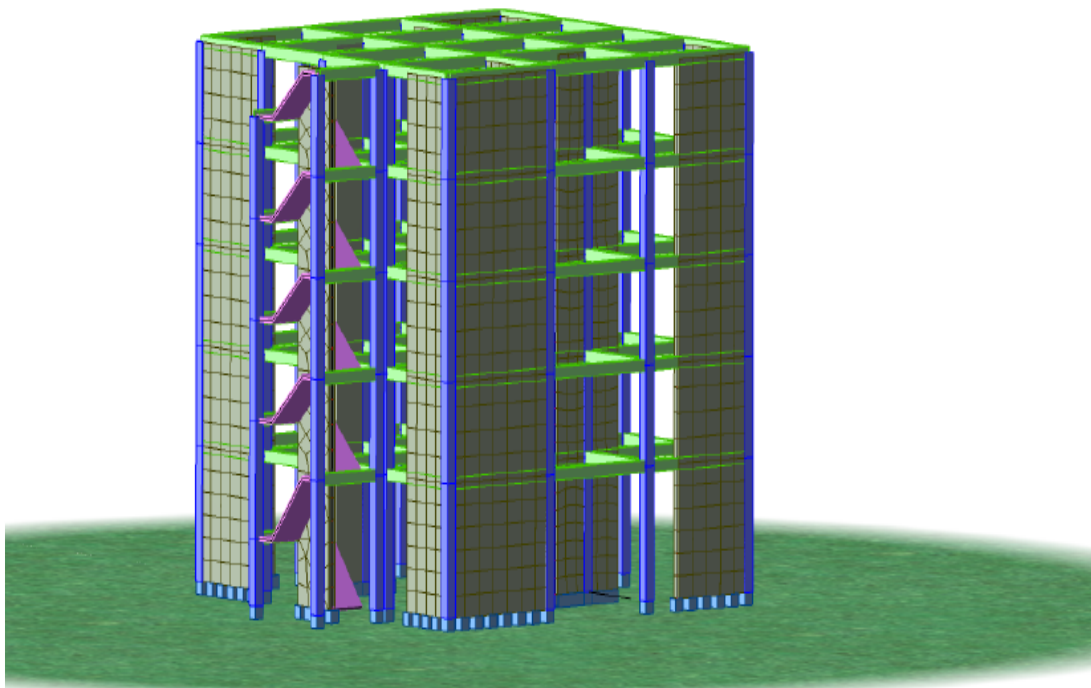


Projet de construction parasismique

THEME

Évaluation des efforts sismiques et vérification des éléments structuraux dans un bâtiment à usage de bureaux



Évaluation des efforts sismiques et vérification des éléments structuraux dans un bâtiment à usage de bureaux

1. PRESENTATION DE L'OUVRAGE

Ce projet porte sur l'évaluation des efforts et la vérification des éléments structuraux vis-à-vis des actions sismiques et des combinaisons les plus défavorables dans un bâtiment (R+4) destiné à abriter les bureaux des enseignants du département génie civil.

C'est un bâtiment en béton armé, comportant cinq niveaux (R+4) à usage de bureaux. Il est donc classé en groupe 2 conformément aux normes sismiques algériennes (RPA 99/2003). Il sera édifié dans la wilaya d'Alger, classée Zone III selon ce même règlement.

Les dimensions en plan et en élévation sont :

- Largeur = 15 m
- Longueur = 16 m
- Hauteur du RDC = 4 m
- Hauteur d'étage = 3 m
- Hauteur totale du bâtiment = 16 m

Son ossature structurale est en béton armé, constituée de voiles linéaires dont le rôle est d'assurer la stabilité de l'ensemble sous l'action des charges verticales et horizontales. Les portiques ne reprennent que les charges verticales.

Les escaliers sont en béton armé, situés à l'extérieur du bâtiment et séparés par un joint parasismique.

Le sol d'assise est meuble (site S3 selon le RPA) avec une faible capacité portante, évaluée à 0,15 MPa.

Le ferrailage sera réalisé avec des armatures en acier à haute adhérence possédant une limite d'écoulement f_e égale à 400 MPa. Le béton utilisé a une résistance nominale f_c égale à 25 MPa.

Les figures suivantes représentent les vues en plan et en élévation du bâtiment.

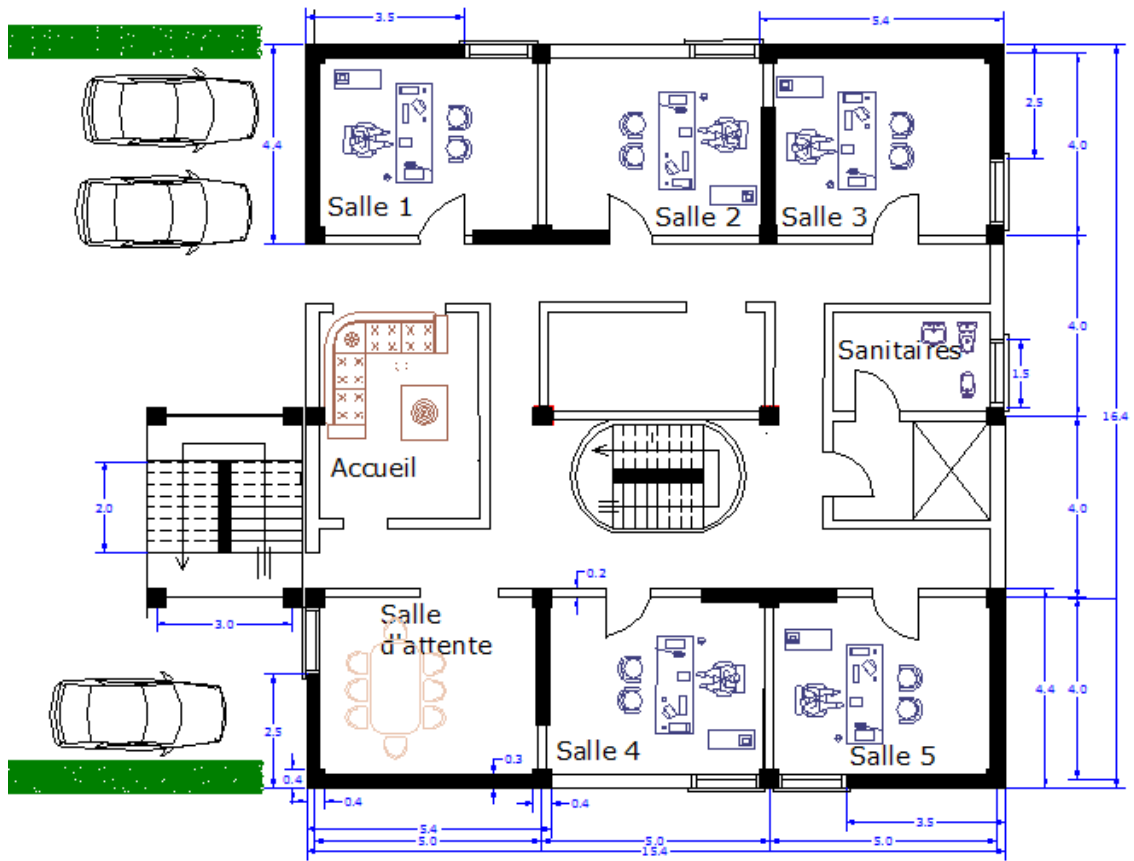


Figure 1: Vue en plan du niveau rez-de-chaussée

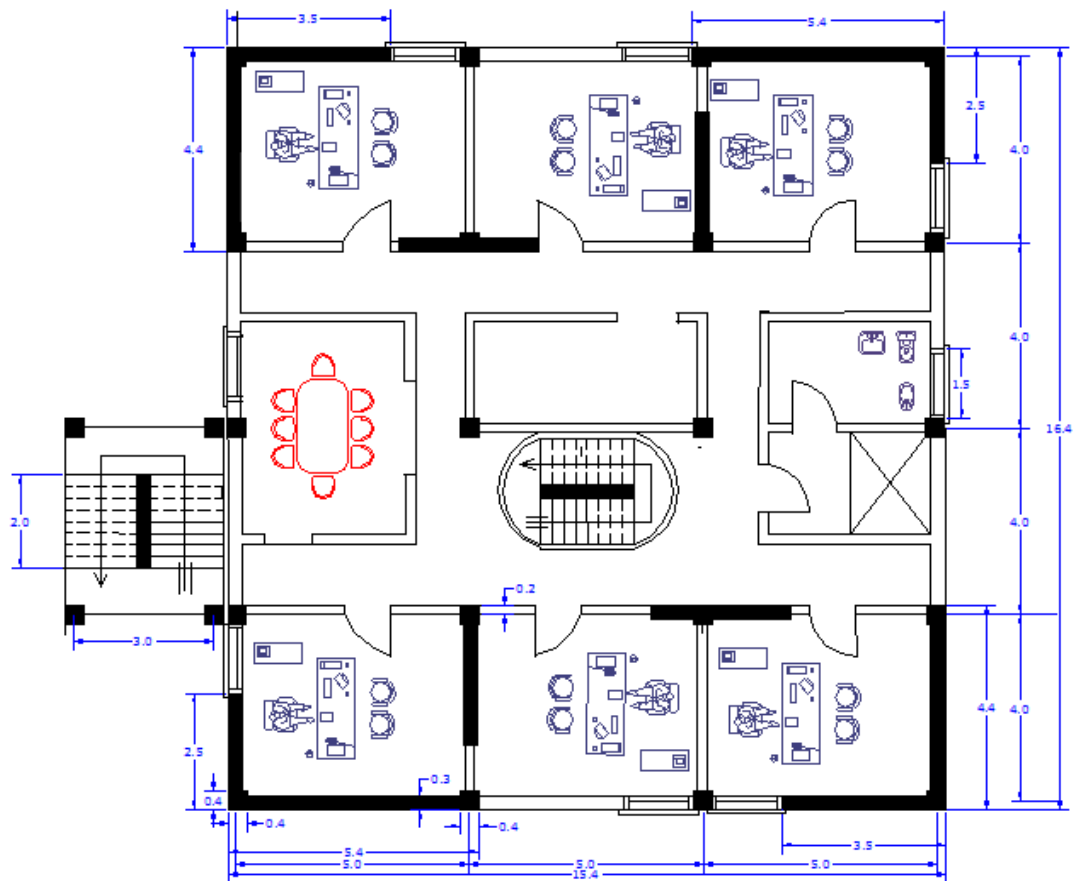


Figure 2 : Vue en plan d'un niveau courant

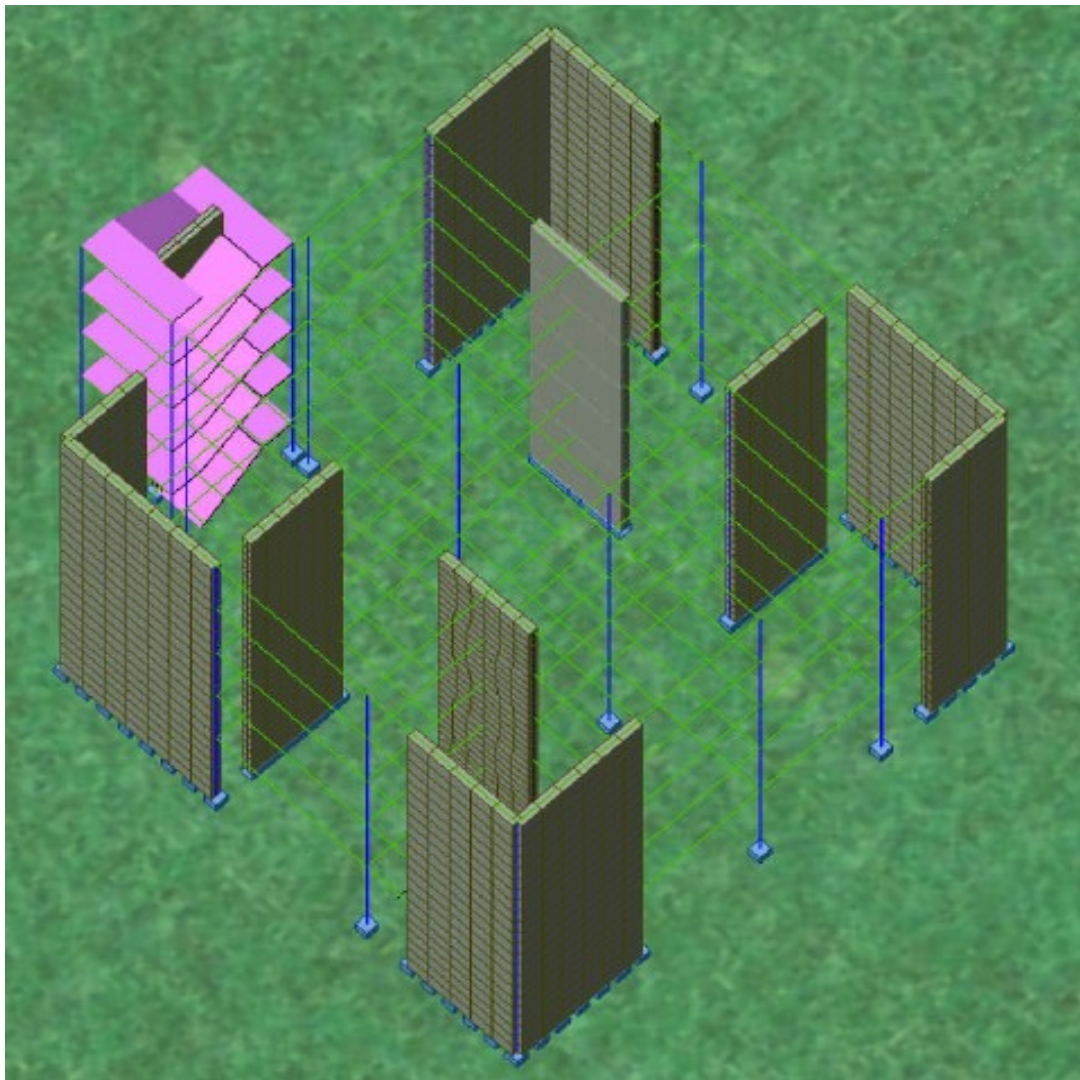
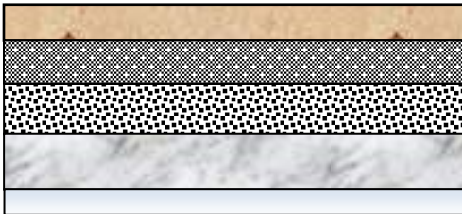


Figure 3 : Vue en élévation en 3D

2. DESCENTE DE CHARGE

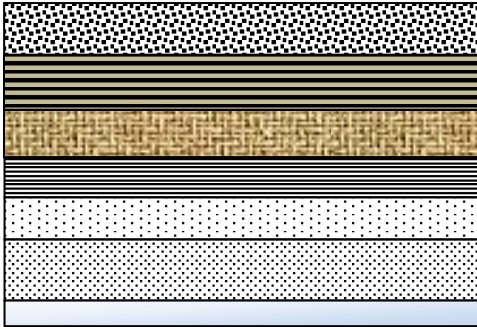






2.1. Charges permanentes

Plancher courant

1- Revêtement carrelage (2 cm).....	0,40 kN/m ² →		←1
2- Chape en mortier de ciment (3 cm).....	0,54 kN/m ² →		←2
3- Couche de sable (3 cm).....	0,66 kN/m ² →		←3
4- Dalle en béton armé (14 cm).....	3,43 kN/m ² →		←4
5- Enduit de plâtre (2 cm).....	0,20 kN/m ² →		←5

Total → g = 5,23 kN/m²

Plancher terrasse inaccessible

1- Protection d'étanchéité (5 cm).....	1,00 kN/m ² →		←1
2- Etanchéité multicouche (2 cm).....	0,12 kN/m ² →		←2
3- Isolation thermique (5 cm).....	0,20 kN/m ² →		←3
4- Ecran pare -vapeur	0,01 kN/m ² →		←4
5- Forme de pente (7 cm).....	1,54 kN/m ² →		←5
6- Dalle en béton armé (14 cm).....	3,43 kN/m ² →		←6
7- Enduit de plâtre (2 cm).....	0,20 kN/m ² →		←7
Total → g = 6,50 kN/m²			

Rappel

La fonction de chaque couche composant un plancher terrasse est rappelée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Fonction des différents éléments constitutifs d'un plancher terrasse

Elément	Fonction
1- Protection de l'étanchéité	Protège le revêtement d'étanchéité contre le vieillissement dû au rayonnement solaire ainsi qu'aux chocs thermiques et contre le poinçonnement dû aux charges (gravillons, enrobés, terre végétale...)
2- Etanchéité multicouche	Assure l'imperméabilité du plancher terrasse (asphalte coulé, bitume armé, mousses polyuréthane projetée...).
3- Isolation thermique	Limite les déperditions et protège les éléments porteurs des chocs thermiques, et par conséquent des dilatations (mousses plastiques, matériaux minéraux comme le verre expansé ou la laine de roche, matériaux végétaux comme les panneaux de fibres ou le liège expansé).
4- Ecran pare-vapeur	Protège l'isolant thermique de la vapeur d'eau migrant de l'intérieur du bâtiment vers l'extérieur (enduit d'imprégnation à froid, feutre, enduit d'application à chaud...).
5- Forme de pente	Facilite l'écoulement des eaux pluviales (béton non armé)
6- Élément porteur	Assure la résistance mécanique du plancher terrasse (dalle pleine, corps creux, structure métallique...)

2.2. Surcharges d'exploitation

Plancher terrasse (inaccessible)

$$q = 1 \text{ kN/m}^2$$

Plancher courant

$$q = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

Remarque

La valeur des charges d'exploitation à introduire dans les calculs dépend de la nature des locaux. Pour cette raison, il est dangereux de changer la destination d'un local donné durant la phase d'exploitation de l'ouvrage. À titre d'exemple : transformer un bureau (surcharge d'exploitation estimée à 2,5 kN/m²) en cuisine collective (surcharge = 5 kN/m²).

3. OBJECTIFS DE L'ETUDE

Il s'agit d'évaluer les efforts sismiques dans le bâtiment et de dimensionner, conformément au règlement parasismique algérien (RPA99 version 2003), le voile le plus sollicité.

L'analyse sismique sera effectuée par les deux méthodes données par le RPA99/2003 :

- Méthode statique équivalente.
- Méthode modale spectrale.

3.1. Méthode statique équivalente

1. Peut-on utiliser la méthode statique équivalente pour déterminer les efforts dans la structure et vérifier sa tenue aux séismes ? Justifier ?
2. Sur quelle principale hypothèse s'appuie la méthode statique équivalente ?
3. Si la méthode statique équivalente s'applique, comment modéliser le bâtiment ? Quel est le mode de vibration à prendre en considération ? Comment calculer la rigidité latérale des voiles de contreventement (stabilisation) ?
4. Calculer la période fondamentale du bâtiment en utilisant la formule empirique (fonction de la nature du contreventement) la plus couramment utilisée proposée par le RPA99 version 2003.
5. Calculer la résultante sismique à la base de la structure suivant les deux directions de calcul (effort tranchant V).
6. Distribuer l'effort tranchant V suivant la hauteur du bâtiment.
7. Vérifier la stabilité au renversement du bâtiment.
8. Répartir l'effort tranchant du niveau rez-de-chaussée aux éléments de contreventement de ce niveau.
9. Calculer, conformément au règlement parasismique algérien, le ferrailage du voile le plus sollicité.

3.2. Méthode modale spectrale*

1. Déterminer le spectre de réponse de calcul du bâtiment.
2. Donner les taux de participation massique des 8 premiers modes. Que remarquez-vous ? Quel est le nombre de mode à retenir ? Quelle est l'ordre de grandeur de la période fondamentale ?
3. Quelles sont les allures des déformées des trois premiers modes ?

4. Quelle est la combinaison utilisée pour obtenir la réponse maximale de la structure [SRSS : square root of summation of squares ou CQC : complete quadratic combination] ? Justifier votre réponse.
5. Avec la combinaison choisie, quelle est la valeur de la résultante des forces sismiques à la base (effort tranchant V_t) obtenue pour les deux directions de calcul ?
6. Vérifier que la résultante des forces sismiques à la base V_t obtenue par combinaison des valeurs modales ne doit pas être inférieure à 80 % de la résultante des forces sismiques obtenue par la méthode statique équivalente V ($V_t > 0,80 V$). Que faire si $V_t < 0,80 V$?
7. Quels sont les déplacements latéraux de la structure ? Vérifier que le déplacement relatif latéral d'un niveau k de la structure par rapport au niveau $k-1$ (déplacement inter étage) ne dépasse pas 1,0 % de la hauteur d'étage.

*** Remarque**

Pour l'analyse modale spectrale, vous la faites en utilisant le logiciel de calcul Autodesk Robot 2020. Ce logiciel offre des fonctionnalités de simulation et d'analyse structurelle évoluées. Il est en mesure de calculer les modèles les plus complexes grâce à un maillage automatique par éléments finis d'une grande précision, des algorithmes non-linéaires, tout en regroupant la majorité des normes de conception.