

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **3.1/19-987_V1**

Plancher à caissons en bois
Wooden box slab

NOVATOP ELEMENT

Relevant de l'ETE

ETA-11/0310

Titulaire : Société AGROP NOVA
Ptensky dvorek 99
798 43 Pteni

Tél. : +420 582 319 235
Fax : +420 582 319 249
E-mail : Novatop@agrop.cz
Internet : www.novatop-system.com

Distributeur : Société NOVAWOOD SYSTEMES
Pépinière de Commercy CCI
ZAE La Louvière
FR-55200 COMMERCY

Tél. : +33 6 17 03 47 73
E-mail : contact@novawood-systemes.fr

Groupe Spécialisé n° 3.1

Planchers et accessoires de plancher

Groupe Spécialisé n° 5.2

Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrées et cuvelage

Publié le 24 mars 2020



Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

Les Groupes Spécialisés n° 3.1 « Planchers et accessoires de plancher » et n° 5.2 « Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrées et cuvelage » de la Commission Chargée de formuler des Avis Techniques, ont examinés le 23 mai 2019 et le 11 février 2019 le procédé de plancher à caissons en bois NOVATOP ELEMENT, présenté par la société AGROP NOVA. Il a formulé sur ce procédé l'Avis Technique ci-après. L'Avis a été formulé pour les utilisations en France Européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Les caissons NOVATOP ELEMENT sont des éléments de structure bois de grandes dimensions composés d'une membrure supérieure, d'âmes et d'une membrure inférieure en panneaux SWP/2S ou SWP/3S (à l'exclusion du SWP/1S). Le tout est assemblé au moyen d'un collage réalisé en usine et assuré par une presse hydraulique.

Les caissons NOVATOP ELEMENT sont destinés à la réalisation de planchers, d'éléments porteurs support d'étanchéité de toitures-terrasses.

Les caissons NOVATOP ELEMENT ont les dimensions suivantes :

- Longueur jusqu'à 12,00 m (jusqu'à 8,00 m sans aboutage) ;
- Largeur de 1,03 à 2,45 m ;
- Epaisseur de 160 à 400 mm.

Les caissons NOVATOP ELEMENT peuvent contenir de l'isolation thermique et acoustique entre leurs âmes.

1.1 Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) n° 305/2011, le produit fait l'objet d'une déclaration des performances (DdP) établie par le fabricant sur la base de l'Évaluation Technique Européenne ETE-11/0310.

Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

1.2 Identification

Les caissons NOVATOP ELEMENT sont marqués de manière à pouvoir être facilement identifiés. Avec notamment une étiquette reportant :

- Le logo NOVATOP ;
- Le numéro du certificat de constance des performances du marquage CE ;
- Le numéro de l'agrément technique européen ;
- Le nom et l'adresse du client ;
- Le nom du projet ;
- Le type de caisson, la colle employée et la qualité visuelle ;
- L'épaisseur et la composition des plis ;
- La référence du caisson ;
- Le poids du caisson ;
- Les dimensions du caisson ;
- Le nom et l'adresse du fabricant Agrop Nova.

2. AVIS

L'avis porte uniquement sur le procédé tel qu'il est décrit dans le Dossier Technique joint, dans les conditions fixées aux Prescriptions Techniques (§2.3).

2.1 Domaine d'emploi accepté

Le domaine d'emploi proposé (§1 de la description) est accepté par le Groupe Spécialisé n°3.1, à savoir les utilisations dans les bâtiments industriels, bâtiments d'habitation de la 1^{ère} à la 3^{ème} famille, de bureaux ou Etablissements Recevant du Public, en réhabilitation ou en construction neuve, dans les conditions énoncées aux paragraphes ci-après.

Les limitations du domaine d'emploi résultent du respect de la réglementation en vigueur applicable aux bâtiments, notamment vis-à-vis du Règlement de Sécurité pour la Construction.

Le procédé NOVATOP ELEMENT est destiné à la réalisation d'ouvrages de structure en classe de service 1 et 2 au sens de la norme NF EN 1995-1-1 et en classe d'emploi 1 et 2 au sens de la norme NF EN 335.

L'Avis est formulé pour les utilisations en France européenne, zones sismiques 1 à 4 au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

Le procédé est limité à la reprise de charges à caractère statique ou quasi-statique pour des catégories d'usage A, B, C1, C2, C3 et D1 au sens de la norme NF EN 1991-1-1 dans la limite des hypothèses suivantes et pour des charges ponctuelles limitées à 5 kN.

L'Avis est formulé en excluant la reprise des cloisons maçonnées ou fragiles.

Le présent Avis Technique ne vise pas les cas suivants :

- Cloisons lourdes (masse > 250 kg/ml) parallèles au sens de portée des caissons NOVATOP ELEMENT ;
- Charges ponctuelles d'intensité supérieure à 5 kN ;
- Caissons NOVATOP ELEMENT adjacents et liés, dont le rapport des portées n'est pas compris entre 0,9 et 1,10 et, d'une manière générale toute situation pouvant conduire à des cisaillements verticaux importants à la liaison entre deux caissons successifs. Des rapports de portées différents peuvent être admis à la condition de réaliser une étude définissant le liaisonnement entre les éléments permettant de reprendre le cisaillement différentiel entre caissons ;
- Les utilisations sous charges pouvant entraîner des chocs ou des phénomènes de fatigue n'ont pas été étudiées dans le cadre du présent Avis ;
- L'Avis n'est valable que si la température n'excède pas 50°C en service continu au niveau du plan de collage (pour la situation d'incendie se reporter au §2.21) ;
- L'utilisation en tant que plancher intermédiaire sur volume non-chauffé ou sur vide sanitaire n'est pas visé par le présent Avis Technique.

Le domaine d'emploi proposé est limité aux locaux à faible ou moyenne hygrométrie, à l'exclusion des locaux à forte et très forte hygrométrie, c'est à dire ceux pour lesquels $W/n > 5g/m^3$, avec :

- W = quantité de vapeur d'eau produite à l'intérieur du local par heure ;
- n = taux horaire de renouvellement d'air.

Les procédés NOVATOP ELEMENT traités par des produits d'ignifugation ne sont pas visés par le présent Avis.

L'aptitude au levage des éléments NOVATOP ELEMENT n'est pas visée par le présent Avis.

Les ouvrages enterrés en NOVATOP ELEMENT sont exclus du domaine d'emploi.

L'utilisation en porte-à-faux n'est pas visée par le présent Avis.

Precisions du domaine d'emploi accepté dans le cas de l'utilisation en support d'étanchéité de toitures-terrasses et toitures inclinées

Les caissons NOVATOP ELEMENT sont destinés à la réalisation de toitures.

Au-dessus de locaux à hygrométrie faible et moyenne c'est-à-dire pour lesquels le rapport $W/n \leq 5 g/m^3$. Où W est la quantité de vapeur produite à l'intérieur du local par heure en g/m^3 et n est le taux de renouvellement de l'air.

En travaux neufs ou en réfection totale en surélévation après dépose complète de la charpente et de la couverture existantes.

Les caissons NOVATOP ELEMENT, de classe d'emploi 2 selon la norme NF EN 335, sont destinés aux toitures en France européenne en climat de plaine :

- Inaccessibles avec chemins de circulation éventuels, sans rétention temporaire des eaux pluviales, pente minimale 1,6 %.
- Techniques ou à zones techniques (sans chemins de nacelles) de pente minimale comprise entre 1,6 % à 3 % et maximale de 7 % ;
- Inaccessibles avec procédé de végétalisation bénéficiant d'un Avis Technique de pente minimale 3 % ;
- Accessibles aux piétons et au séjour avec une protection par dalles sur plots selon les prescriptions spécifiques du paragraphe 7, de pente minimale 3 %, pente maximale de 5 %.
- Inaccessibles, de pente minimale 3 % et maximale 100 %, en tant qu'élément porteur des toitures dites « toitures froides ventilées inclinées » au sens du NF DTU 43.4, des bâtiments ouverts, tels que les auvents, préaux, avec un revêtement d'étanchéité bitumineux dont les DTA particuliers visent favorablement l'emploi sur éléments porteurs bois selon le NF DTU 43.4.

Les caissons NOVATOP ELEMENT peuvent être utilisés pour des toitures en climat de plaine (altitude ≤ 900 m).

Les pentes minimales des toitures inaccessibles, végétalisées, techniques et accessibles aux piétons sont dépendantes du critère de dimensionnement choisi :

- $\geq 3\%$, lorsque les caissons structuraux NOVATOP ELEMENT sont dimensionnés en tenant compte d'une déformation finale w_{fin} due à toutes les charges, limitée à $1/250^{ème}$ de la portée ;
- $\geq 1,8\%$, lorsque les caissons structuraux NOVATOP ELEMENT sont dimensionnés en tenant compte d'une déformation finale w_{fin} due à toutes les charges limitée à $1/400^{ème}$ de la portée ; hors toitures et terrasses végétalisées ;
- $\geq 1,6\%$, lorsque les caissons structuraux NOVATOP ELEMENT sont dimensionnés en tenant compte d'une déformation finale w_{fin} due à toutes les charges limitée à $1/500^{ème}$ de la portée ; hors toitures et terrasses végétalisées.

Les caissons NOVATOP ELEMENT peuvent recevoir :

- Des systèmes d'isolation et d'étanchéité adhérents, semi-indépendants ou indépendants faisant l'objet d'un DTA ou Avis Technique pour l'emploi sur éléments porteurs bois, panneaux à base de bois, et panneaux en bois massif CLT ;
- Un procédé d'isolation inversée bénéficiant d'un DTA pour l'emploi sur éléments porteurs bois, panneaux à base de bois, et panneaux en bois massif CLT.

En toiture chaude, la résistance thermique de l'isolation support d'étanchéité ou de l'isolation inversée doit être supérieure ou égale à deux fois (règle des $2/3 - 1/3$ hors zone très froide, et règle des $3/4 - 1/4$ en zone très froide) celle du caisson NOVATOP ELEMENT (Cf. Tableau 1 de l'Annexe A).

Les zones très froides peuvent être définies comme :

- Les zones où la température de base est inférieure ou égale à -15°C au sens du tableau D1a) corrigé par le tableau D1b) de la Norme NF P 52-612/CN qui est le complément national de la NF EN 12831 ;
- Les lieux d'altitude supérieure à 600 m en zones H1, H2 et H3 telles que définies par l'annexe I de l'article 2 de l'arrêté du 26 octobre 2010 (RT2012).

En toiture froide ventilée, le procédé NOVATOP ELEMENT est limité à la réalisation de toitures de bâtiments ouverts, non chauffés, non isolés tels que auvents, préaux.

L'utilisation du procédé NOVATOP ELEMENT en balcon et coursive étanchée n'est pas visée.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.2.1 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Stabilité

La résistance et la stabilité du procédé sont normalement assurées dans le domaine d'emploi accepté sous réserve des dispositions complémentaires données aux Prescriptions Techniques (§ 2.3 ci-après et Annexe 1).

Sécurité en cas d'incendie

Résistance au feu

Conformément aux conditions prévues par l'Arrêté du 14 mars 2011 modifiant l'arrêté du 22 mars 2004 modifié relatif à la résistance au feu des produits, éléments de construction et d'ouvrages, les caissons NOVATOP ELEMENT sont à même de satisfaire des degrés de stabilité au feu dans les conditions précisées dans l'Avis de laboratoire de résistance au feu N°AL17-215.

Réaction au feu

Les éléments NOVATOP ELEMENT sans isolant incorporé bénéficient d'un classement conventionnel en réaction au feu D-s2, d0 selon l'Evaluation Technique Européenne ETA-11/0310. L'adéquation entre ce classement et les exigences réglementaires doit être examinée au cas par cas en fonction du type de bâtiment et de l'emplacement du panneau dans l'ouvrage.

Sécurité en cas d'incendie pour une utilisation en support d'étanchéité de toitures-terrasses et toitures inclinées

Dans les lois et règlements en vigueur, les dispositions à considérer pour les toitures proposées ont trait à la tenue au feu venant de l'extérieur et de l'intérieur.

Vis-à-vis du feu venant de l'extérieur

Le comportement au feu des toitures mises en œuvre sous une protection lourde conformes à celles de l'arrêté du 14 février 2003 satisfait aux exigences vis-à-vis du feu extérieur (art. 5 de l'arrêté du 14 février 2003) ; le procédé avec d'autres protections rapportées n'est pas classé.

Le classement de tenue au feu des revêtements apparents pour toitures est indiqué dans les Documents Techniques d'Application particuliers aux procédés.

Vis-à-vis du feu intérieur

a) Les dispositions réglementaires à considérer sont fonction de la destination des locaux, de la nature et du classement de réaction au feu de l'isolant et de son support.

b) Les caissons NOVATOP ELEMENT ont fait l'objet d'une appréciation de laboratoire permettant de considérer que les éléments respectent les dispositions en matière de protection des isolants non A2 vis à vis d'un feu intérieur pour les bâtiments d'habitation et les Établissements Recevant du Public (ERP).

Propagation du feu aux façades

L'étanchéité aux flammes et aux gaz chauds est assurée à la jonction façade-plancher par un calfeutrement en nez de plancher.

La périphérie des baies est protégée conformément aux prescriptions de l'IT 249.

Dans les bâtiments pour lesquels il existe une exigence C+D, les dispositions constructives doivent répondre aux exigences de l'IT 249 et du guide *Bois construction et propagation du feu par les façades* établi par le CSTB et le FCBA complétés par l'Avis de laboratoire de résistance au feu N°AL17-215.

Pose en zones sismiques

Les caissons NOVATOP ELEMENT peuvent satisfaire aux exigences de sécurité en cas de séisme sous réserve du respect des conditions précisées aux Prescriptions Techniques.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

La sécurité du travail sur chantier peut être normalement assurée, en ce qui concerne le procédé proprement dit, moyennant les précautions habituelles à prendre pour la manutention d'éléments préfabriqués de grandes dimensions. Dans le cas où la phase de manutention génère des efforts nettement supérieurs à ceux subis par le caisson mis en œuvre dans l'ouvrage, les points d'attaches conçus et prescrits par AGROP NOVA doivent être respectés sur chantier.

Lors des phases provisoires, et tant que l'ensemble des éléments nécessaires au contreventement définitif de l'ouvrage ne sont pas mis en œuvre, la stabilité des caissons NOVATOP ELEMENT, doit être assurée au moyen d'un étaielement garantissant la stabilité particulière de chaque élément et la stabilité générale du bâtiment en cours de construction. D'une manière générale, la mise en œuvre des panneaux NOVATOP ELEMENT impose les dispositions usuelles relatives à la sécurité des personnes contre les chutes de hauteur.

Les caissons NOVATOP ELEMENT disposent d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce procédé sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'Équipements de Protection Individuelle (EPI). La FDS est mise à disposition par la Société AGROP NOVA.

Isolation thermique

Les caissons NOVATOP ELEMENT présentent une isolation thermique « moyenne » évaluée par le coefficient U de transmission surfacique calculable conformément aux règles Th-U, en prenant pour conductivité thermique utile du bois $\lambda = 0,13 \text{ W/m.K}$, pour capacité thermique massique $C_p = 1600 \text{ J/kg.K}$, et pour facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau $\mu = 50 \text{ (sec)}$ et $\mu = 20 \text{ (humide)}$. Ces valeurs correspondent à un résineux léger de classe mécanique C24 selon la norme NF EN 338 et dont la masse volumique moyenne, c'est-à-dire avec une teneur en humidité de 15 % selon la terminologie de la norme NF B 51-002, est $\leq 500 \text{ kg/m}^3$.

Les performances thermiques des caissons NOVATOP ELEMENT dépendent des performances thermiques des isolants rajoutés aux complexes. Les caissons NOVATOP ELEMENT peuvent nécessiter, selon leur emplacement dans l'ouvrage, la mise en œuvre d'une isolation thermique complémentaire.

Les valeurs et dispositions décrites dans les figures du Dossier Technique établi par le Demandeur sont données à titre indicatif et n'ont pas été examinées par le GS n°3.1, une étude devra être réalisée au cas par cas. Sur les figures sont indiqués les isolants qui sont prescrits dans le DTU 31.2-P1-2 (CGM) et aux DTA.

Utilisation en support d'étanchéité de toitures

Afin de vérifier le respect des réglementations thermiques en vigueur, pour les bâtiments neufs ou existants selon le cas, les bâtiments équipés de ce procédé doivent faire l'objet d'études énergétiques. Ces études doivent tenir compte des caractéristiques des produits mis en œuvre, notamment lorsqu'ils sont couverts par un Avis Technique ou un Document Technique d'Application.

L'arrêté du 26 octobre 2010 (Réglementation Thermique 2012) n'impose pas d'exigences minimales sur la transmission thermique surfacique des parois.

La transmission thermique surfacique des parois intervient comme donnée d'entrée dans le calcul du besoin bioclimatique (Bbio) et de la consommation globale du bâtiment pour lesquels l'arrêté fixe une exigence réglementaire.

La vérification du respect de la réglementation thermique s'effectue au cas par cas en utilisant les règles de calculs réglementaires (Th-BCE et Th-bât).

Les constructions existantes sont soumises aux dispositions de l'arrêté du 22 mars 2017, relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants, qui définit la résistance thermique totale minimum que la paroi doit respecter lorsqu'il est applicable.

Le procédé NOVATOP ELEMENT sans isolation thermique complémentaire, ne peut être mis en œuvre que sur les ouvrages où la réglementation thermique n'est pas applicable tels que bâtiments ouverts et auvents.

Isolation acoustique

Les caissons NOVATOP ELEMENT seuls ne permettent pas toujours de satisfaire les exigences en vigueur en matière d'isolation acoustique entre logements dans les bâtiments d'habitation. L'atteinte des critères d'isolation fixés par la réglementation nécessite parfois la mise en œuvre de matériaux d'isolation acoustique ou d'ouvrages complémentaires par exemple un plafond suspendu.

Le respect des exigences réglementaires devra être justifié par une évaluation acoustique.

Étanchéité à l'eau et à l'air

Les caissons NOVATOP ELEMENT eux-mêmes ne sont pas destinés à jouer un rôle vis-à-vis de l'étanchéité à l'eau ni de l'étanchéité à l'air.

Données environnementales

Le procédé NOVATOP ELEMENT ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Aspects sanitaires

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

2.22 Durabilité – Entretien

Compte tenu de la limitation à des usages exposant les caissons NOVATOP ELEMENT aux classes d'emploi 1 et 2, leur durabilité face aux éléments fongiques peut être normalement assurée soit du fait de la durabilité naturelle de l'essence utilisée, soit par l'application d'un traitement de préservation dans les conditions fixées au § 2.316 des prescriptions techniques.

Le deuxième décret n° 2006-591 d'application de la loi n° 99-471 du 8 juin 1999 tendant à protéger les acquéreurs et propriétaires d'immeubles contre les termites et autres insectes xylophages » - dite loi termites, suivi par l'arrêté du 16 février 2010 modifiant l'arrêté du 27 juin 2006 relatif à l'application des articles R.112-2 et R. 112-4 du code de la construction et de l'habitation, vise la protection des bois et des matériaux à base de bois participant à la solidité des ouvrages et mis en œuvre lors de la construction de bâtiments neufs ou de travaux d'aménagement. Les caissons NOVATOP ELEMENT répondent à la réglementation en vigueur sous réserve des dispositions complémentaires données aux Prescriptions Techniques (§ 2.316 ci-après).

2.23 Fabrication et contrôle

La fabrication des éléments de structure NOVATOP ELEMENT est assurée exclusivement par la société la société AGROP NOVA à Pténi en République Tchèque.

Le contrôle de qualité s'opère en particulier au travers du prélèvement de carottes au niveau des plans de collage.

Le suivi de la production est effectué dans le cadre des procédures internes d'autocontrôle et fait l'objet d'un contrôle externe au moins deux fois par an tel que décrit au § 4.2 du Dossier Technique établi par le Demandeur.

2.3 Prescriptions techniques

2.31 Conditions de conception et de calcul

La conception et le calcul des caissons NOVATOP ELEMENT sont à la charge du bureau d'études techniques référencé par le service d'assistance technique de NOVAWOOD.

Le titulaire doit transmettre les principes de modélisation de son procédé au Bureau d'Études Structures en charge de la modélisation de l'ouvrage et ce dernier transmet les efforts résultants à prendre en compte par le titulaire pour le dimensionnement des éléments de plancher.

NOVAWOOD prête l'assistance technique nécessaire dans ce cadre en mettant notamment à disposition des acteurs de la construction une liste de bureaux d'études techniques disposant de l'expertise requise pour le dimensionnement des caissons NOVATOP ELEMENT en respect des prescriptions techniques du présent Avis et des normes en vigueur.

Un logiciel de pré-dimensionnement est tenu à disposition des bureaux d'études par le titulaire afin de vérifier les éléments en phase définitive.

Les charges d'exploitation à prendre en considération dans les calculs sont celles précisées par la norme NF EN 1991-1-1 et son annexe nationale moyennant les limitations décrites au §2.1 du présent Avis.

Les ouvrages doivent être dimensionnés et vérifiés par référence aux normes de la série NF EN 1995 moyennant les limitations décrites §2.1.

2.311 Vérifications en phase définitive des panneaux NOVATOP ELEMENT

Les caissons NOVATOP ELEMENT sont dimensionnés selon la norme NF EN 1995-1-1 et notamment le § 9.1.2 de cette norme traitant des poutres à semelles minces collées en tenant compte des particularités du NOVATOP ELEMENT.

Les vérifications doivent être menées en considérant les combinaisons d'action des Eurocodes et en appliquant les facteurs de modifications et déformation K_{mod} et k_{def} en fonction de la classe de service et de la durée d'application des charges. Pour les éléments NOVATOP ELEMENT, ces coefficients sont ceux définis dans le tableau 1 au §5 du Dossier Technique établi par le Demandeur.

L'ETE 11/0310 et le Dossier Technique établi par le Demandeur du présent Avis définissent, pour le NOVATOP ELEMENT, les largeurs maximales efficaces des éléments aux effets de cisaillement et de flambement de plaque, utilisables en substitution du tableau 9.1 de la norme NF EN 1995-1-1 en distinguant les vérifications à l'ELU et à l'ELS.

Les vérifications de la résistance sous l'effet du moment fléchissant et de l'effort tranchant se composent des vérifications suivantes :

- Vérifications des contraintes normales et de flexion dans les membrures et les âmes. La rigidité efficace des panneaux NOVATOP ELEMENT étant calculée selon la méthode de la norme NF EN 1995-1-1 Annexe B ;
- Vérification du cisaillement aux interfaces membrures /âmes, dans les membrures et dans les âmes (selon §5 du Dossier Technique établi par le Demandeur) ;
- La reprise des efforts de flexion transversale entre nervures parallèles doit être justifiée en tenant compte de la seule section des membrures supérieures (la rigidité des dalles de répartition indépendante peut être prise en compte dans le calcul des rigidités du plancher, néanmoins sans effet composite).

La flèche finale ne pourra excéder $L/250$ (sauf en toitures-terrasses) où L est la portée du panneau entre appuis. La flèche est calculée en considérant les caractéristiques mécaniques finales des panneaux NOVATOP ELEMENT.

La flèche instantanée due aux actions variables ne pourra excéder $L/300$ où L est la portée du panneau entre appuis. La flèche est calculée en considérant les caractéristiques mécaniques instantanées des panneaux NOVATOP ELEMENT.

En l'absence de précision fournie par la norme NF EN 1995-1-1 et son Annexe Nationale, il convient de prendre pour les déplacements des panneaux NOVATOP ELEMENT les valeurs suivantes :

Pour les planchers, la flèche active, pouvant nuire aux revêtements de sols rigides, ne doit pas dépasser :

- soit la valeur fixée par les DTU correspondants, si disponible ;
- soit $L/500$ de la portée si celle-ci est $\leq 7,0$ m ; ou $0,7$ cm + $L/1000$ de la portée si celle-ci est supérieure à 7,0 m.

Pour les planchers n'ayant pas à supporter des revêtements de sols rigides, la flèche active est limitée, par la norme NF EN 1995-1-1 et son Annexe Nationale, ou en l'absence d'autres précisions, aux valeurs suivantes :

- soit $L/350$ de la portée si celle-ci est $\leq 7,0$ m ;
- soit 1 cm + $L/700$ de la portée si celle-ci est supérieure à 7,0 m.

On appelle flèche active la part des déformations du plancher risquant de provoquer des désordres dans un ouvrage considéré généralement supporté (par exemple : cloison, carrelage, ...). C'est donc l'accroissement de la flèche, ou fléchissement, pris par le plancher à partir de l'achèvement de l'ouvrage concerné.

Une attention particulière doit être portée à la conception des planchers et notamment à l'emplacement respectif des joints entre panneaux et des charges ponctuelles.

Les aboutages doivent être pris en compte dans le dimensionnement des éléments conformément au §3.32 du Document Technique établi par le Demandeur.

2.312 Transmission des charges des éléments porteurs horizontaux à leurs appuis

La compression transversale et le cisaillement sur appui doivent faire l'objet d'une vérification selon les §5.2 et §5.3 du Dossier Technique Etabli par le Demandeur.

En cas d'appuis avec entaille, il convient de justifier l'équilibre de l'effort tranchant en tenant compte des contraintes de traction transversales au niveau des plis (avec mise en place d'un frettage le cas échéant).

2.313 Conception des assemblages

Les organes de fixation métalliques de type tige utilisés pour l'assemblage de panneaux structuraux massifs bois entre eux ou avec d'autres éléments de l'ouvrage font l'objet :

- D'un marquage CE selon la NF EN 14592, lorsque l'organe ne traverse pas plus de deux plans de cisaillement ;
- D'un ATE ou d'une ETE visant la fixation dans un panneau structural massif bois lorsque l'organe traverse plus de deux plans de cisaillement.

Les liaisons entre panneaux doivent être réalisées avec des éléments permettant la reprise des efforts de traction transversale (LVL, contreplaqué, panneau 3 plis), à l'exclusion du bois massif.

Les connecteurs métalliques tridimensionnels doivent faire l'objet d'une Evaluation Technique Européenne.

Les autres connecteurs mécano-soudés doivent être conformes aux dispositions des NF DTU 31.1, NF DTU 31.2 et sont dimensionnées selon la NF EN 1993 et réalisées selon la NF EN 1090-2.

Les organes de fixation ou d'assemblages doivent être justifiés au regard des prescriptions des sections 7.1 et 8 de la norme NF EN 1995-1-1 et du paragraphe 9 du Dossier Technique établi par le Demandeur.

Le cisaillement entre panneaux adjacents sous effort tranchant doit être justifié.

Sauf justification particulière, les organes d'assemblages entre panneaux dans leur plan (couturage) doivent être implantés avec un entraxe maximum de 30 cm.

Le dimensionnement des assemblages devra tenir compte des efforts additionnels dus à l'excentrement des dispositifs de fixation par rapport au centre de gravité de la section du plancher.

Pour les organes de fixation dans les supports béton, la liaison du cône béton avec la structure doit être assurée avec un ferrailage suivant le schéma bielle-tirant conformément à la norme NF EN 1992-1-1.

2.314 Perçage et réservations dans les caissons NOVATOP ELEMENT

Perçage dans les âmes des caissons NOVATOP ELEMENT

Le perçage et les traversées des âmes des caissons NOVATOP ELEMENT sont exclus.

Réservations et ouvertures dans les caissons NOVATOP ELEMENT (trémies)

La réalisation d'ouverture dans les planchers est autorisée dans les limites décrites dans le §5.7 du Dossier Technique établi par le Demandeur. Ces ouvertures doivent être réalisées au moment de la fabrication des caissons NOVATOP ELEMENT.

Dans le cas de trémie importante (avec interruption des nervures), le report des charges des chevêtres sur l'élément adjacent doit être limité à 500 daN au cumul.

2.315 Utilisation en zone sismique

La justification en zone sismique des structures assemblées par panneaux NOVATOP ELEMENT doit être menée en suivant le principe de comportement de structure faiblement dissipatif (Classe de ductilité L) conformément à NF EN 1998-1-1 (cf. §8.1.3 et §8.6 (2)P). Les effets des actions sont calculés sur la base de la méthode des forces latérales équivalentes du §4.3.3.2 ou de la réponse modale du §4.3.3.3 de la norme NF EN 1998-1-1. Le spectre de calcul est déterminé à partir du spectre en appliquant un coefficient de comportement $q=1,5$ pour la classe DCL.

Les critères de régularité en plan de la norme NF EN 1998-1-1 (cf. §4.2.3) doivent être strictement respectés et faire l'objet d'une vérification.

Les coefficients de conversion correspondant à une classe de durée de chargement instantanée sont appliqués.

Lorsqu'ils sont prévus en zone sismique, les panneaux NOVATOP ELEMENT utilisés sont organisés afin d'observer les points suivants :

- L'intégrité de la structure lors d'un séisme ;
- La fonction tirant-butoin horizontal assurée uniquement par les panneaux CLT (seuls les plis orientés dans le sens de l'effort à reprendre sont considérés). La valeur de l'effort tirant-butoin doit être déterminée par une étude sismique spécifique. Cet effort sera pris égal à la plus grande des deux valeurs suivantes : 15 kN/ml ou l'effort de tirant-butoin déterminée ;

- Par calcul la fonction diaphragme horizontal avec justification des jonctions entre panneaux adjacents pour les efforts de cisaillement induits ;
- Assurer la continuité du chaînage dans la direction transversale aux panneaux par rajout d'un élément reliant les panneaux ;
- La couture plancher/mur en périphérie devra notamment être réalisée avec a minima une vis tous les 15 cm. La couture entre plancher et mur doit impérativement être réalisée par l'intermédiaire d'une lisse de chaînage continue assurant la répartition des efforts.

2.316 Traitement de préservation

En fonction de la classe d'emploi liée à la position du caisson NOVATOP ELEMENT dans l'ouvrage d'une part, et à l'essence utilisée d'autre part, un traitement de préservation du bois peut être nécessaire. Il convient de respecter à cet égard les prescriptions des normes NF EN 335 et NF EN 350.

Conformément à la réglementation en vigueur, les caissons NOVATOP ELEMENT qui participent à la solidité des bâtiments devront être protégés par une durabilité conférée ou naturelle contre les insectes à larves xylophages sur l'ensemble du territoire et en complément, contre les termites dans les départements dans lesquels a été publié un arrêté préfectoral pris par l'application de l'article L. 133-5.

Lorsqu'un traitement est nécessaire, il doit être réalisé après façonnage et traitement des découpes.

2.317 Dispositions constructives générales

Lorsque les caissons NOVATOP ELEMENT sont utilisés pour la réalisation de bâtiments entrant dans le domaine d'application du DTU 31.2, c'est à dire d'une manière générale pour les bâtiments dont la structure principale porteuse est en bois, les dispositions non spécifiquement visées dans le cadre de cet Avis Technique doivent être conformes aux prescriptions du DTU 31.2 pour la conception, aux prescriptions des Eurocodes pour le calcul.

Lorsque les caissons NOVATOP ELEMENT sont utilisés pour une ou plusieurs de leurs fonctions, pour la réalisation de bâtiments n'entrant pas dans le domaine d'application du DTU 31.2 (par exemple éléments NOVATOP ELEMENT utilisés pour réaliser les planchers d'un bâtiment à structure porteuse verticale en béton armé ou en maçonnerie de petits éléments), la réalisation des interfaces doit tenir compte des exigences éventuelles des textes visant les autres éléments porteurs (NF EN 1992-1-1, DTU 20.1, etc).

La profondeur minimale d'appui, toutes tolérances épuisées, est de 5 cm.

Dans tous les cas la surface d'appui - toutes tolérances épuisées - doit être justifiée vis-à-vis de la contrainte de compression transversale dans le caisson NOVATOP ELEMENT.

2.32 Conditions de fabrication

La fabrication des caissons NOVATOP ELEMENT faisant appel au collage à usage structural, elle nécessite un contrôle permanent des différents paramètres conditionnant la réalisation d'un collage fiable (température, humidité, temps de pressage, pression de collage, etc.).

Le suivi de la production est effectué :

Dans le cadre d'une procédure interne d'autocontrôle dont les étapes sont indiquées dans le §4 du Dossier Technique établi par le Demandeur. Les résultats sont consignés dans des fiches spécifiques pour les planches d'une part et panneaux NOVATOP ELEMENT finis d'autre part indiquant notamment :

- La procédure de réception et le stockage des matières premières ;
- La conformité du bois au classement mécanique annoncé selon la norme NF EN 338. Une procédure écrite doit définir les moyens mis en œuvre pour assurer la conformité de la qualité des bois au cahier des charges définis dans le Dossier Technique établi par le Demandeur. Les bois utilisés doivent bénéficier d'un certificat visant à justifier de leur conformité aux normes en vigueur et en particulier concernant la classe de résistance annoncée; l'essence des bois utilisée sera consignée au cahier des charges ;
- Les tolérances géométriques minimum à respecter pour les planches de bois;
- Le taux d'humidité nominal des planches de bois avant assemblage des plis est fixé à 12% \pm 2%. Une procédure doit définir les contrôles, leur fréquence et leur enregistrement.
- Le contrôle réalisé afin de s'assurer du bon encollage et du bon pressage conformément au Contrôle de Production en Usine.
- Le contrôle visuel sur chaque élément fini

L'ensemble des résultats ainsi que les dispositions prises en cas de résultat non conforme doivent être consignés sur un cahier ou sur des fiches de contrôle.

La conformité des performances du caisson NOVATOP ELEMENT est vérifiée dans le cadre d'une procédure de contrôle externe et matérialisée par le marquage CE (valeur de résistance en cisaillement des plans de collage notamment) tel que décrit au § 4.2 du Dossier Technique établi par le Demandeur.

La synthèse de ce contrôle externe est transmise une fois par an au CSTB.

2.33 Conditions de mise en œuvre

2.331 Sollicitations perpendiculaires au fil

Bien que les caissons NOVATOP ELEMENT eux-mêmes permettent la reprise locale de flexion transversale, compte tenu de l'impossibilité qu'il y a à transmettre des moments entre panneaux adjacents, les planchers doivent être conçus de manière à fonctionner en flexion longitudinale et non pas en flexion sur 4 côtés.

2.332 Manutention et stabilité provisoire

Le protocole de montage devra préciser les modes de manutention et les dispositions des points de levage (type, nombre, résistance), au cas par cas ainsi que les dispositifs pour assurer leur stabilité provisoire. Ces éléments seront clairement identifiés sur les caissons NOVATOP ELEMENT livrés sur chantier. Le levage des éléments NOVATOP ELEMENT n'est pas visé par cet avis technique.

Les éléments NOVATOP ELEMENT devront être protégés des intempéries lors des phases transitoires.

Les conditions de stockage des panneaux devront respecter les prescriptions du §13 du Dossier Technique établi par le Demandeur.

2.333 Plans d'exécution

Le bureau d'études devra fournir les plans d'exécution détaillés comprenant le calepinage et le sens des caissons NOVATOP ELEMENT, les types et détails des ancrages et chaînages et autres détails (traitement des ouvertures, etc.)

2.34 Finitions

Les revêtements non fragiles doivent être mis en place suivant les dispositions des DTU ou des Avis Techniques visant les supports bois. Les revêtements fragiles doivent être mis en place en pose désolidarisée sur un procédé faisant l'objet d'un Avis Technique visant les supports bois.

2.4 Prescriptions techniques dans le cas de l'utilisation en support d'étanchéité de toitures-terrasses et toitures inclinées

2.41 Conditions de conception et de calcul

2.411 Vérifications en phase définitive des éléments utilisés en support d'étanchéité

Les déformations prises par les toitures avec panneaux NOVATOP ELEMENT sont :

- Les flèches sont calculées en tenant compte du fluage au travers du facteur de déformation k_{def} (valeur) défini dans le §5 du Dossier Technique établi par le Demandeur ;
- Les toitures, exceptées dans le cas de la végétalisation, doivent présenter des pentes sur plan :
 - $\geq 3 \%$, lorsque les caissons NOVATOP ELEMENT sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges limité au $1/250^e$ de la portée ;
 - $\geq 1,8 \%$, lorsque les caissons NOVATOP ELEMENT sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges limité au $1/400^e$ de la portée,
 - $\geq 1,6\%$, lorsque les caissons NOVATOP ELEMENT sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges limité au $1/500^e$ de la portée.
- Les terrasses et terrasses végétalisées doivent présenter des pentes $\geq 3 \%$.

2.412 Attelages de fixation mécanique du système d'étanchéité

Résistance en compression

Lorsque la compression à 10 % de déformation de l'isolant support est inférieure à 100 kPa (norme NF EN 826), il est rappelé que les attelages de fixation mécanique des panneaux isolants supports, et/ou des kits des systèmes souples d'étanchéités fixés mécaniquement, doivent être du type « solide au pas » qui empêche, en service, le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison au-dessus de la plaquette.

Résistance à l'arrachement

Pour le calcul des densités de fixations des supports isolants ou des revêtements d'étanchéité fixés mécaniquement, la résistance caractéristique à l'arrachement à prendre en compte est celle de la fixation dans du bois massif conforme à la NF P 30-310 définie dans la fiche technique de la fixation, à épaisseur égale.

2.42 Conditions de mise en œuvre

La mise en œuvre des caissons NOVATOP ELEMENT, des reliefs (acrotères, costières, etc.) et des pièces complémentaires (joint languette, chevron de fonçure, bande métallique...), est faite par le lot Structure (ou Charpente, ou Gros-œuvre).

Les caissons NOVATOP ELEMENT sont livrés sur site avec l'ensemble de leurs réservations (lanterneaux, sorties hors toiture, entrées d'eaux pluviales...).

La mise en œuvre des systèmes d'étanchéité est faite par les entreprises d'étanchéité qualifiées.

En aucun cas, les réservations et/ou percements ne sont réalisés par le lot Étanchéité. Cette interdiction ne concerne pas la pose des attelages de fixation mécanique des systèmes d'étanchéité (supports isolants, kits des systèmes souples d'étanchéités fixés mécaniquement, par exemple).

Tout percement réalisé pendant le chantier, et quelles que soient ses dimensions, ne peut être réalisé que par le lot Structure (ou Charpente, ou Gros-œuvre) et uniquement après accord du bureau d'études de structure et/ou de la Société AGROP NOVA. Les réservations et/ou percements ne peuvent pas être réalisés par un autre corps d'état.

2.421 Implantation des zones techniques

Les Documents Particuliers du Marché (DPM) précisent, lorsqu'il y a en toiture des équipements qui justifient le traitement de la toiture en zone(s) technique(s), l'implantation et la surface de ces zones. La surface unitaire de la zone technique ou de chaque partie constituant chaque zone technique ne sera jamais inférieure à 200 m².

2.422 Évacuation des eaux pluviales

Comme pour tous les supports bois conformes au NF DTU 43.4 sur pannes, l'implantation des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales devra être conçue et réalisée conformément à l'annexe E du NF DTU 43.3 P1-1, y compris la vérification des éléments de charpente support des caissons NOVATOP ELEMENT sous les phénomènes d'accumulation d'eau lorsque nécessaire.

Les noues à pente nulle sont possibles dans le cas de panneaux NOVATOP ELEMENT posés perpendiculairement (ou de biais) à la noue.

Lorsque les panneaux sont parallèlement à la noue, la noue doit avoir une pente $> 1,5\%$.

2.423 Terrasses et toitures végétalisées

Dans le cas de terrasses et toitures végétalisées, les charges de Capacité Maximale en Eau (C.M.E.) du système de végétalisation devront être prises en compte. Ces charges sont indiquées dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

Lorsque la pente est inférieure à 7 % sur plan, il n'est pas nécessaire de prendre en compte la charge complémentaire forfaitaire de 85 daN/m² pour le dimensionnement des caissons NOVATOP ELEMENT, puisque le fluage est pris en compte dans leur dimensionnement.

Le procédé de végétalisation doit bénéficier d'un Avis Technique visant l'emploi sur éléments porteurs en bois ou panneaux à base de bois.

2.424 Terrasses accessibles aux piétons et au séjour

L'emploi en terrasses accessibles aux piétons et au séjour est prévu par le Dossier Technique établi par le Demandeur avec une constitution particulière du système d'étanchéité couche de protection/isolant/revêtement d'étanchéité, protégé par des dalles sur plots, en respectant les prescriptions du paragraphe 7 de l'Annexe A du Dossier Technique établi par le Demandeur.

Lorsque les descentes d'eaux pluviales sont verticales et qu'elles traversent les locaux, le maître d'ouvrage doit prévoir dans les DPM que ces descentes d'eau pluviales soit visibles par l'occupant et permettant ainsi de s'assurer de l'absence de pénétrations d'eau en points bas de la toiture.

2.425 Cas de la réfection ultérieure du système d'étanchéité

a) Caissons NOVATOP ELEMENT : les études préalables prescrites au paragraphe 5 de la norme NF DTU 43.5 comprennent un contrôle de la teneur en humidité des panneaux supérieurs des caissons NOVATOP ELEMENT et la vérification de leur salubrité définie au Dossier Technique établi par le demandeur.

Ces études sont à la charge du maître d'ouvrage. Elles ne sont pas de la compétence du lot d'Étanchéité.

b) Systèmes d'étanchéité : l'emploi d'attelages de fixation mécanique pour la liaison des panneaux isolants, et/ou celle des kits des systèmes souples d'étanchéités fixés mécaniquement, doit être précédé d'une vérification systématique des valeurs d'ancrage des fixations envisagées, conformément au CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3564 de juin 2006.

Il est rappelé qu'il appartient au maître d'ouvrage ou à son représentant de faire vérifier au préalable la stabilité de l'ouvrage dans les conditions de la norme NF DTU 43.5 vis à vis des risques d'accumulation d'eau.

2.43 Implantations des écrans de cantonnement

Les DPM doivent préciser la position des écrans de cantonnement et/ou des bandes de recouvrement de l'isolant combustible support d'étanchéité.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 2.1) est appréciée favorablement.

Validité

A compter de la date de publication présente en première page et jusqu'au 31 mai 2022.

*Pour le Groupe Spécialisé n°3.1
La Présidente*

*Pour le Groupe Spécialisé n°5.2
Le Président*

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

La présence d'une isolation thermique dans le caisson NOVATOP ELEMENT implique le strict respect du Dossier Technique Etabli par le Demandeur. Dans tous les cas, la règle des 2/3-1/3 hors zones très froides et 1/4 -3/4 en zones très froides doit être respectée.

Le traitement de l'étanchéité à la vapeur d'eau sans pare-vapeur n'est pas envisagé dans le Dossier Technique Etabli par le Demandeur.

Les intégrations électriques et la fixation d'objet ne sont pas prévues dans le cadre du présent Avis Technique.

Les lignes de vie et protections individuelles ne sont pas ancrés dans le caisson NOVATOP ELEMENT.

L'assistance technique est réalisée par le Bureau d'études Etudes Bois du Barrois.

Comme pour tous les éléments porteurs en bois, l'emploi en balcons et coursives n'est pas admis.

L'Avis Technique s'appuie sur l'Evaluation Technique Européenne ETA-11/0310 du 25/05/2015.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé
n° 3.1*

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé
n° 5.2*

Annexe 1 à l'Avis Technique

La présente annexe fait partie de l'Avis Technique : le respect des prescriptions indiquées est une condition impérative de la validité de l'avis.

1. Dimensionnement des planchers

1.1 Données

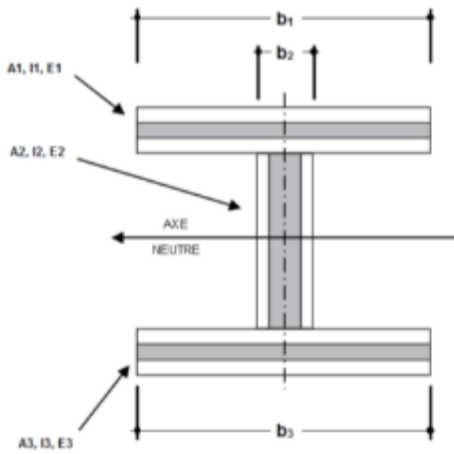


Figure 1 Section partielle d'un caisson NOVATOP ELEMENT

Portée	L
Résistance caractéristique à la flexion	$f_{m,k}$
Résistance caractéristique à la traction	$f_{t,0,k}$
Résistance caractéristique au cisaillement roulant	$f_{R,k}$
Module d'élasticité moyen du bois	$E_{0,mean}$
Module de cisaillement moyen du bois	G_{mean}
Module de cisaillement roulant moyen du bois	$G_{R,mean}$
Coefficient de sécurité matériau	γ_m
Coefficient de modification	k_{mod}
Coefficient de déformation	k_{def}
Résistance de calcul à la flexion	$f_{m,0,d} = k_{mod} \times f_{m,k} / \gamma_{m,1}$
Résistance de calcul à la traction	$f_{t,0,d} = k_{mod} \times f_{t,0,k} / \gamma_{m,1}$
Résistance de calcul au cisaillement	$f_{R,d} = k_{mod} \times f_{R,k} / \gamma_{m,1}$
M_u : moment de flexion de calcul maximum	
V_u : effort tranchant maximum de dimensionnement	

1.2 Conception

Bien que les caissons NOVATOP ELEMENT eux-mêmes permettent la reprise locale de flexion transversale (sens perpendiculaire au fil des plis externes), compte tenu de l'impossibilité qu'il y a à transmettre des moments entre panneaux adjacents, les planchers doivent être conçus de manière à fonctionner en flexion longitudinale et non pas en flexion sur 4 côtés.

Il ne sera pas tenu compte de la répartition transversale des charges. Chaque élément de plancher sera dimensionné pour résister aux charges qui lui sont directement appliquées.

Il n'est pas considéré de répartition des charges entre nervures d'un même caisson.

Lorsque les caissons NOVATOP ELEMENT, utilisés comme planchers porteurs, sont pourvus d'ouvertures, les éléments formant trémie doivent faire l'objet d'une vérification spécifique (cf. §5.7 du dossier technique établi par le Demandeur). Le dimensionnement est réalisé en appliquant les coefficients k_{mod} fonction de la classe de service et de la durée d'application des charges. Les flèches sont calculées en tenant compte du fluage par le coefficient k_{def} pris selon les valeurs définies au §5 du Dossier Technique établi par le Demandeur.

1.3 Vérifications à l'ELU instantané

Instantané – charges à court terme

Toutes les vérifications sont réalisées sur les sections en I.

Il convient que la largeur efficace des sections partielles soit déterminée selon :

$$b_i = \sum_{y=1}^n b_y$$

Où b_n : largeur unitaire de chaque planche composant le pli (mm)

Il convient que la rigidité efficace en flexion soit prise selon :

$$(EI)_{ef} = \sum_{i=1}^3 E_i (I_i + \gamma_i \cdot A_i \cdot a_i^2)$$

Avec :

- A_i L'aire de la section transversale

En utilisant les valeurs moyennes de E et où :

$$I_i = \frac{b_i h_i^3}{12}$$

$$\gamma_2 = 1$$

$$\gamma_i = \left[1 + \frac{\pi^2 E_i A_i}{(K_i l^2)} \right]^{-1} \text{ pour } i = 1 \text{ et } i = 3$$

$$a_1 = \left(\frac{h_1 + h_2}{2} \right) - a_2$$

$$a_2 = \frac{\gamma_1 A_1 \left(\frac{h_1 + h_2}{2} \right) - \gamma_3 A_3 \left(\frac{h_2 + h_3}{2} \right)}{\sum_{i=1}^3 (\gamma_i A_i)}$$

$$a_3 = \left(\frac{h_2 + h_3}{2} \right) + a_2$$

Les contraintes normales sont prises selon :

$$\sigma_{t,0,d}^i = \frac{E_i a_i M_d}{(EI)_{ef}}$$

$$\sigma_{m,0,d}^i = \frac{0,5 \times E_i h_i M_d}{(EI)_{ef}}$$

Vérification de la traction et flexion combinées des couches de bois :

$$\frac{\sigma_{t,0,d}^i + \sigma_{m,0,d}^i}{f_{m,0,d}^i} \leq 1$$

Vérification du cisaillement roulant :

$$\tau_{v,d} = \frac{V_u \cdot \gamma_i \cdot S_i}{I_{ef} \cdot b} \leq f_{R,d}$$

Avec :

Moment statique d'un pli au sein d'une section rectangulaire

$$S_i = b \cdot h_i \cdot x_i$$

b : largeur du panneau (mm)

h_i : épaisseur du pli (mm)

x_i : abscisse du barycentre du pli à l'axe de symétrie du panneau (mm)

Avec la valeur caractéristique de résistance au cisaillement roulant de 1,10 N/mm² définie dans l'ETE 11/0310.

Vérification du mode de rupture N°1 :

$$\frac{\tau_{v1,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

Avec :

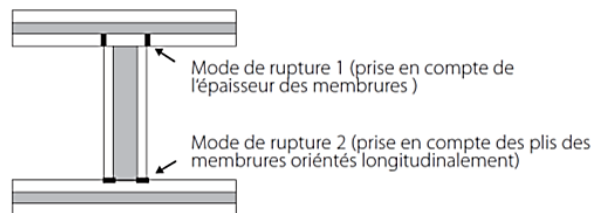
$$\tau_{v1,d} = \frac{V_d \cdot S_2}{I_{eff} \cdot t} \text{ en N/mm}^2$$

Vérification du mode de rupture N°2 :

$$\frac{\tau_{v2,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

Avec :

$$\tau_{v2,d} = \frac{V_d \cdot S_2}{I_{eff} \cdot t_{net}} \text{ en N/mm}^2$$



Les différents modes de rupture aux jonctions âmes/membrures

1.4 Vérification à l'ELU final

Les caractéristiques élastiques prises en compte sont réduites pour pouvoir considérer le fluage. La réduction est obtenue par la prise en compte des coefficients de fluage. Pour une combinaison d'actions pour laquelle chaque action appartient à une classe de durée de chargement différente, la contribution de chaque action doit être calculée séparément en utilisant le coefficient $\psi_2 \cdot k_{def}$ approprié, puis additionnées pour les vérifications.

$$E_{0,mean,fin} = \frac{E_{0,mean}}{1 + \psi_2 k_{def}}$$
$$G_{mean,fin} = \frac{G_{mean}}{1 + \psi_2 k_{def}}$$

Avec $G_{R,mean}$ le module de cisaillement roulant moyen défini dans l'ETE-11/0310 et pris égal à 50 MPa.

Avec $\Psi_2 = 1$ pour les charges permanentes.

1.5 Vérification ELS

1.5.1 Caractéristiques mécaniques Instantané (charge à court terme - instantanées)

Il convient de considérer la rigidité efficace en flexion déterminée au §1.3.

1.5.2 Caractéristiques mécaniques finales (charge à long terme - permanentes)

Les caractéristiques élastiques prises en compte sont réduites pour pouvoir considérer le fluage. La réduction est obtenue par la prise en compte des coefficients de fluage. Pour une combinaison d'actions pour laquelle chaque action appartient à une classe de durée de chargement différente, la contribution de chaque action doit être calculée séparément en utilisant le coefficient k_{def} approprié, puis additionnées pour les vérifications.

$$E_{0,mean,fin} = \frac{E_{0,mean}}{1 + k_{def}}$$
$$G_{mean,fin} = \frac{G_{mean}}{1 + k_{def}}$$

Avec G_{mean} le module de cisaillement moyen des caissons NOVATOP ELEMENT pris égal à 50 MPa comme défini dans l'ETE 11/0310.

1.5.3 Coefficient de fluage : k_{def}

La flèche due au fluage est calculée en appliquant à la part des charges de longue durée le coefficient k_{def} adéquat. Le coefficient k_{def} à prendre en compte pour le fluage est celui défini au §5 du Dossier Technique établi par le Demandeur.

1.5.4 Vérifications de flèche

Les vérifications des flèches doivent être menées en considérant d'une part la flèche générée par le moment fléchissant en considérant la rigidité efficace de l'élément lamellé-croisé et d'autre part la flèche générée par l'effort tranchant en considérant le module de cisaillement du caisson NOVATOP ELEMENT.

1.5.5 Vérifications flèche totale – absolue

La flèche finale ne pourra excéder $L/250$ en travée et $L/125$ en console où L est la portée du panneau entre appuis. La flèche est calculée en considérant les caractéristiques mécaniques finales des caissons NOVATOP ELEMENT.

1.5.6 Vérifications flèche instantanée

La flèche instantanée due aux actions variables ne pourra excéder $L/300$ en travée et $L/150$ en console où L est la portée du panneau entre appuis. La flèche est calculée en considérant les caractéristiques mécaniques instantanées des caissons NOVATOP ELEMENT.

1.5.7 Vérifications flèche active

Les valeurs limites de flèche fournies par la norme NF EN 1995-1-1 et son Annexe Nationale sont à respecter. Cependant, une attention toute particulière doit être apportée aux grandes déformations. Elles doivent être déterminées de manière constructive, pour ne pas nuire ainsi aux revêtements de sols rigides et à l'aspect visuel de la sous-face, notamment dans le cas d'une sous-face ajourée.

Pour les planchers, la flèche active, pouvant nuire aux revêtements de sols rigides, ne doit pas dépasser :

- Soit la valeur fixée par les DTU correspondants, si disponible ;
- Soit $L/500$ de la portée si celle-ci est $\leq 7,0$ m ; ou $0,7$ cm + $L/1000$ de la portée si celle-ci est supérieure à $7,0$ m.

Pour les planchers n'ayant pas à supporter des revêtements de sols rigides, la flèche active est limitée, par la norme NF EN 1995-1-1 et son Annexe Nationale, ou en l'absence d'autres précisions, aux valeurs suivantes :

- Soit $L/350$ de la portée si celle-ci est $\leq 7,0$ m ;
- Soit 1 cm + $L/700$ de la portée si celle-ci est supérieure à $7,0$ m.

On appelle flèche active la part des déformations du plancher risquant de provoquer des désordres dans un ouvrage considéré généralement supporté (par exemple : cloison, carrelage, étanchéité, ...). C'est donc l'accroissement de la flèche, ou fléchissement, pris par le plancher à partir de l'achèvement de l'ouvrage concerné.

Une attention particulière doit être portée à la conception des planchers et notamment à l'emplacement respectif des joints entre panneaux et des charges ponctuelles.

1.6 Dimensionnement des éléments porteurs horizontaux sous charges horizontales

Dans les bâtiments comportant des planchers en caissons NOVATOP ELEMENT, les diaphragmes de plancher se composent de plusieurs panneaux connectés entre eux sur toute leur longueur. Les efforts de cisaillement dus aux charges horizontales que sont le vent et le séisme sont transmis par les organes d'assemblages.

La valeur des efforts à transmettre par ces assemblages est calculée en modélisant le diaphragme de plancher comme une poutre plate orientée perpendiculairement aux efforts horizontaux. Le diagramme des efforts tranchants dans cette poutre peut être déterminé et les valeurs des réactions « aux appuis » de cette poutre correspondent aux efforts transmis aux murs supérieurs et inférieurs

Par ailleurs, l'effort horizontal F induit une flexion du diaphragme qui tend à solliciter en traction les joints entre les panneaux.

Ces efforts de traction sont repris conjointement par :

- Les organes d'assemblages entre panneaux de planchers
- Les systèmes de fixations assurant également le liaisonnement plancher / mur
- D'autres assemblages dédiés à la reprise de ces efforts.

Dans le cas de planchers reposants sur des murs composés de plusieurs panneaux, il est nécessaire de recréer un chainage en tête de mur par le positionnement d'une lisse de répartition.

La résistance et la déformation des caissons NOVATOP sollicités par des efforts horizontaux se calculent en considérant les valeurs de résistance de l'ANNEXE 6 – « fonctionnement à chant ». Les assemblages de continuité s'effectuant sur la membrure supérieure, seule cette membrure est à considérée structuralement.

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe et domaine d'emploi proposé

NOVATOP ELEMENT est un caisson structural fermé, de grandes dimensions, composé d'une membrure supérieure et d'une membrure inférieure collées sur des âmes (positionnées tous les 1,00 m). Les membrures sont en panneaux contrecollés de type SOLID WOOD PANEL (SWP 2S et SWP 3S) au sens de la Norme Européenne NF EN 13353 (bois panneautés pour emplois structuraux), pouvant être laissés apparent en sous face.

Pour des longueurs de caissons supérieures à 8,00 m :

- Les membrures inférieures sont aboutées et un renfort en panneau SWP 42 mm est collé du côté intérieur. Ces renforts ne sont présents que pour la manutention et ne sont pas pris en compte dans le dimensionnement ;
- Les âmes sont liées entre elles dans la longueur par des goussets en panneaux SWP de 27 mm cloués ;
- Les membrures supérieures ne sont pas aboutées (un joint de 0,5 mm au maximum est laissé entre les panneaux SWP formants la membrure supérieure), sauf dans le cas de membrures tendues qui doivent alors être aboutée et renforcées comme les membrures inférieures.

Les joints des membrures inférieure et supérieure et le joint des âmes sont décalés deux à deux de 1,00 m.

Les caissons comportent également des entretoises en SWP qui n'ont qu'un rôle d'anti-dévers des âmes.

Dans tous les cas, un renfort est nécessaire dans les membrures tendues si celles-ci sont constituées de panneaux SWP aboutés.

Ces caissons peuvent être remplis, en usine, avec des isolants souples sous ACERMI. Cf. Annexe A paragraphe 2.

Les caissons NOVATOP ELEMENT sont destinés à la réalisation de planchers, de support d'étanchéité dans des projets à usage d'habitation, de bureaux, industrielle ou d'Etablissement Recevant du Public, compris en rénovation, extension et surélévation. Ils peuvent servir d'éléments porteurs et/ou à fonction de contreventement (fonction diaphragme).

En toiture chaude, la résistance thermique de l'isolation support d'étanchéité ou de l'isolation inversée doit être supérieure ou égale à deux fois (règle des 2/3 - 1/3 hors zone très froide, et règle des 3/4 - 1/4 en zone très froide) celle du caisson NOVATOP ELEMENT (Cf. Tableau 1 de l'Annexe A).

Les zones très froides peuvent être définies comme :

- Les zones où la température de base est inférieure ou égale à -15°C au sens du tableau D1a) corrigé par le tableau D1b) de la Norme NF P 52-612/CN qui est le complément national de la NF EN 12831 ;
- Les lieux d'altitude supérieure à 600 m en zones H1, H2 et H3 telles que définies par l'annexe I de l'article 2 de l'arrêté du 26 octobre 2010 (RT2012).

Le domaine d'emploi proposé est limité aux locaux à faible ou moyenne hygrométrie, à l'exclusion des locaux à forte et très forte hygrométrie, c'est-à-dire ceux pour lesquels $W/n < 5g/m^3$, avec :

- W = quantité de vapeur d'eau produite à l'intérieur du local par heure ;
- n = taux horaire de renouvellement d'air.

Les caissons structuraux NOVATOP ELEMENT peuvent être utilisés en classes de service 1 et 2 au sens de la norme NF 1995-1-1 et en classes d'emploi 1 et 2 au sens de la norme NF EN 335.

Les caissons structuraux NOVATOP ELEMENT peuvent être utilisés en zone sismique.

2. Identification et marquage

Les caissons NOVATOP ELEMENT font l'objet d'une Evaluation Technique Européenne ETE-11/0310 et bénéficient donc d'un marquage CE.

En sortie de chaîne de fabrication et après contrôles exécutés, les caissons sont étiquetés individuellement en sortie de chaîne de production avec les mentions suivantes :

- Le logo NOVATOP ;

- Le numéro du certificat de constance des performances du marquage CE ;
- Le numéro de l'agrément technique européen ;
- Le nom et l'adresse du client ;
- Le nom du projet ;
- Le type de caisson, la colle employée et la qualité visuelle ;
- L'épaisseur et la composition des plis ;
- La référence du caisson ;
- Le poids du caisson ;
- Les dimensions du caisson ;
- Le nom et l'adresse du fabricant Agrop Nova.

3. Description des matériaux

3.1 Planches en bois

3.1.1 Types d'essences utilisées

Les planches en bois utilisées pour la réalisation des caissons NOVATOP ELEMENT sont en épicéa, sapin, pin ou mélèze, certifiées PEFC par l'organisme « CSQ-CERT » (certification N°TD CFCS 2002 :2013). Selon l'essence utilisée, les valeurs des résistances mécaniques retenues peuvent être différentes.

3.1.2 Caractéristiques géométriques des planches

Les caissons NOVATOP ELEMENT est un assemblage de panneaux SOLID WOOD PANEL. On distingue dans la composition de ces panneaux, l'emploi de planches ou de lamelles selon leur destination dans le panneau final.

Les planches de remplissage intérieur ont des épaisseurs de 9 à 50mm de classe C24 (pour 90%) et C16 (pour 10%).

Les lamelles utilisées pour les plis centraux et extérieurs ont des épaisseurs de 9 à 12mm de classe minimum C24.

Ces caractéristiques sont données pour un taux d'humidité compris entre 10±2%.

La classe mécanique des planches utilisées est déterminée selon les normes NF EN 1912 et NF EN 338.

3.2 Colles

Les colles utilisées (MU) lors de la production (pour l'encollage des surfaces et des assemblages à dents de scie) sont de type I selon la NF EN 15425, ce qui permet un usage structural des caissons en intérieur et en extérieur pour les classes de service 1 et 2 (en plancher et en toiture) suivant la NF EN 1995-1-1.

L'émission de substance formaldéhyde correspond à une classe E1 (inf. à 0,124mg/m³) selon la norme NF EN 717-1.

Les joints d'aboutages des planches intérieures sont conformes à la norme NF EN 15497.

3.3 Description des caissons NOVATOP ELEMENT

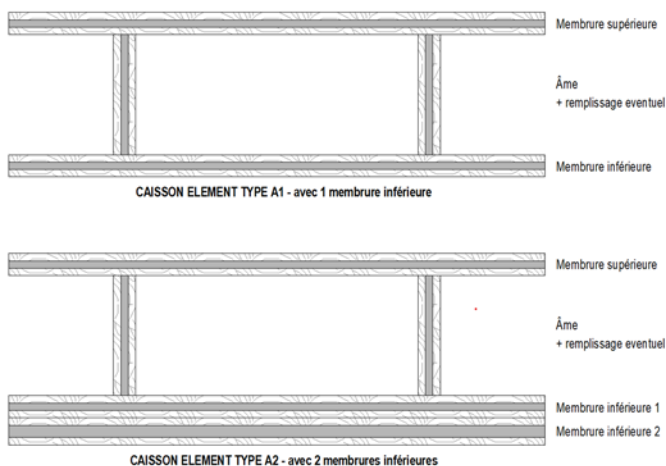
3.3.1 Géométrie des caissons NOVATOP ELEMENT

Les caissons NOVATOP ELEMENT sont disponibles en largeur jusqu'à 2,45m et en longueur jusqu'à 12m.

Les caissons NOVATOP ELEMENT sont fabriqués à partir de panneaux Solid Wood Panel, 3 ou 5 plis. L'épaisseur finale du caisson dépend de l'épaisseur de la membrure supérieure (d_u), de la ou des membrures inférieures (d_i) et de la hauteur des âmes (h_r).

Les membrures inférieures peuvent être différentes de la membrure supérieure et multiples (pour des raisons statiques et/ou de tenu au feu).

Lors de la fabrication, les plis extérieurs, sont orientés selon la longueur du caisson.

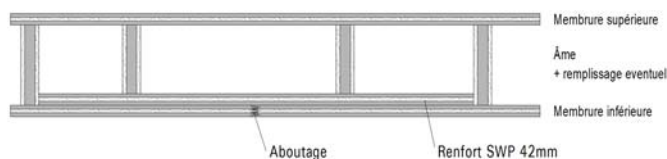


Les caissons peuvent être livrés en plusieurs finitions :

- Qualité B – qualité visible ;
- Qualité C – qualité non visible.

3.32 Aboutage

- Au-delà de la longueur de fabrication des membrures supérieure et inférieure, un aboutage + un renforcement est réalisé sur la membrure tendue. Ce renforcement, en panneaux SWP de 42 mm d'épaisseur et de 1,00 m de longueur, est collé en usine pour la manutention des membrures inférieures entre postes après aboutage (il n'est pas pris en compte dans le calcul).
- Les jonctions d'âmes sont renforcées par des goussets SWP 27mm de 1,00m de long cloués.
- Les joints des membrures inférieure et supérieure et le joint des âmes sont décalés deux à deux de 1,00m et positionnés en dehors des points d'appuis du caisson (au moins 1 fois la hauteur du caisson).



Ce renforcement est standardisé. Il convient alors de vérifier la résistance en traction selon chap 5.13.

L'emplacement de ce renforcement est à stipuler sur les plans de fabrication remis à NOVATOP.

3.33 Caractéristiques physiques des caissons NOVATOP ELEMENT

- Masse volumique :
Les masses volumiques à prendre en compte pour les panneaux composants le caisson NOVATOP ELEMENT sont $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ et $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$.
Pour le transport et le levage il est conseillé de prendre une masse volumique de 490 kg/m^3 . Le poids des remplissages éventuels est à ajouter.
- Variation dimensionnelle dans le plan du caisson :
0,02% pour 1% de variation d'humidité du bois selon la norme NF EN 13353.
- Variation dimensionnelle perpendiculaire au plan du caisson :
0,24% pour 1% de variation d'humidité du bois.
- Coefficient de conductibilité thermique :
 $\lambda = 0,13 \text{ W/m.K}$
- Capacité calorifique massique :
 $c = 1,60 \text{ kJ/kg.K}$.
- Résistance à la migration de vapeur d'eau :
 $\mu = 20\text{-}70 \text{ g/m.h.mm Hg}$.

3.34 Caractéristiques physiques des panneaux SWP

AGROP peut également fournir des panneaux 3 plis pour des habillages ou la réalisation des costières ou acrotères.

Ces panneaux sont conformes à la norme EN 13986 « panneaux à base de bois » dont les caractéristiques sont indiquées en ANNEXE 6 de ce DTA.

4. Fabrication et contrôle

4.1 Fabrication des caissons NOVATOP ELEMENT

Les caissons NOVATOP ELEMENT sont fabriqués par la société AGROP NOVA à Pténi en République Tchèque.

La production des caissons NOVATOP ELEMENT (ci-dessous nommés « caissons »), selon les plans de fabrication, par l'approvisionnement des panneaux en bois massif (SWP). Elle finit avec le stockage des produits en vue de leur expédition.

Les SWP sont, d'abord usinés en pièces individuelles puis collés ensemble. L'usinage des pièces individuelles est fait par la machine CNC Honegger PBA.

Les caissons sont assemblés à plat dans l'ordre suivant :

- Mise en place de la membrure inférieure ;
- Traçage sur le panneau du fond des emplacements des âmes, étrépillons (et panneau de renfort éventuel) ;
- Encollage des emplacements des âmes et du renforcement éventuel ;
- Mise en place des âmes et des étrépillons (maintenus en place par clouage ou connecteurs métalliques entre eux) et du renforcement éventuel ;
- Équipement du caisson (isolation, calcaire, gaine électrique, etc...) ;
- Encollage des chants des âmes ;
- Fermeture du caisson avec le panneau de dessus ;
- Contrôle visuel ;
- Mise sous presse ;
- Contrôle du jeu des membrures supérieures dans le cas d'un joint de longueur (jauge métallique ep 5/10^{ème}) ;
- Contrôle visuel et finitions sortie de presse.

Le collage des caissons est fait avec sous presse Wood Tech. Après collage et pressage les caissons sont emballés et stockés dans le magasin, ou expédiés directement.

La manutention pendant la production et le stockage est faite soit par chariots élévateurs ou par ponts roulants en utilisant des ventouses.

4.2 Contrôle et fabrication

4.2.1 Contrôle interne de fabrication

Contrôle des matériaux en entrée de chaîne

Inspection à la réception des produits et matériaux :

L'inspection a lieu à chaque approvisionnement en fonction des spécifications indiquées sur les documents techniques et les bons de livraison et en conformité avec les Normes Européennes concernées

Transport et conditions de stockage des produits et matériaux achetés

Les conditions de transport et stockage des produits doivent respecter les instructions techniques et de sécurité du fabriquant.

Inspections intermédiaires

La production des panneaux est surveillée pas un système de caméras. (ci-dessous nommé CS) et ainsi, la procédure de fabrication peut être surveillée en inspectant les produits finis (CNC, Presse). Les caméras sont installées sous le plafond du hall de production au-dessus des CNC et de la presse.

Inspections aux postes de travail

A chaque poste, la personne en charge de ce dernier réalise des vérifications courantes des dimensions des pièces et les compare aux dessins de production. Cette personne vérifie aussi la qualité des surfaces usinées et les enregistre par écrit sur le rapport journalier.

Un produit qui ne correspond pas aux critères établis sera écarté. Ensuite la raison de cette non-conformité est rapportée au superviseur direct.

Inspection de sortie des produits finis

L'inspection du produit fini sorti de la presse et de la CNC est effectuée. Le chef d'équipe vérifie la conformité du produit au regard des documents de production (taille et qualité).

Un produit conforme est marqué d'une étiquette d'identification.

Le produit est alors envoyé à l'emballage et à l'expédition.

Aucun produit ne peut être expédié sans que les vérifications prévues ne soient effectuées.

Les vérifications et essais internes sont réalisés sur des échantillons de caissons prélevés de la production selon le « plan de contrôle qualité » défini avec TZUS et portent entre autres sur :

- Classification de la résistance des bois ;
- Hygrométrie des bois selon NF EN 13183-2 ;

- Résistance au cisaillement des ;
- Résistance en flexion des ;
- Application, temps d'ouverture et de pressage des panneaux ;
- Résistance des joints de colles selon NF EN 13353.

Les résultats de ces contrôles sont consignés et audités régulièrement pas l'organisme certificateur tchèque TZUS (pour le marquage CE).

Produits non conformes

Les produits non conformes sont identifiés clairement de façon indélébile et stockés dans un endroit réservé.

4.22 Contrôle externe de fabrication par le TZUS

Le but de leur inspection est l'évaluation et la vérification de la constance des performances des produits d'après l'annexe V, Art. 1.2 et 1.6 de la réglementation (EU) numéro 305/2011 (Système 1).

L'organisme inspecteur effectue des audits du système qualité de l'usine et procède à trois essais de cisaillement du joint de colle sur site.

4.3 Tolérances dimensionnelles

Les tolérances dimensionnelles tiennent compte des différents facteurs qui peuvent jouer sur les dimensions finies des caissons ; comme le taux d'humidité du bois, les dimensions des outils de coupe, la précision de la plateforme d'usinage...

- La tolérance d'épaisseur ou hauteur (selon l'axe y) est de $\pm 0,2\text{mm}$.
- La tolérance de largeur (selon les axes y et z) est de $\pm 2\text{mm}$.
- La tolérance pour les usinages (sciage, défonçage, perçage...) est de $\pm 1\text{mm}$.
- La tolérance pour l'usinage des âmes est de $\pm 1\text{mm}$.
- La tolérance pour la position des ouvertures est de $\pm 1\text{mm}$.

Tolérance d'espacement entre membrures supérieures dans le cas d'un joint de longueur $0/+0,5\text{mm}$.

La tolérance pour la jonction des membrures non aboutées : $0/+0,5\text{mm}$.

5. Dimensionnement

La société AGROP NOVA met à disposition des acteurs de la construction un ensemble de documentation technique contenant des abaques et des tableaux de pré-dimensionnement pour les phases d'avant-projet. Cette documentation ne se substitue pas aux calculs réglementaires qui doivent être établis par un bureau d'étude compétent, spécialisé en structure bois.

Les calculs doivent respecter la norme NF EN 1995-1-1, en prenant en compte les spécificités de l'Annexe Nationale Française. Pour cela l'usine met à disposition également un logiciel de calcul, intégrant les spécificités de l'Annexe Nationale Française.

1/ Coefficients k_{mod}

Selon l'ETE 11/0310 §3.1, la valeur du coefficient k_{mod} à prendre en considération est celle du bois massif, soit :

Classe de service	Durée de chargement				
	Action permanente	Action long terme	Action moyen terme	Action court terme	Action instantanée
1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,1
2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,1

L'emploi du caisson ELEMENT en classe de service 3 est interdit

2/ Coefficients k_{def}

La valeur du coefficient k_{def} à prendre en considération est :

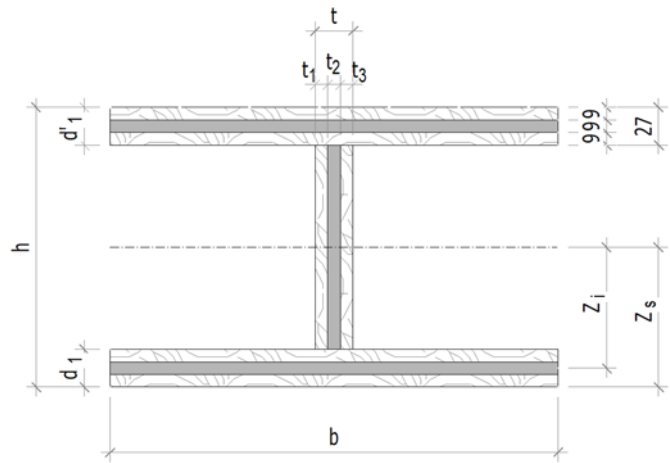
- En classe de service 1 : $k_{def} = 0,8$
- En classe de service 2 : $k_{def} = 1,0$

L'emploi du caisson ELEMENT en classe de service 3 est interdit.

5.1 Flexion

5.1.1 Calcul des résistances

Différents points sont à vérifier, on caractérise pour la suite les facteurs suivants :



- b : largeur efficace, par défaut 340mm sauf demande spécifique du concepteur pour resserrer les âmes
- h : hauteur totale du caisson
- t : épaisseur des âmes
- $t_{net} = t_1 + t_3$ où en réalité $t_1 = t_3$
- d_1 et d'_1 sont les épaisseurs des panneaux supérieurs et inférieurs
- I_{eff} est l'Inertie effective
- $E_{m,0}$ est le module moyen axial des panneaux supérieurs et inférieurs (valeurs en annexe 6) dénommé dans les formules :
 - E_v pour les bois C24
 - E_1 pour les panneaux supérieurs et inférieurs
 - E_2 pour les âmes
- Z_s est la distance de la fibre neutre à la fibre inférieure
- Z_i est la distance de l'axe du panneau inférieur à la fibre neutre
- S_2 : Moment statique des panneaux supérieurs et inférieurs

$$S_2 = \frac{E_1}{E_v} \cdot b \cdot d_1 \cdot (z_s - \frac{d_1}{2})$$

- S_1 : Moment statique du caisson

$$S_1 = S_2 + \frac{E_2}{E_v} \cdot t \cdot (z_s - d_1) \cdot (\frac{z_s - d_1}{2})$$

Vérifications :

1) Vérification de la résistance en flexion :

$$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

Avec :

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{I_{eff}} \cdot \frac{E_{m,0}}{E_v} \cdot z_s$$

$$f_{m,d} = \frac{f_{m,k} \times k_{mod}}{\gamma_m}$$

$\sigma_{m,d}$ Contrainte de flexion en N/mm^2

$f_{m,d}$ Valeur de calcul de la résistance en flexion en N/mm^2

2) Vérification de la résistance en traction du panneau inférieur :

$$\frac{\sigma_{t,d}}{f_{t,d}} \leq 1$$

Avec :

$$\sigma_{t,d} = \frac{M_d}{I_{eff}} \cdot \frac{E_{m,0}}{E_v} \cdot z_i$$

$$f_{t,d} = \frac{f_{t,k} \times k_{mod}}{\gamma_m}$$

$\sigma_{t,d}$ Contrainte axiale en traction en N/mm^2

$f_{t,d}$ Valeur de calcul de la résistance en traction en N/mm^2

3) Vérification du cisaillement au niveau de la fibre neutre :

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

Avec :

$$\tau_{v,d} = \frac{V_d \cdot S_1}{I_{eff} \cdot t}$$

$$f_{v,d} = \frac{f_v \times k_{mod}}{\gamma_m}$$

$\tau_{v,d}$	Contrainte de cisaillement en N/mm ²
$f_{v,d}$	Valeur de calcul de la résistance au cisaillement N/mm ²
V_d	Effort tranchant en N

4) Vérification du mode de rupture N° 1

$$\frac{\tau_{v1,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

Avec :

$$\tau_{v1,d} = \frac{V_d \cdot S_2}{I_{eff} \cdot t} \text{ en N/mm}^2$$

5) Vérification du mode de rupture N° 2

$$\frac{\tau_{v2,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

Avec :

$$\tau_{v2,d} = \frac{V_d \cdot S_2}{I_{eff} \cdot t_{net}} \text{ en N/mm}^2$$

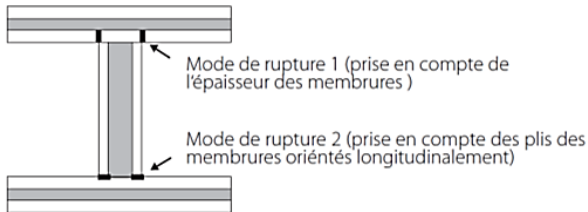


Figure 2 Les différents modes de rupture aux jonctions âmes/membrures

5.12 Vérification déversement

La composition des caissons (voir Annexe 4) crée naturellement, grâce aux entretoises, un ensemble d'anti-devers à entraxe maximum de 0,80 m dans la configuration standard.

5.13 Vérification des aboutages

Dans le cas d'un panneau de plus de 8,00m, un renfort (décrit chapitre 3.32) est collé sur la membrure inférieure. Il convient alors de considérer :

1/ Le caisson NOVATOP ELEMENT peut être calculé en considérant une distribution linéaire des contraintes sur sa hauteur. Seuls les plis orientés dans le sens de la portée ne sont pris en compte.

2/ La résistance caractéristique en traction de l'assemblage :

- $f_{t,0,k} = 11,5 \text{ N/mm}^2$: contrainte maximale à l'axe de la membrure inférieure dans le cas d'un panneau SWP 27mm

- $f_{t,0,k} = 9,3 \text{ N/mm}^2$: contrainte maximale à l'axe de la membrure inférieure dans le cas d'un panneau SWP 33mm

La vérification s'effectue de la même façon qu'en l'absence de renforcement, selon chapitre 5 (I_{eff} est alors sous-estimé, position sécuritaire).

3/ Aucune vérification complémentaire requise sur les âmes.

Il convient donc de vérifier la résistance en traction du joint d'aboutage sans tenir compte du renforcement.

$$\frac{\sigma_{t,d}}{f_{t,d}} \leq 1$$

Avec :

$$\sigma_{t,d} = \frac{M_d}{I_{eff}} \cdot \frac{E_{m,0}}{E_v} \cdot z_i$$

$$f_{t,d} = \frac{f_t \times k_{mod}}{\gamma_m}$$

$\sigma_{t,d}$	Contrainte axiale en traction en N/mm ²
$f_{t,d}$	Valeur de calcul de la résistance en traction en N/mm ² au niveau de l'aboutage
	- I_{eff} est l'Inertie effective
	- $E_{m,0}$ est le module moyen axial des panneaux supérieurs et inférieurs
	- E_v est le module axial du bois C24

I_{eff} , par soucis de simplicité est considéré sans la présence du renforcement.

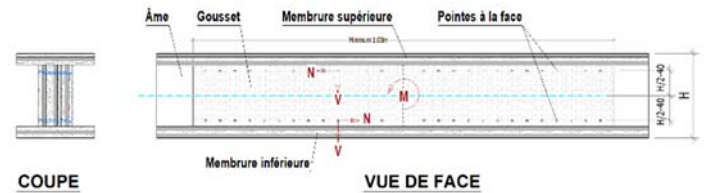
5.14 Vérifications des goussets

Les goussets assurent la continuité des efforts entre les âmes par clouage. Ces efforts au droit du joint sont :

- les efforts de cisaillement V ;
- les efforts normaux dûs au Moment.
- Les jonctions d'âmes sont renforcées par des goussets SWP 27mm de 1,00m de long.

Il convient de vérifier la capacité de l'assemblage cloué à reprendre l'effort résultant de cisaillement (cisaillement longitudinal dû au moment et cisaillement vertical dû à l'effort tranchant). Cette vérification de la résistance en cisaillement des pointes s'effectue conformément à la norme NF EN 14592/NF EN 1995-1-1.

Les pointes standards de ce renforcement sont caractérisées par le diamètre : 3,1 mm et le moment d'écoulement plastique $M_{y,Rk} = 3700 \text{ N.mm}$.



5.2 Vérification de la compression perpendiculaire

On effectue la vérification selon la NF EN 1995-1-1 et l'Annexe Nationale, soit :

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{eff}} \leq k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}$$

Avec :

$$f_{c,90,d} = \frac{f_{c,90,k} \times k_{mod}}{\gamma_m}$$

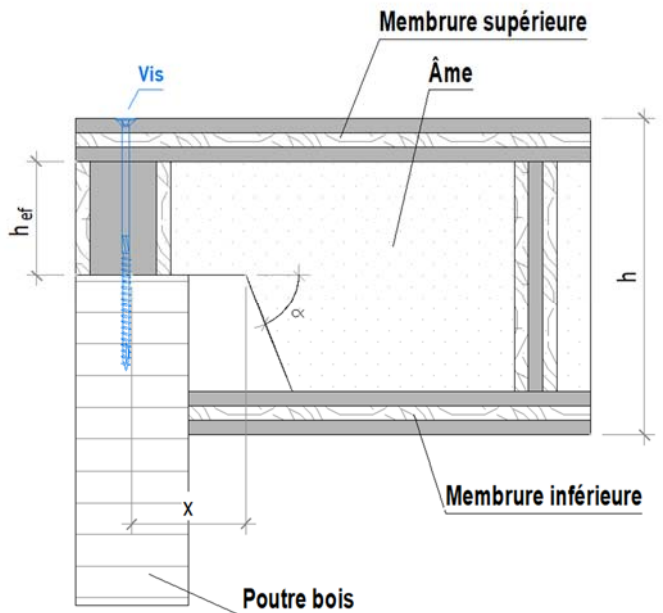
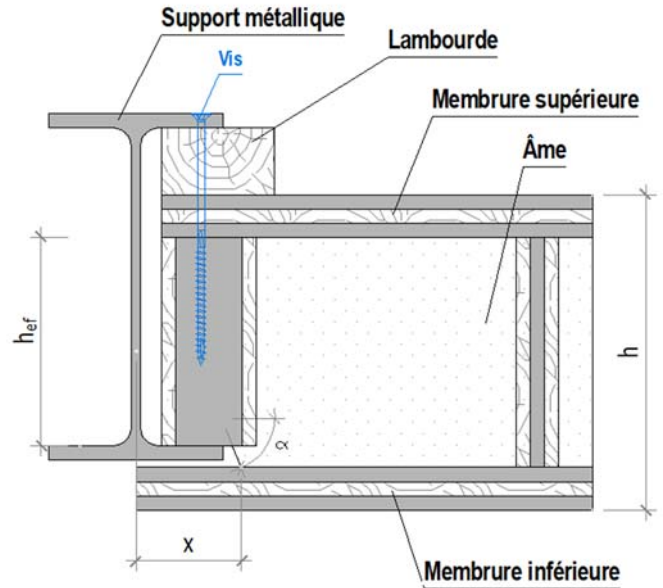
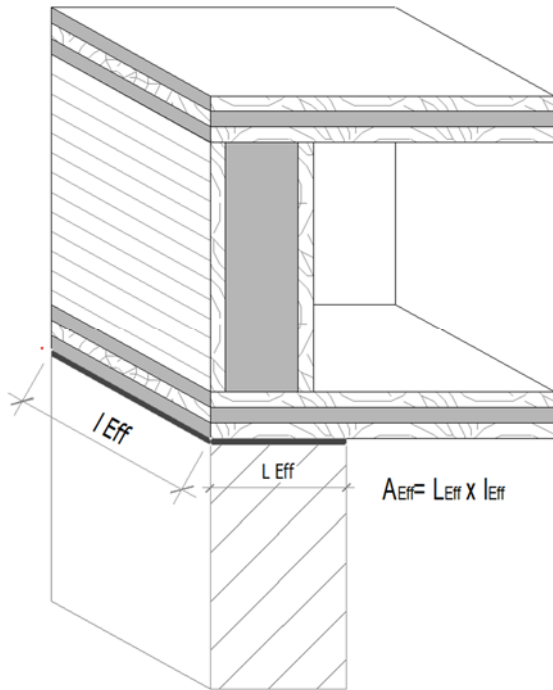
$\sigma_{c,90,d}$ Valeur de calcul de contrainte de compression perpendiculaire au fil en N/mm²

$F_{c,90,d}$ Valeur de calcul de charge en compression perpendiculaire au fil en N/mm²

A_{eff} est la somme des surfaces en contact, considérant une répartition et une distribution uniforme des contraintes, sans considération de la rotation des appuis.

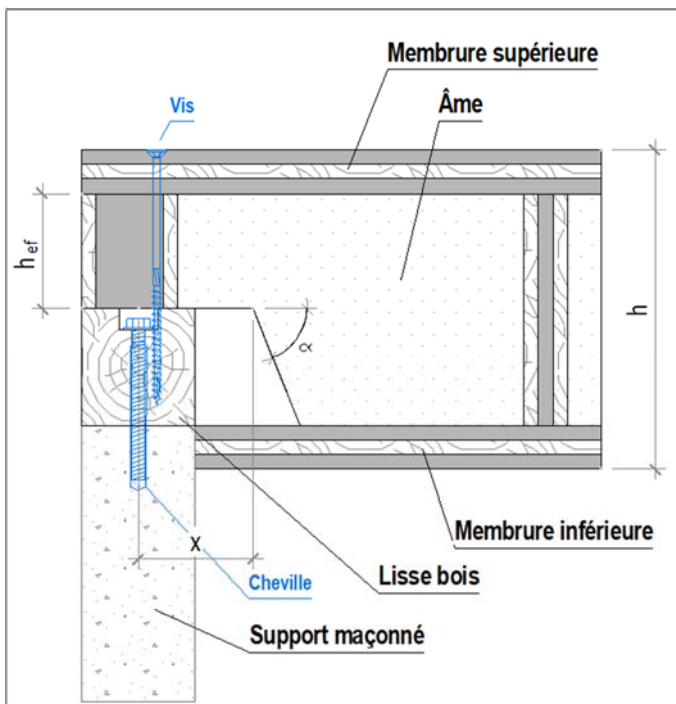
Et :

$k_{c,90}$ Coefficient de pondération, fonction de la configuration de chargement, de la possibilité de fendage et d'un degré de déformation en compression. Le coefficient $k_{c,90}$ sera pris égal à 1,25.



5.3 Entailles aux appuis

Il est possible d'effectuer des entailles aux appuis des caissons NOVATOP ELEMENT. Celles-ci sont réalisées exclusivement en usine.



On vérifiera, au niveau des âmes, que :

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V}{b_{nette} \cdot h_{ef}} \leq k_v \cdot f_{v,d}$$

Où :

- τ_d est la contrainte de cisaillement ;
- V est l'effort de cisaillement ;
- b_{nette} est la somme des épaisseurs des plis horizontaux de l'âme (les deux plis extérieurs) ;
- h_{ef} est la hauteur de âme restante au-dessus de l'entaille ;
- $f_{v,d}$ est la résistance de calcul au cisaillement ;
- k_v , pour les entailles de la face inférieure est égal au min (k_k , 1).

avec :

- x inférieur ou égal à 60mm
- angle α supérieur ou égal à 45°

Et :

$$k_k = \frac{k_n \left(1 + \frac{1,1 l^{1,5}}{\sqrt{h}} \right)}{\sqrt{h} \left(\sqrt{\alpha \cdot (1 - \alpha)} + 0,8 \frac{x}{h} \sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2} \right)}$$

Où $k_n=5$.

On vérifiera, au niveau de l'appui, les deux modes de ruptures en cisaillement du collage âme / membrure, selon chapitre 5.11 précédent.

5.4 Comportement vibratoire

Le comportement vibratoire des caissons NOVATOP ELEMENT utilisés en plancher résidentiel est à déterminer selon la NF EN 1995-1-1.

Comme le prescrit la NF EN 1995-1-1, chapitre 7.3, il faut vérifier si la fréquence propre du plancher, f_1 , est inférieure ou supérieure à 8Hz.

Si $f_1 < 8\text{Hz}$, une étude spécifique est nécessaire

Si $f_1 > 8\text{Hz}$, on applique la méthode suivante :

Pour des planchers appuyés sur toute leur périphérie, on vérifiera que deux conditions :

Condition 1

$$\frac{w}{F} \leq a \text{ (mm/kN)}$$

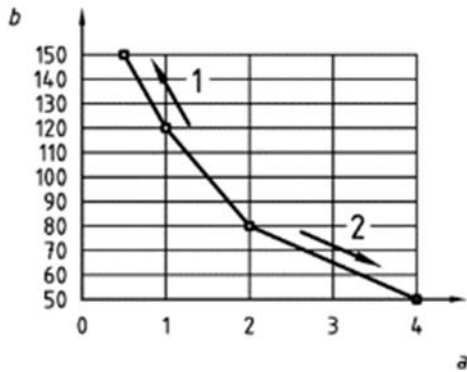
Où

W est la flèche verticale maximale instantanée causée par un effort concentré vertical statique F, appliqué en un point quelconque du plancher, tenant compte de la distribution de charge et où k_{def} est pris égal à 0.

F est l'effort vertical considéré ci-dessus.

Selon l'Annexe Nationale Française, un confort normal pour un plancher résidentiel d'usage courant correspond à une valeur de $a = (1,3 \pm 0,3)$ mm/kN. La valeur de b se déduit sur la courbe ($b=110$).

Un autre niveau de confort peut être obtenu en faisant varier la valeur de a, qui dans tous les cas doit rester inférieure à 3.



Clé :

- 1 Meilleure performance
- 2 Performance plus faible

Condition 2

$$v \leq b(f_1 \cdot \xi^{-1}) \text{ (m/(Ns}^2\text{))}$$

v est la réponse en vitesse à une impulsion unitaire, c'est-à-dire la valeur maximale initiale de la vitesse vibratoire verticale du plancher (en m/s) causée par une impulsion unitaire idéale (1 Ns) appliquée au point du plancher donnant une réponse maximale. Les termes supérieurs à 40 Hz peuvent être négligés ;

Pour un plancher rectangulaire de dimension $b \times l$, on peut approximer v par $v = \frac{4 \cdot (0,4 + 0,6n_{40})}{mb + 200}$

n_{40} est le nombre de modes du premier ordre avec des fréquences naturelles inférieures à 40Hz

$$n_{40} = \left\{ \left(\left(\frac{40}{f_1} \right)^2 - 1 \right) \cdot \left(\frac{b}{l} \right)^4 \cdot \frac{EI_l}{EI_b} \right\}^{0,25}$$

ξ est le coefficient d'amortissement modal. Pour les caisson Novatop ELEMENT, on prendra la valeur $\xi=0,01$

f_1 est la fréquence propre du plancher

$$f_1 = \frac{\pi}{2 \cdot l^2} \cdot \sqrt{\frac{EI_l}{m}}$$

Avec

l Portée du plancher en m

EI_l rigidité longitudinale (pour la portée) en Nm^2/m

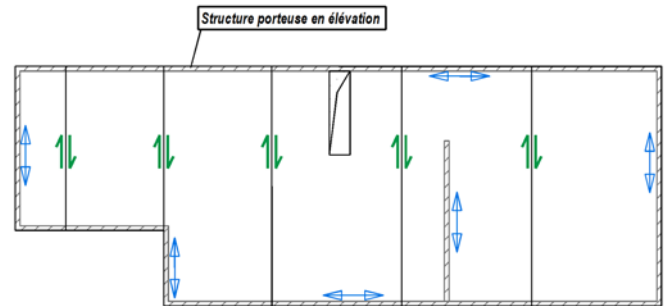
m poids du plancher en kg/m^2 augmenté des charges permanentes et de 20% des charges d'exploitation.

5.5 Reprise des efforts horizontaux – fonction diaphragme

Les caissons NOVATOP ELEMENT peuvent reprendre les efforts horizontaux dus aux efforts de vent ou de séisme via les membrures supérieures et inférieures des caissons. Ces membrures sont considérées rigides et permettent de reporter les charges sur les éléments structuraux verticaux de stabilité (tête de murs ou refends, portiques, etc).

Le diaphragme fonctionne comme une poutre horizontale à vérifier en flexion, cisaillement et déformation en considérant uniquement les plis orientés dans la direction concernée des efforts.

En cas de décrochage de la façade, le calepinage des panneaux est réalisé de sorte qu'aucun panneau ne soit entaillé par ce décrochage.



- Assemblage sur éléments de stabilité
- Assemblage entre caissons

MODELISATION D'UN DIAPHRAGME

Les assemblages à dimensionner sont de deux natures :

1/ assemblages sur les éléments de stabilité, couramment par vissage travaillant en cisaillement pour transmettre les efforts globaux de stabilité.

2/ assemblages entre caissons adjacents, couramment par clouage et/ou vissage pour assurer la continuité du diaphragme. On considère dans ce cas que les efforts de cisaillement à reprendre s'appliquent dans le sens longitudinal de la jonction. Si des efforts transversaux devaient être repris, il conviendra de disposer un assembleur complémentaire sur le caisson (plaque métallique par ex.)

5.6 Calcul des déformations

Les critères de flèches à vérifier sont définis dans l'Annexe Nationale de la norme NF EN 1995-1-1.

Les déformations peuvent être déterminées par la méthode gamma décrite dans l'annexe B de l'eurocode 5, valable pour une poutre sur deux appuis avec chargement réparti.

Pour les charges de longue durée, il faut considérer les déformations dues au fluage.

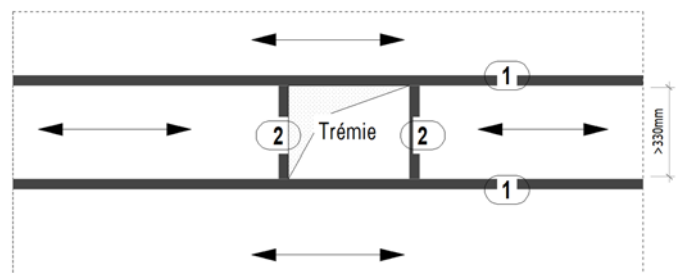
Le coefficient de fluage k_{def} à prendre en considération est celui du contreplaqué, selon NF EN 1995-1-1, et fonction de la classe de service retenue.

5.7 Ouvertures dans les caissons

On distingue deux cas :

1/ Ouvertures inférieures à 30 cm (carrée ou circulaire), espacées d'au moins 2,00 m les unes des autres. Le calepinage des âmes sera alors effectué de sorte à ce qu'aucune ne soit coupée. Il conviendra néanmoins de ne pas effectuer de jonction de caissons au ras de ces ouvertures.

• 2/ Dans le cas d'une trémie nécessitant de couper des âmes. Le caisson sera alors appuyé sur un système de poutres porteuses + chevêtres tel que :



- Vue de dessus
- où
- 1-sont les poutres porteuses

- 2- sont les chevêtres
- Les flèches représentent les sens de portée des caissons

6. Sécurité au feu

6.1 Réaction au feu

Les éléments NOVATOP ELEMENT sans isolant incorporé bénéficient d'un classement conventionnel en réaction au feu D-s2, d0 selon la l'Evaluation Technique Européenne ETA-11/0310. L'adéquation entre ce classement et les exigences réglementaires doit être examinée au cas par cas en fonction du type de bâtiment et de l'emplacement du panneau dans l'ouvrage.

6.2 Résistance au feu

Conformément aux conditions prévues par l'Arrêté du 14 mars 2011 modifiant l'arrêté du 22 mars 2004 modifié relatif à la résistance au feu des produits, éléments de construction et d'ouvrages, les caissons NOVATOP ELEMENT sont à même de satisfaire des degrés de stabilité au feu dans les conditions précisées dans l'appréciation de laboratoire de résistance au feu AL17-215.

7. Dimensionnement en zone sismique

Lorsque nécessaire (selon la zone sismique et la catégorie d'importance du bâtiment), le projet réalisé en Novatop ELEMENT pourra faire l'objet d'une étude spécifique. Il convient alors d'appliquer la NF EN 1998-1.

La méthode de calcul à appliquer dépendra de la catégorie d'importance du bâtiment par rapport à la zone sismique où il est implanté) et des critères de régularité (en plan et en élévation).

Pour les assemblages, on choisira des connecteurs validés pour l'utilisation en zone sismique, c'est-à-dire adapté à la fatigue oligo-cyclique.

Les connecteurs métalliques tridimensionnels doivent faire l'objet d'une Evaluation Technique Européenne. Les caissons ELEMENT assurent la fonction de diaphragme horizontal ou incliné en toiture, ils doivent donc être connectés aux éléments de contreventement verticaux. En général, ces assemblages sont réalisés par vissage.

Les caissons ELEMENT doivent également être connectés entre eux (aucun caisson ne couvre seul l'entièreté d'une surface de diaphragme). Ces assemblages sont réalisés généralement par pointes, complété d'un vissage.

Il conviendra de préférer une répartition homogène des assembleurs et de privilégier de petits diamètres pour éviter les concentrations de contraintes.

8. Durabilité Entretien

En fonction de la classe d'emploi visée par l'utilisation du mur d'une part, et de l'essence utilisée d'autre part, un traitement de préservation peut-être nécessaire. Il convient de respecter à cet égard les prescriptions des normes NF EN 335 et NF EN 350.

Conformément à la réglementation en vigueur, les caissons NOVATOP ELEMENT qui participent à la solidité des bâtiments devront être protégés par une durabilité conférée ou naturelle contre les insectes à larves xylophages sur l'ensemble du territoire et en complément, contre les termites dans les départements dans lesquels a été publié un arrêté préfectoral pris par l'application de l'article L.133-5.

9. Dispositions constructives

9.1 Modalités d'assemblage

Les assemblages courant utilisés pour la mise en œuvre des murs NOVATOP ELEMENT sont décrits en Annexes.

Les assembleurs employés devront être titulaire d'une ETE mentionnant les domaines d'emplois conforme avec le domaine d'emploi du panneau.

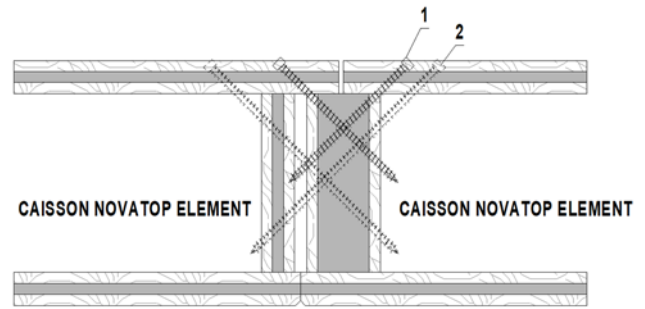
Les organes de fixation métalliques de type tige utilisés pour l'assemblage de panneaux structuraux massifs bois entre eux ou avec d'autres éléments de l'ouvrage font l'objet :

- D'un marquage CE selon la NF EN 14592, lorsque l'organe ne traverse pas plus de deux plans de cisaillement ;
- D'un ATE ou d'une ETE visant la fixation dans un panneau structural massif bois lorsque l'organe traverse plus de deux plans de cisaillement.

Les connecteurs métalliques tridimensionnels doivent faire l'objet d'une Evaluation Technique Européenne.

Joint de raccord entre caissons :

Vis à double filetage ou à filetage total:
1- Pour continuité des efforts de contreventement
2- Pour reprise de pianotage (plancher)



Jonction transversale entre caissons

Les vis à filetage total sont nécessaires en planchers pour éviter l'effet « pianotage ». On choisira une longueur de vis permettant de l'ancrer dans le 1/3 bas de la hauteur du caisson

10. Mise en œuvre

10.1 Dispositions constructives générales

Avant le démarrage de la phase de levage, il conviendra de :

- Vérifier l'accessibilité pour la livraison des caissons
- Préparer une aire de stockage
- Contrôler le support qui va recevoir les caissons (tolérance dimensionnelle en plan et en altimétrie)
- S'assurer d'avoir le matériel adapté au levage : sangle, serre joint à cliquet, etc...

S'assurer d'avoir les matériaux pour effectuer une protection aux intempéries si nécessaire (bâche).

10.2 Configurations de pose

En toiture, les caissons NOVATOP ELEMENT sont positionnés parallèlement ou perpendiculairement à l'égout et mis en œuvre suivant leurs dimensions nominales, sans ajustement sur chantier. Ils reposeront sur deux appuis, ou multiples avec possibilité de porte à faux. Les porteurs seront orientés perpendiculairement aux sens de portée du caisson :

- 1/ Caisson selon pente du toit : porteur type panne ou refend ;
- 2/ caisson parallèle à l'égout : porteur type ferme ou refend.

En plancher, les caissons NOVATOP ELEMENT sont positionnés de niveau et orienté selon le sens de portée défini par le calcul de structure.

10.3 Assemblages des caissons

Les assemblages entre caissons d'un même plan sont effectués par recouvrement, pointés et/ou vissés selon les besoins de l'étude structurelle.

Les caissons seront juxtaposés sans jeu dessous. Un jeu de 3mm est ménagé dessus.

Le désaffleure entre caissons est au maximum de 2 mm.

10.4 Accessoires complémentaires

Les joints longitudinaux et transversaux peuvent être réalisés pour la mise en œuvre d'un joint mousse imprégné entre les caissons.

10.5 Dimensionnement des assemblages et des éléments de fixation

Les valeurs caractéristiques des assembleurs utilisés dans les configurations bois/bois doivent être conforme à la NF EN14592 ou à l'ATE/ETE de cet assembleur, visé pour les bois massifs, résineux ou lamellé collé.

Le dimensionnement des organes s'effectue selon la NF EN 1995-1-1 ou selon l'ATE de l'assembleur.

On calcule $f_{h,k}$: valeur caractéristique de la portance locale en N/mm²

Assemblages sur les grandes faces, sans pré-perçage :

Valeur caractéristique de la portance locale :

- Vis et pointes diamètre ≤ 8 mm : $F_{h,k} = 0.082 \cdot \rho_k \cdot d^{0.3}$ (N/mm²) ;
- Vis et pointes diamètre ≥ 8 mm : $F_{h,k} = 0.082 (1 - 0,01 \cdot d) \rho_k$ (N/mm²).

Valeur caractéristique à l'arrachement :

- Vis :

$$R_{ax,k} = \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef} \cdot k_d}{1.2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \quad (\text{N})$$

$$f_{ax,k} = 0.52 \cdot d^{-0.5} \cdot l_{ef}^{-0.1} \cdot \rho_k^{0.8} \quad (N)$$

$$k_d = \min(d/8; 1)$$

- Pointes crantées, annelées ou torsadées :

$$R_{ax,k} = \min \left(\begin{array}{l} 20 \cdot 10^{-0.6} \cdot \rho_k^2 \cdot d \cdot t_{pen} \\ 70 \cdot 10^{-0.6} \cdot \rho_k^2 \cdot d_h^2 \end{array} \right) \quad (N)$$

Avec :

ρ_k : masse volumique caractéristique du panneau SWP en kg/m³ (410 kg/m³)

α : angle entre l'effort et le sens du fil du panneau

l_{ef} : profondeur de pénétration de la vis en mm

$R_{ax,k}$: valeur caractéristique de la capacité résistante en traction en N

Où d est le diamètre des pointes exprimée en millimètres

Assemblages sur les faces latérales :

Du fait des faibles épaisseurs de bois des emembrures inférieures et supérieures, ce type d'assemblages n'est pas possible dans ces membrures.

Les assemblages dans les âmes de rive est possible et reviens à effectuer cet assemblage dans une grande face, les règles ci-dessus s'appliquent.

10.6 Transport

Les caissons NOVATOP ELEMENT sont livrés à plat, en colis filmés, par camions bâchés afin de les protéger des intempéries lors du transport et de la phase déchargement.

Les colis sont déchargés et stockés temporairement sur le site de montage.

10.7 Manutention

Le déchargement des colis peut être réalisé à l'aide de grues ou de chariots élévateurs avec fourches rallongées (solution préférée). L'entreprise veillera à s'assurer du dimensionnement de son moyen de déchargement avec le poids des colis (cette information figure sur chaque colis et est fourni quelques jours avant la livraison si le client n'a pas donné lui-même de poids maximum pour ses colis)

Ensuite la manutention des caissons NOVATOP ELEMENT se fait panneau horizontal, avec 4 points d'ancrage à l'aide d'une grue. L'entreprise devra respecter les règles d'élingages.

L'usine, sauf demande contraire du client réalise 4 percements dans le panneau supérieur pour chacun des ancrages et fourni le système de levage adéquat.

10.8 Stockage des colis

Les colis stockés temporairement sur le site de montage sont empilés en interposant les madriers ayant servi à leur empilement dans le camion de transport. La plateforme de stockage doit être plane et propre afin de limiter les projections de salissures sur les caissons une fois les colis ouverts. Ce stockage doit être limité au temps juste nécessaire au montage de la structure. Ainsi, au-delà de 48h de stockage, une protection supplémentaire doit être mise en place.

10.9 Notice de montage et étude technique

L'étude structurelle du projet et l'établissement des plans pour la fabrication et la pose devra être établi par un bureau d'étude spécialisé bois compétent, par exemple membre d'IBC (Association Ingénierie Bois Construction)

11. Performances acoustiques

Novatop met à disposition des résultats d'essais sur les valeurs d'affaiblissement acoustiques obtenus dans différentes configurations d'emploi du caisson NOVATOP ELEMENT en plancher (Voir Annexe 6).

Ces performances dépendent de la composition de sol, allant d'un simple revêtement léger à la mise en œuvre de chape lourde avec ou sans résilient acoustique.

En outre, les caissons Novatop ELEMENT peuvent être alourdis en usine avec des charges de calcaire concassé afin d'en améliorer une première fois les performances acoustiques.

12. Assistance technique

NOVATOP est représenté en France par la société Novawood Systèmes (contact@novawood-systemes.fr).

12.1 Assistance phase CONCEPTION

Novawood Systemes assure l'assistance technique par le biais de Etudes Bois du Barrois , Bureau d'Etude structure bois (Mail de contact : technique@novawood-systemes.fr)

Les missions d'assistance technique ne se substitue pas une étude technique réglementaire mais fournissent les renseignements nécessaires pour qu'elle soit menée à bien.

12.2 Assistance phase CHANTIER

Cette assistance peut également s'effectuer en phase chantier en permettant aux nouveaux clients d'avoir lors du montage la présence d'un charpentier habitué aux produits Novatop (reconnu comme « partenaire »).

13. Protection des caissons

Lorsque les caissons NOVATOP ELEMENT sont entreposés sur chantier, il est impératif de les protéger contre la pluie, les projections d'eau et de l'humidité par des bâches de protection ou des planches de protection. Il convient de prendre les dispositions nécessaires sur chantier afin de prévenir des reprises d'étanchéité trop importante.

Les caissons ne doivent pas être posés directement sur le sol, afin d'éviter les salissures et les reprises d'étanchéité, ni sur une surface non plane qui peut provoquer des déformations.

B. Résultats expérimentaux

- EAD 130005-00-0304, European Assessment Document for Solid wood slab element used as a structural element in buildings, edition March 2015
- Report No. 076147 regarding testing the Cross Laminated Timber from 26 March 2008, University of Karlsruhe, Germany
- H.J. Blaß: Expert Report No. 563 from 29 June 2009, Karlsruhe, Germany
- H.J. Blaß: Expert Report No. 982 from 2 August 2012, Karlsruhe, Germany
- Report No. 2376/2010-RH regarding testing the Cross Laminated Timber from 29 June 2011, Holzforschung, Austria
- Test Report No. B956/2008 from 17 March 2008 regarding the determination of formaldehyde release, Fraunhofer Institute for Wood Research Wilhelm-Klauditz-Institut WKI, Germany
- Test Report No. B957/2008 from 17 March 2008 regarding the determination of formaldehyde release, Fraunhofer Institute for Wood Research Wilhelm-Klauditz-Institut WKI, Germany
- European Technical Approval ETA-12/0079 valid from 23.11.2012 and issued by Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p.
- C. Références

C1. Données Environnementales¹

- Le procédé NOVATOP SOLID ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Ils ne peuvent donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.
- Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les procédés visés sont susceptibles d'être intégrés.
- C2. Autres références
- Logements coopératifs COOP COTEAU – Ivry sur Seine (94). 10 maisons individuelles jusqu'à R+2. Murs porteurs SOLID 62 et 84mm / Plancher ELEMENT / Toiture ELEMENT. Architecte : SCOP Atelier 15, Ivry sur Seine (94)
- Batiment tertiaire HATRA R+3 – Sucy en Brie (94), surface de plancher : 500m². Murs porteurs SOLID 62 et 84mm / Plancher ELEMENT / Toiture ELEMENT. Architecte : SCOP Atelier 15, Ivry sur Seine (94)
- Bâtiment tertiaire ARTHENICHA R+3 – Thônes (74). Mixité structure béton et façades SOLID (1000m²). Architecte : AER
- Bâtiment tertiaire APARD (Montpellier). Mixité béton/métal/ossature bois/murs SOLID et planchers ELEMENT
- Internat pour apprentis – Marconne (59)
- Vestiaires sportifs – Chavenay (78)
- Réhabilitation hall industriel à Saint Ouen (93). Murs et toiture SOLID 62mm (1200m²). Entreprise : HAPPY HOME
- Maison d'habitations : diffus sur France entière hors DOM TOM. Configurations murs, planchers toiture NOVATOP ou en mixité avec technique d'ossature bois, jusqu'à R+3. SOLID, environ 25000m² – plancher ou toiture ELEMENT, environ 25000m²)

¹ Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis.

- Référence en support d'étanchéité
- **ESSLINGER** - 26170 Mérindol-les-Oliviers 2014 - Toiture terrasse ventilé: 75m2 - ELEMENT 160mm non isolé - Poseur : SARL DURRIEUX
- **Martin** - 12 rue Marthe Edouard-92100 MEUDON 2016 - 65m² - ELEMENT 160mm dont 100mm d'isolant - Poseur : Happy Home
- **Michel** - 2016 - 250m² - ELEMENT 240mm dont 180mm d'isolant - Poseur : H&B habitat
- **DERBEZ** - 117 rue Brancas-92310 SEVRES 2016 - 100m² - ELEMENT 200mm dont 60mm d'isolant - Poseur : Eric DELAGE SARL
- **ROBAGLIA** - 8 rue Alcide Delapierre-92370 CHAVILLE 2016 - 130m² - ELEMENT 160mm dont 100mm d'isolant - Poseur : Eric DELAGE SARL
- **MILON** - 26 avenue du bois, 92190 MEUDON 2017 - Toiture terrasse chaude: 82m4 - ELEMENT 200mm dont 60mm d'isolant - Poseur : Eric DELAGE SARL
- **MALONDA - toit 1** - 12 allée de la mare Jacob-91290 LA NORVILLE 2017 - 88m² - ELEMENT 160mm dont 100mm d'isolant - Poseur : Eric DELAGE SARL
- **MESSIER** - 54 rue des Messiers-93100 MONTREUIL 2016 - 74m² - ELEMENT 160mm dont 100mm d'isolant - Poseur : HAPPY HOME
- **THIEVIN** - 53 rue Brancas - 92310 SEVRES 2016 - 75m² - ELEMENT 160mm dont 100mm d'isolant - Poseur : Eric DELAGE SARL
- **LEMORVAN** - Rue Poulin-93100 MONTREUIL 2015 - 74m² - ELEMENT 200mm vide - Poseur : HAPPY HOME
- **JCL** - 18 vieille cote de behonne-55000 BAR LE DUC 2010 - 88m² - ELEMENT260 vide - Poseur : Franck Durrieux
- **Efficience Bois CLEMENCOT** - 91800 Brunoy 2014 - 84m² - ELEMENT 160dont 100mm d'isolant - Poseur : Efficience bois
- **PAILLERET** - 14 ec JJ Rousseau 78600 Maison Laffitte 2015 - Toiture terrasse: 46m2 - ELEMENT 160 dont 100mm d'isolant - Poseur : Eric DELAGE SARL - Bureau de contrôle : QUALICONSLT

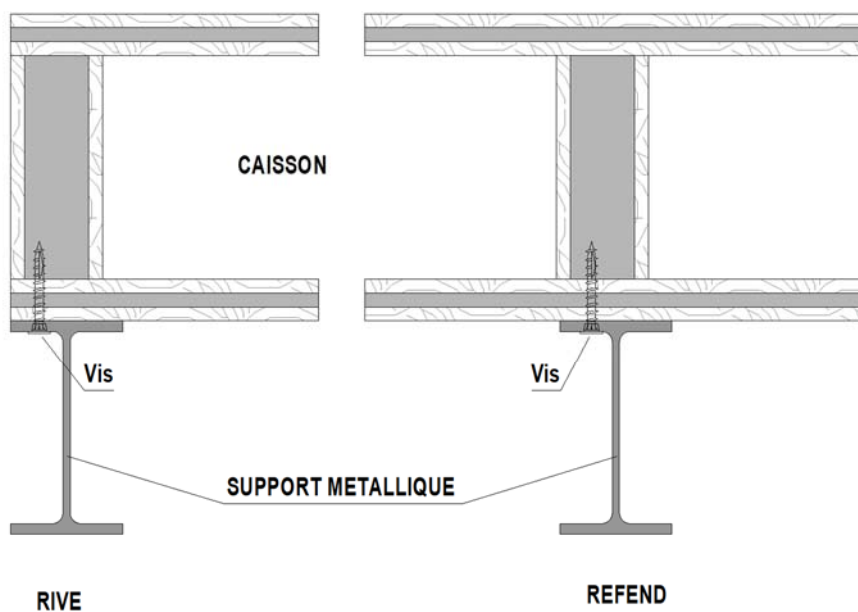
Tableaux et figures du Dossier Technique

ANNEXE 1 : définition des qualités

La sous-face des caissons peut être laissée apparente. Par défaut, la qualité est la qualité B

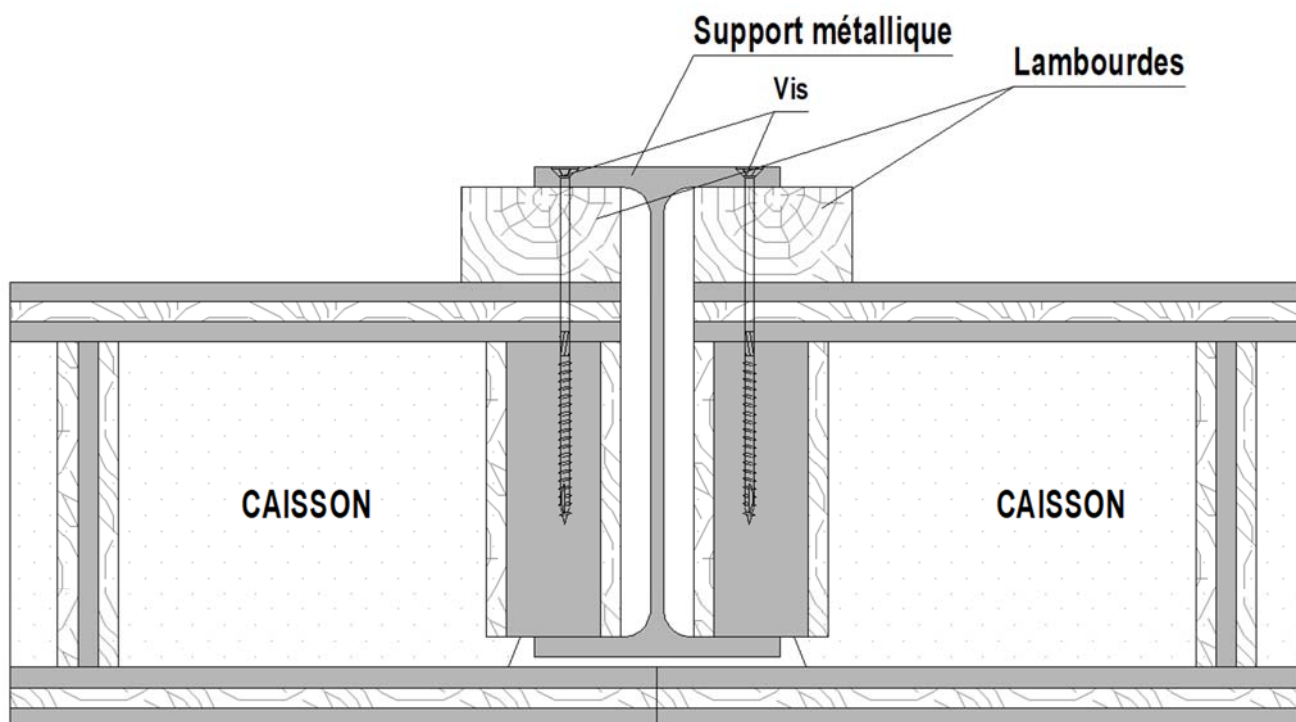
Indications pour le classement	Classe de qualité				
	A	AB	B	C	D
exigences générales joints longitudinaux	collage parfait sans joints ouverts	collage parfait sans joints ouverts	collage parfait sans joints ouverts	collage parfait joints longitudinaux réparés admissibles	collage parfait joints longitudinaux réparés admissibles
Structure, structure des fibres bois de compression	croissance fine, droit structure des fibres sans bois de compression	bois fin, droit structure des fibres sans bois de compression	bois brut, léger bois de compression admissible	sans exigences particulières	sans exigences particulières
Nodosité	sain, nettement envahi noeuds jusqu'à 30 mm de diamètre admissible	sain, nettement envahi noeuds jusqu'à 50 mm de diamètre noeuds noirs épisodiques-yeux admissibles jusqu'à 5 mm	sain, nettement envahi noeuds jusqu'à 50 mm de diamètre noeuds noirs épisodiques-yeux admissibles jusqu'à 10 mm	sans exigences particulières	sans exigences particulières
Réparation par des noeuds naturels	admissible occasionnellement jusqu'à 15 mm	admissible jusqu'à 20 mm 2 noeuds ne peuvent pas être l'un à côté de l'autre	admissible jusqu'à 30 mm 2 noeuds ne peuvent pas être l'un à côté de l'autre	sans exigences particulières	sans exigences particulières
Poches de résine	admissible occasionnellement jusqu'à 2 x 30 mm	admissible occasionnellement jusqu'à 2 x 30 mm	admissible occasionnellement jusqu'à 5 x 50 mm, pas de concentration ni d'apparition massive	sans exigences particulières	sans exigences particulières
Poches de résine réparées	admissible occasionnellement au-dessus de 2 x 30 mm	admissible occasionnellement au-dessus de 2 x 30 mm	admissible occasionnellement au-dessus de 5 x 50 mm	admissible au-dessus de 5 x 50 mm	sans exigences particulières
Ecorce	inadmissible	inadmissible, envahie réparée jusqu'à 20 mm	inadmissible, envahie réparée jusqu'à 30 mm	admissible occasionnellement	sans exigences particulières
Fissures	fissures de surface épisodiquement admissibles	fissures de surface épisodiquement admissibles, traversant fissures finales jusqu'à 50 mm de longueur admissible occasionnellement	fissures de surface épisodiquement admissibles, traversant fissures finales jusqu'à 50 mm de longueur admissible occasionnellement	sans exigences particulières	sans exigences particulières
Coeur / moelle/	sans moelle	sans moelle	moelle admissible de longueur totale max 100 mm une partie ou une addition de parties	sans exigences particulières	sans exigences particulières
Infestation par les insectes ver	inadmissible	inadmissible	inadmissible	inadmissible, ver admissible occasionnellement	inadmissible, ver admissible occasionnellement
Décoloration, éponge	inadmissible	inadmissible	coloration admissible en largeur 10 mm et en longueur 200 mm	sans exigences particulières pourriture inadmissible	sans exigences particulières pourriture inadmissible
Blanche					
Épaisseur des fissures collées	max 0,2 mm	max 0,3 mm	max 0,3 mm	sans exigences particulières	sans exigences particulières
Usinage de surface	sans défauts	petits défauts admissibles occasionnellement	petits défauts admissibles occasionnellement	petits défauts admissibles occasionnellement	sans exigences particulières
Qualité du bord de panneau parties ébréchées assez courbes	inadmissible	jusqu'à 10 mm du bord admissible occasionnellement	jusqu'à 10 mm du bord admissible occasionnellement	jusqu'à 50 mm du bord admissible occasionnellement	sans exigences particulières
Combinaison de différentes essences de bois	inadmissible	inadmissible	inadmissible	inadmissible	sans exigences particulières
Largeur de chaque morceau - excepté l'extérieur	min 60 mm	min 60 mm	min 60 mm	sans exigences particulières	sans exigences particulières
Motif en bois	selon couleur et structure motif régulier	sans exigences particulières	sans exigences particulières	sans exigences particulières	sans exigences particulières

ANNEXE 2 : Principe de mise en œuvre



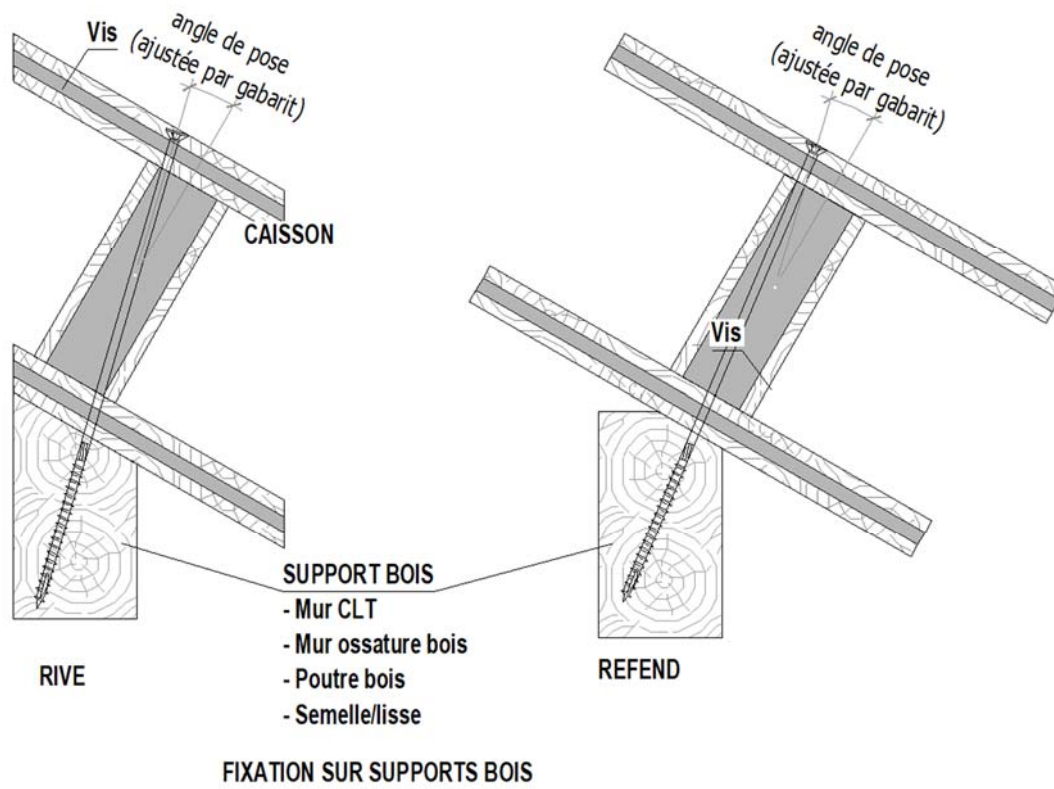
FIXATION SUR SUPPORTS METALLIQUES

Non valide en zone sismique

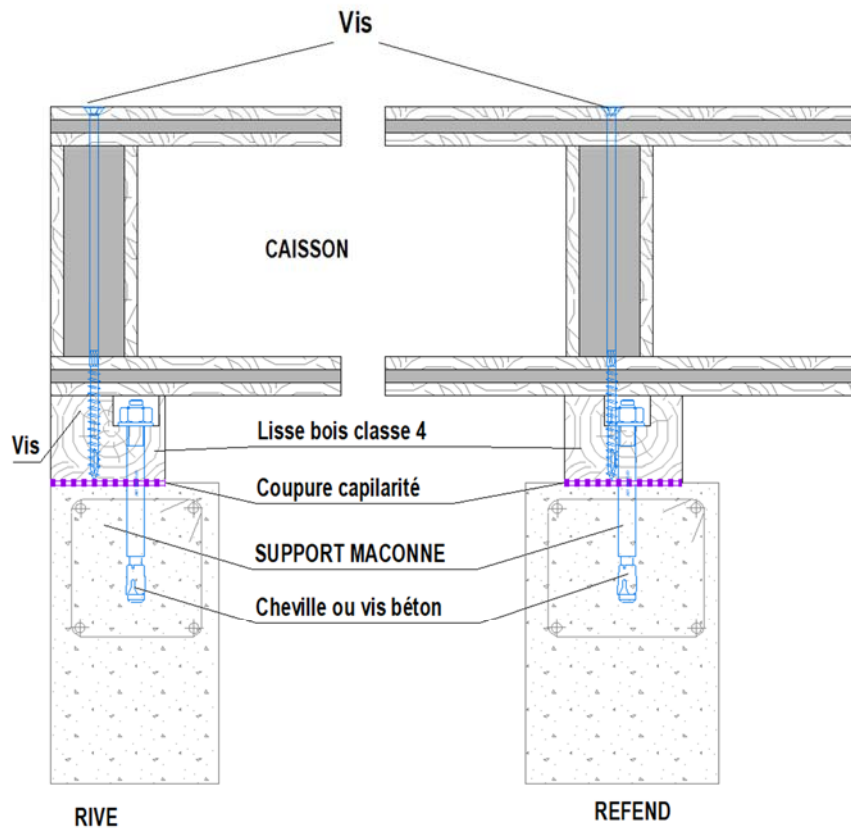


FIXATION SUR SUPPORT METALLIQUE RETROUSSÉ

Non valide en zone sismique

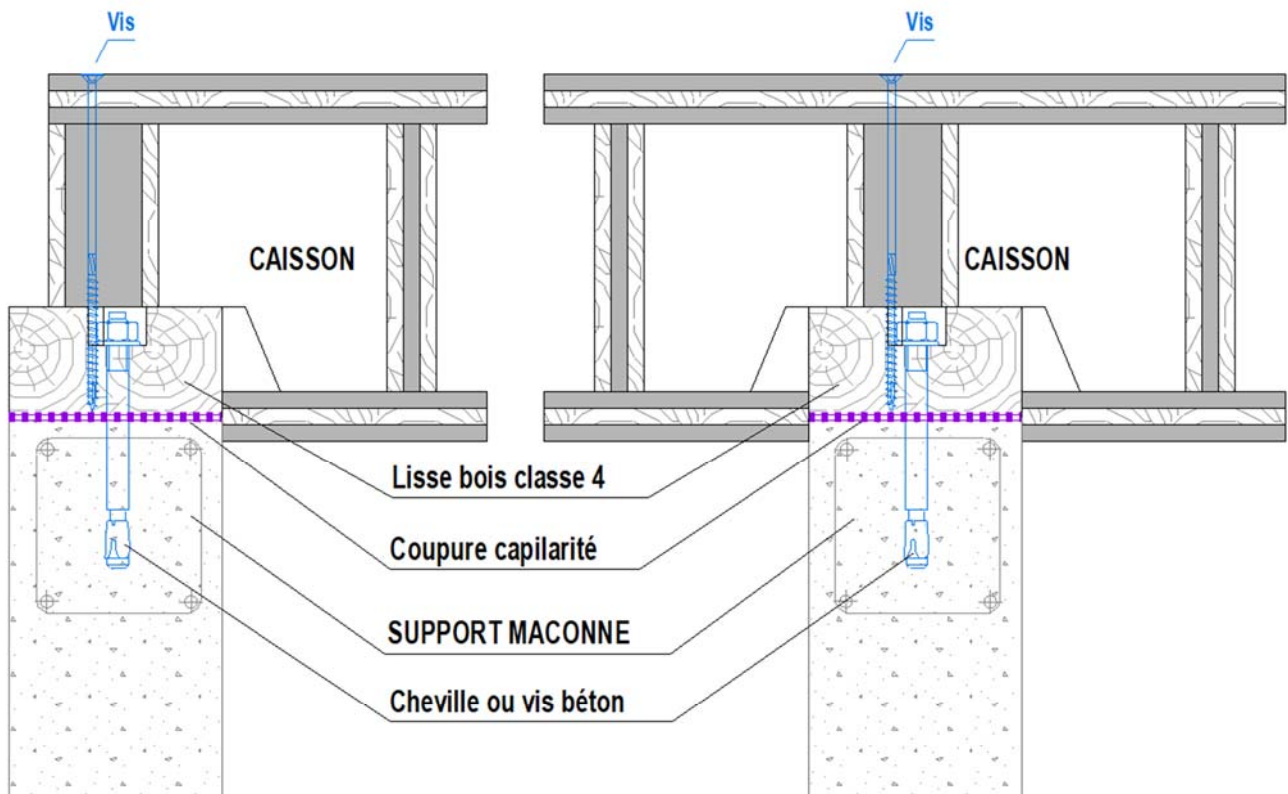


Valide en zone sismique selon dimensionnement des organes d'assemblage



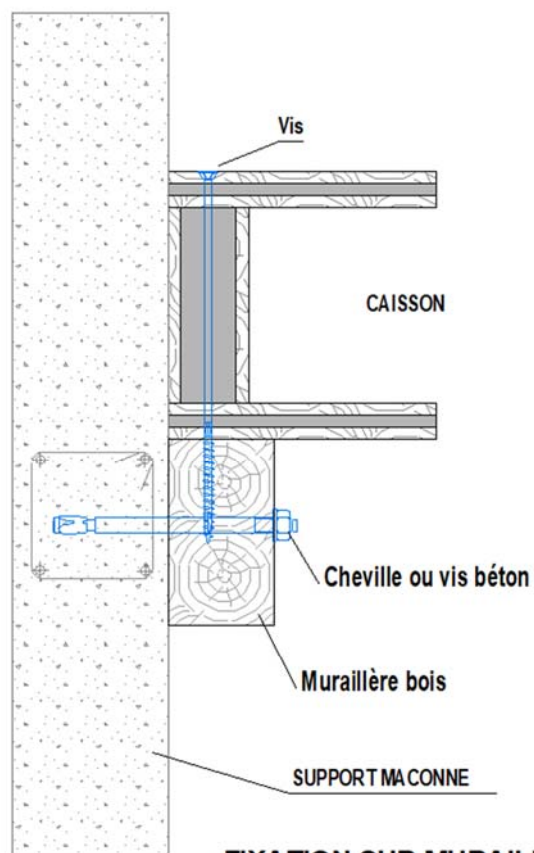
FIXATION SUR SUPPORTS MACONNES

Valide en zone sismique selon dimensionnement des organes d'assemblages



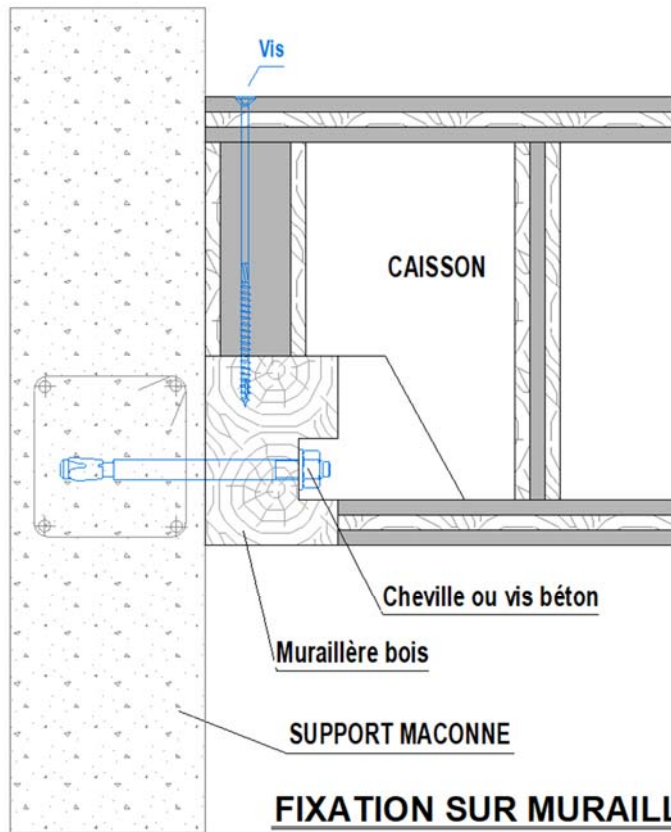
FIXATION SUR SUPPORTS MACONNES RETROUSSES

Valide en zone sismique selon dimensionnement des organes d'assemblages



FIXATION SUR MURAILLÈRE

Valide en zone sismique selon dimensionnement des organes d'assemblages

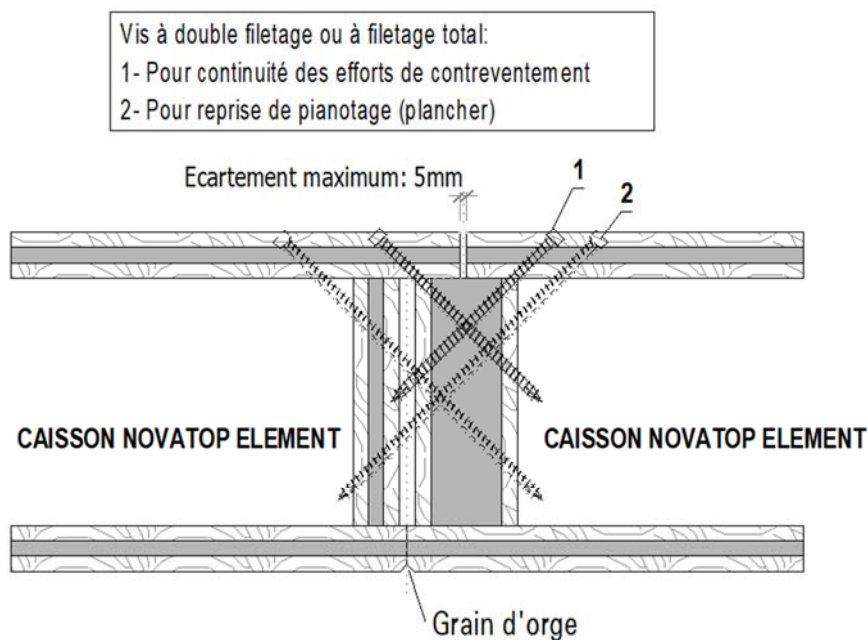
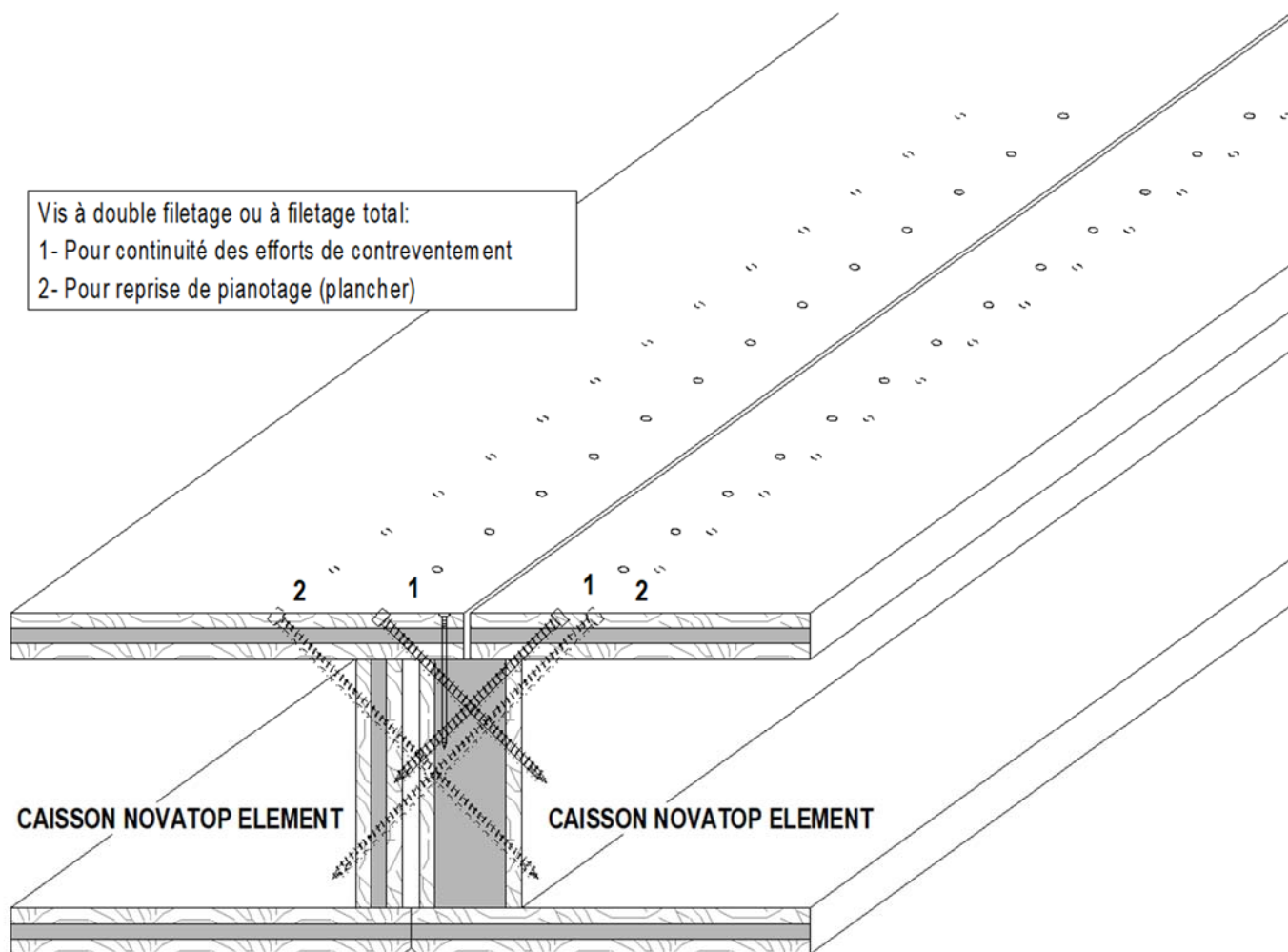


FIXATION SUR MURAILLÈRE RETROUSSÉE

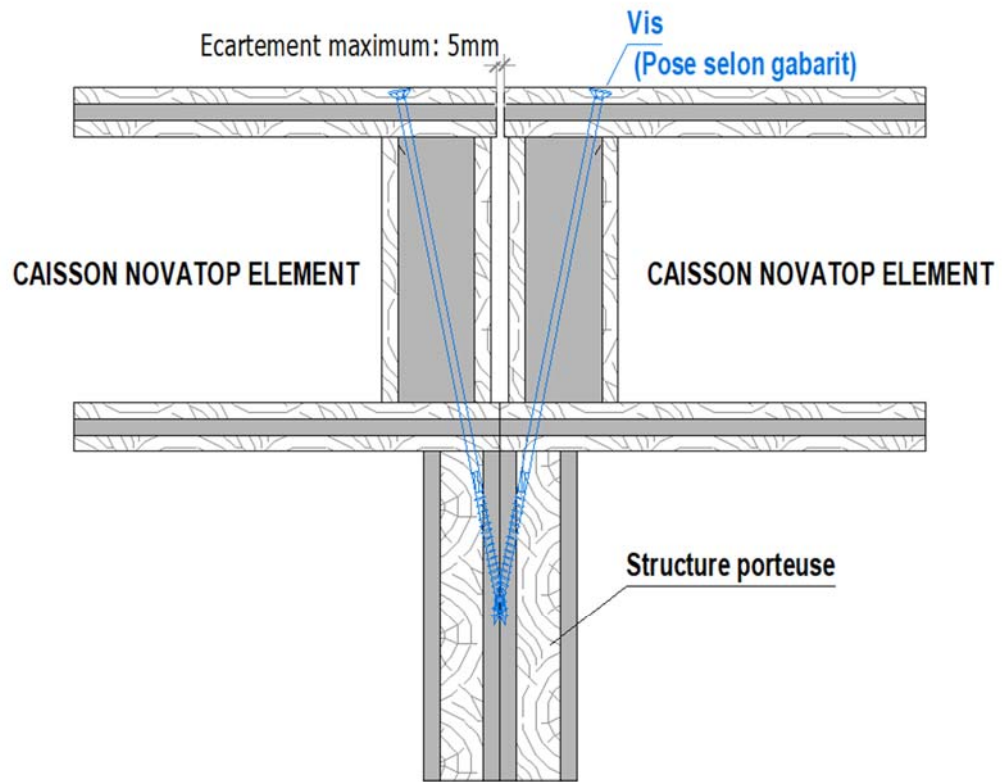
Valide en zone sismique selon dimensionnement des organes d'assemblages

ANNEXE 3 : Jonctions de caissons

Le diamètre, la longueur et le nombre d'assemblage sont à dimensionner en fonction des efforts à reprendre



JONCTION TRANSVERSALE ENTRE CAISSONS ELEMENT

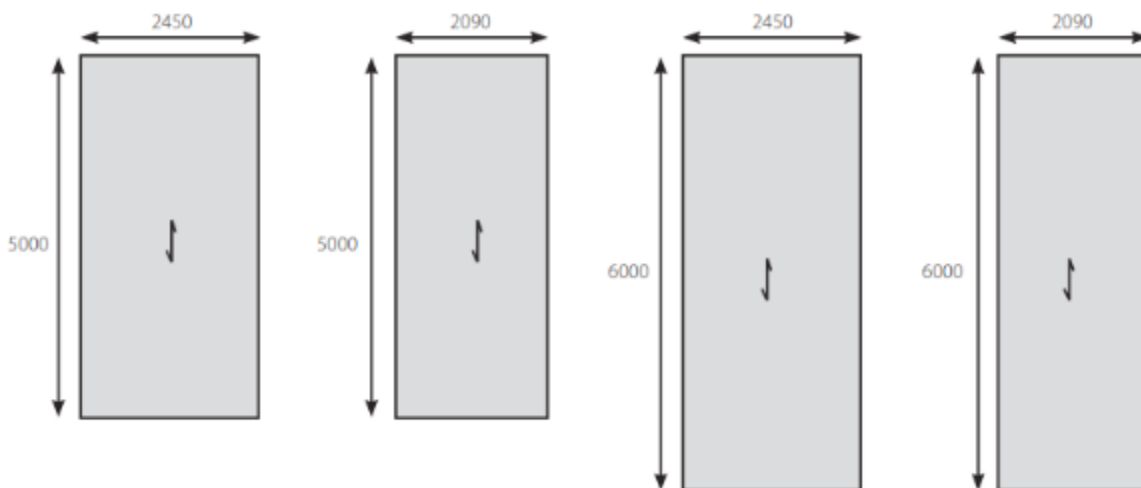


JONCTION SUR ELEMENT PORTEUR

Valide en zone sismique selon dimensionnement des organes d'assemblage

ANNEXE 4 : FORMATS STANDARDS

FORMATS STANDARDS



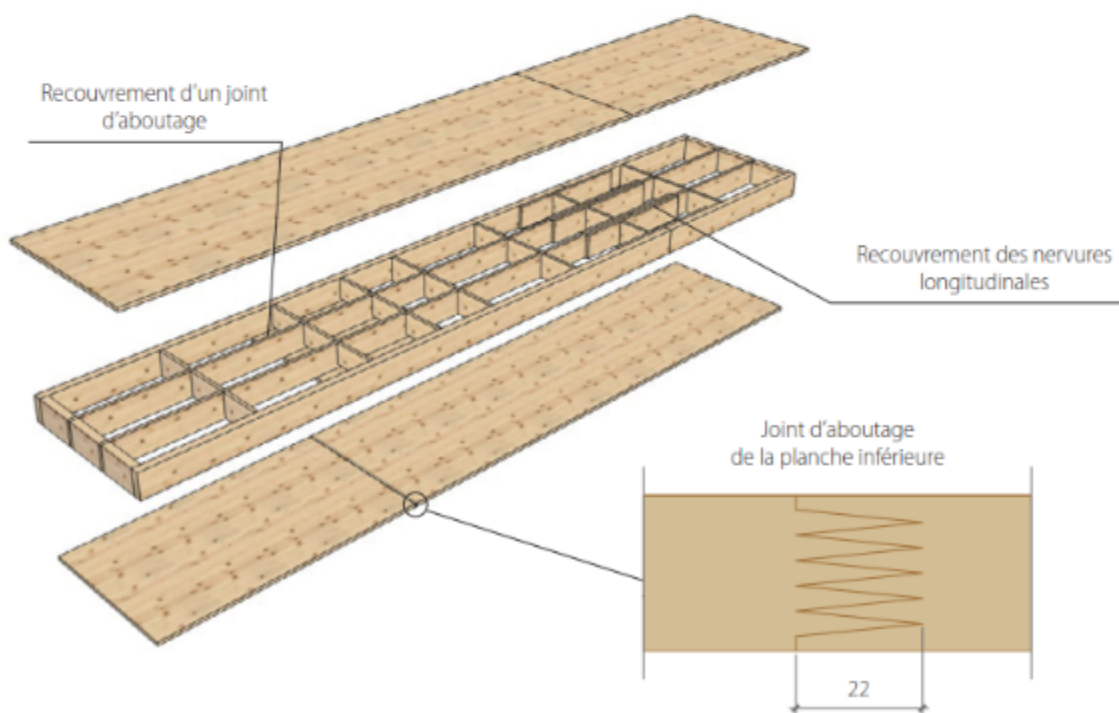
Hauteur: 160, 180, 200, 220, 240, 280, 300, 320, max. 400

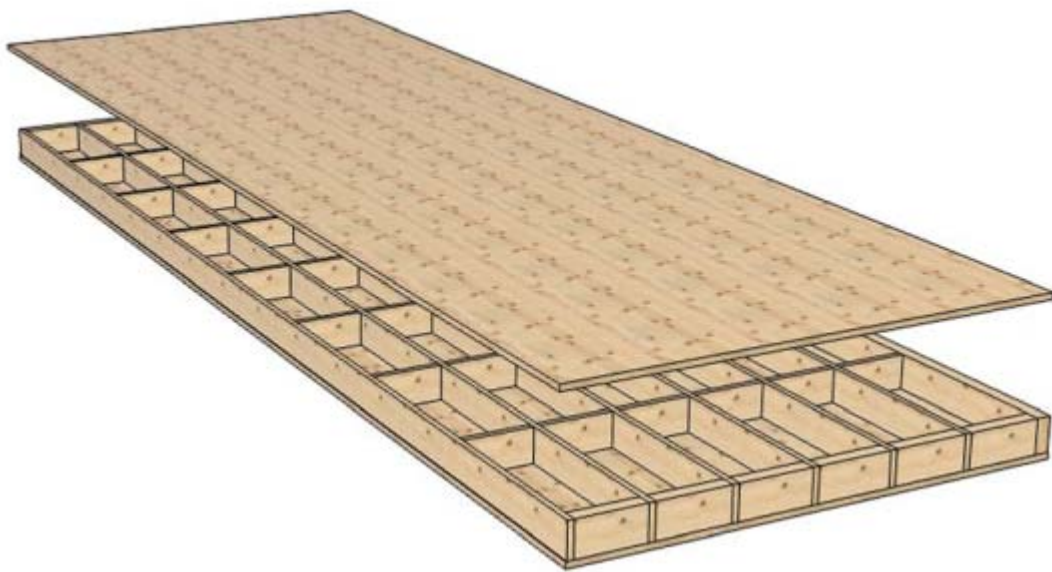
Largeur: 1030, 2090, 2450, max 2.450 mm

Longueur: selon le projet, standard 6.000 max 12.000 mm
(extension par un joint à dentures avec un renforcement interne)

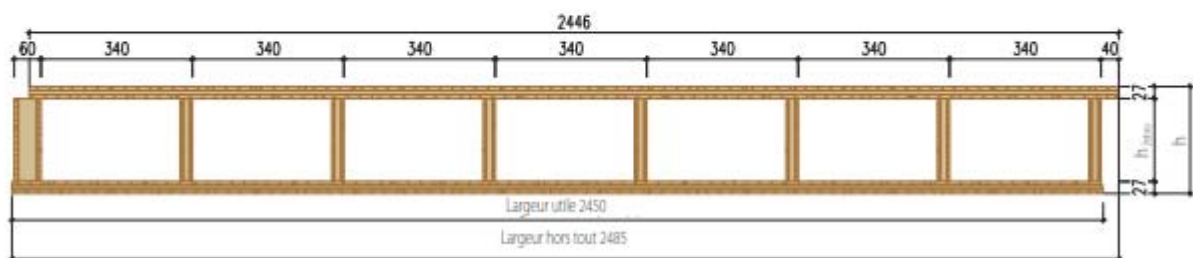
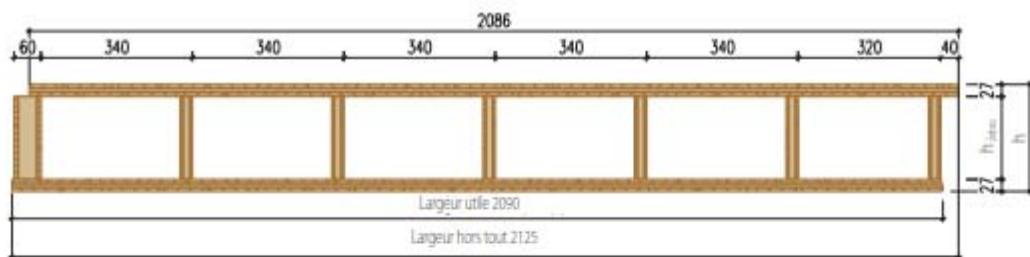
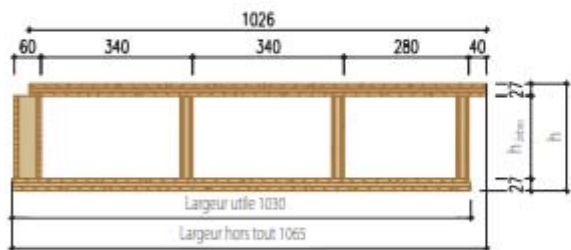
Format maximal: 12.000 x 2.450 mm

EXEMPLE D'EXTENSION D'UN ÉLÉMENT DE PLUS DE 6 m

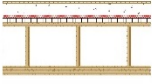





LARGEUR STANDARD



Annexe 5 : Performances acoustiques (hors plancher de toiture)

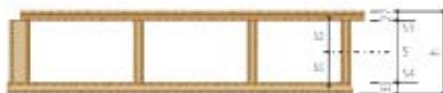
	Composition du plancher	Bruit aérien (dB)	Bruit de choc (dB)
	Parquets collés 10 mm		
	Chape béton 80 mm		
	Laine minérale – isolation des bruits de choc 20 mm		
	Polystyrène 30 mm		
	NOVATOP ELEMENT 350 MM	$D_{Tst} = 47^{**}$	$L'_{Tst} = 59^{**}$
	Panneau massif 3-plis 27 mm	Évaluation selon	
Membrures en bois			
Panneau massif 3 plis 27 + 33 mm (REI 60)	ISO 717-1/SIA 181/2006	ISO 717-2/SIA 181/2006	
Basé sur des mesures in situ de l'ouvrage (2007) B+H Architektur, Holz- und Bau, CH-Biel			
	NOVATOP ELEMENT 240 MM	$R_w = 27$	$L_{T,w} = 93$
	Panneau massif 3-plis 27 mm	Évaluation selon	
	Membrures en bois 186 mm		
	Panneau massif 3-plis 27 mm	ISO 717-1/ISO 140-3	ISO 717-2/ISO 140-6
Basé sur des mesures en laboratoire (2007) Center of building construction, Engineering, CZ - Zlín			
<p>Suppléments relatifs aux mesures de construction : ** valeurs mesurées avec les tolérances usuelles. L'efficacité maximum de la solution choisie sera dégradée par l'insertion dans la chape béton de réseaux.</p> <p>Légende : $D_{st} = D_{st}(C_1, C_2)$ = mesure sur l'ouvrage, différence standard de niveau de bruit évalué selon la durée de réverbération, $L'_{Tst} = L'_{Tst}(C_1, C_2)$ = mesure, différence standard du niveau de bruit de choc évalué selon la durée de réverbération, R_w = mesure en laboratoire précise, sans tolérance pour le niveau d'isolation acoustique évalué, $L_{T,w}$ – mesure en laboratoire sans dérivation pour le niveau d'isolation acoustique évalué selon la norme, C_v – correction de volume, C_f = valeur spectrale d'adaptation pour l'évaluation des parts prioritaires de bruit de choc à basse fréquence.</p>			

ANNEXE 6 – Caractéristiques mécaniques des panneaux SWP seuls

Epaisseur panneau	total	mm	27 type a	27 type b	32	42	60
Composition	plis	mm	6/15/6	9/9/9	9/14/9	9/24/9	9/42/9
Fonctionnement à plat							
Flexion longitudinale	$f_{m,0,k}$	N/mm ²	13,9	20,3	17,3	13,4	9,7
Flexion transversale	$f_{m,90,k}$	N/mm ²	8,6	5,3	6,8	8,8	10,7
Traction longitudinale	$f_{t,0,k}$	N/mm ²	9,3	13,6	11,5	9	6,5
traction transversale	$f_{t,90,k}$	N/mm ²	5,7	3,6	4,6	5,9	7,1
Compression longitudinale	$f_{c,0,k}$	N/mm ²	13,9	20,3	17,3	13,4	9,7
Compression perpendiculaire	$f_{c,90,k}$	N/mm ²	8,6	5,3	6,8	8,8	10,7
Cisaillement	$f_{v,k}$	N/mm ²	3	3	3	3	3
Module d'élasticité longitudinal moyen	$E_{m,0}$	N/mm ²	5300	7800	6600	5100	3700
Module d'élasticité transversal moyen	$E_{m,90}$	N/mm ²	3300	2050	2600	3350	4100
Module de cisaillement moyen	G_{mean}	N/mm ²	600	600	600	600	600
Fonctionnement à chant							
Flexion longitudinale	$f_{m,0,k}$	N/mm ²	25	28,9	27,6	24,6	20,1
Flexion transversale	$f_{m,90,k}$	N/mm ²	5,4	3,1	3,9	5,6	7,8
Module d'élasticité longitudinal moyen	$E_{m,0}$	N/mm ²	9600	11100	10600	9400	7700
Module d'élasticité transversal moyen	$E_{m,90}$	N/mm ²	1150	400	650	1250	2100
Module de cisaillement moyen	G_{mean}	N/mm ²	90	90	90	90	90
Cisaillement	$f_{v,k}$	N/mm ²	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Joint de colle âme/membrure							
Cisaillement	$f_{v,k}$	N/mm ²	4	4	4	4	4
<i>L'indice inférieur 0 et 90 exprime le sens des fibres de la couche externe du panneau, respectivement, dans le sens de portée (0) ou perpendiculaire au sens de portée (90)</i>							

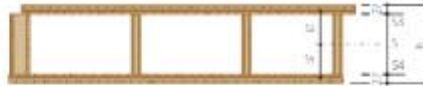
ANNEXE 7 – Caractéristiques mécaniques des panneaux NOVATOP ELEMENT

Valeurs de section



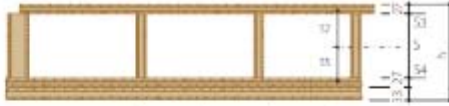
Hauteur de l'élément	$h_{\text{élément}}$	mm	100	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400
Composition de la SWP supérieure-inférieure		mm	27 (8/10/9) - 13 (9/15/9)												
Poids propre	G	kg/m ²	0,34	0,35	0,36	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44
Portée	E	mm	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
Hauteur des nervures	h_{nervure}	mm	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340
Largeur de référence	b	mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Espacement des nervures	e	mm	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340
Largeur effective de la planche supérieure	$b_{\text{eff}}^{\text{plancher supérieur}}$	mm	963	963	963	963	963	963	963	963	963	963	963	963	963
Largeur effective de la planche inférieure	$b_{\text{eff}}^{\text{plancher inférieur}}$	mm	902	902	902	902	902	902	902	902	902	902	902	902	902
Surface de la section effective	A	mm ²	38184	38890	39595	40301	41007	41713	42419	43125	43831	44537	45243	45948	46654
Centre de la section :	$Z_{\text{sup}}^{\text{centre de la section}}$	mm	78	88	98	108	118	128	138	148	158	168	178	188	198
	$Z_{\text{inf}}^{\text{centre de la section}}$	mm	82	92	102	112	122	132	142	152	162	172	182	192	202
Moments statiques	S2 (point dans la planche supérieure)	mm ⁴	6,40E+05	7,26E+05	8,13E+05	8,99E+05	9,86E+05	1,07E+06	1,16E+06	1,25E+06	1,33E+06	1,42E+06	1,50E+06	1,59E+06	1,68E+06
	S3 (point côté nervure - planche supérieure)	mm ⁴	1,12E+06	1,30E+06	1,47E+06	1,64E+06	1,82E+06	1,99E+06	2,16E+06	2,33E+06	2,51E+06	2,68E+06	2,85E+06	3,03E+06	3,20E+06
	S4 (point côté nervure - planche inférieure)	mm ⁴	1,13E+06	1,30E+06	1,48E+06	1,65E+06	1,82E+06	2,00E+06	2,17E+06	2,34E+06	2,52E+06	2,69E+06	2,86E+06	3,04E+06	3,21E+06
	S5 (point dans la planche inférieure)	mm ⁴	6,68E+05	7,55E+05	8,42E+05	9,29E+05	1,02E+06	1,10E+06	1,19E+06	1,28E+06	1,36E+06	1,45E+06	1,54E+06	1,62E+06	1,71E+06
	S (centre)	mm ⁴	1,17E+06	1,36E+06	1,56E+06	1,76E+06	1,96E+06	2,17E+06	2,38E+06	2,59E+06	2,81E+06	3,03E+06	3,26E+06	3,48E+06	3,72E+06
Moment d'inertie de la section selon la théorie de l'élasticité	I	mm ⁴	1,53E+08	2,04E+08	2,63E+08	3,29E+08	4,03E+08	4,86E+08	5,77E+08	6,76E+08	7,84E+08	9,01E+08	1,03E+09	1,16E+09	1,31E+09
Module d'inertie selon la théorie de l'élasticité	$W_{\text{supérieure}}$	mm ³	1,96E+06	2,31E+06	2,67E+06	3,04E+06	3,41E+06	3,79E+06	4,18E+06	4,57E+06	4,96E+06	5,36E+06	5,77E+06	6,18E+06	6,59E+06
	$W_{\text{inférieure}}$	mm ³	1,88E+06	2,23E+06	2,59E+06	2,94E+06	3,31E+06	3,69E+06	4,07E+06	4,45E+06	4,85E+06	5,24E+06	5,64E+06	6,05E+06	6,46E+06
Rigidité de flexion effective	B_{eff}	Nmm ²	1,69E+12	2,24E+12	2,87E+12	3,58E+12	4,38E+12	5,26E+12	6,22E+12	7,27E+12	8,41E+12	9,63E+12	1,09E+13	1,23E+13	1,38E+13

Valeurs de section



Hauteur de l'élément	h_{totale}	mm	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400
Composition de la IVP supérieure-inférieure		mm	27 (0/9/9) - 27 (0/9/9)												
Poids propre	G	KN/m ²	0,31	0,32	0,33	0,34	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,38	0,39	0,40	0,41
Portée	E	mm	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
Hauteur des nervures	$h_{nervure}$	mm	106	126	146	166	186	206	226	246	266	286	306	326	346
Largeur de référence	b	mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Espacement des nervures	e	mm	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340
Largeur effective de la planche supérieure	$b_{eff,planche\supérieure}$	mm	963	963	963	963	963	963	963	963	963	963	963	963	963
Largeur effective de la planche inférieure	$b_{eff,planche\inférieure}$	mm	963	963	963	963	963	963	963	963	963	963	963	963	963
Surface de la section effective	A	mm ²	38423	39129	39835	40541	41247	41952	42658	43364	44070	44776	45482	46188	46894
Centre de gravité de la section :	$Z_{supérieur-du-bord\supérieur}$	mm	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
	$Z_{inférieur-du-bord\inférieur}$	mm	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
Moments statiques	S2 (pont dans la planche supérieure)	mm ⁴	6,53E+05	7,41E+05	8,28E+05	9,15E+05	1,00E+06	1,09E+06	1,17E+06	1,26E+06	1,35E+06	1,43E+06	1,52E+06	1,61E+06	1,70E+06
	S3 (pont côté nervure - planche supérieure)	mm ⁴	1,15E+06	1,33E+06	1,50E+06	1,67E+06	1,85E+06	2,02E+06	2,19E+06	2,37E+06	2,54E+06	2,71E+06	2,89E+06	3,06E+06	3,23E+06
	S4 (pont côté nervure - planche inférieure)	mm ⁴	1,15E+06	1,33E+06	1,50E+06	1,67E+06	1,85E+06	2,02E+06	2,19E+06	2,37E+06	2,54E+06	2,71E+06	2,89E+06	3,06E+06	3,23E+06
	S5 (pont dans la planche inférieure)	mm ⁴	6,53E+05	7,41E+05	8,28E+05	9,15E+05	1,00E+06	1,09E+06	1,17E+06	1,26E+06	1,35E+06	1,43E+06	1,52E+06	1,61E+06	1,70E+06
	S (centre)	mm ⁴	1,20E+06	1,40E+06	1,59E+06	1,79E+06	2,00E+06	2,21E+06	2,42E+06	2,63E+06	2,85E+06	3,07E+06	3,30E+06	3,53E+06	3,76E+06
Moment d'inertie de la section selon la théorie de l'élasticité	I	mm ⁴	1,60E+08	2,12E+08	2,72E+08	3,39E+08	4,15E+08	4,99E+08	5,92E+08	6,93E+08	8,03E+08	9,21E+08	1,05E+09	1,19E+09	1,33E+09
Module d'inertie selon la théorie de l'élasticité	$W_{supérieur}$	mm ³	2,00E+06	2,35E+06	2,72E+06	3,09E+06	3,49E+06	3,84E+06	4,23E+06	4,62E+06	5,02E+06	5,42E+06	5,83E+06	6,24E+06	6,66E+06
	$W_{inférieur}$	mm ³	2,00E+06	2,35E+06	2,72E+06	3,09E+06	3,49E+06	3,84E+06	4,23E+06	4,62E+06	5,02E+06	5,42E+06	5,83E+06	6,24E+06	6,66E+06
Rigidité de flexion effective	B_{eff}	Nmm ²	1,75E+12	2,32E+12	2,95E+12	3,66E+12	4,50E+12	5,39E+12	6,37E+12	7,44E+12	8,59E+12	9,83E+12	1,12E+13	1,29E+13	1,47E+13

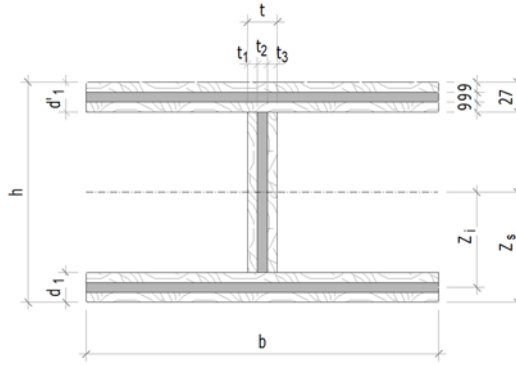
Valeurs de section



Hauteur de l'élément	h_{total}	mm	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	
Composition de la SWP supérieure-inférieure		mm	27 (5/9/9) + 60 (8/9/9 + 9/15/9)													
Poids propre	G	kN/m ³	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,54	0,55	0,56	
Portée	l	mm	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	
Hauteur des nervures	h_{nervure}	mm	73	93	113	133	153	173	193	213	233	253	273	293	313	
Largeur de référence	b	mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
Espacement des nervures	e	mm	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	
Longueur effective de la planche supérieure	$b_{\text{eff,plancher supérieur}}$	mm	963	963	963	963	963	963	963	963	963	963	963	963	963	
Longueur effective de la planche inférieure	$b_{\text{eff,plancher inférieur}}$	mm	962	962	962	962	962	962	962	962	962	962	962	962	962	
Surface de la section effective	A	mm ²	54965	55271	55977	56683	57389	58095	58800	59506	60212	60918	61624	62330	63036	
Centre de la section	$Z_{\text{sup}}(\text{par rapport à l'axe neutre})$	mm	89	102	114	127	140	152	165	177	189	202	214	226	238	
	$Z_{\text{inf}}(\text{par rapport à l'axe neutre})$	mm	71	78	86	93	100	108	115	123	131	138	146	154	162	
Moments statiques	S2 (par rapport à la planche supérieure)	mm ³	7,32E+03	8,43E+03	9,53E+03	1,06E+04	1,17E+04	1,28E+04	1,39E+04	1,50E+04	1,60E+04	1,71E+04	1,82E+04	1,92E+04	2,03E+04	2,13E+04
	S3 (par rapport à la planche inférieure)	mm ³	1,31E+06	1,53E+06	1,75E+06	1,97E+06	2,19E+06	2,41E+06	2,62E+06	2,84E+06	3,05E+06	3,27E+06	3,48E+06	3,69E+06	3,90E+06	4,10E+06
	S4 (par rapport à la planche inférieure - planche supérieure)	mm ³	1,37E+06	1,62E+06	1,87E+06	2,13E+06	2,38E+06	2,64E+06	2,90E+06	3,17E+06	3,43E+06	3,70E+06	3,97E+06	4,24E+06	4,51E+06	4,78E+06
	S5 (par rapport à la planche inférieure)	mm ³	1,24E+06	1,42E+06	1,61E+06	1,80E+06	2,00E+06	2,19E+06	2,39E+06	2,58E+06	2,78E+06	2,98E+06	3,18E+06	3,38E+06	3,58E+06	3,78E+06
	S (centre)	mm ³	1,37E+06	1,63E+06	1,89E+06	2,15E+06	2,41E+06	2,68E+06	2,96E+06	3,24E+06	3,52E+06	3,80E+06	4,10E+06	4,39E+06	4,69E+06	4,99E+06
Moment d'inertie de la section selon la théorie de l'élasticité	I	mm ⁴	1,69E+08	2,25E+08	2,99E+08	3,80E+08	4,71E+08	5,73E+08	6,86E+08	8,10E+08	9,45E+08	1,09E+09	1,25E+09	1,42E+09	1,60E+09	
	$W_{\text{supérieure}}$	mm ³	1,90E+06	2,25E+06	2,62E+06	2,93E+06	3,37E+06	3,76E+06	4,16E+06	4,57E+06	4,98E+06	5,41E+06	5,84E+06	6,27E+06	6,71E+06	
Module d'inertie selon la théorie de l'élasticité	$W_{\text{inférieure}}$	mm ³	2,38E+06	2,93E+06	3,50E+06	4,08E+06	4,70E+06	5,32E+06	5,95E+06	6,59E+06	7,24E+06	7,90E+06	8,56E+06	9,23E+06	9,91E+06	
	EI_{eff}	Nmm ²	1,85E+12	2,48E+12	3,23E+12	4,10E+12	5,07E+12	6,15E+12	7,34E+12	8,64E+12	1,01E+13	1,16E+13	1,33E+13	1,50E+13	1,69E+13	

ANNEXE 8 : Exemple de calcul de la rigidité effective de flexion

On calcule la rigidité effective d'une trame d'un caisson ELEMENT 320



Géométrie globale :

- b : largeur efficace : 340mm
- h : hauteur totale du caisson : 320mm
- Zs est la distance de la fibre neutre
- Zi est la distance de l'axe du panneau inférieur à la fibre neutre

Âme intérieure :

Épaisseur t=27mm ->6/15/6
Module axial E₂=5300 N/mm²

Membrane supérieure :

Épaisseur d'1=27mm ->9/9/9
Module de flexion E₁=7800 N/mm²

Membrane inférieure :

Épaisseur d1=27mm ->9/9/9
Module axial E₁=7800 N/mm²

E_{m,0} est le module moyen axial des panneaux supérieurs et inférieurs (valeurs en annexe 6). dénommé dans les formules :

- E_v pour les bois C24
- E₁ pour les panneaux supérieurs et inférieur
- E₂ pour les âmes

Calcul de l'Inertie effective

$$I_{eff} = \frac{1}{E_v} \cdot \sum E_i \left(\frac{b_i h_i^3}{12} + b_i h_i z_i^2 \right)$$

$$I_{eff} = \frac{1}{11000} \cdot 7800 \left(\frac{340 \times 27^3}{12} + 320 \times 27 \times 146.5^2 \right) = 1.40 \cdot 10^8 \text{ (membrane supérieure)}$$

$$+ \frac{1}{11000} \cdot 5300 \left(\frac{27 \times 266^3}{12} + 27 \times 266 \times 0^2 \right) = 2.04 \cdot 10^7 \text{ (âme)}$$

$$+ \frac{1}{11000} \cdot 7800 \left(\frac{340 \times 27^3}{12} + 320 \times 27 \times 146.5^2 \right) = 1.40 \cdot 10^8 \text{ (membrane inférieure)}$$

$$I_{eff} = 3.01 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

Calcul de la rigidité effective de flexion

$$EI_{eff} = E_v I_{eff}$$

$$EI_{eff} = 3.01 \cdot 10^8 \times 11000 = 3.31 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2$$

NOTA : La rigidité d'un caisson complet est la somme des rigidités de chaque trame

Annexe A

Utilisation en support d'étanchéité

A. Description

1. Principe

Le procédé NOVATOP ELEMENT est utilisé comme support ou élément porteur des toitures étanchées selon le NF DTU 43.4, complété par les prescriptions de la présente Annexe A.

Pour l'emploi en tant qu'élément porteur de toitures avec étanchéité, on utilise les caissons NOVATOP ELEMENT de pente minimale comprise entre 1,6 et 3 %. Cf paragraphe 3.3 du Dossier Technique.

Lorsque les caissons NOVATOP ELEMENT comporte un isolant souple sous ACERMI de remplissage réalisé en usine, l'épaisseur d'isolant support d'étanchéité minimale obligatoire est définie selon le tableau 1 de la présente Annexe A en respectant la règle des 2/3 – 1/3 hors zone très froide et la règle des 3/4 – 1/4 en zone très froide.

La résistance thermique de l'isolation support d'étanchéité ou de l'isolation inversée doit être supérieure ou égale à deux fois (règle des 2/3 – 1/3) celle du caisson NOVATOP ELEMENT (Cf. Tableau 1 de l'Annexe A).

Les balcons et coursives étanchées ne sont pas visées.

2. Destination d'emploi

Les caissons NOVATOP ELEMENT sont destinés à la réalisation de toitures dans

Au-dessus de locaux à hygrométrie faible et moyenne c'est-à-dire pour lesquels le rapport $W/n \leq 5 \text{ g/m}^3$. Où W est la quantité de vapeur produite à l'intérieur du local par heure en g/m^3 et n est le taux de renouvellement de l'air.

En travaux neufs ou en réfection totale en surélévation après dépose complète de la charpente et de la toiture existantes.

Les caissons NOVATOP ELEMENT permettent l'utilisation en classe d'emploi 2 selon la norme NF EN 335, sont destinés aux toitures en France européenne en climat de plaine :

- Inaccessibles avec chemins de circulation éventuels, sans rétention temporaire des eaux pluviales, pente minimale 1,6 %.
- Techniques ou à zones techniques (sans chemins de nacelles) de pente minimale comprise entre 1,6 % et 3 % et maximale de 7 % ;
- Inaccessibles avec procédé de végétalisation bénéficiant d'un Avis Technique de pente minimale 3 % ;
- Accessibles aux piétons et au séjour avec une protection par dalles sur plots selon les prescriptions spécifiques du paragraphe 7, de pente minimale 3 %, pente maximale de 5 %.
- Inaccessibles, de pente minimale 3 % et maximale 100 %, en tant qu'élément porteur des toitures dites « toitures froides ventilées inclinées » au sens du NF DTU 43.4, des bâtiments ouverts, tels que les auvents, préaux, avec un revêtement d'étanchéité bitumineux dont les DTA particuliers visent favorablement l'emploi sur éléments porteurs bois selon le NF DTU 43.4.

Les caissons NOVATOP ELEMENT peuvent être utilisés pour des toitures en climat de plaine (altitude $\leq 900 \text{ m}$).

Les pentes minimales des toitures inaccessibles, végétalisées, techniques et accessibles aux piétons sont dépendantes du critère de dimensionnement choisi :

- $\geq 3 \%$, lorsque les caissons structuraux NOVATOP ELEMENT sont dimensionnés en tenant compte d'une déformation final w_{fin} dû à toutes les charges, limitée au $1/250^{\text{ème}}$ de la portée ;
- $\geq 1,8 \%$, lorsque les caissons structuraux NOVATOP ELEMENT sont dimensionnés en tenant compte d'une déformation final w_{fin} dû à toutes les charges limitée au $1/400^{\text{ème}}$ de la portée ; hors toitures et terrasses végétalisées ;
- $\geq 1,6 \%$, lorsque les caissons structuraux NOVATOP ELEMENT sont dimensionnés en tenant compte d'une déformation final w_{fin} dû à toutes les charges limitée au $1/500^{\text{ème}}$ de la portée ; hors toitures et terrasses végétalisées.

Les caissons NOVATOP ELEMENT peuvent recevoir :

- Des systèmes d'isolation et d'étanchéité adhérents, semi-indépendants ou indépendants faisant l'objet d'un DTA ou Avis Technique pour l'emploi sur éléments porteurs bois, panneaux à base de bois, et panneaux en bois massif CLT ;

- Un procédé d'isolation inversée bénéficiant d'un DTA pour l'emploi sur éléments porteurs bois, panneaux à base de bois, et panneaux en bois massif CLT.

En toiture chaude, la résistance thermique de l'isolation support d'étanchéité ou de l'isolation inversée doit être supérieure ou égale à deux fois (règle des 2/3 – 1/3 hors zone très froide et la règle des 3/4 – 1/4 en zone très froide). celle du caisson NOVATOP ELEMENT (Cf. Tableau 1 de l'Annexe A).

En toiture froide ventilée, le procédé NOVATOP ELEMENT est limité à la réalisation de toitures de bâtiments ouverts, non chauffés, non isolés tels que auvents, préaux supports d'étanchéité.

Les panneaux SWP utilisés pour la réalisation des costières ont une épaisseur minimale de 27 mm.

3. Organisation de la mise en œuvre

La répartition des travaux est réalisée conformément aux prescriptions de la partie 2 (CCS) du NF DTU 43.4 avec les spécifications suivantes.

3.1 Lot Structure (ou Charpente, ou Gros-œuvre)

Le lot Structure (ou Charpente, ou Gros-œuvre) assure :

- La fourniture et la mise en œuvre de l'élément porteur en caissons NOVATOP ELEMENT ;
- L'exécution des points singuliers nécessaires au système d'étanchéité, reliefs - acrotères - costières - joint de dilatation ;
- La réalisation, dans les caissons NOVATOP ELEMENT, des réservations nécessaires au système d'étanchéité (lanterneaux ou bandes éclairantes ou voûtes d'éclairage, sorties de crosse, pénétrations et traversées, entrées d'eaux pluviales) ;
- La protection provisoire immédiate et obligatoire des joints entre caissons et trous de levage vis-à-vis des intempéries par bande de pontage adhésive (cf. paragraphe 5.11).

Protection vis-à-vis des intempéries prévue dès la phase conception

Lorsque le DPM le prévoit, la protection du chantier vis-à-vis des intempéries est prévue dans le lot « Charpente – Ossature bois » par bâchage modulable ou par « structure parapluie temporaire ».

Protection vis-à-vis des intempéries en phase exécution chantier

Lorsque l'intervention du lot étanchéité est immédiate et coordonnée avec le lot charpente, et en l'absence de « structures parapluie temporaire », la protection provisoire en partie courante (couche de protection cf. paragraphe 6.12) vis-à-vis des intempéries est mise en œuvre par le lot étanchéité (Cf. paragraphe 3.2).

Lorsque l'intervention du lot étanchéité est décalée dans le temps, le lot charpente met en œuvre, la protection provisoire en partie courante vis-à-vis des intempéries par bâchage modulable ou par « structure parapluie temporaire ».

Un bâchage modulable doit permettre d'être mis en place et déposé à plusieurs reprises lors de l'avancement d'un chantier tout en gardant son intégrité et sa fonction de hors d'eau temporaire. Il peut s'agir de bâches installées sur des structures bois temporaires donnant la pente ou de toitures complètes à poser sur les têtes de murs (par exemple)

Conditions de service

Afin de respecter les conditions de service des caissons NOVATOP ELEMENT, leur humidité ne doit pas être supérieure à 22 % au moment de la mise en œuvre du système d'étanchéité, mesurable en utilisant un humidimètre à pointes ou à lame selon la norme NF EN 13183-2:2002.

Les points de mesures seront distants de 3.00m maximum, avec un minimum de cinq de mesures (dans les angles et au centre de la toiture).

Si les bois présentent plus de 22% d'humidité, la structure doit être protégée des intempéries afin de permettre son séchage. Des mesures d'humidités sont alors effectuées à intervalles réguliers pour suivre l'évolution du séchage et s'assurer qu'il est effectif.

La vitesse de séchage peut être accélérée en chauffant le volume intérieur du bâtiment, sous le caisson concerné.

Le support constitué par le charpentier doit faire l'objet d'une acceptation contradictoire avec l'étanchéur, portant notamment sur les points suivants :

- Planéité du plan de pose avec notamment limitation du désaffleurement entre deux caissons < 2 mm, compatible avec la nature des systèmes d'étanchéité à mettre en œuvre, et notamment l'isolant ;
- Ouverture entre caissons < 5 mm.
- Respect de la pente prescrite par le présent DTA.
- Contrôle de la siccité du support selon l'alinéa ci-dessus.

NOVAWOOD SYSTEMES fournit une assistance technique sur demande.

3.2 Lot Étanchéité

Le lot Étanchéité assure lorsque l'intervention est immédiate :

- La protection provisoire vis-à-vis des intempéries en partie courante par la mise en œuvre de la couche de protection (Cf. paragraphe 5.12) ;
- La mise en œuvre du système d'étanchéité, pare-vapeur et support isolant éventuels, revêtement d'étanchéité, isolation inversée éventuelle, protection éventuelle (incluant la protection végétalisée), au-dessus du support en caissons NOVATOP ELEMENT ;
- La vérification des réservations nécessaires au système d'étanchéité réalisés par le lot charpente – gros-œuvre.

L'assistance technique concernant les systèmes d'étanchéité, d'isolation et de végétalisation s'effectue conformément aux dispositions indiquées dans le Document Technique d'Application des isolants et du revêtement d'étanchéité, et de l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

4. Dispositions constructives relatives à l'élément porteur

4.1 Percements et réservations

Les percements et réservations dans les caissons NOVATOP ELEMENT sont à la charge du charpentier. Ils sont réalisés à la fabrication des caissons ou sur site par le lot Structure.

Comme pour tous les supports en bois ou à base de bois selon le NF DTU 43.4, l'implantation des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales doit être faite conformément à l'annexe E du NF DTU 43.3 P1-1 d'avril 2008.

4.2 Configurations de pose des caissons NOVATOP ELEMENT

Les caissons NOVATOP ELEMENT peuvent être mis en œuvre suivant deux configurations :

Pose dite « chevron » :

- Le fil parallèle du panneau est dans le sens du rampant,
- Les appuis sont alors traditionnellement le faîtage, la sablière (pente minimale 1,5%) et éventuellement des pannes ou murs de refend intermédiaires.

Pose dite « panne », à dévers :

- Le fil parallèle du panneau est parallèle à la ligne de faîtage,
- Les appuis sont alors les murs ou structures en pignon et éventuellement des murs de refend intermédiaires.

Dans tous les cas, des dispositions constructives sont prises afin que tous les caissons partageant une rive commune soient assemblés : feuillure et couvre joint suivant indications du paragraphe 4.3 ci-après.

4.3 Assemblage des caissons NOVATOP ELEMENT entre eux

Le charpentier réalise les assemblages entre caissons adjacents d'un même plan de toiture selon le paragraphe 7 du Dossier Technique.

Ce type de liaison entre caissons permet d'assurer la planéité adéquate à la mise en œuvre du complexe d'étanchéité et notamment un désaffleurement compatible avec les procédés d'étanchéité (+/-2mm).

5. Prescriptions relatives aux toitures inaccessibles, techniques et végétalisées

Conditions nécessaires à l'exécution des travaux d'étanchéité

Les règles propres aux travaux d'étanchéité, éléments porteurs - panneaux isolants éventuels - revêtements d'étanchéité, non modifiées par la présente Annexe A sont applicables, notamment :

- Le NF DTU 43.4 ;
- L'annexe E du NF DTU 43.3 P1-1 d'avril 2008 pour les dispositifs d'évacuation des eaux pluviales ;
- Le NF DTU 43.5, pour les travaux de réfections du système d'étanchéité sur NOVATOP ELEMENT existants ;
- Les Avis Techniques de procédé de végétalisation de toitures.

3.1/19-987_V1

La constitution de la toiture est la suivante, de bas en haut :

- Caissons NOVATOP ELEMENT ;
- Couche de protection (Pare-vapeur) ;
- Isolant support d'étanchéité ;
- Revêtement d'étanchéité ;
- Isolation inversée éventuelle ;
- Protection lorsque nécessaire.

Nota : Les caissons NOVATOP ELEMENT nus côté intérieur font office de plafond dans les ERP, les bâtiments d'habitation et les locaux régis par le code du travail.

6. Matériaux

6.11 Bande de pontage

Pour le pontage des joints entre caissons NOVATOP ELEMENT et pour l'obturation des trous de levage, sont utilisées les bandes adhésives visant l'emploi sur support bois.

Caractéristiques :

- Largeur minimale ; 60 mm
- Adhérence sur support bois supérieure à 30N/25mm selon EN 1939 ;
- Résistance au déchirement : > 50 N/25mm selon EN 14410 ;
- Allongement : 20 % selon EN 14410 ;
- Sd : 40 m selon EN 1931

On peut citer les bandes adhésives :

- Flexi Band de chez Rothoblass ;
- Tescon de chez Proclima.

6.12 Couche de protection et pare-vapeur

6.121 Pare-vapeur dans le cas des toitures-terrasses inaccessibles et techniques et TTV

Sont admises et mises en œuvre les pare-vapeur conformes au NF DTU 43.4 ou définies dans un DTA de revêtement d'étanchéité et visant favorablement l'emploi sur éléments porteurs en bois ou à base de bois.

6.122 Couche de protection dans le cas des toitures-terrasses accessibles aux piétons et séjour avec dalles sur plots

Sont admises et mises en œuvre les couches de protection définies dans le DTA particulier du revêtement d'étanchéité bicouche à base de bitume SBS et visant favorablement l'emploi sur éléments porteurs en bois ou à base de bois.

6.13 Isolant support d'étanchéité ou inversé

Cf. Tableau 1.

Sont admis et mis en œuvre les panneaux isolants supports d'étanchéité ou isolant inversée faisant l'objet d'un Document Technique d'Application sur élément porteur bois et pour la destination de toitures envisagée ; collés ou posés libre dans les conditions de leurs DTA particuliers.

La résistance thermique utile de l'isolation support d'étanchéité ou inversée doit être supérieure ou égale à deux fois (règle des 2/3 - 1/3) ou 3 fois (règle des 3/4 - 1/4) la résistance thermique utile du procédé NOVATOP ELEMENT, y compris l'éventuel remplissage.

Sur la base du tableau 1 « résistance thermique utile minimale de l'isolation située au-dessus de la couche de protection », se référer au tableau des résistances thermiques utiles figurant dans les DTA particuliers des panneaux isolants support d'étanchéité ou panneaux d'isolation inversée pour déterminer l'épaisseur d'isolant adaptée.

6.14 Revêtements d'étanchéité

Sont admis et mis en œuvre les revêtements d'étanchéité faisant l'objet d'un Document Technique d'Application sur élément porteur bois et pour la destination de toitures envisagée, posés en semi-indépendance apparents ou indépendants sous protection lourde dans les conditions de leur DTA particuliers.

6.15 Fixations

Sont admises et mises en œuvre les fixations pour éléments porteurs bois et panneaux à base de bois, définies dans les DTA particuliers des panneaux isolants supports d'étanchéité et dans les DTA particuliers des revêtements d'étanchéité.

À cette fin, le panneau NOVATOP ELEMENT est considéré comme du bois massif d'épaisseur 27mm (épaisseur du panneau supérieur cf. Annexe 6) et les fixations retenues doivent présenter une résistance caractéristique à l'arrachement selon NF P30-310 dans le bois massif conformes aux valeurs préconisées dans les documents précités.

6.16 Accessoires d'étanchéité (EEP, couverture, bande de rives...)

Sont admis les accessoires d'étanchéité conforme au NF DTU série 43 et définis dans les DTA des revêtements d'étanchéité visant l'emploi sur support bois.

6.17 Protection du revêtement d'étanchéité

Sont admises et mises en œuvre les protections lourdes meubles définies dans le NF DTU 43.4 et dans les DTA des revêtements d'étanchéité visant l'emploi sur support bois.

Sont admises et mises en œuvre les protections végétalisées définies dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation visant l'emploi sur support bois.

Sont admises et mises en œuvre les protections par dalles sur plots conforme au NF DTU 43.1 et définies dans les DTA des revêtements d'étanchéité visant l'emploi sur support bois.

6.2 Mise en œuvre en partie courante

Les revêtements d'étanchéité sont mis en œuvre selon leur DTA particuliers visant l'emploi sur support bois.

6.3 Mise en œuvre dans les points singuliers

Les points singuliers (noues, façtages – arêtières, rives et égouts, chéneaux, traversées de toitures, etc.) sont réalisés conformément au NF DTU série 43, complété par les documents Techniques d'Application des revêtements d'étanchéité ou l'Avis technique du procédé de végétalisation.

Reliefs

Les reliefs sont réalisés en continuité des caissons NOVATOP ELEMENT de toiture (élément porteur des parties courantes). Ils sont réalisés par le lot charpente.

Les reliefs sont à créer solidaires de l'élément porteur à l'aide de panneaux SWP/3 qui permet l'emploi en classe 3, fournis par NOVATOP ou d'éléments en bois conforme au NF DTU 43.4.

Les règles de dimensionnement sont conformes aux préconisations du NF DTU 43.4, paragraphe 8.2.

Les reliefs sont revêtus d'un bardage étanche à l'eau ou d'une couverture étanche à l'eau et pentée. Le relevé d'étanchéité reçoit en tête un dispositif d'écartement des eaux de pluie.

Émergences

Les dispositions sont définies dans le NF DTU 43.4, dans le Document Technique d'Application des panneaux isolants et du revêtement d'étanchéité, et dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

La hauteur des reliefs est conforme à celles du NF DTU 43.4 P1, complétées par l'Avis Technique du procédé de végétalisation des terrasses et toitures végétalisées.

La nature des costières est conforme à celle du NF DTU 43.4 P1.

- Costières en SWP/3 ou en CLT sous DTA rapportées sur les caissons NOVATOP ELEMENT, d'épaisseur minimale 42mm fixées par des équerrés métalliques.

Joint de dilatation

Les dispositions :

- du NF DTU 43.4,
- des Avis Technique des systèmes de joints de dilatation,
- des DTA des revêtements d'étanchéité synthétiques, complétées par le paragraphe 6.5 du CPT Commun « Étanchéité de toitures par membranes monocouches synthétiques en PVC-P non compatible avec le bitume » du Fascicule du CSTB 3502 d'avril 2004. Cf. Figures 8A et 8B.

s'appliquent.

Façtages et arêtières

Les dispositions du NF DTU 43.4 s'appliquent, complétées par celles du Document Technique d'Application des panneaux isolants éventuels et du revêtement d'étanchéité, et l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

Évacuations des eaux pluviales

Les dispositifs, surfaces collectées, implantations etc., définies dans l'annexe E du NF DTU 43.3 P1-1 d'avril 2008 s'appliquent en travaux neufs, et celles du NF DTU 43.5 s'appliquent en travaux de réfections.

EEP en déversoir

Sont admises les descentes d'eaux pluviales « en déversoir » latérales, mise en œuvre conformément au NF DTU 43.3 (paragraphe 7.8.6) et aux Avis Techniques des revêtements d'étanchéité.

Surface collectée maximale de 350m² par EEP.

Les dimensions minimales de la platine sont celles définies dans le NF DTU 43.3 paragraphe 7.8.6.1.2 et figure 12 du NF DTU 43.3.

Les dimensions et le nombre d'EEP est conforme au NF DTU 43.3

Les décaissés est conforme au NF DTU 43.3.

EEP en fond de noues

Lorsque les descentes d'eaux pluviales sont « en fond de noues » verticales, la conception de l'ouvrage doit prévoir que les descentes d'eau pluviales soient visibles par l'occupant, permettant d'alerter les occupants d'une infiltration d'eau éventuelle.

Dans le cas des terrasses accessibles aux piétons et séjour avec protection par dalles sur plots, elles sont traitées par un manchon étanché à la couche de protection soudée aux caissons NOVATOP ELEMENT et une naissance d'eaux pluviales dont la platine est soudée au revêtement d'étanchéité sous les dalles sur plots.

Noues

En aggravation du NF DTU 43.4, les dimensions, surfaces collectées, implantations, etc. des noues et chéneaux sont définies dans l'annexe E du NF DTU 43.3 P1-1 d'avril 2008 en travaux neufs, dans la norme NF DTU 43.5 en travaux de réfections, et dans le Document Technique d'Application des panneaux isolants supports à forme de pente intégrée.

7. Compositions des toitures-terrasses accessibles aux piétons et au séjour avec protection par dalles sur plots

7.1 Cas de la pente de l'élément porteur NOVATOP ELEMENT > 1,6%

En toitures-terrasses accessibles aux piétons et au séjour, l'ouvrage de toiture est constitué de la manière suivante :

- Élément porteur d'étanchéité NOVATOP ELEMENT;
- Couche de protection du panneau NOVATOP ELEMENT servant de pare-vapeur (cf. paragraphe 6.122);
- Isolant thermique non porteur support d'étanchéité (cf. paragraphe 6.13) faisant l'objet d'un DTA pour l'emploi sur élément porteur en maçonnerie sur support isolant en toitures-terrasses accessibles avec protection par dalles sur plots ;
- Revêtement d'étanchéité (cf. paragraphe 6.14), faisant l'objet d'un DTA pour l'emploi sur élément porteur en maçonnerie sur isolant en toitures-terrasses accessibles avec protection par dalles sur plots.
- Isolation inversée éventuelle (cf paragraphe 6.13).
- Protection éventuelle (cf. paragraphe 6.17)

8. Mise en œuvre

8.1 Mise en œuvre des bandes de pontage

Les bandes de pontage des joints entre caissons NOVATOP ELEMENT sont mises en œuvre par le lot charpente, sur tous les joints longitudinaux et transversaux, en centrant la bande de pontage de part et d'autre du joint.

Les bandes de pontage des trous de levage sont mises en œuvre par le lot charpente, à chaque point de levage, en centrant la bande de pontage au centre de la zone à traiter.

8.2 Mise en œuvre du pare-vapeur ou de la couche de protection

Après pontage des joints, les caissons NOVATOP ELEMENT reçoivent un pare-vapeur selon les prescriptions du DTA du revêtement d'étanchéité.

Dans le cas de toitures-terrasses accessibles aux piétons et séjour avec protection par dalles sur plots, après pontage des joints, les caissons NOVATOP ELEMENT reçoivent une couche de protection formée d'une feuille monocouche en bitume SBS faisant l'objet d'un DTA en tant que revêtement d'étanchéité visant la pose directe sur supports à base de bois.

8.3 Mise en œuvre de l'isolant thermique non porteur support d'étanchéité

Les panneaux isolants thermique non porteur support d'étanchéité sont mis en œuvre conformément à leur DTA particulier.

8.4 Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité

Les revêtements d'étanchéité sont mis en œuvre conformément à leur DTA particulier.

8.5 Mise en œuvre en relevés

La couche de protection est relevée sur les reliefs pour permettre un recouvrement avec le revêtement d'étanchéité d'au moins 6 cm.

Le relevé d'étanchéité est placé derrière un bardage étanche à l'eau et protégé en tête.

Une équerre du pare-vapeur comme couche de protection est réalisée et est remontée le long de l'acrotère au-dessus de l'isolant sur 6 cm.

Les Documents Particuliers du Marché (DPM) doivent indiquer la composition de ce bardage et identifier le lot concerné par cet ouvrage.

9. Dispositions particulières pour les toitures froides ventilées non isolées

Les caissons NOVATOP ELEMENT peuvent également constituer le support direct du revêtement d'étanchéité. Cette conception est limitée aux bâtiments ouverts non isolés et non chauffés (auvents, préaux).

- Pente minimale : 3 % ;
- Pente maximale : ≤ 100 %.
- La constitution de la toiture est la suivante, de bas en haut :
- Élément porteur en NOVATOP ELEMENT
- Revêtement d'étanchéité ;
- Protection rapportée éventuelle (pente $\leq 5\%$) ;

10. Dispositions pour les toitures-terrasses végétalisées

La réalisation de toitures-terrasses végétalisées doit se faire conformément aux Avis Techniques des procédés de végétalisation de toitures (prise en compte de la charge de sécurité forfaitaire de 15 daN/m²) sans toutefois qu'il ne soit nécessaire de prendre en compte la surcharge de 85 daN/m²:

- Dès lors que le dimensionnement des caissons NOVATOP ELEMENT est réalisé en considérant une charge permanente de végétalisation à capacité maximale en eau, indiquée dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation ;
- Que la vérification des déformations prend en compte le fluage des caissons.

11. Entretien et réparation

L'entretien des toitures est celui prescrit par le NF DTU 43.5, complété par les DTA des complexes d'étanchéité et Avis Techniques des procédés de végétalisation.

En cas d'intervention ultérieure imposant une réfection totale du système d'étanchéité, la mise en œuvre du nouveau système d'étanchéité devra être précédée d'une vérification de l'état des caissons (absence d'altération), et du contrôle de l'humidité des caissons NOVATOP ELEMENT ($< \text{à } 22\%$).

12. Assistance technique

NOVATOP est représenté en France par la société Novawood Systèmes (contact@novawood-systemes.fr) .

12.1 Assistance en phase CONCEPTION

Novawood Systemes assure l'assistance technique par le biais de Etudes Bois du Barrois, Bureau d'Etude structure bois (Mail de contact : technique@novawood-systemes.fr).

Les missions d'assistance technique ne se substituent pas une étude technique réglementaire mais fournissent les renseignements nécessaires pour qu'elle soit menée à bien.

12.2 Assistance en phase CHANTIER

Cette assistance s'effectue sur demande en phase chantier.

Elle consiste à l'assistance des intervenants lors des premiers chantiers, par notamment la supervision par un charpentier expérimenté à la mise en œuvre des caissons NOVATOP ELEMENT.

Tableaux et figures de l'Annexe A

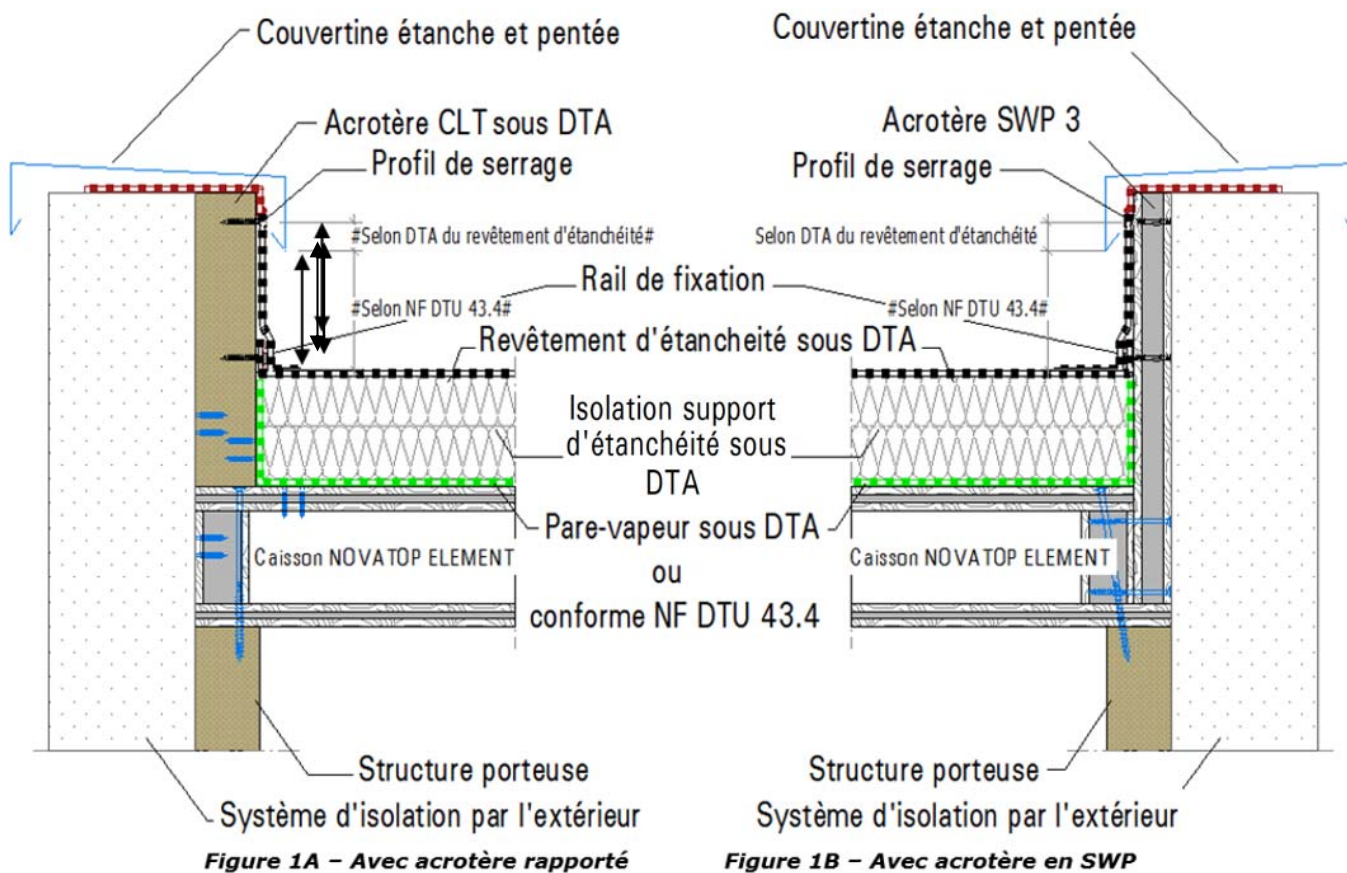


Figure 1A - Avec acrotère rapporté

Figure 1B - Avec acrotère en SWP

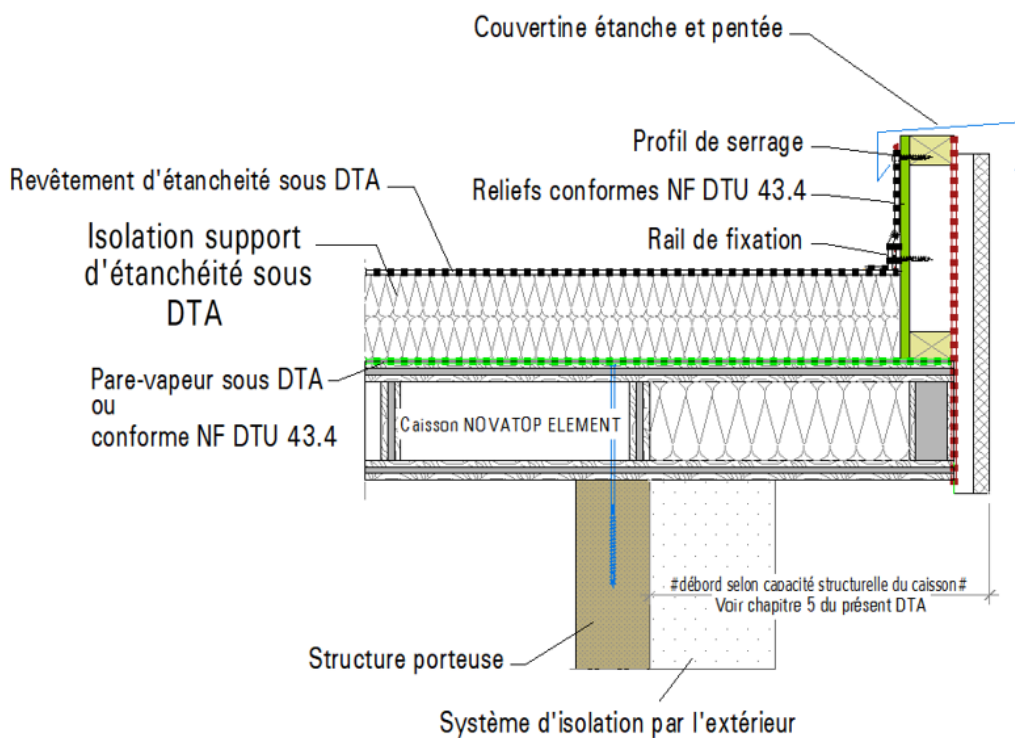


Figure 1C - Avec débord

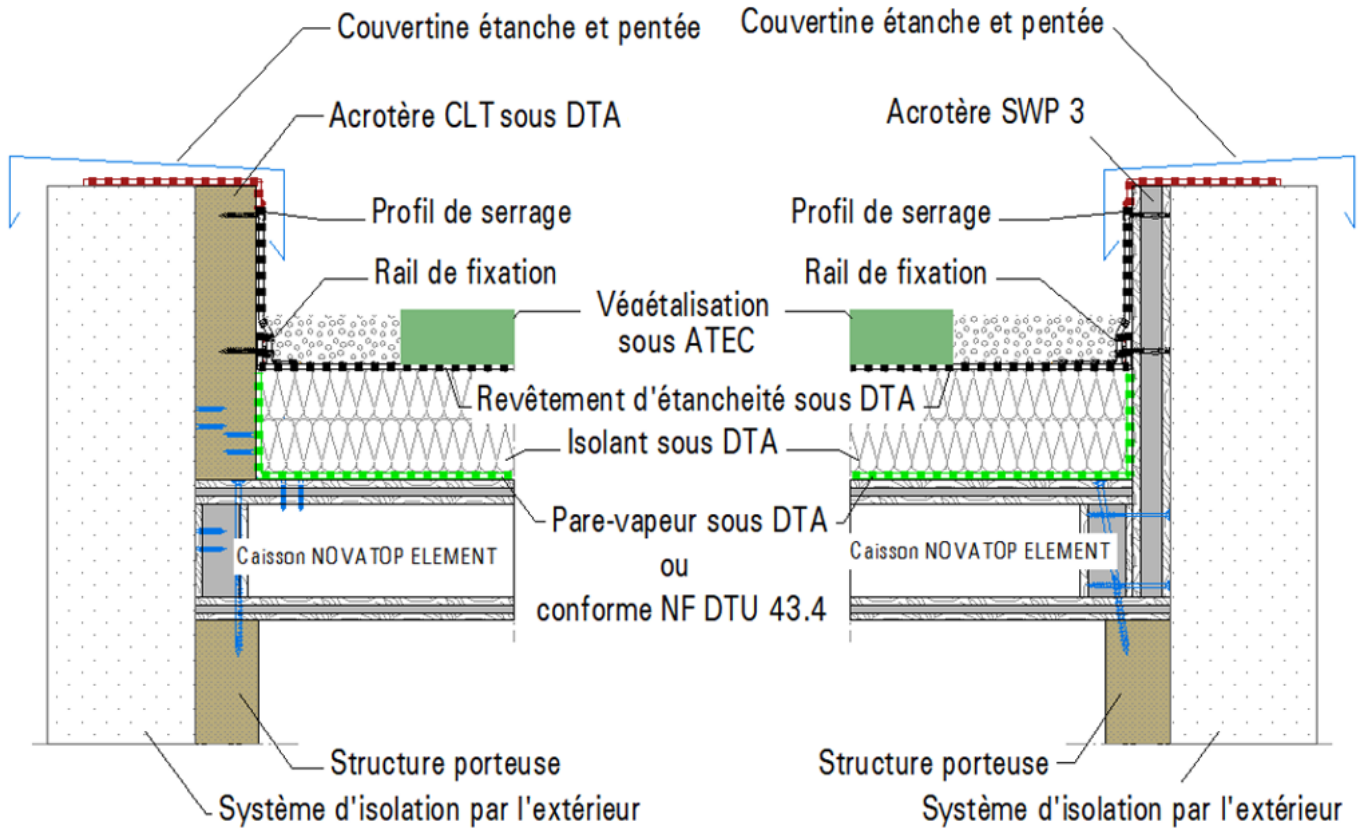


Figure 2A – Avec acrotère rapporté

Figure 2B – Avec acrotère SWP

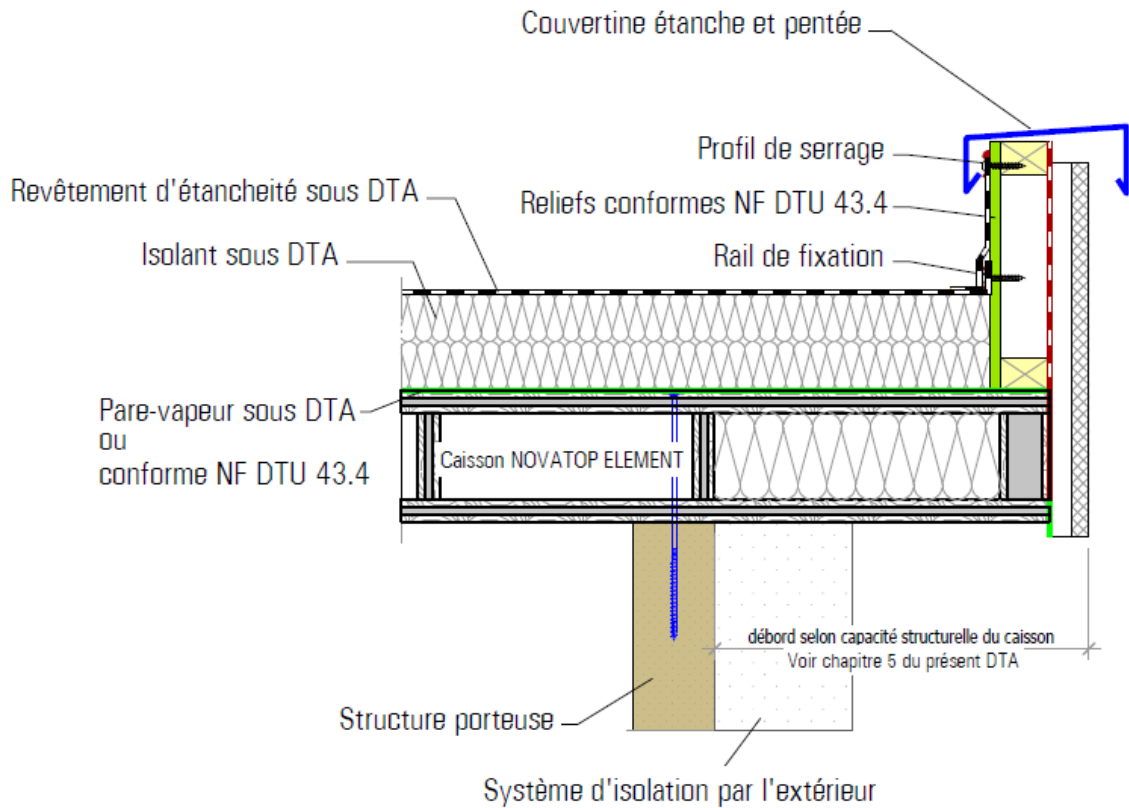


Figure 2C – Avec débord

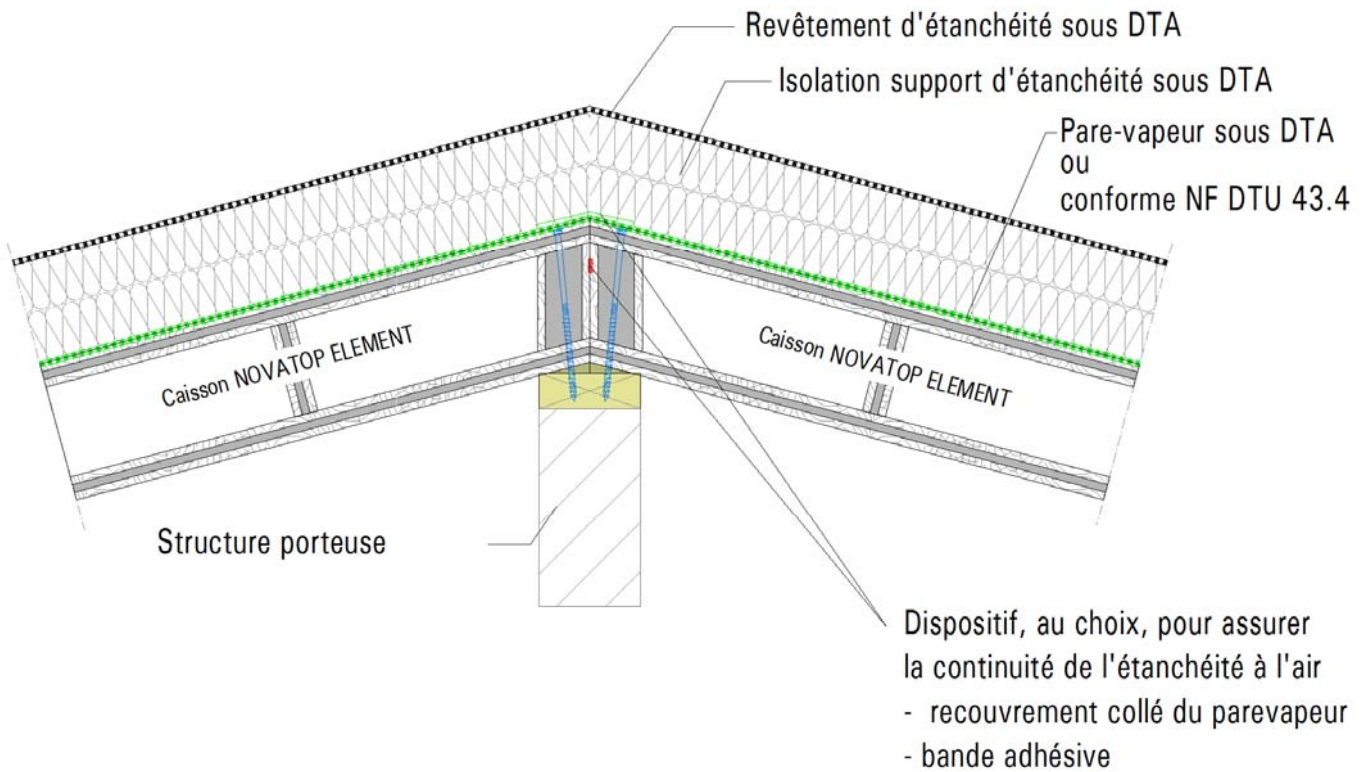


Figure 3 – Arêtier

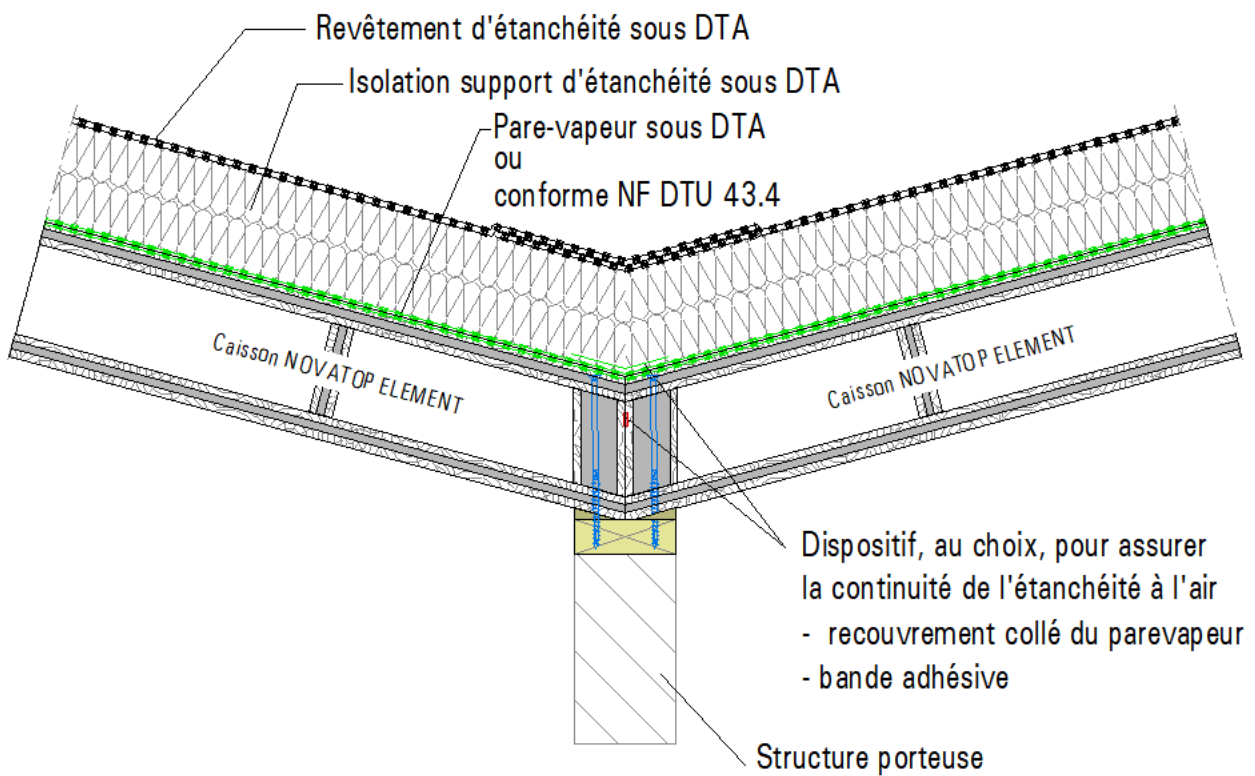


Figure 4 – Noue portée

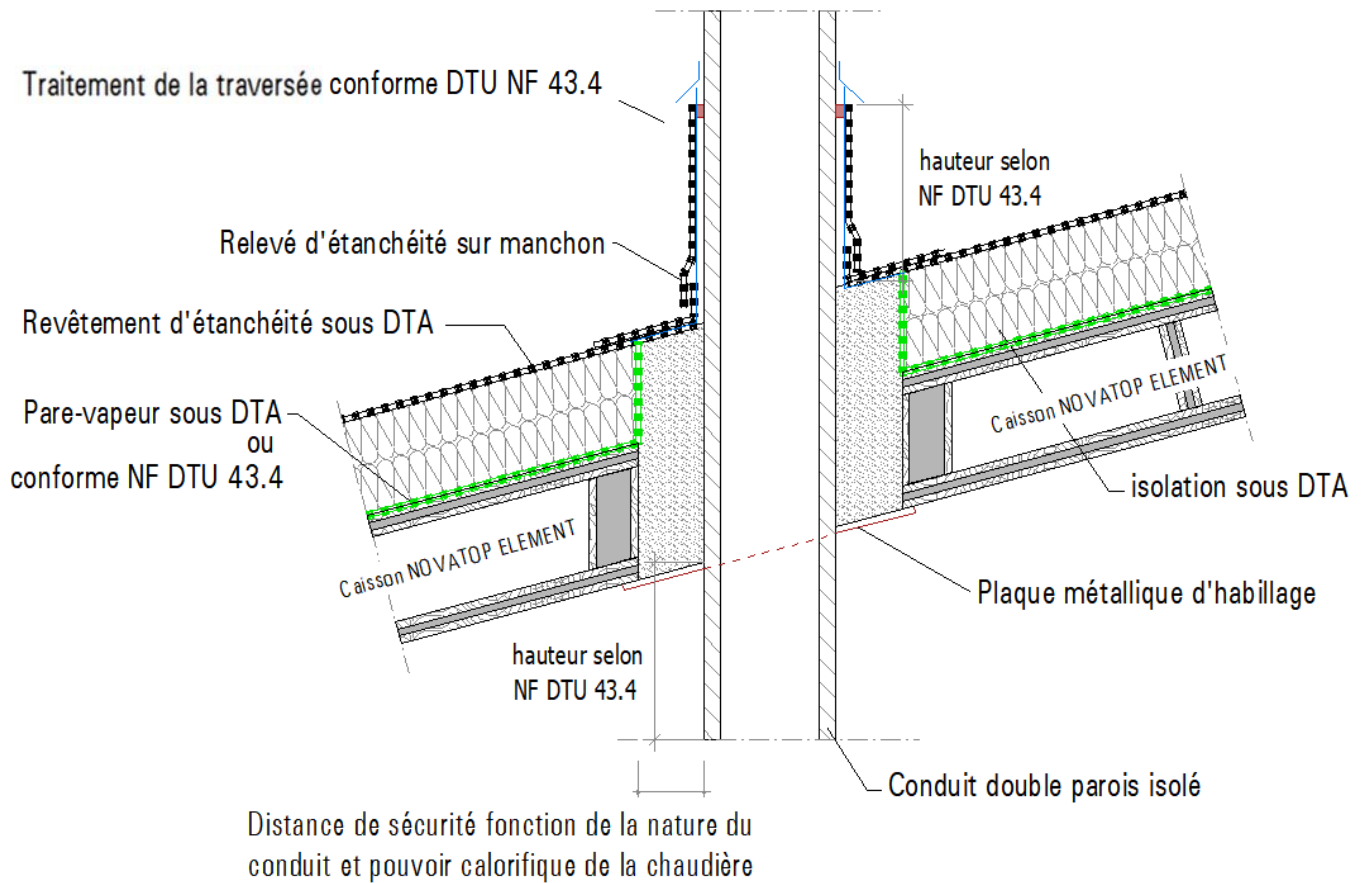


Figure 5 – Traversée de conduit feu

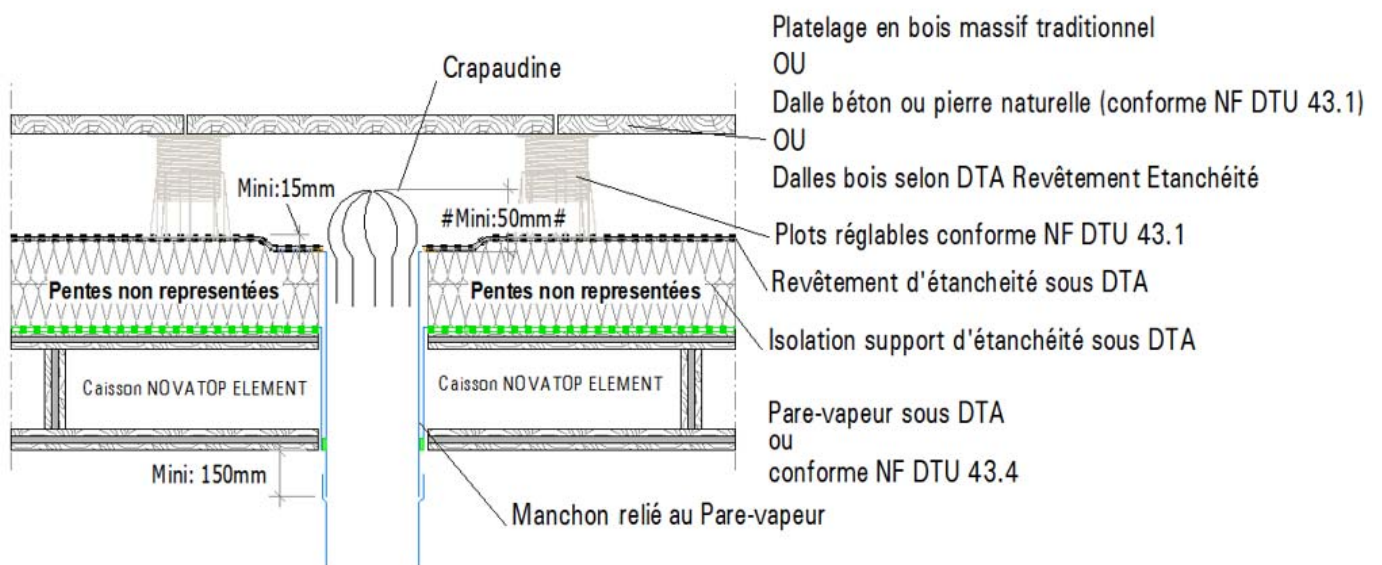


Figure 6A – Naissance descente EP (terrasse accessible aux piétons et séjours)

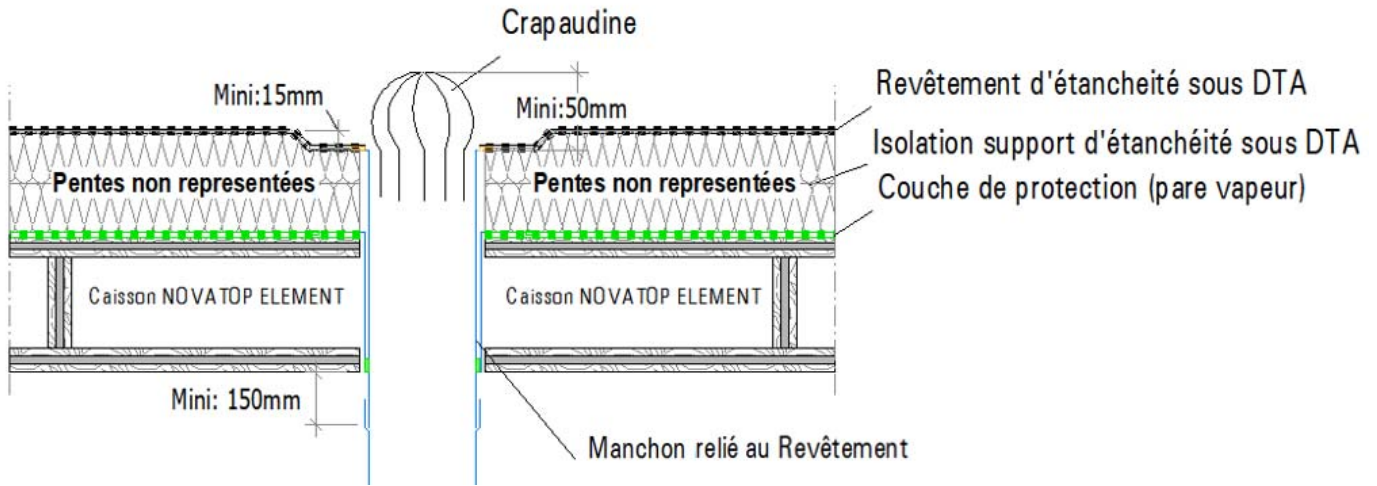


Figure 6B – Naissance descente EP (terrasse inaccessible)

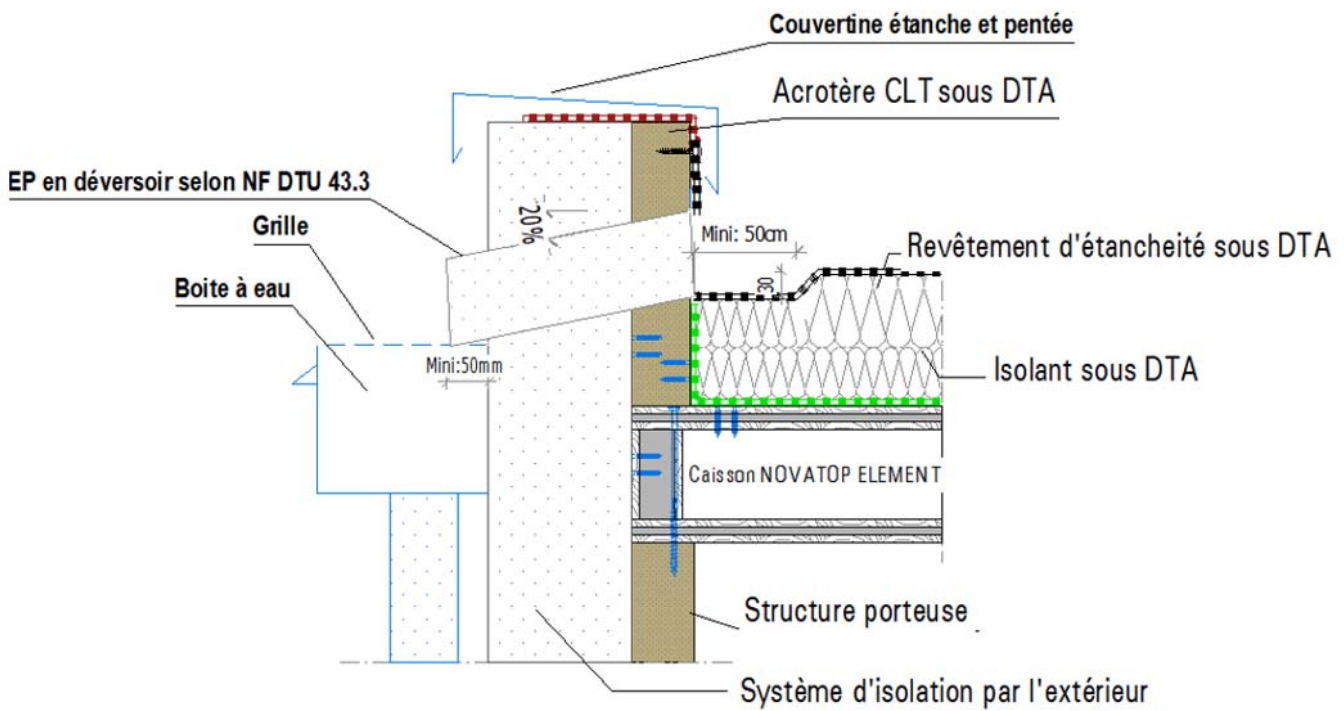


Figure 6C – EEP en déversoir

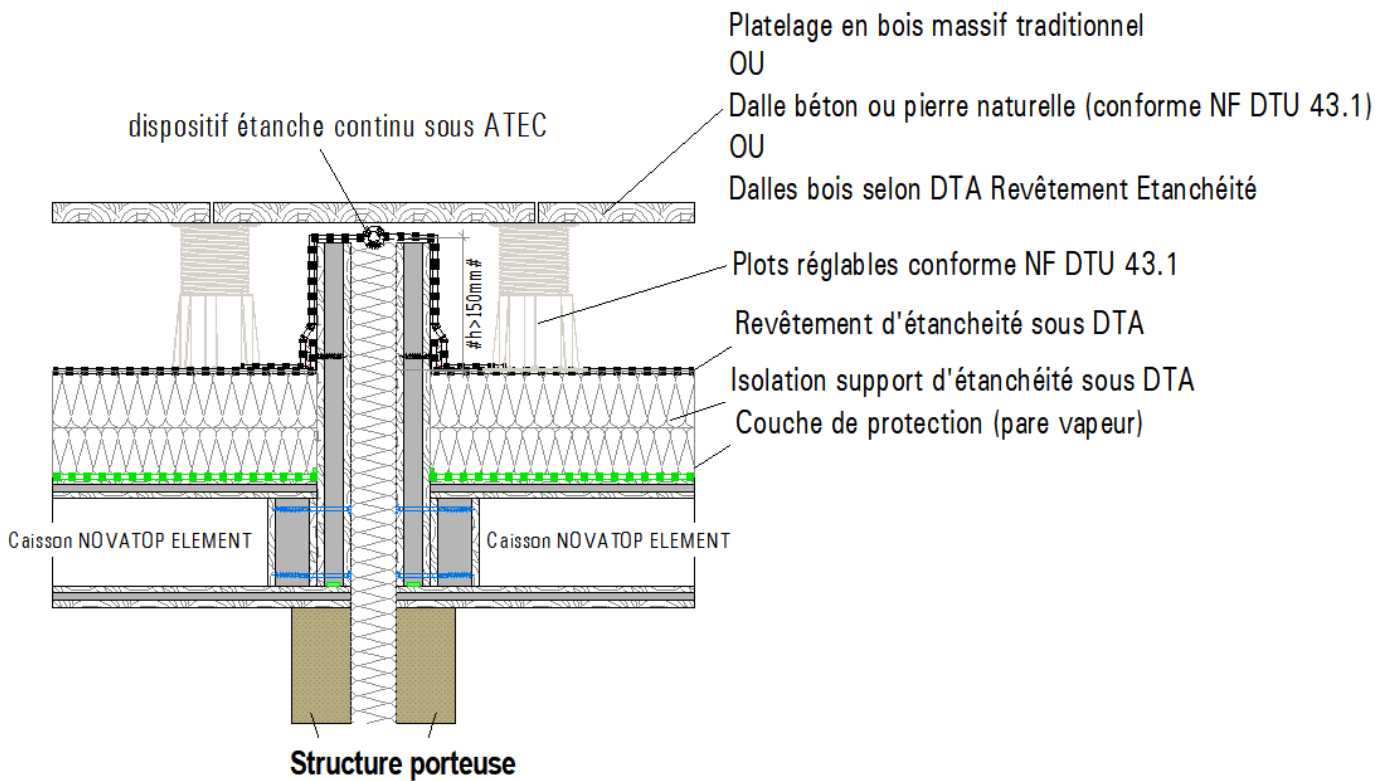


Figure 8A – Joint de dilatation (terrasse accessible aux piétons et séjours)

dispositif étanche continu sous ATEC

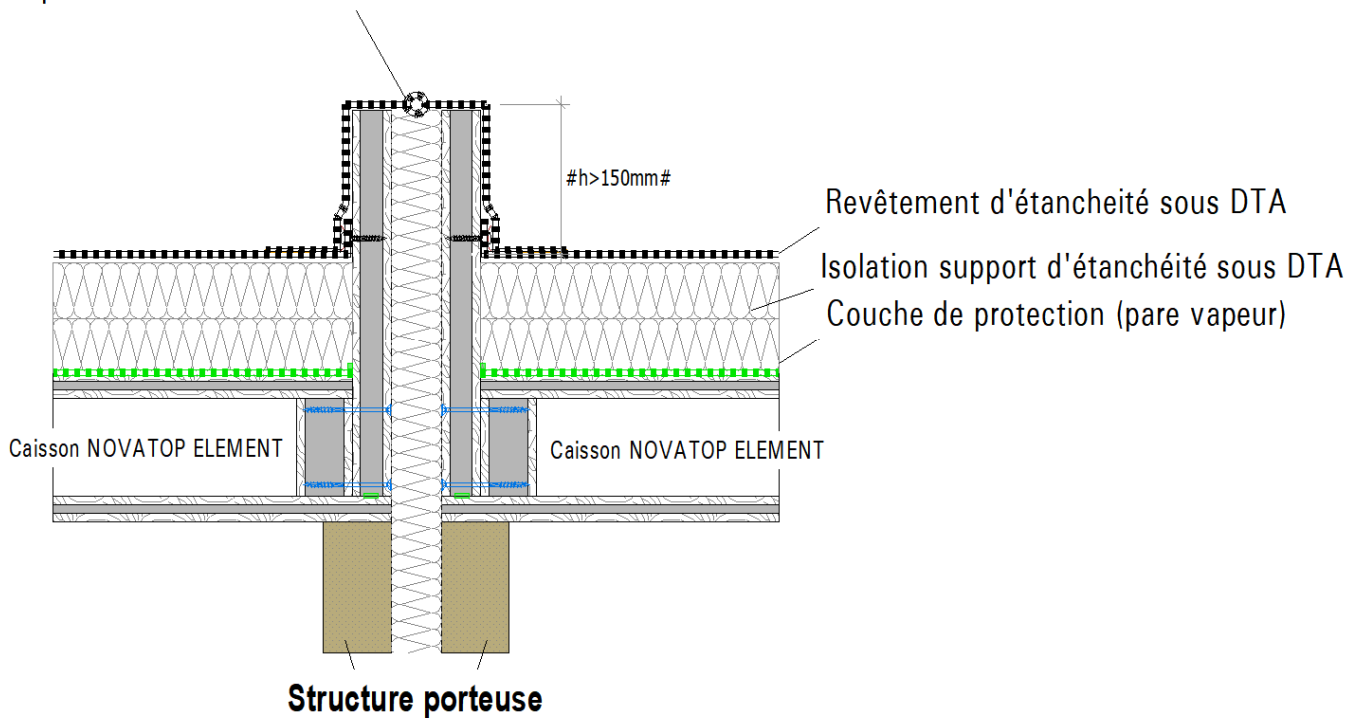


Figure 8B – Joint de dilatation (terrasse inaccessible)

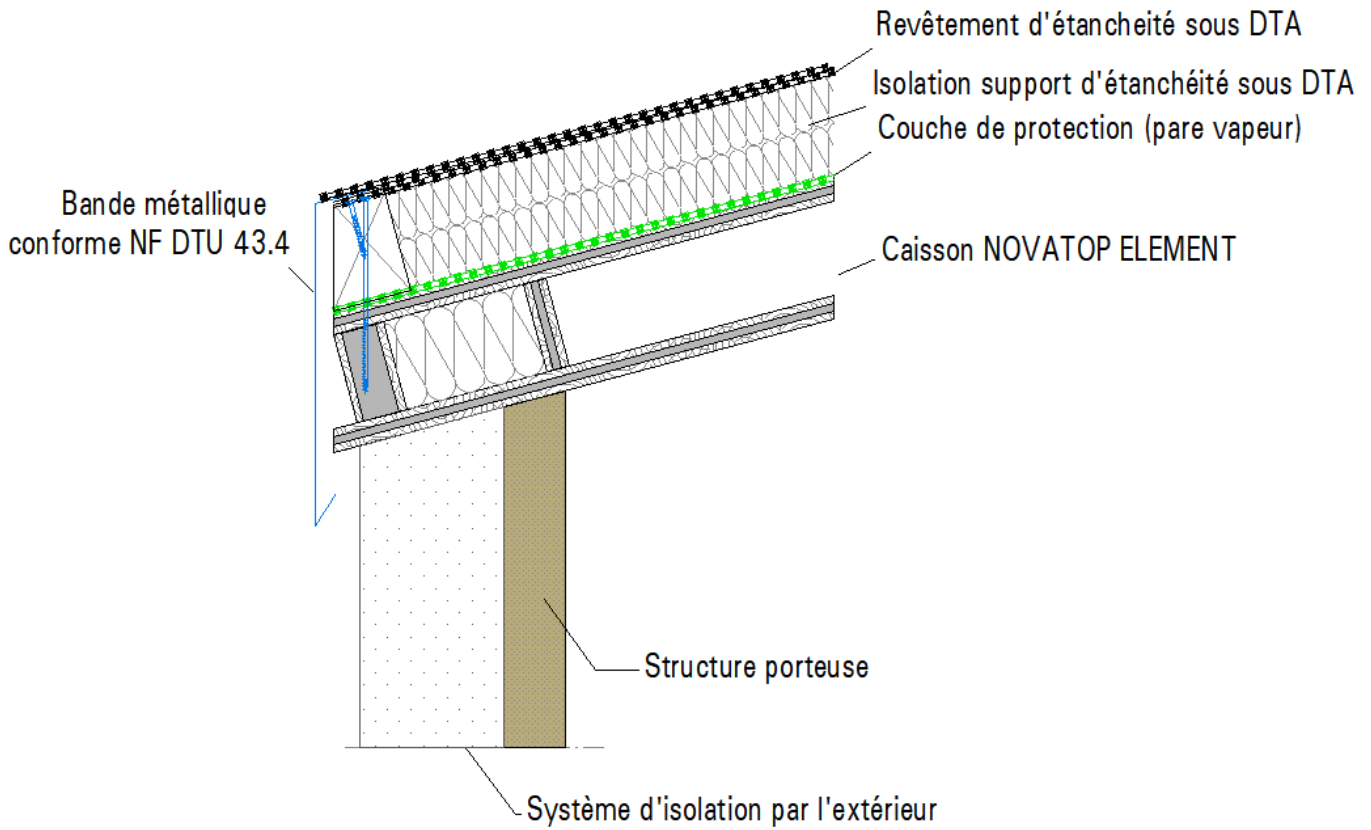


Figure 10 A1 – Rive de revêtements d'étanchéité autoprotégés bicouche

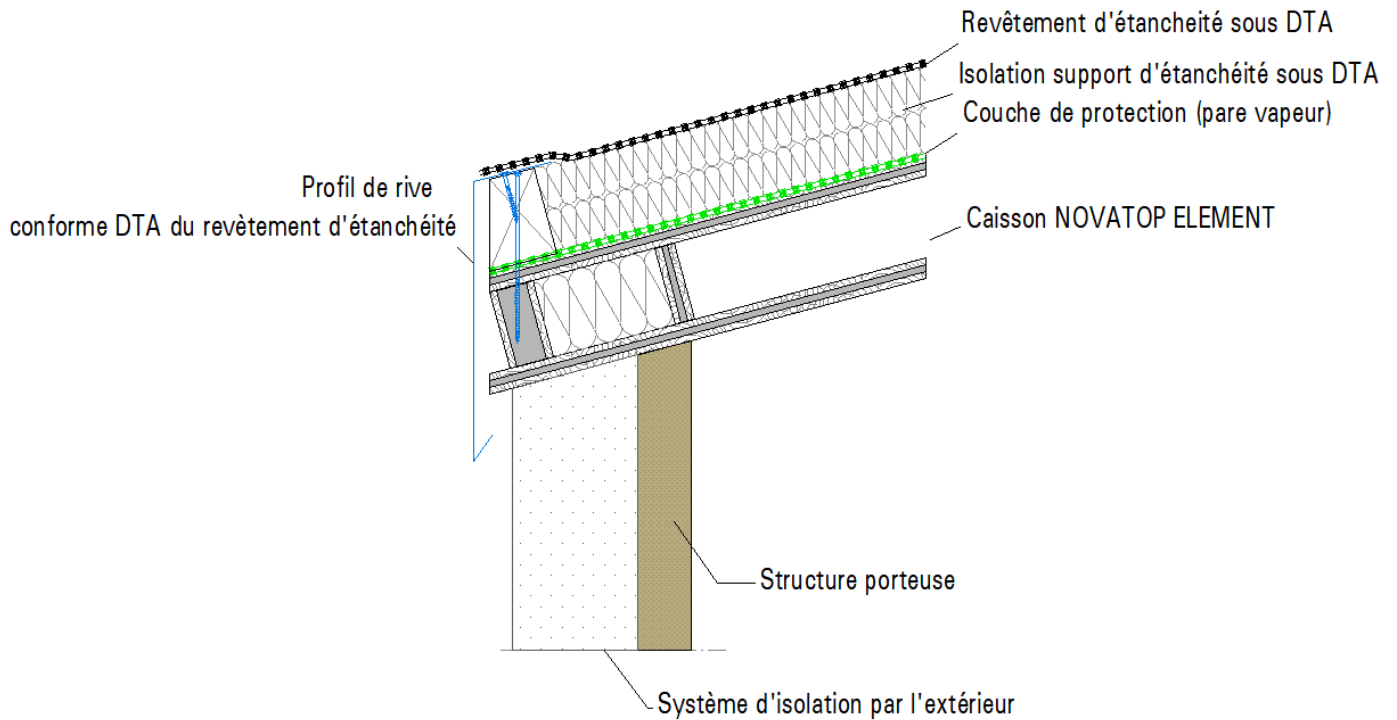


Figure 10 A2 – Rive de revêtements d'étanchéité autoprotégés

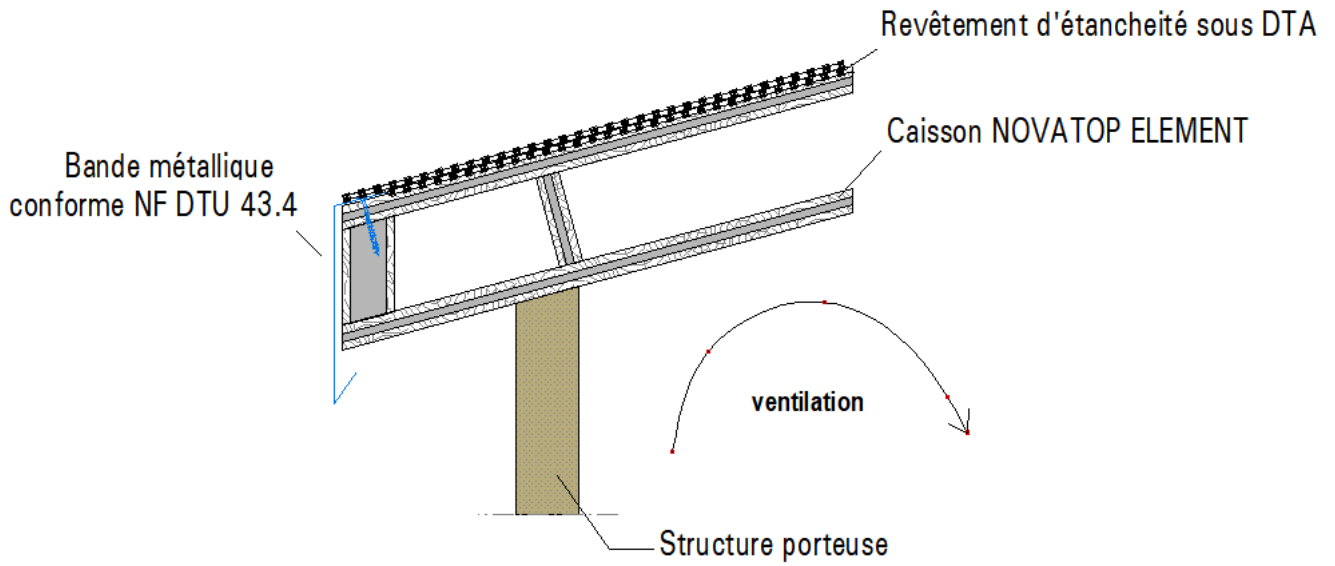


Figure 10 B1 – Rive de toiture froide ventilée (Auvent, préau, bâtiments ouverts non isolés, non chauffés)

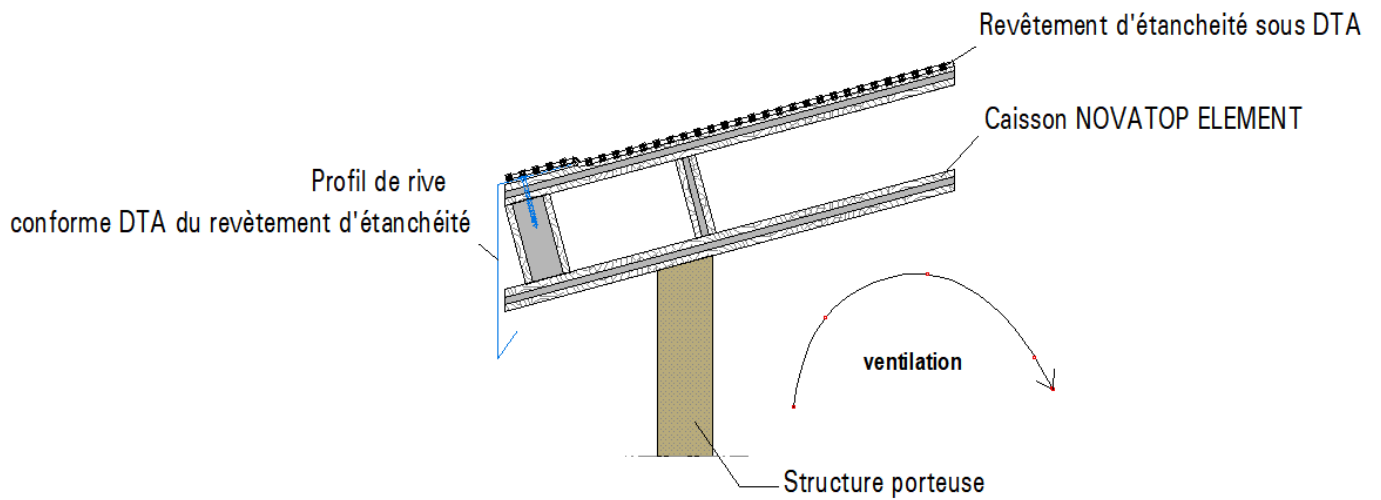


Figure 10 B2 – Rive de toiture froide ventilée (Auvent, préau, bâtiments ouverts non isolés, non chauffés)

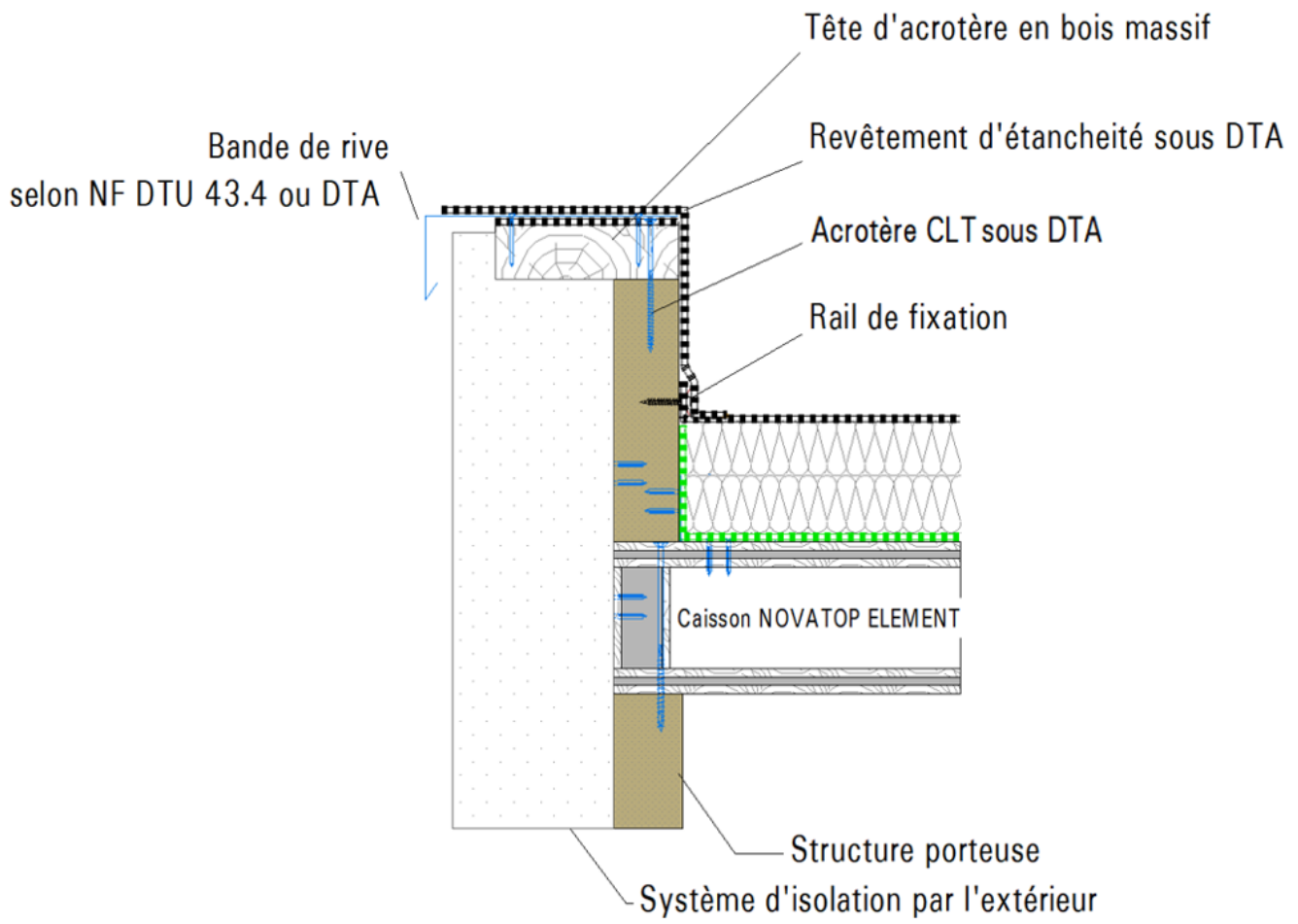
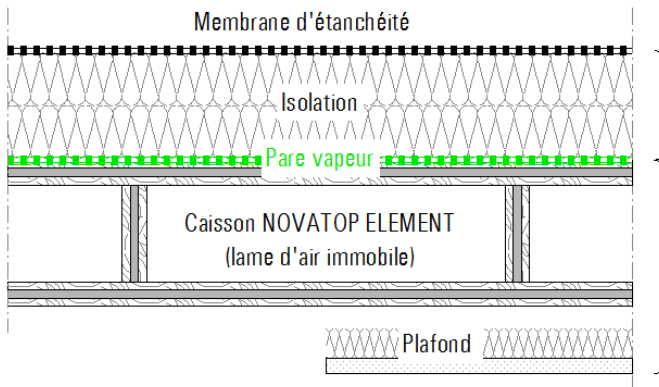


Figure 11 – Tête d'acrotère avec bande métallique



COMPLEXE 1 : caisson non isolé

MINIMUM 2/3 de Rtotal

- isolant

MAXIMUM 1/3 de Rtotal

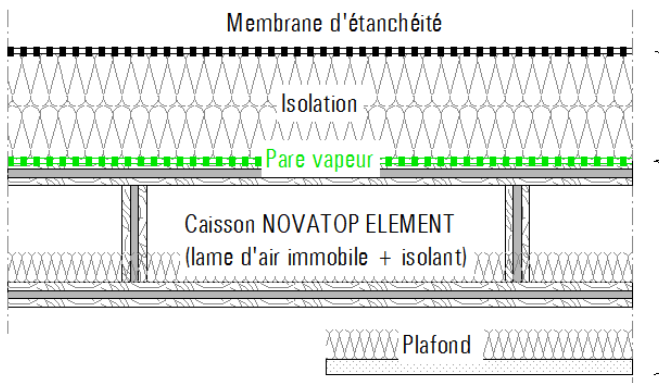
- panneau bois 27mm
- lame d'air
- panneau bois 27mm
- isolant
- plaque de plâtre ou autre

MINIMUM 3/4 de Rtotal

- isolant

MAXIMUM 1/4 de Rtotal

- panneau bois 27mm
- lame d'air
- panneau bois 27mm
- isolant
- plaque de plâtre ou autre



COMPLEXE 2: caisson partiellement isolé

MINIMUM 2/3 de Rtotal

- isolant

MAXIMUM 1/3 de Rtotal

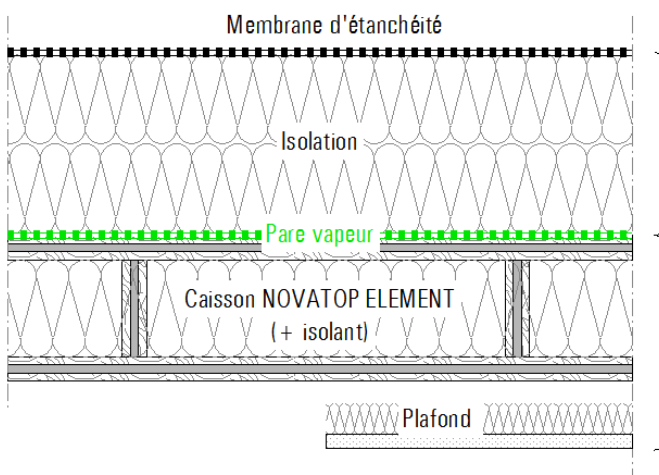
- panneau bois 27mm
- isolant
- lame d'air
- panneau bois 27mm
- isolant
- plaque de plâtre ou autre

MINIMUM 3/4 de Rtotal

- isolant

MAXIMUM 1/4 de Rtotal

- panneau bois 27mm
- isolant
- lame d'air
- panneau bois 27mm
- isolant
- plaque de plâtre ou autre



COMPLEXE 3 : caisson entièrement isolé

MINIMUM 2/3 de Rtotal

- isolant

MAXIMUM 1/3 de Rtotal

- panneau bois 27mm
- isolant
- panneau bois 27mm
- isolant
- plaque de plâtre ou autre

MINIMUM 3/4 de Rtotal

- isolant

MAXIMUM 1/4 de Rtotal

- panneau bois 27mm
- isolant
- panneau bois 27mm
- isolant
- plaque de plâtre ou autre

Figure 12 : Isolation des caissons (aucune / partiel / complète)



Figure 13 : Pontage des caissons et trous de levage

CAISSON NOVATOP ELEMENT						ISOLANT SUPPORT	
Matériau:	Pli supérieur	laine de verre	lame air	Pli inférieur			
Lambda:	0,13	0,032	0,025	0,13			Résistance thermique minimum au dessus de la couche de protection formant pare vapeur
TYPE DE CAISSON	ep panneaux	EP ISOLATION intégré au caisson		Epaisseur lame d'air restante	ep panneaux	Résistance thermique du caisson	
			mm				
160	27	Total	100	6		3,55	Supérieur à 2 fois la résistance thermique du caisson (1)
		Partiel 1	60	46	27	2,30	
		Partiel 2	40	66		1,67	
		vide	0	106		0,42	
180	27	Total	120	6		4,17	
		Partiel 1	80	46	27	2,92	
		Partiel 2	40	86		1,67	
		vide	0	126		0,42	
200	27	Total	140	6		4,80	
		Partiel 1	80	66	27	2,92	
		Partiel 2	40	106		1,67	
		vide	0	146		0,42	
220	27	Total	160	6		5,42	
		Partiel 1	80	86	27	2,92	
		Partiel 2	40	126		1,67	
		vide	0	166		0,42	
240	27	Total	180	6		6,05	
		Partiel 1	80	106	27	2,92	
		Partiel 2	40	146		1,67	
		vide	0	186		0,42	

(1) Se référer, dans le DTA particulier de l'isolant, au tableau de résistance thermique de l'isolant support d'étanchéité pour connaître l'épaisseur minimale à mettre en œuvre au dessus de la couche de protection.

Exemple : remplissage des caissons en usine avec LAINE DE VERRE

Tableau 1 : Résistance thermique des caissons NOVATOP ELEMENT et résistance thermique minimale de l'isolant support d'étanchéité