

**Maison de l'Apprentissage  
Rue Michel Ange Saint-Nazaire (44)**

**ETUDE DE FAISABILITE  
SURELEVATION DU R+1 ET R+2**



**Maître d'Ouvrage**

CCI Nantes St-Nazaire  
Centre des Salorges  
16 quai Ernest Renaud CS 90517  
44105 Nantes Cedex 4

**Bureau d'Etudes 3iA S.A.S**

Zac de Grandchamps – Saphir 2  
7, Avenue Barbara  
44570 TRIGNAC  
Tél. 02 47 48 80 48

Date : 25 septembre 2018

## SOMMAIRE

### Table des matières

<b>1</b>	<b>Objet de l'étude</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Description du projet</b>	<b>1</b>
2.1	Structure existante	1
2.2	Etat des lieux	2
<b>3</b>	<b>Analyse des données d'entrée</b>	<b>3</b>
3.1	Hypothèses sur les fondations	3
3.2	Hypothèses sur les charges	3
<b>4</b>	<b>Vérification LOCALISEE de la structure porteuse</b>	<b>4</b>
4.1	Identification des potentielles zones de surélévation	4
4.2	Vérification des zones potentielles de surélévation	5
4.2.1	Zone A, D et E	5
4.2.2	Zone B	9
<b>5</b>	<b>Conclusions générales et recommandations techniques</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Références</b>	<b>13</b>

## 1 OBJET DE L'ETUDE

L'objet de cette notice est de présenter les études de faisabilité structurelle dans le cadre du projet d'extension de la maison d'apprentissage de Saint Nazaire (44).

Notre mission d'études est organisée selon les étapes suivantes :

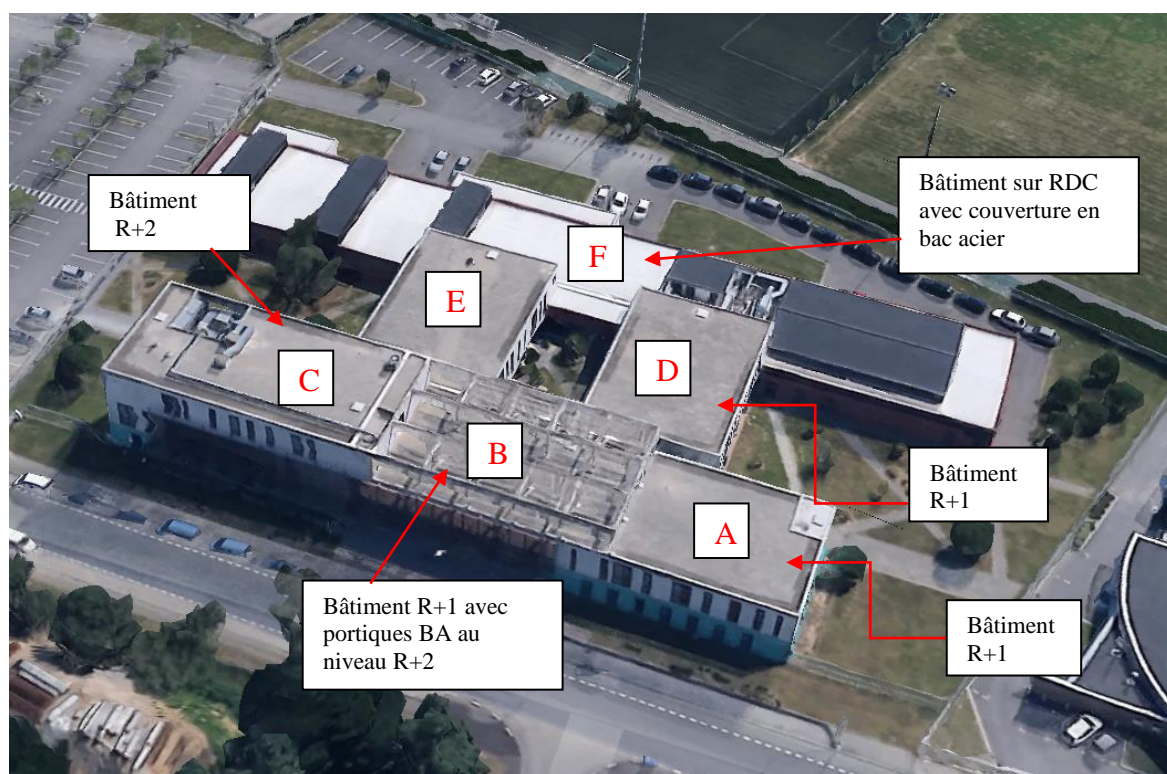
- Description de l'existant avec visite préalable de site.
- Examens des données d'entrée suivant l'analyse des hypothèses et des plans DOE des bâtiments existants.
- Vérification de la structure porteuse pour le projet de surélévation des bâtiments.
- Préconisations techniques des systèmes constructifs et d'intervention dans l'existant.

## 2 DESCRIPTION DU PROJET

### 2.1 STRUCTURE EXISTANTE

Le projet est situé rue Michel Ange dans le prolongement de l'IUT de Saint Nazaire (44600). L'existant est un ensemble de bâtiments, s'élevant au plus sur 3 niveaux (RDC à R+2), construit en 2005. Il n'y a pas de niveaux enterrés.

Les bâtiments, tels que repérés, sont localisés dans la vue aérienne suivante :



*Fig 01 : Vue aérienne de la Maison d'apprentissage (extrait google maps)*

*Nota : La nomination des blocs est donnée, à titre indicatif, pour faciliter le repérage des bâtiments.*

D'après les plans de recollement EXE de l'entreprise du lot GO LANG (plans BA 2005 voir références en section 6), nous décrivons les éléments suivants sur la structure :

La conception générale des bâtiments est en béton armé. En revanche le bloc F est couvert par un bac acier (charpente légère).

Les blocs sont séparés par des joints de dilatation (JD) de 2cm d'épaisseur. La structure n'étant pas systématiquement doublée au droit des JD, des goujons de liaison ont été mis en place en about des poutres et des dalles.

L'ossature porteuse des blocs est de type poteaux-poutres complétée par des voiles armés (refends, murs périphériques, etc...).

Les planchers des différents niveaux sont des dalles alvéolaires de portée variable entre 6m à 9m environ.

Le projet est caractérisé par une salle d'amphithéâtre continue sur deux niveaux (RDC à R+1) dans le hall du bloc B.

Remarque : Des éléments en béton précontraint ont été observés sur ce projet. Il s'agit notamment des poutres du bloc F (de portée variable 8 à 15m environ) et de la structure des portiques située au niveau R+2 du bloc B.

Les fondations de la structure sont des fondations superficielles de type semelles isolées sous les poteaux et des massifs gros béton reliés par des longrines pour support des voiles. La dalle basse est un dallage de 12cm d'épaisseur (épaisseur antérieure aux recommandations du DTU13.3 de Juin 2005).

## 2.2 ÉTAT DES LIEUX

Pour les besoins de l'étude et de la reconnaissance visuelle de la structure, nous avons effectué une visite sur site le 06 Septembre 2018. A l'issue de cette visite, nous avons pu observer les désordres suivants (expertise en cours) :

- Des épaufrures de la peinture :



*Fig 02 : Façade Rue Michel Ange*



*Fig 03 : Vue d'angle du bâtiment R+2*



▪ Des fissures sur quelques éléments de structures :



*Fig 04 : Fissure en pied de mur*



*Fig 05 : Fissure d'angle des poutres*

Au terme de notre visite, nous pouvons dire que le bâtiment présente un bon état général de la structure. Néanmoins les fissures et désordres repérés seront réparés dans le cadre de l'expertise et ne font pas objet de la présente étude faisabilité.

### 3 ANALYSE DES DONNEES D'ENTREE

#### 3.1 HYPOTHESES SUR LES FONDATIONS

Le système de fondations est de type superficiel comme décrit dans la section §2.1 du présent document. La portance du sol à l'ELS a été prise égale à **6bars à l'ELS** pour un fond de fouille moyen situé à -2m par rapport à la dalle basse.

Le sol présente à priori de bonnes caractéristiques.

#### 3.2 HYPOTHESES SUR LES CHARGES

▪ Surcharges d'exploitation

Les surcharges d'exploitation sont repérées dans les plans de coffrage des différentes zones. Elles sont résumées dans la figure ci-dessous :

CHARGES D'EXPLOITATION (NF P 06-001)		
Nature du local	Valeur kN/m²	Indications complémentaires
Dépôts de cuisines collectives	6	
Salles avec assistance debout : circulations, escaliers, surfaces de regroupement, d'abri, de détente et de jeux	4	
	Salles polyvalentes	
	Cuisines collectives	voir commentaire 15 (22)
Salles de réunions, salles polyvalentes utilisées normalement avec sièges (y compris les salles de classes susceptibles de jouer ce rôle qui devront être fixées par les DPM) bibliothèques, dépôts, lingerie	4	
Amphithéâtres, salles de classe remodelables et locaux équivalents, cantines réfectoires (19 (22))	3,5	
Salles de classe et locaux équivalents	2,5	
Salles à manger de petites dimensions, laboratoires (Cf note 1), ateliers (Cf note 1), dortoirs ou chambres collectives - sanitaires collectifs, locaux médicaux et sociaux, galeries de liaisons, garages à vélos		
Hébergement individuel	1,5	RH, MH
(note 1) Le matériel lourd est à prendre en sus.		

*Fig 06 : Extrait plan de coffrage – Surcharge d'exploitation*

A noter que pour les toitures terrasses non accessibles, une charge de  $1 \text{ kN/m}^2$  a été prise en compte.

▪ Charges permanentes

Les charges suivantes ont été prises en compte :

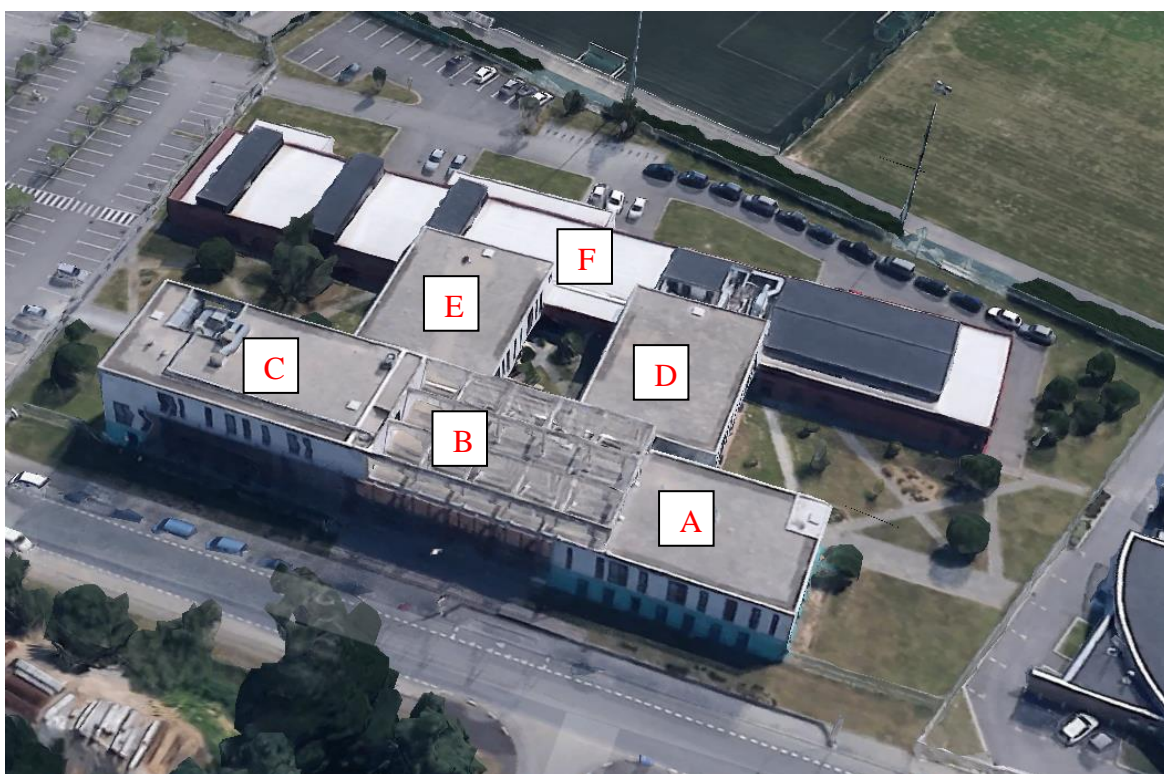
CP =  $1 \text{ kN/m}^2$  pour les charges courantes.

CP =  $1.5 \text{ kN/m}^2$  pour les charges des toitures terrasses (complexe d'étanchéité + gravillons).

## 4 VERIFICATION LOCALISEE DE LA STRUCTURE PORTEUSE

### 4.1 IDENTIFICATION DES POTENTIELLES ZONES DE SURELEVATION

On rappelle la fig01 de la section §2.1 pour le repérage des différentes zones



L'étude des potentielles zones de surélévation est détaillée dans le tableau ci-dessous :

ZONES	Surface* [m²]	Niveau actuel du PH du dernier niveau	Nature du plancher existant	Commentaires sur les possibilités de surélévation
A	390	R+1	Dalle BA	Cette zone est sur R+1. Une surélévation pourrait être envisagée pour cette zone mais requiert une vérification de la structure porteuse
B	320	R+1	Dalle BA	Cette zone présente des portiques BA dont les poteaux reposent sur des plots BA ancrés dans la dalle du PH R+1. Apriori cette structure serait conçue pour des fins esthétiques (pas de couvertures de prévues sur les plans, ni de charges). Une vérification de la structure sera menée.
C	440	R+2	Dalle BA	La réhausse de ce bâtiment entraînerait un décalage de niveaux important sur la façade Rue Michel Ange. Le bâtiment serait sur 4 niveaux (R+3)
D	282	R+1	Dalle BA	Cette zone est sur R+1. Une surélévation pourrait être envisagée pour cette zone mais requiert une vérification de la structure porteuse
E	282	R+1	Dalle BA	Cette zone est sur R+1. Une surélévation pourrait être envisagée pour cette zone mais requiert une vérification de la structure porteuse
F	1605	RDC	Bac acier	La réhausse de ce bloc supposerait la dépose complète de la couverture bac acier existante; la vérification de la portance des poutres précontraintes; la création d'une dalle de support pour la structure du réhausse. Cette solution s'avère très coûteuse.

\* Les surfaces sont données à titre indicatif. Elles donnent un ordre de grandeur des superficies des différentes zones.

Fig 07 : Zonage des bâtiments

## 4.2 VERIFICATION DES ZONES POTENTIELLES DE SURELEVATION

### 4.2.1 Zone A, D et E

#### I. Rappel des hypothèses

Les zones A, D et E sont sur R+1 (toiture) comme indiqué dans le tableau de la figure 07.

Les surcharges sur les dalles dans ces zones sont :

#### PH R+1

$$CP = 1.5 \text{ kN/m}^2$$

$$Su = 1.0 \text{ kN/m}^2$$

#### PH RDC

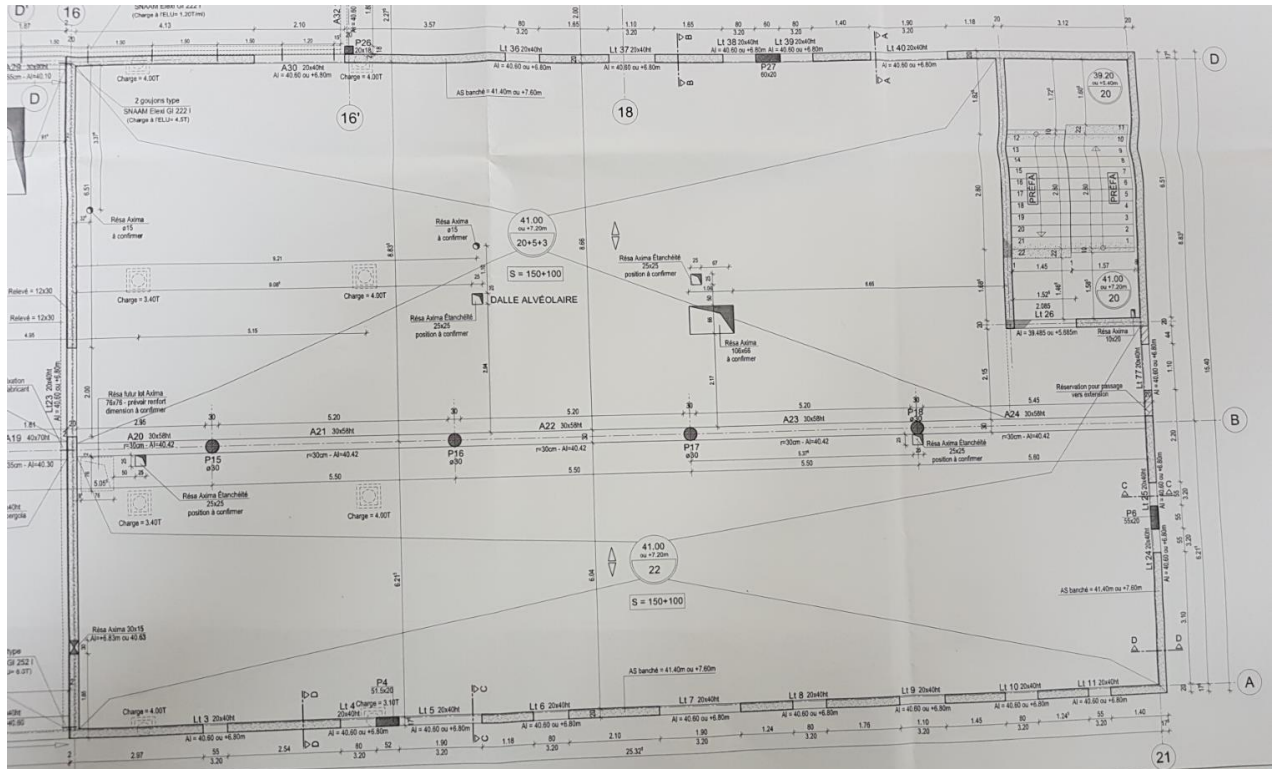
$$CP = 1.0 \text{ kN/m}^2$$

$$Su = 2.5 \text{ kN/m}^2$$

Les charges étant identiques sur les zones, par analogie on ne traitera que la **zone A**.

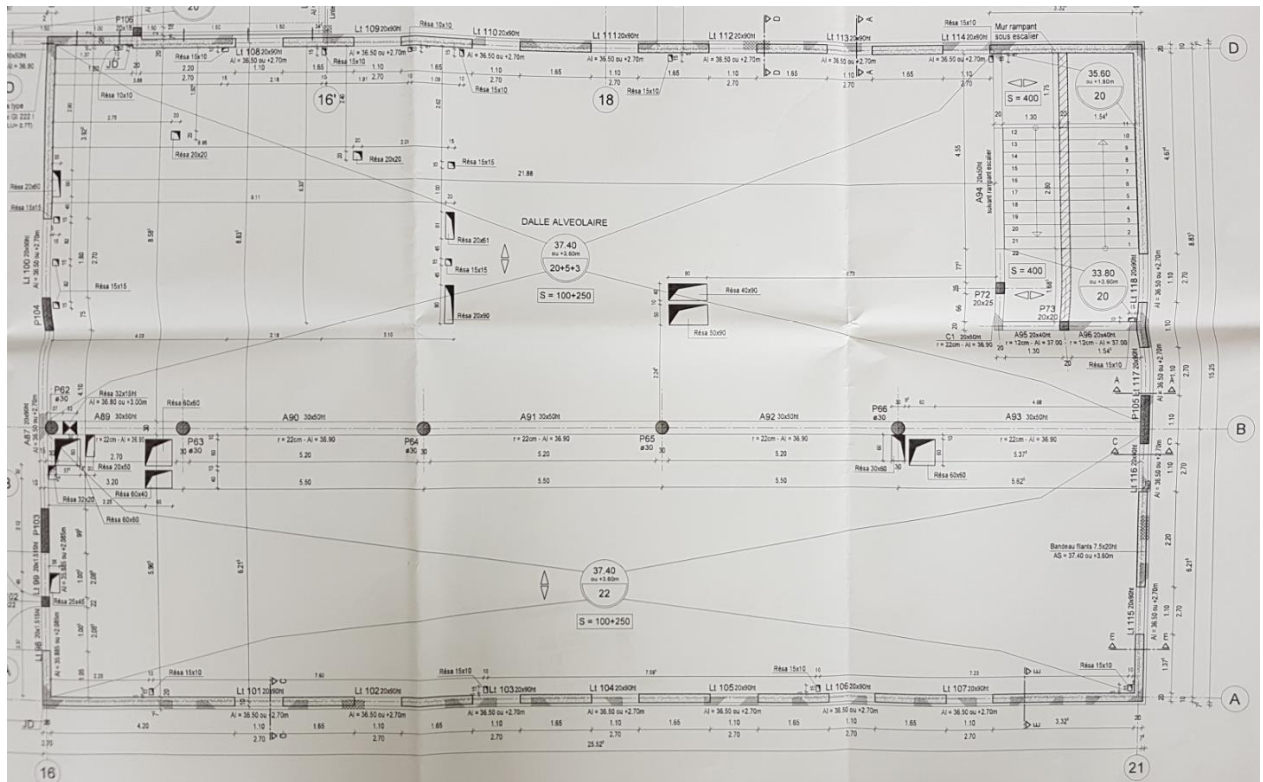
Pour rappel, la contrainte de sol est de 6bars à l'ELS.

#### ■ Extrait plan de coffrage PH R+1/A :

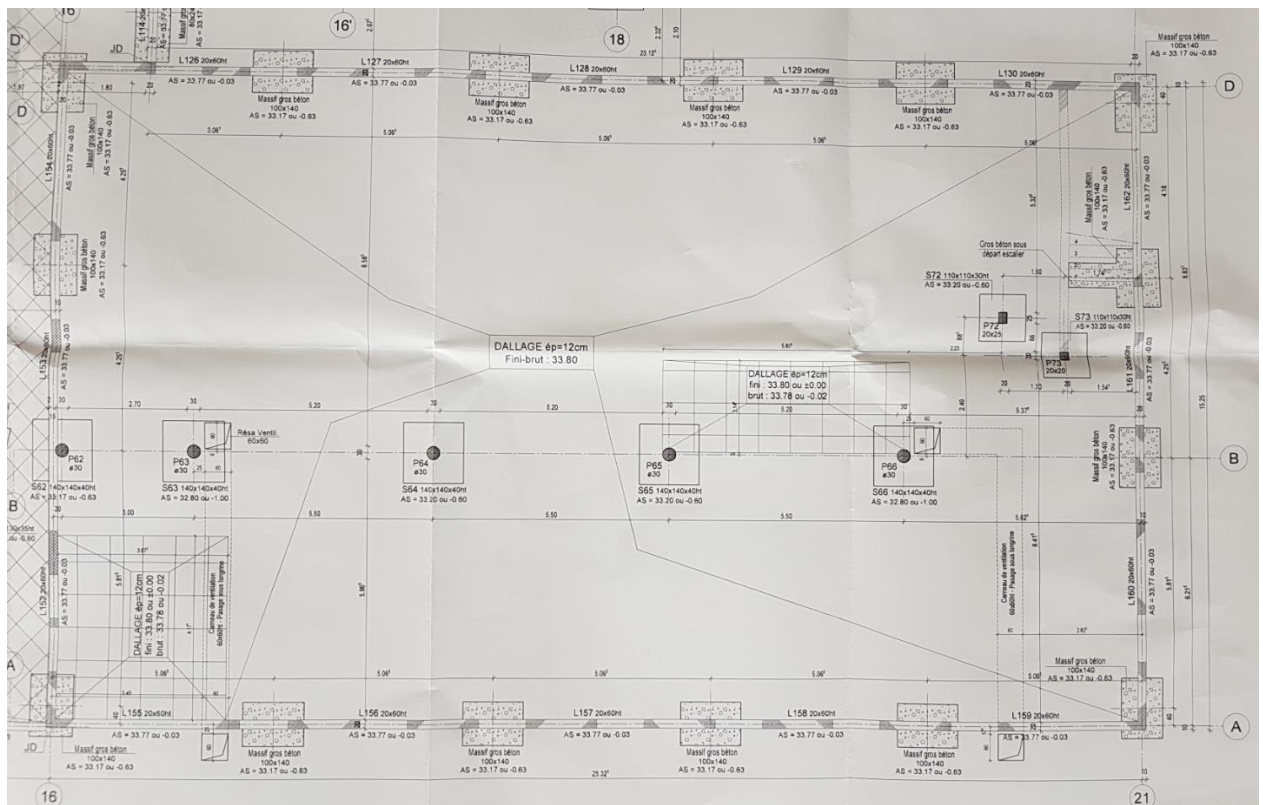




■ Extrait plan de coffrage PH RDC/A :



■ Extrait plan de coffrage FONDATIONS/A :





## II. Descente de charges et vérification

L'objet est d'étudier la charge maximale (actuelle) apportée par un poteau sur une semelle afin de vérifier sa portance. Cela va dans le sens de minimiser les charges sur les voiles de la façade qui reposent sur les longrines (qui sont sollicitées en flexion et donc de capacité faible comparée à la force de compression que peut subir les poteaux).

Dans notre étude, on considère le cas dimensionnant du poteau P64 et la semelle S64 de la zone A.

### ▪ Portance de la semelle :

La semelle S64 a pour dimensions : 140x140x40ht pour 6bars de sol à l'ELS.

La portance théorique de la semelle est :  $R_s = 0.6 \times 1.4 \times 1.4 = 1.176 \text{ MN}$  soit **117 Tonnes à l'ELS**.

Cette force sera minorée de 10% pour tenir compte des aléas d'exécution (exécution du fond de fouille, imperfections géométriques,...) : **Rmin = 106 Tonnes (ELS)**.

### ▪ Charge Ns du poteau :

Désignation	L (m)	l (m)	h (m)	Aire (m²)	Volume (m³)	U	CP (T/m² ou T/m³)	Su (T/m²)	Charge totales	
									G (T)	Q (T)
<b>Poteau P64 PH RDC</b>										
<b>PH R+1</b>										
PP Dalle épaisseur 22cm	3,574	5,500	0,220	19,655	4,324	1,00	2,500		10,8	
Surcharges CP et Su				19,655		1,00	0,150	0,10	2,9	2,0
PP Dalle alvéolaire épaisseur 25cm	5,080	5,500	0,250	27,941		1,00	0,405		11,3	
Surcharges CP et Su				27,941		1,00	0,150	0,10	4,2	2,8
PP Poteau P16 BA Ø30; l=3,02m	0,300	0,300	3,020	0,090	0,272	0,92	2,500		0,6	
Retombée de poutres	5,500	0,300	0,345	1,650	0,569	1,00	2,500		1,4	
<b>PH RDC</b>										
PP Dalle épaisseur 22cm	3,574	5,500	0,220	19,655	4,324	1,00	2,500		10,8	
Surcharges CP et Su				19,655		1,00	0,100	0,25	2,0	4,9
PP Dalle alvéolaire épaisseur 25cm	5,080	5,500	0,250	27,941		1,00	0,405		11,3	0,0
Surcharges CP et Su				27,941		1,00	0,100	0,25	2,8	7,0
PP Poteau P64 BA Ø30; l=3,7m	0,300	0,300	3,700	0,090	0,333	0,92	2,500		0,8	
Retombée de poutres	5,500	0,300	0,265	1,650	0,437	1,00	2,500		1,1	
<b>Total (T)</b>									<b>60,1</b>	<b>16,7</b>
<b>ELS G+Q</b>									<b>76,7</b>	
<b>ELU 1,35G+1,5Q</b>									<b>106,1</b>	

Hypothèses: Poids volumique du béton  $\gamma_c = 2,5 \text{ T/m}^3$

Poids surfacique des dalles alvéolaires  $P_m = 0,405 \text{ T/m}^2$

### ▪ Conclusion intermédiaire 01 :

La charge apportée par le poteau P64, **Nser = 76.7T**, est inférieure à la charge admissible, **Rmin=106T**, de la semelle de fondation. On en déduit que les dimensions de la fondation sont suffisantes pour lui permettre de résister jusqu'à une charge additionnelle de 29T (G+Q). L'ordre de grandeur de la charge, laisse penser à une possible réhausse du bâtiment par une structure légère de type charpente métallique ou ossature bois.

Cette hypothèse est à valider après une vérification de la résistance ultime des poteaux sous une charge complémentaire inférieure ou égale à 29 T (G+Q).

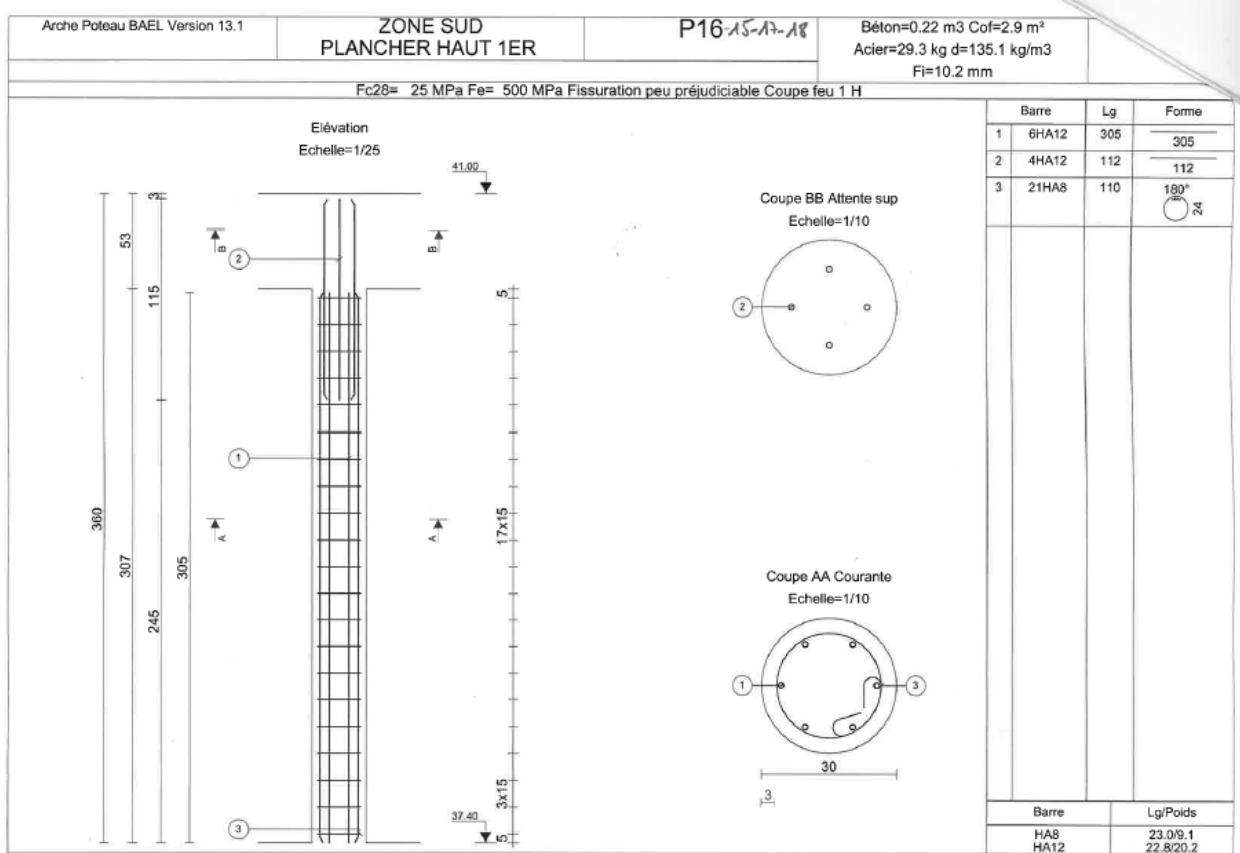
### ▪ Résistance ultime du poteau P16 PH R+1 :

Pour examiner le poteau, on dispose des plans ferrailage existant. Les charges existantes peuvent être tirées du tableau ci-dessus :

On donne : **G = 31.3T et Q = 4.8 T** ; Ned = 49.5 T à l'ELU.

Le ferrailage actuel de P16 est de : 6HA12/aciers longitudinaux ( $6.79\text{cm}^2$ ) + HA8/cadres (voir extrait plan de ferrailage).

- Extrait plan de ferrailage existant Poteau P16 PH R+1 :



Le ferrailage actuel correspond à une résistance ultime du poteau égale à  $N_{rd} = 83T$  suivant la méthode générale à l'EUROCODE 2.

La surcapacité du poteau est évaluée à  $\Delta R = 83 - 49.5 = 33.5T$  (ELU).

Le poteau P16 est apte à subir un accroissement de charges.

▪ Résistance ultime du poteau P64 PH RDC :

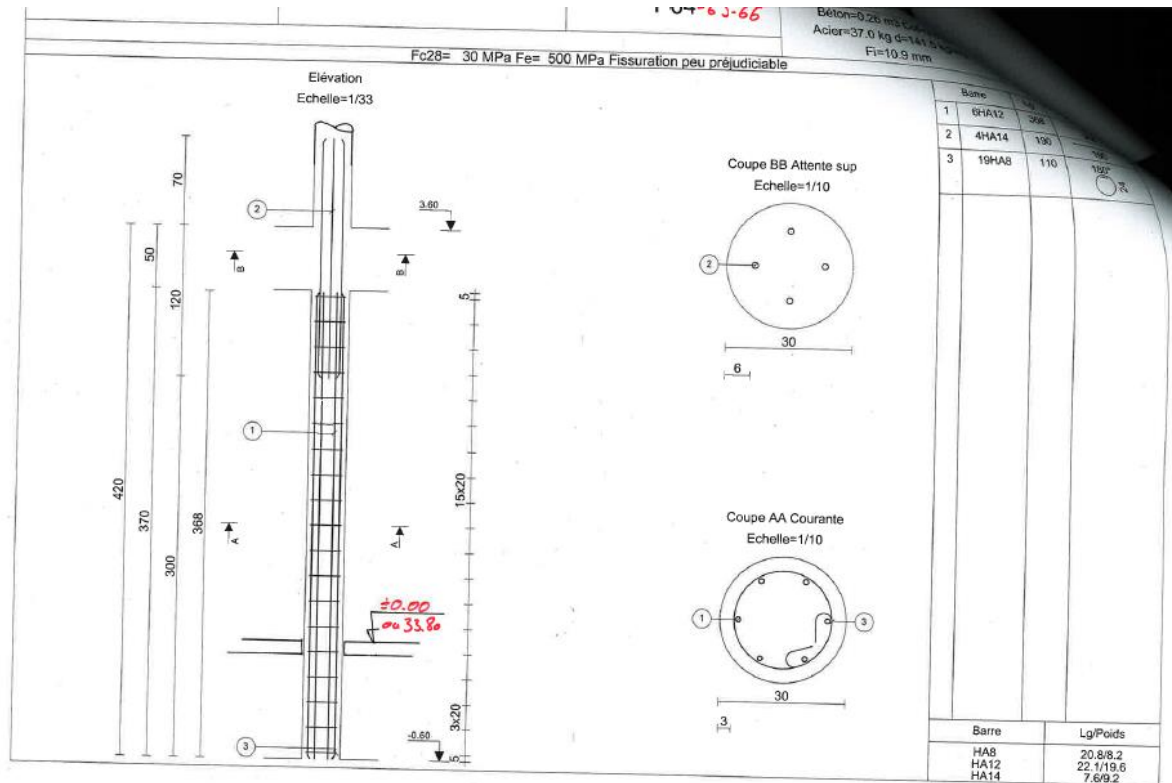
Le ferrailage du P64 est de 6HA12( $6.79\text{cm}^2$ ) soit  $N_{rd}=111T$  (ELU).

La portance théorique du poteau à l'ELU (111T) est légèrement supérieure à la charge totale amenée par le poteau à l'ELU (106.1T) en l'état actuel.

On en conclut, contenu du très faible écart, que le poteau ait atteint sa capacité portante maximale (qui se vérifie également par d'autres méthodes de calcul : rigidité nominale EC2 et méthode simplifiée BAEL où il n'y a quasiment aucun écart).

Le poteau P64 ne peut pas admettre de nouvelles charges, dû à des charges d'exploitation et permanentes en cas de surélévation.

- Extrait plan de ferrailage existant Poteau P64 PH RDC :



▪ Conclusion intermédiaire 02 :

L'hypothèse de réhausse évoquée en conclusion intermédiaire 01 n'est pas validée. En effet le poteau P64 a atteint sa capacité ultime. Donc il ne pourra pas recevoir d'accroissement de charges. Bien que les fondations soient en surcapacité, l'équilibre structurel de l'ouvrage est conditionné par le poteau qui a atteint sa capacité limite.

Par conséquent, les résultats de cette étude restent valables pour les blocs D et E.

#### 4.2.2 Zone B

##### I. Rappel des hypothèses

La zone B est sur R+1 (toiture) comme indiqué dans le tableau de la figure 07.

Les surcharges sur les dalles dans ces zones sont :

##### PH R+1

$$CP = 1.5 \text{ kN/m}^2$$

$$Su = 1.0 \text{ kN/m}^2$$

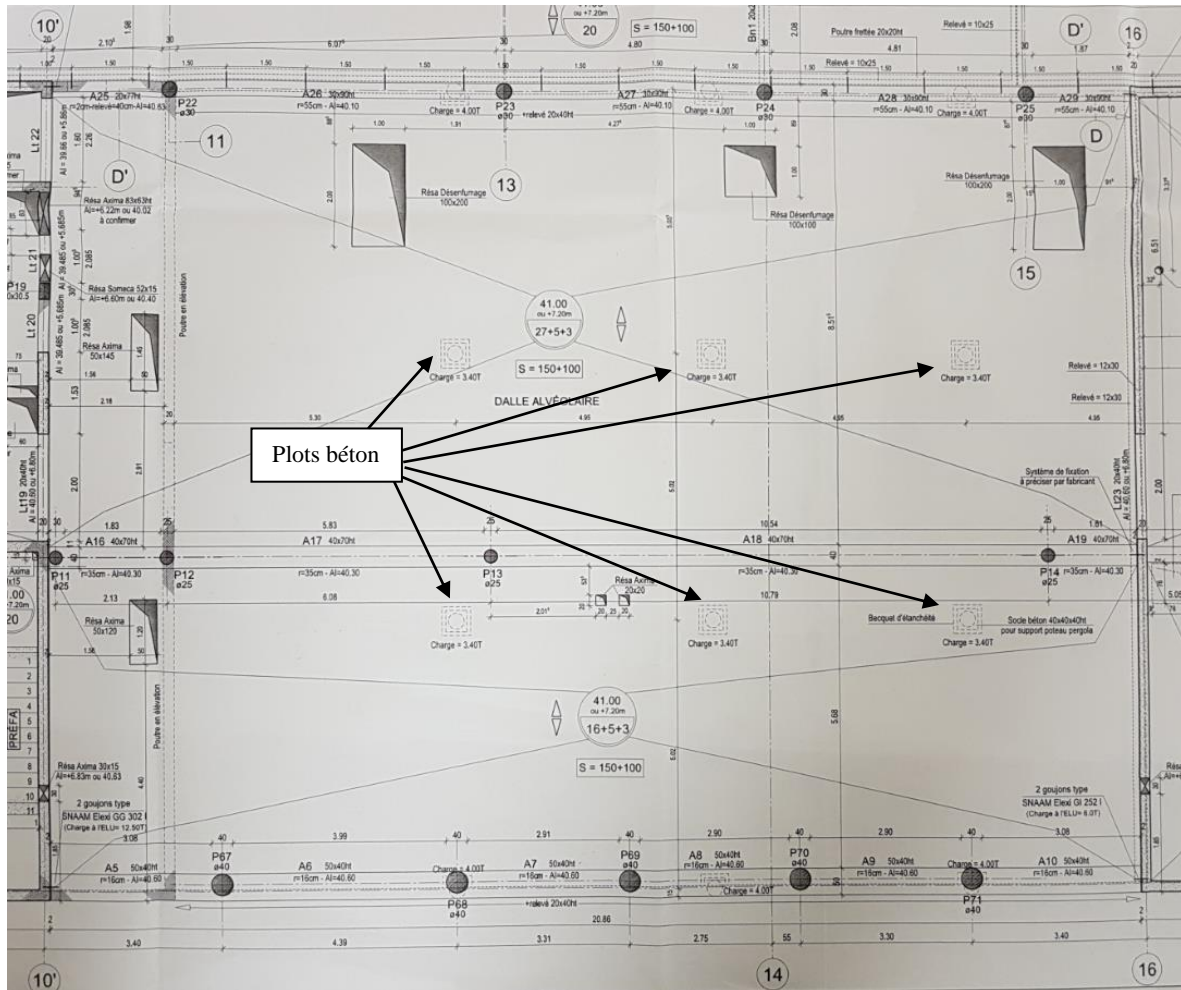
En plus des charges surfaciques, des charges ponctuelles de 3 à 4T sur plots ont été prévus sur la dalle (voir plan de coffrage).

Le bloc B a été repéré comme potentielle zone de surélévation du bâtiment du fait de la présence des portiques aériens en béton au R+2. La structure des portiques laisse supposer à une extension provisoire qui a été intégrée lors de la construction du bâtiment.

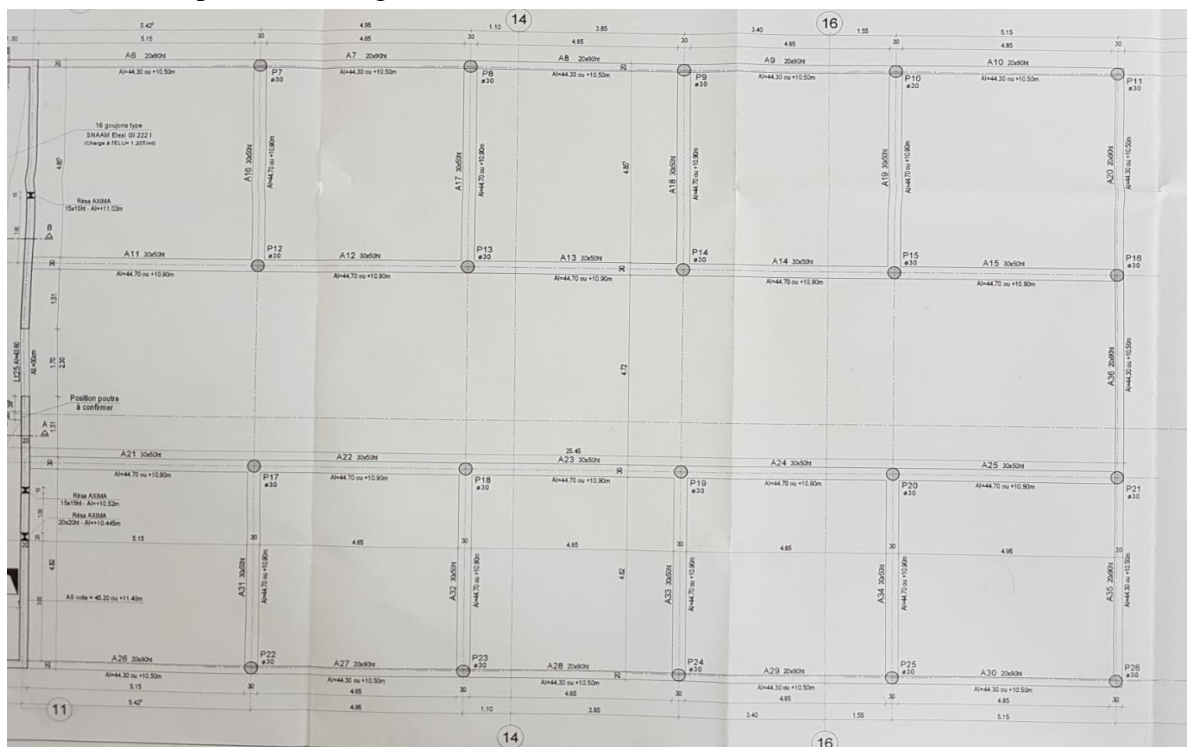
Nous allons vérifier la structure des ces portiques pour établir un bilan de charges.



■ Extrait plan de coffrage PH R+1/B :



■ Extrait plan de coffrage PH R+2/B :



## II. Descente de charges et vérification

- Charge Ns du poteau P12 (poteau le plus chargé) :

Désignation	L (m)	l (m)	h (m)	Aire (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	U	CP (T/m <sup>2</sup> ou T/m <sup>3</sup> )	Su (T/m <sup>2</sup> )	Charge totales	
									G (T)	Q (T)
<b>Poteau P12: PH R+2</b>										
PP Poteau P16 BA Ø30; l=3,70m	0,300	0,300	3,700	0,090	0,333	0,92	2,50		0,77	
Poutres précontraintes 30x50ht	7,613	0,300	0,500	2,284	1,142	1,15	2,50		3,28	
<b>Total (T)</b>									<b>4,0</b>	<b>0,0</b>
<b>ELS G+Q</b>									<b>4,0</b>	

La charge permanente de 4T amenée par P12 sur la dalle correspond à la charge de plots béton (3 à 4Tmax) vus sur la dalle (voir coffrage PH R+1).

- **Conclusion intermédiaire 03 :**

Les poteaux des portiques R+2 qui reposent sur des plots ancrés dans la dalle apportent chacun une charge d'environ 4T qui s'équilibre avec les efforts dimensionnant de la dalle.

On en déduit que les portiques n'ont pas été dimensionnés pour recevoir une quelconque surcharge. Il est alors évident que la structure des portiques a été conçue pour des fins architecturales.

De plus, la structure du bloc B, n'étant pas contreventée (absence de doublure de la structure au droit des JD, goudrons de liaisons des dalles insuffisants pour reprendre des efforts supplémentaires...), est inapte pour recevoir une surélévation.

## 5 CONCLUSIONS GENERALES ET RECOMMANDATIONS TECHNIQUES

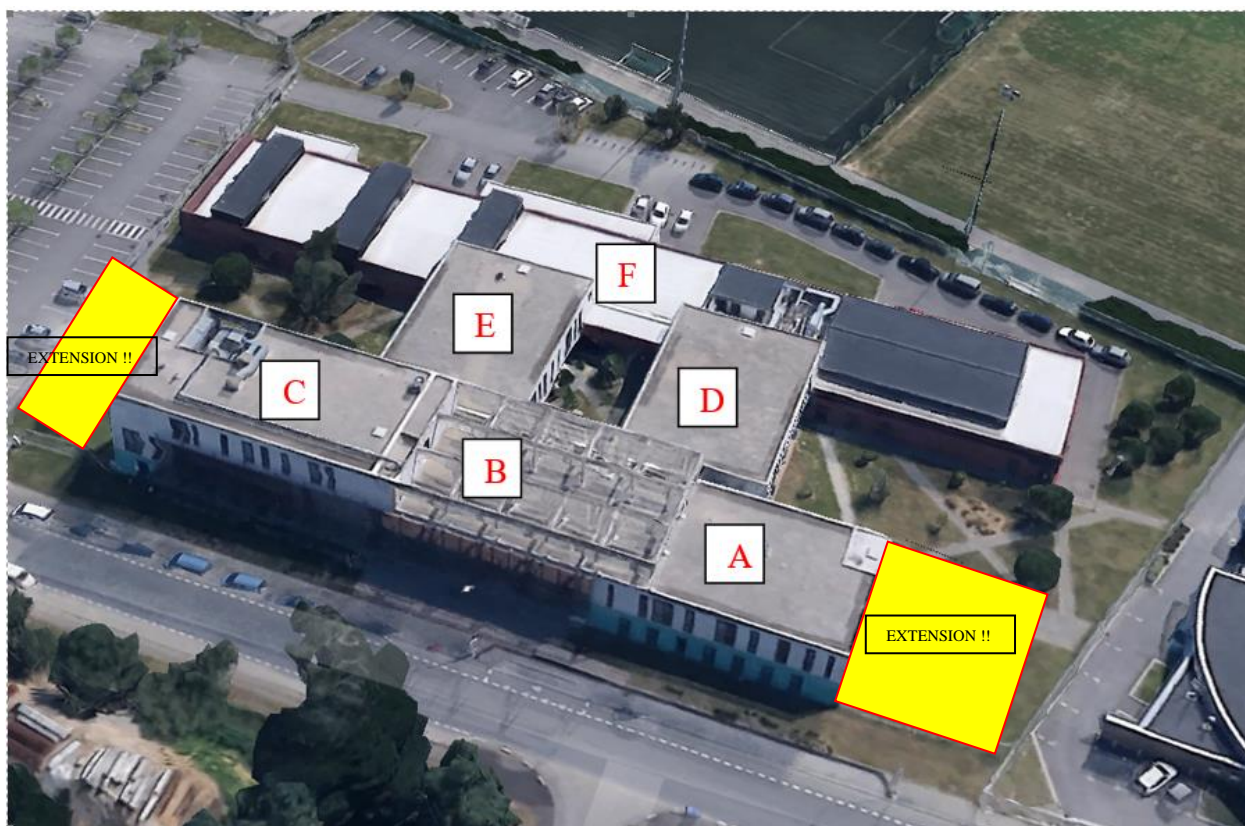
Au vu de l'ensemble des éléments étudiés précédemment, nous arrivons aux conclusions suivantes :

(1) Il est recommandé de ne pas réaliser des travaux de surélévation pour les bâtiments A, B, C, D et E (insuffisance structurale).

A titre informatif concernant l'analyse des cas de charges, les surcharges d'exploitation en toitures terrasses de  $1.0 \text{ kN/m}^2$  et les charges permanentes de  $1.5 \text{ kN/m}^2$  ne suffisent pas à respecter les surcharges réglementaires de l'Eurocode 1 pour les locaux de catégorie C (Ecoles, Etablissement publics) pour laquelle les charges d'exploitation sont comprise entre  $2.5$  et  $5.0 \text{ kN/m}^2$ .

(2) Pour le bâtiment F, couvert par un bac acier, il est préférable de maintenir la structure existante. La réhausse passerait par des travaux de dépose de la structure de la couverture existante (poutres précontraintes), de la création de dalle de support pour la structure neuve avec des conséquences sur les travaux à l'intérieur du bâtiment existant (ajouts de poteaux et de nouvelles fondations). Ces travaux de restructuration lourde ne vont pas dans le sens de l'économie du projet.

(3) Au vu des points (1) et (2) de la présente section, nous recommandons la possibilité d'examiner une extension latérale au droit des bâtiment A et C selon les normes en vigueur (architecturales et urbanistiques).



*Fig 08 : Principe d'extension latérale des bâtiments*

(4) Dans l'hypothèse de conserver une extension latérale, il conviendra de séparer les bâtiments neufs du bâti existant par des joints de dilatation sismiques de  $4\text{cm}$  d'épaisseur au minimum selon les dispositions des articles 4.2.1.2(1) et 4.4.2.7 de l'EC8.



(5) Les bâtiments neufs forment des blocs indépendants et sont à justifier au séisme. En effet, la commune de Saint Nazaire (44) est classée en zone de sismicité 03 (aléa sismique modéré) au sens de l'arrêté du 22 Octobre 2010 ; le projet étant de catégorie d'importance III, le projet neuf sera soumis à la réglementation parasismique notamment l'Eurocode 8 (EC8).





	I	II	III	IV
				
Zone 1	aucune exigence			Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=0,7 \text{ m/s}^2$
Zone 2				
Zone 3		PS-MI <sup>1</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
Zone 4		PS-MI <sup>1</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 5		CP-MI <sup>2</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$

Fig 08 : Sismicité des bâtiments

(7) Dans l'hypothèse d'une extension latérale désolidarisée de l'existant, le bâtiment existant ne sera pas justifié au séisme.

A titre informatif, la réglementation parasismique est applicable aux bâtiments existants ayant subis des modifications substantielles pour les cas suivants :

- Si travaux ayant pour objet d'augmenter la SHON de plus de 30% :
  - Extension, surélévation ou création de niveau intermédiaire
  - sauf si l'extension est désolidarisée du bâtiment
- Si travaux important de structure
  - suppression de plus de 30% d'un plancher à un niveau donné
  - suppression de plus de 20% du contreventement vertical

(8) Dans le cadre d'une étude AVP, il conviendra de définir le prédimensionnement de la structure porteuse des extensions.

## 6 REFERENCES

- Plans EXE DOE de Pingat-Becet Ingénierie de 2005
- Plans architectes de l'existant (2004-2005)
- Plans de masse
- Plan topographique