RESEAU-CANOPE.FR

CANOPÉ

LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES

SESSION 2014

E4 : Analyse et Calcul des Structures

U4.2 Note de calculs

Durée : 4 h – Coefficient : 3

Le dossier technique d'étude est commun aux épreuves E4 et E5

Contenu du dossier

- travail demandé : pages 1 et 2 ;
- document technique DT1 : pages 3 et 4 ;
- document technique DT2 : page 5 ;
- document réponse DR1 : page 6 ; à remettre avec la copie
- document réponse DR2 : page 7. à remettre avec la copie

Barème indicatif

- question 1 : 4 points ;
- question 2 : 5 points ;
- question 3 : 5 points ;
- question 4 : 6 points.

Documents autorisés

- catalogue de profilés ;
- règlements ou extraits de règlements en vigueur.

Recommandations

Les quatre questions peuvent être traitées de façon indépendante.
Une attention particulière sera portée au soin apporté à la rédaction et aux schémas.

CODE ÉPREUVE : **1206CME4CAL**	EXAMEN : **BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**		SPÉCIALITÉ : **Constructions Métalliques**
SESSION 2014	**SUJET**	***ÉPREUVE* : U4 .2 Note de calculs**	Calculatrice autorisée
Durée : 4 h	Coefficient : 3	SUJET N° BTS/VP/12/5	

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

Question 1 : actions sur les ouvrages

1.1 Charges permanentes G

Déterminer la charge permanente G amenée par la couverture sur le portique de la file 3.

Cette charge sera exprimée en kN par m² de toiture et inclura le poids des pannes, mais pas le poids propre des traverses de portique.

Représenter cette charge sur le schéma n°1 du document réponse DR1.

1.2 Charge de neige S

Déterminer la charge de neige caractéristique agissant sur la toiture au niveau de la file 3.

Cette charge sera exprimée en kN par m² de couverture.

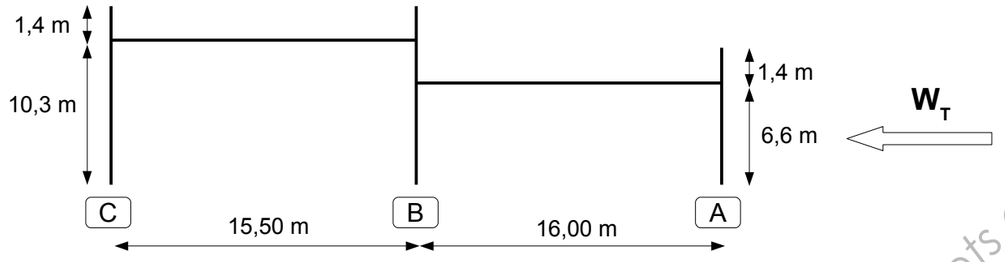
On étudiera uniquement le cas de neige caractéristique conforme aux hypothèses suivantes :

- accumulations au droit des acrotères et de la jonction entre les deux nefs (file B) ;
- surcharge pour faible pente (3,5 %) sur la totalité de la couverture ;
- le cas de neige accidentelle n'est pas envisagé.

Représenter cette charge sur le schéma n° 2 du document réponse DR1.

1.3 Action du vent transversal W_T

On cherche ici à déterminer l'action d'un vent transversal W_T représenté par le schéma ci-dessous.



1.3.a Pression dynamique de pointe q_p

Déterminer la valeur de la pression dynamique de pointe q_p à prendre en compte pour ce projet.

1.3.b Coefficients aérodynamiques

On cherche à déterminer les coefficients aérodynamiques à utiliser pour l'étude du portique de la file 3.

Déterminer les valeurs à prendre en compte pour :

- le coefficient de pression nette $c_{p,net}$ pour les acrotères ;
- le coefficient de pression extérieure $c_{p,e,10}$ pour le long-pan au vent (file A) ;
- le coefficient de pression extérieure $c_{p,e,10}$ pour le long-pan sous le vent (file C) ;
- les valeurs extrêmes (pression et dépression) des coefficients de pression extérieure $c_{p,e,10}$ pour la toiture supérieure.

1.3.c Action du vent sur les parois

On considérera que le bâtiment est fermé, et qu'il est en surpression intérieure.

Indiquer les valeurs à prendre en compte en kN/m² pour :

- l'action du vent sur les acrotères ;
- l'action du vent sur le long-pan au vent (file A) ;
- l'action du vent sur le long-pan sous le vent (file C) ;
- l'action maximale du vent en pression sur la toiture supérieure ;
- l'action maximale du vent en dépression sur la toiture supérieure.

Question 2 : étude des pannes

On considérera pour toute cette partie que les pannes sont isostatiques sur deux appuis d'extrémités distants de 4,605 m, et que les charges élémentaires sont les suivantes :

- charges permanentes (y compris poids propre de la panne) : q_G = 0,85 kN/m ;
- charge de neige : q_S = 2,92 kN/m ;
- vent en pression : q_{W+} = 0,82 kN/m ;
- vent en dépression q_{W-} = -1,65 kN/m.

A titre de simplification, on négligera la pente de couverture en considérant que la toiture est horizontale, et on négligera tout risque d'instabilité.

2.1 Critères de déformation ELS

Indiquer quels sont les critères de déformation à respecter pour les pannes de couverture.

2.2 Combinaisons d'action ELS

2.2.a Combinaisons de calcul ELS

Énoncer les combinaisons de calcul à prendre en compte pour chacun des critères énoncés à la question 2.1.

2.2.b Charges de calcul ELS

Déterminer la charge linéique de calcul (en kN/m) à retenir finalement pour chacun des critères énoncés à la question 2.1.

2.3 Inertie minimale

Déterminer pour chacun des critères ELS, l'inertie minimale des profilés à mettre en œuvre.

Conclure sur la conformité des pannes mises en œuvre vis à vis des critères ELS.

En cas de doute sur les résultats de la question n°2.2.b, on pourra étudier le critère w_{max} avec la charge q_{max} = 4,3 kN/m , et le critère w_3 avec la charge q_3 = 3,4 kN/m.

2.4 Résistance en flexion

2.4.a Combinaisons de calcul ELU

Énoncer les combinaisons de charges à prendre en compte pour vérifier la résistance des pannes à la flexion.

2.4.b Charge de calcul ELU

Déterminer la valeur de la charge de calcul q_{Ed} à prendre en compte pour les vérifications de résistance.

2.4.c Vérification

Vérifier la résistance en flexion des pannes mises en œuvre.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

On rappelle que l'acier est de nuance S235 et qu'on néglige tout phénomène d'instabilité.

En cas de doute sur le résultat de la question 2.4.b, on pourra prendre pour charge de calcul q_{Ed} = 6,3 kN/m.

Question 3 : traverse basse AB du portique file 3 sous la combinaison 1,35 G + 1,5 S + 0,9 W_T

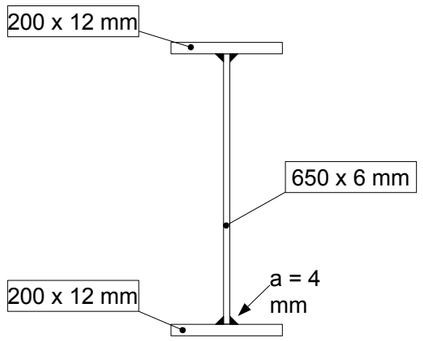
- la modélisation informatique du portique de la file 3 et de son chargement est donnée par le document technique DT1 ;
- le listing de résultats sous la combinaison 1,35 G + 1,5 S + 0,9 W_T est donné par le DT2.

3.1 Efforts intérieurs

Tracer sur le document réponse DR1 les diagrammes de l'effort normal N (schéma n°3), de l'effort tranchant V (schéma n°4) et du moment fléchissant M (schéma n°5) pour la totalité de la traverse AB du portique, en indiquant notamment les valeurs prises par ces sollicitations.

3.2 Classification de la section

Au droit de la jonction avec le poteau central de la file B, la section transversale de la traverse basse est donnée par le schéma suivant :



- Acier S 275
- N_{Ed} = - 8 kN (compression)
- $M_{y,Ed}$ = 237 kN·m

Classer cette section pour les sollicitations indiquées.

On rappelle que pour des sections doublement symétriques en I ou en H, la position de l'axe neutre est donnée par :

- $\alpha = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{N}{c \cdot t_w \cdot f_y}\right)$ pour les sections de classe 1 et 2 ;
- $\psi = \frac{2N}{A \cdot f_y} - 1$ pour les sections de classe 3 et 4 ;
- N représentant la valeur absolue de l'effort normal exprimé en newton.

3.3 Résistance de la section

Vérifier la résistance de la section vis-à-vis des sollicitations indiquées en 3.2, en admettant que la section est de classe 3.

Question 4 : poteau C3 sous 1,35 G + 1,5 S + 0,9 W

Pour la totalité de cette question, les caractéristiques géométriques des sections sont celles indiquées dans le listing du DT1.

4.1 Classification de la structure

Un calcul informatique indique que le coefficient critique de flambement global pour la combinaison 1,35 G + 1,5 S + 0,9 W vaut α_{cr} = 46,4.

Comment doit alors être classée la structure pour cette combinaison ?

4.2 Efforts intérieurs dans le poteau

À partir du listing informatique des documents techniques DT1 et DT2, reporter sur le schéma n° 6 du document réponse DR2 les diagrammes de sollicitations internes (NVM) du poteau C3.

Les sollicitations dans la baïonnette d'acrotère n'ont pas à être représentées.

4.3 Longueurs de flambement

4.3.a Longueur de flambement faible

Déterminer, en justifiant votre réponse à partir des dispositions constructives décrites au dossier technique, la longueur de flambement faible $L_{cr,z}$ du poteau.

4.3.b Longueur de flambement fort

On considérera que la structure est à noeuds fixes pour la combinaison étudiée.

Déterminer la longueur de flambement fort $L_{cr,y}$ du poteau.

4.4 Stabilité du poteau

Vérifier la résistance du poteau vis-à-vis des sollicitations internes suivantes :

- N_{Ed} = - 51 kN ;
- $M_{y,Ed}$ = 106 kN·m.

On considéra que la section est de classe 3 pour ces sollicitations, et on prendra M_{cr} = 211,2 kN·m, k_{yy} = 0,6 et k_{zy} = 0,48.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

Document technique DT1 – modélisation informatique

Attention, les repères locaux adoptés dans ce listing sont conformes aux dispositions de la section 1.7 de l'Eurocode 3 partie 1-1« Conventions pour les axes des barres » :

- **axe fort yy, axe faible zz**
- **le sens de rotation positif est le sens trigonométrique direct (anti-horaire).**

Noeud(s) [m]

Noeud	x	y	Noeud	x	y
1	0.000	0.000	2	0.000	9.900
3	0.000	11.900	4	15.500	0.000
5	15.500	6.200	6	15.500	9.900
7	15.500	11.900	8	31.500	0.000
9	31.500	6.200	10	31.500	8.200
11	5.000	10.075	12	7.750	10.171
13	10.500	10.075	14	23.500	6.480
15	26.500	6.375			

Poutres(s) [m , °]

Poutre	Ori-> Ext		Orient	Sect	Mat	Long	Type
1	1	2	0.0000	11	11	9.900	Rigide - Rigide
2	2	3	0.0000	14	11	2.000	Rigide - Rigide
3	4	5	0.0000	11	11	6.200	Rigide - Rigide
4	5	6	0.0000	11	11	3.700	Rigide - Rigide
5	6	7	0.0000	14	11	2.000	Rigide - Rigide
6	8	9	0.0000	11	11	6.200	Rigide - Rigide
7	9	10	0.0000	14	11	2.000	Rigide - Rigide
8	2	11	0.0000	12	11	5.003	Rigide - Rigide
9	11	12	0.0000	12	11	2.752	Rigide - Rigide
10	12	13	0.0000	12	11	2.752	Rigide - Rigide
11	13	6	0.0000	12	11	5.003	Rigide - Rigide
12	5	14	0.0000	10	11	8.005	Rigide - Rigide
13	14	15	0.0000	10	11	3.002	Rigide - Rigide
14	15	9	0.0000	10	11	5.003	Rigide – Rigide

Sections droites

Section droite 10 :

Section paramétrée [8]
I à ailes égales
Hauteur du I = 674.00 mm
Longueur des ailes = 200.00 mm
Épaisseur de l'âme = 6.00 mm
Épaisseur des ailes = 12.00 mm
Aire = 87.000 cm2
Moments quadratiques : I_z = 1601.170 cm4 - I_y = 66326.290 cm4

Section droite 11 :

Section paramétrée [8]
I à ailes égales
Hauteur du I = 504.00 mm
Longueur des ailes = 220.00 mm
Épaisseur de l'âme = 5.00 mm
Épaisseur des ailes = 12.00 mm
Aire = 76.800 cm2
Moments quadratiques : I_z = 2130.100 cm4 - I_y = 36566.784 cm4

Section droite 12 :

Section paramétrée [8]
I à ailes égales
Hauteur du I = 670.00 mm
Longueur des ailes = 200.00 mm
Épaisseur de l'âme = 6.00 mm
Épaisseur des ailes = 10.00 mm
Aire = 79.000 cm2
Moments quadratiques : I_z = 1334.503 cm4 - I_y = 57294.583 cm4

Section droite 14 :

HEA - 100
Aire = 21.236 cm2
Moments quadratiques : I_z = 133.811 cm4 - I_y = 349.225 cm4

Matériau(x)

Matériau 11 : Acier S275

Module d'Young = 210000 MPa
Coefficient de Poisson = 0.30
Module d'élasticité transversal = 80769 MPa
Masse volumique = 7800 kg/m3
Coefficient de dilatation = 1.30E-05 1/K

Liaison(s) nodale(s)

Noeud 1 : dx = dy = 0
Noeud 4 : dx = dy = 0
Noeud 8 : dx = dy = 0

Cas de charge 1 : Charges permanentes

Le poids propre est pris en compte (g = 10.00 m/s2)
7 Charge(s) uniformément répartie(s) [kN/m]
Poutre 8 : px = 0.0 py = -1.5
Poutre 9 : px = 0.0 py = -1.5

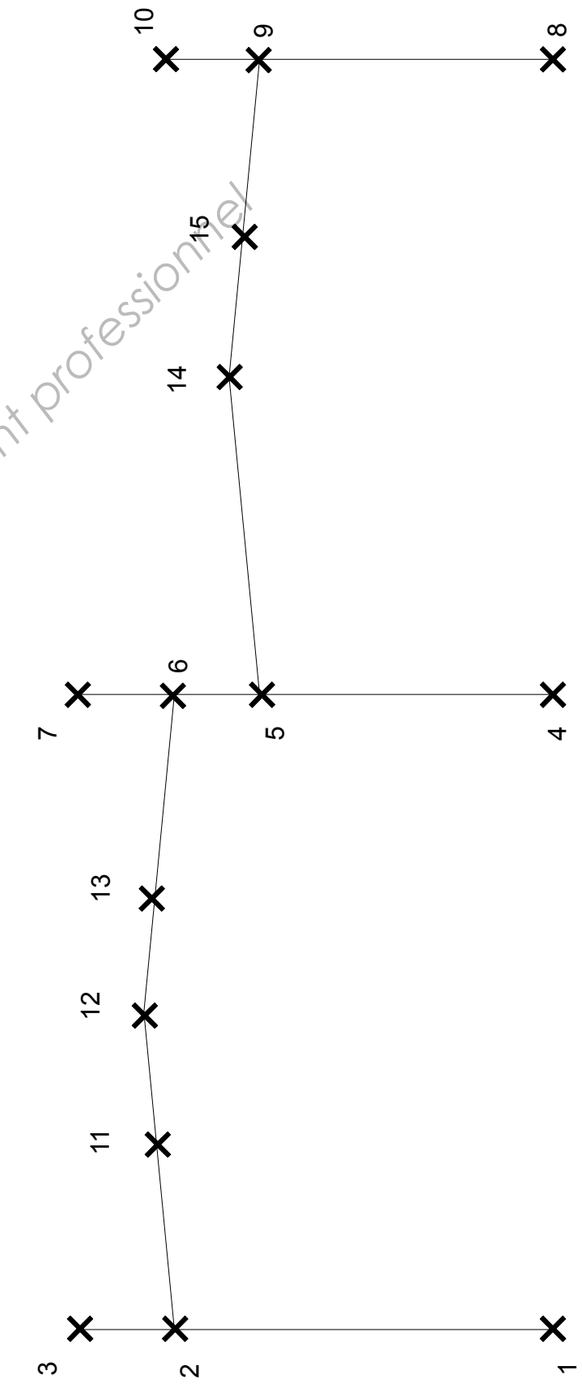
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

Poutre 10 : px = 0.0 py = -1.5
Poutre 11 : px = 0.0 py = -1.5
Poutre 12 : px = 0.0 py = -1.5
Poutre 13 : px = 0.0 py = -1.5
Poutre 14 : px = 0.0 py = -1.5

Cas de charge 2 : Neige
3 Charge(s) verticale(s) uniformément répartie(s) [kN/m]
Poutre 9 : py = -2.1 par unité de longueur projetée
Poutre 10 : py = -2.1 par unité de longueur projetée
Poutre 13 : py = -2.1 par unité de longueur projetée
4 Charge(s) répartie(s) linéairement [kN/m]
Poutre 8 : pxo = 0.0 pyo = -3.8
pxe = 0.0 pye = -2.1
Poutre 11 : pxo = 0.0 pyo = -2.1
pxe = 0.0 pye = -3.8
Poutre 14 : pxo = 0.0 pyo = -2.1
pxe = 0.0 pye = -3.8
Poutre 12 : pxo = 0.0 pyo = -6.3
pxe = 0.0 pye = -2.1

Cas de charge 3 : Vent W_T
13 Charge(s) uniformément répartie(s) [kN/m]
Poutre 1 : px = -1.4 py = 0.0
Poutre 4 : px = -1.4 py = 0.0
Poutre 6 : px = -1.4 py = 0.0
Poutre 2 : px = -5.7 py = 0.0
Poutre 5 : px = -5.7 py = 0.0
Poutre 7 : px = -5.7 py = 0.0
Poutre 8 : pX = 0.0 pZ = - 2.6 (Repère local)
Poutre 9 : pX = 0.0 pZ = - 2.6 (Repère local)
Poutre 10 : pX = 0.0 pZ = - 2.6 (Repère local)
Poutre 11 : pX = 0.0 pZ = - 2.6 (Repère local)
Poutre 12 : pX = 0.0 pZ = - 2.6 (Repère local)
Poutre 13 : pX = 0.0 pZ = - 2.6 (Repère local)
Poutre 14 : pX = 0.0 pZ = - 2.6 (Repère local)

Combinaison(s) de cas de charges
1 : 1.35 Cas 1 + 1.50 Cas 2 + 0.90 Cas 3



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

Document technique DT2 – résultats de calcul

Combinaison = 1.35 Cas 1 + 1.50 Cas 2 + 0.90 Cas 3

Action(s) de liaison [kN kN.m]

Noeud 1 - Rx = 17.0 Ry = 51.1 Mz = 0.0
Noeud 4 - Rx = 26.5 Ry = 105.7 Mz = 0.0
Noeud 8 - Rx = 12.8 Ry = 26.5 Mz = 0.0

Efforts intérieurs [kN kN.m]

N = Effort normal V_Z = Effort tranchant M_y = Moment fléchissant

ELE	ori ext	N_o N_e	V_{zo} V_{ze} $\|V_{z,max}\|$	M_{yo} M_{ye} $\|M_{y,max}\|$	dL(m)
1	1	-51.1	-17.0	-0.0	-2.892E-04
	2	-43.1	-4.3	-105.6	
			17.0	105.6	
2	2	-0.4	-10.3	10.3	-1.002E-06
	3	-0.0	0.0	0.0	
			10.3	10.3	
3	4	-105.7	-26.5	0.0	-3.967E-04
	5	-100.7	-26.5	-164.0	
			26.5	164.0	
4	5	-30.3	-21.0	72.6	-6.607E-05
	6	-27.3	-16.3	3.7	
			21.0	72.6	
5	6	-0.4	-10.3	10.3	-1.002E-06
	7	0.0	0.0	-0.0	
			10.3	10.3	
6	8	-26.5	-12.8	0.0	-9.209E-05
	9	-21.4	-4.8	-54.8	
			12.8	54.8	
7	9	-0.4	-10.3	10.3	-1.002E-06
	10	0.0	0.0	0.0	
			10.3	10.3	
8	2	4.5	42.8	-115.9	1.555E-05
	11	5.8	18.3	31.8	
			42.8	115.9	
9	11	5.8	18.3	31.8	1.002E-05
	12	6.3	8.1	68.1	
			18.3	68.1	
10	12	6.9	7.7	68.1	1.094E-05
	13	6.3	-2.5	75.3	
			7.7	76.1	
11	13	6.3	-2.5	75.3	1.722E-05
	6	5.0	-27.0	6.6	
			27.0	75.3	
12	5	-7.9	70.1	-236.7	-2.830E-05
	14	-5.3	15.2	71.7	
			70.1	236.7	
13	14	-4.2	15.5	71.7	-7.495E-06
	15	-4.9	4.2	101.3	
			15.5	101.3	
14	15	-4.9	4.2	101.3	-1.503E-05
	9	-6.2	-20.8	65.0	
			20.8	**103.6**	

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

Document réponse DR1

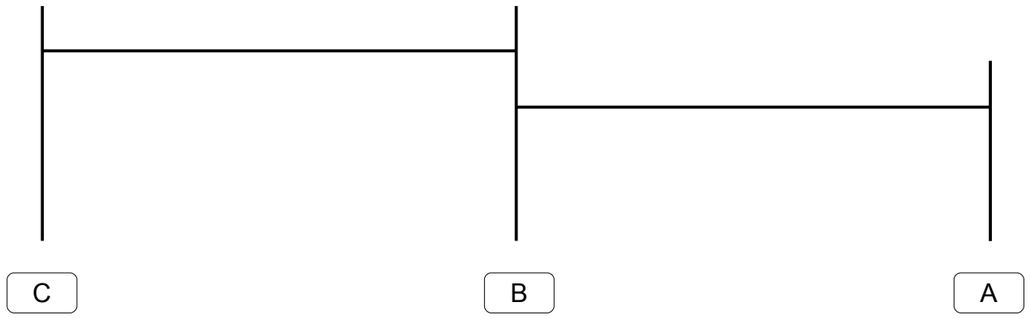


Schéma n° 1 – Charges permanentes G

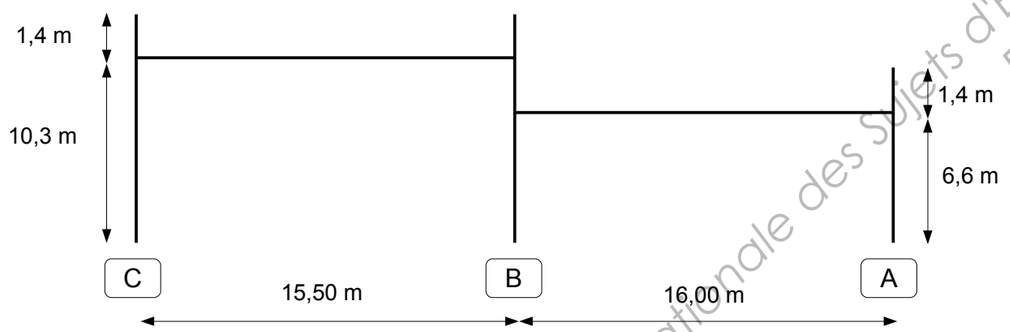


Schéma n° 2 – Charge de neige S

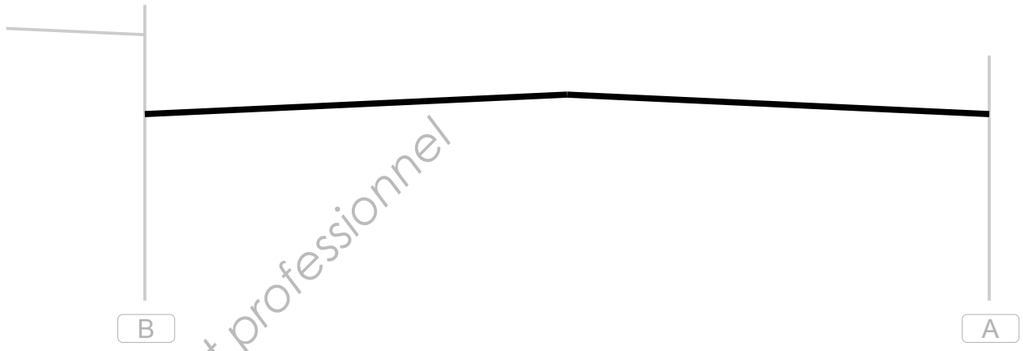


Schéma n° 3 – Diagramme d'effort normal N

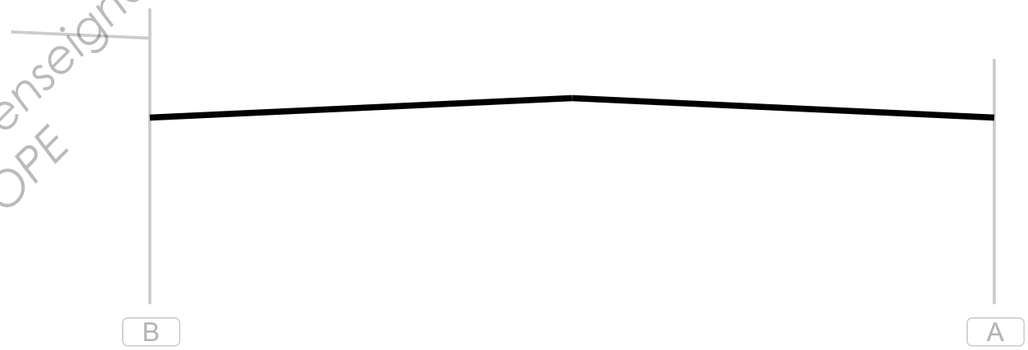
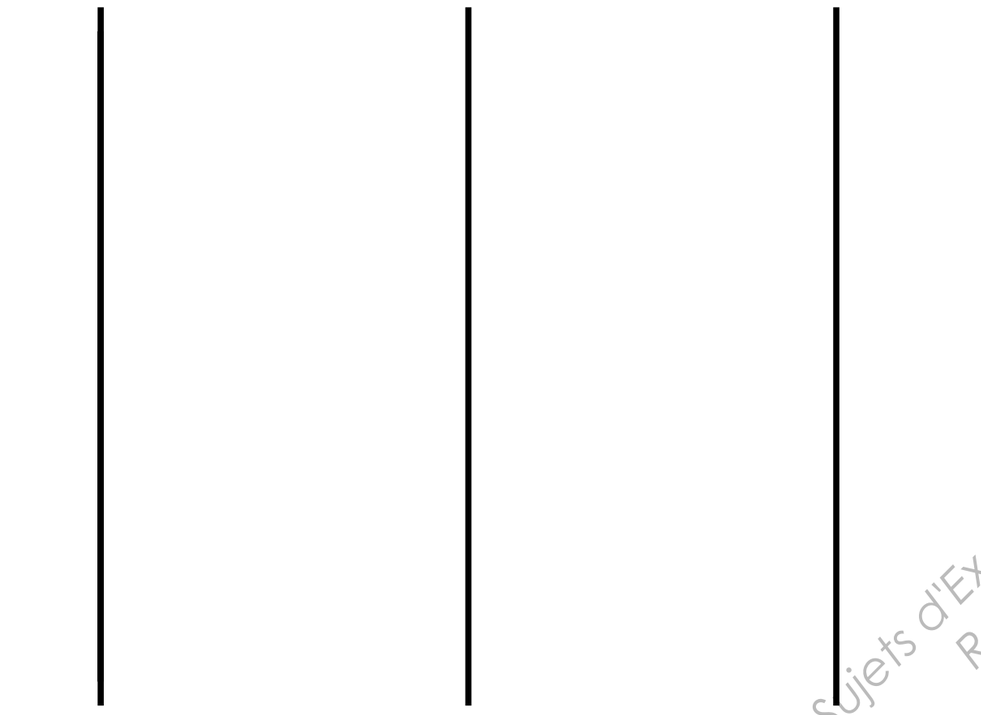


Schéma n° 4 – Diagramme d'effort tranchant V

Schéma n° 5 – Diagramme de moment fléchissant M

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

Document réponse DR2



Effort normal N **Effort tranchant V** **Moment fléchissant M**

Schéma n° 6 – Sollicitations internes sur le poteau C3

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

RESEAU-CANOPE.FR

CANOPÉ

LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES

SESSION 2014

DOSSIER TECHNIQUE D'ÉTUDE

Ce dossier est commun aux épreuves E4 et E5. Ce dossier sera ramassé à l'issue de chaque épreuve et redistribué au début de la suivante. Ce dossier est propre à chaque candidat.

Dès que le candidat dispose de ce dossier, inscrire les nom et prénom sur la première page en haut à droite afin de faciliter la redistribution par les surveillants de salle.

Contenu du dossier

- présentation du projet : page 1 ;
- vue en perspective : page 2 ;
- élévations file A , file B et file C : page 3 ;
- élévation file 1 : page 4 ;
- élévation file 5 : page 5 ;
- portique file 3 : page 6.

	EXAMEN : **BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**		SPÉCIALITÉ : **Constructions Métalliques**
SESSION 2014	**DOSSIER TECHNIQUE**	***DOSSIER TECHNIQUE D'ÉTUDE***	Calculatrice autorisée

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPÉ

Présentation

Le bâtiment étudié est destiné à abriter un atelier.
Les dimensions de l'ossature sont définies sur les plans joints.
Pour toutes les études, le bâtiment sera considéré comme fermé.

Situation géographique

- bâtiment situé en Loire-Atlantique (44) sur la commune de Montoir de Bretagne (canton de Saint-Nazaire) ;
- l'altitude est de 8 mètres au dessus du niveau de la mer ;
- le terrain est situé dans une zone industrielle ;
- le site est considéré comme normal.

Lot charpente métallique

Portiques réalisés en Profilés Reconstitués Soudés en acier S275.
Pannes IPE 140 en acier S235, entr'axe moyen 2,65 m.
Tous autres éléments de structure en acier S235.

Couverture

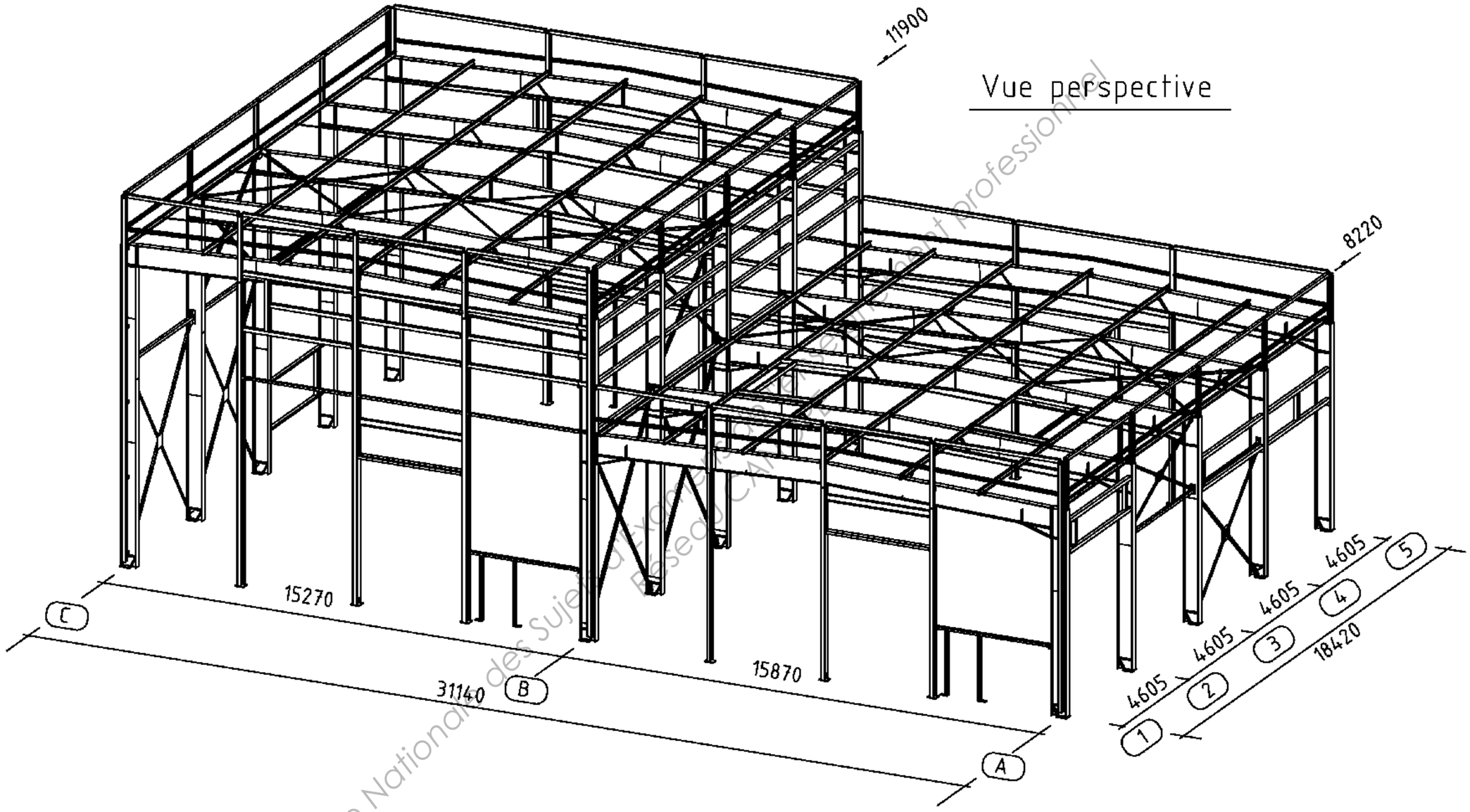
- toiture en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité
  - bacs supports d'étanchéité de type HACIERCO 40 SR épaisseur 0,75 mm (7 kg/m²),
  - isolation laine de verre semi-rigide épaisseur 110 mm (masse volumique 140 kg/m^3),
  - étanchéité de type bi-couche élastomère auto-protégée (5 kg/m²) ;
- pente de toiture : 3,5 %.

Bardages verticaux

- plateaux intérieurs de type HACIERBA 1.400.90 SRC (profondeur 90 mm) ;
- profils intermédiaires en pliage Omega de 60 mm ;
- bardage extérieur horizontal de type NERVESCO 6.25.1085 HB ;
- isolation laine de roche : 80 mm dans les plateaux + 50 mm entre les deux peaux.

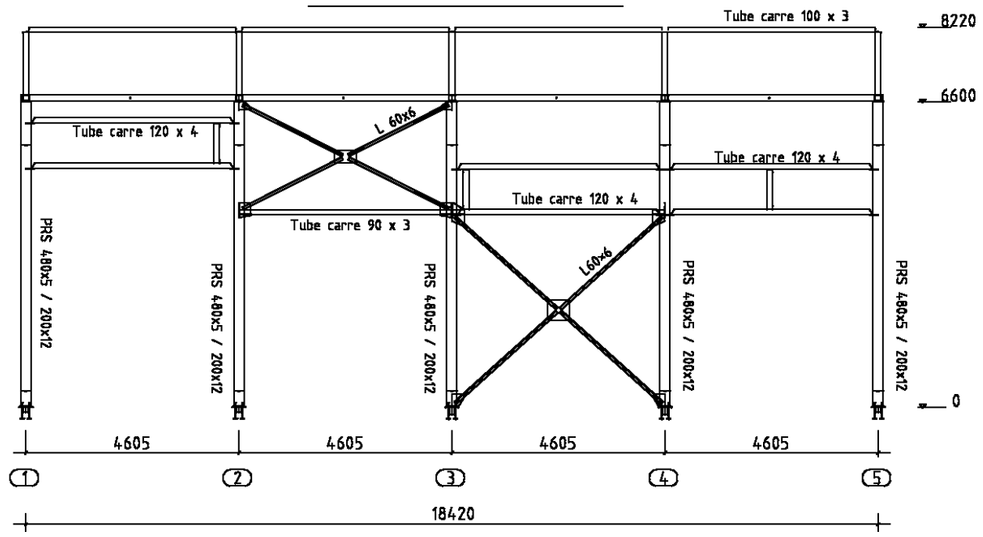
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

Vue perspective

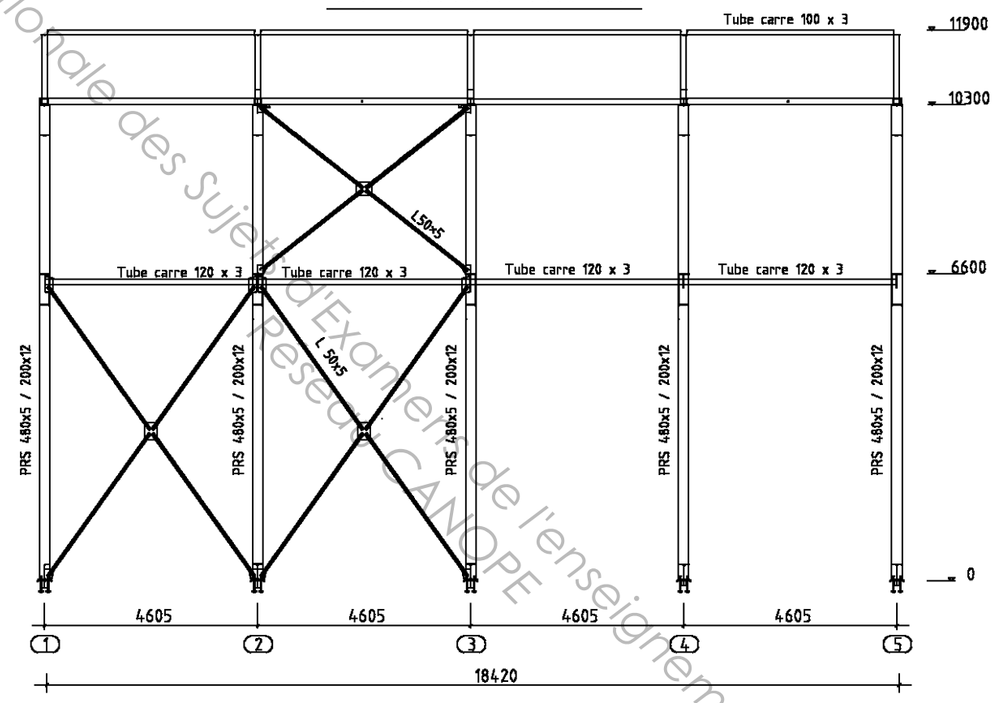


Base Nationale des sujets d'examen professionnel
Réseau CANOPE

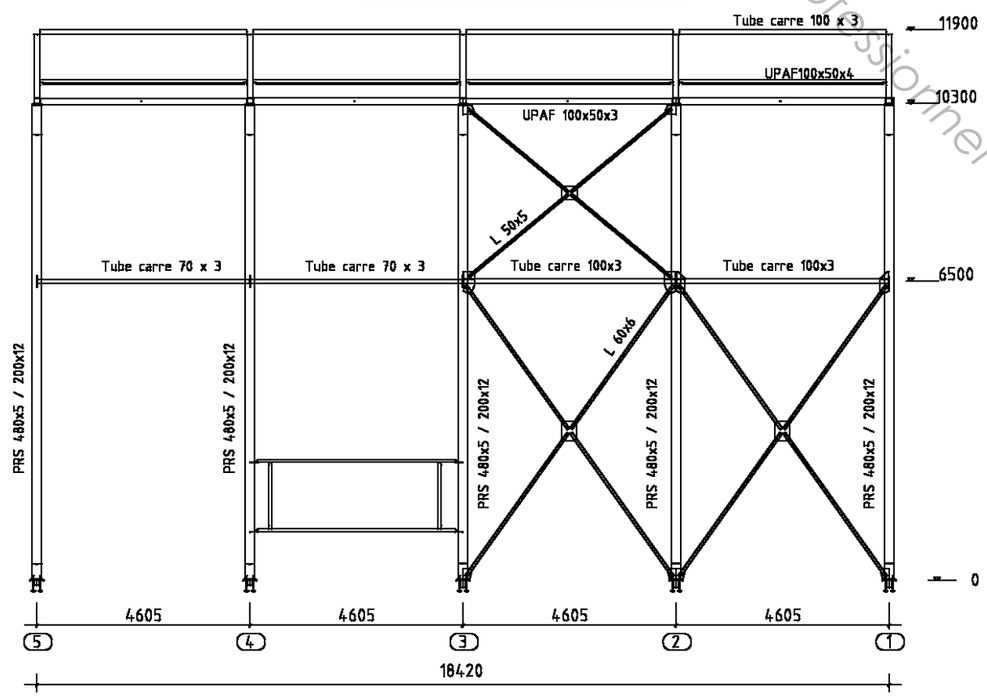
Elevation file A



Elevation file B

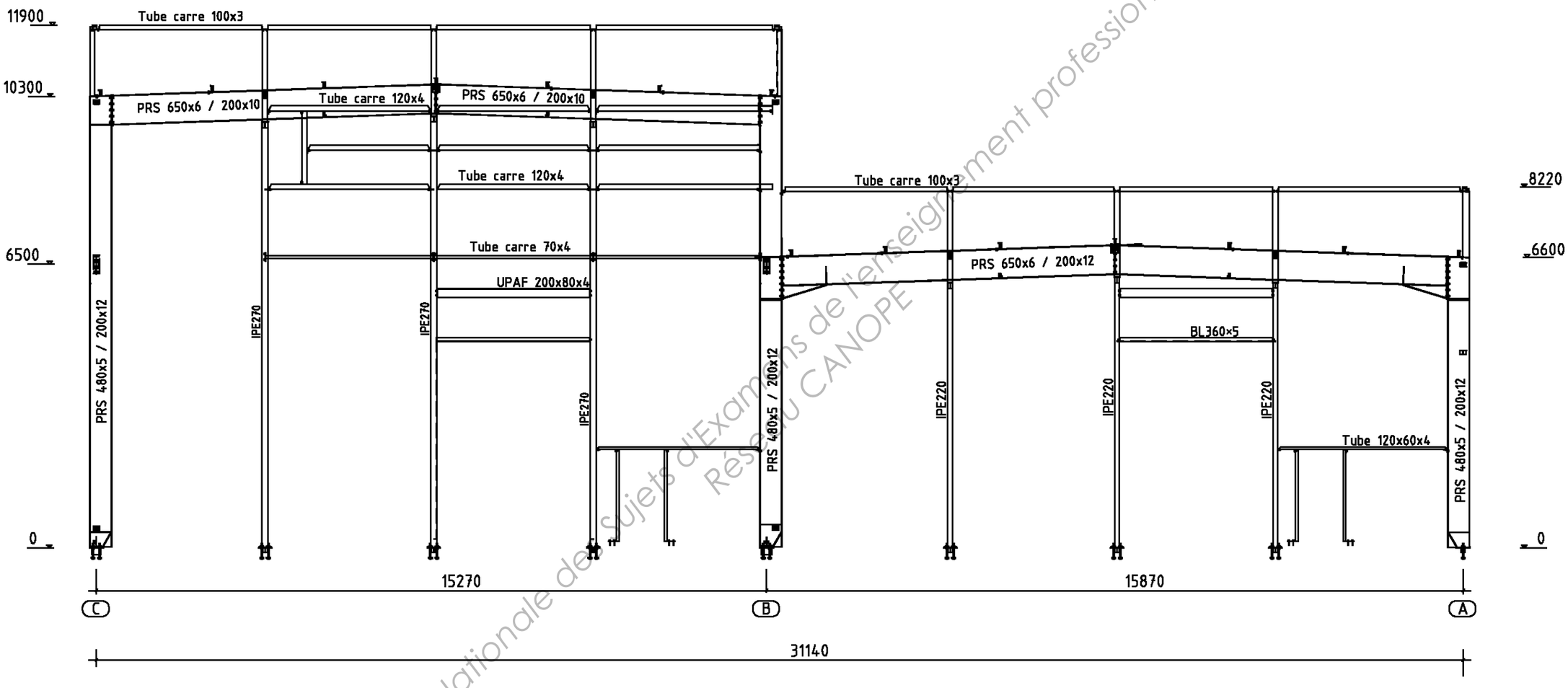


Elevation file C



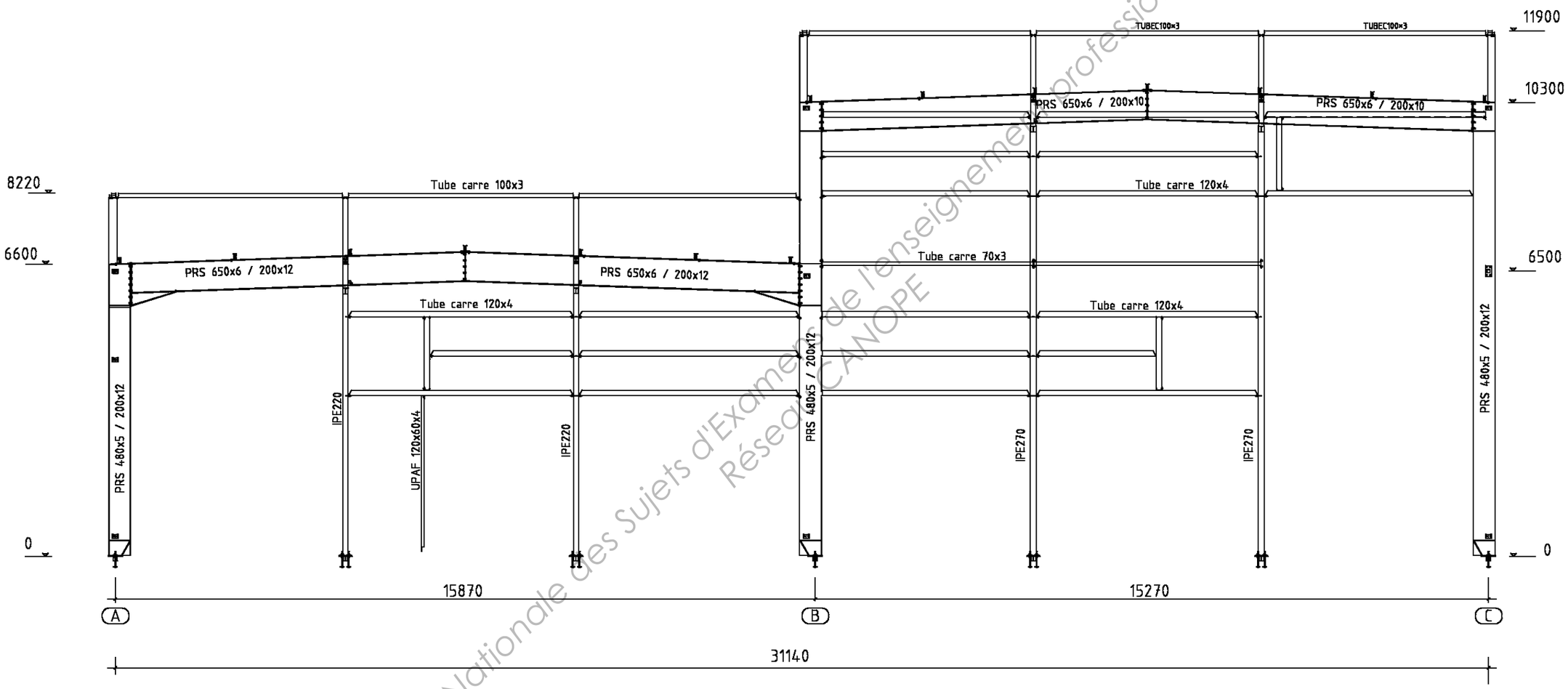
Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

Élévation file 1



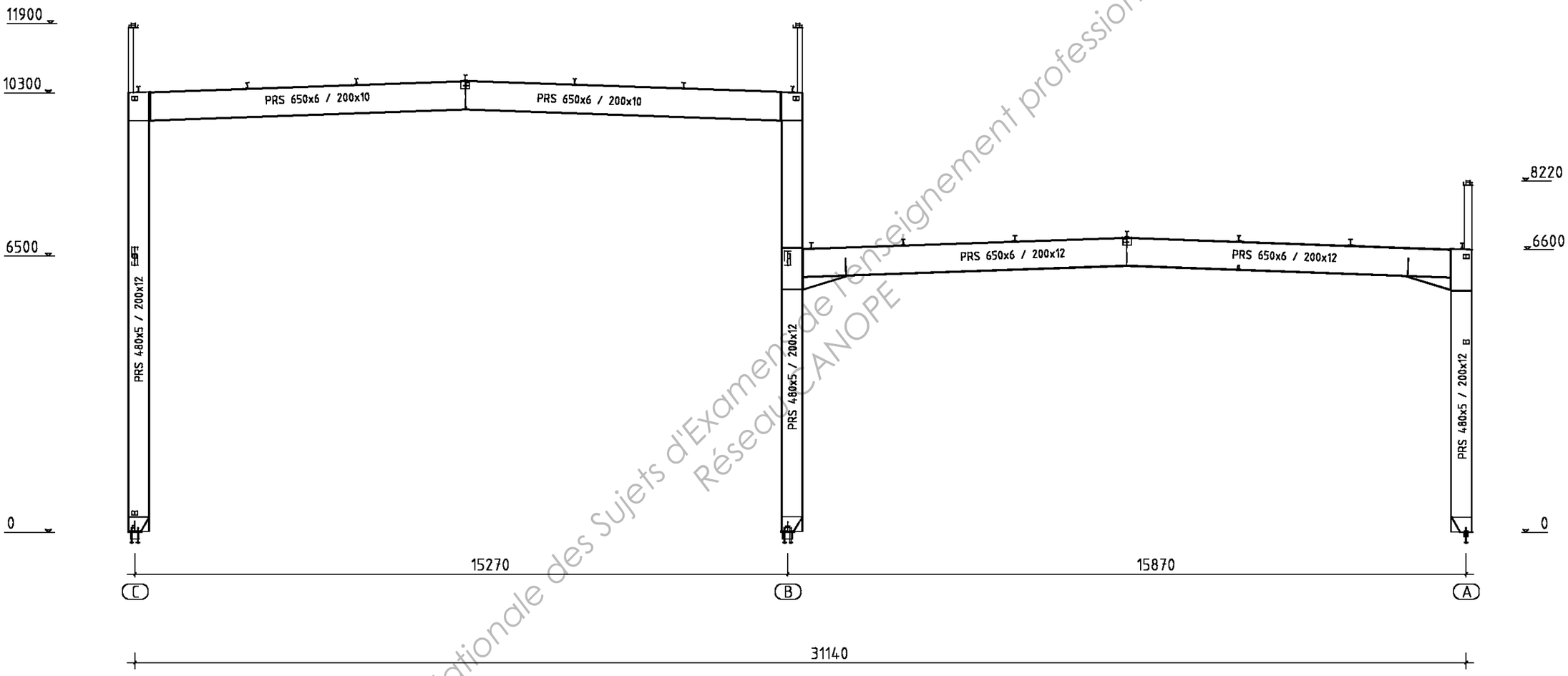
Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

Élévation file 5



Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE

Portique file 3



Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau CANOPE