

COUVERTURES FLOTTANTES DE GRANDES DIMENSIONS SUR QUATRE BASSINS DE SAUMURE À VIRIAT (FRANCE)

LARGE FLOATING COVERS ON FOUR BRINE PONDS IN VIRIAT (FRANCE)

Daniel Fayoux¹, D. Rannaud², J. Saintot³, P. Cassagnes⁴

¹ *Appligeo, Les-Ormes, France*

² *Sogreah, Échirolles, France*

³ *ECE, Saint-Gratien, France*

⁴ *Renolit France, Roissy-en-France, France*

RÉSUMÉ – Le site de Viriat (France) assure le stockage d'éthylène dans deux grandes cavités creusées dans une couche de sel en profondeur. L'éthylène y est maintenu en pression par de la saumure saturée, stockée initialement dans quatre bassins étanchés par de l'argile. À la demande de l'exploitant et après 40 ans de services, une nouvelle conception du stockage des saumures a été développée : création d'un nouveau bassin de 2 hectares pour améliorer la flexibilité de l'exploitation, étanchéité des bassins par une géomembrane en PVC, en prenant en compte la présence d'une nappe phréatique affleurant au-dessus du fond des bassins, couverture flottante en géomembrane PVC armée sur chaque bassin stockant de la saumure saturée, pour éviter la dilution par la pluie. La communication présente la conception et la mise en œuvre de ces couvertures.

Mots-clés : couverture flottante, géomembrane PVC, saumure, sous-pression.

ABSTRACT – The Viriat (France) ethylene underground storage facilities are dedicated to underground ethylene storage in two large caverns leached out of a salt layer. The gas pressure is maintained at the right level, injecting or removing saturated brine into the caverns. The brine was initially stored in 4 ponds, waterproofed by clay. After about 40 years, a new design of the ponds was developed: creation of a new pond of about 2 ha, to improve the flexibility of the operating work, waterproofing of the ponds with a PVC geomembrane, taking in account a water table at the level of the, installation of floating covers made of reinforced PVC geomembrane, on each pond storing saturated brine, to avoid brine dilution. This paper presents the design and the realization of the floating covers and its constructive details.

Keywords: Floating cover, PVC geomembrane, brine, uplift water pressure

1. Introduction

Le centre de stockage souterrain de Viriat, géré par Total, est situé dans l'Ain, à environ 100 km au NE de Lyon. Il assure le stockage de l'éthylène entre la production dans des installations de vapocraquage et les industries utilisatrices.

L'éthylène est stocké dans deux grandes cavités forées par lessivage à l'eau douce dans une couche épaisse de sel, située à environ 1000m de profondeur.

Pour maintenir la pression de l'éthylène au bon niveau, de la saumure saturée est injectée ou soutirée dans les cavités pour compenser la quantité d'éthylène entrante ou sortante. Le stockage a été construit il y a plus de 40 ans. Initialement, la saumure saturée était stockée dans 3 bassins (bassins 1 à 3). Chaque bassin mesure environ 130 m de long, 75 m de large et de 5,45 à 6,75 m de profondeur. L'étanchéité était assurée par l'argile du site en profondeur, renforcée par une couche d'argile sélectionnée et compactée en partie supérieure. L'un des inconvénients de la conception, rencontrés par l'exploitation du site, est la dilution de la couche superficielle de saumure par les eaux de pluie. Ceci nécessite de saturer la saumure avant injection, pour éviter tout lessivage du sel dans les cavités, ce qui pourrait accroître leur taille. Un quatrième bassin (bassin 4) contient de la saumure non saturée, qui est stockée avant traitement ultérieur (reconcentration ou évacuation vers un centre de traitement). Ce bassin, identique aux précédents, n'est pas modifié dans le programme de travaux présenté ici.

Après quarante années de fonctionnement, le gestionnaire du site a souhaité améliorer le fonctionnement et la flexibilité du site, en particulier au niveau du stockage de saumure saturée.

2. Conception de la rénovation du stockage de saumure

2.1 Nouvelle conception des bassins

La nouvelle conception des bassins a été élaborée par Sogreah. Elle se caractérise par les points suivants :

- création d'un nouveau bassin (bassin 5) d'environ 2 ha, pour augmenter la flexibilité de la gestion et la maintenance du site ;
- renforcement de l'étanchéité des bassins existants et du nouveau bassin par une géomembrane PVC de 1,5 mm d'épaisseur, pour améliorer leur étanchéité. (sauf le bassin 4, qui stocke de la saumure diluée et qui n'est pas modifié) ;
- installation d'une couverture flottante sur tous les bassins stockant de la saumure saturée, pour éviter sa dilution par les eaux de pluie.

La nappe phréatique peut remonter légèrement au-dessus du niveau du fond des bassins. Ce point a été pris en compte en maintenant en permanence une couche d'eau de 0,20 m environ sur la couverture flottante, qui équilibre les sous-pressions prévues, quand le bassin est vide.

Les couvertures flottantes sont réalisées avec une géomembrane PVC armée de 1,2 mm d'épaisseur. Trois couvertures (bassins 1, 2 et 3) ont une surface de 10200 m² et celle du nouveau bassin (bassin 5) a une surface de 21250 m².

La technique des couvertures flottantes s'est développée lentement en Europe, comparativement à son développement en Amérique du Nord. Mais il y a maintenant de nombreuses références, y compris sur des grands bassins. L'emploi de couvertures flottantes par géomembrane résout de façon efficace et économique la protection des liquides stockés, comme l'eau potable, des saumures ou tout liquide à traiter, contre toute pollution ou dilution. Elle permet aussi de protéger l'environnement contre les odeurs. Elle est enfin rapide à réaliser, ce qui est important, en particulier pour des sites industriels comme Viriat, où il était nécessaire de maintenir en permanence l'exploitation du site pendant la construction. Cette solution technique est une réponse intéressante à un grand nombre de situations et pourrait être utilisée plus fréquemment.

L'emploi de géomembranes PVC armées pour les couvertures flottantes s'est développé en France depuis une vingtaine d'années (Fayoux et Ferrand, 2002). Le système a démontré son intérêt, par la facilité et la fiabilité à long terme des soudures entre géomembranes, par la facilité et la fiabilité des jonctions sur les accessoires (ancrages, trappe d'accès, événements), soit par soudure sur les accessoires en PVC, soit par fixation mécanique sur les accessoires métalliques, et enfin par la durée de vie des formulations développées pour cette application (Fayoux et Van der Sybe, 2000 ; Carreira, 2008). La première couverture flottante en géomembrane PVC a été réalisée en 1994 dans le Cap Corse pour le stockage d'eau potable (Tisserand et al., 1995). D'une surface de 10.500 m², exposée au soleil et à des vents violents, elle est toujours opérationnelle, et donne satisfaction aux exploitants. Depuis, trois autres couvertures flottantes en géomembranes PVC ont été réalisées en Corse, toujours pour le stockage d'eau potable (Benedetti et al., 2009 ; Fayoux et al., 2012). Par comparaison avec une réalisation antérieure, il a été constaté que, toutes choses égales par ailleurs, cette solution est plus de 10 fois plus économique que la réalisation de réservoirs de même capacité, étanchés par géomembrane, mais recouverts par une dalle béton.

Pour le site de Viriat, l'expérience acquise sur les ouvrages réalisés en Corse a été largement prise en compte pour la conception de l'étanchéité et de la couverture des bassins de saumure : emploi de géomembranes PVC homogènes pour l'étanchéité des bassins et de géomembranes PVC armées pour leur couverture, et principes de la couverture flottante similaire. Par contre, si la taille de trois bassins est similaire à ce qui a été réalisé en Corse (environ 1ha), un nouveau bassin a une superficie double, soit un peu plus de 2 ha). La figure 1 montre l'implantation des cinq bassins du site de Viriat.

2.2. Contrainte spécifique du site relative à l'organisation des travaux

L'organisation générale et le planning du chantier doivent prendre en compte la nécessité absolue de ne pas entraver le fonctionnement du site de stockage d'éthylène. C'est pourquoi il a été nécessaire de ne pas travailler sur plus d'un bassin à la fois et de réaliser le nouveau bassin dès que la maîtrise foncière a été assurée.

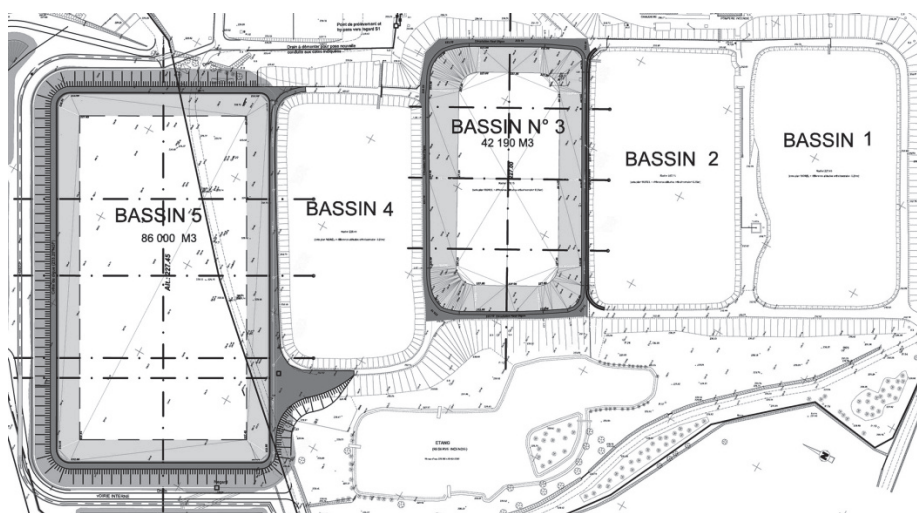


Figure 1. Vue des bassins de Viriat. Bassins existants : 1 à 4, Nouveau bassin créé en 2011 : bassin 5

3. Description des ouvrages

3.1. Terrassements

3.1.1. Renouvellement des bassins existants (bassins 1 à 3)

Les bassins existants de 130 m de long par 75 m de large sont réalisés en déblai/remblai dans et avec l'argile du site. Les talus internes des digues étaient protégés contre l'érosion due aux vagues par des enrochements allant de 0,10 à 0,80m, et par une couche de béton en tête de talus (mais celle-ci n'était pas continue et était localement érodée – voir figure 2). La pente du talus intérieur des digues n'était pas constante et variait de 1,5 H / 1 V à 1 H / 1 V. Il n'était donc pas possible de mettre directement une couverture flottante sur un tel support.

La préparation des talus consiste en un enlèvement des sédiments, du béton et des enrochements, puis une régularisation du remblai pour obtenir des talus réguliers avec une pente uniforme de 2 H/1 V, et de bonnes caractéristiques mécaniques. La couche support est réalisée par compactage de l'argile de la digue, pour offrir une surface sans risque de poinçonnement, ni pour la géomembrane, ni pour la couverture flottante (figure 3).



Figure 2. Talus du bassin 2 avant travaux



Figure 3. Aspect du même talus après préparation pour recevoir géomembrane et couverture

Les caractéristiques mécaniques du fond ont été renforcées par apport d'une couche de calcaire de 0,50 m d'épaisseur compactée. La granulométrie initiale des matériaux varie de 0/100 à 0/300 mm. Le traitement consiste en un compactage, associé à un broyage en place de la partie superficielle, pour

obtenir une couche après traitement de 0,50m d'épaisseur ayant une granulométrie de 0/100 mm dans sa base et de 0/31,5 mm en surface de la couche (Figure 4). Un compactage final de la surface permet d'obtenir un support lisse. Le fond du bassin 2 a été réalisé en hiver avec de fortes intempéries. Pour obtenir une portance acceptable pour la suite de travaux sans attendre une hypothétique baisse de la teneur en eau de l'argile, il a été nécessaire de mettre d'abord en place sur le fond une première couche de 0,5 m de calcaire 80/100, surmontée ensuite par une couche de finition comme ci-dessus.

La géométrie de chaque bassin est déterminée de la façon suivante : la crête de talus garde la même position en plan que celle des bassins existants, la pente des talus est à 2H/1V, et la cote du fond est calée pour obtenir le volume de stockage requis.

3.1.2. Nouveau bassin (bassin 5)

Ce bassin est aussi un bassin réalisé en déblai/remblai, de forme rectangulaire, avec des talus à 2H/1V. La dimension en crête de talus est de 185 x 106 m, avec une profondeur de 5,23 m et une capacité de 86.000 m³. L'un des grands côtés est constitué par la digue (anciennement) extérieure du bassin 4. Les autres digues sont construites avec les matériaux du site compactés.

Le traitement du fond est similaire à celui réalisé sur les autres bassins. De même, sur les talus, la couche support est réalisée par lissage des matériaux argileux des digues.

Pour optimiser les délais de réalisation, le terrassement du nouveau bassin (figure 5) a été réalisé en même temps que les travaux du bassin 3.



Figure 4. Compactage de 0,50 m de calcaire en fond de bassin et vue des talus préparés (bassin 5)



Figure 5. Vue générale des travaux de terrassement sur le nouveau bassin (bassin 5)

3.2. Étanchéité des réservoirs

L'étanchéité des réservoirs est assurée par une géomembrane PVC homogène de 1,5 mm d'épaisseur, référence 35254, fabriquée par RENOLIT, comme les couvertures, et posée sur un géotextile non tissé aiguilleté Tencate P70 de 700 g/m². Les caractéristiques du géotextile et de la géomembrane sont indiquées dans les tableaux 1 et 2.

Tableau 1. Caractéristiques du géotextile PP entre couche support et géomembrane d'étanchéité

Caractéristiques	Normes	Unités	Valeurs Nominales
Résistance à la traction	EN ISO 10319	kN/m	P : 43 T : 43
Allongement à l'effort maximal	EN ISO 10319	%	P : 90 T : 73
Résistance au poinçonnement CBR	EN ISO 12236	kN	7,5
Perforation dynamique (chute de cône - diamètre de la perforation)	EN ISO 13433	mm	7
Efficacité de protection à long terme	EN 13719 déformation sous 300kPa	%	0,60
Epaisseur	EN ISO 9863-1	mm	5,7/4,4
Masse surfacique	EN ISO 9864	g/m ²	700

Tableau 2. Caractéristiques de la géomembrane (référence 35254) 1,5 mm, utilisée pour l'étanchéité des bassins

Caractéristiques	Normes	Unités	Valeurs nominales
Épaisseur	EN1849-2	mm	1,5 ± 5 %
Masse volumique	EN ISO 1183	g/cm ³	1,24 ± 0,02
Résistance en traction à la rupture	EN ISO 527	N/mm ²	≥ 17,5
Allongement à la rupture	EN ISO 527	%	L: ≥ 300 T: ≥ 300
Résistance à la perforation statique (CBR)	EN ISO 12236	kN	2,30 ± 10%
Résistance à la déchirure	ISO 34	kN/m	≥ 40
Résistance au pliage à froid à – 20°C	EN 495-5	° C	Pas de fissure
Stabilité dimensionnelle après vieillissement accéléré (6h/80°C) (Valeur moyenne)	EN ISO 1107-2 6 h/80°C	%	≤2% L : 1,2 % ; T : 0,5 %
Comportement après vieillissement accéléré 56j/50°C. Méthode A&B Aspect Général Stabilité Dimensionnelle L&T Variation de la résistance en traction L&T Variation de l'allongement à la rupture, L&T Pliage à froid -20°C	EN 14415	% % %	Pas de déformation ≤ 2 ≤ ± 10 ≤ ± 10 Pas de fissure

La géomembrane est livrée en rouleaux de 2,05 m de largeur, et préfabriquée sur le site en panneaux d'environ 400 m², pour réduire le temps d'installation et de soudure dans les bassins. Les soudures (préfabrication et assemblage des panneaux) sont réalisées par des machines automatiques réalisant des doubles soudures avec canal de contrôle.

4. Couvertures flottantes

4.1. Conception

La couverture est une géomembrane PVC armée, installée sur la géomembrane assurant l'étanchéité du bassin. Les deux géomembranes sont ancrées en tête sur une longrine en béton, par des matériaux non sensibles à la corrosion et permettant un démontage et un remontage facile, même au bout de 20 à 30 ans : plat en matériaux composites (fibre de verre et résine) et boulonnerie inox (voir paragraphe 4.5).

La saumure est stockée entre la géomembrane inférieure et la couverture. Lorsque le niveau de la saumure s'élève, la surface apparente de la couverture diminue. Pour éviter des plis aléatoires, un dispositif assure une légère mise sous tension de la couverture quel que soit le niveau de remplissage. Ce dispositif, dit "gorge de mise en tension", est constitué par une ligne de lest continue et par deux lignes de flotteurs, disposés de part et d'autre du lest. La distance lest / flotteur correspond à la profondeur du pli quand la couverture est à sa cote maximale. L'implantation de cette gorge de mise en tension se fait suivant deux schémas classiques :

- implantation en pied de talus et dans les angles de talus, avec la ligne de lest légèrement en retrait du pied de talus ; c'est l'implantation qui avait été utilisée en Corse et qui a été utilisée pour Viriat (figure 6) ;
- implantation dans l'axe de la grande longueur du bassin, dans les angles de talus et leur prolongement (figure 7).

Les figures 8 et 9 montrent la position de principe de la couverture et l'évolution de la gorge de mise en tension périmétrale de Viriat, bassin vide et bassin plein. La lame d'eau sur la couverture, destinée à contrebalancer les sous-pressions éventuelles de la nappe phréatique lorsqu'un bassin est vide est maintenue, soit par pompage (évacuation des eaux météoriques), soit par déversement.

Les flotteurs doivent compenser le poids immergé de la géomembrane et du lest pour que la couverture reste tendue lorsque de l'eau se trouve au-dessus de la couverture. Dans le cas de Viriat, avec une saumure saturée au-dessous de la couverture et de l'eau ou une saumure faiblement saturée au-dessus de celle-ci, le contraste de densité de part et d'autre de la couverture assure de toute façon la flottabilité de la couverture.

D'autres dispositifs sont indispensables pour assurer le bon fonctionnement et la maintenance de ce type d'ouvrage. Ils sont illustrés sur la figure 6 et détaillés dans les paragraphes suivants.

Les couvertures flottantes ont été mise en œuvre par ECE (Euro Concept Etanchéité), Appligeo assurant l'assistance technique et le contrôle externe.

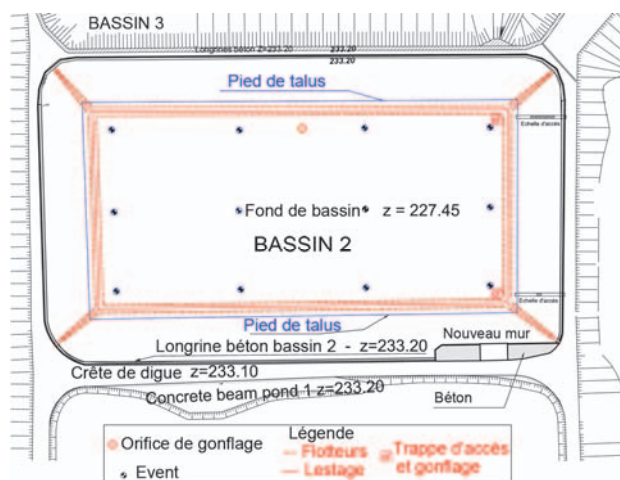


Figure 6. Plan type de la couverture flottante à Viriat, avec gorge de mise en tension périphérique, trappes d'accès et événements

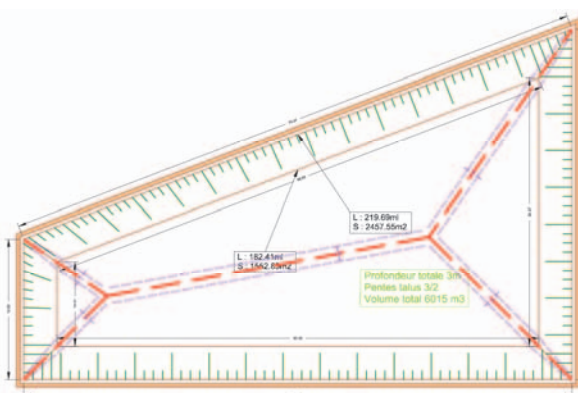


Figure 7. Exemple d'une couverture flottante avec pli dans l'axe de la grande longueur du bassin (disposition non retenue à Viriat)

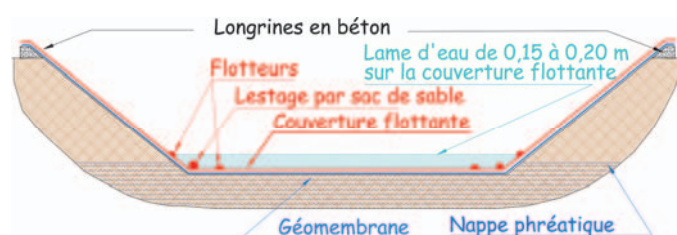


Figure 8. Viriat, position de la couverture, bassin vide

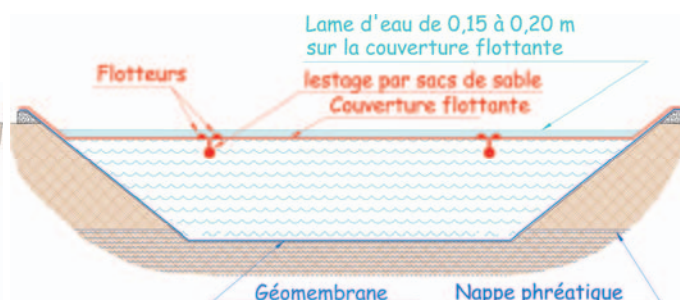


Figure 9. Viriat, position de la couverture flottante et forme de la gorge de mise en tension, bassin plein

4.2. Matériaux pour la couverture

Les couvertures sont réalisées avec une géomembrane PVC ALKORPLAN 00414 de 1,2 mm d'épaisseur, armée par une grille polyester. La formulation du PVC plastifié a été conçue pour rester flexible, même par grand froid, et pour résister aux conditions climatiques locales.

Les caractéristiques de cette géomembrane sont décrites dans le tableau 3. Les propriétés mécaniques de cette couverture en PVC armé sont du même ordre de grandeur que celles des autres matériaux utilisés par ailleurs pour réaliser des couvertures flottantes. La résistance aux UV est bonne si le PVC est correctement formulé (la première couverture flottante en PVC installée en Corse a 20 ans). Enfin, le matériau est très souple, facile à souder et à contrôler (double soudure thermique). Il est aussi facile à souder sur des accessoires en PVC rigide. Il est enfin facile à réparer sur site.

Cette géomembrane est fabriquée en rouleaux de largeur 2,05 m, comme celle pour l'étanchéité des bassins. Elle est généralement assemblée par préfabrication en atelier en panneaux d'environ 400 m², ce qui réduit le temps d'installation sur site. Cependant, sur certaines digues entre bassins dont la crête est trop étroite pour permettre la manutention de panneaux lourds, la géomembrane est déroulée sans préfabrication et soudée directement sur site. Toutes les soudures (en préfabrication et sur site) sont également faites par machine automatique à coin chauffant, avec double soudure et canal de contrôle. Toutes les soudures sont contrôlées par mise en pression du canal de contrôle.

Tableau 3. Caractéristiques du PVC armé (référence 00414), épaisseur 1.2 mm, utilisé pour la réalisation des couvertures flottantes.

Caractéristiques	Normes	Unités	Spécifications
Épaisseur	EN1849-2	mm	$1,2 \pm 5 \%$
Masse volumique	EN ISO 1183	g/cm ³	$1,24 \pm 0,02$
Résistance en traction à la rupture	EN ISO 527	N/50mm	≥ 1050
Allongement à la rupture	EN ISO 527	%	L: ≥ 15 T: ≥ 15
Résistance à la perforation statique (CBR)	EN 12236	kN	$2,70 \pm 10\%$
Résistance à la déchirure	ISO 34	kN/m	≥ 150
Résistance au pliage à froid	EN 495-5	° C	Pas de fissure à -20°C
Stabilité dimensionnelle (6h/80°C)	EN ISO1107-2	%	$\leq 0,3\%$
Comportement après vieillissement accéléré 56j/50°C. Méthodes A&B	EN 14415		
Apparence générale			Pas de déformation
Stabilité dimensionnelle L&T		%	≤ 2
Variation de résistance à la traction L&T		%	$\leq \pm 10$
Variation d'allongement à la rupture, L&T		%	$\leq \pm 10$
Flexibilité à basse température à -20°C			Pas de fissures

4.3. Flotteurs

Les flotteurs sont constitués par des demi-cylindres de mousse de polyéthylène de diamètre 0,20 m et de densité 24 kg/m³. Ils sont recouverts par une coiffe, faite par thermoformage d'une géomembrane PVC homogène de 2 mm d'épaisseur, qui épouse la forme du demi-cylindre et comporte des bavettes en périphérie pour assurer sa soudure sur la couverture. Ceci permet une réalisation rapide et assure une bonne étanchéité du flotteur (Figure 10).



Figure 10. Flotteur avec sa coiffe thermoformée

4.4. Lestage

Le lestage au milieu du pli a pour objet de créer une légère tension de la couverture, lui assurant sa stabilité. Il est réalisé par des sacs en tissus de polypropylène, en forme de tube, et remplis de sable (figure 11). La masse linéaire du lestage, la taille et l'espacement des flotteurs est déterminé pour mettre en tension la couverture, de façon à la stabiliser en particulier par rapport au vent, et à l'empêcher de couler en toute circonstance, en prenant en compte la présence d'eau sur la couverture et le poids immergé de la géomembrane.

La couche d'eau de 0,20 m d'épaisseur laissée en permanence sur la couverture pour compenser d'éventuelles sous-pressions, lorsqu'un bassin est vide, assure aussi la stabilité au vent.



Figure 11. Vue du lestage au milieu des plis. La géogrille qui entourera les sacs assure la continuité et une relative perméabilité de la ligne de lest et sa tenue dans les pentes (angles des bassins)

4.5. Ancrages

Les géomembranes assurant l'étanchéité des bassins et leur couverture sont ancrées ensemble sur une longrine en béton en tête de talus, par l'intermédiaire d'un plat composite fibre de verre/résine 8 x 60 mm et par des boulons en acier inoxydable $\varnothing$ 8 mm espacés de 0,20 m. Des petits événements ont été placés à travers l'ancrage, tous les 8 m, pour évacuer l'air se trouvant entre l'étanchéité et la couverture, et qui est chassé lors de la remontée de la saumure (figure 12).

D'autre part, l'angle supérieur de la longrine, en tête de talus, est arrondi avec un rayon de 0,30 m pour éviter toute usure prématurée de la couverture, qui pourrait se produire avec un angle vif à cet endroit. Ceci est réalisé en utilisant des coffrages spéciaux qui ont été développés pour ce projet (figure 13).



Figure 12. Vue du plat d'ancrage et d'un événement à travers l'ancrage



Figure 13. Détail de la longrine d'ancrage, montrant l'arrondi réalisé et le coffrage spécifique

4.6. Trappes d'accès

Deux trappes d'accès sont installées sur chaque bassin pour permettre un accès dans le réservoir (entre l'étanchéité et la couverture) pour d'éventuelles opérations de maintenance. L'accès peut se faire, soit par plongeur, soit à sec en gonflant la couverture par insufflation d'air par des orifices de gonflage. Les trappes d'accès et orifices de gonflage sont installés sur des flotteurs capables de porter 3 personnes (figure 14). Les flotteurs sont réalisés en PVC rigide. La connexion entre le flotteur et la couverture se fait par l'intermédiaire d'une bavette de géomembrane soudée sur la base inférieure du flotteur. Cette bavette est ensuite directement soudée sur la géomembrane (figure 15).

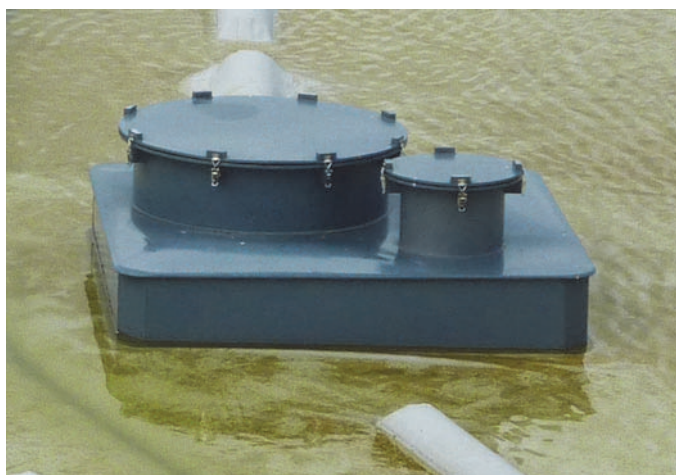


Figure 14. Trappe d'accès (à gauche) et orifice de gonflage (à droite).



Figure 15. trappe d'accès en cours d'installation.

4.7. Événements

Des événements sont régulièrement répartis sur la couverture pour évacuer l'air piégé sous la couverture, soit pendant la construction, soit en provenance des tuyaux pendant les opérations de remplissage. Ils sont également disposés sur un flotteur en PVC rigide et comporte un tuyau vertical de 0,30 m de haut, pour éviter toute pénétration d'eau du dessus de la couverture vers le dessous (Figure 16).

5. Planning des travaux

Comme indiqué au paragraphe 2.2, les travaux ne devaient pas gêner l'exploitation du site de stockage d'éthylène. Il fallait donc conserver un volume de saumure disponible suffisant pour une exploitation normale (donc pas plus d'un bassin en cours de rénovation à la fois). De plus, le temps de réalisation des travaux est augmenté par certaines contraintes spécifiques, en particulier les contraintes de sécurité propres aux sites industriels et les interférences avec d'autres travaux à réaliser sur le site. Le tableau 4 montre le planning réalisé, en individualisant le temps passé à la réalisation de la couverture.

Tableau 4. Planning des travaux

Année	2011												2012											
Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bassin 3																								
Bassin 5																								
Bassin 2																								
Bassin 1																								

■ Préparation du support, terrassements, ouvrages béton et ancrages, étanchéité des bassins.
■ Couverture flottante – La préfabrication en atelier des panneaux de 400 m² est faite avant.

Le bassin 3 (figure 17) a été réalisé en premier, dans d'assez bonnes conditions climatiques, malgré la saison. Le bassin 5 (figure 18) s'est fait dans des délais rapides, compte tenu du volume des terrassements. Par contre, pour le bassin 2 (figure 19) les terrassements ont été très longs, compte tenu des intempéries et de la nécessité de rajouter au fond une couche de 0,5 m de calcaire 80/100, pour avoir immédiatement une portance acceptable. Le bassin 1 doit être terminé à la fin de 2012.

6. Conclusions

L'emploi de couvertures flottantes en Europe se développe et l'on dispose maintenant d'assez nombreuses références. Cela s'avère efficace et économique pour protéger le liquide stocké contre des pollutions ou dilutions, tel que de l'eau potable, des saumures, où des produits en attente de traitement dont on ne veut pas augmenter le volume par dilution. Cela est aussi efficace pour la protection de

l'environnement contre la pollution et les odeurs. L'emploi de géomembranes PVC renforcées pour réaliser ces couvertures flottante s'avère une solution intéressante, par la facilité de réalisation des soudures, la bonne durée de vie des formulations spécifiques, la facilité et la fiabilité des jonctions sur des accessoire en PVC rigide, tel que trappes d'accès ou événements, et enfin la rapidité d'installation. Le site de stockage souterrain d'éthylène de Viriat a été l'occasion de démontrer à nouveau la possibilité d'employer des couvertures flottantes en PVC pour des grands bassins (trois bassins de 10.200 m² et un bassin de 21.250 m², et de réaliser cela en respectant des délais courts et stricts.



Figure 16. Événement – détail



Figure 17. Bassin 3. Couverture en service



Figure 18. Bassin 5. Fin de la construction



Figure 19. Bassin 2 en fin de travaux. On remarque : ligne de lest, lignes de flotteurs, événement

7. Références bibliographiques

- Benedetti P.F., Fayoux D., Verbrugghe S., Potié G. (2009). Stockage d'eau potable de grande capacité par géomembrane et couverture flottante en PVC. L'expérience corse. *Proc. Rencontres géosynthétiques 2009*, 221-222
- Carreira T. (2008). Durability of PVC-P geomembranes in hydraulic structures. *Proceedings of Eurogeo4 Edinburgh 7-10 September 2008*
- Fayoux D., Van Der Syde D., (2000). Durability of PVC geomembranes. Assessment after very long UV exposure *Proceedings of Second European Geosynthetics Conference Bologna 15 – 18 October 2000* Vol. 2, pp. 651 – 6561
- Fayoux D., Ferrand F. (2002). Couvertures flottantes - Applications en réservoirs d'eau potable et bassins industriels. *Travaux n° 786, Mai 2002*, pp. 69-71.
- Fayoux D., Benedetti P., Potié G. 2010. Large drinking water storages with PVC geomembrane and floating cover. Experience and long term performance in Corsica. *9th International Conference on Geosynthetics – 9ICG, Brazil, 2010*. 1207-1212. Rotterdam: Balkema.
- Tisserand C., Matichard Y., Laine D. (1995). Couverture flottante d'un réservoir d'eau potable - Floating cover on a potable water reservoir. *Proc. Rencontres géosynthétiques 1995*, pp.79-84.