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

BTS SCBH

# Étude technico-économique - Sous-épreuve U42

**Session 2018** • Code sujet : **SC42ACP** • Durée : **4 heures** • Coefficient : **4**

## Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement


1. **Stabilité générale de l’ouvrage** (6 questions) — **Page 3**
2. **Choix d’un bac acier** (3 questions) — **Page 6**
3. **Vérification réglementaire d’une panne courante** (8 questions) — **Page 7**
4. **Comportement d’un poteau de pignon** (6 questions) — **Page 11**
5. **Vérification réglementaire d’un assemblage boulonné** (3 questions) — **Page 15**
6. **Choix d’une membrane d’étanchéité** (4 questions) — **Page 17**
7. **Étude thermique des parois** (6 questions) — **Page 19**
8. **Étude thermique de l’ouvrage** (4 questions) — **Page 23**
9. **Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 25**


**Sujet officiel (PDF) :** https://btsscbh.fr/assets/annales/bts-scbh/E4.2 - Analyse, dimensionnement et choix de composants/2018/BTS SCBH - E4.2 - Analyse, dimensionnement et choix de composants - Session 2018 - 1-Sujet.pdf

# 1. Stabilité générale de l’ouvrage

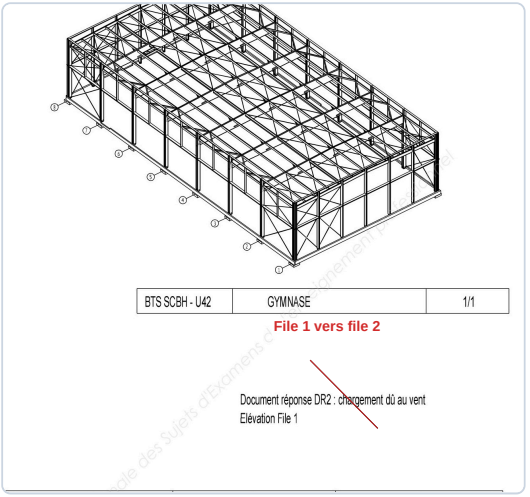
L’étude porte sur la stabilité d’un gymnase à charpente en bois lamellé-collé, stabilisé notamment par une poutre au vent. Le candidat doit repérer les éléments de stabilisation, exploiter les résultats de calcul et valider le diamètre du tirant métallique prévu au CCTP.

## 1.1 Sollicitations de la poutre au vent

**Question Q1.1. Représenter sur le document réponse DR1 la direction du vent qui sollicite la poutre au vent située entre les files 1 et 2, en s’aidant de l’étude DT9.**

DT9 place le vent sur le modèle de la poutre au vent entre les files 1 et 2. Sur DR1, la flèche suit donc l’axe longitudinal du bâtiment, de la file 1 vers la file 2, dans le plan de toiture. Elle indique le sens de l’action transmise à cette poutre au vent. Ne pas confondre ce sens avec celui des diagonales de contreventement.

**DR1 : direction du vent**




**✓ RÉPONSE À RETENIR**

Vent dirigé de la file 1 vers la file 2, dans le plan de toiture.

## 1.2 Autres éléments de stabilité du bâtiment

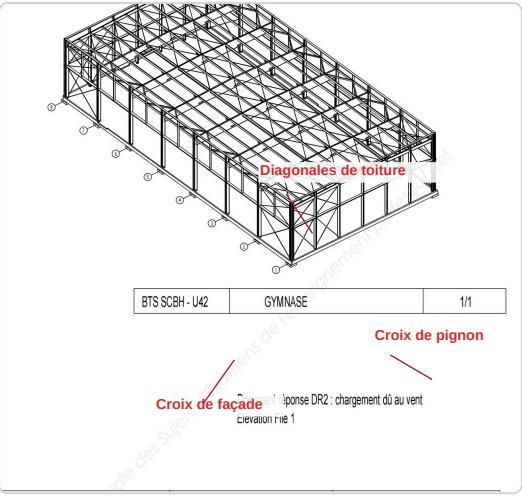
**Question Q1.2. Identifier et surligner sur DR1 les éléments complémentaires à la poutre au vent permettant d’assurer la stabilité globale du bâtiment.**

Sur DR1, repérer les éléments qui stabilisent le bâtiment hors poutre au vent. Ils assurent le contreventement des portiques et reportent les efforts horizontaux vers les appuis.

- Diagonales de contreventement dans les plans de toiture.
- Croix de contreventement verticales dans les travées de façade.
- Croix de contreventement verticales dans les travées de pignon.

Les lisses horizontales seules ne constituent pas ces diagonales de stabilité.

**DR1 : éléments complémentaires de stabilité**




✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Diagonales de toiture et croix de contreventement verticales en façade et en pignon.

### 1.3 Modèle d'étude du portique

**Question Q1.3. Justifier la présence de l'appui simple au nœud C du faîtage représenté sur le modèle d'étude du portique.**

Le symbole au nœud C représente un appui simple avec une réaction horizontale. Il modélise le maintien latéral du faîtage assuré par la stabilité longitudinale de la charpente. Ce maintien empêche la translation horizontale du nœud, mais ne bloque ni son déplacement vertical ni sa rotation. L'appui ne représente donc pas un encastrement du faîtage dans le portique.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

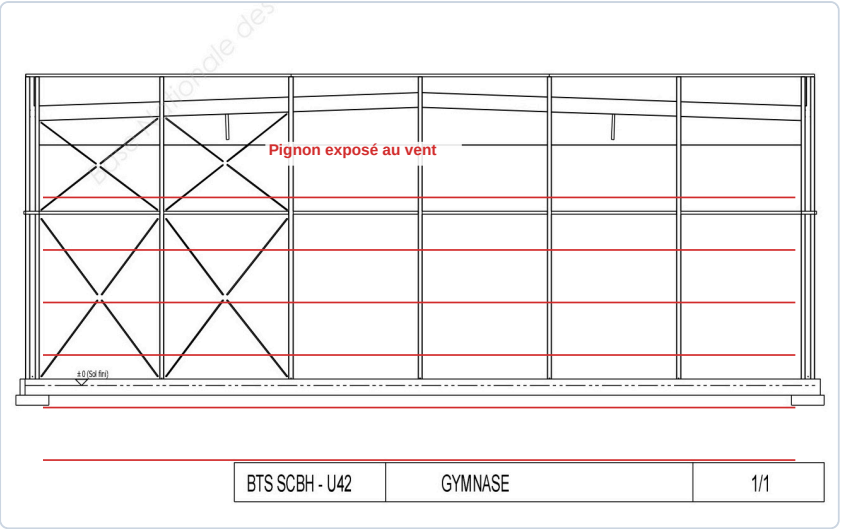
L'appui simple modélise le maintien horizontal du faîtage par la stabilité longitudinale, sans bloquer la rotation.

### 1.4 Surface de chargement de la poutre au vent

**Question Q1.4. Délimiter par un hachurage en couleur sur DR2 la ou les surfaces prises en compte pour calculer le chargement dû au vent appliqué à la poutre au vent, à partir de DT9.**

DR2 présente l'élévation du pignon exposé au vent. Il faut hachurer sa surface projetée, délimitée par le contour extérieur représenté, et non les seules croix de contreventement. Cette surface est celle soumise à la pression du vent dont l'action est transmise à la poutre au vent entre les files 1 et 2. Le hachurage doit rester à l'intérieur de l'élévation figurée.

DR2 : surface projetée exposée au vent




✓ RÉPONSE À RETENIR

Surface à hachurer : toute la surface projetée du pignon exposé figuré sur DR2.

### 1.5 Effort maximum dans les tirants

**Question Q1.5. À partir des données d'efforts en N issues du logiciel de calcul et présentées dans DT9, déterminer la valeur de l'effort maximum dans les tirants métalliques.**

Dans DT9, relever les efforts normaux des barres qui travaillent en traction dans le modèle. La valeur maximale est 21 254,5 N, atteinte par les barres 44 et 55. Les efforts des autres tirants sont inférieurs. La valeur à retenir pour le dimensionnement est donc cet effort maximal de traction, sans additionner les efforts des deux barres, qui correspondent à deux tirants distincts.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Effort maximal dans un tirant : 21 254,5 N, soit environ 21,3 kN.

### 1.6 Vérification du tirant proposé dans le CCTP

**Question Q1.6. À partir des dimensions des tirants indiquées dans DT6, valider le diamètre du tirant proposé par l'architecte.**

DT6 indique des tirants de stabilité en acier de diamètre 30 mm. La fiche Detan donne, pour le système de diamètre 30 mm, une résistance de calcul de 252,3 kN. On compare cette résistance à l'effort maximal de traction de 21 254,5 N, soit 21,2545 kN. La résistance du tirant dépasse largement l'effort solliciteur : le diamètre prévu au CCTP est validé en traction.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Diamètre Ø30 mm validé : résistance 252,3 kN supérieure à l'effort maximal de 21,2545 kN.

## 2. Choix d’un bac acier

La toiture du gymnase comprend un bac acier Hacierco, une isolation en laine de verre et un complexe d’étanchéité. Il faut déterminer les charges permanentes et de neige supportées par le bac, puis justifier le modèle de chargement et proposer une épaisseur adaptée.

### 2.1 Charge surfacique G

**Question Q2.1. Déterminer, en daN/m², la charge surfacique permanente G supportée par le bac acier à partir de la composition du complexe de toiture et des hypothèses fournies.**

Le bac, le feutre et le pare-vapeur sont négligés. L’isolant de 240 mm pèse 180 × 0,1 × 0,24 = 4,32 daN/m². Chaque couche d’étanchéité pèse 25/7 daN/m², car un rouleau de 7 m² pèse 25 kg ; pour deux couches, cela donne 2 × 25/7 = 7,14 daN/m². Donc G = 4,32 + 7,14 = 11,46 daN/m².

✓ RÉPONSE À RETENIR

**G = 11,46 daN/m²**

### 2.2 Charge surfacique normale de neige S

**Question Q2.2. À partir de la valeur caractéristique de neige au sol indiquée, déterminer en daN/m² la charge surfacique normale de neige S supportée par le bac acier.**

La pente de 3 % est inférieure à 30°, donc le coefficient de forme vaut $\mu_1 = 0,8$. Les coefficients d’exposition et thermique valent chacun 1. La majoration de 0,20 kN/m² concerne les pentes strictement inférieures à 3 % : elle ne s’applique donc pas ici. Ainsi, S = 0,8 × 1 × 1 × 0,45 = 0,36 kN/m², soit 36 daN/m².

✓ RÉPONSE À RETENIR

**S = 36 daN/m²**

### 2.3 Choix d’une épaisseur de bac acier

**Question Q2.3. Justifier le choix du modèle de chargement des bacs posés d’un seul tenant sur le rampant et proposer une épaisseur de bac acier à partir du document DT12.**

Les bacs posés d’un seul tenant sur le rampant franchissent plusieurs pannes : on retient le modèle continu sur plusieurs appuis, en vérifiant la ligne à 4 appuis. Pour rester du côté sécuritaire dans le tableau, on prend Q,S = 100 daN/m² et G = 15 daN/m², valeurs supérieures aux charges calculées. Pour Hacierco 56 SPS en 0,75 mm, la portée admissible est de 2,95 m ; elle dépasse l’entraxe maximal des pannes indiqué sur l’élévation, 2,017 m. L’épaisseur de 0,75 mm convient.

✓ RÉPONSE À RETENIR

**Bac continu sur plusieurs appuis ; Hacierco 56 SPS, épaisseur 0,75 mm.**

# 3. Vérification réglementaire d’une panne courante

L’étude vérifie la section de la panne courante inscrite au CCTP, sous les charges de toiture et de neige. Le candidat doit établir sa bande de chargement et ses charges linéiques, représenter le modèle d’étude, puis effectuer les vérifications réglementaires aux états limites ultimes et de service.

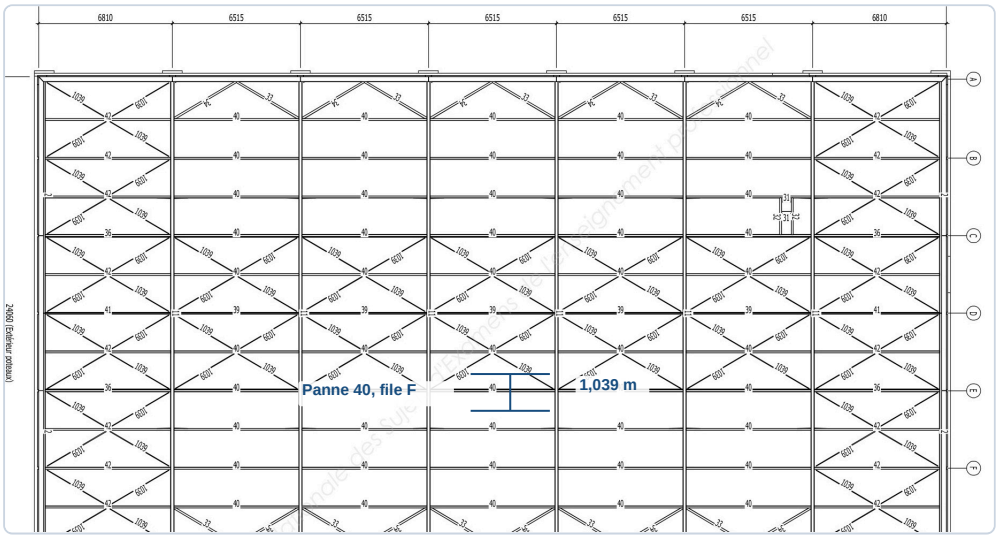
## 3.1 Bande de chargement d’une panne courante

**Question Q3.1. Représenter sur la copie et coter la bande de chargement de la panne courante n° 40 sur la file F figurant sur le document DT2.**

La panne n°40, sur la file F, est une panne intérieure. Sa largeur tributaire est délimitée par les milieux des intervalles avec les pannes voisines. Le plan DT2 indique un entraxe de 1039 mm : la bande de chargement vaut donc cet entraxe, mesuré perpendiculairement à l’axe de la panne.

| Repère | Entraxe | Bande tributaire |
|---|---|---|
| Panne n°40, file F | 1039 mm | 1,039 m |

**Bande tributaire de la panne n°40, file F**




**✓ RÉPONSE À RETENIR**

Bande de chargement : 1,039 m.

## 3.2 Charge linéique G sur une panne courante

**Question Q3.2. Avec une charge surfacique du complexe de toiture de 60 daN/m², déterminer la charge linéique permanente G en daN/m sur la panne, poids propre compris.**

La bande tributaire est de 1,039 m. La toiture apporte donc une charge de 60 × 1,039 = 62,34 daN/m. La panne GL24h, de section 100 × 260 mm, ajoute son poids propre : avec la masse volumique moyenne de 440 kg/m³, celui-ci vaut 0,10 × 0,26 × 440 = 11,44 daN/m. La charge permanente linéique totale comprend ces deux contributions.

✓ RÉPONSE À RETENIR

G = 73,78 daN/m, poids propre compris.

### 3.3 Chargement linéique de la combinaison 1,35.G + 1,5.S

**Question Q3.3. Avec une charge linéique de neige de 100 daN/m selon rampant, déterminer le chargement linéique p en daN/m de la combinaison 1,35.G + 1,5.S sur une panne courante.**

La charge permanente calculée, poids propre inclus, est G = 73,78 daN/m. La charge de neige donnée est déjà linéique selon le rampant : S = 100 daN/m. Elle ne doit donc pas être multipliée une seconde fois par la bande de chargement. On applique directement les coefficients de la combinaison demandée : p = 1,35 × 73,78 + 1,5 × 100.

✓ RÉPONSE À RETENIR

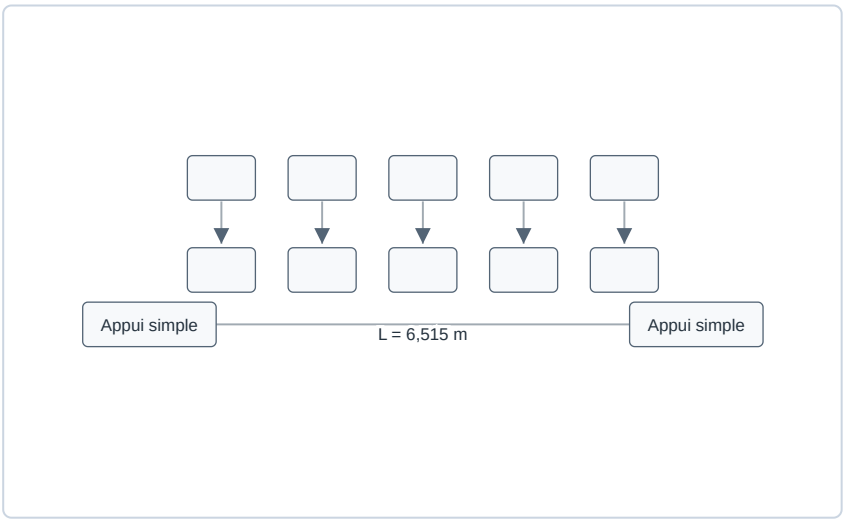
p = 249,60 daN/m.

### 3.4 Modèle d’étude d’une panne courante

**Question Q3.4. Représenter le modèle d’étude d’une panne courante.**

La panne porte entre deux portiques successifs, espacés de 6515 mm selon DT2. Le modèle est donc une poutre de portée 6,515 m, simplement appuyée, sans encastrement. Pour représenter le chargement de calcul, on applique une charge uniformément répartie et verticale. Sa valeur est celle de la combinaison déterminée en Q3.3. Le schéma ci-contre indique la portée, les appuis et le sens du chargement.

**Modèle d’étude de la panne courante**




Charge verticale uniforme p = 249,60 daN/m

✓ RÉPONSE À RETENIR

Poutre simplement appuyée, portée 6,515 m, sous charge uniforme verticale p = 249,60 daN/m.

### 3.5 Vérifications d'une panne courante aux sollicitations

**Question Q3.5.1. Vérifier la panne à l'ELU en flexion simple, sans réaliser l'étude du déversement.**

Avec p = 2,49603 N/mm et L = 6515 mm, le moment maximal vaut $pL^2/8$ = 13,243 kN·m. Pour b = 100 mm et h = 260 mm, $W = bh^2/6$ = 1 126 667 mm³ ; la contrainte de flexion est donc 11,75 MPa. Pour le GL24h, $k_h$ est limité à 1, $k_{mod}$ = 0,90 et $\gamma_M$ = 1,25. La résistance de calcul vaut 17,28 MPa : la vérification est satisfaite, hors déversement.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Flexion ELU vérifiée : 11,75 MPa ≤ 17,28 MPa.

**Question Q3.5.2. Vérifier la panne à l'ELU en cisaillement longitudinal.**

Pour une poutre simplement appuyée sous charge uniforme, l'effort tranchant maximal vaut $V_y = pL/2$ = 8,131 kN. Sans entaille, la contrainte vaut $\tau_d = 3V_y/(2bh)$, avec b = 100 mm et h = 260 mm, soit 0,469 MPa. Pour le GL24h, $f_{v,k}$ = 2,7 MPa et $k_{cr}$ = 1. Avec $k_{mod}$ = 0,90 et $\gamma_M$ = 1,25, la résistance de calcul est 1,944 MPa.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Cisaillement ELU vérifié : 0,469 MPa ≤ 1,944 MPa.

**Question Q3.5.3. Vérifier la panne à l'ELS pour la flèche wnet,fin uniquement.**

Le moment quadratique de la section vaut $I = bh^3/12$ = 146,47 × 10⁶ mm⁴. Avec $E_{0,mean}$ = 11 600 MPa, les flèches instantanées sous G = 73,78 daN/m et S = 100 daN/m sont respectivement 10,18 mm et 13,80 mm. En classe de service 1, $k_{def}$ = 0,6 ; pour la neige à 180 m d'altitude, $\psi_2$ = 0. La flèche finale se compare à la limite L/200 des éléments structurels.

| Contrôle ELS | Valeur |
|---|---|
| $w_{net,fin}$ | 30,09 mm |
| L/200 | 32,58 mm |

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $w_{net,fin}$ = 30,09 mm ≤ 32,58 mm : vérifiée.

**Question Q3.5.4. Valider la section de la panne courante au regard des vérifications précédentes.**

La section CCTP de 100 × 260 mm satisfait les trois critères calculés : la contrainte de flexion (11,75 MPa) reste sous la résistance de calcul (17,28 MPa), la contrainte de cisaillement (0,469 MPa) reste sous 1,944 MPa et la flèche finale (30,09 mm) respecte la limite de 32,58 mm. Le déversement n'étant pas étudié dans cette question, la validation porte sur ces vérifications.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Section 100 × 260 mm validée en flexion, cisaillement et flèche finale, hors déversement.

# 4. Comportement d’un poteau de pignon

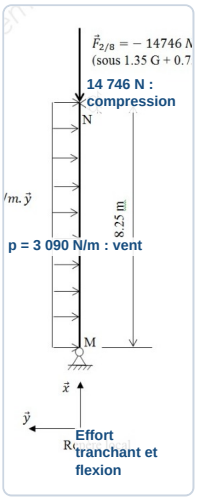
Le candidat étudie le poteau pendulaire n° 8 de la file F, soumis à une combinaison de charges permanentes, de neige et de vent. Il doit déterminer les actions d’appui et tracer les diagrammes des sollicitations, valider la section du poteau et justifier la présence des lisses.

## 4.1 Analyse mécanique du poteau pendulaire

**Question Q4.1.1. Définir la nature des sollicitations appliquées au poteau pendulaire à partir du modèle et du chargement fournis.**

Le modèle applique au poteau une force verticale de 14 746 N vers le bas en tête et une charge répartie horizontale de 3 090 N/m sur toute sa hauteur de 8,25 m. La première produit une compression axiale; la seconde engendre un effort tranchant et un moment fléchissant. Il s’agit donc d’une sollicitation composée de compression et de flexion, sans torsion représentée dans ce modèle.

**Sollicitations appliquées au poteau**

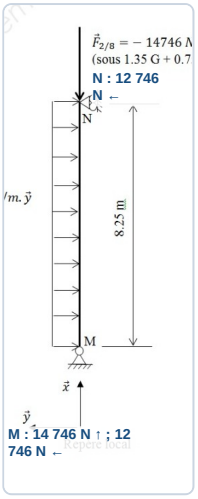



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le poteau est soumis à une compression axiale combinée à un effort tranchant et à une flexion due au vent.

**Question Q4.1.2. Déterminer les actions aux appuis en M et N.**

La résultante horizontale du vent vaut 3 090 × 8,25 = 25 492,5 N. Par symétrie du chargement réparti, les réactions horizontales aux appuis M et N ont chacune un module de 25 492,5/2 = 12 746,25 N et sont dirigées vers la gauche sur le schéma, à l’opposé du vent. La réaction verticale en M équilibre la force appliquée en tête; l’appui N, roulant contre un plan vertical, ne reprend aucune force verticale.

**Réactions aux appuis M et N**



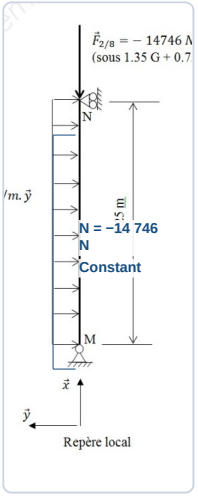

**✓ RÉPONSE À RETENIR**

M : 14 746 N vers le haut et 12 746 N vers la gauche. N : 12 746 N vers la gauche, sans réaction verticale.

**Question Q4.1.3. Tracer le diagramme des efforts normaux dans le poteau pendulaire.**

Le poids propre du poteau est négligé et aucune charge verticale répartie ne figure dans le modèle. La force verticale de 14 746 N appliquée en tête est donc transmise intégralement sur toute la hauteur. Avec la convention usuelle de traction positive, l'effort normal est négatif. Le diagramme est rectangulaire et constant entre les appuis M et N.

**Diagramme de l'effort normal**



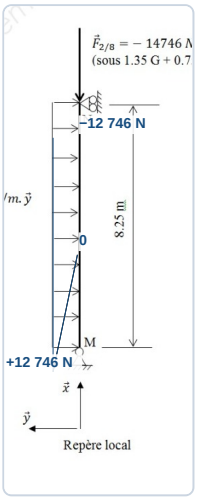

**✓ RÉPONSE À RETENIR**

N = −14 746 N sur toute la hauteur, effort normal constant de compression.

**Question Q4.1.4. Tracer le diagramme des efforts tranchants dans le poteau pendulaire.**

La charge répartie est uniforme, donc l'effort tranchant varie linéairement sur la hauteur. Sa variation totale est égale à la résultante du vent, 25 492,5 N. En partant de M, la réaction horizontale donne un effort tranchant de +12 746,25 N; celui-ci décroît jusqu'à −12 746,25 N en N et s'annule à mi-hauteur. Les signes suivent la convention de diagramme usuelle.

**Diagramme de l'effort tranchant**



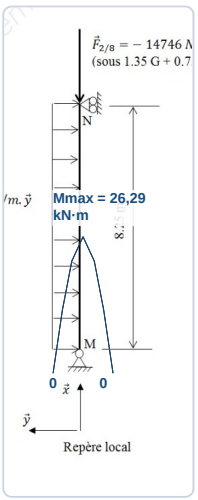

**✓ RÉPONSE À RETENIR**

Diagramme linéaire : +12 746 N en M, zéro à mi-hauteur, puis −12 746 N en N.

**Question Q4.1.5. Tracer le diagramme des moments fléchissants et valider la section du poteau pendulaire.**

Le moment est nul aux appuis et maximal à mi-hauteur : $M_{max} = 3\,090 \times 8{,}25^2/8 = 26\,289$ N·m. Pour les deux pièces de 120 × 405 mm, $W = 2 \times 120 \times 405^2/6 = 6\,561\,000$ mm³, soit $\sigma_{m,d} = 4{,}01$ MPa. Avec $k_h = 1$, $k_{mod} = 1{,}1$ et $\gamma_M = 1{,}25$, $f_{m,d} = 21{,}12$ MPa. La contrainte de compression vaut 0,15 MPa; l'interaction compression-flexion reste inférieure à 1.

**Diagramme du moment fléchissant**



✓ RÉPONSE À RETENIR

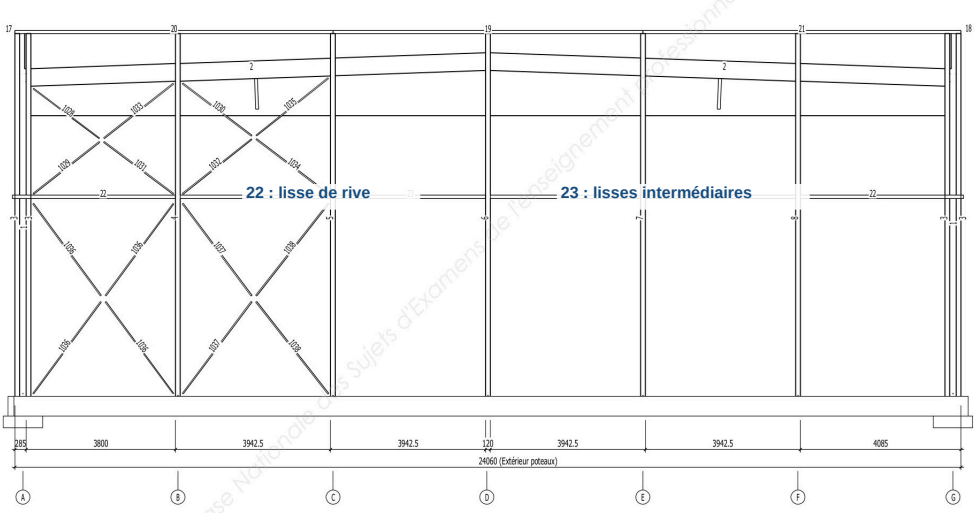
$M_{max}$ = 26,29 kN·m; $\sigma_{m,d}$ = 4,01 MPa; interaction compression-flexion ≈ 0,20 < 1. La section est validée.

## 4.2 Rôle des lisses

**Question Q4.2. Justifier la nécessité des lisses 22 et 23.**

Les lisses 22 et 23 relient les poteaux du pignon à mi-hauteur. Elles leur apportent un maintien intermédiaire et réduisent leur longueur libre de flambement dans le plan de la façade. Elles participent également à la répartition des efforts entre poteaux et à la tenue de l'ossature du pignon. Leur présence est donc nécessaire pour assurer le maintien latéral et la stabilité des poteaux.

**Repérage des lisses 22 et 23**




✓ RÉPONSE À RETENIR

Les lisses 22 et 23 maintiennent les poteaux, limitent leur longueur libre de flambement et contribuent à la stabilité du pignon.

# 5. Vérification réglementaire d’un assemblage boulonné

L’assemblage articulé au rein du portique relie la poutre au poteau par dix boulons de diamètre 16 mm, suivant l’une de deux dispositions. Le candidat doit justifier l’effort tranchant en tête du poteau, comparer les assemblages selon leur nombre efficace de tiges et vérifier réglementairement l’assemblage retenu.

## 5.1 Effort tranchant en tête de poteau

**Question Q5.1. Justifier que, sous la combinaison 1,35.G + 1,5.S, l’effort tranchant en tête de poteau est nul.**

La combinaison ne comporte que des charges verticales et reste symétrique sur le portique. Au nœud de tête, l’effort transmis au poteau est donc vertical. Le poteau, articulé à ses extrémités, ne reçoit aucune action transversale : il travaille axialement, sans effort tranchant.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Sous la combinaison considérée, l’effort tranchant en tête de chaque poteau est nul : 0 N.

## 5.2 Choix d’un assemblage

**Question Q5.2. Parmi les deux assemblages proposés dans DT10, choisir celui qui est le plus performant au regard du nombre efficace de tiges et justifier la réponse.**

Pour les boulons sollicités parallèlement au fil du bois, on applique la formule EC5 : $n_{ef} = \min\left(n^{0,9}, n\left(\frac{a_1}{13d}\right)^{0,25}\right)$. Les deux dispositions ont un espacement longitudinal de 130 mm et des boulons de 16 mm.

| Disposition DT10 | Files de boulons | Total efficace |
|---|---|---|
| Gauche | 2 files de 5 | 8,513 |
| Droite | 1 file de 4 et 2 files de 3 | 8,817 |

Pour les files de 3, le second terme de la formule est le plus faible. La disposition de droite est donc la plus efficace.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Choisir la disposition de droite : 8,817 tiges efficaces, contre 8,513 pour la disposition de gauche.

## 5.3 Vérification réglementaire de l’assemblage

**Question Q5.3. Vérifier réglementairement l’assemblage retenu à la question 5.2 et conclure, en utilisant les données d’effort et de résistance fournies.**

L’assemblage retenu relie la poutre aux deux plis du poteau : chaque boulon travaille donc sur deux plans de cisaillement. La résistance totale est $F_{v,Rd,tot} = n_{ef} \times F_{v,Rd} \times 2 = 8,817 \times 8153 \times 2$. Elle dépasse l’effort ELU de 124 730 N. La vérification au cisaillement est satisfaite.

**✓ RÉPONSE À RETENIR**

Résistance de calcul : 143,8 kN, supérieure à 124,73 kN. L’assemblage est vérifié.

# 6. Choix d’une membrane d’étanchéité

Plusieurs compositions de murs à ossature bois et membranes sont comparées à l’aide de simulations hygrothermiques, de fiches techniques et d’extraits du DTU 31.2. Le candidat doit expliquer le facteur intrinsèque, déterminer sa valeur minimale réglementaire et choisir une composition puis une membrane limitant le risque de condensation.

## 6.1 Détermination du facteur intrinsèque de la membrane

**Question Q6.1. Préciser ce que représente le facteur intrinsèque d’une membrane et relever, à partir des fiches techniques DT12, le facteur intrinsèque des membranes d’étanchéité à l’air et coupe-vent proposées.**

Le facteur intrinsèque **Sd** exprime la résistance à la diffusion de vapeur d’eau de la membrane, sous la forme de l’épaisseur d’air équivalente. Plus Sd est élevé, plus la membrane freine la diffusion.

| Membrane | Facteur intrinsèque Sd |
|---|---|
| Dörken Delta-Fol DBF | Environ 20 m |
| Dörken Delta-Reflex Plus | Environ 150 m |
| Ampack Sisalex 514 | Supérieur à 1 800 m |
| Pro Clima Intello F18 Plus | 22 ± 4 m, hygrovariable de 0,25 à 50 m |

✓ RÉPONSE À RETENIR

Sd : Delta-Fol DBF ≈ 20 m ; Delta-Reflex Plus ≈ 150 m ; Sisalex 514 > 1 800 m ; Intello F18 Plus : 22 ± 4 m, variable de 0,25 à 50 m.

## 6.2 Valeur minimale réglementaire du facteur intrinsèque

**Question Q6.2. Déterminer la valeur minimale réglementaire du facteur intrinsèque au regard de l’extrait du DTU 31.2 présenté dans DT11.**

L’extrait du DTU 31.2 indique, pour une paroi avec lame d’air ventilée vers l’extérieur, une exigence de transmission de vapeur correspondant à une valeur Sd d’au moins 18 m. C’est le seuil à respecter pour la membrane côté intérieur dans cette configuration. Une valeur inférieure ne satisfait pas le critère indiqué dans l’extrait.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Valeur minimale réglementaire : Sd ≥ 18 m.

### 6.3 Choix d’une composition de paroi

**Question Q6.3. Parmi les trois compositions de murs à ossature bois proposées en phase de chiffrage, identifier celle qui présente le plus faible risque de condensation dans la paroi et justifier la réponse.**

La simulation de la composition A signale une zone de condensation dans la paroi. La composition C présente la configuration la plus favorable : l’isolant est continu, sans panneau OSB intermédiaire, et la courbe du point de rosée reste sous celle de la température à travers la paroi. Elle offre ainsi la marge la plus favorable vis-à-vis de la condensation parmi les compositions proposées.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La composition C présente le risque de condensation le plus faible.

### 6.4 Choix d’une membrane d’étanchéité à l’air

**Question Q6.4. Pour la composition de paroi A retenue par l’architecte, choisir la membrane permettant d’éviter la condensation, à partir des documents DT11 et DT12, puis justifier la réponse.**

Pour la composition A, choisir la membrane **Pro Clima Intello F18 Plus**. Son Sd de 22 ± 4 m correspond à une forte résistance à la diffusion en période froide, et sa plage hygrovariable de 0,25 à 50 m permet le séchage de la paroi lorsque les conditions changent. Cette capacité de séchage limite l’accumulation d’humidité et le risque de condensation dans la composition A.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Membrane à retenir : Pro Clima Intello F18 Plus.

# 7. Étude thermique des parois

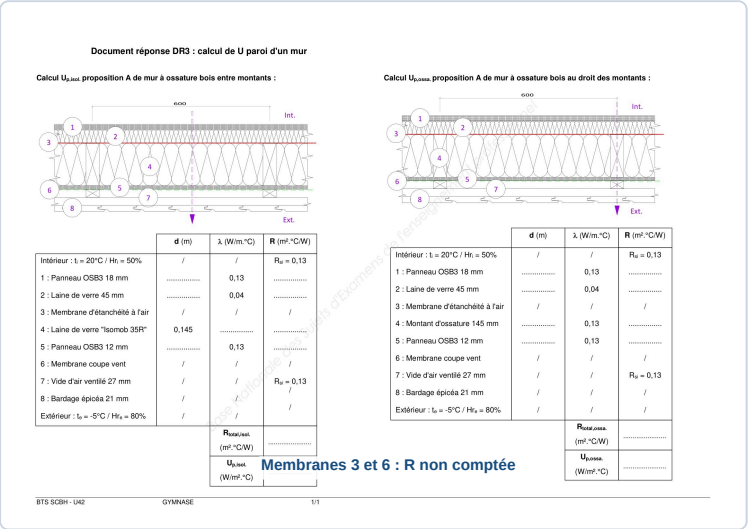
L'étude porte sur le calcul du coefficient de transmission thermique d'un mur à ossature bois de composition A. À l'aide du document réponse DR3 et des ressources RT2012, il faut calculer les valeurs entre montants et au droit des montants, puis déterminer la transmission moyenne et la perte thermique associée aux montants.

## 7.1 Justification d'hypothèses de calcul

**Question Q7.1.1. Justifier que les membranes 3 et 6 repérées sur DR3 ne sont pas prises en considération dans le calcul du coefficient de transmission thermique Up.**

Sur le DR3, les lignes des membranes 3 et 6 portent « / » pour l'épaisseur, la conductivité et la résistance thermique. Elles ne sont donc pas modélisées comme des couches homogènes auxquelles appliquer la formule du document DT11, R = d/λ. Leur résistance thermique est négligée dans la somme des résistances de la paroi, contrairement aux panneaux et aux isolants.

**Repérage des membranes non comptabilisées**

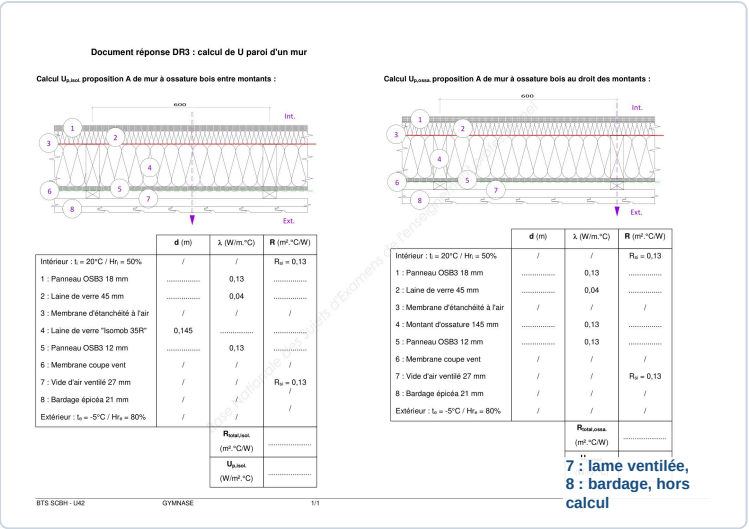



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les membranes 3 et 6 sont exclues de la somme des résistances thermiques.

**Question Q7.1.2. Justifier que la lame d'air ventilée 7 et le bardage 8 repérés sur DR3 ne sont pas pris en considération dans le calcul du coefficient de transmission thermique Up.**

La couche 7 est explicitement une lame d'air ventilée : elle est en communication avec l'extérieur et ne fait pas partie de la paroi thermique prise en compte. Le bardage 8 est placé au-delà de cette lame, à l'extérieur de l'enveloppe isolée. Conformément au DR3, on ne leur attribue donc pas de résistance de matériau dans le calcul de R total.

### Couches extérieures hors calcul




**7 : lame ventilée, 8 : bardage, hors calcul**

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La lame ventilée 7 et le bardage 8 sont hors du calcul de $U_p$.

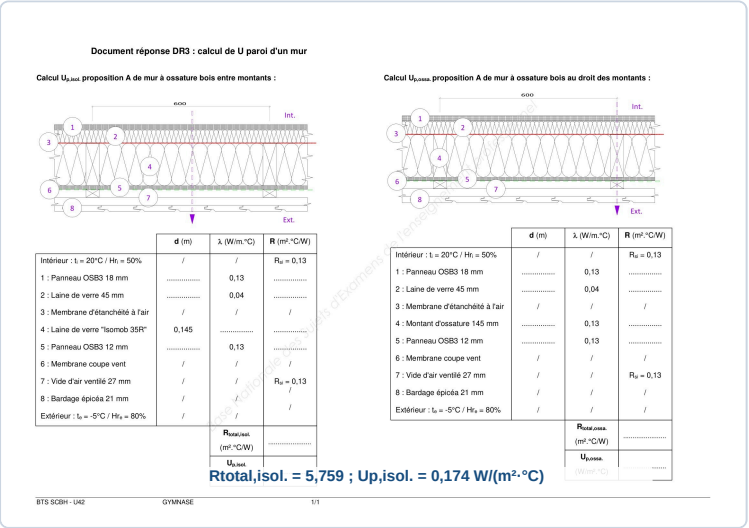
## 7.2 Détermination du coefficient de transmission thermique Up

**Question Q7.2.1. Déterminer sur DR3 la valeur Up,isol. du mur dans un plan de coupe situé entre les montants d'ossature.**

Entre montants, la couche de 145 mm est l'isolant Isomob 35R, de conductivité λ = 0,035 W/(m·°C), donnée sur la fiche DT12. D'après le DR3, les résistances de surface valent 0,13 aux deux limites. On additionne ces résistances à celles des couches homogènes, avec R = d/λ :

$R_{total,isol.} = 0,13 + 0,018/0,13 + 0,045/0,04 + 0,145/0,035 + 0,012/0,13 + 0,13 = 5,759$ m²·°C/W. Puis $U_{p,isol.} = 1/R_{total,isol.}$.

### Calcul entre montants




**Rtotal,isol. = 5,759 ; Up,isol. = 0,174 W/(m²·°C)**

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

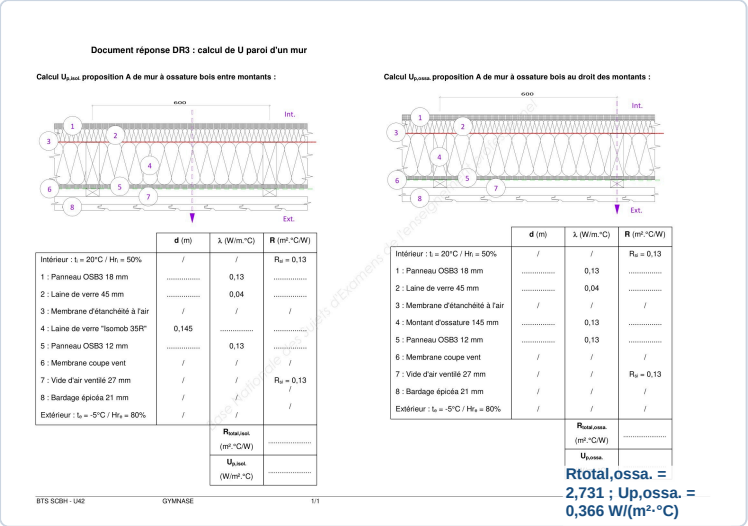
$U_{p,isol.}$ = 0,174 W/(m²·°C).

**Question Q7.2.2. Déterminer sur DR3 la valeur Up,ossa. du mur dans un plan de coupe situé au droit des montants d'ossature.**

Au droit du montant, la couche de 145 mm est en bois, de conductivité λ = 0,13 W/(m·°C), comme indiqué sur le DR3. Les autres couches et les résistances de surface sont identiques au calcul entre montants. Avec R = d/λ pour chaque couche homogène :

$R_{total,ossa.} = 0,13 + 0,018/0,13 + 0,045/0,04 + 0,145/0,13 + 0,012/0,13 + 0,13 = 2,731$ m²·°C/W. Le coefficient recherché vaut $U_{p,ossa.} = 1/R_{total,ossa.}$.

**Calcul au droit des montants**




✓ **RÉPONSE À RETENIR**

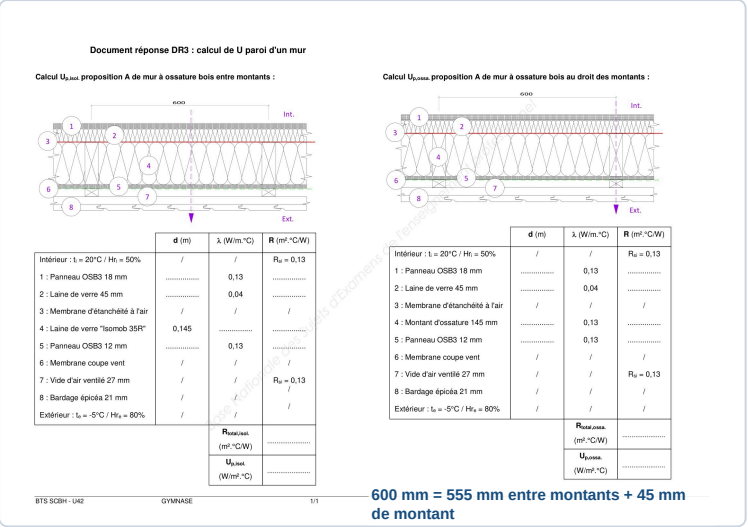
$U_{p,ossa.}$ = 0,366 W/(m²·°C).

**Question Q7.2.3. À partir des deux questions précédentes, déterminer la valeur Up,moy. du mur pour un entraxe de montants de 600 mm.**

Sur un entraxe de 600 mm, le montant de 45 mm occupe la fraction $45/600$. La largeur entre montants est donc $600 - 45 = 555$ mm. On pondère les deux coefficients calculés précédemment par leurs fractions de surface :

$U_{p,moy.} = (555/600) \times 0,1736525 + (45/600) \times 0,3661449 = 0,188$ W/(m²·°C).

### Répartition sur l’entraxe de 600 mm




600 mm = 555 mm entre montants + 45 mm de montant

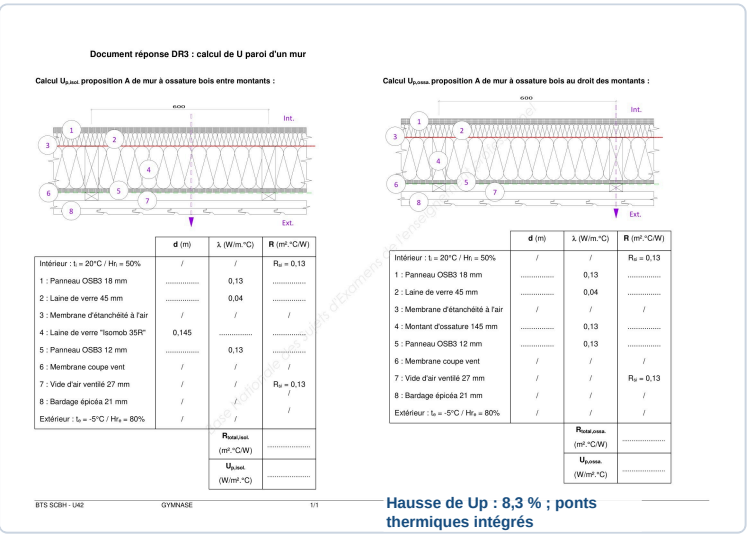
**✓ RÉPONSE À RETENIR**

$U_{p,moy.}$ = 0,188 W/(m²·°C).

**Question Q7.2.4. Déterminer en pourcentage la perte thermique due aux montants d’ossature et qualifier ces montants d’un point de vue thermique.**

La présence des montants fait passer la transmission de la valeur entre montants à la valeur moyenne. La hausse relative de transmission, utilisée ici comme perte thermique, se calcule par $(U_{p,moy.} - U_{p,isol.})/U_{p,isol.} \times 100$. Avec les valeurs non arrondies, elle est d’environ 8,3 %. Les montants traversant l’isolant constituent donc des ponts thermiques intégrés.

### Incidence des montants sur la transmission




Hausse de Up : 8,3 % ; ponts thermiques intégrés

**✓ RÉPONSE À RETENIR**

Perte thermique : 8,3 %. Les montants sont des ponts thermiques intégrés.

# 8. Étude thermique de l’ouvrage

Cette partie exploite les données du gymnase et les extraits de la notice thermique pour vérifier les exigences de la RT2012. Elle demande de comparer les indicateurs Bbio, Cep et Tic aux critères applicables, puis d’identifier des solutions concernant le confort d’été et l’isolation.

## 8.1 Détermination de la performance de l’ouvrage

**Question Q8.1. À partir des données de l’ouvrage et des ressources RT2012 de DT11, déterminer le besoin climatique maximal Bbiomax et la consommation maximale d’énergie primaire Cepmax.**

Pour le Bbio, en CE1 et en zone H2b, *Mbsurf* = 0 puisque la SHONRT dépasse 1 000 m², *Mbgéo* = 1 et *Mbalt* = 0. Donc Bbiomax = 44 × (0 + 1 + 0) = **44 points**. Pour le Cep, *Mcsurf* = 0,12909, *Mcgéo* = 1, *Mcalt* = 0 et *McGES* = 0 pour le gaz. Ainsi, Cepmax = 50 × 1,1 × (0,12909 + 1) = **62,10 kWhep/(m²·an)**.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **Bbiomax = 44 points ; Cepmax = 62,10 kWhep/(m²·an).**

## 8.2 Vérification réglementaire

**Question Q8.2. Comparer les résultats Bbio et Cep du projet aux valeurs maximales calculées précédemment, à partir de la notice thermique DT11, puis conclure.**

La notice thermique donne Bbio = 42,70 points et Cep = 53,80 kWhep/(m²·an). La comparaison aux plafonds réglementaires montre que les deux indicateurs respectent leurs limites.

- Bbio : 42,70 < Bbiomax = 44 points.
- Cep : 53,80 < Cepmax = 62,10 kWhep/(m²·an).
- Tic : la notice indique « conforme ».

Le projet est donc conforme pour les critères Bbio, Cep et Tic.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **Projet conforme : Bbio = 42,70 < 44 ; Cep = 53,80 < 62,10 ; Tic conforme.**

## 8.3 Incidence des parois vitrées sur le facteur Tic

**Question Q8.3. Au regard du facteur Tic, identifier la solution retenue par l’architecte pour éviter une température intérieure excessive en période estivale.**

La notice thermique indique que le critère Tic est conforme. Pour limiter le risque de surchauffe estivale lié aux parois vitrées, la solution retenue consiste à maîtriser les apports solaires des baies par des protections solaires. Elles réduisent le rayonnement pénétrant dans le bâtiment et donc l’échauffement intérieur. Cette réponse porte sur les ouvertures et complète l’isolation des parois opaques, qui ne suffit pas à elle seule à contrôler les apports solaires.

✓ RÉPONSE À RETENIR

**Protéger les baies vitrées du rayonnement solaire afin de limiter les surchauffes estivales.**

### 8.4 Proposition d’une solution isolante alternative

**Question Q8.4. Proposer une alternative à la laine de verre permettant d’éviter le risque de dépassement de la valeur Tic de référence et justifier la réponse, notamment à l’aide des courbes d’évolution des températures de surface intérieure et extérieure.**

On peut remplacer la laine de verre par un isolant à plus forte capacité thermique, par exemple la fibre de bois. Sur le graphe, la température extérieure atteint environ 34 °C vers 15-16 h, tandis que la température intérieure culmine autour de 26 °C vers 22-23 h : le déphasage indiqué est de 6,8 h. Un isolant plus inertiel peut retarder et atténuer le pic intérieur. Une simulation thermique reste nécessaire pour confirmer que la Tic de référence est respectée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

**Proposer une isolation en fibre de bois, puis vérifier par simulation le respect de la Tic.**

# Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2018)

**Bilan de l'épreuve :** L'épreuve U42 du BTS Systèmes constructifs bois et habitat, session 2018, code SC42ACP, dure 4 heures et a un coefficient 4. Elle étudie un gymnase à charpente et ossature bois. Les huit parties évaluent la stabilité, le dimensionnement des éléments et assemblages, les vérifications Eurocode 5, le choix des parois et des membranes, ainsi que la conformité thermique RT2012.

### Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Une charge surfacique appliquée à une bande de chargement devient une charge linéique en la multipliant par la largeur tributaire.
- En flexion, comparer la contrainte de calcul à la résistance de calcul du bois en tenant compte de kmod, kh et du coefficient partiel.
- Pour une paroi composée, additionner les résistances thermiques en série puis calculer Up = 1/Rtotal.
- En assemblage boulonné, la résistance dépend du nombre efficace de boulons, de leur espacement et de leur orientation par rapport au fil du bois.

### Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer les charges surfaciques des charges linéiques et indiquer la largeur tributaire utilisée.
- Respecter les combinaisons, les unités et les hypothèses de charge fournies dans chaque question.
- Tracer les diagrammes avec des signes et des valeurs cohérents avec le modèle et les réactions calculées.
- Justifier les choix de membranes, d'isolants et d'assemblages avec les documents techniques et critères réglementaires fournis.

## Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

**Q : Comment passer d'une charge de toiture surfacique à une charge linéique sur une panne ?**

Déterminez d'abord la largeur tributaire de la panne à partir du plan. Multipliez la charge surfacique par cette largeur, puis ajoutez le poids propre linéique de la panne lorsque la consigne le demande.

**Q : Comment calculer le coefficient thermique moyen d'un mur avec des montants ?**

Calculez séparément Up entre montants et Up au droit des montants. Combinez ensuite ces valeurs selon leurs fractions de surface, en utilisant l'entraxe et la largeur des montants pour établir la pondération.

**Q : Comment organiser le temps dans cette épreuve de quatre heures ?**

Le sujet indique que ses huit parties peuvent être traitées indépendamment. Repérez d'abord les données et documents nécessaires, commencez par les parties maîtrisées, puis gardez du temps pour les vérifications, les unités et les conclusions.

**Q : Sur quoi fonder une conclusion de conformité dans cette épreuve ?**

Comparez explicitement la sollicitation à la résistance ou la valeur calculée à la limite réglementaire correspondante. Indiquez le critère vérifié, les unités et le sens de la comparaison, puis formulez une conclusion claire.

**Sujet officiel associé (PDF) :** https://btsscbh.fr/assets/annales/bts-scbh/E4.2 - Analyse, dimensionnement et choix de composants/2018/BTS SCBH - E4.2 - Analyse, dimensionnement et choix de composants - Session 2018 - 1-Sujet.pdf
**Ressources BTS Systèmes Constructifs Bois et Habitat :** 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.