

Établissement du Service d'Infrastructures
et de la Défense de Bordeaux
DIV PLAN/BACSD- ESID de Bordeaux
223 rue de Bègles – CS 21152
33068 BOEDEAUX Cedex

Rapport n° : 3454
Mission : Diagnostic Charpente

Rapport établi par : R.J. SIMONNEAU

RAPPORT MISSION DE CONSEIL
Bâtiments 050 & 054 Quartier ABOVILLE
86000 POITIERS

APPUI TECHNIQUE SUR OUVRAGE

DIAGNOSTIC SOLIDITE CHARPENTE



Lençloître, 27/07/2020

Pour ARCABOIS
R.J. SIMONNEAU


ARCABOIS SARL
49, Rue Charles de Gaulle
86140 LENCLOITRE
Tél. 05 49 90 77 92
contact@arcabois.fr

1 – OBJECTIF ET LIMITES DE LA MISSION

Le bureau d'études ARCABOIS a été chargé par l' ESID de BORDEAUX de réaliser une mission de diagnostic structurel de la charpente des bâtiments 050 et 054 Quartier ABOVILLE 86000 POITIERS.

Cette mission a pour objectif de reconnaître la structure de cette charpente, la nature des matériaux et d'identifier le système constructif, et comprenant les éléments suivants :

- Descriptif technique général des ouvrages de charpente existants (essence de bois, sections, modes d'assemblages...) ;
- Réalisation d'un schéma/croquis des charpentes ;
- État de santé des charpentes au regard de la solidité (constat de désordres structurels apparents) ;
- Diagnostics permettant d'identifier la présence de parasites éventuels (termites, champignons...) ;
- Le cas échéant, propositions de travaux de renforcement ou de traitement : descriptif sommaire avec estimation chiffrée et mode opératoire pressenti pour la réalisation des prestations.

Le BET ARCABOIS a réalisé un ensemble d'investigations afin de déterminer la nature et les dimensions des ouvrages, ainsi que les calculs réglementaires permettant d'en vérifier la solidité.

2 - CONDUITE DE L'ETUDE

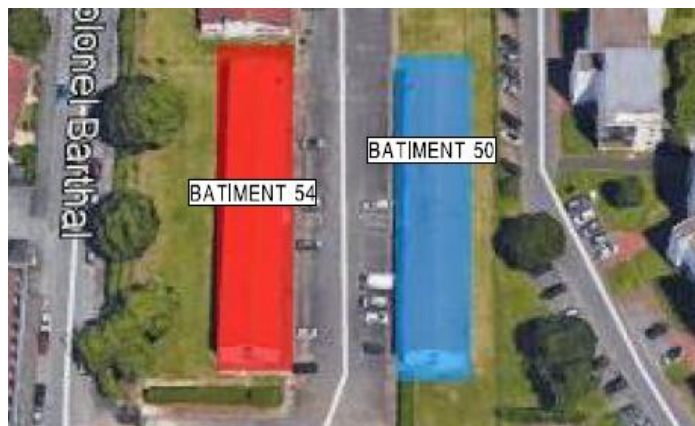
Cette étude traite exclusivement de la charpente de ces 2 bâtiments (050 & 054) et des solivages attachés , dont les relevés réalisés sur site ont été établis à partir des intérieurs (RDC) le 6 février 2020.

L'étude a été conduite de la façon suivante :

- Relevé de l'état de la charpente.
- Insertion de plans de repérage et de photos.
- Avis sur l'état des structures : solidité et état sanitaire
- Vérification solidité par le calcul de ces charpentes.
- Conclusion sur la solidité et la prescriptions de renforcements éventuels..

3 - PLAN DE REPERAGE DU BATI ETUDIE

3.1 Le site



Vue aérienne du site

3.2 Les Ouvrages

Description des éléments de charpente et de plafonds associés :

Batiment 050

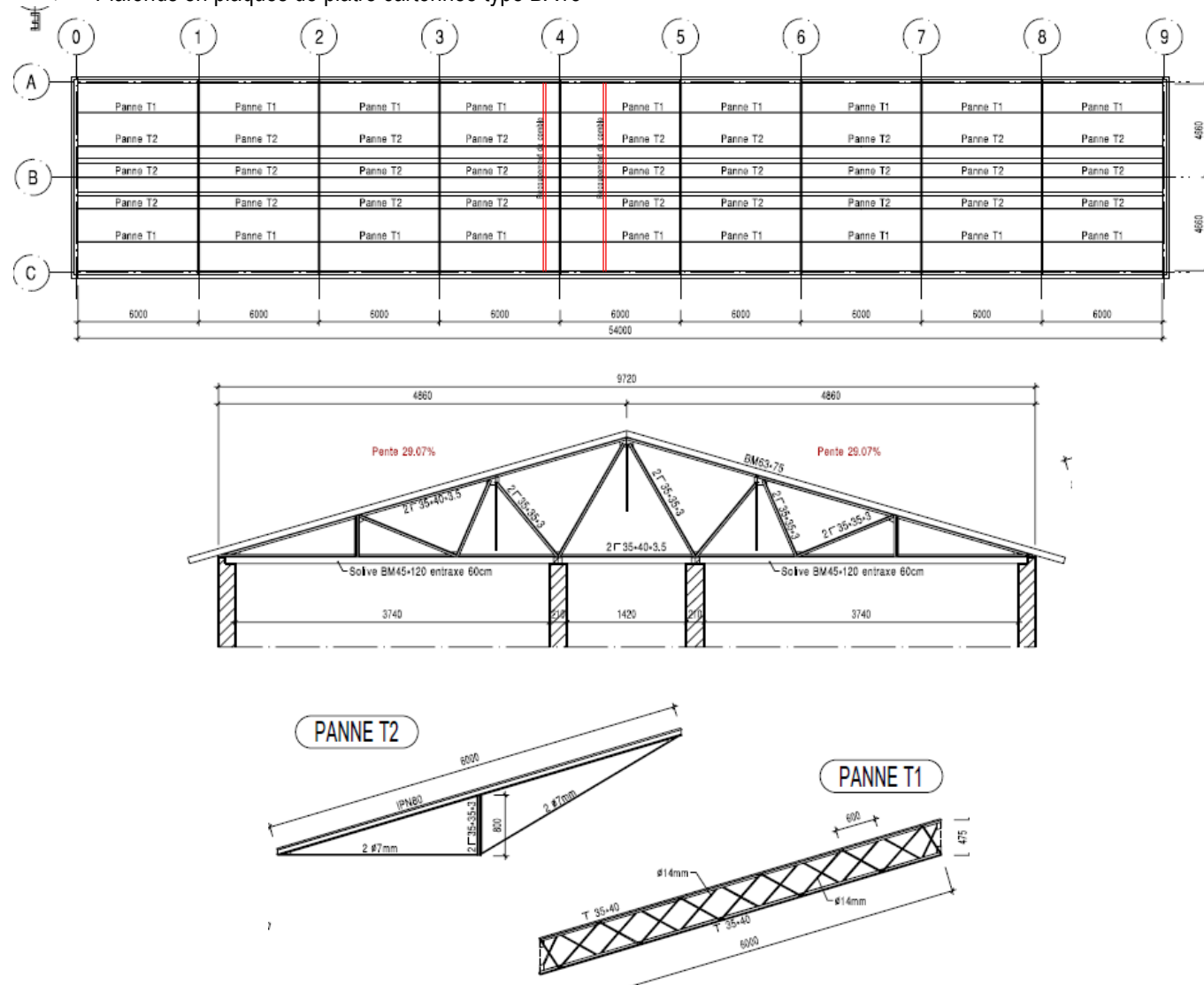
Charpente :

- 8 fermes treillis métalliques symétriques (pente 29%) à 11 panneaux, lg totale 9.32ml, avec 4 appuis sur murs (3.85+1.62+3.85ml), espacement 6ml
- 3 cours de pannes en IPN 80 sous tendues, portée 6.00ml, espacement 1.67ml, pose verticale.
- 2 cours de pannes en treillis, portée 6.00ml, espacement 1.64ml, pose verticale.
- Chevronnage en résineux section 6.3*7.5cm, espacement 60cm.
- Voligeage résineux 22mm ep cloué sur chevrons des 2 rampants de toiture (rampant est et rampant ouest).
- Couverture réalisée en tuiles mécaniques terre cuite grand moule.
- 2 recoupements de comble en carreaux de plâtre (1 de part et d'autre de l'escalier)

Solivage

- Solives résineux section 4.5*12 cm, espacement 60cm, portée de mur a mur (3.74 et 1.42 ml).
- Isolant minéral soufflé entre solives (ep env. 20cm).

- Plafonds en plaques de plâtre cartonné type BA13



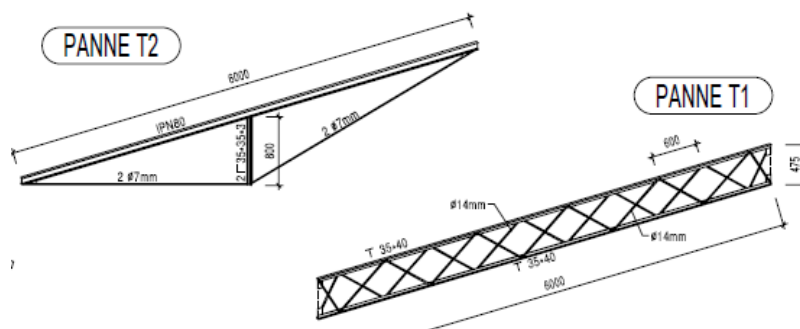
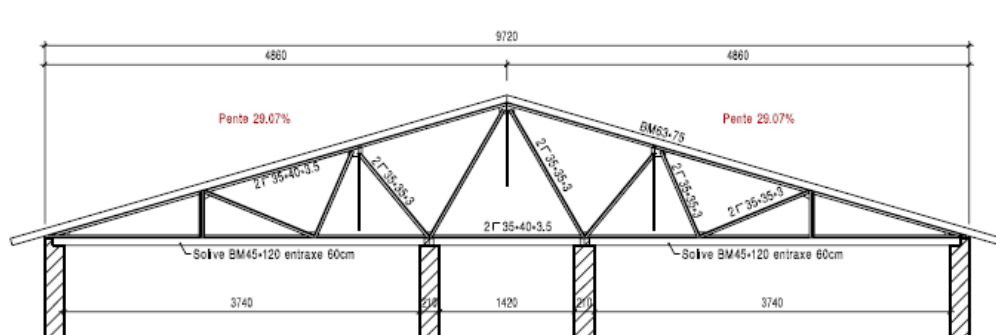
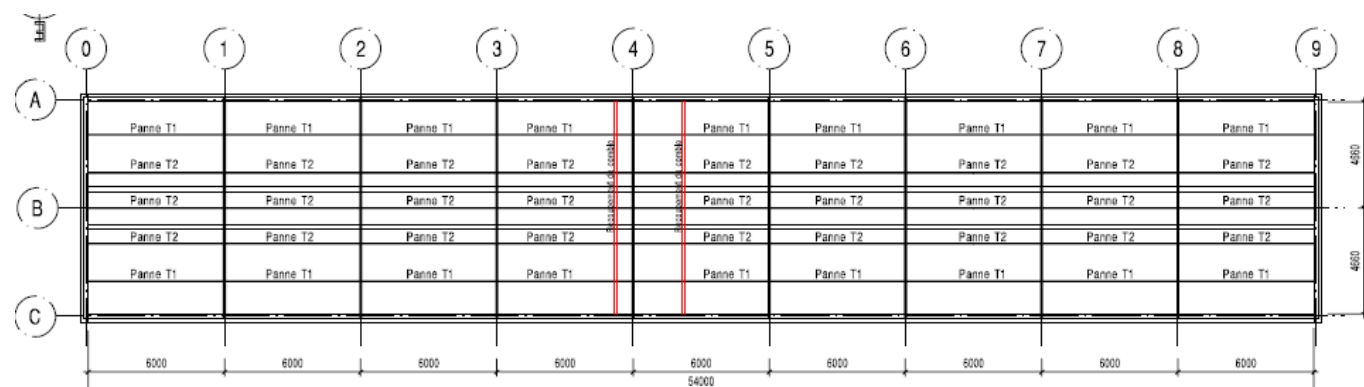
Batiment 054

Charpente :

- 8 fermes treillis métalliques symétriques (pente 29%) à 11 panneaux, lg totale 9.32ml, avec 4 appuis sur murs (3.85+1.62+3.85ml), espacement 6ml
- 3 cours de pannes en IPN 80 sous tendues, portée 6.00ml, espacement 1.67ml, pose verticale.
- 2 cours de pannes en treillis, portée 6.00ml, espacement 1.64ml, pose verticale.
- Chevronnage en résineux section 6.3*7.5cm, espacement 60cm.
- Voligeage résineux 22mm ep cloué sur chevrons sur le rampant ouest de toiture (sur le rampant est présence d'une sous-toiture en feutre goudronné).
- Couverture réalisée en tuiles mécaniques terre cuite grand moule.
- 2 recoupements de comble en carreaux de plâtre (1 de part et d'autre de l'escalier)

Solivage

- Solives résineux section 4.5*12 cm, espacement 60cm, portée de mur a mur (3.74 et 1.42 ml).
- Isolant minéral soufflé entre solives (ep env 20cm).
- Plafonds en plaques de plâtre cartonnée type BA13.



4 - OBSERVATIONS

4.1 Reportage photographique



Ferme treillis et pannes sous-tendues T1



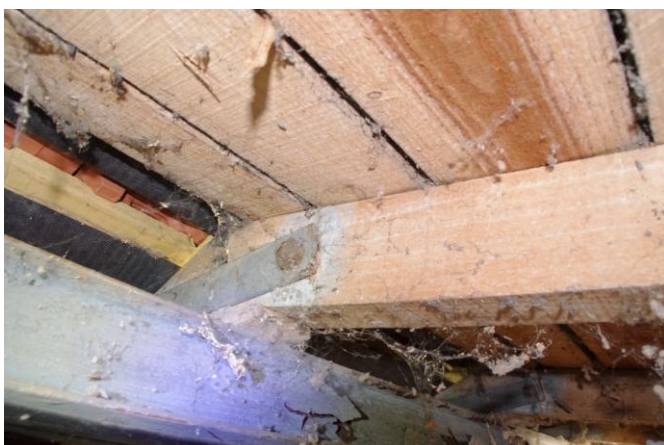
Ferme treillis et pannes sous-tendues T1



Pannes treillis T2



Détail assemblages chevrons sur pannes T2



Assemblage chevrons sur panne faitière T1



Recoupement de combles en carreaux de plâtre



Assemblage panne T2 sur ferme treillis



Panne T2 et panne T1

4.2 Observations

Nature des matériaux

Après examen visuel de l'ensemble des pièces de charpente, il sera pris pour hypothèse les classes de résistance mécaniques suivantes :

- Pour les bois massifs ⇒ **Épicéa classe C18**.
- Pour les pièces métalliques ⇒ **S 235**

Les contraintes admissibles des bois utilisées seront prises selon les référentiels suivants :

- Caractéristiques des bois massifs Résineux & Feuillus définies par NF P 21-400 (mars 2012).
- Caractéristiques des bois LC définies par NF EN 14080 : *Bois lamellé collé et bois massif reconstitué – Exigences*.

Classes de service des bois du projet :

- Classe de service 2 : caractérisée par une température ambiante de 20°C et une humidité relative ambiante ne dépassant pas 85% plus de quelques semaines par an. Ceci correspond à une humidité moyenne d'équilibre du bois inférieure ou égale à 20%.

Mesuré 12 % max lors de notre relevé.



Contrôle des déformations

- Sans objet

État des matériaux métalliques

L'examen visuel de l'ensemble des pièces métalliques (fermes et pannes) ne fait pas apparaître d'attaques significatives de dégradations de rouille.

État parasite des bois.

Il a été constaté des attaques de **Capricornes** (*Hylotrupes bajulus*) dans un certain nombre de pièces de bois :

- Principalement dans le chevonnage
- Dans le solivage plus difficilement observables car les solives sont enfouies dans l'isolation soufflée



Ces attaques parallèles au fil du bois sont significatives, avec présence de vermoulures compactées.

Certaines parties de chevrons attaquées ont perdu 20 à 30% de leur section initiale.

Observé 1 chevron localement détruit avec réparation par moisage double cloué (voir Obs1 ci après)



5 – VERIFICATION AU CALCUL DE LA CHARPENTE

5.0 Rappel de la procédure et Rappels réglementaires

Rappel de la procédure :

Dans ces calculs, nous vérifions que cette charpente bois selon les Eurocodes 5 :

- les contraintes en flexion restent inférieures aux contraintes maximum \Rightarrow ELU ratio $\sigma_{m,k} / f_{m,g,k} < 1$.
- les contraintes en cisaillement restent inférieures aux contraintes maximum \Rightarrow ELU ratio $\sigma_{v,k} / f_{v,g,k} < 1$
- les déformations restent inférieures aux limites réglementaires \Rightarrow ELS ratio $W_{net, fin} / (l/200) < 1$.

5.1 Détermination des chargements climatiques et séisme :

Surcharge ERP selon EN 1991-1-1

Surcharge d'exploitation de ERP au sens de la norme \Rightarrow **SANS OBJET**

Charges climatiques

Neige Région A1, alt < 200m ; $S_{k0}=0.45 \text{ kN/m}^2$

Vent Région 1, cat. terrain III b ; $V_{b0}=22.00 \text{ m/s}^2$

Séisme

Batiment existant sans modifications structurales \Rightarrow **NON CONCERNE**

Stabilité au feu

Sans objet

5.2 Rappels réglementaires.

5.2.1 – Généralités

A ce jour, les Règles de Calcul applicables à cette charpente sont :

Charges permanentes	: selon relevé des ouvrages examinés
Surcharges exploitation	: selon Eurocodes 1 EN 1991-1-1
Charges neige & vent	: selon Eurocodes 1 EN 1991-1-3 + EN 1991-1-4 (NF P06-113-1 & NF P06-114-1)
Sismicité	: Eurocodes 8 - normes NF EN 1998-1 et NF EN1998-5 (sept.2005) : SANS OBJET
Calcul Bois	: Eurocodes 5 (NF EN 1995)
Calcul Métal	: Eurocodes 3 (NF EN 1995)

5.3 Vérification au calcul de la charpente BOIS

Charges Permanentes

Chargement toiture		Chargement solivage	
Tuiles TC grand moule	45	Laine de verre 20cm	5
Voligeage 22mm	10	plafonds Placo	15
Divers	3	Divers	3
Total CP (kg/m²)	58	Total CP (kg/m²)	23

Calcul informatique par logiciel ACORD Bat

Calculs réalisés selon Eurocodes 5.

Pondérations selon Eurocodes 0 NFP 06-100

Classes de service des bois : classe 2

Tableau de synthèse des résultats

Éléments	Section	Portée Entraxe	État Actuel Résultats des calculs
Chevrans sur 4 appuis	Chevron 6.3*7.5cm C18	3*168cm + débord 20cm 60cm	ELU (flexion composée): 31% ELS : 41% f _{finale} : l/150
Solivage	Solive 4.5*12cm C18	374 cm 60 cm	ELU (flexion déviée): 48% ELS : 85% f _{finale} : l/250

Le solivage et le chevonnage de cette charpente respectent les Eurocodes 5 (contraintes et déformations) sous les sollicitations des chargements actuels.

A noter que les déformations des solives support de plafonds restent admissibles mais relativement proches de leur valeur maximum.

5.4 Vérification au calcul de la charpente METALLIQUE

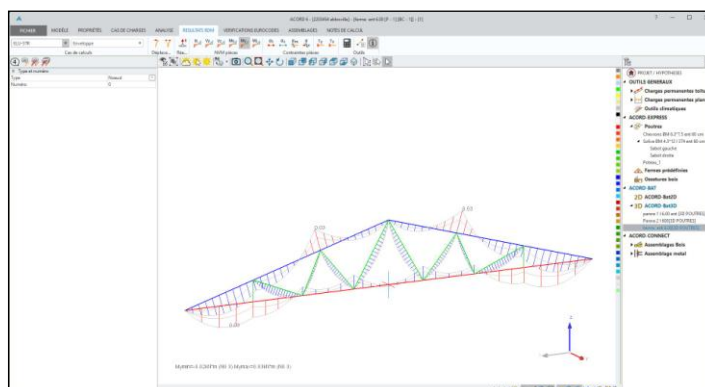
Charges Permanentes

Chargement toiture		Chargement solivage	
Tuiles TC grand moule	45	Laine de verre 20cm	5
Voligeage 22mm	10	plafonds Placo	15
Divers	3	Divers	3
Total CP (kg/m²)	58	Total CP (kg/m²)	23

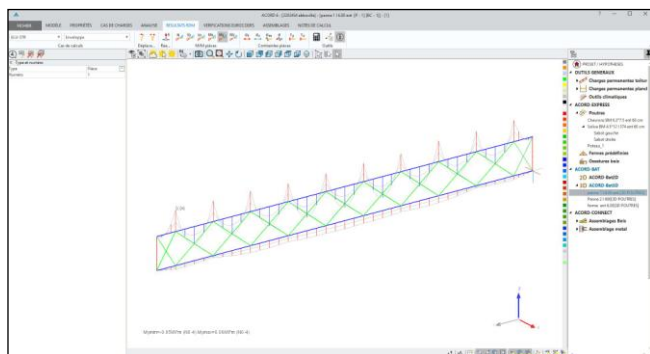
Calcul informatique par logiciel ACORD Bat

Calculs réalisés selon Eurocodes 3.

Pondérations selon Eurocodes 0 NFP 06-100



Panne T1



Panne T2

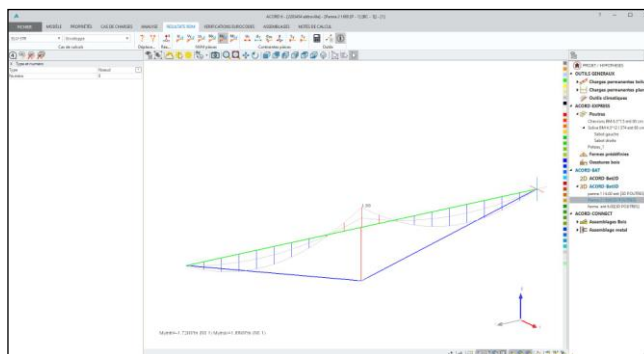


Tableau de synthèse des résultats

Éléments	Section	Portée Entraxe	État Actuel Résultats des calculs
Panne T1		600 cm 164 cm	ELU (max): 91% ELS (Global) : 11% - ELS (Local) : 20%
	Membrane haute S235 - I 35*40		ELU (flexion composée): 37% ELS : 20% f : I/300
	Membrane basse S235 - I 35*40		ELU (flexion + traction): 32% ELS : 20% f : I/300
	Lien S235 Ø 14		ELU (compression): 91% ELS : %
Panne T2		600cm 164 cm	ELU (max): 86% ELS (max) : 54%
	Membrane haute S235 – IPN 80		ELU (flexion composée) : 45% ELS : 54% f : I/300
	Tirant S235 2 Ø 7		ELU (traction) : 86% ELS : %
	Lien S235 1r 35*35*3		ELU (compression+ flexion) : 10% ELS : %
Ferme		964 cm 600 cm	ELU (max): 58% ELS (max) : 9%
	Arba S235 – 1r 35*35*3		ELU (flexion composée) : 45% ELS : 10% f : I/300
	Entrait S235 – 1r 35*35*3		ELU (flexion + traction) : 31% ELS : 10%
	Lien S235 1r 35*35*3		ELU (compression) : 58% ELS : %

Le solivage et le chevronnage de cette charpente respectent les Eurocodes 3 (contraintes et déformations) sous les sollicitations des chargements actuels.

A noter que les contraintes dans les éléments des pannes T1 et T2 restent admissibles mais relativement proches de leur valeur maximum.

6 – PRECONISATIONS

Lot : Traitement Curatif des Bois contre les Insectes à Larves Xylophages

A : DISPOSITIONS GENERALES

1 - Objet du DESCRIPTIF :

Le présent DESCRIPTIF a pour objet de définir les travaux de traitement curatif des bois contre les insectes à larves xylophages.

L'objectif visé étant de réaliser un traitement curatif des bois existants et de les protéger d'attaques d'insectes à larves xylophages (Capricorne). .

2 - Description sommaire des prestations :

Ouvrages concernés : Solivages bois et Chevroillage de charpente des bâtiments 050 et 054,
Quartier Aboville 86000 POITIERS .

Prestations à effectuer :

- Sondage de tous les bois.
- Bûchage de toutes les zones dégradées par les insectes.
- Brossage et dépoussiérage de tous les bois
- Injection en profondeur dans les bois dont l'épaisseur > 5cm et le ½ périmètre > 20cm.
- Application de surface par pulvérisation (2 passes produit liquide ou 1 passe produit gel).

Visite des lieux:

L'entreprise devra effectuer une visite des lieux, préalablement a la remise de sa proposition de prix, afin de reconnaître les contraintes d'intervention, et l'étendue des infestations parasites des bois de charpente et de solivage, et ce afin d'établir sa proposition de prix.

3 - Conformité à la réglementation ou normes :

La mise en œuvre du dispositif devra être conforme au référentiel de prescriptions techniques de la Marque CTB-A+ et aux préconisations du fabricant de produit .

4 - Qualification des entreprises :

L'entreprise en charge du marché devra obligatoirement être titulaire de la Certification de services CTB-A+ ou de tout autre certification accréditée par le COFRAC.

Cela implique obligatoirement l'utilisation de produits certifiés CTB-P+, certification délivrée par l'Institut Technologique FCBA ou justifier de critères équivalents en terme d'efficacité et d'évaluation éco toxicologique, ainsi qu'un suivi qualité réalisé par un organisme tiers reconnu.

5 - Pièces à fournir :

- Pièces administratives selon demande du Maitre d'Ouvrage
- le certificat de qualité CTB-A+ de l'entreprise pour l'année en cours ou tout certificat équivalent
- l'assurance en responsabilité civile professionnelle mentionnant les activités couvertes pour l'année en cours
- les fiches techniques, fiches de données de sécurité et certificat de qualité CTB-P+ des produits utilisés

6 - Contraintes relatives au chantier :

- accès au site : établissement militaire avec contraintes de sécurité et d'accès
- occupation des locaux ⇒ **locaux occupés Logements**
- **sécurité incendie : obligation d'utilisation de produit biocide en phase aqueuse afin d'écarter tout risque d'incendie dans les combles car présence d'une installation électrique d'éclairage de sécurité.**

7 - Installation du chantier :

- L'installation du chantier doit satisfaire à la législation en vigueur .

B - DESCRIPTIF DE LA PRESTATION DU TRAITEMENT DES BOIS CONTRE LES INSECTES À LARVE XYLOPHAGE

1 - Objectif

L'objectif est de protéger les bois d'attaques d'insectes à larves xylophages. Les travaux bénéficieront d'un engagement de ré-intervention de 10 ans.

2 - Sondage de tous les bois :

L'entreprise devra mécaniquement sonder tous les bois afin de détecter les zones infestées par les insectes.

3 - Bûchage des parties infestées :

L'entreprise devra obligatoirement bûcher toutes les parties où une infestation a été localisée afin d'éliminer les parties vermoulues et de mettre à nu le bois sain.

4 - Renforcements

A la suite du bûchage, l'entreprise fera un relevé détaillé de tous les bois dont la résistance mécanique est altérée par les dégradations, et ce contradictoirement avec le Maître d'Ouvrage.

Tous les bois altérés seront renforcés par pièces d'Épicéa C24 traité classe 2 :

- Chevrons : par moilage simple vissé section 45*75 portant de pannes a pannes attenantes.
- Solives support plafonds : par moilage simple vissé section 45*120

Un état quantitatif de l'ensemble des bois de renforcements sera fourni en fin d'intervention, afin d'établir un état de facturation final établi à partir des prix unitaires fournis dans le devis initial de l'entreprise.

4 - Brossage et dépoussiérage :

- Brossage : L'entreprise devra brosser toutes les galeries apparentes creusées par les insectes afin d'éliminer la vermoulure et de faciliter la pénétration du produit vers les zones à protéger.
- Dépoussiérage : L'entreprise devra dépoussiérer la surface de tous les bois afin de faciliter la pénétration du produit vers les zones à protéger.

5 - Traitement curatif :

- Traitement curatif de sablières sur murs gouttereaux (bois résineux 5*15cm)
 - Création de puits d'injection dans la face accessible de la sablière, mise en place de têtes d'injecteurs auto-obturantes et injection de produit biocide sous pression (gel ou liquide).
- Traitement curatif de l'ensemble du chevronnage (bois résineux 6.3*7.5cm)
 - Application par pulvérisation de produit de surface sur la totalité du chevronnage (1 passe gel 350g/m² ou 2 passes produit liquide 180 g/m² chacune)
- Traitement curatif de l'ensemble du voligeage (bois résineux jointif 2.2cm ep)
 - Application par pulvérisation de produit de surface sur l'ensemble de l'intrados du voligeage (1 passe gel 350g/m² ou 2 passes produit liquide 180 g/m² chacune).
- Traitement curatif de l'ensemble du solivage (bois résineux 4.5*12cm)
 - Création de puits d'injection sur l'extrados de chaque solive, mise en place de têtes d'injecteurs auto-obturantes et injection de produit biocide sous pression (gel ou liquide).

6 - Nettoyage de chantier :

En fin d'intervention l'entreprise devra réaliser le nettoyage complet de ses zones d'intervention et l'évacuation de l'ensemble des déchets à la décharge.

C – QUANTITATIF DES TRAITEMENTS ET RENFORCEMENTS DU BATIMENT 050

Localisation des traitements curatifs pièces bois à traiter Batiment 050

Nb	Designation	longueur (ml)	section (cm)	Devel, (cm)	ml injection	m² développé
2	Sablière	54	5*15	0,2	108	22
90	Solives	9,30	4,5*12	28,50	837	42
180	Bas de Chevrons	0,50	6,5*7,5		90	
180	Chevrons	5,00	6,5*7,5	22,00		198
1	Sous face Voligeage 22mm					540
TOTAL					1035	801

NOTA : Les quantités du tableau ci-dessus sont d'ordre général et sont données a titre purement indicatif ; elles ne pourront en aucun cas être utilisées par une entreprise pour réaliser son devis, celle-ci devant avoir effectué une visite sur site lui permettant d'estimer ses propres quantités et modalités techniques d'intervention.

Quantitatif provision de bois pour renforcements Bat 050

Designation	U	Quant
Provision pour fourniture et pose de bois neufs Epicea C24 traités Cl2, pour renforcement par moisage simple vissé 10% de l'ensemble du chevronnage (nbr total 180 U) section 4,5*7,5 cm : nombre 18 U longueur 5,00 ml	ml	90,00
Provision pour fourniture et pose de bois neufs Epicea C24 traités Cl2, pour renforcement par moisage simple vissé 10% de l'ensemble du solivage (nbr total 90 U) section 4,5*12 cm : nombre 9 U longueur 9,30 ml	ml	84,00

D – QUANTITATIF DES TRAITEMENTS ET RENFORCEMENTS DU BATIMENT 054

Localisation des traitements curatifs pièces bois à traiter Batiment 054

Nb	Designation	longueur (ml)	section (cm)	Devel, (cm)	ml injection	m² développé
2	Sablière	54	5*15	0,2	108	22
90	Solives	9,30	4,5*12	28,50	837	42
180	Bas de Chevrons	0,50	6,5*7,5		90	
180	Chevrons	5,00	6,5*7,5	22,00		198
1	Sous face Voligeage 22mm					270
TOTAL					1035	531

NOTA : Les quantités du tableau ci-dessus sont d'ordre général et sont données a titre purement indicatif ; elles ne pourront en aucun cas être utilisées par une entreprise pour réaliser son devis, celle-ci devant avoir effectué une visite sur site lui permettant d'estimer ses propres quantités et modalités techniques d'intervention.

Quantitatif provision de bois pour renforcements Bat 054

Designation	U	Quant
Provision pour fourniture et pose de bois neufs Epicea C24 traités Cl2, pour renforcement par moisage simple vissé 10% de l'ensemble du chevronnage (nbr total 180 U) section 6,5*7,5 cm : nombre 18 U longueur 5,00 ml	ml	90,00
Provision pour fourniture et pose de bois neufs Epicea C24 traités Cl2, pour renforcement par moisage simple vissé 10% de l'ensemble du solivage (nbr total 180 U) section 4,5*12 cm : nombre 9 U longueur 9,30 ml	ml	84,00

7 - CONCLUSION

Dans le cadre de la mission de diagnostic structurel nous ayant été confiée nous avons examiné la charpente des bâtiments 50 et 54, leur aptitude à supporter les chargements les sollicitant, et examiné l'état sanitaire des éléments en bois.

État parasitaire des éléments de charpente bois.

Il a été constaté la présence d'attaques de Capricornes (*Hylotrupes bajulus*) dans plusieurs pièces de chevronnage ainsi que dans les éléments de solivage.

Il apparait nécessaire de faire réaliser une intervention de traitement curatif de l'ensemble des bois selon les prescriptions décrites au chapitre 6 du présent rapport.

Lors de cette intervention, tous les bois altérés seront renforcés par moisage vissé en Épicéa C24 traité classe 2 :

- Chevrons par moisage simple vissé section 45*75 portant de pannes à pannes attenantes.
- Solives support plafonds par moisage simple vissé section 45*120.

Diagnostic Solidité des éléments de charpente bois :

La vérification au calcul des éléments bois réalisés en résineux C18 montre que :

- Le chevronnage existant a une solidité respectant les Eurocodes 5 (contrainte et déformations), ceci pour les éléments sains ne présentant pas d'attaques parasitaires
- Le solivage bois existant a une solidité respectant les Eurocodes 5 (contrainte et déformations), ceci pour les éléments sains ne présentant pas d'attaques parasitaires

Diagnostic Solidité des éléments de charpente métallique :

La vérification au calcul des éléments de charpente métallique montre que :

- Les pannes métalliques T1 en treillis ont une solidité respectant les Eurocodes 3 (contrainte et déformations).
- Les pannes métalliques T2 sous-tendues ont une solidité respectant les Eurocodes 3 (contrainte et déformations).
- Les fermes en treillis métallique ont une solidité respectant les Eurocodes 3 (contrainte et déformations).

Nous restons à disposition du Maître d'Ouvrage, pour toute investigation complémentaire qu'il jugerait utile dans le cadre de la mission nous ayant été confiée.

Mission terminée le 27/07/2020

RJ Simonneau
Responsable BET


ARCBOIS S.A.R.L.
49, Rue Charles de Gaulle
86140 LENCLOÎTRE
Tél. 05 49 90 77 92
contact@arcabois.fr

Pièces jointes : Plan 3454 CB01 DIAG.