

MAITRE D'OUVRAGE :



PRÉFET  
DES BOUCHES-  
DU-RHÔNE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

---

## RENOVATION DES INSTALLATIONS CHAUFFAGE / VENTILATION / CLIMATISATION

**Chemin de La Comble Aux Fées 13800 Istres**

*AFF. SITB : 2420*

---

### ETUDE DE FAISABILITE STRUCTURE

---



**SOCIETE D'INGENIERIE ET TECHNIQUE DU BATIMENT**  
BP 60015 13266 MARSEILLE 08 CCT1  
Tél : 04 91 06 56 77

---

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>PRÉAMBULE .....</b>	<b>3</b>
1.1	OBJET DU RAPPORT .....	3
1.2	LOCALISATION .....	3
1.3	DOCUMENTS.....	3
<b>2</b>	<b>PHOTOS VISITE DU 04/09/2023 .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>ANALYSE DES DOCUMENTS .....</b>	<b>7</b>
3.1	PLAN COFFRAGE DE LA TERRASSE .....	8
3.2	PLAN COFFRAGE COUPES .....	9
3.3	PLAN FERRAILLAGE SOCLE PAC .....	10
<b>4</b>	<b>CARACTÉRISTIQUES DES POMPES A CHALEUR.....</b>	<b>11</b>
4.1	PAC EXISTANTE .....	11
4.2	NOUVELLE PA C.....	12
<b>5</b>	<b>MISE EN CONFORMITE DE L'INSTALLATION DE LA PAC VIS-A-VIS DU DTU ETANCHEITE .....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>VERIFICATION PLANCHER EXISTANT .....</b>	<b>13</b>
6.1	RECAPITULATIF DE DONNEES .....	13
6.2	EMPLACEMENT DE LA PAC .....	13
6.3	VERIFICATION DE LA DALLE.....	14
6.3.1	<i>Cas 1.....</i>	<i>15</i>
6.3.2	<i>Cas 2.....</i>	<i>16</i>
6.3.3	<i>Interprétations des résultats.....</i>	<i>17</i>
6.4	VERIFICATION POUTRES .....	17
6.4.1	<i>Cas 1.....</i>	<i>18</i>
6.4.2	<i>Cas 2.....</i>	<i>19</i>
6.4.3	<i>Interprétation des résultats .....</i>	<i>20</i>
<b>7</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>20</b>

# **1 PRÉAMBULE**

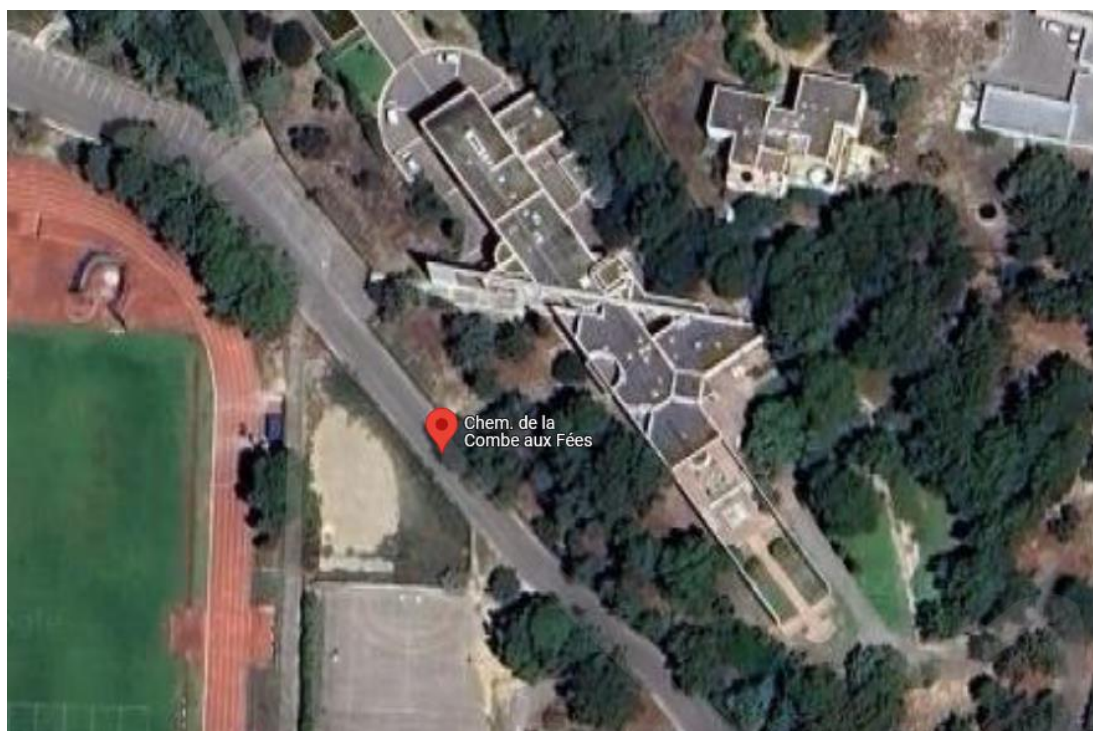
## **1.1 Objet du rapport**

Le présent rapport présente une étude de faisabilité structure, réalisée conformément à la demande de Monsieur Christophe Ledru, dans le cadre de rénovation des installations de chauffage / ventilation / climatisation dans le bâtiment de sous-préfecture de Istres, situé au chemin de la Comble Aux Fées, Istres 13800.

Nous intervenons dans le cadre des travaux de remplacement de la pompe à chaleur, située au niveau de la toiture terrasse du bâtiment. Notre étude est relative à la vérification du plancher existant et à la définition des préconisations nécessaires à la mise en place de la nouvelle PAC vis-à-vis de l'entretien futur de l'étanchéité.

Une visite sur place a été effectuée le 04-09-2023 dans le cadre de note mission de base qui consistait en la réalisation de diagnostics des résidences préfectorales du département des Bouches-du-Rhône.

## **1.2 Localisation**



*Extrait Maps*

## **1.3 Documents**

Le maître d'ouvrage a mis à notre disposition un ensemble de plans de coffrage et ferrailage du bâtiment, nous avons extrait deux plans qui vont nous servir dans notre présente étude :

- Plan coffrage Haut du niveau 3 (PL terrasse) Files 1 à 9 du 29/11/1982
- Plan coffrage Coupes AA – BB – CC – DD du 29/11/1982
- Plan coffrage – Ferrailage souches et socles en terrasse du 12/09/1983

## 2 PHOTOS VISITE DU 04/09/2023

Il est prévu dans le cadre des travaux de rénovation, la dépose et le remplacement de la pompe à chaleur, actuellement non fonctionnelle. Cette dernière est placée au niveau de la toiture terrasse sur la partie Nord du bâtiment.



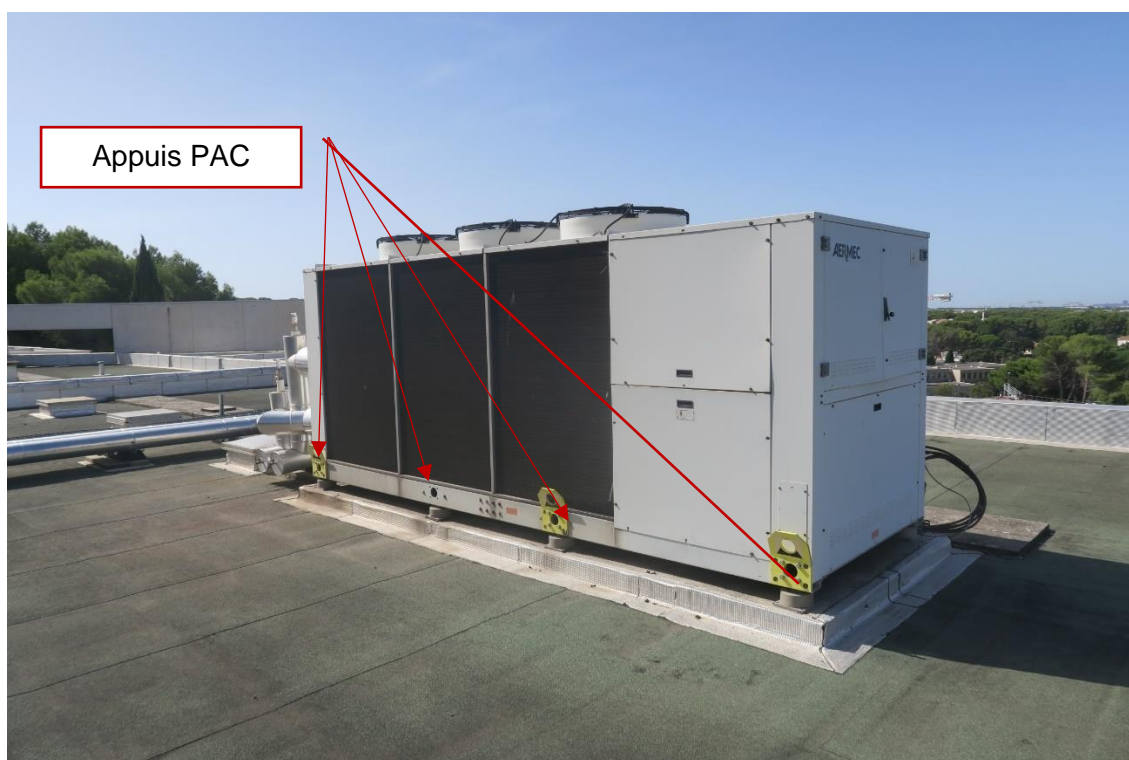
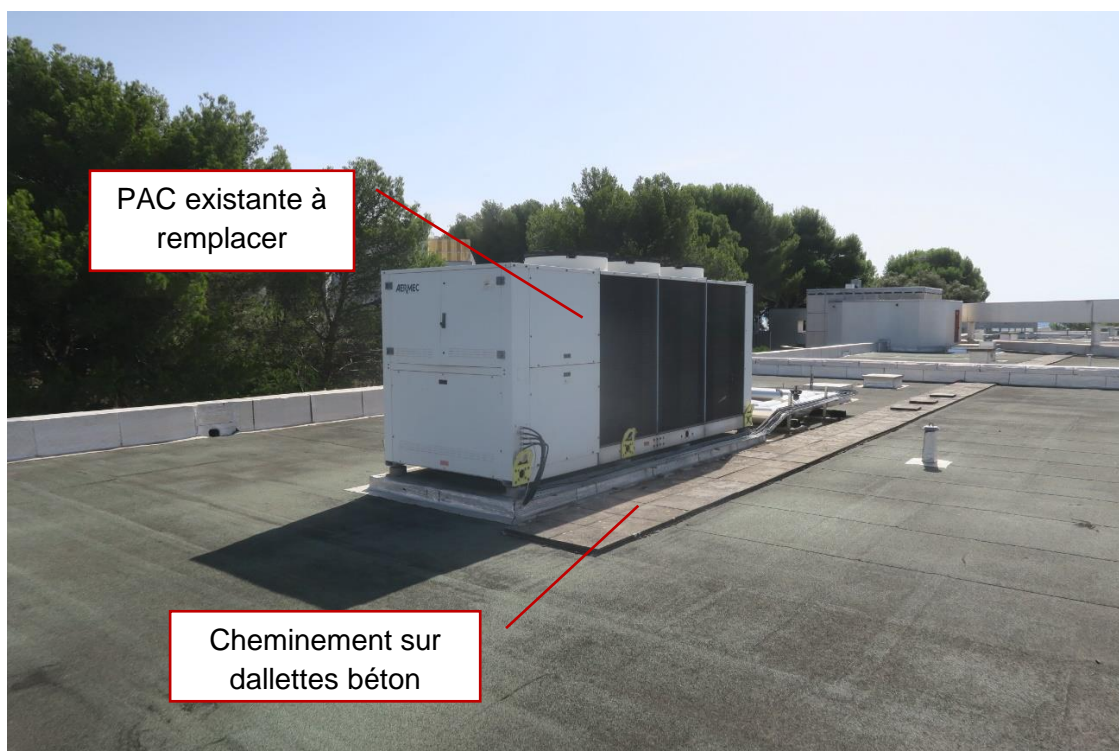
*Localisation PAC*

La toiture terrasse est accessible uniquement pour l'entretien, c'est une toiture avec une étanchéité autoprotégée.



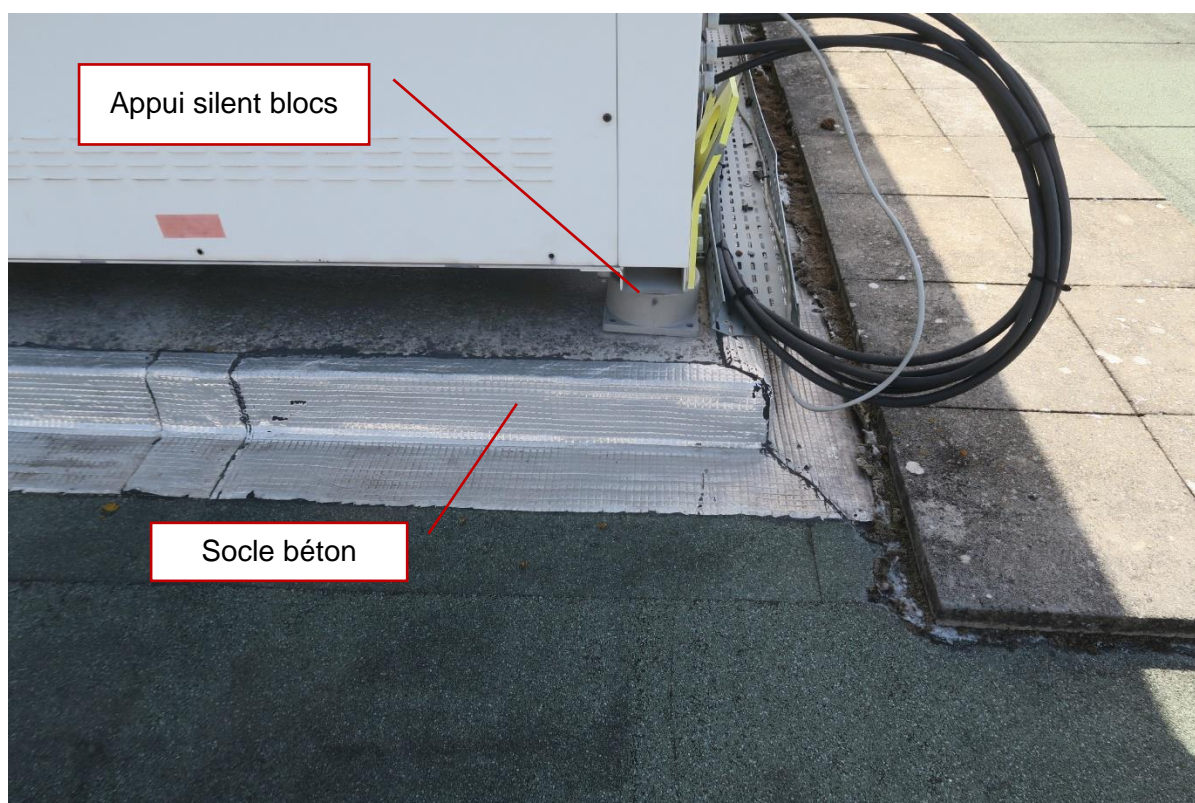
*Vue terrasse*





*Vue d'ensemble PAC*

La PAC repose sur un socle en béton à travers 8 appuis en silent blocs.



Nous notons que les dispositions de mise en place de la PAC ne respectent pas les prescriptions d'étanchéité du DTU N°43.1, en effet une hauteur libre sous les équipements techniques est nécessaire, **et dans notre cas la hauteur sous équipement doit être d'un minimum de 80 cm.**

- si  $L \leq 1,20 \text{ m}$  :  $h \geq 0,40 \text{ m}$

- si  $L > 1,20 \text{ m}$  :  $h \geq 0,80 \text{ m}$ .

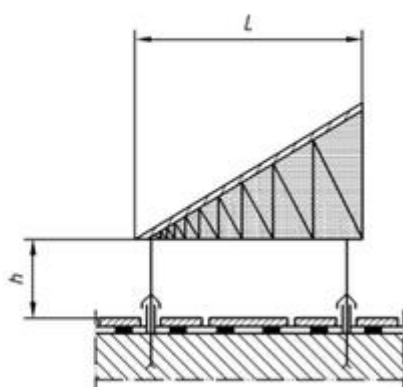
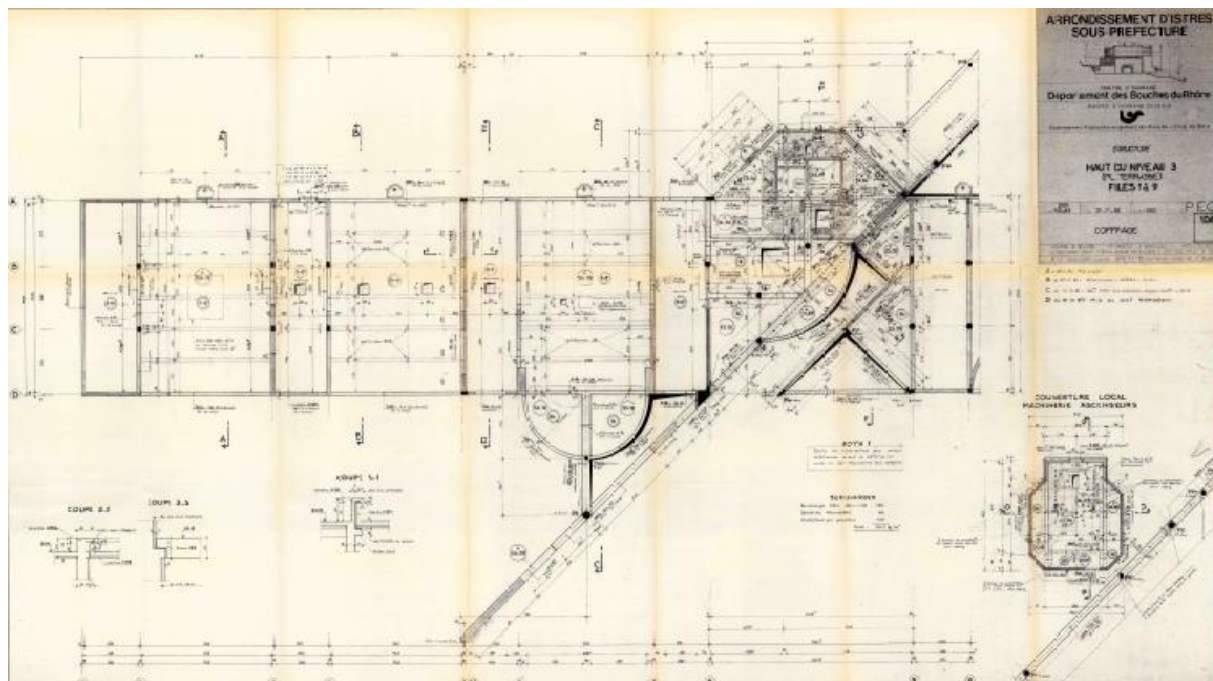


Figure 2 Hauteur minimale libre sous équipement technique fixe



### 3 ANALYSE DES DOCUMENTS

Le bâtiment de la sous-préfecture d'Istres est un bâtiment R+2, construit les années 80 (1982 – 1984) avec une structure en béton armé ou précontrainte.



Vue générale du bâtiment file 1 à 9

Sur ce plan nous pouvons identifier les charges prises en compte pour le dimensionnement du bâtiment.

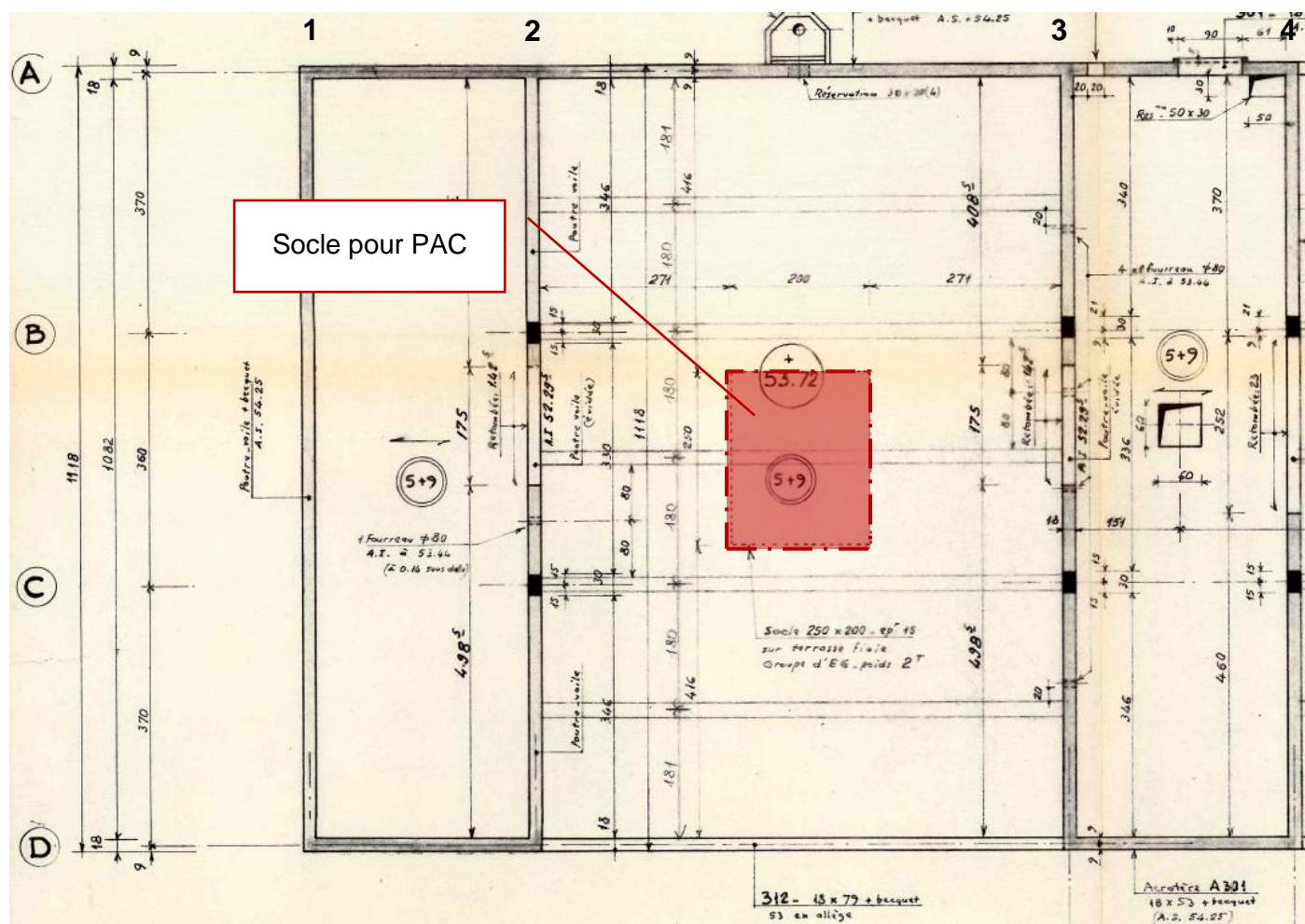
SURCHARGES		
Surcharge libre	$100 \times 1,20$	120
Isolation + Etanchéité		40
Protection par gravillons		100
Total =		<u>260 kg/m<sup>2</sup></u>

Comme nous pouvons le constater, les charges permanentes prises en compte sont de l'ordre de  $140 \text{ daN/m}^2$ , et les charges d'exploitations sont de l'ordre de  $120 \text{ daN/m}^2$ .

Nous notons également que contrairement à ce qui était prévu, la protection par gravillon a été remplacée par une étanchéité autoprotégée.

Vue la taille du bâtiment, nous allons nous concentrer pour la suite de notre analyse uniquement sur la partie qui nous intéresse, à savoir la terrasse sur laquelle est posée la PAC.

### 3.1 Plan coffrage de la terrasse



Extrait plan haut du niveau 3 Files 1 à 9

Le plancher de la terrasse est un plancher en béton armé de 14 cm d'épaisseur, il est constitué de prédalles de 5 cm d'épaisseur + 9 cm de dalle de compression, il porte sur des poutres espacées tous les 1.80 m.

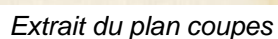
Les poutres portent de mur à mur entre les files 2 et 3 sur 7.41 m. La dimension de ces poutres n'a pas été identifiée sur le plan mais nous pouvons mesurer une dimension de 20x35ht sur le plan de coupes, ce qui nous laisse supposer que les poutres sont des poutres précontraintes, ce qui justifie également l'absence d'informations sur ces dernières, vu qu'elles sont conçues par un préfabricateur.

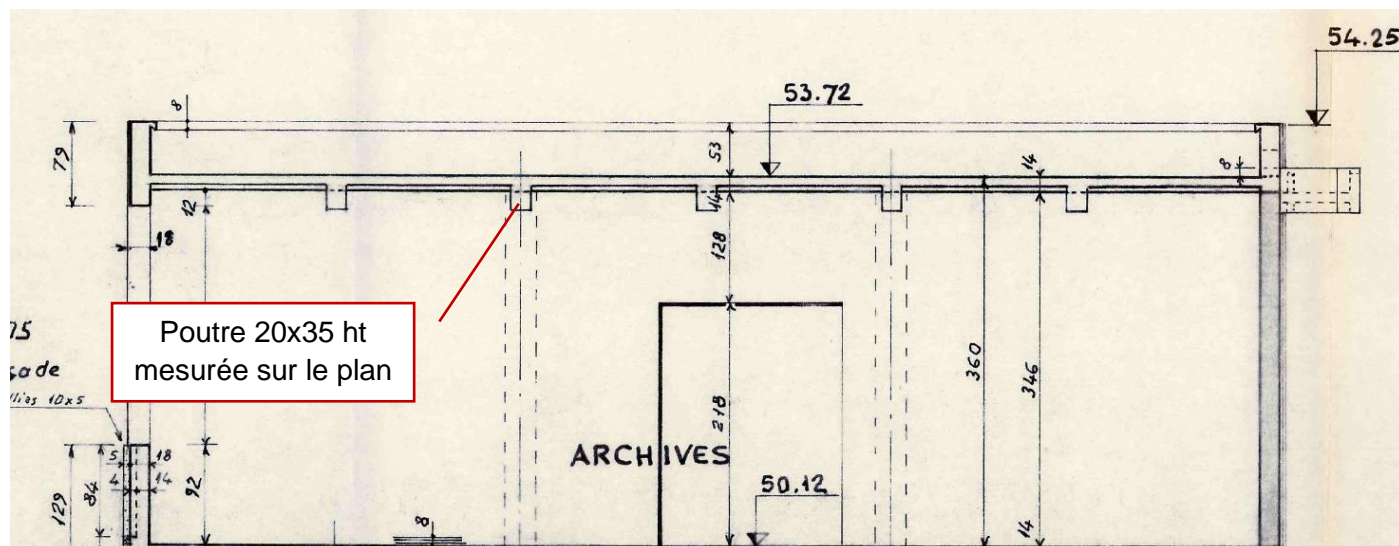
Un socle béton de 2.5 m x 2.0 m et d'une épaisseur de 15 cm a été prévu pour la reprise d'une PAC de 2T. **Les dimensions du socle définies sur le plan ne correspondent pas aux dimensions du socle mis en place qui sont de 4.58mx 1.71m.**





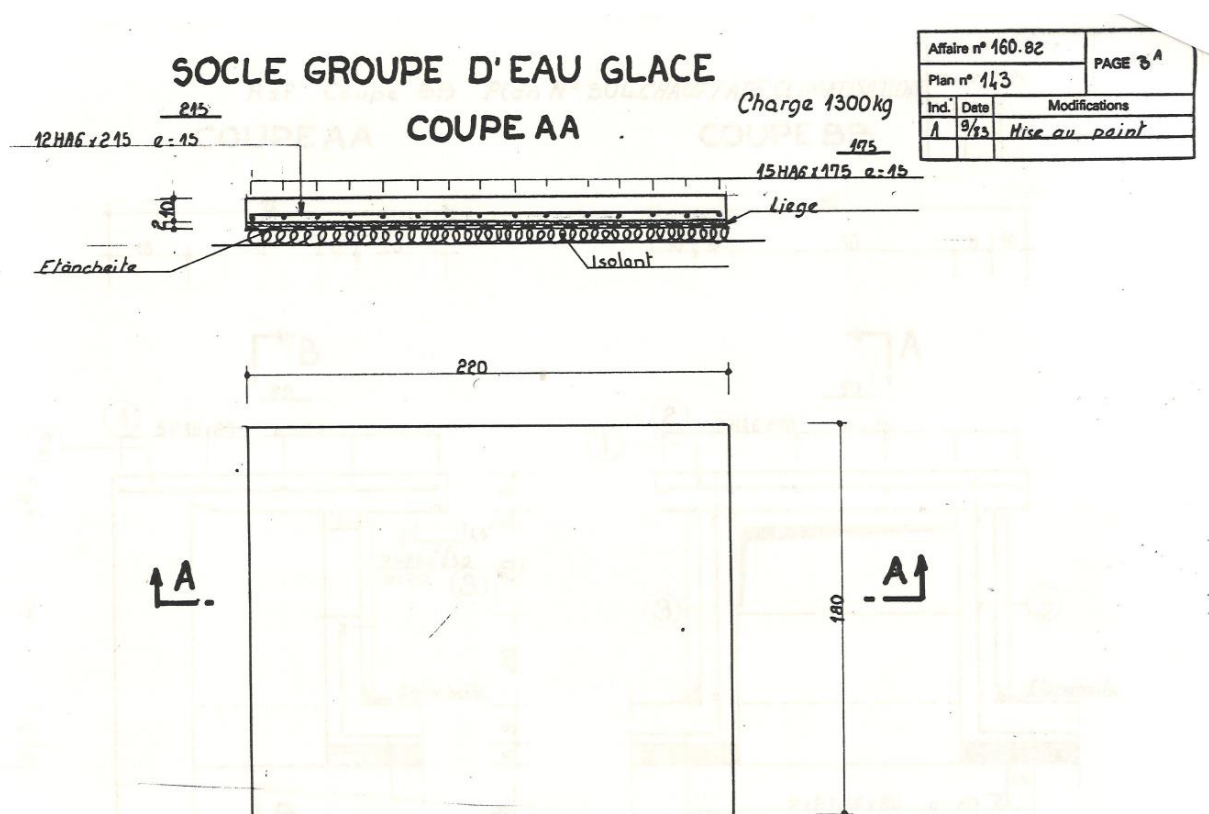
La coupe qui concerne notre zone est la coupe A-A





Zoom sur le niveau terrasse

### 3.3 Plan ferrailage socle PAC



Ferrailage socle PAC

Sur le plan ferrailage du socle, on retrouve des informations complètement différentes de celles identifiées sur le plan coffrage, dimensions socle 2.2mx 1.8m et une charge de 1.3 T.

## 4 CARACTÉRISTIQUES DES POMPES A CHALEUR

### 4.1 PAC existante

#### Pompe à chaleur air/eau réversible :

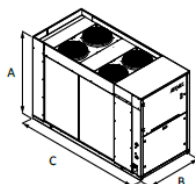
- Marque et modèle : ..... AERMEC NRL0750H---04
- Puissance frigorifique (pour 35 °C ext / régime d'eau à 7/12 °C) : ..... 176 kW
- EER : ..... 2,31
- Puissance calorifique (pour 7 °C ext / régime d'eau à 45/40 °C) : ..... 201 kW
- COP : ..... 2,83
- Année : ..... 2009
- Options : module hydraulique avec ballon tampon de 700 litres (d'après fiche technique constructeur, et pompe double, grande hauteur manométrique
- Puissance électrique max. : ..... 76 kW
- Intensité de démarrage : ..... 331 A
- Intensité nominale : ..... 135 A
- Raccordement électrique : ..... Triphasé 400 V + N + T / 50 Hz
- Niveau de pression sonore (à 10 mètres) : ..... 53 dB(A)
- Poids en fonctionnement : ..... 2200 kg

Extrait du diagnostic AVP du 05/03/2024 de G2E

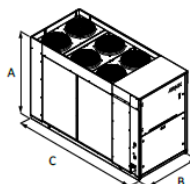
La dimension de la PAC n'a pas été précisée dans le rapport de G2E, nous avons trouvé ces dimensions dans la fiche technique de AERMEC (4350 x 1500 x 1975 ht mm).

#### Dimensions (mm)

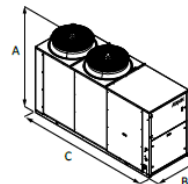
NRL 0280 HL



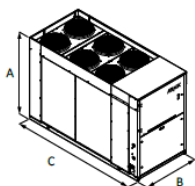
NRL 0300-0330-0350 HL



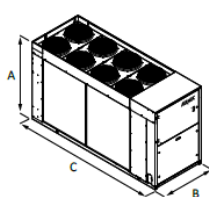
NRL 0500-0550-0600-0650-0700 H/HL



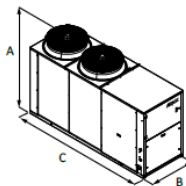
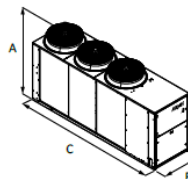
NRL 0280 HE



NRL 0300-0330-0350 HE



NRL 0500-0550-0600-0650 HA/HE

NRL 0700 HA/HE  
NRL 0750 H/HL/HA/HE

Mod. NRL	Vers.	0280	0300	0330	0350	0500	0550	0600	0650	0700	0750
Hauteur (mm)	A	tous	1606	1606	1606	1606	1875	1875	1875	1875	1975
Largeur (mm)	B	tous	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1500
Profondeur (mm)	C	H - HL	2450	2450	2450	2450	3010	3010	3010	3010	4350
		HA - HE	2450	2950	2950	2950	3010	3010	3010	4010	4350
Poids à vide (kg)	(1)	H - HL	713	724	731	740	913	917	1016	1130	1142
		HA - HE	730	795	805	811	1099	1103	1204	1212	1390
											1748



## 4.2 Nouvelle PAC

La nouvelle pompe à chaleur air/eau réversible, de type AERMEC NRG-0804XH-E-04, ou techniquement équivalent, possèdera les caractéristiques techniques minimales suivantes :

- Fluide frigorigène :	R32
- Puissance frigorifique (pour 35 °C ext / régime d'eau à 7/12 °C) :	203 kW
- Puissance calorifique (pour 7 °C ext / régime d'eau à 45/40 °C) :	213 kW
- Puissance électrique max. :	76 kW
- Courant maximal à plein charge :	131 A
- Intensité maximale de démarrage :	369 A
- EER / SEER :	2,68 / 4,00
- COP / SCOP :	2,54 / 3,44
- Efficacité saisonnière minimale chauffage (suivant Règlement européen 813/2013) :	111 %
- Nombre de circuit frigorifique / Nombre de compresseurs :	2 / 4
- Type de compresseur :	Scroll
- Lw global :	86,2 dB(A)
- Lp global à 10 mètres :	54,1 dB(A)
- Dimensions (L x l x ht) :	4370 x 1100 x 1900 mm
- Poids à vide / en fonctionnement :	1786 / 2220 kg

*Extrait du diagnostic AVP du 05/03/2024 de G2E*

Suivant les informations définies ci-dessus, le poids de la nouvelle PAC est pratiquement identique à l'existant (2.22 T à la place de 2.2T).

## 5 MISE EN CONFORMITE DE L'INSTALLATION DE LA PAC VIS-A-VIS DU DTU ETANCHEITE

Comme nous avons pu le voir au début de notre rapport, la PAC actuelle est posée directement sur un socle béton ce qui ne respecte pas les préconisations d'entretien et de réfection d'étanchéité des toitures, il conviendra donc de prévoir la mise en conformité de cette installation dans le cadre des travaux de remplacement de la PAC. Il sera à envisager de réaliser les travaux suivants :

- Démolition du socle existant,
- Réalisation de longrines béton armé de 80 cm de haut,
- Réfection de l'étanchéité au droit du socle démolit et des ouvrages créer conformément au DTU.

Voir plan joint au présent rapport.

## 6 VERIFICATION PLANCHER EXISTANT

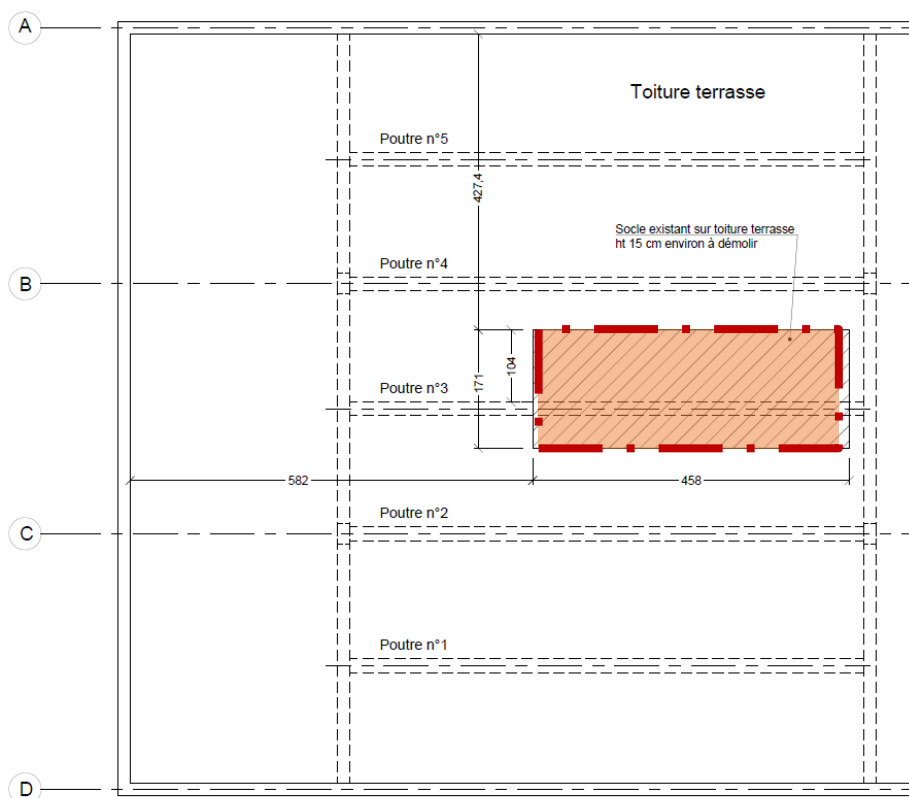
### 6.1 Récapitulatif de données

Suivant les informations récoltées sur les plans analysés et les photos que nous avons prises sur place, nous pouvons déduire que :

- Les charges considérées pour le dimensionnement du plancher ( $140 \text{ daN/m}^2$  en charges permanentes) sont en réalité aujourd'hui moins importantes du fait de la suppression des gravillons, ce qui fait que la charge réelle est de  $70 \text{ daN/m}^2$  ( $40 \text{ daN/m}^2$  d'isolation + étanchéité et  $30 \text{ daN/m}^2$  de faux-plafond),
- La dimension du socle prévue ( $2.5\text{m} \times 2\text{m} \times 0.15\text{m}$  d'épaisseur) ne correspond pas à la dimension du socle réalisée ( $4.58\text{m} \times 1.71\text{m}$ ),
- La charge de la PAC prise en compte dans le calcul est différente d'un plan à un autre ( $1.3\text{T}$  sur plan ferrailage et  $2 \text{ T}$  sur plan coffrage).

### 6.2 Emplacement de la PAC

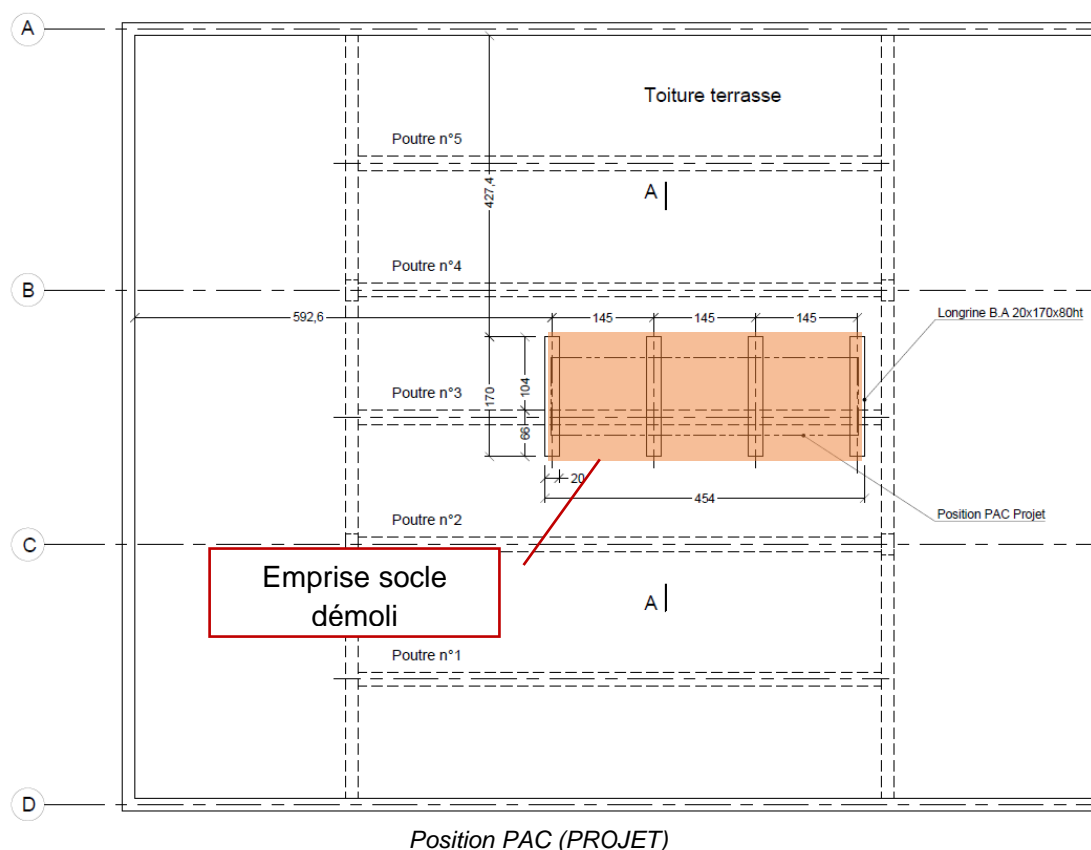
Suivant les relevés effectués par le Maître d'ouvrage, nous pouvons implanter la PAC actuelle sur le plan terrasse, ce qui nous permet de visualiser la position de cette dernière par rapport aux poutres.



Position PAC existante (EDL)

Trois poutres sont donc impactées par la surcharge de la PAC, mais vu son emplacement, la poutre qui reprend la quasi-totalité de la charge est la poutre N°3.

La nouvelle PAC sera positionnée exactement sur la même emprise que la PAC actuelle pour ne pas modifier le cheminement des charges et le fonctionnement des éléments porteurs, elle sera posée sur 4 longrines en béton armé réparties uniformément sur la longueur de la PAC. Les longrines permettront ainsi d'assurer la hauteur sous PAC les 80 cm de libre à respecter



### 6.3 Vérification de la dalle

Les informations dont nous disposons concernant la charge de la PAC ne sont pas similaires, ne connaissant pas les charges prises en compte par les préfabricateurs pour le calcul des planchers et des poutres, nous allons prendre en compte la charge de la PAC actuelle qui est de 2.2T.

Nous considérons une bande de 1m de plancher sur laquelle nous allons étudier les sollicitations (effort tranchant et moment de flexion) et le ferrailage suivant les deux cas de charges (EDL et PROJET), et vérifier ainsi l'incidence que ça implique.

- Cas 1 : Charges G+ Q + poids PAC (2.2T) existante,
- Cas 2 : Charges G+ Q + poids nouvelle PAC (2.2T).



6.3.1 **Cas 1**

- Charges :
  - $G = 140 \text{ daN/m}^2$
  - $Q = 120 \text{ daN/m}^2$
  - $G \text{ PAC} = 2200 / (4.58 \times 1.71) = 281 \text{ daN/m}^2$
  - $G \text{ Socle} = 375 \text{ daN/m}^2$ .

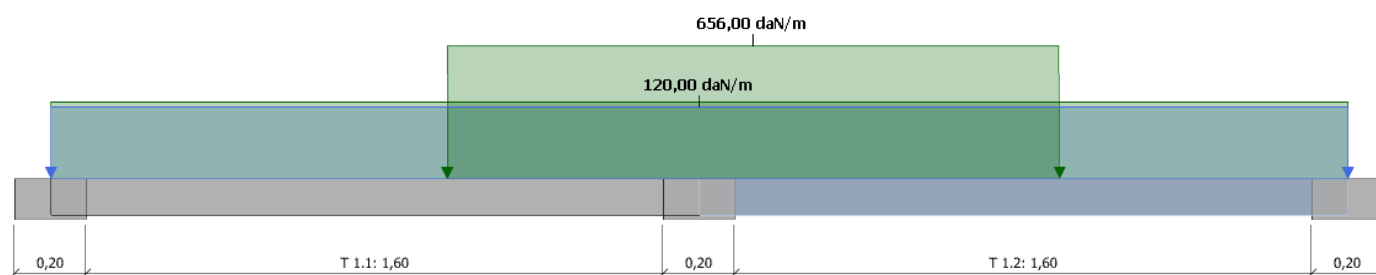
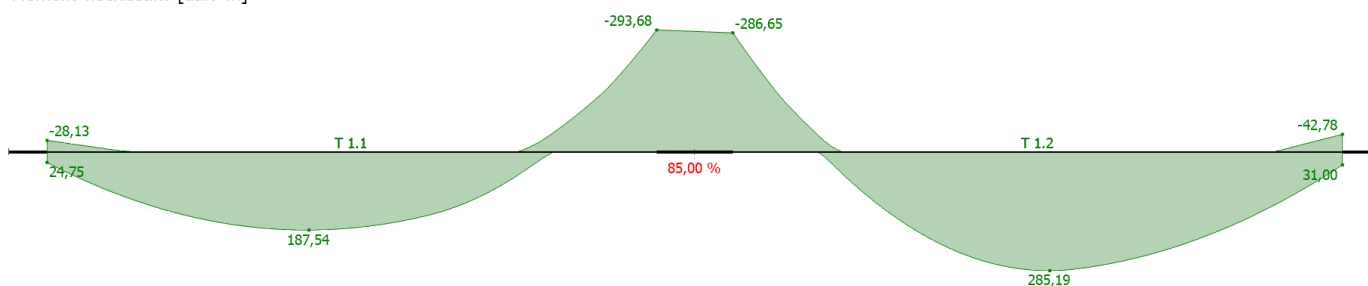
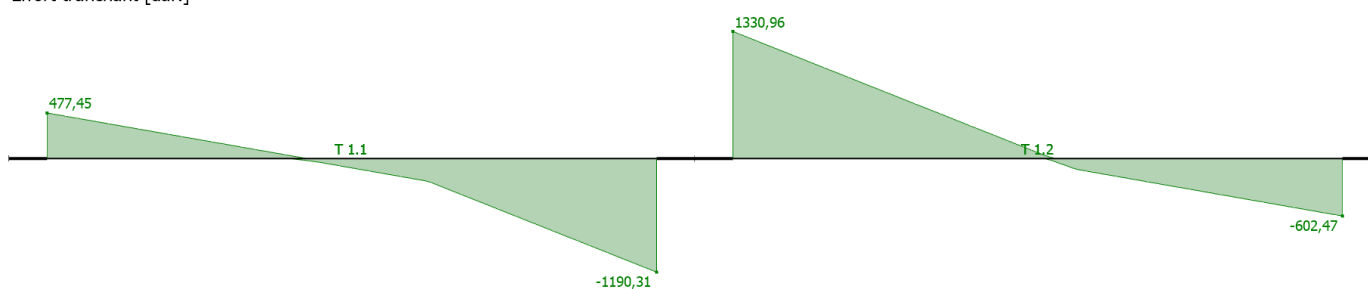


Schéma mécanique de chargement sur dalle

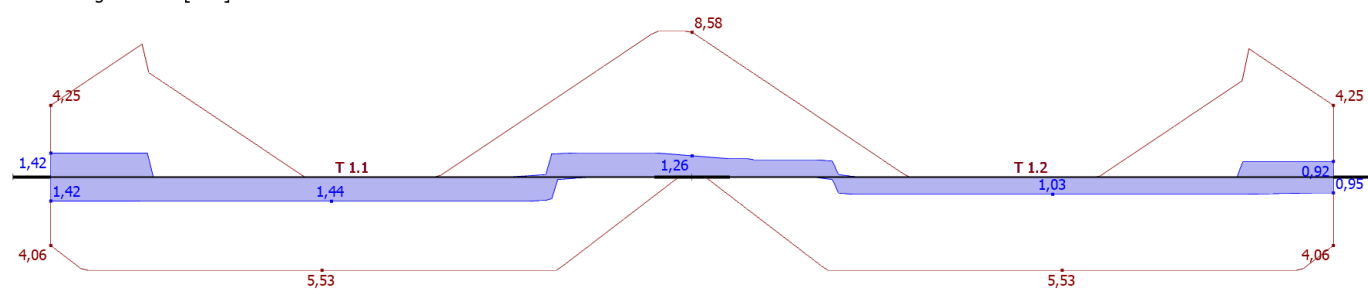
Moment fléchissant [daN · m]



Effort tranchant [daN]



Sollicitations

Aciers longitudinaux [cm<sup>2</sup>]

Ferrailage

### 6.3.2 Cas 2

- Charges :

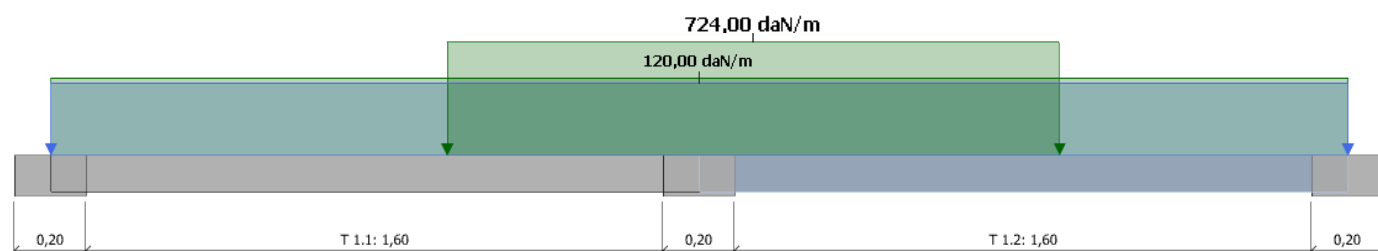
- $G = 140 \text{ daN/m}^2$

- $Q = 120 \text{ daN/m}^2$

- $G \text{ PAC} = 2200 / (8 \text{ appuis}) = 275 \text{ daN}$ ,

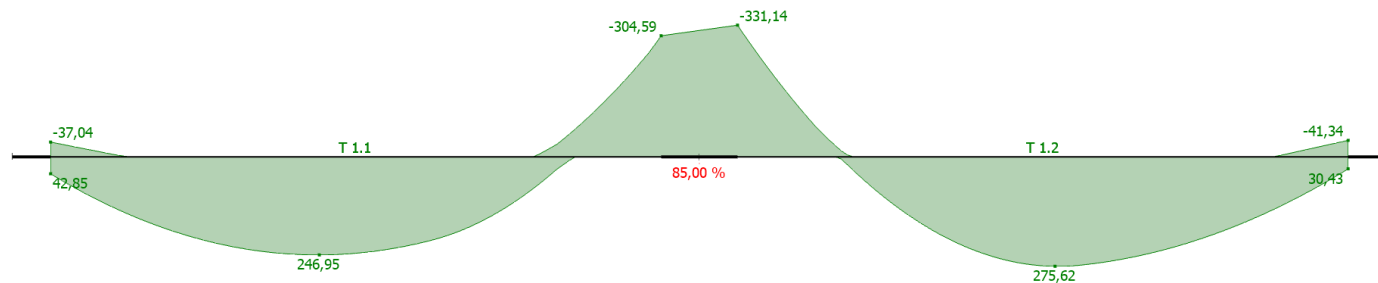
- $G \text{ longrine} = 0.2 \times 0.8 \times 2500 = 400 \text{ daN/ml}$

Sur chaque longrine nous allons avoir deux appuis, ces charges seront diffusées directement dans la longrine et réparties uniformément sur la dalle :  $G = 2 \times 275 / 1.7 = 324 \text{ daN/ml}$ .

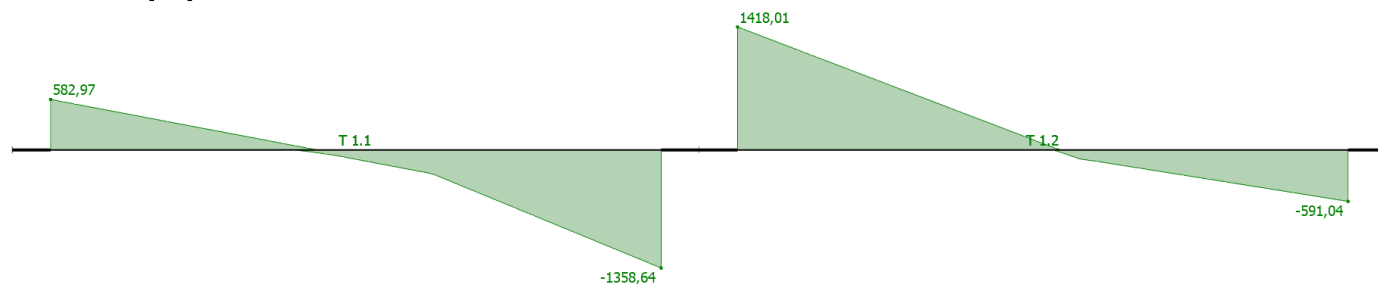


*Schéma mécanique de chargement sur dalle*

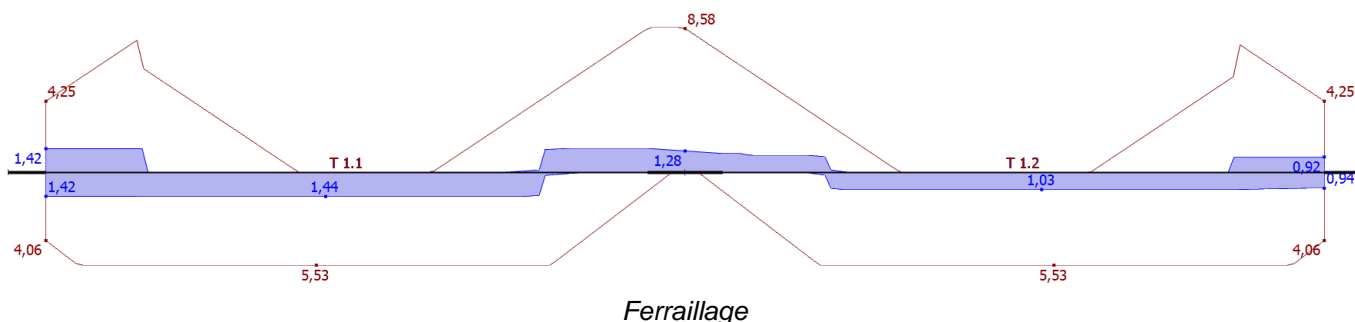
Moment fléchissant [ $\text{daN} \cdot \text{m}$ ]



Effort tranchant [ $\text{daN}$ ]



*Sollicitations*

Aciers longitudinaux [cm<sup>2</sup>]


Ferraillage

### 6.3.3 Interprétations des résultats

Comme nous pouvons le voir dans le tableau ci-dessous, la nouvelle mise en œuvre de la PAC avec les longrines engendre des sollicitations supplémentaires par rapport à l'existant de l'ordre de 12 % à 32 %, toutefois ces dépassements n'impliquent aucune augmentation dans le ferraillage théorique (ferraillage minimum) de la dalle :

Sollicitations	Moment fléchissant T.m					Effort tranchant T		
	Mt1	Mt2	M1	M2	M3	Fz1	Fz2	Fz3
Cas1	0,187	0,285	0,028	0,294	0,043	0,447	2,52	0,603
Cas2	0,247	0,247	0,037	0,305	0,041	0,582	2,77	0,591
Dépassement %	32	-13	32	4	-5	30	10	-2
Ferraillage	Section théorique cm <sup>2</sup> /ml							
Cas1	1,44	1,03	1,42	1,26	0,92	/		
Cas2	1,44	1,03	1,42	1,28	0,92			
Dépassement %	0	0	0	2	0			

Tableau récapitulatif

## 6.4 Vérification Poutres

Nous allons appliquer le même procédé pour la vérification des poutres. Seule la poutre la plus sollicitée sera exposée ci-dessous, les résultats obtenus pour les deux autres poutres sont moins importants.



6.4.1 Cas 1

Poutre N°3

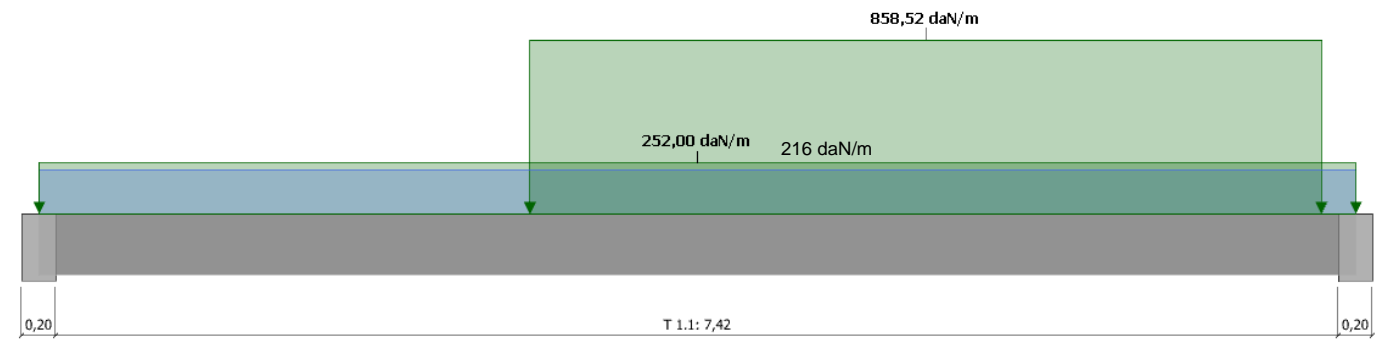
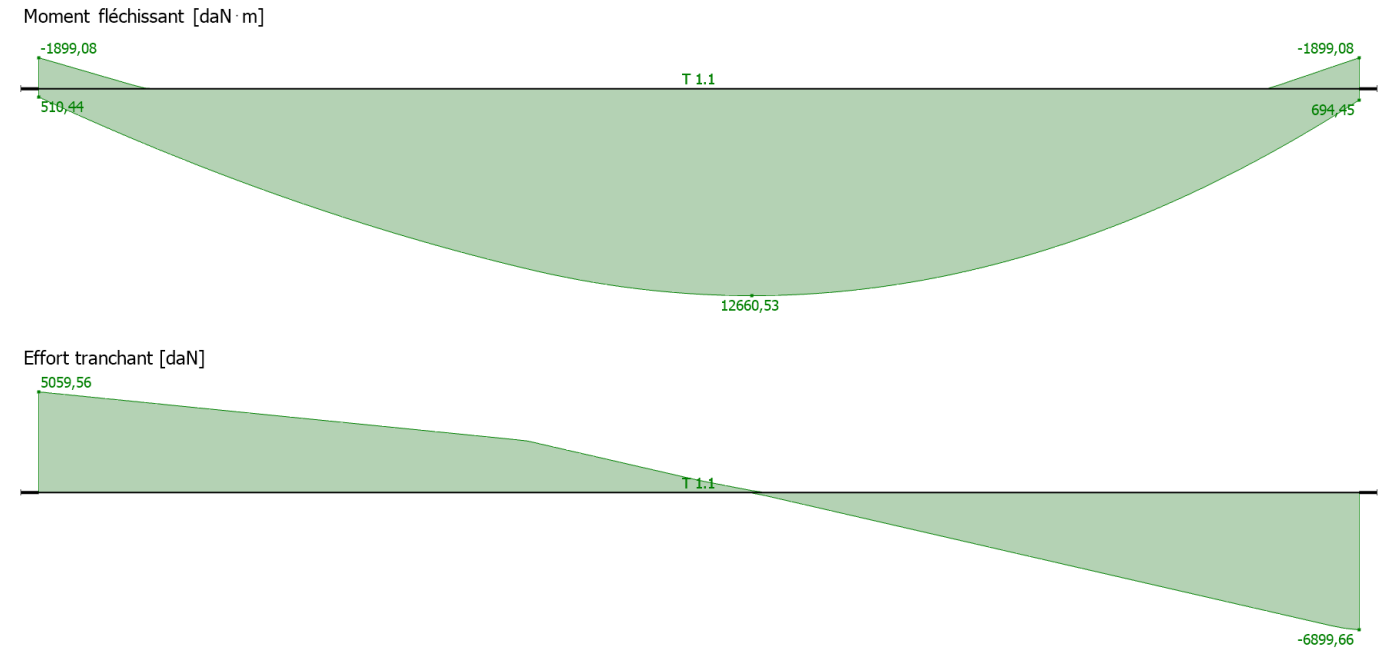
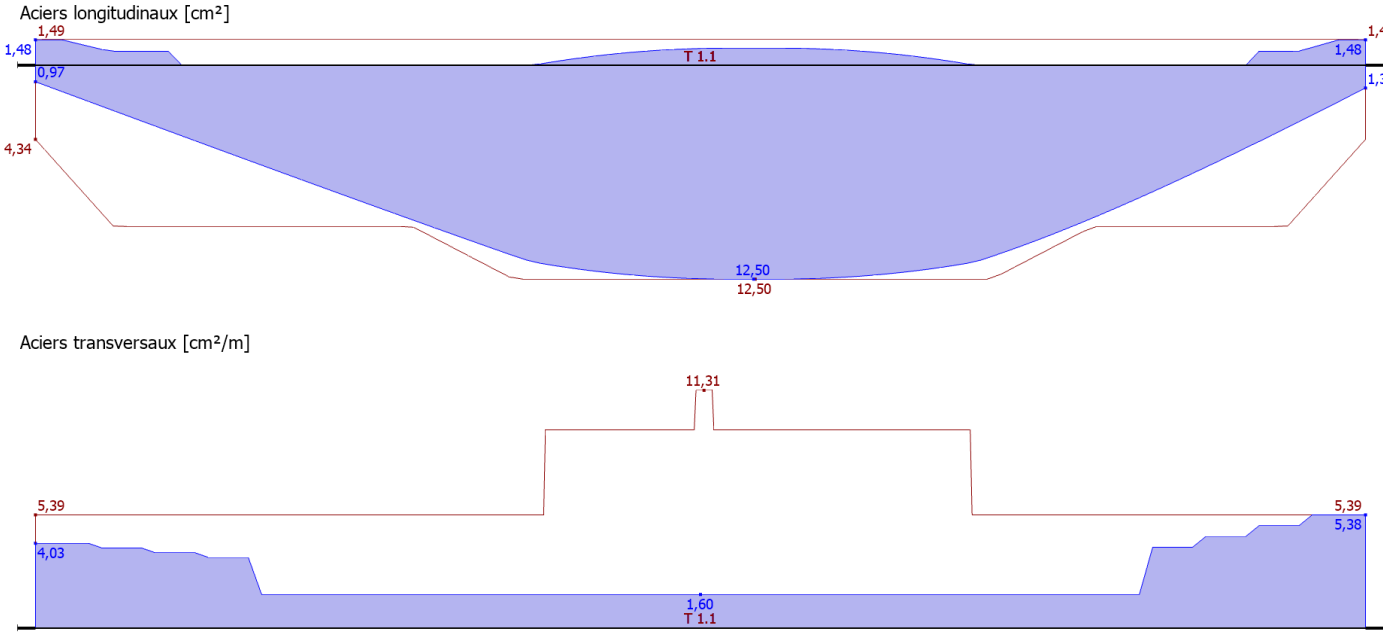


Schéma mécanique de chargement sur poutre N°3



Sollicitations



Ferrailage

6.4.2 **Cas 2**

- Poutre N°3

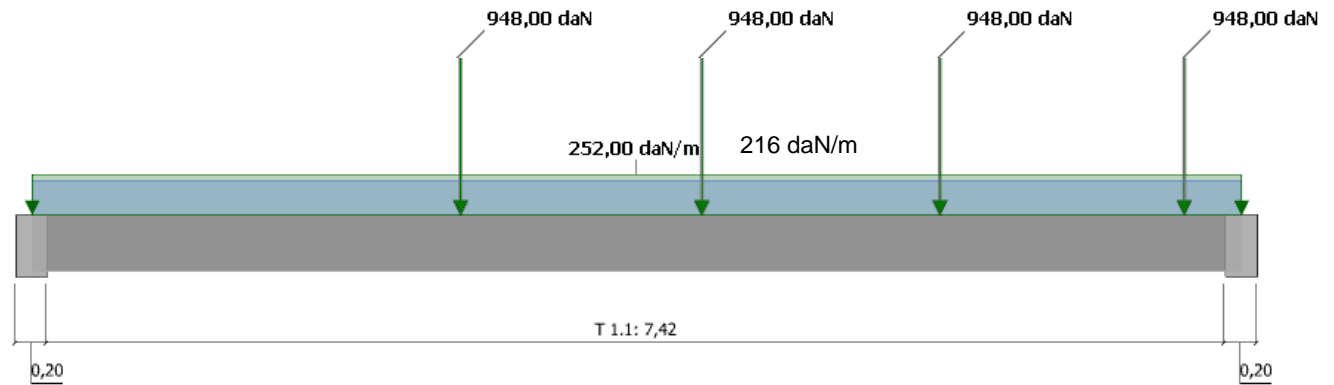
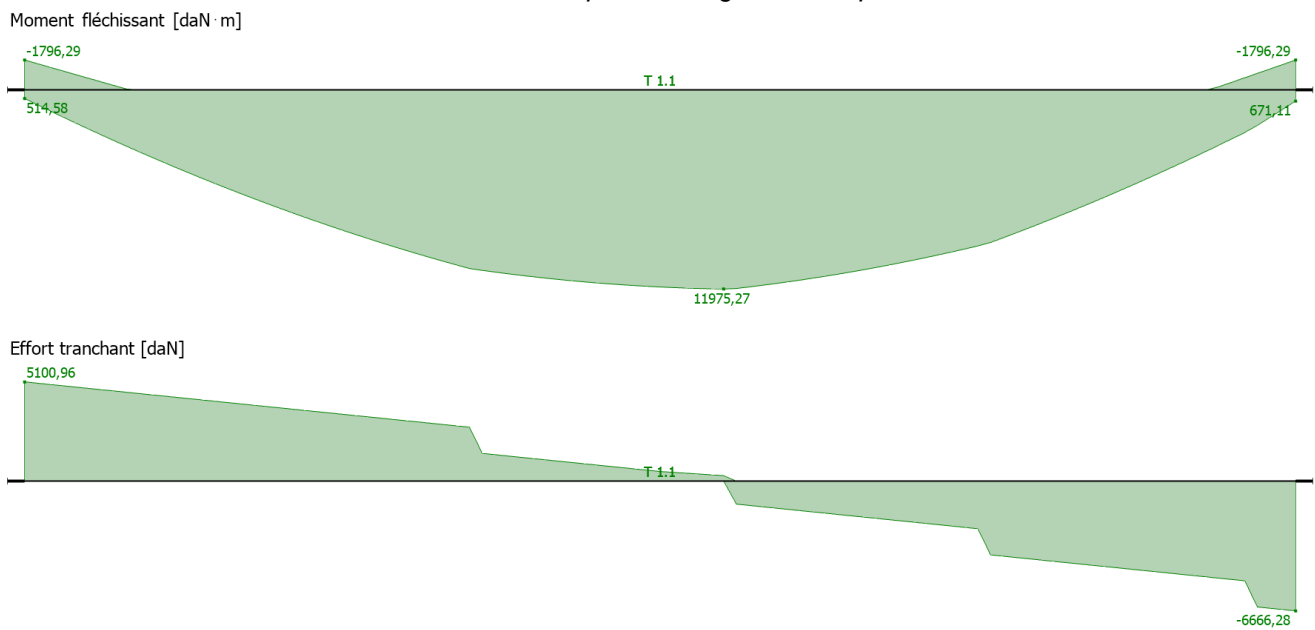
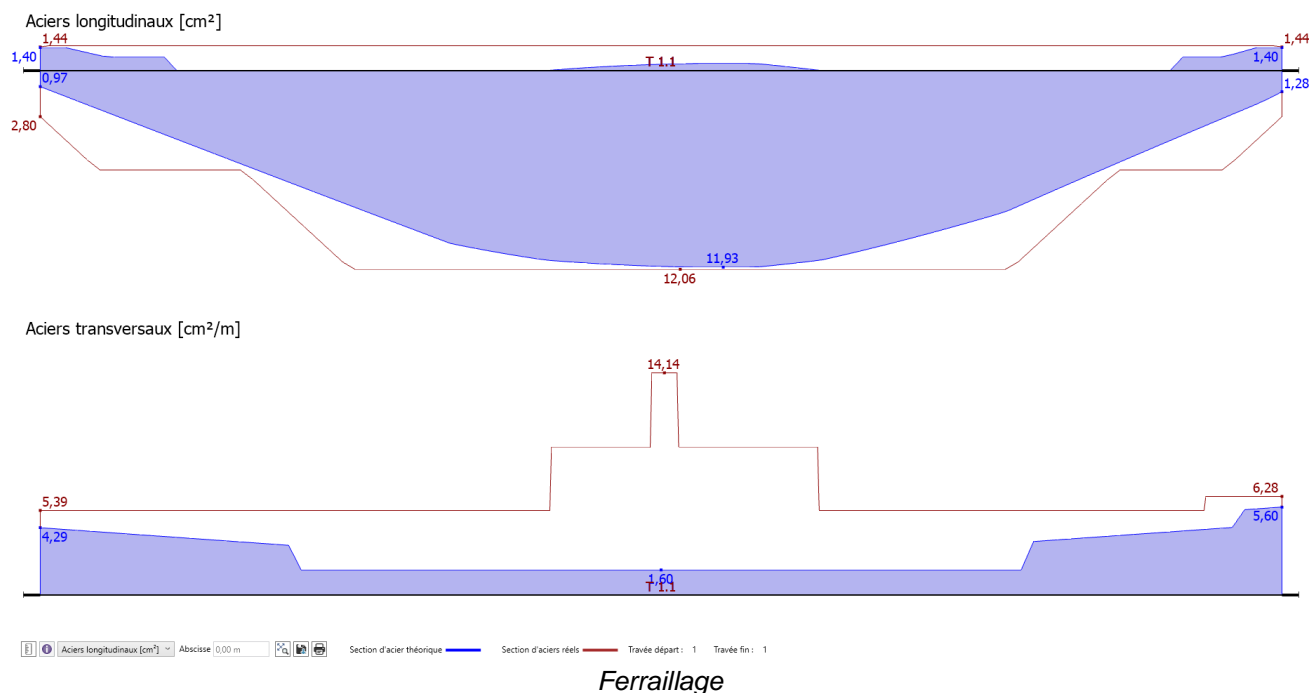


Schéma mécanique de chargement sur poutre



Sollicitations



### 6.4.3 Interprétation des résultats

D'après les résultats obtenus sur les deux cas étudiés, nous pouvons constater que la modification du système de chargement de la poutre, charges ponctuelles à la place d'une charge linéaire, n'engendre pas de sollicitations supplémentaires sur la poutre, nous pouvons même voir une réduction des efforts.

		Poutre N°2	
Sollicitations		Cas 1	Cas 2
Moment fléchissant T.m		11,98	10,95
Efforts tranchants T	Appui Gauche	5,1	4,77
	Appui droit	6,67	6,045

Tableau récapitulatif

## 7 Conclusion

Nous pouvons conclure que les travaux d'adaptation de la mise en place de la nouvelle PAC conformément au DTU pourront être réalisés sur le plancher existant, toutefois cela va nécessiter la réalisation de quelques travaux qu'on rappelle ci-dessous :

- Démolition du socle béton existant,
- Réalisation des longrines béton armé conformément au plan,
- Réfection de l'isolation et de l'étanchéité.

Nous rappelons que nos résultats se sont basés sur le principe d'implantation des longrines BA sur l'emprise du socle béton existant, cf. plan N°10, le respect de cette exigence est donc fondamental, en cas du non-respect de cette condition, nos résultats ne seront plus valables.