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

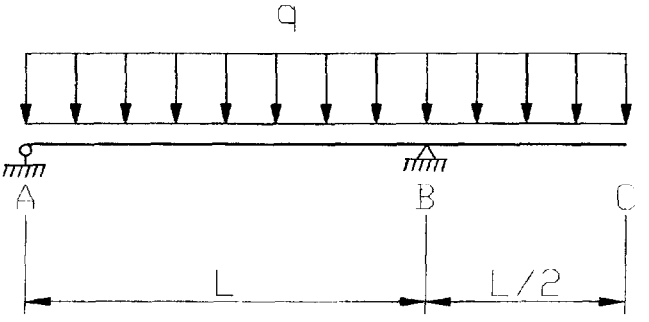
Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

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

1ère PARTIE

Etude d'une panne d'extrémité avec porte à faux

On donne le schéma mécanique ci dessous :



Données numériques :

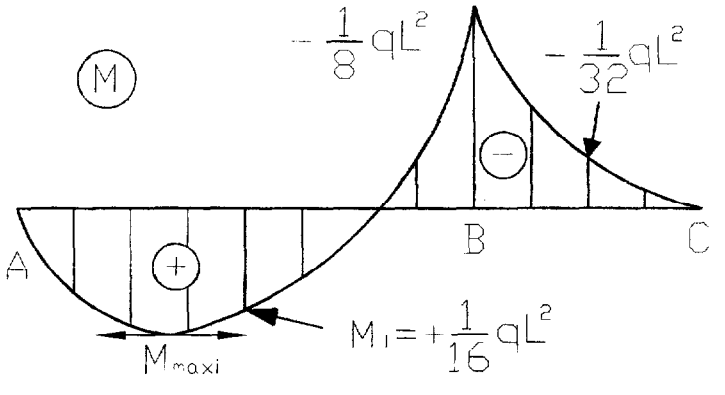
$q=5\,kN/m$
$l=8m$
$A=20\,cm^2$
$I=2000\,cm^4$
$E=210\,000\,MPa$

1.1/ Déterminer les expressions littérales des actions aux appuis.
Calculer la valeur numérique de ces actions – Compléter le document R1.

1.2/ Déterminer les équations littérales de $V(x)$ et $M(x)$.
Définir les valeurs particulières (valeurs aux bornes, racines, extremums…).

1.3/ Compléter le document réponse R1 en traçant avec précision et en valeurs numériques les diagrammes de $V(x)$ et de $M(x)$.

1.4/ Etude de la déformée.
On ne tient compte que de l'énergie de déformation due à M.
Sous le chargement étudié, les caractéristiques du diagramme de moment de flexion sont les suivantes :



a/ Enoncer clairement, sans calcul, le théorème permettant de déterminer le déplacement vertical en C (flèche Δ_C).

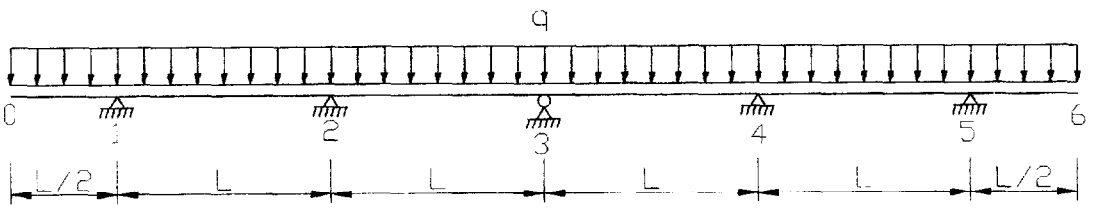
b/ Développer la méthode et justifier la forme littérale du résultat : $\Delta_C=\frac{1}{128}\times\frac{ql^4}{EI}$ (sens vers le bas).

c/ Calculer la valeur numérique de Δ_C et compléter sur le document réponse R1 le schéma de l'allure de la déformée. On précise que la rotation en B est nulle $(\omega_B=0)$.

2ème PARTIE

Etude d'une panne continue

On donne le schéma mécanique ci dessous :



Données numériques :

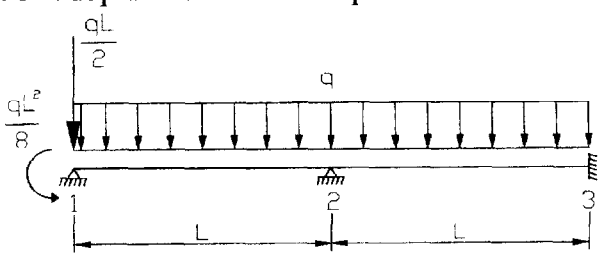
$q=5\,kN/m$
$l=8m$
$A=20\,cm^2$
$I=2000\,cm^4$
$E=210\,000\,MPa$

Le candidat pourra résoudre cette partie :

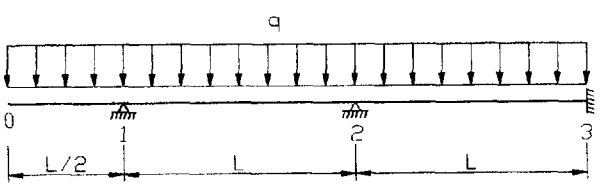
- Soit totalement en valeurs littérales.
- Soit totalement en valeurs numériques.

On décide d'étudier cette poutre par la méthode des déplacements (méthode des rotations) :

- Soit en adoptant le modèle simplifié suivant :



- Soit en adoptant la ½ structure simplifiée suivante :



2.1/ Justifier le choix du modèle simplifié en rappelant les propriétés et particularités : de la structure, du chargement, des actions aux appuis, du diagramme de V, du diagramme de M, des déformations.

2.2/ Développer la méthode et justifier les valeurs des inconnues cinématiques :

Sens positif 

$$\omega_1 = \frac{4ql^3}{336EI} \qquad \omega_1 = 7{,}256.10^{-3}.rd$$

$$\omega_2 = -\frac{ql^3}{336EI} \qquad \omega_2 = -1{,}814.10^{-3}.rd$$

2.3/ Rechercher les valeurs des moments aux extrémités des poutres.
Tracer le diagramme de $M(x)$.

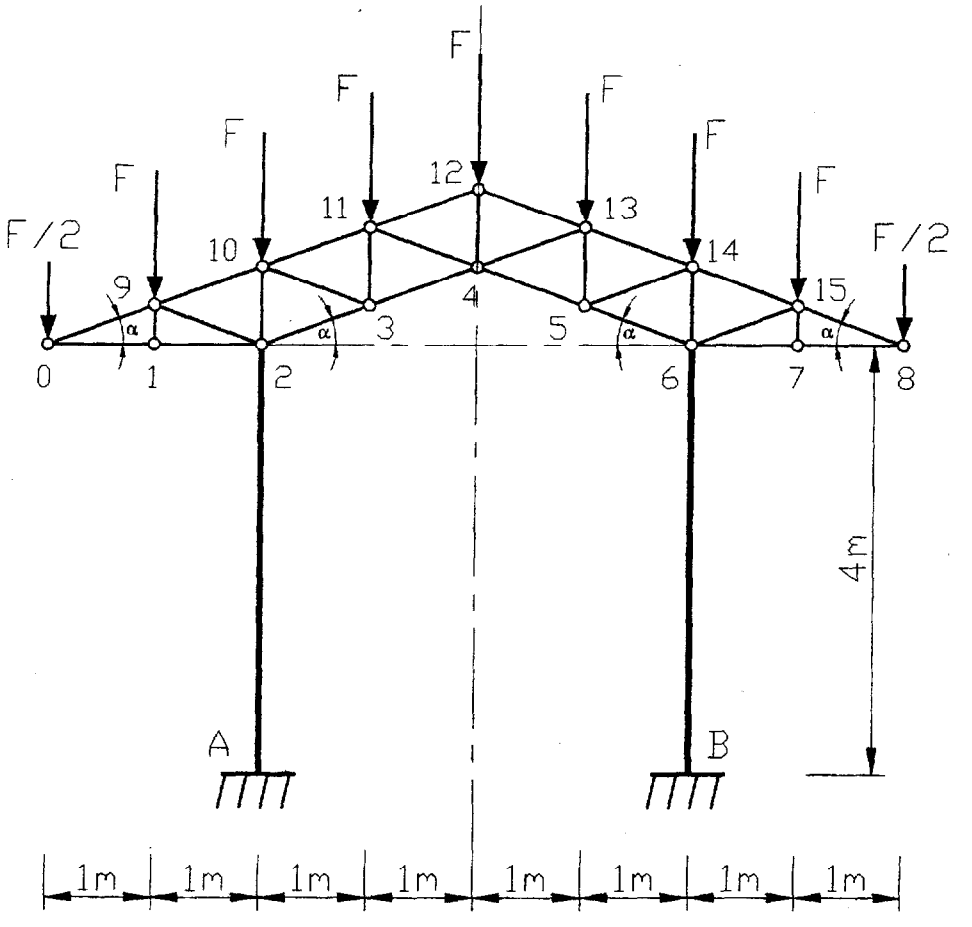
2.4/ Rechercher les valeurs des actions aux appuis. Dessiner la structure en équilibre.

Etude d'un portique courant

On donne le schéma mécanique ci dessous :

Données numériques :

F=10kN
α=20° angle du versant
(pente du versant ≈ 36%)



Dans un premier temps on envisage de concevoir un portique constitué de 2 poteaux encastrés en pieds, articulés en tête , surmontés d'une ferme treillis.

3.1/ Analyse :

Déterminer le degré d'hyperstatisme de cette structure.

3.2/ Résolution par la méthode des forces :

Expliquer clairement, en joignant des schémas précis, la méthode adoptée.
AUCUN CALCUL N'EST DEMANDE.

L'évaluation de la question portera sur l'aptitude du candidat à :
- Désigner la ou les inconnues hyperstatiques de son choix.
- Proposer une décomposition (ou superposition) en problèmes isostatiques.
- Exprimer la ou les conditions cinématiques à exploiter.

3.3/ Etude des poteaux :

Sous le chargement étudié, les actions aux appuis prennent pour valeurs :

$X_A = -X_B \approx 0$ (actions horizontales en pieds de poteaux).

$Y_A = Y_B = 4F = 40kN$ (actions verticales en pieds de poteaux).

$M_A = -M_B \approx 0$ (moments d'encastrement en pieds de poteaux).

A quel type de sollicitations sont soumis les poteaux.

Préciser la particularité des diagrammes N, V et M.

3.4/ Etude de la ferme treillis :

Déduire de la question précédente les actions des poteaux sur la ferme, représenter la ferme en équilibre en complétant le document réponse R2.

- Rechercher graphiquement les actions dans les barres 0-1, 1-2, 0-9, 9-10, 1-9, 2-9 en isolant successivement 3 nœuds opportuns.
  Le candidat pourra travailler s'il le souhaite sur le document réponse R2 et renseignera le tableau des résultats.
- Rechercher analytiquement les actions dans les barres 3-4, 11-12, 4-11.
  Indiquer toute cote utile sur le schéma de la structure (document réponse R2). Renseigner le tableau des résultats.

Document réponse R1

NOM:

Repère de l'épreuve:

Poutre en équilibre: (Echelle des forces à préciser par le candidat)

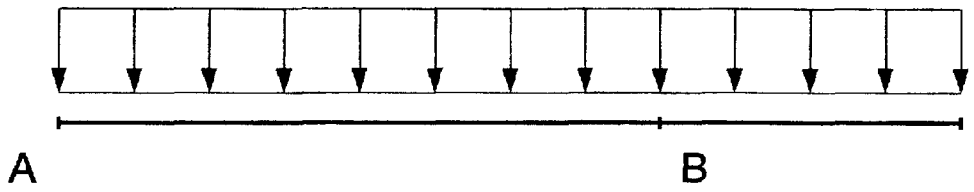
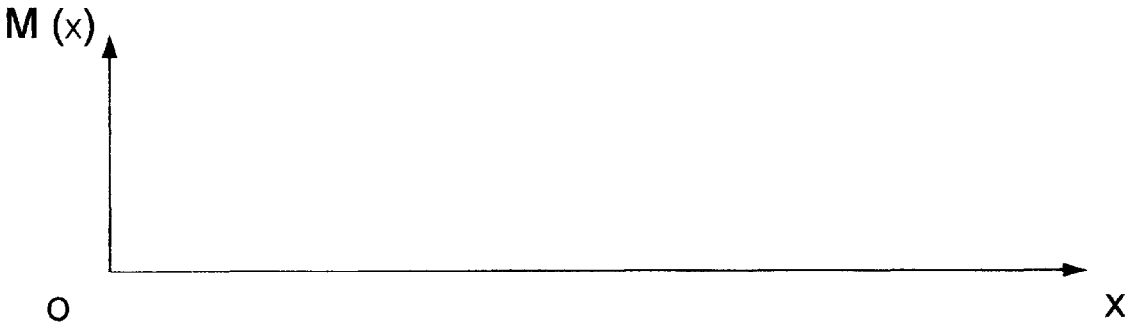


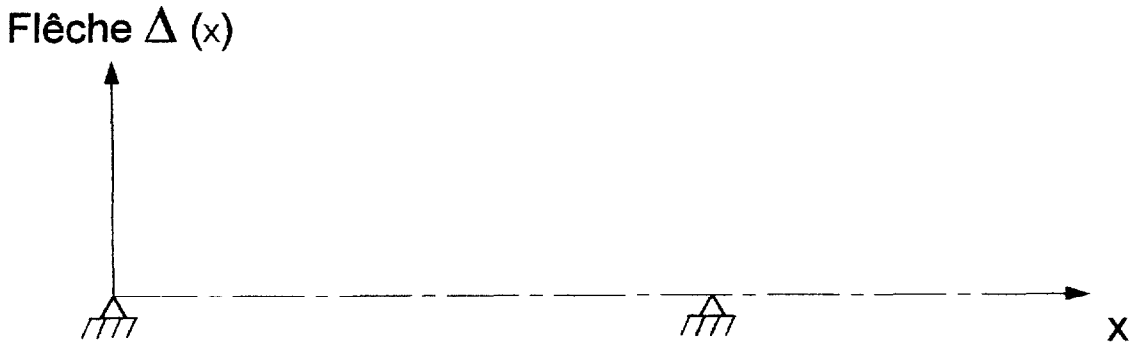
Diagramme de V (x): (Echelle: 1 cm pour 10 kN)



Diagramme de M (x): (Echelle: 1 cm pour 10 m.kN)



Allure de la déformée: (Echelle au choix)



CMMECA

Document réponse R2

Schéma de la ferme en équilibre:

F = 10 kN

$\alpha = 20°$

$tg\ \alpha \approx 0{,}36$

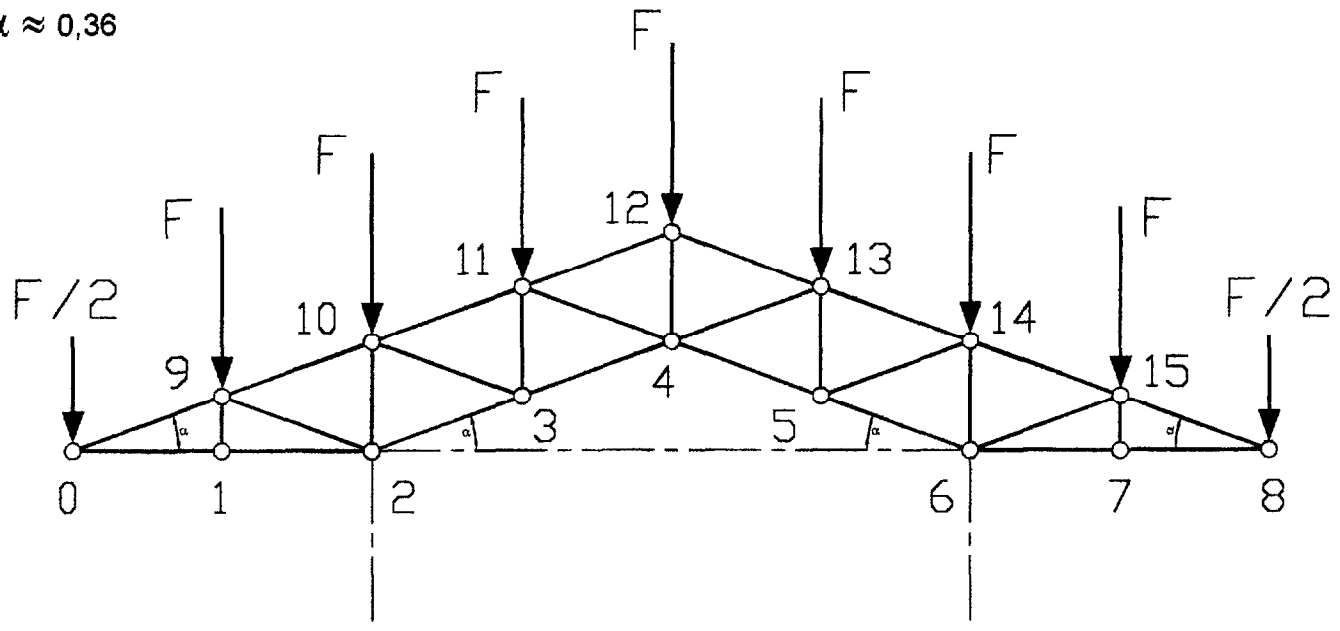


Tableau des résultats: (A compléter en valeurs numériques ou littérales)

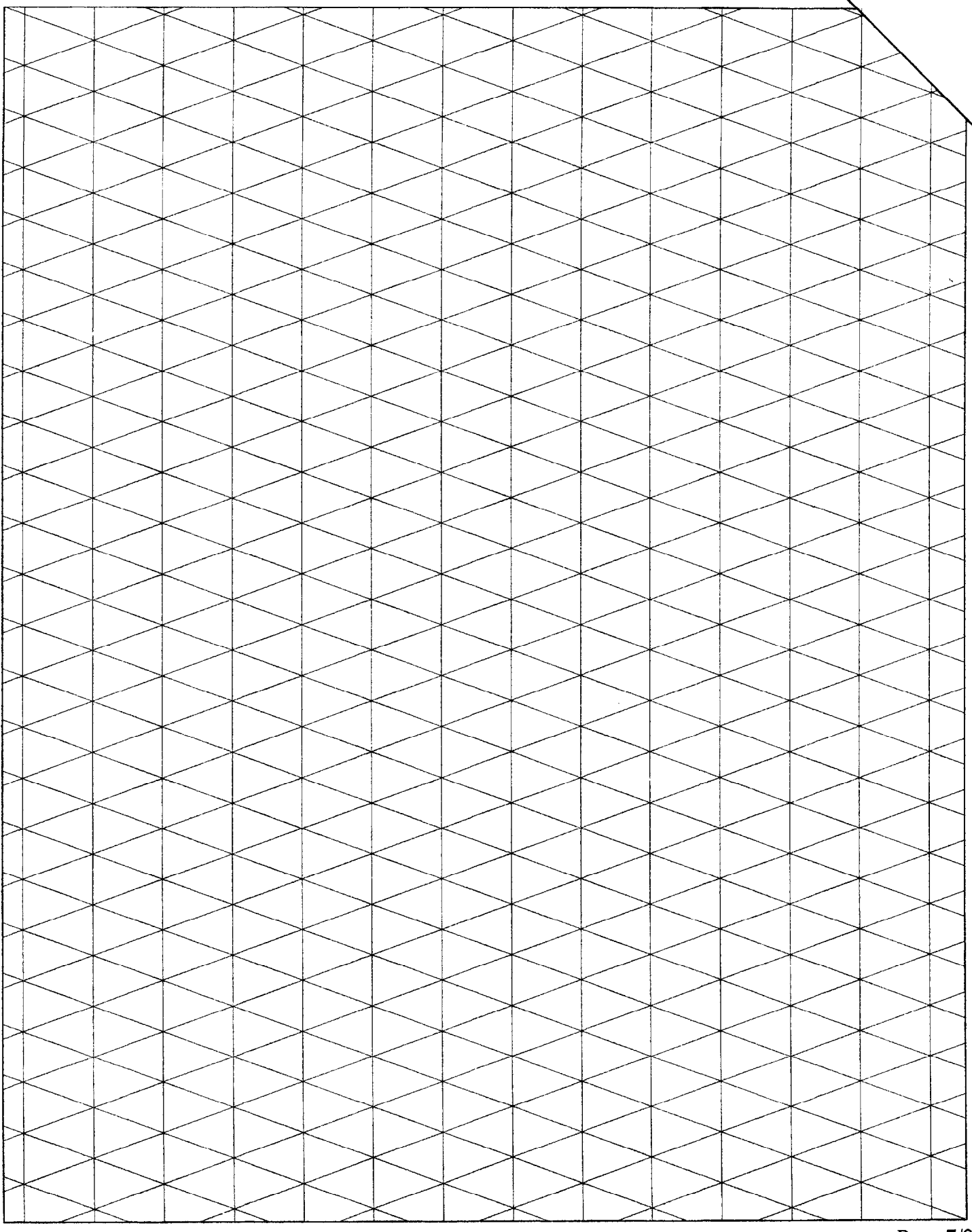
Barre	Traction	Compression
0 - 1		
1 - 2		
0 - 9		
9 - 10		
1 - 9		

Barre	Traction	Compression
2 - 9		
3 - 4		
11 - 12		
4 - 11		

NOM:

Repère de l'épreuve:

Constructions Graphiques: (Préciser l'échelle des forces:)



Intégrales de MOHR : $\frac{1}{\ell}\int_0^{\ell} f(x)g(x)dx$

à multiplier par $\frac{\ell}{EI}$ pour M_f, $\frac{\ell}{EA}$ pour N, $\frac{\ell}{GA_r}$ pour V ou $\frac{\ell}{GJ}$ pour M_t

avec : ℓ = longueur du tronçon d'intégration

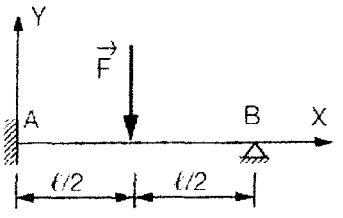
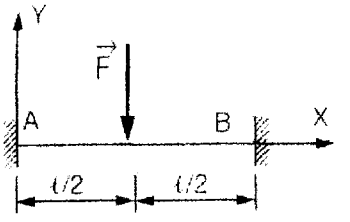
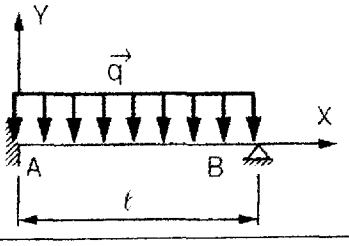
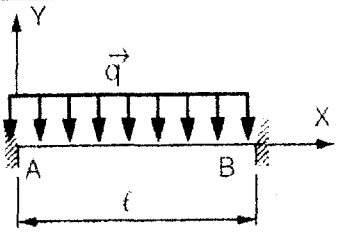
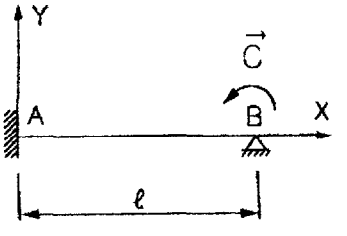
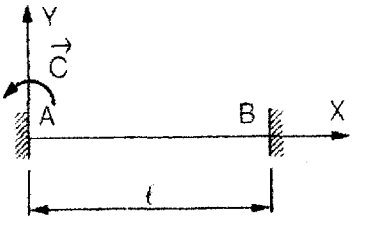
$\alpha = a/\ell$ et $\beta = b/\ell$

g(x) \ f(x)	f (rectangle, ℓ)	f (triangle)	f (triangle)	f_1 f_2 (trapèze)	f (triangle, $\ell/2$ $\ell/2$)	f (triangle, a b)
g (rectangle, ℓ)	fg	$\frac{1}{2}fg$	$\frac{1}{2}fg$	$\frac{1}{2}(f_1 + f_2)g$	$\frac{1}{2}fg$	$\frac{1}{2}fg$
g / g (triangles)	$\frac{1}{2}fg$	$\frac{1}{3}fg$	$\frac{1}{6}fg$	$\frac{1}{6}(f_1 + 2f_2)g$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{1}{6}fg(1+\alpha)$
g / g (triangles)	$\frac{1}{2}fg$	$\frac{1}{6}fg$	$\frac{1}{3}fg$	$\frac{1}{6}(2f_1 + f_2)g$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{1}{6}fg(1+\beta)$
g_1 g_2 / g_1 g_2 / g_1 g_2 / g_1 g_2	$\frac{1}{2}f(g_1 + g_2)$	$\frac{1}{6}f(g_1 + 2g_2)$	$\frac{1}{6}f(2g_1 + g_2)$	$\frac{1}{6}(2f_1 g_1 + 2f_2 g_2 + f_1 g_2 + f_2 g_1)$	$\frac{1}{4}f(g_1 + g_2)$	$\frac{1}{6}f[g_1(1+\beta) + g_2(1+\alpha)]$
g / g ($\ell/2$ $\ell/2$)	$\frac{1}{2}fg$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{1}{4}(f_1 + f_2)g$	$\frac{1}{3}fg$	$\frac{1}{12}fg(3-4\alpha^2)/\beta$
g / g (a b)	$\frac{1}{2}fg$	$\frac{1}{6}fg(1+\alpha)$	$\frac{1}{6}fg(1+\beta)$	$\frac{1}{6}[f_1(1+\beta) + f_2(1+\alpha)]g$	$\frac{1}{12}fg(3-4\alpha^2)/\beta$	$\frac{1}{3}fg$
g / g	$\frac{2}{3}fg$	$\frac{1}{3}fg$	$\frac{1}{3}fg$	$\frac{1}{3}(f_1 + f_2)g$	$\frac{5}{12}fg$	$\frac{1}{3}fg(1+\alpha\beta)$
g	$\frac{2}{3}fg$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{5}{12}fg$	$\frac{1}{12}(5f_1 + 3f_2)g$	$\frac{17}{48}fg$	$\frac{1}{12}fg(5-\alpha-\alpha^2)$
g	$\frac{2}{3}fg$	$\frac{5}{12}fg$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{1}{12}(3f_1 + 5f_2)g$	$\frac{17}{48}fg$	$\frac{1}{12}fg(5-\beta-\beta^2)$
g	$\frac{1}{3}fg$	$\frac{1}{12}fg$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{1}{12}(3f_1 + f_2)g$	$\frac{7}{48}fg$	$\frac{1}{12}fg(1+\beta+\beta^2)$
g	$\frac{1}{3}fg$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{5}{12}fg$	$\frac{1}{12}(f_1 + 3f_2)g$	$\frac{7}{48}fg$	$\frac{1}{12}fg(1+\alpha+\alpha^2)$
g_1 g_0 g_2 ($\ell/2$ $\ell/2$)	$\frac{1}{6}f(3g_1 + 3g_2 + 4g_0)$	$\frac{1}{6}f(g_1 + 2g_2 + 2g_0)$	$\frac{1}{6}f(2g_1 + g_2 + 2g_0)$	$\frac{f_1}{6}(2g_1+g_2+2g_0) + \frac{f_2}{6}(g_1+2g_2+2g_0)$	$\frac{1}{4}f(g_1 + g_2 + \frac{5}{3}g_0)$	$\frac{1}{6}f[g_1(1+\beta) + g_2(1+\alpha) + 2g_0(1+\alpha\beta)]$

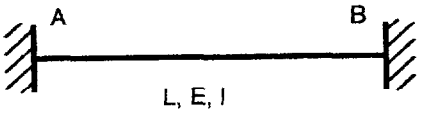
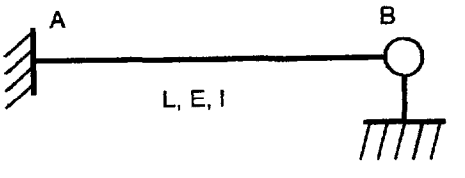
Nota : f, f_1, f_2, g, g_0, g_1 et g_2 sont à prendre en valeur algébrique.

FORMULAIRE

Flexion

Cas Schéma mécanique	Actions aux liaisons En A	 En B	Cas Schéma mécanique	Actions aux liaisons En A	 En B
	$Y_A=\frac{11F}{16}$ $\overline{M}_{AB}=\frac{3Fl}{16}$	$Y_B=\frac{5F}{16}$		$Y_A=\frac{F}{2}$ $M^e_{AB}=\frac{Fl}{8}$	$Y_B=\frac{F}{2}$ $M^e_{BA}=\frac{-Fl}{8}$
	$Y_A=\frac{5ql}{8}$ $\overline{M}_{AB}=\frac{ql^2}{8}$	$Y_B=\frac{3ql}{8}$		$Y_A=\frac{ql}{2}$ $M^e_{AB}=\frac{ql^2}{12}$	$Y_B=\frac{ql}{2}$ $M^e_{BA}=\frac{-ql^2}{12}$
	$Y_A=\frac{-3C}{2l}$ $\overline{M}_{AB}=\frac{C}{2}$	$Y_B=\frac{3C}{2l}$		$Y_A=0$ $M^e_{AB}=-C$	$Y_B=0$ $M^e_{BA}=0$

Equations intrinsèques

	
$\begin{cases} M_{AB}=2\frac{EI}{\ell}(2\omega_A+\omega_B)+M^e_{AB} \\ M_{BA}=2\frac{EI}{\ell}(\omega_A+2\omega_B)+M^e_{BA} \end{cases}$	$\begin{cases} M_{AB}=3\frac{EI}{\ell}(\omega_A)+\overline{M_{AB}} \\ M_{BA}=0 \end{cases}$

Dossier Technique

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

Composition du dossier :

Présentation : Page 1/4.
Documentation : Page 1/4 à 4/4.

Dossier Technique

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

Composition du dossier :

Présentation : Page 1/4.
Documentation : Page 1/4 à 4/4.

Présentation :

L'étude porte sur un auvent de station service destiné à la distribution de carburant.

Documentation :

- ***Situation géographique***

MARSEILLE (Bouches du Rhône). Altitude : 85 m.
Site exposé situé en zone industrielle, (classe de rugosité IV, terrain plat, coefficient de topographie $C_t = 1$).
Pas d'effet de masque.

- ***Descriptif de l'auvent***

Il est constitué de 4 travées intermédiaires et de 2 demi-travées d'extrémités en porte à faux.
L'emprise au sol est de 8.4 m par 34.55 m hors tout ; hauteur au faîtage 5.8 m.
On admettra que tous les profils creux utilisés sont en acier de nuance S 235 JRH et qu'ils relèvent de la courbe b de flambement. (Add 80 ou EC3).
Pour les Eurocodes les sections sont de classe 1 ou 2

Voir dessins
- Aspect architectural et élévation de l'auvent (page 2/4)
- Dimensions d'ensemble sur vue en plan de la ½ structure (page 3/4)
- Vue en élévation d'un portique (page 4/4)

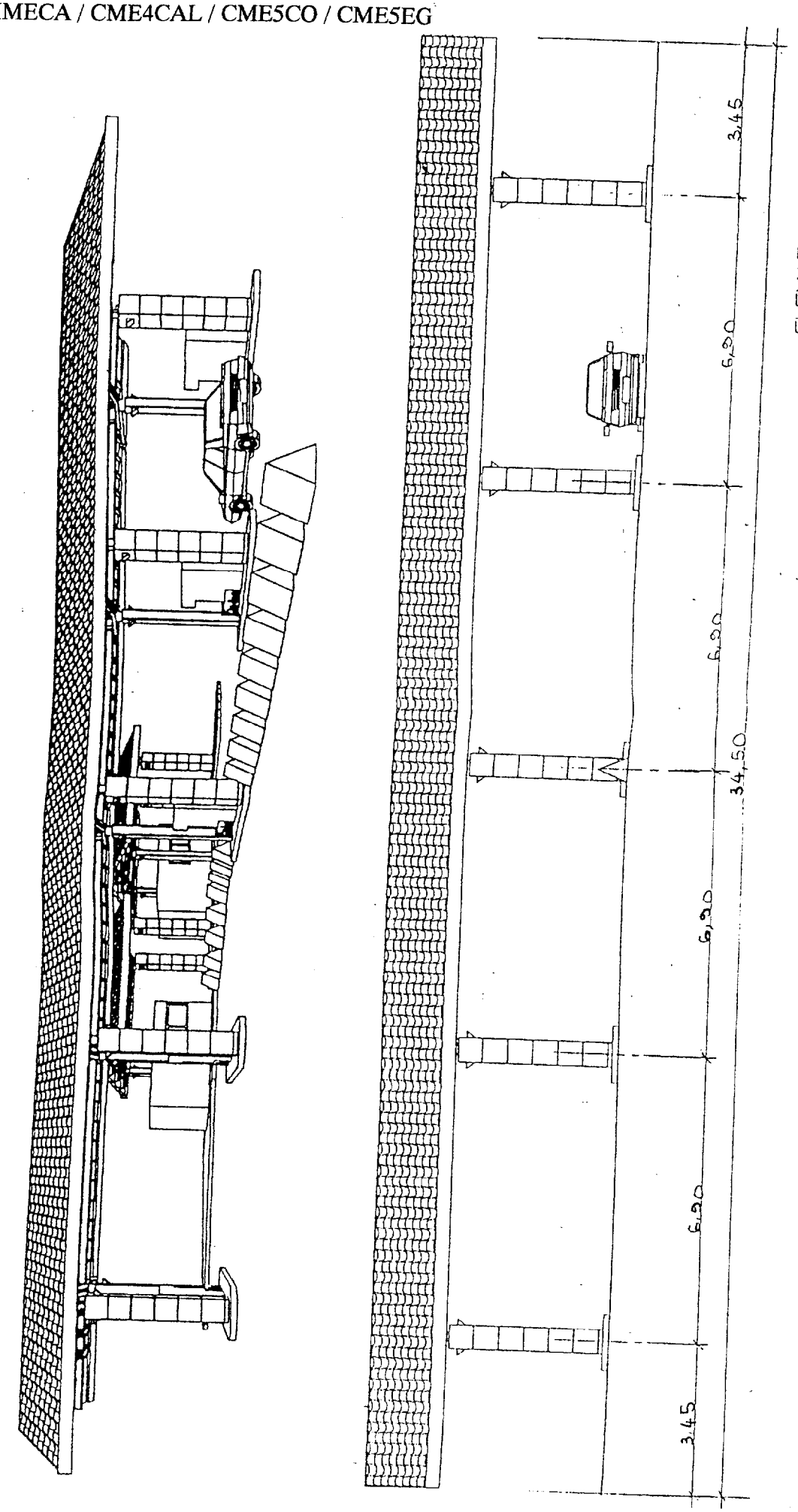
Couverture : toiture à 2 versants, à plans symétriques ; angle 20°.
Constituée par des tuiles de type Romanes posées sur lattis en tube carré 30×30×2 .
Charge surfacique : **0.5 kN/m²** (tuiles + lattis + chevrons)

Ossature Principale :
Elle est constituée de 5 portiques identiques en profils tubulaires.
Voir vue en élévation d'un portique, page 4/4.

Pannes : tube 180×80×5 , masse linéique **19.5 kg/m**

Stabilité : bracons ∅ 48,3×2,9 et contreventements ∅ 76,1×2,9 Voir vue en élévation et en plan.

Fondation : pieds de poteaux encastrés dans les deux plans.

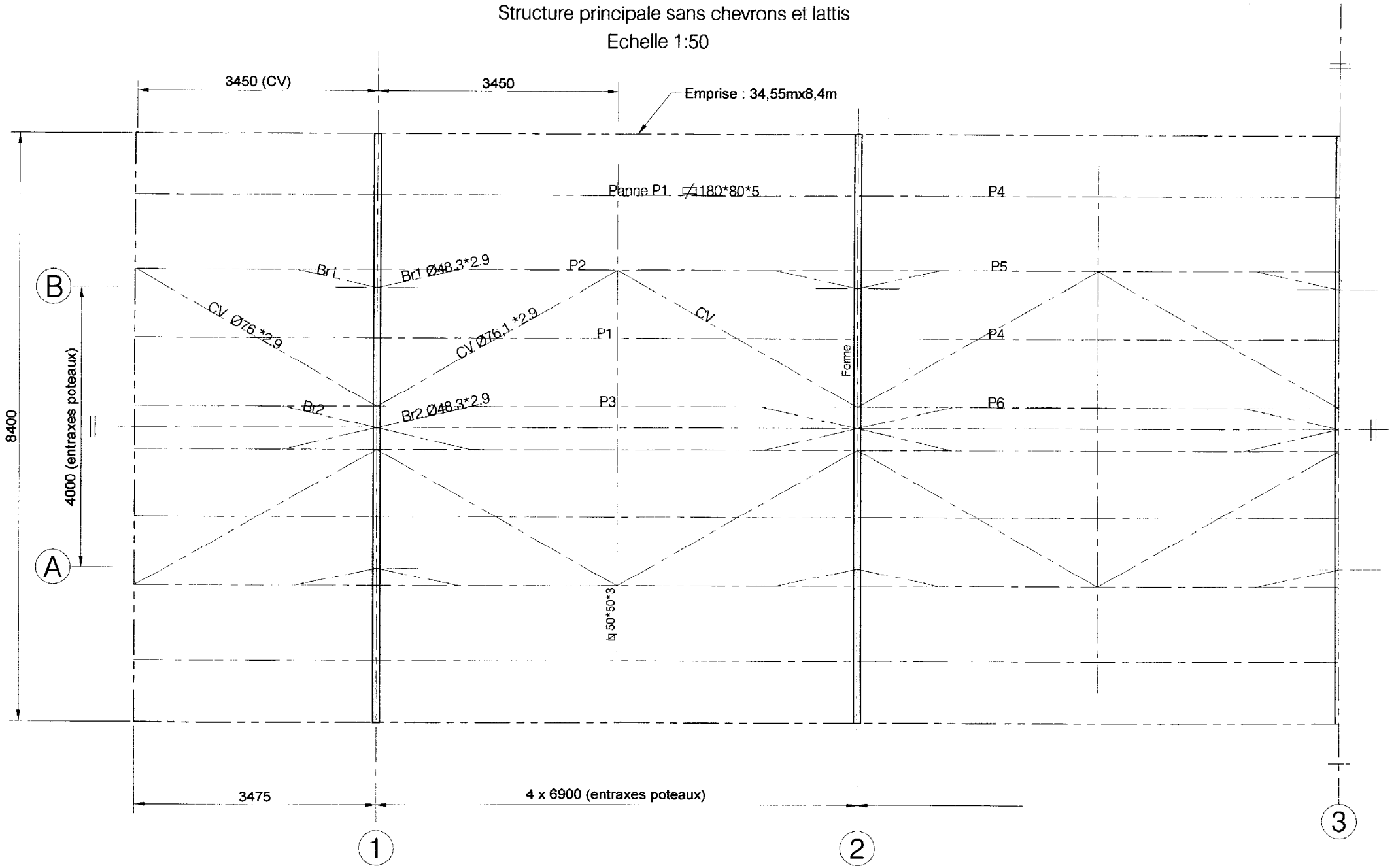


ELEVATIONS POMPES

Vue en plan 1/2 Auvent

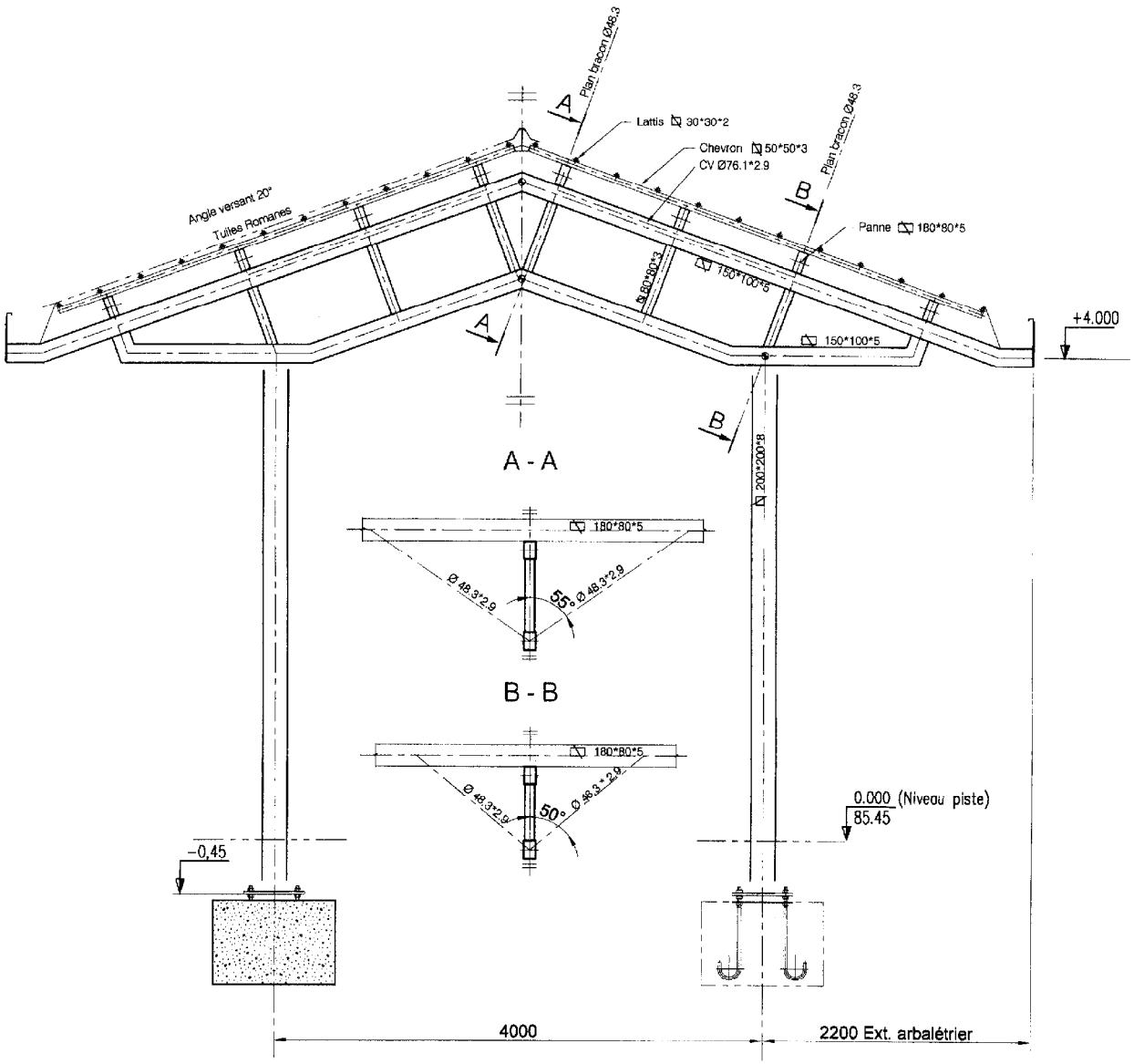
Structure principale sans chevrons et lattis

Echelle 1:50

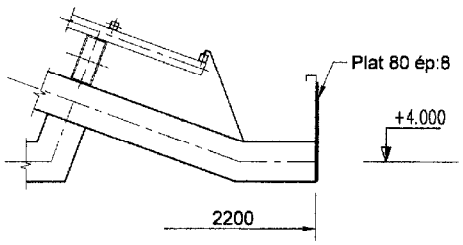


Elévation portique

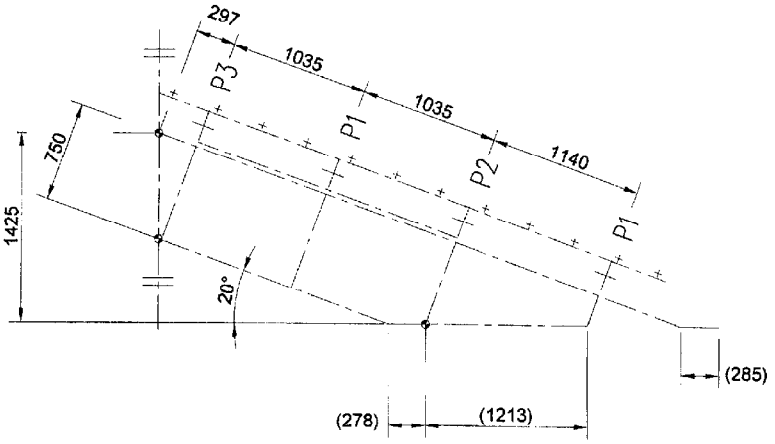
Echelle 1:40



Détail chéneau



Cotation points d'épure des axes



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.