



GROLLEAU SAS

RUE DU MOULIN DE LA BUIE
49310 MONTILLIERS
FRANCE

A l'attention de **MME. CHAUVET**

DIAGNOSTIC
ASSISTANCE
TECHNIQUE

RAPPORT D'ASSISTANCE TECHNIQUE

**SHELTERS PREFABRIQUES
TITAN PREFA**



N° DE CONTRAT : **18 509 115**

CHRONO : 1

DATE : 18/12/2018

VOTRE INTERLOCUTEUR APAVE : YANN LE GOFF



Agence d'ANGERS
Rue Charles Lacretelle – ZAC de l'Hoirie
BP 27189
49071 BEAUCOUZE Cedex
Tél. : 02 41 36 78 00 Fax. : 02 41 48 41 71
WWW.apave.com

SOMMAIRE

1. Objet de la mission et cadre de l'intervention	4
1.1. Contexte de l'assistance technique	4
1.2. Nature et limite de la mission d'APAVE.....	4
1.3. Conditions d'intervention	4
1.3.1. Intervention sur site	4
1.3.2. Documents fournis	4
1.3.3. Référentiel de vérification & Exigences particulières.....	5
1.4. Observations générales	5
2. Problématique constatée.....	6
3. Description du procédé constructif.....	8
3.1. Description du procédé constructif	8
3.1.1. Mode de fabrication	8
3.1.2. Capacité résistante des connecteurs métalliques (BT Spannschloss)	9
3.1.3. Caractéristiques dimensionnelles des ouvrages.....	9
3.2. Note de calcul de dimensionnement.....	9
4. Analyse des fissures et conséquences probables.....	10
5. Propositions d'adaptations TITAN PREFA.....	11
5.1. Ouvrages neufs - réalisation d'un joint d'étanchéité entre panneaux préfabriqués	11
5.2. Ouvrages existants fissurés – reprises.....	11
5.3. Ouvrages existants non-fissurés – reprises	11
6. Conclusions.....	12

1. OBJET DE LA MISSION ET CADRE DE L'INTERVENTION

1.1. Contexte de l'assistance technique

La société GROLLEAU S.A.S. a sollicité APAVE NORD OUEST SAS pour l'accompagner techniquement dans le cadre d'une problématique de fissuration sur des ouvrages préfabriqués en béton.

Ces ouvrages, fabriqués par la société TITAN PREFE à Plouisy (22 – Côte d'Armor), sont des structures de type « shelter » en béton armé, assemblé par des clés mécaniques.

Il a été porté à la connaissance d'APAVE NORD OUEST SAS, dans le cadre de sa prestation d'assistance :

- La fissuration des enduits et mortiers de surfaçage au droit des joints constructifs.

1.2. Nature et limite de la mission d'APAVE

APAVE a pour mission de formuler un avis :

- Sur la fissuration constatée (origine probable et conséquence) ;
- Sur les solutions proposées par le préfabricant (société TITAN PREFE).

L'analyse porte sur la solidité des ouvrages (structure) et leur étanchéité.

Nous précisons que la mission ne comprend notamment pas :

- d'avis sur les phases provisoires de construction (chargements associés à la manutention, transport) ;
- de contrôle de conformité du processus de fabrication.

Les avis d'APAVE NORD OUEST SAS sont limités aux ouvrages concernés par la présente prestation, dans le contexte propre à l'affaire et aux pathologies constatées.

La prestation n'a pas pour objectif de valider l'ensemble d'un procédé constructif.

1.3. Conditions d'intervention

L'intervention proposée en vue de répondre à l'objectif final se décompose en trois temps :

- 1) Réunion préliminaire dans les locaux de la société GROLLEAU SAS à MONTILLIERS.
- 2) Réunion de rencontre avec la société TITAN PREFE sur le site de préfabrication à PLOUISY;
- 3) Rédaction d'un rapport de synthèse et d'analyse.

1.3.1. Intervention sur site

La mission a comporté :

- Une réunion et visite sur le site de la société GROLLEAU SAS à MONTILLIERS le 13 novembre 2018 ;
- Une réunion et visite chez TITAN PREFE à PLOUISY le 19 novembre 2018.

1.3.2. Documents fournis

Les documents en notre possession et fournis pour la présente étude sont :

- Bon de commande 274704152 du 14 novembre 2018 par GROLLEAU S.A.S. ;
- Information produit BT-Spannschloss (manchon de serrage) ;
- Mémoire technique TITAN PREFE GRL0315422 (indice C du 08 septembre 2018) ;
- Courriel GROLLEAU du 06 novembre 2018 ;
- Fiche technique Enduit WEBER.TENE ST ;

- Fiche technique CREPIMUR SOUPLE M et G ;
- Fiche technique JOINT MASS FLEX (PRB) ;
- CR GROLLEAU du 21 novembre 2018 ;

1.3.3. Référentiel de vérification & Exigences particulières

- Normes de calculs des structures : Normes harmonisées EUROCODES (série de normes NF EN 1990, NF EN 1991 et NF EN 1992) ;
- DTU en vigueur, règles de l'Art ;
- Avis techniques, Cahier des charges validé par une Enquête de Technique Nouvelle.

1.4. Observations générales

Certaines informations contenues dans le présent rapport peuvent revêtir un caractère confidentiel, vis-à-vis des procédés de fabrication employés par la société TITAN PREFEA.

Le présent rapport est exclusivement diffusé par APAVE NORD OUEST SAS à GROLLEAU SAS.

APAVE NORD OUEST SAS ne peut être tenu responsable de la diffusion du présent rapport à un tiers, non-approuvé par la société TITAN PREFEA.

2. PROBLEMATIQUE CONSTATEE

Il est constaté par GROLEAU SAS, sur plus de 50 % de shelters préfabriqués, l'apparition de fissuration au niveau des enduits et mortiers de surfaçage. Ces fissures s'accompagnent parfois d'un décollement du mortier de surfaçage employé pour restituer la planéité des surfaces avant application de l'enduit de finition (NANOCRET).

Les fissures sont visibles au droit des joints constructifs entre panneaux préfabriqués. Elles laissent craindre un défaut d'étanchéité à l'eau des ouvrages.



PHOTOGRAPHIE N° 1 : FISSURE VERTICALE ENTRE PANNEAUX VERTICAUX



PHOTOGRAPHIE N° 2 : FISSURE HORIZONTALE ENTRE PANNEAU VERTICAL ET RADIER



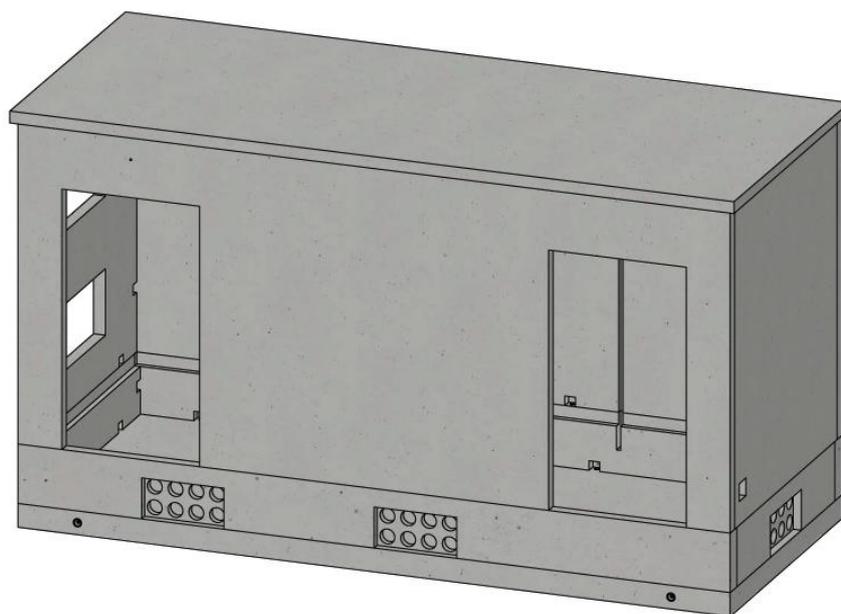
PHOTOGRAPHIE N° 3 : FISSURE HORIZONTALE PANNEAU VERTICAL / SOUBASSEMENT DU VIDE TECHNIQUE

3. DESCRIPTION DU PROCÉDE CONSTRUCTIF

3.1. Description du procédé constructif

3.1.1. Mode de fabrication

La société TITAN PREFE assure la préfabrication des shelters à partir de panneaux préfabriqués en béton armé, coulé sur des tables horizontales. Le béton utilisé est un béton de classe de résistance C25/30.



SCHEMA 1 : PERSPECTIVE SCHELTER PAR TITAN PREFE (EXTRAIT DU MEMOIRE TECHNIQUE)



Les panneaux sont assemblés à l'aide de connecteurs métalliques (BT Spanschloss – manchon de serrage). Un joint polyuréthane extrudé est mis en œuvre entre les panneaux au moment du serrage pour faciliter leur manutention des panneaux.

A l'occasion de notre visite sur le site de préfabrication, il nous a été précisé par TITAN PREFE que certaines douilles d'ancrages filetées du système BT Spanschloss sont remplacées par des douilles d'ancrages HALFEN (modèle T-FIXX). Ces douilles seraient plus résistantes que les douilles du système BT Spanschloss au moment du serrage (arrachement au cisaillement par insuffisance de résistance du béton).

Un mortier de surfacage (PCI NANOCRET R2) est appliqué à la jonction des panneaux pour compenser les défauts d'alignement des éléments préfabriqués.

Au niveau du vide technique, un congé est réalisé au moyen du PCI NANOCRET R2. Un cuvelage par cristallisation est appliqué sur les face internes des parois du vide technique (BARRASEAL 530 de chez PCI).

Le revêtement de finition est ensuite mis en œuvre sur l'ouvrage préfabriqué. Il s'agit d'un Revêtement de Peinture Epais (suivant DTU 59.1) type Weberstene ST (Weber) avec une finition ribbée verticale.

3.1.2. Capacité résistante des connecteurs métalliques (BT Spannschloss)

Suivant la documentation technique des connecteurs métalliques, la résistance des manchons de serrage BT est limitée à **43,4 kN** en traction et **26,2 kN** en cisaillement (pour les fixations M16). Il n'est pas précisé s'il s'agit d'une valeur de calcul ou une valeur ultime.

Ces valeurs de résistance n'appellent toutefois pas de remarque de notre part compte tenu du nombre de connecteurs employés au niveau des joints constructifs.

3.1.3. Caractéristiques dimensionnelles des ouvrages

Ouvrages coulés sur tables :

- Epaisseur de la dalle de couverture : 0,08 m ;
- Epaisseur des murs (partie aérienne) : 0,10 m ;
- Epaisseur des murs (partie enterrée – vide technique) : 0,15 m ;
- Epaisseur du radier : 0,20 m.

3.2. Note de calcul de dimensionnement

Il n'existe pas à notre connaissance de note de calcul de dimensionnement des éléments préfabriqués.

4. ANALYSE DES FISSURES ET CONSEQUENCES PROBABLES

Les fissures sont visibles au niveau des différents joints constructifs entre panneaux préfabriqués. Il n'a pas été identifié de fissuration en partie courante de shelter.

Les fissures au niveau du revêtement sont, à notre avis, dues à un mouvement différentiel entre les panneaux, inhérent au mode d'assemblage par des connecteurs mécaniques boulonnés.

Le revêtement de finition WeberStene St est un RPE de classe D3. Suivant le tableau d'équivalence de la norme NF T34-722, la résistance à la fissuration du revêtement, suivant le classement de la norme NF EN 1062-1 est un **classement A0**.

Ce classement ne permet pas au système WeberStene de justifier d'une résistance à la fissuration supérieure à 0,1 mm (à 23°C).

Les déplacements différentiels entre panneaux sont certainement supérieurs aux mouvements que peuvent admettre le revêtement et le mortier de surfacage.

Ces déplacements entre panneaux peuvent avoir pour origine :

- Les efforts induits lors du transport (phénomène d'accélération, force centrifuge...);
- Des variations dimensionnelles des panneaux (dilatation thermique, retrait).

Les joints polyuréthane écrasés entre les panneaux au moment du montage ne peuvent pas assurer le rôle de joint d'étanchéité suivant le DTU 44.1. Un risque d'infiltration d'eau à l'intérieur de l'ouvrage peut être à craindre, dès lors que le revêtement de finition est endommagé.

Par ailleurs, le cuvelage par cristallisation appliqué dans le vide technique n'assure son rôle d'imperméabilisant qu'en l'absence de fissuration du support (qui devrait être structurellement continu). Le système d'assemblage par connecteurs mécaniques boulonnés ne permet à notre avis pas de garantir l'absence de fissuration, en particulier du mortier utilisé pour réaliser les congés dans les angles.

5. PROPOSITIONS D'ADAPTATIONS TITAN PREFEA

5.1. Ouvrages neufs - réalisation d'un joint d'étanchéité entre panneaux préfabriqués

Afin de garantir l'étanchéité entre les différents éléments préfabriqués, TITAN PREFEA prévoit la réalisation d'un joint d'étanchéité dans une gorge carrée d'au moins 10 mm de largeur.

Le joint employé sera un mastic colle polyuréthane PRB MASS FLEX classe F25E bénéficiant d'un certificat SNJF.

Les shelters seront revêtus d'un enduit organique souple de type PRB CREPIMUR SOUPLE, avec un classement d'équivalence I3. Associé au PRB INCOLOR IMPER, ce système bénéficie d'un classement E5 V2 W2 A4 (résistance à la fissuration jusqu'à 1,25 mm à -10°C).

AVIS APAVE

Sous réserve s'assurer de la compatibilité entre le joint MASS FLEX et l'enduit CREPIMUR (à confirmer par le fabricant), la réalisation de joints d'étanchéité conformes aux DTU 22.1 (*Murs extérieurs en panneaux préfabriqués de grandes dimensions de type plaque pleine ou nervurée en béton ordinaire*) et au DTU 44.1 (*Etanchéité des joints de façade par mise en œuvre de mastics*) permettra de garantir la fonction d'étanchéité des ouvrages préfabriqués (y compris au niveau du vide technique).

L'application d'un enduit souple de finition de classe A4 devrait limiter le risque d'endommagement du revêtement de finition au droit des joints potentiellement actifs.

5.2. Ouvrages existants fissurés – reprises

Pour les ouvrages existants présentant déjà une fissuration, l'entreprise TITAN PREFEA prévoit la réalisation d'un joint après aménagement d'une gorge suffisante (par découpage).

Les mortiers de surfacages seront sondés pour vérifier l'adhérence au support. En cas de défaut d'adhérence, une purge des mortiers sera engagée. Un nouveau surfacage pour être réalisé avant application de l'enduit de finition en cas de désaffleure entre panneaux.

Le joint d'étanchéité sera réalisé au moyen d'un mastic polyuréthane SIKFLEX PRO 11FC (bénéficiant d'un certificat SNJF avec classement F25E).

Une reprise d'enduit avec finition ribbée sera réalisée à la jonction (avec recouvrement du joint).

AVIS APAVE

La réalisation de joints d'étanchéité conformes au DTU 22.1 (*Murs extérieurs en panneaux préfabriqués de grandes dimensions de type plaque pleine ou nervurée en béton ordinaire*) et au DTU 44.1 (*Etanchéité des joints de façade par mise en œuvre de mastics*) permettra de garantir la fonction d'étanchéité des ouvrages préfabriqués (y compris au niveau du vide technique).

Nous attirons l'attention sur le fait que le recouvrement du mastic par le revêtement de peinture épais risque de conduire à une fissuration du revêtement.

5.3. Ouvrages existants non-fissurés – reprises

AVIS APAVE

Etant donné les enjeux associés aux risques d'infiltration d'eaux dans les ouvrages préfabriqués, nous recommandons une reprise de l'ensemble des joints d'étanchéité des ouvrages réalisés, même si ces derniers ne font pas l'objet actuellement de pathologie.

6. CONCLUSIONS

APAVE NORD OUEST SAS a été sollicité par la société GROLLEAU concernant la fissuration de shelters en béton armé préfabriqués.

Les différents panneaux préfabriqués par TITAN PREFE sont assemblés par des connecteurs métalliques boulonnés. Ces connecteurs présentent suivant la documentation du fournisseur un certain jeu fonctionnel.

A notre avis, les fissures des revêtements, visibles sur différents ouvrages présents dans les locaux de la société GROLLEAU, sont dues à un léger déplacement entre les panneaux préfabriqués lors du transport. Ces déplacements peuvent également se produire à long terme sous l'effet des variations dimensionnelles du béton armé (ex : dilatation thermique, retrait).

L'absence de joint d'étanchéité efficace entre les panneaux préfabriqués risque de conduire à des infiltrations d'eaux dans les shelters.

Pour remédier aux problématiques de fissuration rencontrée, la société TITAN PREFE a déjà mis en place :

- Un temps de séchage plus important entre la fabrication des panneaux et l'application des revêtements de surface ;
- Le coulage des voiles verticaux sur toute leur hauteur (suppression d'un joint horizontal entre vide technique et élévation).

Ces dispositions sont de nature à améliorer la durabilité des ouvrages.

En complément, il est prévu pour les ouvrages neufs :

- de réaliser un joint d'étanchéité entre panneaux préfabriqués à l'aide d'un mastic polyuréthane extrudé dans une gorge de 10 mm de largeur d'allure carrée (mastic F25E avec certificat SNJF) ;
- d'appliquer un revêtement de finition souple (classement A4 ou I3).

Sous réserve de s'assurer de la compatibilité entre le joint MASS FLEX et l'enduit CREPIMUR (à confirmer par le fabricant), la réalisation de joints d'étanchéité conformes au **DTU 22.1** (*Murs extérieurs en panneaux préfabriqués de grandes dimensions de type plaque pleine ou nervurée en béton ordinaire*) et au **DTU 44.1** (*Etanchéité des joints de façade par mise en œuvre œuvre de mastics*) permettra de garantir la fonction d'étanchéité des ouvrages préfabriqués (y compris au niveau du vide technique).

L'application d'un enduit souple de finition de classe A4 devrait limiter le risque d'endommagement du revêtement de finition au droit des joints potentiellement actifs.

Pour les ouvrages existants fissurés, des joints d'étanchéité seront mis en œuvre après façonnage d'une gorge suffisante. Le mastic prévu bénéficie d'un certificat SNJF (classement F25E).

Cette solution permettra de restituer aux ouvrages leur fonction d'étanchéité.

Nous avons toutefois attiré l'attention sur le fait que le revêtement de finition RPE (prévu appliqué directement sur le joint mastic) risque de fissurer en cas de mouvement ultérieur du joint.

Pour les ouvrages existants non-fissurés, nous recommandons des reprises préventives compte tenu des risques associés à une éventuelle pénétration d'eau dans ces ouvrages sensibles.

Nous rappelons enfin que tous les systèmes employés sur ces ouvrages doivent être appliqués dans le respect strict des conditions prévues par les fabricants au travers des fiches techniques ou documentations de référence (préparation des supports, délais de séchage, épaisseurs...).