

SESSION 2024

CAPET
CONCOURS EXTERNE ET CAFEP CORRESPONDANT
ET TROISIEME CONCOURS

Section : SCIENCES INDUSTRIELLES DE L'INGÉNIEUR

Option : INGÉNIERIE DES CONSTRUCTIONS

ÉPREUVE ÉCRITE DISCIPLINAIRE

Durée : 5 heures

Calculatrice autorisée selon les modalités de la circulaire du 17 juin 2021 publiée au BOEN du 29 juillet 2021.

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

Il appartient au candidat de vérifier qu'il a reçu un sujet complet et correspondant à l'épreuve à laquelle il se présente.

Si vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, vous devez le signaler très lisiblement sur votre copie, en proposer la correction et poursuivre l'épreuve en conséquence. De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, vous devez la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Conformément au principe d'anonymat, votre copie ne doit comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé consiste notamment en la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de la signer ou de l'identifier. Le fait de rendre une copie blanche est éliminatoire.

Tournez la page S.V.P.

A

INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► **Concours externe du CAPET de l'enseignement public :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EDE	1411E	101	9311

► **Concours externe du CAFEP/CAPET de l'enseignement privé :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EDF	1411E	101	9311

► **Troisième concours externe du CAPET de l'enseignement public :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EDV	1411E	101	9311

Présentation du sujet

Informations aux candidats

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie. Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► **Concours externe du CAPET de l'enseignement publics :**

Concours	Section/option	Épreuve	Matière
<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

► **Concours externe du CAFEP/CAPET de l'enseignement privé :**

Concours	Section/option	Épreuve	Matière
<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

► **Troisième concours du CAPET de l'enseignement public :**

Concours	Section/option	Épreuve	Matière
<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

Sommaire

Page

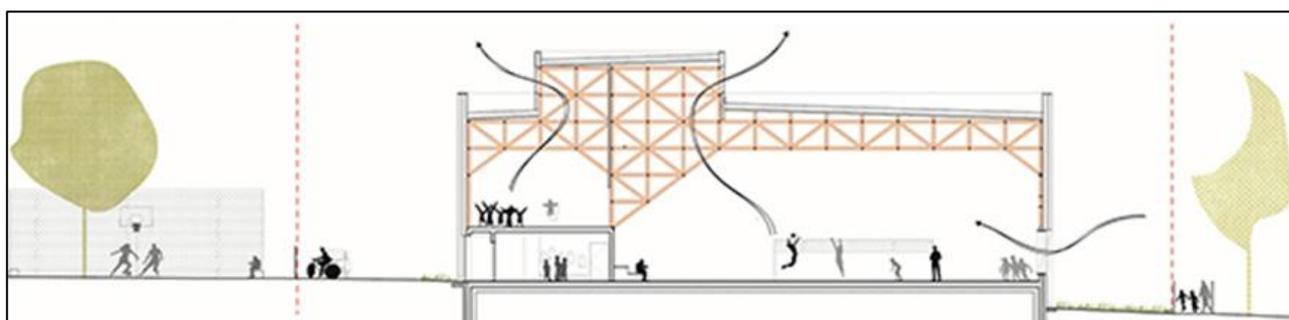
Présentation du sujet.....	2
Informations aux candidats	2
Sommaire	2
Présentation du support d'études	3
Questionnement.....	Erreur ! Signet non défini.
Étude 1 : IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DES CHOIX ARCHITECTURAUX	5
Étude 2 : ÉTUDE TECHNIQUE DU COMPLEXE DE COUVERTURE	5
Étude 3 : ÉTUDE DE L'ISOLATION DU COMPLEXE DE COUVERTURE	7
3A/ Justification de l'emploi d'un isolant	7
3B/ Étude thermique	7
3C/ Étude hygrothermique	8
Étude 4 : ÉTUDE ORGANISATIONNELLE ET ÉCONOMIQUE DU COMPLEXE DE COUVERTURE.....	9
4A/ Étude organisationnelle	9
4B/ Étude économique	9
Étude 5 : QUANTITATIFS DE L'OSSATURE BOIS	11
5A/ Étude de la poutre treillis	11
5B/ Étude d'une alternative en BLC	11

Nota : Les différentes études de ce sujet sont totalement indépendantes les unes des autres et peuvent être traitées dans un ordre quelconque par le(la) candidat(e). Toutes les études seront rédigées sur des copies séparées.

Présentation du support d'études

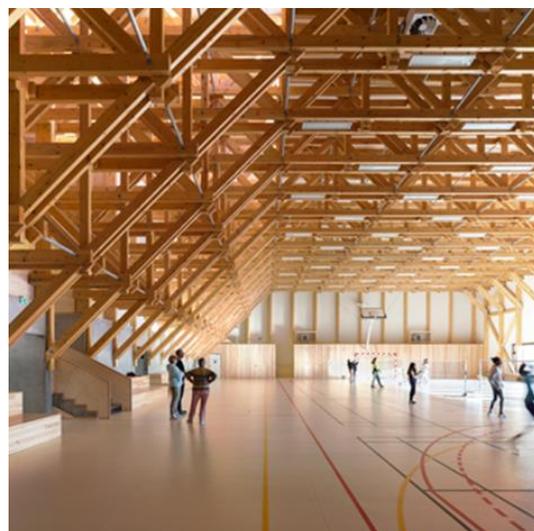
Gymnase Jean LAMOUR à NANCY (54)

En mai 2020, le Syndicat Intercommunautaire Scolaire de Nancy (SIS de Nancy) a décidé de construire un gymnase au bénéfice des élèves du collège Jean LAMOUR et du tissu associatif local. L'équipement est dédié au sport scolaire et à la pratique des sports de ballon (basket-ball et volleyball). Il intègre en plus de la salle principale et des vestiaires en RDC, une salle d'activité et un dojo en mezzanine qui profite d'un lien visuel avec la salle principale ainsi que des gradins d'une capacité maximale de 100 personnes.



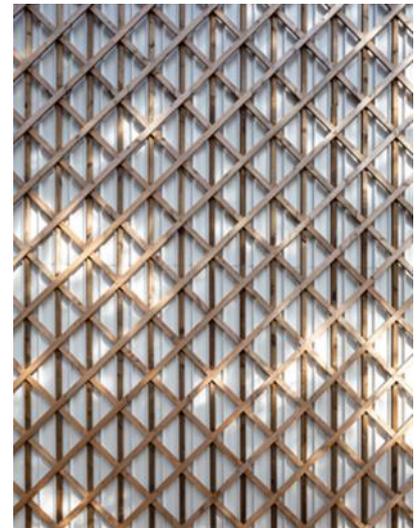
Coupe transversale

Le Collectif STUDIOLADA qui a remporté le concours de maîtrise d'œuvre sur esquisse, souhaitait utiliser des ressources naturelles locales pour réaliser ce bâtiment, notamment le bois massif. Il a donc conçu une structure interne entièrement visible constituée de poutres industrielles triangulées formant une maille carrée de L 2,00m par H 2,00m. Ces poutres sont assemblées à chaque nœud par des connecteurs métalliques traversants. Ce type de structure permet l'utilisation de bois massif issu du massif vosgien pour composer le portique de 32 mètres de longueur et 10 mètres de hauteur. La charpente composée de 2 travées franchit ainsi une portée de 8 mètres au-dessus de la mezzanine et une portée de 24 mètres au-dessus de la salle principale.





Cette structure en poutre treillis supporte en façade une enveloppe thermique à ossature bois isolée de panneaux de laine de bois et dont la peau extérieure est un bac acier blanc et une résille en Douglas. La toiture terrasse se compose de panneaux CLT épicéa formant support et contreventement, recouverts d'un complexe d'isolation et d'une membrane d'étanchéité PVC.



Après avoir identifié les procédés de réalisation de la couverture, l'objectif de l'étude sera de quantifier les impacts architecturaux, environnementaux et structurels de ce choix fort du bois massif pour la réalisation de cette charpente.



Étude 1 : IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DES CHOIX ARCHITECTURAUX

Contexte : La réglementation environnementale, RE 2020 a été mise en œuvre au 1er janvier 2022 pour les bâtiments à usage d'habitation, la date de dépôt de permis de construire (PC) faisant foi. Les bureaux et bâtiments d'enseignement ont suivi peu de temps après, au 1er juillet 2022. Les autres typologies de bâtiments sont soumises à cette réglementation depuis le 1er janvier 2023.

En passant de la RT2012 à la RE2020, la France passe d'une réglementation thermique à une réglementation environnementale, plus ambitieuse mais aussi plus exigeante pour la filière construction.

Les premiers coups de crayon de l'architecte, lors des esquisses, ont été conduit par la volonté de travailler avec du bois massif vosgien en circuit court ainsi que par le souhait de « tramer » l'ensemble de la structure sur une maille de 2m.

Objectif : identifier les avantages liés à l'utilisation de bois massif en lieu et place d'une solution en bois lamellé-collé

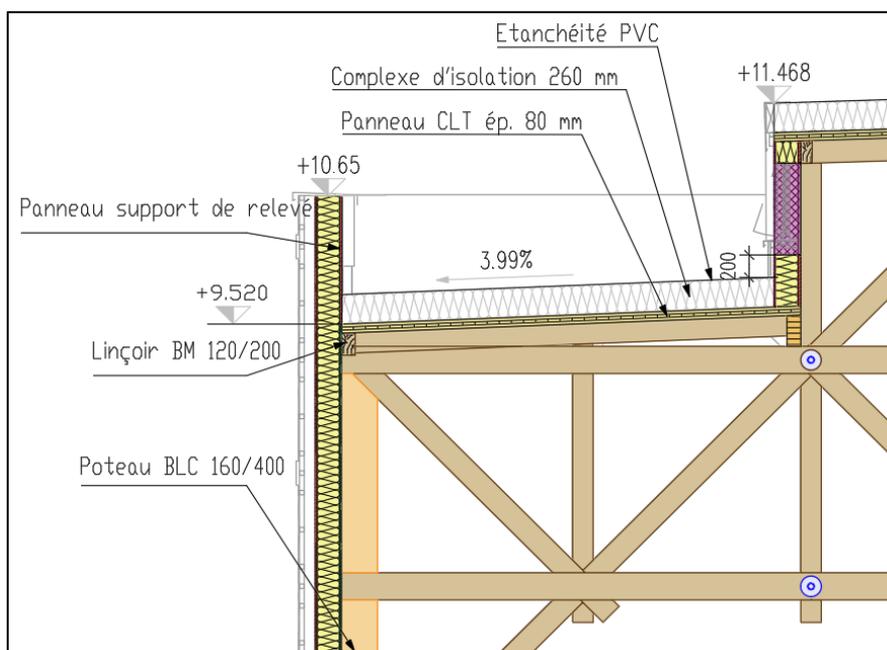
Question 1
DT1 à DT4

Citer les 2 principaux matériaux utilisés pour la réalisation de la structure.
Citer les 2 principaux matériaux utilisés pour l'enveloppe du bâtiment.
Expliquer en 5 lignes maximum les choix architecturaux qui permettent de répondre aux 3 objectifs de la RE2020 présentés dans le DT2.

Question 2
DT1 à DT4

Citer les avantages et inconvénients relatifs du bois massif face au bois lamellé collé.
Comparer les 2 essences de bois présentées au DT4 au regard des utilisations possibles dans le bâtiment étudié (poutre treillis, mur à ossature bois, résille en façade).

Étude 2 : ÉTUDE TECHNIQUE DU COMPLEXE DE COUVERTURE



Contexte : La toiture terrasse de ce bâtiment est composée de panneaux CLT de 80mm qui reposent directement sur la charpente en poutre treillis. Ces panneaux supportent un complexe d'isolation d'épaisseur totale de 260 mm recouverte d'une étanchéité PVC. À partir de la documentation technique fournie, la mise en œuvre de ce procédé d'étanchéité en zone courante ainsi qu'au niveau des principaux points singuliers sera étudiée.

Objectif : déterminer le critère de performance de la membrane d'étanchéité et identifier les principes de mise en œuvre du procédé d'étanchéité

Le classement F.I.T. est une méthode de classement des revêtements d'étanchéité s'appuyant sur trois critères principaux :

- la **Fatigue** : paramètre caractérisant l'endurance du revêtement aux mouvements du support (dilatation), classé de 1 à 5 (5 étant la meilleure note),
- l'**Indentation** : paramètre caractérisant la résistance du revêtement au poinçonnement (perforation), classé de 1 à 5 (5 étant la meilleure note),
- la **Température** : paramètre caractérisant la tenue du revêtement aux températures élevées (risque de fluage) classé de 1 à 4 (4 étant la meilleure note).

Question 3 | **Expliquer**, en quelques lignes, l'intérêt du classement F.I.T. dans le choix des revêtements d'étanchéité.

Question 4
DT5 et DT6 | **Expliquer et justifier** pour quelle raison un seul paramètre de performance du classement F.I.T. est exigé pour la membrane d'étanchéité.

Déterminer et justifier le classement minimum réglementaire du revêtement d'étanchéité.

Comparer le classement minimum réglementaire au classement préconisé dans le CCTP. **Conclure.**

D'après le document technique d'application 5.2/15-2473_V2 relatif à la membrane « Flagon PVC fixé mécaniquement » édité par le CSTB à la demande de fournisseur de membrane PVC, le revêtement est classé I5 pour toutes les épaisseurs.

Comparer le classement minimum réglementaire au classement indiqué par le fabricant de la membrane monocouche en PVC-P de type FLAGON SR 15/10. **Conclure.**

Question 5
DT5, DT7
DT8
DR1 | **Compléter** le dessin à main levée légendé sur le DR1 afin de définir le détail d'exécution de la liaison entre le contre-bardage et le complexe de couverture :

- À partir et à la suite des éléments repérés sur le DT8, **représenter** et **repérer** l'ensemble des éléments décrits dans le CCTP des lot 05 Couverture_Étanchéité et lot 06 Bardage ;
- **représenter** la fixation des différents éléments ;
- **indiquer** la cotation d'exécution.

Étude 3 : ÉTUDE DE L'ISOLATION DU COMPLEXE DE COUVERTURE

3A/ Justification de l'emploi d'un isolant

Contexte : Le choix d'un isolant s'établit, entre autres, à partir de critères thermiques. Mais dans le cas de l'utilisation d'un isolant en toiture terrasse, d'autres critères sont en prendre en considération, notamment le critère de compressibilité.

Objectif : Valider le choix d'un isolant par rapport au critère de compressibilité

- Question 6**
DT5 et DT9
- La toiture terrasse est uniquement accessible pour un entretien annuel. D'après l'extrait du Guide technique UEAtc pour l'agrément des systèmes isolants supports d'étanchéité des toitures plates et inclinées Cahier 2662_V2 – Juillet 2010, **déterminer** la classe minimale de compressibilité des isolants constituant le complexe de couverture et les exigences imposées par cette classe.
- Question 7**
DT5
- Vérifier** la conformité des isolants constitutifs du complexe thermique vis-à-vis de cette exigence de compressibilité.
- Question 8**
DT5 et DT9
- D'après l'extrait du Guide technique UEAtc pour l'agrément des systèmes isolants supports d'étanchéité des toitures plates et inclinées Cahier 2662_V2 – Juillet 2010, **décrire** succinctement, en quelques lignes, la finalité de cet essai ainsi que les différentes phases et les conditions de déroulement de cet essai pour l'isolant en panneau rigide en liège expansé Pavaroof-ICB.

3B/ Étude thermique

Contexte : La différence de température entre l'intérieur et l'extérieur est à l'origine d'une diffusion de chaleur au travers de la paroi. Cette diffusion doit être maîtrisée afin de répondre aux exigences de la réglementation thermique.

Objectif : Vérifier la conformité d'un isolant vis-à-vis du cahier des charges et faire un choix en fonction des critères techniques

- Question 9**
DT5 et DT10
- D'après les données sur les matériaux et les résistances thermiques superficielles, **déterminer** l'épaisseur minimale de l'isolant en panneau rigide de fibres de bois Pavaroof-WFB en partie courante du complexe de couverture afin de satisfaire l'exigence du CCTP.
- Question 10**
- D'après l'extrait du catalogue fournisseur donné ci-dessous, **choisir** une épaisseur d'isolant Pavaroof-WFB commercialisée.
Calculer la résistance thermique réelle du complexe de couverture correspondante.

(en mm)	Pavaroof-WFB								
Épaisseur commercialisée	120	130	140	150	160	170	180	190	200

- Question 11**
DT5 et DT10
- En supposant un régime stationnaire établi, **calculer** le flux de chaleur surfacique échangé au travers de la paroi pour une température intérieure de 20 °C et une température extérieure de -5 °C.

Question 12 | **Déterminer** les températures aux interfaces des matériaux et **tracer** la courbe des températures dans ce complexe de couverture sur le DR2.
DT5 et DT10
DR2

3C/ Étude hygrothermique

Contexte : La diffusion de vapeur d'eau dans les parois peut entraîner un phénomène de condensation. À la surface des parois, la condensation peut entraîner une détérioration des revêtements (cloquage des peintures ...). À l'intérieur des parois, elle peut engendrer une détérioration des matériaux. La condensation de la vapeur d'eau est un phénomène néfaste pour les isolants et doit donc être évitée.

Objectif : Mettre en évidence, la présence ou non, de condensation dans le complexe de couverture

Question 13 | **Déterminer**, à partir des températures calculées précédemment et du tableau du DT10, les pressions saturantes correspondantes et **tracer** leur évolution dans ce complexe de couverture sur le DR3.
DT5 et DT10
DR3

Question 14 | En considérant les informations données dans le DT10 ainsi que les éléments suivants :
DT5 et DT10
DR3

- Humidité relative intérieure HR = 50%
- Humidité relative extérieure HR = 70%

Déterminer la densité de flux de vapeur d'eau migrant au travers de ce complexe de couverture.

Question 15 | **Déterminer** les pressions réelles aux interfaces et **tracer** leur évolution dans ce complexe de couverture sur le DR3.
DT5 et DT10
DR3

Question 16 | **Conclure** quant au risque éventuel de condensation superficielle et de condensation dans la masse.

Le bureau d'études thermique recommande de limiter les déperditions surfaciques de cette couverture et propose de mettre en œuvre un isolant pavaflex confort d'épaisseur 100 mm et de résistance thermique $2,60 \text{ m}^2 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{W}^{-1}$. Le complexe de cette couverture est un système « Pavarooof » dont la mise en œuvre est réglementée par l'Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX) N°2826_V1.

Cet ATEX apporte la précision suivante : « Un complément d'isolation peut être apporté en sous-face de l'élément porteur via un PAVAFLEX CONFORT, placé entre chevrons, dont la résistance thermique n'excède pas le tiers de la résistance thermique totale du système. »

Question 17 | **Vérifier** si le complexe de couverture respecte cette condition.
Expliquer les conséquences du non-respect de cette recommandation d'un point de vue hygrothermique.
Dans l'hypothèse où cette recommandation ne peut pas être respectée, **indiquer** la solution qui doit être envisagée dans la mise en œuvre des matériaux.

Étude 4 : ÉTUDE ORGANISATIONNELLE ET ÉCONOMIQUE DU COMPLEXE DE COUVERTURE

Contexte : Afin qu'une opération de construction se déroule dans de bonnes conditions, l'entreprise doit :

- définir l'effectif de l'équipe assurant les travaux afin de respecter les délais d'intervention prévus sur le planning d'exécution,
- assurer le suivi économique du chantier afin de dégager les bénéfices escomptés.

4A/ Étude organisationnelle

Objectif : déterminer l'effectif et la constitution de l'équipe de l'entreprise Couverture_Étanchéité

Question 18
DT5 et DT11 | Afin de respecter le planning d'exécution qui prévoit 35 jours de travaux pour l'entreprise Couverture_Étanchéité, **déterminer** l'effectif de l'équipe Couverture_Étanchéité.

4B/ Étude économique

Objectif : Effectuer le bilan financier du lot Étanchéité pour cette opération

Question 19
DT5 et DT11
DR4 | **Établir** le déboursé sec unitaire de l'article 5.2.2 Isolation du lot 05 Couverture_Étanchéité.

Question 20
DT5 et DT11
DR5 | **Établir** le déboursé sec de l'article 5.2.2 Isolation et les déboursés secs du lot 05 Couverture_Étanchéité.

Question 21
DT5 et DT11 | **Calculer** les coefficients de prix de revient applicables aux déboursés secs matériaux K_{pmat} et aux déboursés secs main d'œuvre K_{pmo} ainsi que le coefficient de bénéfice K_b applicable au prix de revient.
Expliquer le choix de l'entreprise de différencier le coefficient de prix de revient applicable aux matériaux et à la main d'œuvre.

Le coefficient de passage en vente K_{pvHT} pour l'article 5.2.2 Isolation est égal à 1,1307.

Question 22
DT5 et DT11
DR6 | **Calculer** le prix de vente HT et TTC du lot 05 Couverture_Étanchéité.
Compléter le cadre de décomposition du prix global et forfaitaire sur le document réponse DR6.

En tant que conducteur de travaux de l'entreprise Couverture_Étanchéité, avant le démarrage des travaux, vous devez établir une comparaison de la contre-étude (budget prévisionnel) au montant établi au cadre de décomposition global et forfaitaire établi pour le lot 05 Couverture_Étanchéité.

Durant les mois qui se sont écoulés entre la remise de l'offre au client et le démarrage des travaux, les matériaux ont augmenté de 12 %.

Question 23 DT5, DT11 et DT12 DR7	Établir le budget prévisionnel pour les articles 5.2.1 Pare-vapeur et 5.2.2 Isolation. Compléter la partie « Budget Total Chantier Prévisionnel » des tableaux du document réponse DR7. Comparer ce budget prévisionnel des articles 5.2.1 Pare-vapeur et 5.2.2 Isolation au montant des déboursés secs correspondants. Conclure sur la prise de risque du conducteur de travaux.
---	--

Le chantier du lot 05 Couverture_Étanchéité s'est déroulé sur les mois Octobre 2022 et Novembre 2022. À la fin de chaque mois, un rapport mensuel d'activités est établi.

Question 24 DT5, DT11 DR7	Établir le suivi économique de l'entreprise Couverture_Étanchéité à partir des données mentionnées dans le rapport mensuel d'activités pour le mois d'octobre 2022. Compléter les parties « Crédit en cumulé » et « Consommé en cumulé » pour la tâche 5.2.2 Isolation pour le mois d'octobre 2022 sur le document réponse DR7. Conclure en complétant la colonne « Résultats », les cellules « Écarts », « Bilan », « Total MO », Total Fournitures et « Total » sur le document réponse DR7.
--	---

L'entreprise Couverture_Étanchéité a répondu à l'appel d'offre et a remis son offre de prix au mois de juin 2021.

Question 25 DT12 et DT13 DR8	En vue de la facturation des travaux au client, établir le bon d'acompte du mois d'octobre 2022 sur le document réponse DR8.
Question 26	Établir le bilan financier intermédiaire de l'opération au mois d'octobre 2022. Calculer le nouveau bénéfice et son pourcentage par rapport au prix de vente HT. Conclure par rapport au bénéfice escompté au moment de la remise de l'offre de prix.

Étude 5 : QUANTITATIFS DE L'OSSATURE BOIS

Contexte : pour franchir la portée de 24 mètres, l'architecte a eu recours à une poutre treillis en bois massifs. Cette étude vise à comparer le volume de bois nécessaire pour cette solution avec une solution en bois lamellé collé.

Objectif : comparaison des quantitatifs de bois entre bois massif et BLC

5A/ Étude de la poutre treillis

Question 27
DT1 et DT14
DR9 | En raisonnant sur les dimensions de la maille élémentaire et en négligeant la pente du toit, **établir** le volume total de bois massif utilisé pour la solution en poutre treillis.

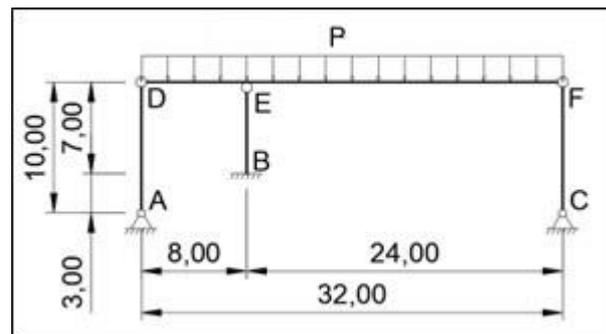
5B/ Étude d'une alternative en BLC

Objectif : dimensionner la section de la poutre en BLC en considérant une charge linéique totale pondérée à l'ELU de $p_{ELU} = 3,5 \text{ kN/m}$ et à l'ELS de $p_{ELS} = 2,5 \text{ kN/m}$.

Modélisation mécanique du portique

Question 28 | Définir le degré d'hyperstaticité de la structure.

Question 29 | Indiquer, sans calcul, quelle est la nature des sollicitations dans le poteau central et les poteaux latéraux.



Question 30
DT1 et DT14 | Indiquer quelles sont les répercussions de l'encastrement en pied du poteau central sur le plancher haut du RdC et le voile en béton armé de la file E, notamment lors de la reprise d'efforts horizontaux dus au vent sur les façades EST et OUEST.

Étude des sollicitations le long de la poutre BLC de 24 m de portée

Question 31
DT15 | Déterminer, à l'aide du formulaire du DT15, le moment au centre de chaque travée et le moment sur l'appui central. Indiquer quel est le moment maximal.

Dimensionnement de la hauteur d'une poutre de 300 mm de largeur

Question 32
DT16 | Déterminer la hauteur de la poutre afin de limiter la flèche au milieu de la travée de 24,00 m au 200ème de la portée.

Question 33
DT16 | Dimensionner la hauteur de la poutre face aux contraintes normales.

Question 34 | **Dimensionner** la hauteur de la poutre face aux contraintes de cisaillement.
DT16

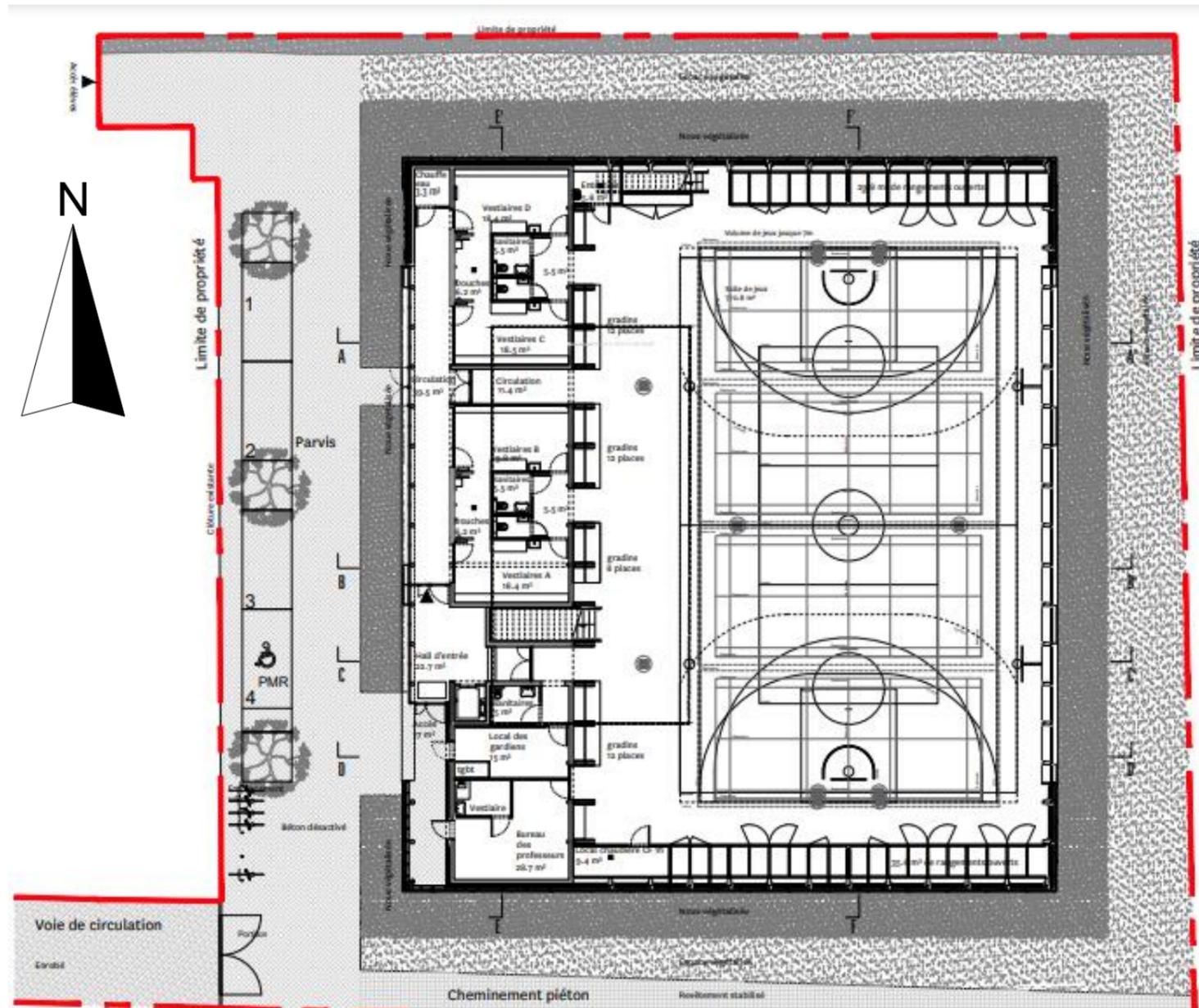
Question 35 | **Conclure** sur la section de poutre BLC à utiliser.

Quantitatif de bois lamellé-collé pour la poutre

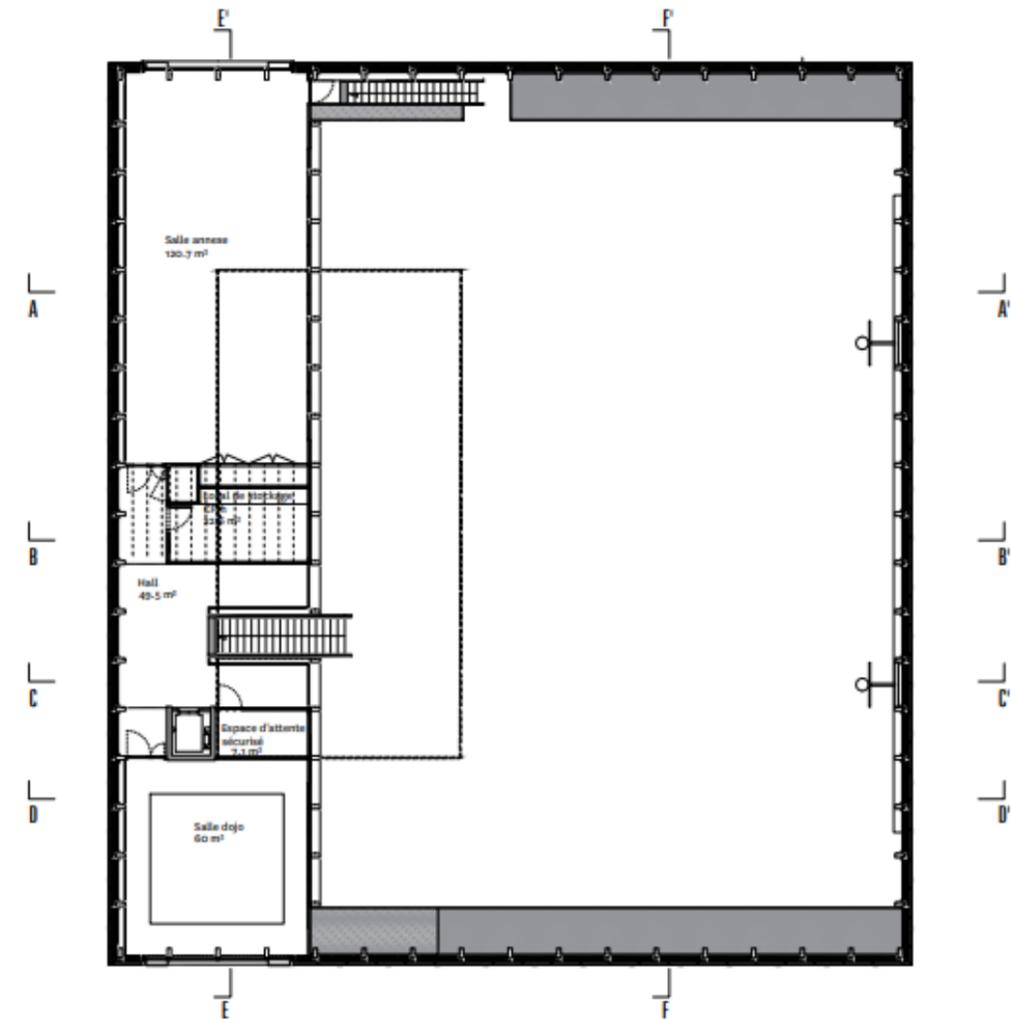
Question 36 | **Comparer** le volume total de bois massif utilisé pour la solution en poutre treillis établi à la question 27 et le volume de bois lamellé-collé pour la poutre BLC. **Conclure**.

DOCUMENTS TECHNIQUES

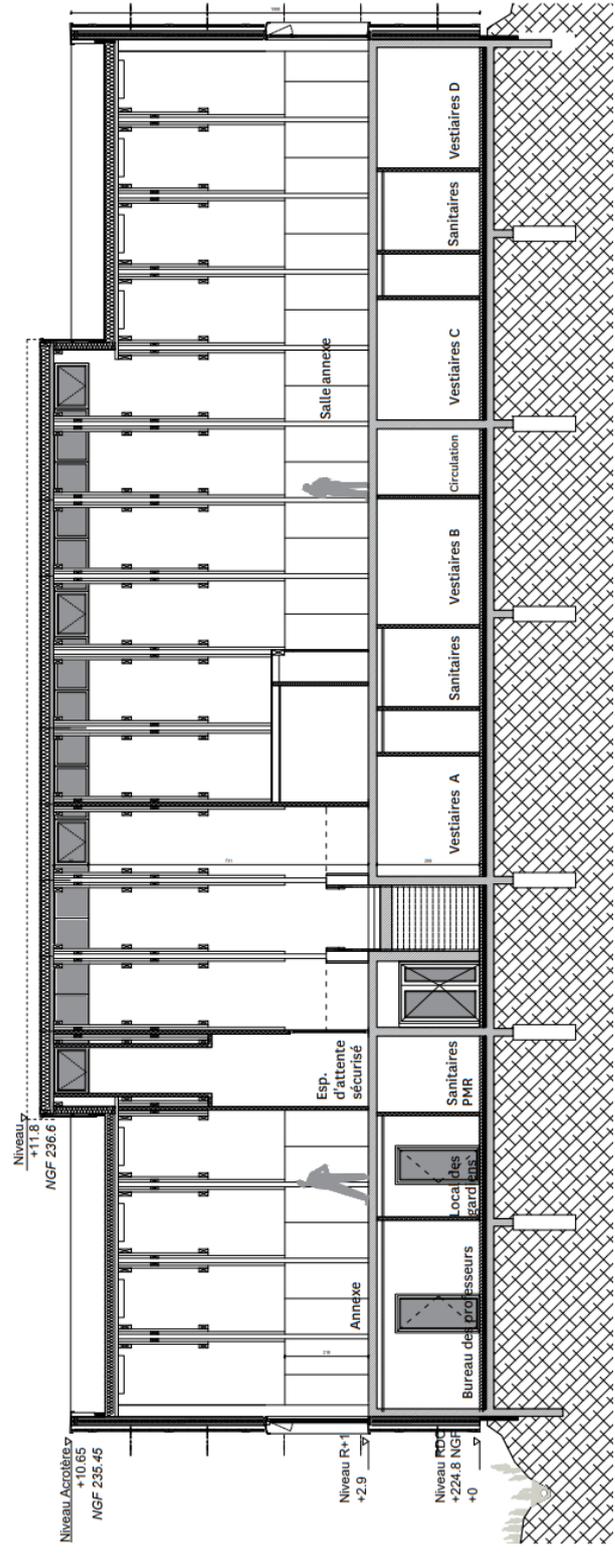
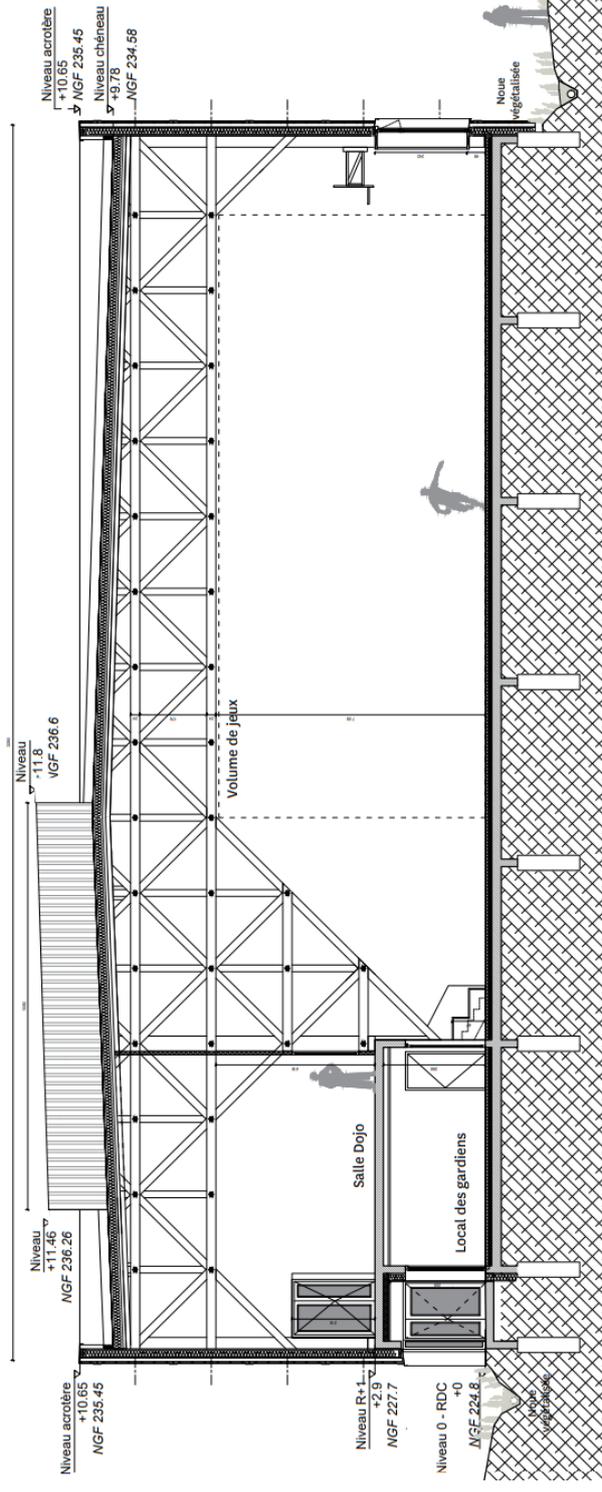
- DT 1 – Vues et plans du bâtiment**
- DT 2 – Grands principes de le RE2020**
- DT 3 – Le bois Lamellé collé**
- DT 4 – Essences de bois utilisées**
- DT 5 – CCTP Lot 05 Couverture_Etanchéité**
- DT 6 – NFP 84-354 Étanchéité des bâtiments - Classement FIT**
- DT 7 – CCTP Lot 06 Bardage**
- DT 8 – Coupe sur complexe de couverture et acrotère**
- DT 9 – e-cahiers du CSTB 2662 V2**
- DT 10 – Données thermique et hygrothermique**
- DT 11 – Données économiques**
- DT 12 – CCAP**
- DT 13 – Valeurs d'indice du BT53**
- DT 14 – Structure ossature bois**
- DT 15 – Formulaire poutre continue**
- DT 16 – Données nécessaires au dimensionnement de la poutre lamellé-collé**



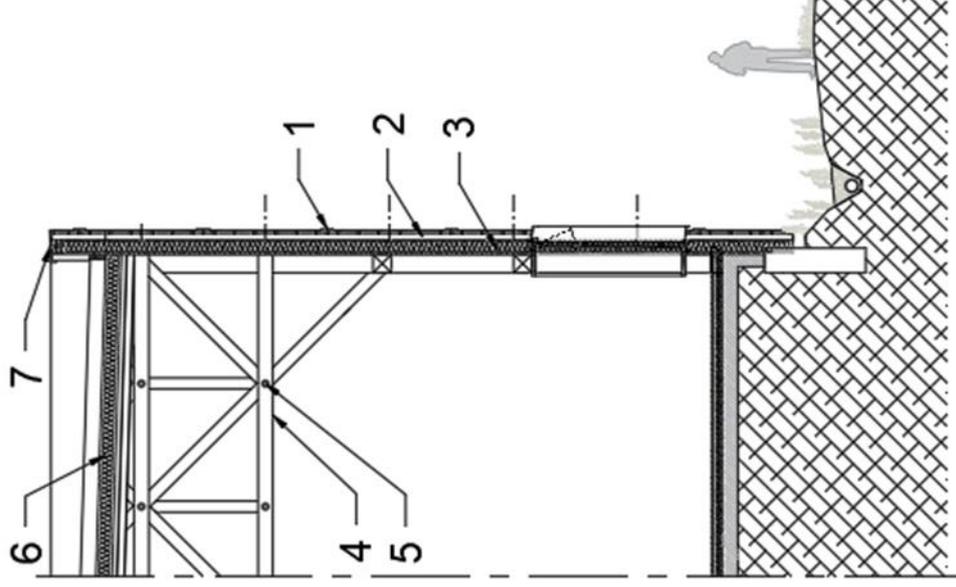
Plan du Rez de Chaussée



Plan du R+1



1. Résille bois : 3 couches de planches croisées d'épaisseur 30mm. Douglas brut non raboté.
Section 200*30mm. Boulonnage aux axes en acier laqué noir.
2. Bac acier simple peu couleur blanche. Profil à ondes sinusoïdales en pose verticale.
3. Complexe MOB (Mur à Ossature Bois) :
 - Panneau bois intérieur en 3 plis épiciéa ép. 20mm formant pare vapeur avec jonctions scotchées.
 - Laine de bois insufflée entre montants ép. 160mm.
 - Panneaux de fibre de bois rigide ép. 80mm.
 - Film pare pluie.
 - Profil Oméga perforés support de bac acier.
4. Portique bois :
 - a. Poteau lamellé-collé. Section 160*400mm.
 - b. Poutre treillis en bois massif. 7 couches de bois. Epiciéa brut non raboté bois.
 - 1 Potelet central de section 120*180mm.
 - 2 membrures horizontales de section 100*240mm.
 - 4 diagonales de section 80*240mm.
5. Boulonnage aux axes en acier laqué noir
6. Complexe toiture :
 - Panneaux CLT épiciéa formant support et contreventement ép. 80mm
 - Complexe d'isolation ép. 260mm
 - Membrane d'étanchéité PVC
7. Couvertine d'acrotère en acier couleur blanche



En signant l'accord de Paris en 2015, la France a pris l'engagement de réduire drastiquement ses émissions de carbone à l'horizon 2050. Cet engagement s'est traduit par l'inscription, dans la loi énergie-climat adoptée le 8 novembre 2019, de l'objectif d'atteindre la neutralité carbone en 2050.

La stratégie nationale bas carbone, publiée en 2020, est la feuille de route actuellement retenue par la France pour lutter contre le changement climatique. Elle constitue l'un des scénarios possibles pour atteindre la neutralité carbone en 2050. Sa révision complète intervient tous les 5 ans.

La réglementation environnementale 2020 (RE2020) s'inscrit dans ce contexte, tout comme l'ensemble des projets de réglementations portant sur le secteur du bâtiment, secteur qui concentre de l'ordre de 20% des émissions de gaz à effet de serre (GES) nationales et près de la moitié des consommations d'énergie finale. La RE2020 vise à définir des critères ambitieux en matière de réduction des consommations d'énergie primaire, d'émissions de GES et d'inconfort en été dans les bâtiments neufs. Les travaux portant sur le secteur résidentiel, objet de nombreux débats, ont été publiés durant l'été 2021.

La RE 2020 a 3 objectifs principaux :

Encourager la sobriété énergétique et l'efficacité énergétique

La réduction des consommations d'énergie a toujours été le pilier des réglementations thermiques et elle le reste avec la RE 2020. Ainsi, les seuils de consommations d'énergie primaire sont abaissés d'environ 15% à 20% par rapport à la RT 2012.

Des exigences plus ambitieuses sont également fixées sur le besoin bioclimatique des constructions (Bbio) afin de réduire encore un peu plus les besoins de chauffage, de froid et d'éclairage par rapport à la RT2012 (de l'ordre de -30% vs RT2012).

Diminuer l'impact carbone sur le cycle de vie des bâtiments neufs en incitant à recourir plus fortement aux énergies renouvelables et aux matériaux biosourcés

C'est une des nouveautés de la RE 2020 : les nouvelles constructions devront désormais respecter des exigences minimales en matière d'émissions de gaz à effet de serre, et ce, sur l'ensemble de leur cycle de vie.

Plus précisément, deux types d'exigences seront fixées :

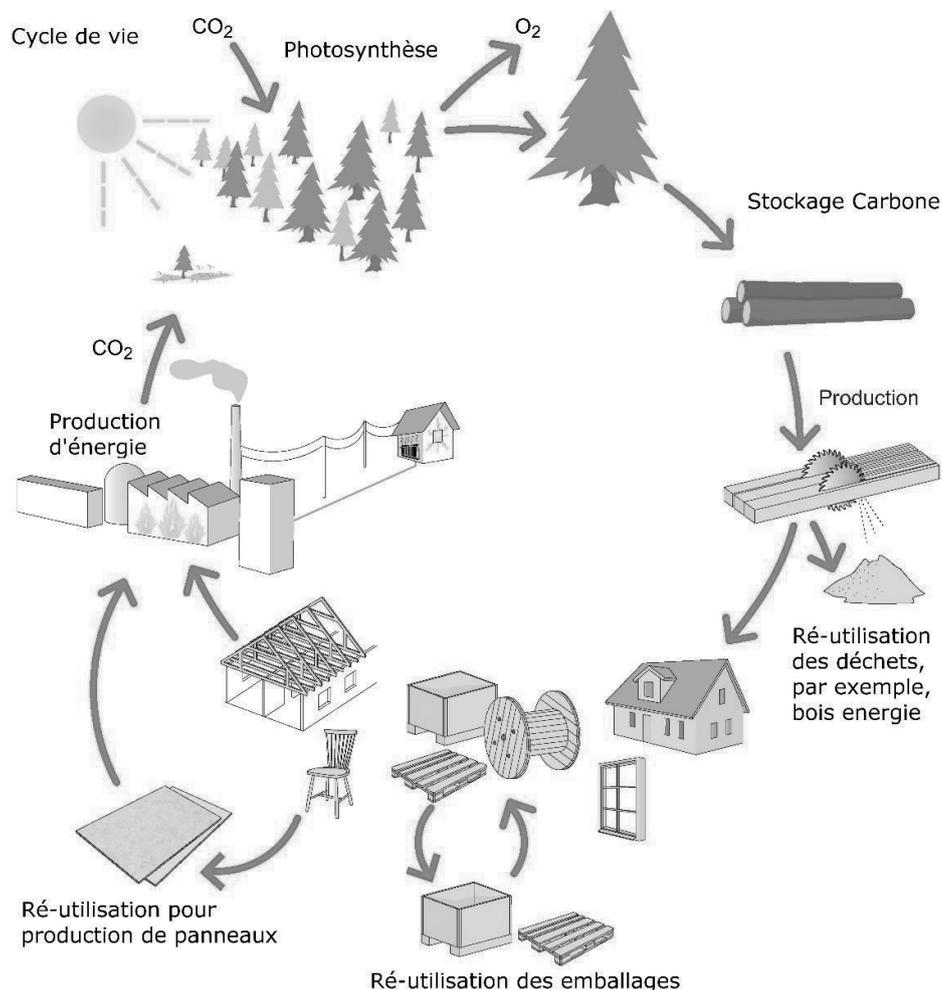
- Des exigences portant sur les émissions de GES liées à la consommation d'énergie. Les solutions énergétiques plus performantes et moins carbonées seront ainsi incitées : solutions hybrides gaz, RCU vertueux, pompes à chaleur, etc.
- Des exigences portant sur les émissions de GES liées aux matériaux de construction et équipements, sur leur cycle de vie. D'après les retours de l'expérimentation E+C-, entre 60 et 90 % de l'empreinte carbone des bâtiments neufs est liée aux phases de construction et de démolition.

Garantir la fraîcheur des bâtiments en cas de forte chaleur

Dans un contexte de réchauffement climatique, les bâtiments devront faire face à des températures de plus en plus élevées et à des épisodes caniculaires plus fréquents. Le confort d'été sera mieux pris en compte dans la RE 2020 à travers un nouvel indicateur, le nombre de Degrés-Heures (DH) d'inconfort estival, avec pour objectif de limiter l'inconfort en période de forte chaleur (à travers un plafond) et d'éviter le recours systématique à la climatisation.

Source : <https://handbook.glulam.org/volume-2-1-le-bois-lamelle-colle-en-tant-que-materiau-de-construction/>

1. Le cycle de vie des produits du bois : depuis la forêt jusqu'au recyclage



2. Les atouts du bois lamellé collé

- Aspect séduisant et moderne, qui confère une valeur ajoutée à l'environnement intérieur et extérieur,
- Rapport résistance/poids élevé, qui permet la construction de structures à grande portée,
- Exigences de fabrication élevées et bonne stabilité dimensionnelle dans des conditions normales de température et d'humidité,
- Haute résistance au feu, exigence essentielle pour les bâtiments publics et ERP,
- Propriétés thermiques satisfaisantes : il réduit l'effet des ponts thermiques ainsi que le risque de condensation,
- Léger, le bois lamellé va de pair avec de faibles coûts de transport et de montage et impacte ainsi favorablement le coût et la complexité des fondations,
- Durable et notablement résistant aux ambiances agressives (y compris chimiquement agressives),
- Production flexible, la fabrication d'éléments structuraux courbes en bois lamellé est économiquement très satisfaisante comparée à d'autres matériaux.

Source : <https://www.e-wood.fr/configurator/category/display/category/essences/>

1. Douglas :

C'est une essence originaire de la côte ouest des États-Unis, connue sous l'appellation Pin d'Oregon. Ce végétal fut introduit vers 1830 tout d'abord en Grande-Bretagne comme arbre d'ornement dans les parcs. Les premières grandes plantations de Douglas, à fin d'exploitation, n'ont eu lieu qu'au début du 20^e siècle [...]. Elles sont devenues l'une des principales sources de reboisement, principalement sur les territoires de moyenne montagne du centre de la France.



Le Douglas est aujourd'hui une ressource abondante. C'est devenu, à ce jour, le premier extrait de bois de reboisement en France, premier producteur européen, avec plus d'1 million de M3 produits par an. Comme toutes les essences, le massif français de Douglas agit pour la vertu de notre environnement en séquestrant 4 millions de M3 de CO2 chaque année, et le bois une fois mis en œuvre en séquestre 1 million de M3 supplémentaire. De nombreux peuplements arrivant à maturité ont fait ainsi naître une communication forte autour de cet extrait de bois pour la promouvoir et lui trouver des applications diverses, y compris en habillage de façade, malgré son côté fissile (c'est un bois qui se fend facilement) et la présence de nœuds importants. C'est avant tout un bois présentant de bonnes qualités mécaniques plutôt adapté en bois de structure, avec une

offre de produits industriels qui se développe (bois-lamellé-collés, bois reconstitués).

Utilisé en charpente pour ses qualités mécaniques et structurelles, c'est un bois assez dense (550 kg.m⁻³ quand il est sec). Le Douglas possède un grand potentiel dans la construction où ses emplois peuvent être multiples (charpente, bardage, voire platelages de terrasses). Il constitue un matériau durable grâce à son duramen (le cœur de l'arbre) qui dispose de propriétés de durabilité naturelle, de résistance aux insectes et aux champignons supérieures à la plupart des autres extraits de bois de résineux européens. C'est une essence qui présente cependant une part d'aubier assez importante sur les sujets jeunes, offrant un rendement matière très moyen si l'on veut purger tout l'aubier. C'est la raison pour laquelle on trouve malheureusement encore beaucoup de bardage avec un pourcentage d'aubier visible après la mise en œuvre alors que cela est formellement interdit en parement en classe d'emploi 3.2 pour des raisons évidentes de longévité, sauf à lui appliquer impérativement un traitement de préservation.

Origine du Douglas employé	France
Eco-Certification	PEFC 100%
Type	Bois moyennement dur
Densité	550 kg/m ³ en moyenne à 12% d'hygrométrie
Durabilité	Bonne (durabilité naturelle Classe II)
Classe d'emploi	Classe 3.2 hors aubier (aucune trace d'aubier tolérée en parement)
Aspect du bois	Duramen Rose saumon à brun rougeâtre. Aubier blanc crème à jaune.
Stabilité dimensionnelle	Bonne stabilité, utilisable en usage structurel.
Utilisations	Structure, charpente, bardage. Terrasse si 100% hors aubier et parfaitement ventilée.

2. Épicéa :

DT4 2/2

Le bois d'épicéa est très clair, blanchâtre à crème. Chez les épicéas de montagne, il est lustré et même parfois nacré. Les cernes sont apparents, circulaires et de largeurs homogènes. L'épicéa provenant de régions froides présente des cernes étroits et réguliers. Présence fréquente de poches de résine, qui sont souvent écartées en production pour les produits nobles tels que lambris et bardages.

Il est conseillé d'appliquer une finition pour prolonger sa durée de vie, et son esthétique. La finition donne de bons résultats pour autant que le bois soit suffisamment sec.



L'épicéa n'est pas durable naturellement pour un usage extérieur et le bois se laisse difficilement imprégner. Mais comme l'eau pénètre donc moins vite dans la structure du bois, cela retarde aussi les risques d'altérations fongiques. D'une bonne stabilité dimensionnelle, il est durable jusqu'à 50 ans s'il a été préservé en classe 3.1, et s'il est recouvert d'une finition entretenue. L'usage en extérieur réclame une préservation par traitement en autoclave sous vide ou pression, pour lui conférer une durabilité appropriée. L'épicéa est très largement employé dans la construction.

C'est une essence de bois qui présente de nombreuses qualités :

- Noblesse et esthétique avec un fil droit et une teinte crème qui accueille bien les finitions.
- Esthétique – Coloris naturel, et chaleureux pour les intérieurs.
- Homogène - Petits nœuds sains et adhérents.
- Accepte les traitements et finitions, il devient alors résistant et durable.
- Respectueux de l'environnement, 100% écologique.

Origine de l'épicéa employé	France
Eco-Certification	PEFC™
Type	Bois assez tendre (Dureté Monnin 2,2)
Densité	450 kg/m ³ en moyenne à 12% d'humidité
Réaction au feu	D s2 d0
Durabilité	Bonne si préservée par traitement.
Classe d'emploi	Classe 3.1 (après traitement en autoclave) apte à l'usage en revêtement de façade.
Aspect du bois	Bois clair de couleur Blanchâtre à crème. Le grain est fin, et le fil très droit. Sur quartier, les petits rayons ligneux font apparaître une maillure claire discrète à peine visible.
Stabilité dimensionnelle	Bonne stabilité. Bois fissile, pré-perçage nécessaire avant vissage.
Utilisations	Adapté à de nombreuses utilisations en Structure (charpente, voliges) en intérieur (lambris, parquets, plinthes), comme en extérieur (bardage, planche rive, lames à volets)

5.2 COMPLEXE D'ÉTANCHÉITÉ AUTO PROTÉGÉ POUR TOITURE TERRASSE INACCESSIBLE

5.2.1 PARE VAPEUR

Fourniture et pose d'une membrane pare-vapeur de type SOPRAVAP ou qualité équivalente sur élément porteur en panneaux bois CTL d'épaisseur 80 mm :

- épaisseur 420 μ
- pose avec un recouvrement de 100 mm conformément aux indications du fabricant,
- agrafage des lés au niveau du recouvrement tous les 500 mm sur l'élément porteur en panneaux à base de bois,
- collage des joints avec une bande adhésive acrylique de type PAVAFIX 60 ou équivalent puis marouflage conformément aux indications du fabricant,
- le pare-vapeur doit remonter le long des acrotères, jusqu'au bord supérieur de la couche d'isolation thermique décrite ci-après, pour être replié avec un retour de 150 mm minimum sur le dernier lit d'isolant en liège,
- compris à ce poste, les lés de pare-vapeur mural en attente, en liaison avec le pare vapeur des murs bois.
- compris à ce poste, toutes sujétions d'étanchéité à l'air : pose d'un cordon de mastic d'étanchéité type PAVABOND de 5 à 7 mm (consommation : 30ml par mètre) entre la sous-face du pare-vapeur type SOPRAVAP posé en partie courante et le retour du pare-vapeur mural. Ce cordon doit être placé environ à 5 cm de l'angle du pied de l'acrotère.

Localisation ; Intégralité de la toiture

Mode de métré : au m²

5.2.2 ISOLATION

Fourniture et pose d'un complexe isolant support d'étanchéité conformément au DTU 43.4 ;

$R \geq 6,8 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$

- Première couche d'isolant en panneaux rigides en fibres de bois de type PAVAROOFF-WFB ou équivalent de classe de compressibilité B ; épaisseur = 180 mm.
Pose libre en un seul lit sur le pare-vapeur. Les panneaux sont posés jointifs et en quinconce avec un décalage entre joints d'au moins 200 mm.
- Deuxième couche d'isolant en panneaux rigides en liège expansé de type PAVAROOFF-ICB ou équivalent de classe de compressibilité C ; épaisseur = 80 mm.
Les panneaux sont posés jointifs et en quinconce avec un décalage entre joints d'au moins 200 mm et fixés mécaniquement par un système à rupture de pont thermique à raison de 4 fixations par m².
- Certification ACERMI
- Compris toutes suggestions d'intégration des réservations de toit et découpes spécifiques
- Pose suivant la documentation technique du fournisseur et selon DTU 43.4.

Localisation : Intégralité de la toiture ; Mode de métré : au m²

5.2.3 ÉTANCHÉITÉ

5.2.3.1 ÉCRAN DE SÉPARATION

Voile de verre 100 g/m² - de type SOPRAVOILE 100 posé sur isolant en partie courante ; les lés sont posés librement avec des joints à recouvrement de 100 mm.

5.2.3.2 MEMBRANE PVC

Fourniture et pose d'une membrane monocouche en PVC-P classe I₄ de type FLAGON SR ép. 15/10^e de teinte au choix de l'architecte dans la gamme standard du fournisseur.

Les lés de membrane sont fixés mécaniquement en bordure de lés au support par un système à rupture de pont thermique avec plaquettes de répartition à raison de 5 fixations par m². Un recouvrement longitudinal de 100 mm minimum entre lés soudés à l'air chaud est à respecter.

En périphérie de la toiture et au pourtour des émergences ou édicules, la membrane de la partie courante est toujours remontée de quelques centimètres sur les reliefs. Elle est fixée sur la partie courante en pied de relevés et verticalement sur le relevé par fixations ponctuelles avec plaquettes de répartition 80 x 40.

Localisation : Intégralité de la toiture ; Mode de métré : au m²

5.2.4 RELEVÉ D'ÉTANCHÉITÉ

5.2.4.1 ÉCRAN DE SÉPARATION

- Bandes indépendantes adhésives pour les relevés et émergences – de type GEOSTICK 300 - non-tissé synthétique de 300 g/m² autocollant utilisé comme écran de séparation chimique et mécanique entre l'acrotère bois et la membrane d'étanchéité conformément au Fascicule du CSTB 3502. Un recouvrement minimum de 100 mm entre bandes est à respecter.
L'écran est positionné et collé sur le support, devant être désolidarisé de la nouvelle membrane d'étanchéité, puis fixé mécaniquement en même temps que la fixation en tête de relevé de la membrane par un feuillard de serrage.

5.2.4.2 MEMBRANE PVC

Fourniture et pose d'une membrane monocouche en PVC-P classe I₄ de type FLAGON SR ép. 15/10^e de teinte au choix de l'architecte dans la gamme standard du fournisseur.

- Les relevés sont réalisés grâce à des bandes distinctes des lés de la partie courante. Un recouvrement minimum de 100 mm entre bandes est à respecter.
Ces bandes recouvrent la partie courante par un talon de 10 cm au moins, soudés sur 3 cm dans le cas de soudure à air chaud.
Les relevés, d'une hauteur de 150 mm, sont fixés mécaniquement en tête par un feuillard de serrage à raison de 4 fixations par mètre de relevé.
Les hauteurs de relevés sont celles prescrites dans le DTU 43.4.

Compris à ce poste :

- Étanchéité des relevés en périphérie et sur toutes les émergences
- Y compris protection des relevés et toutes sujétions de liaison avec la couverture.

Localisation : Intégralité de la toiture

Mode de métré : au ml

4 Classements exigés des revêtements de toiture

4.1 Classements exigés des revêtements de toitures en fonction de leur mise en œuvre

Le type de classement exigé pour un revêtement d'étanchéité, selon son type de mise en œuvre et la destination de la toiture, est récapitulé dans le Tableau 6 ci-après.

Tableau 6 – Revêtements d'étanchéité – classements exigés selon leur mise en oeuvre

Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité	Type de classement exigé	Classement exigé selon la destination de la toiture N° du tableau de référence
Indépendance	I	8
Semi-indépendance (excepté fixé mécaniquement)	FIT	10
Fixé mécaniquement	I	11
En adhérence	FIT	10

Tableau 11 – Classement FIT – Domaine d'application et classes I associées – Systèmes fixés mécaniquement

Support direct du revêtement	Pente %	Exploitation et usage de la toiture et type de protection				
		Inaccessible			Technique	
		Apparent ^a	Protection meuble ^a (gravillons)	Toiture-Terrasse Végétalisée	Apparent	Protection dure ^a (dalles sur désolidarisation)
Isolant thermique	Nulle (< 1 %)	I ₃	I ₃	I ₅	I ₄	I ₃
	1 à 5 %, limites incluses	I ₃	I ₃	I ₅	I ₄	I ₃
	> 5 %	I ₃		I ₅	I ₄	
Béton	Nulle (< 1 %)	I ₃	I ₃	I ₅	I ₄	I ₃
	1 à 5 %, limites incluses	I ₃	I ₃	I ₅	I ₄	I ₃
	> 5 %	I ₃		I ₅	I ₄	
Béton + Isolant inversé	Nulle (< 1 %)					
	1 à 5 %, limites incluses					
Béton cellulaire	1 à 5 %, limites incluses	I ₃	I ₃	I ₅	I ₄	I ₃
	> 5 %	I ₃		I ₅	I ₄	
Bois et panneaux à base de bois	3 à 5 %, limites incluses	I ₃	I ₃	I ₅	I ₄	I ₃
	> 5 %	I ₃		I ₅	I ₄	
Ancien revêtement	Nulle (< 1 %)	I ₃	I ₃	I ₅	I ₄	I ₃
	1 à 5 % limites incluses	I ₃	I ₃	I ₅	I ₄	I ₃
	> 5 %	I ₃		I ₅	I ₄	

a Indice I porté à I₄ pour les revêtements monocouches

5.2. BARDAGES

5.2.3 VÊTURE 3

Un bardage métallique est prévu sur la périphérie intérieure des acrotères ainsi que sur la zone de l'édicule.

Le bardage devra assurer un recouvrement de 5 cm avec le relevé d'étanchéité afin de protéger ce dernier.

Fourniture et pose d'un bardage en plaque nervurée type TRAPEZA 4-250-35T. Fixation par vis inox tête bombée avec rondelle d'étanchéité (RAL selon choix architecte), alignement parfait.

Compris à ce poste tous les profils de jonction et de raccord, bavette, grille anti rongeur en pied et grille de ventilation en tête, ainsi que toutes découpes et tous les raccords nécessaires.

Y compris toutes les sujétions d'étanchéité des retours d'ébrasements avec les profilés assurant l'étanchéité de la menuiserie et la protection du joint de calfeutrement.

Y compris fixation et recouvrement suivant les recommandations du fabricant, et alignement parfait.

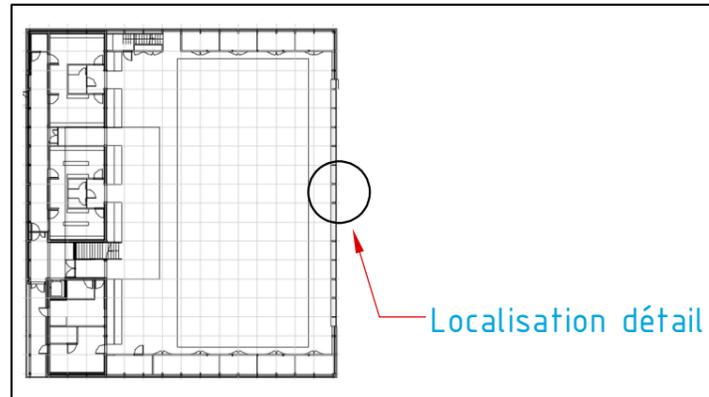
La pose des plaques s'effectuera sur une ossature métal conformément aux règles professionnelles.

À noter qu'un échantillon devra être présenté à la maîtrise d'œuvre lors du mois de préparation du chantier.

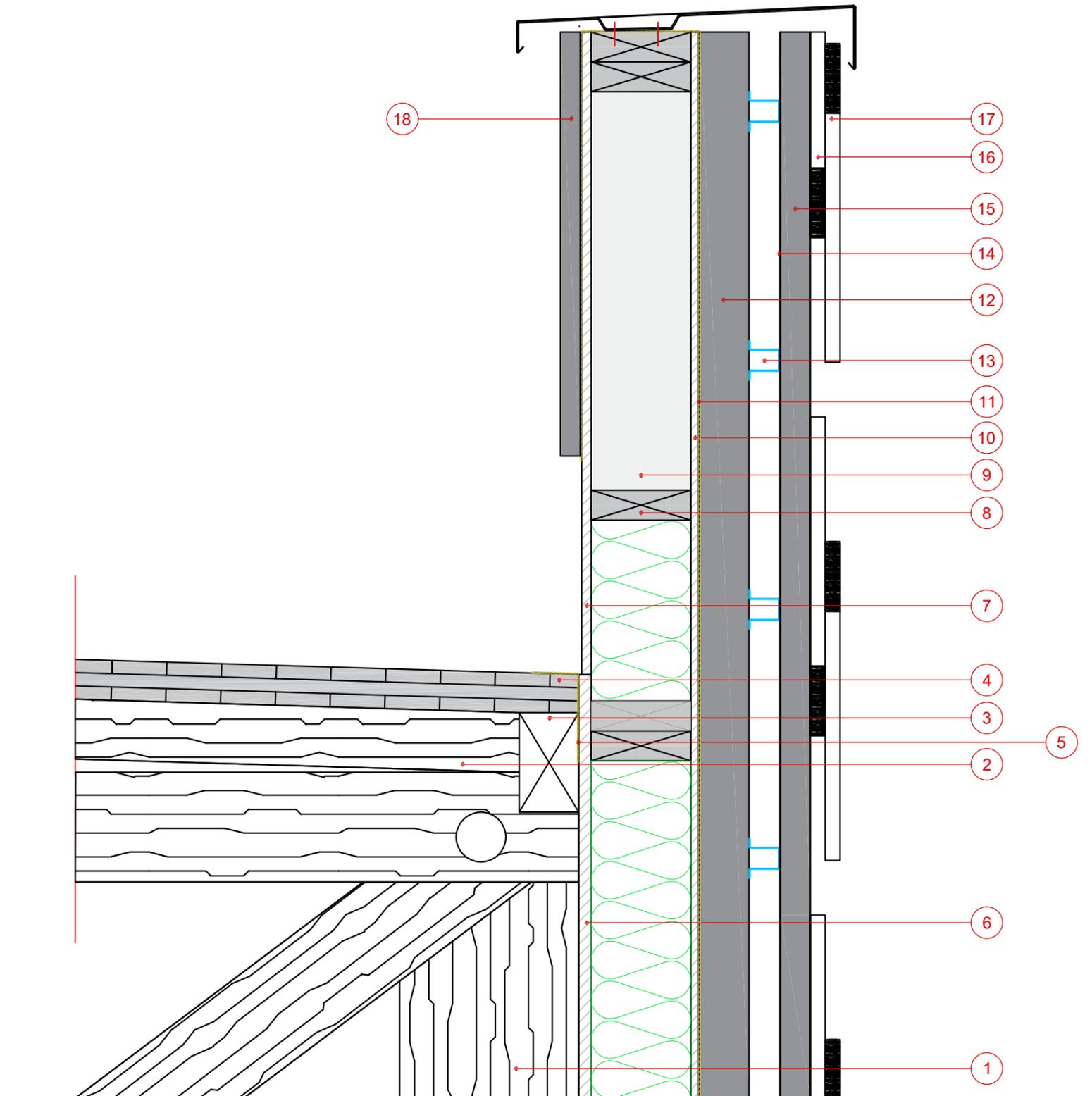
Oméga métallique	Support horizontal de bac – profondeur 20 mm – ép. 20/10 ^e
Bardage plaque nervurée	Type TRAPEZA 4-250-35T – Pré laquage teinte architecte

Localisation : Retour acrotère et édicule central

Mode de métré : m²



Nomenclature	
1	Portique intérieur
2	Chevron BM du portique
3	Linçoir BM 120/200
4	Panneau CLT ép.80 mm
5	Pare vapeur en attente
6	Panneau frein vapeur
7	Panneau support (ép. 19 mm)
8	Traverse ossature
9	Montant ossature 60/200 + isolation
10	Voile travaillant (ép. 16 mm)
11	Pare pluie
12	Lattage vertical 60/100
13	Oméga métallique - ép.2 mm - profondeur 60 mm
14	Plaque métallique nervurée
15	Chevron vertical 60/80
16	1 ^{ère} couche lame bardage bois
17	2 ^{ème} couche lame bardage bois
18	Lattage vertical 60/40



3.5 Comportement sous l'action des sollicitations mécaniques

3.51 Sous charges statiques réparties

Il convient de classer les résultats de l'essai 4.51 comme indiqué au tableau 1.

Tableau 1 - Classification de l'isolant du point de vue compressibilité

Classe	Déformation (%)	Température (°C)	Charge d'essai (kPa)
A	≤ 10 %	23 et	20
	≤ 15 %	80 (60)	20
B	≤ 5 %	80 (60)	20
C	≤ 5 %	80 (60)	40
D	≤ 5 %	80 (60)	80

L'aptitude à l'emploi des différentes classes d'isolants, suivant la destination de la toiture, est appréciée sur la base des règlements nationaux.

Le tableau 2 donne une orientation à cet égard.

Tableau 2 - Exemple d'aptitude à l'emploi de différentes classes d'isolants

La classe A n'est pas retenue sur le marché français pour un emploi en isolation de toiture avec étanchéité.

A	B	C	D
Toiture uniquement accessible pour l'entretien. À n'utiliser qu'avec appréciation particulière de l'Institut	Toiture uniquement accessible pour l'entretien. Peut être utilisée sans restrictions	Toiture accessible aux piétons. Peut être utilisée pour entretien fréquent d'équipements	Toiture accessible aux véhicules légers. Ne peut être utilisée que si le revêtement d'étanchéité est protégé par un dallage en béton ou autre

Notas :

1° Il est admis d'utiliser une classe de compressibilité supérieure au minimum spécifié pour une application donnée.

2° En ce qui concerne les panneaux isolants composites, le mode d'appréciation doit être déterminé par l'Institut après consultations appropriées.

[...]

4.5 Essais de comportement sous sollicitations mécaniques

4.51 Sous charges statiques réparties et températures élevées

Cet essai permet de déterminer le comportement de l'isolant sous charge statique répartie et température élevée.

Il consiste à maintenir les éprouvettes aux températures limites de service et à en mesurer la déformation dans une enceinte contrôlée, la charge étant maintenue en place.

4.511 Éprouvettes

Les éprouvettes sont prélevées aléatoirement dans la production courante, et présentent l'état de surface de livraison.

Deux épaisseurs au moins sont soumises à l'essai, la plus faible et la plus forte proposées (on se sert de plusieurs panneaux si nécessaire). L'Institut appréciera, suivant l'homogénéité des résultats obtenus, la nécessité de compléter l'information sur des épaisseurs intermédiaires.

Au moins trois, et de préférence cinq éprouvettes sont utilisées pour chaque essai. Les éprouvettes sont découpées aux dimensions suivantes :

- échantillons de mousse plastique, de perlite fibrée et de liège :
 - si l'épaisseur est ≤ 50 mm : 50 mm x 50 mm ;
 - si l'épaisseur est > 50 mm, mais ≤ 100 mm : 100 mm x 100 mm,
 - si l'épaisseur est > 100 mm, mais ≤ 150 mm : 150 mm x 150 mm ;
- échantillons de laine minérale : 300 mm x 300 mm,
- échantillons de verre cellulaire (on recouvre de bitume oxydé l'éprouvette de verre cellulaire) : 200 mm x 200 mm.

4.512 Mode opératoire

Nota : il convient de se reporter au tableau 1 pour la classification de l'isolant en fonction de sa compressibilité.

On applique les charges suivantes réparties sur toute la surface de l'éprouvette :

- pour les isolants de classes A et B - charge de + 20 kPa ;
- pour les isolants de classe C - charge de + 40 kPa ;
- pour les isolants de classe D - charge de + 80 kPa.

Les charges sont maintenues pendant :

- 2 jours pour les matériaux de classes A et B ;
- 7 jours pour les matériaux de classes C et D.

En fonction de l'ouvrage auquel le fabricant destine son produit, les éprouvettes sont maintenues sous les charges indiquées ci-dessus, aux températures d'essai suivantes :

- + 80 °C pour les toitures sans protection lourde ;
- + 60 °C pour les toitures avec protection lourde.

On détermine successivement :

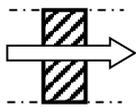
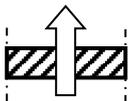
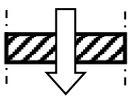
- l'épaisseur initiale de l'éprouvette à 23 °C sous précharge de 1 kPa ;
- l'épaisseur de l'éprouvette après application de la charge d'essai à 23 °C pendant 24 heures ;
- l'épaisseur de l'éprouvette sous charge d'essai à température élevée ;
- pour les matériaux de classes A et B, l'épaisseur de l'éprouvette après séjour de deux jours complets, au moins une fois pendant le premier jour ;
- pour les matériaux de classes C et D, après séjour de 7 jours complets, l'épaisseur de l'éprouvette au moins une fois pendant les 1er, 2e, 3e, 4e, 5e ou 6e jours, de façon à mettre en évidence la stabilisation de l'épaisseur dans les conditions d'essai.

Le compte rendu de l'essai indiquera les résultats de toutes les mesures d'épaisseur.

Valeurs des conductivités thermiques λ des matériaux

Panneau bois CLT (ép. 80 mm)	Isolant panneau de fibres de bois PavarooF-WFB	Isolant panneau en liège expansé PavarooF-ICB
0,13 W·m ⁻¹ ·K ⁻¹	0,043 W·m ⁻¹ ·K ⁻¹	0,040 W·m ⁻¹ ·K ⁻¹

Valeurs des résistances thermiques superficielles

Paroi donnant sur : - l'extérieur - un passage ouvert - un local ouvert ⁽¹⁾	R_{si} m ² ·K·W ⁻¹	R_{se} ⁽²⁾ m ² ·K·W ⁻¹	R_{si} + R_{se} m ² ·K·W ⁻¹
Paroi verticale : Flux horizontal 	0,13	0,04	0,17
Paroi horizontale : Flux ascendant  Flux descendant 	0,10	0,04	0,14
	0,17	0,04	0,21
<p>(1) Un local est dit « ouvert » si le rapport de la surface totale de ses ouvertures permanentes sur l'extérieur, à son volume, est égal ou supérieur à 0,005 m²/m³. Ce peut être le cas par exemple, d'une circulation à l'air libre, pour des raisons de sécurité contre l'incendie.</p> <p>(2) Si la paroi donne sur un autre local non chauffé, un comble ou un vide sanitaire, R_{si} s'applique des deux côtés.</p>			

Valeurs des pressions de vapeur saturante

Température sèche de l'air (°C)	Pression de vapeur saturante (Pa)	Température sèche de l'air (°C)	Pression de vapeur saturante (Pa)	Température sèche de l'air (°C)	Pression de vapeur saturante (Pa)	Température sèche de l'air (°C)	Pression de vapeur saturante (Pa)
-8	309	0	611	8	1073	16	1817
-7	337	1	657	9	1148	17	1937
-6	368	2	705	10	1228	18	2063
-5	401	3	758	11	1312	19	2197
-4	437	4	813	12	1402	20	2337
-3	476	5	872	13	1497	21	2486
-2	517	6	934	14	1598	22	2643
-1	562	7	1001	15	1705	23	2809

Informations concernant la densité du flux de vapeur et le calcul des pressions réelles

Le coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'un matériau μ (sans unité) indique dans quelle mesure, la vapeur d'eau traverse plus difficilement ce matériau que l'air.

$$\mu = \frac{\pi_{air}}{\pi} \text{ avec } \pi_{air} = 1,85 \cdot 10^{-10} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}$$

La quantité de vapeur d'eau diffusant à travers une couche d'un matériau dépend de μ et de son épaisseur (en m). La perméance à la vapeur d'eau d'une lame d'air d'épaisseur équivalente **Sd est égale à $Sd = \mu \times e$** et s'exprime en mètres.

Densité de flux de vapeur g dans la paroi :

$$g = \frac{\Delta P_v}{\Sigma R_D}$$

avec la résistance à la diffusion d'une couche : $R_d = \frac{e}{\pi} = \frac{S_d}{\pi_{air}}$ (en $\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Calcul des pressions réelles de vapeur aux interfaces :

$$P_{Vi+1} = P_{Vi} - (g \times R_D)$$

Valeurs de μ des différents matériaux constitutifs de la couverture

Panneau de particules bois agglomérées	Membrane pare-vapeur SOPRAVAP	Isolant panneau en fibres de bois Pavarooft-WFB	Isolant panneau en liège expansé Pavarooft-ICB	Membrane d'étanchéité PVC FLAGON SR
50	200 000	5	30	5 000

Renseignements concernant l'étude de prix

⇒ **Main d'œuvre**

Temps de pose	
Pare-vapeur SOPRAVAP (y compris agrafage et bande adhésive acrylique sur jonctions des lés de membrane pare-vapeur PAVAFIX 60)	0,10 ho/m ²
Isolant (y compris fixations)	0,10 ho/m ² /couche d'isolant
Écran de séparation voile de verre SOPRAVOILE 100 posé librement	0,05 ho/m ²
Membrane d'étanchéité en PVC FLAGON SR (y compris fixations + cordon de soudure)	0,17 ho/m ²
Relevé d'étanchéité (cordon de mastic PAVABOND) + bande indépendante (écran de séparation autocollant) GEOSTICK + relevé de membrane FLAGON SR + cordon de soudure + bande de serrage y compris fixation)	0,52 ho/m
Couvertine	0,20 ho/m
Coût horaire	
D.H.M.O. moyen entreprise (donnée statistique antérieure) = 33,38 €/h productives	

⇒ **Matériaux**

Pertes
Pour les matériaux conditionnés en rouleau ou panneau, prévoir 5% de pertes sur les quantités en œuvre.
Pour les fixations, prévoir 8% de pertes sur les quantités en œuvre.

Valeurs des matériaux rendus chantier		
Désignation	Conditionnement	Tarif
isolant panneau rigide en fibres de bois PAVAROOF-WFB	panneau 1100 x 600	46,43 € HT / m ²
isolant panneau rigide en liège expansé PAVAROOF-ICB	panneau 1000 x 500	42,90 € HT / m ²
vis de fixations pour isolant à rupture de pont thermique	boîte de 100 U	27,00 € HT / boîte

Renseignements concernant l'avant-métré

Référence	U	Quantité
5.2.1 Pare-vapeur	m ²	1 204,00
5.2.2 Isolation	m ²	1 191,00
5.2.3 Étanchéité	m ²	1 204,00
5.2.4 Relevé d'étanchéité	m	138,00
5.2.5 Couvertine	m	138,00

Renseignements concernant le service comptabilité

- ⇒ Frais de chantier : 4% du DS
- ⇒ Bénéfices et aléas : 5 % du prix de vente Hors Taxes
- ⇒ Les Frais généraux seront récupérés sur la main d'œuvre productive : 52% du DS_{mo}.

Rapport mensuel d'activités dans l'entreprise Couverture_Étanchéité_Octobre 2022

Chantier : Gymnase Jean LAMOUR						Octobre 2022_Mois 1
Main d'œuvre consommée au cours du mois d'Octobre 2022_Mois 1						
Tâches	5.2.1	5.2.2	5.2.3	5.2.4	5.2.5	Total des heures travaillées par ouvrier
Ouvriers						
Ouvrier 1	42	49	0	0	0	91
Ouvrier 2	42	49	0	0	0	91
Ouvrier 3	42	49	0	0	0	91
Total des heures par tâche	126	147	0	0	0	273
Fournitures consommées en cumulé au 23 Octobre 2022						
Tâche 5.2.2_Isolation			Quantité exécutée cumulée = 758 m ²			
N°	Désignation	U	Quantité cumulée			
03	panneau rigide de fibres en bois PAVAROOF-WFB	m ²	790,00			
04	panneau rigide en liège expansé PAVAROOF-ICB	m ²	790,00			
05	Vis de fixations pour isolant	U	2 370,00			

Article 4.3 Variation dans les prix

4.3.1 Les prix sont révisibles suivant les modalités fixées ci-après.

4.3.2 Les prix du présent marché sont réputés établis sur la base des conditions économiques du mois : mois zéro = date limite de remise des offres = 18 Juin 2021.

4.3.3 Les index de référence sont publiés au Bulletin officiel du ministère en charge de l'équipement et au Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment.

4.3.4 Révision des prix

Les répercussions sur les prix des marchés des variations des éléments constitutifs du coût des travaux sont réputées réglées par les stipulations définies ci-après et conformément à l'article 117 du décret 2016-360 relatif aux marchés publics.

Modalités de révision des prix

Les prix de base seront révisés, en hausse comme en baisse, dans les conditions précisées à l'article 18 du décret 2016-360 relatif aux marchés publics par application des index et formules indiqués ci-dessous :

$$P(n) = P(o) * Cn$$

dans la formule :

Cn est le coefficient de révision.

P(o) est le prix initial réputé établi sur la base des conditions économiques du mois mo, mois de remise des offres.

P(n) est le prix révisé.

Le coefficient Cn est arrondi au millième supérieur.

Les prix sont révisés à chaque demande d'acompte des entrepreneurs.

In : est la valeur de l'indice du mois de réalisation des travaux

Io : est la valeur de l'indice du mois mo

Lorsque la valeur finale de l'index n'est pas connue à la date où doit intervenir un acompte, le pouvoir adjudicateur procède à un règlement provisoire sur la base de la dernière valeur d'index publiée. La révision définitive intervient sur le premier acompte du marché suivant la publication de la valeur finale de l'index correspondant.

Étanchéité BT53 Étanchéité asphalte multicouche $Cn = 0.15 + 0.85 In/Io$

Article 6.2 Avance

Une avance est versée aux titulaires des marchés supérieurs à 20 000 € HT sauf renoncement porté à l'acte d'engagement.

Le montant de l'avance est fixé à 5 % du montant initial HT du marché si la durée du marché est inférieure ou égale à douze mois ; si cette durée est supérieure à douze mois, l'avance est égale à 20 % d'une somme égale à douze fois le montant initial du marché divisé par la durée du marché exprimée en mois.

Ce montant n'est pas soumis à variation des prix.

Le remboursement de l'avance commence lorsque le montant des prestations exécutées, qui figure dans un décompte mensuel, atteint 65 % du montant initial du marché.

Le remboursement doit être terminé lorsque ce pourcentage atteint 80 %. Le remboursement s'effectue par précompte sur les sommes dues ultérieurement au titulaire à titre d'acomptes ou de solde. Le précompte s'effectue après application de la clause de variation de prix sur le montant initial de l'acompte ou du solde.

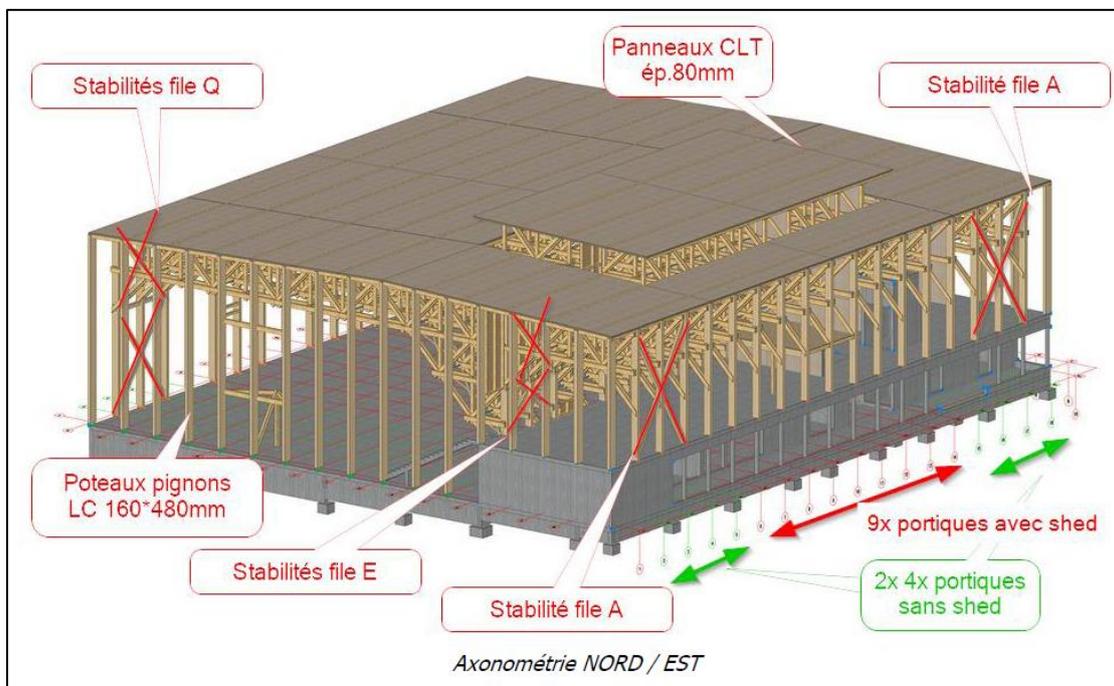
Document technique DT13 : extraits des valeurs d'indices du BT 53 – Étanchéité – Base 2010

DT13

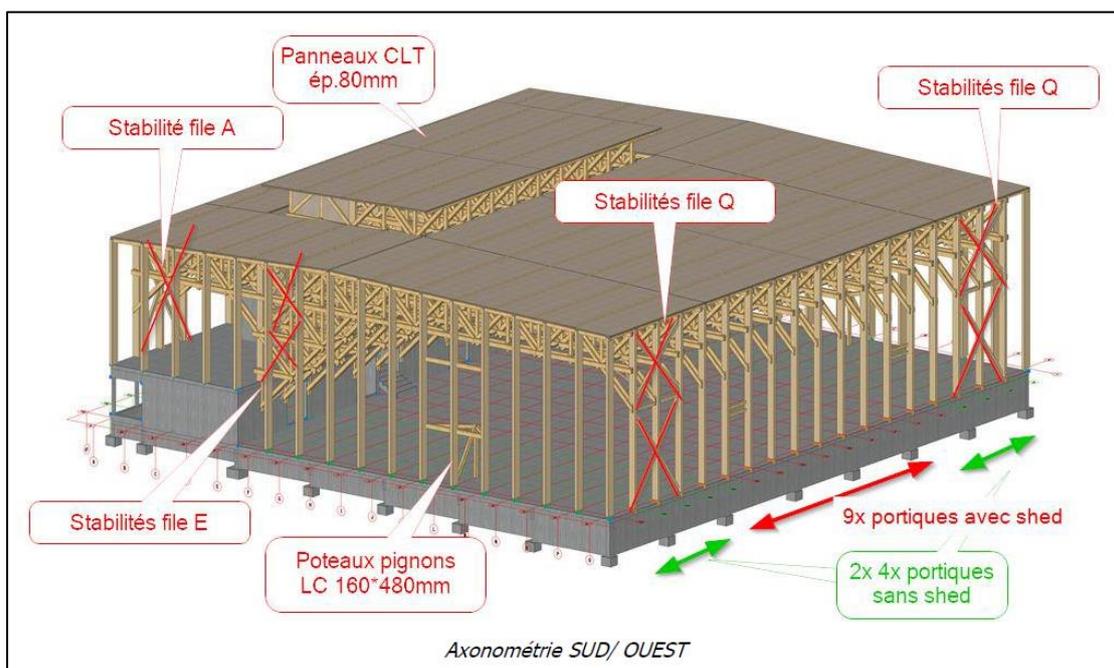
Date de valeur		Date de publication au JO	Index du bâtiment - BT53 - Étanchéité - Base 2010
Année	Mois		
2022	décembre	16/02/2023	134,8
2022	novembre	14/01/2023	136,2
2022	octobre	16/12/2022	135,9
2022	septembre	23/11/2022	136,3
2022	août	15/10/2022	135,7
2022	juillet	16/09/2022	136,9
2022	juin	13/08/2022	136,3
2022	mai	14/07/2022	133,8
2022	avril	17/06/2022	130,7
2022	mars	14/05/2022	128,5
2022	février	04/05/2022	126,6
2022	janvier	22/04/2022	125,6
2021	décembre	17/03/2022	124,3
2021	novembre	18/02/2022	125
2021	octobre	19/01/2022	123,7
2021	septembre	16/12/2021	122,6
2021	août	23/11/2021	121,8
2021	juillet	16/10/2021	120,9
2021	juin	17/09/2021	119,8
2021	mai	23/08/2021	118,9
2021	avril	23/07/2021	118
2021	mars	18/06/2021	116,4
2021	février	21/05/2021	116,3
2021	janvier	17/04/2021	114,7

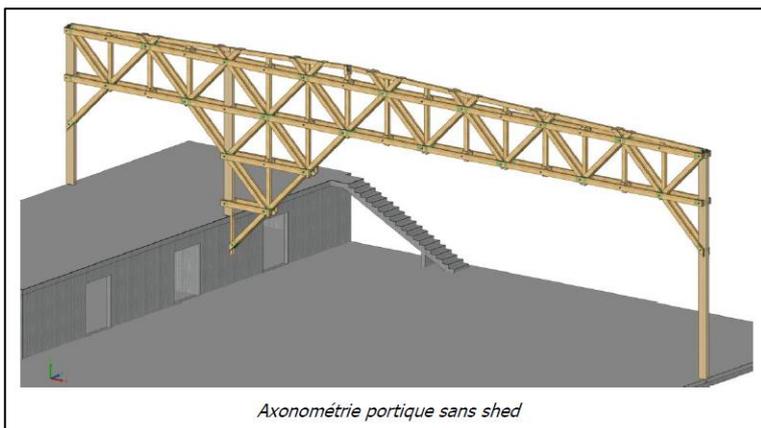
Source : Note de calcul LEBRAS FRERE

Le bâtiment mesure 36m x 32m pour une hauteur de 10,75m à l'acrotère et est surmonté d'un édicule de 20m x 11m x 1,2m.



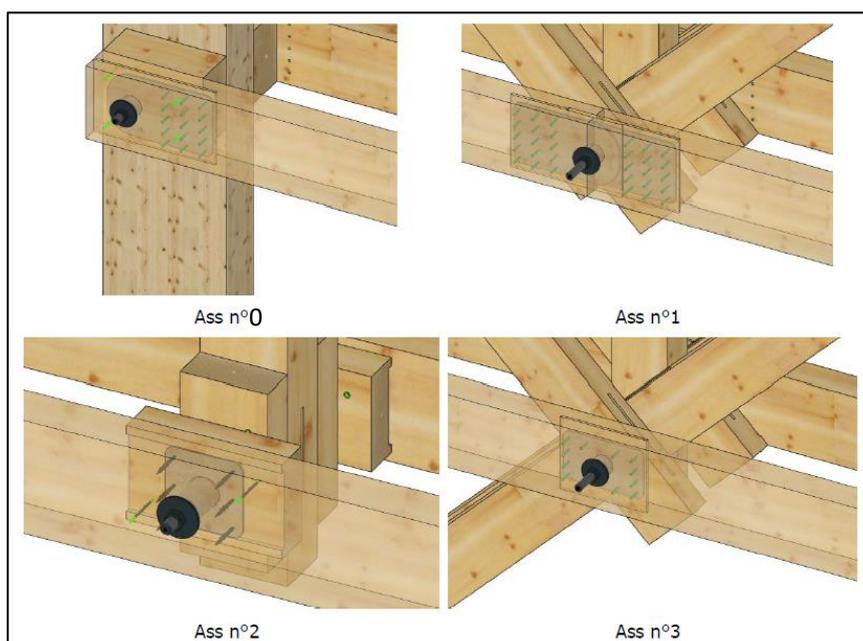
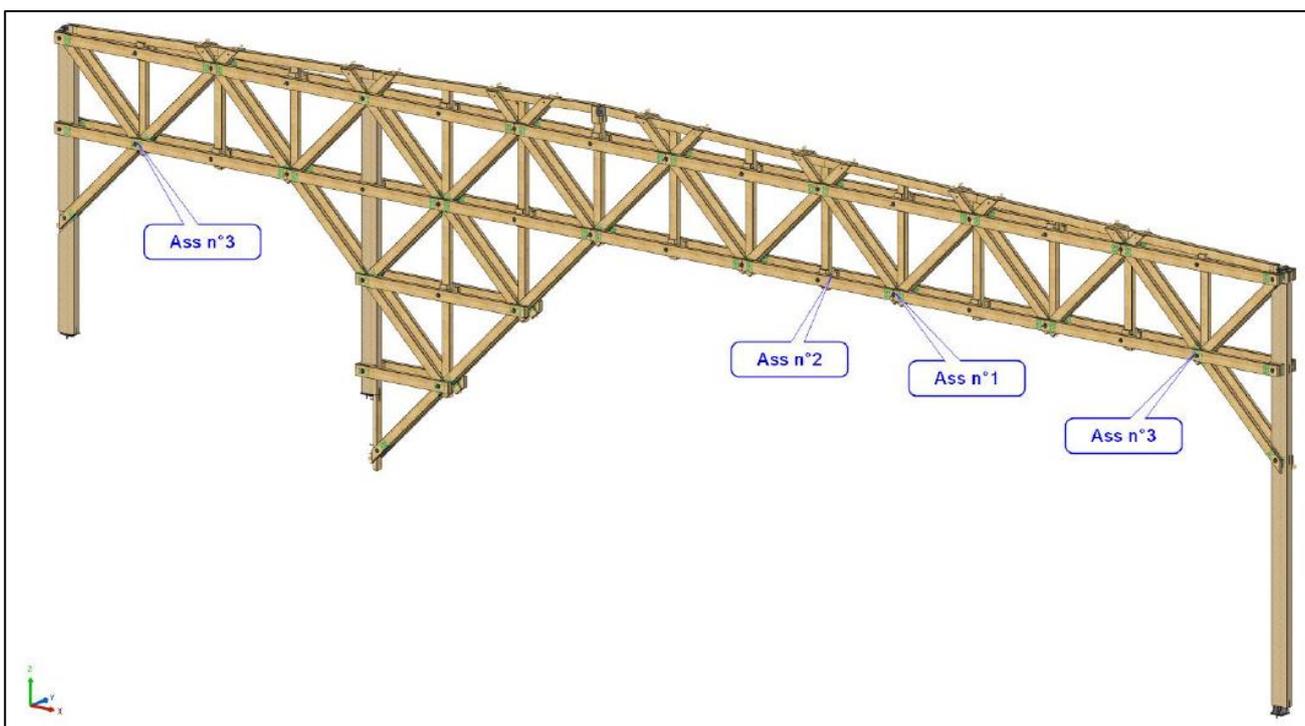
La charpente est constituée de portiques treillis auto-stables en bois massifs entraxe 2m reposant sur 3 poteaux lamellé-collé (portée 8m et 24m). Les panneaux CLT support couverture sont en appui direct sur les fermes et servent également de contreventement en toiture. La stabilité hors plan des portiques est assurée par des stabilités croix de Saint-André bois entre poteaux.

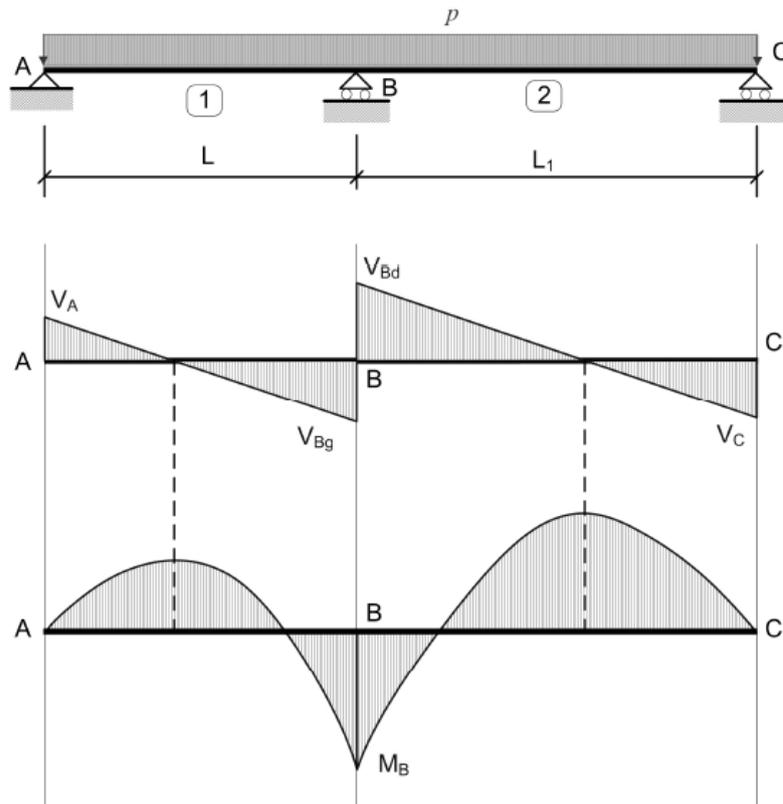




Les poutres sont constituées de 7 couches de bois massifs successives reliées entre elle par des tubes. Assemblé sur des poteaux en bois lamellé-collé selon un maillage de 2,00 m x 2,00 m, le tout forme des portiques d'épaisseur totale de 640 mm.

- 2 membrures BM 100 x 240 mm
- 4 diagonales BM 80 x 200 mm
- 1 potelet BM 120 x 180 mm





	TRAVÉE N°1	TRAVÉE N°2 :
EFFORT TRANCHANT	<ul style="list-style-type: none"> • $V_A = \frac{p(3L^3 + 4L^2L_1 - L_1^3)}{8L(L + L_1)}$ • $V_{Bg} = \frac{-p(5L^3 + 4L^2L_1 + L_1^3)}{8L(L + L_1)}$ 	<ul style="list-style-type: none"> • $V_C = \frac{-p(3L_1^3 + 4L_1^2L - L^3)}{8L_1(L + L_1)}$ • $V_{Bd} = \frac{p(5L_1^3 + 4L_1^2L + L^3)}{8L_1(L + L_1)}$
MOMENT FLÉCHISSANT	<ul style="list-style-type: none"> • $M(x) = -p\frac{x^2}{2} + V_A x$ 	<ul style="list-style-type: none"> • $M(x) = \frac{-p(x - L_1)^2}{2} + V_C(x - L_1)$
ROTATION	<ul style="list-style-type: none"> • $w(x) = \frac{-px^3}{6EI} + \frac{V_A x^2}{2EI} + w_A$ • $w_A = \frac{-pL(L^3 + 2L^2L_1 - L_1^3)}{48EI(L + L_1)}$ 	<ul style="list-style-type: none"> • $w(x) = \frac{-p(x - L_1)^3}{6EI} + \frac{V_C(x - L_1)^2}{2EI} + w_C$ • $w_B = \frac{pL_1L(L - L_1)}{24EI}$ • $w_C = \frac{pL_1(L_1^3 + 2LL_1^2 - L^3)}{48EI(L + L_1)}$
FLÈCHE	<ul style="list-style-type: none"> • $f(x) = \frac{-px^4}{24EI} + \frac{V_A x^3}{6EI} + w_A x$ • $f(L/2) = \frac{-pL^2(2L^3 + 5L^2L_1 - 3L_1^3)}{384EI(L + L_1)}$ 	<ul style="list-style-type: none"> • $f(x) = \frac{-p(x - L_1)^4}{24EI} + \frac{V_C(x - L_1)^3}{6EI} + w_C(x - L_1)$ • $f(L_1/2) = \frac{-pL_1^2(2L_1^3 + 5L_1^2L - 3L^3)}{384EI(L + L_1)}$

Bois de charpente en lamellé collé homogène : L.C. GL24h

- Poids volumique : $\gamma_{GL24h} = 4,4 \text{ kN/m}^3$
- Résistance caractéristique vis-à-vis de la flexion : $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$
- Résistance caractéristique vis-à-vis du cisaillement : $f_{v,k} = 2,7 \text{ MPa}$
- Valeur caractéristique moyenne du module d'élasticité axiale : $E_{0,mean} = 11600 \text{ MPa}$
- Coefficient partiel de propriété du matériau γ_M : $\gamma_M = 1,25$
- Coefficient pour la classe de durée de charge k_{mod} : $k_{mod} = 0,8$
- Coefficient tenant compte de la hauteur de la poutre k_h : $k_h = 1$

Vérification simplifiée des contraintes normales selon l'Eurocode NF EN 1995 limitée à la flexion simple

Critère de résistance d'une section sous contraintes normales : $\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

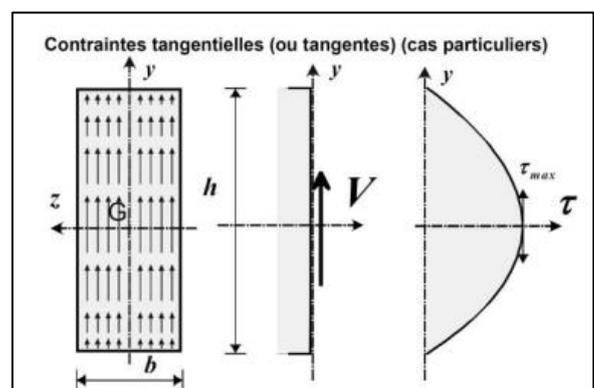
- $f_{m,d}$ résistance de calcul à la flexion du bois : $f_{m,d} = k_h \cdot k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M}$
- $\sigma_{m,d}$ contrainte max. de calcul en flexion (sur les fibres extrêmes) engendrée par le moment de flexion M_{max} à l'ELU

Vérification simplifiée des contraintes de cisaillement selon l'Eurocode NF EN 1995

Critère de résistance d'une section sous contraintes normales : $\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1$

- $F_{v,d}$ résistance de calcul au cisaillement du bois : $f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M}$
- $\sigma_{m,d}$ contrainte max. de cisaillement engendrée par l'effort tranchant V_{max} à l'ELU :
 - Pour une section rectangulaire, la contrainte tangente transversale max. est de même direction que l'effort tranchant. Son expression au niveau du centre de gravité de la section droite est :

$$\tau_{max} = \frac{3 \cdot V_{max}}{2 \cdot b \cdot h}$$



DOCUMENTS RÉPONSES

DR 1 – Détail d'exécution_Liaison contre-bardage / complexe de couverture

DR 2 – Évolution de la température dans la paroi

DR 3 – Pressions saturantes et pressions réelles

DR 4 – Déboursés secs unitaires

DR 5 – Déboursés secs

DR 6 – Cadre de décomposition du prix global et forfaitaire

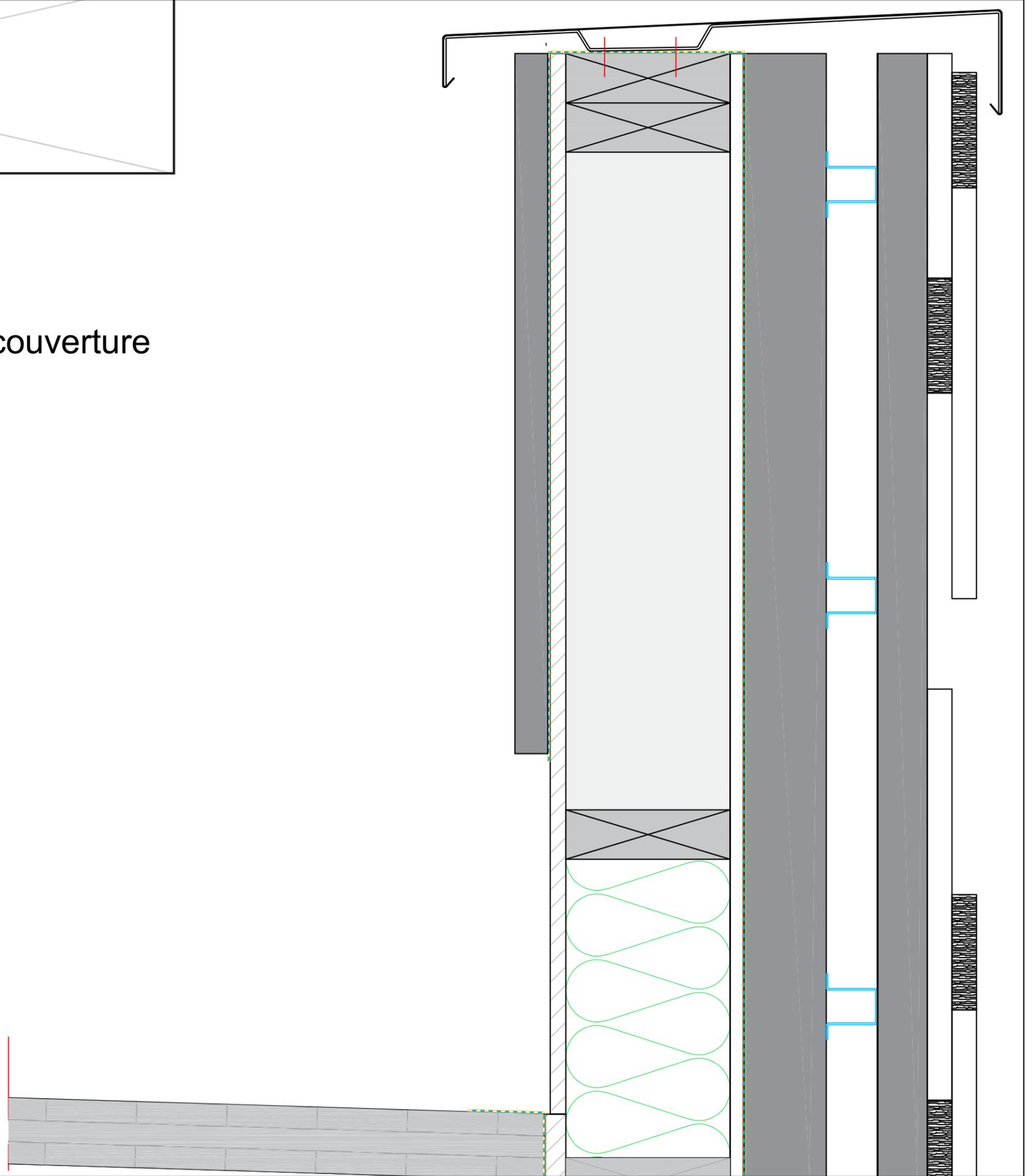
DR 7 – Bilan économique du Lot 05 Couverture_Étanchéité Octobre 2022

DR 8 – Bons d'acompte

DR 9 – Quantitatif bois massif

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

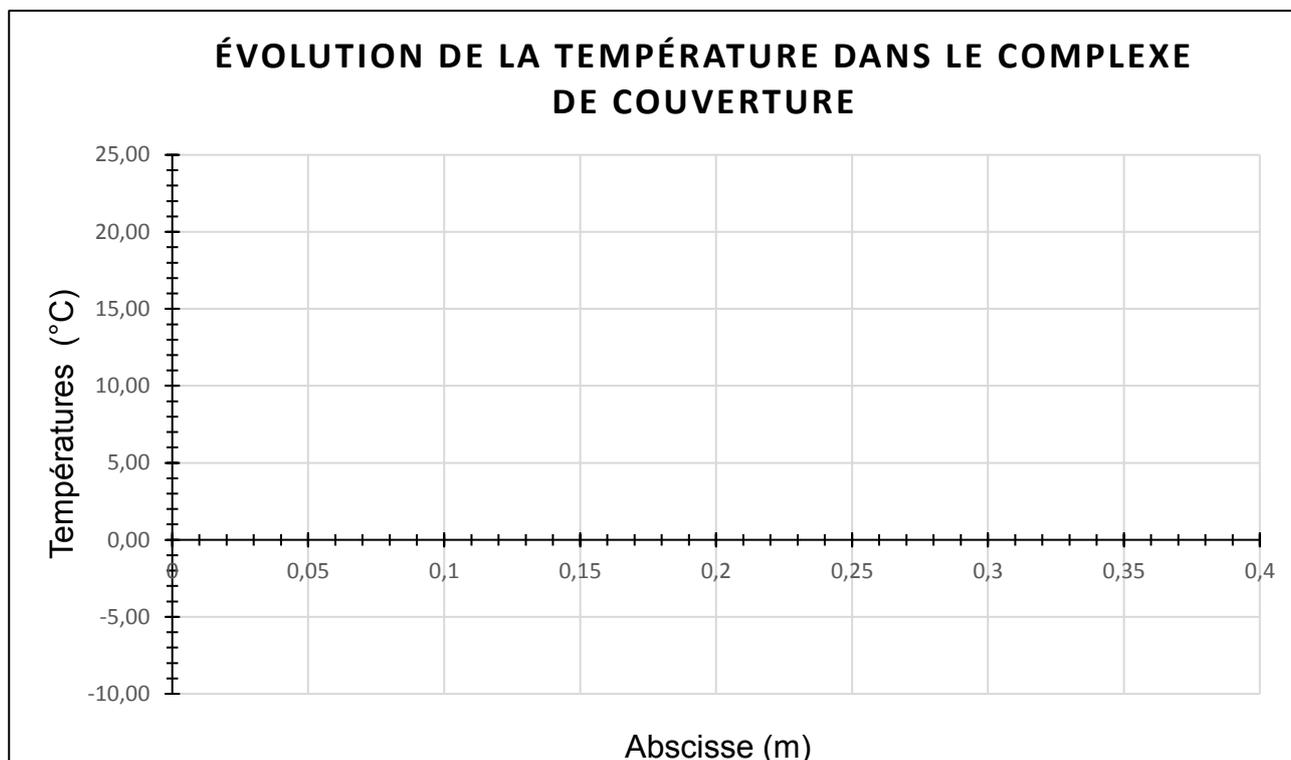
Document réponse 1 - DR1
Détail d'exécution_
Liaison contre-bardage / complexe de couverture
(éch : $\frac{1}{5}$)



Températures aux interfaces des matériaux

matériaux	abscisse (m)	ép. (m)	λ ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)	R ($m^2 \cdot K^{-1} \cdot W^{-1}$)	T ($^{\circ}C$)
ambiance intérieure	0				
panneau bois CLT					
PAVAROOF-WFB panneau isolant rigide en fibres de bois					
PAVAROOF-ICB panneau isolant rigide en liège expansé					
ambiance extérieure					

Courbe des températures dans le complexe de couverture

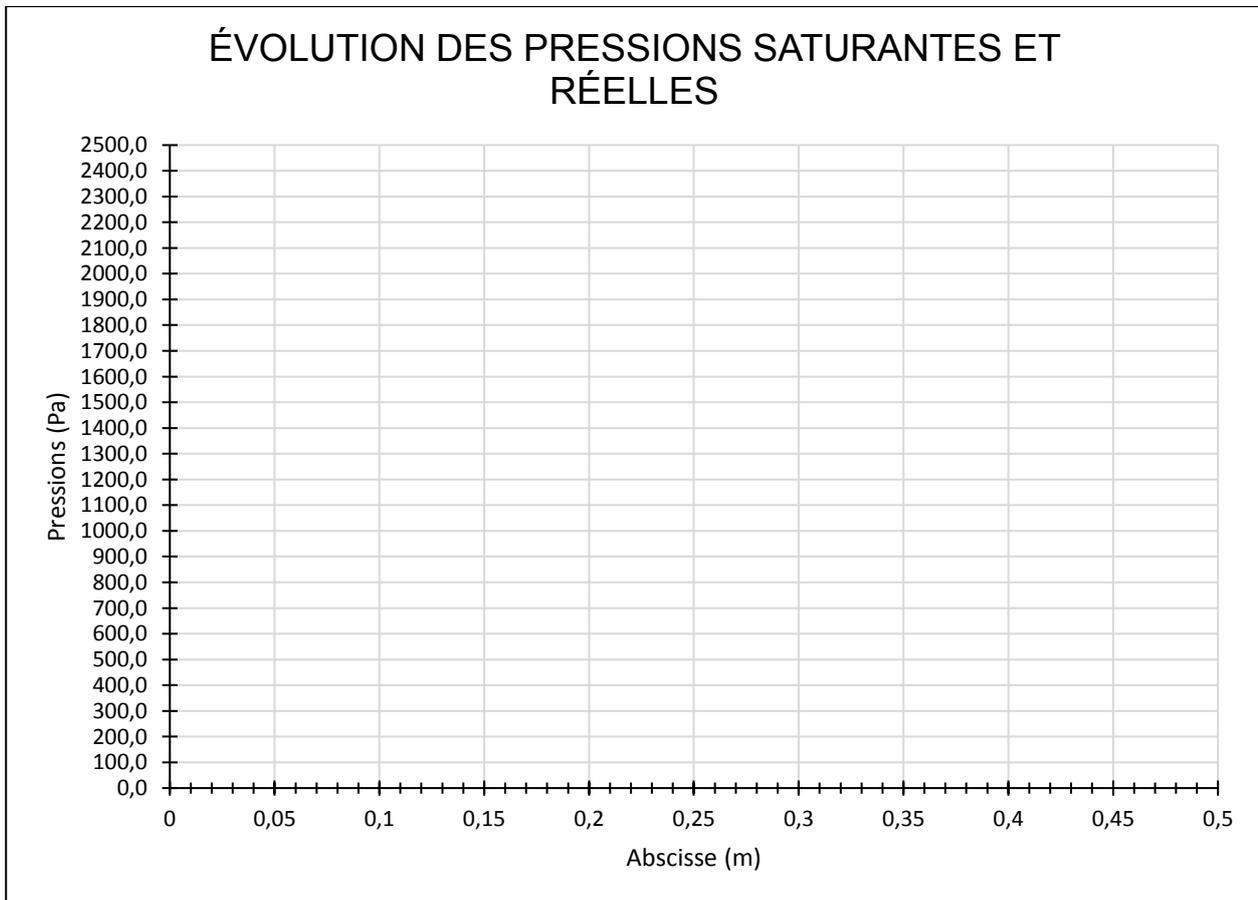


NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Pressions saturantes aux interfaces des matériaux

matériaux	abscisse (m)	T (°C)	pression saturante (Pa)
ambiance intérieure			
panneau bois CLT	0		
PAVAROOF-WFB panneau isolant rigide en fibres de bois			
PAVAROOF-ICB panneau isolant rigide en liège expansé			
ambiance extérieure			

Courbe des pressions saturantes et réelles dans le complexe de couverture



Pressions réelles aux interfaces des matériaux

matériaux	abscisse (m)	coefficient de résistance à la diffusion de vapeur μ	ép. (m)	S_d (m)	pression réelle (Pa)
ambiance intérieure					
	0				
panneau bois CLT					
membrane PV SOPRAVAP					
PAVAROOF-WFB panneau isolant rigide en fibres de bois					
PAVAROOF-ICB panneau isolant rigide en liège expansé					
membrane d'étanchéité PVC FLAGON SR					
ambiance extérieure					

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Document réponse DR4 : déboursés secs unitaires des articles 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4 et 5.2.5 Couvertine du lot 05 Couverture_Étanchéité

DR4

Déboursés secs unitaires des articles 5.2.1 Pare-vapeur, 5.2.2 Isolation, 5.2.3 Étanchéité en partie courante, 5.2.4 Relevé d'étanchéité et 5.2.5 Couvertine du lot 05 Couverture_Étanchéité

RÉFÉRENCE	UNITE	DESIGNATION	MATERIAUX			MAIN D'ŒUVRE			DÉBOURSÉ SEC UNITAIRE
			QUANTITE	Coeff. parties	Prix UNIT.	Prix TOTAL	H.O	D.H.M.O	
5.2.1	m ²	Pare vapeur							
		membrane pare-vapeur hydrovariable agrafée SOPRAVAP HY GRO	1,067	1,05	2,60	2,91			
		bande adhésive acrylique PAVAFIX 60 pour jonction des lés de membrane pare-vapeur	0,04	1,05	20,00	0,84	0,10	33,38	3,34
								3,75 €/m ²	
5.2.2	m ²	Isolation							7,09 €/m ²
		1ère couche d'isolant : panneau rigide de fibres en bois PAVAROOFF-WFB							
		2ème couche d'isolant : panneau rigide en liège expansé PAVAROOFF-ICB							
		Vis de fixations pour isolant à rupture de pont thermique							
5.2.3	m ²	Étanchéité				0,00			
		écran de séparation voile de verre SOPRAVOILE 100 posé librement	1,10	1,05	0,95	1,10	0,05	33,38	1,67
		membrane d'étanchéité PVC Flagon SR	1,150	1,05	9,97	12,04			
		cordon de soudure PVC	1,00	1,00	0,51	0,51	0,17	33,38	5,67
		fixations membrane d'étanchéité	5,00	1,08	0,47	2,54			
								16,18 €/m ²	
5.2.4	m	Relevé d'étanchéité							23,52 €/m ²
		cordon de maestic d'étanchéité PAVABOND	30,00	1,00	0,02	0,67			
		écran de séparation bande indépendante adhésive GEOSTICK	0,33	1,05	13,10	4,58			
		relevé membrane PVC Flagon SR	0,288	1,05	9,97	3,01			
		cordon de soudure PVC	1,00	1,00	0,51	0,51	0,52	33,38	17,36
		bande de serrage	1,00	1,00	3,34	3,34			
		vis de fixation bande de serrage	4,00	1,08	0,08	0,35			
									12,46 €/m
5.2.5	m	Couvertine							29,82 €/m
		couvertine	1,10	1,00	20,69	22,76			
		support standard de couvertine (fixations comprises)	1,00	1,00	9,00	9,00	0,20	33,38	6,68
									6,65 €/m
									31,76 €/m
									38,44 €/m

Document réponse DR5 : déboursés secs des articles 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4 et 5.2.5 Couvertine du lot 05 Couverture_Étanchéité

DR5

Déboursés secs des articles 5.2.1 Pare-vapeur, 5.2.2 Isolation, 5.2.3 Étanchéité en partie courante, 5.2.4 Relevé d'étanchéité, 5.2.5 Couvertine et les déboursés secs du lot 05 Couverture_ Étanchéité

Référence	Désignation	U	Quantité	DSU	Total
5.2.1	Pare vapeur	m ²	1204,00	7,09	8 536,36
5.2.2	Isolation	m ²			
5.2.3	Étanchéité	m ²	1204,00	23,52	28 323,80
5.2.4	Relevé d'étanchéité	m	138,00	29,82	4 115,06
5.2.5	Couvertine	m	138,00	38,44	5 304,03
				Total DS =	

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Document réponse DR7 : bilan économique du Lot 05 Couverture_Étanchéité Octobre 2022_mois 1

DR7

Lot 05 : Couverture - Étanchéité Octobre 2022_Mois 1

Tâche 5.2.1_Pare-vapeur_Octobre 2022_Mois 1

Désignation	U	Budget Total Chantier Prévisionnel				Crédit en cumulé Octobre 2022_Mois1				Consommé en cumulé Octobre 2022_Mois1				Résultats Octobre 2022_Mois 1	
		heures	Quant.	P.Unit.	Valeur €	heures	Quant.	P.Unit.	Valeur €	heures	Quant.	P.Unit.	Valeur €	Ecart	Ecarts (€)
5.2.1 Pare-vapeur		Quantité totale = 1 204,00 m²				Quantité exécutée = 1 204,00 m²				Avancement = 100,00%					
MO	h	120,40		33,38	4 018,95 €	120,40		33,38	4 018,95 €	126,00		33,38	4 205,88 €	186,93 €	
Total MO					4 018,95 €				4 018,95 €				4 205,88 €	186,93 €	
membrane pare-vapeur agrafée SOPRAVAP	m²		1348,48	2,91	3 926,77 €		1348,48	2,60	3 506,05 €		1340,00	2,91	3 902,08 €	396,03 €	
bande adhésive acrylique PAVAFIX 60 pour jonction des lés de membrane pare-vapeur	m²		50,57	22,40	1 132,72 €		50,57	20,00	1 011,36 €		50,00	22,40	1 120,00 €	108,64 €	
Total Fournitures					5 059,50 €				4 517,41 €				5 022,08 €	504,67 €	
Total Tâche 5.2.1 Pare-vapeur_Octobre 2022_Mois 1					9 078,45 €				8 536,36 €				9 227,96 €	691,60 €	

	Ecarts Octobre 2022_Mois 1	Bilan Octobre 2022_Mois 1
Total MO M1	186,93 €	perle
Total Fournitures M1	504,67 €	perle
Total Tâche 5.2.1 Pare-vapeur_M1	691,60 €	perle

Tâche 5.2.2_Isolation_Octobre 2022_Mois 1

Désignation	U	Budget Total Chantier Prévisionnel				Crédit en cumulé Octobre 2022_Mois 1				Consommé en cumulé Octobre 2022_Mois 1				Résultats Octobre 2022_Mois 1	
		heures	Quant.	P.Unit.	Valeur €	heures	Quant.	P.Unit.	Valeur €	heures	Quant.	P.Unit.	Valeur €	Ecart	Ecarts (€)
5.2.2 Isolation		Quantité totale =				Quantité exécutée =				Avancement =					
MO	h														
Total MO															
1ère couche d'isolant : panneau rigide de fibres en bois PAVAROOF-WFB	m²														
2ème couche d'isolant : panneau rigide en liège expansé PAVAROOF-ICB	m²														
Vis de fixations pour isolant à rupture de pont thermique	U														
Total Fournitures															
Total Tâche 5.2.2 Isolation_Octobre 2022_Mois 1															

	Ecarts Octobre 2022_Mois 1	Bilan Octobre 2022_Mois 1
Total MO M1		
Total Fournitures M1		
Total Tâche 5.2.2 Isolation_M1		

Total MO Lot 05 : Couverture - Étanchéité_Octobre 2022_Mois 1		
Total Fournitures Lot 05 : Couverture - Étanchéité_Octobre 2022_Mois 1		
Total Lot 05 : Couverture - Étanchéité_Octobre 2022_Mois 1		

Cadre de décomposition du prix global et forfaitaire

DCE	GYMNASE JEAN LAMOUR
------------	----------------------------

Cadre de Décomposition du Prix Global et Forfaitaire LOT 05 - COUVERTURE - ÉTANCHÉITÉ
--

5.2	COUVERTURE - ÉTANCHÉITÉ
------------	--------------------------------

Référence	Désignation	U	Qté entreprise	P.U. €HT	P.Total. €HT	
5.2	1	Pare vapeur	m ²	1 204,00	9,59	11 544,92
5.2	2	Isolation				
5.2	3	Étanchéité	m ²	1 204,00	29,77	35 846,77
5.2	4	Relevé d'étanchéité	m	138,00	42,15	5 816,05
5.2	5	Couvertine	m	138,00	45,73	6 310,80

Total HT : €	
TVA 20% : €	
Total TTC : €	

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Bon d'acompte N°1

PROJET	Gymnase Jean LAMOUR		
ENTREPRISE	Couverture - Étanchéité		
LOT n°:	5		
SITUATION N°	1 au 25 octobre 2022	le	27 octobre 2022

	MONTANT TOTAL DU MARCHÉ (HT)		VALEUR MOIS
	CUMUL MOIS		
	ACTUEL	PRECEDENT	
TRAVAUX			
TRAVAUX DU MARCHE			
TRAVAUX SUPPLEMENTAIRES			
TRAVAUX D'AMENAGEMENT			
REVISIONS PROVISOIRES			
REVISIONS DEFINITIVES			
INTERETS MORATOIRES			
AVANCE FORFAITAIRE			
APPROVISIONNEMENTS			
TOTAL TRAVAUX HT			
TRAVAUX INTER-ENTREPRISE			
TOTAL TRAVAUX BRUT HT			
RETENUES			
RETENUE DE GARANTIE :			
SUR :			
RETENUE INTER-ENTREPRISE			
PENALITES			
TOTAL RETENUES			
TOTAL NET HORS TAXES			
	TVA 20,00%		
MONTANT TTC DU REGLEMENT			

	Nombre [u]	Longueur [m]	Section [m ²]	Volume [m ³]
Membrures BM 100x240mm				
Diagonales BM 80x200mm				
Potelets BM 120x180mm				
TOTAL				

Maille élémentaire de 2,00 m x 2,00 m

