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

Épreuve U5.1 Conception

Session 2013 • Code sujet : **CME5CO** • Durée : **4h00** • Coefficient : **3**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Étude des stabilités longitudinales et de la stabilité en couverture (10 questions) **Page 3**

2. Étude de l’attache supérieure B2 de la palée de stabilité de la file B (8 questions) **Page 9**

3. Évacuation des eaux pluviales et conception d’un nœud de couverture (4 questions) **Page 12**

4. Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 15**

Sujet officiel (PDF) : https://btsamcr.fr/assets/annales/bts-amcr/E5.1 - Réponse à un projet/2013/BTS AMCR - E5.1 - Réponse à un projet - Session 2013 - 1-Sujet.pdf

1. Étude des stabilités longitudinales et de la stabilité en couverture

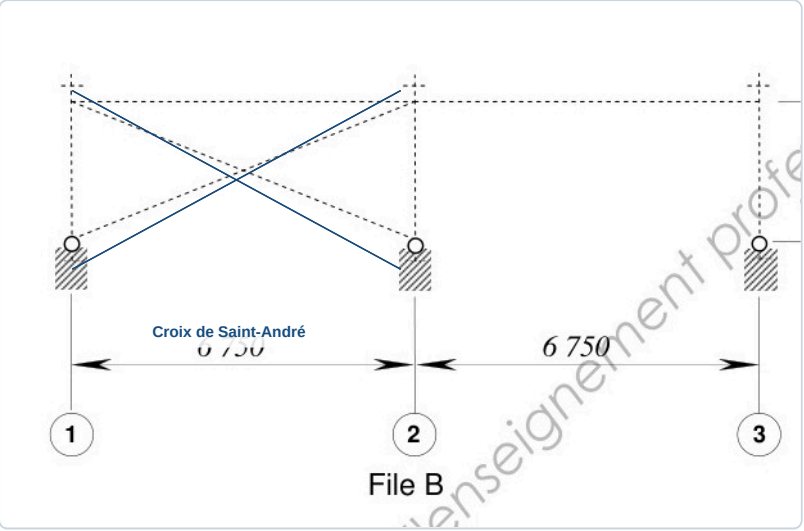
L'étude porte sur les systèmes de stabilité d'une construction métallique, notamment les palées verticales des files A, B et C et le dispositif de stabilité en couverture. Les schémas mécaniques et vues en plan servent à examiner le fonctionnement des barres, les appuis et les sollicitations sous l'action du vent.

Stabilités longitudinales

Question 1. Compléter le schéma mécanique de la stabilité de la file B sur le schéma n°1 du DR1, déterminer le degré d'hyperstaticité du modèle mécanique représenté et expliquer de manière argumentée le principe de fonctionnement de cette stabilité.

La croix de Saint-André est placée dans la travée 1-2, entre les niveaux 0 et 3 250 mm. Pour le treillis plan, le degré d'hyperstaticité vaut 1 : les deux diagonales ajoutent une barre redondante. Sous le vent, une diagonale est tendue et l'autre comprimée; elles transmettent les efforts horizontaux aux poteaux et à leurs appuis. Le sens des sollicitations s'inverse si le vent change de direction.

Croix de stabilité de la file B



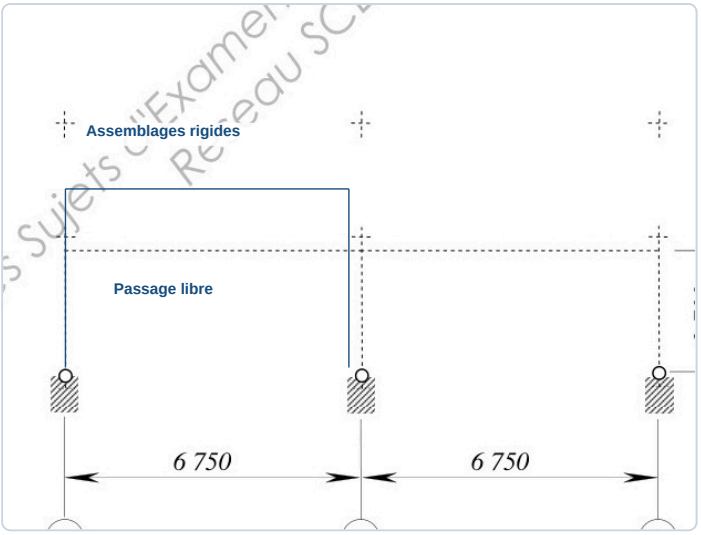
✓ RÉPONSE À RETENIR

Modèle : croix de Saint-André en travée 1-2. Degré d'hyperstaticité : 1. Une diagonale travaille en traction, l'autre en compression.

Question 2. Proposer une solution alternative à la stabilité de la file B qui respecte un gabarit de passage de 2,00 m de largeur sur 2,10 m de hauteur. Compléter le schéma n°2 du DR1 et commenter la solution proposée.

On peut remplacer la palée par un portique à assemblages rigides dans la travée 1-2. Les poteaux et la traverse transmettent alors les efforts horizontaux par flexion, sans diagonale dans le passage. Le gabarit libre de 2,00 m de largeur et 2,10 m de hauteur est conservé sous la traverse. Cette solution exige des assemblages et des éléments capables de reprendre les moments, et peut être plus coûteuse qu'un contreventement triangulé.

Portique rigide et passage libre



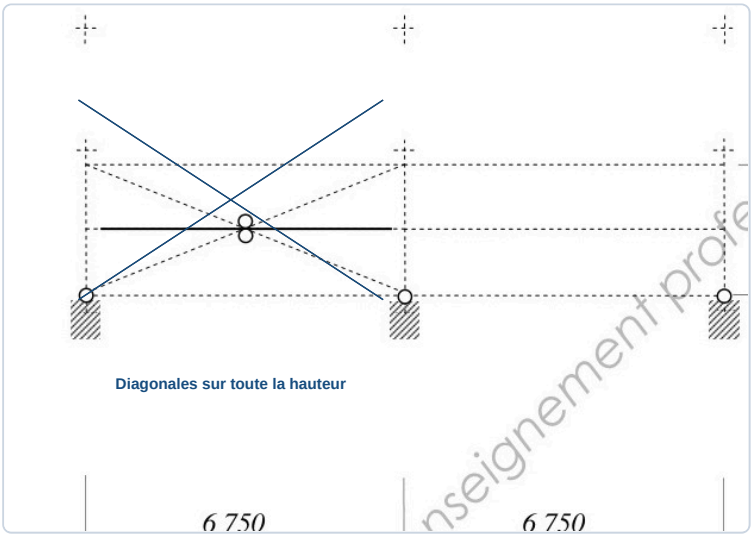
✓ RÉPONSE À RETENIR

Solution proposée : portique rigide en travée 1-2, sans diagonale dans le passage libre de 2,00 m × 2,10 m.

Question 3. Compléter le modèle mécanique de la stabilité de la file C sur le schéma n°3 du DR2. Les barres peuvent être légèrement décalées pour représenter leur fonctionnement.

Compléter la travée 1-2 par deux diagonales croisées, de la base au niveau supérieur représenté à 3 250 mm. La croix couvre toute la hauteur utile de 2 700 mm; elle ne s'arrête pas à la lisse intermédiaire. La lisse reste en place et traverse le panneau au niveau indiqué. Les diagonales peuvent être légèrement décalées au dessin pour distinguer leurs trajectoires et montrer leur fonctionnement.

Modèle mécanique de la file C



✓ RÉPONSE À RETENIR

File C : une croix de Saint-André dans la travée 1-2, sur toute la hauteur de 2 700 mm.

Question 4. La structure étant hyperstatique, expliquer quel peut être l'intérêt de mettre en liaison les diagonales avec les lisses et de les faire intervenir dans les stabilités.

La liaison des diagonales aux lisses rend celles-ci solidaires du contreventement et permet de répartir les efforts horizontaux dans la structure. Les lisses maintiennent aussi les diagonales comprimées hors de leur plan et réduisent leur longueur de flambement. Leur participation améliore donc la stabilité globale, à condition que les assemblages et les lisses soient dimensionnés pour transmettre ces efforts.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les lisses répartissent les efforts et maintiennent les diagonales comprimées, en limitant leur risque de flambement.

Stabilité en couverture

Question 5. Nommer le dispositif de stabilité représenté en vue en plan et expliquer son intérêt de manière argumentée.

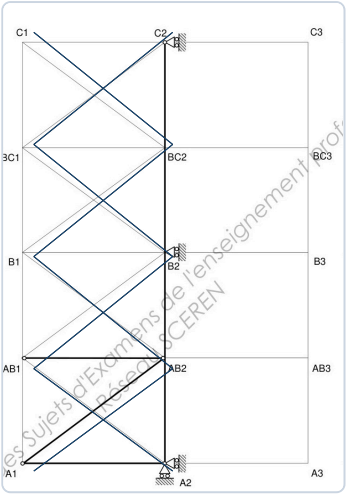
Il s'agit d'un contreventement horizontal de toiture par croix de Saint-André, disposé dans la travée 1-2. Il stabilise le plan de couverture face aux actions horizontales et transmet ces efforts aux palées verticales de stabilité. Les pannes et les pannes-butons assurent la liaison entre les éléments de toiture et le contreventement, pour que les efforts atteignent les appuis.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Contreventement horizontal de toiture par croix de Saint-André : il collecte les efforts et les transmet aux palées verticales.

Question 6. Compléter la modélisation mécanique du schéma n°4 du DR3.

Dans la vue en plan, compléter par des croix de contreventement dans les quatre panneaux de la travée 1-2, entre les files A et C. Les panneaux sont A-AB, AB-B, B-BC et BC-C; chacun mesure 5 000 mm dans le sens des files. Les diagonales s'attachent aux angles de chaque panneau. Les autres travées, entre les files 2-3, ne reçoivent pas ces croix sur le schéma.

Contreventement horizontal de toiture



✓ RÉPONSE À RETENIR

Tracer quatre croix de contreventement dans la travée 1-2, aux panneaux A-AB, AB-B, B-BC et BC-C.

Question 7. Expliquer l'intérêt de mettre en liaison les diagonales avec les pannes.

La liaison des diagonales aux pannes assure le transfert des efforts horizontaux entre panneaux de toiture et vers les palées verticales. Elle permet aussi aux pannes de maintenir les diagonales comprimées hors de leur plan, ce qui limite leur flambement. Les pannes participent ainsi au fonctionnement du contreventement au lieu de rester des éléments isolés portant uniquement la couverture.

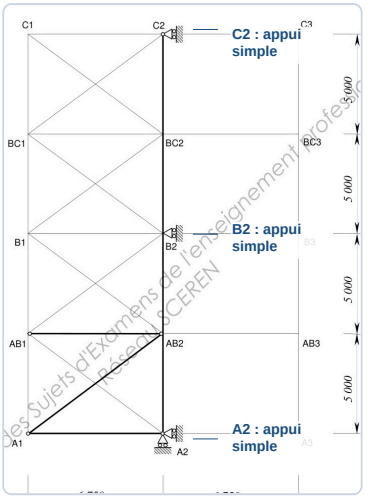
✓ RÉPONSE À RETENIR

Les pannes transmettent les efforts entre panneaux et maintiennent les diagonales comprimées contre le flambement.

Question 8. Le modèle à compléter sur le schéma n°4 du DR3 comporte des appuis simples suivant les files 1, 2 et 3, respectivement en A2, B2 et C2. Expliquer l'origine de la modélisation de ces appuis.

Les appuis simples en A2, B2 et C2 représentent les liaisons des pannes-butons avec les palées verticales. Ces palées empêchent le déplacement horizontal correspondant à l'action du vent et reprennent les réactions du contreventement de toiture. La modélisation en appui simple traduit cette retenue dans la direction utile, sans imposer un encastrement ni bloquer les autres mouvements du modèle.

Liaisons aux palées verticales



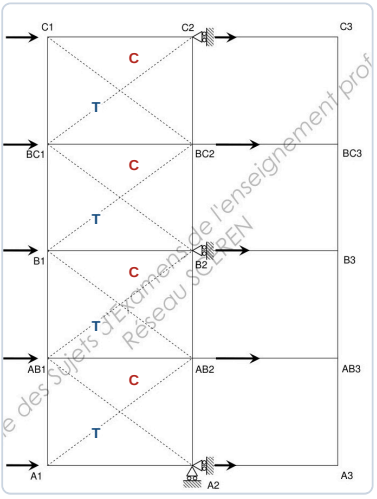
✓ RÉPONSE À RETENIR

Les appuis modélisent la liaison des pannes-butons aux palées verticales en A2, B2 et C2, qui reprennent les efforts horizontaux.

Question 9. Pour une action du vent perpendiculaire à la file 1, suivant les files A, B et C et correspondant à un vent de direction Est-Ouest, indiquer sur le schéma n°5 du DR4 les éléments comprimés et les éléments tendus. Aucun calcul n'est demandé.

Les flèches du schéma indiquent un vent dirigé de la file 1 vers la file 2. Dans chacun des quatre panneaux contreventés, la diagonale montante de 1 vers 2 est comprimée; la diagonale descendante est tendue. On obtient cette répartition en équilibrant les efforts horizontaux appliqués aux nœuds du panneau. Si le vent s'inverse, les rôles des deux diagonales s'inversent aussi.

Sollicitations des diagonales sous le vent indiqué



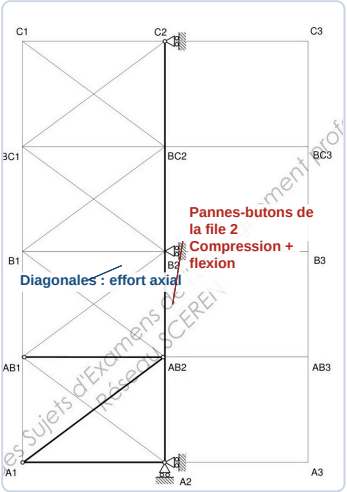
✓ RÉPONSE À RETENIR

Vent de 1 vers 2 : dans chaque panneau, diagonale montante comprimée et diagonale descendante tendue. Les rôles s'inversent avec le vent.

Question 10. Indiquer les diagonales les plus sollicitées et préciser leur type de sollicitation. Indiquer aussi les montants, ou pannes butons, les plus sollicités et préciser leur type de sollicitation en plus de la flexion due aux charges sur la couverture. Aucun calcul n'est demandé. Les barres peuvent être repérées par les appellations des nœuds des schémas.

Les diagonales à considérer sont celles des quatre panneaux de contreventement de la travée 1-2; pour le vent indiqué, les diagonales montantes sont comprimées et les descendantes tendues. Le schéma ne donne pas de valeurs de charges permettant de classer un panneau précis devant les autres. Les pannes-butons de la file 2, reliées aux appuis A2, B2 et C2, reprennent les efforts axiaux, principalement en compression, en plus de la flexion des charges de couverture.

Barres sollicitées du contreventement



✓ RÉPONSE À RETENIR

Diagonales de la travée 1-2 : traction ou compression selon leur pente. Pannes-butons de la file 2 vers A2, B2 et C2 : effort axial, principalement compression, et flexion de couverture.

2. Étude de l’attache supérieure B2 de la palée de stabilité de la file B

L’étude concerne le nœud supérieur à l’intersection des files B et 2 : des cornières à ailes égales de 50 x 5 sont fixées par deux boulons HM12 de classe 6-8 à un gousset de 5 mm soudé sur un poteau. Les vérifications portent sur l’acier S235, un assemblage de catégorie A et l’effort pondéré NEd = 14,124 kN, avec les cotes de l’annexe 1.

Vérifications de l’assemblage

Question 11. Vérifier les dispositions constructives de l’assemblage, notamment les pas et les pinces, à partir des données fournies et du dessin de l’annexe 1.

Pour un boulon M12 à trou normal, on prend $d_0 = 13$ mm. Les minima de l’Eurocode 3 sont $1,2d_0$ pour les pinces et $2,2d_0$ pour le pas longitudinal. L’annexe donne une pince longitudinale de 21 mm, un pas de 42 mm et une pince transversale de 25 mm. Il n’y a qu’une rangée de boulons, donc pas transversal à vérifier.

Disposition	Minimum	Cote relevée	Conclusion
Pince longitudinale	15,6 mm	21 mm	Conforme
Pas longitudinal	28,6 mm	42 mm	Conforme
Pince transversale	15,6 mm	25 mm	Conforme

✓ RÉPONSE À RETENIR

Dispositions conformes : pinces 21 mm et 25 mm, pas longitudinal 42 mm.

Question 12. Vérifier la résistance des boulons au cisaillement.

Pour un boulon M12 de classe 6.8, le plan de cisaillement traversant le filetage donne $F_{v,Rd} = 0,6 f_{ub} A_s / \gamma_{M2}$, avec $f_{ub} = 600$ MPa, $A_s = 84,3$ mm² et $\gamma_{M2} = 1,25$. Les deux boulons reprennent l’effort également, soit 7,062 kN par boulon. La résistance totale est comparée à l’effort pondéré de 14,124 kN.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Résistance totale : 48,56 kN > 14,124 kN. Cisaillement vérifié.

Question 13. Vérifier la résistance de la tôle en pression diamétrale.

Pour le gousset, on prend $d = 12$ mm, $d_0 = 13$ mm, $t = 5$ mm et $f_u = 360$ MPa. Avec la pince chargée $e_1 = 21$ mm, $\alpha_b = \min(e_1/(3d_0), f_{ub}/f_u, 1) = 0,538$. La pince transversale $e_2 = 25$ mm donne $k_1 = \min(2,8e_2/d_0 - 1,7; 2,5) = 2,5$. La résistance par boulon est comparée à sa part d’effort.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Pression diamétrale : 23,26 kN par boulon > 7,062 kN. Vérifiée.

Question 14. Analyser les résultats obtenus pour les vérifications au cisaillement des boulons et en pression diamétrale de la tôle. Proposer des modifications possibles et préciser leurs éventuels inconvénients.

Les deux vérifications sont satisfaites. La pression diamétrale est légèrement dimensionnante : la résistance cumulée des tôles est 46,52 kN, contre 48,56 kN pour le cisaillement des boulons.

- Épaissir le gousset augmente sa résistance, mais alourdit et complique l'assemblage.
- Augmenter le diamètre ou le nombre de boulons améliore les résistances, mais demande plus de place. Il faut alors revérifier les pinces, les pas, la section nette et les soudures.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les deux résistances sont suffisantes ; la pression diamétrale est légèrement dimensionnante.

Question 15. Vérifier la résistance de la cornière à la traction.

Pour la cornière 50 × 50 × 5, la section brute vaut $A = 2(50)(5) - 5^2 = 475$ mm². Avec un trou de 13 mm, $A_{net} = 475 - 13(5) = 410$ mm². La plastification brute résiste à 111,63 kN. Pour deux boulons alignés et une cornière attachée par une aile, on prend $\beta_2 = 0,5$: la résistance nette à la rupture est $0,5 A_{net} f_u / \gamma_{M2}$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Résistance minimale en traction : 59,04 kN > 14,124 kN. Cornière vérifiée.

Question 16. Vérifier la résistance de la cornière au cisaillement de bloc.

Pour le cisaillement de bloc, les deux plans longitudinaux ont chacun une longueur nette $21 + 42 - 13/2 = 56,5$ mm, soit $A_{nv} = 2(56,5)(5) = 565$ mm². La section nette en traction derrière la rangée vaut $A_{nt} = (50 - 13)(5) = 185$ mm². Avec $f_u = 360$ MPa, $f_y = 235$ MPa, $\gamma_{M2} = 1,25$ et $\gamma_{M0} = 1,0$, la résistance combinée dépasse l'effort pondéré.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Résistance au cisaillement de bloc : 137,42 kN > 14,124 kN. Vérifiée.

Question 17. Vérifier la résistance du gousset à la traction. Les cotes manquantes peuvent être relevées sur le schéma de l'annexe 1, à l'échelle 1/2.

La section nette du gousset de 5 mm est évaluée avec la largeur cotée de 88 mm et un trou de 13 mm : $A_{net} = (88 - 13)(5) = 375$ mm². Pour l'acier S235, la résistance à la rupture de la section nette est $0,9 f_u A_{net} / \gamma_{M2}$, avec $f_u = 360$ MPa et $\gamma_{M2} = 1,25$. Cette résistance est comparée à l'effort pondéré transmis au gousset.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Résistance nette du gousset : 97,20 kN > 14,124 kN. Vérifié.

Question 18. Vérifier la résistance des soudures de la liaison entre le gousset et le poteau.

Le dessin indique deux cordons d'angle de 5 mm et de longueur 126 mm chacun. La gorge efficace vaut $a = 0,7(5) = 3,5$ mm et la longueur totale 252 mm. Avec la méthode simplifiée de l'Eurocode 3, la résistance vaut $af_u/(\sqrt{3}\beta_w\gamma_{M2})$ par unité de longueur, avec $f_u = 360$ MPa, $\beta_w = 0,8$ et $\gamma_{M2} = 1,25$.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Résistance des soudures : 183,32 kN > 14,124 kN. Vérifiées.

3. Évacuation des eaux pluviales et conception d’un nœud de couverture

Le sujet demande de dimensionner l’évacuation des eaux pluviales au niveau de la noue de la file B à partir des tableaux et indications de l’extrait du DTU 60.11. Il demande ensuite de compléter à l’échelle 1/8 le nœud supérieur A1, en réalisant la couverture et le bardage et en prévoyant un chéneau de section minimale imposée.

Dimensionnement des évacuations

Question 19. En prenant en compte une pente d’évacuation de 1 mm/m pour le chéneau, déterminer sa section nécessaire pour la partie de couverture située au niveau de la noue de la file B, à partir de l’extrait du DTU 60.11.

Donnée	Valeur
Longueur de la noue	13,5 m
Largeur projetée recueillie par versant	5 m
Surface totale collectée	135 m²
Valeur DTU retenue à 1 mm/m	140 m²
Section de chéneau correspondante	255 cm²

La noue recueille les deux versants, chacun sur une largeur projetée de 5 m et une longueur de 13,5 m. Le tableau ne donnant pas de ligne pour 135 m², on retient la ligne supérieure de 140 m², à la pente demandée de 1 mm/m.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Section nécessaire du chéneau : 255 cm².

Question 20. Déterminer la section du ou des tuyaux de descente d’eaux pluviales nécessaires pour la partie de couverture au niveau de la noue, à partir de l’extrait du DTU 60.11.

La surface à évacuer est de 135 m², comme déterminé pour la noue. Pour une couverture sans revêtement d’étanchéité, le tableau DTU indique qu’une descente de diamètre intérieur 10 cm évacue 113 m² : elle est insuffisante. Le diamètre intérieur immédiatement supérieur, 11 cm, correspond à une capacité de 136 m². Une seule descente de ce diamètre suffit donc. Le minimum DTU de 6 cm est également respecté.

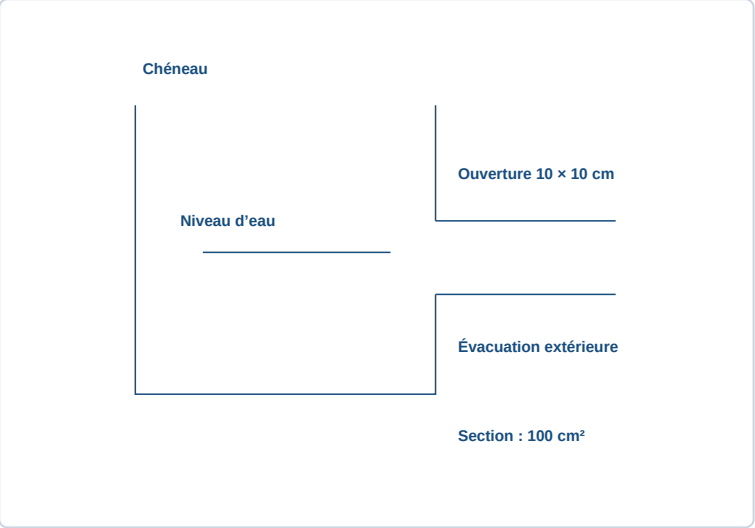
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Une descente de diamètre intérieur 11 cm, capacité DTU : 136 m².

Question 21. Indiquer l'intérêt des trop-pleins et proposer leur conception sur un schéma coté en tenant compte des indications de l'extrait du DTU 60.11.

Le trop-plein évacue l'eau en cas d'obstruction ou de capacité insuffisante des descentes, limitant le débordement du chéneau. Le DTU exige que sa section d'écoulement soit au moins égale à celle de la descente retenue.

- Descente de diamètre intérieur 11 cm : section d'environ 95 cm².
- Proposition : ouverture rectangulaire de 10 × 10 cm, soit 100 cm².
- Placer le seuil du trop-plein sous le niveau de débordement du chéneau et rejeter l'eau vers l'extérieur.

Coupe de principe cotée du trop-plein



✓ RÉPONSE À RETENIR

Trop-plein proposé : ouverture de 10 × 10 cm, section 100 cm², supérieure à celle de la descente.

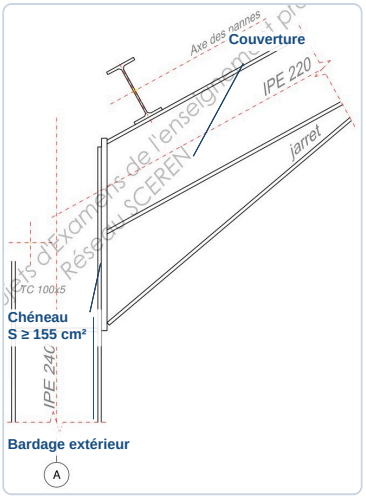
Conception du nœud supérieur A1

Question 22. Compléter à l'échelle 1/8 le dessin du nœud supérieur à l'intersection des files A et 1 sur le DR5. Ne pas compléter la partie « attache par plat d'about » et ne pas considérer les parties « contreventement ». Réaliser la couverture et le bardage et prévoir un chéneau de section minimale de 155 cm².

1. Prolonger la couverture métallique sur le versant, au-dessus des pannes, jusqu'au chéneau.
2. Représenter le bardage sur la face extérieure du mur en rive.
3. Placer le chéneau à la jonction de la couverture et de la rive, avec une section minimale de 155 cm².

Ne pas compléter l'attache par plat d'about ni les éléments de contreventement. La section de 255 cm² calculée pour la noue à la question 19 ne s'applique pas à cette exigence de dessin.

DR5 complété : couverture, bardage et chéneau



✓ RÉPONSE À RETENIR

DR5 : couverture, bardage et chéneau à représenter ; section du chéneau au moins égale à 155 cm².

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2013)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve E5, U5.1 Conception du BTS Constructions Métalliques, session 2013, porte le code CME5CO et dure 4 heures, coefficient 3. Elle étudie les stabilités d'une charpente métallique, la résistance d'une attache boulonnée et soudée, le dimensionnement des chéneaux et descentes d'eaux pluviales, ainsi que la représentation d'un nœud de couverture.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le fonctionnement d'une stabilité se comprend par le cheminement des efforts, les liaisons, les appuis et le degré d'hyperstaticité du modèle.
- Pour le canal découvert, le DTU donne $Qv = S\ C\ \sqrt{RH}\ \sqrt{i}$, avec $RH = S/\chi$ et $C = 87\sqrt{RH}/(\gamma + \sqrt{RH})$.
- La section du chéneau se choisit selon la surface de toiture projetée, l'intensité de pluie et la pente, à l'aide du tableau du DTU.
- Une attache se vérifie selon ses composants et modes de rupture : boulons, pression diamétrale, traction, cisaillement de bloc et soudures.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer le modèle mécanique du dessin de la structure et justifier le fonctionnement des stabilités.
- Relever les cotes et épaisseurs sur l'annexe à l'échelle indiquée avant les vérifications de l'assemblage.
- Pour les évacuations, utiliser la surface horizontale projetée et la pente correspondant au chéneau étudié.
- Comparer les résistances à l'effort pondéré et conclure clairement, y compris sur les inconvénients des modifications proposées.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment exploiter le tableau du DTU pour choisir la section du chéneau ?

Déterminez la surface de toiture en projection horizontale desservie, puis repérez la ligne correspondante et la colonne de pente. La valeur lue donne la section en cm² pour l'intensité de pluie de référence indiquée dans le tableau.

Q : Quelles vérifications distinguer pour l'attache boulonnée de la cornière ?

Vérifiez les dispositions géométriques, le cisaillement des boulons et la pression diamétrale de la tôle. Contrôlez aussi la traction de la cornière, son cisaillement de bloc, la traction du gousset et la résistance des soudures.

Q : Comment organiser les 4 heures et répartir le travail entre les parties ?

Le barème indicatif attribue 7 points aux stabilités, 7 points à l'attache et 6 points aux eaux pluviales. Aucun temps par partie n'est fixé : répartissez-le selon les tâches et réservez du temps aux schémas et aux vérifications.

Q : Quels éléments rendent une vérification d'assemblage suffisamment justifiée ?

Identifiez le mode de rupture vérifié, utilisez les données et cotes adaptées, établissez la résistance correspondante et comparez-la à l'effort pondéré. Présentez une conclusion explicite et, si nécessaire, justifiez les modifications envisagées et leurs inconvénients.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsamcr.fr/assets/annales/bts-amcr/E5.1 - Réponse à un projet/2013/BTS AMCR - E5.1 - Réponse à un projet - Session 2013 - 1-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.