

# DIAGNOSTIC STRUCTURE



*maîtriser le risque |  
pour un développement durable*

SITE DE VERNEUIL-EN-HALATTE

ÉTUDE DE FAISABILITÉ ET  
RENTABILITÉ  
INSTALLATION  
PHOTOVOLTAÏQUE

**DIAGNOSTIC STRUCTURE**

**TOITURES ET TERRASSES**



Agence de Paris : 24 Av. Vladimir  
Ilitch Lénine – 94110 Arcueil

Siège social : 14 Allée du Lac de  
Tignes - 73290 La Motte-Servolex



**D**iagnos**t**ics techniques  
**E**tudes de structure  
**M**aîtrise d'**O**uvre

## **DEMO**

### **Adresse postale :**

BP 79004 – ZI des Béthunes  
95070 CERGY PONTOISE CEDEX

### **Bureaux :**

27, avenue des Béthunes – Lot n°7  
95310 Saint-Ouen l'Aumône



[etudes.demo@gmail.com](mailto:etudes.demo@gmail.com)



**01.34.67.53.66**

F. JACQUIN 06.22.00.72.37

## 1 - OBJET DE LA MISSION

---

Le présent document est rédigé à l'initiative de l'INERIS pour son site de Verneuil-en-Halatte. Il s'agit d'une assistance technique qui a pour objectif de prononcer un avis sur l'aptitude des toitures et toitures-terrasses des divers bâtiment du site, à recevoir les charges additionnelles pour la mise en place de panneaux photovoltaïques.

L'étude des ouvrages est menée sur la base d'un examen visuel et d'une analyse documentaire.

## 2 - DONNEES D'ENTREE

---

(Données CYTHELIA)

### **Pour les toitures terrasses étanchées :**

Intégration de modules photovoltaïques rigides sur un ensemble de plots polymères liaisonnés à un revêtement d'étanchéité autoprotégée sans avoir à perforer ce dernier et sans nécessité d'ajout de lestage.

La charge uniformément répartie est donnée pour 20 kg/m<sup>2</sup>

### **Pour les toitures en bac sec :**

Le système d'insertion permet de fixer les modules photovoltaïques en montage flottant en sommet des ondes des bacs ; pose du panneau solaire sur toute la longueur du cadre dans des rails d'insertion.

La charge uniformément répartie est donnée pour 20 kg/m<sup>2</sup>.

## 3 - DISPOSITIONS EXISTANTES

---

### **Bâtiment B1**

Année de construction 1963/64.

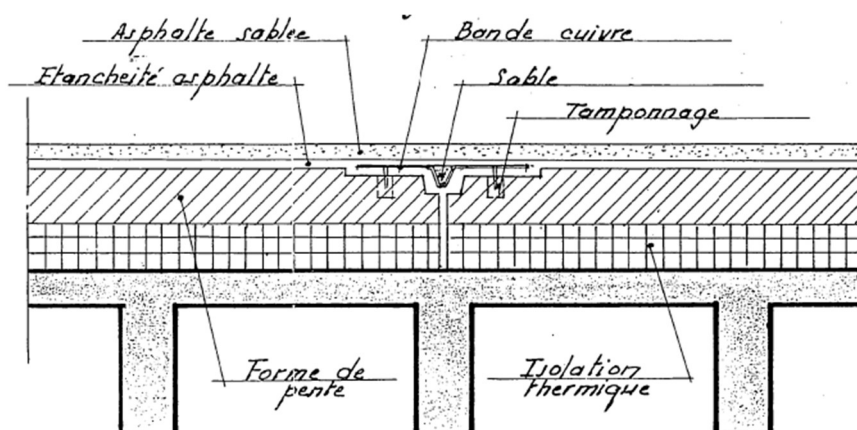
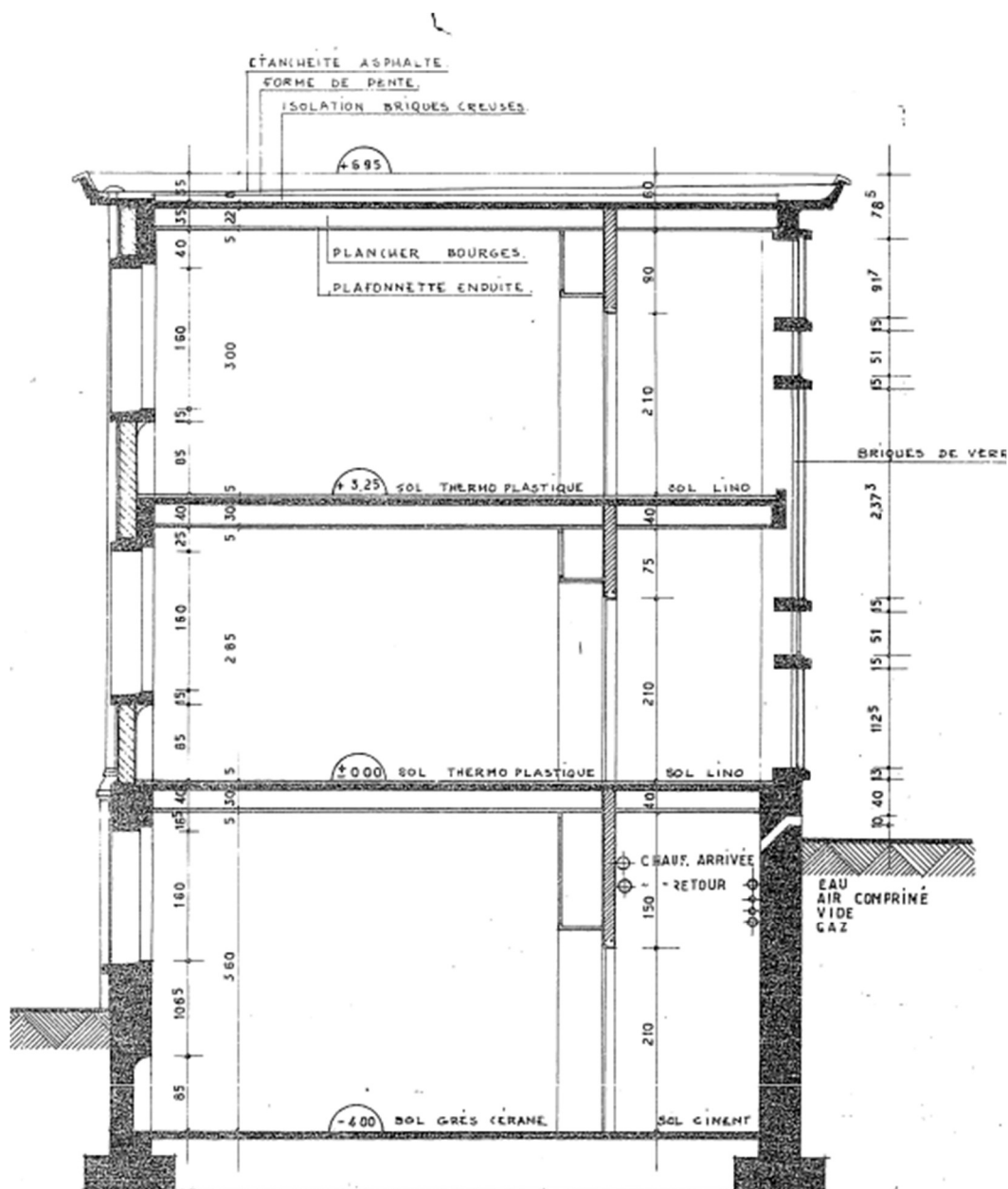
Toiture terrasse en béton armé.

Les ouvrages ont été dimensionnés selon les règles de calculs applicables à cette date, à savoir les règles BA60. Sur la base du plan L9 indice a du 7 juillet 1963 – Plan de coffrage du plancher de la terrasse – la surcharge est donnée pour 100 kg/m<sup>2</sup>. Il s'agit d'une surcharge enveloppe qui intègre les surcharges climatiques, les charges accidentelles et d'entretien. Ces charges et surcharges ne se cumulent pas.

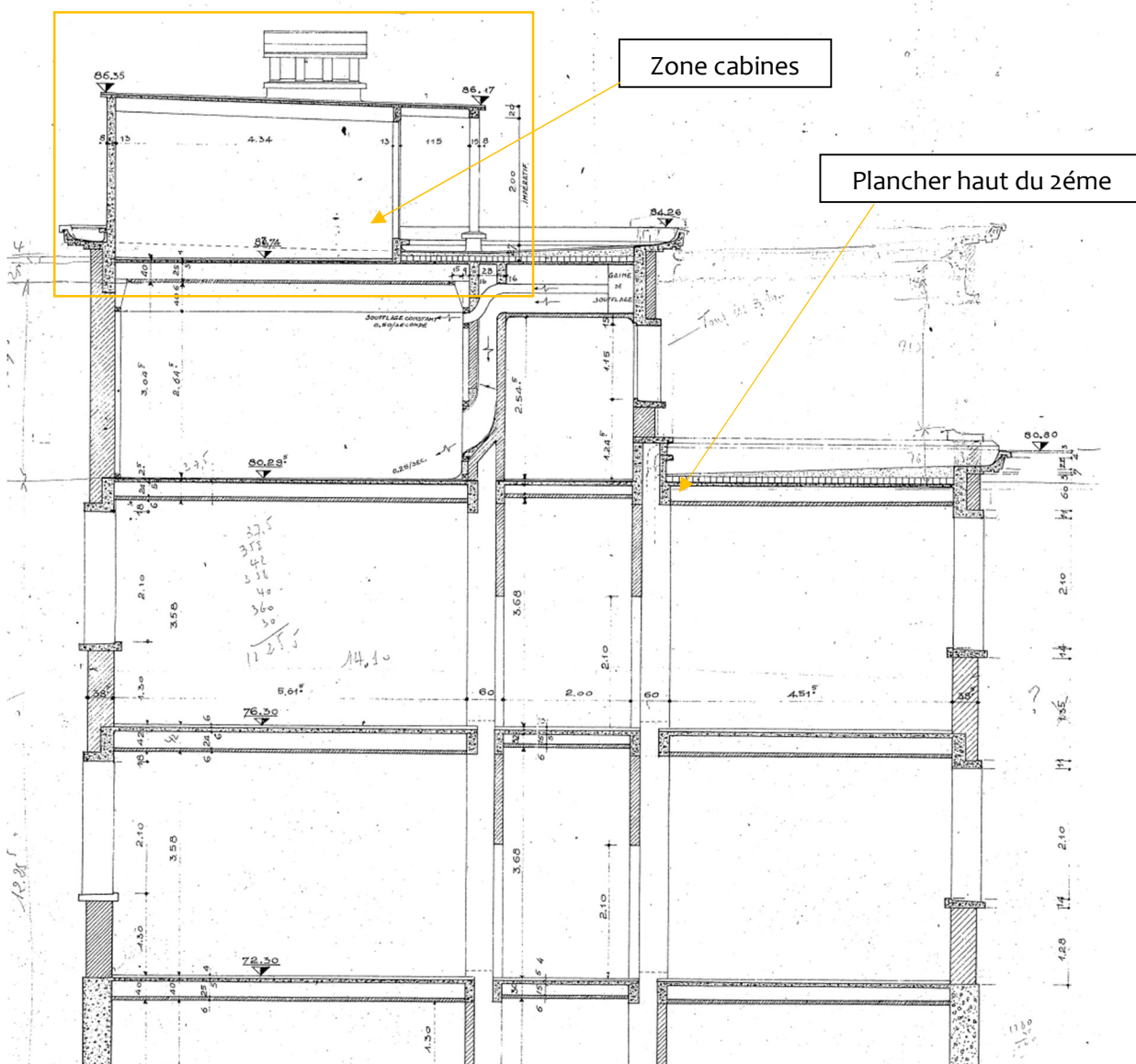
La neige accumulée sur les toitures crée une surcharge en fonction de son épaisseur. Pour tenir compte de ce risque d'accumulation sur les toitures terrasses, il a été fait application des règles NV 1946 qui définissaient les surcharges climatiques par régions.



Sur la base du raisonnement mené pour la terrasse du bâtiment 1, la toiture terrasse est en capacité de recevoir les panneaux photovoltaïques avec une charges uniformément répartie de 20kg/m².



Nous notons que la zone appelée « cabines » n'existe plus. Si cette partie de l'ouvrage a été démolie, on peut raisonnablement estimer qu'il existe une charge résiduelle de 20 kg/m<sup>2</sup> pour permettre la mise en place des panneaux photovoltaïque. A contrario, si cette partie n'a jamais été construite, ce qui est possible puisque les plans ne sont pas issus d'un DOE, **en l'état des éléments fournis la justification sera impossible**. Il conviendra donc de se faire confirmer ce point.







Etat actuel de la terrasse

#### Bâtiment B4

Année de construction 1952

Toiture terrasse en béton armé

Il n'y a pas d'indication relatives aux charges et surcharges sur les plans de coffrage.

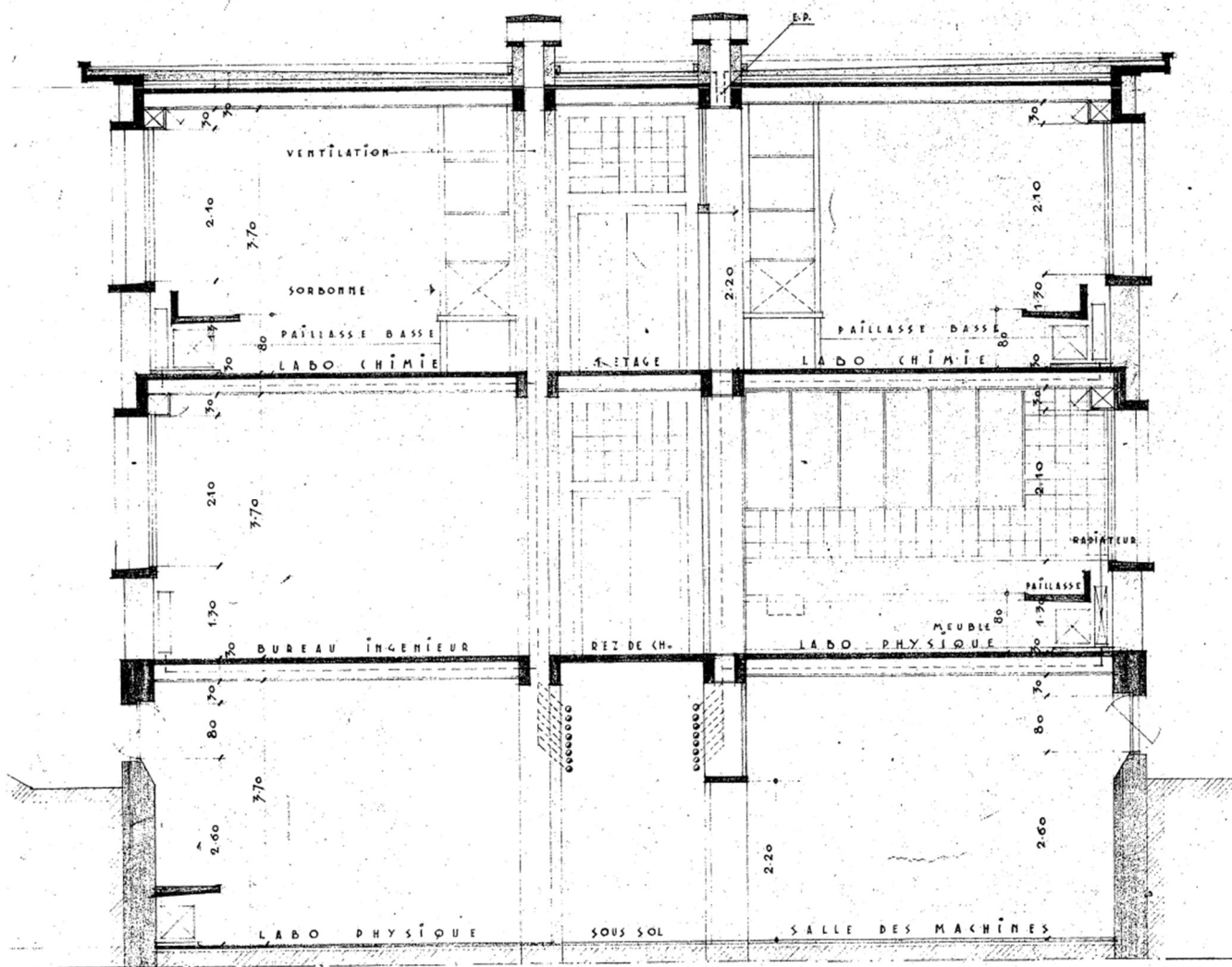
L'encombrement des équipements techniques en toitures terrasses de ce bâtiment limite les surfaces potentiellement exploitables. De plus en l'état des éléments en notre possession **il nous est impossible de justifier une réserve de surcharge exploitable.**

#### Bâtiment B5

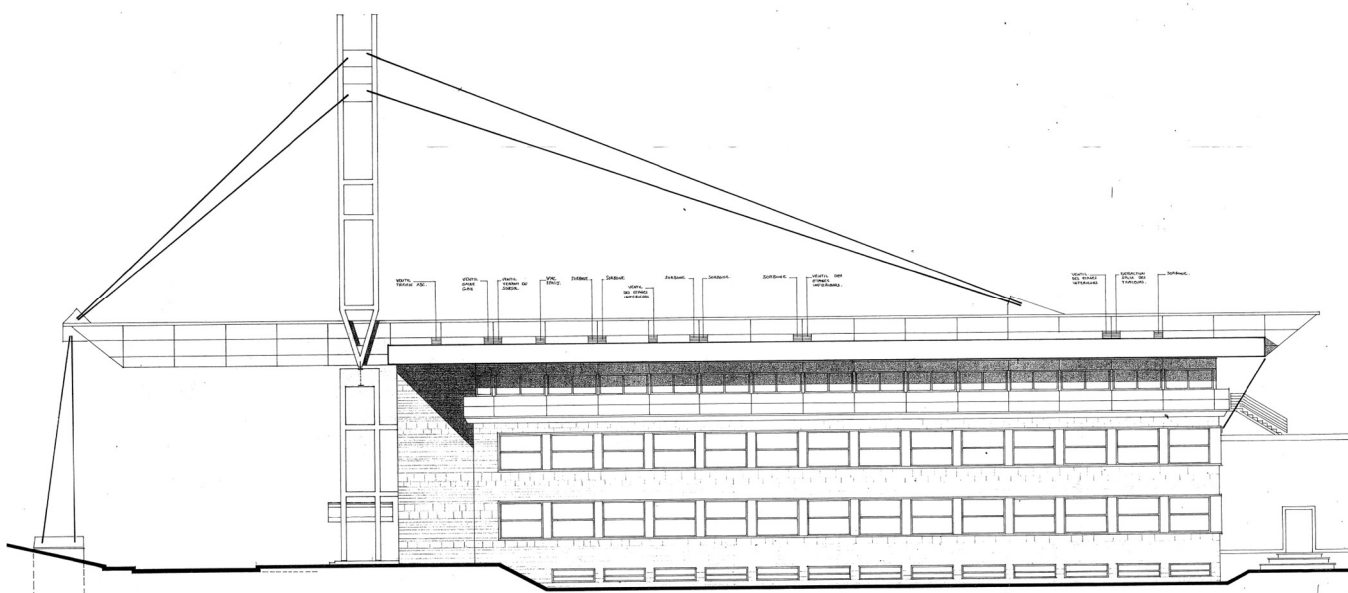
Année de construction 1952 pour la construction d'origine.

Ce bâtiment a fait l'objet d'une surélévation. Le dossier fourni ne comporte aucun plan d'exécution de cet ouvrage.

La surélévation présente deux pans de toiture monopente placés de part et d'autre d'un édicule central filant. La couverture est composée d'un bac acier support d'une étanchéité élastomère autoprotégé sur un isolant. L'ensemble est supporté par une charpente en acier. S'agissant d'un bâtiment ayant déjà fait l'objet d'un accroissement de charges, et en l'état des éléments en notre possession **il nous est impossible de justifier une réserve de surcharge exploitable.**



Coupe transversale avant surélévation

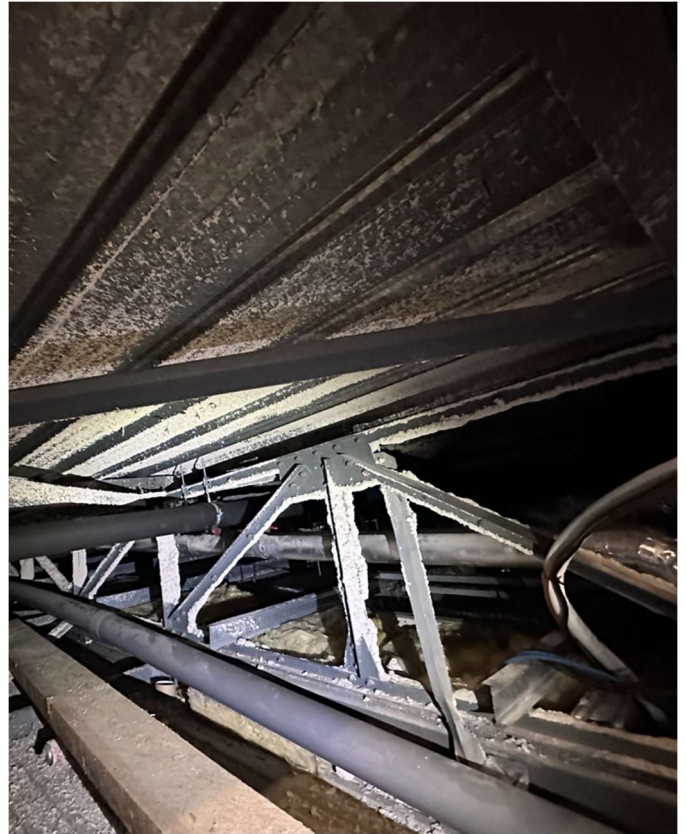


Elévation après surélévation





Versant de toiture contre l'édicule



Charpente métallique

### Bâtiment B6 :

Année de construction 1949

Toiture terrasse en béton armé

Le plan de coffrage du plancher haut du 1<sup>er</sup> étage ne comporte aucune précision sur les surcharges prises en compte (plan n°163 du 22/06/1949),

Les plans fournis concernent la partie centrale, la construction située à l'extrémité Est du bâtiment semble être plus récente. Il n'y a pas de plans concernant cette extension.

Par ailleurs, nous notons de nombreuses incohérences entre les plans et les dispositions constructives relevés sur site.

En toute logique, il a été fait application des règles NV46 et par conséquent une réserve de 20kg/m<sup>2</sup> pourrait exister. Cela étant le complexe d'étanchéité à été repris à neuf, et dans ce cadre un accroissement des charges fixes est très probable.

En l'état des éléments en notre possession **il nous est impossible de justifier une réserve de surcharge exploitable.**



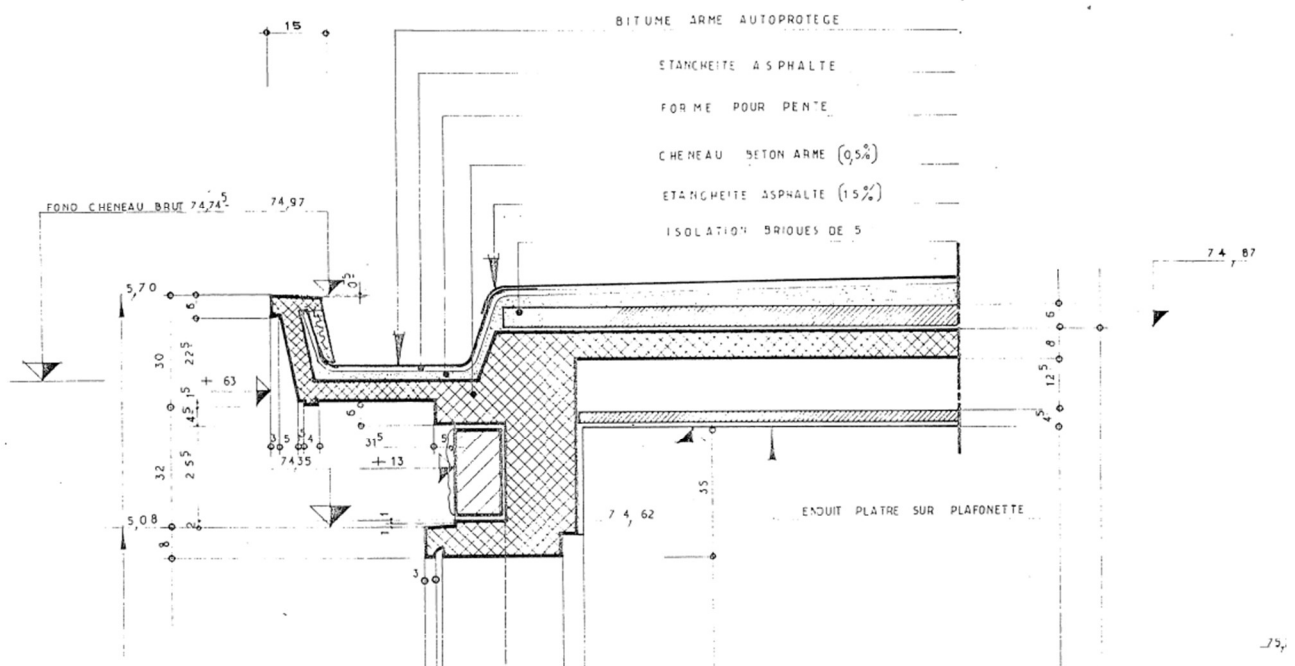
## Bâtiment B79 :

Année de construction 1960

Toiture terrasse en béton armé.

Le dossier fourni ne comporte aucun plan de coffrage et d'armatures.

En l'état des éléments en notre possession **il nous est impossible de justifier une réserve de surcharge exploitable.**



Coupe type issue du dossier de plans

## Bâtiment B12 :

Année de construction 1967

Couverture en bac acier, toiture sèche sur charpente métallique.

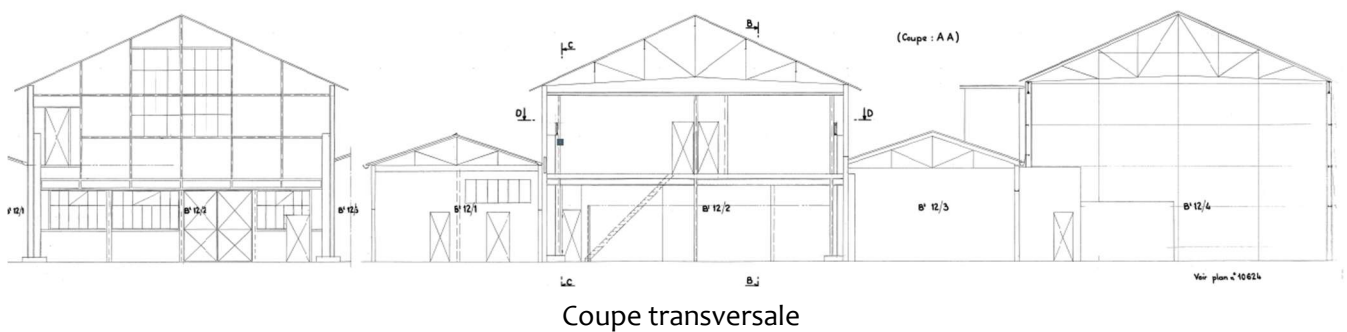
Au regard de l'année de construction les règles de calculs applicables sont CM66 pour la charpente métallique et NV 65 pour les surcharges et sollicitations climatiques.

Il ne sera pas possible de solliciter les versants encaissés en raison des risques d'accumulation de neige.

Les plans fournis sont généraux, il n'y a aucun élément sur la composition de la charpente.

Considérant la finesse des éléments qui constituent la charpente (principalement un assemblage de cornières), il est fort peu probable qu'un accroissement des charges soit justifiable.

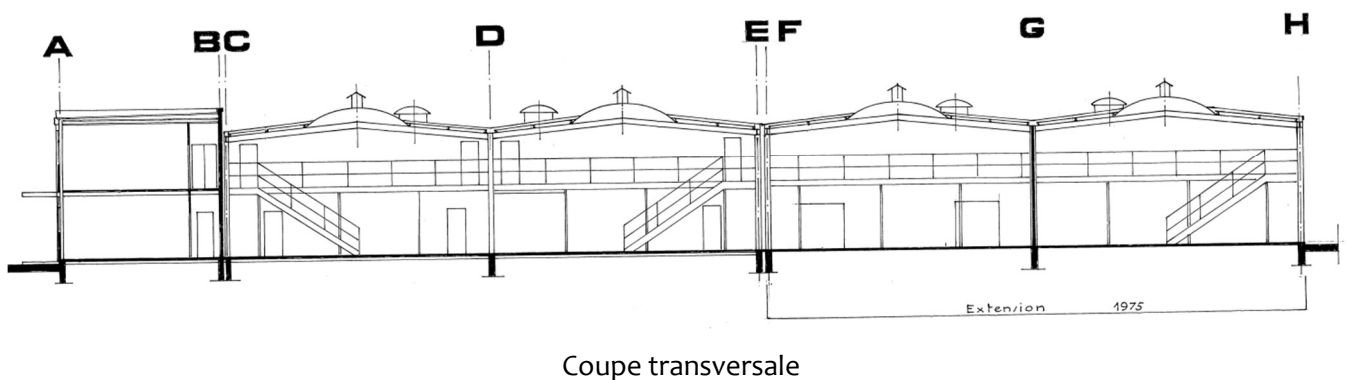
En tout état de cause, en l'état des éléments en notre possession **il nous est impossible de justifier une réserve de surcharge exploitable**



### Bâtiment B122 :

Année de construction inconnue, extension de 1975 et une seconde en 1985

Majoritairement les toitures sont sèches, en bac acier sur charpente métallique. La partie de construction en extrémité Sud (entre les files A et B) est traitée en toiture terrasse étanchée sur isolant et bac acier, l'ensemble supporté par une charpente métallique.



En l'état des éléments en notre possession **il nous est impossible de justifier une réserve de surcharge exploitable**

### Bâtiment B194 :

Année de construction 2010.

Toiture terrasse par planchers en dalles alvéolaires, isolant et étanchéité sous protection lourde.

Le plan A013-0305, plancher haut du 2<sup>ème</sup> étage, indique des charges permanentes de 160 kg/m<sup>2</sup> et des charges d'exploitation de 150 kg/m<sup>2</sup>. **Cette surcharge permet très facilement une réserve de 20kg/m<sup>2</sup> pour la mise en place des panneaux photovoltaïques.**

A noter que si nécessaire, la protection lourde peut être remplacé par une membrane autoprotégée plus légère (le poids des gravillons de la protection lourde est de 20 kg/m<sup>2</sup> par cm d'épaisseur, une membrane soudée 6 kg/m<sup>2</sup>).

### Bâtiment B195 :

Année de construction 2010.

Toiture terrasse composée comme suit :

- Charpente lamellé-collé,
- Toiture bac acier,
- Etanchéité multicouche sur isolant,
- Végétalisation en partie courante,
- Protection lourde par cailloux sur les zones stériles

Dans la note de calculs, la charge est donnée pour 150 kg/m<sup>2</sup>, la surcharge pour 100 kg/m<sup>2</sup>.

**Sur la base de la décomposition des poids propres de la note de calculs il y a une réserve de 38 kg/m<sup>2</sup> en l'état.**

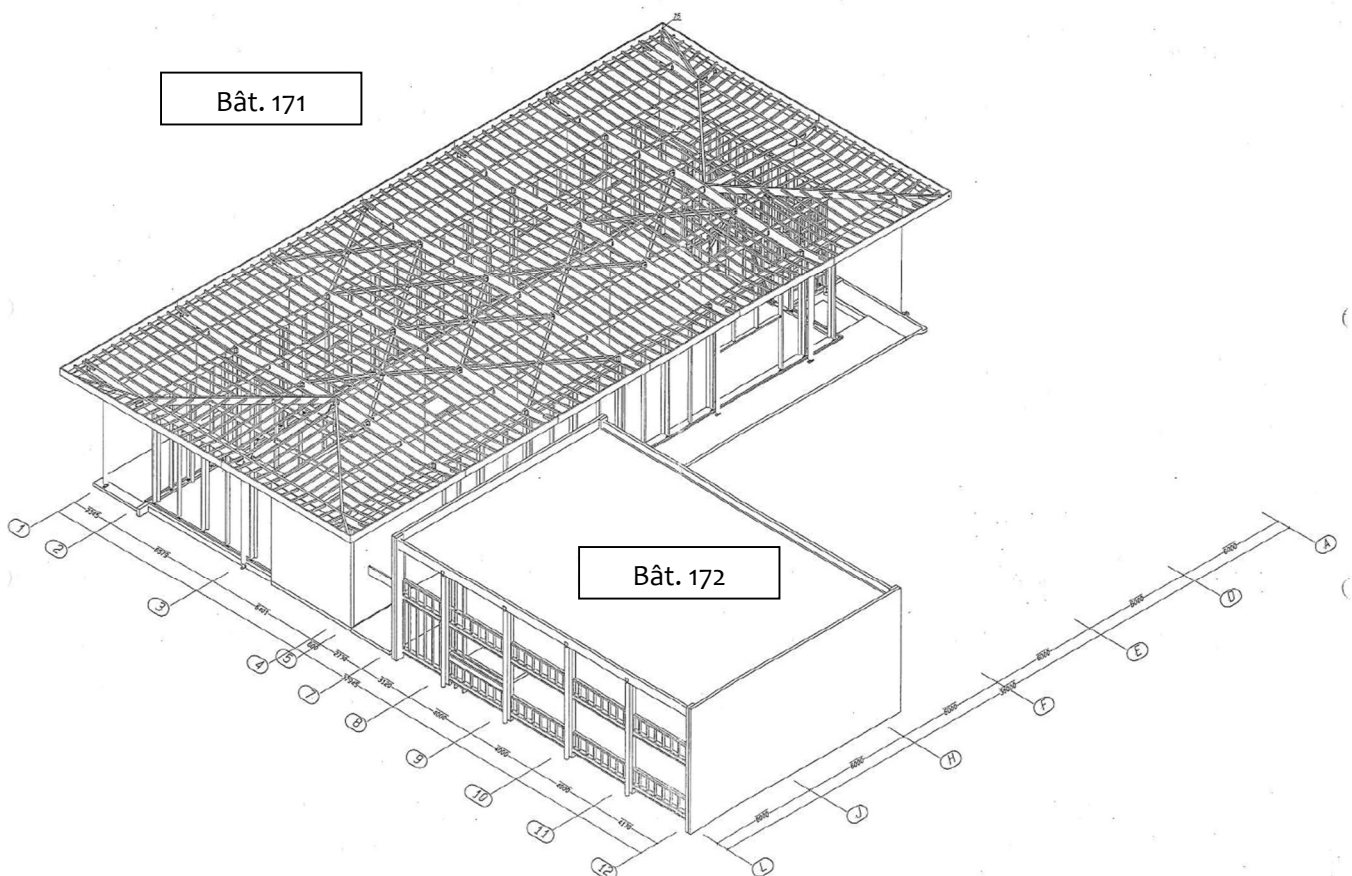
La dépose de la végétalisation et son remplacement par une protection lourde identique aux zones stériles, ou par une membrane autoprotégée, permettrait si nécessaire d'accroître cette réserve de charges.

### Bâtiments B171-172 :

Année de construction 2004.

Bâtiment 171 : bâtiment à ossature bois, charpente en lamellé-collé, toiture terrasse sur support bac acier, membrane d'étanchéité PVC sur isolant.

Bâtiment 172 : toiture terrasse béton, étanchéité multicouche autoprotégée sur isolant.



**Le dossier transmis ne comporte aucun élément permettant de définir une réserve de capacité portante pour la pose des panneaux photovoltaïques en toiture du bâtiment 171.**

La toiture terrasse du bâtiment 172 a été dimensionnée pour une surcharge d'exploitation de  $100\text{kg/m}^2$  (entretien). **La neutralisation des charges d'entretien sur l'emprise des panneaux permettra de libérer les  $20\text{kg/m}^2$  nécessaires à la mise en place des panneaux photovoltaïques.**

### Bâtiment B10 :

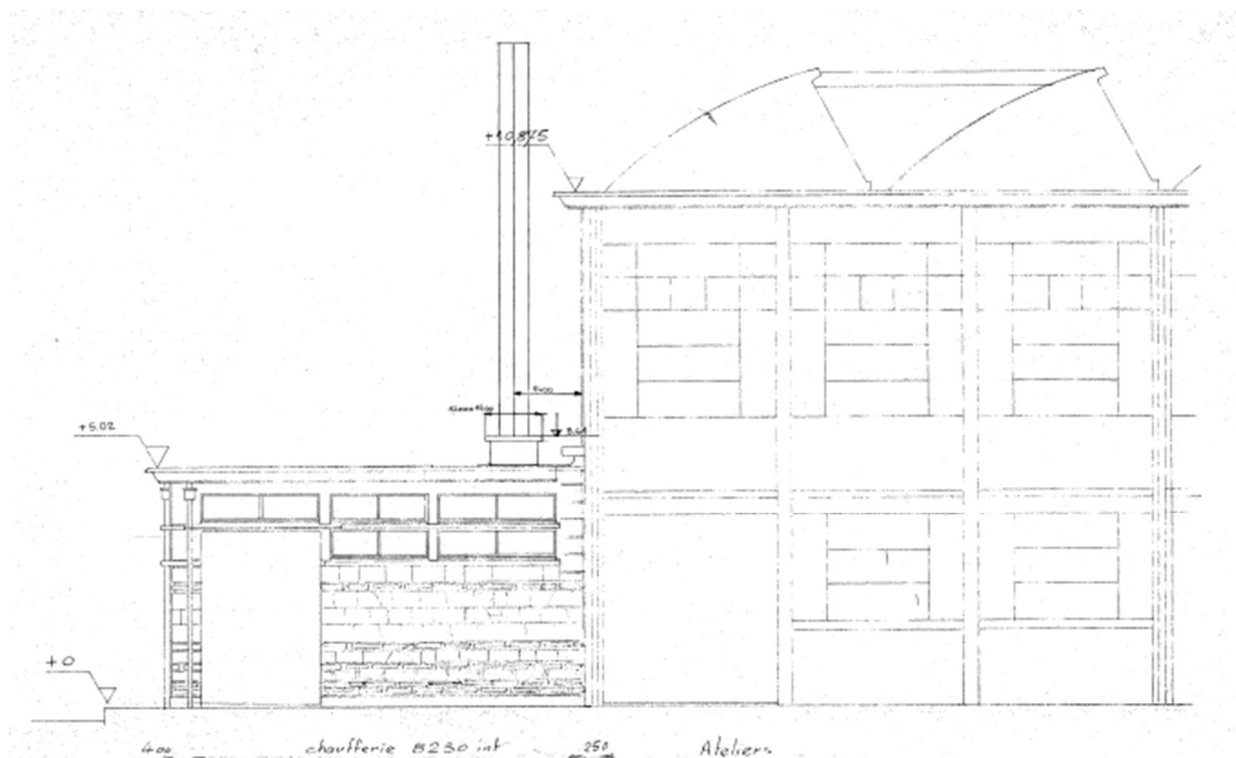
Année de construction 1948.

Partie principale du bâtiment avec toiture en sheds béton cintrés.

Pour secondaire à simple rez-de-chaussée sur sous-sol, toiture terrasse béton avec étanchéité multicouche autoprotégée.

En raison des risques d'accumulation de la neige entre les sheds il nous semble difficile d'utiliser ces surfaces.

**S'agissant de la toiture terrasse une surcharge climatique/entretien de  $100\text{ kg/m}^2$  est probable mais injustifiable au regard des éléments en notre possession**



Pour les toitures terrasses des zones à simple rez-de-chaussée, nous pouvons réaliser une vérification rapide par le calcul sur la base des plans d'armatures. A noter que cette vérification est théorique puisque nous ne connaissons pas les caractéristiques du béton et des armatures utilisés. De plus, nous utilisons ci-après les



règles applicables à la date de construction (règles BA45), étant entendu que l'utilisation de la réglementation actuelle (Eurocodes) conduirait à des résultats inférieurs.

Zone vestiaires, plancher haut du rez-de-chaussée, plan 49C

Vérification de la nervure N4

Section 7x29 cm, entraxe de 50 cm,

Portée 3,63 m

Acier fe 210,

En place 2 ronds lisse de diamètre 12, soit 2,26 cm<sup>2</sup> (plan n°56),

Béton 20 Mpa

Charges :

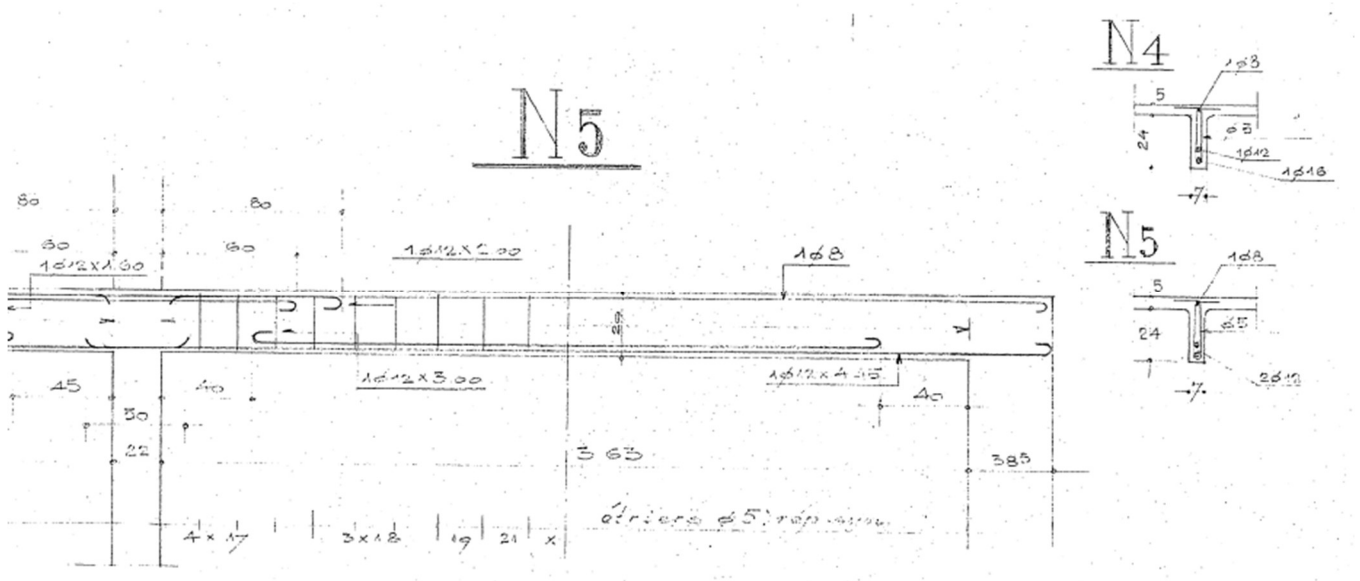
- 210 kg/m<sup>2</sup> pour le plancher (dalle de 5cm d'épaisseur + nervures),
- Formes de pentes 180 kg/m<sup>2</sup>
- Membranes d'étanchéité 30 kg/m<sup>2</sup>
- Charges suspendues 50kg/m<sup>2</sup>,
- Surcharges 100 kg/m<sup>2</sup>

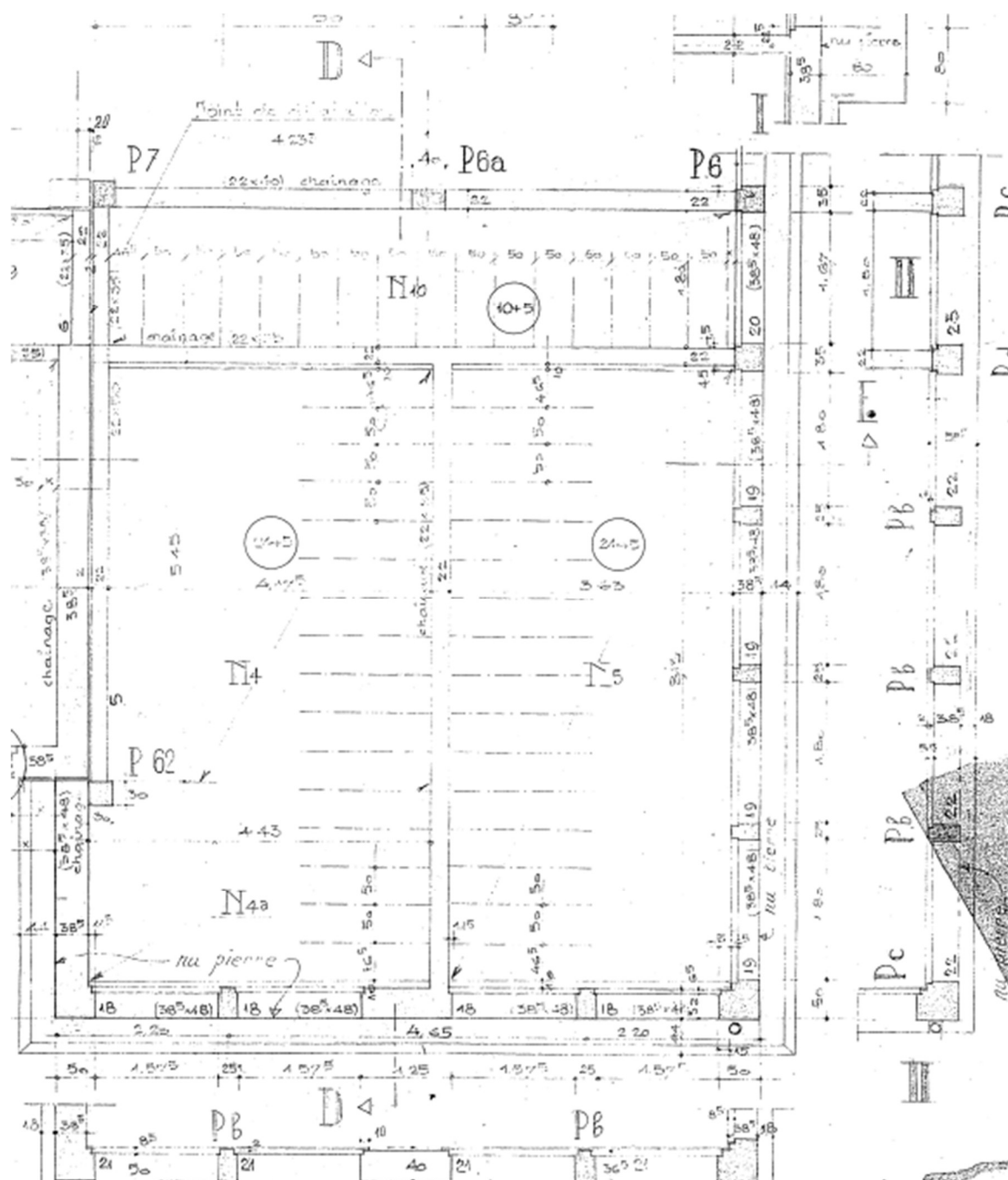
Bien que l'apparition des pondérations date de 1968 nous appliquerons par mesure de sécurité les pondérations de 1,35 G et 1,5 Q.

Moment de flexion  $392,25 \times 3,63^2/8 = 646,08 \text{ kg.m}$

$M_u = M_t / 0,07 \times 0,26^2 \times 11,3 = 0,120$

$A = M_t / 0,26 \times 182 \times [1 - (0,6 \times 0,12)] = 1,47 \text{ cm}^2$  pour 2,26cm<sup>2</sup> en place.





Les armatures en place sont cohérentes avec une surcharge de  $100 \text{ kg/m}^2$  en toiture terrasse, **une utilisation de  $20 \text{ kg/m}^2$  est possible.**

Les plans du DOE étant incomplets nous ne pouvons pas mener cette vérification sur toutes les zones.

**Bâtiment B8o :**

Année de construction 1962.

Toiture terrasse béton.

Le dossier fourni ne comporte aucun plan de coffrage et d'armatures.

En l'état des éléments en notre possession **il nous est impossible de justifier une réserve de surcharge exploitable.**

Il est fort probable qu'une surcharge d'exploitation de 100 kg/m<sup>2</sup> ait été prise en compte.

**Bâtiment B21 :**

Année de construction 1949.

Toiture terrasse béton.

Le dossier fourni ne comporte aucun plan de coffrage et d'armatures.

En l'état des éléments en notre possession **il nous est impossible de justifier une réserve de surcharge exploitable.**

Il est fort probable qu'une surcharge d'exploitation de 100 kg/m<sup>2</sup> ait été prise en compte.

**Bâtiment B8g :**

Pas de plans.

## 4 - SYNTHESE

Synthèse sur l'aptitude des bâtiments à recevoir une charge de 20kg/m<sup>2</sup> pour la mise en œuvre des panneaux photovoltaïques.

Bâtiment B1	Une charge de 20kg/m <sup>2</sup> est disponible
Bâtiment B2	Une charge de 20kg/m <sup>2</sup> est disponible
Bâtiment B3	Il nous est impossible de justifier une réserve de surcharge exploitable. Possible si confirmation de la démolition des « cabines » en terrasse
Bâtiment B4	Il nous est impossible de justifier une réserve de surcharge exploitable mais une charge de 20kg/m <sup>2</sup> est très probablement disponible
Bâtiment B5	Il nous est impossible de justifier une réserve de surcharge exploitable
Bâtiment B6	Il nous est impossible de justifier une réserve de surcharge exploitable mais une charge de 20kg/m <sup>2</sup> est probablement disponible
Bâtiment B79	Il nous est impossible de justifier une réserve de surcharge exploitable mais une charge de 20kg/m <sup>2</sup> est probablement disponible
Bâtiment B12	Il nous est impossible de justifier une réserve de surcharge exploitable
Bâtiment B122	Il nous est impossible de justifier une réserve de surcharge exploitable
Bâtiment B194	Une charge de 20kg/m <sup>2</sup> est disponible
Bâtiment B195	Une charge de 20kg/m <sup>2</sup> est disponible
Bâtiment B171	Il nous est impossible de justifier une réserve de surcharge exploitable
Bâtiment B172	Une charge de 20kg/m <sup>2</sup> est disponible
Bâtiment B10	Il nous est impossible de justifier une réserve de surcharge exploitable sur les sheds Mais une charge de 20kg/m <sup>2</sup> est probablement disponible sur la partie en toiture-terrasse
Bâtiment B80	Il nous est impossible de justifier une réserve de surcharge exploitable mais une charge de 20kg/m <sup>2</sup> est très probablement disponible
Bâtiment B21	Il nous est impossible de justifier une réserve de surcharge exploitable mais une charge de 20kg/m <sup>2</sup> est très probablement disponible
Bâtiment B89	Il nous est impossible de justifier une réserve de surcharge exploitable mais une charge de 20kg/m <sup>2</sup> est très probablement disponible

xx X X X xx