

L'état de l'art pour les étanchéités par géomembranes PVC translucide



Paul GUINARD
Directeur Génie Civil
SOPREMA
Président de l'APRODEG
Membre du GT9 de l'AFTES
et de la commission d'avis
technique CETU
Président du Comité Technique
Géomembrane ASQUAL



Gérard MAZZOLENI
CETU
Responsable de la
commission d'avis
technique CETU
Secrétaire du GT9 de
l'AFTES

Un point technique et réglementaire pour comprendre l'intérêt des étanchéités par géomembranes PVC translucides.

Depuis le début des années 1960, les géomembranes PVC sont utilisées pour réaliser des étanchéités d'ouvrages enterrés. Les produits ont évolué, les techniques se sont améliorées et c'est aujourd'hui la solution la plus utilisée pour les tunnels creusés, les radiers et les tranchées couvertes.

En prévision des grands projets qui s'annoncent, il est important que les différents acteurs de la construction maîtrisent bien cette technique d'étanchéité, ses domaines d'application, les différents systèmes proposés et le cadre réglementaire afin de l'utiliser dans les meilleures conditions possibles.

Les géomembranes PVC translucide

Généralement en lés de largeur d'environ 2.10 m, les géomembranes PVC sont préfabriquées en usine et produites par extrusion ou enduction. Les longueurs des rouleaux sont le plus souvent adaptées au développé des ouvrages. Les géomembranes utilisées en ouvrages souterrains ont une épaisseur de 2.00 mm minimum et un allongement à la rupture de 270 % minimal.

L'usage de géomembranes PVC pour la réalisation d'étanchéités dans des ouvrages souterrains est très répandu dans le monde mais la plupart des réalisations utilisent des géomembranes opaques bicolores. La partie principale est généralement noire et une partie appelée « signal layer » de couleur claire vient la recouvrir sur une face. Ainsi, en cas de dommage à la partie claire, la partie noire est facilement

repérable et réparée. Par contre, la soudure ne peut pas être contrôlée visuellement. En France, depuis 1983, l'usage des géomembranes PVC en ouvrages souterrains est uniquement réservé aux géomembranes PVC translucides. En effet, ce type de géomembrane apporte deux principaux avantages : la certitude des composants (résine vierge de PVC et plastifiant uniquement car tout autre composant supprimerait la translucidité) et un contrôle visuel des soudures. L'usage des géomembranes translucides a permis de fortement diminuer le nombre de défauts sur ce type de procédé⁽¹⁾.

Par rapport aux autres matériaux synthétiques, le PVC offre une très bonne capacité à la déformation. Il peut ainsi être mis en œuvre sur des supports relativement irréguliers tout en supportant, en se déformant, les contraintes liées au coulage du béton de la structure.

Les domaines d'utilisation

Les géomembranes PVC sont utilisées comme étanchéité extrados (à l'extérieur de la structure) indépendante dans le cadre de la mise en œuvre d'un D.E.G. (Dispositif d'Étanchéité par Géomembrane) pour des ouvrages tels que :

(1) Voir publication JL. MAHUET : La certification, une solution pour mieux maîtriser la qualité de mise en œuvre des géomembranes – Rencontres géosynthétiques 2011



Mise en oeuvre verticale - Métro de Rennes.

- les tunnels et galeries creusés : avec support béton projeté, avec ou sans fibres, support métallique (cintre et tôles d'enfilage) et béton de propreté pour le radier
- les tunnels forés : avec support voussoir en béton armé,
- les tranchées couvertes avec ou sans limite d'emprise : avec support en parois moulées ou au coulis, palplanches métalliques, béton projeté avec ou sans fibre, béton banché, berlinoises bois... et béton de propreté en radier,
- les ouvrages de génie civil autres que les ouvrages linéaires préalablement cités mais qui utilisent des techniques de construction similaires.

Lorsque l'ouvrage est hors nappe, le Dispositif d'Étanchéité par Géomembrane (DEG) est associé à un système de drainage pour éviter toute mise en charge de la structure. Dans le cas d'un ouvrage sous nappe, une étanchéité complète est mise en œuvre sur toute la section et le revêtement doit supporter la pression hydrostatique de la nappe.

En complément et dans le cadre d'application « bâtiment », il est à noter que la mise en œuvre de géomembranes PVC translucide est une technique traditionnelle au sens du DTU 14.1.

Les spécifications du procédé, les modalités d'exécution des travaux et la mise en œuvre sont décrits dans le CCTG Fascicule 67 titre III « Étanchéité des ouvrages souterrains »⁽²⁾.

Les avis techniques du CETU

Pour les procédés à base de géomembrane PVC translucide, la commission d'avis technique CETU (commission regroupant des représentants des principaux syndicats professionnels) a mis au point un référentiel fixant un ensemble d'exigences pour la géomembrane PVC, elle-même, ainsi que pour les différents composants du procédé : géotextile de protection inférieure contre le poinçonnement, écran de protection mécanique supérieure (généralement en PVC). Ainsi, durant la procédure d'attribution d'un avis technique, des essais sont réalisés pour s'assurer de la recevabilité du procédé d'étanchéité. Un document d'avis technique est alors

(2) Le document a été mis à jour et est en attente de validation officielle. La nouvelle version est consultable sur demande auprès du CETU.

soumis à l'avis de la Commission puis édité par le CETU⁽³⁾, document qui précise le domaine d'emploi et les recommandations particulières pour l'utilisation du produit concerné. La rédaction des avis techniques permet aux maîtres d'œuvre de disposer d'éléments d'appréciation sur le comportement des procédés et d'informations sur leur domaine d'application et leurs conditions de mise en œuvre.

A ce jour, quatre procédés à base de géomembrane PVC translucide bénéficient d'un avis technique en cours de validité.

Les certifications ASQUAL

L'ASQUAL est une association indépendante qui délivre des certifications de produit et de service. Ainsi, les géomembranes PVC translucides peuvent être certifiées. Il s'agit là d'une démarche volontaire du producteur (non obligatoire) qui garantit le respect des valeurs des caractéristiques prévues au référentiel. Délivré pour une durée de 3 ans, les produits certifiés ASQUAL seront soumis, à compter de la fin d'année 2017, à des prélèvements aléatoires pour des contrôles de suivi sur les stocks des applicateurs (caractéristiques mécaniques principales et physico-chimique) afin de s'assurer de la continuité et de la conformité des produits commercialisés.

Par ailleurs, l'ASQUAL a mis en place une certification soudage sur géomembrane PVC translucide (différente de la certification PVC-P utilisée dans d'autres spécialités telles que les bassins par exemple). Cette certification est exi-

gible⁽⁴⁾ depuis le 1^{er} janvier 2012 pour l'ensemble des soudeurs intervenant dans le cadre des marchés publics de travaux. Elle permet de s'assurer, par le passage d'un examen théorique et pratique, de la capacité d'un soudeur à réaliser des soudures de qualité (entre lés mais aussi de détails) et les contrôles de ces dernières. Il est à noter qu'une entreprise doit avoir au moins 2 soudeurs certifiés ASQUAL pour pouvoir réaliser des travaux.

Les D.E.G. à base de géomembrane PVC translucide sont aujourd'hui les seuls procédés d'étanchéité pour ouvrages souterrains à proposer cet ensemble de certifications qualité.

La composition des différents DEG

Il existe différents type de DEG suivant la nature de l'ouvrage, le type de support et le niveau de sécurité du système recherché.

Dans la plupart des cas, ils se composent comme suit :

- une protection inférieure contre le poinçonnement en géotextile 100% polypropylène dont les caractéristiques sont déterminées en fonction de la nature du support⁽⁵⁾ ;

(4) Par décision du comité technique de l'AFTES du 9 novembre 2000. Voir publication dans le Tunnels et Ouvrages Souterrains n°162.

(5) Ces caractéristiques sont reprises dans les avis techniques et feront l'objet prochainement d'une mise à jour dans le cadre d'une nouvelle recommandation du GT9 de l'AFTES. Pour rappel, la masse surfacique d'un géotextile n'est pas le seul critère à prendre en compte...



Pose en voute - Tunnel de JENNER (le Havre).



Métro de Rennes. © SOPREMA

- la géomembrane PVC translucide qui est la couche d'étanchéité ;
- une protection mécanique supérieure réalisée à l'aide d'une membrane PVC, qui assure une protection mécanique du DEG de niveau suffisant pour permettre le ferrailage puis le coulage du béton ;
- des accessoires viennent compléter le DEG : joints d'arrêts d'eau et de compartimentage, tôles et rondelles de fixation au support et un système d'injection.

Dans le cadre des tunnels creusés⁽⁶⁾, la pose du DEG en voûte et en piédroit est réalisée en indépendance et la portance du DEG est assurée par des rondelles de fixation en PVC. Ainsi, le géotextile est fixé sur le support en béton projeté à l'aide de clous équipés de rondelles PVC fusible (afin de se déchirer si une traction importante est exercée sur la géomembrane) sur laquelle l'étanchéité est soudée par point. La densité de rondelles est de 3 u/m² en piédroit et de 5 u/m² en voûte. La protection mécanique est mise en place uniquement dans les zones de ferrailage (entrée et sortie des ouvrages, rameaux, en partie inférieure des piédroits...) et aux abouts de coffrage afin de protéger au mieux la géomembrane dans les zones les plus sollicitées.

Un système de compartimentage est mis en œuvre à l'aide de joints équipés d'ailettes qui vont s'ancrer dans le béton lors du coulage de la structure. Le positionnement de ces joints est réalisé en fonction de la géométrie de l'ouvrage ou des longueurs de coffrage (cas des tunnels creusés par exemple). Ainsi, en cas de présence d'eau entre la géomembrane et la structure, la zone impactée est limitée.

Un système d'injection est mis en place dans le compartimentage afin de pouvoir injecter, en cas de dommage acci-

dentel, une résine hydro-réactive ou un coulis entre la membrane d'étanchéité et la structure de manière à retrouver une parfaite étanchéité.

Depuis plusieurs années, un nouveau type de DEG est proposé et pris en compte depuis 2016 dans la procédure d'avis technique. Ce procédé consiste à ajouter une membrane translucide structurée sur la géomembrane d'étanchéité afin de créer une enveloppe de dimension limitée. La mise en place de pipettes d'injection spécifique sur cette deuxième membrane et leur liaison à une boîte de raccordement permet la réalisation d'un essai d'étanchéité par le vide sur la totalité de la surface à la fin de la mise en œuvre du procédé, après le ferrailage et tout au long de la vie de l'ouvrage. Ainsi, un suivi qualitatif de l'ensemble du DEG peut être facilement réalisé aussi bien en phase travaux qu'en phase d'exploitation de l'ouvrage sans aucune détérioration. Particulièrement intéressant pour les ouvrages (ou parties d'ouvrage) à risques (ouvrages présentant un phasage important, ouvrages sous forte pression hydrostatique, ouvrages nécessitant une protection renforcée...).

De plus, au cas où les essais montreraient un risque de perte du procédé, la réparation par injection est facilitée car elle est alors limitée à l'espace se trouvant entre les deux membranes (espace très réduit).

Le futur des géomembranes PVC

Le DEG à base de géomembrane PVC translucide reste l'un des procédés les plus techniquement et économiquement intéressants dans la majorité des ouvrages linéaires et il est le seul procédé utilisable dans les tunnels creusés. L'évolution des matériaux vers une meilleure soudabilité, l'amélioration des techniques de production ainsi que réalisation systématique des essais et la prise en compte des certifications en font un des procédés d'étanchéité les mieux maîtrisés. L'étanchéité d'ouvrage en PVC translucide a encore un bel avenir et il est nécessaire que les maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre soient familiers avec cette technique afin qu'elle puisse être utilisée au mieux dans leurs projets. ■

Sigles et acronymes :

APRODEG : Association Française des Producteurs de Géomembranes

ASQUAL : Association Qualité (Certification de produits ou services)

CCTG : Cahier des Clauses Techniques Générales (applicables aux marchés publics de travaux de génie civil)

(6) Rappel de vocabulaire : un tunnel creusé est réalisé en technique traditionnelle alors qu'un tunnel foré est réalisé au tunnelier. Dans un tunnel creusé, le support de l'étanchéité est un béton projeté. Dans un tunnel foré, le support est constitué de voussoirs préfabriqués.