

ÉTANCHÉITÉ DE CUVES EN BÉTON PAR PLAQUES À CRAMPONS PEHD

CONCRETE TANKS: WATERPROOF BY HDPE SHEET WITH GRIP

Jean-Luc MEUSY¹, Stéphane AUBIN²

¹ AGRU, Rouen, France

² SODAF GEO, Belleville-sur-Vie, France

RÉSUMÉ – Les ouvrages en béton sont souvent revêtus afin d'assurer leur étanchéité et leur intégrité. Dans le processus de méthanisation, les ouvrages doivent également être protégés dans les zones d'émissions gazeuses : en effet, ce procédé dégage un gaz (H₂S) qui corrode le béton.

L'article présente l'étanchéité de cuves de 12 à 33 m diamètre et jusqu'à 18m de hauteur. Certaines de ces cuves sont recouvertes d'une dalle, également étanchée en sous face.

Mots-clés : Étanchéité adhérente, crampons, corrosion, coextrusion, méthane

ABSTRACT – The H₂S is a gas who attacks concrete.

The article presents the waterproof of tanks from 12 to 33 m diameter and until 18m of height. Some of these tanks are also sealed in ceiling.

Keywords : adhesive waterproof, studs, corrosion, co-extrusion, methane

1. Introduction : présentation des ouvrages – Choix de la technique

Le chantier, situé en Bretagne, est composé de 4 cuves en béton. L'étanchéité devait répondre aux exigences du client et aux contraintes du chantier : la résistance chimique face notamment au gaz H₂S, le béton précontraint, l'agitateur à l'intérieur des cuves, l'étanchéité en plafond, le contrôle de l'étanchéité sur toute sa surface, lors de sa mise en œuvre et pendant toute l'exploitation des ouvrages, la rapidité de mise en œuvre (sans attendre les 28 jours de séchage du béton), l'absence de fixation mécanique à cause notamment des câbles de précontrainte...

Le choix du client s'est porté sur l'étanchéité par membrane à crampons AGRU SURE GRIP en PEHD coextrudée. Par rapport aux solutions traditionnelles (membranes ; résine...), la membrane à crampons permet une étanchéité totalement adhérente au béton : il n'y a donc pas de risque de fluage ni de décollement de l'étanchéité de son support.

L'étanchéité étant intégrée au coffrage, l'entreprise de Génie Civil doit prendre en compte ces paramètres pour le coulage du béton.

2. Présentation de la membrane à crampons PEHD

Le produit est fabriqué par extrusion en une seule fois : il n'y a donc pas de risque de désolidarisation entre la plaque et les crampons.

L'étanchéité est proposée en plaques (figure 1) ou en rouleaux (figure 2), en largeur jusqu'à 3 m et 50 m de longueur. L'épaisseur de la plaque est comprise entre 2 et 12 mm et les ergots d'ancrage de 13 et 19 mm.

La forme des crampons en « V » (figure 3) et leur nombre, 420 unités au m², permettent un ancrage optimal dans le béton et une résistance élevée à l'arrachement.

Le client souhaitant contrôler l'étanchéité pendant l'exploitation, un produit coextrudé lui a été proposé (figures 2 et 4). La coextrusion permet d'obtenir un produit de deux couleurs différentes, généralement une face claire et une face sombre. En cas d'accros, l'autre couleur apparaît et le moindre défaut est ainsi détecté en partie courante de l'étanchéité. La face claire permet également de limiter de 90% la dilatation du produit, favorisant ainsi la mise en œuvre de l'étanchéité, avant le coulage du béton.



Figure 1. Présentation en plaques



Figure 2. Présentation en rouleaux



Figure 3. Détail d'un crampon



Figure 4. Plaque coextrudée

3. Principales caractéristiques de la plaque à crampons

Les figures 5 à 7 montrent les différentes phases d'un test d'écrasement, d'une section de canalisation en béton, associée à une membrane à crampons. Le béton ayant éclaté dès la phase 1, l'étanchéité n'est pas fissurée et est toujours solidaire de son support en phase 3.

Cette étanchéité n'étant pas sensible aux microfissurations du béton, le bureau d'études peut prendre ces paramètres en compte, pour limiter le dosage du béton et la densité de ferrailage.

Nota : Une fois les crampons pris dans le béton, il n'y a plus de dilatation de l'étanchéité.



Figure 5. Phase 1



Figure 6. Phase 2

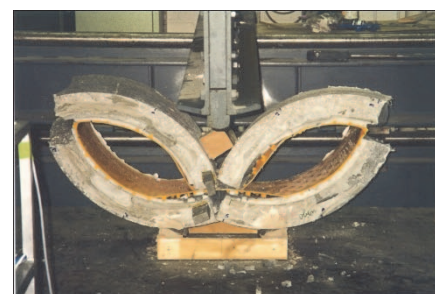


Figure 7. Phase 3

4. Mise en œuvre

Les cuves sont composées d'un plancher (le radier), de murs (les voiles) et d'un plafond. La mise en œuvre de l'étanchéité est traitée différemment selon ces 3 cas.

Il est important que les différents intervenants travaillent en parfaite harmonie en respectant bien les cadences de pose.

On commence généralement par les parois verticales afin de ne pas endommager l'étanchéité du radier, lors notamment des différentes manipulations des banches (coffrages verticaux).

4.1 Les voiles

L'étanchéité est livrée en rouleaux afin de couper, sur site, les plaques à la hauteur des ouvrages. La mise en œuvre est ainsi facilitée, en évitant le raccordement horizontal des plaques.

Les plaques sont fixées sur le coffrage (figures 8 à 10). Les trous des écarteurs de banches sont visibles sur la figure 11.



Figure 8. Pose de l'étanchéité sur le coffrage



Figure 9. Vue de profil



Figure 10. Zoom de la photo 8



Figure 11. Après décoffrage

4.2 Le raccordement des plaques

Les plaques sont assemblées grâce à des profilés sécables (figure 12). Ces derniers permettent de conserver l'écartement des plaques (figure 13) et de limiter la présence de laitance au droit de la soudure. Les plaques sont ensuite raccordées par soudure à l'extrusion (figure 14).



Figure 12. Profilé sécable



Figure 13. Profilé déchiré

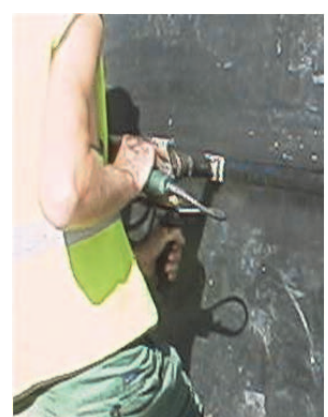


Figure 14. Extrusion

4.3 Le radier

Un quadrillage en cueillie, réalisé avec des profilés « i », permet d'assurer la planéité du radier et servir d'appui à la mise en œuvre des plaques (figures 15 et 21).

Le béton est coulé entre les cueillies (figure 16). Après avoir préparé la plaque à crampons (Figures 17 et 18), elle est posée sur le béton frais (figure 19). On pose ensuite le lestage sur un contreplaqué de répartition afin d'assurer la prise des crampons dans le béton (figure 20).

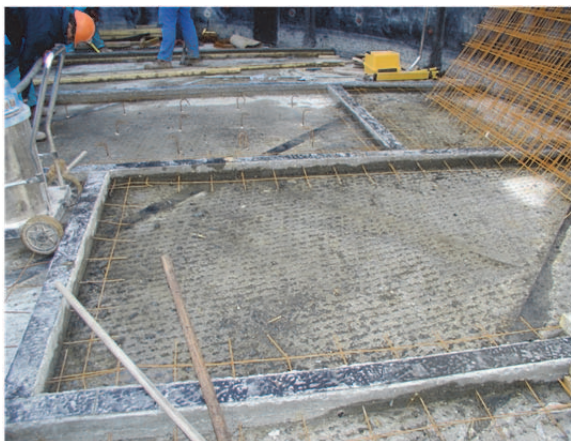


Figure 15. Quadrillage en cueillie



Figure 16. Coulage du béton



Figure 17. Préparation des plaques



Figure 18. Découpe des plaques

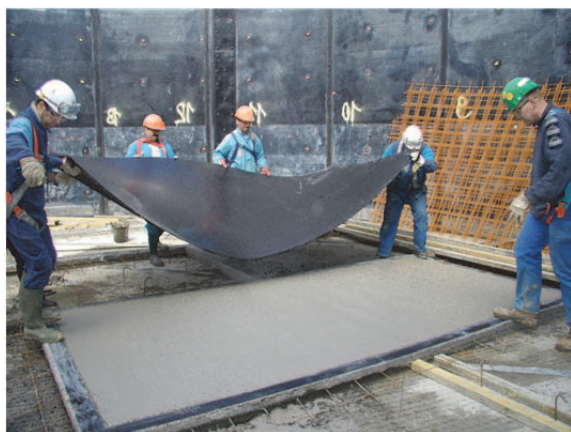


Figure 19. Pose de la plaque à crampons



Figure 20. Lestage

4.4 Le raccordement des plaques

Comme pour les voiles, les soudures sont réalisées par extrusion (figure 14.).

Le profilé « i », également en PEHD, permet d'assurer une soudure homogène avec les plaques (figure 21).

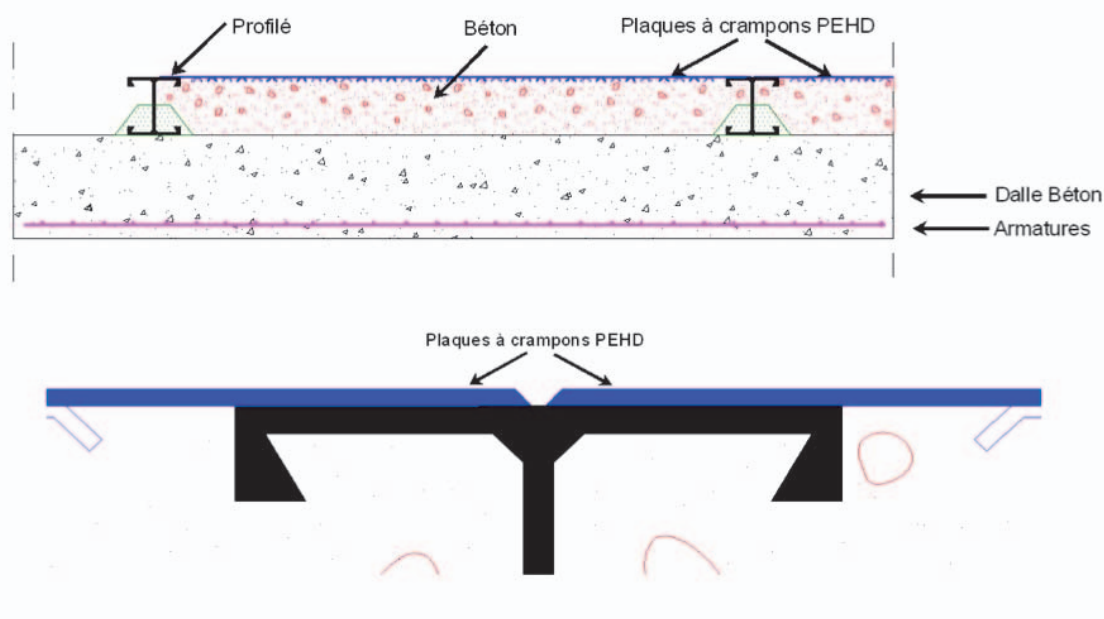


Figure 21. Raccordement des plaques

4.5 Le plafond

Le coffrage est maintenu par des échafaudages (figure 22.). Les plaques à ergots sont posées sur le coffrage (figure 23). La face blanche limite sensiblement la dilatation du produit avant le coulage du béton.



Figure 22. Étaie de la dalle de couverture



Figure 23. Vue des plaques avant bétonnage

4.6 Le raccordement des plaques du plafond

Les plaques sont raccordées entre-elles au moyen de profilés sécables (figure 23). Après coulage et décoffrage, les plaques seront extrudées depuis l'intérieur de l'ouvrage (figure 24.).



Figure 24. Extrusion en plafond

4.7 Le traitement des points singuliers

Les différents points singuliers à traiter sont représentés en (figure 25) :

- Passage de tuyauterie inox / PEHD (figure 26)
- Trou d'homme en élément préfabriqué (figures 27 et 28)
- Trous des écarteurs de banches qui seront rebouchés au moyen de pastille PEHD (Figure 29)
- Extrusion verticale de plaques (figure 29)

Tous les raccords des points singuliers ont été exécutés par la société assurant la préfabrication des pièces spéciales.



Figure 25. Vue des différents points singuliers



Figure 26. Passage de tuyauterie

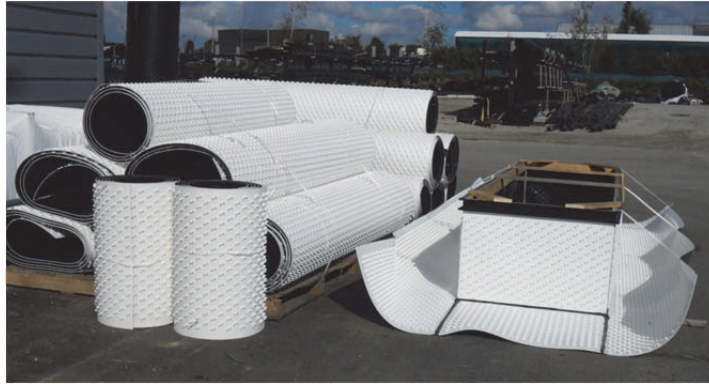


Figure 27. Préfabrication d'un trou d'hommes en atelier



Figure 28. Trou d'hommes préfabriqué en attente de coulage Figure 29. Trous d'écarteurs de banches

4.8 Le contrôle d'étanchéité

Toutes les extrusions ont été contrôlées au peigne électrique :

 Pour les soudures linéaires, on a utilisé le profilé sécable conducteur,

 Pour les points singuliers, on a placé un scotch aluminium au droit des soudures avant le coulage du béton (figure 30).

 En partie courante, la plaque coextrudée (1 face claire / 1 face noire) a permis un contrôle visuel et rapide de l'ensemble de l'étanchéité (figure 31).



Figure 30. Scotch aluminium

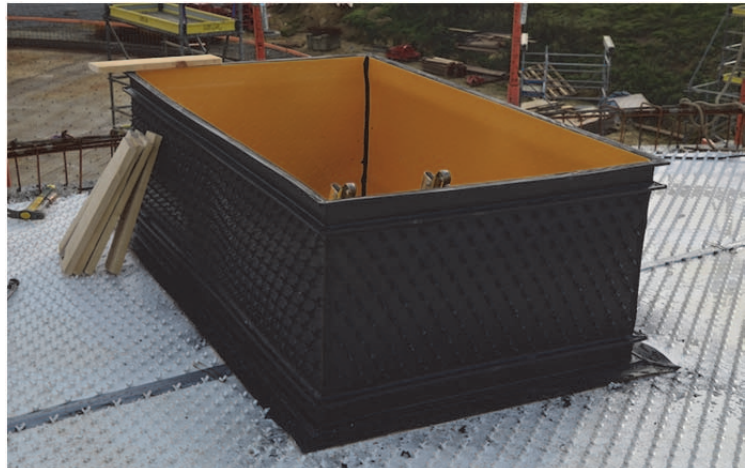


Figure 31. Plaques coextrudées

5. Autres applications des plaques à crampons

D'autres applications sont présentées dans les photos suivantes :

- étanchéité verticale, dans une installation de stockage de déchets, avec des éléments en béton préfabriqués, ancrés dans la paroi rocheuse (figure 32). Cette technique permet de gagner un vide de fouille important. Elle est donc utilisée pour des hauteurs importantes ;
- réhabilitation de cunettes dans les égouts de Paris (figure 33). La glissance du PEHD favorise l'écoulement et limite le dépôt d'impuretés. Cette solution évite l'ouverture de tranchée en pleine ville ;
- pose d'une cuve de dépotage préfabriquée (figure 34). Toutes les soudures sont exécutées et contrôlées en atelier. La dimension de ces ouvrages est limitée aux gabarits transportables ;
- réhabilitation d'un aqueduc de 2m de diamètre, alimentant Paris en eau potable : PEHD 8mm + crampons de 19mm (figure 35). En réhabilitation, la plaque est posée contre le support, au moyen de coffrages, puis on injecte un coulis entre les crampons :
 - plaque à crampons auto nettoyante, grâce aux turbulences provoquées par les nervures, les impuretés ne se fixent pas au support, même dans le cas de faibles débits (figure 36) ;
 - plaque double étanchéité, permettant le compartimentage de l'étanchéité et la détection de fuites (figure 37).



Figure 32. Etanchéité d'une paroi rocheuse



Figure 33. Égouts de Paris



Figure 34. Cuve de dépotage

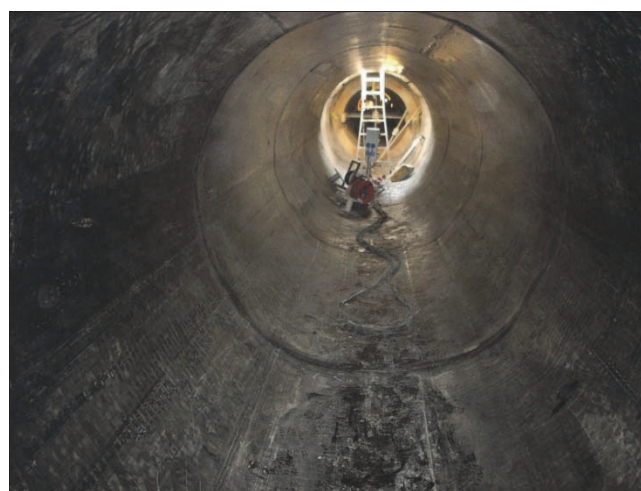


Figure 35. Réhabilitation d'un aqueduc



Figure 36. Plaque à nervures auto nettoyante

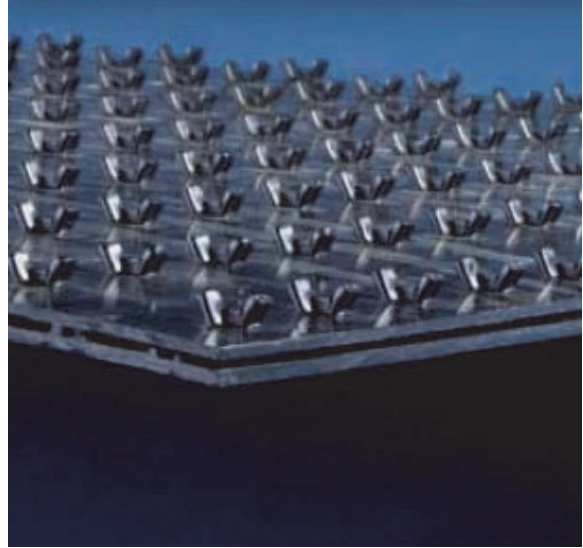


Figure 37. Plaque double d'étanchéité

6. Conclusions

La plaque à crampons peut être utilisée en ouvrages neufs ou en réhabilitation. C'est une étanchéité totalement adhérente au support, n'étant donc pas soumise au fluage, à la dilatation ou au décollement. Ce procédé est totalement homogène : il ne nécessite pas notamment de fixations mécaniques. La nature du PEHD permet de suivre les microfissurations du support et donc la possibilité de réduire le coût de la structure béton. L'inertie chimique du PEHD permet de proposer ce produit dans de nombreux ouvrages industriels.