

PRÉSENTATION DU NOUVEAU FASCICULE 10 DU COMITÉ FRANÇAIS DES GÉOSYNTHÉTIQUES

PRESENTATION OF THE NEW FASCICULE 10 OF THE COMITE FRANCAIS DES GEOSYNTHETIQUES

Paul GUINARD,
SOPREMA, Président de l'APRODEG, Animateur du groupe de travail du CFG

RÉSUMÉ – A la demande du Comité Français des Géosynthétiques (CFG), un groupe de travail a réalisé la révision du Fascicule 10 du CFG "Recommandations générales pour la réalisation d'étanchéités par géomembranes". La mise à jour du document de 1991 avait pour objectifs de faire un guide plus pratique qui corresponde aux réalités du terrain tout en intégrant les évolutions normatives pour l'ensemble des projets d'ouvrages hydrauliques, d'ouvrages de confinement (hors installations de stockage de déchets) et des plateformes routières et ferroviaires. Entre 2011 et 2016, le groupe de travail composé d'une vingtaine de membres régulièrement actifs a permis une refonte et une réécriture complète du document afin d'y intégrer de nombreux changements intégrant :

- la conception : intégration de notions de classes de conséquences, obligation d'un géotextile de protection sous la géomembrane, intégration des certifications, définitions de caractéristiques minimales pour les géomembranes ;
- la réalisation : recommandations pour la réalisation du support et du drainage, pour la mise en œuvre de la géomembrane, des assemblages et des raccordements aux ouvrages / couches supérieures ;
- les contrôles, assurances, litiges : conseils de mise en place de contrôles, présentation des rôles des différents intervenants, ajout d'une nouvelle partie sur les assurances et les litiges.

Mots-clés : Fascicule 10, révision, étanchéité, géomembranes.

ABSTRACT – On request of the Comité Français des Géosynthétiques (French Geosynthetic Society), a working group has revised the Fascicule 10 "General recommendations for waterproofing by géomembranes". The target of the update of the 1991's document was to create a more practical guide which respond to sites reality and integrate norm's evolutions for all projects of hydraulics, containment projects (waste dump excluded) and road and train platforms. From 2011 to 2016, the working group composed by 20 active members rewrote completely the document with integration of many changes:

- Conception: introduction of impact classes, necessity of a geotextile as protection under the géomembrane, presentation of certifications, and definition of minimum values for mechanical characteristics;
- Installation: recommendations for substrate and drainage preparation, for geomembrane installation, welding and connections to works / other layers;
- Controls, insurances, litigations: propositions on controls plan, presentation on all parties and roles, new part on insurances and litigations.

Keywords: Fascicule 10, revision, waterproofing, geomembranes.

1. Contexte et objectifs

Le Fascicule 10 du Comité Français des Géosynthétiques (CFG) est un document référence paru en 1991 qui donne des « recommandations générales pour la réalisation d'étanchéités par géomembranes ».

Durant les 50 dernières années, l'utilisation de géomembranes s'est développée pour devenir un des éléments essentiels dans le domaine de l'étanchéité d'ouvrages de génie civil : ouvrages hydrauliques, centres de stockage de déchets, confinements, ouvrages enterrés ou plateformes routières et ferroviaires.

Pourtant, et malgré ce développement important, la France ne s'est pas dotée d'une réglementation relative à l'installation de géomembranes dans tous les domaines.

Le CCTG Fascicule 67 titre III *Étanchéité des ouvrages souterrains* décrit l'utilisation des géomembranes dans les domaines liés aux ouvrages souterrains et régleme cette partie. La révision du document de 2014 a permis d'intégrer les techniques les plus récentes.

Le CCTG Fascicule 74 *Construction des réservoirs en béton* évoque l'utilisation des géomembranes dans les réservoirs. La révision, en cours, de ce document apportera plus d'informations mais l'approche en restera toutefois sommaire.

En ce qui concerne la mise en place de géocomposites dans les installations de stockage de déchets, le CFG a publié le Fascicule 11 *Recommandations pour l'utilisation des géosynthétiques dans les centres de stockage de déchets* qui traite spécifiquement le sujet et définit les sujets importants lors de la conception et de la réalisation des étanchéités dans ce type de projets.

Pour les autres domaines, aucun texte officiel ne traite de la mise en place de géomembranes pour la réalisation d'ouvrages dont la fonction première est l'étanchéité.

Il est donc important que le Comité Français de Géosynthétiques puisse rédiger et réviser régulièrement des recommandations ou des guides afin que la profession puisse profiter de documents de référence regroupant des règles communes et décrivant des meilleures techniques de mise en œuvre. Ainsi le Fascicule 10 requiert une importance particulière car il est devenu le document de référence pour tous les concepteurs, les utilisateurs et les spécialistes de la profession.

Depuis 1991, de nombreuses évolutions normatives et techniques ont entraîné des changements dans les manières de travailler de la profession. En ce qui concerne les produits eux-mêmes, les techniques de production ont progressé permettant l'apparition de produits plus performants et/ou plus économiques, de produits composés, de formes et de couleurs. Ainsi la multiplication des propositions de produits rend parfois plus complexe le choix d'une solution adaptée à un projet.

Pour le concepteur, le choix d'une solution aujourd'hui ne se limite pas à la définition d'un produit mais il doit prendre en compte les caractéristiques du projet dans son environnement et les nombreuses réglementations relatives au type d'installation concernée (loi sur l'eau, eurocodes...).

Pour les applicateurs, l'évolution du marché, aussi bien en termes de volume que d'économie, nécessite la réalisation d'étanchéités par géomembranes toujours plus rapides, toujours moins chères et dans des conditions parfois difficiles. Il est donc important que les règles de base soient édictées afin d'éviter les dérives en guidant vers des projets de qualité.

2. Le groupe de travail et les travaux entrepris

En 2010, le CFG a demandé la création d'un groupe de travail pour la mise à jour du document initial rédigé en 1991. Les objectifs du groupe de travail sont d'intégrer dans le nouveau fascicule d'une part les évolutions normatives et les évolutions techniques mais aussi de le rendre plus lisible et plus pratique en correspondant à des réalités de terrain. Ces objectifs ont été le fil conducteur du groupe de travail durant les années de travail.

Le groupe est tout d'abord animé par Renaud BENCHET et Didier CROISSANT. Il est constitué d'applicateurs, de maîtres d'œuvre, de laboratoires et de producteurs qui regroupent des connaissances dans toutes les phases d'un projet : de la conception à la réalisation. Les nombreuses réunions regroupent généralement entre 15 et 20 personnes.

Entre 2010 et fin 2014, le groupe a précisé les objectifs, mis en place le nouveau plan, a collecté de nombreuses informations et a débuté la rédaction. Des sous-groupes de travail ont été créés afin de rédiger des parties spécifiques : contrôles et réception, assurance de la qualité, garanties, assurances, litiges ainsi que les annexes.

Mi 2015, l'animation du groupe de travail est reprise par Paul GUINARD et Didier CROISSANT, de nouveaux participants sont inscrits et les travaux des sous-groupes sont achevés puis compilés dans le document de travail.

Lors des réunions de 2015 et 2016, le groupe de travail a refait une lecture complète, corrigé et rédigé les parties qui ne l'étaient pas encore. Des illustrations ont été ajoutées et les tableaux de données ont été complétés.

En mai 2016, la rédaction par le groupe de travail est terminée et le document de travail est envoyé à tous les membres du CFG pour relecture et avis. Environ 180 remarques techniques ou lexicales sont reçues. Le groupe de travail les a toutes examinées, intégrées ou rejetées selon leur intérêt au cours de séances de relecture.

3. Le contenu du nouveau Fascicule 10 et les grands changements

Dès le début des travaux de mise à jour, il est apparu nécessaire de remanier l'organisation du document afin d'y insérer les parties liées à la mise en œuvre dans un chapitre *Réalisation de l'ouvrage* mais aussi de compléter les chapitres *Contrôle et réception*, *Assurance de la qualité* et *Garanties, assurance, litiges*, notions qui n'étaient que très peu abordées dans le document initial.

Le plan du nouveau document se présente ainsi :

1. Présentation du fascicule
2. Présentation des dispositifs d'étanchéité par géomembranes (DEG)
3. Conception
4. Réalisation de l'Ouvrage
5. Contrôle et réception
6. Assurance de la qualité
7. Garanties, assurances, litiges

Annexe A : Glossaire, abréviations

Annexe B : Bibliographie et documents normatifs

Annexe C : Caractéristiques et performances minimales de GMB

Annexe D : Eléments d'aide à la rédaction d'un Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP)

3.1. Présentation du fascicule

Dans la version précédente, le domaine d'application visé était composé comme suit :

- Bassins à eau claire, de décantation ou à liquide polluant (par exemple bassins de lagunage aéré ou naturel et fosses à lisier),
- Centres d'Enfouissement Technique (CET),
- Aires de lixiviation,
- Canaux, fossés et rigoles
- Barrages
- Routes et voies ferrées
- Tunnels et galeries,
- Cuvelages.

Le domaine d'application du nouveau fascicule est réduit à :

- Ouvrages hydrauliques (barrages, bassins, canaux, fossés...)
- Ouvrages de confinement de matières solides et liquides
- Plateformes routières et ferroviaires

En effet, le Fascicule 11 du CFG paru entre temps traite les parties spécifiques des CET et des ouvrages attenants, le CCTG Fascicule 67 titre III régleme les travaux en tunnels et galeries et les cuvelages¹.

Il est toutefois à préciser que de nombreuses informations du Fascicule 10 concernant la mise en place de DEG sont applicables à tous les types d'ouvrages : transport, stockage, mise en place, techniques d'assemblage, contrôles... Cet ouvrage peut donc être utilisé de manière complémentaire aux documents existants².

3.2. Présentation des dispositifs d'étanchéité par géomembranes (DEG)

Le nouveau fascicule définit un Dispositif d'Etanchéité par Géomembrane (DEG) comme un dispositif qui :

- est étanche aux liquides et aux gaz :
 - en partie courante,
 - aux assemblages entre lés,

¹ Les cuvelages hors bâtiment sont traités dans le CCTG Fascicule 67 titre III et les cuvelages bâtiment sont réalisés en conformité avec les recommandations du DTU 20.1.

² Le Fascicule 10 du CFG n'a pas été soumis à la procédure d'homologation et ne peut être en aucun cas assimilé à une norme française. Son utilisation relève uniquement d'une démarche volontaire.

- aux raccordements (fixations) aux ouvrages associés (structures en béton ou en métal, canalisations, etc...)
- doit conserver cette étanchéité compte-tenu des contraintes :
 - de mise en œuvre (par exemple : poinçonnement dynamique, ...),
 - de service (par exemple : poinçonnement, tassements différentiels, vieillissement climatique...),
 - d'exploitation (par exemple : agressivité chimique du milieu, contraintes mécaniques liées à l'entretien des ouvrages).

Une géomembrane a comme seule fonction l'étanchéité. Compte-tenu des différentes contraintes précitées et des différents autres critères à prendre en compte, elle doit être intégrée dans un dispositif comportant plusieurs structures ayant chacune une fonction : le DEG.

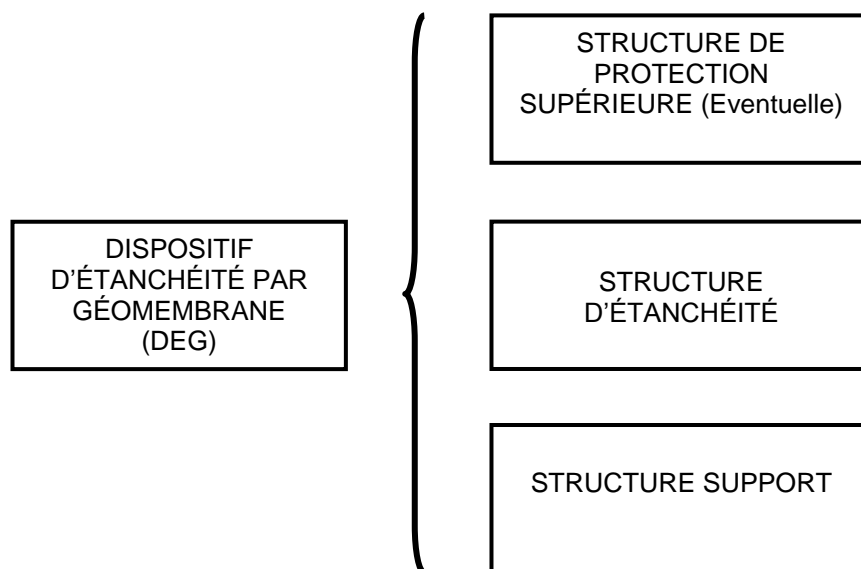


Figure 1. Constitution d'un DEG.

Les fonctions et la constitution des trois structures formant le DEG font l'objet du chapitre 2 du document.

Il est à noter que la structure support est nécessaire à la bonne mise en œuvre de la structure d'étanchéité. Elle n'est plus « éventuelle ». Quels que soient la nature ou l'état du fond de forme, il est nécessaire de mettre en place une structure support qui comprend la couche de forme et la couche support avec les drainages éventuels et la protection inférieure de la structure d'étanchéité.

En ce qui concerne la structure d'étanchéité, le nouveau texte prend en compte la nouvelle norme NF P84-500 *Géomembranes, Dictionnaire des termes relatifs aux géomembranes* qui a été révisée en 2013. Cette norme française regroupe les définitions des termes liés aux géomembranes et en particulier celle de la géomembrane comme suit :

Produit manufacturé adapté au génie civil, d'une largeur de 1,50 m (- 0,05 m) minimale, mince, souple, continu, étanche aux fluides à la sortie de la chaîne de fabrication, d'épaisseur effective de 1,00 mm minimum sur toute la surface du lé et soudable en continu, quelles que soient les faces des lés en contact, par soudure thermique, par vulcanisation ou par bandes adhésives autocollantes selon la nature du produit.

Toutes les notions contenues dans cette définition ont été reprises et commentées dans le texte mais il est essentiel de rappeler que les géomembranes n'ont qu'une seule fonction : assurer l'étanchéité.

Il existe différentes familles de géomembranes :

- géomembranes bitumineuses : à base de bitume oxydé ou de bitume modifié par des polymères ;
- géomembranes polymériques : PVC-P (polychlorure de vinyle plastifié), PEHD (polyéthylène haute densité), PP-F (polypropylène flexible) et EPDM (élastomère éthylène-propylène diène terpolymère).

Chacune de ces géomembranes a des caractéristiques et comportements différents qui doivent être pris en compte lors du choix du produit. Les caractéristiques principales sont listées en annexe C et des valeurs minimales y sont proposées. Les principaux comportements des produits de chaque famille sont

présentés dans le document. C'est l'étude de ces caractéristiques et de ces comportements qui va permettre au concepteur de choisir la géomembrane la plus adaptée au projet étudié et ainsi de déterminer les besoins aussi bien pour la couche support que pour l'éventuelle couche de protection.

Dans le cas d'une géomembrane protégée, une couche de protection supérieure de la structure d'étanchéité est mise en œuvre. Ses caractéristiques dépendent de l'aptitude de l'ensemble "structure support - structure d'étanchéité" à réagir, sans perte de ses caractéristiques, aux différentes sollicitations extérieures qui lui sont imposées tant au cours du chantier que par la suite en cours d'exploitation de l'ouvrage. La couche de protection peut aussi avoir un aspect esthétique assurant une meilleure intégration paysagère. Il est important de rappeler que la structure de protection doit être auto-stable afin de ne pas exercer d'efforts de traction sur la géomembrane.

Des illustrations sont intégrées au document afin de présenter différentes situations réelles de projets.

3.3. Conception

Il est facile de dire qu'une bonne conception est essentielle à la réussite d'un projet. Toutefois, de nombreux paramètres sont à prendre en compte pour assurer le dimensionnement et le choix des matériaux adaptés. Les principaux paramètres à prendre en compte dès le début de la phase de conception du DEG sont :

- Classe de conséquences,
- Caractéristiques du site,
- Rôle de l'ouvrage,
- Géométrie de l'ouvrage,
- Nature des produits stockés,
- Conditions de réalisation,
- Conditions d'exploitation et d'entretien.

Ces paramètres peuvent être classés en 3 parties : ceux liés à la conception proprement dite de l'ouvrage, ceux liés à l'exploitation de l'ouvrage et ceux liés à la documentation et à la réglementation.

3.3.1. Paramètres liés à la conception

La première notion nouvelle intégrée dans la Fascicule 10 est la prise en compte de la classe de conséquences de l'ouvrage. Les classes de conséquences sont définies dans l'Eurocode 0. Elles permettent de classer le niveau de risques pour l'environnement en cas d'une défaillance importante de l'ouvrage. La nécessité de l'évaluation de la classe de conséquence implique naturellement l'obligation de réaliser une étude complète des facteurs structuraux, géométriques, environnementaux...

Les paramètres liés aux caractéristiques spécifiques à l'ouvrage et à son site ont été étudiés : les conditions géométriques, les conditions climatiques, les impacts des fluides adjacents, les facteurs liés aux agressions diverses (poinçonnement des produits...) et les conditions géologiques. La compatibilité et la fonctionnalité de la conception peuvent être vérifiées par la réalisation d'une planche d'essai.

3.3.2. Paramètres liés à l'exploitation de l'ouvrage

La partie de la conception relative à l'exploitation de l'ouvrage était très peu traitée dans le Fascicule 10 de 1991. Il a paru nécessaire au groupe de travail de bien mettre en avant l'objectif final de l'ouvrage : son exploitation sur une période la plus longue possible.

Ainsi, les considérations liées à la sécurité des personnes et à l'entretien sont rappelées ainsi que des mesures à prendre pour assurer l'exploitation dans de bonnes conditions.

Les principaux éléments pouvant impacter la durabilité des géomembranes sont listés et expliqués afin de permettre au concepteur de vérifier si cela est applicable au projet et la nécessité ou pas de prendre en compte un ou plusieurs de ces éléments.

Durant l'exploitation de l'ouvrage, de nombreuses agressions par des facteurs extérieurs peuvent survenir : végétation, vandalisme, animaux, intempéries... Pour chaque type d'événement, le nouveau Fascicule 10 présente les points importants à prendre en compte.

Pour tous les ouvrages hydrauliques, les mouvements des fluides sont à prendre en compte : les éventuels courants mais aussi les vagues et le batillage. Il est aussi nécessaire dans la phase de conception d'anticiper le débit de fuite admissible de l'ouvrage.

Par ailleurs, certains ouvrages peuvent présenter des exigences particulières telles que des exigences sanitaires. Il conviendra de préciser dans les pièces du marché les attestations nécessaires pour l'agrément des produits.

3.3.3. Pièces techniques

Le concepteur, afin de réaliser un choix de DEG ou de valider une solution technique devra se procurer auprès des fabricants ou des distributeurs les documents suivants :

- Notice technique,
- Cahier des charges de pose du fabricant de géomembrane,
- Marquage CE,
- Eventuellement des certifications ou des agréments techniques.

La notice technique (ou fiche technique) et le cahier des charges de pose doivent définir les caractéristiques des produits ainsi que leur domaine d'application.

Le marquage CE est obligatoire pour les géosynthétiques. Le marquage CE n'est pas un gage de qualité mais un « passeport » au travers de l'Europe. Chaque produit doit être marqué selon une ou plusieurs normes qui correspondent à un domaine d'application. Il appartient aux utilisateurs de vérifier la concordance entre le marquage CE du produit et le domaine dans lequel il souhaite l'appliquer.

Des certifications ou des agréments techniques peuvent éventuellement être demandés en fonction de l'utilisation du produit. Par exemple, l'ASQUAL, association du CFG, propose des certifications pour les géotextiles et produits apparentés et les géomembranes.

3.4. Réalisation de l'ouvrage

En préambule, il est à rappeler que la réalisation d'un DEG nécessite, d'une part, de réaliser des travaux de terrassement et, d'autre part, des travaux d'étanchéité. Bien que complémentaires, ce sont deux spécialités différentes et il convient de préférence de séparer les marchés de travaux.

Quels que soient le niveau et la qualité de la conception, la réalisation de l'ouvrage est un élément essentiel dans le succès d'un projet. Une attention toute particulière doit être portée sur les techniques utilisées et le choix des entreprises pour toutes les étapes de la réalisation de l'ouvrage : le fond de forme, la structure support, la mise en place des lés, leur assemblage, leurs ancrages et les raccordements aux autres ouvrages.

3.4.1. Fond de forme

La préparation du fond de forme est à la charge du terrassier. Il conviendra de supprimer la végétation, de préparer les pentes (en particulier en fond d'ouvrage), d'assurer le compactage et de préparer les crêtes des talus de manière à assurer la réalisation des tranchées d'ancrages du DEG et la circulation.

3.4.2. Structure support

En continuité du fond de forme, la structure support est composée de la couche de forme et des drainages eau et gaz.

Suivant sa nature, la couche de forme est réalisée par le terrassier (matériaux granulaires), par l'entreprise de gros-œuvre (béton) ou par l'étancheur (géosynthétiques). Dans tous les cas, la réalisation de la couche de forme doit prendre en compte les exigences des produits utilisés dans le DEG : compatibilité chimique, niveau de finition, protection contre le poinçonnement.

3.4.3. Exécution de l'étanchéité

L'étanchéité doit être réalisée par une entreprise spécialisée et assurée pour cette activité.

Dans un premier temps, l'entreprise doit s'assurer de l'intégrité des rouleaux des géosynthétiques. Pour cela, elle s'assure que le transport, le déchargement et la mise en stockage sont réalisés dans les conditions prescrites par le producteur. Par ailleurs, elle vérifie la traçabilité des rouleaux grâce à son étiquetage qui reprend les informations réglementaires.

Dans un deuxième temps, l'entreprise mettra en place les lés de la géomembrane en assurant la manutention et le déroulage / dépliage des géomembranes sur le site.

Une fois la géomembrane en place, l'entreprise devra assembler les lés en utilisant la méthode et les moyens appropriés au matériau choisi (voir tableau 1 ci-dessous).

Tableau 1. Moyens nécessaires pour les assemblages.

		PVC-P	PP-F	PEHD	BITUME	EPDM
APPAREILS DE SOUDAGE	Machine automatique à Double	1 par soudeur + 1 en	1 par soudeur + 1 en	1 par soudeur + 1 en	/	/

	soudure	réserve par chantier	réserve par chantier	réserve par chantier		
	Soudeuse manuelle air chaud	1 par équipe	1 par équipe	/	/	/
	Extrudeuse manuelle	/	1 par chantier + 1 en réserve par chantier	1 par chantier + 1 en réserve par chantier	/	/
	Chalumeau à gaz avec accessoires	/	/	/	1 par soudeur + 1 en réserve par chantier	/
MATERIAUX D'ASSEMBLAGE		/	Fil ou granule pour extrusion	Fil ou granule pour extrusion	/	Primaire et « tape »

Les assemblages sont réalisés avec des largeurs de recouvrement entre lés qui varient suivant la famille de géomembrane (voir tableau 2 ci-dessous).

Tableau 2. Largeur des recouvrements nécessaires pour les assemblages.

Mode d'assemblage		PVC-P	PP-F	PEHD	Bitume	EPDM
Double soudure automatique	Recouvrement	≥ 10 cm	≥ 15 cm	≥ 15 cm		
	Largeur de soudure	2 fois 12 mm minimum (+ canal central)	2 fois 12 mm minimum (+ canal central)	2 fois 12 mm minimum (+ canal central)		
Soudure manuelle	Recouvrement	≥ 10 cm	≥ 15 cm			
	Largeur de soudure	25 à 50 mm	25 à 50 mm			
Extrusion	Recouvrement		≥ 3 cm	≥ 3 cm		
	Largeur de soudure		Largeur du cordon d'apport	Largeur du cordon d'apport		
Chalumeau	Recouvrement				≥ 20 cm	
	Largeur de soudure				Totalité du recouvrement	
« Tape »	Recouvrement					≥ 10 cm
	Largeur d'assemblage					54 à 71 mm

Les recommandations pour les assemblages de chaque type de géomembranes sont détaillées dans le document.

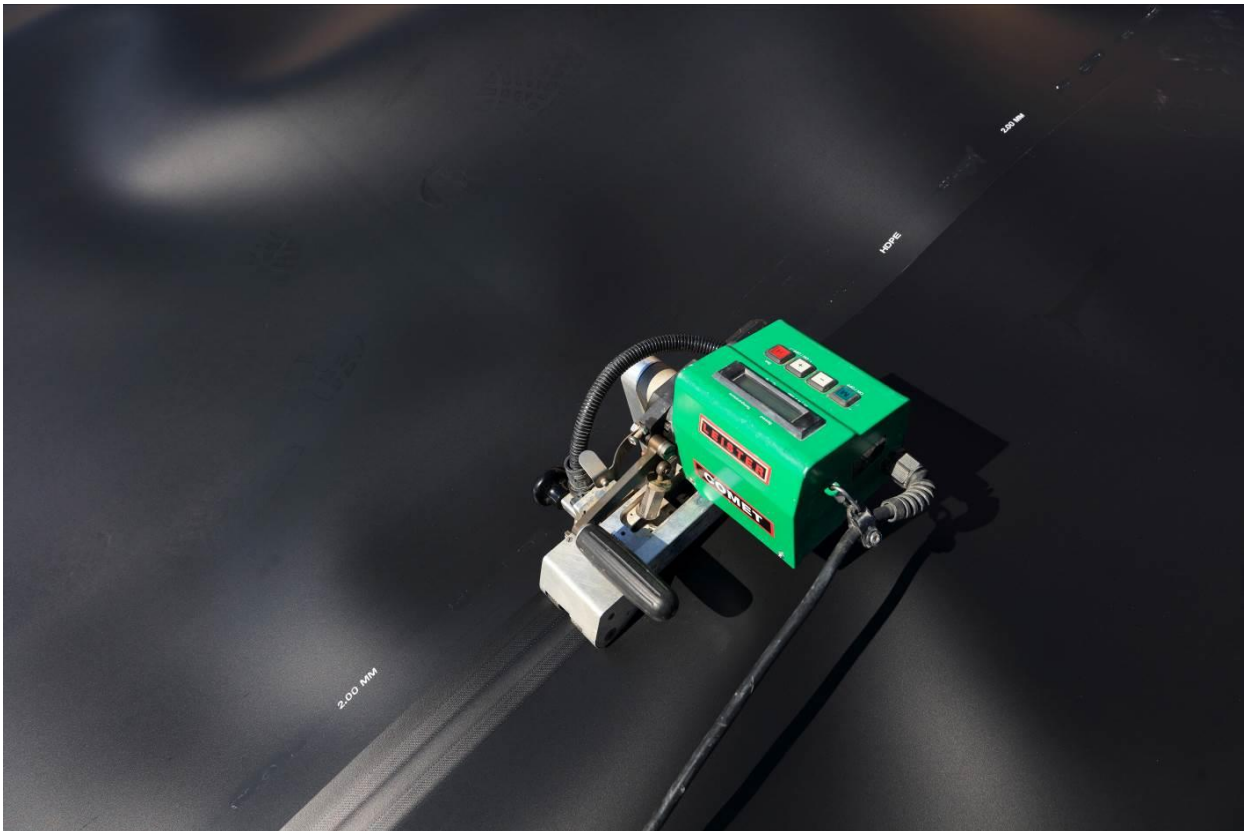


Figure 2. Exemple de double soudure automatique sur géomembrane PEHD.

Les ancrages de la géomembrane sont réalisés, suivant les cas, en tête, en pied ou dans les parties intermédiaires. Les recommandations pour le dimensionnement des ancrages sont données pour les géomembranes exposées et pour les géomembranes protégées. Ils peuvent être réalisés soit à l'aide de tranchées d'ancrage, soit grâce à l'utilisation de sections pesantes, soit mécaniquement.

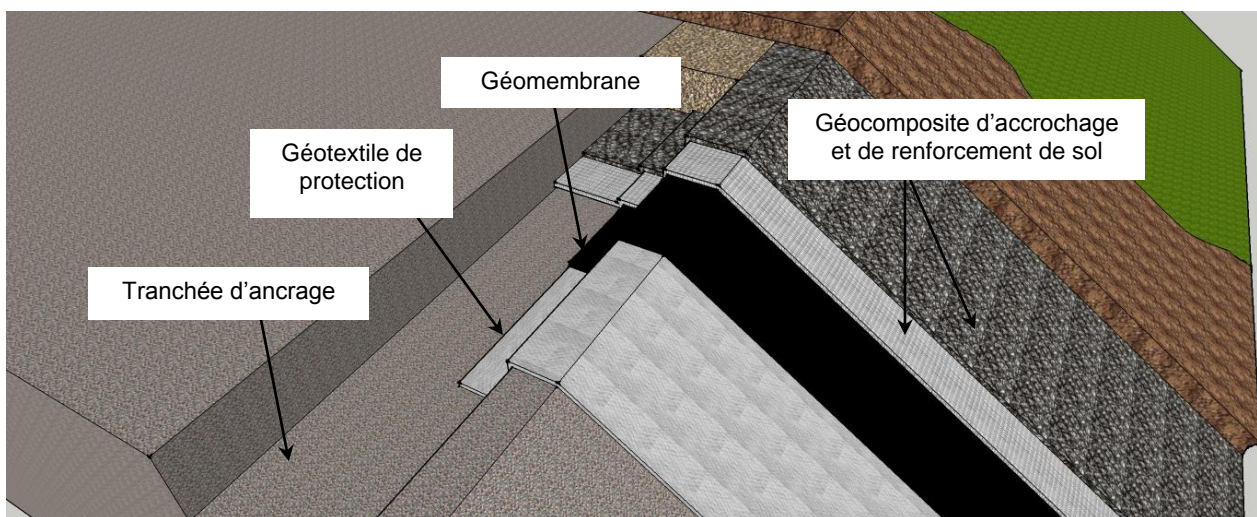


Figure 3. Exemple de principe de réalisation d'une tranchée d'ancrage pour une géomembrane protégée.

La plupart du temps, le raccordement de la géomembrane sur les ouvrages annexes est réalisé sur des ouvrages en béton. Pour les géomembranes bitumineuses, ce raccordement peut se faire par soudage de la géomembrane sur le béton. Pour les géomembranes thermoplastiques, le raccordement doit être mécanique et est généralement réalisé par fixation d'un réglet métallique qui, par compression d'un joint, assure aussi l'étanchéité.

Les entreprises d'application peuvent disposer de labels, certifications ou qualifications. La certification donne une assurance écrite (certificat de conformité) qu'un service satisfait aux exigences spécifiées dans un référentiel de certification. La qualification atteste de la compétence, du professionnalisme de l'entreprise et de la présomption de sa capacité à réaliser une prestation technique dans une activité donnée. L'ASQUAL propose, par exemple,

- une certification de service pour l'activité de soudage de l'entreprise, habilitant des soudeurs à assurer des soudures étanches et résistantes en fonction des matériaux des géomembranes utilisés,
- une certification de service pour l'activité de responsabilité de chantier où des responsables de chantiers sont habilités à délivrer le service attendu,
- une qualification d'entreprises.

3.4.4. La structure de protection

La mise en œuvre de la structure de protection doit être réalisée sans endommagement de la géomembrane. Cette opération est délicate et n'est généralement pas réalisée par l'entreprise d'étanchéité. Il est donc nécessaire que les équipes travaux soient en contact afin que toute éventuelle dégradation puisse être réparée rapidement.

3.5. Contrôles et réception

La partie traitant des contrôles et de la réception correspond à un chapitre important du document. En effet, l'ensemble des contrôles s'appliquant au DEG ont été énumérés qu'ils relèvent du contrôle interne, externe ou extérieur :

- contrôles documentaires avant et pendant toute la durée du chantier,
- contrôles de la mise en œuvre du DEG durant la phase de mise en œuvre.

Les recommandations du document portent sur :

- les contrôles de l'organisation du chantier (traitée dans le PAQ),
- les contrôles des zones de stockage et de manutention des produits,
- les contrôles de réception des matériaux sur le chantier,
- la réalisation d'éventuelles planches d'essais et/ou d'épreuves de convenance,
- les contrôles nécessaires à la réception de la couche support,
- les contrôles des plans de calepinage et du plan de phasage des travaux,
- les contrôles de la mise en œuvre de la géomembrane.

Dans cette dernière partie, le rôle et les actions menées par les contrôles interne, externe et extérieur sont définis.

Les différentes méthodes de contrôles sont ensuite présentées en distinguant les contrôles destructifs et les contrôles non destructifs.

Enfin, le contrôle des couches supérieures est réalisé.

L'ensemble des contrôles sont reportés dans le dossier des ouvrages exécutés (DOE) qui comporte à minima les pièces suivantes :

- le PAQ,
- les moyens humains (liste nominative) et matériels,
- le plan de récolement (avec identification des assemblages),
- des photos,
- le journal de chantier,
- la fiche de réception support et matériaux,
- les fiches de contrôle des soudures visées par le responsable,
- les fiches d'identification des non conformités et leur traitement,
- le dossier des interventions ultérieures sur ouvrages (DIUO).

3.6. Assurance de la qualité

La qualité de l'ouvrage correspond à la satisfaction du besoin défini par le maître d'ouvrage et l'obtention de cette qualité doit prendre en compte :

- la conformité des matériaux,
- l'exécution correcte des tâches,

- l'ordonnancement correct des tâches,
- les aléas possibles.
-

Le chapitre sur l'assurance de la qualité rappelle dans une première partie le vocabulaire spécifique à la terminologie Qualité.

Le rôle et les documents à produire pour chacun des intervenants (de la conception jusqu'à l'exploitation) pour la bonne organisation des actions qualités sont repris.

Les informations contenues à minima dans un Plan d'Assurance Qualité (P.A.Q.) sont rappelées.

3.7. Garanties, assurances, litiges

Afin de préciser les responsabilités de chacun, le rôle, les compétences et les obligations de chacun des intervenants sont définis : le maître d'ouvrage, le contrôle extérieur, maître d'œuvre et l'entreprise (avec les fournisseurs et les sous-traitants éventuels).

La garantie à fournir au maître d'ouvrage est constituée de l'ensemble des garanties fournies par les différentes entreprises qui sont intervenues sur l'ouvrage. Ces garanties peuvent concerner :

- pour la durée d'application de la garantie du DEG : une garantie du bon comportement au vieillissement des géomembranes, des géotextiles et des couches de protection,
- pour l'étanchéité : une garantie sur l'intégrité de la géomembrane et de ses assemblages justifiée par les résultats des contrôles qualité des produits et des travaux exécutés. Ces garanties conduisent à un engagement sur un débit de fuite maximal convenu,
- pour la surveillance de l'ouvrage : une garantie sur le fonctionnement du système de filtration et de drainage.

Les domaines d'application concernés par le présent Fascicule 10 ne sont pas soumis à l'assurance obligatoire de responsabilité décennale. Néanmoins, dans certain cas, le maître d'ouvrage peut demander une assurance spécifique dont les modalités devront être précisées contractuellement.

En cas de litige, un règlement à l'amiable entre les intervenants est la solution à privilégier. Dans le cas contraire, le litige est soumis à l'arbitrage conformément au règlement de la FNTP et éventuellement à une procédure judiciaire.

3.8. Annexe A : Glossaire

Le glossaire du Fascicule 10 a été repris, complété (ou simplifié parfois) et mis à jour. En particulier, ont été d'intégrées les définitions de la norme NF P84-500 révisée en 2013.

3.9. Annexe B : Bibliographie et références normatives

L'annexe B se veut comme une liste non exhaustive de la bibliographie et des références normatives mais elle reprend les documents principaux qui servent à la réalisation des ouvrages intégrant des géomembranes.

3.10. Annexe C : Caractéristiques minimales des géomembranes

L'annexe C du nouveau document présente un ensemble de valeurs minimales raisonnables pour des caractéristiques et des performances des géomembranes : traction, poinçonnement, perméabilité, résistance des assemblages...

3.10.1. Caractéristiques mécaniques

Présentées par famille mais aussi par épaisseurs, elles peuvent servir de base à la définition des caractéristiques d'une géomembrane pour un projet donné. D'une part, ces tableaux permettent de rappeler aux concepteurs les principales caractéristiques et performances qui doivent être définies dans un CCTP mais aussi de lui fournir des valeurs de base pour vérifier l'adéquation entre ses besoins et les principaux produits et leurs épaisseurs.

Il est à noter que ces données peuvent aussi servir de base pour la mise en place de référentiels de certification. En particulier, certaines de ces valeurs seront reprises dans les prochains référentiels de la certification ASQUAL géomembranes.

3.10.2. Résistance des assemblages

Les résistances des assemblages ont été l'occasion de nombreux échanges. En effet, aucun document ne proposait jusqu'à ce jour un ensemble de données chiffrées présentant des valeurs de références pour les essais mécaniques de résistance des assemblages.

Ainsi, dans un premier temps, un groupe de travail spécifique, animé par Yves GERARD a été mis en place afin de collecter des données pour permettre la création d'une base de données suffisantes pour établir des critères d'acceptabilité des assemblages sur chantier. La difficulté de cette collecte est de pouvoir réunir des résultats sur tous les matériaux et dans la plupart des épaisseurs significatives du marché.

Dans un deuxième temps, des essais croisés ont été menés afin de réaliser des assemblages dans des conditions « identiques » : même jour, même lieu, mêmes soudeurs, mêmes conditions climatiques. Sur la base de géomembranes de toutes familles et de fournisseurs différents, de nombreux assemblages ont été réalisés puis testés dans les laboratoires participants. Les résultats ont été compilés dans le rapport final de ce groupe de travail. C'est ce rapport qui a servi comme base de travail aux producteurs et applicateurs pour la réalisation des tableaux regroupant les caractéristiques minimales pour chaque type de géomembranes et pour chaque épaisseur de produit :

- facteur de soudage pour les géomembranes PEHD et bitumineuses,
- pelage pour les géomembranes PVC-P, PPF et EPDM.

Il est à noter que ces données indicatives ont été obtenues par des essais réalisés dans des conditions normales de réalisation et ne représentent pas la totalité des cas pouvant être rencontrés sur les chantiers : présence d'eau, pentes importantes, conditions particulières...

3.11. Annexe D : Eléments d'aide à la rédaction d'un CCTP

Le groupe de travail s'est attaché à reprendre un document existant et proposé par le CFG sur son site internet : « Guide pour la rédaction d'un Cahier des Clauses Techniques Particulières ». Ce guide ne propose pas de rédaction mais est une liste des points à prendre en compte, lorsqu'applicables, dans un CCTP. Il est applicable dans la plupart des projets intégrant des géosynthétiques et ne se limite donc pas au strict domaine d'application du Fascicule 10.

Ce guide a ainsi été complété afin de prendre en compte les points clés contenus dans le nouveau Fascicule 10.

Afin de ne pas surcharger le Fascicule 10 et de permettre aux autres groupes de travail du CFG de faire aussi évoluer ce guide de rédaction d'un CCTP, il a été décidé de ne pas intégrer le texte dans l'annexe mais de faire un renvoi au site internet du CFG sur lequel le document est en libre téléchargement : <http://www.cfg.asso.fr/publications/documents-de-marche>

4. Remerciements

La révision du Fascicule 10 du CFG n'aurait pas été réalisée de manière aussi complète sans l'important travail fourni par le groupe de travail parmi lesquels nous devons remercier :

- Renaud BENCHET pour avoir lancé le groupe puis mené les débats sur les premières années.
- Didier CROISSANT pour avoir continué le travail au cours de ces années en assurant la cohérence technique mais aussi la logistique de toutes les réunions
- L'ensemble des membres du groupe de travail qui se sont déplacés pour les réunions :
 - *Applicateurs* : Stéphane AUBIN (SODAF GEO), Pierre CHABERTIER (EGC GALOPIN), Aurelio FERNANDEZ (RAZEL-BSC), Eric LEGALL (SODAF GEO), Michel SALMON (GEOBTP), Clément THOMASSET (PROTERRA).
 - *Producteurs* : Bernat AMAT (FIRESTONE), Renaud BENCHET (SIPLAST-ICOPAL), Nicolas BREYNE (LOW AND BONAR), Philippe CASSAGNES (RENOLIT), Paul GUINARD (SOPREMA), Aristide HEHNER (NAUE), Alain HERAULT (LOW AND BONAR), Charline LEBRUN (AFITEX), Jean-Luc MEUSY (AGRU), Mathilde RIOT (AFITEX).
 - *Organismes techniques* : Didier CROISSANT (IRSTEA), Yves GERARD (YGD Conseil), Laurent SAUGER (CEREMA).
 - *Maîtres d'œuvres* : Boris CHEVRIER (BRGM), Isabelle LAPPE (EGIS), Baptiste PAGE (ANTEA), Thomas WOHLHUTER (ARCADIS).

Nous remercions aussi toutes les personnes qui ont participé à la relecture du document et qui ont envoyé les nombreuses corrections et remarques constructives.

5. Références bibliographiques

- Étanchéité par géomembranes des ouvrages pour les eaux de ruissellement routier, Guide technique, 2000, SETRA-LCPC, 95 p.
- Étanchéité par géomembranes des ouvrages pour les eaux de ruissellement routier, Guide complémentaire, 2000, SETRA-LCPC, 71 p.
- VADE—MECUM de l'AFAG, 2008, 102 p.
- CCTG Fascicule 67 titre III : *Étanchéité des ouvrages souterrains*, 1992, Ministère de l'Équipement, des transports et du logement, 109 p (révision en attente de parution).
- CCTG Fascicule 74 : *Construction des réservoirs en béton*, 1998, Ministère de l'Équipement, des transports et du logement, 272 p (révision en cours de rédaction).
- Fascicule 11 du CFG : *Recommandations pour l'utilisation des géosynthétiques dans les centres de stockage de déchets*, Comité Français des Géosynthétiques, 53 p.
- NF P84-500 : *Géomembranes, Dictionnaire des termes relatifs aux géomembranes*, 2013, AFNOR, 20p.