

3.1/14-765_V2

Relevant de l'Evaluation Technique Européenne

ETA-07/0029 ETA-20/0307 ETA-20/0338 ETA-20/0283 ETA-18/0363

Valide du 3 août 2021

au 31 janvier 2028

Sur le procédé

ELEMENTS KERTO-RIPA

Titulaire: Société Metsä Wood

Internet: www.metsawood.com/fr

Distributeur(s): Société CMB Société DUPAC

Société POULINGUE Société GUILLET

Descripteur :

Les caissons nervurés Kerto-Ripa sont des éléments de structure constitués de Kerto (LVL/Lamibois conforme à la norme NF EN 14374). Les éléments Kerto sont collés entre eux à l'aide d'un adhésif spécifique polyuréthane mono-composant. Le collage à basse pression, réalisé en usine, est assuré par organes métalliques dédiés assurant une pression de serrage suffisante.

Les organes d'assemblage dédiés (clous, vis, etc.) permettent d'assurer une pression de serrage suffisante mais elles n'interviennent pas lors du calcul des efforts de cisaillement apparaissant dans la liaison collée. Combinant les performances du Kerto et de la colle polyuréthane PURBOND, ce procédé de collage garantit la qualité de l'assemblage grâce à un contrôle qualité interne et externe conformément aux règles de marquage CE.

Groupe Spécialisé n° 3.1 - Planchers et accessoires de plancher

Famille de produit/Procédé : Plancher à caissons en bois



Secrétariat : CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2

Tél.: 01 64 68 82 82 - email: <u>secretariat.at@cstb.fr</u>

www.ccfat.fr

AVANT-PROPOS

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction des éléments d'appréciation sur la façon de concevoir et de construire des ouvrages au moyen de produits ou procédés de construction dont la constitution ou l'emploi ne relèvent pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Au terme d'une évaluation collective, l'avis technique de la commission se prononce sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés relativement aux exigences réglementaires et d'usage auxquelles l'ouvrage à construire doit normalement satisfaire.

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	Cette version annule et remplace l'Avis Technique n° 3.1/14-765_V1 Les modifications apportées par rapport à la version précédente : • Mise à jour à la nouvelle trame ; • Porte à faux en prolongement d'un plancher isostatique sur deux appuis ; • Perçage des âmes.	Etienne PRAT	Roseline BERNARDIN- EZRAN

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	. 5
1.1.	Définition succincte	. 5
1.	1.1. Description succincte	. 5
1.	1.2. Mise sur le marché	. 5
1.3	1.3. Identification	. 5
1.2.	AVIS	. 5
1.2	2.1. Domaine d'emploi accepté	. 5
1.2	2.2. Appréciation sur le procédé	. 7
1.2	2.3. Prescriptions Techniques	. 9
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 3.1	13
1.4.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 5.2	14
1.5.	Annexes de l'Avis du Groupe Spécialisé	15
1.5	5.1. Dimensionnement des planchers	15
2.	Dossier Technique	18
2.1.		
2.:	1.1. Coordonnées	18
2.	1.2. Autres dénominations commerciales	18
2.2.	Description	18
2.3.	Domaine d'emploi	18
2.4.	Identification et marquage	19
2.5.	Éléments et matériaux	19
	5.1. Kerto	
	5.2. Adhésif et collage (figures 10 à 12)	
2.5	5.3. Utilisation des éléments Kerto-Ripa en vide sanitaire	19
2.6.	Caractéristique de l'assemblage collé (joint de colle)	19
2.7.	·	
2.8.	·	
	8.1. Collage structural Metsä Wood	
2.8	8.2. Contrôle interne	21
2.8	8.3. Contrôle externe	21
2.8	8.4. Précautions de mise en œuvre lors de la fabrication	
2.9.	·	
	9.1. Principes de calcul	
	9.2. Vérification des caissons Kerto-Ripa comme un ensemble d'éléments de calcul.	
2.9	9.3. Compression perpendiculaire au fil au niveau des appuis	25

2.9.4. Vérifications ELS	28
2.9.5. Dimensionnement sismique	28
2.9.6. Réservations dans les caissons Kerto-Ripa	28
2.9.7. Porte à faux en prolongement d'un plancher isostatique sur deux appuis	28
2.9.8. Dimensionnement des éléments porteurs horizontaux sous charges horizonta 29	les
2.10. Mise en œuvre	29
2.10.1. Dispositions générales relatives aux assemblages	29
2.10.2. Dispositions spécifiques relatives à la sécurité en cas d'incendie	30
2.10.3. Dispositions spécifiques relatives au montage	30
2.10.4. Réservation dans les caissons Kerto-Ripa	31
2.10.5. Propriétés physiques des compositions de parois	36
2.11. Résultats expérimentaux	36
2.12. Références	37
2.12.1. Données Environnementales	37
2.12.2. Autres références	37
2.13. Annexes du Dossier Technique	38
3. Annexe A – Utilisation en tant que support d'étanchéité	58
3.1. Généralités	58
3.1.1. Principe	58
3.1.2. Organisation de la mise en œuvre	58
3.2. Destination d'emploi	59
3.3. Principes et mise en œuvre en climat de plaine	60
3.3.1. Toiture chaude isolée en climat de plaine, avec ou sans complément d'isolation dans ou en sous face du caisson (isolation intérieure)	
3.3.2. Cas particulier des toitures-terrasses accessibles aux piétons et au séjour	62
3.3.3. Toiture froide ventilée inclinée non isolée, sans acrotère	63
3.4. Cas des toitures-terrasses avec protection végétalisée	64
3.5. Cas des toitures-terrasses inaccessibles en climat de montagne ou zone très front de montagne d	
3.6. Cas de la réfection ultérieure du système d'étanchéité	64
3.6.1. Maitre d'ouvrage	64
3.6.2. Étancheur	64
3.7. Annexes du Dossier Technique	65

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 3.1 - Planchers et accessoires de plancher et le Groupe Spécialisé n° 5.2 - Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrées et cuvelage de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques ont examiné, le 14 janvier 2021 et le 12 octobre 2020, le procédé **Eléments KERTO-RIPA**, présenté par la Société METSÄ WOOD. Il a formulé, sur ce procédé, le Document Technique d'Application ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1.1. Définition succincte

1.1.1. Description succincte

Les éléments Kerto-Ripa sont des éléments de structure bois de grandes dimensions fabriqués à partir de produits en Lamibois (LVL) visés par la norme NF EN 14374. Ces éléments sont collés à l'aide d'un adhésif spécifique polyuréthane mono composant. Le collage à basse pression, réalisé en usine, est assuré par des organes métalliques dédiés assurant une pression de serrage suffisante.

Les éléments Kerto-Ripa peuvent être ouvert (en T et T inversé), semi-ouvert (en S) ou complétement fermé (en H).

Les dimensions maximales des caissons Kerto-Ripa sont : 25 m de long par 2,5 m de large et leur hauteur peut varier de 150 à 1200 mm. La hauteur des âmes (h_w) est inférieure à 15,4 fois l'épaisseur des âmes (b_w). Les caissons Kerto-Ripa peuvent avoir des âmes ayant une décroissance avec un angle maximum de 10° .

Le procédé Kerto-Ripa est destiné à la réalisation des ouvrages de structure (planchers et toitures).

Les vis présentes sur les éléments Kerto-Ripa n'ont pas de rôle structural et ne sont utilisés que pour assurer la pression d'encollage lors de la fabrication.

Le procédé permet la réalisation de toitures-terrasses isolées et toitures inclinées « froides ventilées » non isolées au sens du NF DTU 43.4 (cf. paragraphe 1.2.1 de l'Avis).

1.1.2. 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'Evaluation Technique Européenne ETA-07/0029 du 21/08/2017.

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

1.1.3. Identification

Les éléments Kerto-Ripa sont systématiquement marqués CE. Le marquage renseigne sur :

- Le type d'élément préfabriqué :
 - H pour caisson autoportant en H;
 - T pour un caisson autoportant en T;
 - S pour un caisson autoportant semi-ouvert.
- Les dimensions de l'élément ;
- Le type d'adhésif;
- Un numéro d'ordre de fabrication ;
- L'identification du fabricant ;
- La date de fabrication de l'élément.

L'emplacement du marquage est défini par le « Plan de Management de la Qualité » de chaque fabricant.

Les éléments Kerto-Ripa font l'objet d'une déclaration des performances établie par le fabricant sur la base de l'Evaluation Technique Européenne ETA-07/0029 du 21/08/2017 ou des ETA suivants : ETA 20/0338, ETA 20/0307, ETA 20/0283 et ETA 18/0363.

1.2. AVIS

1.2.1. Domaine d'emploi accepté

L'avis porte uniquement sur le procédé tel qu'il est décrit dans le Dossier Technique et de l'Annexe A utilisation en support d'étanchéité, dans les conditions fixées aux Prescriptions Techniques (§1.2.3).

Le procédé Kerto-Ripa est destiné à la réalisation des ouvrages de structure (planchers, charpentes) dans les bâtiments à usage d'habitation de la 1^{er} et la 4^{ème} famille, Etablissements Recevant du Public, Bâtiments de bureaux ou industriels, 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 règlementation en vigueur applicable aux bâtiments, notamment vis-à-vis du Règlement de Sécurité pour la Construction ainsi que du domaine d'emploi des éléments Kerto-Ripa qui le constitue.

Le procédé permet la réalisation de toitures-terrasses dites « chaudes » isolées et toitures inclinées « froides ventilées » non isolées au sens du NF DTU 43.4 dans les conditions définies ci-après.

L'utilisation du procédé est limitée en classes de service 1 et 2 au sens de la norme NF EN 1995-1-1 et en classes 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, en climat de plaine et de montagne.

Pour la réalisation des planchers, 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, D1 et E2 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. Les chariots élévateurs ne sont pas visés par l'Avis Technique.

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 Kerto Ripa ;
- Charges ponctuelles d'intensité supérieure à 500 daN ;
- Caissons Kerto Ripa 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 ne vaut que pour les fabrications de composants Kerto-Ripa faisant l'objet d'un suivi de fabrication par : le FCBA, SKH ou organisme notifié (2 visites par an dans le cadre du marquage CE) destinés à vérifier notamment le respect des obligations du contrôle interne pour les opérations de collage ;
- L'Avis n'est valable que si la température n'excède pas 40°C en service continu au niveau du plan de collage ;
- Les procédés Kerto-Ripa traités par des produits d'ignifugation ne sont pas visés par le présent Avis ;
- L'utilisation en tant que plancher intermédiaire sur volume non-chauffé n'est pas visée par le présent Avis Technique.

L'aptitude au levage des éléments Kerto-Ripa n'est pas visée par le présent Avis.

Les ouvrages enterrés en Kerto-Ripa sont exclus du domaine d'emploi.

L'utilisation des Kerto-Ripa en support de couverture n'est pas visée dans le cadre du présent Avis.

L'utilisation des éléments Kerto-Ripa en plancher sur vide sanitaire est à exclure des zones infestées par les termites en l'absence de procédé de barrière anti-termite sous Avis Technique visant les planchers bois en vide-sanitaire.

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

Le procédé éléments Kerto-Ripa peut être utilisé en tant que support d'étanchéité des toitures-terrasses chaudes isolées et toitures inclinées froides ventilées en climat de plaine ou en zone très froides, dans les conditions ci-après complétées par l'Annexe A du Dossier Technique :

L'emploi en climat de montagne est admis uniquement pour les toitures-terrasses chaudes isolées en partie courante dans les conditions prévues par le « Guide des toitures-terrasses et toitures avec revêtements d'étanchéité en climat de montagne » (Cahier du CSTB 2267-2 de septembre 1988).

Il y a lieu de vérifier, en climat de montagne ou en zone très froide, la règle des 1/4 - 3/4.

Le domaine d'emploi proposé est limité aux locaux à faible ou moyenne hygrométrie (W/n \Box 5 g/m3), à l'exclusion des locaux à forte et très forte hygrométrie, c'est à dire ceux pour lesquels W/n > 5g/m3, avec :

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

Les toitures sont classées selon leur destination :

- Toitures-terrasses et toitures inclinées inaccessibles, avec chemins de circulation éventuels (hors terrasses à rétention temporaire des eaux pluviales) ;
- Toitures techniques et à zones techniques (hors chemin de nacelles) ;
- Terrasses et toitures végétalisées ;
- Terrasses accessibles aux piétons et au séjour avec une protection par dalles sur plots. L'emploi en toitures-terrasses accessibles aux piétons et au séjour est possible avec une protection par dalles sur plots sur un système d'étanchéité spécifique défini au paragraphe 3.3.2 de l'Annexe A, du présent document ;

Le procédé Kerto-Ripa vise également les toitures-terrasses inversées (hors toitures accessibles aux piétons), lorsqu'il est associé à un panneau isolant de polystyrène extrudé apte à cet emploi.

Le procédé éléments Kerto-Ripa est utilisé en tant que support ou élément porteur des systèmes d'étanchéité à base de revêtements d'étanchéité en feuilles bitumineuses ou de membrane synthétique, avec panneaux isolants support d'étanchéité éventuels, bénéficiant d'un Document Technique d'Application visant l'élément porteur bois ou panneaux à base de bois. Les revêtements d'étanchéité en asphalte ne sont pas visés par le présent document.

Les toitures et toitures-terrasses peuvent comporter :

- Des noues à pente nulle ;
- Des chemins de circulation, de pente 50 % au maximum ;
- Des zones techniques, de pente 7 % au maximum ;
- Un procédé de végétalisation ;
- Une protection par dalles sur plots, de pente 5 % au maximum (configuration définie au paragraphe 3.3.2 de l'Annexe A du Dossier Technique).

Les toitures doivent présenter des pentes sur plan :

- ≥ 3 %, lorsque les Éléments Kerto-Ripa sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final wfin dû à toutes les charges limitées au 1/250e de la portée ;
- ≥ 1,8 %, lorsque les Éléments Kerto-Ripa sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges limitées au 1/400e de la portée (hors TTV ;
- ≥ 1,6%, lorsque les Éléments Kerto-Ripa sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges limitées au 1/500e de la portée (hors TTV).

Les éléments Kerto-Ripa peuvent contenir une isolation thermique et acoustique entre leurs âmes ou sur la membrure supérieure sauf dans le cas d'une utilisation en toitures inclinées « froides ventilées » non isolée où l'isolation thermique et acoustique entre les âmes n'est pas visée.

L'implantation des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales devra être conçue et réalisée conformément aux prescriptions de l'Annexe D du cahier CSTB 3814.

Pour la réalisation des toitures, le procédé est limité à la reprise de charges à caractère statique ou quasi-statique pour des catégories d'usage H au sens de la norme NF EN 1991-1-1.

1.2.2. Appréciation sur le procédé

1.2.2.1. 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 (§1.2.3 ci-après et §1.5).

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 éléments Kerto Ripa 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° AL 14-129_V2.

Réaction au feu

Les éléments Kerto Ripa bénéficient d'un classement conventionnel en réaction au feu D-s1, d0 ou DFL,s1 selon la norme NF EN 13501-1. 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.

Utilisation en toiture

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 Éléments Kerto-Ripa ont fait l'objet d'un avis de résistance au feu n°AL 14-129_V2 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 version en vigueur.

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 panneau mis en œuvre dans l'ouvrage, les points d'attaches 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 éléments Kerto-Ripa, doit être assurée au moyen d'un étaiement 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 éléments Kerto-Ripa impose les dispositions usuelles relatives à la sécurité des personnes contre les chutes de hauteur.

Les Caissons structuraux Éléments Kerto-Ripa 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 disponible à la Société Metsä Wood France SAS.

Pose en zones sismiques

Les éléments Kerto Ripa peuvent satisfaire aux exigences de sécurité en cas de séisme sous réserve du respect des conditions précisées aux Prescriptions Techniques.

Isolation thermique

Les éléments Kerto-Ripa présente une isolation thermique « moyenne » évaluée par le coefficient U de transmission surfacique calculable conformément aux règles Th-Bat, en prenant pour conductivité thermique utile du bois $\lambda=0,13$ W/m.K, pour capacité thermique massique Cp = 1600 J/kg.K, et pour facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau $\mu=50$ (sec) et $\mu=20$ (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 ≤ 500 kg/m3.

Les éléments Kerto Ripa, peuvent nécessiter, selon leur emplacement dans l'ouvrage, la mise en œuvre d'une isolation thermique complémentaire.

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

Utilisation en toiture

Afin de vérifier le respect des règlementations thermiques en vigueur, pour les bâtiments neufs et 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 sous Avis Technique ou Document Technique d'Application.

Pour les constructions neuves qui entrent dans le champ d'application de la Réglementation Thermique 2012, la toiture devra satisfaire aux exigences du tableau VI du fascicule 1/5 « Coefficient Ubât » des Règles Th-Bat, qui définit le coefficient (Up) surfacique maximum admissible pour la toiture.

Le procédé Kerto-Ripa 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 éléments Kerto Ripa 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.

Des essais en laboratoire sur Les éléments Kerto Ripa font apparaître les performances d'affaiblissement acoustique et de niveau de bruit de choc normalisé pour certaines configurations de planchers utilisant les éléments Kerto Ripa. Ces résultats sont retranscrits dans le Dossier Technique. Le tableau 7 de la partie « Tableaux et figures du dossiers techniques », fournit des solutions types lorsque les exigences acoustiques sont requises.

Étanchéité à l'eau et à l'air

L'étanchéité à l'air et à l'eau des éléments Kerto Ripa ne présente pas de particularité par rapport à ceux visés dans le cadre du DTU 51.3 (Planchers en bois ou en panneaux dérivés du bois).

Cas de l'utilisation en tant que support d'étanchéité

Les éléments Kerto Ripa eux-mêmes ne sont pas destinés à jouer un rôle vis-à-vis de l'étanchéité à l'eau.

Données environnementales

Le procédé Kerto-Ripa 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.

1.2.2.2. Durabilité - Entretien

Compte tenu de la limitation à des usages exposant les éléments de structure Kerto Ripa 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 § 1.2.3.1.8 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 27 juin

2006, modifié en 2014 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 éléments Kerto-Ripa répondent à la réglementation en vigueur sous réserve des dispositions complémentaires données aux Prescriptions Techniques (§ 1.2.3.1.8 ci-après).

Concernant le système d'étanchéité, se reporter à leurs Documents Techniques d'Application, et à l'Avis Technique des procédés de végétalisation de toitures.

1.2.2.3. Classement FIT (utilisation en tant que support d'étanchéité)

Cf. Document Technique d'Application particulier des revêtements d'étanchéité.

1.2.2.4. Fabrication et contrôle

La fabrication des éléments de structure Kerto-Ripa est assurée exclusivement dans les usines visées par le présent Avis Technique.

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

Cet avis ne vaut que pour les fabrications pour lesquelles les auto-contrôles et les modes de vérifications, décrits dans le dossier technique établi par le demandeur sont effectifs.

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 par les organismes notifiés délivrant le marquage CE de ces éléments (Eurofins, FCBA ou organisme notifié).

1.2.3. Prescriptions Techniques

1.2.3.1. Conditions de conception et de calcul

La conception et le calcul des éléments Kerto-Ripa sont à la charge du bureau d'études techniques qui doit également fournir un plan de pose complet.

Metsä Wood prête l'assistance technique nécessaire dans ce cadre en mettant notamment à disposition des acteurs de la construction une liste de bureau d'études techniques disposant de l'expertise requise pour le dimensionnement des éléments Kerto-Ripa en respect des prescriptions techniques du présent Avis et des normes en vigueur.

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

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 §1.2.1 du présent Avis.

Les ouvrages doivent être dimensionnés et vérifiés par référence aux normes de la série NF EN 1995 et leur Annexe Nationale, moyennant les limitations décrites au §1.2.1.

Les facteurs partiels de sécurité sur le procédé Kerto visé par la norme NF EN 14374 sont définis conformément aux prescriptions des références ci-dessus.

1.2.3.1.1. Vérifications en phase définitive des éléments Kerto-Ripa

Les éléments Kerto-Ripa 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 Kerto-Ripa.

L'ETA 07/0029 du 21/08/2017 ou l'ETA 20/0338 ou l'ETA 20/0307 ou l'ETA 20/0283 ou ETA 18/0363 et le dossier technique du présent Avis définissent, pour le Kerto-Ripa, les largeurs maximales efficaces des semelles dues 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 peuvent être menées comme dit au $\S 2.9$ du Dossier Technique établi par le Demandeur, en considérant les combinaisons d'action des Eurocodes et en appliquant les coefficients k_{mod} en fonction de la classe de service et de la durée d'application des charges. Les flèches sont alors calculées comme dit au $\S 2.9$ du Dossier Technique établi par le Demandeur. Il est tenu compte du fluage par le coefficient k_{def} pris selon $\S 1.5$ de la partie Avis. Pour les éléments Kerto-Ripa, ces coefficients sont les mêmes que ceux définis pour le LVL dans la norme NF EN 1995-1-1. Le coefficient partiel \square_M des caissons Kerto-Ripa est le même que celui du Kerto ($\square_M = 1,2$).

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 nervures. La rigidité efficace des éléments Kerto-Ripa étant calculé selon la méthode de la norme NF EN 1995-1-1 Annexe B;
- Vérification du cisaillement aux interfaces membrure haute/nervure, nervure/membrures basses (cas des éléments Kerto-Ripa fermés) et dans les nervures (selon §2.9.2.2 du DT) ;
- 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 chapes peut être prise en compte dans le calcul des rigidités du plancher, néanmoins sans effet composite).

La flèche finale ne pourra excéder L/250 où L est la portée du panneau entre appuis. La flèche est calculée en considérant les caractéristiques mécaniques finales des panneaux éléments Kerto-Ripa.

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 éléments Kerto-Ripa.

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 éléments Kerto-Ripa 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 ≤ à 7,0 m ; ou 0,7 cm + L/1 000 de la portée si celle-ci est supérieure à 7,0 m, sinon.

Pour les planchers n'ayant pas à supporter des revêtements de sols fragiles, 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 ≤ 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

La membrure supérieure des caissons doit toujours reposer sur 3 appuis au minimum. Elle doit être justifiée sous charge répartie et sous charge ponctuelle.

La longueur des porte-à-faux sera limitée à 20% de la longueur de la travée adjacente d'équilibre. La flèche admissible est de L/500, L étant la longueur du porte-à-faux.

1.2.3.1.2. 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 la NF EN 1995-1-1 §6.1.5 en distinguant les cas où le Kerto-Ripa est à membrure épaisse du cas où il est ouvert ou à membrure fine selon le §2.9.3 du Dossier Technique.

1.2.3.1.3. Conception des assemblages et des liaisons

Les organes de fixation utilisés pour l'assemblage des éléments Kerto-Ripa entre eux ou des éléments Kerto-Ripa à d'autres éléments de structure en matériaux bois doivent être choisis selon les prescriptions de la norme NF EN 14592 ou faire l'objet d'une Évaluation Technique Européenne. 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 mécaniques tridimensionnels doivent faire l'objet d'une Évaluation Technique Européenne.

Les organes de fixation ou d'assemblages doivent être justifiés en regard des prescriptions des sections 7.1 et 8 de la norme NF EN 1995-1-1 et son Annexe nationale et du paragraphe 2.10 du Dossier Technique établi par le Demandeur.

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

Sauf justifications particulière, les organes d'assemblages entre panneaux dans leur plan (couturage) doivent être implantés avec un entraxe maximum défini dans le § 2.10.1.2.2 du Dossier Technique.

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.

Les organes de fixation métalliques de type tige utilisés pour l'assemblage de panneaux 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 le bois lamibois (LVL) lorsque l'organe traverse plus de deux plans de cisaillement.

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

1.2.3.1.4. Vérification complémentaire de la membrure supérieure à l'ELU sous charge ponctuelle

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.

Cette vérification doit être réalisée en considérant la charge ponctuelle d'exploitation Q_k pour une vérification de la résistance des membrures Kerto-Q entre deux nervures et $Q_k/2$ pour la vérification de la résistance du panneau Kerto-Q au niveau d'un joint (système avec panneau en porte-à-faux à considérer le cas échéant).

La vérification doit être réalisée en considérant les propriétés mécaniques du Kerto-Q à 90° et un k_{mod} du Kerto associée à une durée de charge de moyen terme.

1.2.3.1.5. Vérification complémentaire de la membrure supérieure à l'ELS sous charge ponctuelle

Cette vérification doit être réalisée en considérant la charge ponctuelle d'exploitation Qk pour une vérification de la résistance des membrures Kerto-Q entre deux nervures et Qk/2 pour la vérification de la résistance du panneau Kerto-Q au niveau d'un joint (système avec panneau en porte-à-faux à considérer le cas échéant)

La vérification doit être réalisée en considérant les propriétés mécaniques du Kerto-Q à 90° et un k_{mod} du Kerto associée à une durée de charge de moyen terme.

La flèche calculée devra être limitée à L/250 ou w_2 . L est la portée entre 2 âmes et w_2 est la valeur de déformation fixée par les DTU correspondants, si disponible.

1.2.3.1.6. Perçage et réservations dans les éléments Kerto-Ripa

Perçage dans les nervures des éléments Kerto-Ripa

Le perçage et les traversées des nervures des éléments Kerto-Ripa sont définis au §2.10.4 du Dossier Technique établi par le Demandeur.

Réservations et ouvertures dans les éléments Kerto-Ripa (trémies)

La réalisation d'ouverture dans les planchers sont autorisés dans les limites décrites dans le §2.10.4 du Dossier Technique établi par le Demandeur.

Dans le cas de trémie importante (avec interruption des nervures), le report des charges des chevêtres sur la nervure adjacente doit être limité après combinaison à 500 daN.

1.2.3.1.7. Utilisation en zone sismique

La justification en zone sismique des éléments de structure Kerto-Ripa doit être menée suivant le principe de comportement de structure soit faiblement dissipatif (Classe de ductilité L) conformément à la norme 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 de la norme NF EN 1998-1-1. Le spectre de calcul est déterminé à partir du spectre de réponse élastique en accélération en appliquant 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 éléments de structure Kerto-Ripa utilisés en plancher doivent être organisés afin d'observer les points suivants :

- L'intégrité de la structure lors d'un séisme ;
- La fonction tirant-buton horizontal assurée uniquement par les éléments LVL. La valeur de l'effort tirant-buton 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-buton déterminée. ;
- Par calcul la fonction diaphragme horizontal avec justification des jonctions entre panneaux adjacents pour les efforts de cisaillement induits :
- La couture plancher/mur en périphérie devra notamment être réalisée avec à minima une vis tous les 15 cm. La couture entre plancher et mur doit impérativement être réalisée par l'intermédiaire d'une lisse de chainage continue assurant la répartition des efforts ;
- Assurer la continuité du chainage dans la direction transversale aux panneaux par rajout d'un élément reliant les panneaux ;
- La détermination de la longueur de flambement des membrures tiendra compte de la présence des fixations tout en négligeant leur apport en termes de résistance.

1.2.3.1.8. Traitement de préservation

En fonction de la classe d'emploi liée à la position des éléments Kerto-Ripa 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 EN 335 et EN 350.

Lorsqu'un traitement est nécessaire, il doit être réalisé en usine après façonnage des éléments Kerto, de même qu'après le traitement des découpes.

Conformément à la réglementation en vigueur, les éléments Kerto-Ripa 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 zones dans lesquelles a été publié un arrêté préfectoral pris par l'application de l'article L. 133-5.

1.2.3.1.9. Dispositions constructives générales

Lorsque des éléments Kerto-Ripa sont utilisés pour la réalisation de bâtiments entrant dans le domaine d'application du NF 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 des NF DTU 31.1, NF DTU 31.2 et NF DTU 51.3 pour la conception et aux prescriptions des Eurocodes pour le calcul.

Lorsque les éléments Kerto-Ripa sont utilisés pour une ou plusieurs de leurs fonctions, pour la réalisation de bâtiments n'entrant pas dans le domaine d'application du NF DTU 31.2 (par exemple éléments Kerto-Ripa 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, NF DTU 20.1, etc).

Lorsque les éléments de plancher Kerto-Ripa sont posées sur leurs appuis, la profondeur minimale - toutes tolérances épuisées - est au minimum de 45 mm.

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 Kerto.

Si un percement doit être exceptionnellement réalisé sur chantier, il doit obligatoirement faire l'objet d'une étude spécifique et d'une méthodologie établie par le bureau d'étude.

1.2.3.2. Dispositions spécifiques à l'utilisation en tant que support d'étanchéité de toitures

1.2.3.2.1. 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.

Les pentes des toitures végétalisées sont ≥ 3 %.

En référence aux « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » et 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 structuraux Éléments Kerto-Ripa puisque le fluage est pris en compte dans leur dimensionnement.

À destination des terrasses et toitures végétalisées comprenant :

• Des panneaux isolants posés libres ;

et/ou

• Un revêtement d'étanchéité indépendant en feuilles bitumineuses ou en membrane synthétique ;

Le revêtement et la protection végétalisée devront bénéficier d'un Avis Technique visant la pose en indépendance des deux procédés sur éléments porteurs en bois ou panneaux à base de bois.

1.2.3.2.2. Implantation des zones techniques en toitures-terrasses

Les documents particuliers du marché (DPM) précisent, lorsqu'il y a en toiture, les 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.

1.2.3.2.3. 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.

1.2.3.2.4. Cas de la réfection ultérieure du système d'étanchéité

a) éléments Kerto-Ripa: les études préalables doivent comprendre un contrôle de la teneur en humidité des éléments Kerto-Ripa et la vérification de leur salubrité.

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

b) 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 43.4 vis à vis des risques d'accumulation d'eau.

1.2.3.2.5. Évacuation des eaux pluviales

L'implantation des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales devra être conçue et réalisée conformément aux prescriptions de l'Annexe D du cahier CSTB 3814.

Les noues à pente nulle sont possibles dans le cas de Caissons structuraux Éléments Kerto-Ripa posés perpendiculairement (ou de biais) à la noue.

Lorsque les panneaux sont posés parallèlement à la noue et avec une noue à pente nulle ou < 1.5% et portée entre appuis supérieure à 3.50m les dispositions devront être prises pour éviter l'effondrement de la toiture sous l'effet d'accumulation d'eau et de neige (conformément à l'EC1 et aux prescriptions du présent Avis).

1.2.3.2.6. Implantations des écrans de cantonnement

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

1.2.3.3. Conditions de fabrication

La fabrication éléments Kerto-Ripa 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.). Ces exigences font l'objet de contrôles tels que définis au §1.2.2.4 du présent Avis.

Le suivi de la production est effectué :

- Dans le cadre d'une procédure interne d'autocontrôle dont les étapes sont indiquées dans le §2.8.2 du Dossier Technique. Les résultats sont consignés dans des fiches spécifiques indiquant notamment :
- La procédure de réception et le stockage des matières premières ;
- La conformité des éléments structuraux Kerto (LVL) au classement mécanique annoncé selon la norme NF EN 14374 ;
 - Les tolérances géométriques minimum à respecter pour les éléments Kerto ;
 - Le taux d'humidité nominal des éléments structuraux Kerto avant assemblage est fixé à 10% ±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.

• Dans le cadre d'une procédure de contrôle externe réalisée par l'organisme délivrant le marquage CE permettant de vérifier la conformité des performances du panneau (valeur de résistance en cisaillement des plans de collage notamment).

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

1.2.3.4. Conditions de mise en œuvre

1.2.3.4.1. Utilisation en toiture

La mise en œuvre des Caissons structuraux Éléments Kerto-Ripa, 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 structuraux Éléments Kerto-Ripa sont livrés sur site avec l'ensemble de leurs réservations (lanterneaux, sorties hors toiture, entrées d'eaux pluviales...).

La Société Metsä Wood France SAS apporte son assistance technique sur demande.

Tous percements réalisés pendant le chantier, et quelque soient ses dimensions, ne peuvent être réalisés 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 Metsä Wood France SAS. Les réservations et/ou percements ne peuvent pas être réalisés par un autre corps d'état.

La mise en œuvre est prévue pour être exécutée sur des structures porteuses en :

- Acier conformément à la norme NF EN 1993-1-1/NA. Dans ce cas, les valeurs limites maximales à prendre en compte pour les flèches verticales sont celles de la ligne « Toitures en général » du tableau 1 de la clause 7.2.1 (1) B de la NF EN 1993-1-1/NA;
- Bois, conformément à la norme NF EN 1995-1-1/NA. Dans ce cas, les valeurs limites à prendre en compte pour les flèches verticales sont celles de l'intersection de la colonne « Bâtiments courants » et de la ligne « Eléments structuraux » du tableau 7.2 de la clause 7.2 (2) de la norme NF EN 1995-1-1/NA;
- Béton, conformément à la norme NF EN 1992-1-1/NA. Dans ce cas, des inserts bois ou métal doivent être mis en œuvre.

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

Sous cette condition, la mise en œuvre des systèmes d'étanchéité sur les Caissons structuraux Éléments Kerto-Ripa ne présente pas de difficulté particulière.

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).

1.2.3.4.2. Sollicitations perpendiculaires au fil

Bien que les éléments Kerto-Ripa eux-mêmes permettent la reprise locale de flexion transversale (sens perpendiculaire au fil des plis des membrures Kerto Q), compte tenu de l'impossibilité qu'il y a à transmettre des moments entre panneaux adjacents, les planchers doivent être conçus et mis en œuvre de manière à fonctionner en flexion sur deux appuis et non pas sur 4 côtés.

1.2.3.4.3. Manutention et stabilité provisoire

Le protocole de montage devra préciser les modes de manutention et 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 éléments Kerto-Ripa livrés sur chantier.

La vérification des éléments en phase provisoire doit être faite.

Les éléments de levage ne sont pas visés par cet Avis Technique.

Les éléments Kerto-Ripa devront être protégés des intempéries lors des phases transitoires.

Les conditions de stockage des panneaux devront respectées les prescriptions du § 2.10.3.2 du Dossier Technique établi par le Demandeur.

1.2.3.4.4. Plans d'exécution

Le bureau d'études devra fournir les plans d'exécution détaillés comprenant le calepinage et le sens des éléments Kerto-Ripa, les types et détails des ancrages en pied de panneaux et chaînages en tête des panneaux et autres détails (traitement des ouvertures, etc.).

1.2.3.5. 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.

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 1.2.1) est appréciée favorablement.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 3.1

L'appréciation de laboratoire au feu n° AL14-129_V2 doit être tenue à disposition des acteurs de la construction projet par projet sur simple demande.

Le présent DTA est formulé sur la base de l'ETA-07/0029 daté du 21/08/2017 et des ETA suivants : l'ETA20/0338, ETA 20/0307, ETA 20/0283 et ETA 18/0363. Il est rappelé qu'ils n'ont pas de limite de validité.

En outre, compte tenu de ce que les éléments de structure Kerto-Ripa offrent des surfaces de prise au vent importantes lors de leur manutention, il est impératif d'une part de recourir aux précautions habituelles relatives à la manutention des éléments de grande dimension, d'autre part de cesser la mise en œuvre lorsque la vitesse du vent empêche la manutention aisée par deux personnes.

Le Groupe Spécialisé tient à attirer l'attention sur le fait que les prescriptions énoncées en 1.2.3.1.7, concernant l'utilisation des éléments de structure Kerto-Ripa en zone sismique, ne préjuge pas du comportement global du bâtiment vis-à-vis du séisme (contreventement notamment), et pour lequel des justifications particulières sont à entreprendre par ailleurs par le Maître d'œuvre ou le Bureau d'Etudes.

La mise en œuvre d'une isolation thermique dans les caissons est réalisée en usine sous la responsabilité des fabricants pour les conceptions définies dans le présent document.

Le Maitre d'œuvre devra s'assurer que la conception de l'ouvrage du parement intérieur (faux-plafond) au revêtement extérieur et sa protection permet de répondre aux exigences de la réglementation incendie selon la destination des locaux.

En l'absence de précision dans le Dossier Technique, il appartient au MOE en accord du détenteur de l'Avis Technique de prévoir une conception adaptée dans les locaux « humides » c'est-à-dire les Salles de Bain accessibles aux PMR.

En l'absence de précision dans le Dossier Technique, il appartient au MOE en accord du détenteur de l'Avis Technique de prévoir une conception adaptée à la mise en place de revêtement fragile en pose désolidarisée sur supports bois.

Les caractéristiques des planchers du présent Avis Technique répondent aux caractéristiques des planchers bois spécifiées :

- Dans le DTU 51.3 pour la pose directe des revêtements de sol ;
- Dans les Recommandations Professionnelles RAGE « Chapes et dalles sur planchers bois neuf » pour la mise en œuvre des chapes relevant du DTU 26.2 ;
- Dans le DTU 51.3 pour la mise en œuvre des chapes relevant des Avis Techniques visant le support bois.

L'exclusion d'emploi du procédé sur vide-sanitaire dans les zones infestées par les termites est justifiée par l'absence de procédé de barrière anti-termite couvert par un Avis Technique valide visant les planchers bois sur vide-sanitaire à la date de formulation du présent Avis Technique.

1.4. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 5.2

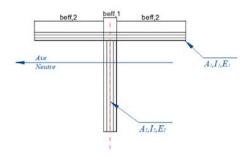
- a) Le Groupe Spécialisé tient à attirer l'attention sur le fait de sensibiliser le Maître d'Ouvrage / Exploitant sur les responsabilités qui lui incombent en matière d'entretien de la toiture, notamment vis-à-vis de l'obturation potentielle des évacuations d'eau et trop-pleins, entretien dont le défaut, source de désordre dans le cas général peut devenir cause de ruine des caissons Kerto-Ripa.
- b) L'Avis est formulé en considération des préconisations que s'impose la Société Metsä Wood dans l'Annexe A support d'étanchéité, visant l'association de son procédé avec un système d'étanchéité (panneaux isolants thermiques revêtement d'étanchéité protection lourde) faisant, par ailleurs, l'objet d'un Document Technique d'Application pouvant ne pas viser l'ensemble du domaine d'emploi visé par le présent Avis (se reporter au paragraphe 3 de l'Annexe A support d'étanchéité du Dossier Technique).
- c) L'implantation des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales devra être conçue et réalisée aux prescriptions de l'Annexe D du cahier CSTB 3814.
- d) Dans le cas de terrasses accessibles aux piétons et au séjour, la conception de l'ouvrage devra prévoir des descentes d'eau pluviales visibles par les occupants des locaux.
- e) Le Groupe demande à la Société Metsä Wood de tenir à jour une liste de références de terrasses et toitures végétalisées afin de réaliser, lors de la révision, une expertise de ces références et de s'assurer de la prise en compte réelle du fluage des panneaux Caissons structuraux Éléments Kerto-Ripa. Il en est de même pour les toitures et terrasses accessibles aux piétons avec protection par dalles sur plots.
- f) Il incombe aux maîtres d'œuvre de définir le responsable de la mesure de siccité des Caissons structuraux Éléments Kerto-Ripa en œuvre, avant application du procédé d'étanchéité de toiture. A défaut, cette mesure incombe à l'entreprise d'étanchéité.
- g) La pente nulle n'est pas visée dans ce document.
- h) Le principe de mise en œuvre d'une isolation thermique en sous-face des panneaux n'est, ni prévue, ni admise, dans le présent Avis.
- i) Les incorporations électriques et la fixation d'objet, notamment les lignes de vie, n'ont pas fait l'objet d'une évaluation dans le cadre du présent Avis Technique.

1.5. Annexes de l'Avis du Groupe Spécialisé

1.5.1. Dimensionnement des planchers

1.5.1.1. Données

Figure 1 - Section partielle d'un élément Kerto-Ripa de type T



Portée L Résistance caractéristique à la flexion Résistance caractéristique à la traction ft n k Résistance caractéristique au cisaillement Résistance caractéristique au cisaillement roulant f_{R.V.k} Module d'élasticité moyen $E_{0,mean}$ Module de cisaillement moyen G,mean Coefficient de sécurité matériau γm Coefficient de modification k_{mod} Coefficient de déformation k_{def}

Résistance de calcul à la flexion $f_{m,0,d} = k_{mod} \times f_{m,k} / \gamma_m$ Résistance de calcul à la traction $f_{t,0,d} = k_{mod} \times f_{t,0,k} / \gamma_m$ Résistance de calcul au cisaillement $f_{R,d} = k_{mod} \times f_{R,k} / \gamma_m$

Moment de flexion de calcul maximum M_d Effort tranchant maximum de dimensionnement V_d

1.5.1.2. Conception

Bien que les éléments Kerto-Ripa 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 et mis en œuvre de manière à fonctionner en flexion sur deux appuis et non pas 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.

Lorsque les éléments Kerto-Ripa, utilisés comme planchers porteurs, sont pourvus d'ouvertures, les éléments formant trémie doivent faire l'objet d'une vérification spécifique (cf. §2.10.4 du Dossier Technique). 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 dans le tableau 3 au $\S 2.9$ du Dossier Technique.

1.5.1.3. Vérifications à l'ELU instantanée

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

$$b_i = \sum_{y=1}^n b_{effi}$$

Où b_i : largeur unitaire de chaque section partielle composant le panneau nervuré (mm).

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

Avec:

- A_i L'aire de la section transversale
- Ei le module moyen du matériau

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

$$- a_1 = \frac{h_1 + h_2}{2} - a_2$$

$$a_2 = \frac{E_1 A_1 \times (h_1 + h_2)}{2 \times \sum_{i=1}^2 E_i A_i}$$

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 :

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

Vérification du cisaillement :

$$\tau_{2,max} = \frac{0.5E_2b_2h_2^2}{b_2(EI)_{ef}}V_d \le f_{v,d,2}$$

avec $f_{v,d,2}$ la résistance en cisaillement de l'élément 2 (nervure).

La résistance au cisaillement du Kerto-Q est vérifiée suivant la formule :

$$\tau_1 = \frac{E_1 m_{s,1}}{b_1 (EI)_{eff}} V_d \le f_{v,d,1}$$

Avec:

- E₁ le module d'élasticité de l'élément 1. (Kerto-Q)
- $m_{s,1}$ le moment statique de l'élément 1. (Kerto-Q)
- b₁ la largeur de l'élément 1 (Largeur efficace). (Largeur efficace du Kerto-Q)
- $f_{v,d,1}$ la résistance en cisaillement de l'élément 1. (Kerto-Q)

La résistance en cisaillement du joint de colle est également vérifiée :

- Au niveau de l'élément 2 (nervure en Kerto-S) :

$$\tau_{colle,2-1} = \frac{E_1 A_1 \left(\frac{h_2}{2} - a_2\right)}{b_2(EI)_{ef}} V_d \le \min\left(f_{v,d,1}, f_{v,d,2}\right)$$

1.5.1.4. 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 $\psi_2 k_{def}$ approprié, puis additionnées pour les vérifications

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

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

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

1.5.1.5. Vérifications ELS

1.5.1.5.1. Caractéristique mécanique instantanée

Il convient de considérer la rigidité efficace en flexion déterminée au §1.5.1.3 de cette présente annexe.

1.5.1.5.2. Caractéristiques mécanique finales

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 Gmean le module de cisaillement moyen des éléments constituants les éléments Kerto-Ripa.

1.5.1.5.3. 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 de l'Eurocode 5. Le coefficient k_{def} à prendre en compte pour le fluage est celui défini dans le tableau 3 au §2.9 du Dossier Technique établi par le Demandeur.

1.5.1.5.4. 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 et d'autre part la flèche générée par l'effort tranchant en considérant le module de cisaillement du caisson Kerto-Ripa.

1.5.1.5.5. Vérifications flèche totale - absolue

La flèche finale ne pourra excéder L/250 en travée où L est la portée du panneau entre appuis. La flèche est calculée en considérant les caractéristiques mécaniques finales des éléments Kerto-Ripa.

1.5.1.5.6. Vérifications flèche instantanée

La flèche instantanée due aux actions variables ne pourra excéder L/300 en travée où L est la portée du panneau entre appuis. La flèche est calculée en considérant les caractéristiques mécaniques instantanées des éléments Kerto-Ripa.

1.5.1.5.7. 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.

Les critères de flèche doivent être vérifiés en considérant les caractéristiques mécaniques instantanées des éléments Kerto-Rina.

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 ≤ à 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 ≤ 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.

1.5.1.6. Dimensionnement des éléments porteurs horizontaux sous charges horizontales

Dans les bâtiments comportant des planchers en éléments Kerto-Ripa, 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.

2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

2.1. Données commerciales

2.1.1. Coordonnées

Titulaire: METSÄ WOOD La Grande Arche - Paroi Nord 1, Parvis de la Défense

FR - 92044 Paris La Défense CEDEX

Tél.: 06.38.53.12.99

Email: laureline.roy@metsagroup.com Internet: www.metsawood.com/fr

Distributeur(s): CMB, POULINGUE, DUPAC, GUILLET

Société CMB

ZA La Poterie - Rue de Lattre - BP 32036

FR - 79700 MAULEON Tél.: 05.49.81.80.99

Internet: www.cmb-bois.fr

Société POULINGUE

ZA n.º3 lieu-dit de la Carrellerie

FR - 27210 BEUZEVILLE Tél.: 02.32.20.31.30

Email: accueil@poulingue.fr

Internet: www.poulingue.fr

Société DUPAC

Oudeweg 68

B - 3950 BOCHOLT Tél.: +32.89.46.60.84 Email: info@dupac.be

Internet: www.dupac.be

Société GUILLET ZA des Touches

CS10623 - SAINT HILAIRE DE LOULAY

FR - 85607 MONTAIGU Tél.: 02.51.94.04.25

Internet: www.quillet-production.com

2.1.2. Autres dénominations commerciales

Distributeur	Dénomination commerciale	ETA
Construction Millet Bois	CMB Kerto-Ripa Element	20/0307
Etablissements Poulingue	POULINGUE KR (PKR)	20/0283
DUPAC	MetsaWood Kerto-Ripa Element	18/0363
Guillet Production	Kerto-Ripa Element Guillet (KREG)	20/0338

Description

Les caissons nervurés Kerto-Ripa sont des éléments de structure constitués de Kerto (LVL/Lamibois conforme à la norme NF EN 14374). Les éléments Kerto sont collés entre eux à l'aide d'un adhésif spécifique polyuréthane mono-composant. Le collage à basse pression, réalisé en usine, est assuré par organes métalliques dédiés assurant une pression de serrage suffisante.

Les organes d'assemblage dédiés (clous, vis, etc.) permettent d'assurer une pression de serrage suffisante mais elles n'interviennent pas lors du calcul des efforts de cisaillement apparaissant dans la liaison collée. Combinant les performances du Kerto et de la colle polyuréthane PURBOND, ce procédé de collage garantit la qualité de l'assemblage grâce à un contrôle qualité interne et externe conformément aux règles de marquage CE.

Domaine d'emploi

Les dimensions maximales des caissons Kerto-Ripa sont : 25 m de long par 2,5 m de large et leur hauteur peut varier de 150 à 1200 mm. La hauteur des âmes (hw) est inférieure à 15,4 fois l'épaisseur des âmes (bw). Les caissons Kerto-Ripa peuvent avoir des âmes ayant une décroissance avec un angle maximum de 10°.

Les éléments Kerto-Ripa peuvent contenir de l'isolation thermique et acoustique entre leurs âmes ou sur la membrure supérieure. Un habillage résistant au feu ou non peut être mis en place sur ou sous les caissons. Des éléments supplémentaires peuvent être ajoutés sur chantier.

Les éléments Kerto-Ripa sont destinés à la réalisation de structures de bâtiments (planchers, charpentes). Ils peuvent servir d'éléments porteurs et de contreventement. Ils peuvent être indifféremment associés entre eux ou utilisés en association avec des éléments de structures autres (figure 1).

Les éléments Kerto-Ripa sont destinés à la réalisation de bâtiments à usage d'habitation, établissements recevant du public (ERP), bâtiments de bureaux ou industriels.

Les éléments Kerto-Ripa peuvent être utilisés en classes de service 1 et 2 au sens de la NF EN 1995-1-1 et en classes d'emploi 1 et 2 au sens de la norme NF EN 335.

Pour l'utilisation des éléments Kerto-Ripa en tant que support d'étanchéité : se référer à l'Annexe A à la fin du présent document.

2.4. Identification et marquage

Chaque caisson structural collé fabriqué est marqué de manière permanente avec un tampon encreur ou une étiquette reportant :

- Une lettre correspondant au type de l'élément fabriqué (cf. description au § 2.7 du présent document technique) :
- H pour caisson autoportant en H;
- T pour un caisson autoportant en T;
- S pour un caisson autoportant semi-ouvert.
- · Le type d'adhésif;
- Un numéro d'ordre de fabrication ;
- Le sous-traitant ou le producteur indépendant ou son identifiant ;
- La date de fabrication de l'élément.

2.5. Éléments et matériaux

Les différents composants qui constituent les caissons Kerto-Ripa sont représentés dans la figure 2 et la figure 3.

2.5.1. Kerto

Tous les éléments structuraux collés sont constitués de Kerto. Il s'agit d'un lamibois (NF EN 14374) de placages d'épicéa obtenus par déroulage. Ces placages de 3 mm d'épaisseur sont collés à chaud, sous haute pression avec une résine phénolique résistante aux intempéries avec des joints scarfés décalés.

Deux types de Lamibois Kerto sont utilisés :

- Kerto-S (dit standard) : tous les placages sont disposés dans le sens longitudinal ;
- Kerto-Q (dit croisé): un certain nombre de placages sont disposés transversalement (environ 20%).

Les dimensions des panneaux Kerto-S et Kerto-Q sont standards et définies par Metsä Wood.

Les valeurs mécaniques du Kerto-S et du Kerto-Q sont données dans la partie « Tableaux et figures du dossiers techniques – Tableau 6 ».

2.5.2. Adhésif et collage (figures 10 à 12)

L'adhésif utilisé pour l'assemblage des différents éléments structuraux est une colle à base de résine polyuréthane mono composant fabriquée par PURBOND qui est une colle de type I au sens de la NF EN 301. C'est une colle liquide mono composant qui durcit au contact de l'air et des matériaux pour former un film élastique à haut module. Elle est produite sans addition de solvants ou de formaldéhyde.

Le serrage lors du collage est assuré par l'intermédiaire de vis ou de clous dédiés, définis par les documents de conception et de fabrication, validés par les services de Metsä Wood et par Eurofins et conforme à l'ETA-07/0029 du 21/08/2017.

2.5.3. Utilisation des éléments Kerto-Ripa en vide sanitaire

- Hors zones infestées par les termites, il est nécessaire de se référer au DTU 51.3 pour l'utilisation des éléments Kerto-Ripa en plancher sur vide sanitaire.
- L'utilisation des éléments Kerto-Ripa en plancher sur vide sanitaire est à exclure dans les zones infestées par les termites en l'absence de procédé de barrière anti-termite sous Avis Technique visant les planchers bois en vide-sanitaire.

2.6. Caractéristique de l'assemblage collé (joint de colle)

La technologie de collage structural Metsä Wood des caissons Kerto-Ripa, alliée à une approche qualité et certifiée permet de garantir les caractéristiques suivantes pour le joint de colle :

- Joint mince d'épaisseur inférieure à 0,3 mm en moyenne sur un même élément.
- Contrainte de rupture minimale en cisaillement du joint de colle déterminée par essai de contrôle qualité : sa valeur est indiquée dans le Manuel de contrôle de la qualité. Cette valeur est supérieure à la résistance minimale des composants Kerto assemblés.

Ces précautions pour réaliser un joint mince avec une fiabilité mesurée et contrôlée permettent d'obtenir un joint sans glissement et d'obtenir ainsi une section homogène et monolithique.

2.7. Description des éléments Kerto-Ripa

Les sections de caissons Kerto-Ripa, définies dans l'ETA-07/0029 du 21/08/2017 ou des ETA suivants : ETA 20/0338, ETA 20/0307, ETA 20/0283 et ETA 18/0363., sont envisageables :

- Caisson Kerto-Ripa ouvert (Kerto-Ripa T) figure 6 (a) : constitué d'âme (nervures) en Kerto et d'une membrure (panneau) en Kerto-Q
- Caisson Kerto-Ripa fermé (Kerto-Ripa H) figure 6 (b) : constitué d'âme (nervures) en Kerto et d'une membrure (panneau) supérieure et inférieure en Kerto-Q
- Caisson Kerto-Ripa semi-ouvert (Kerto-Ripa S) figure 6 (c) constitué d'âme (nervures) en Kerto, d'une membrure (panneau) en Kerto-Q et de semelles (membrures) en Kerto Q ou S (les semelles sont axées ou désaxées par rapport aux nervures)
- Caisson Kerto-Ripa T inversé constitué d'âme (nervures) en Kerto et d'une membrure (panneau) inférieure en Kerto-Q. Les âmes sont stabilisées par entretoises ou par panneau supérieur à base de bois (pose directe ou sur lambourdes) fixé mécaniquement (clous ou vis) aux nervures figure 6 (d).

Tous les composants Kerto des caissons Kerto-Ripa sont collés par collage structural comme décrit dans le §2.6 du présent dossier technique.

Les tolérances de dimension des éléments Kerto-Ripa à une humidité de 10%±2% sont présentées dans le tableau 1. Il est possible d'avoir des tolérances spécifiques sur demande.

Tableau 1- Tolérance des éléments Kerto-Ripa

Dimension	Tolérance (mm ou %)
Epaisseur de l'élément Kerto-Ripa	±5,0 mm ou 1,5% (**)
Largeur de l'élément Kerto-Ripa	±0,5%
Longueur de l'élément Kerto-Ripa	±5,0 mm

^(**) minimum de ces deux valeurs

L'épaisseur des membrures (panneaux) Kerto poncées est leur épaisseur nominale moins 1 mm par surface poncée. Les membrures utilisées pour les éléments Kerto-Ripa doivent être poncées au moins sur leur face collée sur les âmes. L'effet de ce ponçage doit être pris en compte dans le calcul des éléments Kerto-Ripa.

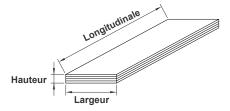
Les propriétés physiques des caissons Kerto-Ripa sont résumées dans le tableau 2 avec les notations.

Tableau 2 - Propriétés physiques des éléments Kerto-Ripa

Masse volumique moyenne	510 kg/m³	
Conductivité thermique	0,13 W/(mK)	
	Epaisseur	80
Migration de la vapeur du Kerto-S (□) (*)	Largeur	82
	Longueur	3,9
	Epaisseur	62
Migration de la vapeur du Kerto-Q (□) (*)	Largeur	9,5
	Longueur	4,7
	Epaisseur	0,0024
Variations dimensionnelles du Kerto-S	Largeur	0,0032
	Longueur	0,0001
	Epaisseur	0,0024
Variations dimensionnelles du Kerto-Q	Largeur	0,0003
	Longueur	0,0001
Pásction au fou dos exiscons Korto Bisa can	D-s1,d0	
Réaction au feu des caissons Kerto-Ripa san de surface	is traitement	D _{FL} -s1
		B _{ROOF} (t2)

^(*) La jonction entre les caissons doit être traitée

Figure 2 - Directions du Kerto



2.8. Fabrication et assurance qualité

2.8.1. Collage structural Metsä Wood

Les usines de fabrication des éléments Kerto-Ripa sont les usines ayant reproduit l'ETA 07/0029 du 21/08/2017 de MetsaWood et qui sont marqués CE sur le produit.

La procédure de contrôle est établie conformément à l'ETA-07/0029 du 21/08/2017 et permet l'établissement d'un certificat de marquage CE de niveau 1.

La procédure du collage structure est réalisé en accord avec un organisme notifié (par exemple Eurofins, FCBA, CSTB, etc.) et suit les points suivants :

- découpe des différents éléments ;
- ponçage des surfaces destinées à être assemblées par collage ;
- nettoyage et vérification visuelle des surfaces ;
- application de l'adhésif en un temps maximum défini ;
- assemblage par organes garantissant une pression de serrage suffisante (vis, clous, etc.);
- temps de prise de l'adhésif;
- · temps de stabilisation;
- · finition;
- marquage des éléments collés :
- emballage et transport.

2.8.2. Contrôle interne

Le contrôle interne de la fabrication, destiné à assurer la maîtrise de la qualité, est effectué en continu et vise à assurer la conformité de la production au présent certificat. Il fait l'objet de l'établissement d'un Plan de Management de la Qualité validé par un organisme compétent et notifié (Eurofins) désigné avec l'aval de Metsä Wood.

Le contrôle interne couvre les méthodes de production ainsi que le stockage et les caractéristiques de chaque élément structural collé.

Les résultats de contrôle qualité interne sont consignés dans un registre spécifique à la disposition de l'organisme de contrôle externe (CSTB, FCBA ou Eurofin par exemple) qui délivre le marquage CE.

2.8.3. Contrôle externe

Le contrôle externe est effectué de façon inopinée par l'organisme de contrôle externe (CSTB, FCBA ou Eurofin par exemple), lors des périodes de production qui sont planifiées et dont les dates sont tenues à disposition de l'organisme suffisamment tôt. Deux visites d'inspection sont effectuées par an.

Le contrôle externe porte sur :

- la visite de l'atelier de fabrication ;
- les opérations de fabrication visant à établir d'éventuels écarts par rapport aux exigences reportées dans les manuels de fabrication;
- l'évaluation des procédures d'autocontrôle et du respect du Plan de Management de la Qualité dans tous ses aspects.
- L'organisme de contrôle externe conserve les résultats des contrôles externes effectués pendant une durée minimale de 10 ans

2.8.4. Précautions de mise en œuvre lors de la fabrication

Les éléments constituants les caissons Kerto-Ripa sont secs et stables. Les matériaux en Kerto utilisés pour le collage sont stockés avant collage dans une ambiance climatique où la température minimale sera de 20°C et l'hygrométrie relative de l'air est comprise entre 40% et 85%. L'adhésif est maintenu dans une ambiance protégée de l'eau et de l'humidité comme le préconise le fabricant.

Les finitions ne sont pas commencées avant le durcissement des joints de collage.

Les joints de collage des éléments collés sont nettoyés par ponçage ou autres méthodes similaires.

Les opérations de finition se font conformément aux documents de fabrication correspondant.

Les éléments collés sont stockés au minimum 2 jours dans une ambiance où la température sera au minimum de 15°C. Ces derniers sont emballés de sorte qu'aucun endommagement ne survienne dans les conditions normales de stockage ou de transport.

2.9. Dimensionnement des éléments Kerto-Ripa

Les caissons Kerto-Ripa sont calculés conformément aux Eurocodes. Les règles de dimensionnement définies dans la NF EN 1995-1-1 (Eurocode 5) s'appliquent et notamment au paragraphe 9.1.2 concernant les poutres à semelle mince collées. Les facteurs de modification et de déformation k_{mod} et k_{def} pour la vérification des caissons Kerto-Ripa sont les mêmes que ceux définis pour le Kerto dans le NF EN 1995-1-1 (Tableau 3). Le coefficient partiel \square Kerto-Ripa est le même que celui du Kerto ($\square_{M}=1,2$).

Tableau 3- Facteurs de modification et de déformation k_{mod} et k_{def} pour la vérification des caissons Kerto-Ripa

		k _r	mod	k _{def}	
Classe de service		1	2	1	2
	Permanente	0,6	0,6		
	Long terme	0,7	0,7		
Action	Moyen terme	0,8	0,8	0,6	0,8
	Court terme	0,9	0,9		
	Instantanée	1,10	1,10		

Les charges et les combinaisons de charges sont calculées conformément aux règles définies par les NF EN 1990 et NF EN 1991 (Eurocodes 0 et 1).

En ce qui concerne le dimensionnement au feu, il convient d'employer la méthode de la section efficace donnée dans l'Eurocode 5, partie 1.2, les règles données dans l'avis de laboratoire N° AL 14-129_V2.

En ce qui concerne le dimensionnement tenant compte de sollicitations de type séisme il convient d'employer les méthodes décrites dans la NF EN 1998 (Eurocode 8).

2.9.1. Principes de calcul

Les calculs se font avec l'épaisseur réelle (poncée) des membrures ou semelles.

Les âmes sont liées aux membrures ou semelles par collage. Par conséquent, le glissement entre ces composants est considéré comme nul et le paragraphe des poutres à semelle mince de l'Eurocode 5 (§9.1.2) s'applique. Les hypothèses de dimensionnement sont :

- la déformation varie linéairement avec la hauteur de la poutre ;
- la distribution des contraintes dans les semelles est non uniforme du fait du cisaillement et du flambement.

À moins qu'une analyse plus détaillée ne soit réalisée, un caisson est décrit par un ensemble de poutres (éléments de calcul) selon les décompositions données dans la figure 6.

Les éléments de calcul se classent en quatre sections :

- éléments d'extrémité ou de centre à section en T ;
- éléments d'extrémité ou de centre en I ;
- éléments d'extrémité en □;
- éléments d'extrémité en C ;

Pour réaliser le dimensionnement du caisson, les deux types de sections (section d'extrémité et section de centre) sont à vérifier si elles ont été utilisées pour décomposer le caisson en éléments simples.

La largeur à considérer pour ces éléments de calcul est une largeur efficace (b_{ef}). Compte tenu des différences de module d'élasticité des constituants des éléments de calcul Kerto-Ripa, les méthodes de vérifications et de calcul des déformations s'appuient sur une rigidité efficace (EI_{ef}) calculé suivant la méthode décrite dans l'annexe B de la NF EN 1995-1-1 avec un module de glissement entre les composants infini soit un coefficient $\Box = 1$. Les valeurs limite de flèche w_1 , w_2 et w_3 sont calculées conformément à la NF EN 1995-1-1 §7.2 et son annexe nationale.

Les éléments Kerto-Ripa sont toujours continus sur appuis intermédiaires et appuis de porte-à-faux.

2.9.2. Vérification des caissons Kerto-Ripa comme un ensemble d'éléments de calcul

2.9.2.1. Décomposition des caissons Kerto-Ripa en éléments de calcul

Conformément au paragraphe 9.1.2 de la NF EN 1995-1-1 les caissons Kerto-Ripa sont décomposés en éléments de calcul avec les précisions suivantes :

- La Figure 9.2 de la NF EN 1995-1-1 est remplacée par la fig 13 du présent document technique.
- Le tableau 9.1 de la NF EN 1995-1-1 est remplacé par le 2.6 du présent document technique.

Tableau 4- Largeurs maximales efficaces des semelles dues aux effets de cisaillement et de flambement de plaque

Matériau constituant la semelle	Cisaillement	Flambement de plaque	
Kerto	0,05 Lef	12 h _f	

Avec Lef la portée de la poutre (notée I dans la NF EN 1995-1-1) comme le montre la figure 3 ci-après.

Figure 3 - Définition de Lef en fonction de la portée d'un élément Kerto-Ripa

- Les paragraphes 9.1.2(1) à 9.1.2(3) de la NF EN 1995-1-1 s'appliquent pour les caissons Kerto-Ripa.
- Le paragraphe 9.1.2(4) de la NF EN 1995-1-1 s'applique avec quelques modifications. Avec les notations de la figure 6, les largeurs efficaces se calculent comme suit :

$$b_{ef,i} = b_{L,i} + b_{w,i} + b_{R,i}$$

Avec:

 $b_{L,i}$ la portée à gauche de l'âme i et $b_{L,i} \leq 0.5 b_{f,i}$

bfi la distance entre deux âmes de l'élément

 $b_{w,i}$ la largeur de l'âme (w pour « web ») i

 $b_{R,i}$ la portée à droite de l'âme i et $b_{R,i} \leq 0.5 b_{f,i}$

- aux Etats Limites de Service (ELS), les paramètres bL,i et bR,i sont déterminés comme suit quel que soit la semelle considérée (la condition liée au flambement de plaque n'est pas à vérifier) :
- Pour les éléments simples centraux (i>1 et i< n):

$$b_{L,ELS,i} \leq min \begin{cases} 0,05 \cdot L_{ef} \\ \frac{b_{f,i}}{2} \end{cases} \quad \text{et} \quad b_{R,ELS,i} \leq min \begin{cases} 0,05 \cdot L_{ef} \\ \frac{b_{f,i+1}}{2} \end{cases}$$
 Pour les éléments d'extrémités (i =1 et i = n):
$$b_{L,ELS,i} \leq min \begin{cases} 0,05 \cdot L_{ef} \\ b_{f,i} \end{cases} \quad \text{et} \quad b_{R,ELS,i} \leq min \begin{cases} 0,05 \cdot L_{ef} \\ b_{f,i+1} \end{cases}$$

$$b_{L,ELS,i} \leq min \begin{cases} 0.05 \cdot L_{ef} \\ b_{f,i} \end{cases} \quad \text{ et } \quad b_{R,ELS,i} \leq min \begin{cases} 0.05 \cdot L_{ef} \\ b_{f,i+1} \end{cases}$$

- aux Etats Limites Ultimes (ELU), les paramètres $b_{L,i}$ et $b_{R,i}$ sont déterminés comme suit :
- Pour les éléments simples centraux (i>1 et i<n) :

$$b_{L,ELU,i} \leq min \begin{cases} 0.05 \cdot L_{ef} \\ 12 \cdot h_f \\ \frac{b_{f,i}}{2} \end{cases} \quad \text{et} \quad b_{R,ELU,i} \leq min \begin{cases} 0.05 \cdot L_{ef} \\ 12 \cdot h_f \\ \frac{b_{f,i+1}}{2} \end{cases}$$

- Pour les éléments d'extrémités (i=1 et i=n) :
$$b_{L,ELU,i} \leq min \begin{cases} 0,05 \cdot L_{ef} \\ 12 \cdot h_f \\ b_{f,i} \end{cases} \quad \text{et} \quad b_{R,ELU,i} \leq min \begin{cases} 0,05 \cdot L_{ef} \\ 12 \cdot h_f \\ b_{f,i+1} \end{cases}$$

Pour les éléments Kerto-Ripa semi-ouverts (figure 6 (c)), en plus des vérifications ci-dessus, il est nécessaire de vérifier pour

Pour les éléments Kerto-Ripa semi-ouverts (figure 6 (c)), en plus des vérifications ci-dessus, il est nécelles éléments centraux et d'extrémités :
$$b_{L,ELU,i} \leq min \begin{cases} 5h_f \\ b_{reel,i} - b_{w,i} - b_{R,ULS,i} \end{cases} \quad \text{et} \quad b_{R,ELU,i} \leq min \begin{cases} 5h_f \\ b_{reel,i} - b_{w,i} - b_{L,ULS,i} \end{cases}$$

Avec breel,i la largeur réelle de la semelle inférieure

Le paragraphe 9.1.2(5) de la NF EN 1995-1-1 est remplacé par :

- Dans un souci de simplification, le critère de flambement (2 x 12 x hf) est toujours vérifié pour les semelles supérieure et inférieure ; pour la semelle inférieure des éléments Kerto-Ripa semi-ouverts, la largeur effective maximale ($12 \times h_f$) est utilisée.
- En complément du critère de flambement des membrures, la distance entre deux âmes adjacentes doit satisfaire aux critères suivants:
- Pour une membrure en Kerto-Q : $b_{f,i} \leq 20h_f$
- Pour une membrure en Kerto-S : $b_{f,i} \le 10h_f$

où h_f est l'épaisseur de la membrure comprimée.

2.9.2.2. Résistance au cisaillement

- Le paragraphe 9.1.2(6) de la NF EN 1995-1-1 est remplacé par :
- La résistance caractéristique de cisaillement dans le joint entre la membrure haute et l'âme du caisson vaut :

$$R_{V,f1,k} = min \begin{cases} f_{v,0,flat,f1,k} \cdot \left(\frac{k_{gl}b_{w,eff,t}.EI_{ef,ULS}}{E_{mean,f1}.A_{f1}.a_1} \right) \\ f_{v,0,flat,S,k} \cdot \left(\frac{b_{w}.EI_{ef,ELU}}{E_{mean,f1}.A_{f1}.a_1} \right) \end{cases}$$

Avec:

A_{f1} la section de la membrure supérieure

b_{w,eff,t} la largeur de contact collée entre la membrure haute et l'âme

f_{v,0,flat,S,k} la résistance en cisaillement des plis longitudinaux (valeur du Kerto-S)

La résistance caractéristique de cisaillement dans l'âme du caisson vaut :

$$R_{V,w,k} = f_{v,edge,w,k} \cdot \left(\frac{b_w.EI_{ef,ELU}}{E_{mean,w}.A_{f1}.a_1 + \frac{E_{mean,w}.b_w\left(\frac{h_w}{2} - a_2\right)^2}{2}} \right)$$

La résistance caractéristique de cisaillement dans le joint entre la membrure basse et l'âme du caisson vaut :

$$R_{V,f2,k} = min \begin{cases} f_{v,0,flat,2,k} \cdot \left(\frac{k_{gl}b_{w,eff,b}.EI_{ef,ELU}}{E_{mean,f2}.A_{f2}.a_3} \right) \\ f_{v,0,flat,S,k} \cdot \left(\frac{b_{w}.EI_{ef,ELU}}{E_{mean,f2}.A_{f2}.a_3} \right) \end{cases}$$

Avec:

A_{f2} la section de la membrure inférieure

bw,eff,b la largeur de contact collée entre la membrure basse et l'âme

 $f_{v,0,flat,S,k}$ la résistance en cisaillement des plis longitudinaux (valeur du Kerto-S)

La largeur de contact collée entre les membrures et l'âme $(b_{w,eff,t}$ et $b_{w,eff,t}$) noté b_{eff} ci-dessous se calcule comme suit :

- Pour une âme de centre :

$$b_{eff} = 0.7b + 30mm$$

où b est la largeur de contact entre l'âme et la membrure (mm).

Cette formule s'applique également pour une âme d'extrémité avec une membrure supérieure qui dépasse latéralement de l'âme de 25 mm ou plus.

- Pour une membrure d'extrémité :

$$b_{eff} = max \begin{cases} b \\ 0.7b + 15mm \end{cases}$$

où b est la largeur de contact entre l'âme et la membrure (mm).

Cette formule s'applique pour une âme d'extrémité avec une membrure supérieure qui dépasse latéralement de l'âme de moins de 25 mm ou qui est partiellement collée sur l'âme.

Pour les semelles en Kerto-S des caissons Kerto-Ripa semi-ouvert, $b_{e\!f\!f}=b$ qui correspond à la largeur de contact entre l'âme et la membrure.

Le coefficient k_{gl} se calcule comme suit :

- Pour une membrure de centre :

$$k_{gl} = 1,30$$

- Pour une membrure de d'extrémité :

$$k_{al} = 1,15$$

- Pour les semelles des caissons semi-ouverts :

$$k_{gl} = 1,00$$

2.9.2.3. Résistance à la flexion

Le paragraphe 9.1.2(7) de la NF EN 1995-1-1 s'applique. $\Box_{fc,d}$ et $\Box_{ft,d}$ sont calculés en prenant en compte les différences de rigidité des différents composants des éléments Kerto-Ripa. La rigidité efficace du caisson est calculée suivant la méthode décrite dans en annexe B de la NF EN 1995-1-1 avec un module de glissement entre les composants infini soit un coefficient \Box = 1. Avec ces hypothèses, la résistance en flexion de l'âme doit également être vérifiée :

- L'instabilité de l'élément de calcul (du côté sans membrure pour les Kerto-Ripa T) est vérifiée en appliquant le paragraphe 6.3.3 de la NF EN 1995-1-1 en prenant en compte sa rigidité efficace ;
- Le paragraphe (8) de la NF EN 1995-1-1 s'applique en calculant la contrainte de flexion au niveau du joint ;
- Le paragraphe (9) de la NF EN 1995-1-1 s'applique. Les contraintes normales doivent également être vérifiées pour l'âme.

2.9.2.4. Vérifications supplémentaires

Les points suivants doivent être ajoutés au paragraphe 9.1.2 de la NF EN 1995-1-1 :

- (10) Pour les combinaisons d'action, les paragraphes 6.2.3 et 6.2.4 de la NF EN 1995-1-1 s'appliquent. Ces vérifications s'appliquent sur la section efficace ainsi qu'au niveau du joint de colle.
- (11) Pour les âmes à simple décroissance, le paragraphe 6.4.2 de la NF EN 1995-1-1 s'applique.
- (12) En plus des vérifications des éléments Kerto-Ripa (ci-dessus), il est nécessaire de vérifier les membrures à la flexion, au cisaillement et à la déformation.
- (13) La compression perpendiculaire au fil au niveau des appuis doit être vérifié conformément au paragraphe 2.9.3 du présent dossier technique.

2.9.3. Compression perpendiculaire au fil au niveau des appuis

La méthode de vérification est conforme au paragraphe 6.1.5 de la EN 1995-1 avec des valeurs de $k_{c,90}$ et L_{ef} qui varient selon deux cas.

2.9.3.1. Cas 1 : Méthode pour les caissons ouverts et les caissons à membrure inférieure fine

Ce paragraphe concerne les caissons ouverts ainsi que les caissons fermés et semi-ouverts avec une membrure ou semelle inférieure ayant une épaisseur inférieure ou égale à 51 mm.

La résistance en compression perpendiculaire au fil au niveau des appuis $(R_{c,90,k})$ se calcule à partir de la valeur caractéristique de la résistance en compression transversale de l'âme $(f_{c,90,2,k})$.

$$R_{c,90,k} = k_{c,90} f_{c,90,2,k} b_w L_{ef}$$

avec:

 $k_{c,90} = 1$

bw Largeur de l'âme

Les Longueur d'appui efficace égale à la largeur d'appui réelle augmentée de 30 mm sans dépasser a ou $l_1/2$ avec les notations du § 6.1.5 de l'Eurocode 5

2.9.3.2. Cas 2 : Méthode pour les caissons à membrure ou semelle inférieure épaisse

Ce paragraphe concerne les caissons ayant une membrure ou une semelle inférieure ayant une épaisseur supérieure à 51 mm. Deux vérifications sont nécessaires :

- Résistance de l'âme qui se calcule à partir de la valeur caractéristique de la résistance en compression transversale de l'âme $(f_{c,90,2,k})$:

$$R_{c,90,k} = k_{c,90} f_{c,90,2,k} b_w L_{ef}$$

Avec:

 $k_{c,90} = 1$

b_w Largeur de l'âme

 L_{ef} Longueur d'appui efficace égale à la largeur d'appui réelle augmentée de 30 mm sans dépasser a ou $l_1/2$ avec les notations du § 6.1.5 de l'Eurocode 5

- Résistance de la membrure ou de la semelle inférieure qui se calcule à partir de la valeur caractéristique de la résistance en compression transversale de la membrure ou de la semelle inférieure $(f_{c,90,3,k})$:

$$R_{c,90,k} = k_{c,90} f_{c,90,3,k} b_{ef} L_{ef}$$

avec:

 $K_{c,90,k} = 1,4$

bef Largeur efficace d'appui calculé comme suit :

- Pour les âmes d'extrémité :

$$b_{ef} = b_w + 15mm$$

- Pour les âmes de centre :

$$b_{ef} = b_w + 2 \times 15mm$$

avec bw la largeur réelle de l'âme

Lef Longueur d'appui efficace calculé comme suit :

- Pour les âmes d'extrémité :

$$L_{ef} = L_{support} + 30mm + min \begin{cases} a \\ 30mm \end{cases}$$

- Pour les âmes de centre :

$$L_{ef} = L_{\text{support}} + 2 \times 30mm$$

avec:

Longueur réelle de contact de l'âme avec l'appui – par exemple, il s'agit de la longueur des appuis lorsque les âmes sont tenues aux appuis par des entretoises, il s'agit de la longueur des appuis – a lorsque des planches de rives sont utilisées

a Distance entre la fin de l'âme et la fin de la membrure

Figure 4 - Détail d'un élément Kerto-Ripa fermé à l'appui lorsque des entretoises sont utilisées. Gauche : longueur efficace d'appui (Lef) de l'aire d'appui entre l'âme et la membrure inférieure. Droite : La largeur efficace (bef) de l'aire d'appui entre l'âme et la membrure inférieure.

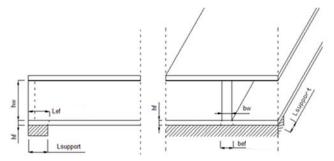


Figure 5 - La largeur efficace d'appui (bef) pour une âme d'extrémité ou de centre d'un élément Kerto-Ripa fermé, semi-ouvert ou ouvert retourné

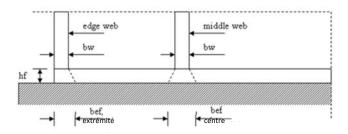
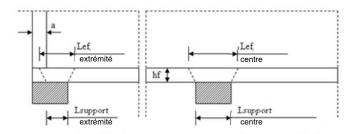


Figure 6 - La longueur efficace d'appui (Lef) pour une âme d'extrémité ou de centre d'un élément Kerto-Ripa fermé, semi-ouvert ou ouvert retourné



Les vérifications données dans le paragraphe 2.9.3 sont valides dans les cas où les charges des éléments Kerto-Ripa transitent aux appuis par contact. Une autre solution consiste à utiliser la planche de rive des éléments Kerto-Ripa comme élément résistant à l'appui ce qui signifie que les assemblages entre la planche de rive est les âmes des éléments doivent être calculés pour reprendre les réactions aux appuis. Ces vérifications se font conformément à la EN 1995-1. Un exemple d'assemblage de ce type est l'appui languette décrit dans la partie « Tableaux et figures du dossier technique ». Des valeurs tabulées sont données aux figures 18 de la partie « Tableaux et figures du dossier technique ».

Pour les charges ascendantes des vérifications supplémentaires sont à effectuer comme le dimensionnement de l'arrachage des vis de liaison avec les appuis.

Vis de liaison élément de fermeture / membrure supérieure

Vis de liaison élément de fermeture / membrure supérieure

Vis de liaison élément de fermeture / membrure supérieure

Vis de liaison élément de fermeture / membrure supérieure

Vis de liaison élément de fermeture / membrure supérieure

Vis de liaison élément de fermeture / membrure supérieure

Vis de liaison élément de fermeture / membrure supérieure

Ame

Membrure inférieure

Ame

Figure 7 - Appui languette

2.9.4. Vérifications ELS

Chaque élément de calcul doit être vérifié aux ELS avec les largeurs efficaces définies au paragraphe 2.9.2.1 du présent dossier technique.

Pour le calcul de la flèche, les hypothèses de calcul sont les suivantes :

- Les valeurs moyennes du module de Young Emoyen sont utilisées ;
- La rigidité efficace (EIef) est calculée suivant la méthode décrite dans l'annexe B de la NF EN 1995-1-1 avec un module de glissement entre les composants infinis soit un coefficient □ = 1;
- La composante de la flèche due à l'effort tranchant doit être prise en compte ;
- Les critères de flèche sont conformes à NF EN 1995-1-1 paragraphe 7.2 et son annexe nationale.
- Les vibrations sont à calculer conformément à la NF EN 1995-1-1 partie 1-1, §7.3 ou aux directives nationales. Les hypothèses de calcul sont les suivantes :
- pour le calcul des sous-ensembles (I ou U) d'extrémité du caisson et dans le cas où les caissons sont fixés ensemble, la charge unitaire (1 kN) est divisée par 2 en considérant que l'autre moitié de la charge est vue par le caisson voisin. Dans le cas contraire, le calcul est effectué avec la charge unitaire totale (1 kN);
- pour le calcul des autres sous-ensembles, chaque sous ensemble est analysé en considérant la rigidité équivalente du sous ensemble ;
- les valeurs moyennes du module de Young Emoyen sont utilisées ;
- la rigidité équivalente EIb du sous ensemble dans la direction perpendiculaire à la travée est calculée en première approximation à l'aide de la rigidité équivalente EI₀ de chaque sous ensemble. Les rigidités additionnelles amenées par les liaisons, les plafonds, les planchers flottants, etc. sont déterminées au cas par cas.

2.9.5. Dimensionnement sismique

Lorsqu'ils sont prévus en zone sismique, les caissons Kerto-Ripa doivent être organisés pour remplir les conditions définies dans l'Eurocode 8 :

- l'intégrité lors d'un séisme ;
- la fonction tirant-buton horizontal;
- la fonction diaphragme horizontal.

La justification en zone sismique des structures assemblées par composants Kerto-Ripa doit être menée en suivant le principe de comportement de structure faiblement dissipatif (classe de ductilité L) conformément à NF EN 1998-1-1 (§8.1.3 et §8.6 (2)P).

Les effets des actions sont calculés sur la base d'une analyse élastique globale et un coefficient de comportement q = 1,5 est appliqué dans les calculs.

Les coefficients partiels de sécurité correspondant aux combinaisons d'actions fondamentales doivent être appliqués. Les coefficients de conversion correspondant à une classe de durée de chargement instantanée sont appliqués.

La détermination de la longueur de flambement des membrures tiendra compte de la présence des fixations (vis ou clous de pressage, entraxe de blocage à considérer 300 mm) tout en négligeant leur apport en termes de résistance.

En outre, il y a lieu:

- de vérifier que sous l'effet de la combinaison comprenant l'action sismique, la contrainte dans les âmes seules (défaillance des joints de collages) ne dépasse pas la valeur kh·kmod fmk;
- de considérer que la fonction tirant-buton est assurée uniquement par la membrure supérieure. La valeur de l'effort tirantbuton est égale à la plus grande des deux valeurs suivantes:15 kN/m ou l'effort de tirant-buton calculé;
- de justifier la jonction entre caissons adjacents, réalisée pour les efforts de cisaillement induits par le fonctionnement en diaphragme du plancher. Dans tous les cas la distance entre les organes de jonction ne devra pas excéder 300 mm ;
- de justifier les vis de liaison caisson-murs sous les efforts de cisaillement engendrés par les efforts horizontaux dus à l'action sismique. Dans tous les cas elle ne devra pas excéder 150 mm ;

Il est préférable de privilégier les liaisons entre caissons ayant des capacités résistantes horizontales et verticales.

2.9.6. Réservations dans les caissons Kerto-Ripa

Si un percement doit être exceptionnellement réalisé sur chantier, il doit obligatoirement faire l'objet d'une étude spécifique et d'une méthodologie établie par le bureau d'étude. Différentes réservations sont possibles :

- Trous rectangulaires ou circulaires dans les âmes ;
- Trous circulaires dans les membrures ;
- Chevêtres interrompant ou non une ou plusieurs âmes et la ou les membrures/semelles.

Les règles de calcul pour les réservations sont données dans le paragraphe 2.10.4 du présent document technique.

2.9.7. Porte à faux en prolongement d'un plancher isostatique sur deux appuis

La méthode des y de la NF EN 1995-1-1 s'applique aux portes à faux dont la portée du porte-à-faux n'excède pas la moitié de la travée de reprise.

Pour ce procédé, la longueur du porte-à -faux est limitée à 20% de la longueur de la travée adjacente.

Bien que la méthode des γ soit applicable, les éléments de plancher Kerto-Ripa avec porte-à-faux sont justifiés selon le principe ci-dessous plus conservateur :

- Justifier aux ELS et ELU le plancher nervuré comme s'il ne comportait pas de porte à faux dans son prolongement (poutre sur 2 appuis sans porte à faux) ;
- Justifier aux ELU le porte à faux sans considérer la jonction nervure Kerto-S/panneau Kerto-Q;
- Calculer la flèche du porte à faux en considérant l'inertie (EI)ef déterminée en considérant la longueur du porte-à-faux;
- Appliquer le paragraphe 7.2 (2) de la NF EN 1995-1-1 et son annexe nationale française.

2.9.8. Dimensionnement des éléments porteurs horizontaux sous charges horizontales

Les planchers nervurés Kerto-Ripa participent au contreventement global du bâtiment par leur fonction de diaphragme. Seul le panneau Kerto-Q participe à cette fonction. Le fonctionnement en diaphragme des planchers assure la répartition des efforts horizontaux (vent, poussée des terres, séisme, etc...) entre les éléments de contreventement (voiles, portiques). Pour cela, le plancher diaphragme doit avoir une rigidité suffisante afin que la déformabilité de cisaillement soit négligeable par rapport aux déplacements horizontaux des éléments porteurs. Un plancher diaphragme Kerto-Ripa se compose de plusieurs panneaux connectés entre eux sur toute leur longueur. Les efforts de cisaillement dus aux efforts horizontaux sont transmis par les assemblages entre panneaux décrits au § 2.10. Ces assemblages peuvent être dimensionnés en calculant les efforts internes du diaphragme.

Par ailleurs, l'effort horizontal, parallèle au sens de portée des panneaux structuraux Kerto-Q, induit une flexion du diaphragme qui tend à solliciter en traction les assemblages entre panneaux situés sur la face de la poutre opposée à l'action. Les organes d'assemblages entre panneaux de plancher peuvent donc être sollicités à la fois en cisaillement parallèle au joint et transversal (induit par l'effort de traction). L'assemblage des éléments de plancher aux murs doit permettre de transmettre les efforts de cisaillement en rive. Dans le cas de planchers reposant sur des murs composés de plusieurs panneaux, il est nécessaire de recréer un chainage en tête de mur. Il convient donc de vérifier :

- La capacité du Kerto-Q dont le sens du fil est parallèle à l'axe de l'effort horizontal en traction et compression ;
- la capacité des vis à transférer les efforts aux panneaux adjacents (efforts de cisaillement sur l'assemblage entre panneaux dans un même plan) ;
- Le dimensionnant du tirant en bord de plancher (pièce rapportée ou joints renforcés) ;
- La résistance des liaisons des éléments de plancher aux murs porteurs.

2.10. Mise en œuvre

2.10.1. Dispositions générales relatives aux assemblages

2.10.1.1. Règles générales de dimensionnement des assemblages

Les organes de fixations utilisés pour l'assemblage des éléments Kerto-Ripa entre eux ou à d'autres éléments de structure doivent être choisis selon les prescriptions du chapitre 2.5 matériaux de fixation ou d'assemblage du NF DTU 31.2.

Les organes de fixation ou d'assemblages doivent être justifiés en regard des prescriptions des sections 7.1 et 8 de l'Eurocode 5 en tenant compte des dispositions supplémentaires citées ci-après. Des règles spécifiques peuvent être demandées auprès de Metsä Wood.

La valeur de masse volumique caractéristique du Kerto à prendre en compte pour le dimensionnement des assemblages est $\Box_k = 480 \text{ kg/m}^3$.

Les moyens d'assemblage les plus courants pour les éléments Kerto-Ripa sont les vis à bois et les pointes annelées ou torsadées.

2.10.1.2. Assemblages usuels

2.10.1.2.1. Détails aux appuis

Les éléments Kerto-Ripa doivent avoir des planches de rive ou des lignes d'entretoises à chacune de ses extrémités. Une planche de rive est une planche continue fixée à l'extrémité des âmes ; une ligne d'entretoise est constituée de petites poutres (entretoises) fixées entre les âmes. Ces deux types de stabilisation d'extrémité ont au maximum la même hauteur que les âmes et sont dans la direction transversale des éléments Kerto-Ripa. Il est également possible d'utiliser des étriers en respectant les recommandations du fabricant ou des assemblages mécano-soudés justifiés par calcul.

Les planches de rive et/ou les lignes d'entretoises sont réalisées par des éléments en Kerto ou bois qui sont cloués ou vissés, aux âmes et/ou aux membrures des éléments Kerto-Ripa.

La conception des assemblages doit prendre en compte trois types de sollicitation : efforts descendants (charges permanentes, d'exploitation, de neige, de vent en surpression...), efforts de soulèvement (vent de dépression...) et efforts horizontaux (efforts de contreventement, charges sismiques...).

Les efforts descendants sont pour la plupart du temps repris par contact et doivent donc satisfaire aux exigences du §2.9.3 du présent document technique. Les efforts de soulèvement et horizontaux sont repris par des assemblages qui doivent être vérifiés aux Eurocodes.

Différents types d'appuis peuvent être envisagés. Quelques exemples sont présentés en Figures 18 de la partie « Tableaux et figures du dossiers techniques ».

A noter que les efforts horizontaux des membrures (charges sismiques et contreventement) transitent vers les âmes à travers le joint de colle à condition de vérifier les conditions du §2.9.2.2 du présent document technique.

2.10.1.2.2. Assemblage entre caissons (figures 14 à 16)

La liaison entre deux caissons doit assurer :

- La transmission des efforts de cisaillement vertical ou effort de pianotage (différentiel de charges réparties, charges ponctuelles, etc.)
- La transmission des efforts de cisaillement longitudinal (contreventement global du bâtiment par panneaux, charges horizontales différentielles, etc.)
- L'affleurement des caissons (service)
- Le compartimentage feu (cf. Avis de laboratoire n° AL 14-129_V2), acoustique, étanchéité à l'air, etc.

Le « désaffleure » entre deux caissons ne doit pas dépasser 2 mm.

Lorsque les caissons Kerto-Ripa participent à la transmission des efforts de contreventement de la structure via leur membrure, il est nécessaire d'assurer une continuité du plan de diaphragme. Transférer les efforts de cisaillement d'une membrure (panneau haut ou bas) à l'autre par les âmes des caissons est proscrit.

Le mode de liaison doit être compatible avec les contraintes de montage (par le dessus ou par le dessous) et de production (caissons ouverts ou fermés).

Les éléments Kerto-Ripa sont généralement fixés entre eux par des connecteurs métalliques (vis, clous...). Des vis diagonales espacées de 300 à 400 mm sont recommandées. Ces vis peuvent avoir un diamètre de 5 à 6 mm et une longueur de 100 à 120 mm (variable suivant l'épaisseur de la membrure supérieure).

Il est recommandé d'avoir un espace entre l'extrémité de la membrure et le début de l'âme. Cela permet d'éviter des problèmes d'interaction lors de la pose des caissons autoportants.

Trois moyens de fixation entre caissons justifiable par les formules de l'Eurocode sont présentés dans les paragraphes suivants. Ces trois exemples de fixations sont capables de reprendre quatre points ci-dessus. Il s'agit d'exemples non exhaustifs.

2.10.1.3. Jeux entre caissons

Il est important de prévoir lors des plans d'exécution les dispositifs nécessaires pour absorber les tolérances des caissons Kerto-Ripa qui se cumulent lorsque plusieurs caissons sont positionnés les uns à côtés des autres.

Pour absorber ces tolérances, il est possible de ménager un jeu suffisant après le dernier caisson et de combler le vide restant par un dispositif adapté. Il est également possible de réaliser le dernier caisson sans dernière âme et avec la membrure supérieure (et éventuellement inférieure) en porte à faux qui pourra alors être coupée sur chantier avant de reposer sur une rive ou sur un mur et ainsi s'adapter parfaitement au bâtiment.

2.10.2. Dispositions spécifiques relatives à la sécurité en cas d'incendie

On se conforme aux dispositions de l'Avis de résistance au feu suivant §1.2.2.1 de l'Avis technique attaché au présent dossier technique.

2.10.3. Dispositions spécifiques relatives au montage

Pour le levage, par défaut, des sangles de levage à usage unique sont mises en place sur l'âme des caissons Kerto-Ripa. Des variantes de système de levage sont possibles. Le procédé dispose 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). Un système de transport spécifique peut être défini si nécessaire.

2.10.3.1. Réception du support

La planéité et l'altimétrie des éléments de support des caissons Kerto-Ripa doit être vérifiée afin d'assurer les transmissions d'efforts horizontaux et verticaux. Si la planéité du support n'est pas assurée, elle peut être corrigée par des calles. Les possibilités de réglage des ouvrages doivent tenir compte des tolérances du gros œuvre.

2.10.3.2. Stockage sur chantier

Le taux d'humidité des caissons sortant d'usine est de 10 ± 2 %. Ce sont des éléments secs et stables. Il convient de prendre les dispositions nécessaires sur chantier afin de prévenir des reprises d'humidité trop importantes. Lors d'un stockage de longue durée, les protections mises en place doivent permettre une ventilation suffisante de manière à empêcher les phénomènes de condensation.

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

Prévoir un espace de stockage suffisant permet de trier les éléments plus facilement et ainsi gagner du temps de chantier.

Il peut être nécessaire de protéger les panneaux des U.V. lorsque ceux-ci sont destinés à une utilisation avec une face visible. Il est indispensable alors de prévoir une protection sur les panneaux, contre les rayons directs du soleil (bâche opaque, etc.) immédiatement après le déchargement (moins de 5 minutes en général).

2.10.3.3. Déroulement du montage

La planéité des fondations du bâtiment doit être vérifiée et, le cas échéant, corrigée par des calles.

Sur demande, le fabricant munit les caissons Kerto-Ripa de points d'accrochage qui permettent un levage sécurisé. Sur chaque élément est inscrite sa masse. Il convient de vérifier que la grue est suffisamment dimensionnée en conséquence. Les éléments doivent être levés un par un.

Des éléments de contreventements provisoires doivent être mis en place tant que la structure n'a pas acquis sa stabilité propre. Ces étaiements sont constitués de béquilles placées à 45° à raison de deux, minimum, par élément.

Pour la construction par étages successifs, les chants supérieurs des éléments verticaux doivent constituer un support parfaitement plan et horizontal (irrégularité maximum de 2 mm mesurée sous une règle de 2 m déplacée le long du mur) sur lequel sont vissés les éléments de plancher et ce afin d'assurer un fonctionnement normal de l'assemblage.

Pour la construction par « hauteur totale » (murs filants sur plusieurs niveaux) les éléments de planchers sont fixés aux murs extérieurs par des équerres, tasseaux, ferrures, connecteurs (en respectant les exigences feu).

2.10.4. Réservation dans les caissons Kerto-Ripa

Si un percement doit être exceptionnellement réalisé sur chantier, il doit obligatoirement faire l'objet d'une étude spécifique et d'une méthodologie établie par le bureau d'étude.

Des réservations peuvent être prévues dans un caisson Kerto-Ripa. A moins qu'une analyse plus détaillée ne soit réalisée, les caissons autoportants pourvus d'une âme ou d'une membrure/semelle interrompues, doivent être considérés comme des éléments non collés à l'endroit de l'interruption.

2.10.4.1. Perçage des âmes

Les trous peuvent avoir une forme ronde ou rectangulaire.

Le Kerto-Q avec structure à placage croisé convient particulièrement aux applications où des trous pour les tuyaux de ventilation et d'évacuation sont nécessaires.

Figure 8 - trous ronds

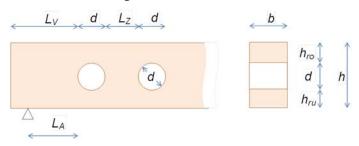
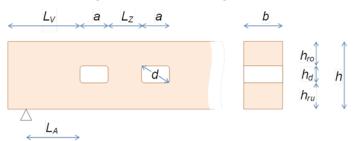


Figure 9 - trous rectangulaires



Les méthodes de conception indiquées dans le présent document peuvent être utilisées lorsque les exigences 1 à 10 suivantes sont remplies. Les exigences sont les mêmes pour les produits Kerto-S et Kerto-Q.

Exigences générales pour les trous ronds et rectangulaires :

$$L_V \ge h \tag{1}$$

$$L_A \ge 0.5h \tag{2}$$

Exigences générales pour les trous ronds :

$$d \le 0.7h \tag{3}$$

$$L_Z \ge \max \begin{cases} 0.5h \\ 2.0d \tag{4} \end{cases}$$

En outre, lorsque le centre du trou est situé sur l'axe neutre de la poutre :

$$h_{ro} et h_{ru} \le 0.15h \tag{5}$$

ou lorsque le centre du trou n'est pas situé sur l'axe neutre de la poutre :

$$h_{ro} et h_{ru} \le 0.25h \tag{6}$$

 $a \leq 1.3h$

Exigences générales pour les trous rectangulaires :

$$h_d \le 0.3h \tag{8}$$

$$h_{ro} et h_{ru} \ge 0.35h \tag{9}$$

$$L_Z \ge 1.5h \tag{10}$$

Et le rayon de courbure à chaque coin du trou doit être au minimum de 15 mm.

Limitations géométriques pour les trous

Tableau 5 - Limitations géométriques pour les trous ronds dans les poutres Kerto-S et Kerto-Q.

		· ·	CENTRE DU TRO	U SUR UN AXE NEUTRE	LE CENTRE DU L'AXE NEUTRE	TROU N'EST PAS SUR
Hauteur de la poutre	DISTANCE DE L'EXTRÉMITÉ de la poutre	Distance à l'appui	Diamètre maximum du trou	DISTANCE PAR RAPPORT AUX BORDS de la poutre	Diamètre maximum du trou	DISTANCE PAR RAPPORT AUX BORDS de la poutre
<i>h</i> [mm]	L _V min [mm]	L _A min [mm]	d [mm]	h _{ro} et h _{ru} min [mm]	d [mm]	h _{ro} et h _{ru} min [mm]
200	200	100	140	30	100	50
225	225	112,5	157,5	33,75	112,5	56,25
260	260	130	182	39	130	65
300	300	150	210	45	150	75
360	360	180	252	54	180	90
400	400	200	280	60	200	100
450	450	225	215	67,5	225	112,5
500	500	250	250	75	250	125
600	600	300	420	90	300	150

NOTE. En outre, la distance entre deux trous LZ = max [0,5h; 2,0d].

Tableau 6 – Limitations géométriques pour les trous rectangulaires dans les nervures Kerto-S et Kerto-Q.

Hauteur de la poutre	DISTANCE DE L'EXTRÉMITÉ de la poutre	Distance àl'appui	Distance entre trous	Longueur max du trou	Hauteur max du trou	DISTANCE PAR RAPPORT AUX BORDS de la poutre
<i>h</i> [mm]	L _V min [mm]	<i>L_A</i> min [mm]	<i>Lz</i> min [mm]	a max [mm]	h _d et [mm]	<i>h_{ro} et h_{ru}</i> min [mm]
200	200	100	300	260	60	70
225	225	112,5	337,5	292,5	67,5	78,75
260	260	130	390	338	78	91
300	300	150	450	390	90	105
360	360	180	540	468	108	126
400	400	200	600	520	120	140
450	450	225	675	585	135	157,5
500	500	250	750	650	150	175
600	600	300	900	780	180	210

NOTE. Le rayon de courbure aux coins du trou doit être de 15 mm minimum.

Calcul des poutres Kerto-S avec des trous

Pour les trous ronds et rectangulaires, la condition suivante doit être satisfaite :

$$\sigma_{t,90,d} = \frac{F_{t,90,d}}{0.5bl_{t,90}} \le 0.85k_{hole}k_{space}k_{t,90}f_{t,90,d}$$
 (11)

 $\sigma_{t,90,d}$: Valeur de calcul de la contrainte de traction perpendiculaire au fil [N/mm²]

 $f_{t,90,d}$ valeurs de calcul de la résistance en traction perpendiculaire au fil [N/mm²].

F_{t,90,d}: Force de traction perpendiculaire au fil [N]

La longueur l_{t,90} est calculée par [mm] :

$$l_{t.90} = 0.35d + 0.5h$$
 Trous ronds (12)

$$l_{t,90} = 0.5h_d + 0.5h$$
 Trous rectangulaires(13)

Le facteur de réduction $k_{t,90}$ pour les trous ronds et rectangulaires est donné par :

$$k_{t,90} = min \begin{cases} 1 \\ (450/h)^{0.5} \end{cases}$$
 (14)

La hauteur de la poutre h est donnée en millimètres.

Le facteur de réduction k_{hole} est calculé selon :

$$k_{hole} = min \begin{cases} 1 \\ 1 - 1.5 \frac{d - 0.5h}{0.5h} \end{cases}$$
 trous ronds (15)

$$k_{hole} = 1$$
 trous rectangulaires (16)

Le facteur de réduction k_{space} est donné par :

$$k_{space} = min \begin{cases} 1 \\ 1 - 0.8 \frac{h - L_Z}{h} \\ 1 - 0.8 \frac{4d - L_Z}{4d} \end{cases}$$
 trous ronds (17)

 $k_{space} = 1$ trous rectangulaires

L'effort de traction $F_{t,90,d}$ est calculé par :

$$F_{t,90,d} = \frac{V_d h_d}{4h} \left(3 - \frac{h_d^2}{h^2} \right) + 0,008 \frac{M_d}{h_r}$$
 (19)

où V_d est l'effort de cisaillement and M_d est le moment au bord du trou. Pour les trous ronds $h_d = 0.7d$. La distance h_r est donné par

$$h_r = min \begin{cases} h_{ro} + 0.15d \\ h_{ru} + 0.15d \end{cases}$$
 trous ronds (20)

$$h_r = min \begin{cases} h_{ro} \\ h_{ru} \end{cases}$$
 trous rectangulaires (21)

En plus du critère de conception (11), les contraintes de flexion, de cisaillement, de traction et de compression de la poutre doivent être vérifiées au niveau des trous pour déterminer la section transversale réduite avec la profondeur du

La contrainte de flexion σ_d pour les trous dont le centre est situé sur l'axe neutre est donnée par :

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d h}{2I_{red}} + \sigma_{add,d} \tag{22}$$

Où M_d est le moment calculé au centre du trou et I_{red} est calculé par :

$$I_{red} = \frac{b}{12}(h^3 - d^3) \qquad \text{trous ronds} \qquad (23)$$

$$I_{red} = \frac{b}{12}(h^3 - h_d^3)$$
 trous rectangulaires (24)

Pour la contrainte de flexion des trous ronds $\sigma_{add,d} = 0$ et pour les trous rectangulaires, elle est donnée par :

$$\sigma_{add,d} = \frac{M_{add,d}}{W_{ro}} = \frac{V_d a/4}{bh_{ro}^2/6} = \frac{3V_d a}{2bh_{ro}^2}$$
 (25)

Les contraintes de traction et de compression $\sigma_{t,d}$ et $\sigma_{c,d}$ dans le cas où le trou est situé sur l'axe neutre de la poutre sont donnés par :

$$\sigma_{t,d} = \frac{F_{t,d}}{A_{red}} \tag{26}$$

$$\sigma_{c,d} = \frac{F_{c,d}}{A_{red}} \tag{27}$$

Où F_{t,d} et F_{c,d} sont les efforts de traction au centre du trou et A_{red} est calculé par :

$$A_{red} = b(h - d)$$
 trous ronds (28)

$$A_{red} = b(h - h_d)$$
 trous rectangulaires (29)

La contrainte de cisaillement

A la position du trou, les membrures hautes et basses ne sont pas prises en compte pour le calcul de la résistance en cisaillement. La capacité résistante des éléments de calcul pour un effort V vaut:

 $\sigma_{v,d}$ dans le cas où le trou rond est situé sur l'axe neutre de la poutre $(h_{ro} = h_{ru})$ est donné par :

$$\sigma_{v,d} = 1.5 \frac{V_d}{A_{red}} \le k_v k_{\varphi} f_{v,d} \tag{30}$$

où V_d est l'effort de cisaillement au centre du trou

Ared est calculé avec les équations 28 and 29.

$$k_v = min \begin{cases} \frac{1}{9\left(1,1 + \sqrt{\frac{h}{2}}\right)} \\ \frac{\sqrt{d(h-d)}}{\sqrt{d(h-d)}} \end{cases}$$

 k_{ω} =0,65 pour les éléments Kerto-Ripa en T, pour les nervures de bords ou intermédiaires

 k_{ω} =0,75 pour les éléments Kerto-Ripa en H ou S, pour les nervures de bords ou intermédiaires

 $\sigma_{v,d}$ dans le cas où le trou rectangulaire est situé sur l'axe neutre de la poutre $(h_{ro} = h_{ru})$ est donné par :

$$\sigma_{v,d} = 1.5 \frac{V_d}{A_{red}} k_t \le k_v k_{\varphi} f_{v,d}$$
 (30)

où V_d est l'effort de cisaillement au centre du trou et k_t est calculé avec les équations 28 and 29.

Calcul des poutres KERTO-Q avec trous

La même méthode de conception peut être utilisée pour les poutres Kerto-Q avec trous lorsque les exigences 1 à 10 sont remplies. En outre, le rayon de courbure aux coins du trou doit être d'au moins 15 mm.

En raison de la structure du placage croisé, la résistance à la traction perpendiculaire au grain de Kerto-Q est suffisamment élevée pour empêcher la possible croissance initiale de la fissure pour propager la rupture et le critère de conception pour les poutres Kerto-Q avec trous ne peut pas être présenté par une formule présentant le déroulement de la fissuration. Au lieu de cela, les contraintes de flexion, de traction, de compression et de cisaillement de la poutre calculées pour la section réduite doivent être vérifiées à l'emplacement des trous. Les contraintes sont calculées comme indiqué dans les équations 22, 26, 27 et 30 et en utilisant :

$$k_{v} = min \begin{cases} \frac{h}{h-d} \\ 24\left(1,1+\sqrt{\frac{h}{2}}\right) \\ \frac{\sqrt{d(h-d)}}{\sqrt{d(h-d)}} \end{cases}$$

2.10.4.2. Perçage des membrures

Il est possible de réaliser des perçages circulaires dans les membrures. Il est possible de réaliser des perçages dans la membrure inférieure et supérieure sans vérification supplémentaire à condition de respecter les conditions suivantes :

- Le perçage doit se faire à égale distance des deux âmes ;
- Sans étude spécifique autre, on se limite à un percement entre chaque âme ;
- Le diamètre des perçages ne dépasse pas les valeurs données dans le tableau 7 (fonction de la distance entre deux âmes adjacentes du percement).

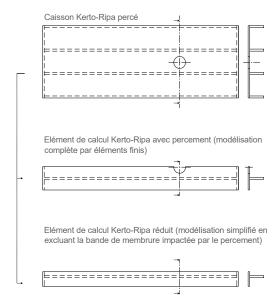
Tableau 7 : Diamètre du percement maximum des membrures sans nécessite de vérification supplémentaire en fonction de la distance entre les âmes adjacentes

Entraxe des âmes	Diamètre maximum
300	150
360	175
400	175
450	175
500	175
540	200
600	200
750	225
900	225

Des percements plus gros peuvent être réalisés. A moins qu'une analyse plus détaillée ne soit réalisée, le dimensionnement des éléments de calcul Kerto-Ripa avec percement sont calculés en excluant la bande de membrure impactée par l'ouverture sur toute la longueur de l'élément de calcul considéré comme l'indique la figure 9.

Une analyse plus complexe par élément finis 2D ou 3D peut être envisagée.

Figure 10 - Mode de calcul simplifié d'un élément Kerto-Ripa avec ouverture



2.10.4.3. Trémies/ouvertures

Il est possible d'intégrer dans les caissons Kerto-Ripa des ouvertures encore plus importantes pouvant aller jusqu'à interrompre une ou plusieurs âmes en insérant lors de la fabrication des caissons des chevêtres pour réaliser des trémies (escalier, passages de gaines électriques), des fenêtres de toit, etc... ces chevêtres peuvent être fixés par vissage, par équerre, par étriers, par assemblage mécano-soudés... Le calcul de ces éléments Kerto-Ripa interrompus se fait par report des charges au niveau des chevêtres sur les éléments de calcul Kerto-Ripa adjacents (figure 18).

2.10.5. Propriétés physiques des compositions de parois

2.10.5.1. Acoustique

Les performances acoustiques des caissons Kerto-Ripa dépendent tout à la fois de la nature des membrures et des âmes (hauteur, épaisseurs), leurs positionnements relatifs (entraxe des âmes par exemple), que des éléments rapportés de finition (sous faces, résilients, etc.) et d'isolation (nature, épaisseur, etc.).

Les performances acoustiques d'un caisson Kerto-Ripa seront ainsi à évaluer sur la base des données en partie « Tableaux et figures du dossiers techniques – Tableau 7 ».

2.10.5.2. Thermique

La conductivité thermique déclarée du Kerto est de 0,13 W/(m.K). Mais le caisson autoportant peut cependant contenir une isolation supplémentaire de type laine minérale entre âmes. Par conséquent, les valeurs de la résistance thermique R et du coefficient de transmission thermique U du caisson autoportant ainsi équipé en isolants dépendent de ses dimensions mais aussi des matériaux placés entre les membrures.

2.10.5.3. Étanchéité à l'air

La mise en œuvre d'une bande adhésive ou autre dispositif adapté (un joint comprimé entre deux caissons par exemple) au niveau de la liaison entre deux panneaux garantit l'étanchéité à l'air de l'ensemble d'une enveloppe composée à l'aide de caissons Kerto-Ripa. Cette bande devra être choisie pour ses performances à long terme (non-décollement notamment) en particulier pour application sur des produits bois ; à titre indicatif les bandes Sicrall / Rissan de SIGA, ainsi que les bandes Vana Tescon de Proclima et les produits de Tremco-Illbruck présentent de bonnes performances. De manière générale, on favorisera les produits ne comportant pas de solvants afin que les performances en adhérence soient assurées durablement.

2.11. Résultats expérimentaux

- Dossier de synthèse: « Réalisation de panneaux caissons Kerto autoportants collés, validation de la colle PURBOND HB110 pour l'emploi structural en classes de service 1 & 2 », Laboratoire de Rhéologie du Bois, Avril 2005 – Document confidentiel, 6 pages.
- Fiche technique: « PURBOND HB 110, Colle polyuréthane à un composant pour structures portantes en bois selon DIN 1052, exécutions spéciales comprises », Purbond AG, 5 pages.
- Essais de cisaillement des plans de collage, influence de l'épaisseur des plans de collage, de l'espacement des vis et de l'humidité sur la résistance du plan de collage : « Screw gluing Kerto-LVL structures with polyurethane, Otawood publication », Matti Kairi et al., Helsinky University of Technology, Department of Forest Products Technology, Laboratory of Wood Technology, Espoo 1999.
- Essais de collage avec clous assurant la pression de collage : « Nail pressing technology for PU gluing of Kerto-Ripa elements, initial type tests at Lohja 2006 », Finnforest Building solutions Kerto, Jouni Hakkarainen, Aout 2006, 29 pages.
- Essai de délamination de la colle Purbond sur collage structurel de caissons Kerto-Ripa selon norme EN 391, procédure B, Juin 2005

- « Statement on the design method for composed Kerto-LVL compression members connected by PU gluing with solid timber strips », VTT technical research centre of Finlande, N° VTT-S-05843-09, août 2009, 11 pages.
- ETA-07/0029 du 21/08/2017, « Kerto Ripa Elements, Wood-based composite slab element for structural purposes », VTT technical research centre of Finlande, février 2007, 16 pages
- Essais de performances acoustiques sur caisson Kerto-Ripa en H et en T avec différentes natures d'isolants, résilients et chapes Rapport de synthèse suite à essais de différentes compositions : « Ribbed and hollow box element made from Kerto laminated veneer panels with different screed structures and subfloors », Expert statement, N° 175 35407e, Juillet 2009.
- Essai de résistance au feu: "Fire resistance test on a joint of a wooden beam and floor construction, test method as applicable Standard SFS-EN 1365-2", Finas akkreditointi T018 (EN ISO/IEC 17025), Test report N° RTE344/04, VTT technical research centre of Finlande, August 2004.
- Essai de résistance au feu : "Fire resistance test on a wooden floor construction, test method : Standard SFS-EN 1365-2", Finas akkreditointi T018 (EN ISO/IEC 17025), Test report N° RTE1057/04, VTT technical research centre of Finlande, August 2004.

Appréciation de laboratoire au feu n° AL 14-129_V2, CSTB, Mars 2014.

2.12. Références

2.12.1. Données Environnementales¹

Le procédé Kerto-Ripa ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Il ne peut 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.

2.12.2. Autres références

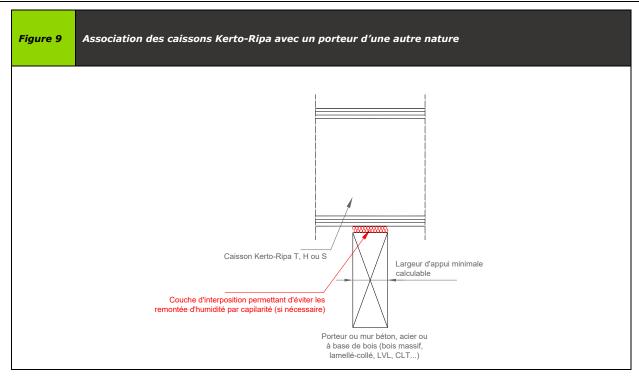
En France, plus de 10 000 m² de caissons nervurés Kerto-Ripa ont été mis en œuvre en toiture avec un revêtement d'étanchéité pour des toitures de type chaude, froide ventilée et accessibles aux piétons.

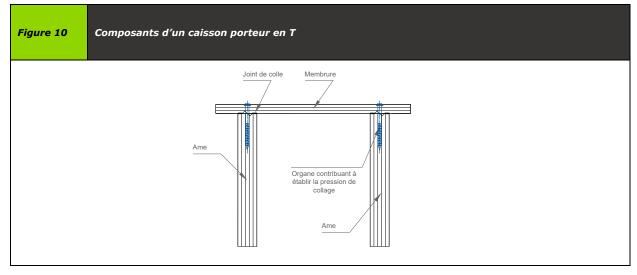
Et plus de 50 000m² de caisson nervuré en plancher.

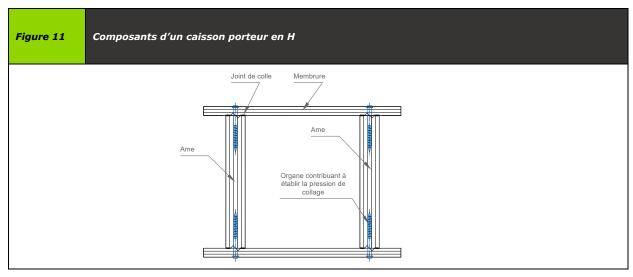
- Chantier	- Ville	- Année	- Surface (m²)
- Lycée Gustave Eiffel	- Gagny (93)	- 2016	- 760
- Lycée Louis Vicat	- Souillac (46)	- 2016	- 209
- Logements collectifs	- Cheptainville (91)	- 2016 - 2017	- 1244
- Logements Collectifs - Les Jardins de Turpault	- Cholet (49)	- 2017	- 500
- Médiathèque	- Ollainville (91)	- 2017	- 450
- Ateliers des Capucins	- Brest (29)	- 2018	- 1438
- Logements collectifs	- Briis-sous-Forges (91)	- 2018	- 670
- Surélévation Ecole des Crys	- Peillonnex (74)	- 2018	- 1000
- Préfecture de Police	- Marseille (13)	- 2019	- 1000
- Logements collectifs	- Lieusaint (77)	- 2019	- 671
- 17 logements collectifs Coop Bossette - Ivry-sur-Seine	- Ivry-sur-Seine (94)	- 2019	- 1275
- Logements Collectifs	- Pussay (91)	- 2019	- 240

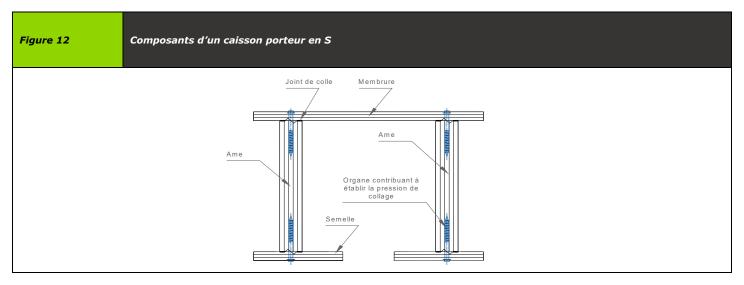
¹ Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis

2.13. Annexes du Dossier Technique

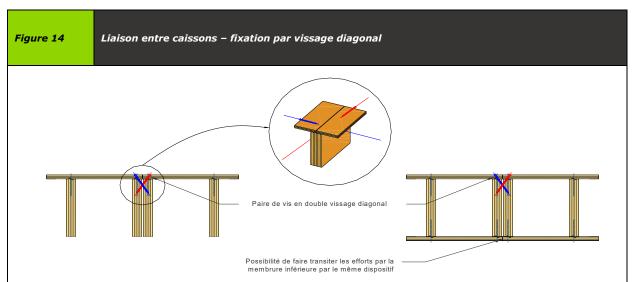












Par défaut, le vissage préconisé est un double vissage à 45°, c'est-à-dire avec des vis positionnées à 45° par rapport à l'horizontale et à 45° par rapport à la verticale. Ce mode de vissage permet de reprendre le cisaillement horizontal et vertical.

Ce mode de fixation se calcul selon la NF EN 1995-1-1 ou avec les règles de moyen décrites ci-dessous.

Avec ce mode de vissage à 45°, une paire de vis de type Würth Assy Plus VG 6x180 est capable de reprendre une combinaison d'efforts caractéristiques dans la direction horizontale et verticale de : $F_{\nu,Rk} = 5,21\,kN$ avec un

jeu entre les âmes pouvant aller jusqu'à 15 mm.

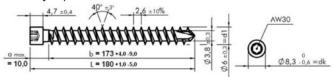
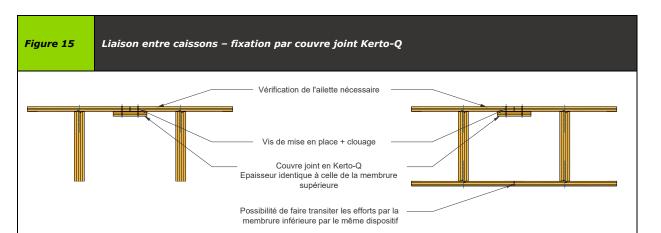


Figure : Vis Würth Assy Plus VG 6x180

En général, avec ce type de vis et cette configuration de vissage, il est nécessaire de mettre au minimum une paire de vis tous les 300 mm entre deux caissons. Cet entraxe de pair de vis peut être amené à diminuer selon les charges à reprendre.

Il est possible d'avoir une âme de bord qui déborde (collage de la membrure sur une partie de l'âme) et qui serve d'appui à la membrure du caisson adjacent. Dans ce cas l'âme a une épaisseur d'au moins 57 mm.

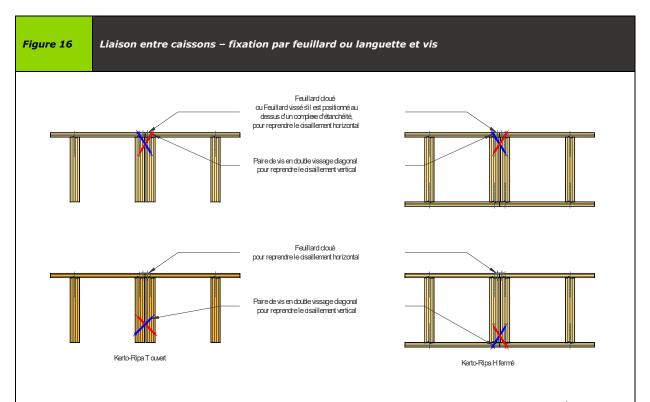


Ce mode de fixation se calcule selon la NF EN 1995-1-1 ou avec les règles de moyen décrites ci-dessous.

Par défaut, les fixations à prévoir entre le couvre joint et les membrures des caissons Kerto-Ripa, sont constituées de :

- Une vis tous les 300 mm pour la mise en place du système
- Une pointe crantée tous les 150 mm voire tous les 50 mm (suivant les efforts à reprendre)

Dans ce système, les clous sont droits et travaillent en simple cisaillement. Dans cette configuration, un clou cranté de diamètre 3,5 mm à une capacité résistante caractéristique de : $F_{v,Rk} = 0.8 \, kN$.



Lorsque les efforts horizontaux sont trop importants, il est possible de les faire transiter d'un caisson à l'autre via un feuillard. Les efforts de cisaillement verticaux sont repris par des vis diagonales conformément au détail de la figure 12 du présent document technique.

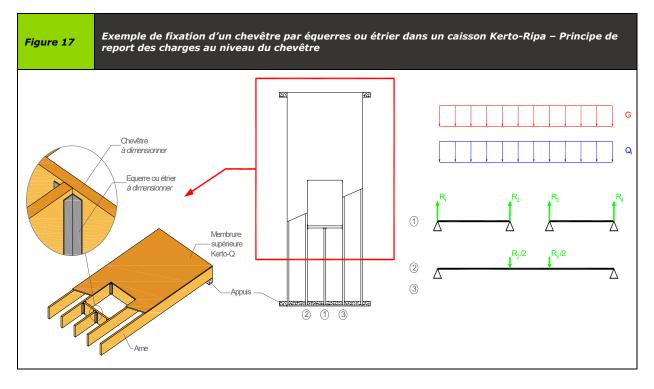
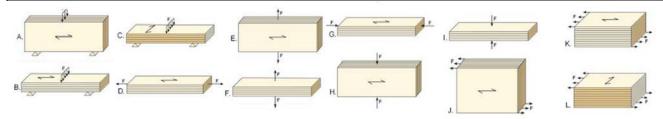


Tableau 8 - Caractéristiques du Kerto-S et Kerto-Q

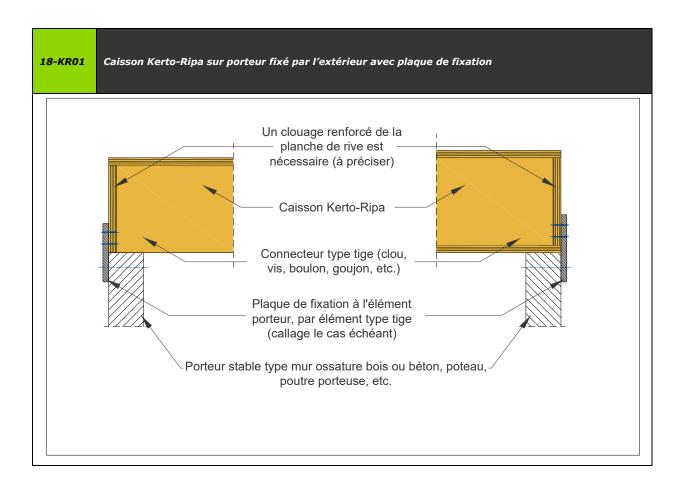
	Propriétés	Cumbala	Figure	Valeurs caractéristiques en N/mm2 ou kg/m3 Kerto- S Kerto- O - épaisseurs (mm			
	Proprietes	Symbole	Fig	(épaisseurs	Kerto-C) - épaisseur	rs (mm)
				21-90mm)	19-21*	19-23**	25-69*
	Résistance à la flexion (hauteur de référence 300mm)						
	A chant, fil parallèle	fm,0,chant,k	Α	44.0	28.0	28.0	32.0
	Paramètre d'effet de dimension	s		0.12	0.12	0.12	0.12
	A plat, fil parallèle	fm,0,plat,k	В	50.0	28.0	32	36.0
	A plat, fil travers	fm,90,plat,traver	С	-	14.0	8.0	8.0
	Résistance à la traction (longueur de référence 3000 mm) Parallèle au fil	s,k ft,0,k	D	35.0	19.0	19.0	26.0
(%	Perpendiculaire au fil, à chant	ft,90,chant,k	E	0.8	6.0	6.0	6.0
<u>le</u> 5	Perpendiculaire au fil, à plat	ft,90,plat,k	F	-	-	-	-
acti	Résistance à la compression	Ιογοσγριασγια					
n fr	Parallèle au fil	fc,0,k	G	35.0	19.0	19.0	26.0
()	Perpendiculaire au fil, à chant	fc,90,chant,k	Н	6.0	9.0	9.0	9.0
dne	Perpendiculaire au fil, à plat	fc,90,plat,k	I	1.8	2.2	2.2	2.2
istic	Résistance au cisaillement						
ctér	Relatif à la flexion à chant	fv,0,chant,k	j	4.1	4.5	4.5	4.5
Valeurs caractéristiques (au fractile 5%)	Relatif à la flexion à plat, parallèle au fil Module d'élasticité	fv,0,plat,k	К	2.3	1.3	1.3	1.3
Vale	Parallèle aux fibres, fil parallèle	E0,k	ABDG	11600	8300	8300	8800
	Parallèle aux fibres, fil travers	E0,travers,k	С	-	2900	1000	1700
	Perpendiculaire aux fibres, à chant	E90,chant,k	Н	350	2000	2000	2000
	Perpendiculaire aux fibres, à plat	E90,plat,k	I	100	100	100	100
	Module de cisaillement	. ,					
	Relatif à la flexion à chant	G0,chant,k	J	400	400	400	400
	Relatif à la flexion à plat, parallèle	G0,plat,k	К	400	-	-	-
	au fil Masse volumique	ρ k		480	480	480	480
	Module d'élasticité						
	Parallèle aux fibres, fil parallèle	E0,mean	ABDG	13800	10000	10000	10500
Se	Parallèle aux fibres, fil travers	E0,travers,mean	С	-	3300	1200	2000
enne	Perpendiculaire aux fibres, à chant	E90,chant,mean	Н	430	2400	2400	2400
noy	Perpendiculaire aux fibres, à plat	E90,plat,mean	I	130	130	130	130
Valeurs moyennes	Module de cisaillement						
aleu	Relatif à la flexion à chant	G0,chant,mean	J	600	600	600	600
>	Relatif à la flexion à plat, parallèle au fil	G0,plat,mean	К	600	-	-	-
	Masse volumique	ρ mean		510	510	510	510

* Pour Kerto-Q avec un pli extérieur parallèle à la direction longitudinale |_|||_| ** Pour Kerto-Q avec deux plis extérieurs parallèles à la direction longitudinale



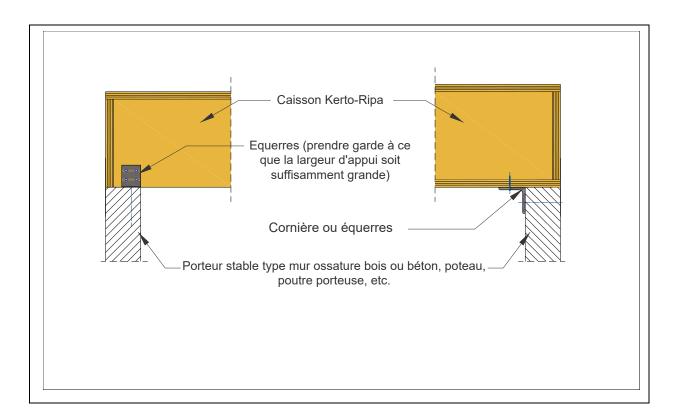
Figures 18 – Les détails d'appuis

Appui sur mur



Type d'effort		Dispositif de reprise
Effort descendant	↓	Les efforts descendants sont repris directement par le porteur par contact.
Effort ascendant	1	Plaque fixée par connecteurs de type tige sur porteur stable La plaque peut être métallique ou en Kerto-Q Le nombre de connecteurs doit être calculé selon l'Eurocode 5 Les connecteurs sont fixés dans les nervures ou dans la planche de rive qui doit alors être fixée aux nervures par un plan de clouage à définir par le concepteur et à préciser sur les plans fournis à Metsä Wood pour la fabrication des caissons.
Efforts horizontaux	\leftrightarrow	Si la plaque de fixation est suffisamment raide en cisaillement, elle peut reprendre des efforts horizontaux. Pour reprendre un jeu éventuel entre le caisson et le mur, des calles peuvent être nécessaires.

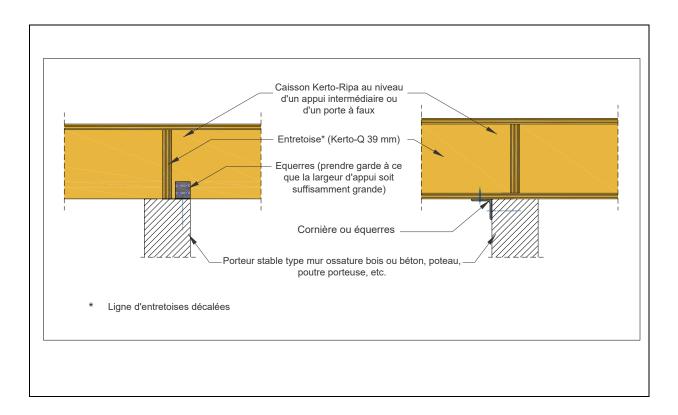
18-KR02 Caisson Kerto-Ripa sur porteur fixé par l'intérieur par équerres ou cornières



Type d'effort		Dispositif de reprise
Effort descendant	↓	Les équerres ou les cornières sont capables de reprendre les efforts horizontaux et verticaux en
Effort ascendant	↑	soulèvement.
Efforts horizontaux	\leftrightarrow	Le nombre de connecteur doit être calculé selon l'Eurocode 5 Pour un caisson en H, il n'est pas possible de mettre les équerres ou cornières dans le caisson.

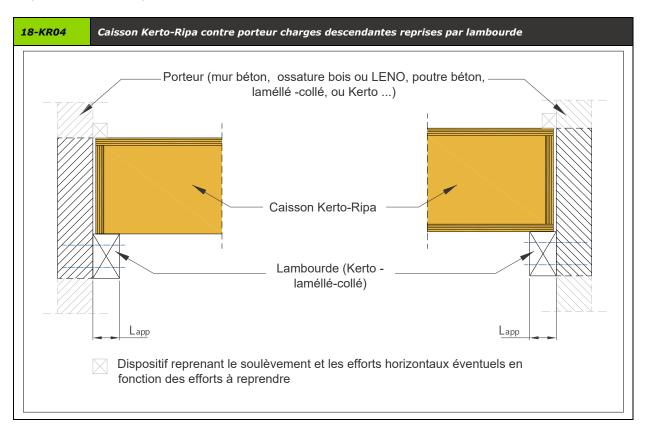
18-KR03

Caisson Kerto-Ripa sur porteur en appui intermédiaire



Type d'effort		Dispositif de reprise
Effort descendant	Ţ	Les efforts descendants sont repris directement par le porteur directement par contact.
Effort ascendant	1	Les équerres ou les cornières reprennent les efforts de soulèvement ainsi que les efforts
Efforts		horizontaux
horizontaux	\leftrightarrow	Pour un caisson en H, il n'est pas possible de mettre les équerres ou cornières dans le caisson.

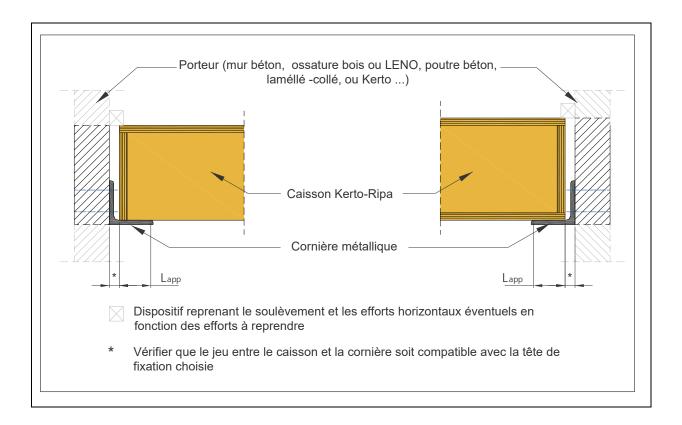
Dans le cas d'un mur filant (plancher intermédiaire, toiture avec acrotère...) ou dans le cas où les caissons sont contre une poutre porteuse (pour limiter la retombée du système) il est possible d'utiliser les détails décrits ci-après. Deux catégories de détails sont représentés : ceux permettant de reprendre les efforts descendants et ceux capable de reprendre des efforts ascendants et horizontaux. Dans la plupart des cas, il est donc nécessaire de créer un détail global avec deux détails décrits ci-dessous (liste non exhaustive).



Type d'effort		Dispositif de reprise
Effort descendant		Les efforts descendants sont repris par contact par la lambourde. Cette dernière est fixée par des éléments de type tige sur le porteur. Le nombre de connecteurs doit être calculé selon l'Eurocode 5
	↓	Pour ce détail, le porteur est le plus souvent un mur. Il est possible d'utiliser ce détail avec une poutre porteuse en bois lamellé-collé ou en Kerto à condition de vérifier sa résistance au fendage causé par la traction transversale apportée par le caisson.
Effort ascendant	1	Un dispositif particulier doit être ajouté pour reprendre les efforts de soulèvement et horizontaux
Efforts horizontaux	\leftrightarrow	(cf.détails 18-KR08 à 18-KR11 ci-après)

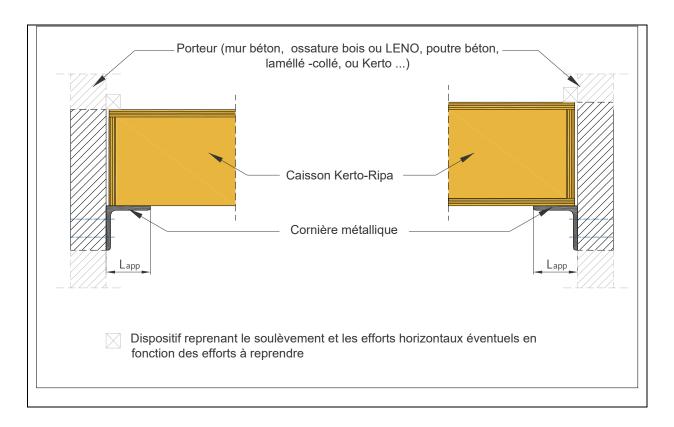
Note : Il convient de prendre en compte les effets de la rotation sur appui en fonction de la hauteur des caissons.

18-KR05 Caisson Kerto-Ripa contre porteur charges descendantes reprises par cornière(1)



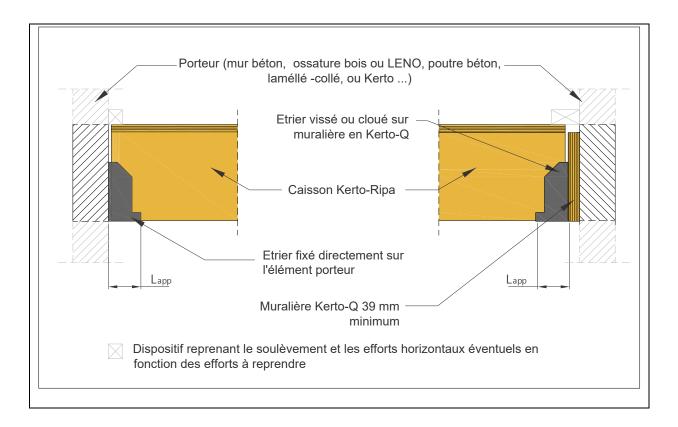
Type d'effort		Dispositif de reprise
Effort descendant		Les efforts descendants sont repris par contact par la cornière. Cette dernière est fixée par des éléments de type tige sur le porteur. Le nombre de connecteurs doit être calculé selon l'Eurocode 5
	↓	Pour ce détail, le porteur est le plus souvent un mur. Il est possible d'utiliser ce détail avec une poutre porteuse en bois lamellé-collé ou en Kerto à condition de vérifier sa résistance au fendage causé par la traction transversale apportée par le caisson.
Effort ascendant	1	Un dispositif particulier doit être ajouté pour reprendre les efforts de soulèvement et horizontaux
Efforts horizontaux	\leftrightarrow	(cf.détails 18-KR08 à 18-KR11 ci-après)

18-KR06 Caisson Kerto-Ripa contre porteur charges descendantes reprises par cornière(2)

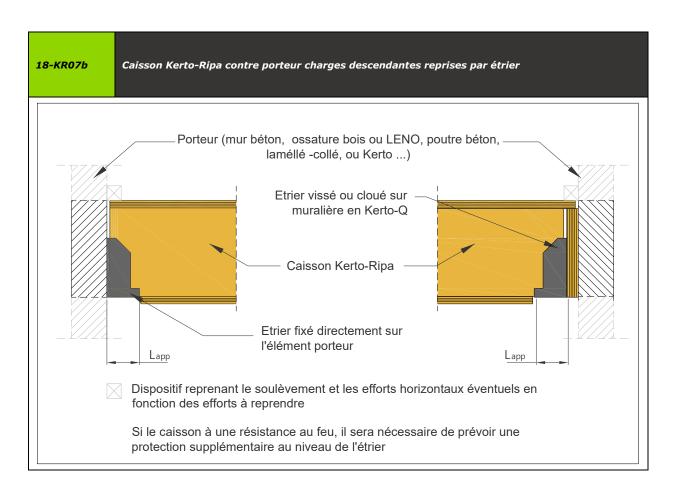


Type d'effort		Dispositif de reprise
Effort descendant		Les efforts descendants sont repris par contact par la cornière. Cette dernière est fixée par des éléments de type tige sur le porteur. Le nombre de connecteurs doit être calculé selon l'Eurocode 5
	1	Pour ce détail, le porteur est le plus souvent un mur. Il est possible d'utiliser ce détail avec une poutre porteuse en bois lamellé-collé ou en Kerto à condition de vérifier sa résistance au fendage causé par la traction transversale apportée par le caisson.
Effort ascendant	1	Un dispositif particulier doit être ajouté pour reprendre les efforts de soulèvement et horizontaux
Efforts horizontaux	\leftrightarrow	(cf.détails 18-KR08 à 18-KR11 ci-après)

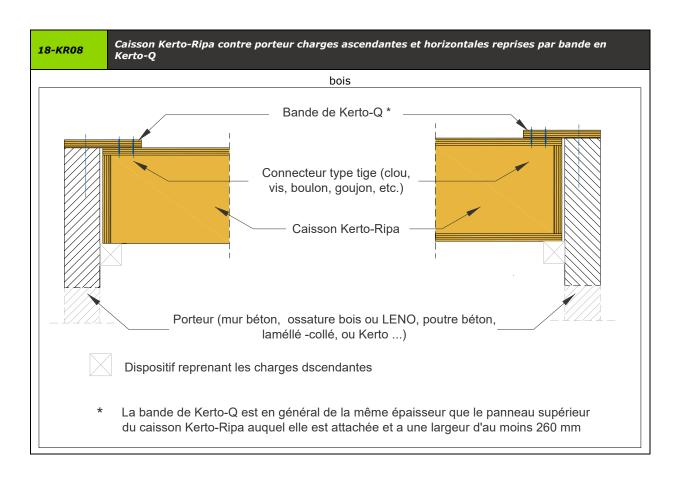
18-KR07a Caisson Kerto-Ripa contre porteur charges descendantes reprises par étrier



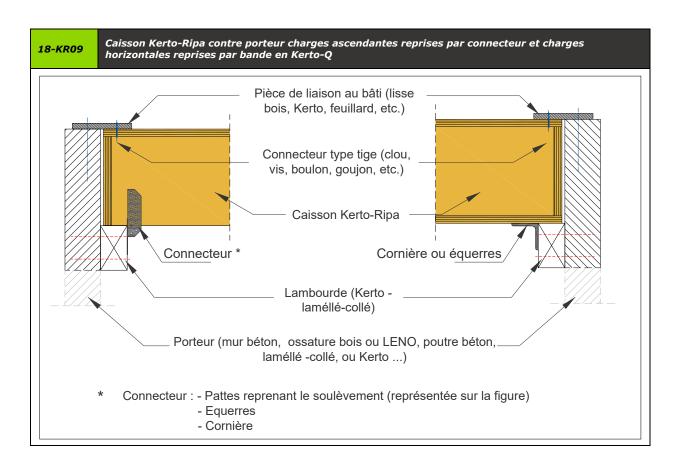
Type d'effort		Dispositif de reprise
Effort descendant	↓	Les efforts descendants sont repris par contact par l'étrier. Le dimensionnement de ce dernier doit se faire conformément aux indications du fabriquant de connecteur.
Effort ascendant	↑	La plupart des étriers ont une capacité résistante en soulèvement et horizontal. Si ces capacités
Efforts horizontaux	\leftrightarrow	déclarées ne sont pas suffisantes, un dispositif particulier doit être ajouté pour reprendre les efforts de soulèvement et horizontaux (cf.détails 18-KR08 à 18-KR11 ci-après)



Type d'effort		Dispositif de reprise
Effort descendant	↓	Les efforts descendants sont repris par contact par l'étrier. Le dimensionnement de ce dernier doit se faire conformément aux indications du fabriquant de connecteur.
Effort ascendant	↑	La plupart des étriers ont une capacité résistante en soulèvement et horizontal. Si ces capacités
Efforts horizontaux	\leftrightarrow	déclarées ne sont pas suffisantes, un dispositif particulier doit être ajouté pour reprendre les efforts de soulèvement et horizontaux (cf.détails 18-KR08 à 18-KR11 ci-après)

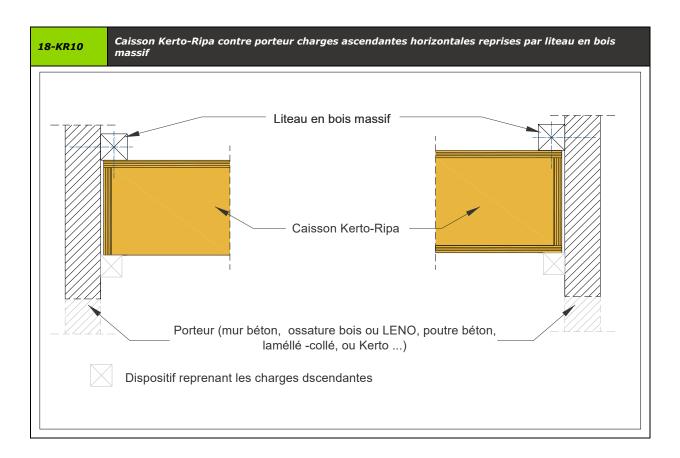


Type d'effort		Dispositif de reprise
Effort descendant	↓	Un dispositif particulier doit être ajouté pour reprendre les efforts descendants (cf. détails 18-KR04 à 18-KR07b ci-avant-)
Effort ascendant	1	Les efforts ascendants sont repris par le cisaillement de la bande de Kerto-Q
Efforts horizontaux	\leftrightarrow	Les efforts horizontaux sont repris par les vis entre le caisson Kerto-Ripa et la bande de Kerto-Q. Leur nombre doit être vérifié selon l'Eurocode 5

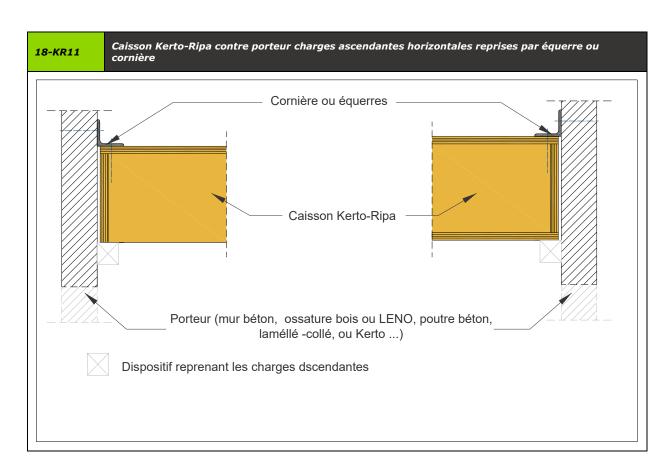


Type d'effort		Dispositif de reprise
Effort descendant	\rightarrow	Un dispositif particulier doit être ajouté pour reprendre les efforts descendants (cf.détails 18-KR04 à 18-KR07b ci-avant)
Effort ascendant	1	Les efforts ascendants sont repris par un connecteur qui peut être une patte reprenant le soulèvement, une équerre ou une cornière.
Efforts horizontaux	\leftrightarrow	Les efforts horizontaux sont repris par les vis entre le caisson Kerto-Ripa et la pièce de liaison au bâti. Leur nombre qui doit être vérifié selon l'Eurocode 5

L'ajout d'une lisse d'arase au niveau du porteur pour reprendre la pièce de liaison au bâti peut être nécessaire



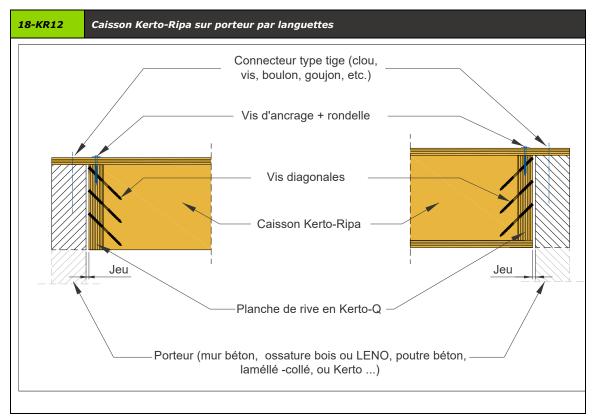
Type d'effort		Dispositif de reprise
Effort descendant	↓	Un dispositif particulier doit être ajouté pour reprendre les efforts descendants (cf.détails 18-KR04 à 18-KR07b ci-avant)
Effort ascendant	1	
Efforts horizontaux	\leftrightarrow	Les efforts ascendants et horizontaux sont repris par les connecteurs entre le liteau et le porteur. Leur nombre qui doit être vérifié selon l'Eurocode 5



Type d'effort		Dispositif de reprise		
Effort descendant	\downarrow	Un dispositif particulier doit être ajouté pour reprendre les efforts descendants (cf. détails 18-KR04 à 18-KR07b ci-avant)		
Effort ascendant	↑			
Efforts horizontaux		Les efforts ascendants et horizontaux sont repris par les connecteurs entre la cornière et le porteur. Leur nombre qui doit être vérifié selon l'Eurocode 5		

Appuis par languette

Il s'agit d'un type d'appui exclusivement destiné à des planchers sans inversion d'effort au niveau des appuis.



Ce type d'appui est réalisé directement en atelier par Metsä Wood et nécessite une vérification qui comporte six étapes :

- Vérification de la capacité en cisaillement de la membrure supérieure ;
- Vérification de la capacité en flexion de la membrure supérieure ;
- Vérification de la capacité en cisaillement de la nervure ;
- Vérification de la capacité résistance à l'arrachement des vis d'ancrage ;
- Vérification de la capacité en traction des vis d'ancrage ;
- Vérification de la capacité des vis diagonales.

A noter que par défaut, la vis d'ancrage est munie d'une rondelle et dépasse donc de la membrure supérieure.

En fonction des dimensions des nervures (largeur et hauteur), et de l'épaisseur de la planche de rive (Kerto-Q 51 ou Kerto-Q 57), il est possible de mettre plus ou moins de vis diagonales. Ainsi, avec des vis d'ancrages tous les 80 mm et un jeu de 20 mm, le tableau ci-dessous donne la capacité résistante d'un tel assemblage en charges descendantes.

Largeur	Hauteur	Largeur de la pièce rapportée		Réaction maximale par nervure (kN)					
des nervures (mm)	mini des		Type de vis diagonales		De calcul				
	nervures (mm)			Caractéristique	Permanent	Long terme	Moyen terme	Court terme	Instantanée
	200	KQ51	2 φ 6,5x130	6,15	2,84	3,31	3,78	4,26	5,20
	225	KQ51	2 φ 6,5x160	9,05	4,18	4,87	5,57	6,27	7,66
KS45	260	KQ57	2 φ 6,5x190	10,70	4,94	5,76	6,58	7,41	9,05
KS51	300		3 φ 6,5x160	13,05	6,02	7,03	8,03	9,03	11,04
	360		3 φ 6,5x190	15,40	7,11	8,29	9,48	10,66	13,03
	400		4 φ 6,5x190	19,85	9,16	10,69	12,22	13,74	16,80
	200	VOE1	1 φ 8,2x160	6,40	2,95	3,45	3,94	4,43	5,42
	225	KQ51	2 φ 8,2x160	9,05	4,18	4,87	5,57	6,27	7,66
KS57	260		2 + 0 25/100	14.15	6 52	7.60	0.71	0.00	11.07
KS63 KS75	300	KOE7	2 φ 8,2x190	14,15	6,53	7,62	8,71	9,80	11,97
1373	360	KQ57	2 + 0 2 100	10.05	0.16	10.20	12.22	10.74	16.00
	400		3 φ 8,2x190	19,85	9,16	10,29	12,22	13,74	16,80

Tableau 9 - caractéristiques acoustiques de compositions kerto-ripa

Composants des caissons Kerto-Ripa				Composition de la chape flottante			
Туре	Hauteur (mm)	N°	Représentation	Type de chape	Type de résilient	Type de lestage	Valeurs*
Caisson « T »	250	X0 1 X0 2		Chape liquide – 50 mm Chape ciment ou chape anhydrite	Laine minérale – 20 mm ρ = 59 kg/m³ Raideur dynamique = 11 MN/m³	Dallettes béton - 60 mm	$R_W (C; C_{tr}) = 68(-1;-4)$ $L_{n,W}(C_I) = 51(-4)$
		X0 3 X0 4		Chape sèche – 25 mm Panneaux plâtre	Laine minérale – 20 mm ρ = 184 kg/m³ Raideur dynamique = 26 MN/m³	Dallettes béton – 60 mm	Rw (C; C_{tr}) = 64(-4;-11) $L_{n,W}(C_{I})$ = 57(-2)
Caisson « T » Remplissage		X0 5 X0 6		Chape sèche – 25 mm Panneaux plâtre	Laine minérale – 20 mm ρ = 184 kg/m³ Raideur dynamique = 26 MN/m³	Granulats acoustiques - 30 mm	Rw (C; C_{tr}) = 79(-8;-16) $L_{n,W}(C_{I})$ = 38(1)
laine minérale 100 mm Profilé Panneau type « Fermacell »	250 (100) 27 12,5	X0 7 X0 8		Chape liquide – 50 mm Chape ciment ou chape anhydrite	Laine minérale – 20 mm ρ = 59 kg/m³ Raideur dynamique = 11 MN/m³	-	$R_W (C; C_{tr}) = 77(-4;-11)$ $L_{n,W}(C_I) = 48(-2)$
		X0 9 X1 0		Chape liquide – 50 mm Chape ciment ou chape anhydrite	PF + MP - 34 mm ρ = 256 kg/m³	-	Rw (C; C_{tr}) = 77(-2;-9) $L_{n,w}(C_I)$ = 45(-2)

Caisson « H »		X1 3 X1 4	Chape liquide – 50 mm Chape ciment ou chape anhydrite	Raideur dynamique = 102 MN/m3 PF + MP - 34 mm ρ = 256 kg/m ³ Raideur dynamique = 102 MN/m3	-	Rw (C; C _{tr}) = $54(-1;-7)$ $L_{n,w}(C_I) = 68(-1)$
(en option pour le CP: remplissage laine minérale 100 mm ou 2 x 12,5 mm panneau type « Fermacell »)	275	X1 5 X1 6	Chape liquide – 50 mm Chape ciment ou chape anhydrite	Laine minérale – 20 mm ρ = 59 kg/m³ Raideur dynamique = 11 MN/m³	Dallettes béton – 60 mm	Rw (C; C_{tr}) = 67(-1;-6) $L_{n,W}(C_{I})$ = 48(0)
		X1 7 X1 8	Chape sèche – 25 mm Panneaux plâtre	Laine minérale – 20 mm ρ = 184 kg/m³ Raideur dynamique = 26 MN/m³	Dallettes béton – 60 mm	Rw (C; C_{tr}) = 63(-5;-13) $L_{n,w}(C_{I})$ = 55(1)
Caisson « H » Remplissage	275	X1 9 X2 0	Chape liquide – 50 mm Chape ciment ou chape anhydrite	Laine minérale – 20 mm ρ = 59 kg/m³ Raideur dynamique = 11 MN/m³	-	Rw (C; C_{tr}) = 74(-2;-7) $L_{n,w}(C_{I})$ = 54(-6)
granulats acoustiques 65 mm	(65)	X2 1 X2 2	Chape sèche – 25 mm Panneaux plâtre	Laine minérale – 20 mm ρ = 184 kg/m³ Raideur dynamique = 26 MN/m³	Granulats acoustiques - 30 mm	R_W (C; C_{tr}) = 76(-4;-11) $L_{n,W}(C_I)$ = 44(0)

3. Annexe A – Utilisation en tant que support d'étanchéité

Issu du dossier établi par le titulaire

3.1. Généralités

3.1.1. Principe

Les caissons nervurés Kerto-Ripa sont utilisés en tant qu'élément porteur de l'étanchéité, au sens au sens du cahier CSTB 3814 :

- Inaccessibles avec chemin de circulation (pente ≤ 50%), techniques ou à zones techniques (pente ≤ 7% en apparent et ≤ 5% sous protection lourde):
 - dites « toitures chaudes au sens du NF DTU 43.4 » avec un pare-vapeur, une isolation support d'étanchéité et un revêtement d'étanchéité synthétique ou bitumineux dont les DTA particuliers visent favorablement l'emploi sur éléments porteurs bois ;

Note : pour ces « toitures chaudes inaccessibles », est autorisée une isolation intérieure sous caisson ou à l'intérieur du caisson, en respectant la règle des « 1/3-2/3 » en climat de plaine hors zones très froide et "1/4-3/4" en zones très froides et en climat de montagne ;

Les toitures-terrasses à rétention temporaire des eaux pluviales ne sont pas revendiquées au présent Dossier Technique.

- Accessibles aux piétons et séjour (pente ≤5 %) :
 - dites « toitures chaudes » au sens du NF DTU 43.4 avec une couche de protection (servant de pare-vapeur), une isolation support d'étanchéité et un revêtement d'étanchéité bitumineux dont les DTA particuliers visent favorablement l'emploi en terrasse accessible sur éléments porteurs bois ;
 - Note : pour ces « toitures chaudes accessibles », une isolation intérieure sous caisson ou à l'intérieur du caisson, est possible en respectant la règle des « 1/3-2/3 » idem.

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, 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 pentes sur plan des toitures inaccessibles, techniques et accessibles aux piétons sont dépendantes du critère de dimensionnement choisi :

- ≥ 3 %, lorsque les caissons nervurés Kerto-Ripa sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final wfin dû à toutes les charges limitées au 1/250e de la portée ;
- ≥ 1,8 %, lorsque les caissons nervurés Kerto-Ripa sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final wfin dû à toutes les charges limitées au 1/400e de la portée ;
- ≥ 1,6 %, lorsque les caissons nervurés Kerto-Ripa sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final wfin dû à toutes les charges limitées au 1/500e de la portée ;
- ≥ 3 % pour les terrasses et toitures végétalisées.

Les caissons nervurés Kerto-Ripa utilisables dans l'emploi du présent document peuvent être :

- Caissons Kerto-Ripa ouverts (Kerto-Ripa T) constitués d'âmes (nervures) en Kerto-S et d'une membrure supérieure (de type panneau) en Kerto-Q;
- Caissons Kerto-Ripa fermés (Kerto-Ripa H) constitués d'âmes (nervures) en Kerto-S et d'une membrure (de type panneau) supérieure en Kerto-Q et d'une membrure inférieure (de type panneau) en Kerto-Q;
- Caissons Kerto-Ripa semi-ouverts (Kerto-Ripa S) constitués d'âmes (nervures) en Kerto-S et de membrures (de type semelle) en Kerto-Q ou S;

En sous face, les panneaux structuraux bois peuvent rester visibles ou recevoir un habillage ou un faux plafond.

3.1.2. Organisation de la mise en œuvre

3.1.2.1. Protection des caissons

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

La protection aux intempéries des caissons nervurés Kerto-Ripa, est prévue dans le lot « Charpente – Ossature bois » et doit être exécutée immédiatement après la pose de ceux-ci 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 « structure parapluie temporaire », la protection provisoire en partie courante (couche de protection cf. paragraphe 3.3.2.1) vis-à-vis des intempéries est mis en œuvre par le lot étanchéité.

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 donnant la pente ou de toitures complètes à poser sur les têtes de murs (par exemple).

Conformément au § 8.2 du e-cahier CSTB 3814, une solution consiste en la mise en place d'une protection temporaire sous la forme d'un parapluie qui fonctionne sur le principe d'un coffrage, conçu, dimensionné et mis en œuvre par le lot « Structure ». Cette solution permet aux différents corps de métier de réaliser leur ouvrage sans intervenir sur l'ouvrage de protection.

3.1.2.2. Condition de service

Afin de respecter les conditions de service des caissons Kerto-Ripa, 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. Il incombe au maître d'œuvre de définir le responsable de cette mesure dans la définition des interfaces des pièces marché du lot Charpente/Structure et du lot Étanchéité, conformément aux prescriptions du cahier CSTB 3814. A défaut, elle incombe à l'entreprise d'étanchéité.

Les points de mesures seront distants de 3 m maximum, avec un minimum de 5 mesures (dans les angles et au centre de la toiture)

Si l'humidité relevée est supérieure à 20 %, 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'étancheur, 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 caisson < 5 mm;
- Respect de la pente prescrite par le présent DTA.
- Contrôle de la siccité du support selon l'alinéa ci-dessous.

3.1.2.3. Mise à exécution des travaux

L'entreprise titulaire de la pose de la Structure (ou Charpente, ou Gros-œuvre) assure :

- La fourniture et la mise en œuvre des caissons nervurés Kerto-Ripa isolés ou non en partie courante ;
- L'exécution des points singuliers nécessaires au système d'étanchéité : reliefs acrotères par exemple ;
- La réalisation, dans les caissons nervurés Kerto-Ripa, des réservations nécessaires au système d'étanchéité. Elles concernent, par exemple, les lanterneaux ou bandes éclairantes ou voûtes d'éclairage, les sorties de crosse, les pénétrations diverses et variées, les entrées d'eaux pluviales (EEP), etc.

La répartition des travaux est réalisée conformément aux prescriptions du cahier 3814 avec les spécifications suivantes :

L'entrepreneur « Étanchéité » assure :

- La mise en œuvre du système d'étanchéité, le pare-vapeur et support isolant éventuels le revêtement d'étanchéité et la protection éventuelle (incluant la protection végétalisée) au-dessus du support en caisson Kerto-Ripa ;
- La vérification des réservations nécessaires au système d'étanchéité prévues par le maitre d'œuvre ;
- L'entrepreneur « Plâtrerie » assure :
- La fourniture et la mise en œuvre du plafond suspendu et de l'éventuel isolant intérieur de doublage.

3.2. Destination d'emploi

Les caissons nervurés Kerto-Ripa peuvent être utilisés :

- Au-dessus de locaux à hygrométrie faible et moyenne c'est-à-dire pour lesquels le rapport W/n ≤ 5 g/m3, où W est la quantité de vapeur produite à l'intérieur du local par heure en g/m3 et n le taux de renouvellement de l'air;
- En travaux neufs ou de réfection totale (cf. paragraphe 6 ci-dessous) ;

Les caissons nervurés Kerto-Ripa sont destinés aux toitures situées en France européenne en :

- Climat de plaine (altitude < 900 m) ;
- Climat de montagne (altitude ≥ 900 m) ; toitures chaudes uniquement.

Les caissons nervurés Kerto-Ripa peuvent recevoir un complexe d'étanchéité composé des matériaux suivants :

- Des pare-vapeur conformes au NF DTU 43.4 ou définis dans un DTA de revêtement d'étanchéité et visant favorablement l'emploi sur éléments porteurs en bois ou à base de bois ;
- Des panneaux isolants supports d'étanchéités 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. Les isolants fixés mécaniquement sont exclus ;
- Des revêtements d'étanchéité synthétique monocouche 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 ;
- Des revêtements d'étanchéité bitumineux monocouche ou bicouche faisant l'objet d'un Document Technique d'Application sur élément porteur bois et pour la destination de toitures envisagée, posés en adhérence, en semi-indépendance apparents ou indépendants sous protection lourde dans les conditions de leur DTA particuliers ;

- Une protection lourde meuble conforme au NF DTU 43.4;
- Une protection végétalisée faisant l'objet d'un Avis Technique du Groupe Spécialisé nº 5 ;
- Une protection par dalles sur plots visée dans un DTA de revêtement d'étanchéité.
- L'exécution des points singuliers nécessaires au système d'étanchéité, reliefs acrotères costières joint de dilatation est à réaliser comme suit :

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 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.

Joints de dilatation

 Les dispositions sont définies dans le NF DTU 43.4, 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.

Faîtages et arêtiers

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

Dispositions d'évacuation des eaux pluviales

 Les dispositifs, surfaces collectées, etc., sont définis dans l'annexe D du cahier CSTB 3814 en travaux neufs, dans la norme NF DTU 43.5 en travaux de réfections. L'implantation des EP est faite suivant les préconisations de l'Annexe D du cahier CSTB 3814.

Noues et chéneaux

• Les dimensions, surfaces collectées, implantations, etc. des noues et chéneaux sont définies dans Cahier CSTB 3814 en travaux neufs, dans la norme NF DTU 43.5 en travaux de réfections.

3.3. Principes et mise en œuvre en climat de plaine

Les règles propres aux travaux d'étanchéité, éléments porteurs – panneaux isolants éventuels – revêtements d'étanchéité, non modifiées par le présent Dossier Technique sont applicables, notamment :

- Le NF DTU 43.4;
- Le cahier CSTB 3814;
- La norme NF DTU 43.5, pour les travaux de réfections du système d'étanchéité sur élément de caisson Kerto-Ripa existants ; cf. paragraphe 3.6 de la présente Annexe.

3.3.1. Toiture chaude isolée en climat de plaine, avec ou sans complément d'isolation dans ou en sous face du caisson (isolation intérieure)

Pente minimale : 1,6% à 3 % selon les critères de flèches retenus, conformément au § 1.1 du présent document La constitution de la toiture est la suivante, de haut en bas :

- Protection rapportée éventuelle ;
- Revêtement d'étanchéité ;
- Isolant support d'étanchéité
- Pare-vapeur;
- Caisson Kerto-Ripa (T, H ou S) isolé ou non ;
- Isolant de doublage intérieur éventuel en sous-face du caisson et parement de plafond éventuel en sous-face du panneau Kerto-Q (si Kerto-Ripa H) ou en sous-face des membrures Kerto-S (si Kerto-Ripa T ou S);

Dans ce cas, il doit être respecté une répartition de l'isolant avec un ratio 2/3 de la résistance thermique totale de la paroi audessus du pare-vapeur et de 1/3 au-dessous.

3.3.1.1. Revêtements d'étanchéité

Sont admis, les revêtements d'étanchéités faisant l'objet d'un Document Technique d'Application particulier favorable pour cet emploi, pour autant qu'il vise la pose sur élément porteur bois.

Les revêtements d'étanchéité doivent être mis en œuvre conformément au NF DTU 43.4 P1 et à leur Document Technique d'Application particulier.

Tableau A1 – Type de revêtement selon la destination de la toiture.

Toiture	Revêtement d'étanchéité en fonction de la destination
	de la toiture

Toiture chaude isolée en climat de plaine	Revêtement d'étanchéité faisant l'objet d'un DTA.
Toitures-terrasses accessibles aux piétons et au séjour	Revêtement d'étanchéité bicouche en bitume SBS modifié faisant l'objet d'un DTA.
Toiture froide ventilée inclinée non isolée	Revêtements d'étanchéité faisant l'objet d'un DTA visant favorablement un emploi sur élément porteur bois.
Toitures-terrasses avec protection végétalisée	Revêtement d'étanchéité faisant l'objet d'un DTA.
Toitures-terrasses inaccessibles en climat de montagne ou zone très froide	Revêtement d'étanchéité faisant l'objet d'un DTA.

3.3.1.2. Panneaux isolants support d'étanchéité non porteurs

Les panneaux isolants support d'étanchéité et leurs mises en œuvre sont définis dans la NF DTU 43.4 P1-1 et dans le Document Technique d'Application particulier de l'isolant complété par celles du revêtement d'étanchéité visant favorablement l'emploi sur élément porteur bois.

3.3.1.3. Pare-vapeur

Feuille pare-vapeur à base de bitume modifié relevant de la norme NF EN 13970 ou plastique et élastomère relevant de la norme NF EN 13984, et citée dans un Document Technique d'Application de revêtement d'étanchéité synthétique pour un emploi sur bois et panneaux à base de bois.

3.3.1.4. Matériaux isolants de doublage intérieurs (dans le caisson et/ou supporté par un plafond suspendu) Limitation de l'épaisseur de l'isolant intérieur (dans le caisson ou supporté par un plafond suspendu)

Il doit être respecté une répartition de l'isolant avec un ratio 2/3 de la résistance thermique totale de la paroi au-dessus du pare-vapeur et de 1/3 au-dessous.

Note : la résistance thermique de la lame d'air non ventilée entre le dessus de l'isolant de doublage intérieur et la sous-face de la membrure supérieure du caisson Kerto-Ripa doit être prise en compte dans le calcul de la résistance thermique de l'isolant intérieur.

Résistance thermique d'une lame d'air non ventilée (flux ascendant)

Tableau A1 - Résistance thermique des lames d'air non ventilées

Épaisseur de la lame d'air (en cm)	Résistance thermique (m².K/W)
0	0
5	0,11
7	0,13
10	0,15
15 et jusqu'à 300 mm*	0,16

^{*}Au-delà de 15 mm, la résistance thermique, en raison du phénomène de convection, n'augmente plus.

Résistance thermique de l'élément porteur, de l'isolant et du plafond

La résistance thermique R en m^2 .K/W est calculée à partir de la conductivité thermique λ en W/m.K du produit et l'épaisseur e en mètres, tel que : $R = e/\lambda$

En prenant en compte les conductivités thermiques suivantes :

- $\lambda(Kerto-Q) = 0.13 \text{ W/(m.K)}$;
- R (isolant) certifiée Acermi ;
- λ (plaque de plâtre) = 0,25 W/(m.K)

Résistance thermique totale

- La résistance thermique totale du complexe est obtenue en faisant la somme de la résistance thermique de chaque couche de la paroi et des résistances superficielles
- La vérification de la règle des « 1/3-2/3 » est effectuée de la manière suivante :

Par exemple, pour la paroi présentée en figure A2 :

Risolant support étanchéité ≥ 2x(Rplaque de plâtre + Risolant doublage) + (Rlame d'air 1 + Rlame d'air 2) + Rpanneau bois + Risolant dans caisson + Rélément porteur Kerto

Tableau A2 - Exemple de calcul thermique

Exemple de calcul (voir figure A2) :

• Composition du complexe :

		Exemple 1	Exemple 2	Exemple 3
paroi au dessus du pare vapeur	isolant support d'étanchéité	200 mm	200 mm	275 mm
	Elément porteur Kerto-Q	25 mm	25 mm	25 mm
sor	lame d'air non ventilée	>60mm	>60mm	>60mm
des -	isolant dans caisson	sans	100 mm	100 mm
-i -i	isolant sous caisson ou lame d'air non ventilée	sans	sans	40 mm
Po d	plaque de plâtre	sans	sans	12,5 mm

Calcul de résistance thermique :

		Exemple 1	Exemple 2	Exemple 3
Résistance	superficielle Rsi+Rse = 0,14 m².K/W	0,140	0,140	0,140
paroi "A" = au dessus du pare vapeur	isolant support d'étanchéité	5,750	5,750	7,750
par au c du p	ΣRparoiA	5,750	5,750	7,750
	Elément porteur Kerto-Q	0,192	0,192	0,192
en are-	lame d'air non ventilée	0,160	0,160	0,160
i i i	isolant dans caisson	0,000	2,300	2,300
Paroi "B" = en dessous du pare- vapeur	isolant sous caisson ou lame d'air non ventilée	0,000	0,000	1,150
Pa	plaque de plâtre	0,000	0,000	0,050
_	ΣRparoiB	0,352	2,652	3,852

- Résistance thermique
- Vérification de la règle des « 1/3-2/3 » :
- Pour ces trois exemples, ΣRparoiB est bien 2 fois inférieure à ΣparoiA. La règle des « 1/3-2/3 » est donc vérifiée.

3.3.1.4.1. Prescriptions communes à tous les isolants utilisés dans les caissons

3.3.1.4.1.1. Isolants à base de laine minérale

Sont admis, les isolants définis dans la NF DTU 45.10 P1-2

Les isolants à base de laine minérale, revêtus ou non, se présentent sous forme de panneaux ou rouleaux, sont définis par la norme NF EN 13162 et sont :

- De classe d'absorption d'eau WS (< 1 kg/m²);
- De classe d'épaisseur T2 (déterminé selon EN 823, méthode B1, 50 Pa) ;
- Certifié Acermi : classe « semi-rigide ».

3.3.1.4.2. Isolants à base de fibre de bois

Les isolants en fibre de bois, non revêtus, se présentent sous forme de panneaux, sont définis par la norme NF EN 13171 et visé par un DTA pour une application en comble ou rampant.

3.3.1.5. Ouvrages particuliers et reliefs

Les ouvrages particuliers (noues, faîtages – arêtiers, rives et égouts, chéneaux, traversées de toitures, etc.) sont réalisés conformément au NF DTU 43.4, complété par les documents Techniques d'Application des revêtements d'étanchéité ou l'Avis technique du procédé de végétalisation.

3.3.1.6. Fixations

Le choix et le dimensionnement des fixations permettant de fixer les composants formant le complexe d'étanchéité sur la membrure haute des caissons nervurés Kerto-Ripa se feront suivant les prescriptions des DTA / Avis Techniques des produits associés. Á cette fin, la membrure haute des caissons nervurés Kerto-Ripa est considérée comme du bois massif et les fixations sélectionnés devront présenter une résistante caractéristique Pk au sens de la norme NF P 30-310 et NF P 30-313 dans le bois massif conformes aux valeurs préconisées dans les documents précités.

3.3.2. Cas particulier des toitures-terrasses accessibles aux piétons et au séjour

En toitures-terrasses accessibles aux piétons et au séjour, la toiture est constituée de la manière suivante (de bas en haut) :

- Panneau supérieur en Kerto-Q du caisson Kerto-Ripa (T ou H) ;
- Couche de protection de l'élément porteur servant de pare-vapeur (cf. § 3.3.2.1 ci-dessous) ;
- Isolation thermique support d'étanchéité ;
- Revêtement d'étanchéité bicouche en bitume SBS modifié (cf. paragraphe 3.3.2.3 de la présente Annexe) ;
- Protection par dalles sur plots;
- Isolant de doublage intérieur éventuel en sous-face du caisson et parement de plafond éventuel en sous-face du panneau Kerto-Q (si Kerto-Ripa H) ou en sous-face des membrures Kerto-S (si Kerto-Ripa T ou S) ;

 L'épaisseur de l'isolant intérieur (dans le caisson ou supporté par le système de plafond suspendu) est limitée de façon à ce que la résistance thermique de cet isolant et de la lame d'air éventuelle soit toujours inférieure ou égale à la moitié de celle de l'isolant support d'étanchéité (règles 2/3 – 1/3).

3.3.2.1. Couche de protection de l'élément porteur

L'élément porteur (La membrure supérieure en Kerto-Q du caisson nervuré Kerto-Ripa) reçoit un EIF et après pontage des joints (conformément aux dispositions de mise en œuvre du pare-vapeur définies dans le NF DTU 43.4 P1), une feuille monocouche en bitume faisant l'objet d'un DTA en tant que revêtement d'étanchéité visant la pose directe sur supports à base de bois. Cette feuille d'étanchéité est mise en œuvre par soudage au chalumeau à la flamme en pleine adhérence sur le panneau supérieur en Kerto-Q, revêtu d'EIF avec une largeur de recouvrement des lès conforme à son DTA.

Cette couche de protection fait office de pare-vapeur.

En variante, un revêtement d'étanchéité bicouche en bitume modifié SBS, utilisé sans autoprotection, faisant l'objet d'un DTA visant les supports bois, peut être également utilisé. Ce revêtement bicouche est mis en œuvre en adhérence totale par auto-adhésivité ou soudage au chalumeau à la flamme (avec une largeur de recouvrement des lès de 0,06 m minimum) sur le panneau supérieur en Kerto-Q.

La couche de protection est relevée en acrotère et au niveau des points singuliers, selon les prescriptions de son DTA, sur toute l'épaisseur de l'isolant support d'étanchéité et de manière suffisante à être recouverte sur 6 cm minimum par le revêtement d'étanchéité.

La couche de protection en revêtement d'étanchéité bicouche comprendra en seconde couche une feuille de bitume élastomèrique 35 Alu choisie parmi celles du DTA du revêtement d'étanchéité bicouche prévue pour cette utilisation.

3.3.2.2. Support isolant thermique non porteur

Sont admis les panneaux isolants thermiques de classe C minimale (compressibilité selon cahier CSTB n° 2662 V2) faisant l'objet d'un DTA visant leur utilisation en pose libre ou en pose collée sur éléments porteurs en maçonnerie en toiture terrasse accessible avec protection par dalles sur plots

Les panneaux isolants sont mis en œuvre conformément à leurs DTA, en pose libre, ou pour le verre cellulaire collé selon son DTA. Dans ce dernier cas, la finition de la couche de protection sera grésée ou sablée.

Cf. DTA isolant en verre cellulaire.

3.3.2.3. Revêtement d'étanchéité

Sont admis, les revêtements d'étanchéité bi-couche en bitume modifié SBS faisant l'objet d'un DTA pour l'emploi sur élément porteur en bois, sur support isolant, en terrasses accessibles aux piétons et au séjour avec protection par dalles sur plots.

Les revêtements sont mis en œuvre selon les dispositions définis dans le DTA particulier du revêtement d'étanchéité.

3.3.2.4. Traitement des relevés

La couche de protection de l'élément porteur est relevée 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.

Les documents particuliers du marché (DPM) doivent indiquer la composition de ce bardage et identifier le lot concerné par cet ouvrage.

3.3.2.5. Disposition d'évacuation des eaux pluviales

Les descentes d'eaux pluviales (cf. figure A3) doivent être visibles par l'occupant et permettre d'alerter les occupants d'une infiltration d'eau éventuelle.

Elles sont traitées par un manchon relié au revêtement monocouche soudé aux caissons nervurés Kerto-Ripa et une descente reliée au revêtement d'étanchéité sous les dalles sur plots.

3.3.3. Toiture froide ventilée inclinée non isolée, sans acrotère

3.3.3.1. Description

• Pente minimale: 3 %;

• Pente maximale : ≤ 100 %.

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

- Protection rapportée éventuelle (pente ≤ 5%);
- Revêtement d'étanchéité ;
- Caisson Kerto-Ripa (T, H ou S) non isolé :

3.3.3.2. Revêtement d'étanchéité

Les revêtements d'étanchéité admis sont uniquement les revêtements d'étanchéité définis au paragraphe 3.3.1.1 de la présente Annexe visant favorablement un emploi sur élément porteur bois.

Leur mise en œuvre est celle définie dans le DTA particulier du revêtement dans le cas de mise en œuvre directement sur support bois massif.

3.3.3.3. Epaisseur minimale de la lame d'air ventilée sur l'extérieur

Les dispositions du NF DTU 43.4 s'appliquent.

Ainsi, les âmes des caissons nervurés Kerto-Ripa ne pourront pas être inférieures à 120 mm.

3.3.3.4. Dispositions particulières

La sous-face du panneau supérieur des caissons nervurés Kerto-Ripa doivent être ventilée sur l'air extérieur, conformément aux prescriptions du cahier CSTB 3814. Il convient de prévoir :

- Des entrées d'air à l'égout ;
- Un faîtage ventilé assurant la sortie de l'air ;

Les entrées d'air en égout doivent être protégées des intempéries par le débord de la toiture. Il n'est donc pas possible de prévoir de chéneau dans ce cas, ni d'acrotère.

3.4. Cas des toitures-terrasses avec protection végétalisée

La réalisation de toitures-terrasses végétalisées devra se faire conformément aux Avis Technique de procédé de végétalisation de toitures et la pente est ≥3%.

Lorsque la pente est inférieure à 7% (cf paragraphe 1.2.3.2.1 de l'Avis), la surcharge de 85 daN/m² n'est pas à prendre en compte si :

- Le dimensionnement des caissons Kerto-Ripa est réalisé en considérant une charge permanente de végétalisation à capacité maximale en eau définie par l'Avis Technique du procédé de végétalisation ;
- Et la vérification des déformations tient compte du fluage des caissons.

3.5. Cas des toitures-terrasses inaccessibles en climat de montagne ou zone très froide – Toitures chaudes

On se référera aux dispositions du « Guide des toitures terrasses et toitures avec revêtements d'étanchéité en climat de montagne » du Cahier du CSTB 2267-2 de septembre 1988, complétées par le Document Technique d'Application particulier des revêtements d'étanchéité.

Les panneaux isolants supports d'étanchéité sont placés sur le pare-vapeur, lui-même appliqué sur le panneau Kerto-Q.

Il y a lieu de vérifier, en climat de montagne ou en zone très froide, la règle des 1/4-3/4. L'épaisseur minimale de l'isolant support d'étanchéité est déterminée de manière à ce que la résistance thermique soit supérieure ou égale à trois fois la résistance thermique du panneau Kerto-Q (calculée selon son épaisseur avec lambda = 0,13W/m.K) et de l'éventuelle isolation apportée par le plafond suspendu en sous-face du caisson ou placée à l'intérieur du caisson.

3.6. Cas de la réfection ultérieure du système d'étanchéité

3.6.1. Maitre d'ouvrage

Caissons nervurés Kerto-Ripa : les études préalables prescrites au paragraphe 5 de la norme NF DTU 43.5 doivent comprendre un contrôle de la teneur en humidité des membrures supérieures des caissons Kerto-Ripa. Ces études sont à la charge du maître d'ouvrage. Elles ne sont pas de la compétence du lot d'Étanchéité. Se reporter au Document Technique d'Application n° 3/14-765.

3.6.2. Étancheur

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.

3.7. Annexes du Dossier Technique

Figure A1 - Toitures chaudes isolées en toitures-terrasses inaccessibles et techniques (pente ≥ 1,6% ou 1,8% ou 3 %)

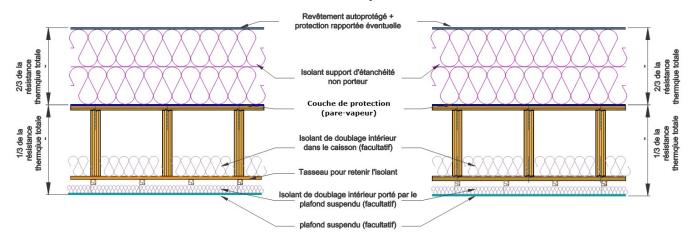


Figure A2 - Toiture chaud isolée en toiture-terrasse accessible aux piétons (pente ≤ 5 % et ≥ 1,6 % ; 1,8 % ou 3 %)

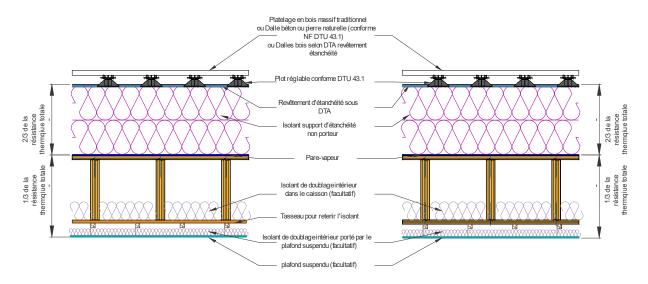


Figure A3 - Descente d'eaux pluviales visible de l'intérieur des locaux, en toiture-terrasse accessible aux piétons $(pente \le 5 \% \ et \ge 1,6 \%; 1,8 \% \ ou \ 3 \%)$

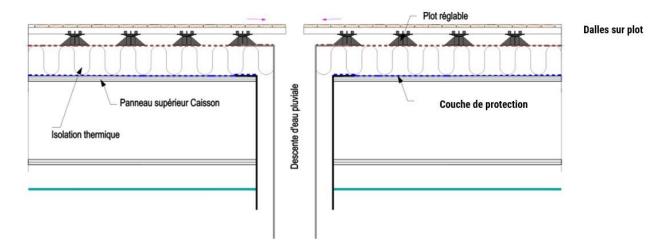


Figure A4 - Toiture froide inclinée non isolée et ventilée sur l'extérieur sans acrotère

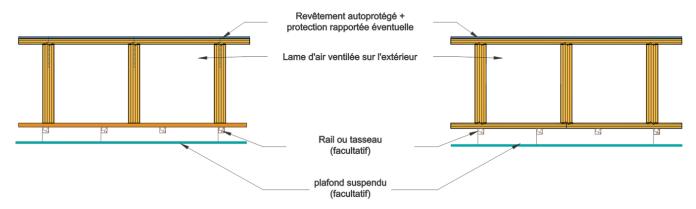


Figure A5 – Rive de toiture froide ventilée non isolée (Auvent, préau, bâtiment ouvert non isolés et non chauffés)

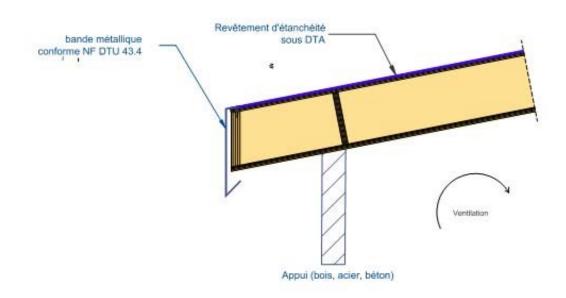
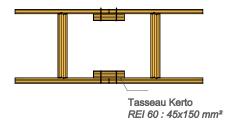


Figure A6 - Exemple de jointoiement possible pour assurer la continuité de l'écran thermique en caisson Kerto-Ripa H - Continuité par couvre-joint



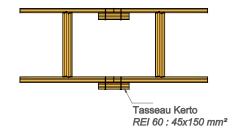
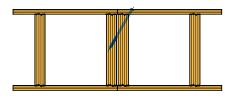


Figure A7 - Exemple de jointoiement possible pour assurer la continuité de l'écran thermique en caisson Kerto-Ripa H - Continuité par double vissage diagonal



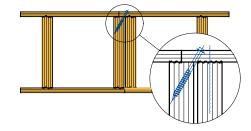


Figure A8 - Exemple de continuité de l'écran thermique en partie courante des caissons Kerto-Ripa

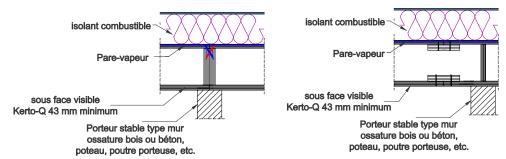


Figure A9 - Exemple de continuité de l'écran thermique en partie noues et faites des caissons Kerto-Ripa

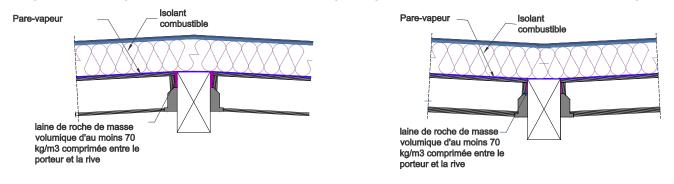


Figure A10 - Exemple de continuité de l'écran thermique en périmètre de toiture des caissons Kerto-Ripa H -Costière contre-mur filant

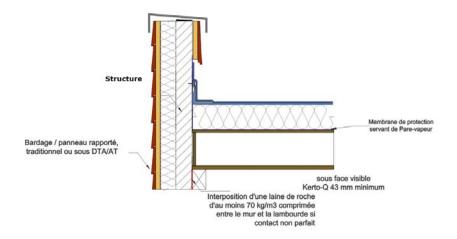


Figure A11 - Exemple de calfeutrement de costière sur mur

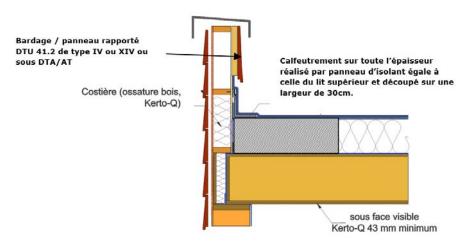


Figure A12 - Exemple de calfeutrement au droit d'une traversée de toiture

