse détaillée

$$\lambda = \max(\lambda_y; \lambda_z)$$

$$\lambda = 38,70$$

$$\lambda < 50$$

$$\alpha = 0,85/(1+0,2*(\lambda/35)^2) = 0,68$$

$$Br = 0,11 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$A = 9,05 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$N_{ulim} = \alpha[Br*fc28/(0,9*\gamma_b)+A*Fe/\gamma_s] = 1316,85 \text{ (kN)}$$

## 2.5.3 Ferrailage:

- Coefficients de sécurité
- global (Rd/Sd) = 1,05
- section d'acier réelle A = 9,05 (cm<sup>2</sup>)

## 2.6 Ferrailage:

### Barres principales:

- 8 HA 400 12 l = 3,73 (m)

### Armature transversale:

- 21 Cad HA 400 6 l = 1,28 (m)  
e = 3\*0,17 + 18\*0,17 (m)
- 42 Ep HA 400 6 l = 0,41 (m)  
e = 3\*0,17 + 18\*0,17 (m)

## 3 Quantitatif:

- Volume de Béton = 0,41 (m<sup>3</sup>)
- Surface de Coffrage = 4,70 (m<sup>2</sup>)
- Acier HA 400
  - Poids total = 36,29 (kG)
  - Densité = 88,16 (kG/m<sup>3</sup>)
  - Diamètre moyen = 8,4 (mm)
  - Liste par diamètres:

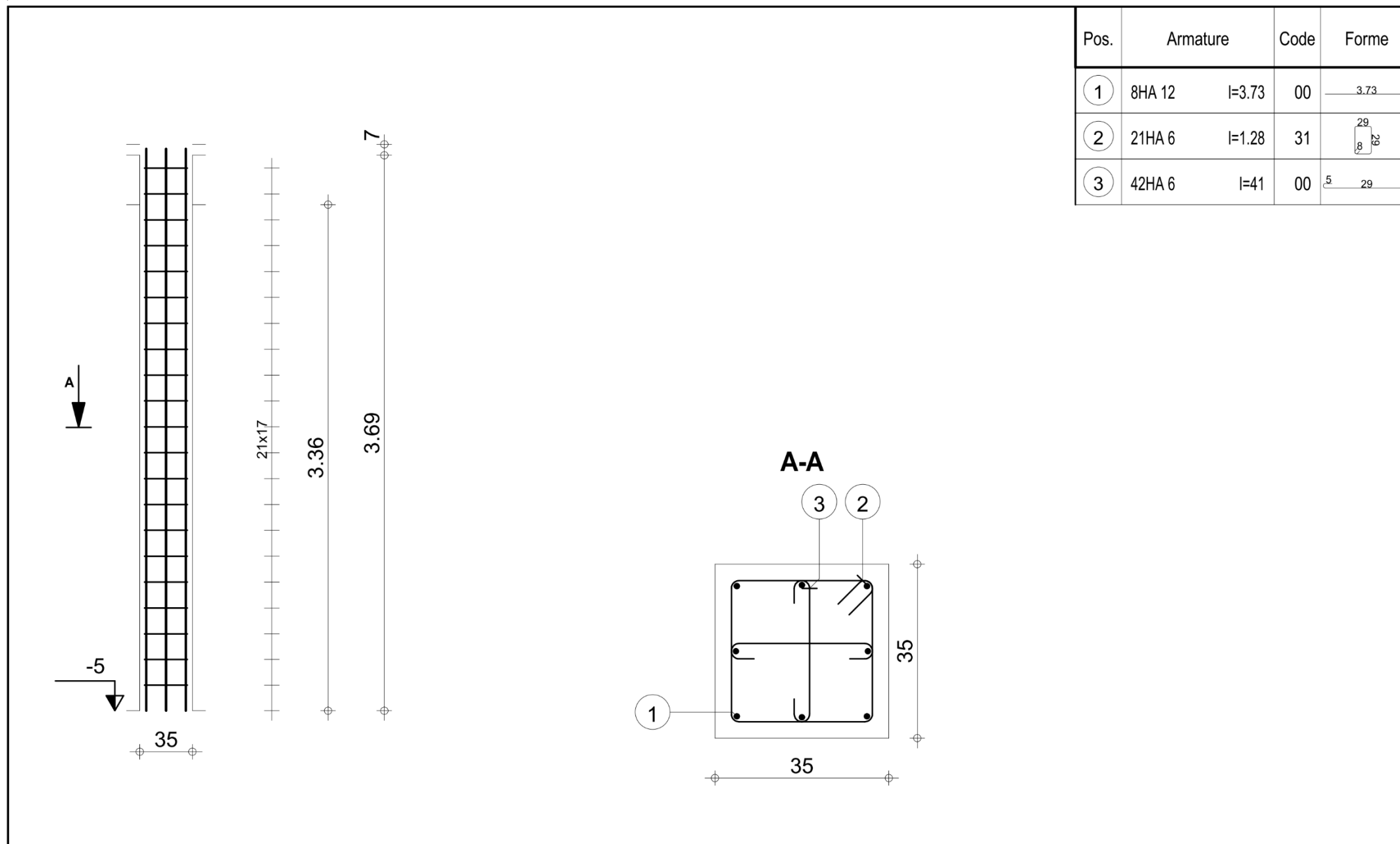
Diamètre	Longueur (m)	Poids (kG)
6	44,08	9,79
12	29,84	26,50

Date : 03/12/19

Page : 2



**Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol**



<b>R</b> PRO	<b>Niveau +3,86</b> <b>Structure DIOP 3.0</b>	<b>Poteau221</b> <b>Section 35x35</b>	Tél. _____ Fax _____	Acier HA 400 = 26.5 kg	Béton : BETON20 = 0.412 m3
				Acier HA 400 = 9.78 kg	Surface du coffrage = 4.7 m2
			Enrobage 3 cm		
			Echelle pour la vue 1/33	<b>Page 1/1</b>	
			Echelle pour la section 1/10		

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### ANNEXE V: NOTE DE CALCUL DE L'ESCALIER

Escalier de 3,40 m

ELU :

$$P_{u \text{ volée}} = 1,35 * 9,19 + 1,50 * 4 = 18,41 \text{ kN/m}$$

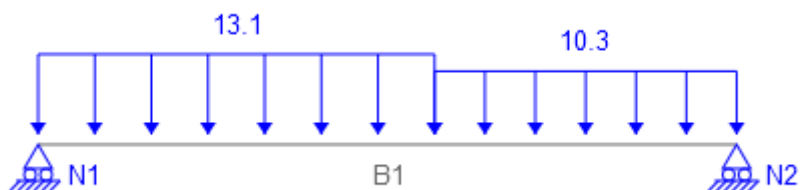
$$P_{u \text{ palier}} = 1,35 * 6,32 + 1,50 * 4 = 14,53 \text{ kN/m}$$

ELS

$$P_{ser \text{ volée}} = 9,19 + 4 = 13,19 \text{ kN/m}$$

$$P_{u \text{ palier}} = 6,32 + 4 = 10,32 \text{ kN/m}$$

Cas 1



$$M_{max} = 29,10 \text{ kN.m}$$

$$V_A = -32,70 \text{ kN}$$

$$V_B = 29,20 \text{ kN}$$

**Armature longitudinales**

$$\mu_{bu} = \frac{M_{max}}{b * d^2 * f_u}$$

$$\mu_{bu} = \frac{0,029}{1 * (0,9 * 0,20)^2 * 11,33}$$

$$\mu_{bu} = 0,08$$

$$\mu_{bu} < \mu_{lim}(0,392)$$

$$\mu_{bu} < \mu_{AB}(0,186)$$

Rotation autour du pivot A

$$\alpha_u = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu_{bu}})$$

$$\alpha_u = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2 * 0,08})$$

$$\alpha_u = 0,10$$

$$Z = d - 0,4(\alpha_u d)$$

$$Z = 0,17 \text{ m}$$

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

$$A_{st} = \frac{M_{max}}{z * \sigma_{st}}$$

$$A_{st} = 3,88 \text{ cm}^2$$

5HA10 totalisant 3,93 cm<sup>2</sup> avec St= 15 cm

### Condition de non fragilité

$$A_{min} = 0,23 \frac{f_{t28}}{f_e} bd$$

$$A_{min} = 0,23 \frac{1,80}{400} (0,9 * 0,60)$$

$$A_{min} = 1,86 \text{ cm}^2$$

$A_{st} > A_{min}$  Condition vérifié

### Aciers transversaux

Contrainte dû à l'effort tranchant

$$\tau_u = \frac{V_{u\max}}{bd}$$

$$\tau_u = \frac{32,70}{1 * (0,9 * 0,20)} = 0,18 \text{ MPa}$$

$$\tau_u < \tau_{ulim}(2,67)$$

$$\phi_t \geq \frac{\phi_l}{3} = \frac{10}{3} = 3,33 \cong 6$$

$$\phi_t \leq \min\left(\frac{h}{35}; \frac{b_0}{10}; \phi_t\right)$$

Soit  $\phi_t = HA6$  avec St = 20 cm

### Vérification de la flèche

$$F = \frac{5Pl^4}{384 EI}$$

$$F = \frac{5 * 13,19. 10^{-3} * 3,70^4}{384 * 30000 * 6,67. 10^{-4}}$$

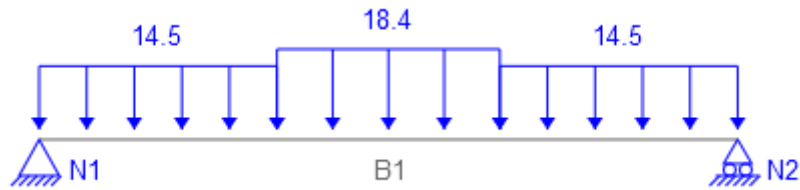
$$F = 1,59 \text{ mm}$$

$$F_{lim} = \frac{l}{500} = \frac{3700}{500} = 7,40 \text{ mm}$$

$F < F_{lim}$  Condition vérifiée

### Cas 2

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol



ELU :

$$P_{u \text{ volée}} = 1,35 * 9,19 + 1,50 * 4 = 18,41 \text{ kN/m}$$

$$P_{u \text{ palier}} = 1,35 * 6,32 + 1,50 * 4 = 14,53 \text{ kN/m}$$

ELS

$$P_{ser \text{ volée}} = 9,19 + 4 = 13,19 \text{ kN/m}$$

$$P_{u \text{ palier}} = 6,32 + 4 = 10,32 \text{ kN/m}$$

### Sollicitations

$$M_{max} = 45,90 \text{ kN.m}$$

$$V_A = -37,10 \text{ kN}$$

$$V_B = 37,10 \text{ kN}$$

### Armature longitudinales

$$\mu_{bu} = \frac{M_{max}}{b * d^2 * f_u}$$

$$\mu_{bu} = \frac{0,0459}{1 * (0,9 * 0,20)^2 * 11,33}$$

$$\mu_{bu} = 0,13$$

$$\mu_{bu} < \mu_{lim}(0,392)$$

$$\mu_{bu} < \mu_{AB}(0,186)$$

Rotation autour du pivot A

$$\alpha_u = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu_{bu}})$$

$$\alpha_u = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2 * 0,13})$$

$$\alpha_u = 0,17$$

$$Z = d - 0,4(\alpha_u d)$$

$$Z = 0,17 \text{ m}$$

$$A_{st} = \frac{M_{max}}{Z * \sigma_{st}}$$

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

$$A_{st} = 6,28 \text{ cm}^2$$

6HA12 totalisant 6,79 cm<sup>2</sup> avec St= 20 cm

### Condition de non fragilité

$$A_{min} = 0,23 \frac{f_{t28}}{f_e} bd$$

$$A_{min} = 0,23 \frac{1,80}{400} (0,9 * 0,60)$$

$$A_{min} = 1,86 \text{ cm}^2$$

$A_{st} > A_{min}$  Condition vérifié

### Aciers transversaux

Contrainte dû à l'effort tranchant

$$\tau_u = \frac{V_{u\max}}{bd}$$

$$\tau_u = \frac{37,10}{1 * (0,9 * 0,20)} = 0,21 \text{ MPa}$$

$$\tau_u < \tau_{ulim}(2,67)$$

$$\phi_t \geq \frac{\phi_l}{3} = \frac{12}{3} = 4 \cong 6$$

$$\phi_t \leq \min\left(\frac{h}{35}; \frac{b_0}{10}; \phi_t\right)$$

Soit  $\phi_t = HA6$  avec St = 20 cm

### Vérification de la flèche

$$F = \frac{5Pl^4}{384 EI}$$

$$F = \frac{5 * 13,19 \cdot 10^{-3} * 3,70^4}{384 * 30000 * 6,67 \cdot 10^{-4}}$$

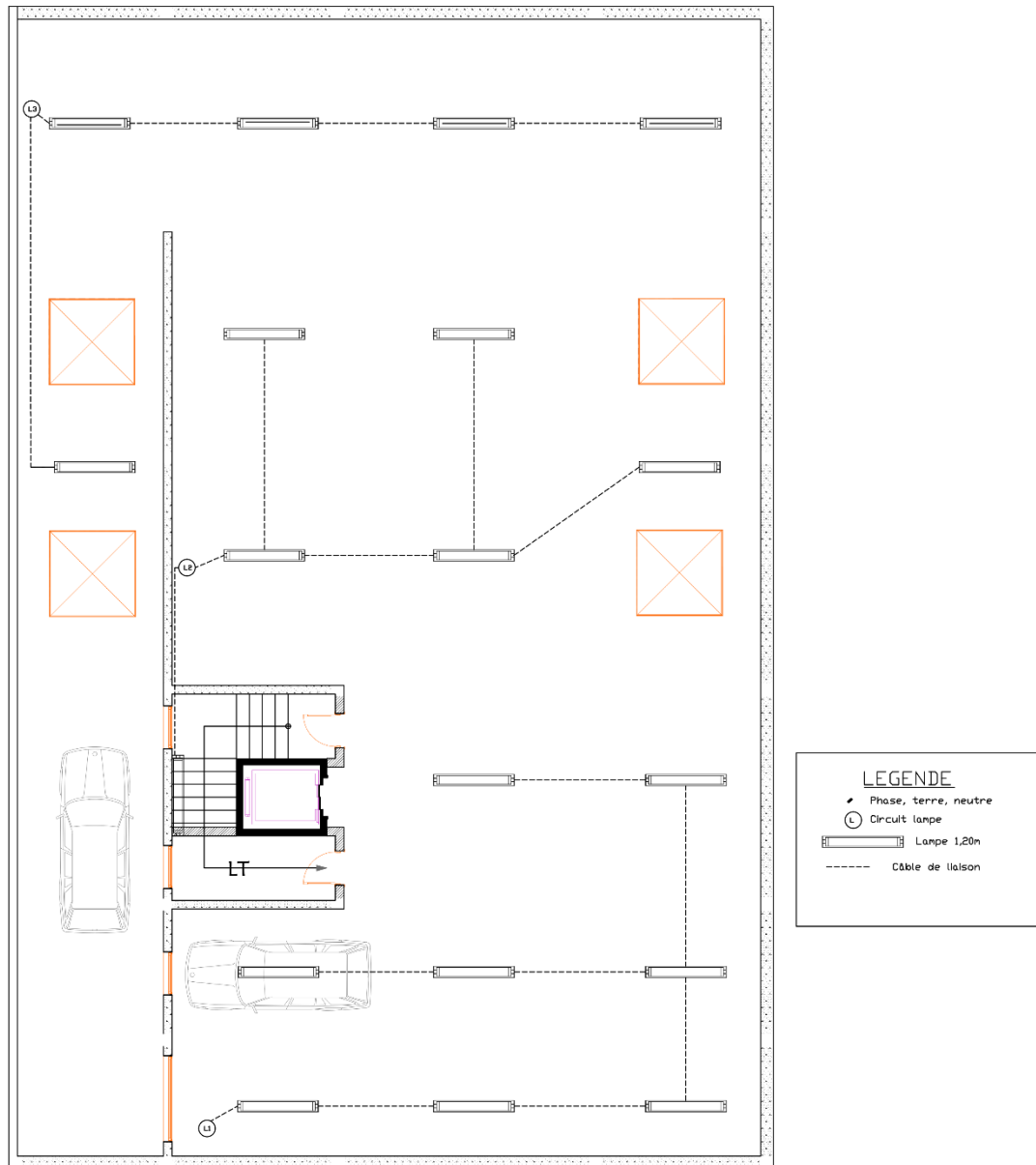
$$F = 1,59 \text{ mm}$$

$$F_{lim} = \frac{l}{500} = \frac{3700}{500} = 7,40 \text{ mm}$$

$F < F_{lim}$  Condition vérifiée

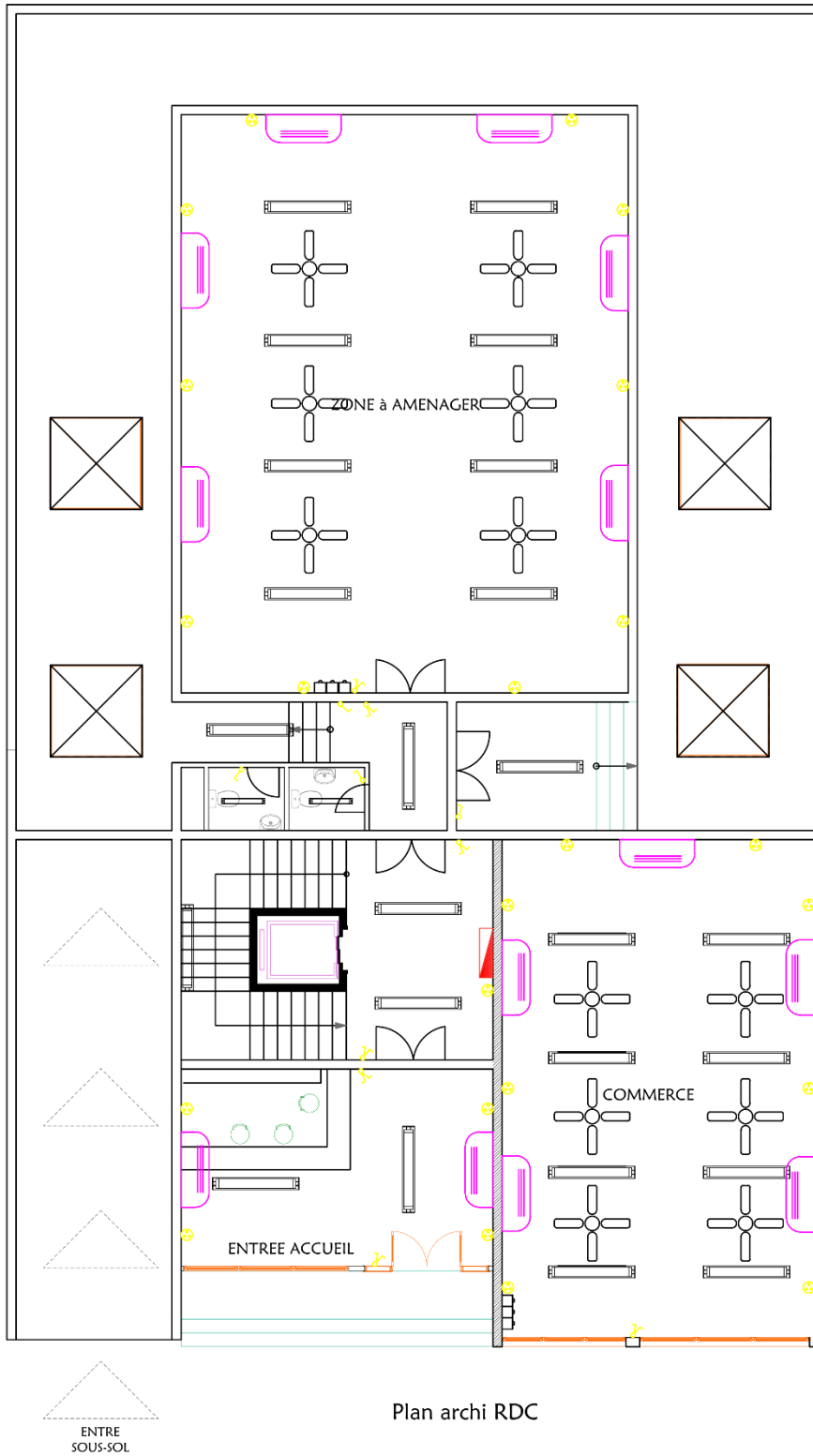
# Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

## ANNEXE VI : PLAN D'ÉLECTRICITÉ

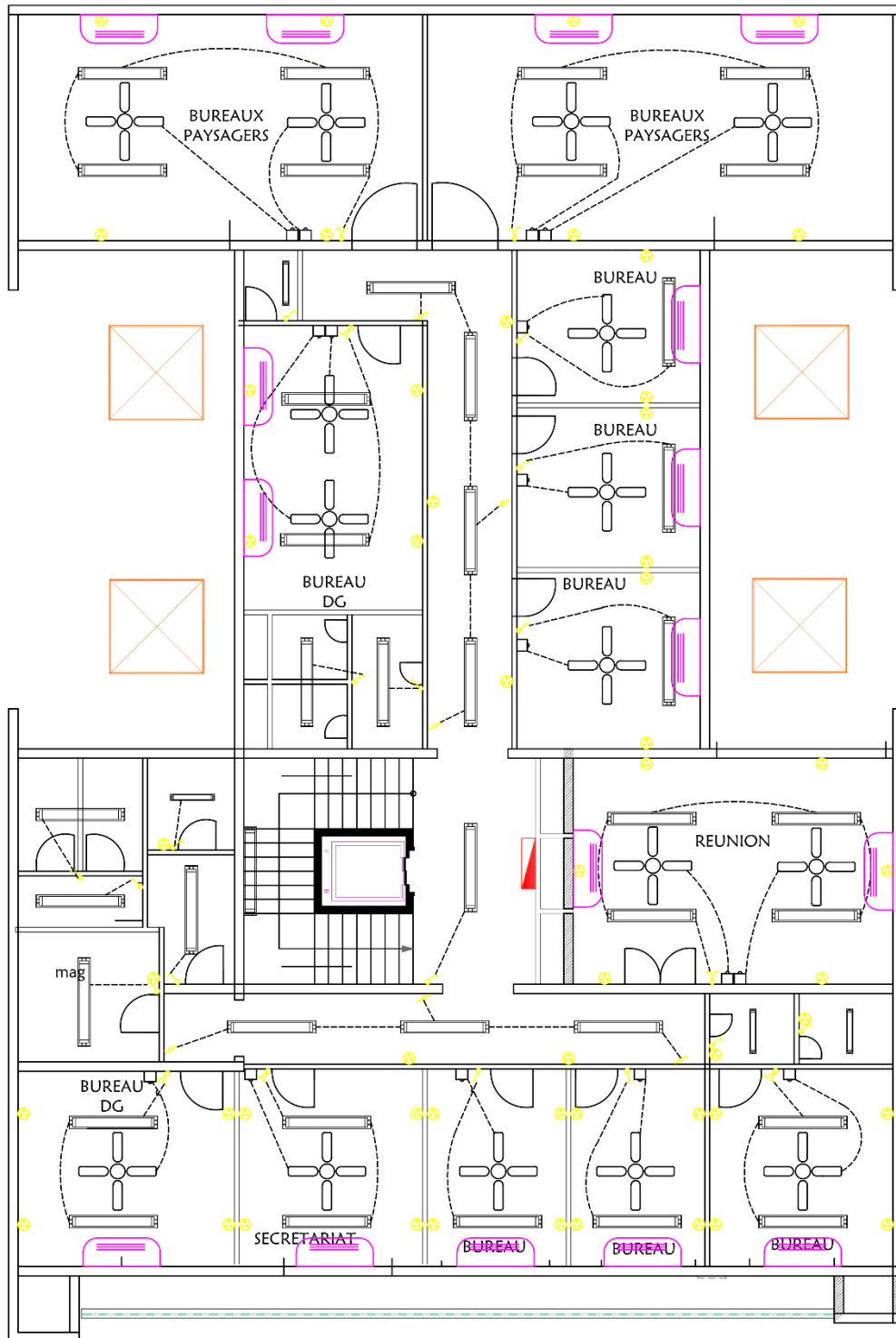


PLAN sous-sol

# Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol



## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

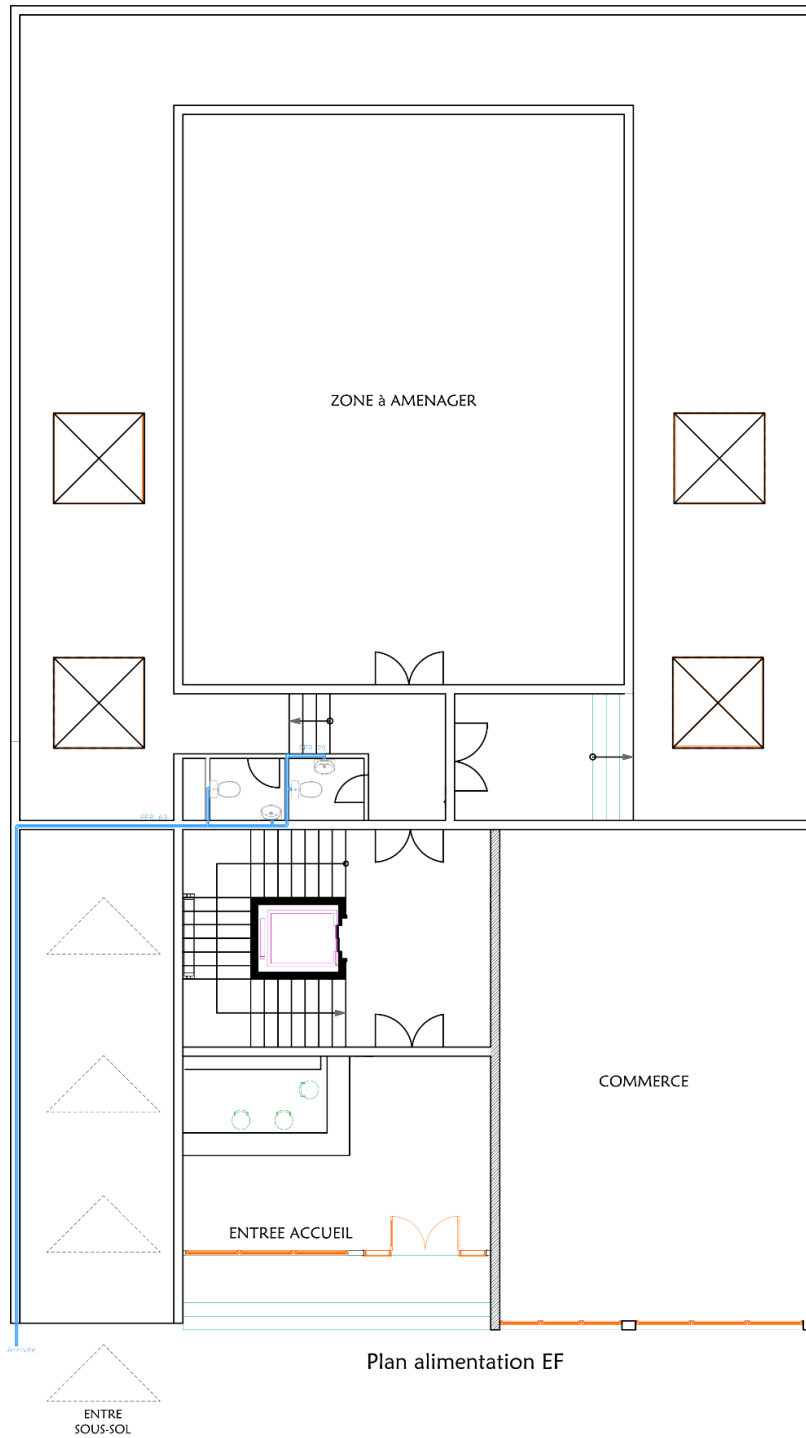


PLAN ARCHI ETAGE COURANT

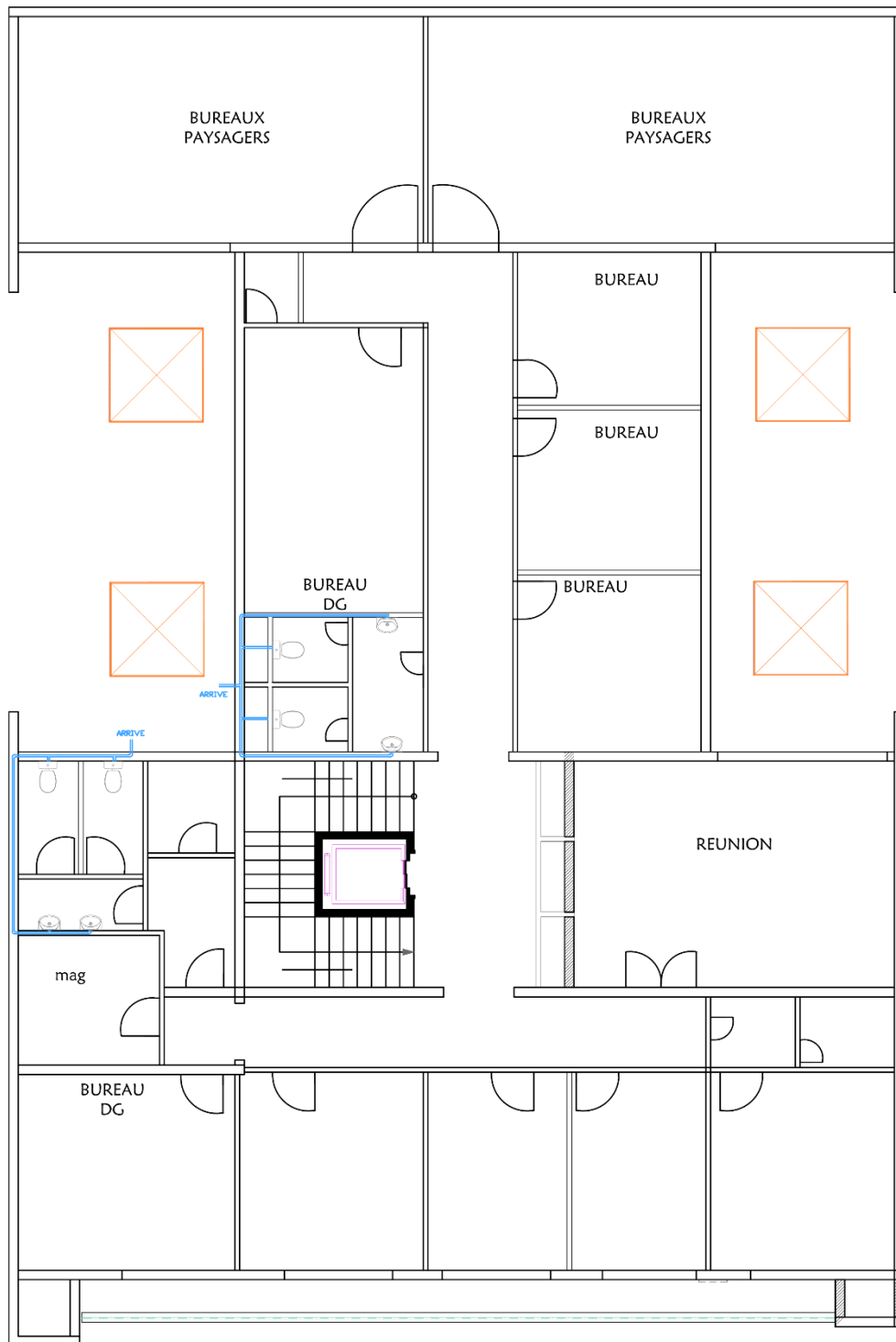


# Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

## ANNEXE VII : PLAN DE PLOMBERIE

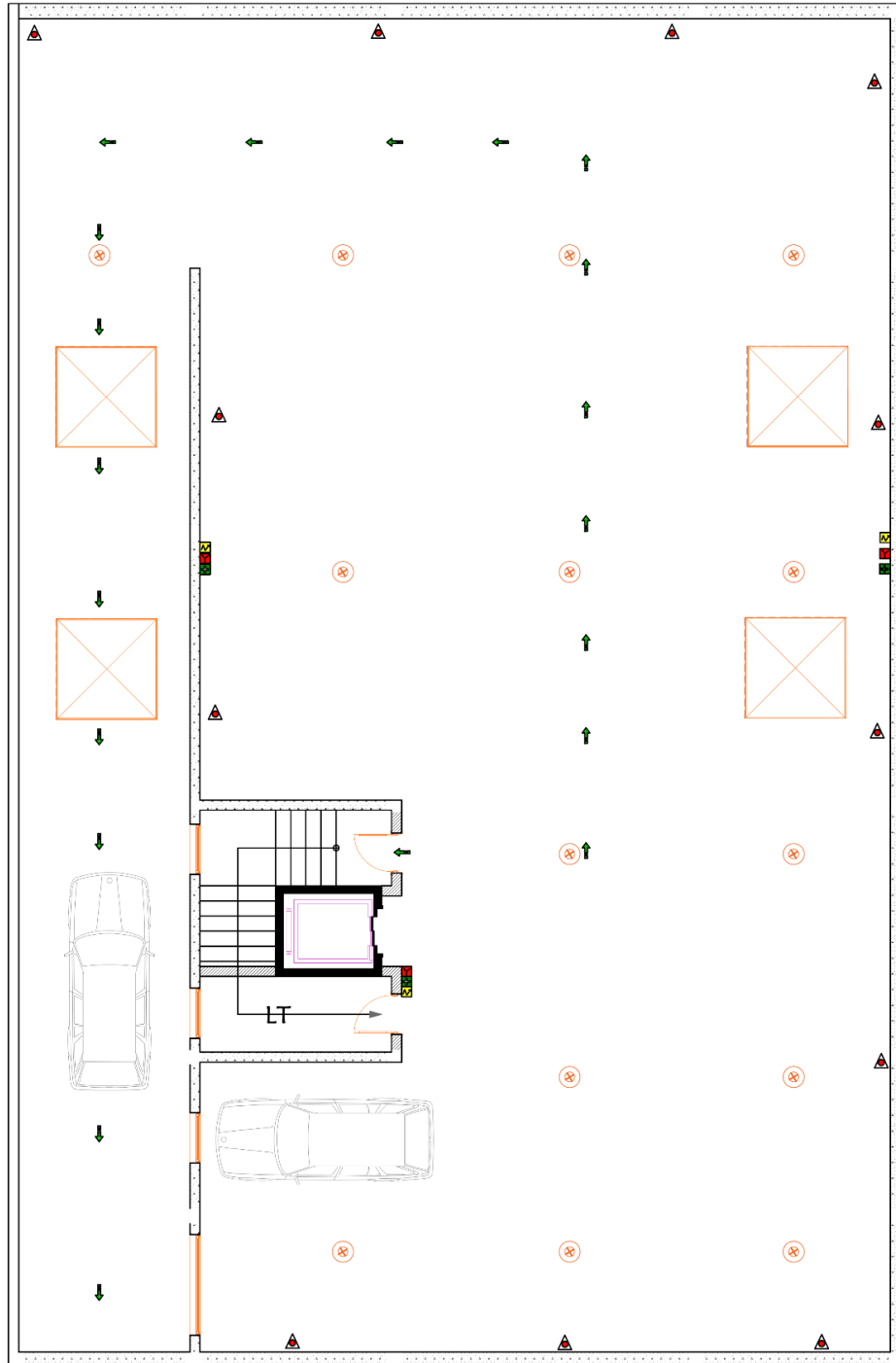


## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol



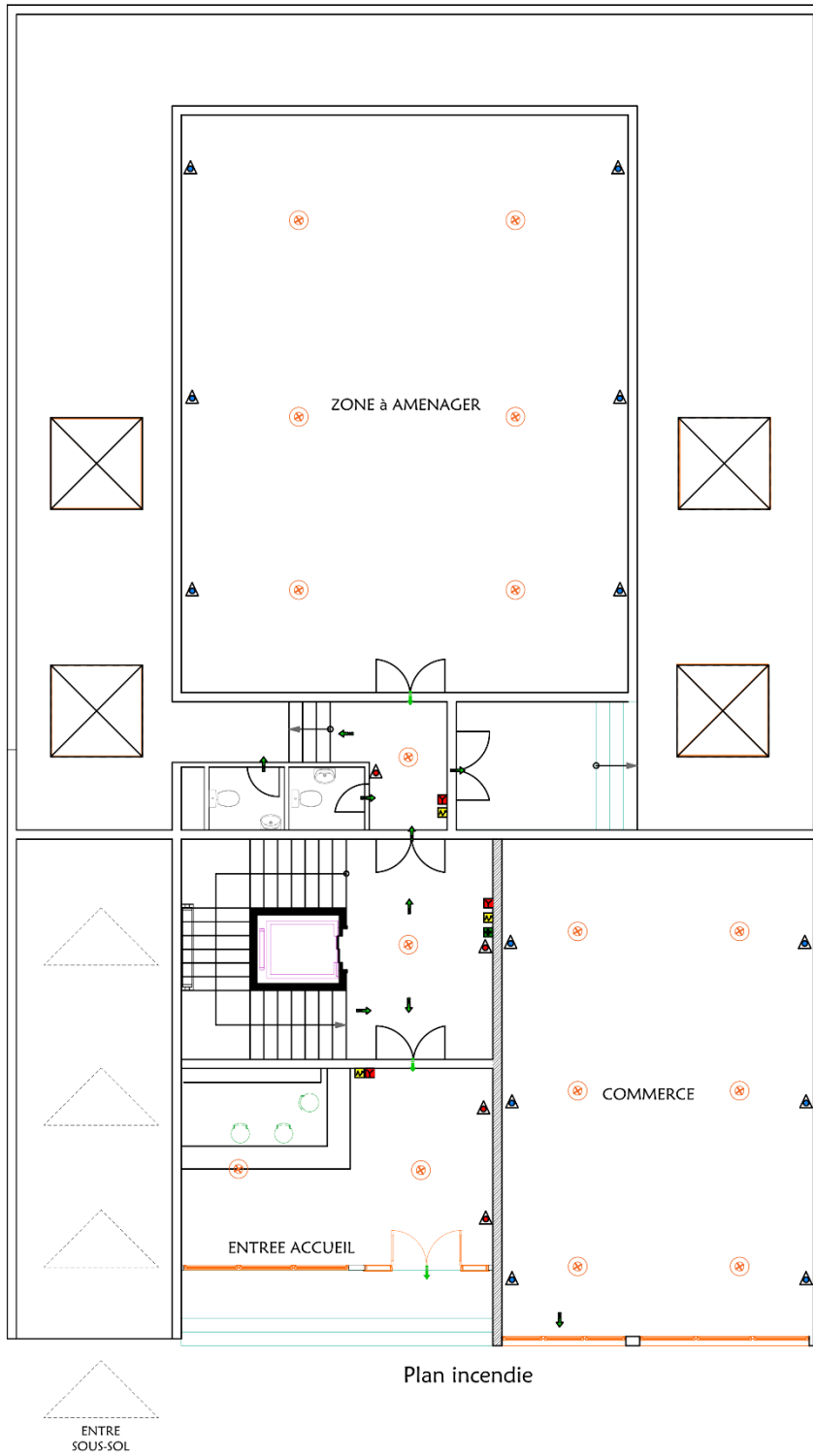
Plan alimentation en EF

**ANNEXE VIII** : SECURITE INCENDIE

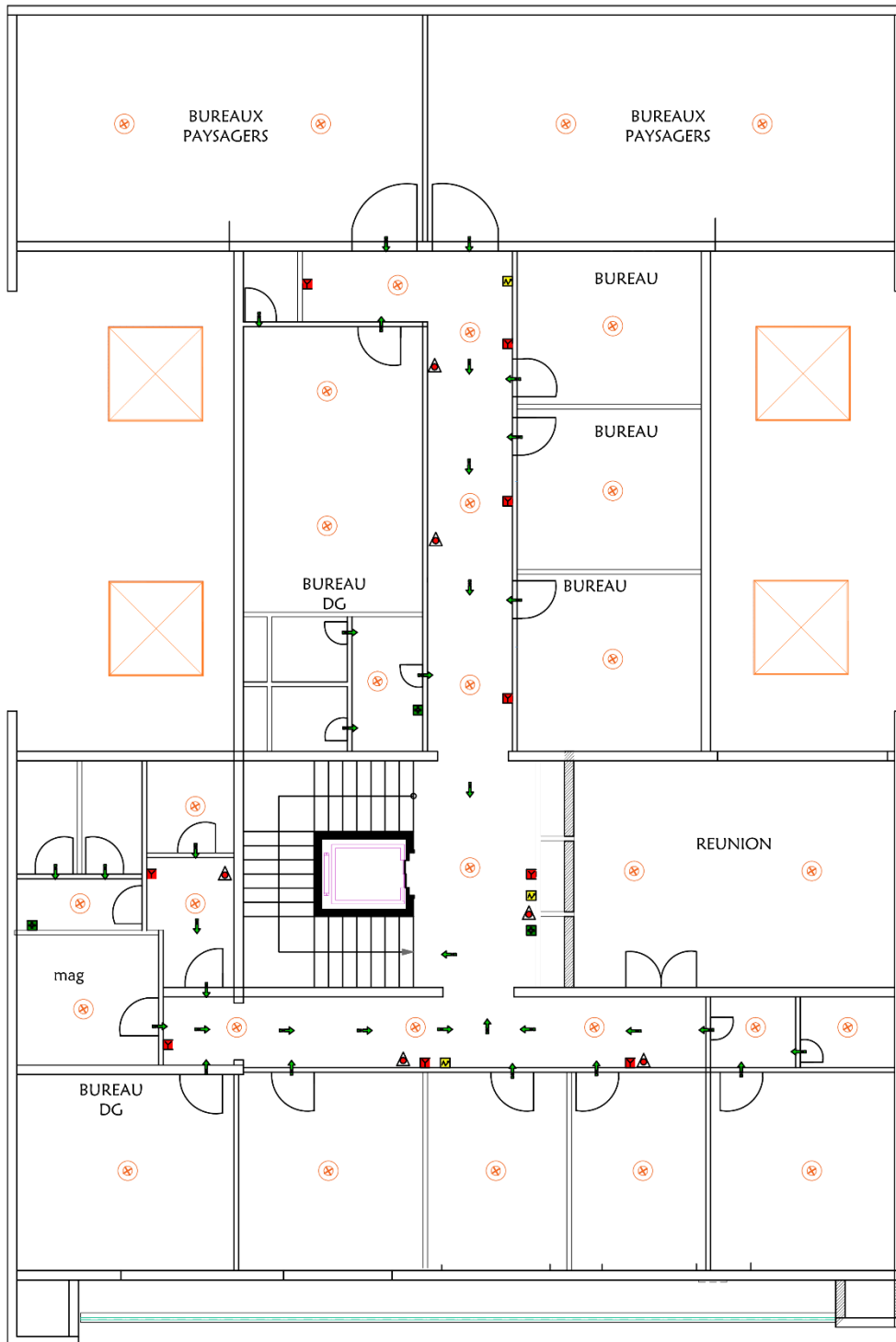


Plan incendie sous-sol

# Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol



## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol



Plan incendie étage

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

### ANNEXE IX: DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N°	Désignation des ouvrages	Unité	Qté	Prix unit.	Prix total
<b>I</b> PREPARATION - TERRASSEMENT					
1.1	Débroussaillage, décapage, nivellement du terrain	ff	1	250 000	250 000
1.2	Implantation	ff	1	500 000	500 000
1.3	Fouille en excavation	m <sup>3</sup>	2004	5 000	10 020 000
1.4	Remblai	m <sup>3</sup>	52	3 000	156 000
<b>TOTAL I</b>					<b>10 676 000</b>
<b>II</b> BETON ARME-MACONNERIE					
2.1	Béton de propreté dosé à 150 kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	26,37	60 000	1 582 200
2.2	Béton armé radier 350 kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	303,22	140 000	42 450 800
2.3	Béton armé pour poutres	m <sup>3</sup>	138,08	140 000	19 331 200
2.4	Béton armé pour voile	m <sup>3</sup>	82,78	140 000	11 589 200
2.5	Plancher haut/ Dalle nervurée	m <sup>2</sup>	1772,93	40 000	70 917 200
2.6	Béton armé pour poteau	m <sup>3</sup>	92,60	140 000	12 964 000
2.7	Béton armé pour escalier	m <sup>3</sup>	14,24	140 000	1 993 600
2.8	Béton armé pour acrotère	m <sup>3</sup>	63,60	140 000	8 904 000
2.9	Béton armé pour balcon	m <sup>3</sup>	16,80	140 000	2 352 000
2.10	Maconnerie en agglos creux de 15 en élévation	m <sup>2</sup>	1347,94	8 500	11 457 490
2.11	Enduit intérieur	m <sup>2</sup>	1219,21	2 500	3 048 025
2.12	Enduit extérieur	m <sup>2</sup>	1431,20	3 000	4 293 600
2.13	Enduit sous escalier	m <sup>2</sup>	54,40	3 500	190 400
2.14	Staff	m <sup>2</sup>	289,60	12 000	3 475 200
<b>TOTAL II</b>					<b>190 883 315</b>
<b>III</b> MENUISERIE ALUMINIUM					
3.1	Porte aluminium à deux battants (240*270 cm)	u	1	250 000	250 000
3.2	Porte aluminium à deux battants (150*210 cm)	u	3	230 000	690 000
3.3	Porte aluminium (100*220 cm)	u	25	100 000	2 500 000
3.4	Porte aluminium (80*220 cm)	u	2	92 400	184 800
3.5	Porte aluminium (70*220 cm)	u	7	80 000	560 000
3.6	Porte aluminium (90*220 cm)	u	14	95 000	1 330 000
3.7	Porte aluminium (150*270 cm)	u	1	150 000	150 000
3.8	Fenêtre aluminium (50*120 cm)	u	4	30 000	120 000
3.9	Fenêtre aluminium (100*200 cm)	u	1	50 000	50 000
3.10	Fenêtre aluminium de (100*100 cm)	u	3	42 500	127 500
3.11	Fenêtre aluminium (220*230 cm)	u	8	132 000	1 056 000
3.12	Fenêtre aluminium (150*360 cm)	u	6	96 000	576 000
3.13	Fenêtre aluminium (150*450 cm)	u	3	228 600	685 800
<b>TOTAL III</b>					<b>8 280 100</b>

## Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol

IV	ELECTRICITE-CLIMATISATION				
4.1	Branchement au réseau	ff	1	350 000	350 000
4.2	Gaines, fileries de distribution y compris mise à la	ff	1	800 000	800 000
4.3	Prise de courant 2P+T	u	181	2 500	452 500
4.4	Interrupteur simple allumage	u	124	2 500	310 000
4.5	Interrupteur va et vient	u	54	2 500	135 000
4.6	Prise de courant 2P+T	u	54	7 000	378 000
4.7	Tube fluorescent de 120	u	155	12 500	1 937 500
4.8	Tube fluorescent de 60	u	23	8 500	195 500
4.9	Brasseur d'air	u	62	45 000	2 790 000
4.10	Split, y compris tous sujétions	u	60	500 000	30 000 000
4.11	Tableau de répartition	u	5	150 000	750 000
<b>TOTAL IV</b>					<b>38 098 500</b>
V	PLOMBERIE SANITAIRE, ASSAINISSEMENTS				
5.1	Branchement au réseau d'eau potable	ff	1	200 000	200 000
5.2	Tuyauteries de distribution d'eau	ff	1	200 000	200 000
5.3	Lavabo	u	14	60 000	840 000
5.4	WC à l'anglaise	u	14	90 000	1 260 000
5.5	Tuyauteries d'évacuation d'eau	ff	1	400 000	400 000
5.6	Regard de visite	u	3	25 000	75 000
5.7	Fosses sceptiques pour 50 usagers	u	1	900 000	900 000
5.8	Puisard	u	1	500 000	500 000
<b>TOTAL V</b>					<b>4 375 000</b>
VI	CARRELAGE-PEINTURE				
6.1	Carreaux gré cérame ordinaire	m <sup>2</sup>	2128	12 000	25 536 000
6.2	Fainces murales pour toilette	m <sup>2</sup>	184,95	12 000	2 219 400
6.3	Peinture	m <sup>2</sup>	2643,5	4 000	10 574 000
<b>TOTAL VI</b>					<b>38 329 400</b>
VII	PROTECTION INCENDIE				
7.1	Fourniture et pose extincteur à poudre ABC	u	34	235 000	7 990 000
7.2	Fourniture et pose extincteur à eau	u	12	235 000	2 820 000
7.3	Pose de reseau d'incendie armé RIA	u	3	400 000	1 200 000
7.4	Déclencheur manuel	u	123	20 000	2 460 000
7.5	Arrêt d'urgence	u	15	25 000	375 000
7.6	Detecteur de fumée	u	40	18 000	720 000
7.7	Bloc autonome d'eclairage	u	71	26 200	1 860 200
7.8	Boîte de pharmacie	u	13	10 000	130 000
<b>TOTAL VII</b>					<b>17 425 200</b>

## **Dimensionnement d'un bâtiment R+3 avec sous-sol**