

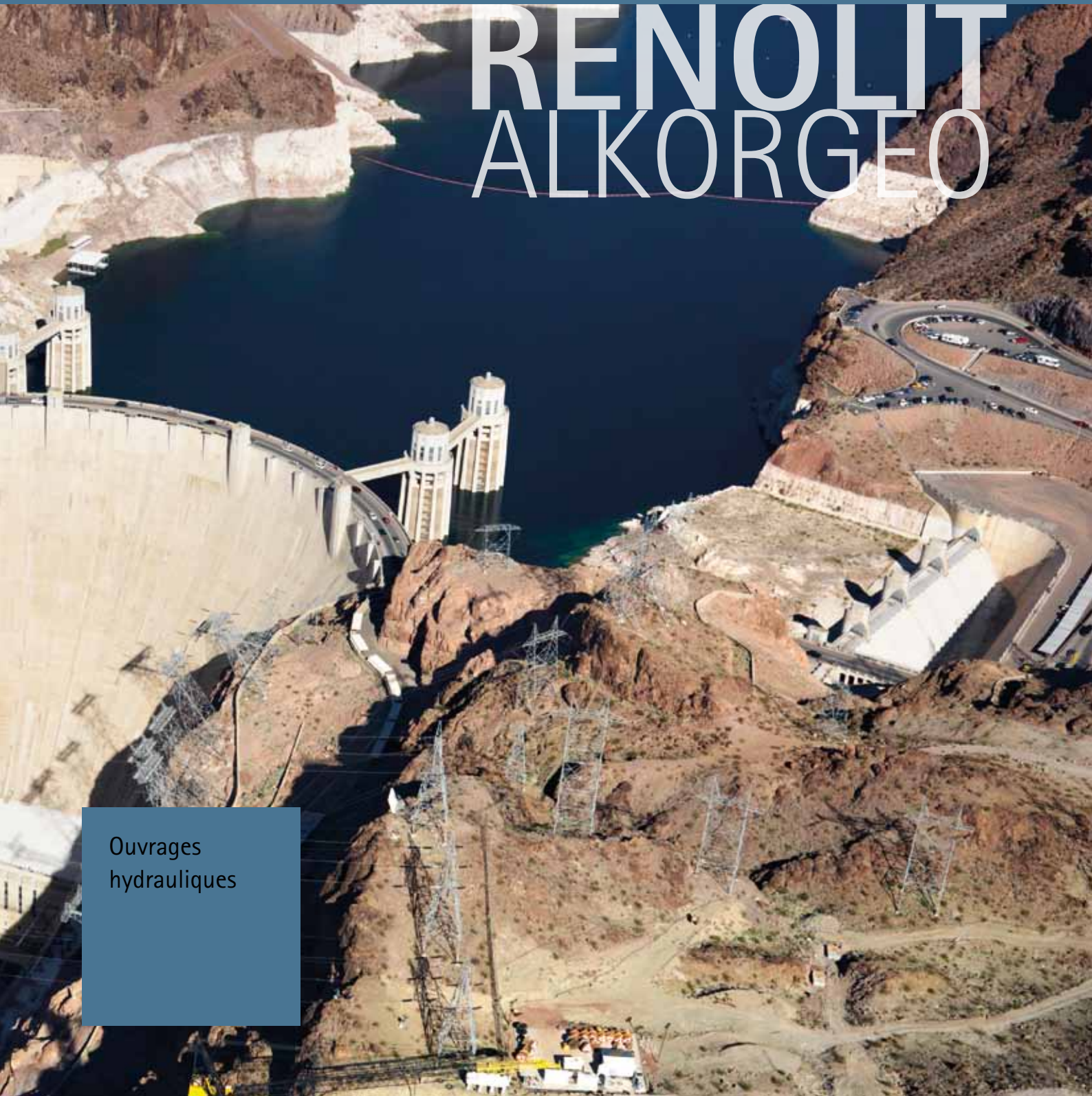


*Rely on it.*

Etanchéité de barrages

# RENOLIT ALKORGEO

Ouvrages  
hydrauliques



RENOLIT ALKORGEO

## Ouvrages hydrauliques



**RENOLIT Belgium N.V.**  
Industriepark de Bruwaan 9  
9700 Oudenaarde | Belgium  
Phone BELGIUM: +32.55.33.98.24  
Phone NETHERLANDS: +32.55.33.98.31  
Fax: +32.55.318658  
E-Mail: [renolit.belgium@renolit.com](mailto:renolit.belgium@renolit.com)

**RENOLIT Polska Sp.z.o.o**  
ul.Szeligowska 46 | Szeligi  
05-850 Ozarow Mazowiecki | Poland  
Phone: +48.22.722.30.87  
Fax: +48.22.722.47.20  
E-Mail: [renolit.polska@renolit.com](mailto:renolit.polska@renolit.com)

**RENOLIT France SASU**  
5 rue de la Haye BP10943  
95733 Roissy CDG Cedex | France  
Phone: +33.141.84.30.28  
Fax: +33.149.47.07.39  
E-Mail: [renolitFrance-geniecivil@renolit.com](mailto:renolitFrance-geniecivil@renolit.com)

**RENOLIT Hungary Kft.**  
Hegyálja út 7-13  
1016 Budapest | Hungary  
Phone: +36.1.457.81.62  
Fax: +36.1.457.81.60  
E-Mail: [renolit.hungary@renolit.com](mailto:renolit.hungary@renolit.com)

**RENOLIT India PVT. Ltd**  
9, Vatika Business Centre, Vatika Atrium, III Floor  
Block- B, Sector 53, Golf Course Road  
Gurgaon 122002 | India  
Phone: +91.124.4311267  
Fax: +91.124.4311100  
E-Mail: [renolit.india@renolit.com](mailto:renolit.india@renolit.com)

**RENOLIT Italia S.r.L**  
Via Uruguay 85  
35127 Padova | Italy  
Phone: +39.049.099.47.00  
Fax: +39.049.870.0550  
E-Mail: [renolit.italia@renolit.com](mailto:renolit.italia@renolit.com)

**RENOLIT Portugal Ltda.**  
Parque Industrial dos Salgados da Póvoa  
Apartados 101  
2626-909 Póvoa de Santa Iria | Portugal  
Phone: +351.219.568.306  
Fax: +351.219.568.315  
E-Mail: [renolit.portugal@renolit.com](mailto:renolit.portugal@renolit.com)

**RENOLIT Iberica S.A.**  
Ctra. del Montnegre, s/n  
08470 Sant Celoni | Spain  
Phone: +34.93.848.4013  
Fax: +34.93.867.5517  
E-Mail: [renolit.iberica@renolit.com](mailto:renolit.iberica@renolit.com)

**OOO RENOLIT-Rus**  
BP "Rumyantsevo" bld.2, block V, office 414 V  
142784 Moscow region, Leninskiy district | Russia  
Phone: +7.495.995.1404  
Fax: +7.495.995.1614  
E-Mail: [renolit.russia@renolit.com](mailto:renolit.russia@renolit.com)

**RENOLIT Nordic K/S**  
Naverland 31  
2600 Glostrup | Denmark  
Phone: +45.43.64.46.33  
Fax: +45.43.64.46.39  
E-Mail: [renolit.nordic@renolit.com](mailto:renolit.nordic@renolit.com)

**RENOLIT Export department**  
Ctra. del Montnegre, s/n  
08470 Sant Celoni | Spain  
Phone: +34.93.848.4272  
Fax: +34.93.867.5517  
E-Mail: [tiefbau@renolit.com](mailto:tiefbau@renolit.com)

**RENOLIT SE**  
Horchheimer Str. 50  
67547 Worms | Germany  
Phone: +34.93.848.4272  
Fax: +34.93.867.5517  
E-Mail: [tiefbau@renolit.com](mailto:tiefbau@renolit.com)



## Géomembranes recommandées

Le Groupe RENOLIT fabrique et commercialise une gamme très complète de géomembranes en PVC-P, PE ou PP afin de répondre à une grande variété d'application. L'expérience a montré que la géomembrane PVC-P est l'une des mieux adaptée pour réaliser l'étanchéité d'ouvrages hydrauliques de par ses excellentes performances mécaniques, sa soudabilité, sa résistance aux rayons UV et sa durabilité.

Spécifiquement pour les barrages, RENOLIT a développé des géocomposites composés d'une géomembrane PVC-P de forte épaisseur (jusque 5 mm) laminée avec un géotextile en Polyester ou en Polypropylène (jusque 700 g/m<sup>2</sup>) : RENOLIT ALKORPLAN 00418 et 00518.

De plus ce géocomposite peut recevoir une grille de renforcement soit en polyester, soit en verre : RENOLIT ALKORPLAN 00416 et 00516.

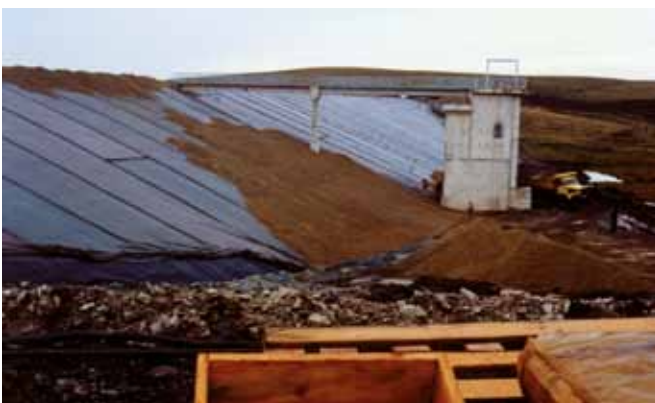
Si nécessaire, ce géocomposite est également disponible en version alimentaire pour le stockage d'eau potable : RENOLIT ALKORPLAN 00426.

## Conception du Dispositif d'étanchéité par géomembrane : D.E.G

Il est impératif d'étudier les conditions géologiques et géotechniques exactes dans lesquelles le système d'étanchéité doit être installé et doit fonctionner afin d'éviter tout dysfonctionnement. Le choix du dispositif d'étanchéité se fait après analyse des paramètres du support.

Constituants du dispositif d'étanchéité par géomembrane :

- Support
  - Couche filtrante
  - Couche(s) drainante(s)
  - Couche support et/ou matériau anti-poinçonnant
- Etanchéité
- Protection
  - Protection synthétique
  - Protection minérale
  - Combinaison



## Préparation du support

Avant de commencer l'installation du système d'étanchéité, le support doit être soigneusement préparé. La surface doit être lisse, sans cailloux pointus, sans végétation et bien compactée pour éviter un tassement différentiel. Il doit être en mesure d'assurer un drainage sous le système d'étanchéité afin d'éviter toute pression négative. Ceci peut aussi être efficacement réalisé avec des tuyaux de drainage intégrés dans la couche support. Les anciens barrages en béton doivent être soigneusement vérifiés et tout dommage doit être réparé avec du mortier.



## Mise en oeuvre du système d'étanchéité

### Couche de protection anti-poinçonnant :

Géotextile de minimum 500 g/m<sup>2</sup> en polypropylène ou en polyester. Il doit être à base de polypropylène en particulier lorsque le support est en béton frais, ou réparé avec du mortier. Le pH élevé du ciment détruit par hydrolyse les géotextiles en polyester.

### Géomembrane:

Le choix de la géomembrane sera pris en fonction du rôle qu'elle doit remplir (PVC-P, PP ou PE)

### Couche de protection:

Il est recommandé de protéger le système d'étanchéité contre différents facteurs extérieurs qui risquent de l'endommager comme les vagues, la vidange rapide de l'eau, le rayonnement UV sur la partie exposée, le vandalisme. Selon l'inclinaison de la pente, cette couche de protection peut être composée d'une combinaison d'un géotextile et d'une couche de protection solide tel qu'un enrochement, du sable, du béton projeté et autre. S'il n'a pas de couche de protection, la géomembrane doit être spécialement conçue pour supporter en toute sécurité les différents facteurs extérieurs existant.

## Installation du géotextile

Le géotextile peut être produit en différentes largeurs. Selon l'ouvrage, la largeur peut être importante. Pour les grandes surfaces, la largeur maximale (jusqu'à 8 m) peut être utilisée. Il peut être utile de combiner deux largeurs différentes afin de couvrir l'ensemble du projet. Un géotextile est difficile à couper, et donc quelques rouleaux courts peuvent aussi aider à alléger le travail.



Mise en place du géotextile



## Installation de la géomembrane

### Préfabrication des panneaux

Pour les ouvrages de moyenne ou grande dimension, (voir pour de petits ouvrages), il est recommandé de préfabriquer des grands panneaux (nappes) dont la taille est à déterminer selon le besoin du chantier. Ceci concerne particulièrement les géomembranes PVC-P qui sont produites en largeur maximale de 2.15 m.

### Avantages de la préfabrication:

- Qualité des soudures en atelier (travail hors intempéries, soudures mécanisées),
- Coût moins important d'un assemblage en atelier que sur chantier,
- Délai de mise en oeuvre sur chantier réduit,
- Nombre de soudures sur chantier réduit, donc moins de risques liés aux intempéries,

→ Temps de contrôle des soudures sur chantier réduit.

Par contre, cette préfabrication nécessite:

- Sur site, des moyens de manutention adéquats capables de transporter et placer les nappes préfabriquées sans les endommager.
  - Réaliser un plan de calepinage conforme aux conditions du site. La soudure doit être réalisée avec une machine automatique. Il est recommandé d'utiliser une machine à double soudure afin d'être en mesure de contrôler la soudure par pression d'air. Dans le cas d'une soudure simple, il est recommandé de la contrôler avec une pointe sèche (ouverture environ 3,0 mm) avec l'aide d'une lance à air.
- Les panneaux préfabriqués sont soit pliés en accordéon dans le cas de géomembranes de faible épaisseur, soit enroulés sur mandrin de grande largeur pour les épaisseurs plus fortes. Ils doivent être emballés de façon à ce que la géomembrane ne soit pas endommagée pendant le transport (caisse bois pour transport maritime, etc.).

### Assemblage des panneaux

Le calepinage est fait d'après les plans d'exécution ou de récolement. Les panneaux préfabriqués seront numérotés pour faciliter les opérations de mise en place sur chantier.

La surface des panneaux préfabriqués varie généralement de 200 à 1.000 m<sup>2</sup> suivant :

- L'épaisseur de la géomembrane
- Les moyens de manutention en atelier et sur chantier
- L'accessibilité et la configuration du site
- Le mode de pliage des nappes préfabriquées.

Pour les membranes PP et PE, il n'est généralement pas nécessaire de préfabriquer des panneaux puisque leur largeur de production peut être supérieure à 5 m.

### Installation sur site

#### Placement de la géomembrane

- L'installation de la géomembrane ou des nappes préfabriquées ne peut être exécutée que si tous les travaux concernant la qualité du support (les couches de granulats, de séparation, de drainage) sont complètement terminés et approuvés par l'ingénieur responsable du site.
- Les géomembranes sont déroulées sans tension et doivent se chevaucher. La largeur de chevauchement (recouvrement) dépend de la machine de soudage utilisée (4 cm à 10 cm). Les machines à double soudure demandent un recouvrement de 8 à 10 cm. Pour la soudure par extrusion un recouvrement minimum de 4 cm est nécessaire.
- La température extérieure doit être prise en considération. Pendant les périodes de fortes températures, l'allongement de la géomembrane peut être important. Dans les climats chauds il est donc recommandé d'effectuer l'opération de soudage tôt le matin lorsque la géomembrane est encore froide de la nuit précédente.

#### Dilatation thermique des différents matériaux:

**PVC-P:** Déplacement de 48 cm pour une longueur de 100 m. avec variation de Température de 50°C (de 20°C à 70°C)

**HDPE:** Déplacement de 120 cm pour une longueur de 100 m. avec variation de Température de 50°C (de 20°C à 70°C)  
Source : Congdon, 1998



Déroulage et mise en place de la géomembrane

### Soudure sur site

La qualité de la soudure dépend des paramètres suivants:

- Propreté de la zone de soudure (nettoyage avec un chiffon propre et sec)
- Bon réglage de la machine (température, vitesse et pression)
- Qualification du personnel.

Les machines utilisées sont à coins chauffants ou à air chaud. Ce type de machine est adapté à toutes sortes de matériaux (PVC-P, PP, PE). Le soudage manuel pour l'exécution des détails et des jonctions en pied de panneaux, se fait avec un appareil à air chaud pour les géomembranes en PVC-P et en PP, et avec une extrudeuse pour les géomembranes en PE.

### Action du vent

La géomembrane doit être lestée après installation. Le vent peut déplacer et soulever les panneaux. En général des sacs de sable ou des vieux pneus sont utilisés comme matériau de lestage.

Dans le cas d'un système protégé, il est recommandé d'exécuter les ouvrages de protection après le contrôle complet de la section exécutée.

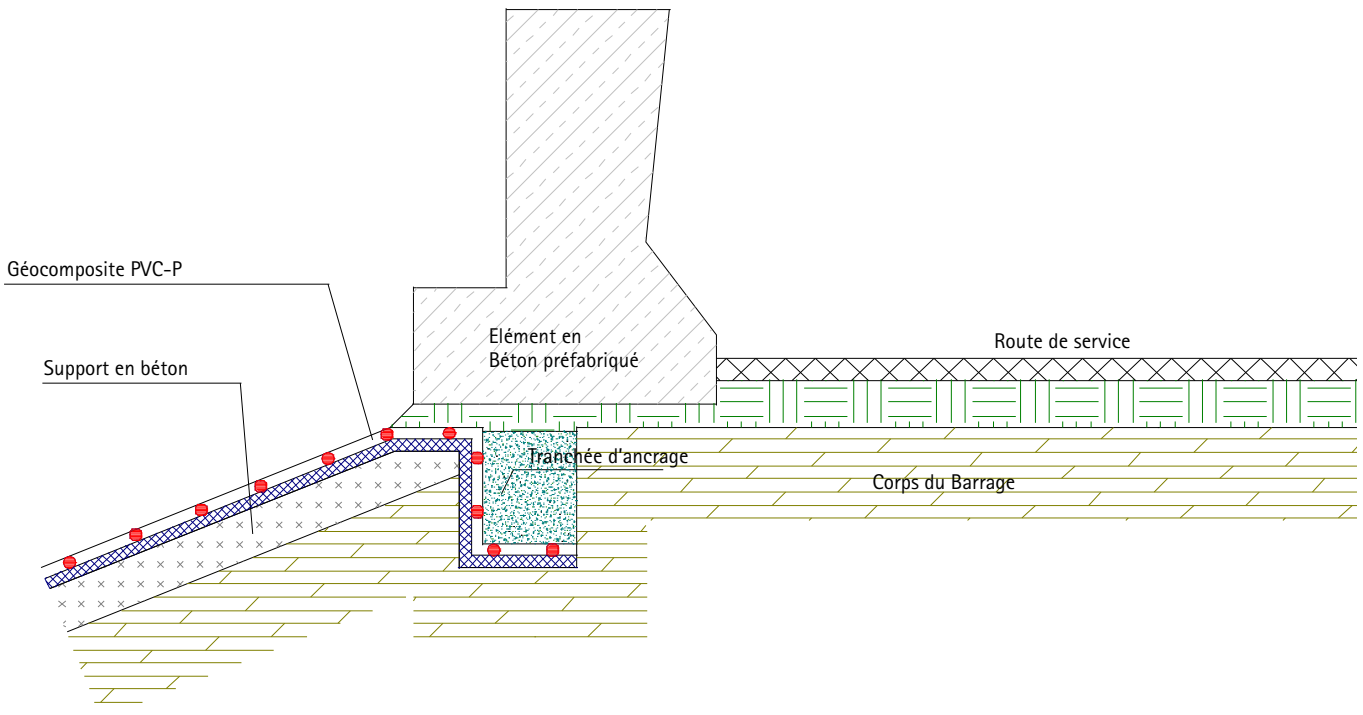


Soudure à air chaud par appareil à double soudure

## Fixation du système d'étanchéité en crête de Talus

Le système d'étanchéité doit être fixé solidement à la crête du talus. Selon le type de système, cette fixation porte le poids du système d'étanchéité.

Il n'est pas toujours possible de réaliser cette fixation avec une tranchée d'ancrage. S'il existe une voie de service en béton, il est alors possible de réaliser un ancrage comme indiqué dans le dessin suivant:



Fixation du Système d'Etanchéité en Tête de Talus

## Fixation intermédiaire du système d'étanchéité

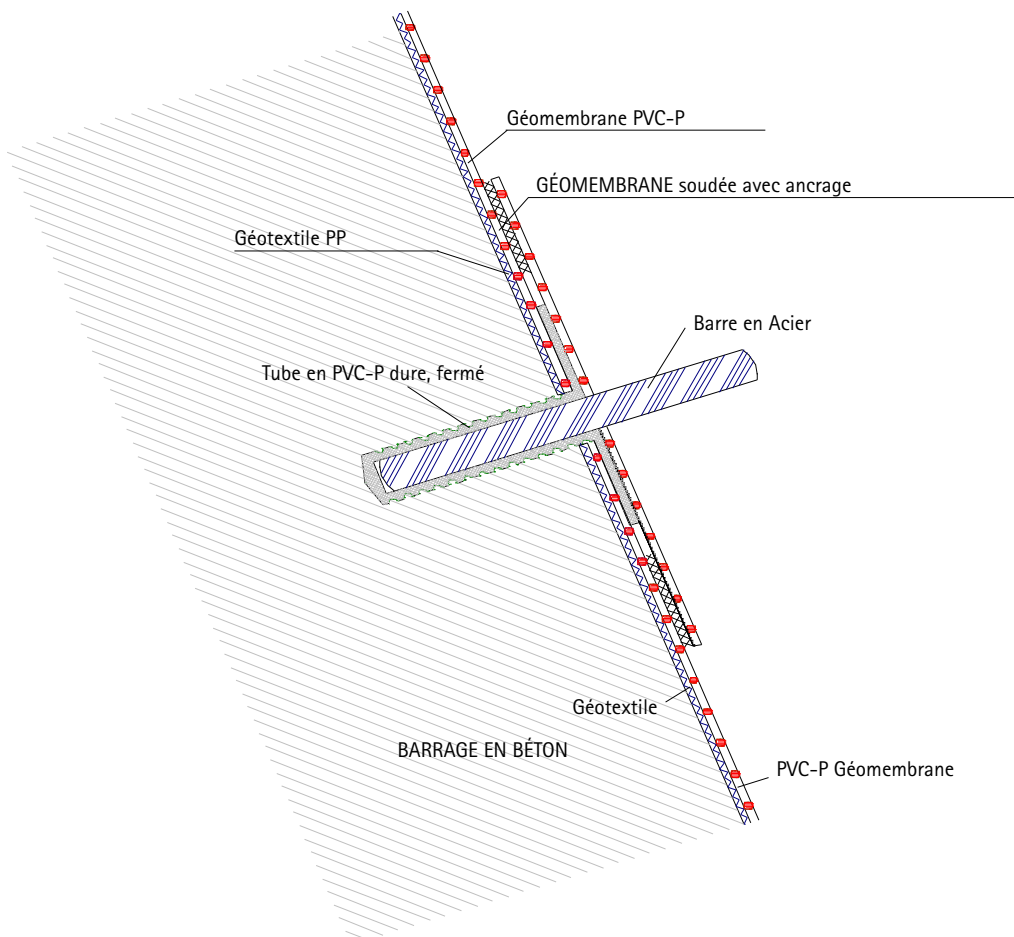
Selon les caractéristiques techniques du barrage (la hauteur, l'inclinaison de la pente, barrage en terre ou en béton, système d'étanchéité protégé ou non protégé), un ou plusieurs ancrages intermédiaires peuvent être nécessaires.

Dans les très hauts barrages en béton, fortement exposés au vent, le système d'étanchéité doit être fixé au support. Sans fixation, la membrane va s'allonger en raison de la traction faite par son propre poids. Une température élevée va encore augmenter ce phénomène et l'épaisseur initiale de la géomembrane diminuera.

Avec l'utilisation d'une géomembrane renforcée ou doublée feutre, ce phénomène peut être largement évité. Dans le cas de l'emploi d'une géomembrane homogène, une fixation intermédiaire est recommandée.

Dans le cas d'un système protégé, la géomembrane doit être fixée au barrage afin que les forces dues au poids de la protection n'aient pas d'influence sur la géomembrane. Cela peut se faire par des ancrages fixés dans le béton. La géomembrane est soudée à la bride de l'ancrage. En cas de protection par du béton projeté, le renforcement du béton peut être fixé au fer à béton de l'ancrage.



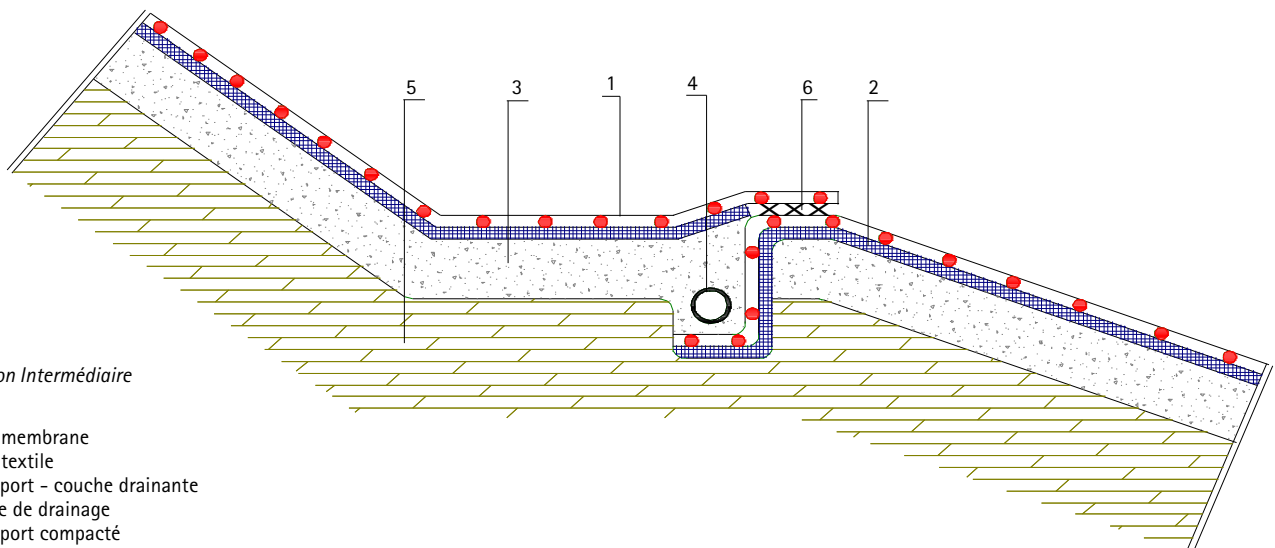


Fixation intermédiaire du système d'étanchéité

Il est également possible d'utiliser d'autres technologies pour réaliser une fixation intermédiaire dans les barrages en béton, tels que l'utilisation de rondelles de fixation ou de bandes de tôles colaminées en PVC-P. Lors de l'utilisation de telles fixations, la géomembrane n'est plus totalement plate sur son support. Des petits plis, qui n'influencent nullement le système d'étanchéité, peuvent apparaître.

Pour les barrages en terre, il est utile d'utiliser une tranchée d'ancrage.

Selon le niveau de la nappe phréatique, un système de drainage peut être intégré dans la tranchée d'ancrage.



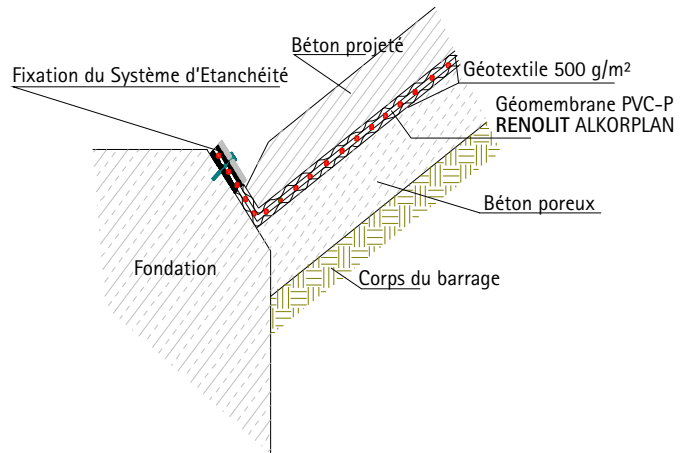
Fixation Intermédiaire

1. Géomembrane
2. Géotextile
3. Support - couche drainante
4. Tube de drainage
5. Support compacté
6. Soudure

## Fixation du système d'étanchéité sur les cotés et sur le fond du barrage

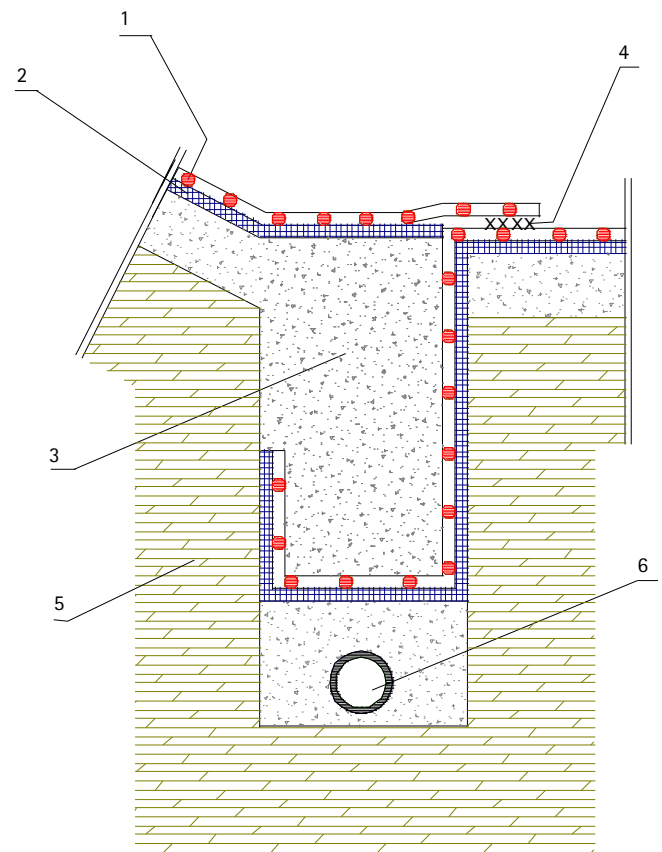
Cette zone est très sensible vu que l'eau stockée peut traverser le barrage à la jonction entre le barrage étanche et les pentes latérales, si le travail n'est pas effectué correctement.

Dans les barrages en béton, la fixation se fait principalement avec l'aide de bride / contre bride. La bride est installée tout autour du barrage, et monte jusqu'au dessus de la plus haute ligne de flottaison. Les matériaux utilisés pour la construction de la bride doivent être en acier inoxydable. L'épaisseur de la bride / contre bride doit être au minimum de 10 mm d'épaisseur. La géomembrane doit être insérée entre deux couches compressibles (EPDM ou similaire) pour garantir une connexion étanche entre le béton et la fixation.



Fixation mécanique au pied du barrage

La fixation en pied pour un barrage en terre peut être construite de la manière suivante :



1. Géomembrane
2. Géotextile
3. Support - couche drainante
4. Soudure
5. Support compacté
6. Tube de drainage



## Soudure

La soudure des membranes s'effectue avec des machines à souder. Elle est réalisée à l'air chaud ou par coin chauffant. Les deux appareils produisent des résultats très satisfaisants.

La soudure manuelle doit être faite de manière très professionnelle. Avec une étanchéité en PVC-P, les détails sont soudés avec un appareil manuel à air chaud. Dans le cas d'étanchéité en Polypropylène, le soudage manuel à air chaud est également possible s'il est de bonne qualité. Par contre, dans le cas d'une étanchéité en Polyéthylène, les détails doivent être soudés au moyen d'une extrudeuse manuelle en ayant au préalable soigneusement préparé la surface de la géomembrane.





## Tests et Contrôles

L'installateur a le devoir de contrôler toutes les soudures sur le site. Pour ce faire, il est nécessaire d'établir un protocole à remplir tous les jours, qui reprend les paramètres suivants:

- la température extérieure le matin, à midi et le soir ;
- Les paramètres de température, pression et vitesse de la machine de soudage tels que déterminés par la procédure de contrôle journalier avec un test de pelage et de résistance à la traction ;
- L'heure de début et de fin de travaux de soudure ;
- le nombre de soudures ;
- Les données obtenues lors des contrôles des soudures (réduction de la pression d'air dans le canal de soudure, après 15 minutes) ;
- essais destructifs de soudure (test de pelage et de résistance à la traction) ;
- mesures de réparation si les soudures n'ont pas passé le contrôle ;
- la signature du représentant du client et l'installateur.

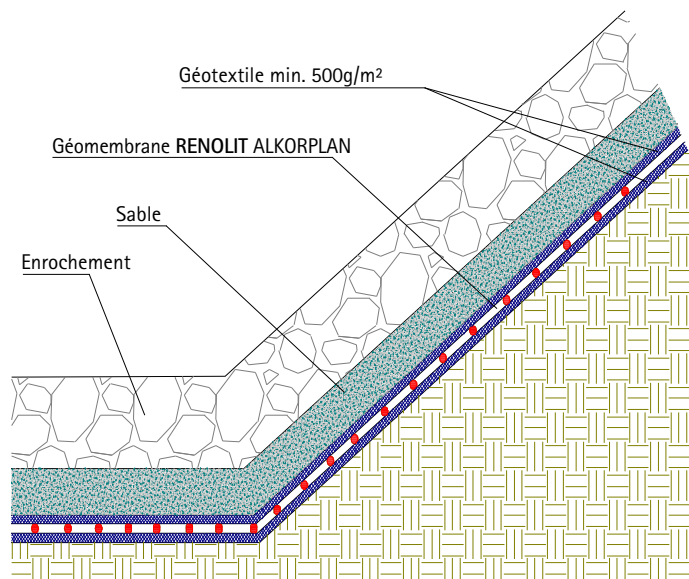


## Protection du système d'étanchéité

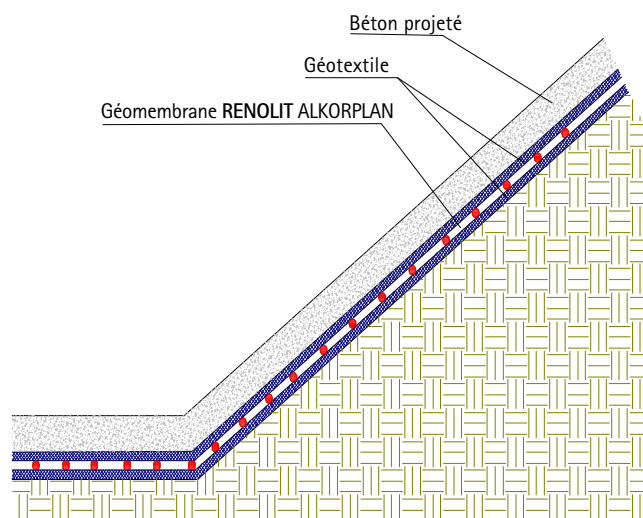
La protection du système d'étanchéité peut être réalisée de beaucoup de manières différentes.

Le paramètre le plus important est la pente. Si elle est inférieure à 25°, le système d'étanchéité peut être protégé par de l'enrochement, une dalle de béton ou similaire. Quant le système d'étanchéité est protégé, il n'est pas nécessaire d'installer de ventilation.

Outre le béton normal, l'enrochement et le béton projeté, de petites dalles de béton peuvent également être utilisées comme une protection.



Système d'étanchéité avec enrochement comme Protection



Système d'étanchéité avec Béton projeté comme protection

## Installation d'un géocomposite

L'avantage de ce système est double :

- pose du complexe géotextile / géomembrane en un passage
- augmentation de la résistance en traction sans diminuer la capacité d'élongation de la géomembrane

Le géocomposite doit posséder une bande de soudure libre (géomembrane sans géotextile) de +/- 8 cm sur un côté afin de permettre la soudure. Cette technologie est souvent utilisée pour réaliser l'étanchéité de barrages verticaux. Le géocomposite doit être fixé verticalement, ce qui peut être réalisé avec des plaques en acier inoxydable. Pour éviter les soudures manuelles sur chantier, il est recommandé de souder, en atelier de préfabrication, des bandes de géomembrane sur le système d'étanchéité afin de n'effectuer que des soudures automatiques sur site.

Ces bandes sont soudées le long du géocomposite avec une machine automatique (telle que celles utilisées pour la toiture) à une distance de 25 cm à 30 cm. Après avoir fixé le système d'étanchéité au barrage avec les plaques en acier inoxydable, les bandes sont soudées entre elles avec une machine automatique double soudure.

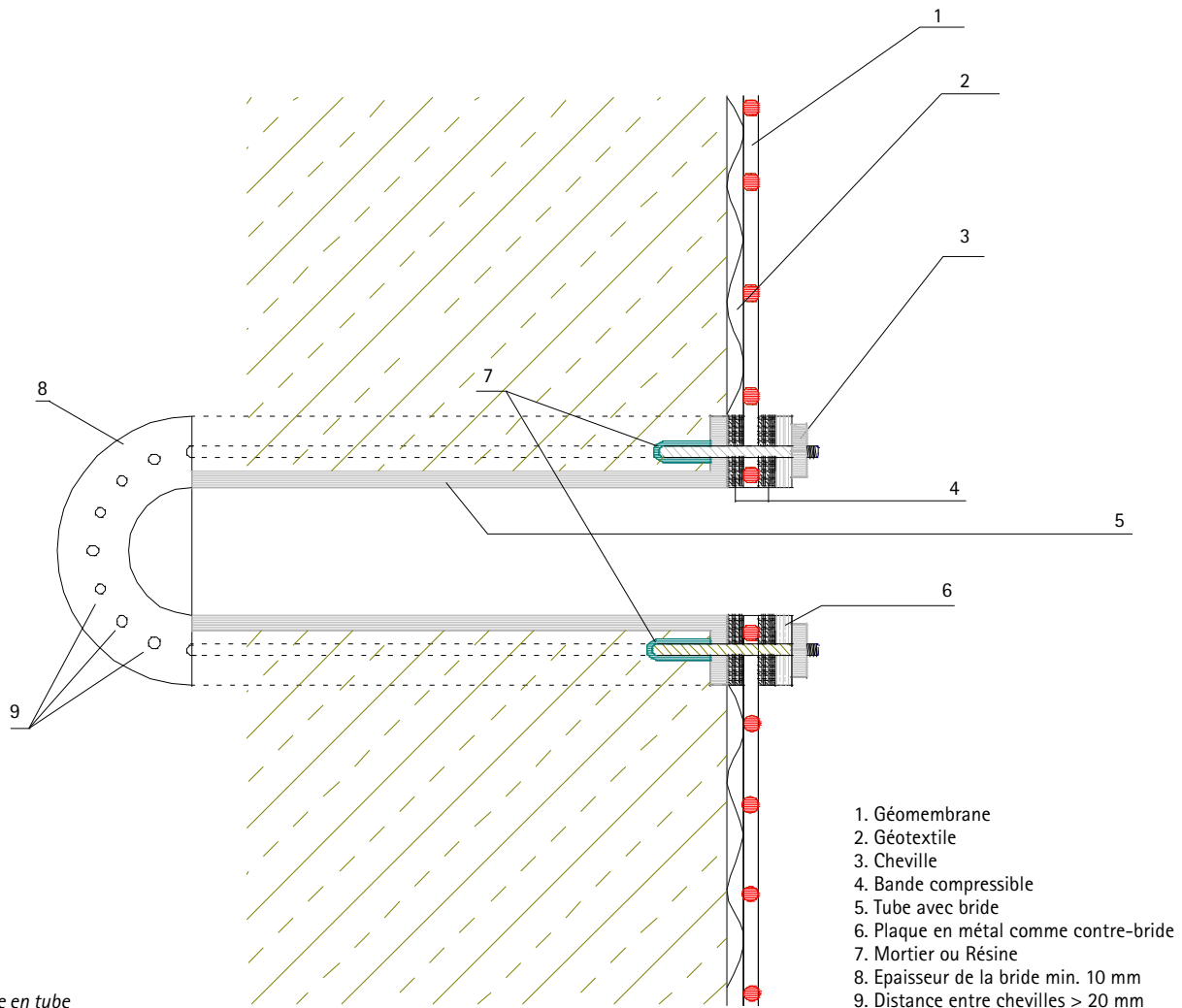


La connexion à la structure en béton à l'aide de bride / contre bride

## Construction spéciale

Les barrages sont construits avec un système de régulation du niveau d'eau, avec des tuyaux d'entrée et de sortie d'eau.

Les connexions entre le système d'étanchéité et ces tuyaux doivent se faire au moyen de bride / contre bride.







*Rely on it.*

RENOLIT Iberica, S.A.  
Carretera del Montnegre, s/n  
08470 Sant Celoni (Barcelona)  
Spain  
Phone: +34.93.848.4000  
Fax: +34.93.867.5517  
renolit.iberica@renolit.com  
www.alkorgeo.com

vinyl<sup>plus</sup>



RENOLIT ALKORGEO