Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONSTRUCTIONS METALLIQUES

SESSION 2019

E4 : ANALYSE ET CALCUL DES STRUCTURES

U42 Note de calculs

Durée : 4h – Coefficient : 3

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

Contenu du dossier

Travail demandé	Pages 2 à 5
Document réponse DR1	Page 6
Document réponse DR2	Page 7 à rendre obligatoirement
Document réponse DR3	Page 8 à rendre obligatoirement

Barème indicatif

Partie I : 8 points Partie II : 8 points Partie III : 4 points

Recommandations

Les 3 parties sont indépendantes. Les questions sont pour la plupart indépendantes.

Une attention particulière sera portée au repérage des questions et aux soins apportés à la rédaction et aux schémas.

Il est conseillé au candidat de traiter les parties I, II et III sur des copies distinctes.

Documents autorisés

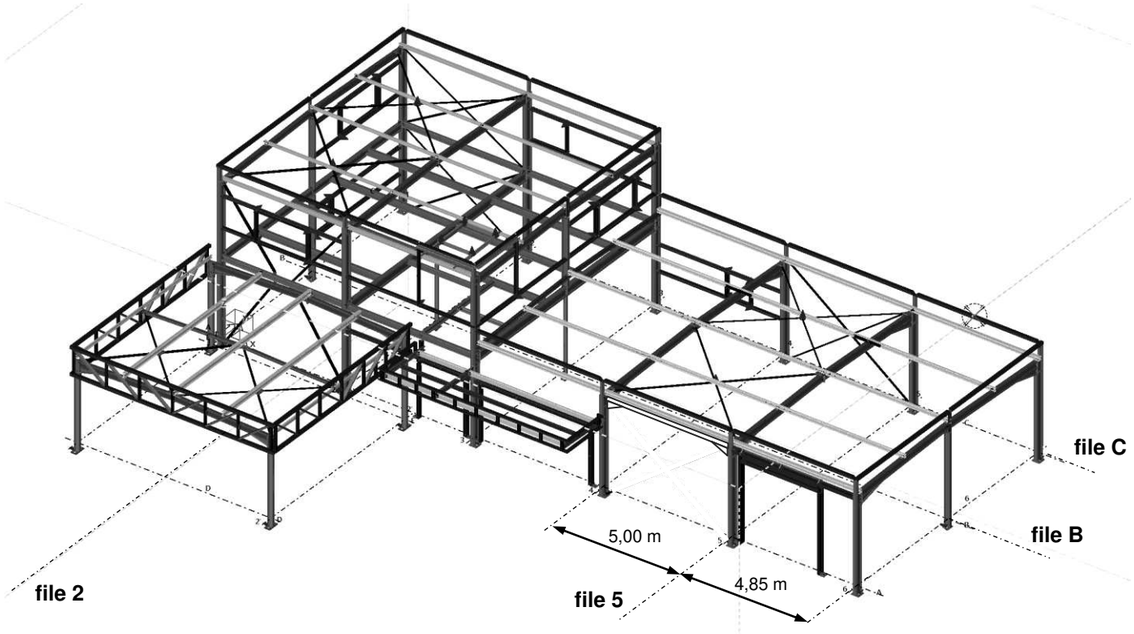
Normes Eurocodes ou fascicule Eurocodes à l'usage des BTS CM.

Catalogue de profilés.

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

CODE ÉPREUVE : **CME4CAL**	EXAMEN : **BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**		SPÉCIALITÉ : **Constructions Métalliques**
SESSION 2019	**SUJET**	***ÉPREUVE* : U42 Note de calculs**	Calculatrice autorisée
Durée : 4h	Coefficient : 3		**Page : 1/8**

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



PARTIE I : ACTIONS CLIMATIQUES

Situation : Département du Finistère, altitude 70 m.

Action du vent : la construction est implantée sur un terrain plat en zone industrielle et sera considérée fermée. La toiture isolée attenante à la construction principale n'est pas prise en compte dans cette étude.

Action de la neige selon l'Eurocode 1

L'étude qui suit traite de la distribution de neige selon une coupe longitudinale autour de la file B.
La pente des versants autour de la ligne de faîtage est de 3,5%.
Pour la géométrie et les cotes utiles, se référer aux perspectives ci-dessus et ci-contre ainsi qu'au document réponse DR1.

- **Neige au sol**

  Q1. Déterminer la valeur de **Sk.**

- **Neige normale sur toiture sans accumulation : cas S1**

  Q2. Déterminer la valeur du coefficient de forme **μ1** et la valeur de la charge surfacique associée. Les coefficients Ce et Ct seront pris à 1.

  Q3. Représenter la distribution de neige sur le schéma du document réponse DR1 en faisant figurer la valeur de la charge surfacique.

- **Neige normale sur toiture avec accumulation de type « Toitures attenant à des constructions plus élevées » : cas S2**

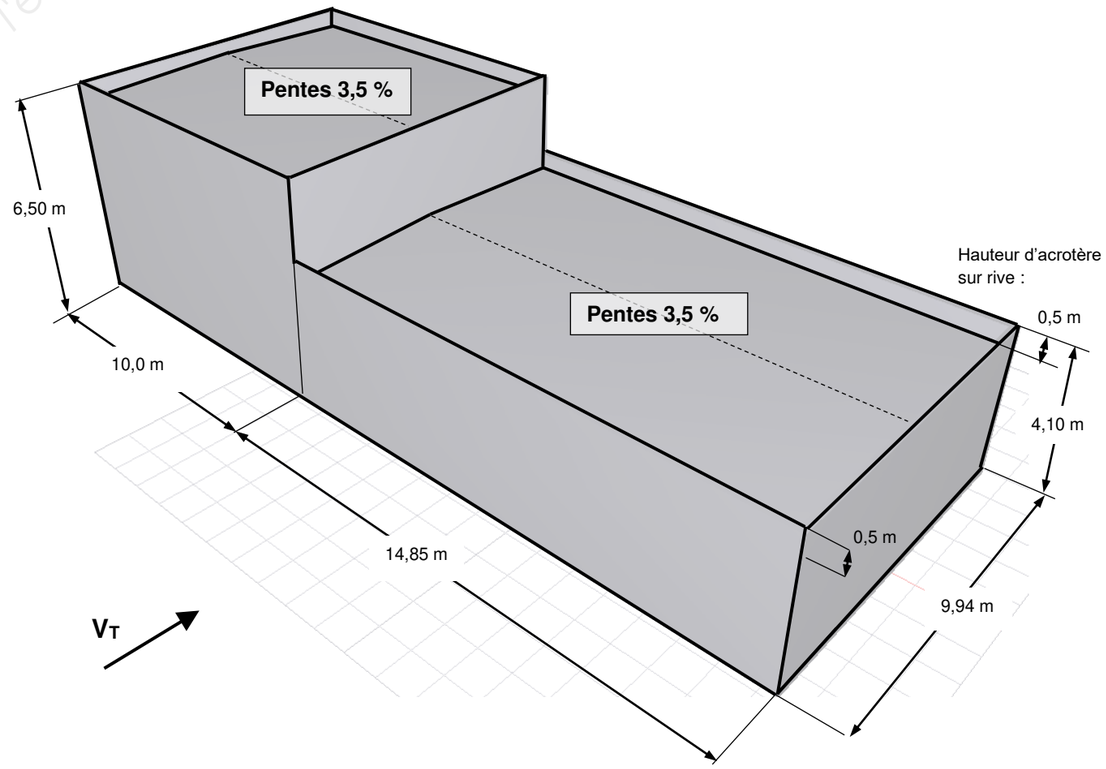
  Q4. Déterminer les valeurs des paramètres **μ2** et **Is** ainsi que les valeurs des charges surfaciques associées. Les cotes utiles sont données sur le document réponse DR1.

- **Neige normale sur toiture avec effets locaux de type acrotère : cas S2**

  Q5. Déterminer les valeurs des paramètres **μ2** et **Is** ainsi que les valeurs des charges surfaciques associées. Les cotes utiles sont données sur le document réponse DR1.

  Q6. Représenter la distribution de neige et les valeurs des charges surfaciques relatives aux questions Q5. et Q6. sur le document réponse DR1.

Action du vent transversal V_T selon l'Eurocode 1



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

- **Préliminaire**

La hauteur de référence de la construction est fixée à 6,50 m : $\mathbf{z_e}$ = 6,50 m.

Q7. Montrer que la pression dynamique de pointe $q_p(z_e)$ a pour valeur 588 N/m².

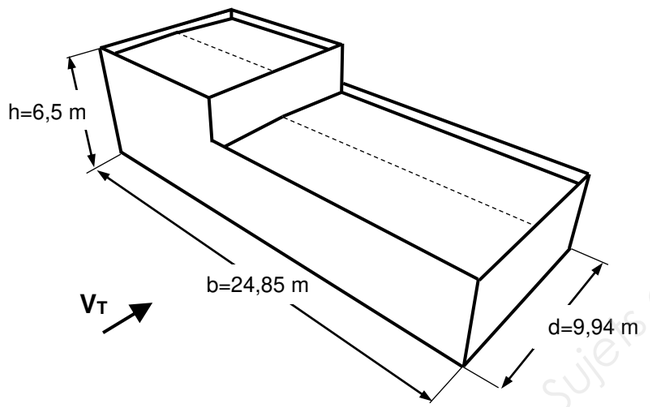
- **Coefficients de pression extérieure C_{pe10} pour le vent transversal V_T**

Q8. Justifier que la toiture peut être considérée comme une toiture terrasse.

Q9. Toiture de la partie basse de la construction : déterminer les valeurs des coefficients de pression extérieure C_{pe10} pour les zones F, G, H et I. Les cotes **h** et $\mathbf{h_p}$, à considérer sont données : **h** = 3,6 m $\mathbf{h_p}$ = 0,5 m.

Q10. Définir le zonage en complétant les 4 cotes manquantes encadrées délimitant les zones F, G, H et I sur le document réponse DR2.

Les cotes utiles h, d et b de l'Eurocode 1 sont définies ci dessous :



- **Action extérieure sur le portique courant de la file 5**

La bande de reprise du portique se situe en partie sur la zone F et en partie sur la zone G de toiture. On donne le coefficient relatif au portique obtenu par une pondération en surface entre les coefficients des zones F et G : $\mathbf{C_{pe10} = - 0,9.}$

On donne également les coefficients C_{pe10} des zones D et E sur le document réponse.

Q11. Représenter sur le document réponse DR2 les coefficients C_{pe10} associés au portique de la file 5 avec des fléchettes, préciser leurs valeurs.

- **Coefficients de pression intérieure C_{pi}**

Q12. La construction est considérée fermée. Donner les valeurs des coefficients de pression intérieure $\mathbf{C_{pi}}$ et compléter le document réponse DR2.

- **Coefficients de pression nette C_{pnet} associés au portique courant de la file 5**

Q13. En déduire des questions précédentes les valeurs des coefficients de pression nette $\mathbf{C_{pnet}}$ dans le cas d'une surpression intérieure et d'une dépression (succion) extérieure en zone I.

Q14. Identifier sur le fascicule Eurocode la valeur du coefficient de pression nette sur les acrotères.

Q15. Représenter les coefficients sur le schéma du document réponse DR2 : fléchettes et valeurs.

- **Charges linéiques s'exerçant sur le portique courant de la file 5**

Q16. Les charges linéiques s'exerçant sur les barres du portique s'expriment de la façon suivante : $q = C_{pnet} \times q_p(z_e) \times l$.

Avec l = 5 m : largeur de la bande de reprise de ce portique.

Calculer et représenter sur le document DR2 ces charges linéiques. Le coefficient de continuité des pannes est pris à 1 et n'a donc pas d'impact sur le chargement.

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

PARTIE II : ETUDE DU PLANCHER

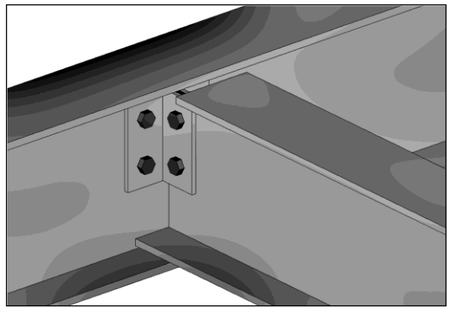
La vue en plan et en élévation du plancher figure sur le dossier technique page 8/8.

Le plancher est constitué d'une poutraison surmontée d'une dalle en bac acier dont le poids surfacique est évalué à 2,4 kN/m².

Il supporte un local à usage de bureau, la charge d'exploitation retenue est de 2,5 kN/m² .

Etude d'une solive courante

Section : IPE 220 - acier S275



- **Modélisation et charges simples**

Q17. Identifier la longueur des solives les plus longues et nommer les liaisons aux extrémités.

Q18. Déterminer la valeur de la charge linéique permanente **G** sans oublier le poids propre de la poutre.

Q19. Déterminer la valeur de la charge linéique d'exploitation **I**.

- **Vérification ELS**

Q20. Calculer les valeurs des flèches admissibles préconisées par l'EC1: w_3 et w_{max}.

Q21. Rappeler les expressions littérales des combinaisons de charges ELS associées aux deux flèches admissibles et montrer que les valeurs des charges sont les suivantes :

ELS 1 avec w_3 : q_{ELS1} = 4,84 kN/m ELS 2 avec w_{max} : q_{ELS2} = 9,71 kN/m

Q22. Compléter les deux schémas de modélisation de la solive esquissés sur le document réponse DR3 : longueur, liaisons et chargement.

Q23. Rappeler la formule donnant la valeur de la flèche de calcul f_{ED} relative à la modélisation définie à la question précédente : une fonction de q, L, E et I_y.

Q24. Effectuer les deux vérifications.

- **Vérification ELU en section**

Q25. Rappeler l'expression de la combinaison de charges ELU.

La valeur est donnée : q_{ELU} = 13,85 kN/m .

Q26. Sur le document réponse DR3, compléter le schéma de modélisation et représenter les diagrammes des sollicitations. Les valeurs caractéristiques seront inscrites sur les diagrammes.

Q27. Identifier la classe de la section, on pourra se référer aux tableaux de l'ANNEXE 1 du fascicule Eurocodes. En déduire les valeurs des efforts résistants pour la section : $V_{?,z,Rd}$ et $M_{?,y,Rd}$

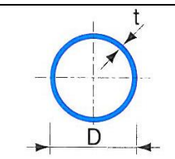
Q28. Vérifier la section.

Modélisation de la poutre centrale du plancher (file 2)

Q29. Compléter le schéma de la modélisation de la poutre sur le document réponse DR3 : longueurs cotées, liaisons et forme du chargement (les valeurs numériques ne sont pas demandées).

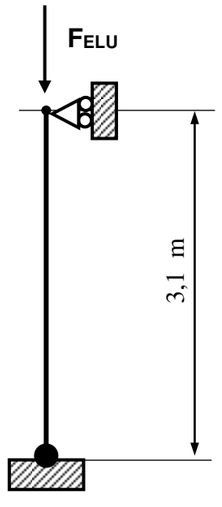
Vérification du poteau central

Section : Tube 114,3 x 4 - acier S235 - fini à chaud

D = 114,3 mm	M = 10,9 Kg/m	i = 3,90 cm	
t = 4,0 mm	A = 13,9 cm²	I = 211 cm⁴	

Le poteau est modélisé sur le schéma ci-contre :

- la charge retenue a pour valeur : F_{ELU} = 215 kN ;
- le poids propre est négligé.



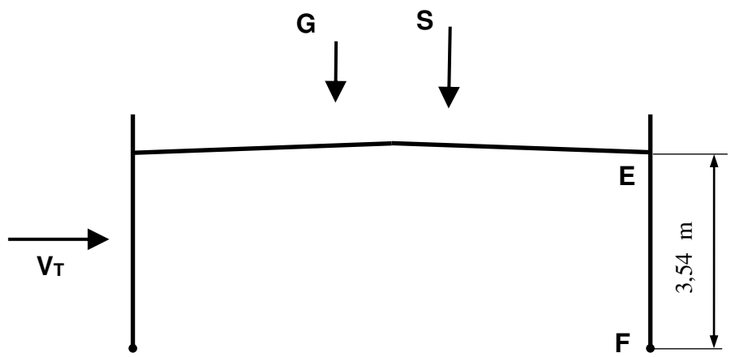
Q30. Montrer que la section est de classe 1.

(Fascicule Eurocodes. § 5.5.2 tableau 5.2 - 3/3)

Q31. Vérifier le poteau à l'instabilité de flambement.

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

PARTIE III : ETUDE ELU - POTEAU DU PORTIQUE FILE 5



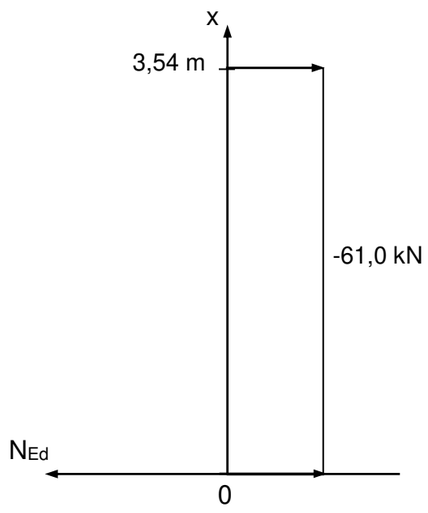
Le poteau étudié, repéré EF, est situé à l'intersection de la file 5 et de la file C.

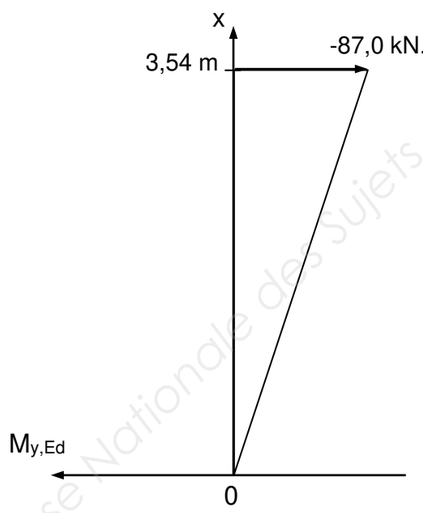
Section : IPE 270 - acier S275

La combinaison de charge retenue est la suivante: 1,35 G + 1,5 S + 0,9 VT. Ce qui en fait un élément comprimé et fléchi.

Les sollicitations utiles sont données :

- flexion dans le plan du long pan : $M_{z,Ed} = 0$
- effort normal et moment de flexion dans le plan du portique :





Les sections comprimées et fléchies sont de classe 1.

Vérification aux instabilités

Le poteau ayant été validé en section, il reste à vérifier sa résistance aux instabilités.

Q32. Déversement du poteau

- Le moment critique de déversement est donné : **M_{cr} = 230 kN.m**

Déterminer la valeur de χ_{LT} facteur de réduction pour le déversement.

Q33. Vérification du poteau avec interaction

Un calcul préalable nous donne la valeur des facteurs de réduction pour le flambement :

- autour de l'axe fort y (flambement dans le plan du portique) : **χ_y = 0,70** ;
- autour de l'axe faible z (flambement dans le plan du long pan) : **χ_z = 0,39**.

On retiendra un facteur de réduction pour le déversement ayant pour valeur : **χ_{LT} = 0,82**.

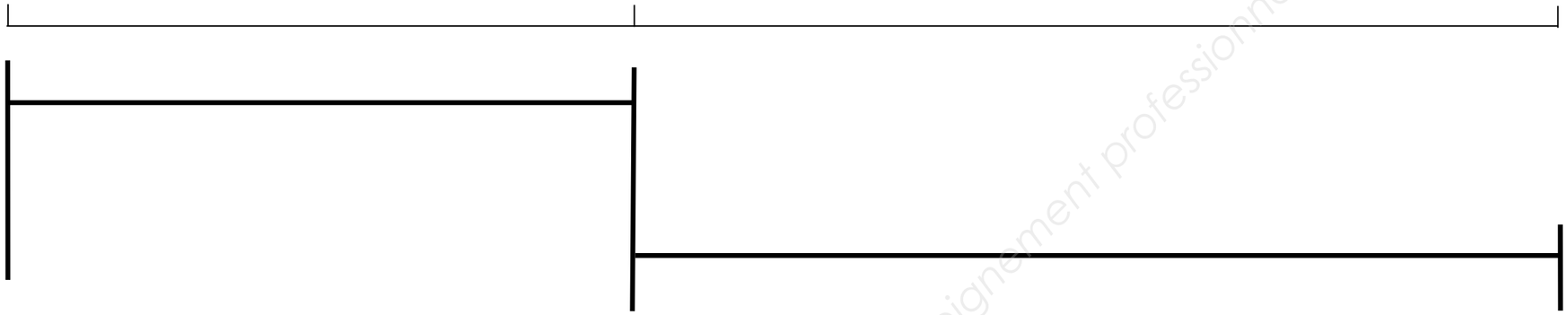
On donne également les facteurs d'interaction : **k_{yy} = 1,00** **k_{zy} = 0,53** .

Vérifier le poteau avec les formules d'interaction **§ 6.3.3 (4).**

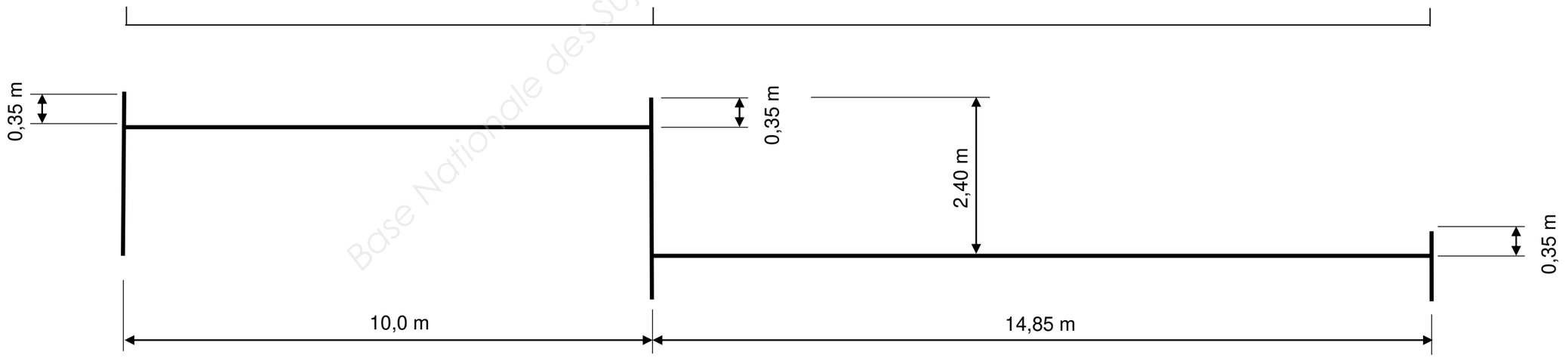
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DOCUMENT REPONSE DR1 : Action de la neige

Cas S1 : neige normale sans accumulation

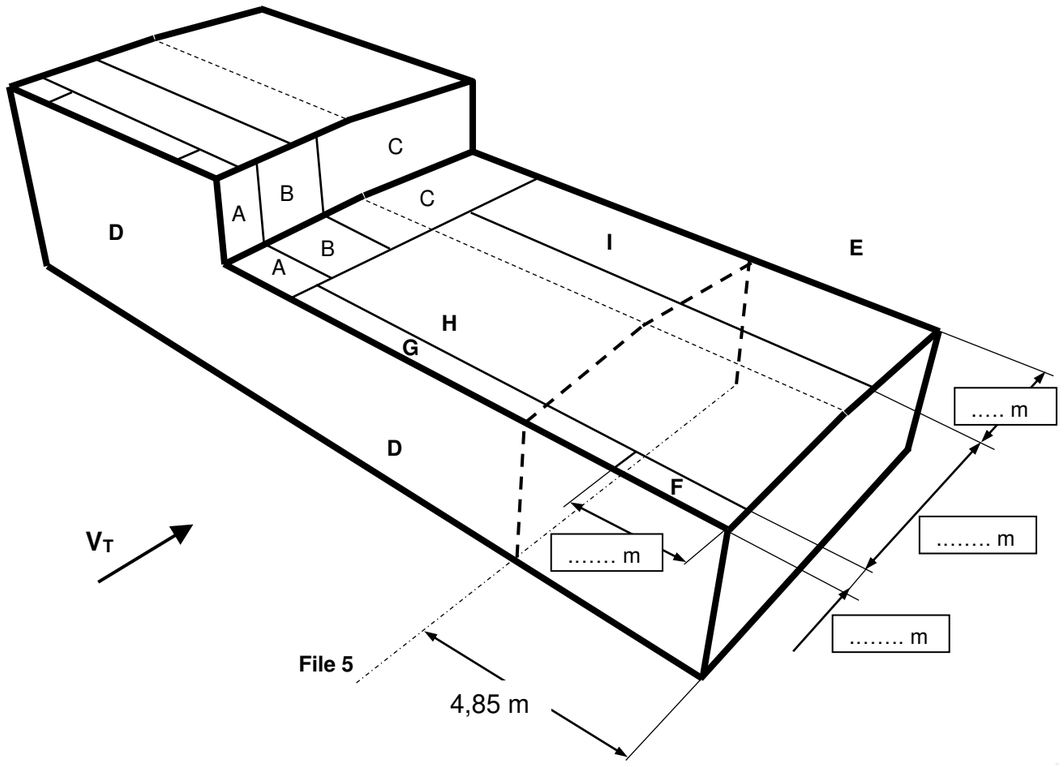


Cas S2 : neige normale avec accumulation

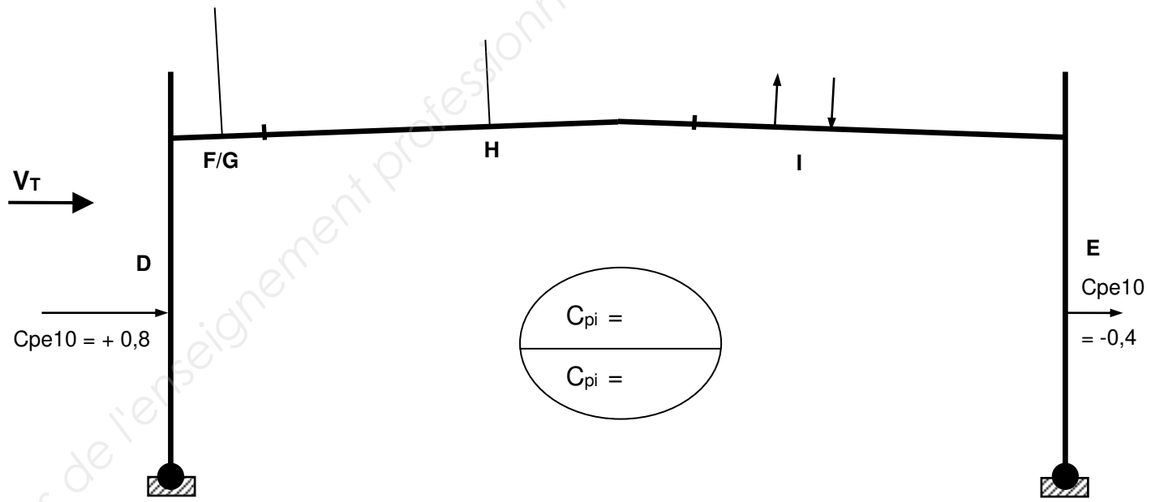


Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

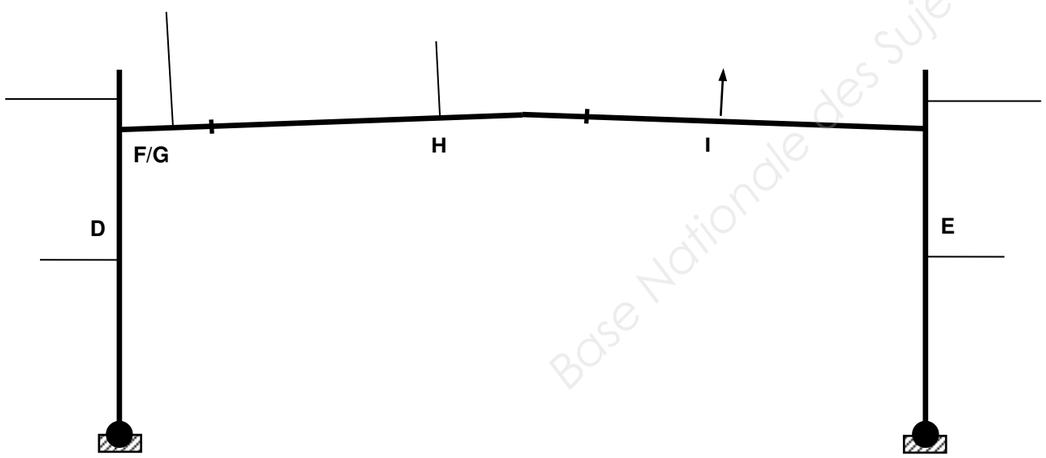
DOCUMENT REPONSE DR2 : Action du vent



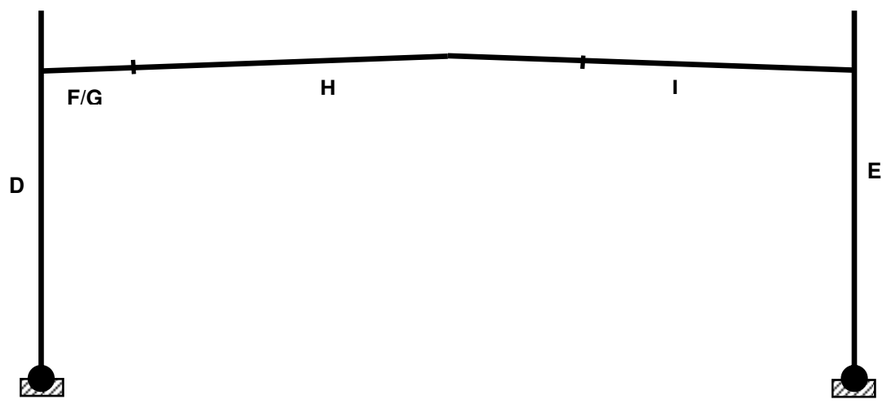
Zonage sans les acrotères



Portique file 5
Coefficients de pression extérieure et intérieure



Coefficients de pression nette
Cas de surpression intérieure et succion en zone I

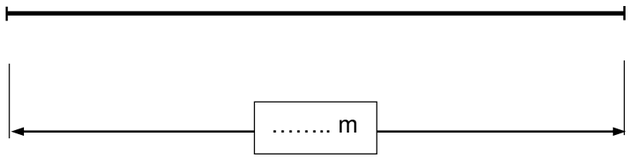


Charges linéiques

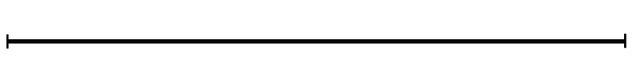
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DOCUMENT REPONSE DR3 : PLANCHER

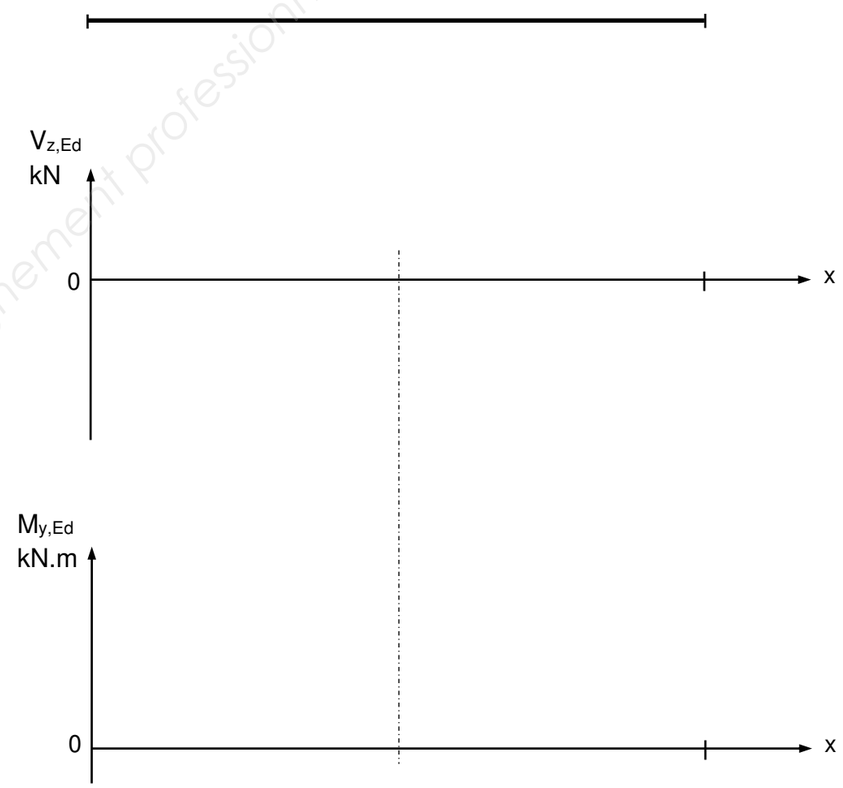
Q22. Solive courante : modélisation ELS1 avec w_3



Q22. Solive courante : modélisation ELS2 avec w_{max}



Q26. Solive courante : modélisation ELU et sollicitations



Q29. Poutre centrale : modélisation ELU



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

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.