

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**  
**ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION**  
**SESSION 2023**

**DOSSIER TECHNIQUE**



Table des matières

- 1. Présentation de l'ouvrage .....2
  - 1.1. Présentation architecturale .....2
    - 1.1.1. Plan de masse.....2
    - 1.1.2. Façades.....2
    - 1.1.3. Plan de toiture .....3
    - 1.1.4. Coupes .....4
  - 1.2. Données techniques .....5
- 2. Extraits des EUROCODES .....6
  - 2.1. Eurocodes 0 – Combinaisons d'actions .....6
  - 2.2. Eurocode 1 partie 1.3 – Surcharges climatiques.....6
    - 2.2.1. Neige .....6
    - 2.2.2. Vent .....8
  - 2.3. Eurocode 3 partie 1.1 .....9
    - 2.3.1. Coefficients partiels de sécurité .....9
    - 2.3.2. Flambement.....9
- 3. Formulaire Mécanique - Résistance des Matériaux .....10
  - 3.1. Flèche maximale d'une poutre continue sur 3 appuis .....10
- 4. Catalogues de profils .....11
  - 4.1. IPE .....11
  - 4.2. Cornières à ailes égales.....11
- 5. Documentation *Cofrastra 70* .....12
- 6. Documentation *Efigreen Acier*.....12

**Remarque : Les extraits des Eurocodes fournis comportent leur numérotation d'origine. Cette numérotation est sans lien avec celle du sommaire.**

EXAMEN : <b>BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR</b>		SPÉCIALITÉ : <b>ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION</b>	
SESSION 2023		E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	
DOSSIER TECHNIQUE			Page :1/12

# 1. Présentation de l'ouvrage

L'ouvrage étudié concerne la construction d'un bâtiment d'activités pour l'établissement **Whylot** sur la zone **Quercypôle** à Cambes dans le département du Lot (46).

L'ouvrage se compose de la manière suivante :

- un pôle industriel et des bureaux existants **hors étude** ;
- un pôle industriel à créer de 760 m<sup>2</sup> ;
- des bureaux à créer sur deux niveaux totalisant 1580 m<sup>2</sup> ;
- un passage à créer entre les ateliers existant et les nouveaux ateliers.

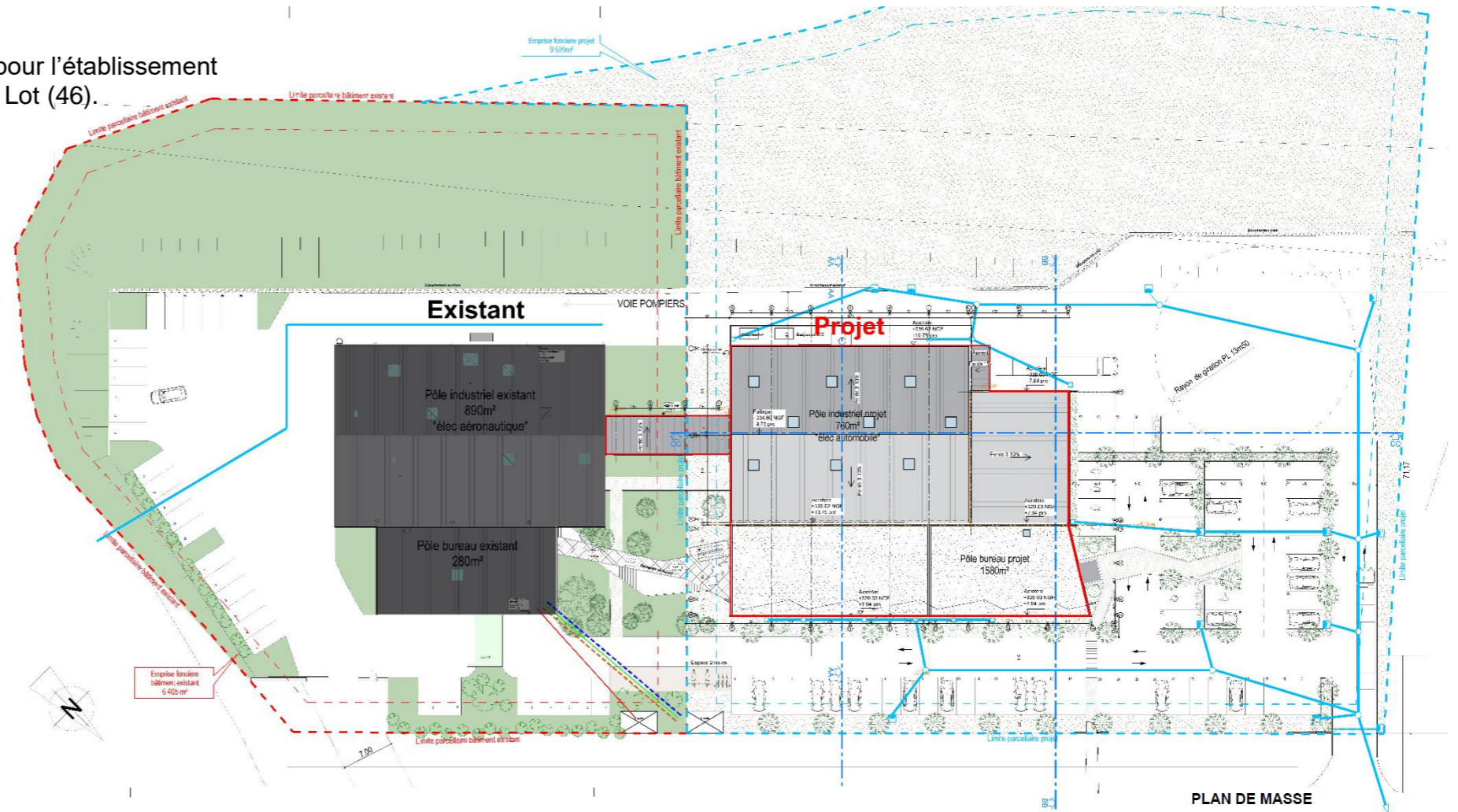
## 1.1. Présentation architecturale

### 1.1.1. Plan de masse

Figure 1

### 1.1.2. Façades

Figure 2 et 3



PLAN DE MASSE

Figure 1 - Plan de masse



Façade Nord Est

Figure 2 - Façade Nord-Est



Façade Nord Ouest

Figure 3 - Façade Nord-Ouest

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2023		E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	
DOSSIER TECHNIQUE			Page :2/12



1.1.3. Plan de toiture  
Figure 4

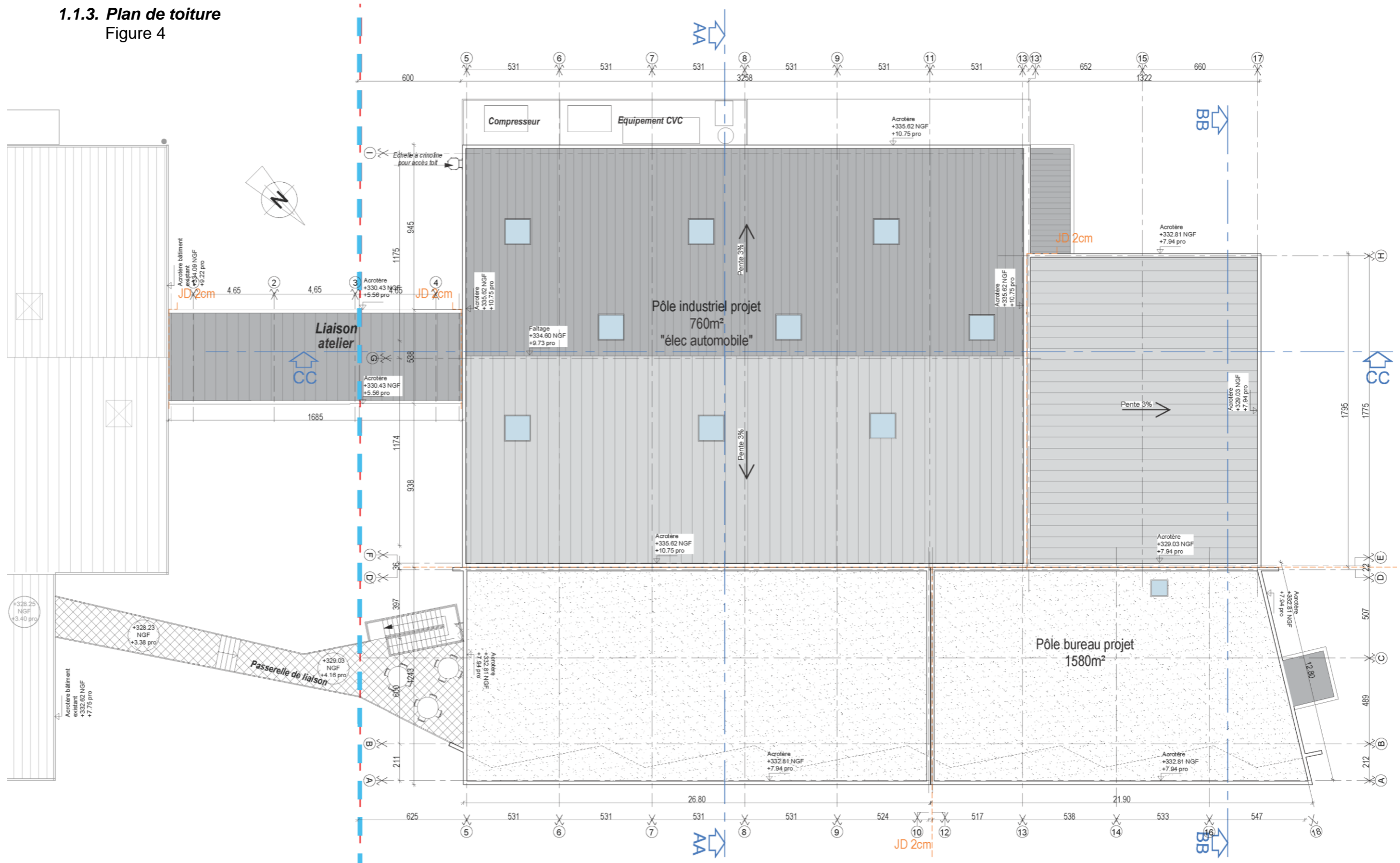
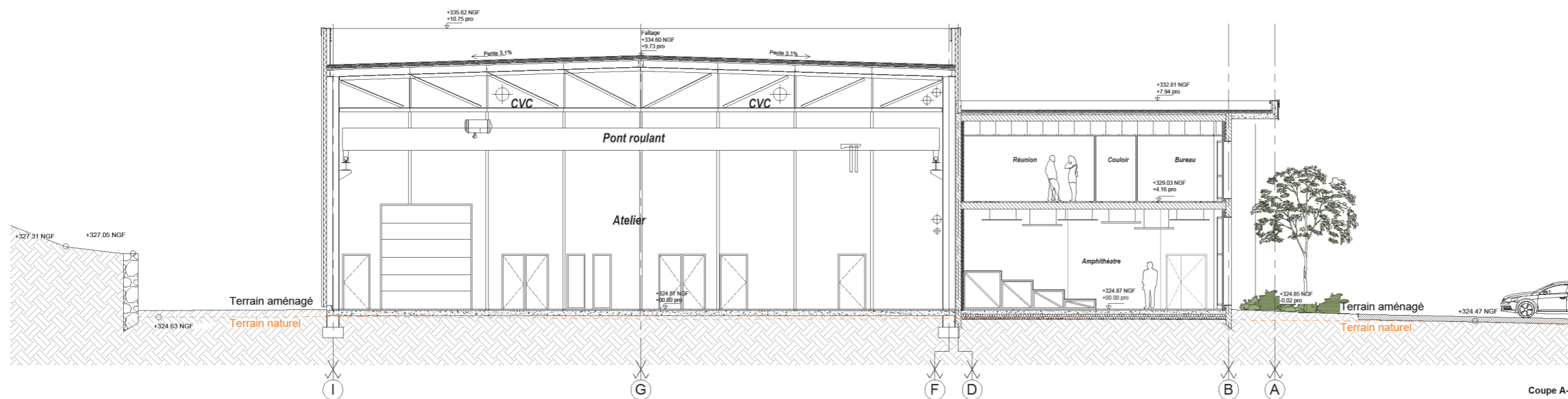
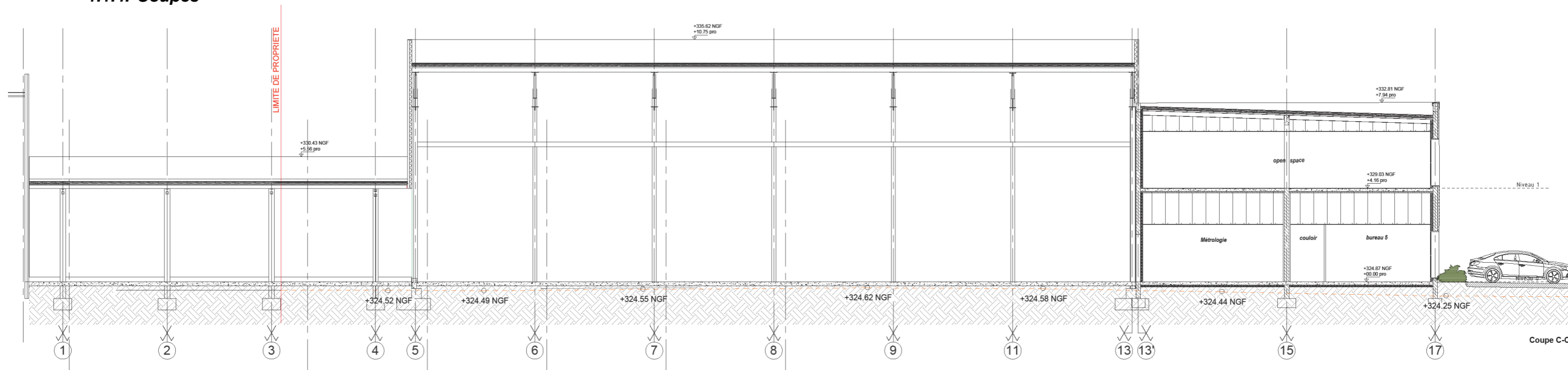


Figure 4 - Plan de toiture

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2023		E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	
DOSSIER TECHNIQUE			Page :3/12

### 1.1.4. Coupes



EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2023		E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	
DOSSIER TECHNIQUE			Page :4/12

## 1.2. Données techniques

### 1.2.1. Localisation

- département : Lot (46)
- commune : Cambes 46100
- altitude du projet : 325 m
- on considèrera le projet en situation exposée pour le cas de neige
- la rugosité de terrain sera de type IIIa
- région de vent : 1
- terrain plat

### 1.2.2. Séisme

- niveau d'aléa très faible
- ouvrage de catégorie d'importance 2 (effectifs inférieurs à 300 personnes)

### 1.2.3. Descriptif sommaire

Pour l'atelier et galerie de liaison

- fondations superficielles
- dallage de type industriel sur la partie Atelier
- charpente métallique (y compris chemins pour pont roulant)
- façades double peau
- bacs étanchés en couverture
- stabilités par croix de St André
- y compris abris couvert/ ouvert extérieur pour équipements techniques

Nota - la galerie sera séparée du mitoyen par un joint de dilatation

Pour les bureaux – partie Amphithéâtre / bloc Nord

- fondations superficielles
- dallage isolé en sous face
- élévations maçonnées en blocs agglomérés de ciment et poteaux/poutres en béton armé pour le RDC et R+1, y compris cage ascenseur,
- planchers hauts du RDC et R+1 en béton (dalles alvéolaires ou dalles pleines en fonction de la position)

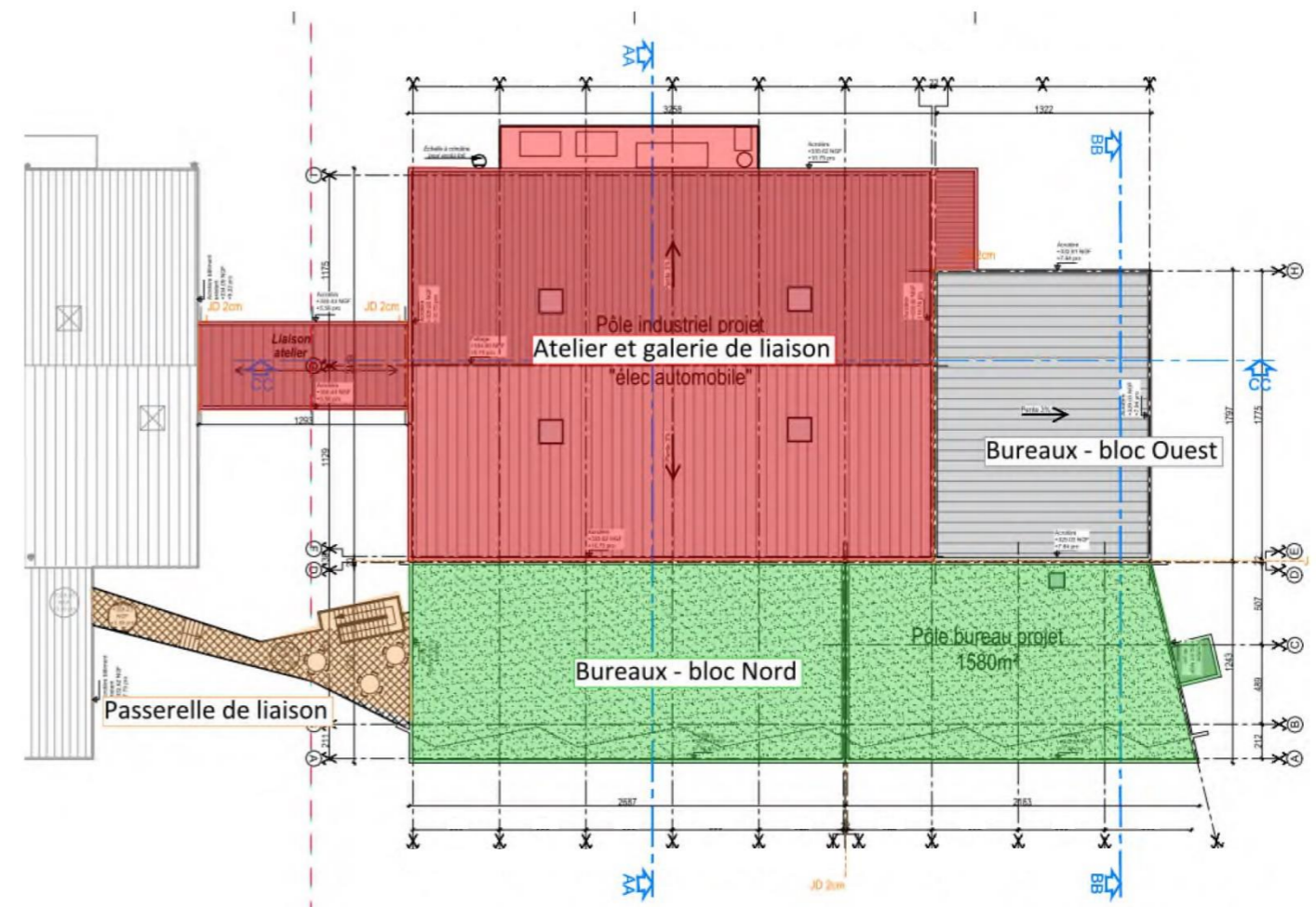
Pour les bureaux – bloc Ouest

- fondations superficielles
- dallage isolé en sous face
- élévations maçonnées en blocs agglomérés de ciment et poteaux/poutres en béton armé pour le RDC et R+1
- planchers hauts du RDC en béton (**variante plancher collaborant à étudier**)
- charpente métallique et couverture en bacs étanchés pour la couverture du R+1.

Pour la passerelle de liaison

- fondations superficielles (poteaux de la passerelle encastrés en pied),
- dallage extérieur,
- structure métallique (poteaux, traverses et solive) et platelage bois.

Nota : la passerelle sera séparée du mitoyen par un joint de dilatation



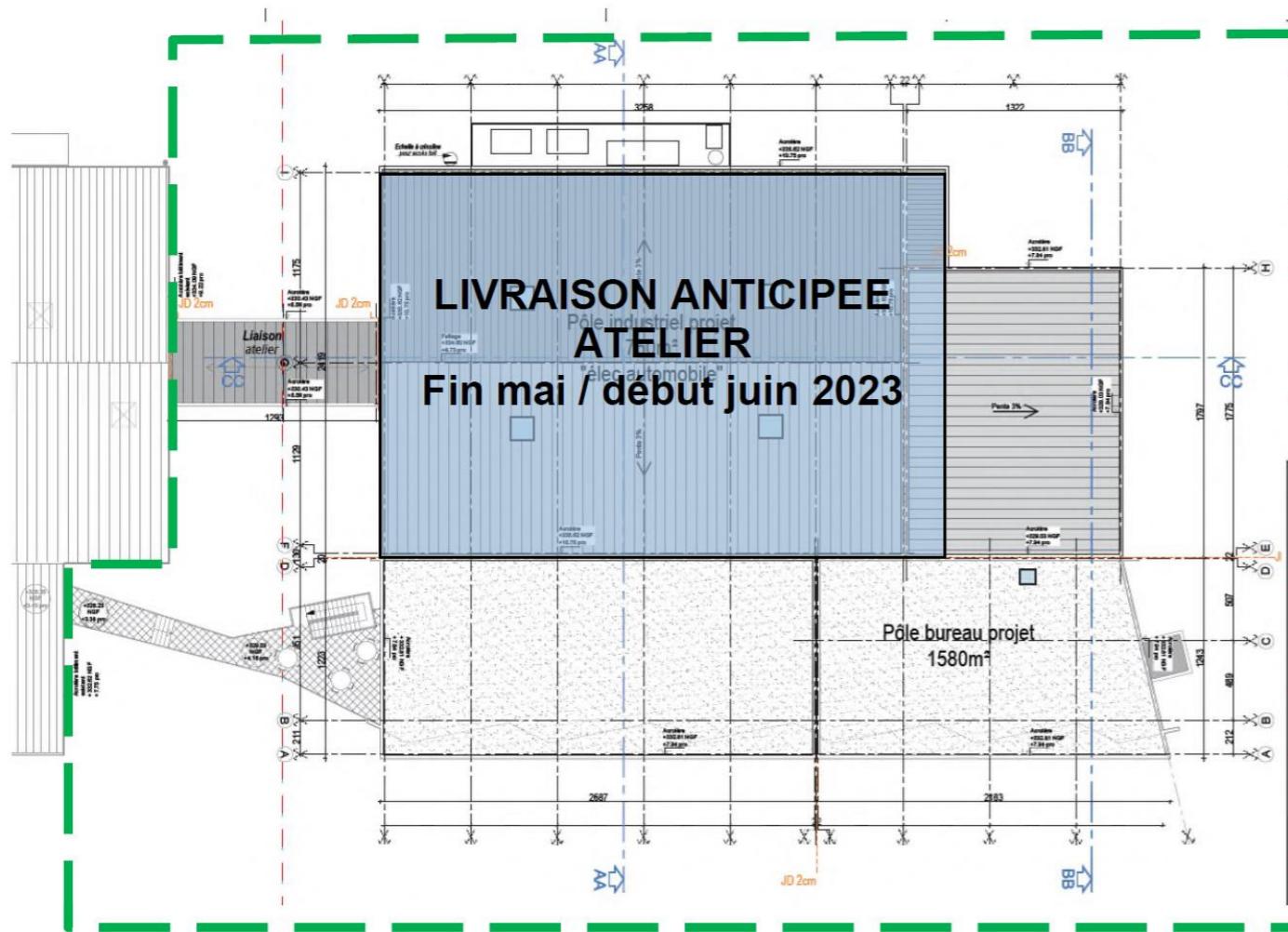
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2023		E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	
DOSSIER TECHNIQUE			Page :5/12



### 1.2.4. Particularités du projet

Le projet sera réalisé en deux phases bien distinctes :

**Livraison globale début octobre 2023**



## 2.2. Eurocode 1 partie 1.3 – Surcharges climatiques

### 2.2.1. Neige

#### 4. CHARGES DE NEIGE SUR LE SOL

##### 4.1 Valeurs caractéristiques

La charge de neige sur le sol  $s_k$  par unité de surface est fonction de la localisation géographique et de l'altitude du lieu considéré :  $s_k = s_{k,0} + \Delta s_i$

$\Delta s_i$  ( $i = 1$  ou  $2$ ) est la valeur caractérisant l'influence de l'altitude.

$\Delta s_2$  s'applique à la seule zone E,  $\Delta s_1$  s'applique à toutes les autres zones.

Régions	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D	E
Charges de neige sur le sol $s_{k,0}$ (kN/m <sup>2</sup> )	0,45	0,45	0,55	0,55	0,65	0,65	0,90	1,40

Altitude du lieu A en m	Influence de l'altitude $\Delta s_1$	Influence de l'altitude $\Delta s_2$
$A \leq 200$ m	0	0
$200 \text{ m} < A \leq 500$ m	$(0,10A - 20) / 100$	$(0,15A - 30) / 100$
$500 \text{ m} < A \leq 1000$ m	$(0,15A - 45) / 100$	$(0,35A - 130) / 100$
$1000 \text{ m} < A \leq 2000$ m	$(0,35A - 245) / 100$	$(0,70A - 480) / 100$

Département	Région(s)
45 Loiret	A1
46 Lot	A2
47 Lot-et-Garonne	A2
48 Lozère	A2
49 Maine-et-Loire	A1
62 Pas-de-Calais	A1
63 Puy-de-Dôme	A2

## 2. Extraits des EUROCODES

### 2.1. Eurocodes 0 – Combinaisons d'actions

	Combinaisons ELU	Combinaisons ELS
	Combinaisons Fondamentales	Combinaisons Caractéristiques
<b>G + 2 actions variables</b>	$1,35.G + 1,5.I + 0,75.S$ si alt $\leq 1000$ m ( $\psi_{0S} = 0,5$ )	$G + I + 0,5.S$ si alt $\leq 1000$ m
	$1,35.G + 1,5.I + 1,05.S$ si alt $> 1000$ m ( $\psi_{0S} = 0,7$ )	$G + I + 0,7.S$ si alt $> 1000$ m
	$1,35.G + 1,5.I + 0,9.W^+$ ( $\psi_{0W} = 0,6$ )	$G + I + 0,6.W^+$
	$1,35.G + 1,5.S + 1,5.\psi_{0I}.I$	$G + S + \psi_{0I}.I$
	$1,35.G + 1,5.S + 0,9.W^+$	$G + S + 0,6.W^+$
	$1,35.G + 1,5.W^+ + 1,5.\psi_{0I}.I$	$G + W^+ + \psi_{0I}.I$
	$1,35.G + 1,5.W^+ + 0,75.S$ si altitude $\leq 1000$ m	$G + W^+ + 0,5.S$ si alt $\leq 1000$ m
	$1,35.G + 1,5.W^+ + 1,05.S$ si altitude $> 1000$ m	$G + W^+ + 0,7.S$ si alt $> 1000$ m

#### 5. CHARGES DE NEIGE SUR LES TOITURES

##### 5.2 Dispositions de charge

On doit prendre en compte les deux dispositions de charge fondamentales suivantes :

- la charge de neige sans redistribution et/ou accumulation (cas  $S_1$  ou cas  $S_A$ )
- la charge de neige avec redistribution et/ou accumulation (cas  $S_2$  et éventuellement  $S_3$ )

Les charges de neige sur les toitures doivent être déterminées comme suit :

pour les situations de projet durables et transitoires :  $s = \mu_i C_e C_t S_k$

Il convient de considérer la charge comme s'exerçant verticalement, et de la rapporter à une projection horizontale de la surface de la toiture.

EXAMEN : <b>BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR</b>		SPÉCIALITÉ : <b>ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION</b>	
<b>SESSION 2023</b>		<b>E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet</b>	
DOSSIER TECHNIQUE			Page :6/12

Tableau 5.1

Topographie	C <sub>e</sub>
Lorsque les conditions d'abri quasi permanentes de la toiture, dues aux bâtiments voisins, conduisent à empêcher pratiquement le déplacement de la neige par le vent.	1,25
Dans tous les autres cas.	1,0

Les bâtiments normalement chauffés étant systématiquement isolés, il convient de prendre C<sub>t</sub> = 1

### 5.3 Coefficients de forme pour les toitures

Tableau 5.2 - Coefficients de forme

α (angle du toit avec l'horizontale)	0° ≤ α ≤ 30°	30° ≤ α ≤ 60°	α ≥ 60°
μ <sub>1</sub>	0,8	0,8(60 - α)/30	0
μ <sub>2</sub>	0,8 + 0,8 α /30	1,6	-

#### 5.3.2 Toitures à un seul versant

Le coefficient de forme μ<sub>1</sub> à utiliser pour les toitures à un seul versant est donné par le tableau 5.2 et par la figure 5.2.

Il convient d'utiliser la disposition de charge de la figure 5.2, aussi bien pour les cas de charge avec accumulation (cas S<sub>2</sub>) que sans accumulation (cas S<sub>1</sub> et S<sub>A</sub>).

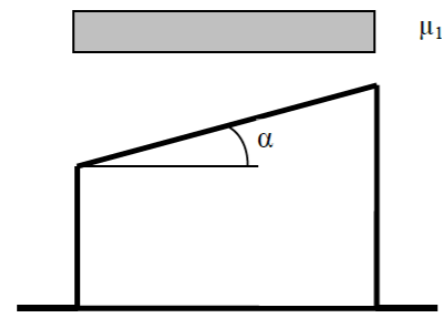


Figure 5.2 : Coefficient de forme pour une toiture à versant unique

#### 5.3.6 Toitures adossées à des constructions plus élevées ou très proches d'elles

Les coefficients de forme à utiliser pour les toitures adossées à des constructions plus élevées sont représentés sur la figure 5.7 et donnés par les équations suivantes :

$$\mu_1 = 0,8 \text{ (en supposant que la toiture est horizontale)}$$

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w$$

μ<sub>s</sub> est le coefficient de forme pour la neige qui a glissé de la construction voisine ;

$$\text{- pour } \alpha \leq 15^\circ \quad \mu_s = 0$$

μ<sub>w</sub> est le coefficient de forme pour la charge de neige due au vent.

$$\mu_w = (b_1 + b_2) / 2h \text{ avec les limitations } \mu_w \leq \gamma h / s_k \text{ et } 0,8 \leq \mu_w \leq 2,8$$

γ est le poids volumique de la neige lequel pour ce calcul peut être pris égal à 2 kN/m<sup>3</sup>.

$$l_s = 2h \text{ avec } 5m \leq l_s \leq 15m \text{ (} l_s \text{ longueur d'accumulation)}$$

La disposition de charge avec accumulation à considérer est représentée sur la figure 5.7 par le cas S<sub>2</sub>.

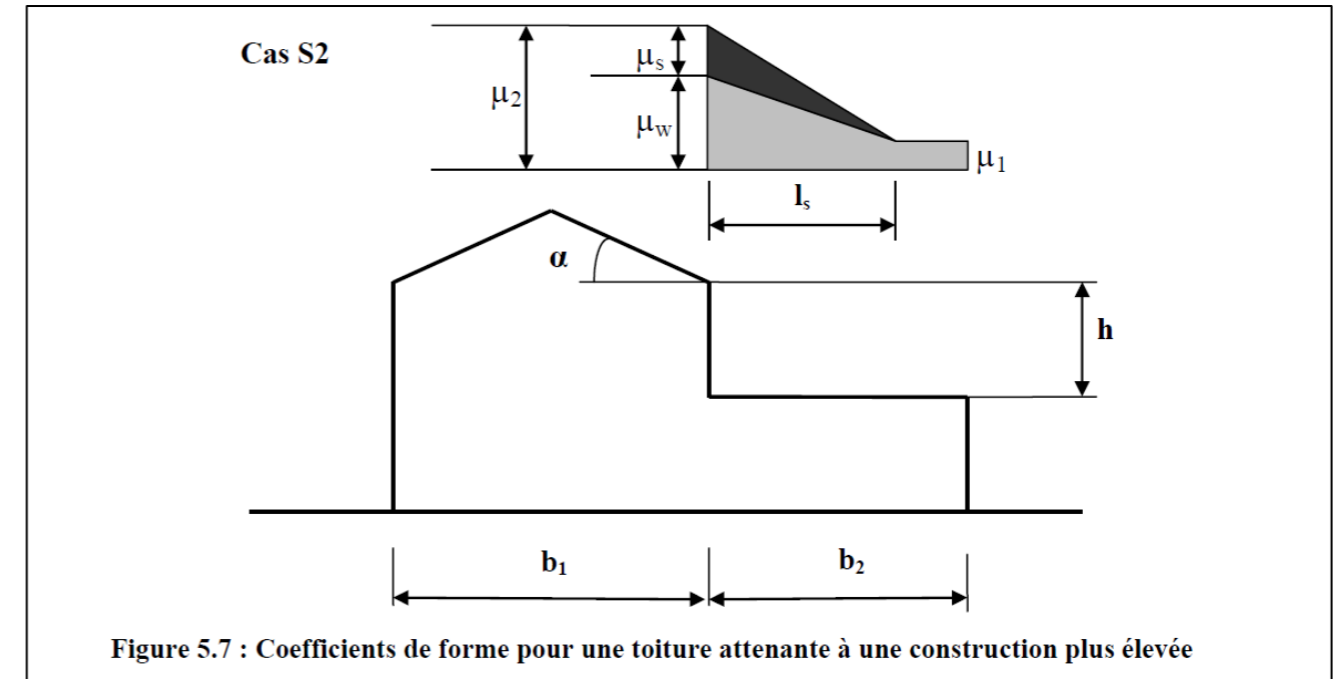


Figure 5.7 : Coefficients de forme pour une toiture attenante à une construction plus élevée

## 6. EFFETS LOCAUX

### 6.2 Accumulation au droit de saillies et d'obstacles

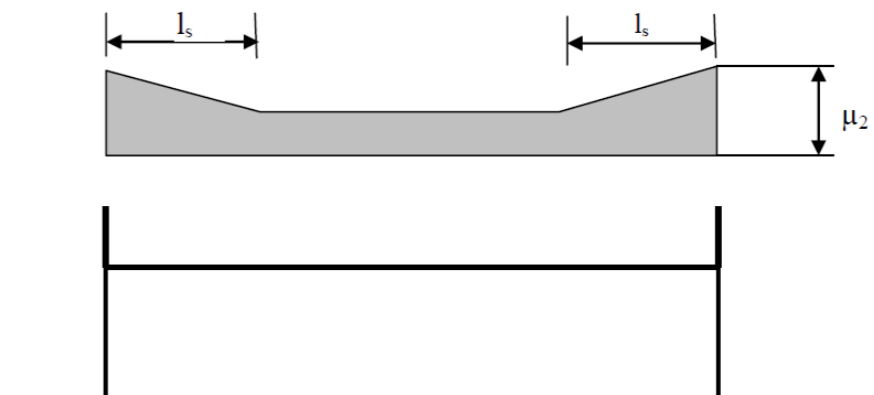
En cas de vent, une accumulation de la neige peut se produire sur toute la toiture présentant des obstacles. Il convient d'adopter les valeurs suivantes pour les coefficients de forme et les longueurs d'accumulation, pour des toitures quasi horizontales :

$$\mu_1 = 0,8 \quad \mu_2 = \gamma h / s_k \quad \text{avec la limitation suivante :} \quad \mu_2 \leq 1,6$$

$$h : \text{ hauteur de l'acrotère} \quad \gamma \text{ est le poids volumique de la neige} \quad \gamma = 2 \text{ kN/m}^3$$

$$l_s = 2h \text{ avec la limitation} \quad 5m \leq l_s \leq 15m$$

Dans le cas de deux acrotères :



EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2023		E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	
DOSSIER TECHNIQUE			Page :7/12

## 2.2.2. Vent

### 4.2 Valeurs de référence

La vitesse de référence du vent doit être calculée à partir de l'expression (4.1)

$$V_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot V_{b,0}$$

où :  $V_b$  est la vitesse de référence du vent,  
 $V_{b,0}$  est la valeur de base de la vitesse de référence du vent ;  
 $c_{dir}$  est le coefficient de direction, voir Note 2 ;  
 $c_{season}$  est le coefficient de saison.

**NOTE 2 :** Le coefficient de direction  $c_{dir}$  est pris égal à 1,0.

### 4.5 Pression dynamique de pointe

Il y a lieu de déterminer la pression dynamique de pointe  $q_p(z)$  à la hauteur  $z$ .

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

où  $q_b$  pression dynamique de référence du vent donnée :  $q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2$   
 $\rho$  masse volumique de l'air, les valeurs de  $\rho$  peuvent être données dans l'Annexe Nationale. La valeur recommandée est de  $1,225 \text{ kg/m}^3$ .  
 $c_e(z)$  coefficient d'exposition.

Dans le cas d'un terrain plat, le coefficient d'exposition  $c_e(z)$  est représenté sur la figure 4.2 en fonction de la hauteur au dessus du sol et de la catégorie de terrain

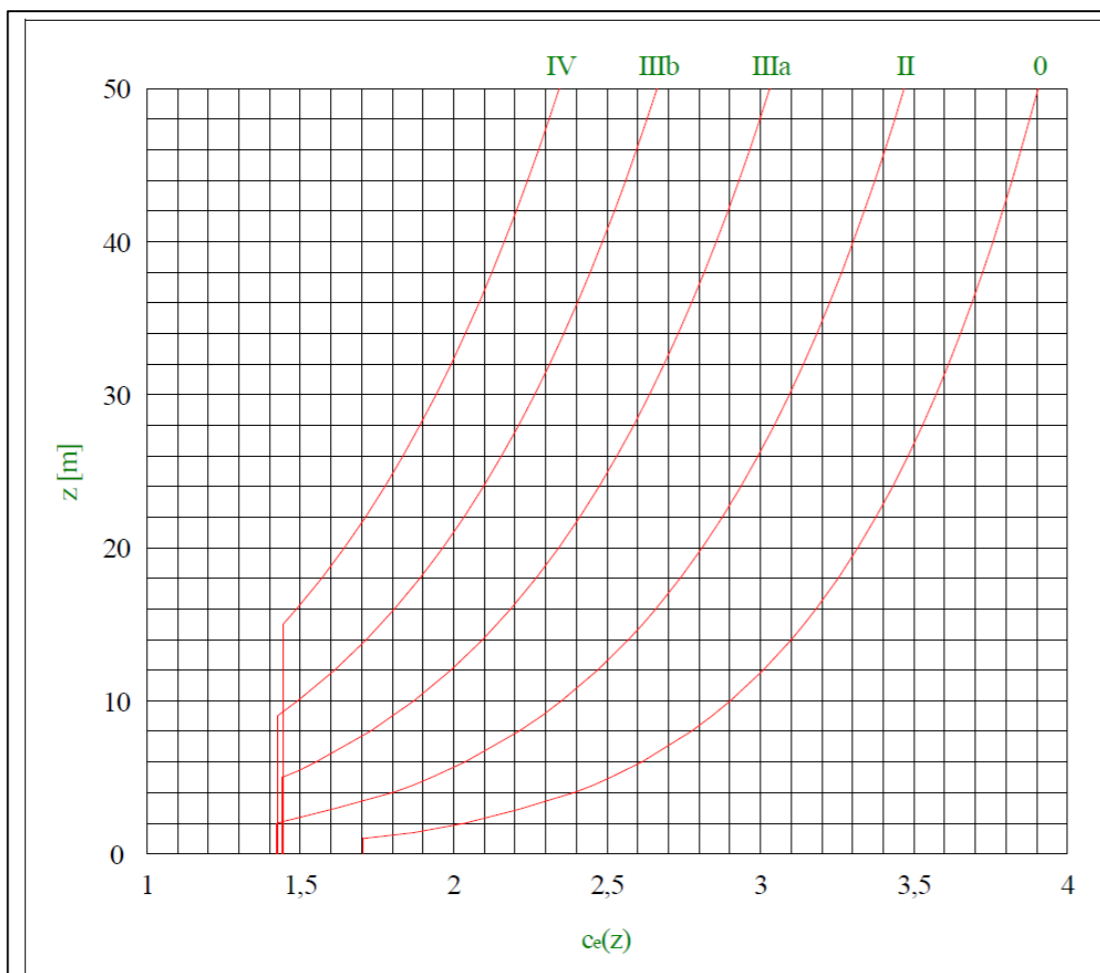


Figure 4.2 : Représentation du coefficient d'exposition  $c_e(z)$

### 5.2 Pression aérodynamique sur les surfaces

(1) Il convient de déterminer la pression aérodynamique agissant sur les surfaces extérieures,  $w_e$ , à partir de l'expression suivante :

$$w_e = q_p(z) \cdot c_{pe}$$

où :  $q_p(z)$  est la pression dynamique de pointe  
 $z$  est la hauteur de référence  
 $c_{pe}$  est le coefficient de pression pour la pression extérieure.

(2) Il convient de déterminer la pression aérodynamique agissant sur les surfaces intérieures d'une construction  $w_i$  à partir de l'expression suivante :

$$w_i = q_p(z) \cdot c_{pi}$$

où :  $q_p(z)$  est la pression dynamique de pointe  
 $z$  est la hauteur de référence  
 $c_{pi}$  est le coefficient de pression pour la pression intérieure.

Tableau 4.3(NF) – Définition des régions climatiques selon les départements

Département	Région(s)	Département	Région(s)	Département	Région(s)
14 Calvados	2	45 Loiret	2	77 Seine-et-Marne	2
15 Cantal	1 ; 2	46 Lot	1	78 Yvelines	2
16 Charente	1	47 Lot-et-Garonne	1	79 Deux-Sèvres	2
17 Charente-Maritime	1 ; 2 ; 3	48 Lozère	2	80 Somme	2 ; 3

Régions :	1	2	3	4
Valeur de base de la vitesse de référence du vent $v_{b,0}$ [m/s]	22	24	26	28

EXAMEN :  
BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

SPÉCIALITÉ :  
ARCHITECTURES EN MÉTAL :  
CONCEPTION ET RÉALISATION

SESSION 2023

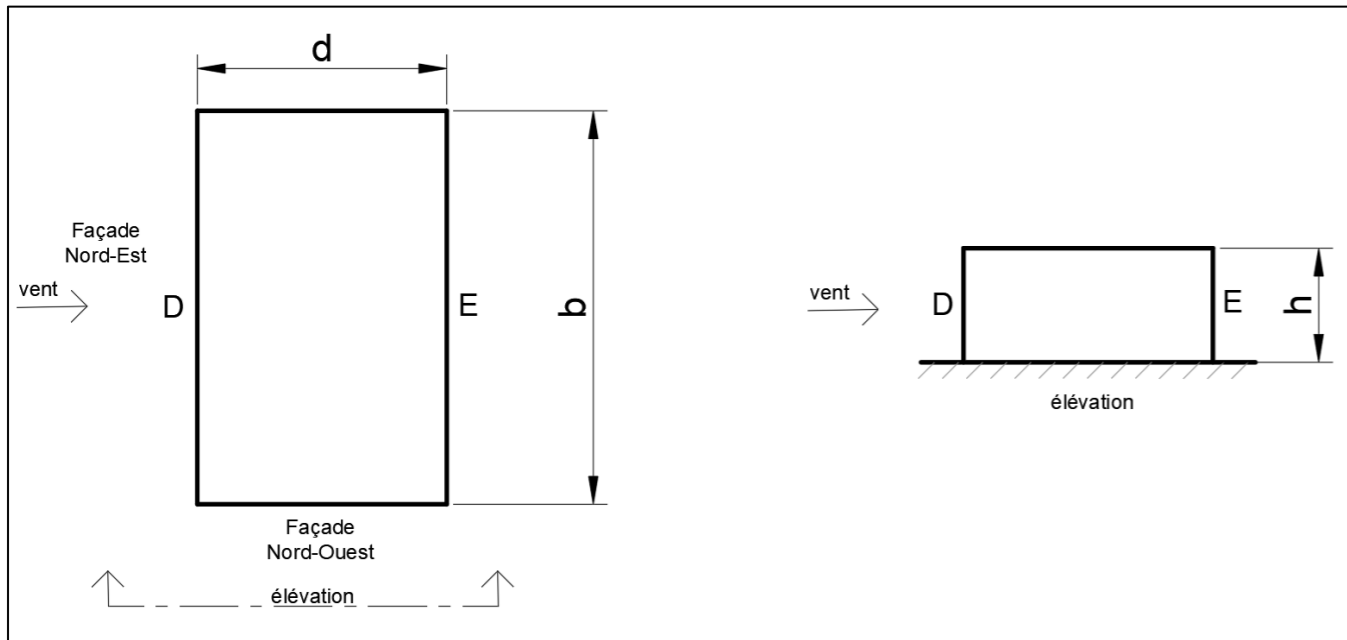
E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet

DOSSIER TECHNIQUE

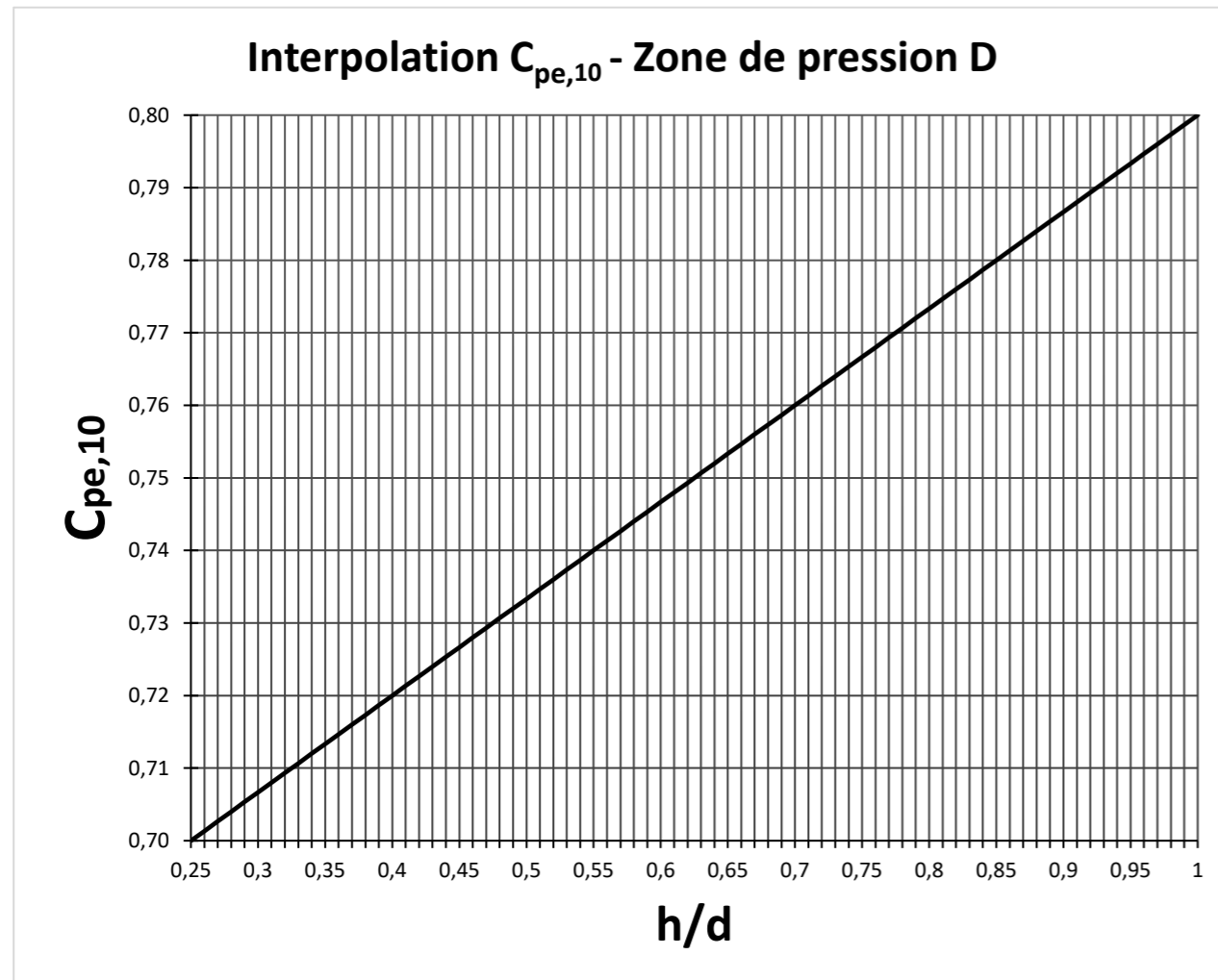
Page :8/12



## 7.2.2 Coefficients de pression extérieur sur les murs verticaux :



Détermination du  $C_{pe,10}$  par interpolation :



## Calcul des $C_{pi}$ :

En adoptant :  $A$  = aire d'une face.  $A_o$  = aire totale des ouvertures sur une face.  
 $A_{ofd}$  = aire totale des ouvertures sur une face dominante.

⇒ Si pour au moins 2 faces (façades ou toiture)  $\frac{A_o}{A} \geq 30\%$  alors traitement en toitures et murs isolés (7.3 et 7.4) (2)

⇒ Une face est dominante si  $A_{ofd} \geq 2 \cdot \sum_{\text{autres faces}} A_o$  (4)

- si  $A_{ofd} = 2 \cdot \sum_{\text{autres faces}} A_o$  alors  $c_{pi} = 0,75 \cdot c_{pe}$  (7.1) (5)

- si  $A_{ofd} \geq 3 \cdot \sum_{\text{autres faces}} A_o$  alors  $c_{pi} = 0,90 \cdot c_{pe}$  (7.2)

- si  $2 \cdot \sum_{\text{autres faces}} A_o \leq A_{ofd} < 3 \cdot \sum_{\text{autres faces}} A_o$  alors interpolation linéaire entre (7.1) et (7.2)

$c_{pe}$  est le coefficient de pression extérieure au niveau des ouvertures de la face dominante.

## 2.3. Eurocode 3 partie 1.1

### 2.3.1. Coefficients partiels de sécurité

$$\gamma_{M0} = 1,0$$

$$\gamma_{M1} = 1,0$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

### 2.3.2. Flambement

Dispositions Constructives	Plan du treillis	
Longueur d'épave L	L : Distance entre 2 nœuds d'assemblages successifs	
Membrures	Profils ouverts	Profils creux
	$L_{cr} = 0,9.L$ (section en I ou H) $L_{cr} = L$ (autres sections)	$L_{cr} = 0,9.L$
Treillis (diagonales et montants)	$L_{cr} = L$ (si 1 bl)	$L_{cr} = L$
	$L_{cr} = 0,9.L$ (si 2 bls ou +)	

EXAMEN : <b>BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR</b>		SPÉCIALITÉ : <b>ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION</b>
SESSION 2023	E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	
DOSSIER TECHNIQUE		Page :9/12

### 6.3 Résistance des barres aux instabilités

#### 6.3.1.1 Résistance au flambement

Il convient de vérifier une barre comprimée vis-à-vis du flambement de la façon suivante :

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.46)$$

où

- $N_{Ed}$  : valeur de calcul de l'effort
- $N_{b,Rd}$  : est la résistance de la barre au flambement.

L'expression de  $N_{b,Rd}$  est donnée par :

- Sections de Classe 1, 2 ou 3

$$N_{b,Rd} = \chi \frac{A f_y}{\gamma_{MI}} \quad (6.47)$$

$\chi$  est le coefficient de réduction du mode de flambement approprié.

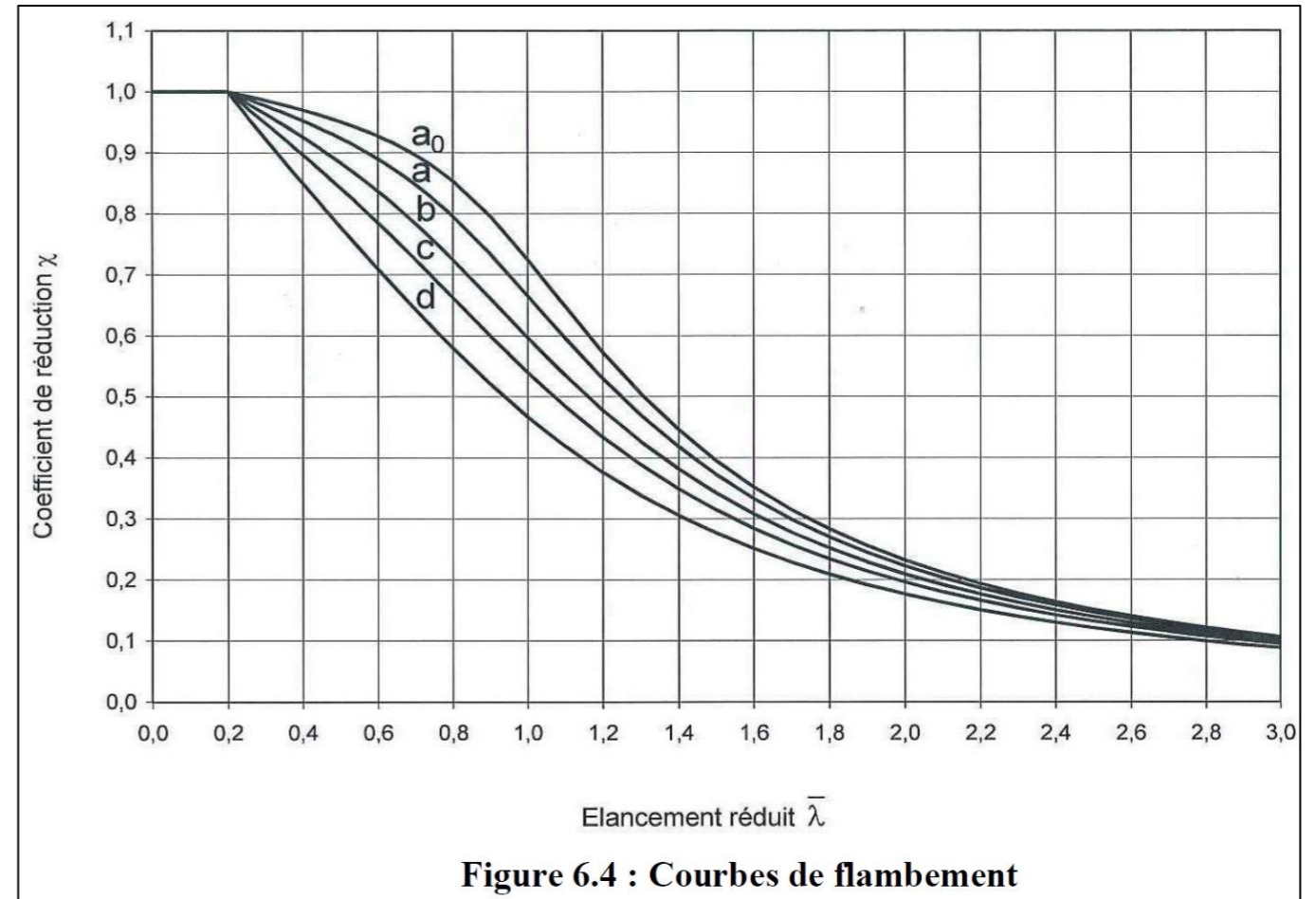


Figure 6.4 : Courbes de flambement

#### 6.3.1.3 Elancement pour le flambement par flexion

L'elancement réduit  $\bar{\lambda}$  est donné par les expressions suivantes :

- sections de Classes 1, 2 ou 3

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1}$$

avec :

- $\lambda$  : elancement de la barre défini par  $L_{cr}/i$   $i$  : rayon de giration
- $L_{cr}$  : longueur de flambement dans le plan de flambement considéré
- $A$  : section transversale de l'élément considéré

Méthode alternative :

$$N_{cr} = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I}{L_{cr}^2}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}}$$

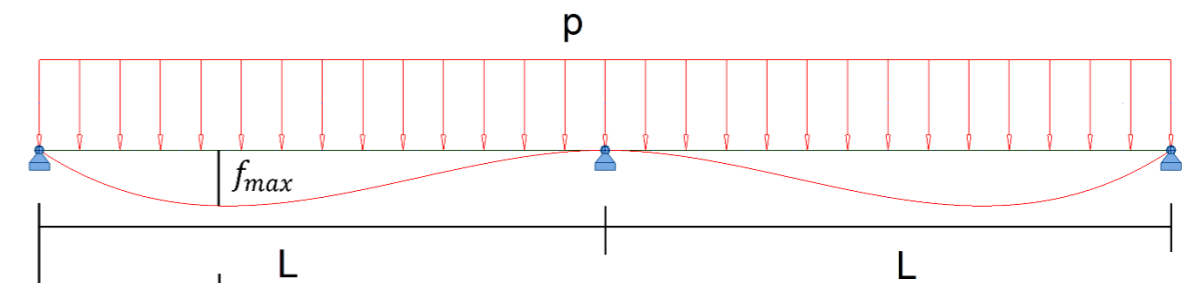
Acier	S235	S275	S355	S420	S460
$\lambda_1$	93,9	86,8	76,4	70,2	66,2

Tableau 6.2 - Choix de la courbe de flambement pour une section transversale

Section transversale	Limites	Flamb <sup>1</sup> selon l'axe	Courbe de flamb <sup>1</sup>	
			S 235 S 275 S 355 S 420	S 460
Sections en U, T et pleines 		Quelcon-que	c	c
Sections en L 		Quelcon-que	b	b

### 3. Formulaire Mécanique - Résistance des Matériaux

#### 3.1. Flèche maximale d'une poutre continue sur 3 appuis



$E_{acier} = 210\ 000\ \text{MPa}$

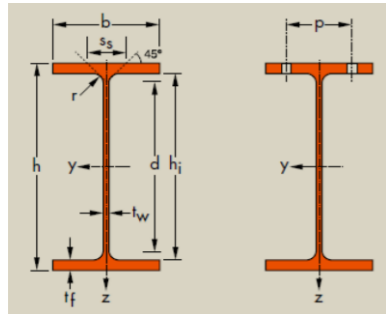
$$f_{max} = \frac{2,05 p L^4}{384 E I}$$

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2023		E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	
DOSSIER TECHNIQUE			Page :10/12

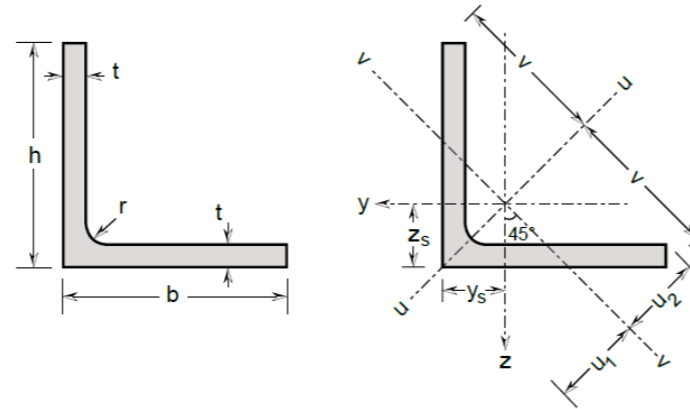


## 4. Catalogues de profils

### 4.1. IPE



Type de profilé	Masse	Dimensions					Aire	Inertie	Modules de flexion		Inertie	Modules de flexion		Aire de cisaillement	
	G (kg/ml)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r (mm)	S (cm2)	Iy (cm4)	Wely (cm3)	Wply (cm3)	Iz (cm4)	Welz (cm3)	Wplz (cm3)	Ayz (cm2)	Azy (cm2)
IPE 80	6	80	46	3,8	5,2	5	7,64	80,14	20,03	23,22	8,48	3,69	5,82	3,58	4,784
IPE 100	8,1	100	55	4,1	5,7	7	10,3	171	34,2	39,41	15,92	5,79	9,15	5,08	6,27
IPE 120	10,4	120	64	4,4	6,3	7	13,2	317,8	52,96	60,73	27,67	8,65	13,58	6,31	8,064
IPE 140	12,9	140	73	4,7	6,9	7	16,4	541,2	77,32	88,34	44,92	12,31	19,25	7,64	10,074
IPE 160	15,8	160	82	5	7,4	9	20,1	869,3	108,7	123,9	68,31	16,66	26,1	9,66	12,136
IPE 180	18,8	180	91	5,3	8	9	23,9	1317	146,3	166,4	100,9	22,16	34,6	11,25	14,56
IPE200	22,4	200	100	5,6	8,5	12	28,5	1943	194,3	220,6	142,4	28,47	44,61	14	17
IPE 220	26,2	220	110	5,9	9,2	12	33,4	2772	252	285,4	204,9	37,25	58,11	15,88	20,24
IPE 240	30,7	240	120	6,2	9,8	15	39,12	3892	324,3	366,6	283,6	47,27	73,92	19,14	23,52
IPE 270	36,1	270	135	6,6	10,2	15	45,94	5790	428,9	484	419,9	62,2	96,95	22,14	27,54
IPE 300	42,2	300	150	7,1	10,7	15	53,81	8356	557,1	628,4	603,8	80,5	125,2	25,68	32,1
IPE 330	49,1	330	160	7,5	11,5	18	62,61	11770	713,1	804,3	788,1	98,52	153,7	30,81	36,8
IPE 360	57,1	360	170	8	12,7	18	72,73	16270	903,6	1019	1043	122,8	191,1	35,14	43,18
IPE 400	66,3	400	180	8,6	13,5	21	84,46	23130	1156	1307	1318	146,4	229	42,69	48,6
IPE 450	77,6	450	190	9,4	14,6	21	98,82	33740	1500	1702	1676	176,4	276,4	50,85	55,48
IPE 500	90,7	500	200	10,2	16	21	115,5	48200	1928	2194	2142	214,2	335,9	59,87	64
IPE 550	106	550	210	11,1	17,2	24	134,4	67120	2441	2787	2668	254,1	400,5	72,34	72,24
IPE 600	122	600	220	12	19	24	156	92080	3069	3512	3387	307,9	485,6	83,78	83,6



### 4.2. Cornières à ailes égales

General properties / Generelle Eigenschaften / Valeurs generaux										Structural properties / Statische Kennwerte / Valeurs statiques							
Designation Bezeichnung Désignation	Dimensions Abmessungen Dimensions					Position of axes Lage der Achsen Position des axes				Axis y-y / axis z-z Achse y-y / Achse z-z Axe y-y / axe z-z			Axis u-u Achse u-u Axe u-u		Axis v-v Achse v-v Axe v-v		
	G kg/m	h = b mm	t mm	r mm	A mm <sup>2</sup> x10 <sup>2</sup>	z <sub>s</sub> =y <sub>s</sub> mm	v mm	u <sub>1</sub> mm	u <sub>2</sub> mm	I <sub>y</sub> =I <sub>z</sub> mm <sup>4</sup> x10 <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> =W <sub>el,z</sub> mm <sup>3</sup> x10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> =i <sub>z</sub> mm x10	I <sub>u</sub> mm <sup>4</sup> x10 <sup>4</sup>	I <sub>v</sub> mm <sup>4</sup> x10 <sup>4</sup>	I <sub>y</sub> mm <sup>4</sup> x10 <sup>4</sup>	I <sub>v</sub> mm <sup>4</sup> x10 <sup>4</sup>	I <sub>yz</sub> mm <sup>4</sup> x10 <sup>4</sup>
L 150 x 150 x 10	23.42	150	10	16 / 2 *	29.27	40.34	106.07	57.05	52.77	624.04	56.91	4.62	990.54	5.82	257.54	2.97	-366.50
L 150 x 150 x 12	27.87	150	12	16 / 2 *	34.83	41.23	106.07	58.31	52.93	736.91	67.75	4.60	1170.35	5.80	303.47	2.95	-433.44
L 150 x 150 x 13	30.07	150	13	16 / 2 *	37.58	41.65	106.07	58.90	53.04	791.69	73.07	4.59	1257.39	5.78	325.99	2.95	-465.70
L 150 x 150 x 14	32.25	150	14	16 / 2 *	40.31	42.07	106.07	59.49	53.16	845.39	78.33	4.58	1342.54	5.77	348.25	2.94	-497.15
L 150 x 150 x 15	34.42	150	15	16 / 2 *	43.02	42.47	106.07	60.07	53.29	898.05	83.52	4.57	1425.84	5.76	370.26	2.93	-527.79
L 150 x 150 x 16	36.57	150	16	16 / 2 *	45.71	42.87	106.07	60.63	53.43	949.68	88.65	4.56	1507.32	5.74	392.05	2.93	-557.63
L 150 x 150 x 18	40.83	150	18	16 / 2 *	51.03	43.66	106.07	61.74	53.74	1049.96	98.74	4.54	1664.90	5.71	435.03	2.92	-614.93
L 150 x 150 x 20	45.02	150	20	16 / 2 *	56.27	44.43	106.07	62.83	54.07	1146.43	108.59	4.51	1815.50	5.68	477.36	2.91	-669.07

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2023		E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	
DOSSIER TECHNIQUE			Page :11/12

## 5. Documentation Cofrastra 70

### 6. Arval

#### PLANCHERS COLLABORANTS

#### COFRASTRA 70

#### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

##### Caractéristiques utiles du profil

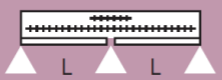
Épaisseur nominale de la tôle e	mm	0,75	1,00
Poids au mètre carré utile	daN/m <sup>2</sup>	10,05	13,40
Section active d'acier :	A	cm <sup>2</sup> /ml	11,95
Inertie propre du profil :	i	cm <sup>4</sup> /ml	92,50
Position fibre neutre :	v <sub>i</sub>	cm	3,14
Module d'inertie :	I/v <sub>i</sub>	cm <sup>3</sup> /ml	29,47
			39,99

##### Consommation nominale de béton

Épaisseur d	cm	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	25	30
Litrage	l/m <sup>2</sup>	84	94	104	114	124	134	144	154	164	174	194	224	274
Poids théorique du béton seul*	daN/m <sup>2</sup>	201	226	250	273	298	322	346	370	394	418	466	538	658

\* Pour obtenir le poids total de la dalle il faut ajouter le poids du béton dû à la flèche ainsi que le poids du profil.  
Poids volumique du béton 2400 daN/m<sup>3</sup>.

Charge d'exploitation maximale admissibles en daN/m<sup>2</sup> sur le plancher collaborant :

Tôle interrompue sur appuis  e = 0,75 mm

S <sub>mini</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	7,25	6,92	6,92	6,92	6,92	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,16	6,16	6,16	6,16	6,16	6,16	6,16	8,50	6,16	6,16	6,16
S <sub>max</sub> (cm <sup>2</sup> /m)	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,37	10,27	11,05	10,37	11,05	11,05	11,05	11,05	11,05	11,95	11,95	11,95	11,95
Épaisseur	Portée L en cm																					
Dalle en cm	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610	
30	2420	2320	2220	2120	2040	1910	1830	1760	1690	1620	1560	1500	1450	1420	1390	1340	1290	1250	1210	1170		
29	2330	2230	2140	2050	1960	1880	1760	1690	1630	1560	1500	1450	1390	1360	1340	1290	1250	1200	1160	1120	1080	1040
28	2240	2150	2050	1970	1890	1810	1700	1630	1560	1500	1450	1390	1340	1310	1290	1240	1200	1160	1120	1080	1040	
27	2150	2060	1970	1890	1810	1740	1670	1560	1500	1440	1380	1340	1290	1260	1240	1190	1150	1110	1070	1030	1000	
26	2070	1980	1890	1810	1740	1670	1600	1540	1480	1420	1360	1300	1260	1230	1210	1180	1140	1100	1060	1030	990	960
25	1980	1890	1810	1730	1660	1590	1530	1470	1420	1320	1270	1220	1180	1160	1130	1090	1050	1020	980	950	910	
24	1890	1810	1730	1660	1590	1520	1460	1410	1350	1300	1220	1170	1130	1110	1080	1040	1010	970	930	870	810	
23	1800	1720	1650	1580	1510	1450	1390	1340	1290	1240	1190	1110	1070	1060	1030	990	950	880	820	760	710	
22	1710	1640	1570	1500	1440	1380	1320	1270	1220	1180	1130	1110	1020	1010	970	900	830	770	720	660	610	
21	1620	1550	1490	1420	1360	1310	1260	1210	1160	1120	1070	1060	980	900	850	780	720	670	620	570	530	
20	1540	1470	1400	1350	1290	1240	1190	1140	1100	1050	1000	920	850	780	720	670	620	570	530	490	450	
19	1450	1380	1320	1270	1220	1170	1120	1070	1020	940	860	790	730	670	620	570	530	490	450	410	380	
18	1360	1300	1240	1190	1140	1090	1040	950	870	800	730	680	620	570	520	480	440	400	370	340	310	
17	1270	1220	1160	1110	1060	970	880	810	740	680	620	570	520	480	440	400	360	330	300	270	250	
16	1230	1130	1080	980	890	820	740	680	620	570	520	470	430	390	360	320	290					
15	1080	980	900	820	750	680	620	560	510	460	420	380	350	310								
14	890	810	730	670	610	550	500	450	410	370												
13	730	660	590	530	480	430																
12	580	520	460																			
11																						

0 étai    1 étai au coulage    2 étais au coulage    3 étais au coulage

## Documentation Efigreen Acier



### PROCEDE EFIGREEN ACIER

Panneaux supports d'étanchéité conformes aux Règles Professionnelles CSFE (édition 2021)

« Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde »

#### Nature

Panneau polyuréthane à parements en aluminium d'épaisseur 50 µm conforme à la norme NF EN 13165.

#### Domaine d'emploi

Sur les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées (TAN) et sur bois et panneaux à base de bois (uniquement avec porte-neige relié à la charpente en climat de montagne).

#### Caractéristiques d'aptitude à l'emploi certifiées

Caractéristiques		EFIGREEN ACIER	
Dimensions	Longueur	2500 mm ± 5 mm	1200 mm ± 2 mm
	Largeur	1200 mm ± 3 mm	1000 mm ± 2 mm
	Épaisseur	30 à 100 mm ± 2 mm	30 à 162 mm ± 2 mm
	Equerrage	≤ 3 mm/m	
Mécaniques	Planéité	≤ 5 mm	
	Contrainte en compression à 10%	≥ 150 kPa	
	Classe de compressibilité à 80°C	Classe C	
Stabilité dimensionnelle	Contrainte admissible	25,7 kPa en 1 lit d'épaisseur maximale 160 mm 19 kPa en 2 lits d'épaisseur maximale 320 mm	
	Variation dimensionnelle résiduelle à 20°C après stabilisation à 80°C	≤ 0,5 %	
Thermique	Incurvation sous un gradient de température 80°C/20°C sur panneau entier	≤ 5 mm (sur panneau entier)	
	Conductivité et résistances thermiques	Cf. certificat ACERMI	
Réaction au feu	Euroclasse	D-s2,d0	

#### Résistances thermiques (Cf. certificat ACERMI n°12/006/109)

Épaisseur (mm)	Résistance thermique										
	30	35	40	46	50	55	60	65	70	75	80
R (m <sup>2</sup> .K/W)	1,30	1,50	1,80	2,05	2,25	2,50	2,70	2,95	3,15	3,40	3,60
R (m <sup>2</sup> .K/W)	3,85	4,05	4,15	4,30	4,50	4,70	5,00	5,20	5,45	5,70	5,90
Épaisseur (mm)	135	138	140	145	150	155	160	162			
R (m <sup>2</sup> .K/W)	6,10	6,25	6,35	6,55	6,80	7,00	7,25	7,35			

Poids surfacique des panneaux par cm d'épaisseur : 0.36 daN/m<sup>2</sup>.

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2023		E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	
DOSSIER TECHNIQUE			Page :12/12