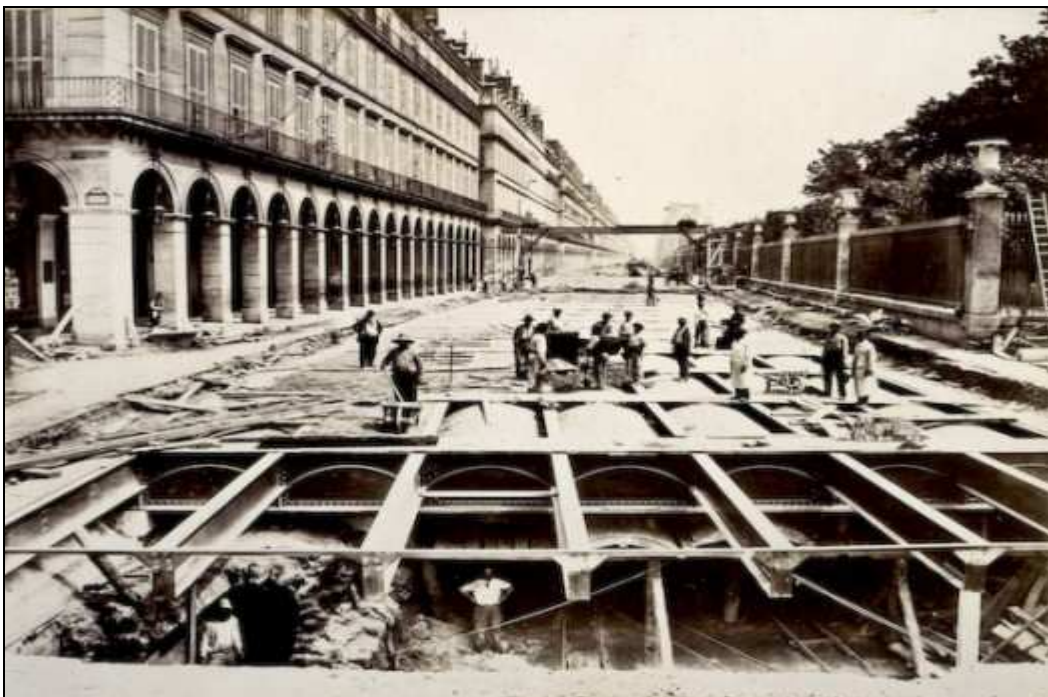


Année scolaire 2009/2010
Formation initiale de Conducteur de Travaux
spécialité « Bâtiment »



Projet de Construction Métallique

**Concours Construire'Acier
Conception de bureaux**



Conception réalisée par le groupe 1:

**Fernandez Olivier
Putois Alexandre
Vinois Guillaume**

Présentation du projet

Le projet étudié concerne la conception de bureaux pour le compte du groupe Construire'Acier. Le bâtiment sera conçu d'un rez-de-chaussée surmonté d'un étage et il se présente sous la forme suivante :

- Longueur : 20.00 m
- Largeur : 12.00 m
- Hauteur entre étages : 4.00 m

Le principal avantage d'une structure poteau-poutre est l'agencement fonction de l'utilisation des locaux. De cette manière, il nous faudra trouver un accord avec le Maître d'Ouvrage pour connaître ses souhaits dans la disposition des pièces.

Cependant, pour ce projet, nous avons réalisé un exemple de façade semblant être le plus judicieux pour guider notre client.

A présent, nous allons brièvement vous exposer la composition de la construction. Le projet sera dimensionné aux Eurocodes 3 et la nuance d'acier utilisée sera de type S 235 de classe 1.

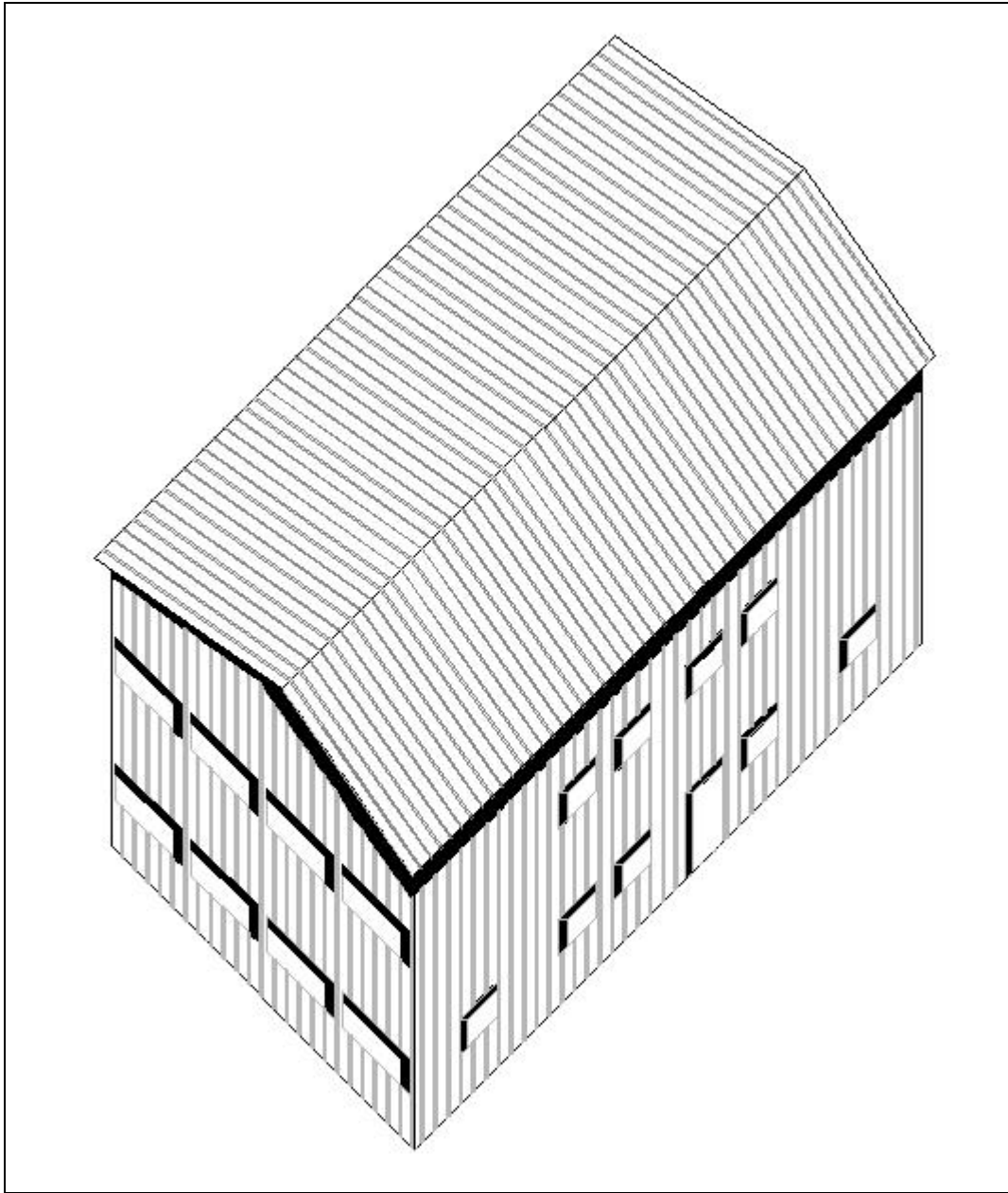
Le bâtiment est composé d'une série de 5 portiques, chacun conçu par un système poteau-ferme. Les poteaux seront des profilés HEA et les fermes, des profilés IPE.

La stabilité de la couverture est assurée par un dispositif ferme-panne avec des pannes de type IPE. Et le bardage de façade est fixé à des lisses de type UPE, elles-mêmes liaisonnées aux poteaux.

Le plancher utilisé est de type collaborant avec un coffrage perdu bac acier sur lequel viendra prendre place une dalle de compression. La stabilité du plancher sera faite par l'association poutre-solive de type IPE.

Données du groupe 1

h en mètres	P en mètres	L en mètres	Région de vent (zone et situation)	Région de neige	Poids propre plancher	Poids propre toiture et bardage	Surcharge plancher
8	6	5	I protégé	1A	100 daN/m ²	8 daN/m ²	200 daN/m ²



Représentation de la conception de bureaux en vue axonométrique

Sommaire

- I) **Justification du contreventement** p6
- II) **Détermination de la pression du vent** p6
- III) **Dimensionnement du plancher poutre-solive** p10
- 1) *Nomenclature fournisseur sur le choix du plancher*
 - 2) *Dimensionnement de la solive*
 - 3) *Dimensionnement de la poutre principale*
- IV) **Dimensionnement de la charpente métallique** p18
- 1) *Nomenclature fournisseur sur le type de couverture*
 - 2) *Dimensionnement des pannes*
 - 3) *Dimensionnement des fermes*
- V) **Dimensionnement du poteau** p27
- 1) *Le 1^{er} cas de descente de charges*
 - 2) *Le 2nd cas de descente de charges*
 - 3) *Calcul du poteau*
 - 4) *Conclusion*
- VI) **Dimensionnement des lisses** p29
- 1) *Nomenclature fournisseur sur le choix du bardage*
 - 2) *Note de calcul des lisses*

VII) Métre – Chiffrage prévisionnel p33

VIII) Organisation de chantier- Montage p34

- 1) *Liste du gros matériel*
- 2) *Planning estimatif du montage et liste du personnel*
- 3) *Plan d'installation de chantier*

IX) A présent, parlons de sécurité... p37

Conclusion

I) Justification du contreventement

Tout d'abord, nous allons aborder le choix des stabilités verticales. Selon l'effort du vent appliqué sur le long pan ou bien sur le pignon, nous avons disposé aux deux extrémités du bâtiment, un système de contreventement par croix de Saint-André sur toute la largeur du portique. Les croix de Saint-André seront réalisées par l'intermédiaire de cornières 100 x 100 x 10. Ce dispositif choisi ne nous gênera pas pour l'emplacement des ouvertures (voir Plan de principe).

La stabilité du bâtiment sera également assurée de façon horizontale grâce au plancher acier-béton de type collaborant. La transmission des efforts horizontaux des façades vers les composants de stabilité se fait par l'effet de diaphragme des planchers et des toits.

II) Calcul de la pression du vent

Valeur de la pression du vent

$$Q = k_r \cdot k_s \cdot (46 + 0.7h)$$

Données par rapport aux conditions imposées

$K_r = 1.00$
$K_s = 0.80$
$H = 8 \text{ m}$

D'où $Q = 1.00 \times 0.80 \times (46 + 0.7 \times 8) = 41.28 \text{ dan/m}^2$ d'où on considèrera que $Q = 41 \text{ dan/m}^2$.

Cas du vent s'appliquant au long pan avec local en surpression et en dépression

Lorsque le bâtiment est en surpression, le coefficient de pondération de la charge de vent appliquée au long pan est de 0.5 alors que pour tous les autres mis à part la couverture, le coefficient est de 0.8 (pour les coefficients concernant les versants de toiture, reportez vous au tableau ci-joint).

Lorsque le bâtiment est dépression, le coefficient de pondération de la charge de vent appliquée au long pan est de 1.1 alors que pour tous les autres mis à part la couverture, le coefficient est de 0.3 (pour les coefficients concernant les versants de la toiture, reportez vous au tableau dessous).

Cas du vent s'appliquant au pignon avec local en surpression et en dépression

Lorsque le bâtiment est en surpression, le coefficient de pondération de la charge de vent appliquée au pignon est de 0.5 alors que pour tous les autres mis à part la couverture, le

coefficient est de 0.8 (pour les coefficients concernant les versants de toiture, reportez vous au tableau ci-joint).

Lorsque le bâtiment est en dépression, le coefficient de pondération de la charge de vent appliquée au pignon est de 1.1 alors que pour tous les autres mis à part la couverture, le coefficient est de 0.3 (pour les coefficients concernant les versants de la toiture, reportez vous au tableau ci-joint).

Récapitulatif sur les charges de vent appliquées selon le long pan et le pignon

- Vent sur long pan

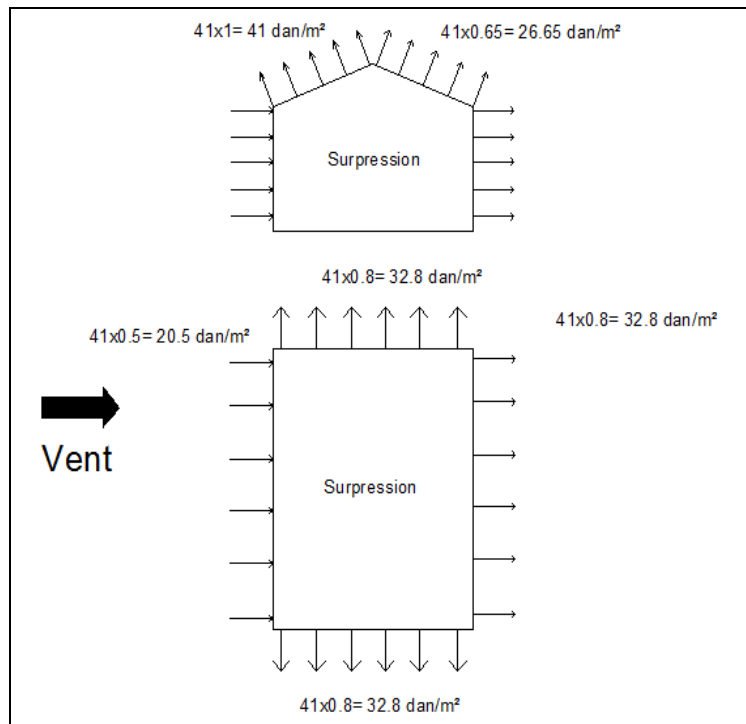
Vent normal sur les pannes = 41 dan/m²
 Vent normal sur les lisses = 45.1 dan/m²

- Vent sur pignon

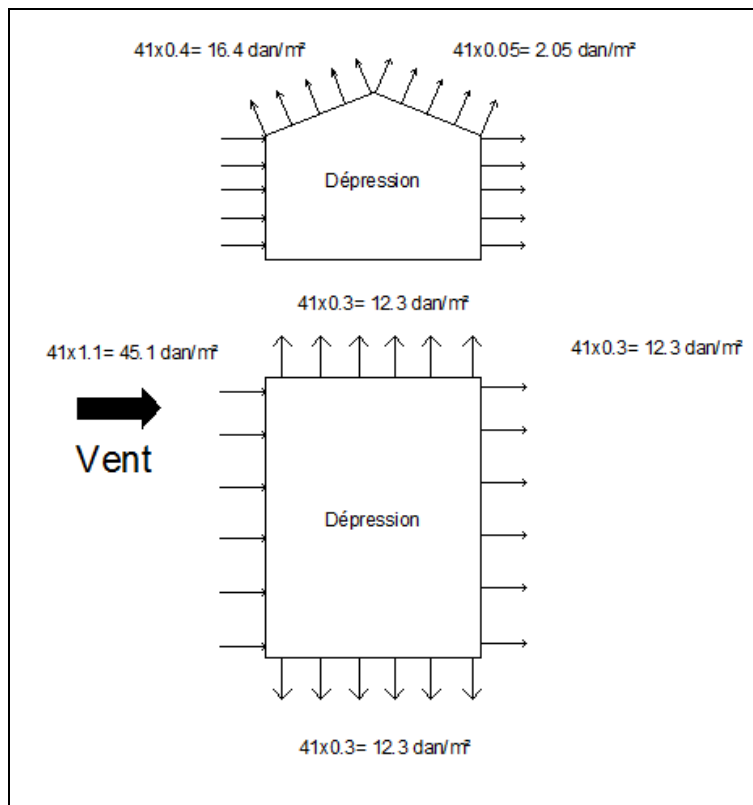
Vent normal sur les pannes = 32.8 dan/m²
 Vent normal sur les lisses = 45.1 dan/m²

Influence de la forme de la construction						
Détermination de Ce-Ci						
Convention de signe: actions positives vers l'intérieur du bâtiment			Surpression		Dépression	
Bâtiment fermé	Pente	Ce	Ci	Ce-Ci	Ci	Ce-Ci
Surface toiture au vent	10°	-0,70	0,3	-1.00	-0,30	-0,40
Surface toiture sous vent	10°	-0,35	0,3	-0,65	-0,30	-0,05

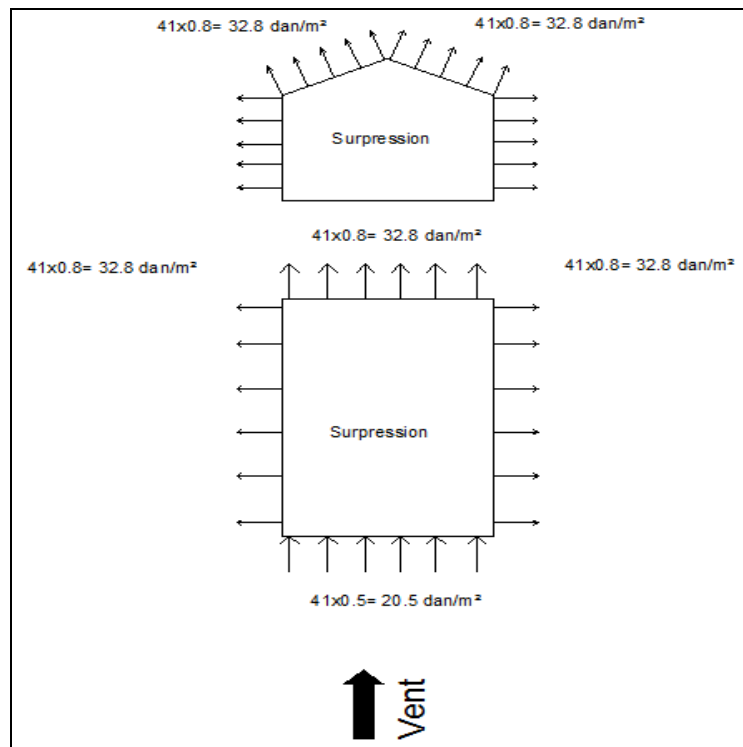
Vent s'appliquant au long pan lorsque le local est en surpression



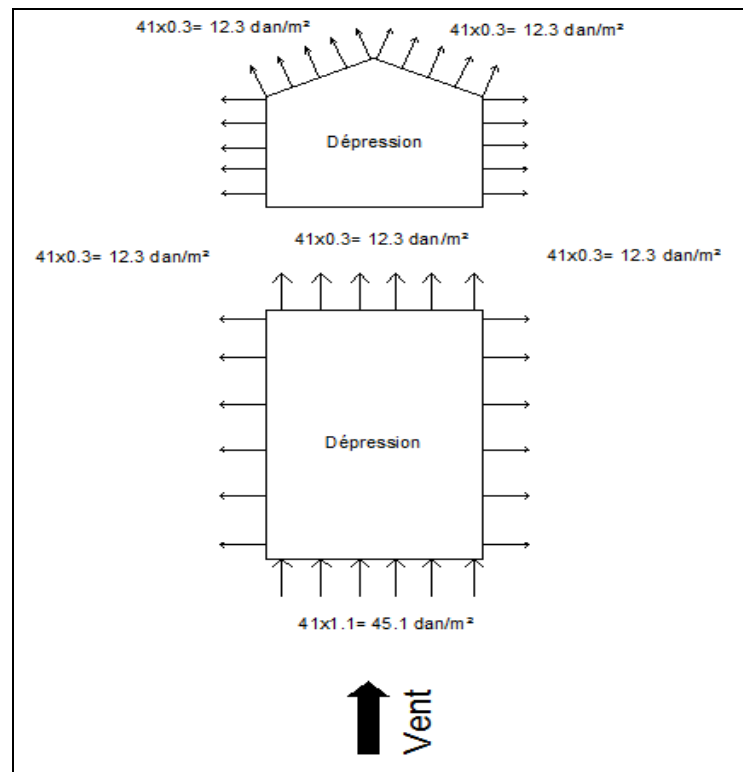
Vent s'appliquant au long pan lorsque le local est en dépression



Vent s'appliquant au pignon lorsque le local est en surpression



Vent s'appliquant au pignon lorsque le local est en dépression



III) Dimensionnement du plancher poutre-solive

Pour la conception du plancher sur bacs aciers, nous sommes partis sur l'hypothèse que le plancher est composé de poutres principales de longueur égale à 6,00 m entre poteaux dans le plan du portique et que l'épaisseur du plancher est de 20 cm. L'espacement entre les poutres étant de 5,00 m et la stabilité du plancher se faisant par l'association poutre-solive d'où on a considéré que l'espacement entre solives est de 3,00 m pour reprendre les charges permanentes et d'exploitation.

1. Nomenclature fournisseur sur le choix du plancher (ARVAL Construction, planchers collaborants COFRAPLUS 60)

CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES

▲ Face prélaquée

Epaisseur de la dalle de 10 à 28 cm

207 1035 101 62 58

APPLICATIONS

Cofraplus 60 est un profil nervuré cranté latéralement destiné à la construction de dalles béton.
Cofraplus 60 évite le décoffrage, allège le plancher et économise une nappe d'armatures.

DÉFINITIONS / NORMES

Identification de l'acier

- Norme NF EN 10326 : "bandes et tôles en acier de construction revêtues en continu par immersion à chaud".
- Norme XP 34-301 : "Tôles et bandes d'acier de construction galvanisées prélaquées ou revêtues d'un film organique calandré, destinées au bâtiment".
- Norme EN 10169-3 : "Produits plats en acier revêtus en continu de matières organiques (prélaqués) - partie 3 : produits pour applications intérieures dans le bâtiment".
- Acier : S350 GD selon norme NF EN 10326.

Coffrage

Cofraplus 60 sert de coffrage porteur, entre solives dans la pose sans étai, ou entre files d'étals et solives.
Sa légèreté facilite la manipulation d'éléments de grand format livrés à longueur jusqu'à 15 mètres.

Armature

Le crantage latéral soigne le profil autour des nervures moulées en sous-face de la dalle béton des planchers.
Comme armature, Cofraplus 60, en épaisseur 0,75 mm apporte 10,29 cm²/ml ou 13,91 cm²/ml d'acier en épaisseur 1,00 mm dans le sens porteur du plancher.

Revêtement

- galvanisé Z 275.
- galvanisé prélaqué :
 - Intérieur 12 :
 - catégorie II selon XP 34-301
 - catégorie CPI2 selon EN 10169-3
 - Halplus® 25 :
 - catégorie IIIa selon XP 34-301
 - catégorie CPI3 selon EN 10169-3
- Autres revêtements : sur consultation.

Réglementation

- Avis Technique 3/03-390 et 3/03-390* 01 Add.

Applications

Cofraplus 60 est spécialement conçu pour les ouvrages à surcharges modérées et portées moyennes.
Les planchers sur vide sanitaire doivent être visitables et ventilés.

Versions

Trois versions sont disponibles :

- La version standard est appelée **COFRAPLUS 60**.

- La version spécialement adaptée pour utilisation en système poutre mixte avec connecteurs de types Hilti ou Nelson posés au travers du bac sur chantier est appelée **COFRAPLUS 60 C** : fabrication spécifique sur demande.

COFRAPLUS 60 C
(version connecteur fond de nervure)

- **COFRAPLUS 60** peut être réalisé avec préperçage pour le passage des goujons soudés en atelier. Cette version est appelée **COFRAPLUS 60 P** : Étude et fabrication sur demande. (jusqu'à une épaisseur de 1,00 mm).

COFRAPLUS 60 P
(le plan de perçage est à fournir)

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU PLANCHER VERSION STANDARD

Caractéristiques utiles du profil

Épaisseur nominale de la tôle e	mm	0,75	0,88	1,00	1,25
Poids au mètre carré utile	daN/m ²	8,53	10,00	11,37	14,22
Section active d'acier : A	cm ² /ml	10,29	12,17	13,91	17,57
Inertie propre du profil : i	cm ⁴ /ml	55,12	65,21	74,53	93,94
Position fibre neutre : v ₁	cm	3,33	3,33	3,33	3,33
Module d'inertie : W _y	cm ³ /ml	16,55	19,58	22,38	28,20

Consommation nominale de béton

Épaisseur d	cm	10	11	12	24	28
Litage	lit ²	65	75	85	205	245
Poids théorique du béton seul*	daN/m ²	155	179	203	491	587

* Pour obtenir le poids total de la dalle il faut ajouter le poids du béton d0
Poids volumique du béton 2400 daN/m³

Référence de l'épaisseur du plancher selon les données du groupe 1 prise en compte pour nos calculs et de l'épaisseur du bac qui sera de 1,00 mm

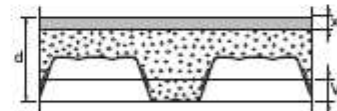
Caractéristiques utiles en travée de la dalle

Épaisseur d	cm	10	11	12	24	28						
Pour e = 0,75 mm distance d-v ₁	cm	6,67	6,67	6,67	20,67	24,67						
Distance x	cm	3,25	3,58	3,90	4,13	4,40	4,65	4,90	5,36	5,79	6,59	7,31
i ₁₅	cm ⁴ /ml	252	329	421	527	649	786	938	1289	1705	2731	4024
z	cm	5,59	6,48	7,39	8,29	9,20	10,12	11,04	12,88	14,74	18,47	22,23

Épaisseur d	cm	10	11	12	13	14	15	16	18	20	24	28
Pour e = 1,00 mm distance d-v ₁	cm	6,67	7,67	8,67	9,67	10,67	11,67	12,67	14,67	16,67	20,67	24,67
Distance x	cm	3,59	3,94	4,28	4,60	4,90	5,20	5,48	6,01	6,51	7,43	8,27
i ₁₅	cm ⁴ /ml	309	404	517	648	799	969	1159	1600	2123	3424	5073
z	cm	5,47	6,36	7,24	8,14	9,04	9,94	10,84	12,67	14,50	18,19	21,91

Notation

- d : épaisseur de la dalle, nervure du bac incluse
- v₁ : distance de l'axe neutre du bac à sa fibre inférieure
- x : distance de l'axe neutre de la dalle à sa fibre supérieure
- i₁₅ : inertie mixte équivalente en acier correspondant à E_a/E_b = 15
- z : bras de levier conventionnel (d-v₁ - x/3)



Les valeurs de "m" et de "k" sont données dans le système d'unités : longueur en cm, force en daN.

Cisaillement admissible entre tôle et béton

$\tau = T / 100 \cdot z \leq m \cdot \rho d / L + k$
avec
 ρ = rapport de la section de la tôle à la section utile de béton (hauteur d-v₁)
L = portée de calcul en cm

	Résistance	Glissement	
		Charge statique	Charge dynamique
m	3238	1775	1420
k	0,1288	0,5302	0,4242

Résistance au feu

CF : degré coupe-feu du plancher brut.
Une épaisseur minimale est requise pour le respect du critère de température en face non exposée.

CF demandé	60'	90'	120'	180'
d min en cm	11	12	15	18

En l'absence d'armatures spécifiques, les planchers Cofraplus sont CF 30'. Pour des CF supérieurs, la résistance du plancher pour le délai requis d'exposition au feu doit être justifiée par la prise en compte des seules armatures enrobées dans le béton.

Isolation acoustique

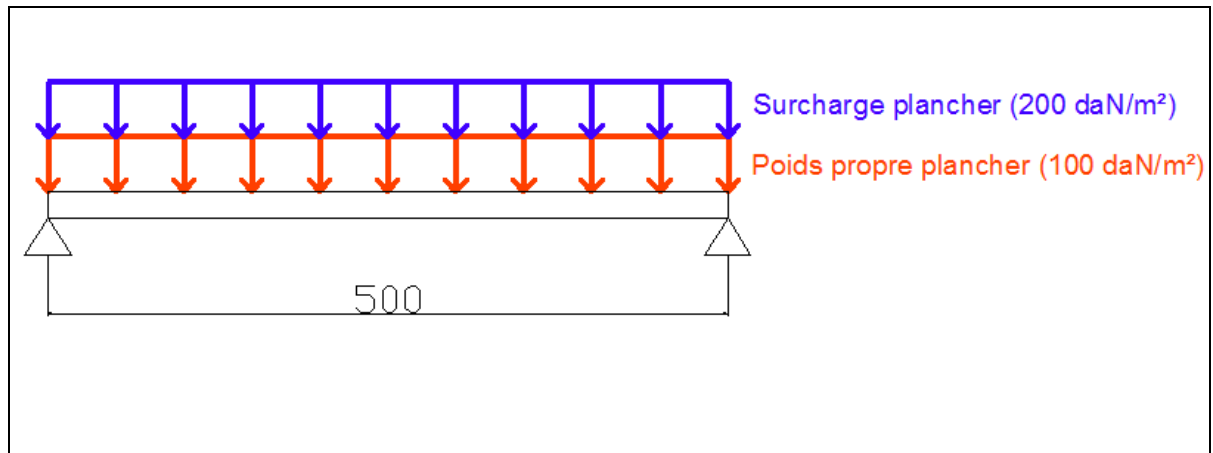
Le comportement acoustique du plancher brut correspond à la loi de masse. (valeurs calculées par modélisation)

Épais. d en cm	10	11	12	13	14	15	20	24	28
Rw (C;Ctr)	44 (-1;-3)	45 (-1;-4)	46 (-1;-4)	47 (-1;-4)	48 (-1;-5)	48 (-1;-4)	52 (-2;-6)	54 (-1;-7)	56 (-1;-7)

Ce choix de plancher type collaborant répondait le mieux aux données techniques imposées pour la réalisation de celui-ci.

2. Dimensionnement de la solive

Représentation des efforts appliqués sur la solive



1- Calcul des actions pour une solive

1.1 Charge permanente plancher P (daN/ml)

$$P = 100 \text{ daN/m}^2 \times 3 \text{ ml} = 300 \text{ daN/ml}$$

1.2 Charge d'exploitation S (daN/ml)

$$S = 200 \text{ daN/m}^2 \times 3 \text{ ml} = 600 \text{ daN/ml}$$

2- Calcul des sollicitations internes (Moment max & Effort tranchant max)

2.1 Charge permanente

Msd, P max $(q \times l^2)/8 = (300 \times 5^2)/8$ = 938 daN.ml	Vsd, P max $(q \times l)/2$ = 250 daN
---	---

2.2 Surcharge S

Msd, S max $(q \times l^2)/8 = (600 \times 5^2)/8$ = 1875 daN.ml	Vsd, S max $(q \times l)/2$ = 500 daN
--	---

2.3 Pondération à l'ELU

Msd max $1,35 G + 1,5 Q = 1,35 \times (938) + 1,5 \times (1875)$ = 4078 daN.ml	Vsd max $1,35 G + 1,5 Q = 1,35 \times (250) + 1,5 \times (500)$ = 1087 daN
--	--

2.4 Pondération à l'ELS

Ms max	Vs max
$G + Q = 938 + 1875 = 2813 \text{ daN.ml}$	$G + Q = 250 + 500 = 750 \text{ daN}$

3- Pré dimensionnement

3.1 Critère de résistance

On suppose que le profil est de classe 1
Détermination de $W_{ply \text{ min}}$

$$W_{ply \text{ min}} = M_{pl} / f_y = (4078.10^4) / 235 = 173,54 \text{ cm}^3$$

3.2 Critère de flèche (Portée de la poutre = 5m et flèche limitée à 1/300 de la portée soit $f = 500/300 = 1,67 \text{ cm}$)

Détermination de $I_y \text{ min}$

Pour la charge de plancher

$$I_y = (5 \times 3 \times 5000^4) / (384 \times 210000 \times 16.7) = 696 \text{ cm}^4$$

Pour le surcharge d'exploitation

$$I_y = (5 \times 6 \times 5000^4) / (384 \times 210000 \times 16.7) = 1392 \text{ cm}^4$$

$$I_{min} = 696 + 1392 = 2088 \text{ cm}^4$$

Ainsi, d'après nos deux critères de pré dimensionnement, on retiendra le profil IPE 220 (données concernant ce profilé $I_y = 2772 \text{ cm}^4$, $W_{ply} = 285,4 \text{ cm}^3$ et $Av_z = 15,88 \text{ cm}^2$).

4- Vérification à l'EC3

4.1 Calcul de M_{rd} – vérification en flexion

Nota : on prend en considération le poids de la poutre retenue.

$$M_{rd} = (W_{ply} \times f_y) / \gamma_{Mo} = ((285,4 \cdot 10^3) \times 235) / 1 = 6707 \text{ daN.ml}$$

$$\text{Vérification (Msd, poutre IPE 220 max)} = (q \times l^2) / 8 = (26.2 \times 5^2) / 8 = 82 \text{ daN.ml}$$

$$D'où Msd, \text{ max} = 1.35 \times (938 + 82) + 1.5 \times (1875) = 4189 \text{ daN.ml}$$

$M_{rd} > M_{sd}$, nous pouvons à présent poursuivre pour la vérification au cisaillement

4.2 Calcul de V_{rd} – vérification au cisaillement

Nota : on prend en considération le poids de la poutre retenue.

$$V_{rd} = 0.58 \times f_y \times A_{vz} = 0.58 \times 235 \times 1588 = 21644 \text{ daN}$$

$$\text{Vérification (} V_{sd}, \text{ poutre max } = (q \times l) / 2 = 66 \text{ daN)}$$

$$\text{D'où } V_{sd}, \text{ max } = 1.35 \times (250 + 66) + 1.5 \times (500) = 1176 \text{ daN}$$

$V_{rd} > V_{sd}$, nous pouvons à présent poursuivre pour la vérification de la flèche

4.3 Calcul de la flèche – vérification de la flèche ($f = (5 p L^4) / (384 E I)$ pour charge répartie).

$$f = f_{\text{charge permanente}} + f_{\text{Surcharge}} + f_{\text{poutre}}$$

$$\begin{aligned} &= ((5 \times 3 \times 5000^4) / (384 \times 210000 \times (2772.10^4))) \\ &+ ((5 \times 6 \times 5000^4) / (384 \times 210000 \times (2772.10^4))) \\ &+ ((5 \times 0.262 \times 5000^4) / (384 \times 210000 \times (2772.10^4))) \end{aligned}$$

$$= 4.194 \text{ mm} + 8.388 \text{ mm} + 0.366 \text{ mm}$$

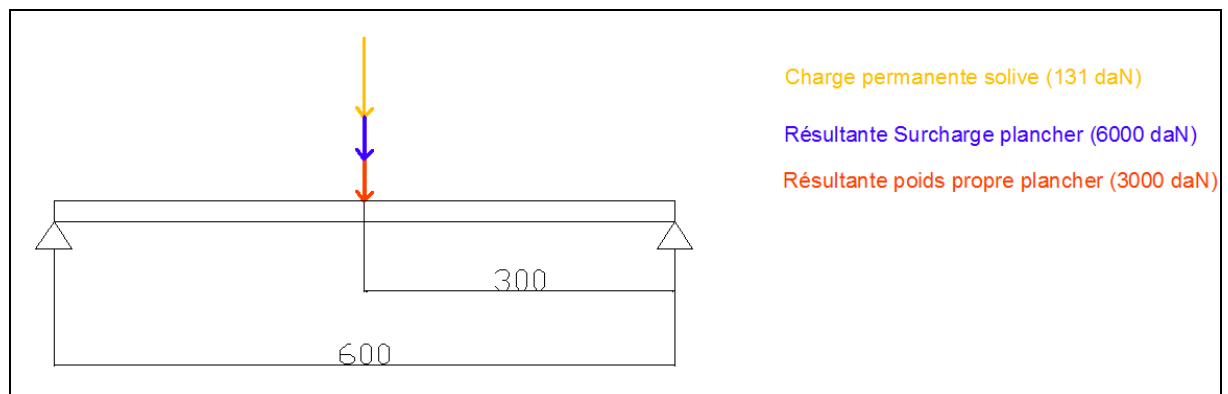
$$= 1.29 \text{ cm.}$$

$$1,29 \text{ cm} < f_{\text{admissible}} = 1,67 \text{ cm}$$

CONCLUSION : le profilé IPE 220 retenu est acceptable et grâce au pré dimensionnement, il est le plus économique.

3. Dimensionnement de la poutre principale

Représentation des efforts appliqués sur la poutre



1- Calcul des actions pour une poutre

1.1 Charge permanente plancher P (daN)

$$P = 100 \text{ daN/m}^2 \times 5 \text{ ml} \times 6 \text{ ml} = 3000 \text{ daN/ml}$$

2.2 Charge permanente solive (daN)

$$S = 26,2 \text{ daN/ml} \times 5 \text{ ml} = 131 \text{ daN}$$

2.3 Charge d'exploitation S (daN/ml)

$$S = 200 \text{ daN/m}^2 \times 5 \text{ ml} \times 6 \text{ ml} = 6000 \text{ daN/ml}$$

2- Calcul des sollicitations internes (Moment max & Effort tranchant max)

2.1 Charge permanente plancher

Msd, p max	Vsd, p max
$(q \times l)/4 = (3000 \times 6)/4 = 4500 \text{ daN.ml}$	$q/2 = 1500 \text{ daN}$

2.2 Charge permanente solive

Msd, s max	Vsd, s max
$(q \times l)/4 = (131 \times 6)/4 = 197 \text{ daN.ml}$	$q/2 = 66 \text{ daN}$

2.3 Surcharge S

Msd, S max	Vsd, S max
$(q \times l)/4 = (6000 \times 6)/4 = 9000 \text{ daN.ml}$	$q/2 = 3000 \text{ daN}$

2.4 Pondération à l'ELU

Msd max	Vsd max
$1,35 G + 1,5 Q = 1,35 \times (4500 + 197) + 1,5 \times (9000) = 19840 \text{ daN.ml}$	$1,35 G + 1,5 Q = 1,35 \times (3000 + 66) + 1,5 \times (3000) = 6613 \text{ daN}$

2.5 Pondération à l'ELS

Ms max	Vs max
$G + Q = (2250 + 197) + 4500 = 6946 \text{ daN.ml}$	$G + Q = 1500 + 66 + 3000 = 4566 \text{ daN}$

3- Pré dimensionnement

3.1 Critère de résistance

On suppose que le profil est de classe 1
Déterminer $W_{pl\ max}$

$$W_{pl\ max} = M_{pl} / f_y = (19840.10^4) / 235 = 844.27\ cm^3$$

3.2 Critère de flèche (Portée de la poutre = 6 m et flèche limitée à 1/300 de la portée
soit $f = 600/300 = 2\ cm$)

Détermination de $I_y\ min$

- Pour la charge de plancher

$$I_y = (30000 \times 6000^3) / (48 \times 210000 \times 20) = 3214,29\ cm^4$$

- Pour la charge de solive

$$I_y = (1310 \times 6000^3) / (48 \times 210000 \times 20) = 140,36\ cm^4$$

- Pour le surcharge d'exploitation

$$I_y = (60000 \times 6000^3) / (48 \times 210000 \times 20) = 6428,57\ cm^4$$

$$I_y\ min = 2008,93 + 140,36 + 4017,86 = 9783,21\ cm^4$$

Ainsi, d'après nos deux critères de pré dimensionnement, on retiendra le profil IPE 330
(données concernant ce profilé $I_y = 11770\ cm^4$, $W_{ply} = 804,3\ cm^3$ et $Av_z = 30,81\ cm^2$).

4- Vérification à l'EC3

4.1 Calcul de M_{rd} – vérification en flexion

Nota : on prend en considération le poids de la poutre retenue

$$M_{rd} = (W_{ply} \times f_y) / \gamma_{Mo} = ((804,3 \cdot 10^3) \times 235) / 1 = 18901\ daN.ml$$

$$\text{Vérification (Msd, poutre max } = (q \times l^2) / 8 = (49,1 \times 6^2) / 8 = 220,95\ daN.ml)$$

$$D'où Msd, max = 1.35 \times (2250 + 197 + 189.9) + 1.5 \times (4500) = 20138,56\ daN.ml$$

$M_{rd} < M_{sd}$, nous ne pouvons pas à présent poursuivre pour la vérification au cisaillement
alors prenons un profilé plus épais d'où le profilé IPE 360

(données concernant ce profilé $I_y = 16260\ cm^4$, $W_{ply} = 1019\ cm^3$ et $Av_z = 35,14\ cm^2$).

$$M_{rd} = (W_{ply} \times f_y) / \gamma_{Mo} = ((1019 \cdot 10^3) \times 235) / 1 = 23946,5\ daN.ml$$

$$\text{Vérification (Msd, poutre max } = (q \times l^2) / 8 = (57,1 \times 6^2) / 8 = 256,95\ daN.ml)$$

$$D'o\grave{u} Msd, \max = 1.35 \times (4500 + 197 + 256,95) + 1.5 \times (9000) = 20187,16 \text{ daN.m}$$

Mrd > Msd, nous pouvons \u00e0 pr\u00e9sent poursuivre pour la v\u00e9rification au cisaillement

4.2 Calcul de Vrd – v\u00e9rification au cisaillement

Nota : on prend en consid\u00e9ration le poids de la poutre retenue

$$Vrd = 0.58 \times fy \times Avz = 0.58 \times 235 \times 3514 = 47895,8 \text{ daN}$$

$$\text{V\u00e9rification (Vsd, poutre max = (q \times l) / 2 = 171,3 daN)}$$

$$D'o\grave{u} Vsd, \max = 1.35 \times (1500 + 66 + 171,3) + 1.5 \times (3000) = 6845,36 \text{ daN}$$

Vrd > Vsd, nous pouvons \u00e0 pr\u00e9sent poursuivre pour la v\u00e9rification de la fl\u00e8che

4.3 Calcul de la fl\u00e8che – v\u00e9rification de la fl\u00e8che ($f = (5 p L^4) / (384 E I)$) pour charge r\u00e9partie et $f = (p L^3) / (48 E I)$ pour charge ponctuelle).

f= f,charge permanente + f, charge solive + f, charge poutre + f, Surcharge

$$\begin{aligned} &= (30000 \times 6000^3) / (48 \times 210000 \times (16260.10^4)) \\ &+ (1310 \times 6000^3) / (48 \times 210000 \times (16260.10^4)) \\ &+ ((5 \times 0.571 \times 6000^4) / (384 \times 210000 \times (16260.10^4))) \\ &+ (60000 \times 6000^3) / (48 \times 210000 \times (16260.10^4)) \end{aligned}$$

$$= 3,95 \text{ mm} + 0,17 \text{ mm} + 0,28 \text{ mm} + 7,90 \text{ mm}$$

$$= 1,23 \text{ cm.}$$

$$1,23 < 2,00 \text{ cm}$$

CONCLUSION : le profil\u00e9 IPE 300 retenue est acceptable et gr\u00e2ce au pr\u00e9 dimensionnement, il est le plus \u00e9conomique .

R\u00e9capitulatif : les solives sont des profil\u00e9s IPE 220 de longueur \u00e9gale \u00e0 5,00 m et espac\u00e9es de 3,00 m, et les poutres principales sont des profil\u00e9s IPE 360 de longueur \u00e9gale \u00e0 6,00 m espac\u00e9es de 5,00 m suivant la disposition des portiques.

IV) Dimensionnement de la charpente métallique

1. Choix de la couverture avec nomenclature du constructeur (Galva Service- Référence GS 38 B)

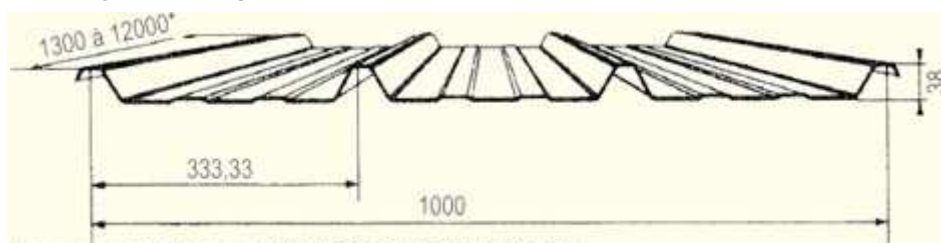
GS 38 B

Applications

Le produit GS 38 B est utilisé comme profil de bardage et toiture pour bâtiment ; Bardage simple peau, avec nervure saillantes ; Parement extérieur de bardage double peau ; Décoration de façade ; Paroi de mobil-home et bungalow.

Fabricants / Distributeurs : Galva Service Bazeilles

Profil géométrique



*Longueurs < 1300 ou > 12000 POSSIBLES EN REPRÉSENTATION

Masse des plaques

Epaisseur (mm)	0.63	0.75	0.88	1.00	1.2
Masse (kg/m ²)	5.74	6.83	8.01	9.11	11.38

Référence de l'épaisseur de la tôle selon les données du groupe 1 prise en compte pour nos calculs



Portées d'utilisation en mètres

Portées d'utilisation en travée simple

CHARGES		TRAVÉE SIMPLE									
d'exploitation	CHARGES ASCENDANTES					CHARGES DESCENDANTES					
non	Toutes nervures fixées										
Pondérées	Épaisseurs en mm					Épaisseurs en mm					
DaN/m ²	1.25	1.00	0.88	0.75	0.63	1.25	1.00	0.88	0.75	0.63	
50	3.95	3.30	2.95	2.55	1.85	3.20	3.00	2.90	2.55	1.85	
75	3.95	3.30	2.95	2.55	1.85	2.85	2.70	2.60	2.45	1.85	
100	3.95	3.30	2.95	2.55	1.85	2.65	2.45	2.35	2.25	1.85	
125	3.55	3.15	2.95	2.55	1.85	2.45	2.30	2.20	2.10	1.85	
150	3.20	2.85	2.65	2.45	1.85	2.35	2.15	2.10	2.00	1.85	
175	2.95	2.65	2.45	2.25	1.70	2.20	2.05	2.00	1.90	1.75	
200	2.75	2.45	2.30	1.95	1.50	2.15	2.00	1.90	1.80	1.70	
225						2.05	1.90	1.85	1.75	1.55	
250						2.00	1.85	1.75	1.70	1.40	

Portées d'utilisation en continuité

CHARGES		CONTINUITÉ													
d'exploitation	CHARGES DESCENDANTES					CHARGES ASCENDANTES									
non						Toutes nervures fixées				2 nervures fixées sur 3					
Pondérées	Épaisseurs en mm					Épaisseurs en mm				Épaisseurs en mm					
DaN/m ²	0.63	0.75	0.88	1.00	1.25	0.63	0.75	0.88	1.00	1.25	0.63	0.75	0.88	1.00	1.25
50	2.00	2.90	3.40	3.65	3.85	2.00	2.90	3.40	3.90	4.40	2.00	2.90	3.40	3.90	4.40
75	2.00	2.90	3.10	3.25	3.45	2.00	2.90	3.40	3.90	4.40	2.00	2.90	3.20	3.45	3.90
100	2.00	2.70	2.85	2.95	3.15	2.00	2.90	3.35	3.60	4.05	2.00	2.50	2.75	2.95	3.30
125	2.00	2.50	2.65	2.75	2.95	2.00	2.75	3.00	3.20	3.60	1.80	2.25	2.45	2.60	2.95
150	2.00	2.40	2.50	2.60	2.80	1.95	2.50	2.70	2.90	3.25	1.65	2.05	2.20	2.35	2.65
175	1.85	2.25	2.40	2.50	2.65	1.70	2.25	2.50	2.70	3.00	1.50	1.90	2.05	2.20	2.45
200	1.75	2.15	2.30	2.40	2.55	1.50	1.95	2.30	2.50	2.80	1.30	1.70	1.90	2.05	2.30
225	1.55	2.05	2.20	2.30	2.45										
250	1.40	1.95	2.10	2.20	2.40										

Les tableaux d'utilisation ont été déterminés par voie expérimentale. Données à titre indicatif, essais en cours. Sous l'action des charges ascendantes, les portées utiles données au tableau ci-dessus sont valables pour des fixations dont la résistance de calcul (P_k/y_m) est supérieure ou égale aux valeurs indiquées ci-contre en daN.

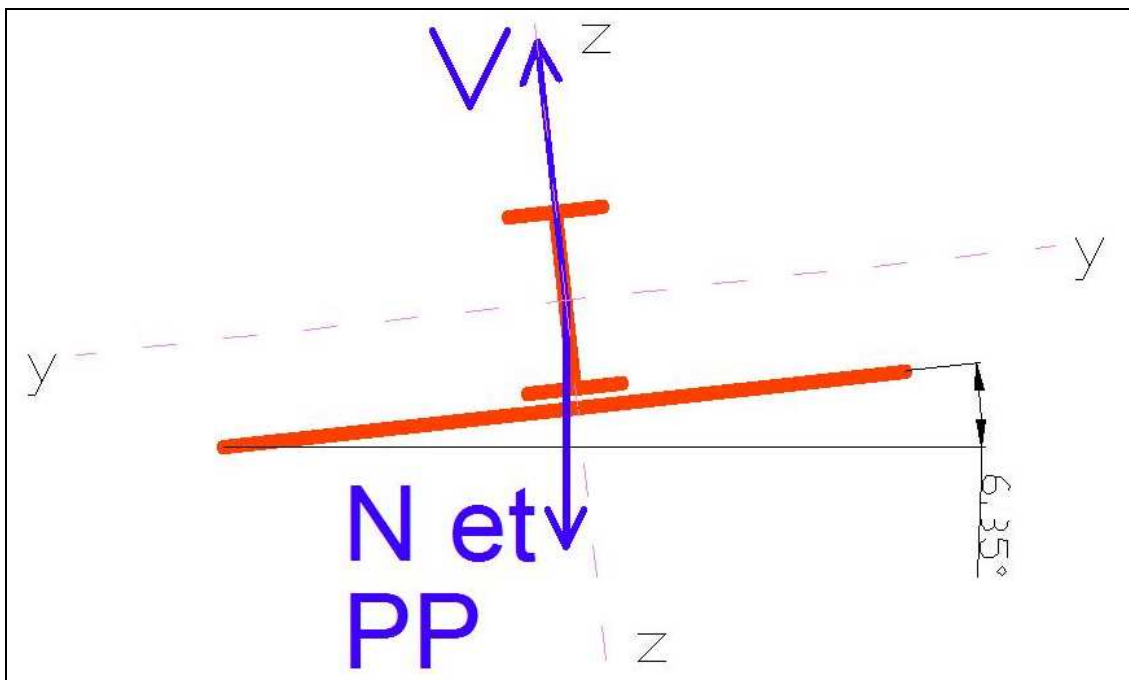
Position de la fixation	Sommet de la nervure				Plage					
	0.63	0.75	0.88	1.00	1.25	0.63	0.75	0.88	1.00	1.25
Epaisseurs mm.										
Toutes nervures fixées	215	280	330	355	395	165	210	245	270	300
2 nervures fixées sur 3	285	365	410	440	490	190	245	270	295	325

2- Dimensionnement des pannes

Le dimensionnement des pannes se fait en flexion déviée avec la prise en compte de 4 éléments pour les différents cas de combinaison que l'on va avoir avec le bardage, la neige, le vent et le poids du profilé. Sur chaque ferme, on disposera des pannes espacées de 2,00 m dont 2 en milieu de travée et 2 autres aux extrémités de la ferme qui seront support de la couverture.

- Données :
- Neige = 35 daN/m²
 - Vent = 41 daN/m²
 - Poids bardage = 8.01 daN/m²

Représentation des efforts appliqués sur la panne



N représente l'effort de la neige

V représente l'effort du vent

PP représente l'effort engendré par le bardage et le poids propre de l'IPE

□ vaut 6.35° d'après la pente de notre toiture qui est de 11%

2.1 Efforts appliqués à la panne

	Charge N (yy)	Charge N (zz)	Charge Bardage (yy)	Charge Bardage (zz)	Charge V (yy)
Charge surfacique	$35 \times \sin(83,65)$ = 34,79 daN/m ²	$35 \times \cos(83,65)$ = 3,87 daN/m ²	$8,01 \times \sin(83,65)$ = 7,96 daN/m ²	$8,01 \times \cos(83,65)$ = 0,89 daN/m ²	41 daN/m ²

Action sur la poutre	$34,79 \times 2$ = 69,58 daN/ml	$3,87 \times 2$ = 7,74 daN/ml	$7,96 \times 2$ = 15,92 daN/ml	$0,89 \times 2$ = 1,78 daN/ml	41×2 = 82 daN/ml
Msd,max	$(69,58 \times 5^2) / 8$ = 217,48 daN.ml	$(7,74 \times 5^2) / 8$ = 24,19 daN.ml	$(15,92 \times 5^2) / 8$ = 48,75 daN.ml	$(1,78 \times 5^2) / 8$ = 5,56 daN.ml	$(82 \times 5^2) / 8$ = 256,25 daN.ml
Vsd,max	$(69,58 \times 5) / 2$ = 173,95 daN	$(7,74 \times 5) / 2$ = 19,35 daN	$(15,92 \times 5) / 2$ = 39,8 daN	$(1,78 \times 5) / 2$ = 4,45 daN	$(82 \times 5) / 2$ = 205 daN

2.2 Pondérations selon les différents cas

- 1) Vent : $PP_y - 1.5 V_y$
- 2) Vent et Neige : $PP_y + 1.35 N_y - 1.35 V_y$
- 3) Neige y : $1.35 PP_y + 1.5 N_y$
Neige z : $1.35 PP_z + 1,5 N_z$

2.3 Application

Nous prendrons pour dimensionner les pannes, des sections de faible amplitude puisque les efforts appliqués ne sont pas très importants.

1^{er} cas

Pour commencer, nous allons étudier le cas d'un profilé IPE 200.

Données concernant ce profilé :

- 22.4 daN/ml
- $W_{ply} = 220.6 \text{ cm}^3$
- $W_{plz} = 44.61 \text{ cm}^3$

Poids propre (yy)	Poids propre (zz)	Msd,max (yy)	Msd,max (zz)
$22,4 \times \sin(83,65)$ = 22,26 daN/ml	$22,4 \times \cos(83,65)$ = 2,48 daN/ml	$(22,26 \times 5^2) / 8$ = 69,56 daN.ml	$(2,48 \times 5^2) / 8$ = 7,75 daN.ml

Déterminons à présent le cas le plus défavorable selon les différents cas de charges (Neige, Vent, Bardage et Poids Propre du profilé)

- **Vent** : $69.56 + 48,75 - 1,5 \times 256.25 = -266,07 \text{ daN.ml}$
- **Vent et Neige associé** : $(69.56 + 48,75) + 1.35 \times 217.48 - 1.35 \times 256.25 = 65,9 \text{ daN.ml}$
- **Neige (yy)** : $1,35 \times (69.56 + 48,75) + 1,5 \times 217,48 = 485,9 \text{ daN.ml}$
- **Neige (zz)** : $1,35 \times (7,75 + 5,56) + 1,5 \times 24,19 = 54,25 \text{ daN.ml}$

Calculons ainsi le moment plastique résistant selon yy et zz :

$$\begin{aligned} \cdot M_{ply} &= (W_{ply} \times f_y) / \square Mo = ((220,6 \times 10^3) \times 235) / 1 = 5184 \text{ daN.ml} \\ \cdot M_{plz} &= (W_{plz} \times f_y) / \square Mo = ((44.61 \times 10^3) \times 235) / 1 = 1048 \text{ daN.ml} \end{aligned}$$

Vérification

$$\begin{aligned} (M_y / M_{ply})^2 + (M_z / M_{plz})^2 &< 1 \text{ (on considère que les coefficients } \alpha \text{ et } \beta \text{ valent 1)} \\ (485,9 / 5184) + (54,25 / 1049) &< 1 \\ 0,09 + 0,051 &< 1 \\ \mathbf{0,141} &< \mathbf{1} \end{aligned}$$

Ce profilé semble répondre à nos attentes en ce qui concerne la vérification. Cependant on constate que le résultat trouvé est nettement inférieur à 1. On va prendre ainsi un profilé de section inférieur pour voir si celui-ci ne serait pas plus avantageux. D'autre part, on observe également que le cas le plus défavorable lors de nos combinaisons à l'ELU est l'association du poids propre bardage-profilé avec la réaction de neige. Ainsi pour nos prochains calculs, on ne prendra en compte que ce cas.

2^{ème} cas

Nous allons vérifier à présent le cas d'un profilé IPE 80.

Données concernant ce profile :

- 6 daN/ml
- $W_{ply} = 23,22 \text{ cm}^3$
- $W_{plz} = 5,82 \text{ cm}^3$

Poids propre (yy)	Poids propre (zz)	Msd,max (yy)	Msd,max (zz)
$6 \times \sin(83,65)$ = 5,96 daN/ml	$6 \times \cos(83,65)$ = 0,66 daN/ml	$(5,96 \times 5^2) / 8$ = 18,63 daN.ml	$(0,66 \times 5^2) / 8$ = 2,06 daN.ml

Déterminons le cas le plus défavorable selon les différents cas de charges (Neige, Vent, Bardage et Poids Propre du profilé)

- **Neige (yy)** : $1,35 \times (18,63 + 48,75) + 1,5 \times 217,48 = \mathbf{417 \text{ daN.ml}}$
- **Neige (zz)** : $1,35 \times (2,06 + 5,56) + 1,5 \times 24,19 = \mathbf{47 \text{ daN.ml}}$

Calculons ainsi le moment plastique résistant selon yy et zz :

$$\begin{aligned} \cdot M_{ply} &= (W_{ply} \times f_y) / \alpha M_o = ((23,22 \times 10^3) \times 235) / 1 = \mathbf{545,67 \text{ daN.ml}} \\ \cdot M_{plz} &= (W_{plz} \times f_y) / \alpha M_o = ((5,82 \times 10^3) \times 235) / 1 = \mathbf{136,77 \text{ daN.ml}} \end{aligned}$$

Vérification

$$\begin{aligned} (M_y / M_{ply})^2 + (M_z / M_{plz})^2 &< 1 \text{ (on considère que les coefficients } \alpha \text{ et } \beta \text{ valent 1)} \\ (417 / 545,67) + (47 / 136,77) &> 1 \\ 0,76 + 0,34 &> 1 \\ \mathbf{1,10} &> \mathbf{1} \end{aligned}$$

Ce profilé ne vérifie pas la condition à l'Eurocode 3 d'un dixième, voyons avec le profilé supérieur que l'on retrouve dans l'OTUA.

3^{ème} cas

Etude du profilé IPE 100.

Données concernant ce profile :

- 8.10 daN/ml
- $W_{ply} = 39,41 \text{ cm}^3$
- $W_{plz} = 9,15 \text{ cm}^3$

Poids propre (yy)	Poids propre (zz)	Msd,max (yy)	Msd,max (zz)
$8,01 \times \sin(83,65)$ = 8,05 daN/ml	$8,01 \times \cos(83,65)$ = 0,89 daN/ml	$(8,05 \times 5^2) / 8$ = 25,16 daN.ml	$(8,05 \times 5^2) / 8$ = 2,23 daN.ml

Déterminons à présent le cas le plus défavorable selon les différents cas de charges (Neige, Vent, Bardage et Poids Propre du profilé)

- **Neige (yy)** : $1,35 \times (25,16 + 48,75) + 1,5 \times 217,48 = 426 \text{ daN.ml}$
- **Neige (zz)** : $1,35 \times (2,23 + 5,56) + 1,5 \times 24,19 = 46,80 \text{ daN.ml}$

Calculons ainsi le moment plastique résistant selon yy et zz :

$$\begin{aligned} \cdot M_{ply} &= (W_{ply} \times f_y) / \square Mo = ((39,41 \times 10^3) \times 235) / 1 = 926,14 \text{ daN.ml} \\ \cdot M_{plz} &= (W_{plz} \times f_z) / \square Mo = ((9,15 \times 10^3) \times 235) / 1 = 215,03 \text{ daN.ml} \end{aligned}$$

Vérification

$$\begin{aligned} (M_y / M_{ply})^{\square} + (M_z / M_{plz})^{\square} &< 1 \text{ (on considère que les coefficients } \square \text{ et } \square \text{ valent 1)} \\ (426 / 926,14) + (46,80 / 215,03) &< 1 \\ 0,50 + 0,22 &< 1 \\ \mathbf{0,72} &< \mathbf{1} \end{aligned}$$

Ce profile semble répondre à nos attentes en ce qui concernant la vérification. A présent, faisons la vérification de la flèche limitée à $1/200^{\text{ème}}$ de la portée.

Vérification de la flèche pour le profilé IPE 100 ($f = (5 p L^4) / (384 E I)$)

Données profilé IPE 100 : $I_y = 171 \text{ cm}^4$ et $f = 1 / 200 = 500 / 200 = 2,5 \text{ cm}$.

$f = f \text{ surcharge neige} + f \text{ poids du bardage} + f \text{ poids du profilé}$

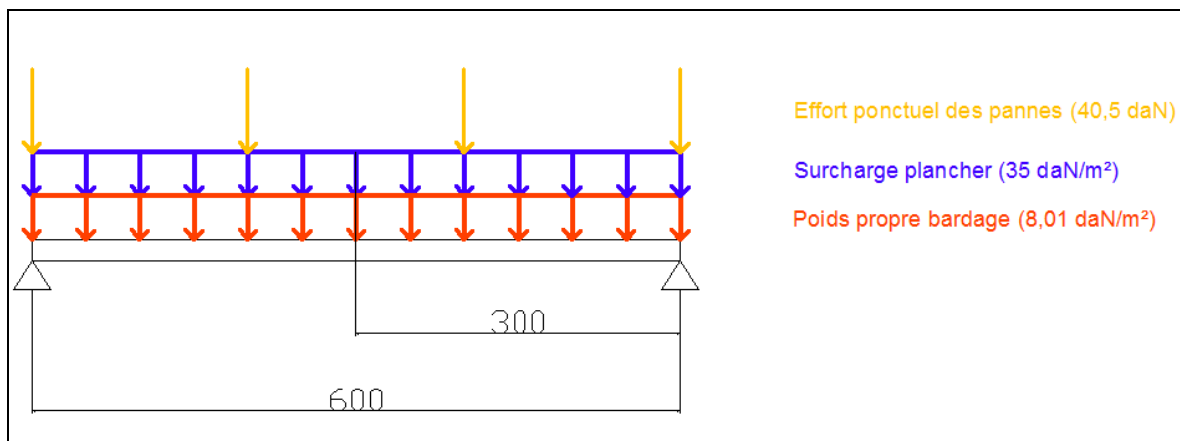
$$\begin{aligned} f &= (5 \times 0,70 \times 5000^4) / (384 \times 210000 \times (171 \cdot 10^4)) \\ &+ (5 \times 0,16 \times 5000^4) / (384 \times 210000 \times (171 \cdot 10^4)) \\ &+ (5 \times 0,16 \times 5000^4) / (384 \times 210000 \times (171 \cdot 10^4)) \\ &= 15,9 + 3,63 + 1,84 \\ &= 21,37 \text{ mm soit } \mathbf{2,14 \text{ cm}} \\ \mathbf{2,14 \text{ cm}} &< \mathbf{2,50 \text{ cm}} \end{aligned}$$

CONCLUSION : Le profilé IPE 100 répond à toutes les conditions de l'Eurocode 3 concernant la flexion déviée et la vérification de la flèche. Il est également le profilé le plus économique adapté à la réalisation de notre ouvrage.

3- Dimensionnement des fermes

A propos des fermes, il faut savoir que le dimensionnement se fera en flexion simple. La combinaison la plus défavorable pour structurer les éléments de couverture étant le cas où la neige est prise en considération. On s'en tiendra au fait que la ferme est une poutre isostatique reposant sur deux appuis simples et que le charge appliquée sera uniformément répartie en tenant compte de l'action de la neige, du poids du bardage ainsi que des pannes.

Représentation des efforts appliqués sur la ferme



1.1 Charge permanente poids du profilé IPE 100 (daN)

$$P = 8,1 \text{ daN/ml} \times 5 \text{ ml} = 40,5 \text{ daN}$$

1.2 Charge permanente bardage (daN/ml)

$$P = 8,01 \text{ daN/m}^2 \times 5 \text{ ml} = 40,05 \text{ daN/ml}$$

1.3 Charge d'exploitation neige (daN/ml)

$$S = 35 \text{ daN/m}^2 \times 5 \text{ ml} = 175 \text{ daN/ml}$$

2- Calcul des sollicitations internes (Moment max & Effort tranchant max)

2.1 Charge permanente poids du profilé

Msd, p max	Vsd, p max
$- p \times (l/2 - 2) + p \times l/2 = - 40,5 \times (3 - 2) + 40,5 \times 3 = 81 \text{ daN.m}$	$2p = 81 \text{ daN}$

2.2 Charge permanente bardage

Msd, p max	Vsd,p max
$(q \times l^2)/8 = (40,05 \times 6^2)/8 = 180,23$ daN.m	$(q \times l)/2 = 120,15$ daN

2.3 Charge d'exploitation neige

Msd, S max	Vsd, S max
$(q \times l^2)/8 = (175 \times 6^2)/8 = 787,5$ daN.m	$(q \times l)/2 = 525$ daN

2.4 Pondération à l'ELU

Msd max	Vsd max
$1,35 G + 1,5 Q = 1,35 \times (81 + 180,23) + 1,5 \times (787,5)$ $= 1533,91$ daN.m	$1,35 G + 1,5 Q = 1,35 \times (81 + 120,15) + 1,5 \times (525)$ $= 1059,05$ daN

2.5 Pondération à l'ELS

Ms max	Vs max
$G + Q = (81 + 180,23) + 787,5 = 1048,73$ daN.m	$G + Q = (81 + 120,15) + 525 = 726,15$ daN

3- Pré dimensionnement

3.1 Critère de résistance

On suppose que le profil est de classe 1
Déterminer W_{pl} max

$$W_{pl} \max = M_{pl} / f_y = (1533,91 \cdot 10^4) / 235 = 65,27 \text{ cm}^3$$

3.2 Critère de flèche (Portée de la poutre = 6m et flèche limitée à 1/200 de la portée
soit $f = 600/200 = 3$ cm)

Détermination de I_{min}

Pour la charge du profilé IPE 100

$$I = (0,0177 \times 405 \times 6000^3) / (210000 \times 30) = 24,58 \text{ cm}^4$$

Pour la charge du bardage

$$I = (5 \times 0,401 \times 6000^4) / (384 \times 210000 \times 30) = 107,41 \text{ cm}^4$$

Pour le charge d'exploitation de neige

$$I = (5 \times 1,75 \times 6000^4) / (384 \times 210000 \times 30) = 468,75 \text{ cm}^4$$

$$I_{min} = 24,58 + 107,41 + 468,75 = 600,74 \text{ cm}^4$$

Ainsi, d'après nos deux critères de pré dimensionnement, on retiendra le profil IPE 160 (données concernant ce profile $I_y = 869,3 \text{ cm}^4$, $W_{ply} = 123,9 \text{ cm}^3$ et $Av_z = 9,66 \text{ cm}^2$).

4- Vérification à l'EC3

4.1 Calcul de M_{rd} – vérification en flexion

Nota : on prend en considération le poids de la poutre retenue

$$M_{rd} = (W_{ply} \times f_y) / \gamma_{Mo} = ((123,9 \cdot 10^3) \times 235) / 1 = 2911,65 \text{ daN.ml}$$

$$\text{Vérification (Msd, poutre max} = (q \times l^2) / 8 = (15,8 \times 6^2) / 8 = 71,1 \text{ daN.ml)}$$

$$\text{D'où Msd, max} = 1.35 \times (81 + 180,23 + 71,1) + 1.5 \times (787,5) = 1629,90 \text{ daN.ml}$$

$M_{rd} > M_{sd}$, nous pouvons à présent poursuivre pour la vérification au cisaillement

4.2 Calcul de V_{rd} – vérification au cisaillement

Nota : on prend en considération le poids de la poutre retenue

$$V_{rd} = 0.58 \times f_y \times Av_z = 0.58 \times 235 \times 966 = 13167 \text{ daN}$$

$$\text{Vérification (Vsd, poutre max} = (q \times l) / 2 = 47,4 \text{ daN)}$$

$$\text{D'où Vsd, max} = 1.35 \times (81 + 120,15 + 47,4) + 1.5 \times (525) = 1123 \text{ daN}$$

$V_{rd} > V_{sd}$, nous pouvons à présent poursuivre pour la vérification de la flèche

4.3 Calcul de la flèche – vérification de la flèche ($f = (5 p L^4) / (384 E I)$) et $f = (0.0177 p L^3) / (E I)$)

$$\begin{aligned} f &= f_{\text{charge panne}} + f_{\text{charge bardage}} + f_{\text{charge ferme}} + f_{\text{Surcharge}} \\ &= ((0,0177 \times 405 \times 6000^3) / (210000 \times (869,3 \cdot 10^4))) \\ &\quad + ((5 \times 0,24 \times 6000^4) / (384 \times 210000 \times (869,3 \cdot 10^4))) \\ &\quad + ((5 \times 0,129 \times 6000^4) / (384 \times 210000 \times (869,3 \cdot 10^4))) \\ &\quad + ((5 \times 1,05 \times 6000^4) / (384 \times 210000 \times (869,3 \cdot 10^4))) \\ &= 0,85 \text{ mm} + 2,22 \text{ mm} + 1,19 \text{ mm} + 9,71 \text{ mm} \\ &= 1,40 \text{ cm.} \end{aligned}$$

$$1,40 \text{ cm} < 3 \text{ cm}$$

CONCLUSION : le profilé IPE 160 retenu est acceptable et grâce au pré dimensionnement, il est le plus économique .

V) Dimensionnement du poteau

Le poteau suivant sera dimensionné en compression simple, cependant il faut savoir que le moment de flexion dû à l'encastrement au niveau du plancher entraînerait qui aurait une certaine incidence en ce qui concerne notre dimensionnement. Pour évaluer l'élément, on se ramènera à deux cas de descentes de charges.

1- Le 1er cas de descente de charges

Descente de charges du plancher R+1 par rapport au poteau en RdC				
	Poids propre plancher	Poids propre solive (IPE 220)	Poids propre poutre principale (IPE 360)	Surcharge plancher
Poids	100 daN/m ²	26,2 daN/ml	57,1 daN/ml	200 daN/m ²
Empri se	x (5 x 6)	x 5	x 6	x (5 x 6)
Total	3000 daN	131 daN	342,6 daN	6000 daN
Nelu = 1,35 x (3000 + 131 + 342,6) + 1,5 x 6000 = 13689,36 daN				

2- Le 2ème cas de descente de charges

Descente de charges de la toiture jusqu'au poteau en RdC									
	Poids propre plancher	Poids propre solive (IPE 220)	Poids propre poutre principale (IPE 360)	Surcharge plancher	Poids propre poteau (HEA 100)	Profilé ferme IPE 160	Bard age	Pann es (IPE 100)	Surcharge neige
Poids	100 daN/m ²	26,2 daN/ml	57,1 daN/ml	200 daN/m ²	16,7 daN/ml	15,8 daN/ml	8,01 daN/m ²	40,5 daN	35 daN/m ²
Empri se	x (2,5 x 6)	x 2,5	x 2,5	x (2,5 x 6)	x 4,66	x 6	x (6 x 2,5)	x 4	x (6 x 2,5)
Total	1500 daN	65,5 daN	142,75 daN	3000 daN	77,82 daN	94,8 daN	120,15 daN	162 daN	525
Nelu = 1,35 x (1500 + 65,5 + 142,75) + 1,35 x 3000 + 1,35 x (77,82 + 94,8 + 120,15 + 162) + 1,35 x 525 = 7679 daN									

Conclusion : on constate que le 1^{er} cas de descente de charges est le plus défavorable. A présent, passons au dimensionnement du poteau qui sera le même pour toute la construction du bâtiment selon les exigences qui nous sont données.

3- Calcul du poteau

1.1 Pré dimensionnement – Estimation grossière du profil poteau

Elancement maxi $\lambda < 150$, en fonction de la longueur de flambement et de cette limite de l'élancement :

⇒ Comme le poteau est articulé en pied et encasté en tête, la longueur de flambement du poteau est égale à 70% de la longueur initiale soit :

$$l_f = 0.7 \times l_0 = 0.7 \times 4.00 = \mathbf{2.80m}$$

⇒ Le rayon de giration mini pour $\lambda < 150$ est : $r = l_f / 150 = 280 / 150 = 1.867 \text{ cm}$

⇒ Choix du profilé : HEA 100 car $i_{yy'} = 4.06 \text{ cm} > \mathbf{1.867 \text{ cm}}$

$I_{zz'} = 2.51 \text{ cm} > \mathbf{1.867 \text{ cm}}$

Dans le plan yy'

➤ Longueur de flambement : 2.80m

➤ $\lambda = l_f / i_{yy'} = 280 / 4.06 = \mathbf{68.966}$

➤ $\bar{\lambda} = \lambda / \pi (E / f_y)$
 $= 68.966 / \pi (210\,000 / 235)$
 $= \mathbf{0.734}$

○ $h/b < 1.2$ et $t_f < 100 \text{ mm}$

⇒ Utilisation de la colonne « b »

➤ $\chi = \mathbf{0.7636}$

Dans le plan zz'

➤ Longueur de flambement : 2.80m

➤ $\lambda = l_f / i_{zz'} = 280 / 2.51 = \mathbf{111.554}$

➤ $\bar{\lambda} = \lambda / \pi (E / f_y)$
 $= 111.554 / \pi (210\,000 / 235)$
 $= \mathbf{1.188}$

○ $h/b < 1.2$ et $t_f < 100 \text{ mm}$

⇒ Utilisation de la colonne « c »

➤ $\chi = \mathbf{0.4398}$

$$\mathbf{X_{mini} = 0.4398}$$

1.2 Vérification à l'Eurocode 3 :

$$N_r = (X_{mini} \times A \times f_y) / 1.1 = (0.4398 \times 1560 \times 235) / 1.1 = \mathbf{146\,573 \text{ N}}$$

$$N_r > N_{calc} = 146\,573 \text{ N} > 13\,689 \text{ daN}$$

⇒ Le profilé choisi est bien proportionné car un HEA 100 de 4,00m de haut encasté en tête et articulé en pied, peut reprendre 14 600 daN.

4- Conclusion à propos du poteau

N'ayant pas pris en compte la flexion, on se rend compte que le profilé choisi est juste en ce qui concerne les calculs. Par contre d'un point de vue constructif, il semble faux puisque la poutre principale du plancher (IPE 360) devra se fixer à celui-ci. On prendra finalement comme poteau, un profilé HEA 360.

VI) Dimensionnement des lisses

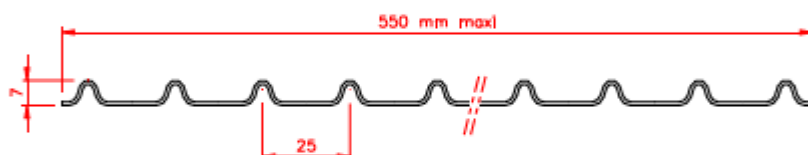
1- Nomenclature fournisseur sur le choix du bardage (Arcelor Mital-Système Arguin)

PRESENTATION DU SYSTEME

Le système ARGUIN est un parement décoratif réalisé par micro pliage, utilisable pour l'habillage de façades, sur-toitures ou habillage intérieur. Conçu en éléments de 3950 x 550 mm maxi., la hauteur des ondes est de 7 mm. (schémas techniques – fig.1 à 3)
Ce système est destiné à être mis en œuvre sur des ouvrages neufs ou en réhabilitation : bâtiments publics ou privés, industriels, commerciaux ou d'habitation.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

- Fabrication : par micro pliage
- Longueur : 3950 mm maximum
- Trame utile : 550 mm maximum \pm 3 mm. (22 ondes au pas de 25 mm)
- La forme des ondes ne permet pas un raccord vertical par recouvrement des panneaux. On doit utiliser des diviseurs afin d'assurer la continuité de la façade.
 - Hauteur d'onde : 7 mm.
 - Masse : 10 kg/m² en acier 10/10^{***}, 3,5 kg/m² en aluminium 10/10^{***}.



Longueur variable au pas de 25 mm – 22 ondes maximum

MATIERES

	Ep.(mm)	Nuance	Norme	Protection	Norme
Acier	1	S320 GD + Z 225	NF EN 10326 P 34310	Prélaqué suivant colorissime ARVAL	XP P34301
				Post laqué poudrage polyester	P 24351
Acier Inoxydable	1	1.4301 1.4404	NF EN 10088-2	Aspect : mat, brossé...	
				Prélaqué Colorinox PVDF 35µ	
Alliage d'aluminium	1 - 1,2	3003	NF A 50-451	Prélaqué. Revêtement Polyester 25µm, PVDF 25µm, Duranar [®] XL/XL+ 50 à 60µm	NF P 34-601
	1	1050 H24 5005 H24	NF A 50-451	Postlaquage par poudrage polyester uniquement	NF P 24-351

Autres matières nous consulter.

Les différentes teintes et aspects de surface doivent faire l'objet d'une consultation de PMA sur la faisabilité.

ELEMENTS DE FINITION

Ils sont fabriqués à partir des mêmes tôles (même épaisseur, même qualité de matière) que les parements ARGUIN, longueur maximale de 6,00 m.

- Diviseur vertical : Accessoire linéaire posé verticalement, tramant la façade ou permettant un changement de sens du parement (*schémas techniques – fig. 4 à 6*)
- Angle rentrant et sortant (*schémas techniques – fig. 15 à 18*)
- Couronnement d'acrotère (*schémas techniques – fig. 7 à 10*)
- Bavettes (*schémas techniques – fig. 11 à 14*)

MISE EN OEUVRE

Le parement ARGUIN est destiné à être posé sur lisses selon les règles professionnelles pour la fabrication et la mise en œuvre des bardages métalliques.

Le système doit être posé sur une ossature secondaire* réglée permettant de ménager une lame d'air ventilée entre les parements et la paroi support ou éventuellement l'isolation thermique.

L'espacement des ossatures le long des parements est fonction des efforts de pression et de dépression appliqués aux panneaux ARGUIN.

* Cette ossature secondaire devant satisfaire aux exigences du Cahier C.S.T.B. n° 3104 Janv./Fév. 2000 « Conditions générales de conception et de mise en œuvre de l'ossature métallique et de l'isolation thermique des bardages rapportés ».

Charges de vent normal admissible sur parement ARGUIN en acier d'épaisseur 10/10^{ème} mm :

Portée (m)	Pression/Dépression (daN/m ²)
0,50	200
0,60	188
0,70	142
0,80	110
0,90	89
1,00	73
1,10	63
1,20	49
1,30	41
1,40	36
1,50	30

La pression du vent maximale appliquée sur le bardage étant de 45,1 daN/m², on a quand même considéré que nos portées ne dépasseraient pas 2,00 m

Poids : 10 kg/m²

Pour les écartements d'ossatures pour le parement ARGUIN en Aluminium, veuillez consulter P.M.A. Poids en aluminium 10/10^{ème} : 3,5 kg/m²

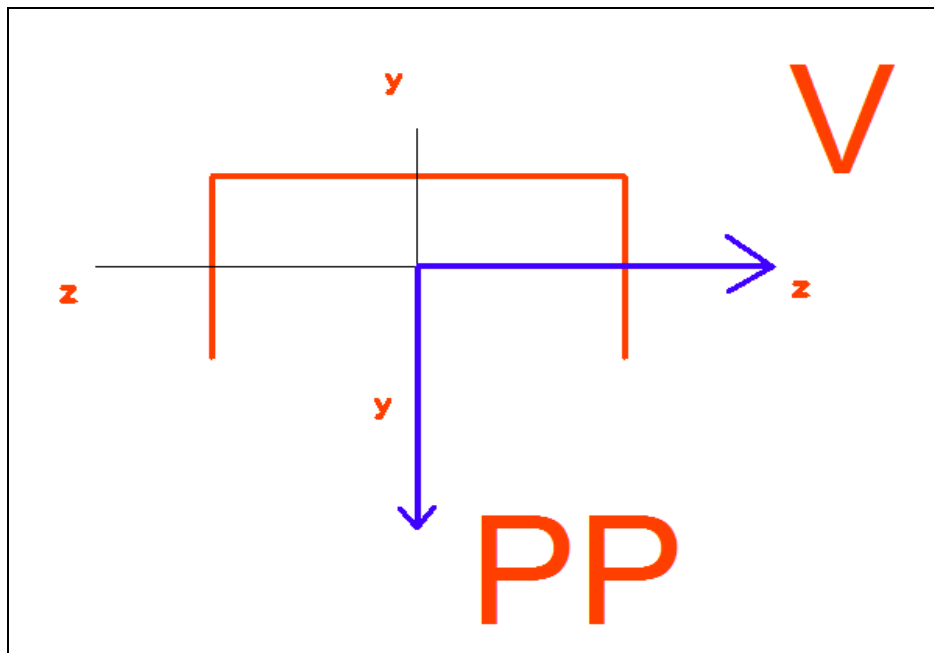
2- Note de calcul sur les lisses

A propos du dimensionnement des lisses, il est dimensionné en flexion composée à partir des efforts du vent, du poids propre de la lisse et du poids du vitrage.

- Données :**
- Vent = 41 daN/m²
 - Poids bardage = 8.01 daN/m²
 - Poids du vitrage = 70 daN/m²

La longueur de nos lisses est de 5 mètres. Afin de faciliter le dimensionnement de celles-ci, on considèrera que la charge du vitrage s'applique de façon uniforme sur la lisse. L'espacement entre lisses est de 1,5 mètres lors de la présence d'une ouverture. De cette manière, on se réfèrera à ce cas là qui semble le plus défavorable pour dimensionner notre lisse.

Représentation des efforts appliqués sur la lisse



V représente l'effort du vent

PP représente l'effort engendré par le bardage, le poids propre de l'UPE et le poids du vitrage

- Force du vent : $6,25 \text{ m}^2 \times 70 \text{ daN/m}^2 = 281,9 \text{ daN}$
- Poids fenêtre : $(1,30 \times 1,50) \times 2 = 3,90 \text{ m}^2 \times 70 \text{ daN/m}^2 = 273 \text{ daN}$. ($273/2 = 136,50 \text{ daN}$ car le poids sera repris par la lisse supérieure et celle inférieure)
- Poids bardage : $5 \times 0,5 + (5 - (1,30 \times 2)) \times 0,75 = 2,5 + 2,4 \times 0,75 = 4,30 \text{ m}^2$ d'où effort du bardage $4,30 \text{ m}^2 \times 8,01 \text{ daN/m}^2 = 34,44 \text{ daN}$

Nous allons vérifier à présent le cas d'un profilé UPE 200.

Données concernant ce profilé :

- 22,8 daN/ml
- $W_{ply} = 220,1 \text{ cm}^3$
- $W_{plz} = 63,28 \text{ cm}^3$

Poids propre (yy)	Poids propre (zz)	Msd,max (zz)	Msd,max (yy)
171 daN/ml	282 daN/ml	$(171 \times 5^2) / 8$ = 534,38 daN.ml	$(282 \times 5^2) / 8$ = 881,25 daN.ml

Déterminons à présent le cas le plus défavorable selon les différents cas de charges (Neige, Vent, Bardage et Poids Propre du profilé)

- **Vent (yy)** : $1,35 \times 534,38 = 721,41 \text{ daN.ml}$
- **Effort (zz)** : $1,5 \times 881,25 = 1321,88 \text{ daN.ml}$

Calculons ainsi le moment plastique résistant selon yy et zz :

$$\begin{aligned} \cdot M_{ply} &= (W_{ply} \times f_y) / \square M_o = ((220,1 \times 10^3) \times 235) / 1 = 5172,35 \text{ daN.ml} \\ \cdot M_{plz} &= (W_{plz} \times f_y) / \square M_o = ((63,28 \times 10^3) \times 235) / 1 = 1487,08 \text{ daN.ml} \end{aligned}$$

Vérification

$$\begin{aligned} (M_y / M_{ply})^{\square} + (M_z / M_{plz})^{\square} &< 1 \text{ (on considère que les coefficients } \square \text{ et } \square \text{ valent 1)} \\ (1321,88 / 5172,35) + (721,41 / 1487,08) &< 1 \\ 0,256 + 0,485 &< 1 \\ \mathbf{0,741} &< \mathbf{1} \end{aligned}$$

CONCLUSION : Le profilé UPE 200 répond à toutes les conditions de l'Eurocode 3 concernant la flexion déviée. Il est également le profilé le plus économique adapté à la réalisation de notre ouvrage.

VII) Métre et chiffrage prévisionnel

		ml/unité	Nombre	ml total	Poids/ml	Poids total
IPE 100	Pannes	5,00	28	140	8,1	1134
HEA 300	Poteaux	4,00	27	108	88,3	9536,4
IPE 360	Poutres principales	6,00	10	60	57,1	3426
IPE 220	Solives	5,00	20	100	26,2	2620
IPE 160	Fermes	6,00	10	60	15,8	948
UPE 200	Lisses	6,00	4	24	22,8	547,2
UPE 200	Lisses	5,00	84	420	22,8	9576
L 100x100 x10	Contreventement Horizontal	7,50	8	60	15	900
L 100x100 x10	Contreventement Vertical	9,20	8	73,6	15	1104
						29791,6

Correspond au rapport de poids des soudures et des attaches boulonnées	5%	1489,58
--	----	----------------

TOTAL	31281,18
--------------	-----------------

Prix / kg	1,54 €	Prix brut acier	1,54€ / Kg
-----------	--------	-----------------	------------

Prix Brut	48173,02 €
-----------	-------------------

formule	Calcul	Résultat	Ratio	Prix Brut
---------	--------	----------	-------	-----------

Surface totale du bâtiment	L x l	20 x 12	240 m ²	126 Kg/m ²	194,70 €
----------------------------	-------	---------	--------------------	-----------------------	-----------------

Volume total du bâtiment	L x l x h	20 x 12 x 8	1920 m ³	16 Kg/m ³	24,34 €
--------------------------	-----------	-------------	---------------------	----------------------	----------------

VIII) Organisation de chantier -Montage

1) Liste du gros matériel

Afin de bien gérer les travaux d'exécution de ce chantier, il nous faudra comme moyen de levage une grue PPM pour la mise en place des différents éléments structurels.

Il faut aussi disposer de deux échafaudages à croisillons automatisés afin que les ouvriers puissent s'occuper de toutes les fixations par boulonnage ou soudage.

Des bennes spécifiques, au nombre de 4, destinées au tri des déchets doivent être implantés sur notre site, toute mauvaise gestion de ces ordures de la part du conducteur de travaux pénaliserait financièrement l'entreprise.

Egalement, des bungalows à usage de vestiaires, de réfectoire, de bureaux, de salle à réunion et de conteneur à outillage sont à disposer au niveau de la base vie. Les surfaces de ces bungalows étant les suivantes :

- Vestiaires = 7,32 x 6,04 m
- Réfectoire = 7,32 x 6,04 m
- Conteneur = 4,80 x 4,50 m
- Bureaux et salle de réunion = 4,88 x 12,08

Pour finir, en ce qui concerne la sécurité, l'entreprise devra se procurer des filets de sécurité à placer en trémie de bâtiment pour éviter toutes chutes du personnel. Et également s'équiper de harnais de sécurité.

2) Planning estimatif du personnel et liste du personnel

2.1. Planning de préparation

En phase conception du projet, nous aurons besoin d'un délai de 6 mois. Les différentes étapes de cette phase sont :

- > les études techniques
 - > le plan d'installation de chantier
 - > la commande auprès des fournisseurs
 - > la réalisation des différents profilés

Notons que ce délai de préparation peut vous sembler court, il faut savoir que les profilés et les portées de notre bâtiment étant standard, les délais de réalisation ainsi que le coût seront moins importants.

2.2. Planning du temps sur chantier

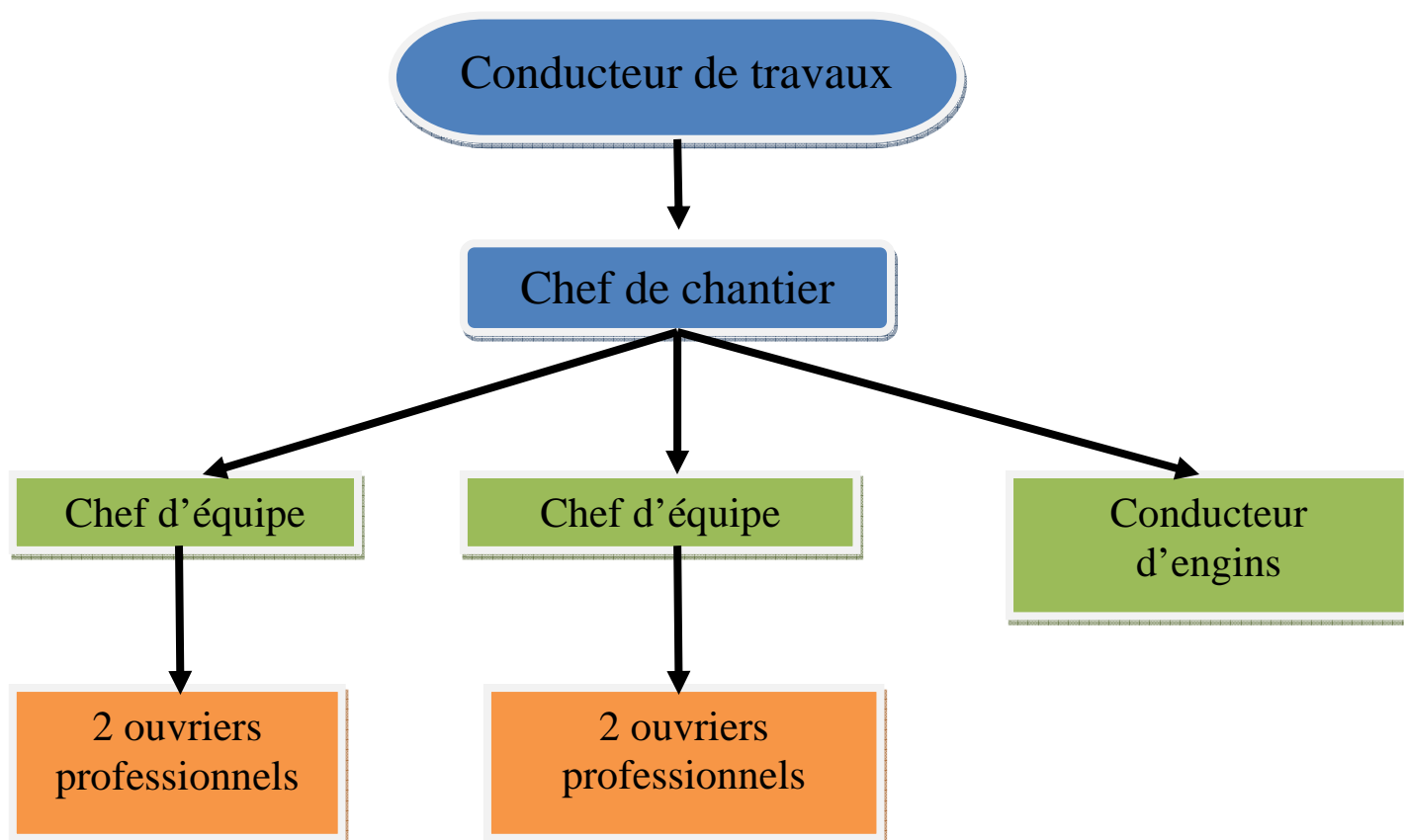
Le client souhaitant un délai de réalisation de l'opération de 3 mois. Il a fallu s'organiser et optimiser le temps.

Durant le 1^{er} mois, l'installation de chantier, la livraison du matériel et le début de la construction (implantation, terrassement et fondations) doivent impérativement être achevés.

La deuxième phase de 2 mois, doit comprendre tout le gros œuvre et le second œuvre jusqu'au nettoyage et réception des travaux de la part du maître d'ouvrage.

PLANNING DE LA CONSTRUCTION																																					
Mois	1				2				3				4				5				6				7				8				9				
Semaine	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	3	3	3	3
Conception du bâtiment																																					
Réalisation des différentes pièces																																					
Installation Chantier																																					
Fondations	Sous traité a une entreprise de maçonnerie																																				
Poteaux																																					
Poutres																																					
Solives																																					
Fermes																																					
Pannes																																					
Lisses																																					
Bardage double peaux																																					

2.3. Organigramme du personnel



2.4. Optimisation du personnel

Poste	Temps imparti au chantier	Salaire mensuel	Cout a l'entreprise	Coût de chantier/mois	Total
Conducteur de travaux	30%	5 000 €	9 000 €	2 700 €	8 100 €
Chef de Chantier	50%	4 000 €	7 200 €	3 600 €	10 800 €
Chef d'équipe 1	100%	2 500 €	4 500 €	4 500 €	13 500 €
Chef d'équipe 2	100%	2 500 €	4 500 €	4 500 €	13 500 €
Conducteur d'engins	100%	2 000 €	3 600 €	3 600 €	10 800 €
Ouvrier Qualifié 1	100%	1 800 €	3 240 €	3 240 €	9 720 €
Ouvrier Qualifié 2	100%	1 800 €	3 240 €	3 240 €	9 720 €
Ouvrier Qualifié 3	100%	1 800 €	3 240 €	3 240 €	9 720 €
Ouvrier Qualifié 4	100%	1 800 €	3 240 €	3 240 €	9 720 €

95 580 €

Pour obtenir l'ensemble des charges salariales sur ce chantier, nous avons considéré que l'entreprise payait « grossièrement » 80% de charges en plus du salaire brut de chaque employé. La durée du chantier étant approximativement de 3 mois, nous avons pu obtenir un déboursé total de 95 580€. Pour calculer l'ensemble du coût du chantier, il faudrait ajouter à ce résultat, le coût des matériaux, l'entreprise sous traitée pour les fondations et le dallage ainsi que l'ensemble du matériel loué tel que les bungalows et la grue mobile type PPM.

IX) A présent parlons de sécurité

Construction is the most dangerous land-based work section in Europe. In spite of the responsibility of companies, the risk says “zero” doesn’t exist even if the progress in this activity domain is important.

Principally, each society takes place a device for the safety of workers on a site construction. In this part, we are going to tell you about the individual protections, the collective protections and the safety instructions to apply on a site.

1. The individual protections

To begin about this part, it have to know that the Equipments of Individual Protections (EIP) are used to reduce the accidents on a site. Often, lots of workers think that it’s useless thanks to the caution of each one. However, they don’t know the consequences if an accident occurred, the penal responsibility of the builder execution puts in cause and it would go to the court.

The safety protections must be worn, it’s a compromise between two points, to increase the level of safety and to permit to workers to realise their tasks in the best conditions.

In the civil engineering, we can note several elements including the EIP which are mentioned below.

➤ *Head’s protections*

Among these elements, we raise the helmet protection which allows to avoid the fall of objects when the tower crane handles materials. But there is too the eyes protections during a cutting of an reinforcement, the auditive protections to prevent the decrease of the hearing through circular saw and the respiratory protections to not inhale dusts, gases and vapors.

➤ *Member’s protections*

In this type of protections, we find again principally the security shoes and the gloves avoiding the corporals damages with the reinforcements and the elements which overtakes of a storey for example. There is equally the “blue of work” being attribute of the workers at the beginning of a mission.

2. The collective protections

About the equipments of collective protections, the principal target is to protect the team building to see to the being-well of each characters present in the construction process. We limit the risks which may threaten their health and their safety.

All precautions are necessary for the progress of the construction. A plan of prevention is established by a site manager or a coordinator of safety for the health and it allows to evaluate the risks. This plan is put back to the workers to indicate measures.

Different elements enter in this part, particularly the lifeline and the footbridge which are located in border of a building, the orange cap put mechanically on the reinforcement, the stability of bench in the presence of wind in order to avoid the overthrow of this one and another as the order in the storage of materials and equipments.

And moreover, we will add that collective protections are proper to a site.

3. The safety instructions to apply on a site

At present, we are going to tell you about the precautions to apply on this site. All of the dangerous points must be stipulated in the control plan.

In first part, we meet at first sight the technic safety. During the phase of assembly, a specialist must take an interest in the bolting and the welding to the safety of workers and for the lasting of the future users. Equally, there is the fixation of our stanchions because they are articulated in foot. And it have to ensure to ensure the stability of this one to avoid the rotation which would be source of a overthrow.

Then, say to the care engendered by a bad management of materials. The storage of materials must be done judiciousment. For example, the stackment can cause a reversement. And to the edge of a building, trickles and baseboards are arranged on top of that lifelines. Sometimes, it will can arrive that workers take harness to realize certain tasks.

Conclusion

L'objectif de ce projet a été de réaliser un devis « structure » d'un bâtiment de bureaux répondant aux obligations suivantes :

- déterminer le poids de l'acier le plus faible possible afin d'obtenir le prix le plus économique.
- d'utiliser les méthodes de calculs de l'Eurocode 3 et du règlement Neige et Vent.
- de choisir l'acier utilisé pour cette construction, type S235.
- de concevoir une esquisse du bâtiment à partir des dimensions fournies.

Cette expérience nous a permis de mettre en application l'ensemble de nos connaissances acquises tout au long de l'année en Construction Métallique.

Assembler ensemble ça a été intégrer les compétences de chacun dans un projet commun.

« Il n'y a pas de projet, sans objectif, sans imagination, sans écoute, sans partage et sans hommes. Ainsi, mieux construire c'est écouter, identifier et intégrer l'ensemble des paramètres dès le début des opérations » d'après le BET Betem Ingenierie.

D'un point de vue plus personnel, l'organisation, la motivation et la mobilisation de l'ensemble du groupe nous ont conduit devant vous aujourd'hui afin de vous présenter le fruit de notre labeur.