

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION

SESSION 2021

E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet

U 4

Durée : 4h – Coefficient : 4

Contenu du dossier

Questionnement
Documents Réponse DR 1 à 5

Barème indicatif

2.1 Analyse du contexte du projet	3 pts
2.2 Conception et stabilité d'ensemble	3 pts
2.3 Portique file 2	4 pts
2.4 Poutre de rive du plancher	5 pts
2.5 Bandeau d'habillage sur le pignon file 5	5 pts

Recommandations

Il est recommandé de parcourir intégralement le sujet et dossier technique avant de commencer à composer.

Les parties 2.1 à 2.5 sont indépendantes et peuvent être traitées dans l'ordre de votre choix.

Les différentes parties seront rédigées sur des copies indépendantes.

Calculatrice autorisée

Table des matières

1. Mise en situation du candidat	1
2. Travail demandé.....	2
2.1. Analyse du contexte du projet.....	2
2.1.1. Coefficient de biotope par surface.....	2
2.1.2. Étude des charges de neige	2
2.1.3. Risque sismique	2
2.2. Conception et stabilité d'ensemble.....	2
2.2.1. Files transversales.....	3
2.2.2. Files longitudinales	3
2.2.3. Plancher	3
2.2.4. Toiture	3
2.3. Portique file 2.....	3
2.3.1. Descente de charge.....	3
2.3.2. Vérifications ELS du portique.....	4
2.4. Poutre de rive du plancher	4
2.4.1. Solution à base de poutres isostatiques.....	4
2.4.2. Solution à base de poutre continue sur 3 appuis.....	5
2.5. Bandeau d'habillage sur le pignon file 5.....	6
2.6. Documents réponses	6
DR1.....	7
DR2.....	8
DR3.....	9
DR4.....	9
DR5.....	10

1. Mise en situation du candidat

Durant l'ensemble de cette épreuve E4, vous êtes placé dans le rôle de technicien supérieur en Bureau d'Études Techniques au sein de l'équipe de maîtrise d'œuvre en charge de la conception du projet.

Vous vous situez en phase avant-projet, le projet architectural est défini et votre travail consiste à :

- analyser le contexte de l'étude ;
- concevoir des solutions techniques ;
- établir un pré-dimensionnement de la structure ;
- prescrire et rédiger le cahier des charges.

CODE ÉPREUVE :	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION
SESSION 2021	SUJET	ÉPREUVE : E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	Calculatrice autorisée
Durée : 4h	Coefficient : 4		Page : 1 / 10

2. Travail demandé

2.1. Analyse du contexte du projet

2.1.1. Coefficient de biotope par surface

Q1.Vérifier la conformité du projet vis-à-vis du coefficient de biotope CBS dont la valeur minimale fixée par le PLU est de 30% pour ce projet. Définition et calcul du CBS → voir §1 et §2 du dossier technique.

2.1.2. Étude des charges de neige

L'étude des charges de neige se fera selon l'Eurocode 1, partie 1.3 → voir §3.2 du dossier technique. On considérera les dimensions suivantes pour l'étude.

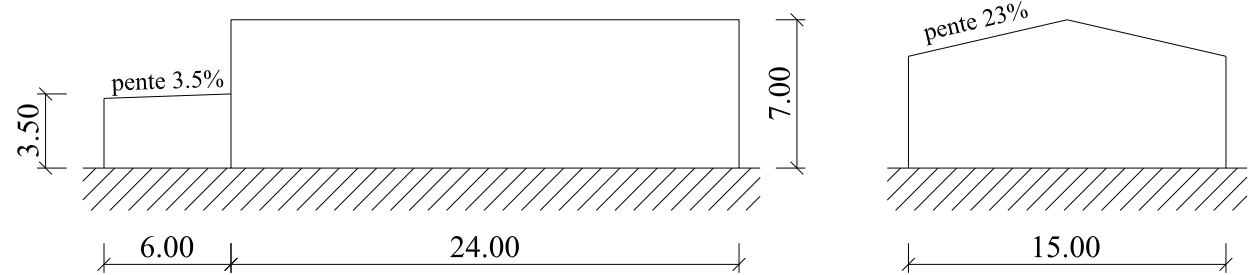


Figure 1 - Dimensions à considérer pour l'étude de neige

Le relief des bandeaux d'habillages en pignon et des acrotères de la toiture du bureau est négligé.

- Q2.**Déterminer la charge de neige au sol. Rédiger votre réponse sur le DR1.
- Q3.**Déterminer la charge de neige sur la toiture de l'atelier et compléter la représentation de cette charge sur le DR1.
- Q4.**Déterminer la charge de neige avec accumulation suivant l'EC1-1.3-§5.3.6 sur la toiture des bureaux et compléter la représentation de cette charge sur le DR1.

2.1.3. Risque sismique

Voir §5 du dossier technique.

- Q5.**Justifier pourquoi le risque sismique doit être pris en compte pour ce projet. Préciser le règlement à utiliser. Déterminer la valeur de a_{gr} , accélération maximale de référence.
- Q6.**Indiquer quelle période propre minimale la structure devrait avoir pour avoir une accélération spectrale inférieure à 1 m/s^2 .

2.2. Conception et stabilité d'ensemble

Dans le but de préparer la modélisation informatique qui servira au pré-dimensionnement de la structure, vous êtes chargé de sa conception en positionnant les barres et leurs liaisons.

Limitation de l'étude :

- l'habillage de l'espace cuve fuel sous l'auvent n'est pas à traiter ;
- la zone bureau ne sera pas prise en compte ;
- les ossatures secondaires d'encadrement de portes, portes sectionnelles et de bandeaux d'habillage en pignon ne sont pas à traiter.

Informations complémentaires :

- le nombre de files transversales, les ouvertures et le plancher sont représentées sur la figure 2 ;
- les pieds de poteaux sont articulés et descendent au niveau -400 ;
- la portée maximale des plateaux de bardage est 6 m ;
- la portée maximale admissible du plancher collaborant est de 4 m ;
- la file 5 sera constituée d'un portique.

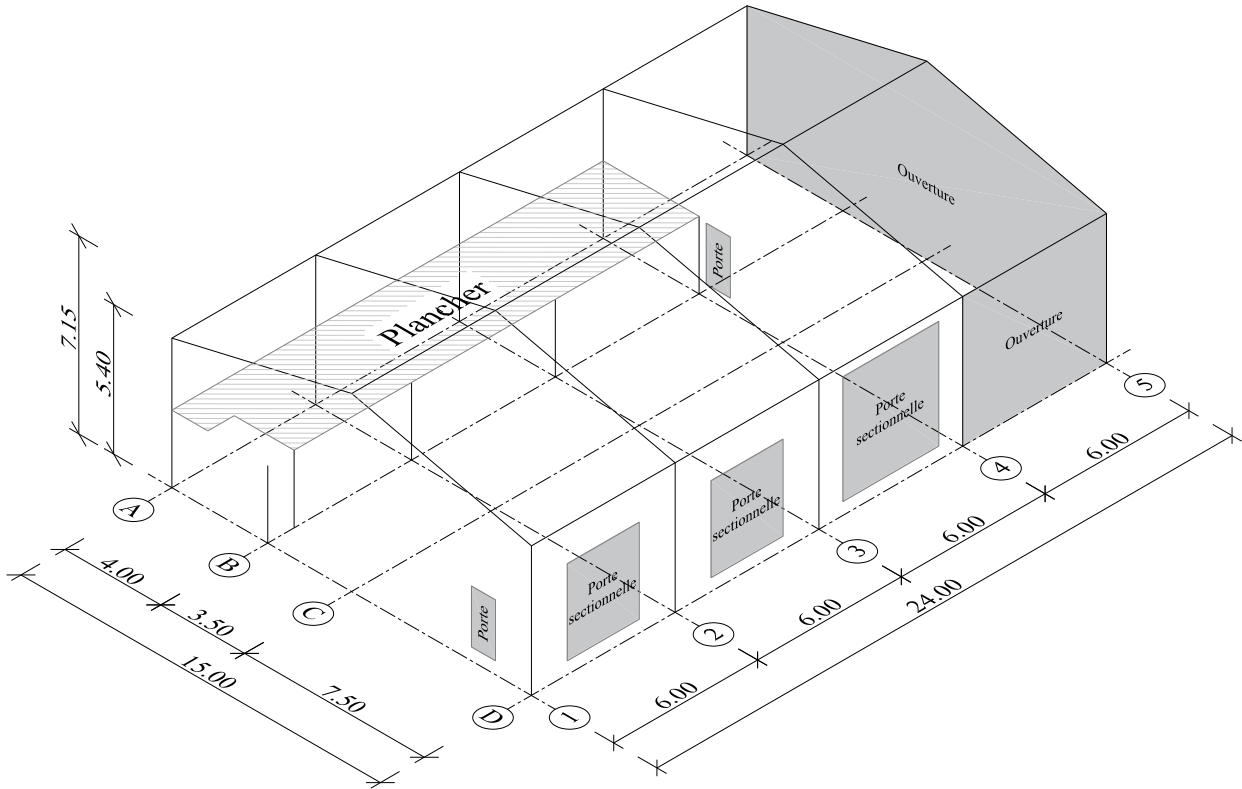
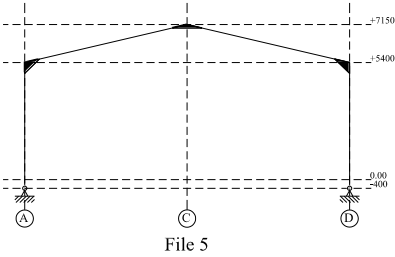


Figure 2 - Contraintes géométriques à considérer pour la conception

Exigences de rédaction :

- les schémas demandés sont à compléter sur le DR2 ;
- la codification des liaisons indiquée sur le DR2 est respectée ;
- les barres seront représentées par un trait ;
- la conception proposée est stable d'un point de vue mécanique.

CODE ÉPREUVE :	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION
SESSION 2021	SUJET	ÉPREUVE : E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	Calculatrice autorisée
Durée : 4h	Coefficient : 4		Page : 2 / 10

2.2.1. Files transversales

- Q7.**Proposer sur le DR2, deux solutions de conception pour la file 1 en intégrant les éléments support de bardage (hors encadrement de porte) et de plancher.
- Q8.**Proposer sur le DR2, une solution de conception pour les files 2 et 3 en intégrant les éléments support de plancher.
- Q9.**Proposer sur le DR2, une solution de conception pour la file 4 en intégrant les éléments support de bardage (hors encadrement de porte) et de plancher.

2.2.2. Files longitudinales

- Q10.** Proposer sur le DR2, une solution de conception de la file A en intégrant les éléments support de plancher.
- Q11.** Proposer sur le DR2, une solution de conception de la file B en intégrant les éléments support de plancher.
- Q12.** Proposer sur le DR2, une solution de conception de la file D.

2.2.3. Plancher

- Q13.** Proposer sur le DR2, une solution de conception du plancher en respectant le positionnement des poteaux indiqués sur la figure 2 et sans encombrer les travées longitudinales et transversales sous le plancher.

2.2.4. Toiture

- Q14.** Modéliser sur le DR2, les appuis qui bloquent les déplacements transversaux et longitudinaux de la toiture et indiquer quels éléments de structure sont modélisés par ces appuis.
- Q15.** Indiquer sur le DR2, le(s) rôle(s) de la poutre au vent transversale en toiture. Justifier votre réponse par des explications ou des schémas.

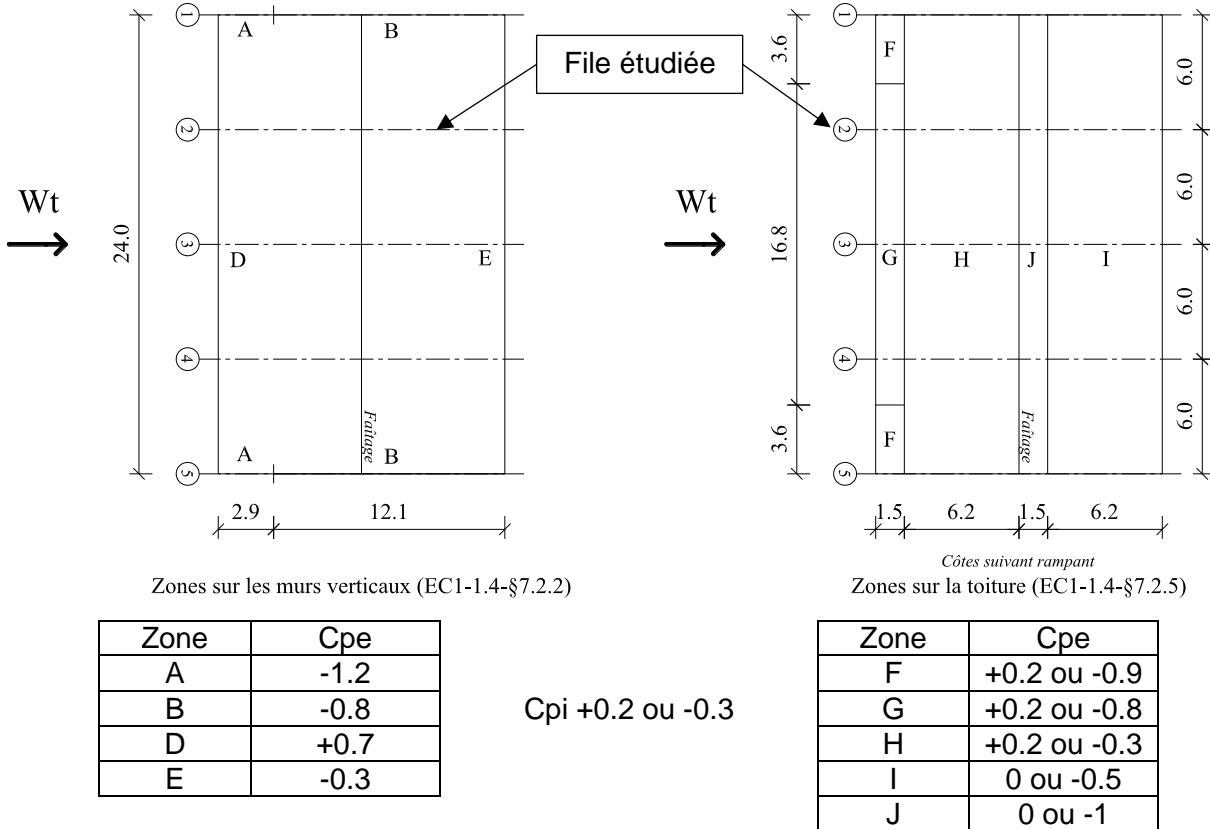
2.3. Portique file 2

Cette étude concerne la préparation de la modélisation informatique du portique file 2.

2.3.1. Descente de charge

- Q16.** Représenter l'allure du chargement de l'action G (charges permanentes) sur le DR3 incluant le poids de la couverture et du plancher. Il n'est pas demandé de calculer les valeurs des charges.
- Q17.** Représenter l'allure du chargement de l'action I (charges d'exploitations sur plancher uniquement) sur le DR3. Il n'est pas demandé de calculer les valeurs des charges.
- Q18.** Représenter l'allure du chargement de l'action S (neige) sur le DR3 pour le cas de charge sans accumulation ni redistribution en spécifiant si les charges sont en projection horizontale ou suivant le rampant. Il n'est pas demandé de calculer les valeurs des charges.
- Q19.** À partir de la figure 3, pour un effet maximum en appui (ou en pression) sur la toiture compléter le DR3 en faisant apparaître (on rappelle que l'étude porte sur la file 2) :
- les Cpe et Cpi choisis ;
 - les Cp,net ;
 - la modélisation et les valeurs de charges.

L'étude des coefficients de pression du vent transversal est donnée sur la figure 3.
Pression dynamique de pointe $q_{p(7.15)} = 0.59 \text{ kN/m}^2$.
L'auvent n'est pas pris en compte dans cette étude.



Un coefficient de pression (int ou ext) positif indique une pression sur la paroi.

Figure 3 - Étude de vent transversal

CODE ÉPREUVE :	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION
SESSION 2021	SUJET	ÉPREUVE : E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	Calculatrice autorisée
Durée : 4h	Coefficient : 4		Page : 3 / 10

2.3.2. Vérifications ELS du portique

Voir §3.3 du dossier technique

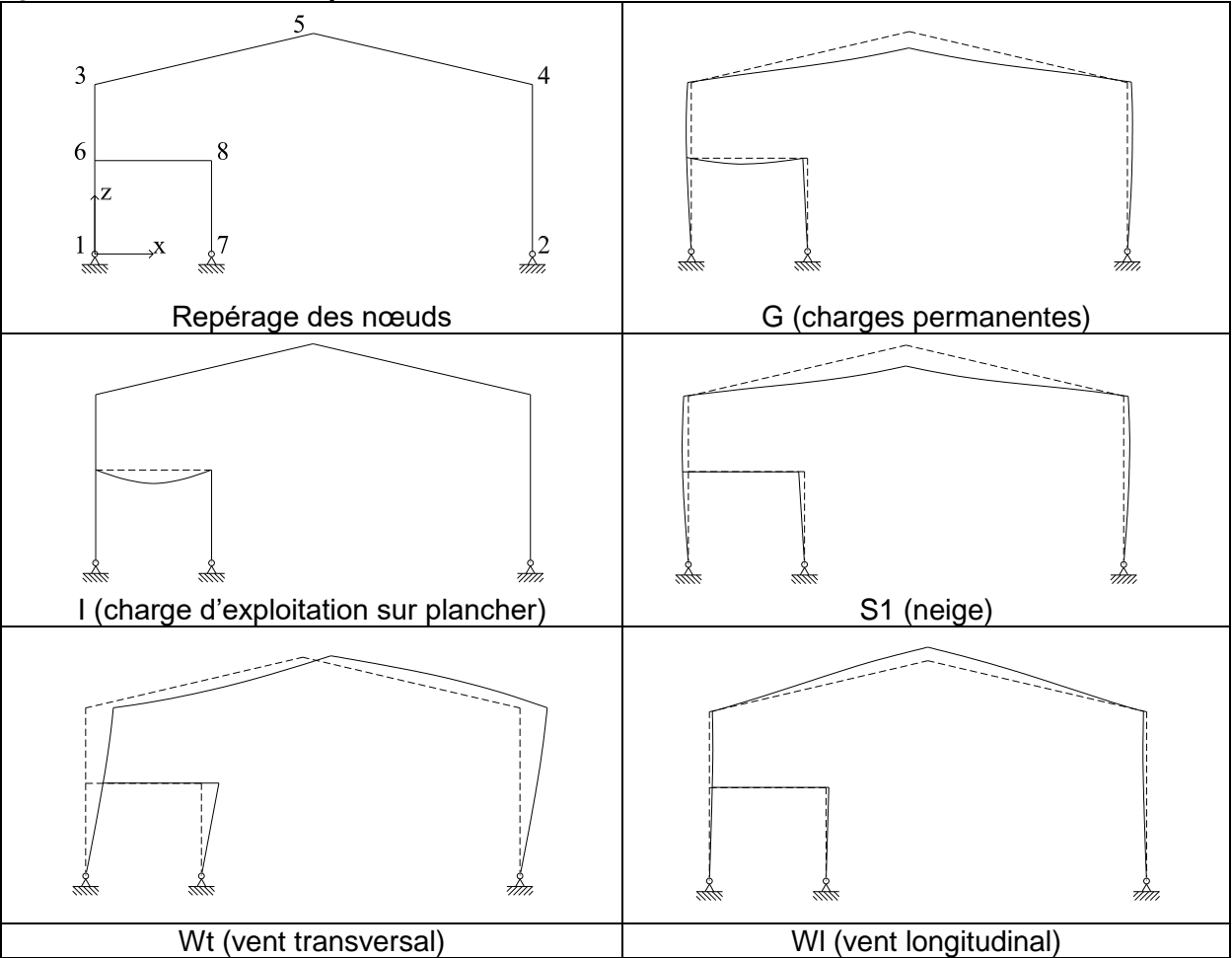


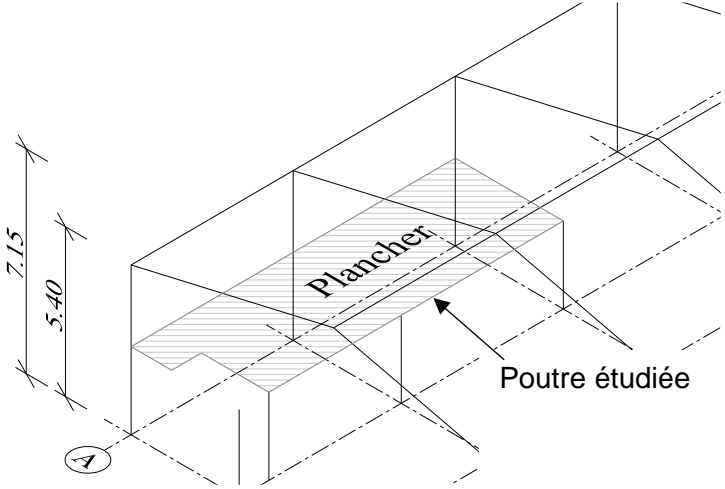
Figure 4 - Allure des déformées du portique sous les différents cas de charges élémentaires

- Q20.** Indiquer la ou les vérifications à l'ELS à effectuer sur le portique en spécifiant le ou les articles de l'EUROCODE correspondants. La poutre et le poteau du plancher ne sont pas à traiter.
- Q21.** Déterminer les valeurs limites correspondantes selon l'EUROCODE.
- Q22.** A l'aide du tableau des déplacements des nœuds, vérifier ce portique à l'ELS en indiquant quelle(s) combinaison(s) ELS vous utilisez. On se limitera à l'effet de deux actions variables simultanées → voir §3.1 du dossier technique

Nœud	Valeur des déplacements en mm									
	G		I		S1		Wt		Wl	
	ux	uz	ux	uz	ux	uz	ux	uz	ux	uz
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-3	0	0	0	-2	0	31	0	1	0
4	3	0	0	0	2	0	30	0	-1	0
5	0	-13	0	0	0	-9	30	1	0	7
6	-4	0	0	0	-3	0	20	0	2	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-4	0	0	0	-3	0	20	0	2	0

2.4. Poutre de rive du plancher

Une variante du plancher sur 2 travées est demandée par le maître d'ouvrage. On s'intéresse à la poutre de plancher file B.



L'objet de cette partie est de comparer mécaniquement une solution basée sur des poutres isostatiques à une solution basée sur une continuité de poutre sur 3 appuis.

2.4.1. Solution à base de poutres isostatiques

On retient le tronçon de plus grande portée.

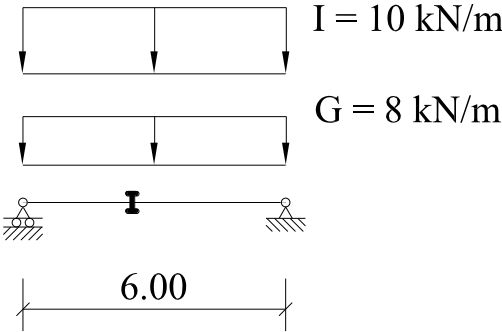


Figure 5 - Schéma mécanique (solution iso)

Voir dossier technique :
§3.3 : EUROCODE 3 partie 1.1 ELU et ELS
§4 : caractéristiques géométriques des profils IPE

- Q23.** Dimensionner à l'ELU le profil IPE minimal (nuance S275) en négligeant l'effet de l'effort tranchant Vz devant My et en considérant que tout phénomène d'instabilité est empêché par le plancher.
- Q24.** Dimensionner à l'ELS le profil IPE minimal (nuance S275) en prenant les critères : « plancher en général » de l'Eurocode.
- Q25.** Choisir le profil IPE S275 minimal (nuance S275) qui convient.

CODE ÉPREUVE :	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2021	SUJET	ÉPREUVE : E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet		Calculatrice autorisée
Durée : 4h	Coefficient : 4			Page : 4 / 10

2.4.2. Solution à base de poutre continue sur 3 appuis

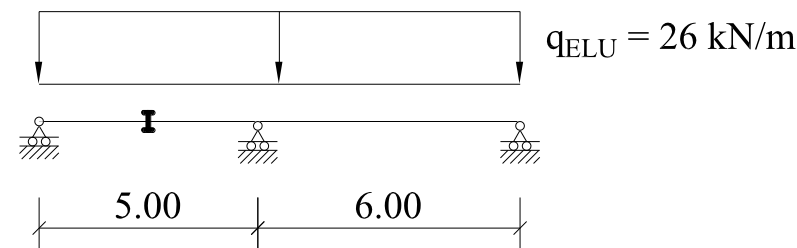


Figure 6 - Schéma mécanique (solution continue)

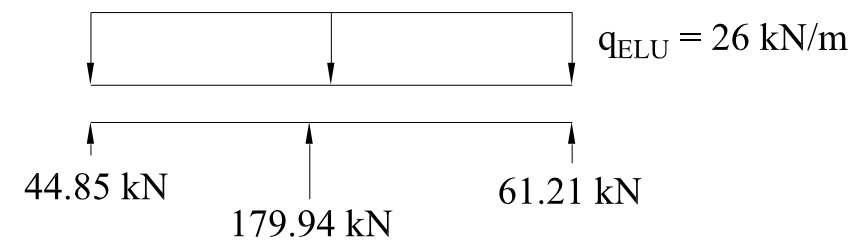


Figure 7 - Bilan des actions mécaniques

- Q26.** Déterminer le degré d’hyperstatisme de la poutre.
- Q27.** À partir des figures 6 et 7, tracer les diagrammes N, Vz et My sur le DR4. Vous indiquerez toutes les valeurs remarquables ainsi que vos conventions.
- Q28.** Tracer l’allure de la déformée sous une combinaison G + I de la poutre sur le DR4.
- Q29.** Sans calcul, donner un ordre de grandeur de la valeur de la flèche w_{\max} dans cette configuration par rapport à celle basée sur les travées isostatiques.
- Q30.** Citer un avantage et un inconvénient de la solution continue par rapport à celle à travées isostatiques.

CODE ÉPREUVE :	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2021	SUJET	ÉPREUVE : E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet		Calculatrice autorisée
Durée : 4h	Coefficient : 4			Page : 5 / 10

2.5. Bandeau d'habillage sur le pignon file 5

On s'intéresse ici au bandeau d'habillage en pignon suivant rampant de la façade NORD EST.

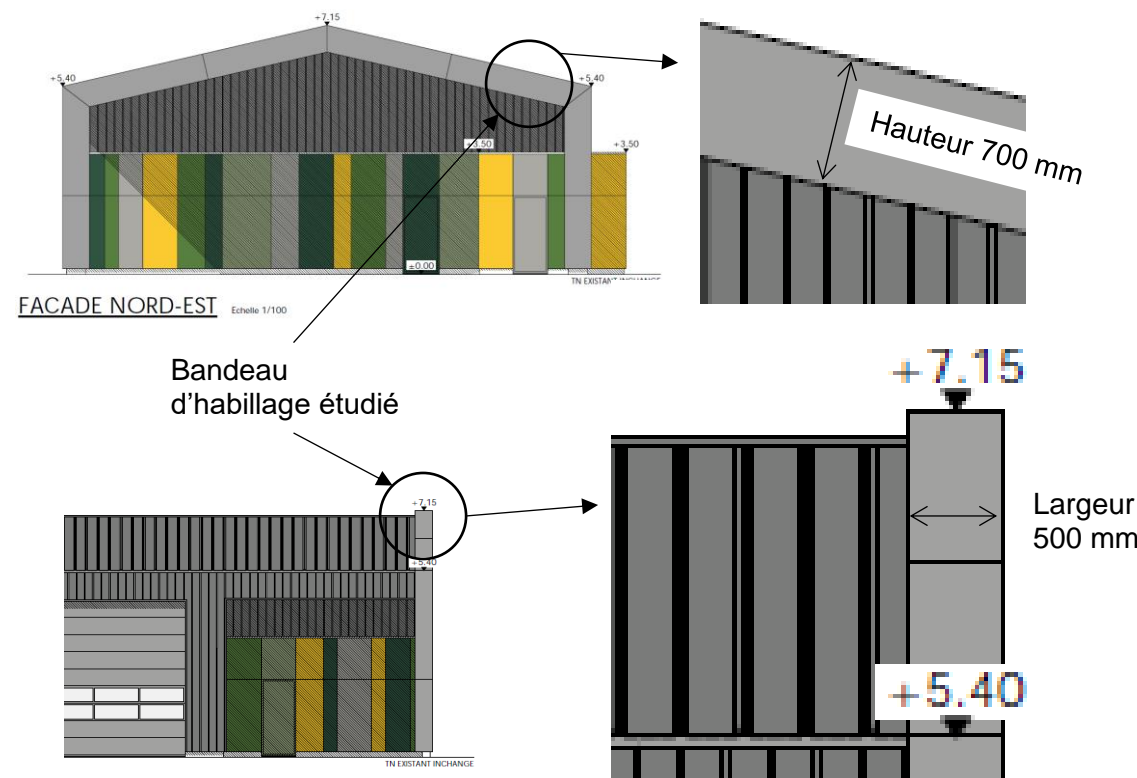


Figure 8 - Présentation architecturale du bandeau

L'architecte propose de réaliser le bandeau d'habillage de la manière suivante.

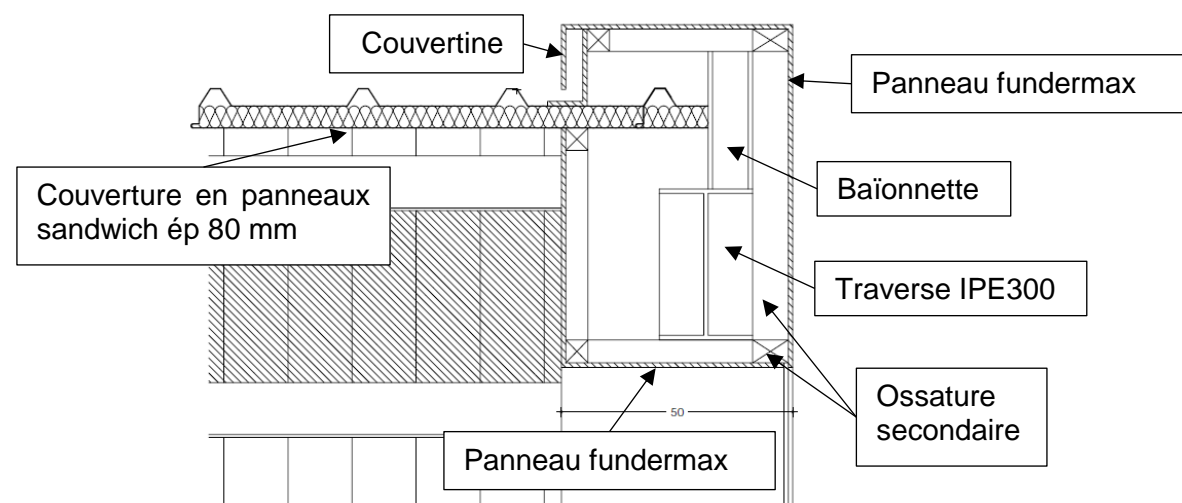


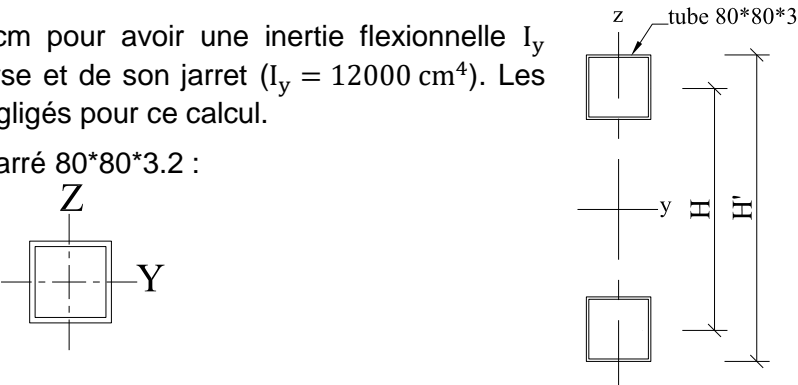
Figure 9 - Coupe de principe initiale

Afin d'optimiser la structure, vous proposez de remplacer la traverse de portique IPE300 et son jarret par une poutre treillis munie de membrures en tubes carrés de 80*80*3.2 **qui vous serviront en même temps d'ossature pour fixer le bandeau.**

Q31. Montrer que $H_{minimale} = 49\text{ cm}$ pour avoir une inertie flexionnelle I_y équivalente à celle de la traverse et de son jarret ($I_y = 12000\text{ cm}^4$). Les montants et diagonales sont négligés pour ce calcul.

Caractéristiques géométriques du tube carré 80*80*3.2 :

- aire de la section : $A = 9.72\text{ cm}^2$;
- inertie $I_y = I_z = 95\text{ cm}^4$.



Q32. Coupe de principe du bandeau d'habillage.

Afin d'enrichir le carnet de détail des plans architecturaux, vous êtes chargé de concevoir la coupe de principe de l'ossature support du bandeau d'habillage.

On retient donc une hauteur de 700 mm (hauteur du bandeau) de poutre treillis en remplacement de la traverse en IPE afin de pouvoir utiliser les membrures comme ossature du bandeau.

Proposer une conception de principe de la poutre treillis et du bandeau en complétant le DR5 selon les indications ci-dessous :

- représenter sur la vue en élévation :
 - uniquement la poutre treillis comprenant ses membrures en tube de 80 x 80 x 3 ainsi que ses montants, ses diagonales et tout élément que vous jugerez utile à son fonctionnement mécanique.
- représenter sur la coupe de principe :
 - la poutre treillis et tout élément que vous jugerez utile à son fonctionnement mécanique ;
 - l'ossature secondaire éventuelle pour réaliser le caisson ;
 - les éléments d'habillage type fundermax et la couvertine ;
 - tout élément nécessaire pour la finition et l'étanchéité.

Indications complémentaires :

- l'habillage fait une hauteur de 700 et une largeur de 500 mm ;
- le dessus de l'habillage sera réalisé par une couvertine en tôle prélaquée 75/100 ;
- l'habillage des deux faces latérales (intérieure et extérieure) et inférieure sera en panneaux type fundermax, → **voir §5 du dossier technique** ;
- le choix des profils d'ossature autres que les membrures est laissé à votre initiative, ils seront désignés sur votre vue de détail ;
- le détail des liaisons entre éléments n'est pas demandé et sera à traiter en phase d'exécution.

CODE ÉPREUVE :	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION
SESSION 2021	SUJET	ÉPREUVE : E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	Calculatrice autorisée
Durée : 4h	Coefficient : 4		Page : 6 / 10

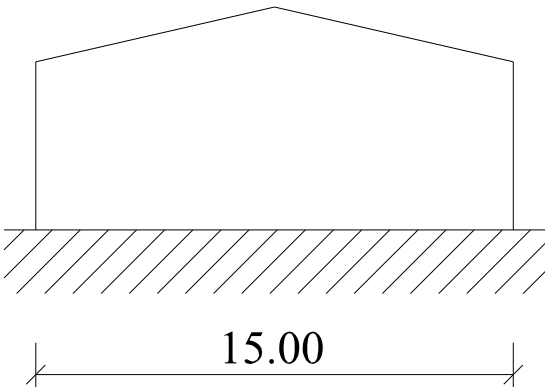
Question 2 – Charge de neige au sol

Question 3 – Charge de neige sur la toiture de l’atelier

S_

S_

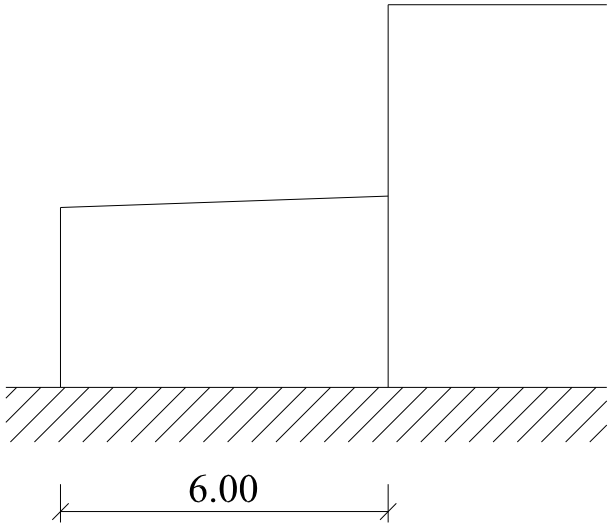
S_



Détail des calculs :

Question 4 – Charge de neige sur la toiture des bureaux

S_



Détails des calculs :

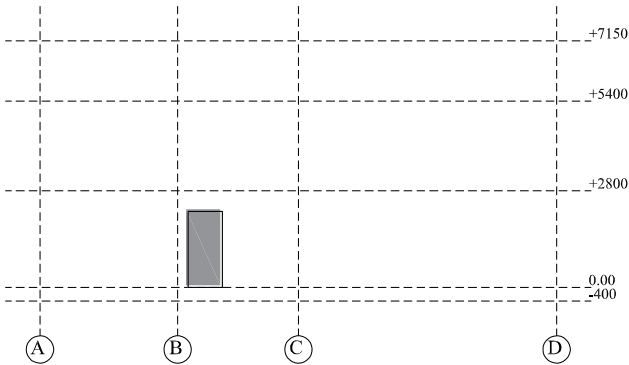
CODE ÉPREUVE :	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2021	SUJET	ÉPREUVE : E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet		Calculatrice autorisée
Durée : 4h	Coefficient : 4			Page : 7 / 10

DR2

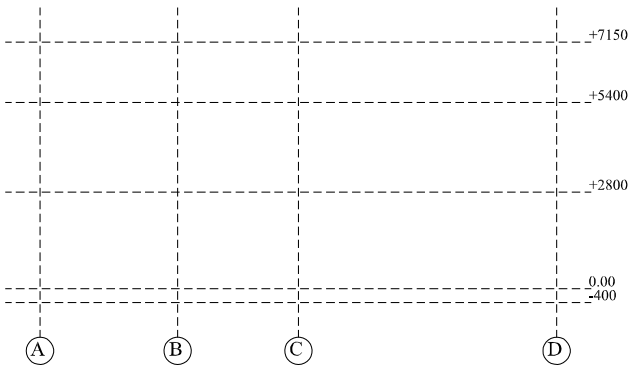
Document Réponse à rendre même non traité

N° d'anonymat : _____

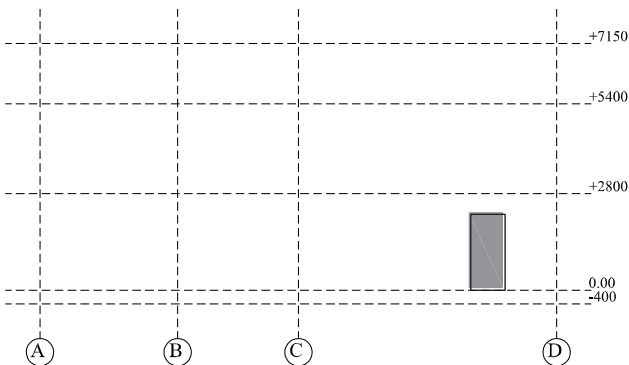
Document à agraffer dans la copie par les surveillants



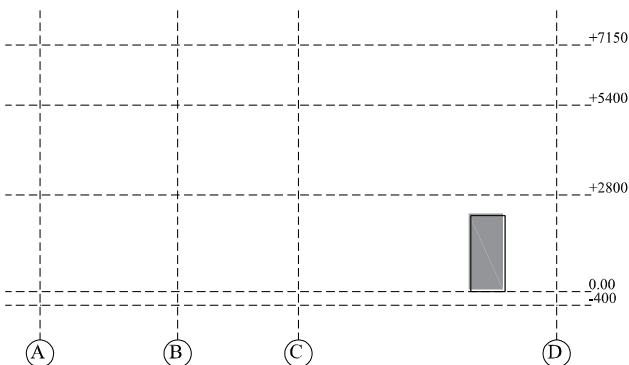
Question 9 - File 4



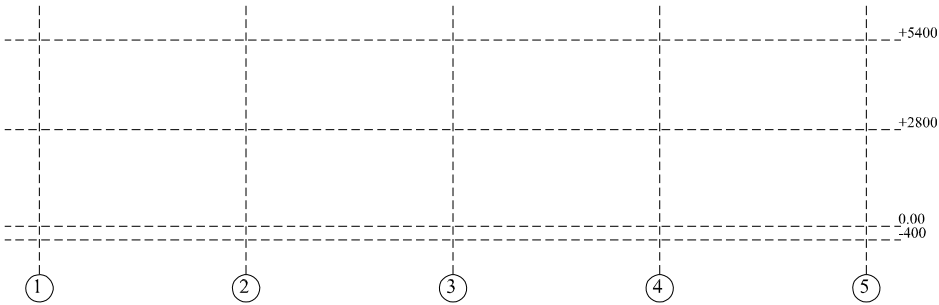
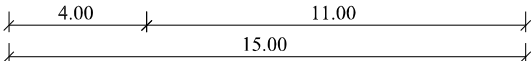
Question 8 - File 2 et 3



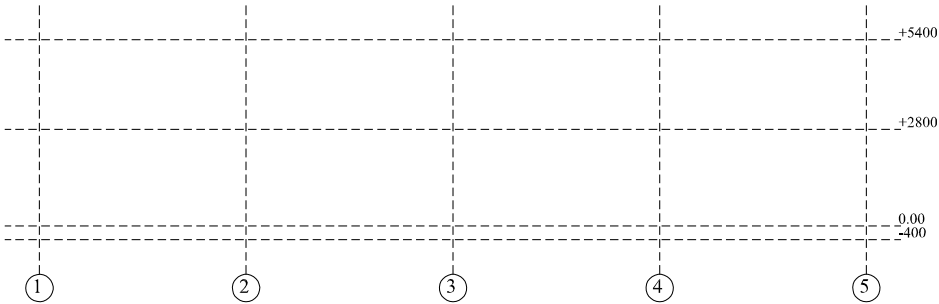
Question 7 - File 1 (solution 2)



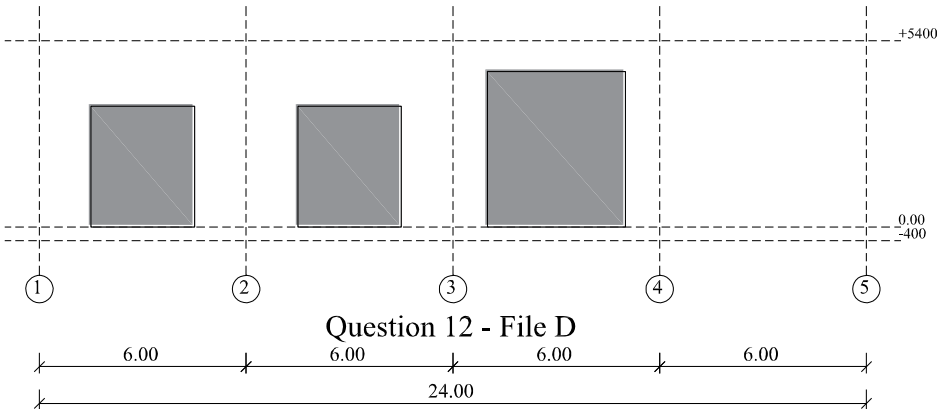
Question 7 - File 1 (solution 1)



Question 10 - File A





Question 11 - File B




Question 12 - File D


Liaisons avec le bâti


 Encastrement


 Articulation ou rotule

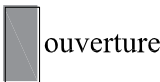
 Appui simple

Liaisons entre barres

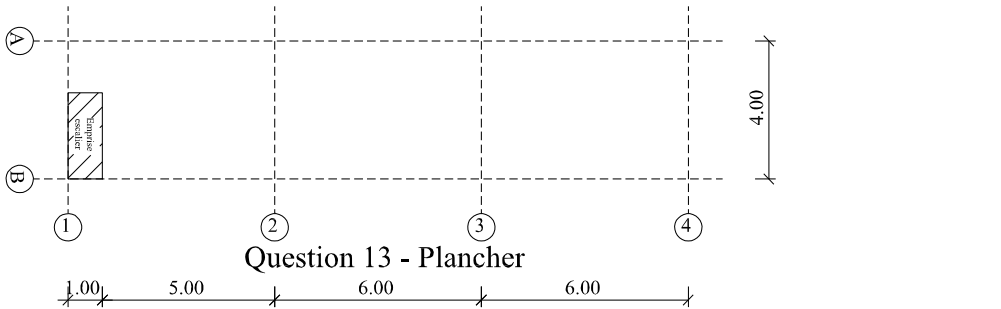
 Encastrement

 Articulation ou rotule

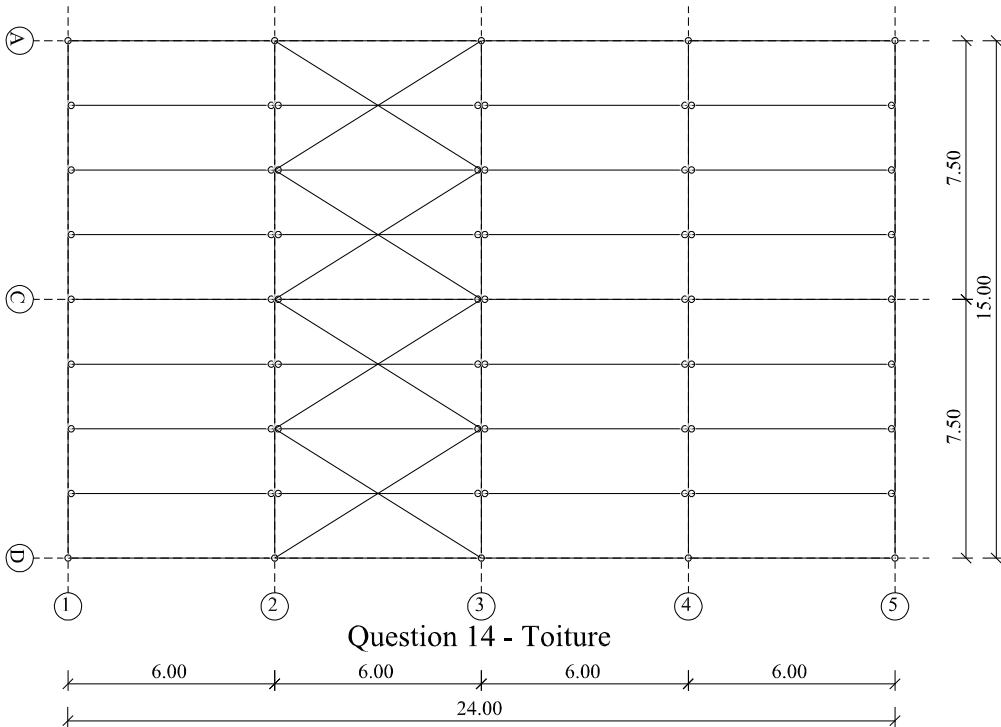
 Articulation ou rotule d'une barre sur une barre continue



ouverture



Question 13 - Plancher



Question 14 - Toiture

Question 15 - Rôle(s) de la poutre au vent :

CODE ÉPREUVE :	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2021	SUJET	ÉPREUVE : E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet		Calculatrice autorisée
Durée : 4h	Coefficient : 4			Page : 8 / 10

DR3

File 2 étudiée

Document Réponse à rendre même non traité

N° d'anonymat : _____

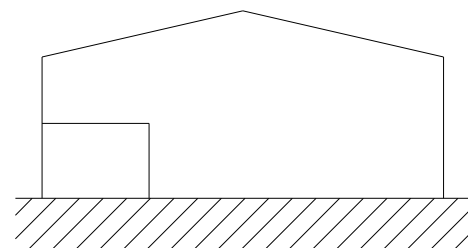
Document àagrafer dans la copie par les surveillants

DR4

Question 27 – Diagrammes N, Vz et My

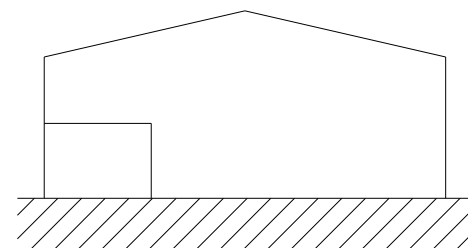
Pas d'échelle de tracé imposée, il est simplement demandé de respecter les proportions des diagrammes.

G



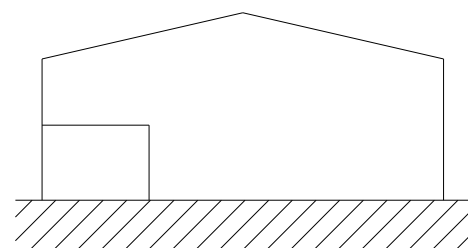
Question 16

Wt
→



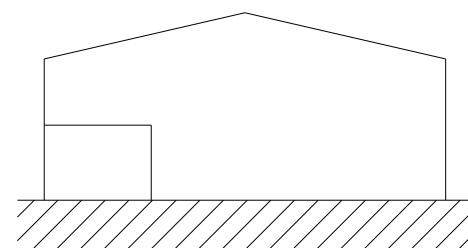
Question 19 - Cpe et Cpi

I



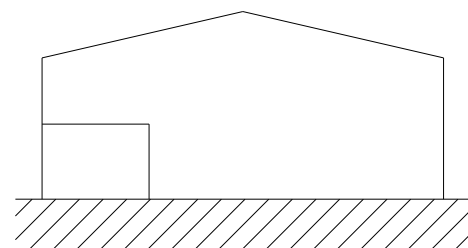
Question 17

Wt
→



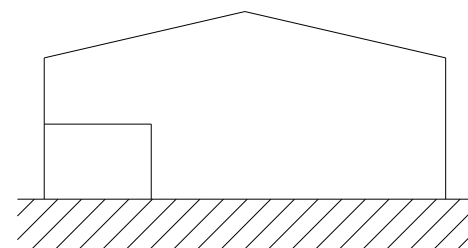
Question 19 - Cpnet

S

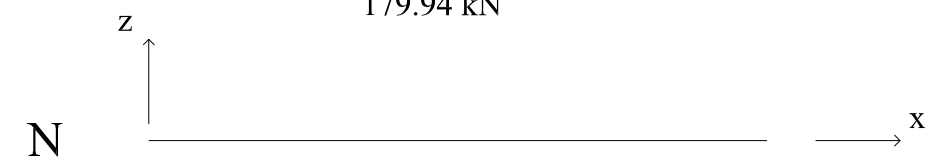
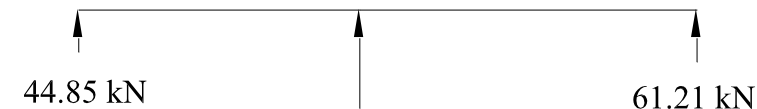


Question 18

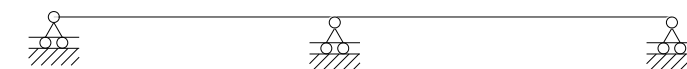
Wt
→



Question 19 - Charges

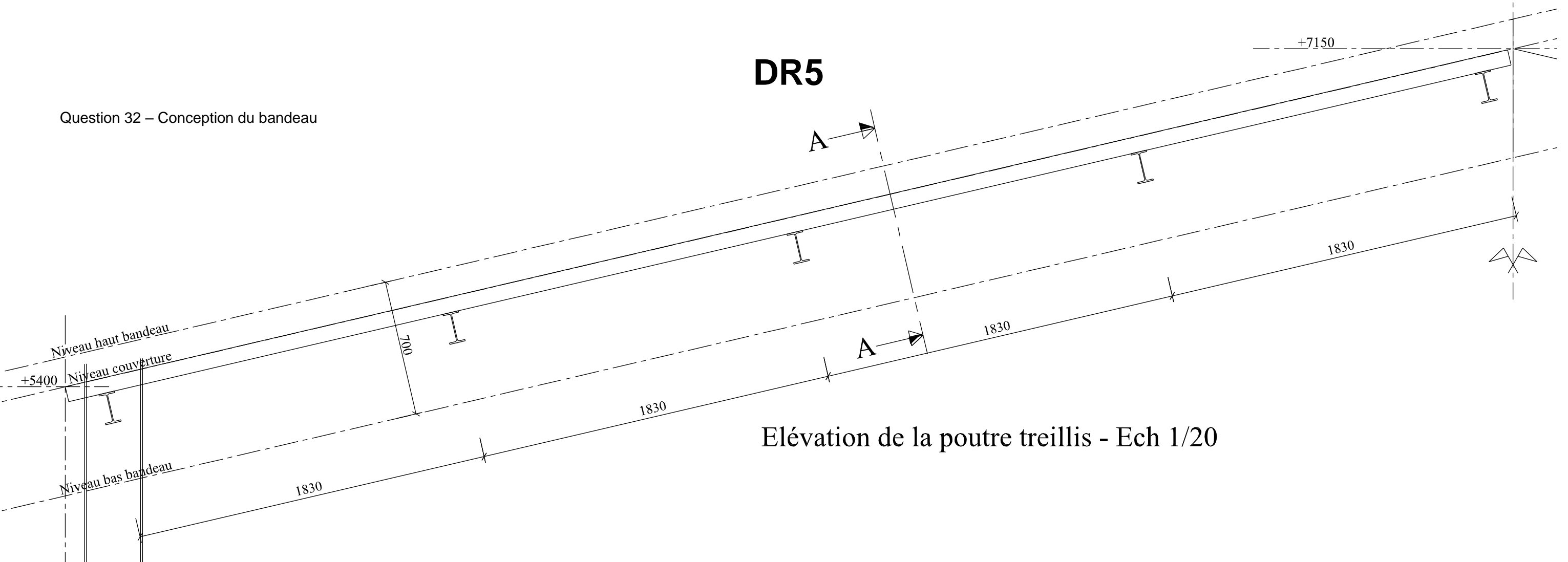


Question 28 – Allure de la déformée sous une combinaison G + I



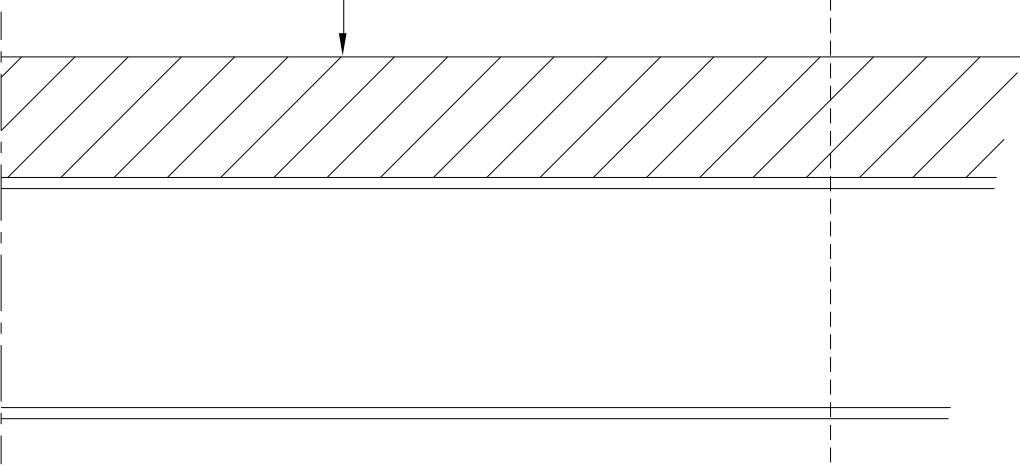
CODE ÉPREUVE :	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION
SESSION 2021	SUJET	ÉPREUVE : E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet	Calculatrice autorisée
Durée : 4h	Coefficient : 4		Page : 9 / 10

DR5



Elévation de la poutre treillis - Ech 1/20

Niveau couverture



Document Réponse à rendre même non traité

N° d'anonymat : _____

Document à agraffer dans la copie par les surveillants

Coupe A-A - Ech 1/5

----- Encombrement caisson

CODE ÉPREUVE :	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : ARCHITECTURES EN MÉTAL : CONCEPTION ET RÉALISATION	
SESSION 2021	SUJET	ÉPREUVE : E4 : Analyse, prescription, conception d'un projet		Calculatrice autorisée
Durée : 4h	Coefficient : 4			Page : 10 / 10