

RENFORCEMENT DE L'AÉRODROME DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE L'AIR TAFRAOUI – ORAN

REINFORCEMENT OF THE AERODROME OF THE HIGHER SCHOOL OF AIR TAFRAOUI - ORAN

Hamid HADBI ¹, Messaoud ZERMANI ²

1 SPA Afitex Algérie, Oran, Algérie

2 SPA Afitex Algérie, Alger, Algérie

RÉSUMÉ – Ce projet consiste en la réhabilitation des aires aéronautiques de l'école supérieure de l'air Tafraoui Oran Algérie par les techniques géosynthétiques. Ces aires ont été réalisées dans les années 1980 dans une zone marécageuse fortement inondée. Depuis, des dégradations majeures ont touché les pistes principale et secondaire. L'étude géotechnique menée sur le site a révélé des portances très faibles nécessitant un traitement profond par un géotextile de renforcement. À l'intérieur des structures de chaussées enrobées, un géocomposite a été utilisé pour limiter les remontées de fissures. L'enjeu principal de l'utilisation des doubles solutions géosynthétiques dans les chaussées est d'allonger la durée de vie de la couche de roulement et donc d'espacer les opérations d'entretien.

Mots-clés : piste, géogrille, renforcement, aéroport.

ABSTRACT – This project involves the rehabilitation of the aeronautical areas of the Tafraoui Oran Algeria Air School by geosynthetic techniques. The aeronautical areas of this school were built in the 1980 in a swampy area heavily flooded. Since, major degradations have affected the main and secondary runway of the aerodrome. The geotechnical study conducted on the site revealed very low bearing capacity results requiring a deep geotextile treatment to ensure the reinforcement function. Inside the bituminous pavement structures, a Geocomposite was installed to ensure the function of slowing the rise of cracks of the lower layers. The main challenge of using double geosynthetic solutions in pavements is to extend the service life of the wearing course and thus to keep maintenance operations as short as possible.

Keywords: runway, geogrid, reinforcement, airport.

1. Introduction

Différentes techniques de renforcement ont été appliquées dans les pistes souples exploitées par les charges mobiles (routes) ou aéronefs (aérodromes) durant les vingt dernières années (Abdessemed et al., 2015). En plus de la technique traditionnelle basée sur l'utilisation du béton bitumineux en couche de roulement, l'utilisation des bitumes avec ajout de produits ou les bitumes à modules élevés (BME) peuvent améliorer considérablement les caractéristiques mécaniques des chaussées. Cependant, pour les applications de renforcement et la rénovation des chaussées souples vétustes, dégradées, fissurées ou ayant subi une perte de leurs caractéristiques mécaniques, l'utilisation des géosynthétiques semble devenir une solution alternative plus performante (Ferroti et al., 2011 ; Abdessemed et al., 2015).

Les géosynthétiques les plus répandus pour ce genre d'application sont des géogrilles qui, en fonction de leurs caractéristiques (nature, géométrie et dimension de la maille, rigidité et emplacement dans le corps de la structure de chaussée), sont capables d'augmenter la résistance à la fatigue, réduire les dégradations dans le temps, absorber la propagation des fissures et redonner la portance à la structure. Des recherches récentes ont mis en évidence l'influence de ces paramètres à travers des travaux de laboratoire et des campagnes in situ par des essais non destructifs, surtout dans le domaine des routes.

En effet, le positionnement de la géogrille dans la structure de la chaussée souple est un des sujets les plus largement débattus ces trois dernières décennies (Siriwardane et al., 2010).

Dans le cadre de ces projets de rénovation et modernisation des installations militaires, le Ministère de la Défense National (MDN) a lancé un projet de réhabilitation des aires aéronautiques de l'école supérieure de l'air Tafraoui Oran.

Les aires aéronautiques de cette école ont été réalisées dans les années 1980. Depuis, des dégradations majeures (Figure 1) ont touché les pistes principale et secondaire de l'aérodrome. Des phénomènes de matelassage importants sont apparus le long des plateformes de chaussée de l'école.

Dans cette communication et suivant le constat du bureau d'étude, nous essayerons de donner une vue d'ensemble d'applications typiques des géosynthétiques ainsi que les solutions proposées et utilisées.



Figure1. Dégradation de la piste suite au matelassage du sol

2. Problématique

Le phénomène de matelassage constaté sur les différentes structures aéronautiques (pistes d'atterrissage, parking, plateformes, etc.) est lié à un taux d'humidité très élevé du matériau argilo-marneux utilisé. Les analyses du laboratoire sur le matériau du site ont montré un indice de plasticité important de 40.

2.1. Solutions techniques proposées

À travers le constat effectué, l'entreprise a proposé les trois variantes suivantes :

Variante N°1 : Stabilisateur de sol de 3^{ème} génération.

Variante N°2 : Traitement de sol à la chaux-vive.

Variante N°3 : Géotextile de renforcement.

Les avantages et inconvénients des méthodes proposées sont :

- Variante N°1 (stabilisateur de sol de 3^{ème} génération) : Absence de retour d'expérience sur l'utilisation de ce produit dans le domaine des infrastructures aéronautiques, nécessité de moyens matériels spéciaux pour la mise en œuvre du produit, nécessité d'une main d'œuvre qualifiée et spécialisée pour sa mise en œuvre, non disponibilité du produit sur le marché national algérien et absence des moyens de contrôle du produit ;
- Variante N°2 (traitement de sol à la chaux-vive) : Nécessité de moyens matériels spéciaux pour la mise en œuvre, comportement des matériaux traités à la chaux à long terme.
- Variante N°3 (géosynthétiques) : Technique très utilisée au niveau national pour la stabilisation des terrains, mise en œuvre rapide, outils et matériaux simples pour la mise en œuvre, les moyens de contrôle sont disponibles en Algérie. De plus l'intérêt de cette solution de renforcement par géosynthétique est à la fois technique et économique (COST Action 348, 2004), car elle permet d'augmenter la durée de vie de la chaussée, réduire le tassement différentiel et total, supprimer ou limiter les remontées de fissures et augmenter la portance du sol.

2.2. Traitement adopté pour le sol

Au vu des conclusions du bureau d'étude et de contrôle, le choix de l'entreprise s'est orienté vers l'utilisation de géotextiles de renforcement, anti contaminant et contre la remontée des fissures.

En se référant au guide de terrassement routier (GTR 2000), pour que la couche de forme puisse être exécutée de manière satisfaisante, il est nécessaire que l'orniérage de l'arase des terrassements

soit limité, ce qui amène à rechercher à ce niveau une portance minimale à court terme. L'expérience montre qu'une valeur de module E_{V2} à l'essai à la plaque de l'ordre de 35 MPa est généralement nécessaire pour mettre en œuvre une couche de forme en matériaux traités, tandis qu'une couche de forme en matériaux granulaires peut être mise en œuvre sur une arase dont le module E_{V2} à l'essai à la plaque est de 15 à 20 MPa seulement.

Cela implique qu'une vérification de la portance de l'arase par essai à la plaque soit réalisée avant la mise en place de la couche de forme. Le mode d'exécution est tel que présenté dans le tableau 1.

Tableau1. Détail de traitement de la zone

Portance du sol E_{V2} en MPa	Traitement	Mise en place
$E_{V2} \leq 20$ MPa	Purge	Faire une purge et substitution des matériaux par un remblai granulaire intercalé par un géotextile de renforcement de 200 kN plus la couche de forme
$20 \leq E_{V2} \leq 50$ MPa	Sol conservé	Mettre la couche de forme intercalée par un géotextile anti contaminant de 200 gr



Figure 2. Décaissement de 1 mètre pour substitution du sol et traitement par géosynthétiques

Pour des raisons économiques et de sollicitations importantes, l'utilisation du géotextile anti remontée de fissure a été limitée à la piste principale entre la dalle bétonnée et le béton bitumineux. Le renforcement a été utilisé tel que préconisé par le bureau d'études sur les pistes principales et secondaires (Figures 3 et 4).

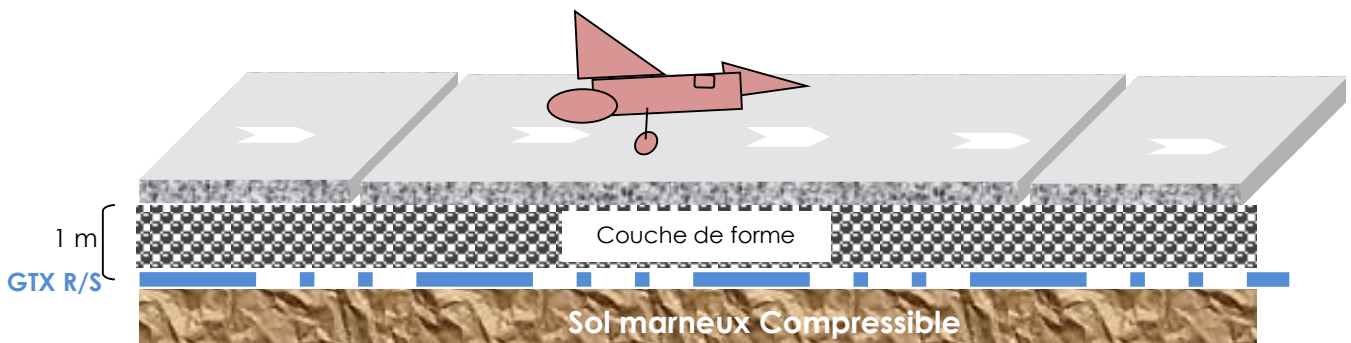


Figure 3. Traitement de la piste secondaire

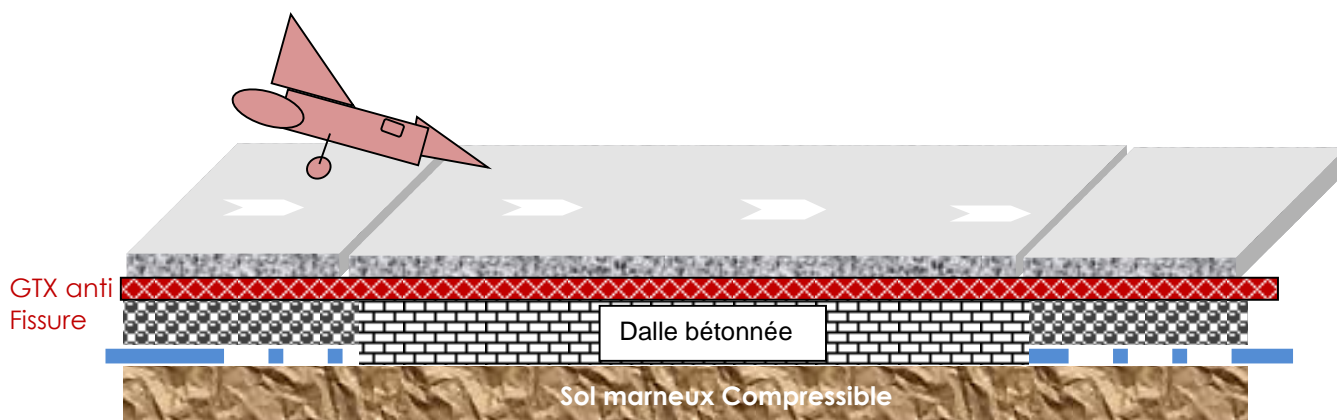


Figure 4. Traitement de la piste principale

3. Choix des géotextiles

Le choix des géotextiles est basé sur l'expérience acquise lors de projets pilotes réalisés en Algérie tels que les routes, les autoroutes et les aérodromes. Le bureau d'études a choisi les produits géosynthétiques en fonction des informations données dans le document des recommandations pour l'emploi des géotextiles dans le renforcement des ouvrages en terre (CFG, 1990).

3.1. Description et caractéristiques du géosynthétique de renforcement retenu

Les caractéristiques du géosynthétique de renforcement (GEOTER 200) retenu pour satisfaire aux exigences techniques sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2. Caractéristiques techniques du géotextile de renforcement

Descriptif	Caractéristiques
Matière première	Produit avec des fibres de haute ténacité
Masse surfacique [g/m ²] <i>NF EN ISO 9864</i>	400
Résistance à la traction [kN/m] <i>NF EN ISO 10319</i>	SP: 200 ST: 30
Allongement à la traction nominale [%] <i>NF EN ISO 10319</i>	SP: 6 ST: 18
Dimension des mailles [mm x mm]	30 x 30

3.2. Description et caractéristiques du géosynthétique anti contaminant

Le géotextile de séparation retenu est en polypropylène non recyclé, non tissé, avec une masse surfacique supérieure à 200 g/m². Le géotextile est dimensionné pour une ouverture de filtration inférieure à 75 µm.

3.3. Description et caractéristiques du géosynthétique anti remontée de fissure

La grille est destinée à ralentir la remontée des fissures et à renforcer la nouvelle couche d'enrobé ; elle sera soumise à l'agrément du maître d'œuvre et elle sera posée selon les instructions du fabricant.

La grille sera composée de fibres en Polyester (PET) ou en PolyVinyle d'Alcool (PVA) haute ténacité à haut module et à faible taux de fluage, assemblée mécaniquement à un géotextile en polypropylène de très faible grammage pour faciliter la mise en œuvre.

Le composite sera obligatoirement enduit par une enduction bitumineuse pour assurer l'accroche requise. Les enductions polymériques ou résines ne seront pas autorisées. Les prescriptions concernant les caractéristiques principales de la grille anti remontée de fissures sont données dans le tableau 3.

Tableau 3. Caractéristiques techniques du géotextile anti remontée de fissures.

Descriptif de la grille de renforcement d'enrobé	Caractéristiques
Matière première	PET ou PVA
Masse surfacique [g/m ²] <i>NF EN ISO 9864</i>	≥ 250
Teneur en bitume de l'enduction [%]	≥ 60
Résistance à la traction [kN/m] <i>NF EN ISO 10319</i>	SP/ST ≥ 50
Allongement à la traction nominale [%] <i>NF EN ISO 10319</i>	5 ≤ SP/ST ≤ 12
Résistance à la traction après endommagement [kN/m] <i>NF EN ISO 10722</i>	SP/ST ≥ 40
Allongement dû au fluage après 2 ans sous charge constante (50% de la résistance à la traction) [%]	≤ 1
Dimension des mailles [mm x mm]	40 x 40

Le non-tissé liaisonné à la grille anti remontée de fissures a comme fonction principale de faciliter l'installation et ne doit pas empêcher l'imbrication granulaire entre les différentes couches d'enrobé. Pour cela, la résistance au poinçonnement selon la norme NF G 38019, doit être inférieure à 0,14 kN et il doit être en polypropylène. Les mailles de la grille ne doivent pas être inférieures à 40 mm x 40 mm.

4. Avancement des travaux.

À l'heure actuelle, seuls les travaux de rénovation de la piste secondaire sont achevés conformément aux préconisations (Figure 5). La longueur totale de la piste est de 2860 m et la largeur de 45 m. Les surfaces de matériaux utilisés sont :

- 37 100 m² pour le géosynthétique de renforcement.
- 91 600 m² pour le géosynthétique de séparation.



Figure 5. Photos satellite de la rénovation de la piste secondaire

La rénovation de la piste principale est actuellement dans la phase de démolition de l'ancienne chaussée sur une longueur de 3000 m et une largeur de 60 m (Figure 6).



Figure 6. Début de la démolition de la piste principale

5. Conclusion

L'utilisation des géosynthétiques dans le projet de réhabilitation des aires aéronautiques de l'école supérieure de TAFRAOUI Oran, a eu un avantage conséquent sur l'avancement du projet à un rythme apprécié par le client, avec une disponibilité des produits permanente et une facilité remarquable lors de la mise en œuvre des produits donnant par la suite des résultats de portance probants.

L'étude de comportement de la piste secondaire déjà réceptionnée, a montré un comportement stable de la chaussée, ce qui a facilité l'approbation de la technique dans la piste principale et les parkings.

6. Références bibliographiques

- Abdessemed M., Kenai S. (2015). CFG - Comportement d'une piste aéroportuaire renforcée par géogrid, 10^{ème} Rencontres Géosynthétiques, 24-26 mars 2015, La Rochelle, France, pp. 55-60.
- Broutin M. (2010). Évaluation des chaussées souples aéroportuaires à l'aide du deflectomètre à masse tombante (HWD), *Thèse de Doctorat*, Université Paris-Est École des Ponts, Paris Tech, LCPC, Paris, France.
- CFG (1990). Recommandations pour l'emploi des géotextiles dans le renforcement des ouvrages en terre.
- NF G 38019 (1988). Textiles - Articles à usages industriels - Essais des géotextiles - Détermination de la résistance au poinçonnement.
- NF EN ISO 10722 (2013). Géosynthétiques - Mode opératoire d'essai pour évaluer l'endommagement mécanique sous charge répétée – Endommagement causé par des matériaux granulaires.
- NF EN ISO 10319 (2015). Géosynthétiques - Essai de traction des bandes larges.
- NF EN ISO 9864 (2005). Géosynthétiques - Méthode d'essai pour la détermination de la masse surfacique des géotextiles et produits apparentés.
- Ferrotti G., Canestrari F., Virgili A., Grilli A. (2011). A strategic laboratory approach for the performance investigation of geogrids in flexible pavements, *Journal of Construction and Building Materials*, Volume 25, Issue 5, pp. 2343–2348.
- Siriwardane H., Gondle R., Kutuk B. (2010). Analysis of flexible pavements reinforced with geogrids, *Geotechnical Geological and Engineering*, (28), pp. 287-297.

