

# Diagnostic d'une infrastructure linéaire rigide- Analyse expérimentale après renforcement par géogrilles

Mouloud ABDESSEMED<sup>1</sup>, Safia KHENGAOUI<sup>2</sup>, Said KENAI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Geo-materials and Civil Engineering Laboratory, University of Blida1, Blida, Algeria <sup>1</sup>

<sup>2</sup>University Kasdi Merbah of Ouargla, Algeria

Corresponding author: [abdesmoul@yahoo.fr](mailto:abdesmoul@yahoo.fr)

**RESUME** : Les infrastructures linéaires destinées pour les exploitations des trafics routiers, aéroportuaires ou ferroviaires, sont assujetties à se dégrader tout le long de leur durée de vie, c'est pourquoi, elles doivent, à tout moment, être suivies et entretenues. Des diagnostics sont nécessaires en cas d'anomalies apparentes (fissures, dégradations locales, éclatements, affaissements), pour déterminer précisément les causes et ainsi préconiser les solutions éventuelles et les techniques de réparation et/ou renforcement adéquates. Nous présentons dans ce papier, les résultats d'un travail d'investigation expérimentale sur le comportement dynamique par application de la masse tombante HWD (Heavy weight deflectometer), sur un tronçon de piste aéroportuaire rigide et ce, avant et après son renforcement par application de nappes de géogrilles. L'application de ces produits, semble considérée comme une solution alternative, aux autres solutions traditionnelles connues (rechargement, ajouts d'additifs) et les résultats obtenus en matière de contraintes et déformations, indiquent aussi qu'une bonne maîtrise d'application de ces produits innovants dans le béton, donnent des gains appréciables et aident à obtenir un comportement ductile de la chaussée traitée.

**Mots-clefs** : Chaussée, geogrid, béton, HWD, comportement.

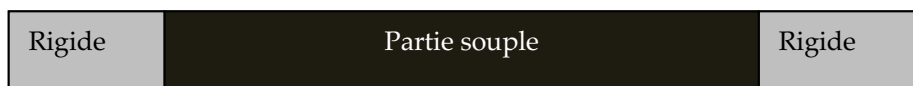
## I. INTRODUCTION

Les chaussées rigides (en béton de ciment) sont populaires pour les routes et aérodromes, et elles sont soumises à de fortes charges de trafics. En raison de leur capacité élevée, ces chaussées peuvent résister à des charges excessives et ne demandent pas de grands entretiens comme le cas des chaussées souples. Ces chaussées rigides s'appliquent d'une manière particulière dans des tronçons d'aérodromes, appelés bouts de pistes et les aires de stationnement des avions. Les sollicitations répétitives des avions et les conditions environnementales sont les principaux facteurs de détérioration de la chaussée. Ces détériorations peuvent se manifester sous forme de fissures à la surface qui peuvent se propager vers le bas du corps de chaussée, ce qui donne des effets néfastes sur la portance de ce corps (Abdessemed, 2019). De nombreuses études in situ et aux laboratoires ont montré que les produits géosynthétiques sont très efficaces pour remédier à ce type de dégradations. Cependant, il y a peu d'études qui ont analysé, à vraie grandeur, le comportement des chaussées renforcées par ces produits (Milind, 2016). Dans cet article, on présentera les résultats d'une investigation expérimentale, par test HWD, sur un tronçon de

piste d'un aéroport se trouvant dans un climat aride. L'objectif est de rechercher l'influence des géogrilles appliquées vis-à-vis au comportement dynamique globale de la piste rigide testée. Les résultats ont montré que les géogrilles influent positivement sur le comportement de la chaussée et ce, par amélioration de la rigidité de cette dernière et réduction des contraintes et déformations à la surface de la couche de roulement.

## II. ETUDE DE CAS ET DIAGNOSTIC

Le projet en question est un aéroport mixte (souple et rigide), se trouvant dans la province, à climat chaud, de Tindouf (1800 km au sud-ouest d'Alger), composé de deux pistes principale et secondaire de 3000m de longueur et de 45 m de largeur, chacune. Deux bouts de piste (parties rigides) de dimension (300m × 45m) sont l'extrémité de la piste (Figure 1). Cet aéroport a fait l'objet de plusieurs travaux de renforcement et de modernisation depuis sa livraison en 1995 (MTP, 2011). La structure de la chaussée de la piste est une couche de béton de 80 mm, tandis que la fondation est en béton de 200 mm sans renfort, reposant sur du béton maigre de 150 mm d'épaisseur. L'avion critique prise dans les calculs est le Boeing 747-200 et l'indice CBR (California Bearing Ratio) de la piste existante est faible, sa valeur est égale à 18.



**FIGURE 1. Piste mixte de l'aéroport**

Le diagnostic effectué sur l'ensemble de la piste (LTPS, 2017), a révélé l'existence de dégradations à plusieurs endroits de la chaussée, qui sont dues aux gradients thermiques dans cette région. La fissuration de surface sont apparentes et se propagent tout le long du corps de chaussée. Le renforcement adopté est l'application des nappes de géogrille aux niveaux de la couche de roulement en béton hydraulique. Cette dernière a été placée à 1/3 de la surface de la couche superficielle. Ce choix d'emplacement de cette nappe à 1/3 de la base de la couche rigide est justifié par les résultats efficaces trouvés, en laboratoire, en termes de contraintes et de déformations.

## III. TEST PAR HWD

Le dispositif HWD consiste à reproduire les contraintes dues au passage d'un véhicule lourd ou d'un avion et à mesurer la réaction de la chaussée en mesurant le bassin de déflexion à l'aide de géophones, avec une longueur de tige mobile de l'ordre de 2,25 m, qui peut être positionnée dans les endroits souhaités (Figure 2). En effet, les essais par test HWD, déterminent la réponse d'une chaussée aéroportuaire rigide, avant et après son renforcement. Ces essais pseudo-dynamiques par déflectomètre lourd (HWD) sont basés sur la méthode de poids en baisse. L'essai permet de mesurer la capacité structurelle de la chaussée testée en mesurant son module élastique (E), et donc d'évaluer l'influence des géo-réseaux sur la performance de la chaussée (Hou, 1977). Le déflectomètre poids lourd (HWD) pourrait être utilisé dans les chaussées souples ou rigides et les charges requises peuvent atteindre 250 kN. Le HWD est un dispositif d'essai non destructif conçu pour reproduire, à l'aide d'un impact sur un disque en contact avec la surface de la route, la

charge correspondant à un demi-essieu d'un camion qui roulait à environ 80 km/h et mesurant, en même temps, les déviations générées à la surface. Ces essais offrent la possibilité de varier l'intensité de la charge appliquée en fonction de la rigidité structurelle observée in situ (Hildebrand, 2003). En outre, le HWD pourrait également être utilisé pour calculer les déformations et les contraintes dans la chaussée et dans le contrôle de la qualité sur le site pendant la construction de la chaussée.

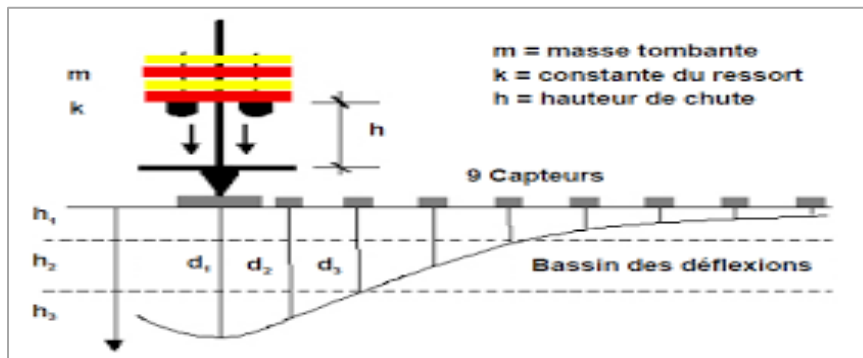


FIGURE 2. Position des géophones dans l'essai HWD

#### IV. RESULTATS ET DISCUSSION

Les figures 3 et 4, montrent les états de contraintes et déformations de la chaussée testée. Au niveau de la première figure 3 (avant renforcement), les valeurs des contraintes aux différentes positions ( $D_i$ ,  $i=1,9$ ) de la piste varient entre 1850 et 2800 MPa et ceci dépend de la rigidité de la surface. La valeur moyenne pour les pics supérieurs est de 2520 MPa. Pour ce qui est des valeurs des déformations, elles varient entre 480 et 875 micromètres. Dans la figure 4, les valeurs après renforcement sont plus améliorées. En effet, les valeurs des contraintes varient entre 1670 et 2680 MPa, avec une valeur moyenne maximale avoisinant les 2130 MPa. Les déformations sont réduites et atteignent les valeurs entre 410 et 728 micromètres. Sur la base de l'examen de ces courbes, on distingue une différence de répartition, que ce soit pour les contraintes ou pour les déformations. On peut clairement voir que les valeurs du module de l'élasticité (E) des couches de surface sont significativement plus élevées (en faveur du gain apporté par la géogrille) par rapport aux couches adjacentes (grave de ciment et fondation). L'augmentation des valeurs du module d'élasticité de la couche de surface conduit à une rigidité plus grande, ceci donne une conception plus économique du corps de la chaussée rigide testée. Pour les contraintes, il y a une valeur maximale moyenne de 2130 MPa après renforcement par rapport à 2367 MPa avant renforcement, soit une augmentation de 19%. La réduction des déformations est de l'ordre de 13%. La géogrille a joué le rôle de renforcement, en plus de son rôle de séparateur, et a augmenté par conséquent la rigidité de la chaussée. L'influence de l'insertion de la géogrille en tant que composite séparateur sur l'état du corps de chaussée a été nettement observée.

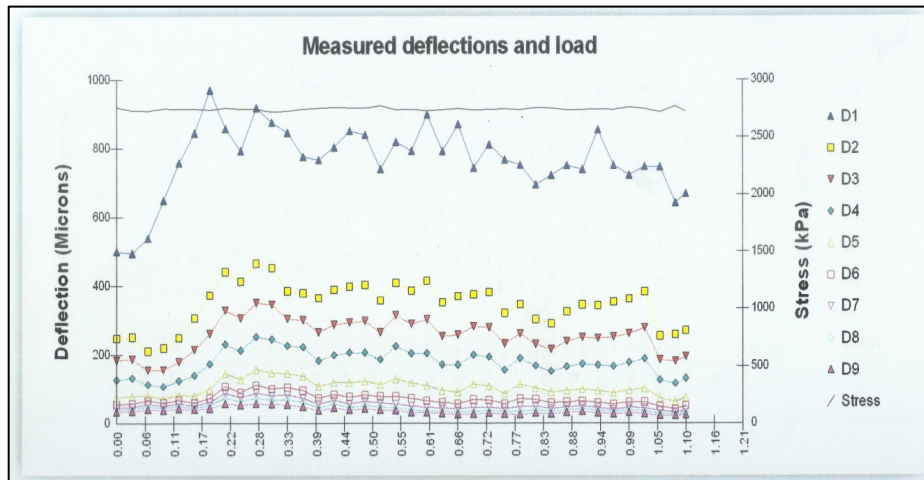


FIGURE 3. Diagramme contrainte-déformation avant renforcement

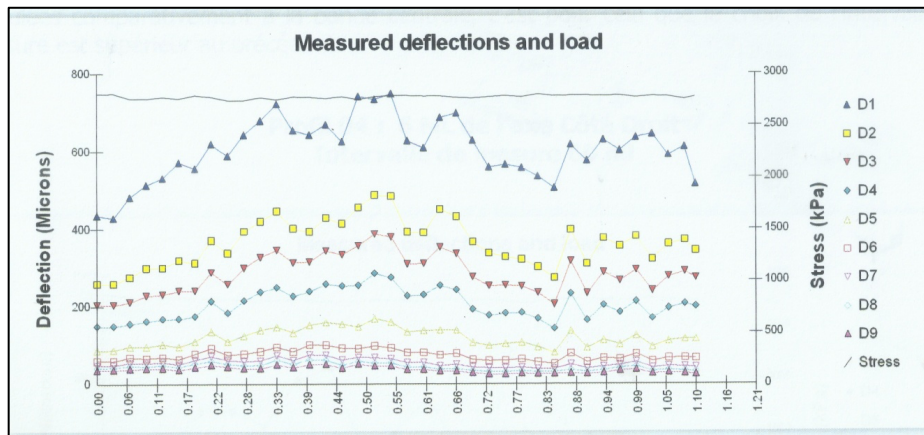


FIGURE 4. Diagramme contrainte-déformation après renforcement

## CONCLUSION

Une étude expérimentale, in situ, a été menée sur un tronçon de piste rigide d'un aérodrome se trouvant en zone aride, avant et après son renforcement par des nappes géogrilles à 1/3 de la surface de roulement. Il s'agit d'un test pseudo-dynamique par masse tombante HWD. Les conclusions à tirer de cette étude sont les suivantes :

- Les contraintes sont améliorées et les déformations sont réduites par application des géogrilles ;
- Les géogrilles améliorent le module d'élasticité et par conséquent la rigidité des dalles en béton ;
- Le test par HWD donne une idée très significative du comportement de la piste testée ;
- L'apparence des fissures est retardée. Les géogrilles augmentent la ductilité des chaussées en béton ;
- Le renforcement par ce type de nappes pourrait être une alternative possible aux chaussées détériorées et endommagées ;
- Le pseudo essai dynamique HWD est un bon outil pour estimer la capacité structurelle des chaussées rigides.

## REFERENCES

Abdessemed M., Bazzine R., Kenai S. (2019), Rehabilitation of the flexible pavement road by application of the geo-synthetic in the arid zones, *State of the knowledge and experimental analysis, 26th World Road Congress, Abu Dhabi, 6-10 October, 2019.*

Hildebrand G. and Baltzer S., (2003), Static Plate Bearing Tests, Falling Weight Deflectometer (FWD) and Mini-FWD, *External Note 16, Issue Number 16, Publisher: Danish Road Institute, ISSN: 1395-5530.*

Hou, T.Y. (1977), Evaluation of Layered Material Properties from Measured Surface Deflections. *PhD (Doctorate) Thesis, University of Utah, Salt Lake City pp: 143.*

Laboratoire des Travaux Publics du Sud (2017), *Rapport d'étude d'expertise de la chaussée rigide de l'aérodrome de Tindouf, pp. 1-17, Ghardaia, Algérie.*

Milind V. M., Kadam K.N. (2016), A Comparative Study on Rigid and Flexible Pavement, *A Review, IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE), e-ISSN: 2278-1684, p-ISSN: 2320-334X, Vol. 13, Issue 3 Ver. VII, pp: 84-88.*

Ministère des Travaux Publics (2011), *Direction des infrastructures aéroportuaires, Atlas aéroportuaire- Version zéro, pp. 177-182, Alger, Algérie.*