

SESSION 2016

**CAPLP
CONCOURS EXTERNE**

Section : GÉNIE INDUSTRIEL

Option : BOIS

ANALYSE D'UN PROBLÈME TECHNIQUE

Durée : 4 heures

Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

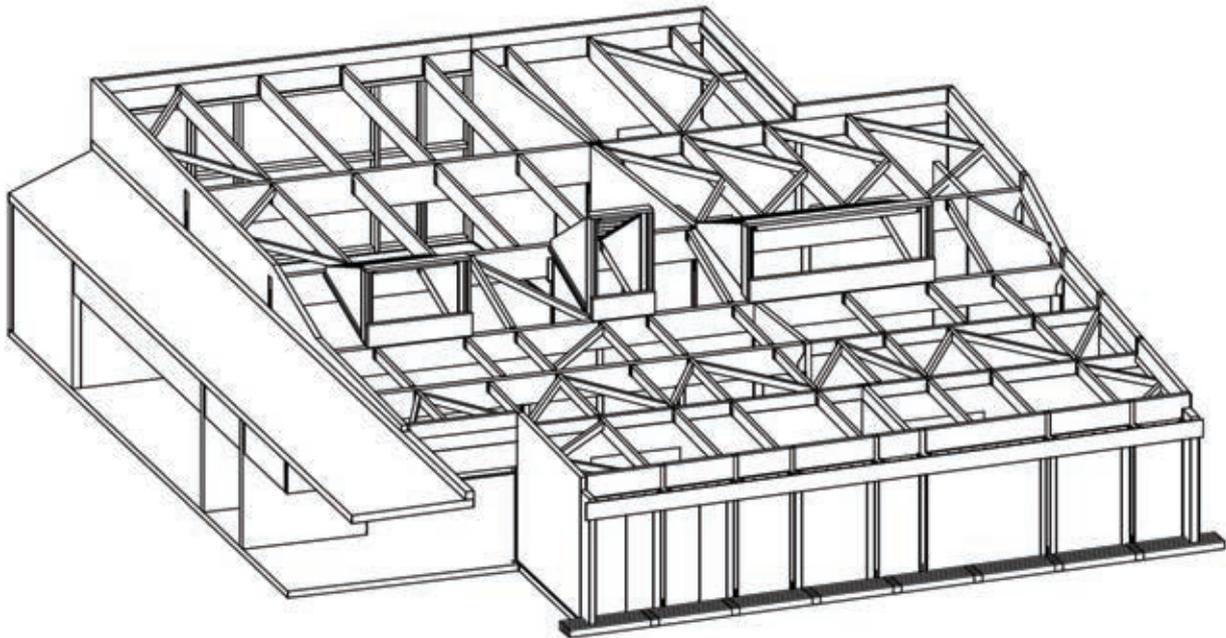
Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

Étude d'une école maternelle



-	Sujet (mise en situation et questions à traiter par le candidat)	
	Mise situation	page 2
	Partie I (20min)	page 2
	Partie II (1h00)	page 3
	Partie III (1h10)	page 4
	Partie IV (1h10)	page 6
	Partie V (20 min)	page 9
	Documents techniques	pages 10 à 38
	Documents réponses	pages 39 à 45

⇒ Le sujet comporte cinq parties indépendantes qui peuvent être traitées dans un ordre indifférent.

CAPLP CONCOURS EXTERNE ET CAFEP GENIE INDUSTRIEL BOIS		Session 2016
Analyse d'un problème technique		Page 1 sur 45

Mise en situation

L'étude porte sur la construction d'une maternelle à ossature bois passive répondant au standard « Passivhaus », à proximité de Strasbourg. L'ensemble de la réalisation du projet est confiée à une entreprise de construction de bâtiment à structure bois. Elle dispose du projet architecturale défini par la maîtrise d'œuvre.

Le technicien de cette entreprise doit réaliser l'étude de la conception à la fabrication, en proposant des solutions compatibles avec les études mécaniques et thermiques, abordées dans les thèmes suivants :

- partie I : étude du Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP), lot 3 « ossature bois/Charpente bois »,
- partie II : étude mécanique de la structure,
- partie III : conception de solutions techniques,
- partie IV : industrialisation,
- partie V : chantier.

Partie I : Etude du CCTP, lot 3 « Ossature bois/Charpente bois »

Dans cette partie on veut s'approprier le bâtiment, identifier les points importants et identifier les matériaux employés. Le CCTP décrit notamment des exigences réglementaires et techniques. Avant de réaliser une étude approfondie il est nécessaire d'examiner certains points particuliers du CCTP.

Question 1 : le CCTP indique que la résistance au feu de la structure est de trente minutes. Préciser :
Voir DT1
et DT3

- les critères qui imposent ce classement ;
- les critères qui auraient permis de ne pas avoir d'exigence de résistance au feu ;
- la différence entre une exigence R30 et REI30.

Question 2 : le bâtiment répond au standard « Passivhaus ». Préciser les critères d'obtention de ce label.
Voir DT4

Question 3 : pour établir une commande, spécifier les caractéristiques du bois. Indiquer les classes de risque, d'emploi et de service.
Voir DT2

Au chapitre 3.1.1.1 « Murs en ossature bois » dans le DT2, on exige un traitement de classe 2 pour les lisses et les montants et de classe 4 pour la semelle.

CAPLP CONCOURS EXTERNE ET CAFEP GENIE INDUSTRIEL BOIS	Session 2016
Analyse d'un problème technique	Page 2 sur 45

Question 4 : identifier le type de traitement à employer pour obtenir ces deux classes d'emploi.
Voir DT2

Question 5 : préciser comment obtenir ces deux classes sans traitement pour des essences métropolitaines employées usuellement en structure.
Voir DT2

Question 6 : indiquer le classement de structure et la classe d'emploi du bois lamellé-collé demandé par l'architecte et préciser la codification employée.
Voir DT2

Partie II : Étude mécanique de la structure

L'entreprise étant responsable des solutions techniques définies par la maîtrise d'œuvre, elle doit valider les solutions proposées.

Dans le cadre de la vérification de la note de calcul, on étudie la file G' poutre 2012, pannes 2022 et 2025. L'objet de cette partie est de dimensionner ces éléments de structure du bâtiment aux normes de calcul en vigueur (Eurocodes).

On dispose des données géographiques suivantes :

- région de neige B2 ;
- pas de dispositifs de retenu de neige ;
- altitude du site 300 m ;
- situation orographique
 - o coefficient d'exposition (site normal) et thermique $C_e=1,0$ et $C_t = 1$;
 - o région de vent 2 ;
 - o catégorie de terrain, campagne avec des haies IIIa ;
 - o type d'obstacles constituant l'orographie aucun, terrain plat.

Afin de modéliser la poutre sur logiciel, il est nécessaire de déterminer les cas de charges s'appliquant sur la poutre de la file G'.

Question 7 : déterminer la charge de neige sur le toit en $\text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$, puis déduire de la notice technique l'action du vent maximum en pression $W+$ et en dépression $W-$ sur le toit en $\text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$.
Voir DT4,DT5, DT9 et DT10

Question 8 : proposer pour la panne 2025 une modélisation mécanique ainsi que le modèle de chargement de l'ensemble des efforts. Par la suite déterminer la bande de chargement la plus défavorable.
Voir DT9 et DT10

CAPLP CONCOURS EXTERNE ET CAFEP GENIE INDUSTRIEL BOIS	Session 2016
Analyse d'un problème technique	Page 3 sur 45

Tournez la page S.V.P.

Question 9 : déterminer les charges de structure (en incluant le poids de la panne), puis
Voir DT1, DT9 calculer la réaction sous les appuis des pannes 2022 et 2025 provoqué par
et DT10 le poids de la structure en complétant le tableau du document réponse 1.
Voir DR1

Question 10 : déduire s'il y a un risque de soulèvement avec la combinaison $0,9 \times G +$
Voir DT4 $1,5 \times W$ - en examinant le second modèle de chargement.

Après avoir déterminé le chargement de la poutre, on souhaite connaître le comportement sous charge de l'élément afin de valider la section définie par la maîtrise d'œuvre. Dans un premier temps on identifie le modèle le plus pertinent.

Question 11 : deux modèles de chargement de la poutre sont proposés, le premier
Voir DT6 ayant une répartition de charges ponctuelles et le second ayant une répartition de charge uniforme. Au regard des résultats de simulation justifier l'intérêt du second modèle sur le premier.

À partir de la notice technique de la poutre 2012 comportant un chargement uniformément réparti on interprète les résultats obtenus.

Question 12 : indiquer si la poutre est correctement dimensionnée. Peut-on optimiser sa
Voir DT6 section.
Justifier votre réponse par le calcul de la hauteur minimum de la poutre sur la base de la contrainte de flexion.

Pour ce calcul on considérera que la conception du bâtiment a permis d'éliminer le risque de déversement. Les lamelles composant la poutre font 45 mm d'épaisseur. Rappelons que la contrainte de flexion s'obtient par la formule : $\sigma_{m,d} = \frac{Mf_{\max}}{I/v}$; avec $I/v = \frac{b \times h^2}{6}$.

Partie III : Conception de solutions techniques

Après avoir validé la section des éléments de la structure, on cherche à concevoir des solutions d'assemblage et des solutions de toiture-terrasse végétalisée. Par ailleurs, il faut sélectionner des matériaux respectueux de l'environnement et vérifier que l'isolation thermique de la paroi répond aux critères du label « Passivhaus ».

Question 13 : sélectionner des assemblages pour la pannes 2022 (effort repris : 1,35G
Voir DT7 = 16500 N) et la poutre 2012 sachant qu'ils sont protégés du feu par le plafond.

Question 14 : réaliser un schéma de la ferrure pour assembler la poutre 2012 avec le
Voir DT9 poteau, sachant qu'elle ne sera pas protégée du feu.
et DT10

CAPLP CONCOURS EXTERNE ET CAFEP GENIE INDUSTRIEL BOIS		Session 2016
Analyse d'un problème technique		Page 4 sur 45

Afin de respecter les exigences du client concernant le choix d'un matériau avec un impact environnemental limité, une étude comparative de deux fiches FDES est effectuée. La FDES (A) est réalisée à partir de la moyenne de la fabrication française de bois lamellé-collé et la FDES (B) est réalisée par une entreprise française qui fabrique des poutres en bois de Douglas lamellé-collé. Les deux poutres sont fabriquées à partir de bois issu de forêts renouvelées. Par ailleurs :

- *le Pouvoir Calorifique Supérieur à été employé dans la FDES « A » ;*
- *le Pouvoir Calorifique Inférieur à été employé dans la FDES « B » ;*
- *l'entreprise « B » valorise ses chutes en fabricant des pellets.*

Question 15 : compléter sur le document réponse 1 le tableau puis préciser les choix de Voir DT8 A et B production des poutres « B » qui participent au développement durable. Voir DR1

La solution de toiture-terrasse végétalisée à été retenue par l'architecte. Ce type de solution présente le risque de fuite et de présence de vapeur d'eau dans le plénum. Afin d'éviter ces phénomènes, il est nécessaire de respecter certaines règles de conception. Par la suite il est donc nécessaire de définir des détails constructifs sur la base des données du CCTP.

La toiture-terrasse végétalisée est de type extensif. Elle est constituée des matériaux suivants :

- *substrat ;*
- *feutre drainant + cornière d'arrêt ;*
- *étanchéité membrane polyoléfine ;*
- *isolant laine de roche incompressible ép: 300 mm ;*
- *bac acier ;*
- *chevron 100 x 240 mm + poutre LC 160 x760 mm ;*
- *pare-vapeur membrane polyéthylène, hygrovARIABLE ;*
- *laine minérale acoustique de 60 mm d'épaisseur;*
- *faux plafond plâtre.*

Question 16 : réaliser une coupe verticale au droit de la file 12' sur le document réponse Voir DT9 2. Faire apparaître le raccordement avec le mur et l'emplacement du et DT10 pare-vapeur. Préciser l'emplacement du pare-vapeur par rapport à la Voir DR2 structure de la toiture et mentionner la particularité et l'utilité d'un pare-vapeur hygrovARIABLE.

Le bâtiment est labellisé « Passivhaus », il est nécessaire de vérifier que le bâtiment respecte les critères du label.

CAPLP CONCOURS EXTERNE ET CAFEP GENIE INDUSTRIEL BOIS	Session 2016
Analyse d'un problème technique	Page 5 sur 45

Question 17 : vérifier par le calcul que le coefficient de transmission thermique de la
 Voir DT4 toiture (U) est compatible avec le label « Passivhaus ».

Par hypothèse on se limitera aux isolants et au substrat. La conductivité thermique (λ) du substrat est de $1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ (son épaisseur est de 10 cm et son humidité est de 20%), le λ de la laine de roche est de $0,037 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, le λ de la laine minérale acoustique $0,034 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ et $r_{se} + r_{si} = 0,20 \text{ m}\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$.

Partie IV : Industrialisation

L'aménagement de l'école comporte un certain nombre de placards et d'espaces de rangement pour lesquels l'architecte préconise des portes en châtaigner. Dans un souci de standardisation, on a déterminé deux tailles de portes.

Type de porte	Dimensions	Quantité à approvisionner
Porte type POH	800 x 550	68
Porte type POB	1900 x 550	45

Définition du processus de production d'un produit

Il s'agit d'optimiser les rendements matières des composants

Hypothèse actuelle :

Le bois massif est approvisionné en plots de scierie ressuyés. Les panneaux sont approvisionnés poncés mais non calibrés. Ces derniers ne font donc pas partie de l'étude.

Les composants sont pré-débités, (tronçonnage - délignage) puis séchés artificiellement avant d'être corroyés sur corroyeuse 4 Faces.



Lors de la phase de stabilisation, les pré-débites sont entreposés dans un local dont la température ambiante est de 20°C et l'humidité relative de l'air est de 65%.

Question 18 : en vous référant au diagramme hygroscopique du bois, indiquer le taux
 Voir DT16 hygrométrique d'équilibre des pré-débites après stabilisation.

Dans le cadre de la préparation des bruts, la règle pour le calcul des surcotes en longueur dans l'entreprise est :

en longueur :

- 15 mm par pièce $< 1\text{m}$;
- 30 mm par pièce $> \text{à } 1\text{m}$ de longueur ;

en largeur :

- 5 mm par pièce $< 1\text{m}$;
- 10 mm par pièce $> \text{à } 1\text{m}$ de longueur ;

en épaisseur :

- dimension commerciale appropriée.

Pour garantir l'équerrage des portes, on réalisera un calibrage périphérique après assemblage. La surcote prévue pour cette opération est de 5 mm pour la longueur et 5 mm pour la largeur.

CAPLP CONCOURS EXTERNE ET CAFEP GENIE INDUSTRIEL BOIS		Session 2016
Analyse d'un problème technique		Page 6 sur 45

On notera que les dessins de définition (DT12 et DT13) indiquent les dimensions finies des portes.

Le retrait au séchage est également un paramètre important à considérer. Dans notre cas, on appliquera le même taux de rétractibilité tangentiel en largeur et en épaisseur afin de considérer le cas le plus défavorable.

Le pourcentage de retrait se définit par la formule :

$$R\% = RT \times \frac{H_S - H_0}{H_0}$$

Pour la longueur on considère un taux de rétractibilité nul. On arrondira les résultats à l'entier supérieur.

Question 19 : déterminer et justifier la section des pré-débites avant séchage. Compléter Voir DR3 le tableau du document réponse DR3.

On considère un taux de rendement moyen de 65% pour le débit des ébauches non séchées.

Question 20 : calculer le volume de bois nécessaire pour le lot à fabriquer.

L'entreprise dispose d'un séchoir par déshumidification. On y a entreposé 12 m³ de châtaigner destinés à ce projet dont 3 m³ sont réservés à la fabrication des portes de placards. Le reste est destiné à la fabrication des menuiseries intérieures qui n'est pas étudiée ici.

La phase de séchage a une durée prévisionnelle totale de 21 jours. On constate une panne de la pompe à chaleur au 3e jour. Celle-ci sera mise hors service pour une durée de 15 jours du fait du délai d'approvisionnement des pièces nécessaires à la réparation.

L'entreprise dispose d'un autre séchoir fonctionnant sous vide, mais dont la capacité est seulement de 1,5 m³. La durée du séchage par procédé sous vide, pour cette quantité, est de 123 h. Pour éviter tout retard en production, on décide donc de fractionner la phase de séchage et de sécher des paquets de 1,5 m³.

Les opérations d'usinage des portes de placard ne pourront démarrer que lorsqu'on aura séché toutes les pièces. On note que les panneaux de portes, sous-traités, seront livrés le 20e jour (voir DT17).

Question 21 : identifier sur le planning du document réponse DR4 la date de l'aléa.

Voir DT17
et DR4

Question 22 : compléter le planning de Gantt (DR4). Quelle incidence le fractionnement de la phase de séchage aura-t-elle sur le planning de fabrication ? Justifier votre réponse.

CAPLP CONCOURS EXTERNE ET CAFEP GENIE INDUSTRIEL BOIS	Session 2016
Analyse d'un problème technique	Page 7 sur 45

Étude de la phase d'usinage sur centre d'usinage des traverses hautes et basses des portes de placard (POH et POB).

Le centre d'usinage dont dispose l'entreprise est une Venture 316. L'entreprise utilise également d'un logiciel de CFAO permettant la simulation des stratégies d'usinage et la programmation de la machine. On cherche à définir le processus de fabrication des traverses des portes des placards. On rappelle que les portes sont reprises pour un calibrage périphérique après assemblage.

Les outils disponibles pour la réalisation des traverses sont détaillés dans le tableau du document technique DT19.

Question 23 : en vue de définir le mode opératoire sur le centre d'usinage, classer les surfaces usinées par ordre chronologique.
Voir DT18, DT19, DT20 et DR5 Justifier votre choix. Compléter le document réponse DR5.

Question 24 : parmi les systèmes de bridage proposés, sélectionner un ou des modes de bridage pour maintenir la pièce.
Justifier le choix et faire un schéma de principe sur feuille de copie.
Indiquer également l'orientation de la pièce sur la machine en précisant l'origine pièce et les éléments de mise en position (MIP).

L'entreprise dispose de plusieurs types de fraises droites pour l'ébauche et pour la finition.

Question 25 : compléter le document réponse DR6 en précisant la spécificité des différents outils et leur situation d'emploi. Sélectionner un outil d'ébauche et un outil de finition.
Voir DR6

La stratégie d'usinage retenue pour le tenonnage est un contournage hélicoïdal. L'outil choisi pour cette opération est l'outil N° 208, sa fréquence de rotation est $22000 \text{ tr.min}^{-1}$, la vitesse d'avance est de 6000 mm.min^{-1} . L'effort de coupe tangentiel par millimètre de profondeur est de 600 N pour le châtaigner. Pour un outil de $\varnothing 25 \text{ mm}$ le coefficient de sécurité est 2.

Question 26 : compte tenu des conditions de coupe décrites ci-dessus, définir la prise de passe axiale maximum sachant que la rupture de l'outil se situe à $20\,000 \text{ N}$ dans cette situation.

Question 27 : sur le document DR7, compléter les champs a, b et c, de la fenêtre du logiciel de FAO concernant l'opération de contournage d'un tenon.
Voir DR7

La puissance en sortie de broche du centre d'usinage est de 12 kw et le taux de rendement de la machine est de $0,9$ (données constructeur).

La puissance nécessaire à la coupe en défonceage (P_c) dépend :

- du coefficient de dureté du matériau, dureté Monnin (k_c en N/mm^2) ;
- de la largeur de la coupe (L_a en mm) et de la profondeur de passe (h en mm) ;
- de l'avance par dent (f_z en mm) ;
- du diamètre de l'outil (\varnothing en mm) et du nombre de dents en prise avec la matière (Z) ;
- de la vitesse de coupe (V_c en m.min^{-1}).

CAPLP CONCOURS EXTERNE ET CAFEP GENIE INDUSTRIEL BOIS	Session 2016
Analyse d'un problème technique	Page 8 sur 45

La puissance de coupe à la broche se calcule par la formule :

$$P_c = \frac{h \times L_a \times f_z \times V_c \times k_c \times Z}{\pi \times \varnothing \times 60 \times 10^3}$$

Unités associées :

- h : mm
- L_a : mm
- f_z : mm
- V_c : $m \cdot mm^{-1}$
- k_c : N/mm^2
- Z : mm
- \varnothing : mm
- P_c : Kw

Question 28 : vérifier que la puissance consommée lors de l'usinage est inférieure à la puissance de sortie de broche. Justifier votre réponse.

Partie V : préparation et suivi de chantier

Ce chantier fait l'objet d'une charte relative aux «chantiers à faibles nuisances respectueux de l'environnement et des personnes». Celle-ci fait partie intégrante de la démarche qualité environnementale souhaitée pour la construction de ce projet. Les objectifs contractuels sont présentés dans un document spécifique signé par chaque intervenant du chantier.

Ce chantier va générer de nombreux déchets divers qu'il va falloir éliminer. Les déchets de chantier sont regroupés selon 3 catégories :

- déchets dangereux ;
- déchets banals ;
- déchets inertes.

Question 29 : lister et classer pour chacune des catégories au moins 3 déchets relatifs à ce type de projets.

Question 30 : définir les mesures à mettre en place pour stocker, gérer et évacuer ces différents types de déchets.

Question 31 : proposer des solutions pour réduire les déchets sur le chantier.

Question 32 : justifier de l'intérêt de conserver une traçabilité des déchets.

DT1 : Extrait du Cahier des Clauses Techniques Particulières, lot 3 « Ossature bois/Charpente bois – généralités »

1. GENERALITES

1.1. Objet du dossier

Le projet est composé d'un bâtiment existant auquel on ajoute une structure métallique brise soleil avec lame en bois sur la façade côté cour, un bâtiment neuf plain pied en ossature bois comprenant une structure verticale, une charpente bois reprenant une couverture végétalisée, un préau en structure métallique, un bloc sanitaire en ossature bois et des locaux de rangements attenants.

Le bâtiment neuf à créer est de plein pied. **Sa capacité d'accueil est de 150 élèves.** Il se greffe sur une structure en béton armée situé sur la zone patio extérieur et espace de repos.

Le projet conçu en structure bois, comporte des murs extérieurs et des cloisons intérieures en ossature bois, celles-ci reposant sur des fondations et longrines en béton armé.

Des sheds de forme cubique réalisés en ossature bois sortiront du plan de toiture pour créer des puits de lumière ou des passages pour les gaines techniques.

Les murs en ossatures bois assurent la stabilité horizontale et sont autostables.

Certaines parois seront renforcées par un système de croix de Saint André pour augmenter la reprise d'efforts sismiques.

Les toitures à faible pente seront réalisées par des couvertures avec étanchéité et végétalisées telle qu'indiqué sur les plans architecte.

La structure porteuse de la toiture sera constituée de pannes et de poutres en lamellé-collé ou bois massif en Epicéa selon les sections requises. Des diagonales en bois massif fixées dans le plan des pannes participent à la stabilité en toiture.

Les bâtiments neufs seront habillés à l'extérieur par des panneaux 3 plis mélèze sur certaines parties de la façade Sud, des panneaux stratifiés plat sur la façade nord et un bardage ajouré sur le reste du bâtiment.

1.2. Consistance des travaux

ECOLE MATERNELLE ET PÉRISCOLAIRE

Structure verticale

- murs en ossature bois en bois massif ;
- structure complémentaire en bois massif ;

Charpente bois

- pannes lamellé-collé ;
- poutres en lamellé-collé ;
- pannes en bois massif ;
- entretoises en bois massif pour membrures des poutres au vent dans la toiture ;
- contreventements en bois massif ;
- poteaux en lamellé-collé ;
- structure de shed en ossature bois ;
- lames de brise soleil en bois mélèze à fournir au serrurier ;
- consoles métalliques support de lames brise soleil ;
- cadres métalliques supports de bardage ;
- chevêtres de CTA ;

Finition

- planches d'égout et sous-face ;
- panneaux OSB pour support de remontée d'étanchéité ;

Bardage

- bardage en lame ajouré en mélèze inclus film pare-pluie anti-UV teinte noire ;
- bardage en panneaux stratifiés HPL en façade nord ;
- bardage 3 plis mélèze ;
- bardage 3 plis mélèze teinté ;

Platelage bois

- platelage en poutre 140/200 en mélèze façade nord ;
- platelage bois composé comprenant structure bois et métal sur façade Sud ;

CAPLP CONCOURS EXTERNE ET CAFEP GENIE INDUSTRIEL BOIS		Session 2016
Analyse d'un problème technique		Page 10 sur 45

2. CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

2.1. Documents techniques de base

Les travaux et fournitures du présent lot devront dans tous les cas être conformes :

- aux D.T.U. en vigueur à la date de soumission. Les nouveaux seront applicables au fur et à mesure de leur parution ;
- aux règles de calcul des Eurocodes ;
- à l'ensemble des normes françaises de l'AFNOR, se rapportant aux ouvrages du présent lot.

Les nouvelles normes seront applicables au fur et à mesure de leur parution.

- NF P01-010 Décembre 2004 - Qualité environnementale des produits de construction - Déclaration environnementale et sanitaire des produits de construction, à défaut si elles n'existent pas pour un ou plusieurs produits, les informations concernant leurs performances environnementales, limitées aux seuls impacts sanitaires, doivent au minimum être connues des entreprises et disponibles dans une forme les situant par rapport aux exigences de la norme NF P01-010. La maîtrise des risques sanitaires concerne actuellement :

- la contribution à la qualité sanitaire des espaces intérieurs ;
- la contribution à la qualité sanitaire de l'eau.

Hypothèses de calcul :

2.1.1. Charges permanentes :

Toiture maternelle + périscolaire :

Complexe de végétalisation	150 daN· m ⁻²
Plafond plâtre + suspendus	30 daN· m ⁻²

Toiture Sheds :

OSB 22 mm	15 daN· m ⁻²
isolation	15 daN· m ⁻²
étanchéité	8 daN· m ⁻²
Divers + suspendus	10 daN· m ⁻²

1) Charges Climatiques :

- NEIGE à définir
- VENT Cf. la notice de calcul

2) Séisme

Zone de sismicité : Non

3) Feu

Stabilité au feu : 1/2 heure

DT2 : Extrait du Cahier des Clauses Techniques Particulières, lot 3 « Ossature bois/Charpente bois – Matériaux et descriptif des ouvrages »

2.2 Qualité et origines des matériaux.

2.2.1 Les bois lamellé-collé.

2.2.1.1 Qualité des bois

Les bois employés comme lamelles élémentaires seront constitués par des planchettes bois résineux ayant un pourcentage d'humidité au maximum égal à 15 %.

Le classement technologique en catégorie en vue de la détermination des contraintes admissibles se fera conformément à la norme B 52.001. Valeurs issues du GL24H (cahier de l'IRABOIS) et les normes NF EN 338, NF EN 384.

2.2.1.4. Les contre flèches

Des contre flèches peuvent être prévues pour les éléments en Bois lamellé collé ; la valeur de ces contre flèches sera égale à la flèche sous charges permanentes ou surcharges de longue durée, après fluage.

2.2.4. Traitements des bois massif et lamellé-collé

Dès la finition en atelier ou en usine, tous les éléments seront protégés ou traités selon les classes décrites dans le descriptif.

- 1) Les bois recevront une couche de lasure conformément à la norme NF T72-081 pour la classe de risque 1 (et classe de risque 2 pour la durée du montage) pour les bois non exposés.
- 2) Les bois seront traités fongicide, Insecticide conformément à la classe de risque 2.

Le choix des produits se fera en compatibilité avec les traitements de bas. Ces applications seront réalisées en atelier, après usinage des pièces bois.

3. DESCRIPTIF DES OUVRAGES

3.1. PARTIE ECOLE MATERNELLE ET PERISCOLAIRE

3.1.1. STRUCTURE VERTICALE

3.1.1.1. Murs en ossature bois extérieur

Fourniture et pose de **murs à ossature bois** composés de l'intérieur vers l'extérieur comme suit :

- Une finition intérieure avec contre ossature (**hors lot**)
- Un film pare vapeur en polyéthylène conforme au exigence du DTU 31.2
- Une ossature composée de montants, lisses haute et basse de section 50/140 inclus traverses coupe-feu tous les 2.50m
- Un isolant en laine minérale épaisseur 150mm compressé entre montants
- Un panneau de contreventement OSB 12mm
- Un lattage vertical en lames 35/120 avec isolation extérieur en laine minérale ép 120 mm
- Un lattage horizontal
- Un Film pare pluie anti-UV teinte noir parfaitement filant et agrafé tous les 10 cm (la pose sera vérifié par le maître d'œuvre avant poursuite des travaux) (**hors-position**)
- Un bardage ajouré (**hors-position**)

CAPLP CONCOURS EXTERNE ET CAFEP GENIE INDUSTRIEL BOIS	Session 2016
Analyse d'un problème technique	Page 12 sur 45

L'ensemble comprend les éléments de fixations de la structure, ceux de la structure au support comme la bande calfeutrante adhésive ainsi que toutes sujétions de mise en œuvre et de parfait achèvement

Bois : C24 d'Epicéa
Traitement : classe 2 pour lisses et montant
classe 4 pour semelle
Finition : Brut de sciage, calibré à la section désiré
Localisation : Mur extérieur du bâtiment

3.1.2. CHARPENTE BOIS

3.1.2.1. Pannes en lamellé-collé

Fourniture et pose de **pannes** en bois lamellé-collé d'Epicéa pour support de couverture végétalisée. Elles seront fixées de part et d'autre sur les murs ossature bois et/ou les poutres en lamellé-collé. L'ensemble comprend :

- Pannes 100/480

Pose sur deux appuis minimum. Fixation par boîtiers métalliques et boulons traversant.

Bois : GL24H
Traitement : Classe 2
Finition : Raboté quatre faces

L'ensemble comprend les éléments de fixations de la structure, ceux de la structure au support ainsi que toutes sujétions de mise en œuvre et de parfait achèvement

Localisation : Ensemble de la toiture

Rappel de traitement de surface des bois : Chapitre 2.2.4

3.1.2.2. Poutres en lamellé-collé

Fourniture et pose de **Poutres** en bois lamellé-collé d'Epicéa pour support des pannes. Elles seront fixées de part et d'autre sur les murs ossature bois. L'ensemble comprend :

- Poutres 140/360
- Poutres 140/480
- Poutres 160/560
- Poutres 160/760
- Poutres 200/480
- Poutres 200/680
- Poutre 200/840

Pose sur deux appuis. Fixation par ferrures mécano soudées et boulons traversant.

Bois : GL24H
Traitement : Classe 2
Finition : Raboté quatre faces

L'ensemble comprend les éléments de fixations de la structure, ceux de la structure au support ainsi que toutes sujétions de mise en œuvre et de parfait achèvement

Localisation : Structure principale de la toiture

Rappel de traitement de surface des bois : Chapitre 2.2.4

DT3 : Sécurité incendie dans les établissements recevant du public (ERP)

Article R123-19 du Code de la construction et de l'habitation

Il existe 5 catégories d'établissements recevant du public (ERP).

1^{ère} catégorie : lorsque l'effectif est supérieur à 1500 personnes.

2^{ème} catégorie : lorsque l'effectif est compris entre 701 et 1500 personnes.

3^{ème} catégorie : lorsque l'effectif est compris entre 301 et 700 personnes.

4^{ème} catégorie : lorsque l'effectif est compris entre le seuil de la 5^{ème} catégorie et 300 personnes.

5^{ème} catégorie : voir le tableau ci – après :

Type d'écoles	Nombre d'élèves accueillis					Catégorie
	A l'internat	Au sous-sol	Au rez-de-chaussée	Dans les étages	Au total	
Maternelle	30*	Interdit	100	1**	100	Si le nombre d'élèves est égal ou supérieur à l'un de ces nombres, l'école est classée dans l'une de ces 4 premières catégories
Elémentaire	30	100	200	100	200	

*Dans les écoles maternelles, les salles de repos ne sont pas des locaux réservés au sommeil au sens de la réglementation, le nombre de 30 élèves n'est à prendre en compte que si l'école maternelle comporte un internat.

** Tout accueil d'élèves de maternelle en étage entraîne le classement de l'école au- moins en 4^{ème} catégorie, sauf si l'établissement est implanté sur un étage unique avec un maximum de 20 élèves.

Une maternelle sur plusieurs niveaux ou encore une maternelle en étage sur un niveau avec plus de 20 élèves est classée en 4^{ème} catégorie.

Arrêté du 25 juin 1980 portant approbation des dispositions générales du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (ERP) - Résistance au feu des structures.

§ 1. Les éléments principaux de la structure et les planchers du bâtiment doivent, suivant le nombre de ses niveaux, sa hauteur et sa catégorie, répondre aux dispositions suivantes, sauf exceptions prévues aux articles CO 13 à 15 et dans la suite du présent règlement.

Un plancher partiel accueillant un local et répondant au critère défini au second alinéa du paragraphe 4 de l'article CO 11 ne doit pas être considéré comme un niveau pour la détermination de la stabilité au feu du bâtiment.

ÉTABLISSEMENT occupant entièrement le bâtiment	ÉTABLISSEMENT occupant partiellement le bâtiment	CATÉGORIE de l'établissement	RÉSISTANCE AU FEU
Simple rez-de-chaussée	Etablissement à un seul niveau	Toutes catégories	Structure SF de degré 1/2 h
			Plancher CF de degré 1/2 h
Plancher bas du niveau le plus haut situé à moins de	Différence de hauteur entre les niveaux extrêmes de	2e catégorie	Structure SF de degré 1/2 h
		3e catégorie	Plancher CF de degré 1/2 h

CAPLP CONCOURS EXTERNE ET CAFEP GENIE INDUSTRIEL BOIS	Session 2016
Analyse d'un problème technique	Page 14 sur 45

Tournez la page S.V.P.

8 mètres du sol.	l'établissement inférieure ou égale à 8 mètres.	4e catégorie	
		1re catégorie	Structure SF de degré 1 h
Plancher bas du niveau le plus haut situé à plus de 8 mètres et jusqu'à 28 mètres y compris.	Différence de hauteur entre les niveaux extrêmes de l'établissement supérieure à 8 mètres.		Plancher CF de degré 1 h
		2e catégorie	Structure SF de degré 1 h
		3e catégorie	Plancher CF de degré 1 h
		4e catégorie	
		1re catégorie	Structure SF de degré 1 h 1/2
			Plancher CF de degré 1 h 1/2

Correspondance entre les classements de résistance au feu européen et français.

Résistance au feu :

Classement européen	Correspondance avec les exigences françaises
Exprimé en minutes	Exprimé en heures ou fraction d'heures.
R = capacité portante	SF = stable au feu
E = étanchéité au feu	PF = pare-flammes
RE étanche au feu + résistance mécanique	PF + SF (pare-flammes + stable au feu)
EI	CF = coupe feu
REI	CF + SF (coupe feu + stable au feu)

Exemples :

	Classement européen	Exigences françaises
Porte	E 30	PF ½ h
Plancher	REI 60	CF 1 h et SF 1 h
Mur porteur	R 90	SF 1h30

I = isolation thermique selon le classement européen (transmission limitée de la température au travers de l'ouvrage).

DT4 : Bâtiment passif® - Extrait de la note de calcul - Logiciel EOLE

Le Bâtiment Passif®, souvent appelé « bâtiment sans chauffage », repose sur un concept de construction très basse consommation, basé sur l'utilisation de l'apport de chaleur "passive" du soleil, sur une très forte isolation (des murs, des fenêtres, etc.), sur l'absence de ponts thermiques, sur une grande étanchéité à l'air ainsi que sur le contrôle de la ventilation.

Un bâtiment passif consomme 90% d'énergie de chauffage en moins qu'une construction existante. Et 75% de moins qu'un bâtiment nouvellement construite selon la réglementation thermique actuelle. Quels que soient son mode de construction et sa situation géographique, un bâtiment passif, avec tout le confort actuel, n'a pas besoin de plus de 15 kWh par m² et par an (soit 1,5 litre par m² et par an d'équivalent pétrole) en chauffage. Les réalisations passives actuelles montrent que cette définition est valable pour des régions au climat rude ou au climat méridional ; soit toute la zone comprise entre Madrid et Stockholm. Un bâtiment passif ne coûte qu'entre 10 à 25 euros par mois en chauffage. Ce qui est nettement plus faible qu'un bâtiment basse énergie (entre 40 à 65 kWh* (m²* an)⁻¹, selon la zone climatique). Et pourtant le confort y est nettement meilleur !

Pour se chauffer, le bâtiment passif utilise toutes les sources de chaleur disponibles (soleil, usagers, appareils électriques, etc.). L'isolation extrêmement poussée des murs extérieurs, du toit et du sol ; ainsi que des fenêtres triple vitrage permettent de garder la chaleur à l'intérieur. L'air neuf est fourni par une ventilation mécanique contrôlée (VMC), double flux et inaudible (25db), qui récupère la chaleur de l'air sortant pour réchauffer l'air entrant.

Trois critères permettent de déterminer si un bâtiment peut obtenir la labellisation « Bâtiment Passif® / Passivhaus® » :

- Besoins en chauffage < 15 kWh* (m²* an)⁻¹ ou puissance de chauffe < 10 W* m²
- Étanchéité de l'enveloppe : n50 ≤ 0,6 h⁻¹
- Besoins en énergie primaire totale (appareils électriques inclus) < 120 kWh* (m²* an)⁻¹

Pour assurer le confort autant l'été que l'hiver, un bâtiment passif, doit être conçu pour éviter les déperditions non-contrôlées (dites "parasites"), notamment d'air chaud. À ce titre, son étanchéité à l'air est primordiale. Le bâtiment passive n'aime pas non plus les ponts thermiques ; ces endroits du bâti où la chaleur s'échappe plus vite... et inutilement. Ils sont généralement dus à un assemblage non-étanche, à des éléments porteurs de l'édifice... Le bâtiment passif réduit ces zones de déperdition de manière drastique.

Techniquement, un Bâtiment Passif®, c'est : une isolation renforcée, des fenêtres dites « chaudes », une ventilation avec récupération de chaleur, l'étanchéité à l'air, la suppression des ponts thermiques, l'optimisation des apports solaires gratuits, ainsi que l'utilisation d'appareils peu gourmands en énergie. Financièrement, le Bâtiment Passif® est le meilleur compromis de construction entre coût global d'exploitation et investissement.

Cela passe par une conception et une construction particulièrement soignée, dont voici les pierres angulaires. Il ne s'agit pas d'obligations de la norme, mais plutôt de conseils qui doivent permettre de respecter les trois critères cités plus haut :

1. Un climat intérieur agréable est possible sans système de chauffage ou de climatisation. Pour cela, les besoins en chauffage ne doivent pas dépasser la valeur de 15 kWh* (m²* an)⁻¹.
2. Les critères de confort doivent être respectés dans toutes les pièces d'habitation, aussi bien l'hiver que l'été. Cela implique généralement les conditions suivantes :

CAPLP CONCOURS EXTERNE ET CAFEP GENIE INDUSTRIEL BOIS	Session 2016
Analyse d'un problème technique	Page 16 sur 45

- ▶ la valeur U (coefficient de déperdition thermique) doit être inférieure à $0,15 \text{ W} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{K})^{-1}$ pour les parois opaques ;
- ▶ la valeur U des fenêtres et autres parois translucides doit être inférieure à $0,8 \text{ W} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{K})^{-1}$;
- ▶ les parois translucides (fenêtres, etc.) avec une orientation ouest ou est ($\pm 50^\circ$) tout comme celles ayant une inclinaison inférieure à 75° (par rapport à l'horizontale) ne doivent pas représenter plus de 15% de la surface habitable. Sinon, elles doivent être équipées d'une protection solaire temporaire (volet, rideau) ayant un facteur de protection de 75%. Pour les fenêtres orientées au sud, la limite est fixée à 25% de la surface utile ;
- ▶ la température de l'air à l'entrée des pièces ne doit pas descendre au dessous de 17°C ;
- ▶ une circulation d'air uniforme dans toutes les pièces doit être observée (efficacité de l'aération) ;
- ▶ la ventilation doit avant tout respecter l'hygiène de l'air (DIN 1946) ;
- ▶ le bruit causé de la ventilation doit être très faible (inférieur à 25 dBA) ;
- ▶ les bâtiments doivent avoir dans chaque pièce au moins une aération vers l'extérieur ; une ventilation de l'habitation grâce à l'air extérieur doit être possible pendant les nuits d'été (« rafraîchissement d'été »).

3. L'énergie primaire nécessaire pour toutes les activités du foyer (chauffage, ECS, électricité du foyer) ne doit pas dépasser les $120 \text{ kWh} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{an})^{-1}$.

Les principes à respecter dans la construction des bâtiments passives :

- ▶ bonne protection contre la chaleur et compacité : enveloppe extérieure U strictement inférieure à $0,15 \text{ W} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{K})^{-1}$;
- ▶ orientation sud sans pont thermique et absence d'ombre : utilisation du solaire passif ;
- ▶ vitrage et châssis de fenêtre ultra-performant : UW strictement inférieur à $0,8 \text{ W} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{K})^{-1}$ facteur g aux alentours de 50 % ;
- ▶ étanchéité à l'air : n50 strictement inférieur à $0,6 \text{ h}^{-1}$;
- ▶ récupération de la chaleur de l'air sortant : taux de récupération strictement supérieur à 75% ;
- ▶ appareils ménagers économes en énergie : appareillage hautement efficace (classe énergétique type A) ;
- ▶ réchauffage passif de l'air : optionnel : géothermie, température de l'air en hiver supérieure à 5°C .

Extrait de la note de calcul - Logiciel EOLE - Eurocode 1 - NF EN 1991-1-4/NA

Effort sur toiture (pression en daN.m^2) – Vent sur long pan		Effort sur toiture (pression en daN.m^2) – Vent sur pignon	
Vent de gauche Surpression intérieure Dépression extérieure	Vent de gauche Surpression intérieure Surpression extérieure	Vent de haut Surpression intérieure Dépression extérieure	Vent de haut Surpression intérieure Surpression extérieure
-26,91	-11,46	-25,79	-9,60
Vent de gauche Dépression intérieure Dépression extérieure	Vent de gauche Dépression intérieure Surpression extérieure	Vent de haut Dépression intérieure Dépression extérieure	Vent de haut Dépression intérieure Surpression extérieure
-2	13,45	-0,88	15,32

Remarque : Une valeur positive exprime une pression et une valeur négative une dépression.

DT5 : Etude des charges climatiques, extrait de la norme NF EN 1991-1-3/NA - Classe de résistance caractéristique du bois lamellé-collé, extrait de la norme NF EN 14080

Tableau des valeurs des charges de neige (source : NF EN 1991-1-3/NA)

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 ($S_{A,d}$) 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 :	Δs_1						Δs_2	

(charges en KN/m²)

Altitude A	Δs_1	Δs_2
de 200 à 500 m	$A/1000 - 0,20$	$1,5 A/1000 - 0,30$
de 500 à 1000 m	$1,5 A/1000 - 0,45$	$3,5 A/1000 - 1,30$
de 1000 à 2000 m	$3,5 A/1000 - 2,45$	$7 A/1000 - 4,80$

Coefficients μ_i pour une toiture sans dispositif de retenue de la neige (source : NF EN 1991-1-3)

Angle α du toit (degré)	$0 < \alpha \leq 30$	$30 < \alpha \leq 60$	$\alpha \geq 60$
i_1 (toiture à 1 ou 2 versants)	0,8	$0,8 (60 - \alpha) / 30$	0
i_2 (toiture à versants multiples)	$0,8 + (0,8\alpha / 30)$	1,6	

Classe de résistance caractéristique du bois lamellé-collé, extrait de la norme NF EN 14801

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	$f_{t0,g,k}$	16	17,6	19,2	20,8	22,4	24	25,6
	$f_{t90,g,k}$	0,5						
Résistance à la compression	$f_{c0,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
	$f_{c90,g,k}$	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

CAPLP CONCOURS EXTERNE ET CAFEP GENIE INDUSTRIEL BOIS	Session 2016
Analyse d'un problème technique	Page 18 sur 45

DT6 : Note de calcul - Logiciel STRUCTURE - Eurocode 5.

LISTE/DÉFINITION DES CAS DE CHARGES

Nombre de cas de chargement étudiés : 16 (8 ELS et 8 ELU)

Nombre de cas dimensionnant (soulignés) : 4

Cas ELS 1 : Permanente
 Cas ELS 3 : Permanente + Vent A
 Cas ELS 9 : Permanente + Neige + 0.5*Vent A
 Cas ELS 15 : Permanente + Vent A + 0.5*Neige
 Cas ELU 1 : 1.35*Permanente
 Cas ELU 3 : 0.9*Permanente + 1.5*Vent A
 Cas ELU 9 : 1.35*Permanente + 1.5*Neige + 0.9*Vent A
 Cas ELU 15 : 1.35*Permanente + 1.5*Vent A + 0.75*Neige

Cas ELS 2 : Permanente + Neige
 Cas ELS 4 : Permanente + Vent B
 Cas ELS 10 : Permanente + Neige + 0.5*Vent B
 Cas ELS 18 : Permanente + Vent B + 0.5*Neige
 Cas ELU 2 : 1.35*Permanente + 1.5*Neige
 Cas ELU 4 : 0.9*Permanente + 1.5*Vent B
 Cas ELU 10 : 1.35*Permanente + 1.5*Neige + 0.9*Vent B
 Cas ELU 18 : 1.35*Permanente + 1.5*Vent B + 0.75*Neige

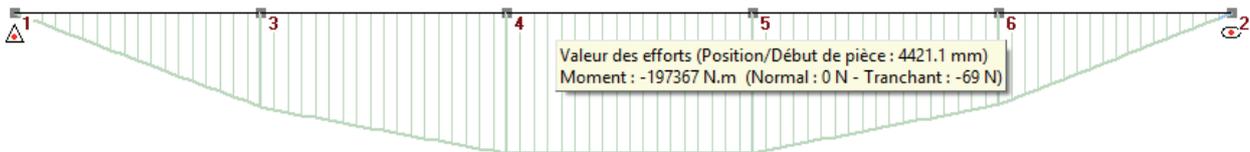
DÉFINITION DES NOEUDS

Noeuds	Coord X(mm)	Coord Y(mm)	Appui
1	0.0	0.0	Articulé
2	9905.0	0.0	Rouveau Horiz
3	2000.0	0.0	
4	4000.0	0.0	
5	8000.0	0.0	
6	8000.0	0.0	

CHARGES NODALES

Unités : N

Noeud	Perma Vrt	Perm. Fragile Vrt	Neige		Vent A Vrt	Vent B Vrt
			Norm	Exc.		
3	-23132.0	-1156.6	-6696.0	-6696.0	-1863.0	3275.0
4	-23132.0	-1156.6	-6696.0	-6696.0	-1863.0	3275.0
5	-23132.0	-1156.6	-6696.0	-6696.0	-1863.0	3275.0
6	-23132.0	-1156.6	-6696.0	-6696.0	-1863.0	3275.0



TAUX DE TRAVAIL : COMPRESSION + FLEXION (RISQUE DÉVERSEMENT)

Unités : lef (mm) - Moment (N.m) - Effort Normal (N) - Contraintes réelles et limites (N/mm²)

Hypothèses de calcul : Bois de section rectangulaire et lef = 0.9*1+2h avec h hauteur de la poutre considérée et l longueur de déversement(haut ou bas) perpendiculaire.

* Les barres sans risque de déversement latéral (kcr > 1) ne sont pas vérifiées.

Pièces/Barres	Déversement				Contrainte de Flexion			Contrainte de Compression				Taux Travail	Cas + Def					
	l _{ef}	σ _{1,0}	λ _{1,0}	K ₀₁	σ _{m,d}	f _{m,d}	f/taux	σ _{c,0,d}	f _{c,0,d}	f/taux	K _{mod}			γ _v	K _{c,0}	k _e	k _h	
Arbalétrier	10754.5	30.27	0.89	0.89	-197367	7.00	11.52	68%	---	---	---	0.60	1.25	0.89	1.00	1.00	68%	ELU 1

TAUX DE TRAVAIL : CONTRAINTE DE CISAILEMENT

Efforts (N) & Contrainte de cisaillement (N/mm²)

Pièces/Barres	Tranchant	Pos	T _d	f _{v,d}	K _{cr}	K _{mod}	γ _v	Taux	Cas + Def
Arbalétrier	68222	100%	0.56	1.68	1.00	0.60	1.25	33%	ELU 1

SYNTHESE FLÈCHES SUR PIÈCES - ANALYSE TRAVÉES DIMENSIONNANTES (mm)

Pièces	Flèche résultante finale				Flèche instantanée				Flèche 2nd oeuvre			
	Wnet,fin	/Limite*	Travée (lg)	Cas + Def	Winst,O	/Limite*	Travée (lg)	Cas + Def	W2	/Limite*	Travée (lg)	Cas + Def
Arbalétrier	22.1	45% (1448)	1-2 (9905.0 mm)	ELS 9	-3.6	11% (<1/999)	1-2 (9905.0 mm)	ELS 9	-11.1	45% (1891)	1-2 (9905.0 mm)	ELS 9

* Flèches : Taux de référence Wnet,fin 1/200, Winst,O 1/300 et W2 1/400 (voir configuration)
 Winst,G1 : Flèche instantanée sous charge permanente Non Fragile (G1)

FLÈCHES SUR PIÈCES/BARRES (mm)

Pièces/Barres	Flèche résultante finale				Flèche instantanée				Flèche 2nd oeuvre						
	Wnet,fin	/Limite*	Cas + Def	Winst,O	/Limite*	Cas + Def	W2	/Limite*	Cas + Def	Pos	Wc	Winst,G	Winst,G1*	Wcreep	Kdef
Arbalétrier	22.1	45% (1448)	ELS 9	-3.6	11% (<1/999)	ELS 9	-11.1	45% (1891)	ELS 9	1%	0.0	-11.6	-11.0	-6.9	0.60

* Flèches : Taux de référence Wnet,fin 1/200, Winst,O 1/300 et W2 1/400 (voir configuration)
 Attention valeur limite pour une lecture par pièce ou par travée.
 Winst,G1 : Flèche instantanée sous charge permanente Non Fragile (G1)

EFFORTS MAXIMAUX ET CARACTÉRISTIQUES AUX EXTRÉMITÉS DES BARRES

Unités : Efforts Normaux,Tranchants (N) - Moments (N.m)

Pièces/Barres	Noeuds	Efforts ELU maximaux			Efforts caractéristiques maximaux					
		Normaux	Tranchants	Moments	Normaux(Nk)	Cas + Def	Tranchants(Tk)	Cas + Def	Moments(Mk)	Cas + Def
Arbalétrier	1	0	90241	0	0	ELU 1	145219	ELU 1	0	ELU 1
	2	0	91888	0	0	ELU 1	147815	ELU 1	0	ELU 1

Attention : Efforts maximaux doivent être indiqués (l'ensemble des cas de charges est à prendre en compte pour le dimensionnement des assemblages.)

LISTE/DÉFINITION DES CAS DE CHARGES

Nombre de cas de chargement étudiés : 16 (8 ELS et 8 ELU)

Nombre de cas dimensionnant (soulignés) : 4

Cas ELS 1 : Permanente

Cas ELS 3 : Permanente + Vent A
 Cas ELS 9 : Permanente + Neige + 0.6°Vent A
 Cas ELS 15 : Permanente + Vent A + 0.5°Neige
 Cas ELU 1 : 1.35°Permanente
 Cas ELU 3 : 0.9°Permanente + 1.5°Vent A
 Cas ELU 9 : 1.35°Permanente + 1.5°Neige + 0.9°Vent A
 Cas ELU 15 : 1.35°Permanente + 1.5°Vent A + 0.75°Neige

Cas ELS 2 : Permanente + Neige

Cas ELS 4 : Permanente + Vent B
 Cas ELS 10 : Permanente + Neige + 0.6°Vent B
 Cas ELS 16 : Permanente + Vent B + 0.5°Neige
 Cas ELU 2 : 1.35°Permanente + 1.5°Neige
 Cas ELU 4 : 0.9°Permanente + 1.5°Vent B
 Cas ELU 10 : 1.35°Permanente + 1.5°Neige + 0.9°Vent B
 Cas ELU 16 : 1.35°Permanente + 1.5°Vent B + 0.75°Neige

CHARGES CLIMATIQUES

- Vent pris en compte - Pression de pointe au faîtage : 498.0 N/m²

DÉFINITION DES NOEUDS

Noeuds	Coord X(mm)	Coord Y(mm)	Appui
1	0.0	0.0	Articulé
2	9905.0	0.0	Rouleau Horiz

CHARGES UNIFORMÉMENT REPARTIES

Unités : Charges Saisies (N/m²) - Vent Coef (Cpe-Cpi)

Barres	Permanente	Perm. Fragile	Neige	Vent A	Vent B
Arbalétrier					
1/2	-1900.0	-95.0	-550.0	5.4	-3.1

Unités : Charges Résultantes (N/m)

Barres	Permanente	Perm. Fragile	Neige	Vent A	Vent B
Arbalétrier					
1/2	-12338	-578	-3348	1637	-940



TAUX DE TRAVAIL : COMPRESSION + FLEXION (RISQUE DÉVERSEMENT)

Unités : léf (mm) - Moment (N.m) - Effort Normal (N) - Contraintes réelles et limites (N/mm²)

Hypothèses de calcul : Bois de section rectangulaire et léf = 0.9*1+2h avec h hauteur de la poutre considérée et l longueur de déversement(haut ou bas) perpendiculaire.

* Les barres sans risque de déversement latéral (kcr=1) ne sont pas vérifiées.

Pièces/Barres	Déversement				Contrainte de Flexion			Contrainte de Compression			Taux				Cas + Def				
	léf	σ_{rel}	λ_{rel}	k_{rel}	Moment	σ_{rel}	f_{rel}	/Taux	Normal	σ_{rel}	f_{rel}	/Taux	Kmod	γ_M		Kc,0	ke	kh	
Arbalétrier																			
1/2	10754.5	30.27	0.89	0.89	-204268	7.24	11.52	70%	—	—	—	—	0.60	1.25	0.89	1.00	1.00	70%	ELU 1

TAUX DE TRAVAIL : CONTRAINTE DE CISAILLEMENT

Efforts (N) & Contrainte de cisaillement (N/mm²)

Pièces/Barres	Tranchant	Pos	T_{rel}	f_{rel}	Kcr	Kmod	γ_M	Taux	Cas + Def
Arbalétrier									
1/2	82491	100%	0.67	1.68	1.00	0.60	1.25	40%	ELU 1

SYNTHÈSE FLÈCHES SUR PIÈCES - ANALYSE TRAVÉES DIMENSIONNANTES (mm)

Pièces	Flèche résultante finale				Flèche instantanée				Flèche 2nd oeuvre			
	Wnet,fin	/Limite*	Travée (lg)	Cas + Def	Winst,Q	/Limite*	Travée (lg)	Cas + Def	W2	/Limite*	Travée (lg)	Cas + Def
Arbalétrier												
1/2	-22.8	46% (1/435)	1-2 (9905.0 mm)	ELS 10	-3.8	11% (<1/999)	1-2 (9905.0 mm)	ELS 10	-11.5	46% (1/865)	1-2 (9905.0 mm)	ELS 10

* Flèches : Taux de référence Wnet,fin 1/200, Winst,Q 1/300 et W2 1/400 (voir configuration)
 Winst,G1 : Flèche instantanée sous charge permanente Non Fragile (G1)

FLÈCHES SUR PIÈCES/BARRES (mm)

Pièces/Barres	Flèche résultante finale			Flèche instantanée			Flèche 2nd oeuvre								
	Wnet,fin	/Limite*	Cas + Def	Winst,Q	/Limite*	Cas + Def	W2	/Limite*	Cas + Def	Pos	Wc	Winst,G	Winst,G1*	Wcreep	Kdef
Arbalétrier															
1/2	-22.8	46% (1/435)	ELS 10	-3.8	11% (<1/999)	ELS 10	-11.5	46% (1/865)	ELS 10	50%	0.0	-11.9	-11.3	-7.1	0.60

* Flèches : Taux de référence Wnet,fin 1/200, Winst,Q 1/300 et W2 1/400 (voir configuration)
 Attention valeur limite pour une lecture par pièce ou par travée.
 Winst,G1 : Flèche instantanée sous charge permanente Non Fragile (G1)

EFFORTS MAXIMAUX ET CARACTÉRISTIQUES AUX EXTRÉMITÉS DES BARRES

Unités : Efforts Normaux, Tranchants (N) - Moments (N.m)

Pièces/Barres	Noeuds	Efforts ELU maximaux			Efforts caractéristiques maximaux					
		Normaux	Tranchants	Moments	Normaux(Nk)	Cas + Def	Tranchants(Tk)	Cas + Def	Moments(Mk)	Cas + Def
Arbalétrier	1	0	111550	0	0	ELU 1	178730	ELU 1	0	ELU 1
	2	0	111550	0	0	ELU 1	178730	ELU 1	0	ELU 1

Attention : Efforts maximaux donnés à titre indicatif. L'ensemble des cas de charges est à prendre en compte pour le dimensionnement des assemblages.

DT7 : Extrait du catalogue « Simpson Strong-Tie ».

Les sabots Simpson Strong-Tie®

GLE - GI / Grands sabots ailes ext. ou int. - 2,5 et 4 mm



ATE-06/0270

SIMPSON
Strong-Tie

NOUVEAU



GLE



GI

Les grands sabots à ailes extérieures ou intérieures sont préconisés dans de nombreux cas. Ils permettent d'assembler une structure efficacement sans usinage à façon et ainsi de fiabiliser l'ouvrage. De même, la multitude des applications rendues possibles par la polyvalence de ces produits les rendent aujourd'hui incontournables dans la construction.

Ce nouveau profil permet une grande polyvalence, notamment en terme de largeur de pliage. Il a aussi été conçu pour être totalement compatible avec les ancrages Simpson Strong-Tie et donc de faciliter la fixation sur support béton.

Caractéristiques

MATIÈRE :

S250GD + Z275 suivant NF EN 10346
Épaisseur : 2,5 mm ou 4 mm.



AVANTAGES : Les sabots en épaisseur 4 mm sont conformes à la norme BOIS-FEU 88 pour une tenue au feu 1/2 heure.

Applications

SUPPORT :

Porteur : bois massif, bois composite, lamellé collé, acier, béton.

Porté : bois massif, bois composite, lamellé collé, fermes triangulées, profilés...

DOMAINES D'UTILISATION :

- Solives,
- Panneaux,
- Lisses et montants de bardage,
- Butées de chevron
- Renforcement d'assemblages existants...

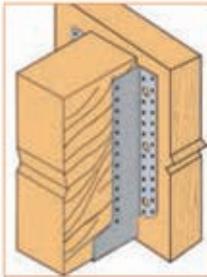
Autres largeurs

Nos sabots sont disponibles en d'autres largeurs que celles indiquées dans nos tableaux. Les dimensions doivent être comprises dans les plages de largeurs indiquées ci-dessous. Les valeurs sont disponibles auprès de notre service technique. Contactez-nous.

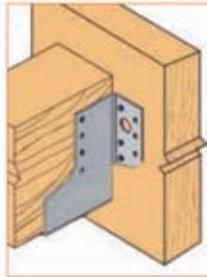
PLAGES DE PLIAGES DISPONIBLES		
Types de développés	Plage de largeurs	
	Ailes extérieures	Ailes intérieures
GL300* - GL340* - GL380	32 à 110 mm	76 à 110 mm
GL440 - GL500 - GL540 - GL600 - GL660 - GL720	32 à 160 mm	76 à 160 mm

* Uniquement en 4 mm.

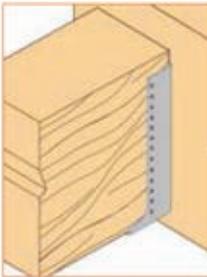
Exemples de mise en oeuvre



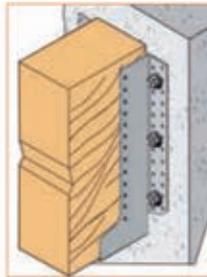
GLE : Fixation sur support BOIS
Clouage total



GLE : Fixation sur support BOIS
Clouage partiel



GI : Fixation sur support BOIS
Clouage total



GLE : Fixation sur support BÉTON



INSTALLATION:

- La largeur du bois peut être inférieure de 2 mm.
- La hauteur minimale du bois correspond à la hauteur du sabot côté B + 10mm.

Fixations

Sur porté :

- Pointes annelées CNA Ø4.0 x 50 mm
- Pointes annelées CNA Ø4.0 x 35 mm pour les épaisseurs inférieures à 64 mm
- Vis CSA Ø5.0 x 40 mm
- Vis CSA Ø5.0 x 35 mm pour les épaisseurs inférieures à 60 mm

Sur porteur :

Support bois :

- Pointes annelées CNA Ø4.0 x 50 mm
- Pointes annelées CNA Ø4.0 x 35 mm pour les épaisseurs inférieures à 64 mm
- Vis CSA Ø5.0 x 40 mm
- Vis CSA Ø5.0 x 35 mm pour les épaisseurs inférieures à 60 mm

Support en acier :

- Boulons Ø12 mm
- Le diamètre du boulon ne peut être inférieur de plus de 2 mm à celui du perçage.

Support béton (uniquement ailes extérieures) :

- Cheville mécanique : goujon WA M12-104/5
- Ancrage chimique : résine AT-HP + Tige filetée LMAS M12-150/35

ATTENTION : Les sabots ailes intérieures ne sont pas préconisés sur support béton et maçonnerie.

Support maçonnerie creuse : (reprise de charges des ancrages à vérifier)

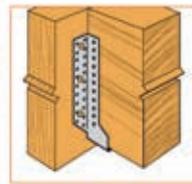
- Ancrage chimique : résine AT-HP ou POLY-GP + LMAS M12-150/35 + tamis SH M16-130

Données techniques

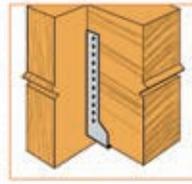
FIXATION BOIS/BOIS - CLOUAGE TOTAL / Epaisseur 2,5

Bois porté			Type	MODELE	Dimensions en mm				Fixations			Valeurs caractéristiques [kN]				
Larg.	Hauteur				A	B	C	Ep.	Porteur	Porté	Type	BOIS/BOIS Classe C24				
	Min.	Max.								Descendante	Ascendante	Latérale	Traction			
32	144	201	GSE	GSE300/32/2,5	32	134	110	2,5	12	6	04,0 x 35	8,5	2,6	2,0	3,7	
	164	231		GSE340/32/2,5	32	154	110	2,5	16	8	04,0 x 35	11,5	4,3	2,5	4,9	
141	196,50	GSE300/38/2,5		38	131	110	2,5	12	6	04,0 x 35	8,2	2,6	2,2	3,7		
161	226,50	GSE340/38/2,5		38	151	110	2,5	8	8	04,0 x 35	11,1	4,3	2,8	4,9		
211	301,50	GSE440/38/2,5		38	201	110	2,5	22	12	04,0 x 35	18,4	7,5	4,0	7,4		
135	187,50	GSE300/50/2,5		50	125	110	2,5	12	6	04,0 x 35	7,7	2,6	2,6	3,7		
155	217,50	GSE340/50/2,5		50	145	110	2,5	16	8	04,0 x 35	10,5	4,3	3,3	4,9		
235	337,50	GSE500/50/2,5		50	225	110	2,5	28	14	04,0 x 35	23,6	11,5	5,1	8,6		
128	177	GSE300/64/2,5		64	118	110	2,5	12	6	04,0 x 50	10,9	4,2	4,3	5,9		
148	207	GSE340/64/2,5		64	138	110	2,5	16	8	04,0 x 50	15,0	6,9	5,5	7,8		
168	237	GSE380/64/2,5		64	158	110	2,5	16	8	04,0 x 50	18,0	6,9	5,5	7,8		
165	233	GSE380/70/2,5		70	155	110	2,5	16	8	04,0 x 50	17,6	6,9	5,8	7,8		
195	278	GSE440/70/2,5		70	185	110	2,5	22	12	04,0 x 50	24,9	11,9	8,2	11,8		
225	323	GSE500/70/2,5		70	215	110	2,5	28	14	04,0 x 50	31,9	18,0	9,0	13,7		
76	162	228		GSI	GSE380/76/2,5	76	152	110	2,5	16	8	04,0 x 50	17,2	6,9	6,0*	7,8
	192	273			GSE440/76/2,5	76	182	110	2,5	22	12	04,0 x 50	24,4	11,9	8,6*	11,8
222	318	GSE500/76/2,5			76	212	110	2,5	28	14	04,0 x 50	31,9	18,0	9,4*	13,7	
160	225	GSE380/80/2,5			80	150	110	2,5	16	8	04,0 x 50	16,9	6,9	6,1*	7,8	
190	270	GSE440/80/2,5	80		180	110	2,5	22	12	04,0 x 50	24,1	11,9	8,8*	11,8		
220	315	GSE500/80/2,5	80		210	110	2,5	28	14	04,0 x 50	31,9	18,0	9,7*	13,7		
240	345	GSE400/80/2,5	80		230	110	2,5	32	16	04,0 x 50	35,9	22,7	10,6*	15,7		
270	390	GSE600/80/2,5	80		260	110	2,5	38	20	04,0 x 50	43,8	30,4	12,4*	19,6		
300	435	GSE660/80/2,5	80		290	110	2,5	44	22	04,0 x 50	47,8	39,0	12,8*	21,6		
330	480	GSE720/80/2,5	80		320	110	2,5	50	26	04,0 x 50	55,8	46,0	14,1*	25,5		
360	525	GSE780/80/2,5	80		350	110	2,5	56	28	04,0 x 50	59,8	49,6	14,2*	27,4		
390	570	GSE840/80/2,5	80		380	110	2,5	62	32	04,0 x 50	67,8	56,7	15,2*	31,4		
420	615	GSE900/80/2,5	80		410	110	2,5	68	36	04,0 x 50	75,7	63,8	16,0*	33,3		
450	660	GSE960/80/2,5	80		440	110	2,5	74	38	04,0 x 50	79,7	67,3	15,9*	37,2		
480	705	GSE1020/80/2,5	80		470	110	2,5	80	40	04,0 x 50	83,7	70,9	15,8*	39,2		
155	218	GSE380/90/2,5	90		145	110	2,5	16	8	04,0 x 50	16,1	6,9	6,4	7,8		
185	263	GSE440/90/2,5	90		175	110	2,5	22	12	04,0 x 50	23,2	11,9	9,2	11,8		
215	308	GSE500/90/2,5	90		205	110	2,5	28	14	04,0 x 50	31,5	18,0	10,2	13,7		
235	338	GSE540/90/2,5	90	225	110	2,5	32	16	04,0 x 50	43,8	30,4	13,3	19,6			
265	383	GSE600/90/2,5	90	255	110	2,5	38	20	04,0 x 50	43,8	30,4	13,3	19,6			
295	428	GSE660/90/2,5	90	285	110	2,5	44	22	04,0 x 50	47,8	39,0	13,8	21,6			
325	473	GSE720/90/2,5	90	315	110	2,5	50	26	04,0 x 50	55,8	46,0	15,3	25,5			
355	518	GSE780/90/2,5	90	345	110	2,5	56	28	04,0 x 50	59,8	49,6	15,4	27,4			
385	563	GSE840/90/2,5	90	375	110	2,5	62	32	04,0 x 50	67,8	56,7	16,6	31,4			
415	608	GSE900/90/2,5	90	405	110	2,5	68	36	04,0 x 50	75,7	63,8	17,6	33,3			
445	653	GSE960/90/2,5	90	435	110	2,5	74	38	04,0 x 50	79,7	67,3	17,5	37,2			
475	698	GSE1020/90/2,5	90	465	110	2,5	80	40	04,0 x 50	83,7	70,9	17,4	39,2			
150	210	GSE380/100/2,5	100	140	110	2,5	16	8	04,0 x 50	15,3	6,9	6,6	7,8			
180	255	GSE440/100/2,5	100	170	110	2,5	22	12	04,0 x 50	22,2	11,9	9,6	11,8			
210	300	GSE500/100/2,5	100	200	110	2,5	28	14	04,0 x 50	30,4	18,0	10,7	13,7			
230	330	GSE540/100/2,5	100	220	110	2,5	32	16	04,0 x 50	35,9	22,7	11,8	15,7			
260	375	GSE600/100/2,5	100	250	110	2,5	38	20	04,0 x 50	43,8	30,4	14,0	19,6			
290	420	GSE660/100/2,5	100	280	110	2,5	44	22	04,0 x 50	47,8	39,0	14,6	21,6			
320	465	GSE720/100/2,5	100	310	110	2,5	50	26	04,0 x 50	55,8	46,0	16,3	25,5			
350	510	GSE780/100/2,5	100	340	110	2,5	56	28	04,0 x 50	59,8	49,6	16,6	27,4			
380	555	GSE840/100/2,5	100	370	110	2,5	62	32	04,0 x 50	67,8	56,7	17,9	31,4			
410	600	GSE900/100/2,5	100	400	110	2,5	68	36	04,0 x 50	75,7	63,8	19,0	33,3			
440	645	GSE960/100/2,5	100	430	110	2,5	74	38	04,0 x 50	79,7	67,3	19,0	37,2			
470	690	GSE1020/100/2,5	100	460	110	2,5	80	40	04,0 x 50	83,7	70,9	18,9	39,2			
220	315	GSE540/120/2,5	120	210	110	2,5	32	16	04,0 x 50	34,0	22,7	12,7	15,7			
250	360	GSE600/120/2,5	120	240	110	2,5	38	20	04,0 x 50	43,1	30,4	15,2	19,6			
280	405	GSE660/120/2,5	120	270	110	2,5	44	22	04,0 x 50	47,8	39,0	16,0	21,6			
310	450	GSE720/120/2,5	120	300	110	2,5	50	26	04,0 x 50	55,8	46,0	18,0	25,5			
340	495	GSE780/120/2,5	120	330	110	2,5	56	28	04,0 x 50	59,8	49,6	18,4	27,4			
370	540	GSE840/120/2,5	120	360	110	2,5	62	32	04,0 x 50	67,8	56,7	20,1	31,4			
400	585	GSE900/120/2,5	120	390	110	2,5	68	36	04,0 x 50	75,7	63,8	21,5	33,3			
430	630	GSE960/120/2,5	120	420	110	2,5	74	38	04,0 x 50	79,7	67,3	21,6	37,2			
460	675	GSE1020/120/2,5	120	450	110	2,5	80	40	04,0 x 50	83,7	70,9	21,6	39,2			
190	270	GSE500/140/2,5	140	180	110	2,5	22	12	04,0 x 50	24,1	11,9	10,5	11,8			
210	300	GSE540/140/2,5	140	200	110	2,5	26	14	04,0 x 50	29,5	15,9	12,0	11,8			
240	345	GSE600/140/2,5	140	230	110	2,5	32	18	04,0 x 50	38,2	22,7	15,0	15,7			
270	390	GSE660/140/2,5	140	260	110	2,5	38	20	04,0 x 50	43,9	30,5	16,1	19,6			
300	435	GSE720/140/2,5	140	290	110	2,5	44	24	04,0 x 50	51,9	39,0	18,6	23,5			
330	480	GSE780/140/2,5	140	320	110	2,5	50	26	04,0 x 50	55,8	46,1	19,4	25,5			
360	525	GSE840/140/2,5	140	350	110	2,5	56	30	04,0 x 50	63,8	53,2	21,4	29,4			
390	570	GSE900/140/2,5	140	380	110	2,5	62	32	04,0 x 50	67,8	56,7	21,9	31,4			
420	615	GSE960/140/2,5	140	410	110	2,5	68	34	04,0 x 50	71,8	60,3	22,3	33,3			
450	660	GSE1020/140/2,5	140	440	110	2,5	74	38	04,0 x 50	79,8	67,4	23,8	37,2			

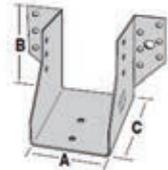
* Valable uniquement pour GSE



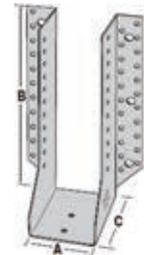
GSE



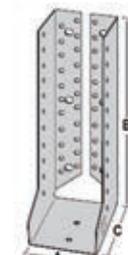
GSI



GSE 300



GSE 660

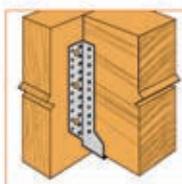


GSI 660

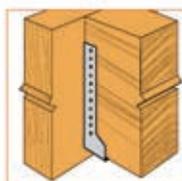
Données techniques

FIXATION BOIS/BOIS - CLOUAGE PARTIEL / Epaisseur 2,5 (suite)

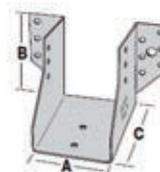
Bois porté			Type	MODELE	Dimensions en mm				Fixations			Valeurs caractéristiques [kN]					
Larg.	Hauteur				A	B	C	Ep.	Porteur	Porté	Type	BOIS/BOIS Classe C24					
	Min.	Max.								Descendants	Ascendants	Latérale	Traction				
90	155	218	GSE	GSE380/90/2,5	90	145	110	2,5	8	4	04.0 x 50	9.5	3.2	3.2	3.9		
	185	263		GSE440/90/2,5	90	175	110	2,5	12	6	04.0 x 50	13.8	6.6	4.6	5.9		
	215	308		GSE500/90/2,5	90	205	110	2,5	14	8	04.0 x 50	17.3	8.7	5.8	6.9		
	235	338		GSE540/90/2,5	90	225	110	2,5	16	8	04.0 x 50	19.9	11.0	5.6	7.8		
	265	383		GSE600/90/2,5	90	255	110	2,5	20	10	04.0 x 50	23.9	16.3	6.6	9.8		
	295	428		GSE660/90/2,5	90	285	110	2,5	22	12	04.0 x 50	27.9	19.1	7.5	10.8		
	325	473		GSE720/90/2,5	90	315	110	2,5	26	14	04.0 x 50	31.9	24.8	8.2	12.7		
	355	518		GSE780/90/2,5	90	345	110	2,5	28	14	04.0 x 50	31.9	24.8	7.7	13.7		
	385	563		GSE840/90/2,5	90	375	110	2,5	32	16	04.0 x 50	35.9	28.3	8.3	15.7		
	415	608		GSE900/90/2,5	90	405	110	2,5	34	18	04.0 x 50	39.8	31.9	8.8	16.7		
	445	653		GSE960/90/2,5	90	435	110	2,5	38	20	04.0 x 50	43.8	35.4	9.2	18.6		
	475	698		GSE1020/90/2,5	90	465	110	2,5	40	20	04.0 x 50	43.8	35.4	8.7	19.6		
	100	150		210	GSI	GSE380/100/2,5	100	140	110	2,5	8	4	04.0 x 50	9.2	3.2	3.3	3.9
		180		255		GSE440/100/2,5	100	170	110	2,5	12	6	04.0 x 50	13.2	6.6	4.8	5.9
210		300	GSE500/100/2,5	100		200	110	2,5	14	8	04.0 x 50	16.8	8.7	6.1	6.9		
230		330	GSE540/100/2,5	100		220	110	2,5	16	8	04.0 x 50	19.9	11.0	5.9	7.8		
260		375	GSE600/100/2,5	100		250	110	2,5	20	10	04.0 x 50	23.9	16.3	7.0	9.8		
290		420	GSE660/100/2,5	100		280	110	2,5	22	12	04.0 x 50	27.9	19.1	7.9	10.8		
320		465	GSE720/100/2,5	100		310	110	2,5	26	14	04.0 x 50	31.9	24.8	8.8	12.7		
350		510	GSE780/100/2,5	100		340	110	2,5	28	14	04.0 x 50	31.9	24.8	8.3	13.7		
380		555	GSE840/100/2,5	100		370	110	2,5	32	16	04.0 x 50	35.9	28.3	8.9	15.7		
410		600	GSE900/100/2,5	100		400	110	2,5	34	18	04.0 x 50	39.8	31.9	9.5	16.7		
440		645	GSE960/100/2,5	100		430	110	2,5	38	20	04.0 x 50	43.8	35.4	10.0	18.6		
470		690	GSE1020/100/2,5	100		460	110	2,5	40	20	04.0 x 50	43.8	35.4	9.4	19.6		
120		220	315	GSE		GSE540/120/2,5	120	210	110	2,5	16	8	04.0 x 50	18.9	11.0	6.3	7.8
		250	360			GSE600/120/2,5	120	240	110	2,5	20	10	04.0 x 50	23.9	16.3	7.6	9.8
	280	405	GSE660/120/2,5		120	270	110	2,5	22	12	04.0 x 50	27.9	19.1	8.7	10.8		
	310	450	GSE720/120/2,5		120	300	110	2,5	26	14	04.0 x 50	31.9	24.8	9.7	12.7		
	340	495	GSE780/120/2,5		120	330	110	2,5	28	14	04.0 x 50	31.9	24.8	9.2	13.7		
	370	540	GSE840/120/2,5		120	360	110	2,5	32	16	04.0 x 50	35.9	28.3	10.0	15.7		
	400	585	GSE900/120/2,5		120	390	110	2,5	34	18	04.0 x 50	39.8	31.9	10.7	16.7		
	430	630	GSE960/120/2,5		120	420	110	2,5	38	20	04.0 x 50	43.8	35.4	11.3	18.6		
	460	675	GSE1020/120/2,5		120	450	110	2,5	40	20	04.0 x 50	43.8	35.4	10.8	19.6		
	140	190	270		GSI	GSE500/140/2,5	140	180	110	2,5	12	6	04.0 x 50	14.3	6.7	5.2	5.9
		210	300			GSE540/140/2,5	140	200	110	2,5	14	8	04.0 x 50	16.8	8.8	6.9	6.9
		240	345			GSE600/140/2,5	140	230	110	2,5	18	10	04.0 x 50	21.8	13.6	8.3	8.8
		270	390			GSE660/140/2,5	140	260	110	2,5	20	10	04.0 x 50	23.9	16.3	8.0	9.8
		300	435			GSE720/140/2,5	140	290	110	2,5	24	12	04.0 x 50	27.9	21.3	9.3	11.8
330		480	GSE780/140/2,5	140		320	110	2,5	26	14	04.0 x 50	31.9	24.8	10.4	12.7		
360		525	GSE840/140/2,5	140		350	110	2,5	30	16	04.0 x 50	35.9	28.4	11.4	14.7		
390		570	GSE900/140/2,5	140		380	110	2,5	32	16	04.0 x 50	35.9	28.4	10.9	15.7		
420		615	GSE960/140/2,5	140		410	110	2,5	34	18	04.0 x 50	39.9	31.9	11.8	16.7		
450		660	GSE1020/140/2,5	140		440	110	2,5	38	20	04.0 x 50	43.9	35.5	12.5	18.6		
160		180	255	GSE		GSE500/160/2,5	160	170	110	2,5	12	6	04.0 x 50	13.2	6.6	5.3	5.9
		200	285			GSE540/160/2,5	160	190	110	2,5	14	8	04.0 x 50	15.7	8.7	7.0	6.9
		230	330			GSE600/160/2,5	160	220	110	2,5	20	10	04.0 x 50	23.9	16.3	8.6	8.8
		260	375			GSE660/160/2,5	160	250	110	2,5	20	10	04.0 x 50	23.9	16.3	8.3	9.8
	290	420	GSE720/160/2,5		160	280	110	2,5	24	12	04.0 x 50	27.9	21.2	9.7	11.8		
	320	465	GSE780/160/2,5		160	310	110	2,5	26	14	04.0 x 50	31.9	24.8	10.9	12.7		
	350	510	GSE840/160/2,5		160	340	110	2,5	30	16	04.0 x 50	35.9	28.3	12.1	14.7		
	380	555	GSE900/160/2,5		160	370	110	2,5	32	16	04.0 x 50	35.9	28.3	11.6	15.7		
	410	600	GSE960/160/2,5		160	400	110	2,5	34	18	04.0 x 50	39.8	31.9	12.6	16.7		
	440	645	GSE1020/160/2,5		160	430	110	2,5	38	20	04.0 x 50	43.8	35.4	13.4	18.6		
	180	170	240		GSE	GSE500/180/2,5	180	160	110	2,5	12	6	04.0 x 50	12.2	6.6	5.4	5.9
		190	270			GSE540/180/2,5	180	180	110	2,5	14	8	04.0 x 50	14.6	8.7	7.2	6.9
		220	315			GSE600/180/2,5	180	210	110	2,5	20	10	04.0 x 50	23.9	16.3	8.8	8.8
		250	360			GSE660/180/2,5	180	240	110	2,5	20	10	04.0 x 50	23.9	16.3	8.6	9.8
280		405	GSE720/180/2,5	180		270	110	2,5	24	12	04.0 x 50	27.9	21.2	10.0	11.8		
310		450	GSE780/180/2,5	180		300	110	2,5	26	14	04.0 x 50	31.9	24.8	11.4	12.7		
340		495	GSE840/180/2,5	180		330	110	2,5	30	16	04.0 x 50	35.9	28.3	12.6	14.7		
370		540	GSE900/180/2,5	180		360	110	2,5	32	16	04.0 x 50	35.9	28.3	12.2	15.7		
400		585	GSE960/180/2,5	180		390	110	2,5	34	18	04.0 x 50	39.8	31.9	13.3	16.7		
430		630	GSE1020/180/2,5	180		420	110	2,5	38	20	04.0 x 50	43.8	35.4	14.3	18.6		
200		160	225	GSI		GSE500/200/2,5	200	150	110	2,5	12	6	04.0 x 50	11.0	6.6	5.5	5.9
		180	255			GSE540/200/2,5	200	170	110	2,5	14	8	04.0 x 50	13.4	8.7	7.3	6.9
		210	300			GSE600/200/2,5	200	200	110	2,5	20	10	04.0 x 50	22.7	16.3	9.0	8.8
		240	345			GSE660/200/2,5	200	230	110	2,5	20	10	04.0 x 50	22.7	16.3	8.8	9.8
	270	390	GSE720/200/2,5		200	260	110	2,5	24	12	04.0 x 50	27.9	21.2	10.3	11.8		
	300	435	GSE780/200/2,5		200	290	110	2,5	26	14	04.0 x 50	31.9	24.8	11.7	12.7		
	330	480	GSE840/200/2,5		200	320	110	2,5	30	16	04.0 x 50	35.9	28.3	13.1	14.7		
	360	525	GSE900/200/2,5		200	350	110	2,5	32	16	04.0 x 50	35.9	28.3	12.7	15.7		
	390	570	GSE960/200/2,5		200	380	110	2,5	34	18	04.0 x 50	39.8	31.9	13.9	16.7		
	420	615	GSE1020/200/2,5		200	410	110	2,5	38	20	04.0 x 50	43.8	35.4	14.9	18.6		



GSE



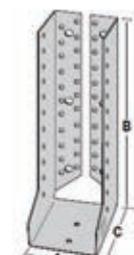
GSI



GSE 300



GSE 660



GSI 660