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 :
formav.co/explorer

E4 - Sous-épreuve « Note de calculs »

Session 2000 • Code sujet : **CME4CAL** • Durée : **Non indiquée dans le document**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Étude des charges de neige (1 question) **Page 3**

2. Étude des charges de vent (7 questions) **Page 4**

3. Analyse des résultats d'un logiciel de calculs (2 questions) **Page 9**

4. Vérification du poteau 6-7 (2 questions) **Page 11**

5. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 12**

Sujet officiel (PDF) : https://btsamcr.fr/assets/annales/bts-amcr/E4 - Analyse, prescription, conception d'un projet/2000/BTS AMCR - E4 - Analyse, prescription, conception d'un projet - Session 2000 - 2-Sujet.pdf

1. Étude des charges de neige

L'étude concerne les différents pans de toiture du bâtiment et les cas de chargement de neige à considérer. Les références réglementaires mentionnées sont le D.T.U. Neige 84 et le règlement NV 65/67.

Charges de neige

Question 1.1. Déterminer le ou les cas de charges de neige par m² horizontal applicables aux différents pans de toiture, en précisant pour chacun si le vent est présent ou non. Indiquer les articles du D.T.U. Neige 84 ou du règlement NV 65/67 utilisés.

La charge sur chaque pan se détermine à partir de la charge de neige au sol de la région et de l'altitude, puis du coefficient de forme correspondant à la géométrie et à la pente du pan. Examiner séparément la répartition sur tous les pans et les répartitions dissymétriques prévues pour la toiture. La neige seule correspond à un cas sans vent ; toute concomitance avec le vent relève des combinaisons d'actions applicables, et non d'une valeur de neige différente. Référence : DTU P 06-006, Règles N 84, dispositions sur la charge de neige et les coefficients de forme des toitures, avec les règles de combinaison applicables. Les pans, la pente et les données de site permettent d'établir les valeurs et cas précis.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Charge par pan : coefficient de forme × charge de neige au sol. Cas de neige seule sans vent ; vérifier les répartitions dissymétriques et les combinaisons vent-neige applicables.

2. Étude des charges de vent

L'étude de vent porte notamment sur le cas où la façade principale sud Sb est ouverte, avec une cage d'escalier assurant l'équirépartition des pressions internes. Il faut déterminer les coefficients de pression sur les parois, l'auvent et le porte-à-faux, puis la charge linéaire appliquée au portique courant.

Pression dynamique corrigée

Question 1). Déterminer la valeur de la pression dynamique corrigée.

La pression dynamique corrigée s'obtient en appliquant à la pression dynamique de base les corrections réglementaires correspondant au site et au bâtiment : $q_c = q_{dyn} \times K_{site} \times K_{bâtiment}$. Il faut retenir les paramètres de vent du projet et le niveau auquel la pression est évaluée. La valeur numérique de chaque correction doit être reportée dans cette expression avant multiplication. La pression corrigée s'exprime en N/m² ou en kN/m², selon l'unité utilisée pour les charges.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $q_c = q_{dyn} \times K_{site} \times K_{bâtiment}$, à évaluer avec les paramètres réglementaires du projet.

Perméabilité de la façade Sb

Question 2). En supposant que toute la façade principale Sb, façade sud, est ouverte et que la cage d'escalier assure l'équirépartition interne des pressions sur les parois, calculer le coefficient de perméabilité de la paroi Sb.

Le coefficient de perméabilité de Sb est le rapport de la surface ouverte à la surface totale de cette paroi : $\mu_{Sb} = S_{ouverte}/S_{Sb}$. L'énoncé suppose que toute la façade sud Sb est ouverte. La surface ouverte est donc égale à la surface totale de Sb, d'où un coefficient égal à 1. La cage d'escalier assure ensuite l'équirépartition des pressions internes ; cette hypothèse concerne le calcul de la pression intérieure, pas le rapport de surfaces.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\mu_{Sb} = 1$, soit une façade Sb entièrement perméable.

Vent sur la paroi Sb ouverte

Question a). Pour le cas de vent représenté sur la figure 1, déterminer le coefficient γ_0 en précisant les hypothèses retenues.

On retient l'hypothèse indiquée : Sb est entièrement ouverte et la cage d'escalier répartit uniformément la pression intérieure. Si cette ouverture constitue l'ouverture dominante, le coefficient de perméabilité associé vaut $\gamma_0 = 1$. Cette hypothèse signifie que les ouvertures des autres façades ne dominent pas la perméabilité totale. La pression intérieure se déduit alors du coefficient extérieur applicable à l'ouverture dominante, selon le cas de vent représenté et les règles NV 65.

✓ RÉPONSE À RETENIR

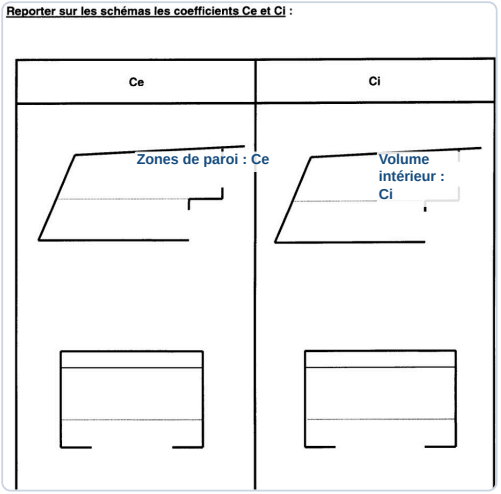
$\gamma_0 = 1$, sous l'hypothèse d'une ouverture dominante sur Sb.

Coefficients de pression sur les parois

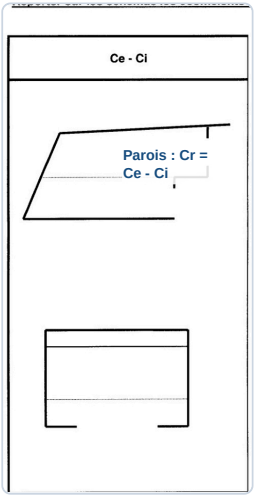
Question b). Pour le cas de vent étudié sur la paroi Sb ouverte, déduire les coefficients Ce, Ci et le coefficient résultant Cr = Ce - Ci. Reporter les résultats sur les feuilles réponses prévues.

Pour chaque zone des parois, reporter le coefficient extérieur C_e correspondant à l'action du vent, puis le coefficient intérieur C_i déterminé avec l'hypothèse d'ouverture dominante sur Sb. Le coefficient résultant se calcule par $C_r = C_e - C_i$, en conservant les signes des coefficients. La feuille réponse n° 1 sert à reporter séparément C_e et C_i ; la feuille n° 2 reçoit leur différence. Les valeurs par zone dépendent des coefficients NV 65 associés à la géométrie et au sens du vent.

Coefficients extérieurs et intérieurs par paroi



Coefficients résultants par zone



✓ RÉPONSE À RETENIR

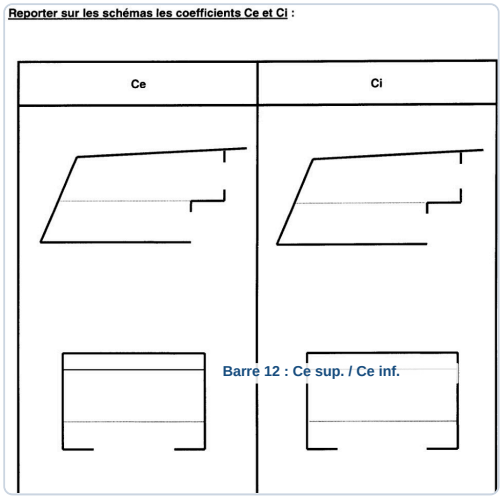
Par zone : reporter C_e, C_i, puis calculer $C_r = C_e - C_i$.

Auvent du portique intermédiaire

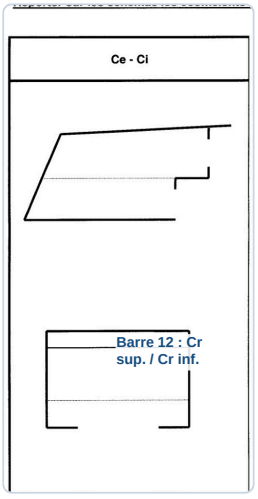
Question c). Déterminer les coefficients Ce, Ci et Cr = Ce - Ci sur l'auvent du portique intermédiaire, barre n° 12, en se référant à l'article 2.132 du règlement NV 65. Reporter les résultats sur les feuilles réponses prévues.

L'article 2.132 du NV 65 traite l'auvent en distinguant ses deux faces. Relever le coefficient extérieur de la face supérieure et celui de la face inférieure pour le sens de vent étudié, puis associer à chacune la pression intérieure applicable. Calculer séparément $C_{r,sup} = C_{e,sup} - C_i$ et $C_{r,inf} = C_{e,inf} - C_i$. Reporter les coefficients sur la feuille n° 1 et les résultants sur la feuille n° 2, au droit de la barre 12.

Auvent, barre 12 : coefficients des deux faces



Auvent, barre 12 : résultants



✓ RÉPONSE À RETENIR

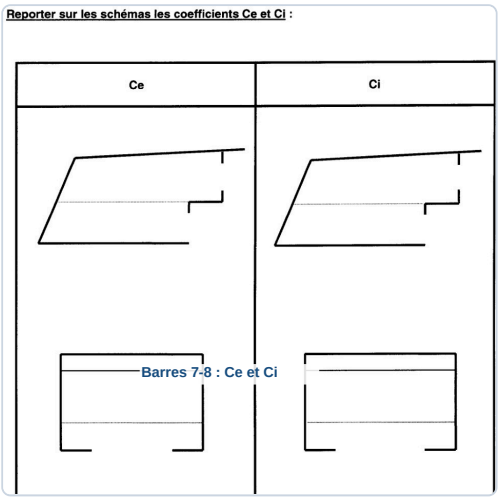
Barre 12 : $C_{r,sup} = C_{e,sup} - C_i$ et $C_{r,inf} = C_{e,inf} - C_i$.

Partie en porte-à-faux

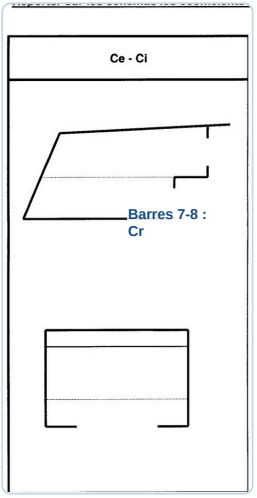
Question d). Étudier les coefficients Ce, Ci et Cr = Ce - Ci sur la partie en porte-à-faux correspondant aux barres 7 et 8, puis reporter les résultats sur les feuilles réponses prévues.

Les barres 7 et 8 forment la partie en porte-à-faux. Pour chaque barre, relever le coefficient extérieur de la zone exposée et le coefficient intérieur correspondant, puis appliquer $C_r = C_e - C_i$. Conserver les signes : ils indiquent si la résultante agit en pression ou en succion. Reporter les coefficients C_e et C_i sur la feuille n° 1, puis les résultants propres aux barres 7 et 8 sur la feuille n° 2.

Porte-à-faux, barres 7 et 8 : coefficients



Porte-à-faux, barres 7 et 8 : résultants



✓ RÉPONSE À RETENIR

Barres 7 et 8 : calculer séparément $C_{r,7} = C_{e,7} - C_i$ et $C_{r,8} = C_{e,8} - C_i$.

Charge de vent sur le portique courant

Question 3). Pour le cas étudié du vent sur la façade Sb ouverte, sans majoration dynamique, déterminer le coefficient de dimensions δ, puis en déduire la charge linéairement répartie sur chaque barre du portique courant.

Le coefficient de dimensions δ se choisit dans le NV 65 à partir des dimensions de la construction et de la direction du vent. Pour chaque barre, la charge linéique s'écrit $w_i = q_c \, \delta \, C_{r,i} \, e$, où e est l'entraxe des portiques et $C_{r,i}$ le coefficient résultant de la zone concernée. Les longueurs et portées du portique sont indiquées sur le schéma, mais ne donnent pas l'entraxe. Reporter les valeurs réglementaires retenues dans la formule, en appliquant le signe de chaque résultant.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $w_i = q_c \, \delta \, C_{r,i} \, e$ pour chaque barre, avec e égal à l'entraxe des portiques.

3. Analyse des résultats d’un logiciel de calculs

L’étude porte sur un portique courant du bâtiment situé en file B, à partir des sorties du logiciel et du schéma mécanique présentant la combinaison de charges considérée. Les tâches demandent de tracer le diagramme des moments fléchissants et d’évaluer l’admissibilité du déplacement horizontal à l’ELS.

Diagramme des moments fléchissants

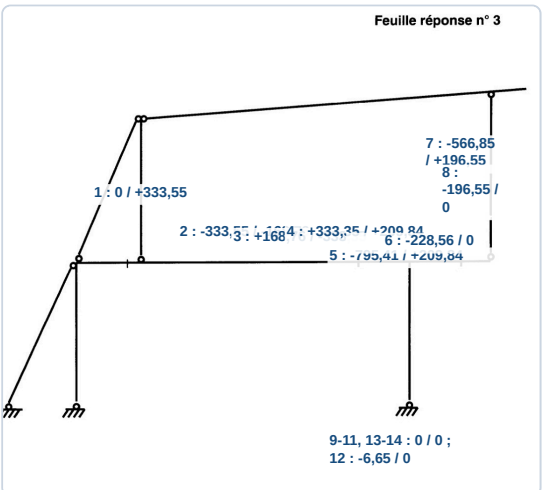
Question 2.1. Tracer le diagramme des moments fléchissants à partir des sorties informatiques de l’annexe n° 1 et des charges indiquées sur la figure 3. Utiliser la feuille réponse n° 3 pour la représentation graphique.

Les moments d’extrémité proviennent de l’annexe 1. Les barres 2 à 5 portent la charge répartie de la figure 3 : leur diagramme est parabolique entre les ordonnées d’extrémité. Sur les autres barres, sans charge répartie indiquée, relier linéairement les ordonnées.

Barre	Nœud i : M (kN·m)	Nœud j : M (kN·m)
1	1 : 0,00	2 : 333,55
2	2 : -333,55	3 : -168,76
3	3 : 168,76	4 : -333,35
4	4 : 333,35	5 : 209,84
5	6 : -795,41	5 : 209,84
6	6 : -228,56	7 : 0,00
7	6 : -566,85	8 : 196,55
8	8 : -196,55	9 : 0,00
9, 10, 11, 13, 14	0,00 aux deux extrémités	
12	12 : -6,65	13 : 0,00

Le moment d’extrémité de plus grande valeur absolue est celui de la barre 5 au nœud 6.

Ordonnées à reporter sur le diagramme des moments



✓ RÉPONSE À RETENIR

Ordonnées d'extrémité : voir tableau. Moment maximal en valeur absolue : 795,41 kN·m, barre 5, nœud 6.

Déplacement horizontal à l'ELS

Question 2.2. À partir des résultats à l'ELS de l'annexe n° 2 pour la combinaison G + Wn + Q1 + Q2, notée C8, déterminer le déplacement horizontal maximal et vérifier s'il est admissible. Retenir Δ admissible = h/150.

Dans l'annexe 2, le déplacement horizontal est la composante globale X. Sa valeur maximale en valeur absolue est au nœud 11 : 70,78 mm. La hauteur totale du portique est de 10,40 m, d'après la coordonnée Y du nœud 11 (le niveau intermédiaire est à 5,20 m). Ainsi, $\Delta_{adm} = 10400/150 = 69,33\,\text{mm}$. Le déplacement calculé dépasse cette limite de 1,45 mm : il n'est pas admissible.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Maximum : 70,78 mm au nœud 11. Limite : 69,33 mm. Déplacement non admissible.

4. Vérification du poteau 6-7

L'étude concerne le poteau 6-7, barre n° 6, en acier S.355 (E36), avec les sollicitations fournies pour plusieurs combinaisons. Elle demande de choisir les combinaisons défavorables puis de vérifier la compression-flexion avec risque de flambement, selon les conditions de maintien précisées dans et hors du plan du portique.

Étude des combinaisons

Question 3.1. À partir des sollicitations fournies pour le poteau en annexe n° 3, préciser les deux combinaisons les plus défavorables pour la vérification du poteau à la flexion avec flambement.

Au nœud 6, C1 donne le moment fléchissant absolu le plus élevé, tandis que C3 donne l'effort normal de compression le plus élevé. Ces deux combinaisons encadrent les sollicitations défavorables à examiner pour l'interaction compression-flexion avec flambement.

Combinaison	N au nœud 6	$\lvert M_z \rvert$ au nœud 6
C1	625,60 kN	228,56 kN·m
C3	670,73 kN	195,48 kN·m

✓ RÉPONSE À RETENIR

Combinaisons à retenir : C1 pour le moment maximal et C3 pour l'effort normal maximal.

Vérification compression + flexion avec risque de flambement

Question 3.2. Vérifier le poteau 6-7 aux états limites ultimes pour la combinaison 1 et l'acier S.355, en supposant l'effort normal constant le long du poteau, en négligeant l'influence des jarrets sur les longueurs de flambement, en tenant compte du contreventement par croix de Saint-André dans le plan perpendiculaire au portique et du point fixe à mi-hauteur procuré par la lisse centrale pour le flambement suivant l'inertie faible.

Pour C1, le poteau est comprimé par 625,60 kN et son moment maximal vaut 228,56 kN·m au nœud 6. Sa longueur géométrique est 5,20 m. Hors du plan du portique, le point fixe à mi-hauteur limite la longueur non maintenue à 2,60 m. Pour vérifier l'interaction compression-flexion et le flambement selon les deux axes, il faut aussi connaître les caractéristiques de la section en S355, les courbes de flambement et les longueurs de flambement effectives. Les valeurs fournies ne permettent donc pas de conclure sur la résistance ELU.

✓ RÉPONSE À RETENIR

C1 : N = 625,60 kN et $\lvert M_z \rvert$ = 228,56 kN·m. Vérification ELU complète indéterminée avec les données disponibles.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2000)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve de BTS Constructions métalliques, E4 « Note de calculs », code CME4CAL, porte sur l'étude d'un bâtiment à portiques. La session, la durée et le coefficient ne sont pas indiqués dans le document. Les candidats étudient les charges de neige et de vent, interprètent des résultats de calcul, évaluent un déplacement à l'ELS et vérifient un poteau en compression-flexion avec risque de flambement aux ELU.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le coefficient de pression résultant est calculé par Cr = Ce - Ci.
- La limite de déplacement horizontal indiquée est Δ admissible = h/150.
- Les actions X, Y et Mz sont exprimées dans le repère local de chaque barre.
- La vérification au flambement distingue l'inertie forte dans le plan du portique et l'inertie faible hors du plan.

Points de vigilance & attentes du jury

- Énoncer les hypothèses de vent et de perméabilité avant de déterminer les coefficients.
- Reporter les coefficients Ce, Ci et Cr sur les feuilles réponses et distinguer les zones étudiées.
- Respecter les axes locaux, l'ordre des nœuds et les conventions de signe pour tracer les moments.
- Déterminer les longueurs de flambement selon les plans et tenir compte du point fixe à mi-hauteur hors plan.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment déterminer le coefficient de pression résultant sur une paroi ?

Déterminez d'abord le coefficient extérieur Ce et le coefficient intérieur Ci selon le cas de vent et les hypothèses données. Calculez ensuite le coefficient résultant avec la relation Cr = Ce - Ci, en conservant les signes des coefficients.

Q : Comment vérifier l'admissibilité du déplacement horizontal ?

Relevez les déplacements horizontaux X des nœuds dans l'annexe à l'ELS et identifiez la valeur maximale en module. Comparez-la à la limite indiquée dans le sujet, Δ admissible = h/150.

Q : Le document indique-t-il un barème, une durée ou un coefficient ?

Les pages fournies ne précisent ni durée, ni coefficient, ni répartition des points. Elles donnent le code sujet CME4CAL et les tâches à réaliser. Il ne faut donc pas attribuer de barème ou de durée qui ne sont pas imprimés.

Q : Quelles conditions de maintien faut-il considérer pour le flambement du poteau ?

Il faut examiner le flambement dans le plan du portique et hors de celui-ci avec les inerties correspondantes. Le sujet impose un point fixe à mi-hauteur hors plan grâce à la lisse centrale et demande de négliger l'influence des jarrets.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsamcr.fr/assets/annales/bts-amcr/E4 - Analyse, prescription, conception d'un projet/2000/BTS AMCR - E4 - Analyse, prescription, conception d'un projet - Session 2000 - 2-Sujet.pdf
Ressources BTS Architectures en Métal : Conception et Réalisation : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

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.