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

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

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

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
SYSTÈMES CONSTRUCTIFS BOIS ET HABITAT

# Analyse, dimensionnement et choix de composants

SESSION 2019

---

Durée : 4 heures
Coefficient : 4

---

**Matériel autorisé :**

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

**Tout autre matériel est interdit**

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 9 pages, numérotées de 1/9 à 9/9

Documents à rendre avec la copie : Dossier réponses (DR1, DR2, DR3).
Toutes les parties peuvent être traitées indépendamment.

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

| BTS SYSTÈMES CONSTRUCTIFS BOIS ET HABITAT | | SESSION 2019 |
|---|---|---|
| ÉPREUVE U42 : analyse, dimensionnement et choix de composants | Code : SC42ACP | |

**BTS S.C.B.H.** **Session 2019**

**E4 : Épreuve technico-économique**

Unité U42

Analyse, dimensionnement et choix de composants

*Durée :* 4 heures, Coefficient 4

# RESTAURANT DU GOLF

***Dossier sujet :***

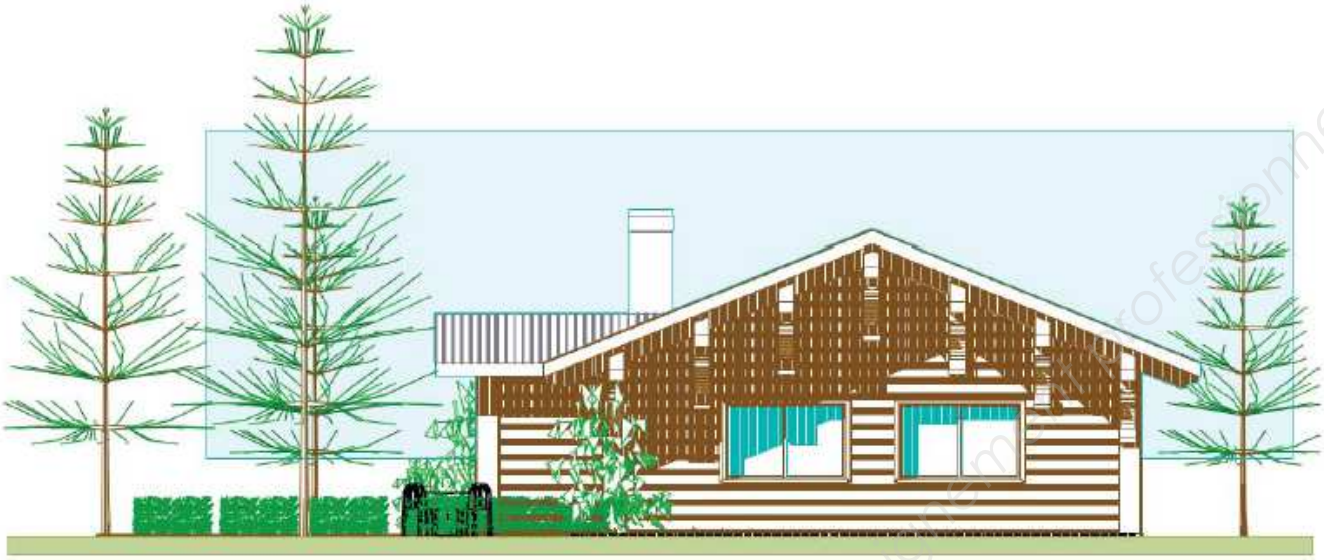
- Sujet (9 pages)

***Les quatre parties peuvent être traitées indépendamment.***

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

# ÉTUDE TECHNICO-ECONOMIQUE D'UN RESTAURANT DE GOLF

Le support de l'étude concerne la construction du restaurant d'un golf d'altitude situé dans les Alpes Maritimes.



Ce restaurant est décrit dans le dossier technique sur les documents DT1 à DT9 et au travers des extraits du CCTP pages 2/9 et 3/9 du sujet de l'épreuve.

La structure comprend :

- une zone « **restaurant**» qui sera l'**objet de notre étude** ;
- une zone « **cuisine et bureau** » **qui ne fait pas partie de l'étude**.

La charpente est de type traditionnel avec pannes en bois lamellé collé et chevrons en bois massif. Un portique en bois lamellé collé en partie centrale de la zone « restaurant » est nécessaire compte tenu de la portée mais aussi pour reprendre les fortes charges climatiques.

Les murs ossature bois avec isolation intérieure relèvent de la technique « poteaux-poutres ».

L'ossature primaire est composée de poteaux d'angles ouvragés, de poteaux verticaux qui font toute la hauteur de la construction et de poutres porteuses.

***Note aux candidats :***

Toutes les parties sont indépendantes.

Il est cependant recommandé de débuter par la lecture de l'ensemble des documents afin de faciliter la compréhension du sujet.

***Le sujet est composé de 4 parties :***

- ***Partie 1*** : validation d'une panne en partie courante
- ***Partie 2*** : étude d'un portique avec vérification d'une jambe de force
- ***Partie 3*** : vérification d'un assemblage traditionnel
- ***Partie 4*** : justification de l'isolation thermique des parois à ossature bois

Base nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel

## *Extraits du CCTP*

***Conditions de neige : r***égion **C1** - altitude **1800 m** – site **normal**

***Description toiture et charpente :***

Le climat de montagne conduit au principe de la double toiture ventilée.

La toiture se compose en partant de l'intérieur du bâtiment vers l'extérieur (*voir coupe de principe sur le document technique DT9*) :

- Pannes 160 mm x 491 mm en bois lamellé collé GL24h de classe de service 1 ;
- Chevrons en bois massif 80 mm x 160 mm de classe de résistance C24 et de poids surfacique 110 N/m$^2$ ;
- Isolation entre chevrons et entre pannes en laine de verre type GR 32 NU ($\lambda$= 0,032 W/m.K), 2 couches croisées d'épaisseur 140 mm + 140 mm et de masse surfacique totale 7,56 kg/m$^2$ ;
- Voligeage en bois massif de 22 mm d'épaisseur, de masse volumique 500 kg/m$^3$ ;
- Chanlattes de section trapézoïdale, de 40 mm d'épaisseur, formant une rehausse fixée aux chevrons ;
- Simple couche d'étanchéité de masse surfacique 5 kg/m$^2$ ;
- Contrelattes de 27 mm clouées sur les chanlattes ;
- Lame d'air ventilée de 60 mm d'épaisseur, réalisée par lambourdes de 60 mm x 60 mm, d'entraxe 90 cm et de masse volumique 420 kg/m$^3$
- Couverture en bac acier nervuré gris lauze, d'épaisseur 0,75 mm et de masse surfacique 6,98 kg/m$^2$

La pente de la toiture est de 40 %.

Les chanlattes et les contrelattes créent une lame d'air de 67 mm d'épaisseur. On prendra un poids surfacique forfaitaire de 0,03 kN/m$^2$.

Les pannes sont posées à l'aplomb. L'entraxe des pannes suivant le rampant est de 1,50 m.

L'entraxe des chevrons est de 48,8 cm.

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

***Description de l'ossature bois :***

Elle se compose en partant de l'intérieur du bâtiment vers l'extérieur :

- Habillage réalisé par des clins en douglas de 21 mm d'épaisseur, de résistance thermique R = 0,17 $m^2$.K/W, posés horizontalement à joints encastrés ;
- Lattage vertical par tasseaux de 22 mm x 45 mm créant une lame d'air non ventilée ;
- Pare vapeur ;
- Isolation intérieure de 85 mm d'épaisseur obtenue par laine minérale semi-rigide entre lambourdes horizontales ($\lambda$= 0,032 W/m.K)
- Isolation par laine minérale semi-rigide de 140 mm d'épaisseur ($\lambda$= 0,032 W/m.K) entre montants d'ossature de 45 mm x 140 mm posés avec un entraxe de 600 mm ;
- Panneau OSB de 12 mm d'épaisseur ($\lambda$= 0,13 W/m.K) ;
- Pare-pluie ;
- Contre lattage de 35 mm x 45 mm créant une lame d'air fortement ventilée ;
- Bardage réalisé avec des lames arrondies de 28 mm d'épaisseur en mélèze, pin ou red cedar ($\lambda$= 0,23 W/m.K)

***Identification des sections d'un portique en bois lamellé collé GL24h :***

- Arbalétriers : 210 mm x 508 mm
- Entrait moisé : 2 x 90 mm x 311 mm
- Poinçon : 210 mm x 356 mm
- Poteaux : 210 mm x 316 mm
- Jambes de force : 210 mm x 284 mm

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

## Partie 1 : validation d'une panne courante

**Objectif :** vérification réglementaire d'une panne courante aux états limites.

## Étude des chevrons

Documents techniques : DT4 et DT8

1-1 pour limiter la poussée horizontale en tête du mur à ossature bois, à l'aide de croquis à main levée, **donner deux solutions** d'assemblage des chevrons sur la panne faîtière et sur les pannes courantes.

1-2 En **déduire une modélisation mécanique** d'un chevron faisant apparaitre les liaisons, les valeurs des portées avec les pannes et le type de chargement.

## Étude des chargements

Documents techniques : DT8, DT9, DT10 et DT11

Extraits du CCTP : sujet page 2/9

1-3 à partir du descriptif de la toiture donné page 2/9, **calculer** :

a) la charge surfacique en N/m$^2$ du complexe de couverture (hors panne) ;

b) le poids linéique d'une panne en N/m ;

c) la charge permanente totale G en N/m qui s'applique sur une panne en partie courante.

1-4 à partir du document DT10, **calculer** :

a) la charge surfacique de neige Sk en kN/m$^2$ en projection sur une surface horizontale ;

b) la charge linéique de neige S en kN/m appliquée sur une panne en partie courante.

## Calcul et vérification statique d'une panne courante

Par souci de simplification, on considère que la panne posée d'aplomb travaille en flexion simple grâce au pas réalisé dans le chevron.

On prendra G = 1 300 N/m et S = 6 250 N/m (valeurs obtenues avec majoration de la bande de charge compte tenu du modèle mécanique des chevrons sur 4 appuis).

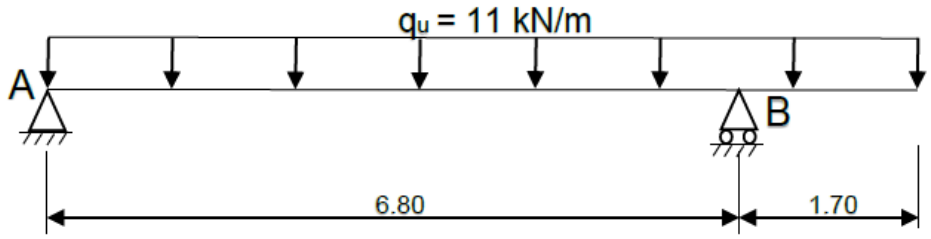
Documents techniques : DT11, DT12, DT13, DT14

Document réponse : DR1

Base nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel

1-5 **Calculer** la charge linéique de l'ELU notée « $q_u$ » sous la combinaison d'actions 1,35G + 1,5S.

Modélisation mécanique simplifiée de la panne :




1-6 **Calculer** les actions d'appuis en A et B.

1-7 Sur le document réponse DR1, **tracer** les graphes représentatifs de l'effort tranchant $V_y(x)$ et du moment fléchissant $M_z(x)$ le long de la panne. Toutes les valeurs particulières seront précisées sur les graphes.

1-8 **Déterminer** la position et la valeur de l'effort tranchant maximal. En quelle abscisse, est-il nul ? Quel est l'intérêt d'identifier cette abscisse particulière ?

1-9 **Déterminer** la position et la valeur du moment fléchissant maximal.

1-10 En **déduire** la nature des sollicitations qui s'exercent dans la panne et identifier le type de flexion auquel cette panne est soumise.

## Calculs et vérifications de la panne par rapport à l'ELU

1-11 **Expliquer** la différence fondamentale entre l'ELU et L'ELS ?

1-12 En prenant $M_{zmax}$ = 56 kN.m, **calculer** la contrainte maximale normale de flexion.

1-13 En prenant $V_{max}$ = 40 kN, **calculer** la contrainte maximale de cisaillement longitudinal.

1-14 **Vérifier** réglementairement, par rapport à l'EC5, la panne en flexion avec $\sigma_{m,d}$ = 8,7 MPa et $K_{crit}$ = 1. **Calculer** le taux de travail en flexion de la panne. **Conclure**.

1-15 **Vérifier** réglementairement, par rapport à l'EC5, la panne au cisaillement avec $\tau_{v,d}$ = 0,8 MPa. **Calculer** le taux de travail au cisaillement de la panne. **Conclure**.

1-16 **Identifier** la contrainte prépondérante, flexion ou cisaillement, à l'ELU.

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

## Calculs et vérifications de la panne par rapport à l'ELS

On donne les résultats des flèches instantanées maximales dans le tableau ci-dessous :

| | Sous la charge variable S | Sous la charge permanente G |
|---|---|---|
| à 3,318 m du point A (voir modélisation simplifiée ci-dessus) | **$u_{inst}(S) = - 7,8$ mm** | **$u_{inst}(G) = - 1,6$ mm** |
| En extrémité de console | **$u_{inst}(S) = + 5,1$ mm** | **$u_{inst}(G) = + 1$ mm** |

À l'aide du document technique DT14, en travée et en console :

1-17 **Vérifier** réglementairement la déformation de la panne, par rapport à la charge variable S. **Exprimer** le taux de déformation.

1-18 **Calculer** la flèche nette finale $u_{net,fin}$ sous l'action des charges G et S.

1-19 **Vérifier** réglementairement la flèche nette finale $u_{net,fin}$ par rapport à l'EC5. **Exprimer** le taux de déformation.

1-20 Rappel de l'objectif de la partie 1 : vérification réglementaire d'une panne courante aux états limites. **Conclure**.

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

## Partie 2 : étude du portique

**Objectif :** vérification réglementaire d'une jambe de force.

Documents techniques : DT4, DT7, DT8, DT15, DT16

Extraits de CCTP : page 3/9 du sujet

Document réponse : DR2

2-1 Sur le document réponse DR2 et à partir du document technique DT8, **compléter** la modélisation mécanique du portique en définissant les liaisons internes entre les différentes barres.

2-2 Sur le document réponse DR2, **calculer et justifier** le degré d'hyperstaticité du portique.

2-3 La question porte sur l'analyse d'une simulation du portique sous la combinaison d'actions la plus pénalisante (1,35G + 1,5S), Voir document technique DT15.

a) **Relever** dans le tableau les efforts intérieurs qui s'exercent dans les jambes de force.

b) La jambe de force représentée sur le document technique DT16 est assimilée par hypothèse à une barre articulée à ses deux extrémités :

- **vérifier** réglementairement cette barre ;
- **calculer** le taux de travail en compression axiale ;

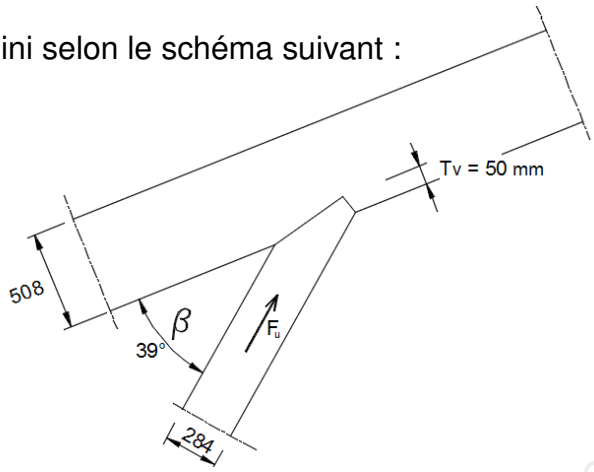
2-4 Rappel de l'objectif de la partie 2 : vérification réglementaire d'une jambe de force **Conclure**.

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

## Partie 3 : assemblage traditionnel

**Objectif :** validation du choix de l'assemblage de la jambe de force avec l'arbalétrier.

L'embrèvement avant est défini selon le schéma suivant :




L'action mécanique pondérée $F_u$ de la jambe de force transmise à l'arbalétrier est égale à 102 kN sous G et S.

L'angle β formé entre la jambe de force et l'arbalétrier est de 39°.

Section de l'arbalétrier : 210 mm x 508 mm en bois lamellé collé GL24h

Section de la jambe de force : 210 mm x 284 mm en en bois lamellé collé GL24h

Classe de service 1

Profondeur de l'embrèvement $T_v$ = 50 mm

Documents techniques : DT8, DT11, DT12 et DT17

3-1 **Identifier** les sollicitations générées par cet assemblage.

3-2 la plus grande contrainte de compression s'exerce sur le talon de l'embrèvement. **Calculer** cette contrainte $\sigma_{c,\alpha,d}$.

3-3 **Calculer** la résistance en compression axiale $f_{c,0,d}$.

3-4 **Calculer** la résistance en compression transversale $f_{c,90,d}$.

3-5 En **déduire** la résistance de calcul en compression oblique $f_{c,\alpha,d}$.

3-6 Choix de l'assemblage :

a) **Procéder** à la vérification réglementaire de la contrainte de compression.

b) **Conclure** sur la validation de l'assemblage de la jambe de force avec l'arbalétrier.

c) L'assemblage retenu est représenté sur le document technique DT8. **Nommer** cet assemblage et **justifier** ce choix.

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

## Partie 4 : étude thermique

**Objectif :** choix d'une épaisseur d'un isolant donné, satisfaisant les exigences du CCTP.

Documents techniques : DT18

Extraits du CCTP : page 3/9 du sujet

Document réponse : DR3

4-1 Le CCTP mentionne une résistance thermique minimale R = 6,5 $m^2$.K/W pour la paroi à ossature bois. **Calculer** le coefficient de transmission surfacique $U_{moyen}$ pour la paroi répondant à cette exigence.

4-2 En **déduire** la valeur du coefficient surfacique $U_{isolant}$ (pour la paroi hors ossature). Définir alors la résistance thermique correspondante qu'on notera $R_{paroi}$.

4-3 **Compléter** le document réponse DR3, **calculer** la résistance thermique totale $R_{paroi}$, hors ossature, de la paroi. **Préciser** si la paroi ainsi isolée répond aux exigences du CCTP.

4-4 Sur le document réponse DR3, **calculer** l'épaisseur minimale d'isolant intérieur qui permettra de respecter le CCTP.

4-5 Sur le document réponse DR3 et à partir de l'extrait de documentation de la gamme ISOVER présenté sur le document technique DT18, **choisir** l'épaisseur d'isolant appropriée.

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

**BTS S.C.B.H.** **Session 2019**

## E4 : Épreuve technico-économique

Unité U42

Analyse, dimensionnement et choix de composants

*Durée :* 4 heures, Coefficient 4

# RESTAURANT DU GOLF

***Dossier réponses :***

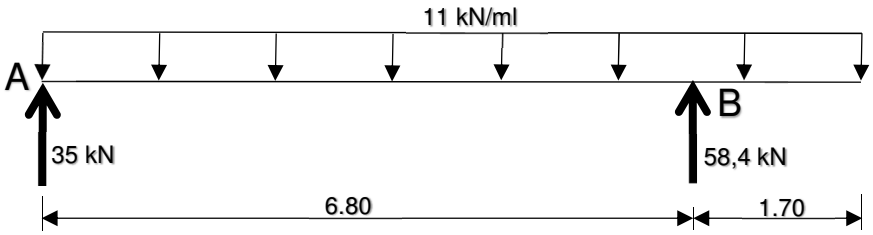
- DR1 : Graphes de sollicitations V et M
- DR2 : Liaisons internes du portique et degré d'hyperstaticité
- DR3 : Calcul des résistances thermiques et choix de l'isolant

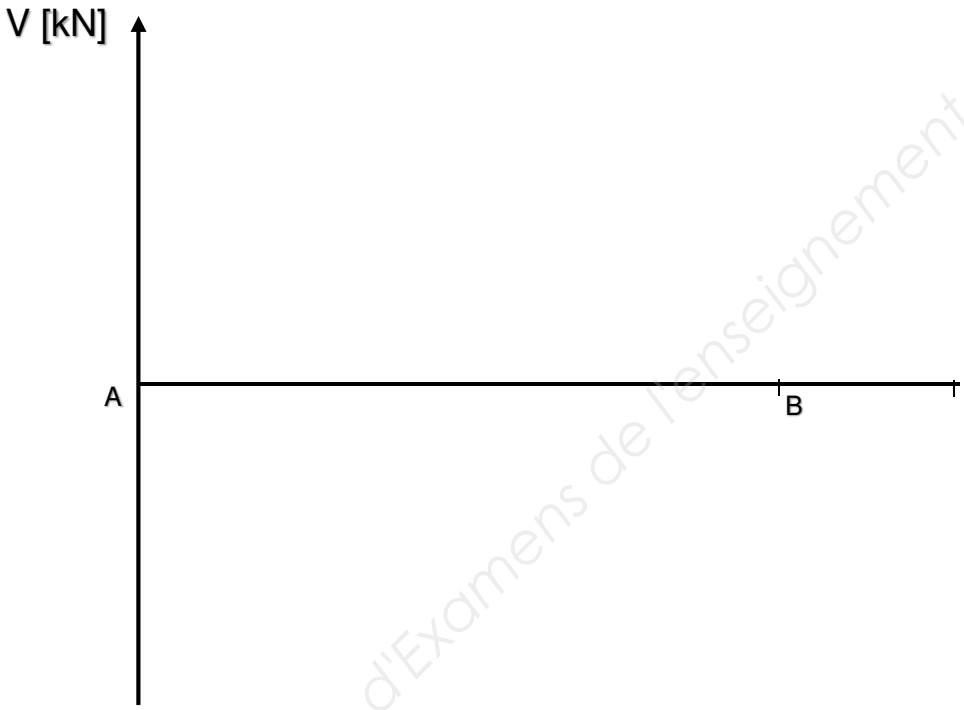
***Documents à rendre avec la copie***

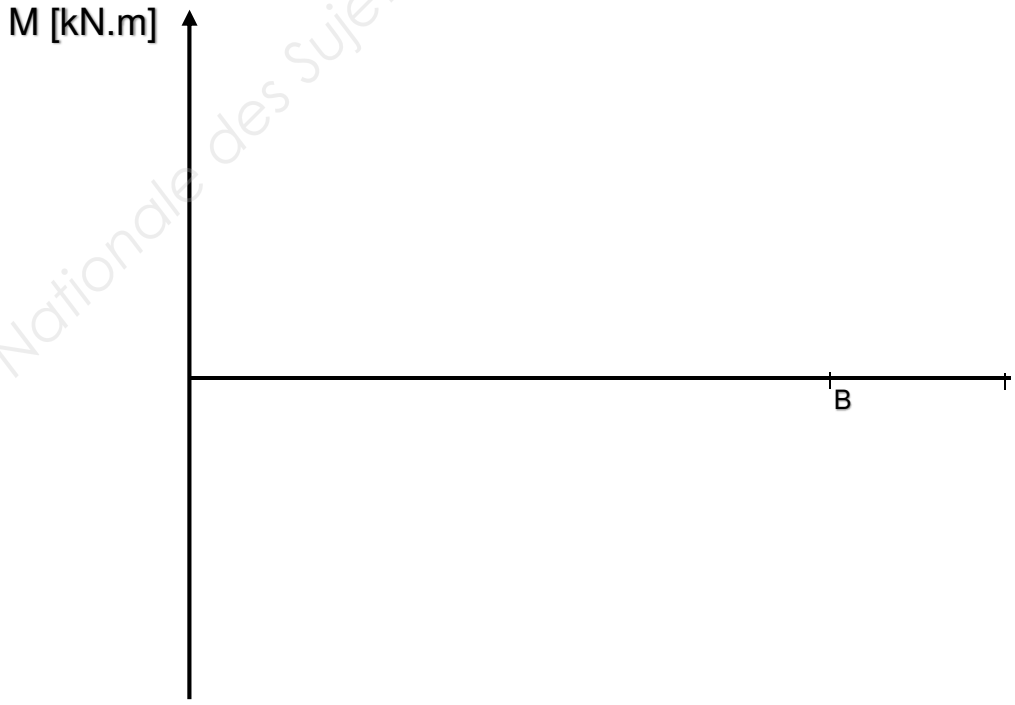
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DOCUMENT A RENDRE AVEC LA COPIE

➢ Graphes V et M aux E.L.U.



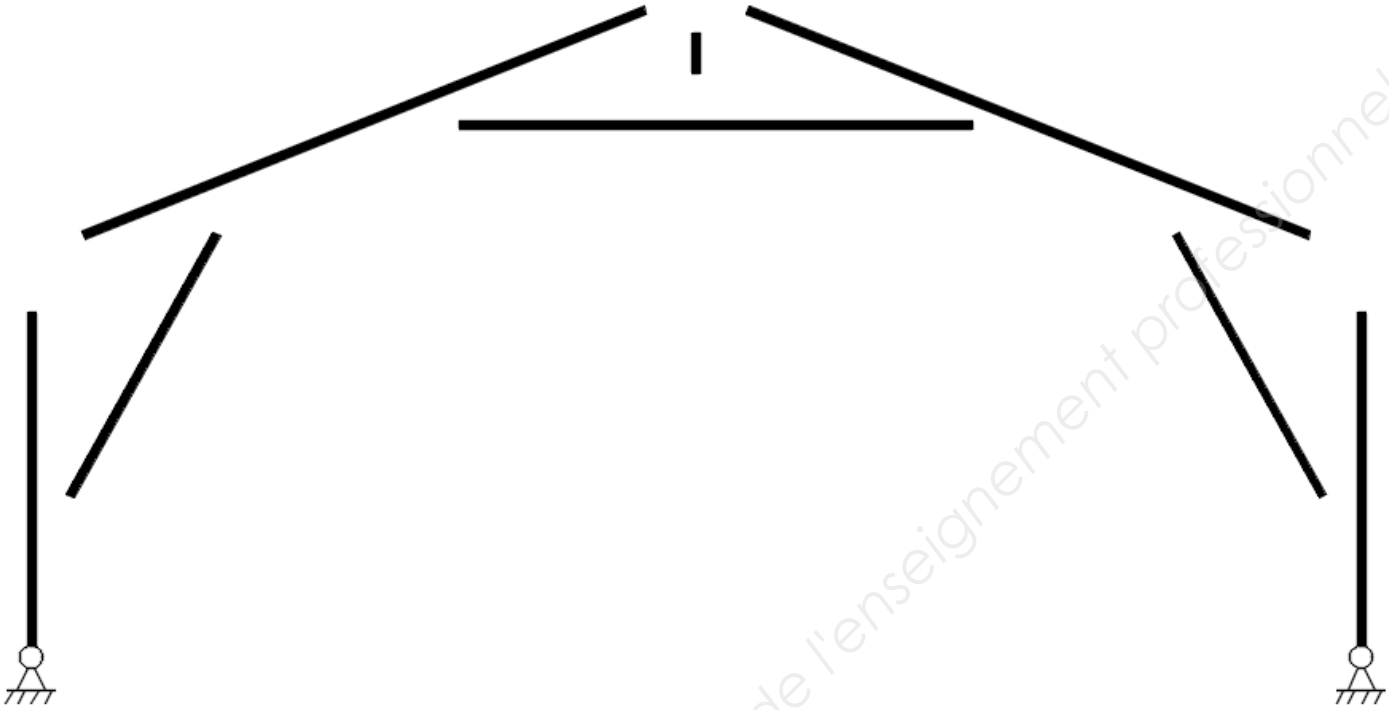




Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

# DOCUMENT A RENDRE AVEC LA COPIE

Liaisons internes à compléter :



Degré d'hyperstaticité :



| Degré d'hyperstaticité | |
|---|---|

Justification :

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

DOCUMENT A RENDRE AVEC LA COPIE

Tableau à compléter

| N° | Matériau | e (m) | $\lambda$ (W/m.K) | R ($m^2$.K/W) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | Echange Sup. Int. | | | $R_{Si}$= |
| 1 | Clins Douglas | | | |
| 2 | Lame d'air non ventilée | | | |
| 3 | Pare vapeur | | | |
| 4 | Isolation intérieure | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | $\Sigma$=RT= | |

⇨ Conclusion :

Épaisseur minimale d'isolant intérieur afin de respecter le CCTP :

Choix de l'isolant dans la gamme ISOVER :

| | |
|---|---|
| ⇨ Référence produit : | |

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

**BTS S.C.B.H.** **Session 2019**

## E4 : Épreuve technico-économique

Unité U42

Analyse, dimensionnement et choix de composants

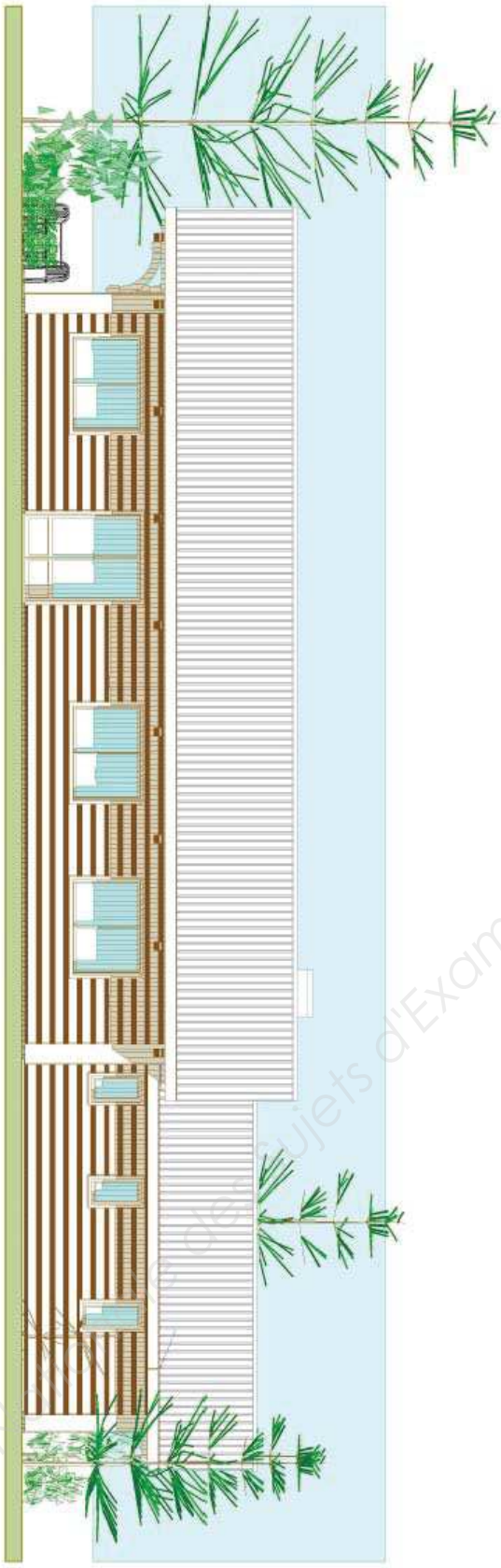
*Durée :* 4 heures, Coefficient 4

# RESTAURANT DU GOLF

***Dossier technique :***

- **Plans du bâtiment**
  - DT1 : Plan des façades N/O – N/E
  - DT2 : Plan des façades S/O – S/E
  - DT3 : Plan du rez-de-chaussée
  - DT4 : Perspective
  - DT5 : Plan de la toiture
  - DT6 : Plan du chevronnage
  - DT7 : Plan de charpente
  - DT8 : Coupe 2 (repérée sur le document DT6)
  - DT9 : Coupe de principe de la toiture
- **Extraits des EUROCODES**
  - DT10 : Annexe neige (2 pages)
  - DT11 : Valeurs caractéristiques du BM et du BLC
  - DT12 : CS, $K_{mod}$ et $\gamma_M$
  - DT13 : Vérification des sections à l'ELU
  - DT14 : Vérification des sections à l'ELS (2 pages)
  - DT15 : Annexe portique (2 pages)
  - DT16 : Coefficients d'instabilité $K_{cy}$ et $K_{cz}$
  - DT17 : Vérification d'un assemblage traditionnel
- **Annexe thermique**
  - DT18 : Annexe (3 pages)

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

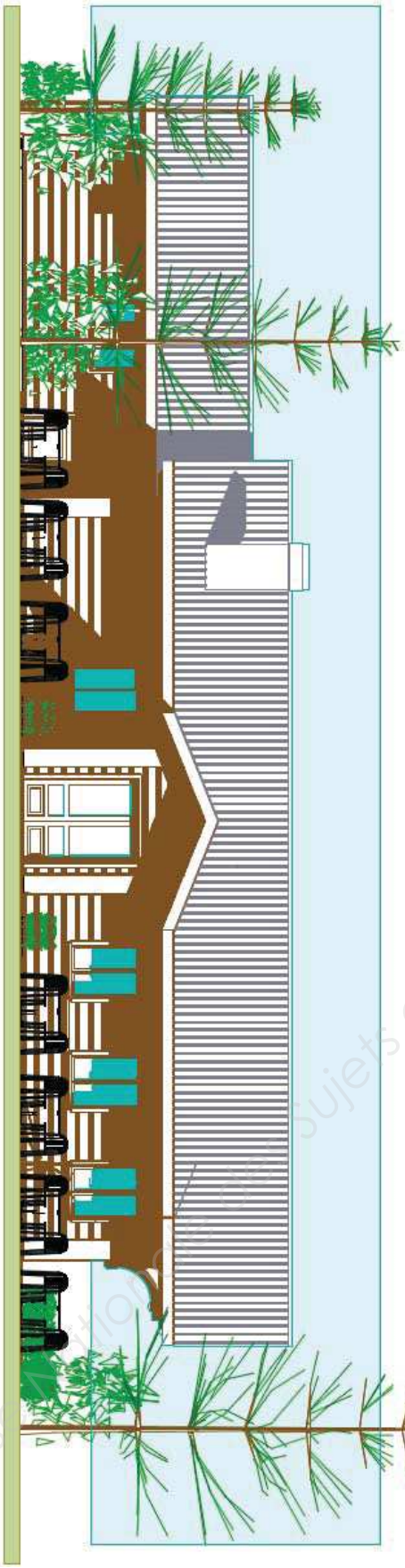






Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Nom projet: **RESTAURANT DU GOLF** | | | **Plan Façades N/O - N/E** | |
| Unité U42 | SCBH | Ech. | Unité : mm | DT1 |
| Date: | Indice: C | Bon pour accord: | Dessinateur: | |

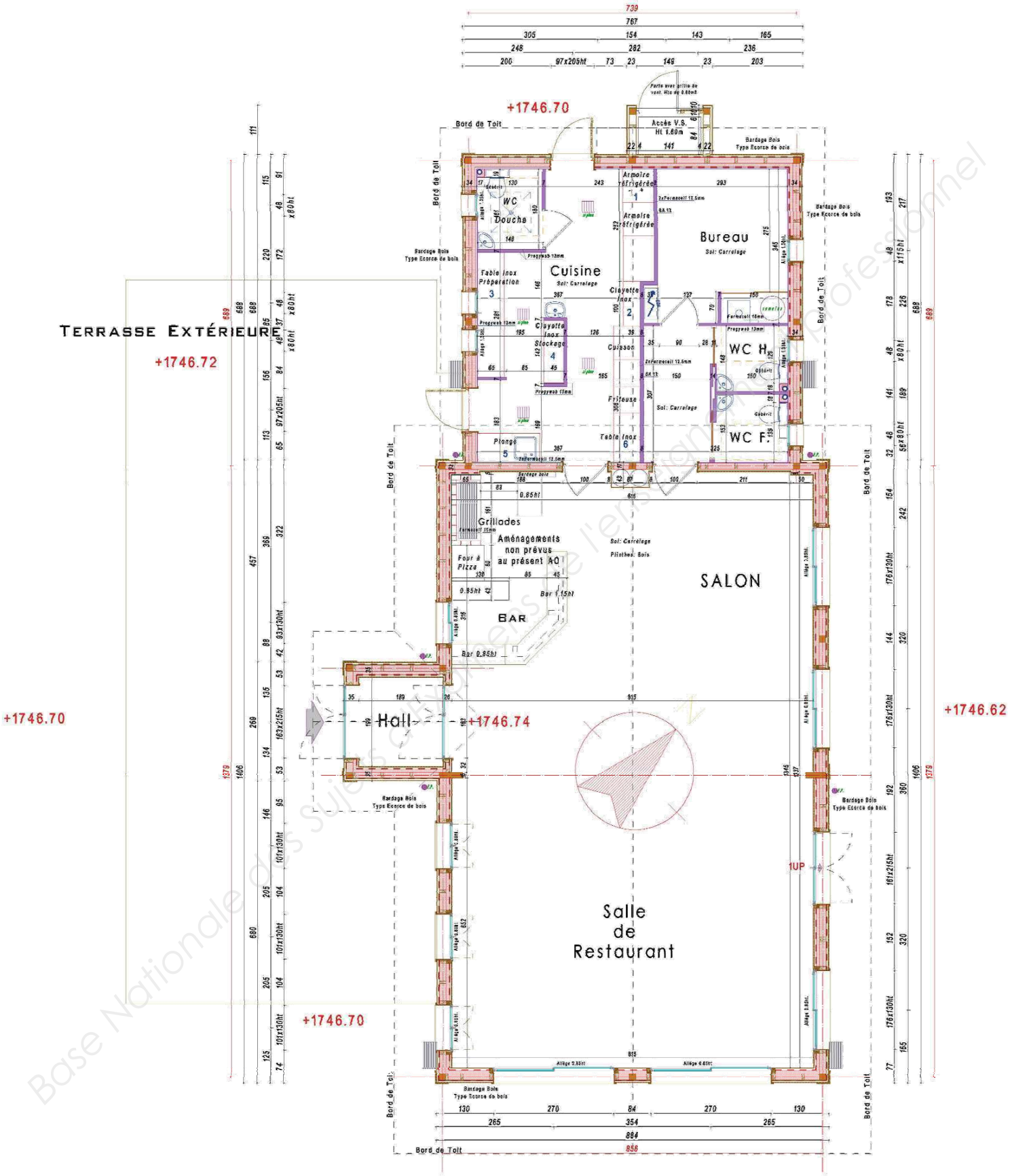






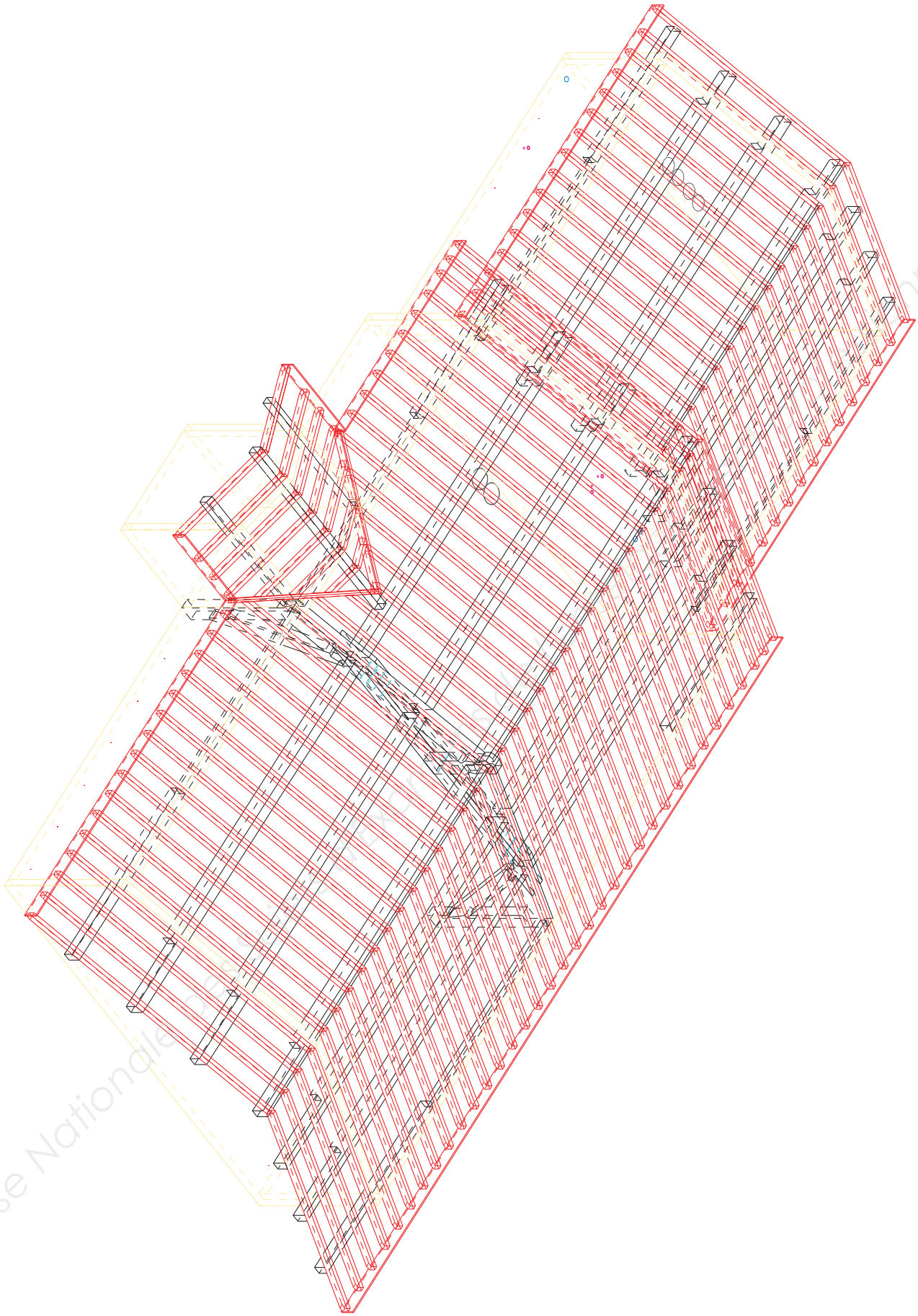
Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Nom projet: **RESTAURANT DU GOLF** | | | | **Plan Façades S/O - S/E** |
| Unité U42 | SCBH | Ech. | Unité : mm | DT2 |
| Date: | Indice: C | Bon pour accord: | Dessinateur: | |




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

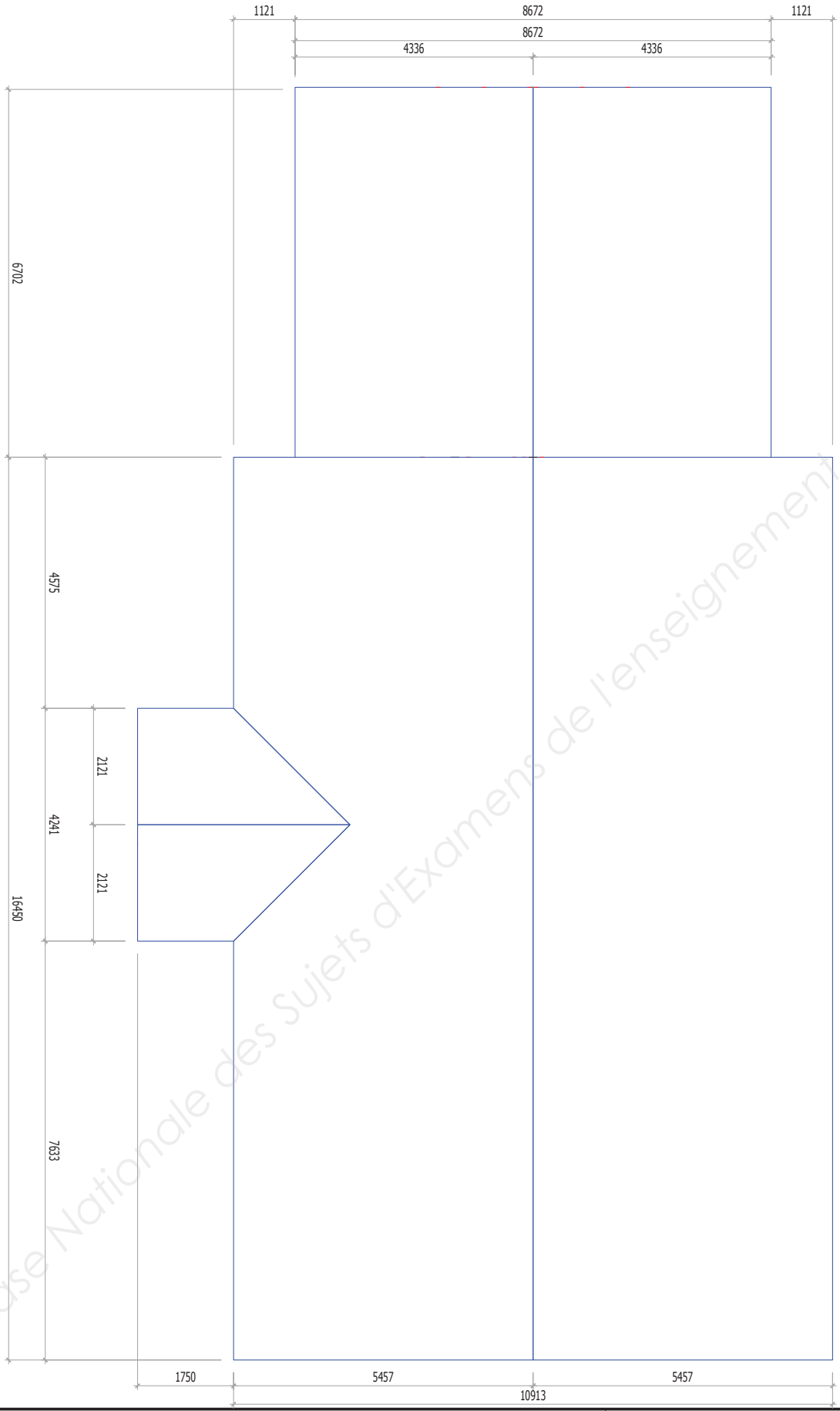
| Unité U42 | PLAN RDC | DT3 |
|---|---|---|



Nom projet: **RESTAURANT DU GOLF**

# Perspective

| Unité U42 | S.C.B.H. | Ech. | Unité : mm | |
|---|---|---|---|---|
| Date: | Indice: C | Bon pour accord: | Dessinateur: | DT4 |

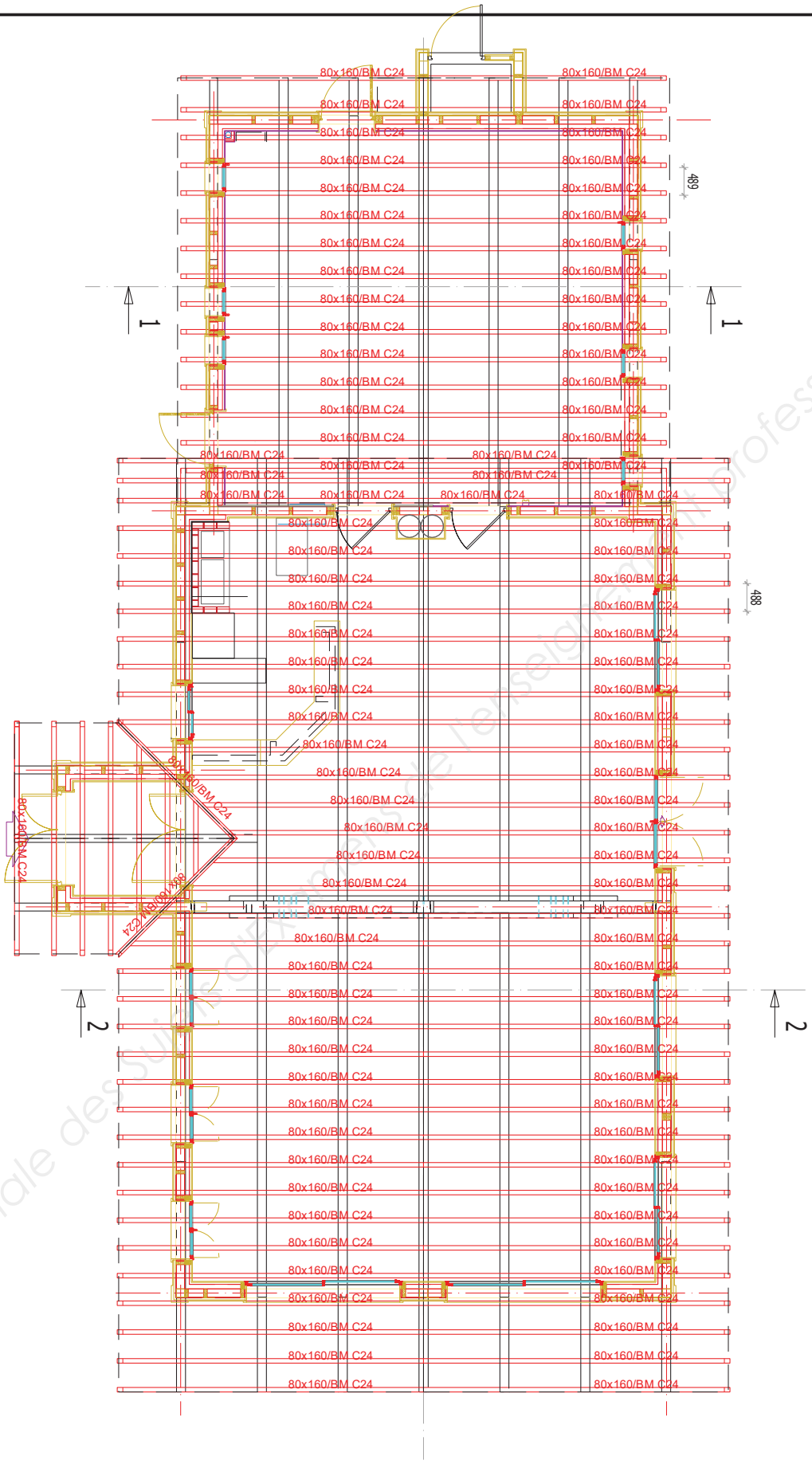



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Nom projet: **RESTAURANT DU GOLF**

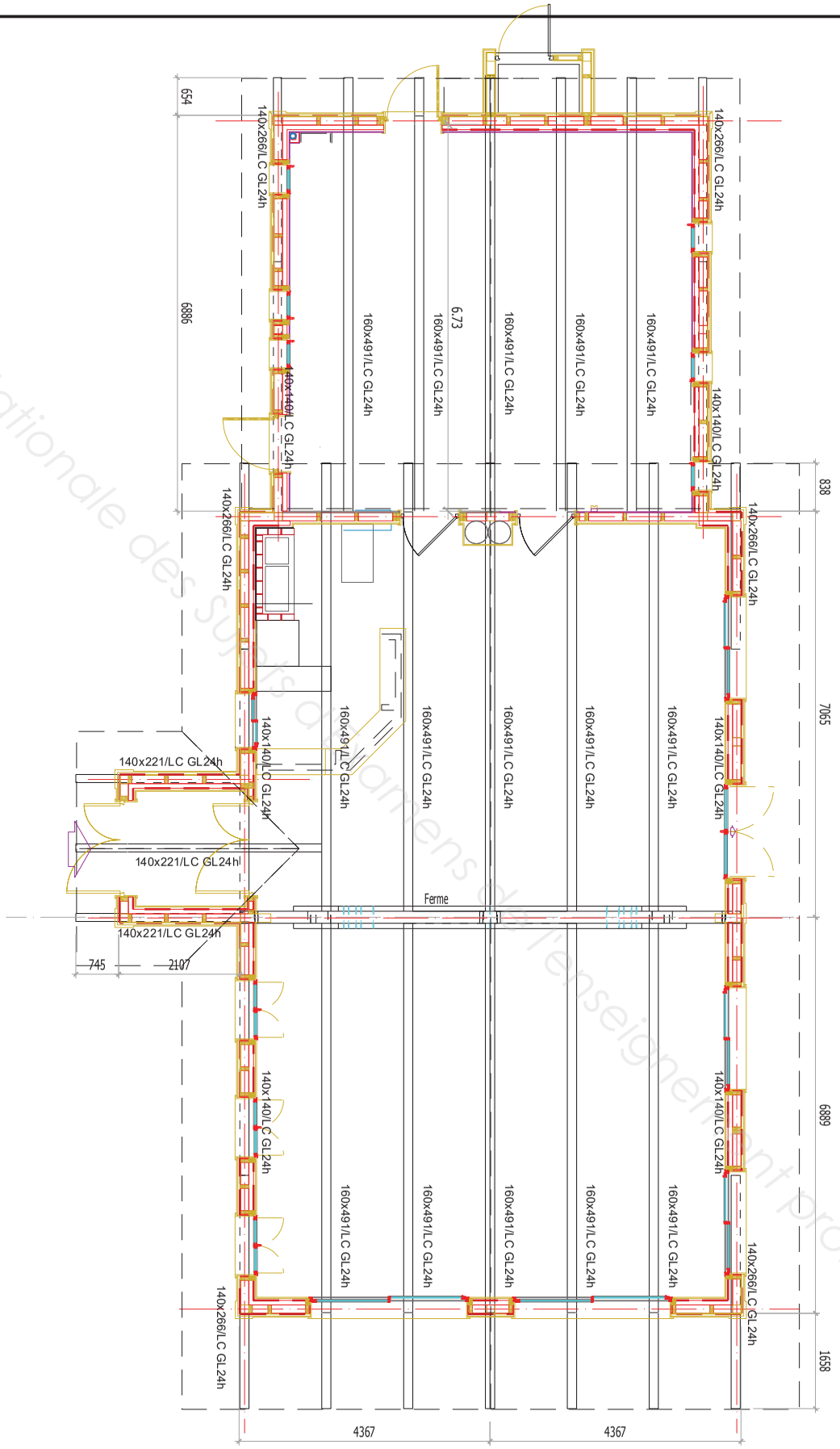
# Plan toiture

| Unité U42 | S.C.B.H. | Ech. | Unité : mm | DT5 |
|---|---|---|---|---|
| Date: | Indice: C | Bon pour accord: | Dessinateur: | |



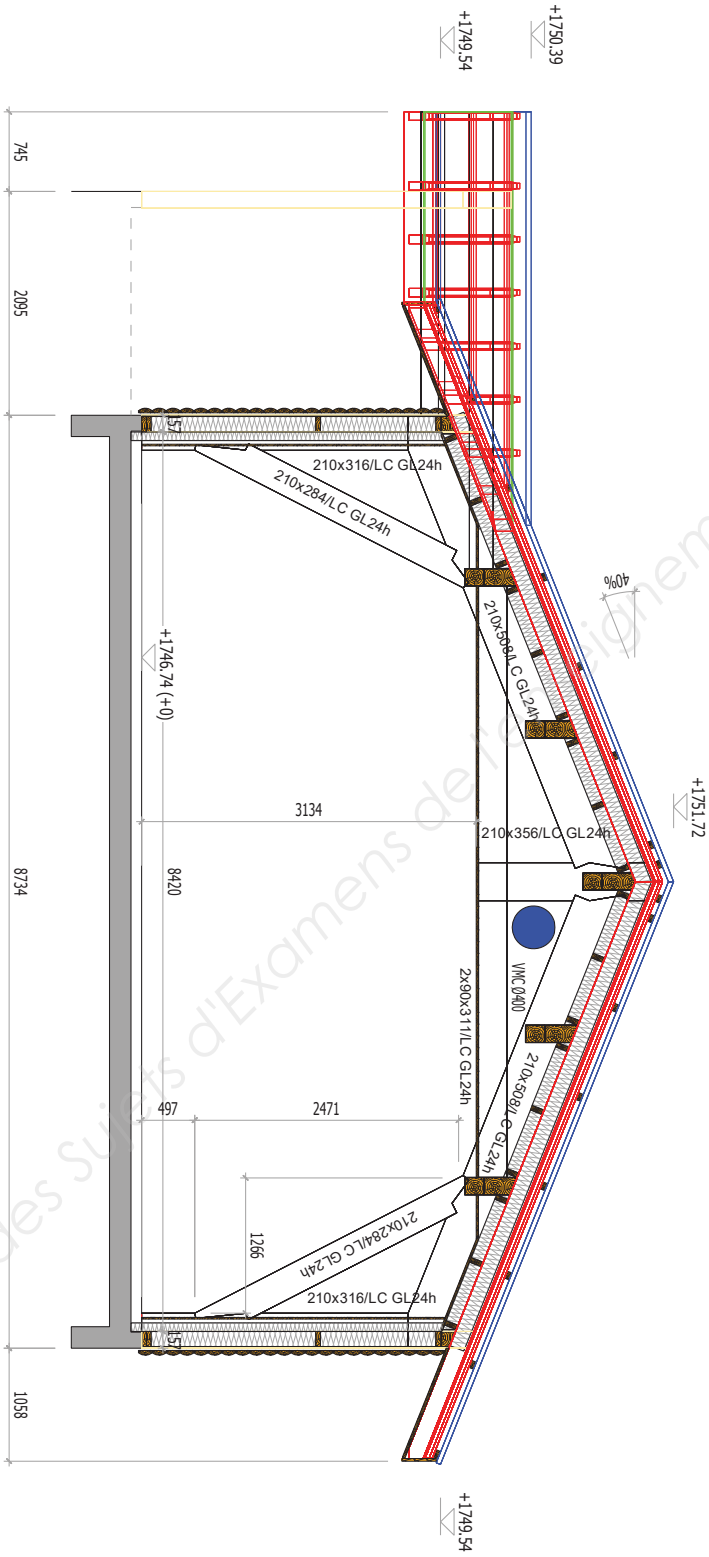

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Nom projet: **RESTAURANT DU GOLF** | | | | **Plan Chevron** | |
| Unité U42 | S.C.B.H. | | Ech. | Unité : mm | DT6 |
| Date: | Indice: C | Bon pour accord: | | Dessinateur: | |



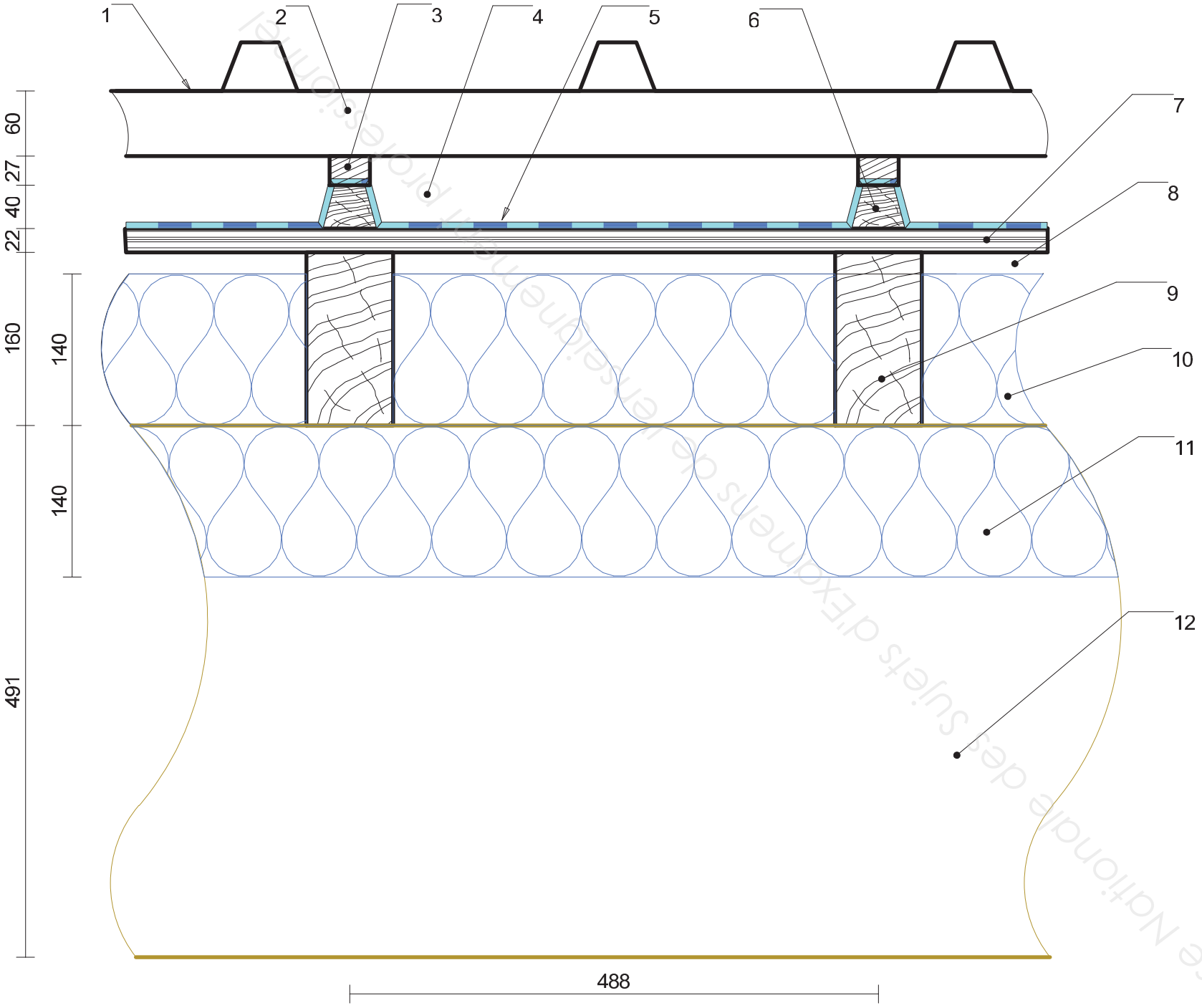

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Nom projet: **RESTAURANT DU GOLF** | | | **Plan charpente** | | |
| Unité U42 | S.C.B.H. | Ech. | Unité : mm | | DT7 |
| Date: | Indice: C | Bon pour accord: | Dessinateur: | | |




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

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Nom projet: **RESTAURANT DU GOLF** | | | **Coupe 2** | |
| Unité U42 | S.C.B.H. | Ech. | Unité : mm | DT8 |
| Date: | Indice: C | Bon pour accord: | Dessinateur: | |




| | |
|---|---|
| 1 | Bac acier nervuré |
| 2 | Lambourde 60x60 |
| 3 | Contrelatte |
| 4 | Lame d'air ventilée |
| 5 | Etanchéité |
| 6 | Chanlatte |
| 7 | Voligeage bois massif |
| 8 | Lame d'air |
| 9 | Chevron C24 80x160 |
| 10 | Laine de verre GR32 |
| 11 | Laine de verre GR32 |
| 12 | Panne GL24h 160x491 |

# Restaurant du golf

Coupe toiture

1 : 5.00

U42 SCBH

DT9

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

# DÉTERMINATION DES ACTIONS DE LA NEIGE SUR UNE STRUCTURE

## Calcul de charge de neige (S)

Pour une altitude < 200m :

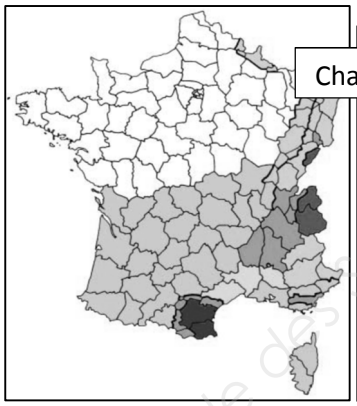
$$S = \mu_i . C_e . C_t . S_{k,200} + S_1$$

Pour une altitude (A) :

$$S_{k,(A)} = \mu_i . C_e . C_t . (S_{k,200} + \Delta S_1) + S_1$$

- $\mu_i$ est le coefficient de forme de la charge de neige.
- $S_k$ : Neige caractéristique en projection horizontale.
- $C_e$ est le coefficient d'exposition.
- $C_t$ est le coefficient thermique.
- $S_1$ : majoration de la neige pour faible pente (Prendre $S_1$ =0).

Neige $S_k$ en projection horizontale pour la France



Charge applicable selon la zone

| Régions : | A1 | A2 | B1 | B2 | C1 | C2 | D | E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Valeur caractéristique ($s_k$) de la charge de neige sur le sol à une altitude inférieure à 200 m : | 0,45 | 0,45 | 0,55 | 0,55 | 0,65 | 0,65 | 0,90 | 1,40 |
| Valeur de calcul ($s_{Ad}$) de la charge exceptionnelle de neige sur le sol : | - | 1,00 | 1,00 | 1,35 | - | 1,35 | 1,80 | - |
| Loi de variation de la charge caractéristique pour une altitude supérieure à 200 m : | $\Delta s_1$ | | | | | | | $\Delta s_2$ |

( charges en kN/m² )

**Majoration due à l'altitude :**

Les formules suivantes donnent le supplément de charge caractéristique au sol à considérer pour tenir compte des effets de l'altitude, $\Delta s_2$ pour la région E (le nord des Alpes et le Jura), et $\Delta s_1$ pour toutes les autres régions :

| **Altitude *A*** [en mètres] | **$\Delta s_1(A)$** [en kN/m²] | **$\Delta s_2(A)$** [en kN/m²] |
|---|---|---|
| entre 0 et 200 | 0 | 0 |
| entre 200 et 500 | $0,10\,\frac{A-200}{100}$ | $0,15\,\frac{A-200}{100}$ |
| entre 500 et 1000 | $0,30+0,15\,\frac{A-500}{100}$ | $0,45+0,35\,\frac{A-500}{100}$ |
| entre 1000 et 2000 | $1,05+0,35\,\frac{A-1000}{100}$ | $2,20+0,70\,\frac{A-1000}{100}$ |

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

## VALEURS DES COEFFICIENTS D'EXPOSITION $C_e$ et THERMIQUE $C_t$

| COEFFICIENT D'EXPOSITION $C_e$<br>*Selon l'annexe nationale de l'eurocode 1 partie 3* | $C_e$ |
|---|---|
| Lorsque les conditions d'abri quasi permanentes de la toiture dues aux bâtiments voisins conduisent à empêcher pratiquement le déplacement de la neige par le vent | 1.25 |
| Dans tous les autres cas (site normal ou exposé) | 1.0 |

### ***Définition des sites selon Eurocode 1***

-***Site balayé par les vents*** : zone plate, sans obstacle, exposée de tous les côtés, ou peu protégée par le terrain, par des construction plus élevées ou par des arbres.

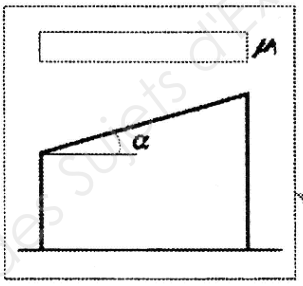
-***Site normal*** : zone sans balayage significatif de la neige par le vent, grâce au terrain, à d'autres constructions ou à des arbres.

-***Site protégé*** : zone où la construction considérée est beaucoup plus basse que le terrain environnant, ou bien entourée de grands arbres ou encore de constructions plus élevées.

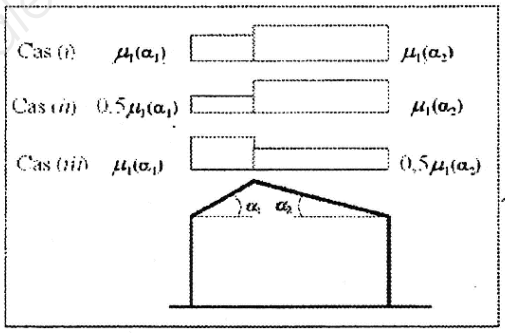
### *COEFFICIENT THERMIQUE $C_t$* :

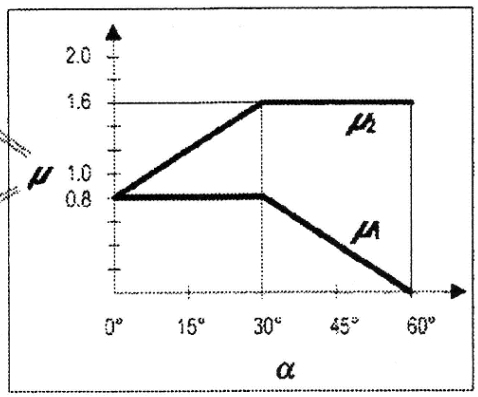
***Annexe nationale*** : Les bâtiments normalement chauffés étant systématiquement isolés, il convient de prendre $C_t = 1,0$ sauf spécifications particulières dûment justifiées du projet individuel.

## Charge de neige en toiture ($s_k$)




$s_k$ est modifiée pour prendre en compte la forme de toiture par un coefficient $\mu_i$ :




| α (angle du toit avec l'horizontale) | 0° ≤ α ≤ 30° | 30° < α < 60° | α ≥ 60° |
|---|---|---|---|
| $\mu_1$ | 0,8 | 0,8(60 - α)/30 | 0,0 |
| $\mu_2$ | 0,8 + 0,8 α/30 | 1,6 | - |

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

## Valeurs caractéristiques du BM (Résineux et Peuplier)

| Caractéristiques | Symbole | C14 | C16 | C18 | C22 | C24 | C27 | C30 | C35 | C40 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Propriétés de résistance en N/mm²** | | | | | | | | | | |
| Flexion | $f_{m,k}$ | 14 | 16 | 18 | 22 | 24 | 27 | 30 | 35 | 40 |
| Traction axiale | $f_{t,0,k}$ | 8 | 10 | 11 | 13 | 14 | 16 | 18 | 21 | 24 |
| Traction transversale | $f_{t,90,k}$ | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Compression axiale | $f_{c,0,k}$ | 16 | 17 | 18 | 20 | 21 | 22 | 23 | 25 | 26 |
| Compression transversale | $f_{c,90,k}$ | 2,0 | 2,2 | 2,2 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 |
| Cisaillement | $f_{v,k}$ | 3 | 3.2 | 3.4 | 3.8 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| **Propriétés de rigidité en kN/mm²** | | | | | | | | | | |
| Module moyen d'élasticité axial | $E_{0,moy}$ | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 12 | 13 | 14 |
| Module d'élasticité axial au fractile 5% | $E_{0,05}$ | 4,5 | 5,4 | 6 | 6,7 | 7,4 | 8 | 8 | 8,7 | 9,4 |
| Module d'élasticité transversal | $E_{90,moy}$ | 0,23 | 0,27 | 0,3 | 0,33 | 0,37 | 0,4 | 0,4 | 0,43 | 0,47 |
| Module moyen de cisiallement | $G_{moy}$ | 0,44 | 0,5 | 0,56 | 0,63 | 0,69 | 0,75 | 0,75 | 0,81 | 0,88 |
| **Masse volumique en kg/m³** | | | | | | | | | | |
| Masse volumique au fractile de 5% | $\rho_k$ | 290 | 310 | 320 | 340 | 350 | 370 | 380 | 400 | 420 |
| Masse volumique moyenne | $\rho_{moy}$ | 350 | 370 | 380 | 410 | 420 | 450 | 460 | 480 | 500 |

## Valeurs caractéristiques du BLC

| | | Classe de résistance du bois lamellé-collé | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Propriété** | Symbole | **GL 20h** | **GL 22h** | **GL 24h** | **GL 26h** | **GL 28h** | **GL 30h** | **GL 32h** |
| Résistance à la flexion | $f_{m,g,k}$ | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 |
| Résistance à la traction | $f_{t,0,g,k}$ | 16 | 17,6 | 19,2 | 20,8 | 22,4 | 24 | 25,6 |
| | $f_{t,90,g,k}$ | 0,5 | | | | | | |
| Résistance à la compression | $f_{c,0,g,k}$ | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 |
| | $f_{c,90,g,k}$ | 2,5 | | | | | | |
| Résistance au cisaillement (cisaillement et torsion) | $f_{v,g,k}$ | 3,5 | | | | | | |
| Résistance au cisaillement roulant | $f_{r,g,k}$ | 1,2 | | | | | | |
| Module d'élasticité | $E_{0,g,moyen}$ | 8 400 | 10 500 | 11 500 | 12 100 | 12 600 | 13 600 | 14 200 |
| | $E_{0,g,05}$ | 7 000 | 8 800 | 9 600 | 10 100 | 10 500 | 11 300 | 11 800 |
| | $E_{90,g,moyen}$ | 300 | | | | | | |
| | $E_{90,g,05}$ | 250 | | | | | | |
| Module de cisaillement | $G_{g,moyen}$ | 650 | | | | | | |
| | $G_{g,05}$ | 540 | | | | | | |
| Module de cisaillement roulant | $G_{r,g,moyen}$ | 65 | | | | | | |
| | $G_{r,g,05}$ | 54 | | | | | | |
| Masse volumique | $\rho_{g,k}$ | 340 | 370 | 385 | 405 | 425 | 430 | 440 |
| | $\rho_{g,moyen}$ | 370 | 410 | 420 | 445 | 460 | 480 | 490 |

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

## Classes de service

| | |
|---|---|
| **Classe 1** | **Milieu protégé**<br>Taux d'humidité de l'air< 65%<br>Taux d'humidité du bois H%<13% |
| **Classe 2** | **Milieu extérieur non exposé**<br>Taux d'humidité de l'air< 85%<br>Taux d'humidité du bois13%< H%<20% |
| **Classe 3** | **Milieu extérieur exposé**<br>Humidité du bois>le plus souvent à 20%<br>Liaisons avec le sol, l'eau |

## Classes de durée de charges

| Classe de durée de charge | Ordre de grandeur de la durée cumulée de l'application d'une action | Exemple d'action |
|---|---|---|
| **Permanente** | >10 ans | Poids propre |
| **Long terme** | Six mois à 10 ans | Stockage, Equipements fixes |
| **Moyen terme** | Une semaine à six mois | Charge d'exploitation,<br>Neige H ≥ 1000m |
| **Court terme** | < une semaine | Neige H < 1000m,<br>Charge d'entretien |
| **Instantanée** | | Vent, action accidentelle |

## Valeur du coefficient $k_{mod}$

| Matériau | Classe de durée de chargement | Classe de service | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| BM, LC, CP, LVL | **Permanente** | 0,6 | 0,6 | 0,5 |
| | **Long terme** | 0,7 | 0,7 | 0,55 |
| | **Moyen terme** | 0,8 | 0,8 | 0,65 |
| | **Court terme** | 0,9 | 0,9 | 0,7 |
| | **Instantanée** | 1,1 | 1,1 | 0,9 |

## Coefficients partiels normaux propriétés des matériaux $\gamma_M$

| ETATS LIMITES ULTIMES | | |
|---|---|---|
| **MATERIAUX** | Bois | 1,3 |
| | Lamellé collé | 1,25 |
| | LVL, OSB, PP | 1,2 |
| **ASSEMBLAGES** | Rupture du bois (mode 1) | 1,3 |
| | Rupture mixte (mode 2) | 1,2 |
| | Rupture de la tige (mode 3) | 1,1 |
| **Situations accidentelles** | | 1 |

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

# Vérifications des sections à l'E.L.U.

| Type de sollicitation | Formules | Valeurs des coefficients |
|---|---|---|
| **Flexion simple** | $\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m;d} \times k_{sys} \times k_{crit}} \leq 1$ avec<br>$f_{m,d} = f_{m,k} \times \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \times k_h$ | $f_{m,d}$ : Contrainte caractéristique de résistance en flexion en MPa<br>$k_{mod}$ : Coefficient modificatif en fonction de la charge de plus courte durée et de la classe de service.<br>$\gamma_M$ : Coefficient partiel qui tient compte de la dispersion du matériau<br>$k_h$: Coefficient de hauteur<br>$k_{sys}$ : Coefficient d'effet de système<br>$k_{crit}$ : Coefficient d'instabilité (déversement) |
| **Cisaillement longitudinal** | $\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d} \times k_v} \leq 1$ avec $f_{v,d} = f_{v,k} \times \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$ et<br>$\tau_{v,d} = \frac{1,5 \times V\,max}{k_{cr} \times b \times he}$ | $f_{v,d}$ : Contrainte caractéristique de résistance au cisaillement longitudinal en MPa<br>$k_{mod}$ : Coefficient modificatif en fonction de la charge de plus courte durée et de la classe de service.<br>$\gamma_M$ : Coefficient partiel qui tient compte de la dispersion du matériau<br>$k_v$: Coefficient d'entaillage<br>$k_{cr}$ : Coefficient qui permet de tenir compte de l'influence des fissures en utilisant la largeur efficace |
| **Flexion composée (compression)** | En absence de risque de déversement :<br>$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}}\right)^{(*a)} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}(*)} + k_m \times \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}(*)} \leq 1$ et<br>$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}}\right)^{(*a)} + k_m \times \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}(*)} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}(*)} \leq 1$<br>avec(*a) puissance 2, si kc,y ≥ 1<br>puissance 1, si Kc,y < 1<br>et $f_{c,0,d} = f_{c,0,k} \times \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$ | $f_{c,0,d}$ : Contrainte caractéristique de résistance en compression axiale en MPa<br>$f_{m,d}$ : Contrainte caractéristique de résistance en flexion en MPa<br>$k_{c,z}$ et $k_{c,z}$: Coefficient d'instabilité (flambement)<br>$k_{crit}$ : Coefficient d'instabilité (déversement)<br>$k_m$ : Coefficient de plastification $k_m$=0,7 pour des sections rectangulaire 1 pour les autres sections |

**Coefficient de hauteur $k_h$ :**

**$k_h$ BM** si h ≥ 150 mm $K_h$ = 1
si h ≤ 150 mm $K_h$ = min (1,3 ;$(150/h)^{0.2}$)

**$k_h$ LC** si h ≥ 600 mm $K_h$ = 1
si h ≤ 600 mm $K_h$ = min (1,1 ;$(600/h)^{0.1}$)

## Coefficient d'effet système $k_{sys}$

Lorsque plusieurs porteurs de même nature et de même fonction (solive, fermes) sont sollicités par un même type de chargement réparti uniformément, la résistance d l'ensemble est supérieure à la résistance d'un seul élément pris isolément, c'est l'effet système. **Dans ce cas $k_{sys}$ = 1,1.**Dans les autre cas **$k_{sys}$ = 1**.

## Coefficient de réduction de contrainte pour le cisaillement $k_{cr}$ :

$k_{cr}$ COEFFICIENT DE REDUCTION DE SECTION POUR LE CISAILLEMENT

| kcr | CLASSE DE SERVICE 1 | | CLASSE DE SERVICE 2 | | CLASSE DE SERVICE 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| BM | h<à150mm | 1 | h<à150mm | 1 | 0.67 |
| | h>à150mm | 0.67 | h>à150mm | 0.67 | |
| BLC (GL GT) | 1 | | G/(G+ΣQ)<0.7 | 1 | |
| | | | G/(G+ΣQ)>0.7 | 0.67 | |

* autres matériaux, kcr =1

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

# Vérifications des sections à l'E.L.S.

## Calcul des déformations u :

Pour les actions permanentes (G) calculer $u_{inst,G}$ :

$u_{fin,G}=u_{inst,G}+u_{creep,G}$

$u_{fin,G}=u_{inst,G}\times(1+k_{def})$

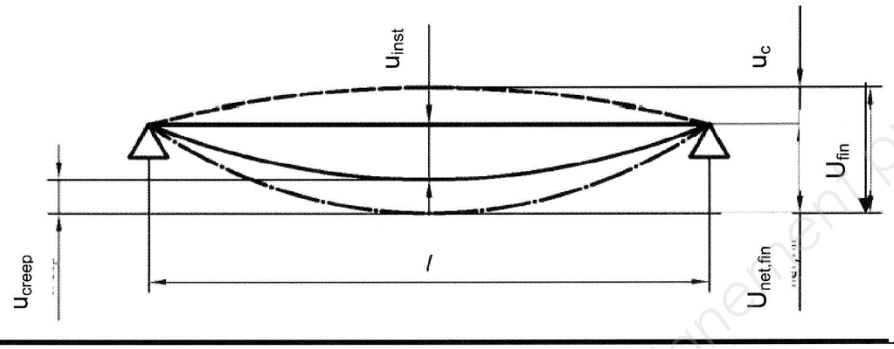
Pour les actions variables (Q,S et W) calculer uinst :

$u_{fin,Q1}=u_{inst,Q1}+u_{creep,Q1}$

$u_{fin,Q1}=u_{inst,Q1}\times(1+\Psi_2\times kdef)$

$u_c$ : contre flèche (si existante)
$u_{inst}$ : flèche instantanée
$u_{creep}$ : flèche différée
$u_{fin}$ : flèche totale
$u_{net,fin}$ : flèche sous l'horizontale

$u_{net,fin}=u_{inst}+u_{creep}-u_c$




## Valeurs de $k_{def}$

| MATERIAU/CLASSE DE DUREE DE CHARGE | | Classe de service | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Bois massif(1) | EN 14081-1 | 0,60 | 0,80 | 2,00 |
| Lamellé collé | EN 14080 | 0,60 | 0,80 | 2,00 |
| LVL | EN 14374 | 0,60 | 0,80 | 2,00 |
| Contreplaqué | EN 636 | | | |
| | Partie 1 | 0,80 | | |
| | Partie 2 | 0,80 | 1,00 | |
| | Partie 3 | 0,80 | 1,00 | 2,50 |
| OSB | EN 300 | | | |
| | OSB/2 | 2 ,25 | | |
| | OSB/3/4 | 1,50 | 2,25 | |
| PP | EN 312 | | | |
| | Partie 4 | 2,25 | | |
| | Partie 5 | 2,25 | 3,00 | |
| | Partie 6 | 1,50 | | |

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

## $\psi_0$ et $\psi_2$ :

| Tableau des valeurs $\psi_0$ et $\psi_2$ | | | |
|---|---|---|---|
| CHARGES D'EXPLOITATION BATIMENTS | | $\psi_0$ | $\psi_2$ |
| A Habitations, résidentiels | | 0,7 | 0,3 |
| B Bureaux | | 0,7 | 0,3 |
| C Lieux de réunion | | 0,7 | 0,6 |
| D Commerce | | 0,7 | 0,6 |
| E Stockage | | 1,0 | 0,8 |
| G Circulation véhicules < 30 kN | | 0,7 | 0,6 |
| F Circulation véhicules> à 30 kN et > à 160 kN | | 0,7 | 0,3 |
| H Toits | | 0,0 | 0 |
| Neige | Altitude H> 1000m | 0,7 | 0,2 |
| | Altitude H≤ 1000m | 0,5 | 0,0 |
| Charges dues au vent | | 0,6 | 0,0 |

## Valeurs limites des déformations

Les déformations u (calculées) doivent rester inférieures aux déformations W limites données dans le tableau ci-dessous :

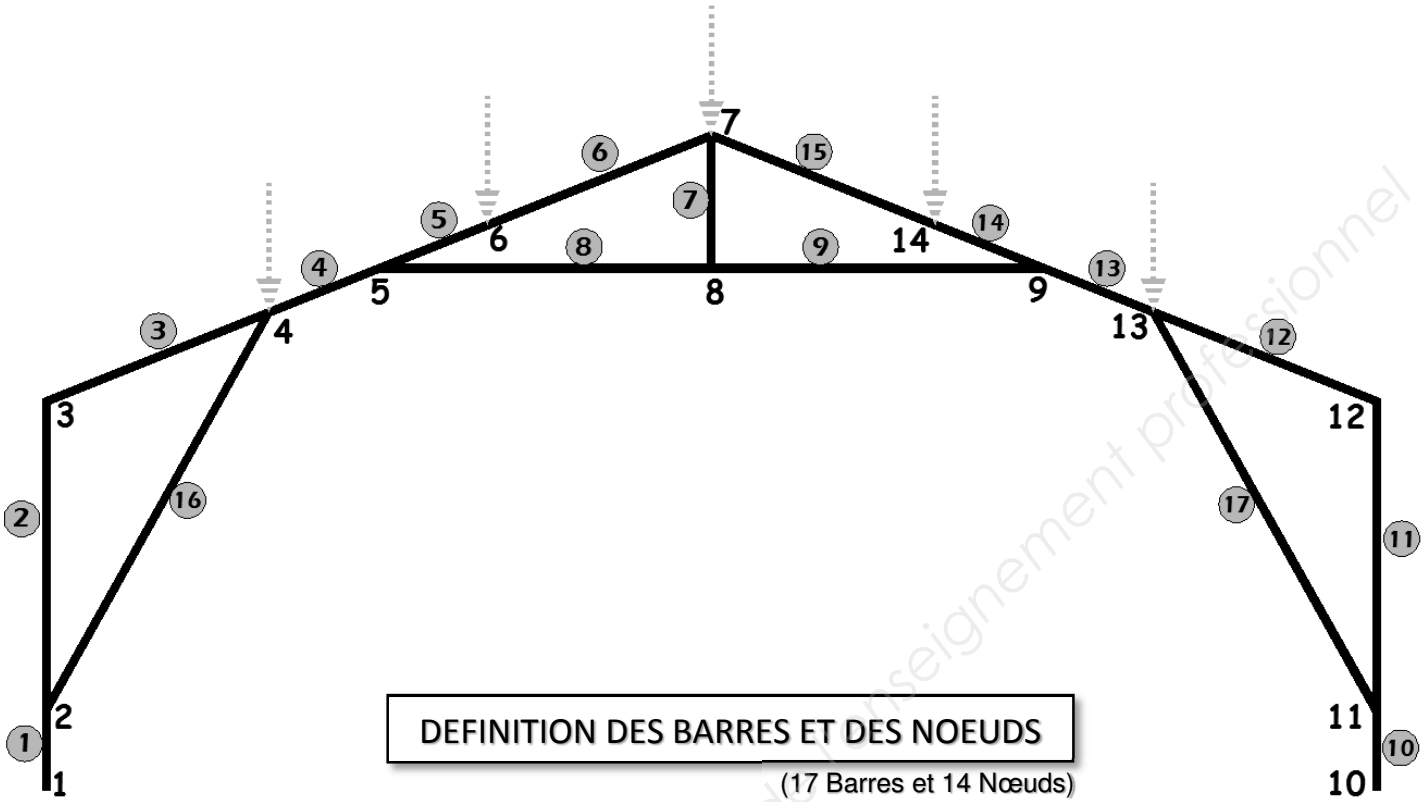
| | Bâtiments courants | | | Bâtiments agricoles et similaires | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{inst}(Q)$ | $W_{net,fin}$ | $W_{fin}$ | $W_{inst}(Q)$ | $W_{net,fin}$ | $W_{fin}$ |
| Chevrons | - | L/150 | L/125 | - | L/150 | L/100 |
| Eléments structuraux | L/300 | L/200 | L/125 | L/200 | L/150 | L/100 |

Console (porte à faux) ⇨

- ✓ $W_{net,fin}$ = max (L/100 ; 5 mm)
- ✓ $W_{inst}$ (Q) = max (L/150 ; 5 mm)

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

- **Modélisation du portique :**




| Barres | Nœuds | | Longueur (mm) | Relaxations |
|---|---|---|---|---|
| | Origine | Extrémité | | |
| 1 | 1 | 2 | 505.44 | Ri – Ri |
| 2 | 2 | 3 | 1957.80 | Ri – Ro |
| 3 | 3 | 4 | 1520.30 | Ro – Ri |
| 4 | 4 | 5 | 704.60 | Ri – Ri |
| 5 | 5 | 6 | 797.20 | Ri – Ri |
| 6 | 6 | 7 | 1509.60 | Ri – Ro |
| 16 | 2 | 4 | 2890.5 | Ro – Ro |
| 7 | 7 | 8 | 853.20 | Ro – Ro |
| 8 | 5 | 8 | 2143.20 | Ro – Ri |
| 9 | 8 | 9 | 2143.20 | Ri – Ro |
| 10 | 10 | 11 | 505.44 | Ri – Ri |
| 11 | 11 | 12 | 1957.80 | Ri – Ro |
| 12 | 13 | 12 | 1520.30 | Ri – Ro |
| 13 | 9 | 13 | 704.60 | Ri – Ri |
| 14 | 14 | 9 | 797.20 | Ri – Ri |
| 15 | 7 | 14 | 1509.60 | Ro – Ri |
| 17 | 11 | 13 | 2890.50 | Ro – Ro |

Ri : Rigide
Ro - Rotule

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

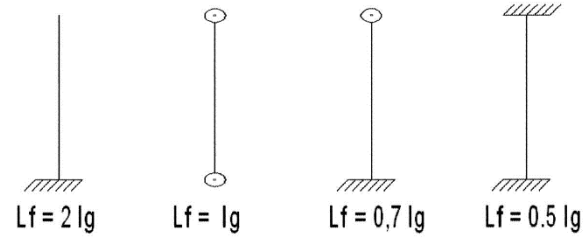
- **Efforts internes (N,V,M) dans les barres du portique :**

| POUTRES | NOEUDS | 1,35 G + 1,5 S | | |
|---|---|---|---|---|
| | | N (N) | V (N) | M (m.N) |
| 1 | 1 | -79273 | 39504 | 0.0 |
| | 2 | -79126 | 39504 | -19966938 |
| | | | 39504 | 19966938 |
| 2 | 2 | 10069 | -10199 | -19966938 |
| | 3 | 10640 | -10199 | 0 |
| | | | 10199 | 19966938 |
| 3 | 3 | 13421 | 6092 | 0 |
| | 4 | 13686 | 6754 | -9765152 |
| | | | 6754 | 9765152 |
| 4 | 4 | -54164 | -29044 | -9765152 |
| | 5 | -54041 | -28737 | 10591146 |
| | | | 29044 | 10591146 |
| 5 | 5 | -89919 | -15501 | 7158203 |
| | 6 | -89780 | -15154 | 19377698 |
| | | | 15501 | 19377698 |
| 6 | 6 | -78670 | 12507 | 19377698 |
| | 7 | -78408 | 13166 | 0 |
| | | | 13166 | 19377698 |
| 7 | 7 | 3406 | 0 | 0 |
| | 8 | 3406 | 0 | 0 |
| | | | 0 | 0 |
| 8 | 5 | 38228 | 1035 | 3432944 |
| | 8 | 38228 | 1563 | 649780 |
| | | | 1563 | 3432944 |
| 9 | 8 | 38228 | -1563 | 649780 |
| | 9 | 38228 | -1035 | 3432963 |
| | | | 1563 | 3432963 |
| 10 | 10 | -79273 | -39504 | 0 |
| | 11 | -79126 | -39504 | 19966938 |
| | | | 39504 | 19966938 |
| 11 | 11 | 10069 | 10199 | 19966938 |
| | 12 | 10640 | 10199 | 0 |
| | | | 10199 | 19966938 |
| 12 | 13 | 13686 | -6754 | -9765153 |
| | 12 | 13421 | -6092 | 0 |
| | | | 6754 | 9765153 |
| 13 | 9 | -54041 | 28738 | 10591379 |
| | 13 | -54163 | 29045 | -9765153 |
| | | | 29045 | 10591379 |
| 14 | 14 | -89780 | 15154 | 19377681 |
| | 9 | -89920 | 15501 | 7158415 |
| | | | 15501 | 9377681 |
| 15 | 7 | -78408 | -13166 | 0 |
| | 14 | -78670 | -12507 | 9377681 |
| | | | 13166 | 9377681 |
| 16 | 2 | -102107 | 0 | 0 |
| | 4 | -102107 | 0 | 0 |
| | | | 0 | 0 |
| 17 | 11 | -102107 | 0 | 0 |
| | 13 | -102107 | 0 | 0 |
| | | | 0 | 0 |

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

## Coefficient de flambement $k_{c,y}$ (ou $k_{c,z}$)

Lf, longueur de flambement




i, rayon de giration $i = \sqrt{\frac{I}{S}}$

**I** : inertie suivant l'axe étudié et **S** : section

$$i_{min} = \frac{b}{2 \times \sqrt{3}} = 0{,}289b \; ; i_{max} = 0{,}289h$$

$$\lambda = \frac{Lf}{i}$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi}\sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

**Dans le cas de la compression axiale :**

- **CAS 1** : $\lambda_{rel} \leq 0{,}3$ Pas de risque de flambement $k_{c,y}=1$
- **CAS 2** : $\lambda_{rel} > 0{,}3$ Risque de flambement, il faut déterminer $k_{c,y}$ et/ou $k_{c,z}$ .

*Exemple de lecture du tableau : pour un lambda relatif de 2,80 on trouve un $k_{c,y}$=0,119*

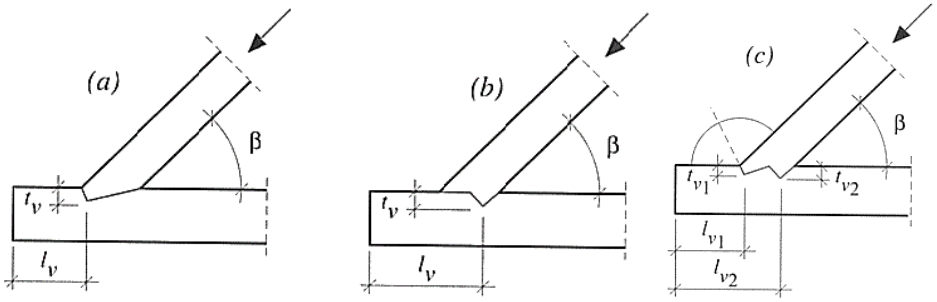
*Tableau 3.4 Kcy (flambement BM) selon lambda relatif*

| | 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| 0.05 | 1.000 | 0.652 | 0.215 | 0.101 |
| 0.10 | 1.000 | 0.615 | 0.206 | 0.098 |
| 0.15 | 1.000 | 0.579 | 0.197 | 0.095 |
| 0.20 | 1.000 | 0.545 | 0.188 | 0.092 |
| 0.25 | 1.000 | 0.512 | 0.181 | 0.089 |
| 0.30 | 1.000 | 0.482 | 0.173 | 0.087 |
| 0.35 | 1.000 | 0.453 | 0.166 | 0.084 |
| 0.40 | 1.000 | 0.427 | 0.160 | 0.082 |
| 0.45 | 1.000 | 0.402 | 0.154 | 0.079 |
| 0.50 | 0.950 | 0.379 | 0.148 | 0.077 |
| 0.55 | 0.935 | 0.358 | 0.142 | 0.075 |
| 0.60 | 0.918 | 0.339 | 0.137 | 0.073 |
| 0.65 | 0.899 | 0.321 | 0.132 | 0.071 |
| 0.70 | 0.877 | 0.304 | 0.128 | 0.069 |
| 0.75 | 0.853 | 0.288 | 0.123 | 0.068 |
| 0.80 | 0.825 | 0.274 | 0.119 | 0.066 |
| 0.85 | 0.795 | 0.260 | 0.115 | 0.064 |
| 0.90 | 0.762 | 0.248 | 0.111 | 0.063 |
| 0.95 | 0.726 | 0.236 | 0.108 | 0.061 |
| 1.00 | 0.689 | 0.225 | 0.104 | 0.060 |

*Tableau 3.4' Kcy Flambement LC Selon lambda relatif*

| | 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| 0.05 | 1.000 | 0.726 | 0.226 | 0.104 |
| 0.10 | 1.000 | 0.684 | 0.216 | 0.101 |
| 0.15 | 1.000 | 0.641 | 0.206 | 0.098 |
| 0.20 | 1.000 | 0.600 | 0.197 | 0.095 |
| 0.25 | 1.000 | 0.562 | 0.189 | 0.092 |
| 0.30 | 1.000 | 0.526 | 0.181 | 0.089 |
| 0.35 | 1.000 | 0.493 | 0.173 | 0.087 |
| 0.40 | 1.000 | 0.462 | 0.166 | 0.084 |
| 0.45 | 1.000 | 0.434 | 0.160 | 0.082 |
| 0.50 | 0.974 | 0.408 | 0.154 | 0.079 |
| 0.55 | 0.966 | 0.384 | 0.148 | 0.077 |
| 0.60 | 0.956 | 0.362 | 0.142 | 0.075 |
| 0.65 | 0.945 | 0.342 | 0.137 | 0.073 |
| 0.70 | 0.931 | 0.323 | 0.132 | 0.071 |
| 0.75 | 0.915 | 0.306 | 0.127 | 0.069 |
| 0.80 | 0.895 | 0.290 | 0.123 | 0.067 |
| 0.85 | 0.871 | 0.275 | 0.119 | 0.066 |
| 0.90 | 0.841 | 0.261 | 0.115 | 0.064 |
| 0.95 | 0.807 | 0.249 | 0.111 | 0.063 |
| 1.00 | 0.768 | 0.237 | 0.107 | 0.061 |

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




## Vérification de l'embrèvement

***1ère étape*** : Calcul de la contrainte de compression sur la surface de contact

**Nota :** $l_v$ talon,
$t_v$ profondeur embrèvement
b et h largeur de la pièce, et hauteur de la pièce,

angle de l'entaille de l'embrèvement $\alpha = \frac{\Pi - \beta}{2}$,

*($\alpha$ est l'angle de contact entre les fibres du bois et la coupe de l'embrèvement)*

***Surface de l'about embrèvement avant*** Si l'assemblage respecte les règles fixées ci-avant, on calculera la contrainte en utilisant la formule suivante :

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{F \cos^2 \frac{\beta}{2}}{b.t_v}$$

***2ème étape*** : Vérification de la contrainte de compression

On vérifiera que $\frac{\sigma_{c,\alpha,d}}{f_{c,\alpha,d}} \leq 1$ *avec* $f_{c,\alpha,d} = \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{f_{c,90,d}} \sin^2\alpha + \cos^2\alpha}$

Rq: pour le calcul de $f_{c,\alpha,d}$, on prendra:
**Embrèvement avant** : $\alpha=\beta/2$
Embrèvement arrière droit: $\alpha=\beta$

## Vérification de la longueur du talon

***1ère étape*** : Calcul de la contrainte de cisaillement

$$\tau_d = \frac{F \cos\beta}{b.l_v}$$

***2ème étape*** : Vérification de la contrainte de cisaillement

On vérifiera que $\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1$

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

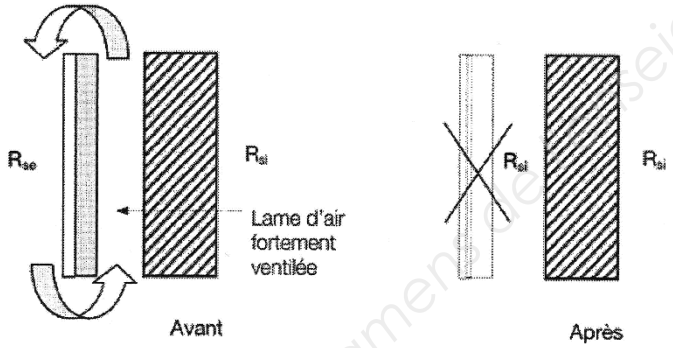
**Résistance thermique d'une lame d'air non ventilée :**

L'évolution de la résistance thermique d'une lame d'air non ventilée n'est pas une fonction linéaire de l'épaisseur.

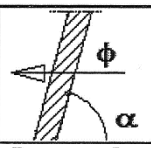
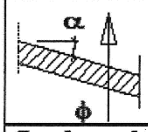
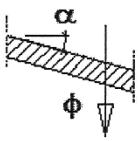
La résistance thermique se détermine à l'aide du tableau ci-contre.

| Epaisseur de la lame d'air en mm | Résistance thermique R (m².K)/W | | |
|---|---|---|---|
| | Flux ascendant | Flux horizontal | Flux descendant |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.11 | 0.11 | 0.11 |
| 7 | 0.13 | 0.13 | 0.13 |
| 10 | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| 15 | 0.16 | 0.17 | 0.17 |
| 25 | 0.16 | 0.18 | 0.19 |
| 50 | 0.16 | 0.18 | 0.21 |
| 100 | 0.16 | 0.18 | 0.22 |
| 300 | 0.16 | 0.18 | 0.23 |

***lame d'air ventilée extérieure (cas du bardage bois)***

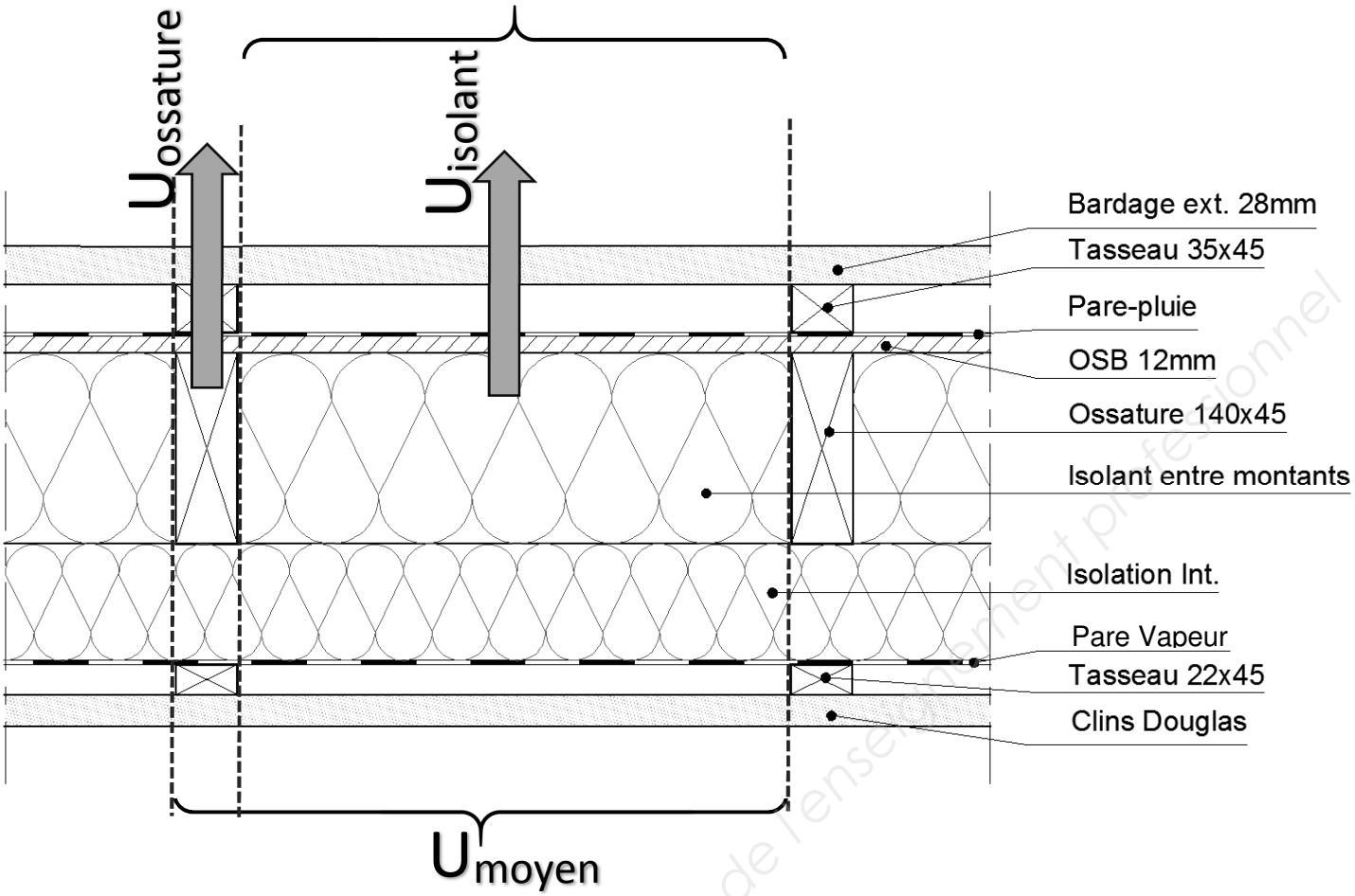



**Valeurs des résistances thermiques superficielles:**

| | | Paroi en contact avec: -l'extérieur -un passage ouvert -un local ouvert | | | Paroi en contact avec : -un volume non chauffé -un comble -un vide sanitaire | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Rsi m².K/W | Rse m².K/W | Rsi + Rse m².K/W | Rsi m².K/W | Rse m².K/W | Rsi + Rse m².K/W |
| **Paroi verticale** ou faisant avec le plan horizontal un angle supérieur à 60° |  | 0.13 | 0.04 | 0.17 | 0.13 | 0.13 | 0.26 |
| **Paroi horizontale** ou faisant avec le plan horizontal un angle inférieur ou égal à 30° | **flux ascendant:**  | 0.10 | 0.04 | 0.14 | 0.10 | 0.10 | 0.20 |
| | **flux descendant:**  | 0.17 | 0.04 | 0.21 | 0.17 | 0.17 | 0.34 |

(1) Un local est dit ouvert si le rapport de la surface totale des ses ouvertures permanentes sur l'extérieur, à son volume, est égal ou supérieur à 0. 005 $m^2/m^3$.

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




Avec :

$$U_{moyen} = U_{isolant} + \Delta U$$

Ossature + Isolation

Paroi avec isolation hors ossature

## Valeurs réglementaires de la majoration ΔU pour les murs à ossature bois

| | Y (W/(m.K)) | | ΔU (W/(m².K)) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Entraxe 400 mm | | Entraxe 600 mm | |
| | Montant 36mm | Montant 50mm | Montant 36mm | Montant 50mm | Montant 36mm | Montant 50mm |
| Isolation entre montants | 0,03 | 0,04 | 0,08 | 0,10 | 0,05 | 0,07 |
| Isolation entre montants + isolation complémentaire(1) | 0,02 | 0,02 | 0,05 | 0,05 | 0,03 | 0,03 |

(1) Résistance minimum de l'isolation complémentaire extérieure ou intérieure = 0.75 m².K/W

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

# La gamme Isover







## Les isolants Isoconfort

Panneaux semi-rigides à dérouler en laine de verre. Epaisseurs 160 à 280 mm : revêtus d'un surfaçage kraft. Epaisseurs 60 à 140 mm : revêtus d'un voile confort.

- **Isoconfort 35**
  λ = 0,035 W/(m.K) - Certificat ACERMI n° : 03/018/340 - Déclaration des Performances (DoP) n° : 0001-09 CE
- **Isoconfort 35 Kraft**
  λ = 0,035 W/(m.K) - Certificat ACERMI n° : 05/018/408 - Déclaration des Performances (DoP) n° : 0001-10 CE
- **Isoconfort 32 Kraft**
  λ = 0,032 W/(m.K) - Certificat ACERMI n° : 05/018/384 - Déclaration des Performances (DoP) n° : 0001-10 CE

| Réf. | RD (m².K/W) | Ep. (mm) | Long. (m) | Larg. (m) | Rlx/palette | m²/rouleau | m²/palette |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Isoconfort 35** | | | | | | | |
| 66800 | 1,70 | 60 | 10,00 | 1,20 | 30 | 12,00 | 360,00 |
| 66801 | 2,25 | 80 | 7,00 | 1,20 | 30 | 8,40 | 252,00 |
| 66810 | 2,85 | 100 | 5,50 | 1,20 | 30 | 6,60 | 198,00 |
| 66811 | 3,40 | 120 | 4,70 | 1,20 | 30 | 5,64 | 169,20 |
| 66790 | 4,00 | 140 | 4,00 | 1,20 | 30 | 4,80 | 144,00 |
| **Isoconfort 35 Kraft** | | | | | | | |
| 85092 | 4,55 | 160 | 3,70 | 1,20 | 30 | 4,44 | 133,20 |
| 85094 | 5,10 | 180 | 3,30 | 1,20 | 30 | 3,96 | 118,80 |
| 85093 | 5,70 | 200 | 3,00 | 1,20 | 30 | 3,60 | 108,00 |
| 85494 | 5,70 | 200 | 3,00 | 0,60 | 60 | 1,80 | 108,00 |
| 65157 | 6,25 | 220 | 2,80 | 1,20 | 24 | 3,36 | 80,64 |
| 65155 | 6,25 | 220 | 2,80 | 0,60 | 48 | 1,68 | 80,64 |
| 85727 | 6,85 | 240 | 2,60 | 1,20 | 24 | 3,12 | 74,88 |
| 65178 | 8,00 | 280 | 2,00 | 1,20 | 24 | 2,40 | 57,60 |
| **Isoconfort 32 Kraft** | | | | | | | |
| 66181 | 6,25 | 200 | 2,20 | 1,20 | 24 | 2,64 | 63,36 |





## Les isolants Isomob

Panneaux semi-rigides à dérouler en laine de verre, revêtus d'un voile de verre. Prédécoupés aux largeurs standard des entraxes des murs MOB, ils s'intègrent sans découpe entre les bois d'ossature. Excellentes performances thermo-acoustiques. Calage facile entre montants. Très bon classement de réaction au feu.

- **Isomob 32**
  λ = 0,032 W/(m.K) - Certificat ACERMI n° : 05/018/384 - Déclaration des Performances (DoP) n° : 0001-12 CE
- **Isomob 35**
  λ = 0,035 W/(m.K) - Certificat ACERMI n° : 03/018/340 - Déclaration des Performances (DoP) n° : 0001-12 CE

| Réf. | RD (m².K/W) | Ep. (mm) | Long. (m) | Larg. (m) | Rlx/palette | m²/rouleau | m²/palette |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Isomob 32** | | | | | | | |
| 67298 | 3,75 | 120 | 3,00 | 0,575 | 60 | 1,72 | 103,50 |
| 67318 | 4,50 | 145 | 2,70 | 0,575 | 48 | 1,55 | 74,52 |
| **Isomob 35** | | | | | | | |
| 85117 | 4,10 | 145 | 3,40 | 0,365 | 90 | 1,24 | 111,69 |
| 67330 | 4,10 | 145 | 3,40 | 0,575 | 60 | 1,95 | 117,30 |
| 85115 | 3,40 | 120 | 3,90 | 0,365 | 90 | 1,42 | 128,12 |
| 67319 | 3,40 | 120 | 3,90 | 0,575 | 60 | 2,24 | 134,55 |

■ Max Grenelle ■ Mix Grenelle

ISOVER SAINT-GOBAIN

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

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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

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

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

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

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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

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

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

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