DIVERSES UTILISATIONS DES GMB
QUELQUES APPLICATIONS DANS LES RÉGIONS ARIDES

F.Z.HASSANI: SNTP, Pôle de Djanet & M. KEBAILI: LEVRNZA, UKMO et ASAG

Résumé : La préservation de l'environnement, et tout particulièrement de la ressource en eau, nécessite souvent la mise en œuvre d'étanchéités fiables pour différentes sortes d'ouvrages. Les géo-membranes (GMB) sont reconnues simples et pratiques pour assurer l'étanchéité des sols, que ce soit pour le cas d'ouvrages de stockage d'eau ou de déchets solides. Cependant, la simplicité de mise en œuvre implique des techniques de conception assez développées, en sus d'une expérience professionnelle consistante.

Les premières applications des GMB reviennent aux années soixante du siècle passé. Leurs utilisations ont particulièrement convenues pour servir la protection de l'environnement. En Algérie, ces matériaux géosynthétiques sont si peu connus par les maîtres d'ouvrages, et encore moins par les nouveaux diplômés des universités.

La présente communication se propose comme présentation pédagogique et technique des GMB. Ainsi, une première partie de l'article résume les différents types de GMB, de même qu'une présentation de diverses caractéristiques techniques de celles-ci. Dans une seconde partie, des exemples d'applications des GMB sont évoqués, notamment en convenance aux régions arides et sub-arides. Enfin, quelques essais faisables sur les GMB sont exposés.

Mots clés: GMB, protection, applications, régions arides.

1. Introduction

Les géomembranes (GMB) constituent un groupe de produits géosynthétiques bien distingué de par leur fonction. L'étanchéité des terrains défini parfaitement le rôle des GMB dans la pratique. Étanchéité des sols regroupe, en fait, un ensemble de sujets techniques ayant trait à ce contexte. Perméabilité (malgré antonyme), drainage, récupération, collecte, isolation, anticontamination, scellement et stockage sont des exemples de sujets étroitement liés à l'utilisation des GMB. Les bienfaits de ces matériaux touchent des domaines aussi divers que bâtiments, travaux publics, hydraulique, environnement et agriculture.

En termes simples, une GMB est mise en place pour empêcher carrément le mouvement d'un liquide ou d'un gaz dans le sol. De même que la définition de la fonction, le principe de mise en œuvre est élémentaire: creuser dans le sol, mettre la GMB à l'endroit voulu, recouvrir pour protéger le matériau et assurer sa pérennité.

Dans le présent article, et en conformité avec les thèmes de la Journée d'Étude organisée, les diverses utilisations des GMB sont exposées. Par la même occasion, les différents types de GMB sont indiqués, ainsi que quelques essais s'y rapportant.

2. Types de GMB

Les GMB sont manufacturées à base de polymères synthétiques et présentés en rouleaux (figure 1) de lés de fine épaisseur (généralement <2mm). Les dimensions en plan des lés

manufacturés sont, le plus souvent, 1m<l<10m et L pouvant atteindre 200m. Ces dimensions sont usuellement arrêtées selon les besoins des concepteurs ou des maîtres d'ouvrages.

Ces produits polymères sont fabriqués selon les sollicitations auxquelles ils seront soumets. L'agressivité du milieu, le type d'effort appliqué (traction, gonflement, cisaillement, …), la température et la flexibilité sont des critères bien déterminant du type de produit à fabriquer ou à utiliser. Les types de GMB les plus usuellement fabriqués sont:

Photographie 1: Rouleaux de GMB disposés pour la mise en œuvre

- GMB bitumineuse de masse surfacique de près de 4000 g/m².
- GMB Poly-Propylène (PP) de masse surfacique de l'ordre de 900 g/m².
- GMB à base de Chlorure Poly-Vinylique (PVC) de masse surfacique d'environ 1200 g/m².
- GMB en Poly-Ethylène à Basse Densité (PEBD) de masse surfacique avoisinant 1250 g/m².
- GMB en Poly-Ethylène à Haute Densité (PEHD) de masse surfacique de l'ordre de 950 g/m².

Ces cinq principaux types de GMB diffèrent, en sus du polymère constitutif, par leurs caractéristiques:

- physiques telles que masse surfacique, épaisseur, dimensions en plan, couleur et rugosité de surface,
- chimiques en termes de résistances aux divers éléments chimiques et agents agressifs,
- mécaniques telles que résistances à la traction, au poinçonnement, à la déchirure, à l'éclatement et au cisaillement aux interfaces.

3. Domaines d'utilisation des GMB

Les GMB sont utilisables dans presque tous les domaines technologiques ayant trait au sol. Ci-dessous quelques exemples d'utilisation parmi ceux les plus pratiqués:

A- Domaine de l'hydraulique

Le domaine de l'hydraulique est celui le plus concerné par l'utilisation des GMB. Ce fait est prévisible de par la vocation même des GMB à stopper l'infiltration de l'eau dans le sol.

- **Cas des Station d'Épuration (STEP)** : La GMB est mise en œuvre au fond des lagunes pour maintenir les eaux collectées en grands volumes. La mise en œuvre d'un tel type d'étanchéité est reconnus le plus économique et efficace que d'autres techniques de rétention des eaux. La photographie 2 montre l'image d'une lagune réalisée en GMB et prête à stocker les eaux d'assainissement urbain. L'Office National d'Assainissement (ONA) est maître d'ouvrage de bon nombre de STEP ainsi conçues dans le Sud Algérien.

Photographie 2: Bassin de lagunage de la STEP d'Ouargla
Phase de mise en œuvre des GMB

- **Cas des barrages en terre et retenues collinaires** : Les barrages en terre ne requièrent plus de noyau en matériaux imperméables. Un écran d'étanchéité sur le parement amont ou quelque part dans le corps du barrage et sa fondation est à même d'assurer la fonction fondamentale du barrage. La figure 1 montre un schéma d'étanchéité d'une retenu d'eau par GMB.

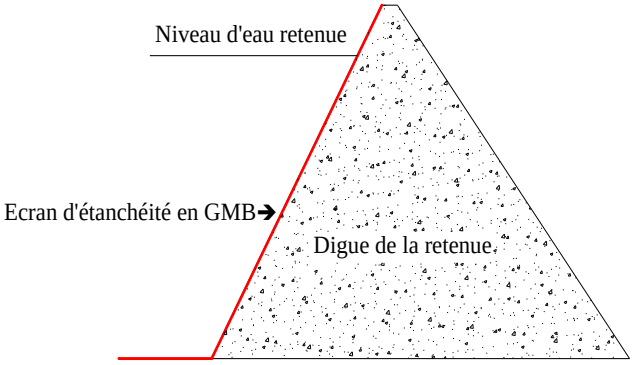

Figure 1: GMB en étanchéité d'un barrage en terre

- **Collecte des eaux pluviales.** Lorsque la GMB est entreposée en pente sur un talus, elle permet de récupérer les eaux pluviales tombant sur le talus. Ces eaux sont récupérables au pied du talus pour être véhiculées vers l'exutoire désiré. La photographie 3 montre une illustration d'une telle utilisation des GMB.

Photographie 3: GMB pour fin de récupération des eaux pluviales

B- Domaine des travaux publics

- **Étanchéité sous la chaussée.** Une nappe de GMB peut être introduite au raz du corps d'une chaussée pour éviter la remontée capillaire. C'est un grand service offert à la route. La durée de vie de la route en est visiblement maintenue, voire prolongée.

- **Étanchéité des tunnels :** De même que pour tout ouvrage en terre devant être étanché, les GMB sont parfaitement indiquées pour être mises en place épousant la voûte. Elles ont le grand mérite de garantir un tunnel sans égouttement d'eau.
- **Étanchéité derrière les murs de soutènement** : Au lieu de perforer le parement d'un mur de soutènement pour fin d'évacuer les eaux pouvant s'accumuler derrière, un écran d'étanchéité (associé à un géodrain) est étalé le long de la face interne du fût du mur. De la sorte, les eaux sont discrètement récupérées sans, pour autant, mouiller le mur ni le chargé en pression.

C- Domaine du bâtiment

- **Étanchéité des voiles en sous-sol** : Les parements enterrés sont rendus étanches par simple fixation d'un écran en GMB.
- **Étanchéité des fondations** : Si la capacité portante du sol est sensible aux mouvements de l'eau dans le sol, les fondations superficielles peuvent être protégées par mise en œuvre d'un matelas en GMB aux bords surélevés.
- **Étanchéité des toitures** : L'étanchéité bitumineuse, malgré distante du sol, est une classe de GMB bitumineuse. Elle est utilisée sur les toitures où, une faible couche de sol et une petite culture est ambitionnée.
- **Étanchéité périphérique** : On entend par étanchéité périphérique d'une bâtisse, la mise en place d'un écran enterré empêchant les eaux pluviales et accidentelles d'atteindre le raz des murs et les fondations. Ceci peut être envisagé en tant que solution vis-à-vis du gonflement de quelques sols expansifs.

D- Domaine de l'environnement

- **Cas des CSD** : Les centres de stockage des déchets urbains, notamment ceux ménagers, sont conçus tels que la masse de déchets et les lexiviats qui peuvent en découler ne puisse pas atteindre le sol naturel. Ceci revient à mettre en place un écran en GMB en-dessous de la côte du projet. La GMB est surmontée d'une faible couche de sol de protection. Ainsi, le sol sous-jacent et l'eau souterraine sont prémunis contre la pollution.
  Dans certains centres plus développés, le stockage des déchets se fait par casiers superposés et séparés par GMB. Ceci permet une meilleure maîtrise de chaque casier et une exploitation plus rationnelle.

- **Extermination des produits dangereux** : Ce sont les produits néfastes à l'environnement et à la santé publique tels que les médicaments périmés, les produit à risque de rayonnement, les produits classés en tant qu'armes biologiques et/ou chimiques. De tels produits sont (en principe) stockés dans des gîtes spéciaux souvent souterrains. Les espaces de stockage sont entièrement scellés par GMB de haute gamme pour garantir l'isolation par rapport au milieu extérieur.

E- Domaine agricole

- **Les bassins agricoles** : La régulation entre débit d'eau disponible et celui requis est souvent assurée par implantation de petits bassins de collecte et stockage de l'eau avant de pouvoir l'utiliser pour l'irrigation des cultures. Ces bassins dits agricoles, de capacité quelques dizaines de m^3, sont facilement et rapidement réalisables en GMB. Les engins élémentaires utilisables pour terrassements agricoles sont à même de réaliser des cuvettes

de faible profondeur dans le sol. Des GMB sont disposées au fond et sur les rives de la cuvette. Le tout peut être couvert par une couche de sol protecteur.

- **Récupération des eaux d'irrigation** : Ce cas technologique est convenable pour les régions où les ressources en eau sont faibles. Tenant compte de la faible profondeur des racines (cas de cultures maraichères), une GMB peut être étalée à faible profondeur pour servir de plan pouvant récupérer les eaux ayant irrigué les cultures. Ces eaux peuvent être réutilisées avec ou sans traitement pour des fins appropriées.

4. Mise en œuvre des GMB

La mise en place des GMB dans les ouvrages est simple de principe. Les quelques étapes ci-dessous sont à observer.

1- Terrassement de mise en forme: Confection de la forme désirée du bassin ou de la pente.
2- Pose de la couche support/protection: Une couche de sol fin ou de matériau tendre est étalée sur le fond de l'aire à étancher. Le rôle principal de cette couche est la protection de la GMB contre les agressions de poinçonnement.
3- Pose de la GMB: Les rouleaux de GMB sont étalés en lés et déposés juxtaposés de sorte à s'assurer de la couverture de tout l'espace convenu.
4- Soudure de lés: L'opération de soudage traduit l'étanchéité continue sur l'ensemble de l'ouvrage.
5- Réalisation des ancrages: Les lés sont exprès déposés débordants sur les rives de la surface étanchée. Les parties débordant sont enterrées dans des fossés spécialement conçus pour maintenir la GMB contre la traction.
6- Couche de protection: Enfin, les parties exposées de la GMB, à des agressions de quelque nature que ce soit, vis-à-vis du fonctionnement de l'ouvrage sont couverte par une couche de sol dite de protection.

5. Essais faisables sur les GMB

Les essais réalisables sur les GMB sont assez nombreux. Ils sont répartis en ceux physiques et mécaniques. De même, certains essais sont effectués au laboratoire sur des échantillons, plus ou moins, volumineux. Les essais chimiques sont quasiment non existants du fait que la GMB est fabriquée pour être résistante à tout agent chimique compatible avec une agression due au sol. Les GMB sont, en effet, conçues pour être durables à très longue durée de vie. A échelle du projet comportant une GMB, la longévité de celle-ci est quasi-infinie.

Les principaux essais physiques pratiqués sur les GMB consistent en la mesure de:
- **la masse surfacique**: c'est la masse du matériau par unité de surface (g/m²),
- **la mesure de l'épaisseur** nominale sous contrainte de confinement donnée (mm),
- l'identification de la rugosité de surface, notamment en cas de fabrication spécifique.

Les principaux essais mécaniques effectués sur les GMB sont:

- **mesure de la résistance à la traction en bande large**: c'est l'effort maximum (kN/dm) que peut reprendre un échantillon de GMB de largeur supérieure à la dimension dans le sens de la traction,
- **mesure de la résistance à la traction par gonflage:** c'est la pression maximale (MPa) que peut supporter une cuvette de GMB avant de s'éclater.

- **mesure de la résistance au poinçonnement pyramidal:** C'est l'effort (kN), appliqué par un prisme en forme de pyramide normalisée, nécessaire pour perforer la GMB.
- **résistance au cisaillement aux interfaces:** Ce, pour quantifier l'adhérence de la GMB à d'autres matériaux sous sollicitation tangentielle en situation de confinement. Cette résistance est usuellement exprimée en courbe □(□).
- **résistance à la déchirure:** C'est l'effort (kN) nécessaire pour provoquer la déchirure au sein d'un lé GMB ou pour en assurer la propagation.
- **résistance des soudures:** Effort nécessaire pour rompre une soudure entre deux lés GMB. Cet effort peut être appliqué en tant qu'une pression (MPa) injectée dans le trou de soudure, traction (kN) aux droits des extrémités externes des lés assemblés, ou cisaillement aux droits des extrémités internes des lés soudés.

6. Conclusion

Le présent article est produit en réponse et conformité aux thèmes abordés à l'occasion de cette Journée d'Étude scientifique et technique organisée à l'Université d'Ouargla. Ce présent rapport est une présentation sommaire des GMB en guise de vulgarisation de leurs notions élémentaires. Les principaux acteurs visés par ce rapport sont les pratiquants des secteurs du bâtiment, travaux publics, hydraulique, environnement et agriculture. De même, les élèves ingénieurs et les nouveaux débouchés sont ciblés par cette présentation.

Nombre de cas pratiques d'utilisation des GMB sont présentés dans la littérature. Les notions de base sont, cependant, indispensables pour comprendre l'ensemble des processus de mise en œuvre: Choix de la gamme, conception de l'ouvrage, essais faisables, mise en place, sondage, pathologies, etc.

Un cours spécial sur ce type de géosynthétiques est indispensable pour une prise en charge sage et consciente des GMB dans divers projets publics. Chaque cas est assez particulier et requiert une étude de faisabilité assez bien fondée et consistante.

Ce type de produits innovés peut, efficacement, contribuer à la résolution de problèmes spécifiques aux régions Sud Algériennes. Toutes les problématiques ayant trait à l'eau souterraine trouveront une part, plus ou moins large, de solution dans ces produits d'étanchéité. D'autres produits géosynthétiques sont occasionnellement faits appel pour fin de parfaire telle ou telle conception.

Références

[1] **Hassani, F.Z.**, 2015, '**Expérimentations sur les géosynthétiques**' Mémoire de Master, UKMO, 61 pages.

[2] **Koerner, R.M.**, 2005, 'Designing with geosynthetics' 5th Ed., 796 pages.
Cours de MDS, 2014, Niveau 2ième année de Master Génie Civil, Université KASDI Merbah, Ouargla.