

<u>Ouvrage</u> E.H.P.A.D. DE COUBLEVIE Pavillon des personnes âgées Chemin des Dominicains 38500 - COUBLEVIE	<u>Numéro de l'opération</u> <u>718-17</u> <u>COUVERTURES EN FEUILLES DE ZINC</u>	<u>Maître d'Ouvrage</u> CENTRE HOSPITALIER DE VOIRON 14, route des Gorges BP 208 38506 – VOIRON cedex
<u>Date de visite</u> Le 15 Mars 2017. <u>Nombre de pages :</u> 79		<u>Bureau d'Etudes</u>  20, rue de l'Europe 71000 MACON

RAPPORT D'ANALYSE DES COUVERTURES EN ZINC A JOINT DEBOUT (sous décennale)

DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'OUVRAGE

Ensemble de la toiture plane en forme de « S », et auvent annexe.
Structure porteuse composée de murs de refend en béton armé, de pannes et de chevrons en résineux.
Isolation rampante en sous-face du complexe de couverture.
Ecran rigide en bois (volige sapin).
Couvertures en feuilles de zinc pré patinées, mises en œuvre à « joint debout » sertis.

Responsable de
l'affaire

Olivier FRIZOT

Tel : 03.85.23.19.80.

Fax : 03.85.31.55.10.

Port : 06.84.72.21.72.



Date de rédaction

du dossier : 21 Mars 2017.

SOMMAIRE

- **I- OUVRAGES CONCERNES** (page 3).
- **II- HISTORIQUE DE L'OPERATION** (page 3).
- **III- HISTORIQUE DU SINISTRE & MISSION D'AUDIT** (pages 3 et 4).
- **IV- SITUATION CLIMATIQUE** (page 4).
- **V- DOCUMENTATIONS ET REGLEMENTATIONS DE REFERENCE** (page 4).
- **VI- DESCRIPTIF DE REFERENCE** (page 5).
- **VII- CONCEPTION DES OUVRAGES** (pages 5 à 7).
- **VIII- ANALYSE DES OUVRAGES** (par rapport au DTU en vigueur lors des travaux) (pages 8 à 74).
 - CHAPITRE 1 : Vérification de la conformité des mises en œuvre des matériaux** (pages 9 à 46).
 - CHAPITRE 2 : Vérification de la conformité de la ventilation de la couverture** (pages 47 à 55).
 - CHAPITRE 3 : Vérification de la conformité des évacuations pluviales** (pages 56 à 65).
 - CHAPITRE 4 : Synthèse des désordres sur Toiture de la véranda du Patio C** (pages 66 à 69).
 - CHAPITRE 5 : Sécurité en toiture pour intervention ultérieure** (page 70).
 - CHAPITRE 6 : Vérification du respect du descriptif des travaux** (pages 71 à 74).
- **IX- SYNTHESE GENERALE & CONCLUSION** (pages 75 à 77).
- **X- RECOMMANDATION GENERALE & ESTIMATION DU PREJUDICE** (pages 78 à 79).

-I- OUVRAGES CONCERNES

Les ouvrages concernés par cette analyse concernant la grande toiture en « S » couvrant le Pavillon des personnes âgées, ainsi que la véranda située dans le patio « C » de cet ouvrage. **Voir plan n° 1.**

-II- HISTORIQUE DE L'OPERATION

2.1 Date de la réception des travaux : Le **22 Octobre 2007.**

2.2 Date de fin de garantie décennale : Le **22 Octobre 2017.**

-III- HISTORIQUE DU SINISTRE & MISSION D'AUDIT

3.1 Déclaration du sinistre.

Une déclaration de sinistre a été faite par le maître d'ouvrage (représenté par Monsieur HEMMERLE, responsable des Services Techniques), auprès de la société d'assurance de l'entreprise « AVENIR BOIS », la Société SMABTP située au 15 Avenue Lacassagne 69003 LYON, et ce en date du 25 octobre 2016.

La SMABTP a mandaté un Expert (Monsieur PENON Yves de VOIRON), lequel s'est rendu sur ce site en réunion d'expertise le 07 décembre 2016, pour étudier les causes du sinistre déclaré.

3.2 Conclusion de l'expertise mandatée par la société « SMABTP ».

La SMABTP a envoyé un courrier au maître d'ouvrage (en date du 20 janvier 2017), confirmant que ce sinistre ne relevait pas de la responsabilité des constructeurs aux sens de l'article 1792 du code civil, autrement dit de la garantie décennale de l'entreprise « AVENIR BOIS ».

Justification de l'expert : *Le dommage d'infiltration d'eau dans la partie hébergement de l'EHPAD provient d'une cause extérieure, suite à un défaut d'entretien de couverture de la part du maître d'ouvrage.*

3.3 Mission du bureau d'études « FRIZOT CONCEPT ».

Notre mission d'assistance technique auprès du maître d'ouvrage a consisté à analyser in situ l'ensemble des ouvrages composant cette couverture (y compris la toiture de la véranda dans le patio C), en raison des infiltrations actives observées de manière récurrentes à l'intérieur de ces ouvrages.

3.4 Première mission.

Notre analyse s'est déroulée sur une journée à deux techniciens et ce sans aucun sondage destructif (vérification uniquement visuel), en raison de la protection de cet ouvrage par la garantie décennale de l'entreprise.

3.5 Deuxième mission.

Notre deuxième mission a consisté à vérifier la conformité des ouvrages en œuvre par rapports aux DTU en vigueur lors de la construction de cet ouvrage, mais également par rapport au descriptif officiel du lot concerné (Lot 03 Charpente bois – Couverture) pour valider le respect des prescriptions notifiées dans le CCTP, par rapport à celles en œuvre.

3.6 Troisième mission.

Notre troisième mission a consisté à rédiger un rapport d'analyse des toitures en garantie décennale, selon les normes et DTU en vigueur lors des travaux, avec comparaison des recommandations des « DTU », et établissement de plans et de détails de l'existant.

3.7 Entreprise concernée par le sinistre.

Entreprise titulaire du lot n° 3 « Charpente bois – Couverture » :

SARL AVENIR BOIS
ZI des Speyres
8, rue du levant
38450 VIF

-IV- SITUATION CLIMATIQUE DE L'OUVRAGE (selon D.T.U de juin 1987)

<u>Altitude</u> :	Inférieure à 400 m (320 m)
<u>Région vent</u> :	Zone 1 (N.V 65 modifié en 12/99).
<u>Zone de neige</u> :	Région C2 (N84 modifié en 09/96)
<u>Zone sismique</u> :	4 (Article D 563-8-1 du code de l'environnement).

-V- DOCUMENTATIONS ET REGLEMENTATIONS DE REFERENCE

Références techniques

D.T.U. 31.1 : NF P 22-201

Charpente et escalier en bois (mai 1993 et Août 2002).

D.T.U. 40.41 : P 34-211

Couverture par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en zinc (Septembre 2004).

D.T.U. 40.5 : NF P 36-201

Travaux d'évacuation des eaux pluviales (novembre 1983).

D.T.U. 60.11 : NF P 40 202

Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et d'évacuation des eaux pluviales (oct. 1988).

-VI-DESCRIPTIF DE REFERENCE

C.C.T.P. DU LOT 3 « CHARPENTE BOIS et COUVERTURE ». (Validé par la société **Avenir Bois** le 16.02.05.)

-VII- CONCEPTION DS OUVRAGES

7.1 BATIMENT PRINCIPAL Surface toiture rampante = 780.5 m²

Surface projetée = 754 m²

7.1.1 Maçonnerie et Structure

- Murs en béton armé, d'épaisseur 200 mm.
- Dalles en béton armé.

7.1.2 Charpente

- Poutres en bois lamellé collé, de 140 x 280 mm.
- Chevrons en sapin de 50 x 155 mm, entraxe 680 mm.

7.1.3 Couverture (versant simple, pente 15°)

- Volige sapin de 15 mm d'épaisseur.
- Couverture en feuilles de zinc de 65/100 prépatiné, mises en œuvre à joint debout. Entraxe des joints 440 mm.
- Faîtage en feuilles de zinc façonnées de 65/100 prépatiné (non ventilé).
- Habillage de rives en feuilles de zinc façonnées de 65/100 prépatiné.
- Raccordement en égout, par bavettes en zinc de 65/100 prépatiné (sans ventilation).

7.1.4 Evacuations pluviales

- Chéneaux en feuilles de zinc de 65/100 prépatiné, de développé 340 mm.
- Naissances EP de Ø 100 mm en zinc prépatiné.
- Tuyaux de descente en zinc prépatiné de diamètre 100 mm.
- Joints de dilatation dans les chéneaux avec bande centrale EPDM.
- Mains courantes en zinc prépatiné, fixées par clous calotins.
- Habillages de bandeaux d'égout en feuilles de zinc prépatiné de 65/100.

7.2 HALL D'ENTREE (pénétration Ouest) Surface toiture = 28 m²

Surface projetée = 20 m²

7.2.1 Maçonnerie et structure

- Murs en béton armé épaisseur 200 mm.

7.2.2 Charpente

- Poutres en bois lamellé collé, de 140 x 280 mm (visibles dans le hall).
- Chevrons en sapin de 50 x 155 mm, d'entraxe 680 mm.

7.2.3 Couverture (Versant simple, pente 15°)

- Volige sapin de 15 mm d'épaisseur.
- Couverture en feuilles de zinc de 65/100 prépatiné, mises en œuvre à joint debout. Entraxe des joints 440 mm.
- Faîtage en feuilles de zinc façonnées de 65/100 prépatiné (non ventilé).
- Habillage de rives en feuilles de zinc façonnées de 65/100 prépatiné.
- Raccordement en égout, par bavettes en zinc de 65/100 prépatiné (sans ventilation).

7.2.4 Evacuations des eaux pluviales

- Chéneau encaissé en feuilles de zinc de 65/100 prépatiné de développé 360 mm.
- Naissances EP de Ø 100 mm en zinc prépatiné.
- Tuyaux de descente en zinc prépatiné de diamètre 100 mm.
- Joints de dilatation avec bande centrale EPDM.

7.3 VERANDA PATIO C Surface toiture = 8.6 m²

Surface projetée = 8.2 m²

7.3.1 Maçonnerie et structure

- Murs en béton armé épaisseur 200 mm.

7.3.2 Charpente

- Chevrons en sapin de 45 x 90 mm, d'entraxe 650 mm.

7.3.3 Couverture (Deux versants symétriques avec arêtiers, pente 20°)

- Volige sapin de 15 mm d'épaisseur.
- Couverture en feuilles de zinc de 65/100 prépatiné, mises en œuvre à joint debout. Entraxe des joints 440 mm.
- Arêtier en feuilles de zinc façonnées de 65/100 prépatiné (non ventilé).
- Habillages de rive de pénétration en feuilles de zinc façonnées de 65/100 prépatiné.
- Raccordement en égout, par bavettes en zinc de 65/100 prépatiné (sans ventilation).

7.3.4 Evacuations des eaux pluviales

- Gouttières carrées en zinc de 65/100 prépatiné de développé 310 mm.
- Naissance EP de Ø 100 mm en zinc prépatiné.
- Tuyau de descente en zinc prépatiné de diamètre 100 mm.

- VIII- ANALYSE DES OUVRAGES (par rapport au DTU en vigueur lors des travaux)

But de notre analyse technique

Le but de notre analyse technique in situ était :

- de localiser les zones des désordres avec photos à l'appui,
- de rechercher les causes des déficiences, avec repérage général des désordres,
- de vérifier le respect des prestations notifiées dans le descriptif des travaux du lot 03.
- de vérifier la conformité de mise en œuvre des matériaux (voliges bois et feuilles de zinc) par rapport au D.T.U 40.41 (toiture en feuilles de zinc de septembre 2004), et 60.11 (règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et d'évacuation des eaux pluviales d'octobre 1988).
- de définir l'ampleur du préjudice, avec description des travaux nécessaires pour la remise en état de ces ouvrages, accompagnée d'une estimation budgétaire.

Pour vous permettre de mesurer l'ampleur des désordres observés sur les « mauvaises mises en œuvre » ou sur les « non-conformités » pour ces ouvrages, nous avons rédigé ce rapport en prenant en compte la toiture du bâtiment principal avec sa pénétration Ouest.

Pour ce qui est de la toiture de la véranda sur la cour interne, une synthèse des désordres sera établie en fin du dossier.

SOMMAIRE DU DOSSIER

CHAPITRE 1 : Vérification de la conformité des mises en œuvre des matériaux.

Surfaces courantes

Support des feuilles de zinc.

- Vérification du support des feuilles de zinc (voliges en sapin).

Feuilles de zinc.

- Vérification du sertissage des feuilles.
- Vérification des mises en œuvre des pattes de fixation des feuilles de zinc.
- Vérification du comportement des feuilles de zinc en toiture.

Pénétrations continues.

- Vérification des mises en œuvre des rives de tête (faîtages) latérales et d'égout.
- Vérification des mises en œuvre des rives de pénétration contre mur.

CHAPITRE 2 : Vérification de la conformité de la ventilation de la couverture.

Entrées d'air en égout et sortie d'air en faîtage (ou chatières de ventilation).

CHAPITRE 3 : Vérification de la conformité des évacuations pluviales.

Chéneaux encaissés en bas de pente.

Chéneau encaissé entre toitures.

Tuyaux de descente.

CHAPITRE 4 : Synthèse des désordres sur Toiture de la véranda du **Patio C.**

Surface courante.

Evacuations pluviales.

Isolation.

CHAPITRE 5 : Sécurité en toiture pour intervention ultérieure.

Lignes de vie ou ancrages.

Accès aux toitures.

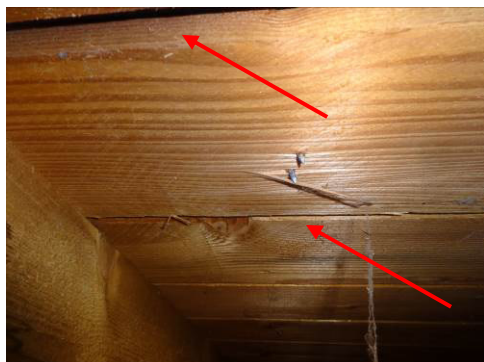
CHAPITRE 6 : Vérification du respect du descriptif des travaux.

Selon CCTP et DPGF du marché de l'entreprise.

CHAPITRE 1 : VERIFICATION DES MISES EN ŒUVRE DES MATERIAUX

SURFACES COURANTES

a) Support des feuilles de zinc (voliges en sapin)



L'ensemble des voliges en bois (sapin) est d'épaisseur 15 mm. Celles-ci sont fixées par des pointes dans les chevrons sous-jacents.

La pose des voliges est dite « Jointive », conformément au DTU.

L'article 5.1.3.1.1 du DTU 40.41 demande un écartement entre 5 et 10 mm environ.

Planéité des voliges

Nous ne constatons pas de défaut de planéité entre les chevrons supports (article 3 du DTU 40.41.). Défaut ne devant pas excéder à 1 cm.

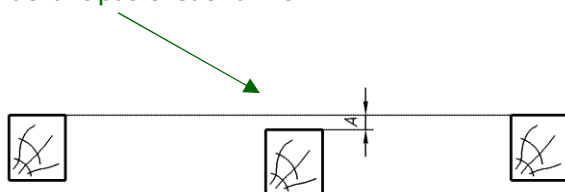


Figure 1 (tolérance de planéité des éléments de charpente.

Qualité des voliges :



Nous constatons de gros nœuds et des désolidarisations de certains d'entre eux.

Observation : Le classement d'aspect des bois devra être confirmé par le DOE de l'entreprise selon l'article 4.6.2 du DTU 40.41.

Audit des Couvertures en zinc. Mission 718.17

Pose des voliges : Voir plans n° 2, 3, 5, et 6.

La pose des voliges doit être réalisée sans désaffleurement supérieur à 2 mm entre deux éléments voisins, selon l'article 5.1.3.1.1 du DTU 40.41.

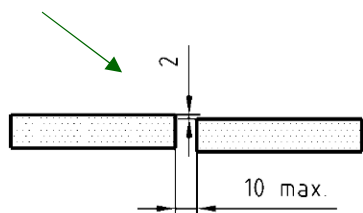
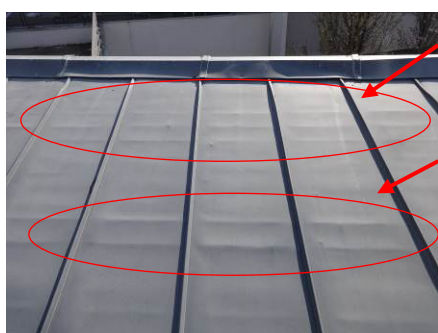


Figure 2 du DTU



Observation : Nous constatons sur cette photo des irrégularités de désaffleurements de voliges dans certaines zones, se matérialisant par des « spectres » sur les feuilles de zinc.

Ces déformations doivent provenir d'un non-respect de désaffleurement, lequel ne doit pas être supérieur à 2 mm.

Le DTU précise que : La largeur minimale de repos sur les appuis doit être de 35 mm en partie courante et 30 mm en about des chevrons. *article 5.1.3.1.1 du DTU 40.41.*

Sachant que : les chevrons en œuvre sont de section 50 x 155 mm, la largeur d'appui en surface courante est donc conforme (50 mm pour 35 mm demandés)

Cependant, en about des voliges (à la jonction de deux abouts de voliges sur chevrons), la largeur d'appui demandée par le « DTU 40.41 » de **30 mm**, ne semble pas être conforme*, étant donné que les chevrons font 50 mm de largeur, donnant **25 mm** d'appui pour chaque extrémité de voliges.

* La visualisation des jonctions de voliges n'étant pas possible à ce jour sans démontage d'une partie de la couverture, cette non-conformité devra être officialisée par dépose ponctuelle de feuilles de zinc.

Nota : La conformité des appuis en extrémité des voliges ne pourrait être validée que par la présence de chevrons plus larges (de 60 mm) aux jonctions des voliges, ou par la présence de fourrures complémentaires élargissant l'appui, ce qui nous semble peu probable.

Conformité de l'épaisseur des voliges :

L'épaisseur des voliges est dépendante du poids propre du support et de la couverture + les charges climatiques (neiges), ainsi que des entraxes des supports sous-jacents (chevrons).

Tableau 2 du DTU 40.41.

Épaisseur nominale (mm)		Charges (daN/m ²) ³⁾						
		100	110	150	200	250	300	350
Voliges	12	45	45	45	45	45	45	45
	15	75	75	75	75	70	70	65
	18	115	115	100	95	90	85	80
Planches	22	120	120	120	120	110	105	100
	25	120	120	120	120	120	120	115
	32	120	120	120	120	120	120	120

1) Pour les charges descendantes, on prendra le poids propre du support et de la couverture + charge climatique normale (calculée selon les règles N84 et modificatif d'avril 2000).

2) Pour les charges ascendantes, on prendra les charges de vent normales en rive de bâtiment (vent perpendiculaire aux génératrices du bâtiment) diminuées du poids propre du support et de la couverture.

3) Pour des valeurs intermédiaires de charges, on effectuera une interpolation linéaire entre les valeurs indiquées au Tableau 2.

NOTE Les critères d'établissement du Tableau 2 sont rappelés en annexe C.

Observation

Si nous considérons le poids de neige accidentel estimé à 108 daN/m².

Charge de feuilles de zinc de $65/100 = 4.7 \text{ kg/m}^2$.

Charge de la volige (15 mm) : 7.05 kg/m^2 .

Soit un total de : $108 \text{ daN} + 4.7 \text{ daN} + 7.05 \text{ daN} = \underline{\underline{119.75 \text{ daN/m}^2}}$.

Si nous prenons en compte l'entraxe des chevrons supports existants de 680 mm, et la référence se rapprochant le plus dans le tableau 2 (70 mm), la charge admissible pourrait être de 300 daN/m^2 , donc largement supérieur à celle du site..

Fixation des voliges :

La validation de la conformité des pointes de fixation et leurs caractéristiques n'a pas été possible, en raison d'absence de notre part de sondage destructif.

Conclusion pour l'article « support des feuilles de zinc » :

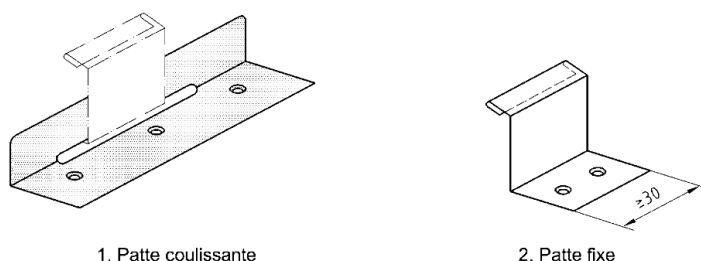
Non respects ponctuels de l'article « 5.1.3.1.1. » du DTU 40.41 de septembre 2004, pour la mise en œuvre des voliges (appuis des voliges en extrémité « à confirmer par sondages », désaffleurements ponctuels , et extractions de clous).

b) Mise en œuvre des feuilles de zinc

b1) Respect des entraxes des pattes de fixation

La mise en œuvre des pattes de fixation maintenant les feuilles de zinc doit être conforme à l'article 5.4.2.2

Pattes de fixation : *Les pattes coulissantes ou fixes sont en acier inoxydable. Elles sont fixées à l'aide de pointes annelées en acier galvanisé ou non, ou à l'aide de vis. Le choix des fixations dépend de l'épaisseur des voliges, selon le tableau 12.*

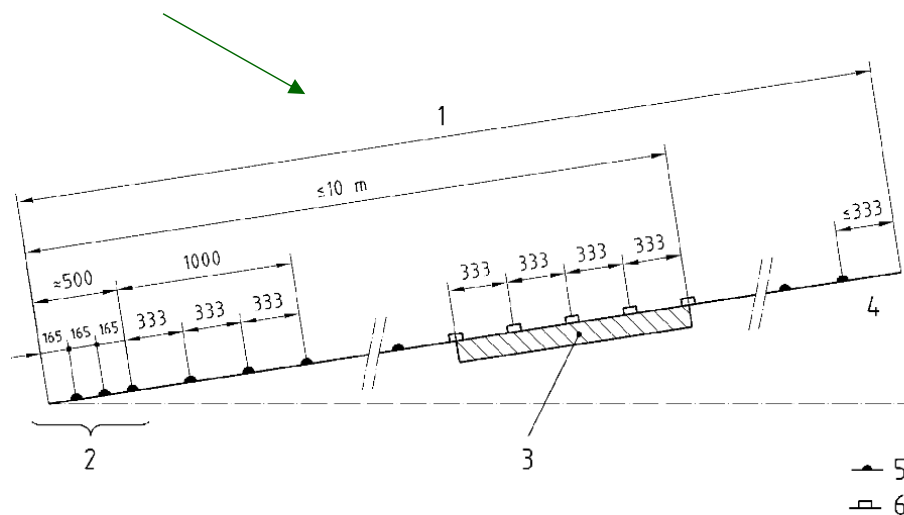


Pattes de type « Profil 1 selon la figure 67 du DTU 40.41 ».

Les pattes fixes ou coulissantes doivent être disposées au droit des relevés des feuilles, tous les **0.33 m** en partie courante et en rive de couverture.

A l'égout des versants, l'entraxe entre pattes doit être de **0.165 mm** sur une longueur de 0.50 m (soit **3 pattes**).

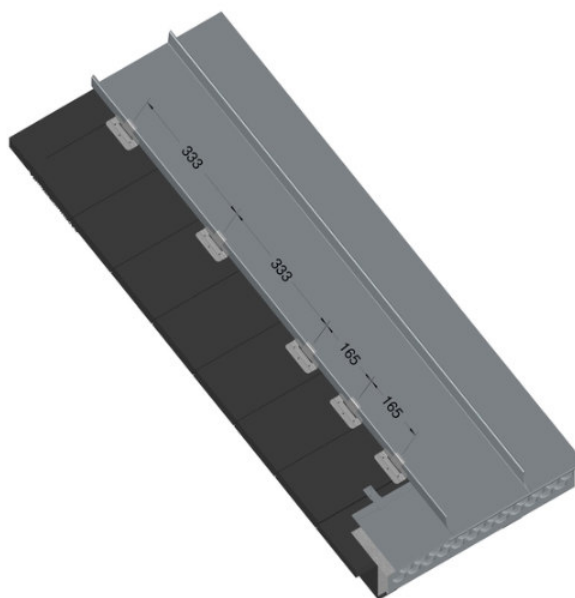
Figure 69 du DTU 40.41 : répartition des pattes coulissantes et fixes. Pente de 5 à 60 %.



Légende

- 1 Longueur maxi de longue feuille : 15 m ou 13 m selon la pente
- 2 Égout ou bas de ressaut
- 3 Partie fixe
- 4 Faîtage ou jonction transversale par ressaut
- 5 Patte coulissante
- 6 Patte fixe

Schéma de principe.



Photos de l'existant.



Observations :

Lors de notre intervention, nous avons pu constater que **l'ensemble des entraxes réglementaires (33.3 cm)** des pattes de fixation des feuilles de zinc **n'était pas respecté** sur cet ouvrage.

La matérialisation des pattes au travers des feuilles nous a permis de mesurer les entraxes.

Le DTU impose un entraxe maximal de 333 mm.

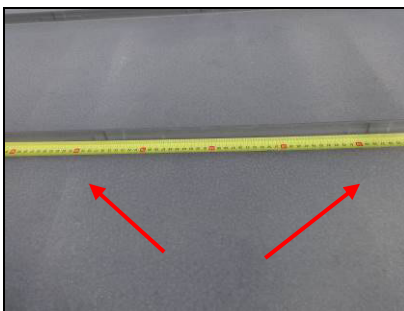
Entraxes des pattes fixes ou coulissantes :

Nous avons mesuré à plusieurs endroits des entraxes oscillant entre **35** (pour le plus court), **37**, **38**, **40**, **41**, **47**, et pour le plus long **50** cm.

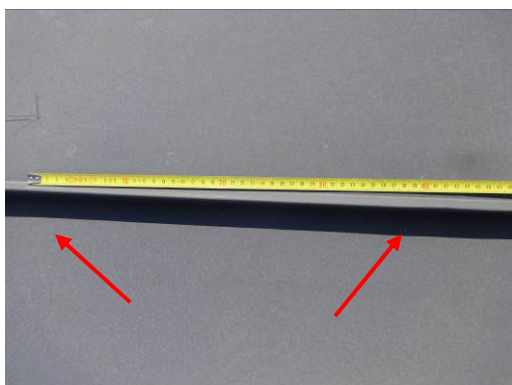
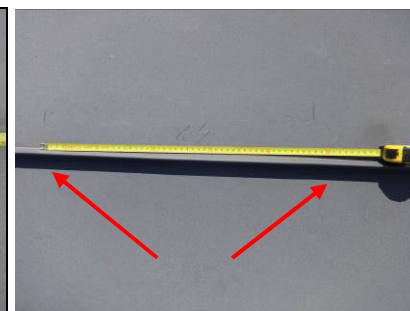
Audit des Couvertures en zinc. Mission 718.17



Entraxe des pattes : **37 cm.**



Entraxe des pattes : **47 cm.**



Entraxe des pattes : **41 cm.**



Entraxe des pattes en égout : 16 cm et la seconde 37 cm.



La visualisation des pointes des pattes de fixation en sous-face de la voilure, confirme que les entraxes « maximum » de 33 cm ne sont pas respectés.

A titre d'exemple, sur un joint sertis pris au hasard, nous avons mesuré (en cm) en surface courante les entraxes suivants, en partant de l'égout :

16 , 41, 33.5, 40.5, 37, 37, 35, 37, 35.5, 38, 46, 37, 37, etc ...

En égout de versant, nous avons observé et ce d'une manière générale, la présence d'une seule patte de fixation à environ 160 mm, mais en aucun cas les trois pattes réglementaires d'entraxes identiques de 165 mm, lesquelles doivent être présentes au droit des égouts.

Conséquences :

- 1) Le mauvais entraxe des pattes fixes ou coulissantes, ne permet pas aux feuilles de zinc de dilater correctement.
- 2) Diminution du nombre de pattes (coût financier), par rapport au nombre devant être en concordance avec les obligations du DTU 40.41.

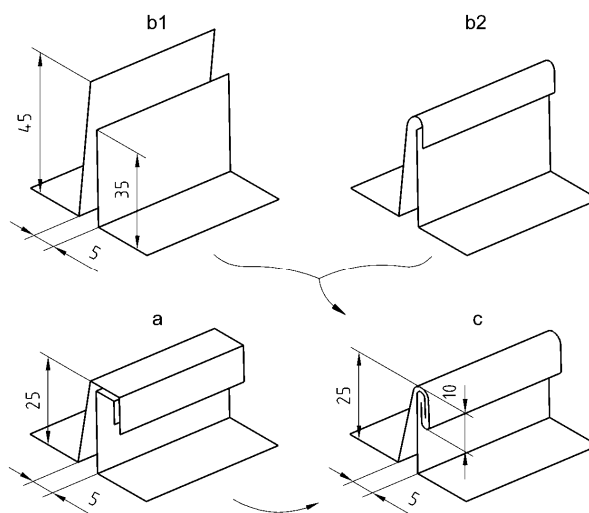
Conclusion pour l'article « Entraxes des pattes de fixation » :

Non respect général de l'article « 5.4.2.2. » du DTU 40.41 de septembre 2004, pour les entraxes des pattes de fixation des voliges.

b2) Respect du sertissage des joints

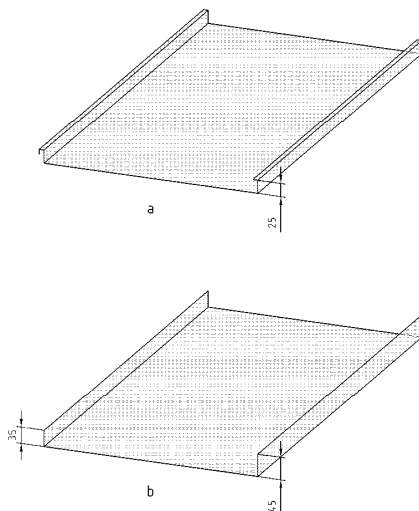
ARTICLE 5.4.1 du DTU 40.41. Le système de couverture à joint debout consiste à agraffer les éléments entre eux dans toute la longueur par un double pliage de reliefs latéraux, après interposition des pattes de fixation clouées ou vissées.

*La hauteur du joint fini doit être au minimum 25 mm et celle des plis de 10 mm. Le profil fini de la feuille doit être conforme à celui de la **figure 64** ci-dessous.*



Audit des Couvertures en zinc. Mission 718.17

Le profil « a » ci-dessous donne lieu à un sertissage du joint en une seule passe (64 a et c, ci-avant).



Observations : Voir plan n° 2.

Sur cet ouvrage, nous observons que certains sertissages des joints debouts n'ont pas été réalisés correctement et que le second plis a été « raté ».



Jointes mals sertis. Machine à sertir ayant dérapée.



Autres joints mal sertis.



Sertissage qu'à un seul plis en plusieurs endroits.



Hauteur dans le cas de mauvais sertissage « 35 mm ».

Bon sertissage et bonne hauteur (25 mm).

Pour l'ensemble de la surface courante, nous avons observé que certains joints étaient mal sertis, mais ce désordre n'est pas généralisé.

Le problème d'un mauvais sertissage est qu'il produit une zone de fragilité en raison de la mauvaise fixation des deux feuilles, et ce par manque de double plis.

Dans le cas de vents tempêteux, des risques de désolidarisation des deux feuilles peuvent se produire avec soulèvements ponctuels.

Conclusion pour l'article « **Respect du sertissage des feuilles** » :

Non respect ponctuel de l'article « 5.4.1. » du DTU 40.41 de septembre 2004, pour le sertissage des joints debouts.

b3) Comportement des feuilles au droit des pattes de joints sertis

Observations :

Nous constatons par la sous-face de la couverture, la présence des pointes de fixation des pattes des joints sertis (pointes de type « annelé »).



Nous notons cependant la présence d'une seule pointe en sous face d'une patte.



Le DTU préconise que les pattes fixes à l'approche du faîtage doivent être fixées par « deux pointes minimum. La pointe a-t-elle été omise, ou tordue sous le zinc ?

Les pattes de fixation sont fixées au moyen de pointes annelées selon la photo ci-dessus.

Le tableau ci-dessous extrait du DTU 40.41, donne les longueurs et diamètres des pointes des pattes selon les épaisseurs des voliges.

Audit des Couvertures en zinc. Mission 718.17

Épaisseur de la volige (mm)	Fixations ¹⁾
12	Vis 4 × 30 minimum
15	Vis 4 × 30 minimum ou Pointes annelées ²⁾ Ø 2,8 minimum
18 et au-delà	Vis 4 × 30 minimum ou Pointes annelées ²⁾ Ø 2,5 minimum
1) Les pattes fixes sont fixées par 2 pointes (ou vis), les pattes coulissantes par 3 pointes (ou vis). 2) La longueur des pointes annelées est égale à l'épaisseur du support d'ancrage augmentée de 10 mm.	

Le dépassement des pointes sous les voliges est de l'ordre de 10 mm, donc conforme aux prescriptions du DTU.

La présence de trois pointes en sous-face des voliges pour les pattes coulissantes n'a pas pu être confirmée lors de notre audit.

Désordre constaté au droit des pattes de fixation des joints sertis :

Un des désordres les plus importants sur cet ouvrage concerne l'extraction des pointes de fixation au droit des pattes de fixation, se matérialisant par des bosselures avec amorces de déchirures ou des percements ponctuels créant des infiltrations.

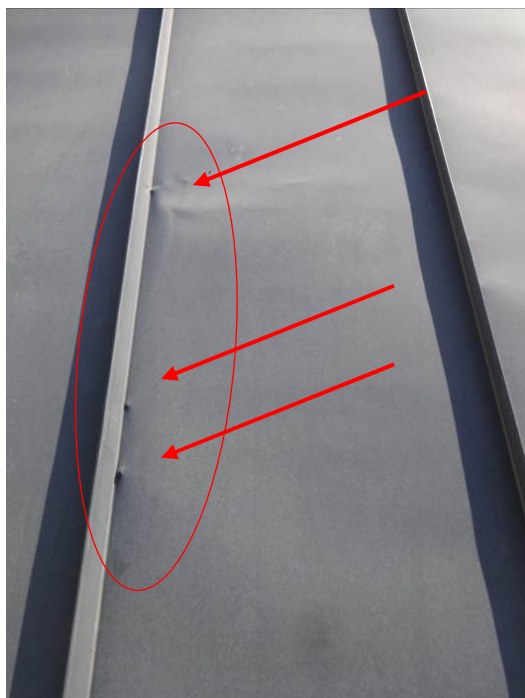
Sur l'ensemble des joints debouts, nous avons comptabilisé lors de notre audit, **242 unités** de bosselures le long des joints sertis, et **9 perforations** totales.

Les perforations produisent inévitablement des infiltrations « actives » sur l'écran rigide au risque de le détériorer, mais également sur les bandeaux en lamellé collé en égout de versant, et d'autres à l'intérieur des chambres, tel que pour la chambre 22.

Ce phénomène provient de deux causes:

- 1) Mauvaise mise en œuvre des clous de fixation (en biais et non perpendiculairement au support, ou mal enfoncés ou tordus).
- 2) Phénomène d'extractions des clous s'étant produit lors du sertissage des joints, ayant produit leur extraction de la volige, de par peut être un nombre insuffisant de clous, ou dues une corrosion de ceux-ci, amplifiée par l'absence ponctuelle de ventilation sous les voliges.

Grande toiture.

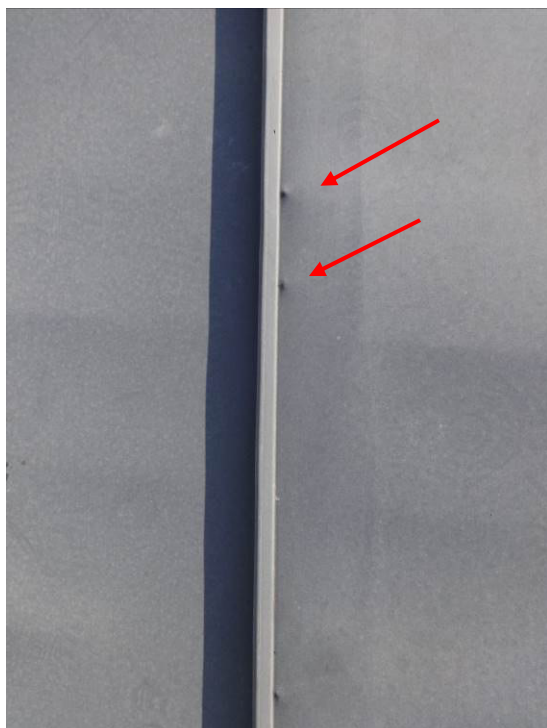


Visualisation de bosselures dues aux extractions des pointes des pattes de fixation.



Autres perforations des feuilles de zinc dues aux extractions de clous de fixation des pattes.

Audit des Couvertures en zinc. Mission 718.17



Double amorces de perforations de la feuille de zinc. Autres amorces.



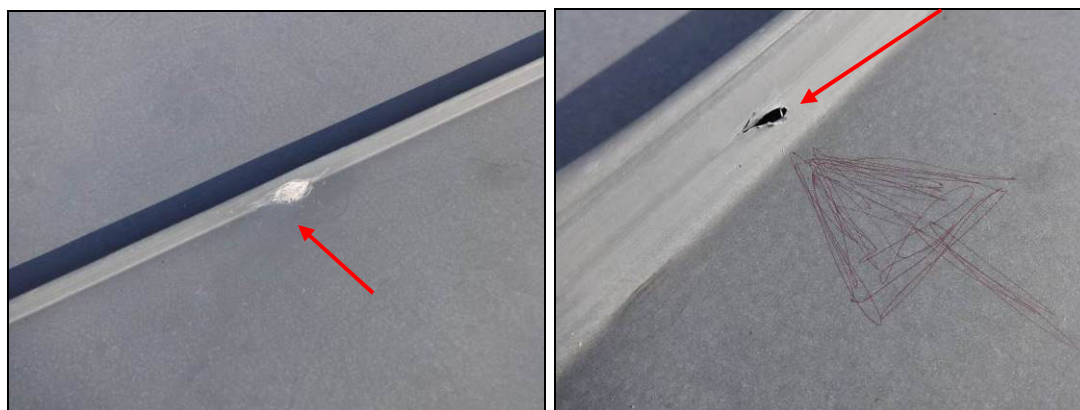
Toutes ces amorces de percements sont situées au droit des pointes des pattes fixes ou coulissantes.

Audit des Couvertures en zinc. Mission 718.17

Percement de la feuille de zinc par extraction du clou. Ancienne réparation due au percement de la feuille.



Autre réparation par joint mastic antérieure à notre passage. Percement de la feuille.



Percement en approche du faîtage (T).

Autres amorces de percements.



Audit des Couvertures en zinc. Mission 718.17

Façade Nord-Ouest de l'ouvrage. Voir plan n° 5.

Nous avons observé la présence de deux tâches blanchâtres au droit de la panne sablière en lamellé collé (zones 1 et 2).

De ce fait nous avons fait une mise en eau ponctuelle de la toiture en arrosant le toit pour confirmer la cause de l'origine de ces marquages.

Le résultat de notre essai a été concluant, car l'eau s'est infiltrée par le percement de la feuille de zinc située à l'aplomb de cette zone d'infiltration **1**, pour ensuite s'infiltrer dans la dépassée de toiture.

Zone 1



Trace de coulures d'eau d'infiltrations par la toiture.



Gouttellettes d'infiltrations.



Audit des Couvertures en zinc. Mission 718.17

Mesure d'humidité des bois sous-jacents.

Taux d'humidité de 19.6 %.



Taux d'humidité 0%, à côté de la zone de fuite.



Cause du préjudice constaté.



Observations :

Nous confirmons que la cause de cette infiltration par la toiture, provient du percement de la feuille au droit du joint debout.

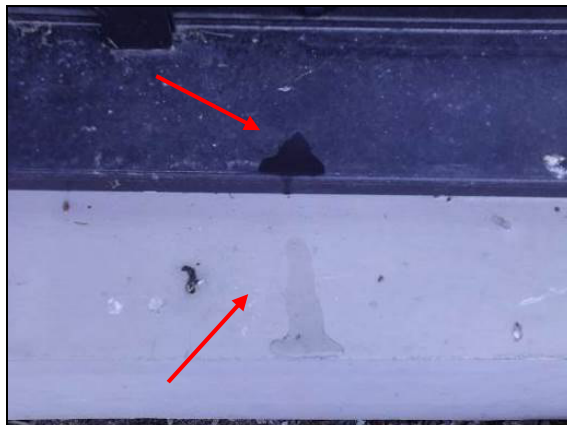
Nota : Par conscience professionnelle, nous avons obturé cet orifice au joint Butyl (mastic d'étanchéité) pour éviter l'amplification du désordre.

Le résultat de notre second essai a été également concluant, car l'eau s'est infiltrée par le percement de la feuille de zinc située à l'aplomb de cette zone d'infiltration **2**, pour ensuite s'infiltrer dans la dépassée de toiture.

Audit des Couvertures en zinc. Mission 718.17



Zone 2.



Coulure sur bavette basse.



Taux d'humidité sous la poutre : 25.4 %.



Cause de l'infiltration (perçement).

Nous remarquons également que le perçement de la feuille produit également des désordres dans la chambre n° 22, avec de nombreuses traces d'infiltrations.

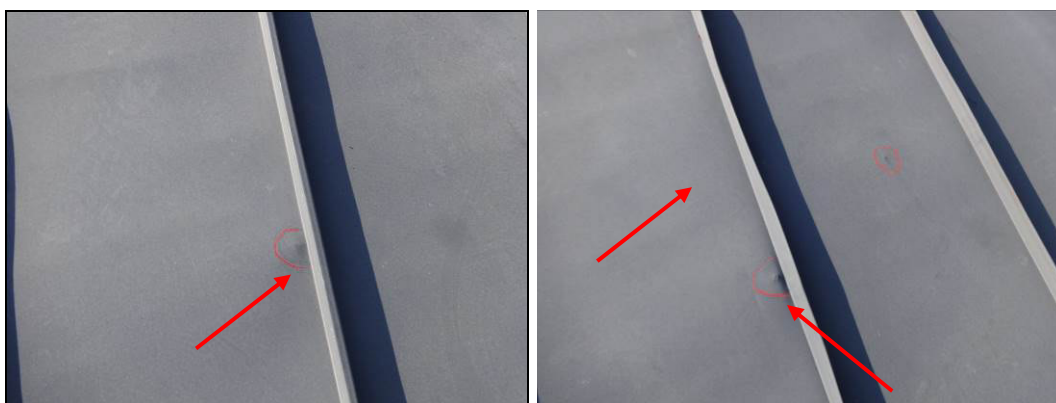


Toiture en pénétration

Visualisation des désordres observés sur les feuilles de zinc.



Visualisation de bosselures dues aux extractions des pointes des pattes de fixation.



Explication du désordre

Après étude du désordre, et vérification générale du versant, pour connaître l'ampleur du préjudice, nous pouvons affirmer que ce phénomène de bosselures provient des extractions des pointes de fixation des pattes.

Ce désordre est d'autant plus amplifié, qu'aucun système de ventilation en sous face des voliges n'a été conçu lors de la réalisation des travaux (hormis sur une partie du faîtage au droit des accès des machineries).

Certaines photos (ci-avant), démontrent que ce désordre n'est pas récent, car de nombreuses réparations ponctuelles (par points mastic) sont visibles sur les versants.

Conséquences « actuelles et futures » :

L'ensemble de ces amorces, extractions franches, ou déchirures du métal, ne peut que s'accroître en raison de la conception de cet ouvrage.

De plus, ces désordres produisent des infiltrations en sous-face et ne pourront à court terme, que créer l'amplification des infiltrations et détériorer les matériaux sous-jacents.

De plus les infiltrations rendent à ce jour certains locaux sous-jacents, « insalubres ».

Les nombreux points de fissurations et les perforations des feuilles de zinc, produisent des entrées d'eau et une humidification progressive du support en bois sous-jacent (voliges), lequel rappelons le, est traité « uniquement et réglementairement » en classe de risque **2** (bois placés à l'intérieur des ouvrages, sans exposition permanente aux intempéries).

L'exposition permanente de certaines voliges, lors des infiltrations par les orifices de perforations, risquera à moyen terme de développer des attaques de champignons lignivores, se concrétisant inévitablement par des putréfactions.

Les voliges, en contact direct avec les chevrons, risqueront de transmettre cette pathologie sur d'autres bois de structure.

Conclusion pour l'article « Comportement des feuilles au droit des pattes de joints sertis » :

Nous sommes en présence d'un phénomène de détérioration irréversible et croissant du matériau de couverture (zinc).

Les extractions de clous au droit des joints debouts ne pourront que se généraliser à moyen terme, en raison d'une part d'une mauvaise mise en œuvre originelle (clous mal enfoncés), et d'autre part, en raison du confinement de l'ossature (absence de ventilation du plenum), ce dernier accélérant inévitablement l'oxydation des éléments de fixations, et donc leur extraction.

b4) Comportement des feuilles en surface courante

Observations :

Nous constatons plusieurs désordres concernant les feuilles de surface courante.

- a)** Bosselures avec amorces d'extractions des clous de fixation ou autres corps étrangers laissés entre le zinc et la volige.
- b)** Mauvaise dilatation entraînant des déformations des feuilles.

Défaut ponctuels des sertissages des joints debouts (technique élaborée ci-avant, article **1.1.2**).

b4 a) Bosselures avec amorces d'extractions des clous de fixation ou autres corps étrangers laissés entre le zinc et la volige.

A l'identique des désordres concernant les bosselures visibles au droit des joints sertis, nous avons constaté de nombreuses amorces de percements sur l'ensemble de la surface courante de cette toiture (y compris la toiture en pénétration).

Sur l'ensemble de la surface couverte de cet ouvrage, nous avons comptabilisé lors de notre audit, **304 unités** de bosselures et amorces de percements en surface (entre joints debouts) sur le grand versant, et **10** bosselures et amorces de percements en surface (entre joints debouts) sur le petit versant (Hall).

Indications quantitative :

Nombre de bacs (feuilles entre joints debouts) présent sur le grand versant = **190 unités**.

Nombre de bacs (feuilles entre joints debouts) présent sur le petit versant = **21 unités**.

Nombre de bacs concernés par les désordres à ce jour

71 unités pour le grand versant.

3 unités pour le petit versant.

Nombre de perforations réparées comptabilisées le jour de notre intervention (antérieurement à notre intervention).

36 unités.

Les perforations produisent inévitablement des infiltrations actives sur l'écran rigide, mais également à l'intérieur de l'ouvrage (chambres ou circulations).

Ce phénomène provient de deux causes:

- a)** Mauvaise mise en œuvre des clous de fixation des voliges (en biais et non perpendiculairement au support, ou mal enfoncés ou tordus et laissée en oeuvre).

Audit des Couvertures en zinc. Mission 718.17

b) Phénomène d'extraction des clous pouvant être dû à leur corrosion, amplifiée par l'absence ponctuelle de ventilation sous les voliges.

Type de fixation des voliges sur les chevrons :

Selon l'Article 4.4.1 du DTU 40.41.

Les voliges peuvent être fixées par des clous ou des vis. Les pointes lisses en acier galvanisé sont conformes, mais les pointes lisses en inox sont interdites.

Les pointes annelées peuvent être en acier galvanisé ou non.

Selon l'Article 5.1.3.1.3. du DTU 40.41.

*Les voliges sont fixées par clouage au moyen de pointes définies au paragraphe 4.4.1 (ci-dessus) ou de vis à bois définies au paragraphe 4.4.3 . Les pointes ou les vis sont disposées à raison de « **2 par appui** pour des largeurs d'éléments à fixer **inférieure ou égale à 105 mm**, et « **3 pointes** pour les largeurs **supérieures jusqu'à 200 mm**, leur tête ne doit pas « désaflurer ».*



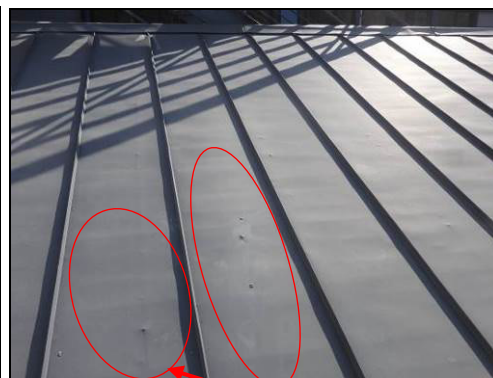
A ce jour, et sans sondage « destructif » par démontage des feuilles de zinc, il nous est impossible de connaître le type de fixation maintenant les voliges au support, ni leur densité.

Observation des désordres

Grande toiture. En partant du Nord



Vue d'ensemble.

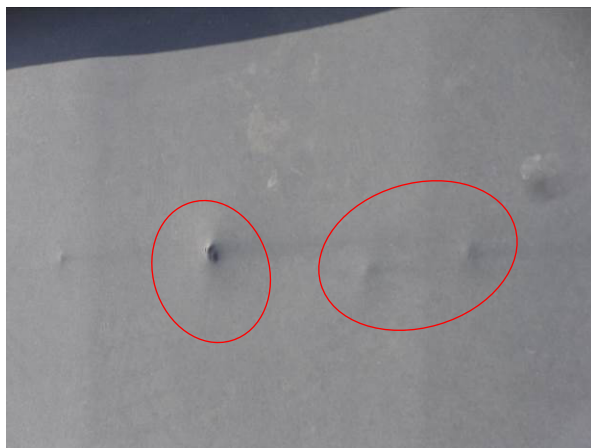


Bosselures linéaires.

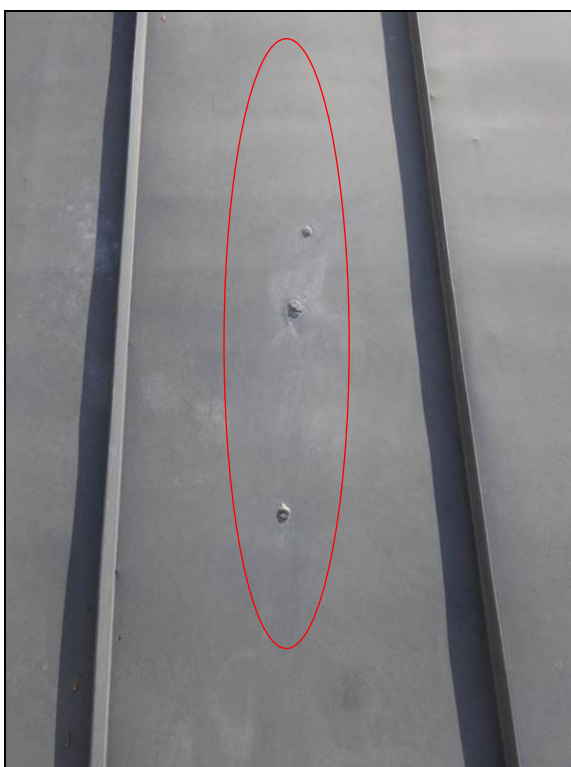
Audit des Couvertures en zinc. Mission 718.17



Bosselures et amorces de percements.



Percement et bosselures.

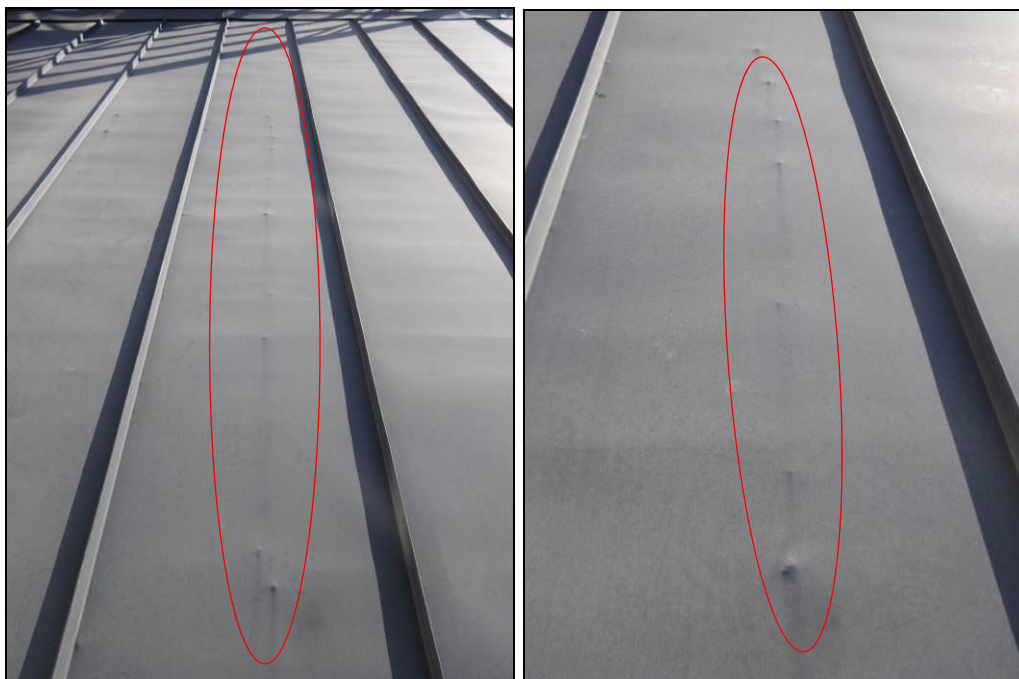


Percements réparés à postériori de la réception.

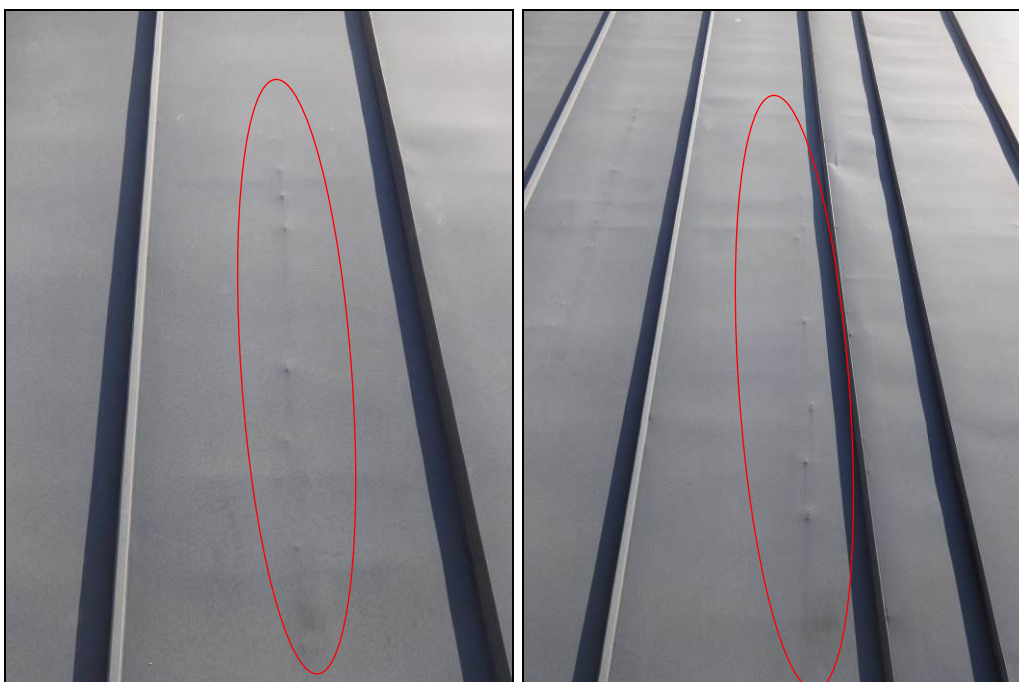


Percement ponctuel.

Audit des Couvertures en zinc. Mission 718.17



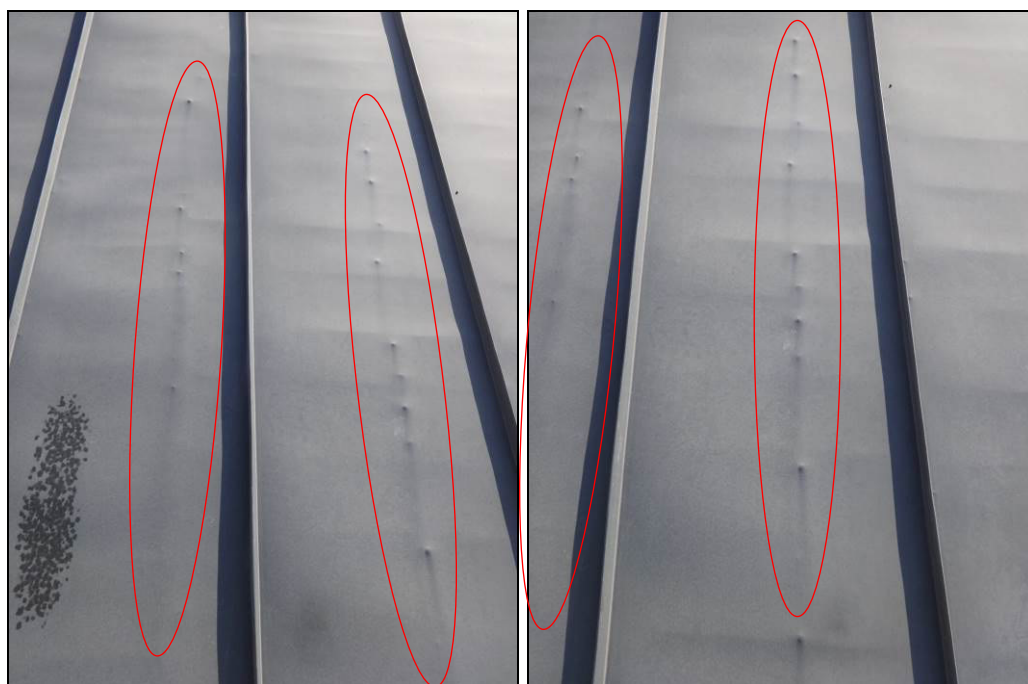
Bosselures linéaires sur plusieurs feuilles.



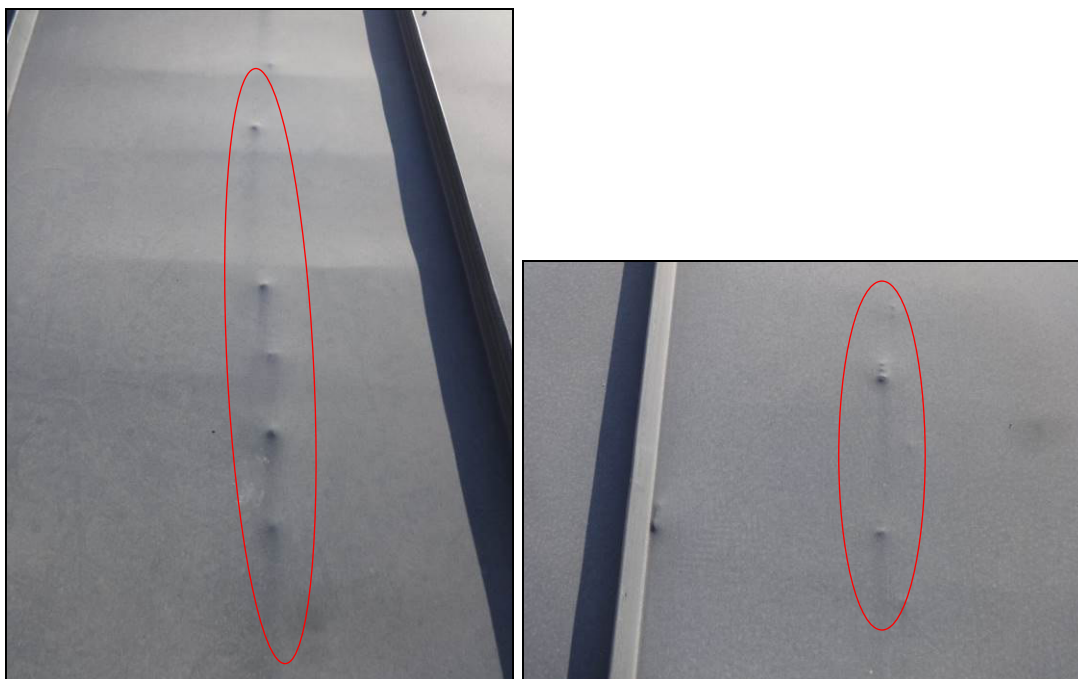
Ces bosselures doivent provenir des clous fixant les voliges dans les chevrons, ou bien de corps étrangers laissés entre les voliges et les feuilles de zinc.



Bosselures linéaires sur plusieurs feuilles.



Pour l'ensemble des feuilles, ces bosselures se retrouvent d'une manière linéaire, semblant être dues aux pointes des voliges sous-jacentes.

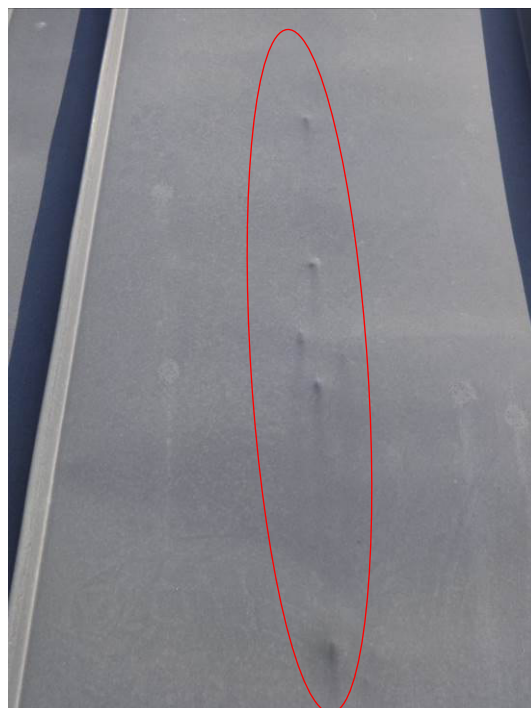


Alignement de bosselures d'extractions.

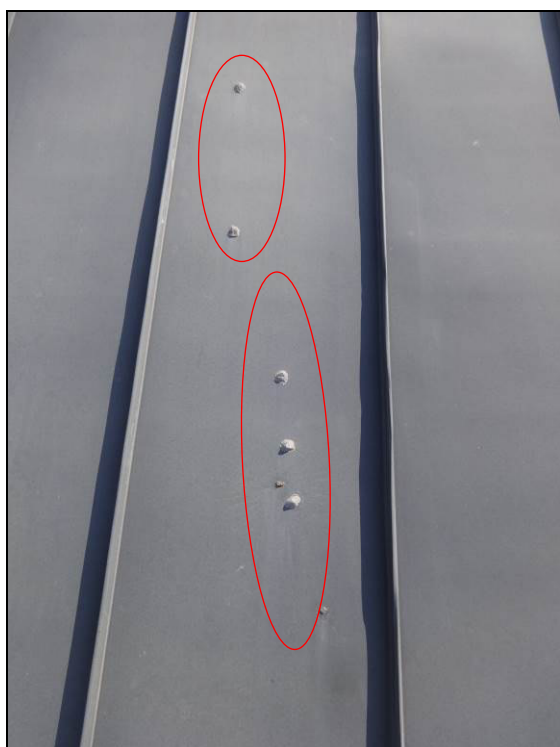


Visualisation de reprises de percements effectuées avant notre passage, certainement réalisées par l'entreprise intervenante (Avenir Bois), lors d'une demande de vérification de la toiture par le maître d'ouvrage.

Audit des Couvertures en zinc. Mission 718.17



Matérialisation de la volige sous le zinc et des clous de fixation.



Visualisation de nombreuses reprises de percements au fil du temps, sans déclaration de désordre...

Petite toiture en pénétration Ouest

Pour cette petite toiture les désordres de « bosselures » se retrouvent également, avec plus ou moins d'importance.



Explication du désordre

Après étude du désordre, et vérification générale des versants, pour connaître l'ampleur du préjudice, nous pouvons affirmer que ce phénomène de bosselures provient des extractions des pointes de fixation des voliges sous-jacentes, ou en raison de la présence de corps étrangers entre les deux complexes.

Ce désordre est d'autant plus amplifié, qu'aucun système de ventilation en sous face des voliges n'a été conçu lors de la réalisation des travaux (hormis sur une partie du faîtage au droit des accès des machineries pour le grand versant).

D'autre part, l'épaisseur de zinc semblant être du 65/100 (épaisseur commercialisée la plus faible), les moindres sollicitations du métal dues aux mauvaises mises en œuvre, le fragilise fortement.

Certaines photos (ci-avant), démontrent que les désordres ne sont pas récents, car de nombreuses réparations ponctuelles de percements (par points mastic) sont visibles sur les versants.

Conséquences « actuelles et futures » :

L'ensemble de ces amorces de percements ne peut que s'accroître en raison de la conception de cet ouvrage.

De plus, ces désordres produisent des infiltrations en sous-face et ne pourront à court terme, que créer l'amplification des infiltrations et détériorer les matériaux sous-jacents.

De plus, les percements en surface courante sont une des causes des infiltrations actives en sous-face, se concrétisant à chaque pluie (après un certain temps de cheminement des eaux d'infiltrations) par des coulures dans les couloirs de circulation ou dans les chambres.

Rappel sur les risques encourus par le support des feuilles de zinc.

Les nombreux points de fissurations et de perforations des feuilles de zinc, produisent des entrées d'eau et une humidification progressive du support en bois sous-jacent (voliges), lequel rappelons le est traité « uniquement et réglementairement » en classe de risque **2** (bois placés à l'intérieur des ouvrages, sans exposition permanente aux intempéries).

L'exposition permanente de certaines voliges, lors des infiltrations par les orifices de perforations, risquera à moyen terme de développer des attaques de champignons lignivores, se concrétisant inévitablement par des putréfactions.

Les voliges, en contact direct avec les chevrons, risqueront de transmettre cette pathologie sur d'autres bois de structure.

Conséquence pour les locaux sous-jacents

Nous avons essayé de repérer le cheminement des infiltrations en sous-face de l'ouvrage, mais cela est difficile en raison de la présence d'un matelas d'isolation en rampant (sous les chevrons), de la présence également d'un écran faisant office de pare vaeur (DELTA REFLEX), mais également de la hauteur de ce comble. Documentation jointe à ce dossier.



Plénum situé entre la volige et l'isolant.



Ecran pare vapeur.



Poche non étanche « avaloir ».

Après analyse des sous-faces et des zones d'infiltrations, nous pouvons émettre l'hypothèse technique suivante :

La présence de cet écran « pare-vapeur » canalise les eaux d'infiltrations en sa partie supérieure, pour ensuite cheminer dans sa zone rampante, jusqu'à ce que l'eau trouve un orifice de rejet, tel que nous pouvons le constater sur la photo ci-dessus à droite (formant un avaloir).

L'eau ensuite s'écoule quelques temps après les « temps pluvieux » (car infiltrations non immédiate selon les dires des occupants) dans toutes les zones présentant des ouvertures ponctuelles du pare vapeur.

Nous noterons que l'écran devant faire office de pare vapeur n'est pas mis en œuvre correctement, car il devrait être totalement étanche et non ouvert ponctuellement.



Nombreuses auréoles d'infiltrations sur les plaques des faux plafonds.



Ouverture du pare vapeur pour passage des suspentes.

Agrafage du P.V. au droit de la poutre.

Nota : ne pouvant pas accéder à la partie haute de ce plénum, nous ne **pouvons pas confirmer le type de fixation haute des suspentes**. Il sera nécessaire de confirmer (suite à des sondages par-dessus la toiture lors de futures expertises) que certaines perforations de zinc ne proviennent pas d'organes de fixation (vis ou autres), ayant pu être mises en œuvre lors de l'installation des suspentes.

b4 b) Mauvaise dilatation du métal entraînant des déformations des feuilles

La mauvaise mise en œuvre des pattes de fixation (entraxes non respectés, pointes insuffisantes, ou sertissages aléatoires) peuvent contrarier la dilatation des feuilles en œuvre. C'est la raison pour laquelle, nous avons constaté ponctuellement des déformations de feuilles en surface courante.



Déformation des feuilles suite à la mauvaise dilatation des éléments constituant cette couverture.

Conclusion pour l'article « Comportement des feuilles en surface courante » :

Non conformité de fixation du support des feuilles de zinc, par rapport à l'article 5.1.3.1.3. du DTU 40.41.

Nous sommes en présence d'un phénomène de détérioration irréversible et croissant sur ces ouvrages.

Les extractions de clous en « plage » des feuilles de zinc ne pourront que se généraliser à moyen terme, en raison d'une part d'une mauvaise mise en œuvre originelle (clous avec désafleurs), et d'autre part, en raison du confinement de l'ossature (absence de ventilation du plénum), ce dernier accélérant inévitablement l'oxydation des éléments de fixations, et donc leur extraction.

Ce désordre produit de nombreuses infiltrations en sous-face, dues aux percements des feuilles.

ABERGEMENTS DES PENETRATIONS CONTINUES

a) Faîtages simples en haut de pente. Voir plan n°3.

Cette couverture est de type « à versant simple », ne comportant aucun faîtage double, mais uniquement des faîtages simples.

Grande toiture



Faîtage de type « Simple ».



Faîtage simple sur ligne « courbe ».

La particularité de cette toiture est qu'elle est de planitude constante mais en forme de « S », d'où la nécessité pour la surface courante du grand versant de mettre en œuvre des feuilles gironnées, mais également de prévoir pour le faîtage de petits éléments (de 0.50 m à 1 m) pour pouvoir tourner sans cassures importantes sur la ligne de faîtage.

Article 5.4.3.4 du DTU 40.41. Faîtages ou arêtières

*Ces ouvrages peuvent être exécutés de deux façons,
Soit avec un tasseau de faîtage qui est généralement trapézoïdal,
Soit à joints debouts.*

La comparaison avec la conception en œuvre s'apparente au faîtage avec tasseau, ainsi qu'à l'article 5.4.3.3 « Rives », lequel fait référence à l'article 5.3.8.3. pour l'application des règles générales.

L'article du « DTU » est très clair, et confirme les « non conformités » de mises en œuvre de ces éléments.

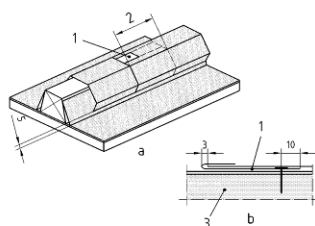
Article 5.3.4.3. du DTU 40.41 : Fixation des couvre-joints

*L'emploi de « clous calotins » **n'est pas admis en travaux neufs**, mais toléré en travaux de réparation.*

*La pose **de vis et de rondelles d'étanchéité** est réservée aux travaux de réparation.*

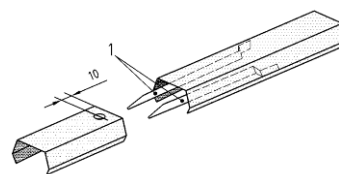
Les couvre joints sont fixés par des « pattes de fixation » ou par le système de baïonnettes.

Fixation par pattes



Légende
1 Patte clouée
2 Recouvrement
3 Tasseau

Fixation par baïonnettes



Légende
1 Baïonnettes soudées

Figure 29 : fixation par patte soudée dite « à ressort ».

Figure 30 : baïonnettes soudées.

En effet, nous constatons que l'ensemble des éléments constituant les « couvre-joints » de faîtage est bridé par **des vis avec rondelles** et par des **clous calotins**, annulant ainsi toute dilatation possible. Notre première interpellation concernent la mise en œuvre des couvre-joints de faîtage « non conforme » par rapport aux prescriptions du DTU.

Observations et explications de la « non-conformité »



Clou « calotin ». Vis et rondelles.



Clou calotin au travers des éléments zinc. Vis.



Nous observons sur ces photos, et ce pour l'ensemble des faîtages de cet ouvrage, que les couvre-joints « façonnés maison » sont **tous fixés par clous calotins** et **par vis avec rondelles**, donc en totale « **non-conformité** » avec le DTU 40.41.

Cette mise en œuvre est d'une part « non conforme » au DTU, mais est totalement « contraire » aux règles de l'art. En effet, ce système de fixation traversante (par clous ou vis) annule totalement la possibilité de dilatation des éléments constituant ces abergements, mais aussi les feuilles de zinc en surface courante.

Audit des Couvertures en zinc. Mission 718.17



Vis traversante et bloquant la dilatation.



Orifices de percements et d'infiltrations.

Conséquence pour les locaux sous-jacents

Les percements qu'ils soit en partie supérieure ou verticale, produisent inévitablement des orifices d'infiltrations, et **sont la cause principale des infiltrations dans cet ouvrage**, lesquelles se retrouvent dans les couloirs de circulation (page 37).

Double orifices d'infiltrations.



Vis traversante corrodée.



Couvre joint de jonction collé pour masquer les vis et clous traversants.

Déformation du métal suite à l'absence de dilatation.



Les vis et les clous ne tiennent plus et les percements sont proches de l'extérieur, d'où les infiltrations en partie sommitale.

Clous de type « **calotin** », avec extraction naturelle due à la corrosion du métal.



Blocage total de la dilatation des éléments.

Toiture en pénétration (Hall)

La conception de ce faîtage est similaire à celui du grand versant.



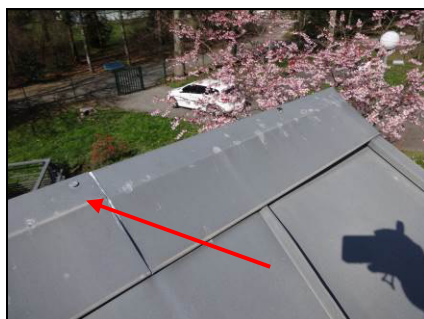
Observations :

Les désordres sont identiques car les couvre-joints sont fixés au travers du support, créant des points d'infiltrations d'eau et le blocage de la dilatation des éléments.

La seule différence est l'absence de vis complémentaire en partie basse de couvre-joint.



Fixation par « clous calotins ».



Extraction d'un clou.

b) Rives latérales

Les rives latérales devraient être traitées par un système de rive agrafée ou fixées par pattes à rabattre ou à ressort.

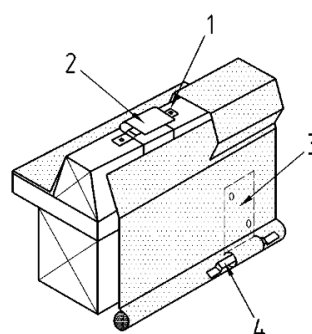
Article 5.4.3.3 du DTU 40.41. Rives

Ces ouvrages peuvent être exécutés de deux façons,

Soit par grafures.

Soit avec pattes clouées ou clips.

Dans tous les cas la fixation devra permettre les mouvements thermiques (dilatation).



Légende

1 Pontet cloué

2 Patte soudée

3 Patte clouée

4 Pontet soudé

La comparaison avec la conception en œuvre s'apparente aux rives simples décrites dans l'article 5.3.8.3. pour l'application des règles générales.



Rive « simple » avec couvre joint fixé par clou « **calotin** ».



Observations : **Voir plan n° 2.**

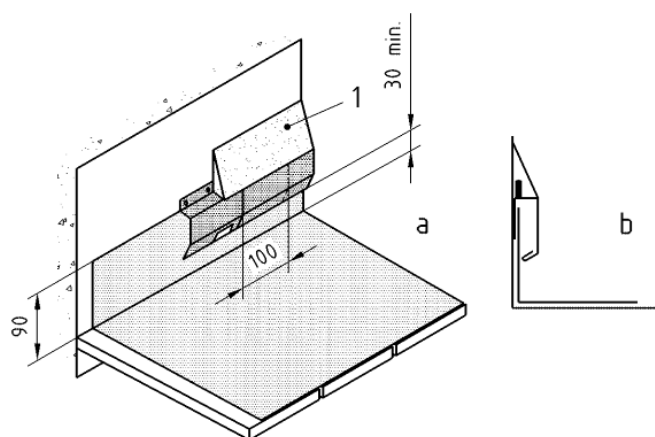
Dans tous les cas, sur cet ouvrage, les bandes de rive sont fixées par des clous **calotins** ou des clous ordinaire, annulant toute possibilité de dilatation du métal.

c) Rives de pénétration contre mur



Article 5.5.2 du DTU 40.41. Bandes de raccordement sur pénétration

La rive inférieure de la bande de solin s'arrête à 30 mm au minimum du plat de la couverture, elle est munie d'une pince ou d'un ourlet rechassé.



Légende

1 Solin

Observations :

La rive de pénétration ne possède pas de bande de recouvrement, simplement un joint mastic pour l'étanchéité du relevé de la feuille.

d) Rives d'égout. Voir plan n° 5.

Les rives d'égout concernent l'ensemble des bas de versant donnant en extérieur de l'ouvrage.

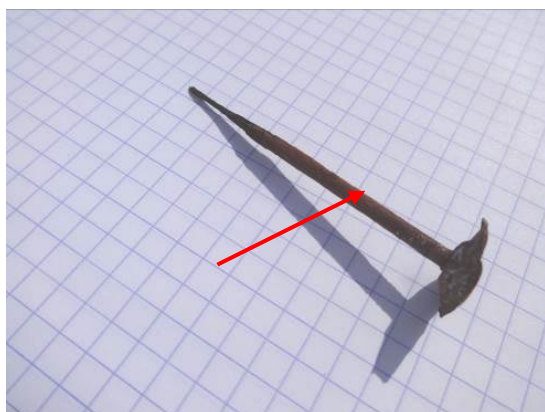
La comparaison avec la conception en œuvre s'apparente aux rives simples décrite dans l'article 5.3.8.3. pour l'application des règles générales.



Vue de face de la rive d'égout. Fixation des couvre-joints au moyen de clous calotins.



Bandes de rive à recouvrement, avec couvre-joint en tête. Extraction d'un clou en façade.



Observations :

L'extraction d'un **clou calotin** a fait ressortir que celui-ci était totalement corrodé, en raison de la « non étanchéité » de ce clou positionné en partie supérieure du couvre-joint (au droit des rétentions d'eau).

La « non-conformité des fixations des couvre-joints sur ces rives d'égout est identique à celle évoquée précédemment pour les rives latérales et de tête (faîtage simple).

Conclusion pour l'article « Abergements des pénétrations continues » :

Nous sommes en présence d'un phénomène de détérioration irréversible et croissant sur ces ouvrages.

Les extractions de clous « **calotins** » ou de « **vis** » ne pourront que se généraliser à moyen terme, en raison d'une part d'une mauvaise étanchéité pour les clous calotins lesquels se corroderont (avec extractions et infiltrations), et d'autre part, en raison du bloquage de la dilatation des éléments constituant des rives.

Conclusion générale du CHAPITRE 1 : pour l'article « Mise en œuvre des matériaux » :

Nous sommes en présence de nombreux désordres concernant les mises en œuvre des matériaux, dus aux « non respects » du DTU 40.41.

Ces « non-conformités » généralisées imposeront la réfection totale des couvertures en feuilles de zinc.

CHAPITRE 2 : Vérification de la conformité de la ventilation de la couverture

Entrées d'air en égouts et sorties d'air en faîtage.

L'ensemble de la sous-face de cette toiture en feuilles de zinc devait être ventilé, conformément au D.T.U 40.41 et aux règles de l'art.

Références à l'article 5.6 du DTU 40.41

Article 5.6.3. Cas de la couverture plane avec une isolation thermique sous rampant.

*La section totale, des orifices de passage d'air doit être au moins égale à **1/3000** de la surface projetée de la couverture sur un plan horizontal.*

La ventilation est assurée :

- soit par une **entrée d'air linéaire en partie basse** et une **sortie d'air linéaire en partie haute** de la couverture (Figure 109 a en page 48 de ce rapport) ;
- soit par une **entrée d'air linéaire en partie basse** et une **sortie d'air ponctuelle en faîtage** (châtière ou ouvertures en pignon). La ventilation par ouvertures en pignon nécessite la création au faîtage d'un espace libre sous les chevrons de 50 cm minimum (Figure 109 b).

NOTE

Dans tous les cas, les ouvertures en pignon ne pourront être utilisées que si la distance entre les murs est inférieure ou égale à 12 m et pour autant qu'il n'y ait pas d'écran entre les deux murs.

Pour tous les cas, la section totale des orifices étant répartie par moitié en partie haute et basse.

On réservera entre le dessous du support de la couverture et le dessus de l'isolant un espace à la conception destinée à assurer le libre passage de l'air et dont l'épaisseur minimale est de :

- 4 cm pour les longueurs de rampant ≤ 12 m ;
- 6 cm pour les longueurs de rampant > 12 m.

NOTE

Certains isolants peuvent présenter des possibilités de foisonnement, il y a lieu d'en tenir compte dans le dimensionnement de la lame d'air pour ventilation.

a) Vérification de la présence de chatières de ventilation sur les versants.

Observations :



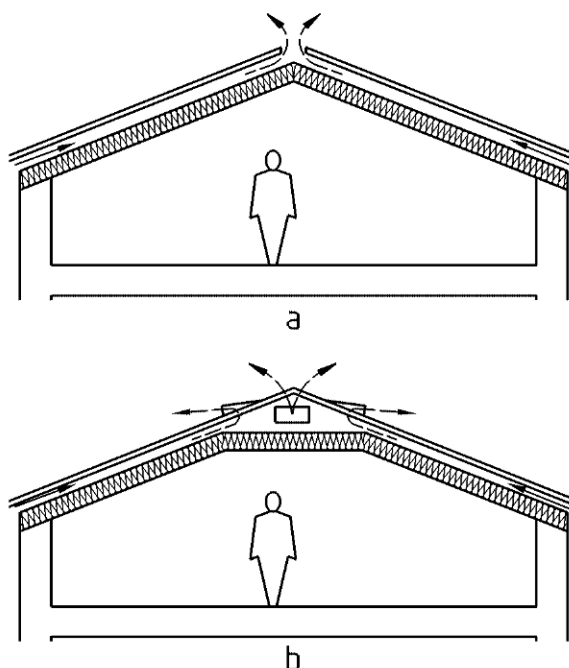
Pour l'ensemble de ces couvertures, nous constatons qu'aucun système d'entrée d'air en égout avec sortie d'air en faitage n'est présent, ni aucune chatière de ventilation intermédiaires.



Absence totale de chatière de ventilation en surface copurante.

Figure 109 du DTU : Couverture plane ou cintrée avec faitage et isolation thermique sous rampant

Cette figure extraite du DTU, démontre parfaitement que des entrées d'air doivent être créées en partie basse, ainsi que des sorties en partie haute.



Article 5.6.5.1 du DTU 40.41. aération par chatières

Les chatières sont conformes à la norme NF P 37-410. Elles sont destinées à être posées pour des pentes supérieures ou égales à 5 %.

L'ouverture pratiquée sur la feuille de zinc de couverture, et destinée à l'aération du comble, comporte tout autour un relevé d'une hauteur de 10 mm quand les chatières sont soudées (sauf sur le devant) et de 30 mm quand elles sont fixées par pattes.

Le relevé intérieur derrière la grille de la chatière doit être positionné de façon à éviter que la pluie ne pénètre directement dans le comble.

Pour le cas des couvertures cintrées, la pente minimum de pose des chatières peut être ramenée à 2,5 % sous réserve des dispositions suivantes :

les chatières sont soudées ;

le relevé autour de l'ouverture de ventilation est de 50 mm minimum.



Première constatation : absence de chatière de ventilation sur versants (3.6.1.1 DTU 40.41)

b) Vérification de la présence d'orifices « d'entrée d'air » en sous-face de la dépassée de toiture.

Système d'entrée d'air préconisé par le DTU, en dépassée de toiture.

5.6.5.2 aération linéaire (Extrait du DTU 40.41)

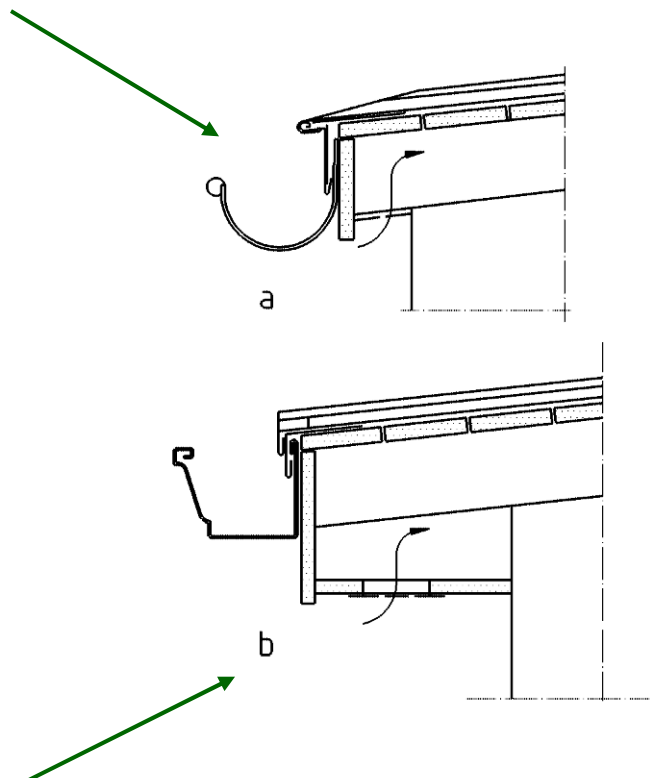
L'aération linéaire de la sous-face de la couverture s'effectue par une entrée d'air continue à l'égout (Figure 111) et une sortie d'air continue au faîtage (Figures 112, 113, 114, 115 et 116).

NOTE

Dans le cas de couverture à ressauts, ceux-ci peuvent servir d'entrée et/ou de sortie d'air (Figure 116b). Des ouvertures en pignon peuvent être réalisées par des grilles ou comme indiqué à la figure 117. Ces techniques peuvent être utilisées avec une entrée d'air continue à l'égout.

*Dans le cas de fente, **la plus petite dimension des orifices est au minimum de 10 mm.** Dans le cas où cette dimension est supérieure à 20 mm, il doit être disposé un grillage à mailles fines destiné à empêcher l'intrusion de petits animaux.*

Figure 111 Entrée d'air à l'égout (principes)



Cassettes en zinc, avec profils à emboîtement aux extrémités (non ventilées).

Nous constatons qu'aucun système de ventilation (par espace linéaire ou grilles ponctuelles) n'est présent en dépassée de toiture basse. **Voir plans n° 4 et 5.**



Obstruction totale de la dépassée de toiture.

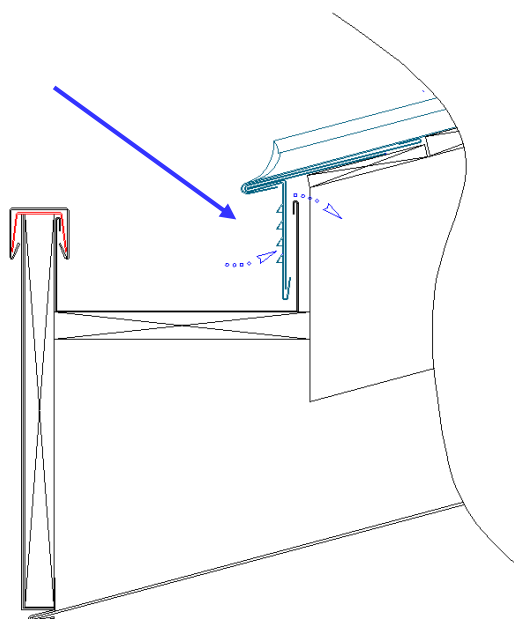
Deuxième constatation : La ventilation de la sous-face de la couverture est inexistante, et non prévu dans la conception des dépassées de toiture.

c) Vérification de la présence « d'entrée d'air » en égout des versants (au droit de la bavette de raccordement des chéneaux).

La ventilation au droit de la bavette d'égout peut être assurée par la mise en œuvre de bavette ventilée (élément zinc avec ouïes d'aération), ou par une aération linéaire sur toute la longueur de l'égout.

Schéma de principe de ventilation par bavette ventilée pouvant être mise en oeuvre :

Entrée d'air par les « ouïes » d'aération.



Vues de l'existant.



Vue de l'égout du **grand versant** au droit du chéneau extérieur.



Bavette sans aération et plaquée au chéneau.

5.6.5.2 aération linéaire (Extrait du DTU 40.41)

Dans le cas de fente, **la plus petite dimension des orifices est au minimum de 10 mm**. Dans le cas où cette dimension est supérieure à 20 mm, il doit être disposé un grillage à mailles fines destiné à empêcher l'intrusion de petits animaux.

Observations :

Nous confirmons l'absence de bavette « **ventilée** » en bas des versants de la grande toiture.

Vue des égouts au droit du chéneau encaissé (entre le grand versant et le versant de la pénétration).



Bavette sans aération et plaquée au chéneau.

Troisième constatation : La ventilation (entrée d'air) au droit de la bavette d'égout des chéneaux est inexistante.

d) Vérification de la présence « de sortie d'air » en tête des versants.

La ventilation en tête des versants de couverture peut être assurée par la création d'une aération linéaire au droit du faîtage.

Figure 113 Sortie d'air continue en faîtage adossé

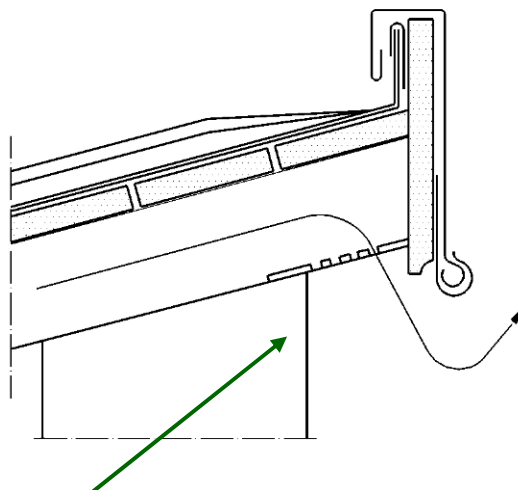
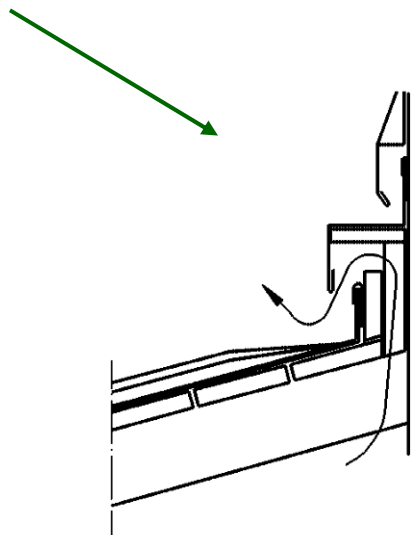


Figure 115 Sortie d'air continue au faîtage d'une toiture mono pente

Notre vérification a consisté à parcourir l'ensemble des faîtages « simples » pour valider ou non le principe de sortie d'air linéaire. **Voir plan n°3.**

Toiture principale (grand versant)

Bavette en applique sur les feuilles de zinc.



Applique de la retombée sur habillage.



Les bavettes de faîtage sont toutes clouées par-dessus les feuilles de zinc de surface courante, annulant ainsi toute possibilité d'extraction d'air.

Audit des Couvertures en zinc. Mission 718.17

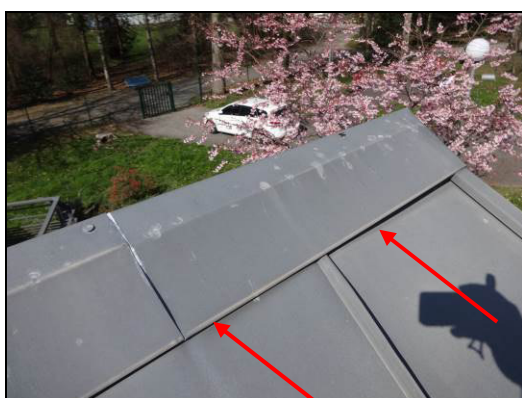


Absence de ventilation linéaire en raison de la fixation des bavettes en applique sur les feuilles.



Obturation, de toute extraction d'air par retour d'habillage en façade. Clou calotin plaquant les feuilles

Toiture en pénétration Ouest (Hall).



Appui total de couvre joint de faîtage sur les feuilles en tête de versant. Extraction d'air impossible.



Absence totale d'aération linéaire (**10 mm** minimum selon DTU) contre la poutre L.C ou en raccordement de l'habillage du bandeau.

Observations :

Nous confirmons que l'ensemble des faîtages de cet ouvrage ne possède aucun système de sortie d'air adapté à la conception de cette toiture. Le peu d'espace observé ponctuellement (extrémité Sud-Est de la grande toiture) de par les irrégularités du cintre des habillages des façades, ne permet pas de considérer une sortie d'air conforme au DTU et règles de l'art.

La conception du faîtage de la toiture en pénétration (façade Ouest) est similaire à l'autre et ne confirme aucune sortie d'air en raison des habillages en zinc et de la mauvaise conception du couvre joint.

Quatrième constatation : Les sorties d'air en tête des versants sont inexistantes.

Conclusion du CHAPITRE 2, pour l'article « Ventilation de la couverture » :

Nous sommes en présence d'un ouvrage « non ventilé » et donc « non conforme » aux règles de l'art et au DTU 40.41, en raison de l'absence :

- D'entrées d'air linéaire minimale de 10 mm en égout,
- De sortie d'air linéaire minimale de 10 mm en tête de versant,
- Et de chatière de ventilation dans le cas d'absence d'un des deux éléments décrits ci-avant.

Cette « non conformité » est très préjudiciable à l'assainissement des matériaux de couverture (risque de corrosion du zinc par condensation en sous-face, risque de putréfaction des voliges par attaque de champignons lignivores) et à la pérennité des ouvrages actuels. Cette absence de lame d'air est très préjudiciable, **d'autant plus qu'un pare vapeur est présent en sous-face du complexe de cette couverture.**

Cette « non-conformité » généralisée **imposera la réfection totale de cette couverture.**

CHAPITRE 3 : Vérification de la conformité des évacuations pluviales

Chéneaux encaissés en bas de pente.

L'ensemble des chéneaux encaissés en bas de pente concerne les égouts du grand versant et les égouts de l'auvent annexe.

Pente moyenne des chéneaux = 3 %.

Section des chéneaux : 126 cm² (18 x 7 cm)

a) Vérification de la conformité des sections des chéneaux. Voir plans n° 4, 5 et 7.

La vérification de conformité des chéneaux se réalisera par rapport au DTU **60.11** et au tableau 1, concernant les sections minimales des chéneaux à mettre en œuvre par rapport aux surfaces en plan des toitures desservies.



Références à l'article 5.6 du DTU 60.11.

*2 Gouttières et chéneaux **

** Aussi appelés « noues de rive » (vocabulaire utilisé par les étancheurs).*

*Les **sections** de **basse pente** des conduits d'évacuation seront déterminées d'après les indications du tableau 1 ci-dessous, en fonction de la surface en plan de la toiture ou portion de toiture desservie et de la pente du conduit.*

Ce tableau concerne les conduits de section demi-circulaire.

Il a été établi d'après la nouvelle formule de Bazin (ci-dessous) relative à l'écoulement de l'eau dans les canaux en supposant un coefficient de déversoir égal à 0,38 et en admettant un débit maximal de 3 litres à la minute et par mètre carré de projection horizontale :

*Il indique **les sections en centimètres carrés à donner en basse pente.***

*Pour les **chéneaux** et gouttières de **section rectangulaire**, trapézoïdale, les **sections indiquées** sur ce tableau **devront être augmentées de 10 %** et pour ceux de section triangulaire, elles seront augmentées de 20 %.*

Dans un chéneau comportant des ressauts, la section calculée est celle située au-dessous du ressaut inférieur.

TABLEAU 1 du dtu 60.11.

Surface en plan des toitures desservies (m ²)	Pente du conduit (mm/m)							
	≤ 1	2	3	5	7	10	15	20
20	65	50	45	35	35	30	25	20
30	85	70	60	50	45	40	35	30
40	105	80	70	60	55	50	40	35
50	120	95	85	70	65	55	50	45
60	140	110	95	80	70	60	55	50
70	155	120	105	90	80	70	60	55
80	170	135	115	95	85	75	65	60
90	185	145	125	100	95	85	70	65
100	200	155	135	115	100	90	80	70
110	215	170	145	120	110	95	85	75
120	230	180	155	130	115	100	90	80
130	240	190	165	135	120	105	95	85
140	255	200	170	145	130	115	100	90
150	265	210	180	150	135	120	105	95
160	280	220	190	160	140	125	110	100
170	290	230	200	165	145	130	115	100
180	305	240	205	170	150	135	120	105
200	330	255	220	185	165	145	125	115
250	385	300	260	215	190	170	145	135
300	440	340	295	245	220	195	165	150
350	490	380	330	275	245	215	185	170
400	540	420	365	305	270	235	205	185
450	585	460	395	330	290	255	225	200
500	635	490	425	355	315	275	240	215
600	720	560	485	405	360	315	275	245
700	805	630	540	450	400	350	305	275
800	890	690	595	495	440	385	335	305
900	965	750	650	540	480	420	365	330
1 000	1 045	810	700	585	515	455	395	355

Pour la Toiture « principale » de cet ouvrage : surface en plan 754 m².

Pour le calcul de la section normalisée du chéneau, nous devons considérer que cet ouvrage est d'une part en plusieurs portions, en raison de la présence de hauts de pente au droit des joints de dilatation, répartissant les flux des évacuations pluviales (**voir plans 5 et 7°**).

Deux zones sont à prendre en compte :

- 1)** La zone Sud, s'étalant de l'extrémité Sud du chéneau jusqu'au talon du chéneau situé au droit de la toiture en pénétration.
- 2)** La zone Nord, s'étalant de la toiture en pénétration jusqu'au talon situé en extrémité Nord du chéneau (rive).

Les surfaces en plan de couverture de chacune des zones sont les suivantes :**Zone Sud :**

Portions (P1, P2, P3, et P4) de : 74 m², 182 m², 110 m², et 92 m² de surface en plan de toiture desservie.

Zone Nord :

Portions (P5 et P6) de : 205 m² et 111 m² de surface en plan de toiture desservie.

Rappel : Section des chéneaux existants: 126 cm² (18 x 7 cm)**Si nous prenons le tableau ci-dessus, nous constatons que pour une surface couverte :**

La section du chéneau de bas de pente de **126 cm²** peut reprendre une surface en plan desservie d'au maximum **90 m²**.

Nous confirmons que la section du chéneau est conforme pour les portions « P1 et P4 » de 74 m² et 92 m² (pour 90 m²), mais ne l'est en aucun cas pour les surfaces supérieures. **Voir plan 7.**

Ce qui résulte de dire, que la section du chéneau en œuvre en égout de cette toiture n'est pas conforme au DTU 60.11, pour les portions « P2, P3, P5, et P6.

Nota : La dimension du chéneau aurait dû être pour l'ensemble (en tenant compte du cas le plus défavorable) de 10 cm de haut x 22 cm de large (**220 cm²**), **et non** 7 cm x 18 cm.

Première constatation : La section des chéneaux de cet ouvrage n'est pas conforme au DTU 60.11, pour 66.6 % de l'ensemble des bas de pente.

b) Vérification de la conformité des sections des descentes. Voir plan n° 7.

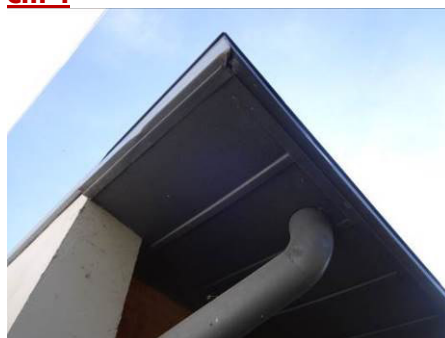
La vérification de conformité des tuyaux de descente est dépendante de leur section mais également de leur nombre.



Cette vérification se réalisera par rapport au DTU **60.11** et aux tableaux 2 et 3, concernant les sections minimales des descentes.

Diamètre interne des descentes : 100 mm.

Section unitaire : $(r^2) \times \pi = 5^2 \times 3.14159... = 78.53 = 79 \text{ cm}^2$.



Rappel : Article 3 du DTU 60.11 (octobre 1988).

Tuyaux de descente

*Pour éviter les risques d'obstruction, le diamètre intérieur minimal des tuyaux de descente **est fixé à 60 mm.***

Nota : cette mesure a été respectée.

Règle générale : 1 cm² de section de tuyau de descente (raccordé au chéneau par un moignon cylindrique) évacue 1 m² de surface de toiture en plan.

Calcul de la section totale de surface en plan pouvant être récupérée par les descentes existantes dans chacune des zones :

Zone Sud : 4 descentes de Ø 100 mm = 4 x 79 m², soit 316 m² d'évacuation possible de surface en plan, contre 459 m² de surface en plan à évacuer.

Nota : il aurait fallu pour la zone Sud, au minimum 6 descentes de Ø 100 mm.

Zone Nord : 2 descentes de Ø 100 mm = 2 x 79 m², soit 158 m² d'évacuation possible de surface en plan, contre 315 m² de surface en plan à évacuer.

Nota : il aurait fallu pour la zone Nord, au minimum 4 descentes de Ø 100 mm.

Concernant le comportement des tuyaux de descente en zinc (quartz), nous n'avons aucune remarque particulière concernant ceux-ci.

Deuxième constatation : Le nombre par rapport au diamètre des descentes existantes sur cet ouvrage n'est pas conforme au DTU 60.11.

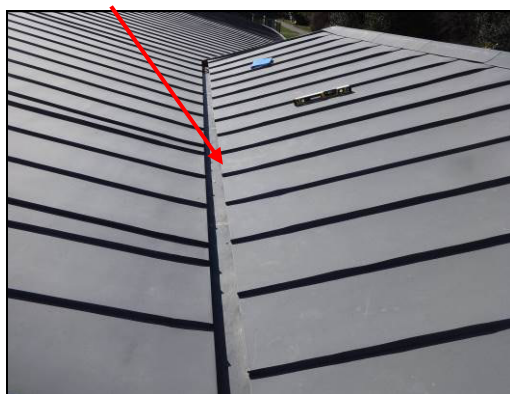
c) Vérification du comportement des feuilles de zinc des chéneaux et des « JD » en élastomère.

Chéneau encaissé entre les deux toitures

Nous faisons un rappel du sinistre subit par le maître d'ouvrage au droit du chéneau central (entre la toiture du grand versant et celle de la pénétration Ouest).

En effet, cette infiltration est **toujours active**, selon les dires des occupants, et ce malgré les conclusions de l'expert de l'assurance SMA BTP, lequel a précisé que le sinistre provenait simplement d'un manque d'entretien de la part du maître d'ouvrage (présence de feuilles dans le chéneau).

Chéneau encaissé concerné par le sinistre. Sous-face du chéneau avec détérioration de l'habillage.



Détérioration importante de l'habillage en plaques de plâtre au droit du chéneau, suite aux infiltrations.



Audit des Couvertures en zinc. Mission 718.17

Mise en place, par le maître d'ouvrage, d'un chéneau « interne » de récupération des eaux d'infiltrations.



Traces de coulures d'eaux d'infiltrations et gouttes d'évacuation des eaux récupérées.

Sceau de récupération des eaux infiltrations actives.



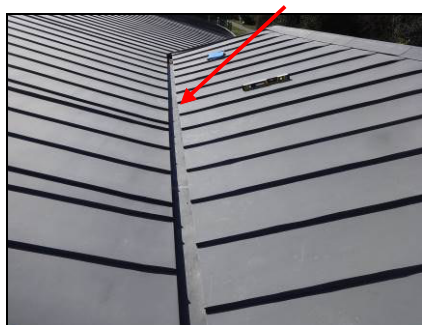
Observations :

Lors de notre audit, nous n'avons pas constaté d'infiltration en raison d'un temps très clément depuis plusieurs journées, au préalable de notre intervention.

Cependant, nous observons que les détériorations des habillages inférieurs sont importantes et sont dues à de nombreuses infiltrations, et ce depuis la fin des travaux de cet ouvrage.

Suite à cette constatation de désordres de sous-face, nous nous sommes rendus sur la toiture pour vérifier le comportement du chéneau encaissé.

Vue générale du chéneau.



Soudures des feuilles de chéneaux à l'étain.



Audit des Couvertures en zinc. Mission 718.17

L'ensemble des soudures des feuilles du chéneau « en relevé », est complété par des joints silicone.



Vérification technique :

Après soulèvement d'un des joints silicone recouvrant la soudure des feuilles de zinc, nous constatons que celle-ci est cassée.

Cette confirmation explique d'une part la cause des infiltrations actives, et d'autre part la raison pour laquelle un mastic complémentaire a été mis en œuvre sur toutes les soudures, à postériori de la réception des travaux.

Joint silicone masquant la cassure de soudure.



Soudure cassée.



Raccordement du talon du chéneau :

Le raccordement du talon du chéneau encaissé en amont de celui-ci n'est pas totalement étanche. La coiffe ne recouvre pas correctement la remontée du talon du chéneau. Dans le cas de forte pluie ou de rétention neige, les eaux peuvent pénétrer par cet orifice.

Couvre-joint de talon inexistant.



Orifice de passage des eaux et de neige poudreuse.



Troisième constatation : Les soudures présentent des déficiences d'étanchéités (cassures des soudures) , masquées par du joint silicone. Le talon du chéneau ne comporte pas de couvre-joint étanche. La réalisation de cet ouvrage **n'est pas conforme** aux règles de l'art et au DTU 40.41.

Chéneau encaissé en bas de pente

L'ensemble du chéneau de bas de pente du grand versant est de conception identique du « Sud au « Nord » de l'ouvrage. Les éléments sont raccordés par soudures à l'étain et la dilatation des éléments s'effectue par des joints intermédiaires, en élastomère de synthèse (E.P.D.M).

Observations :

L'ensemble du chéneau présente peu de pente (de l'ordre de 3% maximum) favorisant des zones de rétentions ponctuelles d'eaux pluviales.

Vue d'ensemble du chéneau.



Joint élastomère (EPDM) avec bandes latérales en zinc.

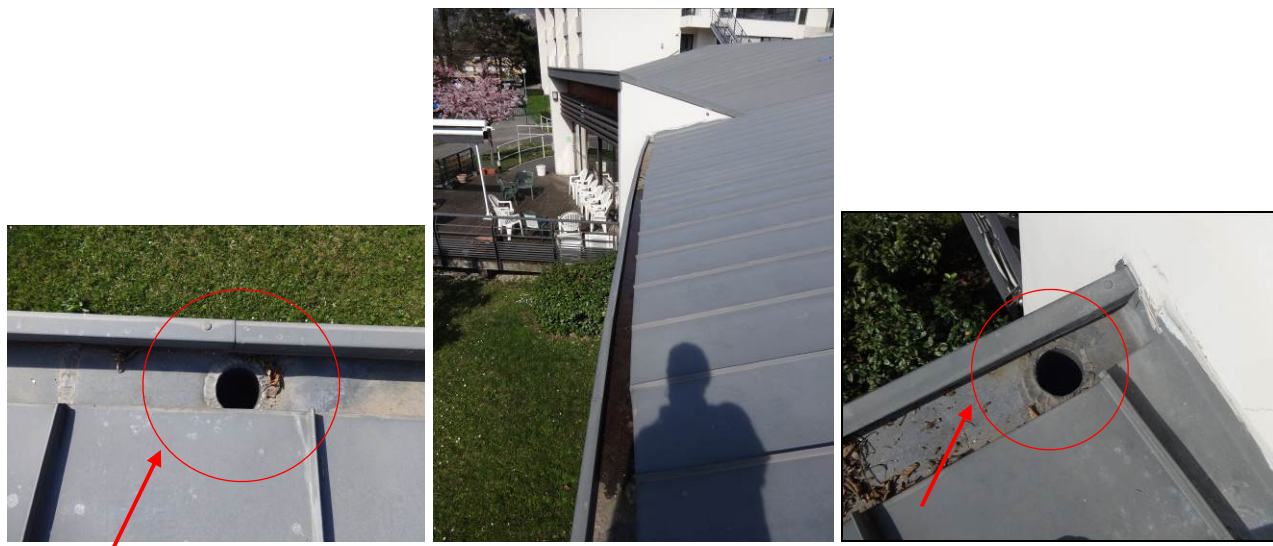


Orifices obstrués par soudage d'une plaquette en zinc.

Nota : ces orifices obstrués en fondure du chéneau (au nombre de 2) peuvent correspondre aux emplacements initiaux de descentes complémentaires.

Audit des Couvertures en zinc. Mission 718.17

Naissances d'eaux pluviales Ø 100 mm.



Naissance cylindrique, sans crapaudine. Rétention ponctuelle d'eau. Autre naissance contre pénétration.

Joints de dilatation « EPDM » (Ethylène – Propylène – Diène - Monomère)

Joint de dilatation en zone Nord, fissuré.

Détérioration importante de ce joint.



Infiltration « active » dans le caisson de la dépassée de toiture.

Pour l'ensemble de la longueur de ce chéneau, nous avons trouvé un seul joint de dilatation détérioré. La cause n'est pas clairement déterminée, hormis la possibilité d'un problème intrinsèque à ce matériau.

En effet, ce matériau devrait être résistant à l'oxydation, aux intempéries, à la lumière et au froid (températures limites : - 40° et + 150 °).

Nous rappelons que ce type de joint est là pour assurer les reprises des mouvements des feuilles des chéneaux dues à la dilatation du métal, et ne devrait en aucun cas se déchirer.

Quatrième constatation : Les soudures des chéneaux de bas de pente ne présentent pas de cassure franche à ce jour. Nous avons constaté simplement la détérioration d'un des joints de dilatation en élastomère, lequel produit une infiltration dans la dépassée de toiture.

Ce joint de dilatation n'assure plus sa fonction originelle et est la cause « d'une infiltration » dans la dépassée de toiture.

Conclusion du CHAPITRE 3 : pour l'article « Evacuations pluviales » :

Nous sommes en présence d'une déficience généralisée des soudures du chéneau encaissé au droit de la pénétration « Ouest » contre le grand versant, produisant des infiltrations internes et « **actives** » et une détérioration des matériaux sous-jacents.

Nous sommes en présence de chéneaux encaissés en bas de versant « non conformes » aux règles de l'art et au DTU 60.11, en ce qui concerne leur section de récupération des eaux pluviales, pour 66 % d'entre eux.

Nous sommes en présence de tuyaux de descente « non conformes » aux règles de l'art et au DTU 60.11, en ce qui concerne leur nombre ou leurs sections.

Ces « non-conformités » généralisées **imposeront la réfection totale de chéneaux encaissés et le complément de tuyaux de descente.**

CHAPITRE 4 : Synthèse des désordres sur Toiture de la véranda du Patio C



Une petite toiture en feuille de zinc couvre la véranda dans le patio « C » de cet ouvrage.

La conception est identique à celle de la toiture principale.

Observations : Voir plan n° 1.

Surface courante

Nous constatons que cette toiture ne possède pas de chatière de ventilation ou de système d'entrée d'air linéaire en égout et en tête des deux versants.

Certains joints sertis sont mal réalisés. Les joints debouts ne possèdent qu'un seul plis.

La bande porte soline en tête contre le mur de façade, présente des ouvertures au niveau du joint d'étanchéité, en raison de l'absence de bande porte solin adaptée, ou de moraine ciment.

Les couvre-joints d'arêtiers sont fixés par des clous calotins traversant les éléments et annulant toute possibilité de dilatation pour les éléments constituant ces arêtiers.

Evacuations pluviales

Les chéneaux suspendus sont de bonne section, mais les supports (crochets) sont d'entraxes irréguliers et produisent lors d'efforts sur ceux-ci (neige), des déformations ponctuelles.



Nous observons qu'une seule descente est présente en extrémité « Est » de la toiture.

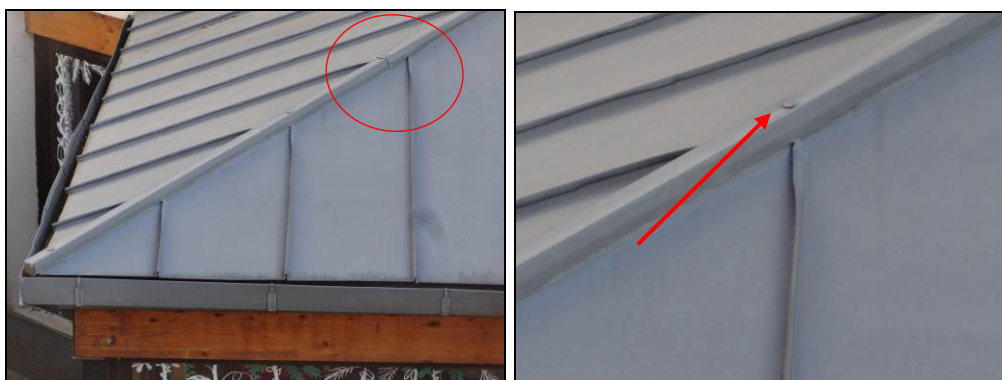
Dans ce cas, il était nécessaire de prévoir la mise en œuvre d'un trop plein, pour favoriser l'évacuation des eaux dans le cas d'obstruction de la naissance.

Conception de la sous-face

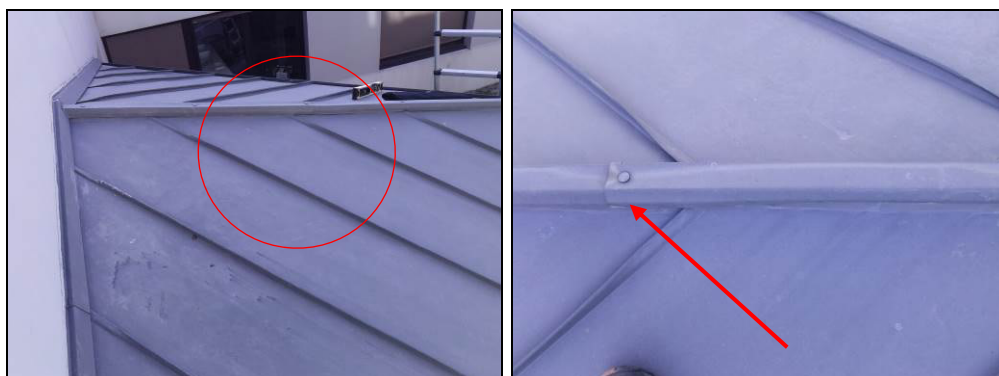
Nous constatons après dépose ponctuelle de plaques de faux plafond que le complexe isolant présent dans le plénum ne possède pas de pare-vapeur (laine de verre nue positionnée en rampant).

De plus, la mise en œuvre est très préjudiciable pour cet ouvrage, car l'isolation a été insérée entre les chevrons en contact direct avec l'écran rigide, sans aucun aménagement d'un espace de ventilation.

Surface courante



Vue d'un angle d'arêtier, avec couvre-joints fixés par clous calotin.



Clous « calotins ».



Mauvais sertissage des joints.

Ouverture du joint d'étanchéité. Bavette d'égout sans entrée d'air.

Evacuations pluviales



Désordres sur ouvrages

Des désordres sont visibles en sous-face de cet ouvrage, avec infiltrations actives et détériorations des plaques du faux-plafond.

Détériorations des plaques du faux plafond (auréoles).



Sondage de conception dans le plénum.

Audit des Couvertures en zinc. Mission 718.17

Visualisation du chevron et des ossatures secondaires pour maintien de l'isolant.



Isolant en laine de verre, inséré jusqu'en sous-face de la volige.

Conclusion du CHAPITRE 4 pour la « Toiture de la Véranda » :

Nous sommes en présence d'une toiture « non conforme », aux DTU 40.41 et 60.11 . en ce qui concerne :

- la ventilation de la sous-face du support de couverture,
- La réalisation de la pénétration continue (contre le mur),
- La mise en œuvre des couvre-joints d'arêtières avec « clous calotins »,
- La mise en œuvre d'une seule naissance externe (absence de T.P.),
- La mise en œuvre d'une isolation dans le plénum avec bloquage contre l'écran rigide de toiture et sans pare-vapeur.
- le mauvais sertissage ponctuel des joints de bout,

Ces « non-conformités » généralisées produisent des détériorations de matériaux sous-jacents et de ce fait, **imposeront la réfection totale de cette toiture.**

CHAPITRE 5 : Sécurité en toiture pour intervention ultérieure.

Sécurisation des intervenants :

Observations : Voir plan n° 1.

Globalement, nous constatons qu'aucun système de sécurité n'est en œuvre sur l'ensemble de ces toitures. La sécurité des intervenants (pour permettre au maître d'ouvrage de réaliser ces entretiens périodiques) aurait pu être constituée d'une ligne de vie au droit du faîtage de la grande toiture et de la toiture en pénétration, ou par des ancrages individuels, de type crochets avec anneaux.

Nota : des ancrages de sécurité étaient prévus dans le marché de base (voir page 72 de ce rapport).

Absence totale de ligne de vie ou d'ancrage individuel sur toiture.



Accès sur les toitures :

Nous notons l'absence de « sauts de loup » ou d'échelle d'accès ayant pu être installés à partir des toitures terrasses et fixés aux façades. A ce jour, il est nécessaire d'escalader la rampe de l'escalier métallique présent en façade Est de la grande toiture.

Conclusion du CHAPITRE 5 pour la sécurité en toiture :

L'absence de système de sécurité en toiture ne permet pas de circuler en sécurité sur la toiture, et contrarie fortement les interventions pour assurer l'entretien périodique de ces ouvrages.

CHAPITRE 6 : Vérification du respect du descriptif des travaux

Selon CCTP et DPGF du marché.

Le maître d'ouvrage nous a fait parvenir l'**Acte d'Engagement** », CCTP, et la « **D.P.G.F** » de l'entreprise « AVENIR BOIS », correspondant au **LOT 03 « CHARPENTE BOIS – COUVERTURE » de ce marché.**

Nota : Notre vérification du respect du descriptif de ce lot s'effectuera selon les articles de la DPGF (facturés), et ce en cohérence avec le descriptif des travaux.

Généralités notifiées dans le descriptif

Article 3.1.2 : Tous ouvrages nécessaires pour satisfaire les normes et notamment :

- Les dispositifs de « *ventilation de la sous-face de la couverture* »,
- Les dispositifs de la sous-face de l'écran sous toiture *avec entrées d'air en parties basses, sorties d'air en partie hautes par faîtages ventilés et chatières* ».

Remarques B.E. : nous confirmons que ces dispositions n'ont pas été prises conformément au descriptif des travaux (et au DTU).

Conclusion article 3.1.2 :

Non-conformité au descriptif des travaux.

Descriptif des travaux

Article 3.2.1.3 : Couverture zinc prépatiné

a) Feuilles de zinc

Cet article prévoyait bien des « *feuilles de zinc prépatiné mises en œuvre à joint debout* », mais sans précision sur l'épaisseur de celles-ci.

Remarques B.E. :

L'entreprise a mis en œuvre des feuilles de zinc de 65/100, restant conforme au descriptif.

Conclusion « Feuilles de zinc » :

Conformité au descriptif des travaux.

Audit des Couvertures en zinc. Mission 718.17

b) Arrêts de neige

Cet article prévoyait la mise en œuvre « *d'arrêts de neige* » et la mise en œuvre de « *barres de rétention* » au droit des entrées.

Remarques B.E. :

Absence d'arrêt de neige sur les versants de toiture.

Absence de barre de rétention, mais aucune utilité sur cet ouvrage.

Conclusion « Arrêts de neige » :

Non-conformité au descriptif des travaux.

c) Crochets d'ancrages en faîtage

Cet article prévoyait la mise en œuvre de « *Crochets d'ancrages en faîtage* » pour mise en sécurité du personnel.

Remarques B.E. :

Absence totale de crochet d'ancrage.

Conclusion « Crochets d'ancrages » :

Non-conformité au descriptif des travaux.

d) Fermeture des dépassées de toiture

Cet article prévoyait « *la fermeture de dépassées de toiture en sous-face par panneaux bois dito partie courante et habillage zinc, grille de ventilation qualité inoxydable* ».

Remarques B.E. :

Absence totale de grille de ventilation inoxydable.

Conclusion « grille de ventilation » :

Non-conformité au descriptif des travaux.

Article 3.2.1.4 : Chutes zinc pour les évacuations pluviales

Cet article prévoyait toute « *canalisation de descentes d'eaux pluviales, y compris joints de dilatation, dauphins et raccordements sur moignons* ».

Remarques B.E. :

Sans objet.

Conclusion « 3.2.1.4 » :

Conformité au descriptif des travaux.

Audit des Couvertures en zinc. Mission 718.17

Article 3.2.1.5 : Egout bas de pente zinc encastré

Cet article prévoyait « *les caniveaux bas de pente encastrés, compris fonds, formes suivant plans, naissances fixations avec façon de pente, toutes sujétions pour assurer une étanchéité parfaite, les joints coulissants, formant compensateurs de dilatation* ».

Remarques B.E. :

Sans objet.

Conclusion « 3.2.1.5 » :

Conformité au descriptif des travaux.

Article 3.2.1.6 : Zinguerie Zinc

Cet article prévoyait la « *réalisation des ouvrages destinés à assurer l'étanchéité complète de la toiture et notamment* » :

- *les abergements des parois émergentes,*
- *les abergements de souche,*
- *les douilles pour manchettes fibrociment nécessaires aux sorties de ventilation primaire,*
- *les crosses métalliques pour sorties de câbles,*
- *le calfeutrement divers pour une étanchéité totale.*

Remarques B.E. :

Concernant les « *douilles pour ventilation primaire* » et les « *crosses pour sorties de câbles* », nous constatons dans la DPGF (marché entreprise) que **ces prestations ont été facturées.**

12 unités de douilles de ventilation

10 unités de crosses pour sortie de câbles.

Sans que celles-ci soient mises en œuvre en toiture.

Conclusion « 3.2.1.6 » :

Non-conformité au descriptif des travaux.

Article 3.2.2 : Traitement sous toiture

3.2.2.1 Isolation sous-face de toiture

3.2.2.1.1 Isolation laine de verre

Cet article prévoyait la « *réalisation d'un matelas d'isolant en laine de verre avec pare vapeur compris système de fixation et de maintien* ».

Nota : 2 couches croisées de 100 mm chacune.

Remarques B.E. :

Nous avons constaté la présence d'une isolation en laine de verre laquelle est maintenue par la présence de l'écran « Delta Reflex » pour la grande toiture, avec déficiences ponctuelles.

Concernant l'isolation thermique de la toiture de la Véranda, nous confirmons l'absence du pare vapeur sous l'isolation en laine de verre.

Conclusion « 3.2.2 » :

Pour l'article « 3.2.1.1.1 », Non-conformité au descriptif des travaux pour l'isolation du plénum de la Véranda.

3.2.2.1.2 Isolation mousse de polyuréthane

Sans objet.

Conclusion du CHAPITRE 6 pour le « respect du descriptif des travaux »

Les « non-respects » du descriptif de ce lot 03 répertoriés lors de notre audit, sont les suivants :

- Les généralités pour la ventilation de la sous-face de la couverture. **Non réalisées.**
- La mise en œuvre d'arrêts de neige. **Non réalisée.**
- La mise en œuvre de crochets d'ancrages en faîtage. **Non réalisée.**
- La mise en œuvre de « grilles de ventilation » en dépassée de toiture. **Non réalisée.**
- La mise en œuvre de « Douilles et de crosses de sorties de câbles » (2014 € HT). **Non réalisée.**
- La mise en œuvre de laine de verre avec « Pare-vapeur » dans le plénum de la toiture de la Véranda. **Non réalisée.**

- IX- SYNTHESE GENERALE & CONCLUSION

Récapitulatif des « non-conformités » et des « désordres ».

9.1 Non conformités créant des désordres :

9.1.1 Non respect ponctuel de l'article « **5.1.3.1.1.** » du DTU 40.41, pour la mise en œuvre des voliges (appuis des voliges en extrémité « à confirmer par sondages », désafleurements ponctuels , et extractions de clous).

9.1.2 Non respect général de l'article « **5.4.2.2.** » du DTU 40.41, concernant les entraxes des pattes de fixation des voliges, et les extractions des pointes.

9.1.3 Non respect ponctuel de l'article « **5.4.1.** » du DTU 40.41, concernant le sertissage des joints debouts.

9.1.4 Non respect de l'article **5.1.3.1.3** du DTU 40.41, concernant la mise en œuvre des voliges (extractions des clous de fixations).

9.1.5 Non respect des articles **5.3.8.3, 5.3.4.3. et 5.4.3.4** du DTU 40.41, concernant la mise en œuvre des couvre-joints de faîtages, de rives et d'égouts. (**clous calotins et vis**)

9.1.6 Non respect des articles **5.6.3, 5.6.5.1, 5.6.5.2** du DTU 40.41, concernant la ventilation de la couverture.

9.1.7 Non respect des articles **3 et 5.6** du DTU 60.11, **concernant** la mise en œuvre des évacuations pluviales (chéneaux et tuyaux de descente).

9.2 Non-conformité sécuritaire :

9.2.1 Absence totale d'ancrage de sécurité en toiture et de moyen d'accès sur celles-ci.

9.3 Non-conformité au descriptif » :

9.3.1 Non respect ponctuel par rapport aux articles **3.1.2** (généralités sur la ventilation), **3.2.1.3** (arrêts de neige, crochets d'ancrages et grille de ventilation), **3.2.1.6** (absence de douille et de crosses), **3.2.2.1.1** (isolation plénum) du descriptif des travaux du **LOT 03**.

9.4 Désordres actifs

9.4.1 Extractions de clous (**perforations** des feuilles de zinc) au droit des joints sertis et en plages des feuilles de zinc, créant des **infiltrations actives** et des désordres sur les matériaux sous-jacents, avec détériorations des plaques de faux plafond et humidification de l'isolation.

A moyen terme ces infiltrations ponctuelles produiront des putréfactions sur les bois sous-jacents (champignons lignivores).

9.4.2 Nombreuses **amorces d'extractions** de clous, en surface courante ou au droit des joints sertis, avec **risques de percements** à court terme.

9.4.3 Extractions de clous **calotins** au droit des couvre-joints des rives, des faîtages et des égouts, et **perforations** des feuilles de surface courante par **les vis** de fixation, avec **infiltrations actives**, et risques de putréfactions des ossatures sous-jacentes et **risques d'envols ponctuels de matériaux pouvant blesser les personnes résidentes et l'ensemble du personnel, circulant aux abords de l'ouvrage.**

9.4.4 Cassures de **soudures** de feuilles de zinc au droit du **chéneau encaissé**, avec détérioration active des matériaux sous-jacents, **risque de putréfactions** des ossatures bois sous-jacentes, et **insalubrité** de la salle de restauration.

9.4.5 Absence d'**assainissement du plénum** de couverture, avec risque d'humidifications et de putréfactions de matériaux, mais également d'oxydation de la sous-face des feuilles de zinc.

CONCLUSION

POUR L'ENSEMBLE DES TOITURES EN FEUILLES DE ZINC

Au regard des nombreuses « **non-conformités** » et « **désordres actifs** » constatés sur l'ensemble de ces toitures, nous vous conseillons de demander la réfection totale des couvertures et des évacuations pluviales. Aucune reprise ponctuelle ne pourra vous garantir une parfaite étanchéité et pérennité sur ces toitures, en raison de la **généralisation du préjudice**.

Toiture en zinc

Les couvertures et les évacuations pluviales présentent d'importantes « **non-conformités** » de mises en œuvre (par rapport aux règles de l'art et aux D.T.U 40.41 et 60.11 en vigueur lors des travaux), entraînant de nombreux désordres sur les matériaux.

L'ensemble des infiltrations provient des percements dus aux extractions de clous, des perforations dues aux vissages et clouages des couvre-joints de faîtage, aux déficiences ponctuelles des abergements de pénétrations continues, aux cassures ponctuelles des soudures de chéneau, et autres déficiences telles que les mauvais sertissages des joints debouts.

A ce jour, aucune reprise ponctuelle ne pourra garantir une parfaite étanchéité à moyen terme pour ces toitures, en raison des nombreuses extractions de clous (actuelles et à venir), lesquelles ne pourront que s'accroître et détériorer les éléments sous-jacents.

Danger et risques encourus : Rappelons également que ces ouvrages couvrent une résidence de personnes âgées, lesquels sont très sensibles aux risques de contaminations biologiques, tels que les moisissures et les putréfactions de toutes origines.

De plus, et en l'occurrence dans la salle à manger, le personnel du site nous a confirmé qu'après des temps pluvieux, d'importantes et récurrentes flaques d'eau persistaient sur le revêtement plastifié des sol, avec **un risque très « important »** de « chutes » pour une personne âgée, ou non.

- X- RECOMMANDATION GENERALE & ESTIMATION DU PREJUDICE

Description globale des travaux envisagés :

- Installation des ossatures d'échafaudages en périphérie des bâtiments, y compris des rives.
- Dépose et évacuation des feuilles de zinc, y compris accessoires.
- Dépose et évacuation des voliges support des feuilles (dans le cas de non-conformité des appuis en extrémité des voliges ou d'humidification des bois suite aux percements).
- Dépose et évacuation des chéneaux encaissés, chéneaux d'égout, et tout habillage extérieur.
- Réfection des fonçures en bois, et élargissement des fonçures.
- Fourniture et mise en œuvre de nouvelles voliges en bois, d'épaisseur 18 mm (pour un meilleur ancrage des pointes de fixation), à pose jointive.
- Fourniture et mise en œuvre de feuilles de zinc de 70/100 à joint debout, conformément au D.T.U 40.41 septembre 2004, y compris bavettes d'égouts ventilées et faîtages ventilés avec système de dilatation de tous les couvre-joints.
- Rétablissement de la ventilation en égout et en faîtage de l'ouvrage (entrées d'air linéaires).
- Réfection des abergements des pénétrations continues.
- Réfection des chéneaux encaissés en feuilles de zinc de 80/100, avec rétablissement de la dilatation des éléments, y compris habillages des devants de socle et des sous-faces, pour création de lames d'air dans les dépassées.
- Mise en œuvre de trop pleins dans le chéneau encaissé de la toiture de la Véranda.
- Raccordement des descentes en zinc conservées avec les naissances des nouveaux chéneaux.
- Installation d'une échelle d'accès à la grande toiture, ou d'un saut de loup.
- Mise en œuvre d'ancrage de sécurité permanente sur les toitures en feuilles de zinc.

Nota : les travaux de réfection des isolations internes et de tout autre remplacement de plaque des faux plafonds ne sont pas inclus dans l'estimation suivante.

Estimation des travaux envisagés :

Montants H.T

(TVA 20%)

10.1 Installation et Sécurité L'ensemble vaut : 15 800 €

10.2 Dépose et évacuation matériaux L'ensemble vaut : 16 700 €

10.3 Réfection des toitures en feuilles de zinc, accessoires,
et évacuations pluviales L'ensemble vaut : 122 500 €

Montant total « H.T. » des travaux pour la réfection

des toitures en feuilles de zinc : **155 000 € H.T.**

Montant total TTC des travaux **186 000 €**

Nota : Cette estimation budgétaire ne tient pas compte des honoraires complémentaires, nécessaires à la maîtrise d'œuvre, au bureau de contrôle et au coordinateur de sécurité.

FIN DU RAPPORT D'ANALYSE 718/17

<u>Ouvrage</u> E.H.P.A.D. DE COUBLEVIE Pavillon des personnes âgées Chemin des Dominicains 38500 - COUBLEVIE	<u>Numéro de l'opération</u> <u>718-17</u> <u>COUVERTURES EN FEUILLES DE ZINC</u>	<u>Maître d'Ouvrage</u> CENTRE HOSPITALIER DE VOIRON 14, route des Gorges BP 208 38506 – VOIRON cedex
<u>Dates de visite</u> Le 15 Mars 2017. <u>Nombre de plans :</u> 07		<u>Bureau d'Etudes</u>  20, rue de l'Europe 71000 MACON

VUE EN PLAN et CROQUIS DE DETAILS DES OUVRAGES

DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'OUVRAGE

Ensemble de la toiture plane en forme de « S », et auvent annexe.
Structure porteuse composée de murs de refend en béton armé, de pannes et de chevrons en résineux.
Isolation rampante en sous-face du complexe de couverture.
Ecran rigide en bois (volige sapin).
Couvertures en feuilles de zinc pré patinées, mises en œuvre à « joint debout » sertis.

Responsable de l'affaire **Olivier FRIZOT**
Tel : 03.85.23.19.80.
Fax : 03.85.31.55.10.
Port : 06.84.72.21.72.



Date de rédaction
du dossier : 21 Mars 2017.