

MINISTERE DE LA CULTURE
DIRECTION REGIONALE DES AFFAIRES CULTURELLES OCCITANIE
CONSERVATION REGIONALE DES MONUMENTS HISTORIQUES

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES LOT 2 CHARPENTE / COUVERTURE

DÉPARTEMENT

LOT

LOCALITÉ

CAHORS

ÉDIFICE

CATHEDRALE SAINT-ETIENNE

PROGRAMME DE L'OPÉRATION

**MISE AUX NORMES ET ÉLÉVATION DU
NIVEAU DE SÉCURITÉ**

MARS 2026

2. LOT CHARPENTE / COUVERTURE

2.1. GENERALITES

2.1.1. Objet des travaux

Travaux décrits ci-après.

L'entreprise est réputé avoir pris pleine connaissance des contraintes du site et des pièces en Annexe du présent CCTP. Toutes les contraintes qui découlent de ces pièces seront incluses dans l'offre.

2.1.2. Consistance des travaux

Les travaux comprennent :

- L'établissement de relevés complémentaires.
- D'une manière générale toutes les prises de mesures nécessaires au bon dimensionnement des ouvrages et à leur bonne implantation.
- La présentation à l'approbation du maître d'œuvre avant toute fabrication ou mise en œuvre de tous les échantillons, modèles, profils d'ouvrages, etc. et s'il y a lieu, toutes les modifications nécessaires demandées par le maître d'œuvre jusqu'à complet accord de celui-ci.
- Les études, les dessins nécessaires à la mise en œuvre des ouvrages de charpente.
- Le chargement à l'atelier, le transport, le déchargement à pied d'œuvre et stockage.
- L'établissement d'aires de montage.
- Toutes manutentions, transports et main d'œuvre pour la pose, le montage, le réglage et l'assemblage définitif des ouvrages.
- La fourniture des engins et appareils éventuellement nécessaires au montage.
- La fourniture et la pose des chevilles, douilles autoforeuses et autres systèmes de fixation.
- Les ouvrages qui n'auraient pu être réalisés par le titulaire du lot n° 1 du fait de la non fourniture, en temps utile, des éléments nécessaires.
- L'exécution d'essais demandés par le maître d'œuvre ou le bureau de contrôle ou imposés par les règlements techniques.
- Le nettoyage et l'enlèvement des gravats après chaque intervention.
- Les remises en état éventuelles d'ouvrages ou parties d'ouvrages ayant subi des détériorations.
- La protection de ses ouvrages et matériaux pendant la durée du chantier et notamment, lors du stockage de ceux-ci.
- Les remises en état éventuelles d'ouvrages ou parties d'ouvrages ayant subi des détériorations.
- La protection de ses ouvrages et matériaux pendant la durée du chantier et notamment, lors du stockage de ceux-ci.
- Les prescriptions liées à la sécurité des personnes et des biens en cours de travaux.
- Les ouvrages, leurs ensembles et différents constituants devront supporter et résister, sans déformation ni détérioration susceptible de nuire à leur fonctionnement ou à leur conservation, aux utilisations, sollicitations, chocs et pressions exercés par des agents ou personnes provenant de l'extérieur ou de l'intérieur du bâtiment.
- Les dispositions prises pour assurer un aplomb, un alignement et un niveau satisfaisant et pour s'adapter, le cas échéant, aux contraintes des bâtiments existants.
- Les précautions pour ne pas avoir de déformations des ouvrages sur place.

2.1.3. Dispositions générales

Le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières n'est pas limitatif et comprend implicitement l'ensemble des travaux nécessaires au parfait achèvement de l'ouvrage suivant les règles de l'art, les normes et la réglementation en vigueur au moment de la réalisation.

L'entrepreneur devra, outre les travaux prévus aux plans et au présent programme, tous les travaux de charpentes et fournitures nécessaires au parfait achèvement de l'ouvrage suivant les règles de l'art, les normes et la réglementation en vigueur au moment de la réalisation.

2.1.4. Dispositions générales

Le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières n'est pas limitatif et comprend implicitement l'ensemble des travaux nécessaires au parfait achèvement de l'ouvrage suivant les règles de l'art, les normes et la réglementation en vigueur au moment de la réalisation.

L'entrepreneur devra, outre les travaux prévus aux plans et au présent programme, tous les travaux de charpentes et fournitures nécessaires au parfait achèvement de l'ouvrage suivant les règles de l'art, les normes et la réglementation en vigueur au moment de la réalisation.

2.1.5. Échafaudages et accès

Des échafaudages verticaux de pied sont prévus au droit des élévations extérieures suivant plans, par le lot n°1.

L'entreprise du présent lot fera son affaire de toutes les sujétions d'accès complémentaires, nécessaires à l'exécution de ses propres ouvrages.

Cette prestation (fourniture, montage, mise en place, location et dépose) est à inclure dans les prix du marché.

2.1.6. Règlement et textes de référence

Les dispositions constructives permettront le respect des exigences réglementaires en vigueur en ce qui concerne notamment :

- La solidité des ouvrages,
- La sécurité des personnes,
- Les règlements de sécurité et la réglementation incendie,

Les travaux de charpente seront exécutés conformément aux documents techniques et normes suivants :

- N.F.P. 31.305 : Tuiles canal de terre cuite
- D.T.U. 40.2 : Couverture en tuile canal.
- D.T.U. 30.1 : Charpente et escalier bois.
- Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions (dites NV 65-67 et annexes)
- DTU 36.1, 37.1, 34.1 58.1 et 39
 - Cahier des clauses techniques (CSTB 1860, juin 1983),
 - Cahier des clauses spéciales (CSTB 1860, juin 1983),

Cette liste n'est pas limitative. Tous règlements, décrets et arrêtés concernant les travaux seront respectés.

2.1.7. Documents techniques contractuels

En complément des documents techniques contractuels visés à l'article "Pièces constitutives du marché " du C.C.A.P, sont contractuels les documents suivants émanant du Ministère de la Culture - Direction du Patrimoine :

- Fascicule technique portant sur les échafaudages
- Les recommandations professionnelles liées à la restauration des Monuments Historiques
- Normes Françaises (NF) couverture en ardoise : P 32 201 - P 32 301 - P 32 302

Les documents techniques contractuels sont ceux énumérés au chapitre 3 du fascicule technique « charpente en bois ».

2.1.8. Protection des existants

L'entrepreneur doit prévoir toutes les dispositions nécessaires pour assurer la protection des ouvrages existants et notamment des éléments anciens.

L'entrepreneur doit également la protection de toutes les parties adjacentes à ses travaux afin d'éviter toutes les dégradations sur les ouvrages existants comme sur les ouvrages relevant éventuellement de la compétence d'autres corps d'état qui auraient à intervenir sur le chantier.

En outre, l'entrepreneur doit toutes les protections pour éviter les infiltrations d'eau, les pénétrations d'humidité, ou toutes autres détériorations de l'édifice du fait de son intervention.

Enfin, pour tout ce qui le concerne, l'entrepreneur devra prendre ses précautions par consignes et ouvrages élémentaires de protection pour garantir la sécurité des intérieurs de l'édifice contre les actes de vol et de vandalisme.

L'entrepreneur aura à sa charge tous les travaux éventuellement nécessaires à la remise en état ou au remplacement des ouvrages ou éléments endommagés du fait du non-respect des prescriptions du présent article.

Dispositions particulières :

L'ensemble des dispositions de protection proposées par l'entrepreneur sera soumis au maître d'œuvre préalablement à leur mise en place.

Le cout desdites protections est considéré comme étant inclus dans les prix du marché sauf qu'elles font l'objet d'un prix spécifique au détail estimatif.

2.1.9. Protection des ouvrages en cours d'exécution

L'ensemble des dispositions de protection proposées par l'entrepreneur sera soumis au maître d'œuvre préalablement à leur mise en place.

L'entrepreneur doit prendre les dispositions qui s'imposent à lui pour permettre la mise en œuvre, dans les meilleures conditions, des mortiers, en particulier. La protection contre l'ensoleillement et/ou le vent sera mise en place autant que de besoin.

Dispositions particulières :

Le coût des dites protections est considéré comme étant inclus dans les prix du marché sauf lorsqu'elles font l'objet d'un prix spécifique au détail estimatif.

2.1.10. Coordination avec les autres intervenants

L'entreprise doit donner satisfaction sur les plans du fini, du fonctionnel et des qualités, définis par les cahiers de charges existentiels, les normes en vigueur, le C.C.T.P. et les plans.

Pour ce faire, elle doit s'assurer de bonnes liaisons avec tous les autres composants qui constituent l'environnement de son action, à savoir :

- Définir et s'assurer que la pose est effectivement possible dans les conditions prévues par lui, le Maître d'œuvre et le pilote de l'opération.
- Définir les solutions de continuité avec cet environnement et les produire avant exécution.

A ce titre, il lui faudra fournir toutes les études, les dessins de façonnages sur le chantier et de fabrication en atelier, pièces et produits nécessaires à la bonne exécution des ouvrages.

- Réclamer, s'il y a lieu, les modifications jugées indispensables.

Il appartient à l'entreprise d'attirer, en temps utile, l'attention du Maître d'œuvre, sur les répercussions que peuvent avoir certains travaux sur la marche générale du chantier, et de signaler le cas échéant, les modifications qu'il conviendrait d'apporter aux dispositions arrêtées pour les autres corps d'état.

Les erreurs éventuelles ou les imprécisions de plans, ou les non concordances entre les différents documents, devront être signalées au plus tôt au Maître d'œuvre qui fera, s'il y a lieu, les rectifications nécessaires.

L'entreprise reste responsable des erreurs et de modifications qu'entraînerait, pour tout corps d'état, l'inobservation de cette prescription.

Il est rappelé que l'entreprise devra prévoir la réalisation de certaines parties de son lot à des époques différentes, suivant l'avancement des autres corps d'état prévus.

L'entreprise devra remettre par écrit, au Maître d'œuvre, toutes les indications sur les appuis et scellements : niveaux d'appui, cotes d'arase des maçonneries ou béton au droit des poteaux ou à l'emplacement des abouts de poutre, emplacement, forme et dimensions des trous de scellement à réserver, modificatifs des plans d'exécution.

2.1.11. Conception, calculs, justification

- Sont appliquées, sans restriction, les dispositions de règles C.B. (charpente bois).
- Les qualités technologiques des bois sont définies par la norme B 52.001.
- L'entreprise devra fournir et soumettre à l'approbation du maître d'œuvre et ce 12 jours avant la réalisation de ouvrages correspondants:
- Les plans d'exécution des assemblages.
- Les notes de calcul justifiant pour les caractéristiques dimensionnelles des bois, des déformés négligeables pour les cas de charges suivantes:
 - 1) Charges permanentes + neige
 - 2) Charges permanentes + vents (normaux et extrêmes)
 - 3) Charges permanentes + vents + 1/2 neige
- Les hypothèses de charges sont celles induites par nature du matériau de couverture, par les conditions géographiques (altitudes) et climatiques (vent / neige) du lieu.

Les plans et études d'Exécution devront être faits par un bureau d'Etude spécifique. L'entrepreneur devra transmettre les justificatifs en phase de préparation de chantier pour examen et avis du bureau de contrôle avant tout démarrage des travaux correspondants.

Les calculs de descente des charges de la charpente/couverture devront être transmis en phase de préparation de chantier pour avis au maître d'œuvre et au bureau de contrôle.

2.1.12. Bois employés pour le liteaunage et voligeage

2.1.12.1. Généralités

Les bois employés devront satisfaire aux conditions suivantes :

- Etre sec à l'air avec taux d'humidité compris entre 13 et 17 %,
 - Répondre aux caractéristiques de choix minimales indiqués à la norme NF B 53.502

2.1.12.2. Essences utilisées

- Ces essences peuvent être de provenance indigène ou d'importation.
- Pour les bois dits "du Nord" il peut être demandé une justification d'origine à l'entrepreneur de couverture.

2.1.13. Bois de charpente

2.1.13.1. Humidité des bois de charpente à la mise en œuvre

Les ouvrages devront respecter le DTU 31.1 et les compléments techniques du CTB ayant trait en admettant cependant que les taux maximum pourront être portés aux valeurs suivantes :

- 18% pour le petites pièces jusqu'à 10x10 cm,
- 25% pour les pièces moyennes jusqu'à 18x18 cm.
- Les pièces de forte section ne pourront excéder 30%

2.1.13.2. Caractéristiques technologiques et chimiques des bois

- Ces caractéristiques sont précisées dans la norme NF B 50 001. D'une façon générale, les bois utilisés doivent être sains, exempts de toute pourriture ou d'échauffure, de nœuds vicieux ou pourris, de fente d'abattage, de gélivure ou de roulure. La présence des insectes attaquant les bois en œuvre est également une cause de rebut.

2.1.13.3. Caractéristiques technologiques et aspect des bois prescrits

- Classement technologique :
 - Bois de charpente : chêne
 - Bois de charpente : sapin

2.1.13.4. Section des bois

Le titulaire du présent lot sera seul responsable des sections des bois employés résultant de ses calculs. Elles devront être calculées en fonction des charges, efforts et flèches.

2.1.14. Protection des éléments métalliques

Les organes d'assemblage (boulons, tirefonds) sont protégés de la corrosion, à moins qu'il ne soient constitués d'un matériau inoxydable par nature. La protection est assurée par une couche de peinture primaire inhibitrice de corrosion appliquée selon les spécifications du D.T.U. n° 59.1. " travaux de peinturage" et complétée par une couche de peinture de finition.

2.1.15. Protection des bois neufs contre les insectes et autres parasites

- Tous les bois de charpente seront traités par un produit insecticide et fongicide durable agissant à la fois comme poison de contact et d'inhalation et d'ingestion sur tous les parasites, animaux et végétaux du bois (termites compris).
- Ce produit sera fluide ininflammable totalement insoluble dans l'eau, chimiquement stable, neutre, non caustique, sans action sur les fibres du bois, la maçonnerie et les métaux.
- Il sera totalement exempt de goudron ou dérivés du goudron.
- Cette protection sera réalisée par trempage.

2.1.16. Préservation des bois vieux

Comprenant :

- Dépoussiérage des charpentes,
- Brossages,
- Purges des parties malsaines,
- Badigeonnage de produits fongicides et insecticides jusqu'à saturation, quelque soit le nombre de couches à appliquer.

Le mode de traitement et types de produit utilisés seront conformes aux prescriptions du DTU 31-1
(article 4-1)

2.1.17. Tuiles

Les caractéristiques physiques et mécaniques des tuiles creuses sont données à la norme NF 31.305.

Le maître d'œuvre se réserve le droit de faire procéder inopinément quand bon lui semblera à tous les prélèvements et à toutes les analyses des tuiles livrées sur le chantier.

A partir du moment où une anomalie serait découverte, tous les frais d'analyses ultérieurs seraient à la charge de l'entrepreneur, sans préjudice des abattements à appliquer dans les travaux exécutés antérieurement ou du refus pur et simple des travaux.

2.1.18. Spécifications techniques particulières des ouvrages de menuiseries

2.1.18.1. Assurabilité

Les solutions adoptées bénéficieront dans tous les cas d'une assurabilité au titre de la garantie décennale.

2.1.18.2. Exécution des ouvrages

Les ouvrages, leurs ensembles et différents constituants devront supporter et résister, sans déformation ni détérioration susceptible de nuire à leur fonctionnement ou à leur conservation, aux utilisations, sollicitations, chocs et pressions exercés par des agents ou personnes provenant de l'extérieur du bâtiment.

L'entrepreneur est tenu de faire toutes observations ou réserves s'il estime que la conception de certains ouvrages est incompatible avec la bonne tenue dans le temps ou un fonctionnement parfait.

Il reste bien entendu que dans le cas d'augmentation des sections de bois (sans accord du Maître d'Oeuvre) et qu'elles qu'en soient les raisons, il ne sera alloué à l'entrepreneur, de ce fait, aucune indemnité ou augmentation de son prix.

Les profils et assemblages seront exécutés en toute perfection, les rives droites non épaufrées. Dans les parties assemblées, les tenons et mortaises seront bien ajustés et maintenus à l'aide de cheville de bois dur et sec ; dans les parties d'onglet, les coupes seront franches et bien raccordées. Les embrèvements seront exécutés avec précision et assez profondément pour que les languettes ne sortent jamais des rainures. Les bois seront soigneusement poncés dans le sens du fil. Il ne pourra être employé ni mastic ni pâte pour cacher les imperfections du bois.

Il ne sera toléré, ni menuiseries mastiquées, ni fausses coupes, ni pièces rapportées collées ou non. L'emploi de chevilles métalliques est rigoureusement interdit.

Les dispositions particulières éventuellement adoptées pour les sections et profils ne pourront jamais constituer dérogation quant au résultat à obtenir concernant les assemblages, l'étanchéité à l'air et à l'eau, la rigidité des ouvrants, les tolérances et ajustages.

Les assemblages éventuellement collés devront satisfaire aux conditions suivantes :

- Les joints devront présenter une bonne tenue dans le temps, aucun décollement ne devra se produire à la suite de variations dimensionnelles des bois ou par le retrait ou le fendillement de la colle.
- Les colles employées devront être insensibles aux actions de l'humidité et des attaques de moisissures ou de champignons.
- Les bois seront parfaitement séchés avant collage et les surfaces à coller parfaitement propres.

Les bois seront de classe B à minima.

L'hygrométrie des bois sera conforme aux règlements en vigueur. D'une manière générale, ils seront droits fils, sains, purgés d'aubier, exempts de piqûres, roulures, gerçures, pourritures, fentes, nœuds vicieux, gélivures, ils seront exempts de tout échauffement.

Un traitement de préservation au moyen de produits insecticides et fongicides devra être appliqué sur tous les bois non traités à l'achat. Ces produits devront être homologués à la marque CTBF et appliqués selon les directives du Guide des

Traitements Préventifs des Bois. A défauts d'injection sous pression, l'immersion des produits dans les solvants organiques est préconisée. Ces produits ne devront pas occasionner de désordres aux peintures et revêtements.

Les organes de verrouillages devront assurer l'immobilisation parfaite des ouvrants et empêcher toute vibration en position fermée.

L'entrepreneur devra la fourniture de toutes les pattes à scellement et des équerres de façon qui seront entaillées et fixées au moyen de vis tournées à tête plate et fraisée.

2.1.18.3. Protection des bois

Protection insecticide et fongicide

La protection insecticide et fongicide n'est pas obligatoire dans tous les cas.

L'entrepreneur aura toutefois implicitement à sa charge l'application d'un produit de traitement adapté, dans tous les cas où cette protection est nécessaire selon spécification du DTU et normes :

- DTU 36.5 – Article 3.1
- norme NF P 23-305 – Annexe 2.

Couche d'impression

Le CCTP précise ci-après si une couche d'impression, une première couche de vernis ou une couche d'imprégnation, selon le cas, est à appliquer sur les menuiseries par le présent lot, ou si le présent lot n'a aucune couche à sa charge.

Dans le cas où le présent lot doit appliquer une couche préparatoire en atelier sur les menuiseries, le produit employé devra être compatible avec les couches de finition qui seront réalisées par l'entrepreneur de peinture.

L'entrepreneur du présent lot aura à prendre contact en temps voulu à ce sujet avec l'entrepreneur de peinture.

Dans le cas où aucune couche préparatoire n'est à appliquer sur les menuiseries en atelier par le présent lot, celui-ci devra néanmoins appliquer une couche de protection sur toutes les parties d'ouvrages non accessibles après coup.

Toutes les pièces de ferrage et articles de quincaillerie, sauf ceux en métal traité ou métal non oxydable, devront être livrés par le présent lot, munis d'une couche primaire de protection contre la corrosion.

2.1.18.4. Trous et scellements

D'une manière générale, il sera préférable de réutiliser les trous de scellement existants.

Les trous, scellements, calfeutrement sont à la charge du présent lot.

2.1.18.5. Travaux accessoires, stockage

Outre la fabrication et la pose des menuiseries et le réglage des jeux en cours de chantier, la prestation de l'entrepreneur comprend toutes les fournitures et façons d'accessoires, nécessaires à l'exécution, suivant les règles de l'art, de tous les travaux prévus, sans qu'il puisse prévaloir d'erreurs ou d'omissions au présent C.C.T.P., pour demander une majoration de son prix. Il est formellement spécifié que les matériaux et ensembles fabriqués devront être stockés avec le plus grand soin. Les ouvrages ayant des détériorations par suite d'humidité ou toutes autres causes seront refusés.

2.1.18.6. Dessins de détail

L'entrepreneur sera tenu de fournir des dessins de détail pour les différents ouvrages concernant ses travaux. Ces dessins devront être adressés au Maître d'Œuvre conformément aux délais fixés par le calendrier détaillé d'exécution.

2.1.18.7. Protection pendant les travaux

Les ouvrages du présent lot devront parfaitement être protégés tant pendant le transport que sur le chantier et après la pose. Cette protection devra être efficace et continuer pendant toute la durée du chantier. Les menuiseries seront protégées en cours d'ajustement. Les épaufrures, éclats ou autres défauts qui apparaîtraient en cours de travaux, même causés par les ouvriers étrangers à la présente entreprise seront réparés par celle-ci.

2.1.18.8. Contrôle, réception des travaux

L'entrepreneur devra une révision complète de tous les ouvrages avant réception.

Le contrôle et la vérification des menuiseries et de la quincaillerie seront exécutés conformément aux dispositions du cahier n° 173 extrait n° 18 du CSTB. Ils seront effectués :

- Avant la pose : en atelier ou sur le chantier et porteront sur la nature, la qualité, l'aspect et la fabrication.

- Après la pose : sur les menuiseries en place et porteront sur les ouvrages déjà contrôlés à la fabrication, les conditions de pose et d'ouverture et de fermeture des parties mobiles, les habillages...

2.1.19. Responsabilité de l'entrepreneur

L'entrepreneur est responsable de la qualité, de l'aspect de la bonne tenue de ses ouvrages ainsi que du respect des performances imposées par le présent document. Il doit en conséquence sélectionner, sous sa propre responsabilité, les matériaux et déterminer le mode de mise en œuvre, les renseignements donnés par le présent document doivent être considérés comme indicatifs.

Par ailleurs, l'entrepreneur est tenu d'apporter au Maître d'œuvre l'assistance de ses compétences professionnelles pour la réalisation d'ouvrages parfaitement adaptés à leur fonction et aux caractéristiques particulières de l'opération. Il devra en conséquence signaler par écrit dans les meilleurs délais (et au plus tard pendant les délais d'études) toutes les anomalies, erreurs ou omissions qu'il aurait constatées dans les documents qui lui sont remis par le Maître d'œuvre.

2.1.20. Réception des supports

Avant tout commencement d'exécution, l'Entrepreneur devra s'assurer sur place des côtes réelles et de leur conformité avec les indications des plans de détail.

Au cas où il constaterait des différences, de nature à l'empêcher de suivre ces indications, il devra le signaler au maître d'œuvre, pour décision.

S'il néglige cette formalité, il restera responsable des conséquences que ses erreurs pourraient entraîner.

2.1.21. Échafaudages et accès

Des échafaudages de pied seront mis en place au droit des élévations par **le lot 1**.

L'entreprise du présent lot fera son affaire de toutes les sujétions d'accès complémentaires, nécessaires à l'exécution de ses propres ouvrages.

Cette prestation (fourniture, montage, mise en place, location et dépose) est à inclure dans les prix unitaires du marché.

2.1.22. Études et plans

L'entreprise devra l'établissement des plans de charpente et des notes de calcul de section des bois.

Documents à fournir à la maîtrise d'œuvre, pour validation préalable, avant toute exécution.

2.1.23. Condition de l'offre

L'offre sera obligatoirement établie sur le Cadre de **Décomposition du Prix Global et Forfaitaire** joint au présent dossier d'appel d'offre.

2.2. OUVRAGES DE COUVERTURE**2.2.1. Dépose-repose de couverture**

Travaux comprenant :

- la dépose et descente des tuiles (courant et couvert), compris toutes les sujétions de mise en sécurité pendant l'intervention.
- le tri, le brossage, le démoussage et la mise en dépôt des tuiles canal destinées à être réemployées,
- évacuation des gravois aux décharges.
- Fourniture de tuiles neuves à talon **en complément si nécessaire** conforme à la norme P35/301 et devant satisfaire aux essais des tuiles en terre cuite du même modèle que les tuiles existantes.
- Choix à soumettre à l'agrément de l'Architecte en avec échantillons et fiches techniques du fabricant.
- Fourniture de tuiles canal de récupération **en complément si nécessaire**, de teintes et dimensions à soumettre à l'approbation de l'architecte.
- Les teintes employées devront être de qualité irréprochable. Chaque tuile devra être sonnée et nettoyée avant la pose.
- Aucune trace de mortier ne sera acceptée. Les tuiles d'une forme ou d'une dimension différente de celles en place seront refusées.
- Fourniture de crochets en cuivre fil métallique diamètre 3 mm **en complément si nécessaire** (extrémité visible du crochet de forme carré) pour jonction entre tuiles et pour rappel tous les cinq rangs.
- Les crochets seront adaptés pour tenir compte des dimensions variables des tuiles et devront permettre d'assurer le recouvrement minimum prévu.
- Pose de tuiles aux crochets sur liteaux (recouvrement selon DTU 40.22) compris montage et manutention.

Dispositions particulières :

L'entreprise devra prévoir la mise en place et le remaniage journalier d'une bâche de protection si nécessaire.

Les tuiles neuves à talon seront utilisées exclusivement pour les tuiles de courant.

Tuiles canal anciennes pour tuiles de couvert, en complément des tuiles réemployées.

La dépose en tout ou partie de la couverture du vestibule devra permettre l'accès de personnes dans le comble pour la mise en place du réseau et câblage électrique dans le cadre des travaux décrits dans le présent CCTP. Se coordonner avec les lots n°4 ; 5 et 6.

La dimension de la partie à déposer sera vue en concertation avec l'architecte.

Localisation :

- *Dépose-repose de couverture du vestibule pour accès au comble, suivant plans.*

2.2.2. Dépose et remplacement de volige

Travaux comprenant :

- Toutes les précautions au droit des parties conservées

- La dépose sans réemploi des bois de la volige comprenant l'arrachage des bois, l'enlèvement des clous restés sur les pièces, la manutention, le coltinage et le stockage en attente d'enlèvement. Les pointes restant sur la volige devront être rabattues.
- Fourniture, façonnage et pose de voligeage en **27 mm** d'épaisseur et de 150 à 200mm de largeur compris transport, montage et manutention à pied d'œuvre.
- La pose suivant existant, les coupes droites ou biaises et les ajustements
- La fixation par clous cadmiés sur chaque chevron avec raccordement croisé sur une largeur de trois chevrons et deux coupes pour façon de faitage, arêtiers, noues etc...
- Les coupes ne seront jamais continues sur les chevrons
- Traitement des bois aux produits insecticides et fongicides par trempage.

Dispositions particulières :

Partie courante : Voliges en sapin

Partie en débord : Identique à l'existant

La dépose en tout ou partie de la couverture du vestibule devra permettre l'accès de personnes dans le comble pour la mise en place du réseau et câblage électrique dans le cadre des travaux décrits dans le présent CCTP. Se coordonner avec les lots n°4 ; 5 et 6.

Localisation :

- *Dépose et remplacement de la volige sur la partie déposée de la couverture du vestibule pour accès au comble, suivant plans.*

2.2.3. Dépose et remplacement de liteaux

Travaux comprenant :

- Toutes les précautions au droit des parties conservées
- La dépose sans réemploi des bois de liteaunage, comprenant l'arrachage des bois, l'enlèvement des clous restés sur les pièces, la manutention, le coltinage et le stockage en attente d'enlèvement.
- La fourniture, le façonnage et la pose de liteaux en sapin de pays **30 x 30mm** compris traitement par trempage aux produits fongicides et insecticides, le montage et les manutentions à pied d'œuvre.
- Le clouage par clous cadmiés, compris coupes droites ou biaises et les ajustements

Dispositions particulières :

La dépose en tout ou partie de la couverture du vestibule devra permettre l'accès de personnes dans le comble pour la mise en place du réseau et câblage électrique dans le cadre des travaux décrits dans le présent CCTP. Se coordonner avec les lots n°4 ; 5 et 6.

Localisation :

- *Dépose et remplacement de liteaux sur la partie déposée de la couverture du vestibule pour accès au comble, suivant plans.*

2.2.4. Évacuation des vieux bois

Évacuation des vieux bois aux décharges, comprenant :

- les chargements et transport en camion, benne, conteneur, les autres manutentions incluses dans les ouvrages.
- les droits de décharges éventuels,
- les nettoyages de voiries réglementaires.

Les gravois descendus seront stockés à l'extérieur dans un endroit désigné par le Maître d'Ouvrage en attente d'enlèvement général.

Localisation :

- *Ensemble des vieux bois décrits ci-dessus, suivant plans*

2.3. OUVRAGES DE CHARPENTE BOIS

2.3.1. Réalisation d'escaliers en bois

Dépose en démolition de l'escalier existant situé dans la Tour Nord, comprenant :

- Toutes précautions au droit des parties adjacentes conservées,
- Tous les moyens de consolidations nécessaires (étais, ...)
- La dépose de l'ouvrage proprement dite
- La manutention et le dépôt et traitement des vieux bois.

Mise en place d'échafaudages par le présent lot, comprenant :

- Les échafaudages devront être dressés conformément à la réglementation en vigueur. Ils comprendront les semelles de répartition, les planchers, plinthes, garde-corps, pare-gravois, renforcement pour décrochements.
- Les échafaudages devront permettre l'exécution de l'ensemble des travaux décrits ci-après et ceci sans endommager le Monument : toutes les précautions nécessaires devront être mises en œuvre pour éviter les chocs et chutes d'outils, l'écrasement des moulures, poinçonnements etc.
- Mise en place de **treuil de levage** électrique de **500 Kg** (de charge) prévu au présent lot dont l'utilisation sera gérée au compte commun de chantier. Ces dispositifs devront permettre l'approvisionnement de tous types de matériaux y compris pièces longues dans la limite de charge compatible avec le treuil. La hauteur de la sapine avec report à l'extérieur devra tenir compte de ces contraintes. Tout en respectant les normes de sécurité.
- Les **services d'échelles** comporteront des trappes dans les planchers dont les dimensions ne seront pas inférieures à 0,50 x 0,70.
- Type de matériel de classe 4 normes HD 1000 disposant d'une largeur minimum de passage de 0,90 m.
- Tout matériel utilisé devra être peint homogène et d'une préparation irréprochable à soumettre à l'agrément de l'architecte.
- Les échafaudages seront mis à la disposition des autres entreprises avec tous remaniages et compléments nécessaires.
- L'entrepreneur soumettra pour approbation au maître d'ouvrage et au maître d'œuvre les plans de conception de ses installations durant la période de préparation. Il devra remettre au maître d'œuvre un certificat de conformité délivré par un organisme de contrôle dès achèvement des installations.
- Une présentation soignée sera exigée.
- Toutes les précautions devront être prises pour interdire l'accès aux personnes étrangères au chantier.
- Toutes sujétion de pose et fixation des échafaudages en appui sur les maçonneries.

Fourniture et pose d'escaliers en chêne de 1^{er} choix comprenant :

- La prise de gabarit in situ
- La présentation du **plan d'exécution de l'ouvrage** en bois avant réalisation, avec **notes de calcul**, à valider par l'architecte.
- La réalisation proprement dite de l'ouvrage
- Assemblage à coupe d'onglet;
- Tout accessoire nécessaire
- Pose de l'ensemble de l'ouvrage compris toutes fixations et toutes sujétions.
- La **mise en teinte** de l'ensemble de l'ouvrage (application d'une lasure ou d'une huile sous validation de l'architecte après essais), comprenant toutes sujétions.

Dispositions particulières :

Se référer aux plans de principe BET joint au présent Dossier de Consultation des Entreprises.

Essence du bois : chêne D30

Dimensionnement :

- largeur emmarchement 1000mm
- Marches : Sections 40x300mm
Hauteur 171mm (environ)

Giron volée 1 : 270mm

Giron volée 2 : 260mm

Giron volée 3 : 266mm

Giron volée 4 : 246mm

Giron volée 5 : 260mm

- Limon section 80x280mm
- Poteaux section 120x120mm
- Poutre 180x240mm
- Charges d'exploitation : 250daN/m2

Localisation :

- Escalier bois à créer dans la tour Nord du beffroi, y compris dépose de l'escalier existant, suivant plans.

- Escalier bois à créer dans la tour Sud du beffroi, suivant plans.

2.3.2. Évacuation des vieux bois

Évacuation des vieux bois aux décharges, comprenant :

- les chargements et transport en camion, benne, conteneur, les autres manutentions incluses dans les ouvrages.
- les droits de décharges éventuels,
- les nettoyages de voiries réglementaires.

Les gravois descendus seront stockés à l'extérieur dans un endroit désigné par le Maître d'Ouvrage en attente d'enlèvement général.

Localisation :

- Ensemble des vieux bois décrits ci-dessus, suivant plans

AFFAIRE N°
0744

CATHEDRALE
SAINT-ETIENNE DE CAHORS

DOCUMENT N°
101 A

NOTE D'HYPOTHESES DE
CALCUL ET DE CONCEPTION

Date du document

30/03/2026

Indice

A

30/03/2026

Nombre de pages

24 (cis page de garde)

Format(s) d'impression

A4

Auteur

Vincent Bouju

Suivi affaire

Vincent Bouju

Phase de projet

PRO

Etendue de mission

PRO

Commanditaire mission

SARL THOUIN Architecture

Maîtrise d'ouvrage :

MINISTERE DE LA CULTURE

DRAC Occitanie

5, Hôtel de Graves - rue Salle l'Evêque

34967 MONTPELIER - BP02

Tél : 04.67.02.32.00

Maîtrise d'œuvre :

SARL THOUIN STEPHANE Architecture

54, rue des Augustins

47000 AGEN

Tél : 05.53.48.28.19

agence.thouin@s-thouinarchitecture.fr



SUD OUEST

Siège social

149 Hameau de Terrisse

81600 BRENS

Tél : +33 (0)5 63 41 80 47

contact@piconception.fr

**AUVERGNE RHONE
ALPES**

Lieu-dit Bourel

63520 ESTANDEUIL

Tél : +33 (0)4 73 16 73 01

www.piconception.fr

SOMMAIRE

1	Généralités	3
1.1	Suivi des révisions du document.....	3
1.2	Intervenants	3
1.2.1	Maitre d'œuvre	3
1.2.2	Bureau d'études techniques	3
2	Présentation générale du projet	4
3	Caractéristiques générales minimales :.....	5
4	Codes, réglementations et documents de référence	6
4.1	Rappel des principaux documents de référence	6
4.2	Chargement et dimensionnement des marches	6
4.3	Chargements des structures et définition des actions.....	7
4.3.1	Règles de calcul	7
4.3.2	Ouvrages de référence.....	8
4.4	Calcul des éléments bois	8
4.4.1	Règles de calcul	8
4.4.2	Ouvrages de référence.....	8
4.4.3	Exécution des ouvrages.....	9
4.5	Prise en compte du risque sismique	9
4.6	Prise en compte du risque incendie	9
5	Hypothèses de calcul	10
5.1	Chargement des structures.....	10
5.1.1	Charges permanentes.....	10
5.1.2	Charges d'exploitation	10
5.1.2.1	Valeurs des actions	10
5.2	Stabilité au feu des ouvrages et sécurité incendie.....	10
5.3	Aléa sismique.....	10
5.4	Déplacements et flèches limites	11
5.4.1	Valeurs par défaut des flèches et déplacements limites.....	11
	Base « Eurocode 5 - AN §7.2»	11
	Compléments éventuels « Eurocode 3 - AN §7.2.1»	12
5.5	Caractéristiques des matériaux	15
5.5.1	Matériaux bois et dérivés	15
5.5.1.1	Rappel pour la durabilité des ouvrages de structure bois exposés	15
5.5.1.2	Bois massifs (NF EN 338 – Juillet 2016)	19
5.5.2	Aciers.....	20
5.6	Paramètres particuliers pour les éléments bois (EC 5).....	23
5.6.1	Classes de service	23
5.6.2	Facteur de modification de déformation - k_{def}	23
5.6.3	Facteur de modification de résistance - k_{mod}	23
5.6.4	Coefficients partiels des matériaux bois et dérivés - γ_M	23
6	FIN DE DOCUMENT	24

1 Généralités

1.1 Suivi des révisions du document

Indice	Révisé par	Date	Détails des révisions
A	Bouju Vincent	30/03/2026	- Première diffusion
-	--	--	-

1.2 Intervenants

1.2.1 Maitre d'œuvre

SARL THOUIN STEPHANE Architecture

54, rue des Augustins

47000 AGEN

Tél : 05.53.48.28.19

agence.thouin@s-thouinarchitecture.fr

1.2.2 Bureau d'études techniques



BET Pi Conception Sud-Ouest – Siège social

149 Hameau de Terrisse

81600 BRENS

Tél : 05.63.41.80.47

BET Pi Conception – Agence Auvergne Rhône Alpes

Lieu-dit Bourel

63520 ESTANDEUIL

Tél : 04.73.16.73.01

Responsable de l'étude : Vincent Bouju (agence de BRENS)

Courriel : v.bouju@piconception.fr



BET Pi Conception

SUD OUEST – Siège social

149 Hameau de Terrisse – 81600 BRENS

T : 05.63.41.80.47 contact@piconception.fr

AUVERGNE RHONE ALPES

Lieu-dit Bourel – 63520 ESTANDEUIL

T : 04.73.16.73.01 contact@piconception.fr

contact@piconception.fr www.piconception.fr

AFFAIRE N°

0744

CATHEDRALE

SAINT-ETIENNE DE CAHORS

Document N°

101

Révision indice :

A

En date du :

30/03/2026

PAGE N°

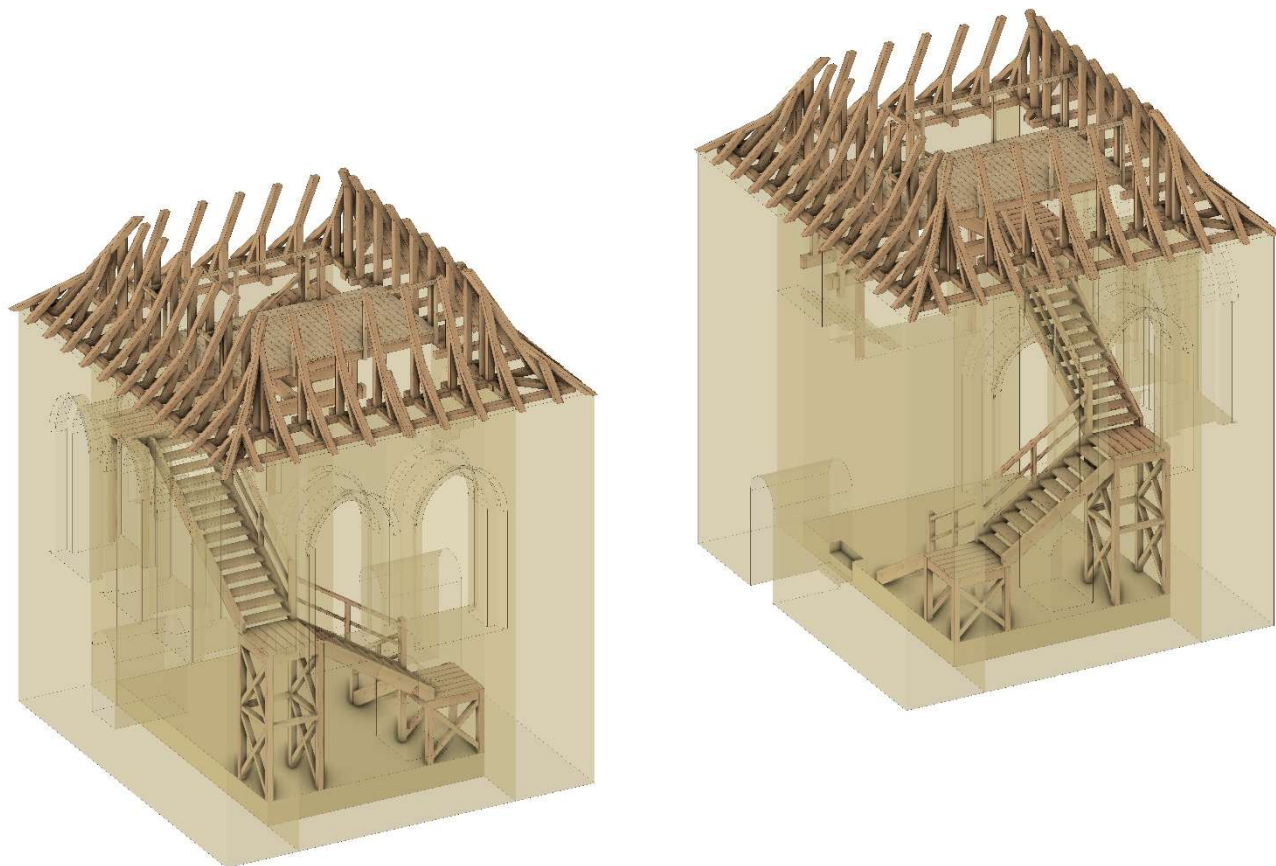
3

2 Présentation générale du projet

Le présent projet a pour objet la construction d'un escalier de service dans chacun des clochers (Nord et Sud) afin de créer un accès sécurisé pour les pompiers et le personnel d'entretien.

Le départ des escaliers est situé au niveau 4 des clochers et l'arrivée est prévue perpendiculairement à une passerelle bois existante au niveau 05 Beffroi.

Les escaliers comportent 5 volées droites reliant les paliers à structure poteaux / poutres.



Les clochers Nord et Sud sont très proches symétriquement ainsi la conception des deux escaliers reste identique. Une adaptation millimétrique en phase EXE est néanmoins à prévoir avec un relevé millimétrique des géométries et altimétries pour chaque zone.

L'escalier existant dans le clocher Nord devra être déposé.

Les garde-corps de la passerelle existante devront être modifiés afin d'intégrer l'arrivée des escaliers neufs.

Les grandes baies ouvertes et non protégées dans les façades des clochers conduisent à considérer les escaliers et garde-corps comme des ouvrages extérieurs. Le choix des matériaux le traitement et la conception des assemblages devra adaptés à ce contexte. Conformément à l'Annexe C (Normative) de la NF DTU 36.3 P3 (P 21-220-3)



3 Caractéristiques générales minimales :



- L'embranchement devra être $\geq 1\text{m}$
- La hauteur de marche doit être proche de 170mm sans excéder 210mm
- La dimension du giron ne doit pas être inférieure à 240mm
- L'ensemble des bois de structures poteaux, poutres, marches, limons, platelages devront être en chêne de classe d'emploi mini 3.2 et de classe mécanique D30 mini.
- La section des bois est détaillée sur le carnet de plans structure et les dimensions mini sont les suivantes :
 - o Marches 40x300mm
 - o Limons 80x280mm
 - o Poteaux 120x120
 - o Epaisseur mini du platelage sur paliers : 40mm
 - o Crois de contreventement 100x100
 - o Mains courantes 80x100
 - o Traverses 120x200
- Dans le contexte de ce projet, la conception des assemblages et ancrages devra être compatible avec la classe d'emploi 3.2 à savoir : conception moyenne ou conception drainante (au sens du DTU 31.1).
- Les ferrures seront protégées de la corrosion par un traitement par galvanisation à chaud.
- Pour la conception des garde-corps, s'agissant d'un escalier d'entretien et d'accès pompier la NF E85-015 peut être utilisée en référence



4 Codes, réglementations et documents de référence

4.1 Rappel des principaux documents de référence

Sont principalement utilisés pour la conception des ouvrages les documents suivants :

- DTU 31.1 : Charpente et escaliers en bois NF P21-203 2017/06
- NF DTU 36.3 P1-1 (septembre 2014) : Travaux de bâtiment - Escaliers en bois et garde-corps associés
Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques types (CCT) (Indice de classement : P21-220-1-1)
- NF DTU 36.3 P3 (septembre 2014) : Travaux de bâtiment - Escaliers en bois et garde-corps associés
Partie 3 : Règles de conception (Indice de classement : P21-220-3)

Et en complément éventuel, les principales directives étant reprises dans les documents cités précédemment, on peut se référer à :

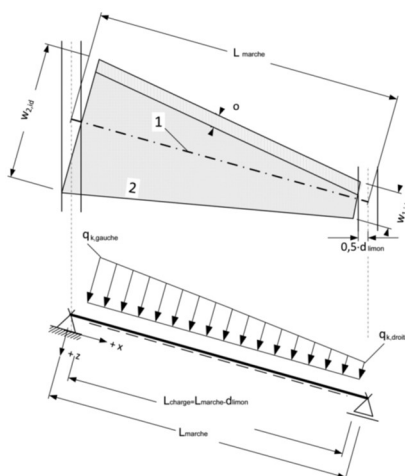
- NF EN 16481 (août 2014) : Escaliers en bois - Conception de la structure - Méthode de calcul (Indice de classement : P21-217)

Pour la conception des garde-corps, s'agissant d'un escalier d'entretien et d'accès pompier la NF E85-015 peut être utilisée :

- o NF E85-015 (Juillet 2019) : Eléments d'installations industrielles – Moyen d'accès permanents – Escaliers, échelles à marches et garde-corps (Indice de classement : E85-015)

4.2 Chargement et dimensionnement des marches

- Pour le modèle global, le chargement maximal applicable sur chacune des marches en fonction de la surface réellement accessible :



5.3 Marches

Pour les escaliers dont l'emmarchement est inférieur ou égal à 1 m, les marches ne doivent pas présenter de flèche supérieure au $1/200^{\text{ème}}$ de la portée lorsqu'elles sont soumises à une charge ponctuelle de 2 KN (sauf pour les marches en console pour lesquelles elle ne doit pas dépasser $L/100$).

Pour les marches balancées, en dehors des escaliers hélicoïdaux, la flèche mesurée maximale est de $1/200^{\text{ème}}$ de la portée.

Pour les escaliers dont l'emmarchement est supérieur à 1 m, les flèches maximales définies ci-dessus devront être respectées sous les charges d'exploitation définies dans la norme NF EN 1991-1-1, multipliées d'un facteur 4 pour tenir compte des effets dynamiques.

Les marches en panneaux de particules et en panneaux de fibres sont obligatoirement associées à des contremarches participant à la reprise des efforts.



4.3 Chargements des structures et définition des actions

4.3.1 Règles de calcul

Eurocode 0 – Base de calcul des structures

Base de calcul des structures

A1	Annexe A2 : applications aux ponts	NF EN 1990	2003/04
C2	Corrigendum	NF EN 1990/A1	2006/07
AN	Annexe nationale EN 1990	EN 1990:2002/A1:2005/AC:2010	En cours
AN	Annexe nationale EN 1990/A1	NF EN 1990/NA	2011/12
		NF EN 1990/A1/NA	2007/12

Eurocode 1 – Actions sur les structures

Partie 1-1: Actions générales - Poids volumique, poids propres et charges d'exploitation bâtiments

AN	Annexe nationale	NF EN 1991-1-1	2009/11
AN	Amendement à l'annexe nationale	NF P06-111-2	2004/06
		NF P06-111-2/A1	2009/03

Partie 1-2: Actions générales –

Actions sur les structures exposées au feu

AN	Annexe nationale	NF EN 1991-1-2	2014/04
		NF EN 1991-1-2/NA	2007/02

Partie 1-3: Actions générales - Charges de neige

A1	Amendement	NF EN 1991-1-3	2015/10
AN	Annexe nationale	NF EN 1991-1-3/A1	2015/10
AN	Amendement à l'annexe nationale	NF EN 1991-1-3/NA	2007/05
		NF EN 1991-1-3/NA/A1	2011/07

Partie 1-4: Actions générales - Actions du vent

A1	Amendement	NF EN 1991-1-4	2010/05
AN	Annexe nationale	NF EN 1991-1-4/A1	2010/10
AN	Amendement à l'annexe nationale	NF EN 1991-1-4/NA	2008/03
AN	Amendement 2 à l'annexe nationale	NF EN 1991-1-4/NA/A1	2011/07
AN	Amendement 3 à l'annexe nationale	NF EN 1991-1-4/NA/A2	2012/09
		NF EN 1991-1-4/NA/A2/A3	2019/03

Partie 1-5: Actions générales - Actions thermiques

AN	Annexe nationale	NF EN 1991-1-5	2009/10
		NF EN 1991-1-5/NA	2008/02

Partie 1-6: Actions générales - Actions en cours d'exécution

AN	Annexe nationale	NF EN 1991-1-6	2012/12
		NF EN 1991-1-6/NA	2009/03

Partie 1-7: Actions générales - Actions accidentelles

A1	Amendement	NF EN 1991-1-7	2015/04
AN	Annexe nationale	NF EN 1991-1-7/A1	2014/08
		NF EN 1991-1-7/NA	2008/09

Partie 2: Actions sur les ponts dues au trafic

AN	Annexe nationale	NF EN 1991-2	2010/05
		NF EN 1991-2/NA	2008/03

Partie 3: Actions induites par les grues et les ponts roulants

AN	Annexe nationale	NF EN 1991-3	2013/01
		NF EN 1991-3/NA	2010/01

Partie 4: Silos et réservoirs

AN	Annexe nationale	NF EN 1991-4	2012/12
		NF EN 1991-4/NA	2007/11



4.3.2 Ouvrages de référence

Guides Eurocode CSTB

- Combinaisons d'actions
- Actions de la neige sur les bâtiments
- Actions du vent sur les bâtiments

Ouvrages complémentaires :

- Recommandations ECCS/CECM 1978 & 1987 pour les actions du vent sur les structures.
- Recommandations de la CNC2CM – Juillet 2017

4.4 Calcul des éléments bois

4.4.1 Règles de calcul

Eurocode 5 – Conception et calcul des structures en bois

Partie 1-1: Généralités - Règles communes et règles pour les bâtiments	NF EN 1995-1-1	2013/06
A1 Amendement	NF EN 1995-1-1/A1	2008/10
A2 Amendement	NF EN 1995-1-1/A2	2014/07
AN Annexe nationale (révision, prise en compte amendement A1)	NF EN 1993-1-1/NA	2010/05
Partie 1-2: Généralités - Calcul des structures au feu	NF EN 1995-1-2	2009/10
AN Annexe nationale	NF EN 1995-1-2/NA	2007/04
Partie 2: Ponts	NF EN 1995-2	2005/03
AN Annexe nationale	NF EN 1995-2/NA	2007/04
Compléments		
Utilisation des bois massifs feuillus en structure	FD P21-502	2013/12

4.4.2 Ouvrages de référence

Guides Eurocode CSTB

- Justification des planchers bois résidentiels
- Actions du feu sur les murs et les planchers bois
- Effets du séisme sur les murs de maisons à ossature bois
- Assemblages bois/bois et bois/métal

Guides techniques européens

- Fire Safety in Timber buildings – Technical guideline for Europe (FireInTimber)

Guides d'application et recommandations

Guides AQCEN (FCBA) :

- Tronc commun
- Charpente traditionnelle
- Charpente industrialisée
- Charpente en bois lamellé collé
- Assemblages
- Ossature bois
- Poutres en I



Guides pratiques « CODIFAB »

- Dimensionnement à froid des assemblages traditionnels bois
- Dimensionnement au feu des assemblages traditionnels bois
- Dimensionnement simplifié à froid des assemblages bois par tiges

Guides et notes du SNBL, et guides diffusés par la FIBC :

- Manuel du bois lamellé – Vol.1
- Manuel du bois lamellé – Vol.2
- Manuel du bois lamellé – Vol.3
- Recommandations professionnelles – Les charpentes en bois lamellé 2016/02
- Les encastresments dans les structures en bois lamellé – Recommandations 2016/02
- Réparation et renforcement des ouvrages bois par des techniques de résine 2015/07
-
-

4.4.3 Exécution des ouvrages

Règles NF DTU

DTU 31.1 : Charpente et escaliers en bois	NF P21-203	2017/06
DTU 31.2 : Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois	NF P21-204	2019/05
DTU 31.3 : Charpentes en bois assemblées par connecteurs métalliques ou goussets	NF P21-205	2012/01
DTU 41.2 : Travaux de bâtiment - Revêtements extérieurs en bois	NF P65-210	2015/08
DTU 51.1 : Parquets - Pose des parquets à clouer	NF P63-201	2010/12
DTU 51.2 : Parquets - Pose des parquets à coller	NF P63-202	2010/12
DTU 51.11 : Pose flottante des parquets contrecollés et revêtements de sol à placage bois	NF P63-204	2009/12
DTU 51.3 : Planchers en bois ou en panneaux à base de bois	NF P63-203	2004/11
DTU 43.3 : Mise en œuvre des toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité	NF P84-206	2008/04
DTU 43.4 : Toitures en éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois avec revêtements d'étanchéité	NF P84-207	2008/10

Normes NF/EN & EN, ISO

FD P20-651 : Durabilité des éléments et ouvrages en bois	P20-651	2011/06
--	---------	---------

Guides et règles RAGE & PACTE

Isolation thermique des sous-faces des toitures chaudes à élément porteur en bois	RAGE	2014/07
Façades ossature bois non porteuses	RAGE	2013/07
Intégration des menuiseries extérieures dans des parois à ossatures bois	RAGE	2015/10
Toitures terrasse en bois isolées intégralement sous l'élément porteur	RAGE	2014/08
Panneaux massifs bois contrecollés	RAGE	2013/12

4.5 Prise en compte du risque sismique

Sans objet pour le présent dossier

4.6 Prise en compte du risque incendie

Sans objet pour le présent dossier



5 Hypothèses de calcul

5.1 Chargement des structures

5.1.1 Charges permanentes

Description couche	Charges permanentes
Plancher / marches chêne massif ép : 40mm ($\rho=800\text{kg/m}^3$)	32 daN/m²
Solives / traverse / Limons pièces de structure	Poids directement intégré lors du calcul
Divers (réseaux, élec ...)	5 daN/m²
TOTAL CHARGES PERMANENTES (G)	37 daN/m²

5.1.2 Charges d'exploitation

5.1.2.1 Valeurs des actions

Zone(s) concernée(s)	Catégorie	Charge répartie	Charge ponctuelle
Escalier	H	250 daN/m²	200daN

Remarques sur les charges d'exploitation et leur application :

- Les charges sont appliquées soit sous forme répartie, soit sous forme ponctuelle, les deux modes d'application ne se cumulent pas.

5.2 Stabilité au feu des ouvrages et sécurité incendie

Classement du bâtiment :

Type d'utilisation _____ Accès pompiers et entretien

Résistance au feu des structures – critère « R » (Stabilité au feu) :

Poteaux et poutres palières principales _____ R00 (Aucune exigence)

5.3 Aléa sismique

Commune	CAHORS
Zone de sismicité	1 : Très faible
Catégorie d'importance du bâtiment	I
Type d'étude	Sans exigence réglementaire

	I	II	III	IV
				
Zone 1	aucune exigence 			Eurocode 8 ³ $a_{gr}=0,7 \text{ m/s}^2$
Zone 2				
Zone 3				Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
Zone 4				Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 5				Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$
		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
		CP-MI ²	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$



5.4 Déplacements et flèches limites

5.4.1 Valeurs par défaut des flèches et déplacements limites

Base « Eurocode 5 - AN §7.2 »

Le tableau 7.2 de la norme NF EN 1995-1-1/A1:2008 est remplacé par le tableau suivant :

	Bâtiments courants			Bâtiments agricoles et similaires		
	Valeurs limites $w_{inst}(Q)$	Valeurs limites $w_{net,fin}$	Valeurs limites w_{fin}	Valeurs limites $w_{inst}(Q)$	Valeurs limites $w_{net,fin}$	Valeurs limites w_{fin}
Chevrans	—	B / 150	B / 125	—	B / 150	B / 100
Éléments structuraux	B / 300	B / 200	B / 125	B / 200	B / 150	B / 100

Tableau 7.2 Valeurs limites pour les flèches

Pour les panneaux de planchers ou supports de toiture, $w_{net,fin}$ sera inférieure à B/250 sous charge répartie. Les exigences à respecter sous charge concentrée sont définies dans la NF EN 12871.

Les trois valeurs doivent être vérifiées.

Avec $w_c = w_{fin} - w_{net,fin}$

$w_{inst}(Q)$ part de la flèche instantanée due aux actions variables.

Pour les éléments en console et les porte à faux les valeurs peuvent être doublées sans pour autant être inférieures à 5 mm.

Vis-à-vis des points durs environnants, les déplacements seront vérifiés de la même manière que pour les consoles.

Le tableau suivant permet la relation avec les limites indiquées dans la NF EN 1990 (2002) :

Valeurs de calcul	Référence de la valeur limite
$w_{inst}(Q)$ ou $w_{net,fin}$ ou w_{fin}	w_1
$w_{fin} - w_{G inst}$	w_2 est imposé par les référentiels concernés. ** (DTU, avis techniques, etc.)
Selon spécifications	w_3 valeur imposée (conditions particulières, réglementaires ou contractuelles, liées au projet)

** $w_{G inst}$ est calculée avec la valeur des charges permanentes (G) antérieures à la mise en œuvre des éléments de second œuvre à protéger.

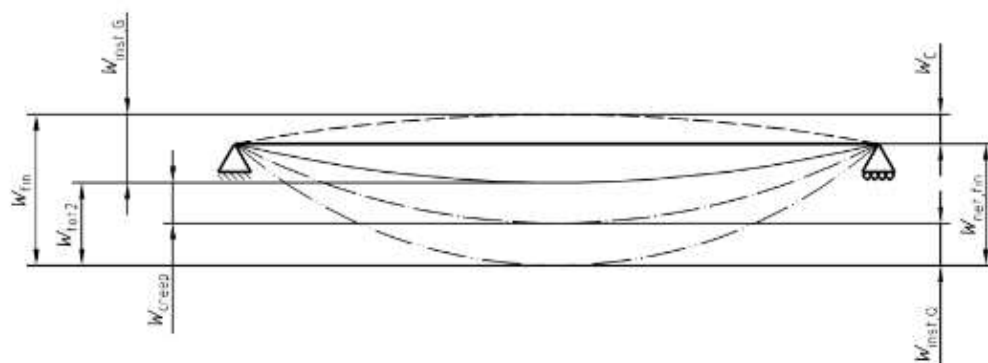


Figure 1 Définition des flèches



Clause 7.2

Valeurs limites pour les déplacements horizontaux :

Les valeurs limites du tableau 7.2 s'appliquent aussi pour les déplacements horizontaux, y compris pour les éléments individuels soumis au vent pour lesquels on retient la valeur de $B/200$.

Pour les systèmes de contreventement, se référer à la clause 9.2.5.3(2) de la NF EN 1995-1-1.

Clause 7.2(2)

La vérification dans le sens longitudinal n'exonère pas la vérification dans le sens transversal.

Compléments éventuels « Eurocode 3 - AN §7.2.1 »

Les valeurs limites recommandées données ci-après sont destinées à être comparées aux résultats des calculs et n'ont pas à être interprétées comme étant des critères de performance. Il convient de leur comparer les valeurs calculées à partir des combinaisons caractéristiques.

Les notations des valeurs limites de flèches indiquées ci-après sont représentées sur la Figure 1 dans le cas de la poutre simplement appuyée.

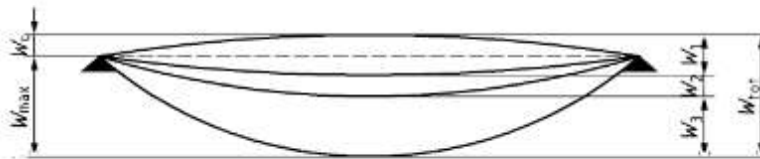


Figure 1 Définition des flèches verticales

où :

- w_c Contreflèche dans l'élément structural non chargé ;
- w_1 Partie initiale de la flèche sous les charges permanentes de la combinaison d'actions correspondante selon les expressions (6.14a) à (6.16b) ;
- w_2 Partie à long terme de la flèche sous les charges permanentes (sans objet pour le domaine traité dans cette Annexe Nationale) ;
- w_3 Partie additionnelle de la flèche due aux actions variables de la combinaison d'actions correspondante d'après les expressions (6.14a) à (6.16b) ;
- w_{tot} Flèche totale, soit $w_{tot} = w_1 + w_2 + w_3$;
- w_{max} Flèche totale compte tenu de la contreflèche, soit $w_{max} = w_{tot} - w_c$;

Les valeurs limites recommandées de flèches verticales pour les poutres de bâtiments sont données au Tableau 1, où L est la portée de la poutre.

Pour les poutres en porte à faux, la longueur L à considérer est égale à deux fois la longueur du porte-à-faux.

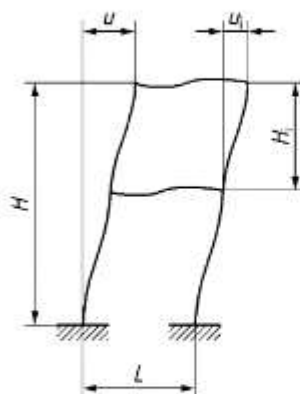


Conditions	Limites (voir Figure1)	
	w_{max}	w_3
Toitures en général ^{a)}	$L/200$	$L/250$
Toitures supportant fréquemment du personnel autre que le personnel d'entretien	$L/200$	$L/300$
Planchers en général ^{b)}	$L/200$	$L/300$
Planchers et toitures supportant des cloisons en plâtre ou en autres matériaux fragiles ou rigides ou des revêtements fragiles	$L/250$	$L/350$
Planchers supportant des poteaux (à moins que la flèche ait été incluse dans l'analyse globale de l'état limite ultime) ^{c)}	$L/400$	$L/500$
Cas où w_{max} peut nuire à l'aspect du bâtiment	$L/250$	
Notes : a) On entend par toitures en général, les toitures non accessibles aux usagers. Ces toitures supportent, uniquement, le passage des personnes chargées de l'entretien. Pour les toitures à faible pente, il convient de considérer également l'alinéa ci-après relatif à l'accumulation d'eau de pluie. b) Les conditions d'utilisation de certaines machines peuvent nécessiter des flèches admissibles plus faibles que celles fixées par les règles générales ; ces limites sont alors à préciser dans les spécifications du marché. c) Cette limitation n'est à considérer que si la flèche de ces planchers a une influence sur le comportement de la structure supportée par ces poteaux. Dans le cas contraire, on se reportera aux limitations des deux cas précédents.		

Tableau 1 Valeurs limites maximales recommandées pour les flèches verticales

Les valeurs limites recommandées données ci-après sont destinées à être comparées aux résultats des calculs et n'ont pas à être interprétées comme étant des critères de performance. Il convient de leur comparer les valeurs calculées à partir des combinaisons caractéristiques.

Pour les bâtiments, les valeurs limites recommandées des flèches horizontales sont données au Tableau 2.



Légende

u Déplacement horizontal général sur la hauteur du bâtiment H

u_i Déplacement horizontal sur la hauteur d'un étage H_i

Figure 2 Définition des déplacements horizontaux



Conditions	Limites (voir Figure 2)
Bâtiments industriels à niveau unique sans pont roulant, avec parois non fragiles ^{a) c) d)} :	
— déplacement en tête de poteaux	$H / 150$
— déplacement différentiel en tête entre 2 portiques consécutifs	$L_i / 150$
Eléments supports de bardage métallique (hors encadrements de baies) :	
— lisses	$L_i / 150$
— montants (flèche propre)	$H_f / 150$
Autres bâtiments à niveau unique, sans pont roulant ^{b) d)} :	
— déplacement en tête de poteaux	$H_f / 250$
— déplacement différentiel en tête entre 2 portiques consécutifs	$L_i / 200$
Bâtiments industriels à plusieurs niveaux, sans pont roulant, avec parois non fragiles ^{c) d)} :	
— entre chaque étage	$H_f / 200$
— pour la structure dans son ensemble	$\text{si } H \leq 20 \text{ m}$ $20 \text{ m} < H \leq 40 \text{ m}$ $\text{si } H > 40 \text{ m}$
	$H / 200$ $H / (100 + 5H)$ $H/300$
Autres bâtiments à plusieurs niveaux, sans ponts roulants ^{d)} :	
— entre chaque étage	$H_f / 300$
— pour la structure dans son ensemble	$\text{si } H \leq 10 \text{ m}$ $\text{si } 10 \text{ m} < H \leq 30 \text{ m}$ $\text{si } H > 30 \text{ m}$
	$H / 300$ $H / (200 + 10H)$ $H / 500$
Où H_f est la hauteur du poteau ou de l'étage ou du montant de bardage H est la hauteur totale de la structure L_i est la distance entre deux portiques consécutifs ou la longueur d'une lisse	
Notes : a) <u>Bâtiments sans pont roulant</u> : cas des bâtiments avec portiques simples ou à travées multiples, à un niveau, sans exigence particulièrement restrictive en matière de déformation. Pour les portiques avec pont(s) roulant(s), voir la NF EN 1993-6/NA. b) <u>Autres bâtiments à niveau unique</u> : ce sont des bâtiments ayant des exigences particulières en matière de déformations (ex. : étanchéité, fragilité des parois, aspect, confort, utilisation). Ils peuvent être simples ou à travées multiples. c) On entend par parois fragiles tout système d'enveloppe ou élément de remplissage ayant des exigences plus sévères en termes de déformation ou de compatibilité avec les éléments support. d) Dans le cas de parois fragiles, la valeur limite de flèche horizontale peut être supérieure lorsque des dispositions constructives adoptées pour les liaisons des parois à l'ossature le permettent.	

Tableau 2 Valeurs limites maximales recommandées pour les flèches horizontales



5.5 Caractéristiques des matériaux

5.5.1 Matériaux bois et dérivés

5.5.1.1 Rappel pour la durabilité des ouvrages de structure bois exposés

- Dans le contexte de ce projet en situation « extérieure », l'ensemble des bois mis en œuvre auront une classe d'emploi mini 3.2 obtenue soit naturellement par le choix de l'essence soit par traitement. La conception des assemblages sera donc compatible avec la classe d'emploi 3.2 à savoir : conception moyenne ou conception drainante (au sens du DTU 31.1).

Extrait NF DTU 51.4

Essences dépourvues d'aubier pour utilisation sans traitement et essences pourvues d'aubier pour utilisation avec traitement	Aptitude aux Classes d'Emplois			Résistance aux termites métropolitains ^{a c}
	3.1	3.2	4	
ESSENCES RESINEUSES				
Douglas (Pseudotsuga menziesii)	Oui	Oui	Non	DC S
Douglas (Pseudotsuga menziesii) traité pour une utilisation en classe 3.2	Oui	Oui	Non	DC D
Mélèze (Larix decidua)	Oui	Oui	Non	DC S
Pin maritime (Pinus pinaster) traité pour une utilisation en classe 4	Oui	Oui	Oui	DC D
Pin sylvestre (Pinus sylvestris) traité pour une utilisation en classe 4	Oui	Oui	Oui	DC D
ESSENCES FEUILLUES TEMPEREES				
Châtaignier (Castanea sativa)	Oui	Oui	Oui	DC M
Chêne rouvre ou pédonculé (Quercus petraea ou robur)	Oui	Oui	Oui	DC M
Frêne (Fraxinus excelsior) traité pour une utilisation en classe 3.2	Oui	Oui	Non	DC D
Hêtre (Fagus sylvatica) traité pour une utilisation en classe 4	Oui	Oui	Oui	DC D
Robinier (Robinia pseudoacacia)	Oui	Oui	Oui ^b	DC D
a Dans les DROM, le risque termites est à étudier au cas par cas. b Pour le robinier, le mode de sylviculture a une influence significative sur la durabilité naturelle. Le robinier issu de plantations à croissance rapide n'est pas utilisable pour des éléments de platelages situés en classe d'emploi 4. c Classe de Durabilité vis-à-vis des attaques des termites selon NF EN 350. DC S Sensible, Résistance aux termites métropolitains selon NF EN 350. DC M Moyennement durable, Résistance aux termites métropolitains selon NF EN 350. DC D Durable, Résistance aux termites métropolitains selon NF EN 350.				

Tableau 1 Essences résineuses et feuillues tempérées couramment utilisées et caractéristiques de durabilité biologique

Dans le contexte du projet les bois utilisés, compatibles avec la classe d'emploi 3.2 seront :

- Ensembles des bois de structure poteaux / poutres : Chêne naturellement classe 3.2
- Platelages sur les paliers : Chêne naturellement classe 3.2
- Ensembles des bois pour les escaliers et garde-corps : Chêne naturellement classe 3.2



Affectation en cas de Pleine Exposition				
Massivité	Conception	Condition climatique		
		SEC	MODERE	HUMIDE
		Classe d'emploi		
Faible	Drainante	3.1	3.1	3.1
	Moyenne	3.1	3.2	3.2
	Piégeante	3.2	4	4
Moyenne	Drainante	3.1	3.1	3.2
	Moyenne	3.1	3.2	3.2
	Piégeante	3.2	4	4
Forte	Drainante	3.1	3.2	3.2
	Moyenne	3.2	3.2	4
	Piégeante	4	4	4

Tableau 3 : Pleine exposition (source FD P 20-651, Tableau 3)

Dans le contexte de ce projet, la conception des assemblages sera donc compatible avec la classe d'emploi 3.2 à savoir : conception moyenne ou conception drainante (au sens du DTU 31.1).

5.10.3.1 Impact de l'écoulement longitudinal de l'eau sur la face supérieure

Suivant l'inclinaison de la pièce de bois, l'écoulement de l'eau affecte la face supérieure dans des conceptions différentes :

- pour α entre 0° et 15° inclus, affectation de la face supérieure en conception piégeante ;
- pour α de 15° à 75° inclus, affectation de la face supérieure en conception moyenne ;
- pour α entre 75° et 90° , affectation de la face supérieure en conception drainante.

5.10.3.2 Impact de l'écoulement latéral de l'eau sur la face supérieure

L'écoulement de l'eau peut être facilité pour permettre une affectation de la face supérieure en conception drainante pour des usinages de forme de la face supérieure à pente minimale $\beta = 15^\circ$ (débardement monopente ou bipente, arêtes cassées).

En deçà de 15° la face supérieure est affectée en conception piégeante.

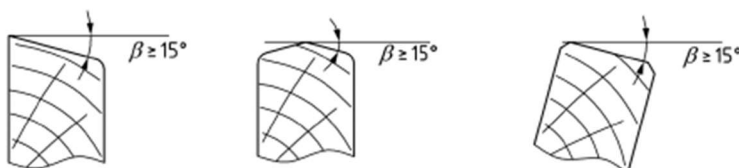


Figure 5 Façonnage minimum pour obtenir une conception drainante de la face supérieure



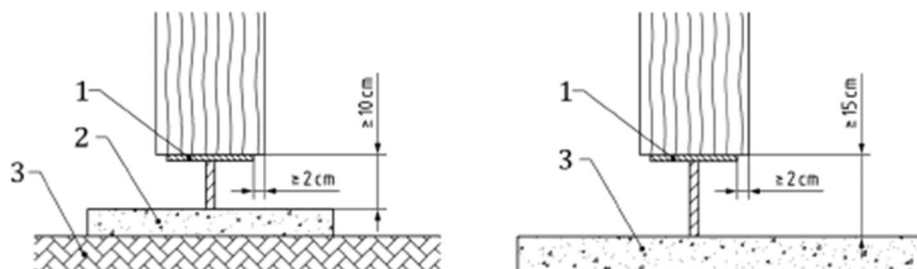
5.10.4.2 Extrémités basses (pieds de poteaux) exposées

Le bois de bout est à affecter en conception drainante si :

- aucun élément tiers ne vient générer de rétention d'eau localisée (ferrure d'ancrage mal conçue : trop large ou enveloppante...);
- sa position altimétrique est de + 15 cm au minimum, par rapport à la surface courante du sol naturel avoisinant (ou dalle brute) et au minimum de + 10 cm par rapport au nu supérieur d'un éventuel plot béton fini émergeant.

NOTE

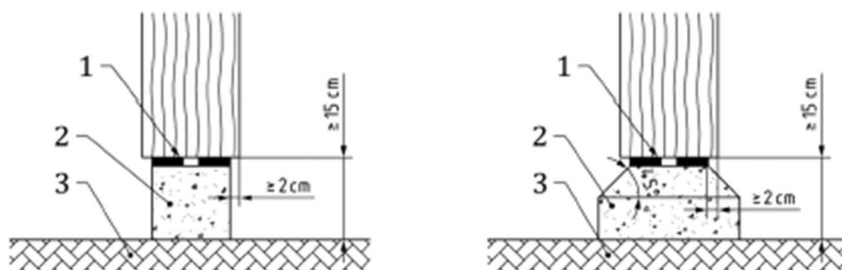
Ces dispositions sont destinées à limiter la projection d'eau de pluie sur le bois de bout.



Légende

- 1 Ferrure
- 2 Plot béton fini
- 3 Dalle brute ou sol naturel

Figure 8 Exemples de pied de poteau sur ferrure



Légende

- 1 Barrière anti capillaire
- 2 plot béton fini
- 3 Dalle brute ou sol naturel

Figure 9 Exemples de pied de poteau sur plot

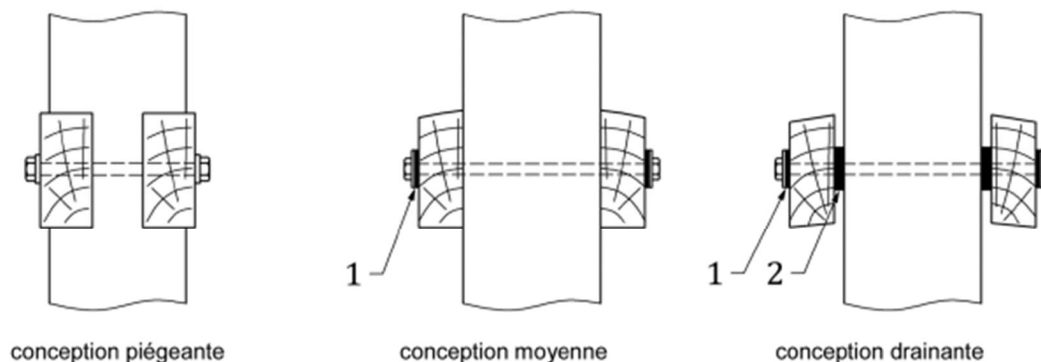
Pour tout autre cas les extrémités inférieures sont à affecter en conception piégeante.



5.10.4.3 Assemblages exposés

Trois principes d'assemblages permettent d'affecter la catégorie de conception :

- assemblages comportant des encastrement de parties bois (tenons/mortaises, emboîtements, épaulement, mi-bois....) ou d'autres formes de piégeages d'eau localisée (exemple : chapelle) sont à affecter en conception piégeante ;
- assemblages avec contacts surfaciques (exemple : entrain moisés sur poinçon non entaillé) sont à affecter en conception moyenne ;
- assemblages avec désolidarisations des éléments sont à affecter en conception drainante.



Légende

- 1 Rondelle de désolidarisation épaisseur 3 mm minimum
- 2 Rondelle de désolidarisation épaisseur 5 mm minimum

Figure 10 Trois exemples d'approches pour concevoir un assemblage entre entrain moisés et poteau

Des dispositions constructives peuvent faire évoluer une conception piégeante vers une conception drainante ou moyenne.

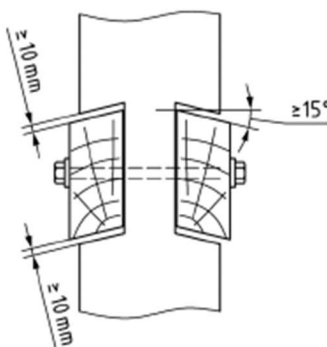


Figure 11 Exemple de conception drainante d'un assemblage entrain moisés - poteau



5.5.1.2 Bois massifs (NF EN 338 – Juillet 2016)

Tableau 3 — Classes de résistance des bois feuillus en fonction des essais de flexion sur chant : valeurs de résistance, de rigidité et de masse volumique

	Classe	D18	D24	D27	D30	D35	D40	D45	D50	D55	D60	D65	D70	D75	D80
Propriétés de résistance en N/mm²															
Flexion	$f_{m,0,k}$	18	24	27	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Traction axiale	$f_{t,0,k}$	11	14	16	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
Traction transversale	$f_{t,90,k}$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Compression axiale	$f_{c,0,k}$	18	21	22	24	25	27	29	30	32	33	35	36	37	38
Compression transversale	$f_{c,90,k}$	4,8	4,9	5,1	5,3	5,4	5,5	5,8	6,2	6,6	10,5	11,3	12,0	12,8	13,5
Cisaillement	$f_{v,k}$	3,5	3,7	3,8	3,9	4,1	4,2	4,4	4,5	4,7	4,8	5,0	5,0	5,0	5,0
Propriétés de rigidité en kN/mm²															
Module d'élasticité moyen en flexion axiale	$E_{m,0,mean}$	9,5	10,0	10,5	11,0	12,0	13,0	13,5	14,0	15,5	17,0	18,5	20,0	22,0	24,0
Module d'élasticité caractéristique à 5 % d'exclusion en flexion axiale	$E_{m,0,k}$	8,0	8,4	8,8	9,2	10,1	10,9	11,3	11,8	13,0	14,3	15,5	16,8	18,5	20,2
Module d'élasticité transversal moyen	$E_{m,90,mean}$	0,64	0,67	0,70	0,73	0,80	0,87	0,90	0,93	1,03	1,13	1,23	1,33	1,47	1,60
Module de cisaillement moyen	G_{mean}	0,59	0,63	0,66	0,69	0,75	0,81	0,84	0,88	0,97	1,06	1,16	1,25	1,38	1,50
Masse volumique en kg/m³															
Masse volumique caractéristique à 5% d'exclusion	ρ_k	475	485	510	530	540	550	580	620	660	700	750	800	850	900
Masse volumique moyenne	ρ_{mean}	570	580	610	640	650	660	700	740	790	840	900	960	1020	1080
NOTE 1 Les valeurs données ci-dessus pour la résistance à la traction, la résistance à la compression, la résistance au cisaillement, le module d'élasticité caractéristique en flexion, le module d'élasticité transversal moyen et le module de cisaillement moyen ont été calculées au moyen des équations données dans l'EN 384.															
NOTE 2 Les propriétés disposées dans le tableau sont compatibles avec des bois présentant une teneur en humidité correspondant à une température de 20 °C et une humidité relative de 65 %, ce qui correspond à une teneur en humidité de 12 % pour la plupart des essences.															
NOTE 3 Les valeurs caractéristiques de résistance au cisaillement sont données pour du bois sans fissures, selon l'EN 408.															
NOTE 4 La résistance de flexion à chant peut aussi être utilisée dans le cas de la flexion à plat.															



5.5.2 Aciers

Désignation		Limite d'élasticité minimale R_{eH} ^{a)}										Résistance à la traction R_m ^{a)}				
		MPa ^{b)}										MPa ^{b)}				
		Épaisseur nominale										Épaisseur nominale				
		mm										mm				
Selon EN 10027-1 et CR 10260	Selon EN 10027-2	≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 200	> 200 ≤ 250	> 250 ≤ 400 ^{c)}		< 3	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250	> 250 ≤ 400 ^{c)}
S235JR	1.0038	235	225	215	215	215	195	185	175	—		360 à 510	360 à 510	350 à 500	340 à 490	—
S235J0	1.0114	235	225	215	215	215	195	185	175	—		360 à 510	360 à 510	350 à 500	340 à 490	—
S235J2	1.0117	235	225	215	215	215	195	185	175	165		360 à 510	360 à 510	350 à 500	340 à 490	330 à 480
S275JR	1.0044	275	265	255	245	235	225	215	205	—		430 à 580	410 à 560	400 à 540	380 à 540	—
S275J0	1.0143	275	265	255	245	235	225	215	205	—		430 à 580	410 à 560	400 à 540	380 à 540	—
S275J2	1.0145	275	265	255	245	235	225	215	205	195		430 à 580	410 à 560	400 à 540	380 à 540	380 à 540
S355JR	1.0045	355	345	335	325	315	295	285	275	—		510 à 680	470 à 630	450 à 600	450 à 600	—
S355J0	1.0553	355	345	335	325	315	295	285	275	—		510 à 680	470 à 630	450 à 600	450 à 600	—
S355J2	1.0577	355	345	335	325	315	295	285	275	265		510 à 680	470 à 630	450 à 600	450 à 600	450 à 600
S355K2	1.0596	355	345	335	325	315	295	285	275	265		510 à 680	470 à 630	450 à 600	450 à 600	450 à 600
S450J0 ^{d)}	1.0590	450	430	410	390	380	380	—	—	—		—	550 à 720	530 à 700	—	—

Désignation		Orientation des éprouvettes ^{a)}	Pourcentage minimal d'allongement à la rupture ^{a)}											
			%											
			$L_0 = 80 \text{ mm}$						$L_0 = 5.65 \sqrt{S_0}$					
			Épaisseur nominale						Épaisseur nominale					
Selon EN 10027-1 et CR 10260	Selon EN 10027-2		mm						mm					
			≤ 1	> 1 ≤ 1,5	> 1,5 ≤ 2	> 2 ≤ 2,5	> 2,5 < 3	≥ 3 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250	> 250 ^{c)} ≤ 400 seulement pour J2 et K2	
S235JR	1.0038	l	17	18	19	20	21	26	25	24	22	21	—	
S235J0	1.0114												—	
S235J2	1.0117	t	15	16	17	18	19	24	23	22	22	21	21 (l et t)	
S275JR	1.0044	l	15	16	17	18	19	23	22	21	19	18	—	
S275J0	1.0143												—	
S275J2	1.0145	t	13	14	15	16	17	21	20	19	19	18	18 (l et t)	
S355JR	1.0045	l	14	15	16	17	18	22	21	20	18	17	—	
S355J0	1.0553												—	
S355J2	1.0577												17 (l et t)	
S355K2	1.0596	t	12	13	14	15	16	20	19	18	18	17	17 (l et t)	
S450J0 ^{d)}	1.0590	l	—	—	—	—	—	17	17	17	17	—	—	

a) Pour les tôles, bandes et larges-plats de largeur $\geq 600 \text{ mm}$, le sens transversal (t) à la direction du laminage est applicable. Pour tous les autres produits, les valeurs s'appliquent dans le sens parallèle (l) à la direction du laminage.

c) Les valeurs s'appliquent aux produits plats.

d) S'applique seulement pour les produits longs.

Suivant NF EN 10025-2 (2005) - Tableau 7 — Caractéristiques mécaniques à la température ambiante des nuances et qualités d'acier pour les produits plats et longs avec valeur s d'énergie de rupture en flexion par choc



Norme et nuance d'acier	Épaisseur nominale t de l'élément [mm]			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]
EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	490	335	470
S 450	440	550	410	550
EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	490	335	490
EN 10025-6				
S 460 Q/QL/QL1	460	570	440	550

Tableau 3.1 Valeurs nominales de limite d'élasticité f_y et de résistance à la traction f_u pour les aciers de construction laminés à chaud

Suivant NF EN 1993-1-1 – §3.2.1 - Tableau 3.1 — Caractéristiques mécaniques f_y et f_u pour les aciers laminés à chaud



Norme et nuance d'acier	Épaisseur nominale t de l'élément [mm]			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]
EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NHL	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550

(à suivre)

Tableau 3.1 Valeurs nominales de limite d'élasticité f_y et de résistance à la traction f_u pour les profils creux de construction

Norme et nuance d'acier	Épaisseur nominale t de l'élément [mm]			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]
EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 420 NH/NLH	460	550		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S 460 MH/MLH	460	530		

Tableau 3.1 Valeurs nominales de limite d'élasticité f_y et de résistance à la traction f_u pour les profils creux de construction (fin)

Suivant NF EN 1993-1-1 – §3.2.1 - Tableau 3.1 — Caractéristiques mécaniques f_y et f_u pour les profils creux de construction



5.6 Paramètres particuliers pour les éléments bois (EC 5)

5.6.1 Classes de service

Référence normative : NF EN 1995-1-1 + Annexe Nationale (AN) § 2.3.1.3 suivant précisions AN

Humidité moyenne du matériau bois en service	$H \leq 13\%$	$13\% < H \leq 20\%$	$H > 20\%$
Classe de service suivant NF EN 1995-1-1 + AN	1	2	3

5.6.2 Facteur de modification de déformation - k_{def}

Référence normative : NF EN 1995-1-1 + Annexe Nationale (AN) § 3.1.4 + Tableau 3.2

Matériau	Norme(s)	Classe de service		
		1	2	3
Bois massif (BM)	EN 14081-1	0.60	0.80	2.00

5.6.3 Facteur de modification de résistance - k_{mod}

Référence normative : NF EN 1995-1-1 + Annexe Nationale (AN) § 3.1.3 + Tableau 3.1

Matériau	Norme(s)	Classe de service	Classe de durée de chargement				
			Action permanente	Action long	Action moyen	Action court	Action instantanée
Bois massif (BM)	EN 14081-1	1	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1
		2	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1
		3	0.6	0.55	0.65	0.7	0.9
		1	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1
		2	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1
		3	0.6	0.55	0.65	0.7	0.9

5.6.4 Coefficients partiels des matériaux bois et dérivés - γ_M

Référence normative : NF EN 1995-1-1 + Annexe Nationale (AN) § 2.4.1 + Tableau 2.3 & précisions AN

Etats limites ultimes	γ_M
- Combinaisons fondamentales	
Bois massif	1.30
Assemblages	1.30
- Combinaisons accidentelles	1.00



6 FIN DE DOCUMENT



BET Pi Conception

SUD OUEST – Siège social

149 Hameau de Terrisse – 81600 BRENS

T : 05.63.41.80.47 contact@piconception.fr

Auvergne Rhone Alpes

Lieu-dit Bourel – 63520 ESTANDEUIL

T : 04.73.16.73.01 contact@piconception.fr

contact@piconception.fr www.piconception.fr

AFFAIRE N° 0744

CATHEDRALE

SAINT-ETIENNE DE CAHORS

Document N° 101

Révision indice :

En date du : 30/03/2026

PAGE N° 24