UTILISATION DES METHODES TRADITIONNELLES DE LUTTE CONTRE L'ENSABLEMENT DANS LE BAS - SAHARA ALGERIEN: LE TAS DE REMBLAI

Abdelkamel SEBAA[1], Sami BERROUSSI[1], Mammar BOUHANNA[1], Mohamed Tahar BENAZZOUZ[2].

[1]-CRSTRA/Station milieu Biophysique/Touggourt.
2- Chercheur associé au CRSTRA, Université de Constantine

RESUME

Dans le Bas-Sahara Algérien, les techniques de lutte contre l'ensablement, mises en place par les populations locales, sont nombreuses et variées. Leur confection est une œuvre de longue haleine qui nécessite de grands investissements en efforts humains et en temps. L'étude de ces techniques est riche d'enseignements. Ils font preuve d'une grande adaptation aux conditions difficiles du milieu dunaire.

L'objectif de cette recherche consiste à proposer des solutions viables qui peuvent réduire considérablement la fréquence des interventions des équipes d'entretien et créer une stabilité du milieu dunaire et surtout réduire les dépenses publiques.

Les résultats obtenus montrent que la méthode aérodynamique (zone de turbulence) avec l'application des savoir faire locaux ou techniques du tas de remblai (GATOAS) peut constituer une base de travail pour les projets de stabilisation des dunes mobiles.

Mots clés : *Sahara, lutte contre l'ensablement, tas de remblai, méthodes traditionnelles*.

ABSTRACT

In the Low Algerian Sahara, the techniques against the sand dune, set up by the local populations, are numerous and varied. Their making is a long-term work that big investments in human efforts and in time. The study of these techniques is instructive experience. They show a big adaptation to the difficult conditions of the dune environment.

The objective of this research consist in to propose solutions viables that considerably can reduce the frequency of the interventions of the teams of discussions and create a stability of the dune environment and especially to reduce the public spending.

The obtained results show that the aerodynamic method (turbulence zone) with the application of indigenous knowledge or technical of the pile of backfilling (GATOAS) constitute a basis work for the projects of stabilization of the movable dunes.

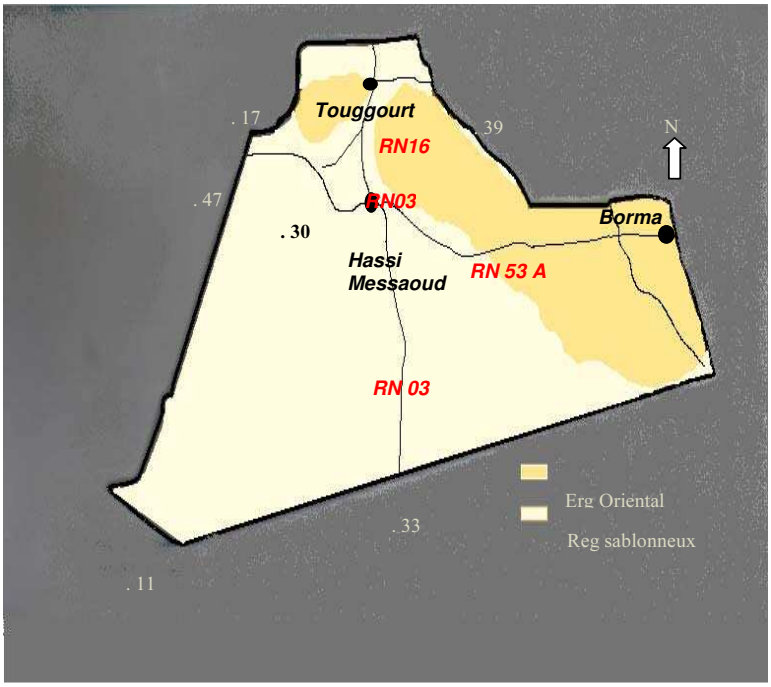
Key words : *Sahara, fights against the sand dune, pile of backfilling, traditional methods.*

I. INTRODUCTION

A l'instar des régions arides d'Algérie, le Bas - Sahara connaît une multitude de problèmes environnementaux qui menacent son équilibre (Moudjahed, 2007).Ces problèmes affectent directement ou indirectement les activités socio-économiques et notamment l'agriculture oasienne dont l'équilibre est fragile. La tendance générale est à la dégradation du milieu sous l'effet conjugué de la désertification, des sécheresses persistantes et de la salinité.

L'écosystème oasien du le Bas-Sahara, de par sa situation proche de l'Erg Oriental, connaît, en plus de la sécheresse et de la salinité, un ensablement continu et inquiétant, car l'avancée des sables ne cesse d'engloutir les palmeraies, les agglomérations et les infrastructures socio-économiques. C'est ainsi que la protection des routes dans la région du Sud-est Algérien constitue l'un des principaux problèmes des services chargés de l'entretien et de l'exploitation des routes.

C'est le cas notamment de plusieurs tronçons de routes affectés par le phénomène d'ensablement dans la région d'Ouargla, à savoir les RN3, RN16 et RN53A (Fig. 1)



11Wilaya de Tamanrasset
17Wilaya de Djelfa
30 Wilaya d'Ouargla
33 Wilaya d'Illizi
39Wilaya d'EL Oued
47 Wilaya de Ghardaïa

Fig. 1. Carte de localisation des différents tracés des routes RN3, RN16 et RN53A. De la Wilaya d'Ouargla.

Ces voies de communication nécessitent des interventions de désensablement et de remise en état très fréquentes, et même parfois urgentes et nécessitent des moyens matériels et humains importants. La figure 2 présente le nombre des interventions des équipes de désensablement par année pour les routes nationales RN3, RN16 et RN53A.

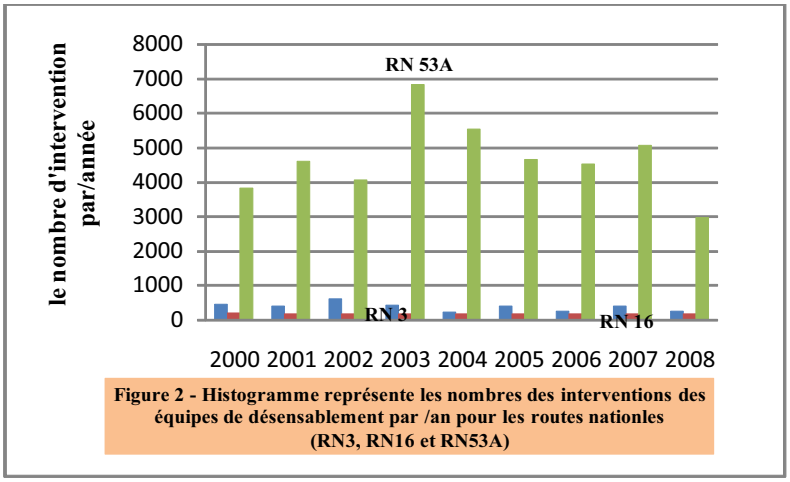


Figure 2 - Histogramme représente les nombres des interventions des équipes de désensablement par /an pour les routes nationles (RN3, RN16 et RN53A)

Ces travaux de dégagement des routes se traduisent par des dépenses annuelles très importantes. (Fig.3).

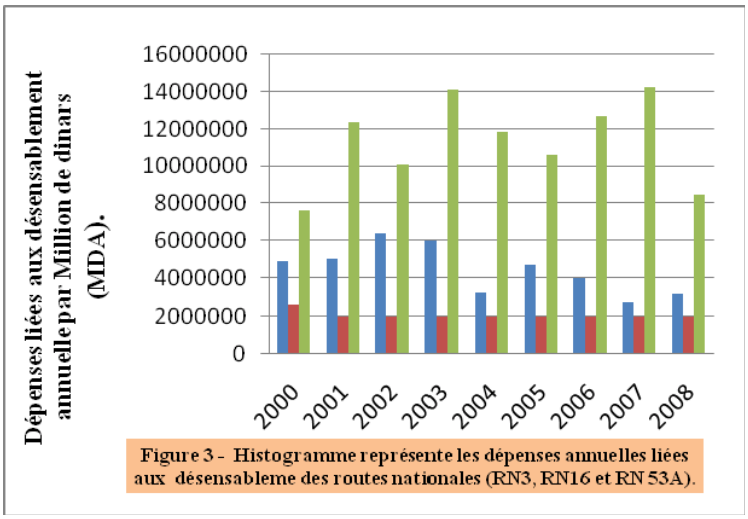


Figure 3 - Histogramme représente les dépenses annuelles liées aux désensableme des routes nationales (RN3, RN16 et RN 53A).

Le nombre d'interventions et les coûts d'entretien très élevés au niveau de la RN53A s'expliquent par son implantation au cœur de l'Erg Oriental. Cette route traverse en effet les zones les plus difficilement franchissables. (Tronçons ensablés de l'ordre 175km).
En outre l'orientation d'une grande partie de son tracé est paradoxalement perpendiculaire à la direction des vents dominants.
Ces deux facteurs ajoutés aux anomalies de conception ne permettent pas à cette route d'échapper à l'ensablement.
Pour surmonter ces handicaps, de gros efforts ont été déployés et d'importants travaux de lutte ont été entrepris depuis longtemps. Toute fois, des ajustements s'avèrent nécessaires pour améliorer l'efficacité des techniques utilisées.
L'objectif de la présente étude est d'apporter d'une part une contribution à la compréhension du mécanisme de l'ensablement et de faire le point sur les techniques actuellement utilisées pour la fixation mécanique des dunes mobiles et de proposer d'autre part des solutions viables qui pouvant réduire considérablement la fréquence des interventions des équipes d'entretien en créent une stabilité du modelé dunaire, condition indispensable pour la fixation biologique des dunes.

II. Etat de l'art de connaissances sur le thème de recherche

Dans les régions arides, l'agent principal d'érosion et de transport des matériaux est le vent. Si ce dernier peut agir si efficacement pour éroder et transporter les particules, le déplacement des particules dépendra, comme pour l'érosion hydrique, de la force d'entrainement, donc de la vitesse du vent, et de la dimension de ces particules. Il exerce sur les particules au repos une pression sur la surface exposée au flux d'air, appliquée au-dessus du centre de gravité, auquel s'oppose un frottement centré sur la base des particules. Ces deux forces constituent un couple tendant à faire basculer et rouler les particules lourdes (**la reptation en surface).** De plus, la différence de vitesse entre la base et le sommet des particules provoque leur aspiration vers le haut. Les particules les plus légères s'élèvent à la verticale jusqu'à ce que le gradient de vitesse ne les porte plus. Elles retombent alors, poussées par le vent, suivant une trajectoire subhorizontale **(saltation)**. En retombant, ces grains de sable transmettent leur énergie à d'autres grains de sable (comme dans un jeu de boules) ou dégradent les agrégats limono-argileux en dégageant de la poussière qui sont transportées en **suspension** (loess), souvent sur de très grandes distances (Heusch, 1988 in Roose, 1994).

Sur le terrain, on peut observer les trois processus suivants lorsque la vitesse du vent dépasse (4 à 6 m/s.).
- **la saltation** de sables fins (0,1 à 0,5 mm) : ce sont les nappes de sable soulevées par le vent violent qui circulent sur plusieurs dizaines de mètres sur des surfaces lisses et laissent au sol des nappes de sable ridées (ripplemarks) ou des petites buttes de sable piégées dans les

touffes de végétation. «Peu de particules atteignent une altitude supérieure à 1m et environ 90% d'entre elles font des sauts inférieurs à 50 centimètres (Mainguet et Dumay, 2006).». Elles provoquent de gros dégâts sur les végétaux.

- **la reptation**. Les grains de sable (0,5 à 2mm), trop lourds pour être aspirés en altitude, les particules de plus grande dimension roulent ou glissent à la surface du sol.

- **la suspension** de sables fins (0,05 à 0,1mm).entraîne le départ en suspension des particules légères du sol (argiles, limons et matières organiques). Ces poussières sont aspirées par les tourbillons jusqu'à plusieurs milliers de mètres d'altitude pour être ensuite dispersées sous formes de brume sèche ou pour circuler sous forme de nuage sur plusieurs milliers de Kms.

Pour lutter contre l'érosion éolienne (ensablement), il faudrait tout d'abord réduire le phénomène de saltation ; et pour cela deux moyens peuvent être envisagés :

- Stabilisation du sol
- Réduction du gradient de la vitesse du vent au voisinage de la surface du sol.

On peut aussi faire appelle à la vitesse du vent pour déblayer des points ensablés. Comme cela se pratique dans la zone de Taïbet et Oued Souf (fait partie de Bas – Sahara) par l'utilisation de la méthode traditionnelle : le tas de remblais qui se base sur la technique aérodynamique.

a) la méthode aérodynamique (zone de turbulence)

Ce procédé qui fait travailler l'énergie du vent contre lui – même est le plus ingénieux de tous les procédés de désensablement.

Le principe de base est d'utiliser la force du vent et sa vitesse pour faciliter le transport du sable au niveau des sites à protéger et éviter son accumulation.

Ce type de déblayage du sable repose sur l'effet aérodynamique des modifications de la vitesse du vent ou de sa direction, sur des regains de vitesse ou des turbulences qui permettent au vent de reprendre les accumulations par augmentation de sa capacité de charge (FAO, 1988). On fait du vent un agent de transport et de nettoyages plus efficace.

Cette méthode s'applique de deux façons différentes :

✓ soit en lui faisant évacuer des dépôts de sable indésirables par des procédés qui accroissent sa vitesse au contact de tels dépôts,

✓ soit en profilant les obstacles rencontrés par le vent chargé de sable pour que sa vitesse ne soit pas diminuée à leur contact.

b) tas de remblai

Cette technique consiste à édifier des cônes (avec du matériel de remblai) sur la crête de chaque édifice dunaire en amont de site à protéger.

Le tas de remblai (obstacle) est constitué par des fragments de roche dont les dimensions est supérieur à 2 mm (gravier et cailloux), pour que le vent ne puisse pas les transporter. Il emporte ainsi les éléments fins et ne laisse sur place que les éléments grossiers **(le triage)**.

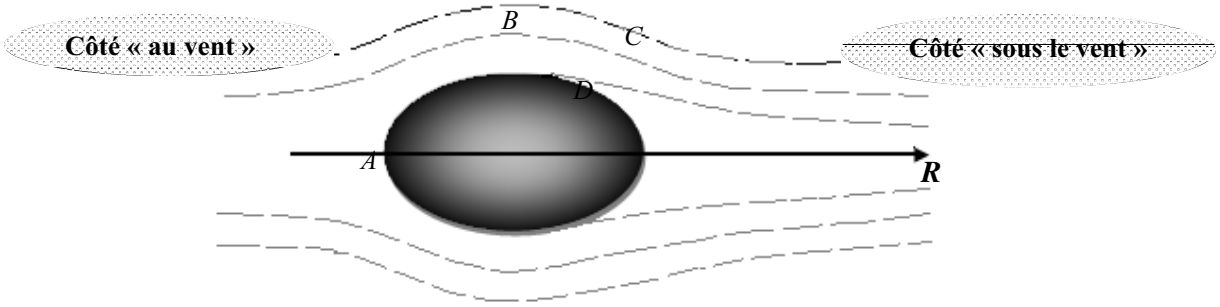


Fig. 4. Comportement dynamique de la circulation éolienne en présence d'un obstacle (Mainguet, 2004).

L'effet d'un obstacle sur un fluide donne «naissance» à des convergences et à des divergences (figure 4.). Lorsque le vent érosif souffle, la vitesse du vent s'accélère à l'approche de l'obstacle car les filets d'air comprimés. Au point A, appelé point d'arrêt ; l'aire amont de l'obstacle, la pression est maximale et la vitesse est faible ou nulle. Pour le cas d'une circulation éolienne, cette aire est le siège d'un dépôt sableux. A la base de l'obstacle, les filets d'air disposent d'un espace suffisant pour s'écarter les uns des autres, tandis que la pression augmente, la vitesse diminue (Remini, 2002).

Il se produit entre 2 à 5 fois la hauteur de l'obstacle des tourbillons plus desséchants que le vent normal (Mazerand, 1971 in Soltner, 2005). Ces turbulences augmentent ponctuellement la vitesse du vent et son énergie cinétique, lui permettant de transporter plus loin le sable remis en mouvement. Un affouillement éolien se produit à la base de chaque tas de remblai qui tend ainsi à descendre.

Les dunes, qui s'érodent dans leur partie supérieure, diminuent progressivement jusqu'à disparaître complètement.

III. MATERIELS ET METHODES

III.1. Matériel d'étude

a) la région d'étude (zone d'observations)

La zone faisant objet du présent travail comprend les trois régions du sud-est Algérien (Oued M'ya, Oued Righ et Oued Souf) qui font partie du Bas– Sahara.

La position géographique de ces régions, notamment sa situation dans la partie Nord – Est du Grand Erg Oriental, pose la problématique d'ensablement des infrastructures socio-économiques.

Cette situation est due, outre le facteur anthropogène, à des conditions naturelles sévères telles que :

- une grande sensibilité des sols à l'érosion éolienne
- une grande fréquence des vents actifs (v > 3 m/s) c'est – à – dire ceux capables de provoquer la mise en mouvement des particules sableuses.

b) tas de remblai (objet de l'étude)

Il est constitué par des fragments de roche dont les dimensions sont supérieures à 2 mm (gravier et cailloux) pour que le vent ne puisse pas le transporter avec une forme trapézoïdale pour accroître la vitesse du vent aux abords immédiats de la zone à protégée.

III.2. Approche méthodologique

La méthode utilisée s'appuie sur des observations de terrain et sur une enquête menée auprès des services techniques et de populations locales concernées par le problème

de l'ensablement. Avec la recherche des techniques traditionnelles qui ont donné des résultats positifs quant à la stabilisation des sables mobiles.

Le présent travail a été réalisé grâce à :

- des enquêtes orales et entretiens avec les responsables, les techniciens et les paysans concernant les différentes techniques de lutte mécanique ;
- Une série de visites sur le terrain en vue d'inventorier et d'évaluer toutes les techniques de lutte contre l'ensablement ;
- Une synthèse des rapports, des études et des documents des équipes de désensablement des subdivisions de travaux publique de Touggourt, Taïbet, Ouargla et Hassi-Messaoud ;
- Enfin, une analyse et un dépouillement des données recueillies au niveau de chaque zone inventoriée renseigne sur l'efficacité de la technique appliquée et permet, par voie de conséquence le choix de la technique qui convient parfaitement aux différents édifices dunaires.

IV. RESULTATS ET DISCUSSION

Les techniques actuelles de lutte contre l'ensablement (palissade et technique du mulch) ont été mises au point pour arrêter et fixer des nappes de sable en saltation (chasse-sable). Mais leurs dispositifs sont rapidement submergés par l'arrivée de dunes mobiles, surtout lorsque celles-ci proviennent d'un massif dunaire qu'il faut fixer également.

Une technique pratiquée par les populations locales de la région de Taïbet et Oued Souf, à partir de la méthode aérodynamique (zone de turbulences), utilise des fragments de roches dont les dimensions est supérieur à 2 mm (gravier et cailloux), pour que le vent ne puisse pas le transporter. Appelée tas de remblais **(GATOAS)**.

Le mécanisme de fonctionnement de ce dispositif se base sur l'effet aérodynamique des modifications de la vitesse du vent ou de sa direction. En créant des zones de turbulences. Ces tas de remblais augmentent la capacité de charge et permettent au vent de reprendre les accumulations de sable fin. On fait du vent un agent de transport et de dégagement plus efficace.

Plusieurs dispositifs du tas de remblais peuvent être cités témoignant de cette compréhension

1. Dispositif des tas de remblai (Gatoas) déposés perpendiculairement à la direction du vent dominant (dune isolée et peu volumineuse)

Le dispositif appliqué est basé essentiellement sur le vide ou l'espace laissé entre les tas de remblai (V1) et (V2). (Une discontinuité entre les tas de remblai) qui sont opposés au vent dominant (Dispositif en quinconce).

Dans le Sud-est Algérien, les oasiens utilisent dans le cas des petites dunes (dune isolée et peu volumineuse), des tas de remblais de 3 m de hauteur (H), de 14 à 16 m de longueur (L) et 3 à 6 m de largeur, avec une forme trapézoïdale pour les faire disparaître. Ces obstacles sont déposés le long de la crête des dunes à faire disparaître. (Figure 5.).

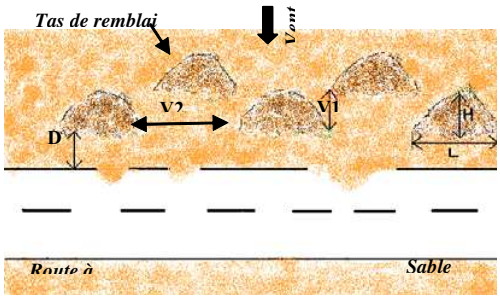


Fig. 5. Dispositif de (Gatoas) déposés perpendiculaire à la direction du vent dominant.

Elles sont séparées les unes des autres par une distance V1 variant de 3 à 4 m et V2 variant de 14 à 16 m. lorsque le vent érosif souffle, les turbulences se créent au niveau de chaque tas de remblai. Ces turbulences augmentent ponctuellement la vitesse du vent et son énergie cinétique lui permettant de transporter plus loin le sable remis en mouvement. Un affouillement éolien se produit à la base de chaque tas de remblai qui tend ainsi à descendre. D'autre part, entre les trois tas de remblais, il se crée un effet de «sifflet» se traduisent encore par une accélération de la vitesse du vent et de son énergie cinétique.

Sous l'effet de ces deux actions, la dune soumise à ce traitement diminue progressivement de volume et finit par laisser le tas de remblais sur place.

Les photos 1 et 2 montrent ce dispositif et l'efficacité de la technique des tas de remblai qui sont déposés perpendiculairement à la direction du vent dominant.

Photo. 1 et 2 – l'efficacité de la technique (Gatoas) appliquée sur la route nationale RN3 (Touggourt-Ouargla)

2. Dispositif du tas de remblai (Gatoas) déposé obliquement à la direction du vent dominant (dune isolée et peu volumineuse)

La méthode aérodynamique consiste aussi à réaliser un profilage des obstacles rencontrés par le vent chargé de sable pour que sa vitesse ne soit pas diminuée à leur contact. L'obstacle, lorsqu'il est profilé, il se produit à son niveau une compression qui a pour effet d'accélérer la vitesse du vent sans provoquer d'effet tourbillonnaire ; de ce fait, les dépôts sableux sont évités (Figure 6.).

Il s'agit de la confection d'un tas de remblais suivant un plan incliné (les tas de remblais sont orientée obliquement), où le vent s'engouffre et prend une vitesse importante à la sortie facilitant ainsi le dégagement du sable.

Un exemple concret de l'efficacité de cette technique est appliquée par les services de travaux publics sur la route Touggourt – Djelfa est montré dans les (photos 3 et 4).

Photo. 3. Tas des remblais orientés obliquement

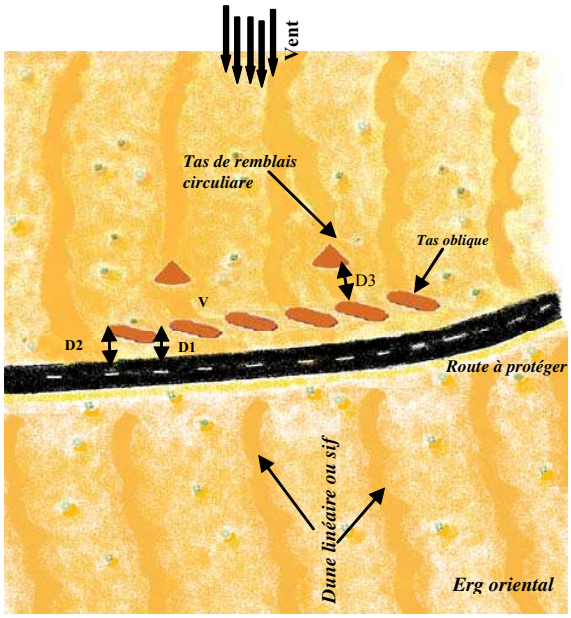
Photo. 4 l'abord immédiat de la route est complètement désensablé

3. Dispositif du tas de remblai (ELMETHANA) cas de tronçons de route menacés (Cas de grosse dune)

Souvent dans les régions sahariennes les tronçons de route perpendiculaires aux trajectoires éoliennes constituent des lieux favorables de dépôt du matériel sableux.

Un remède efficace appliqué par les paysans de Taïbet sur le même principe que les techniques précédentes mais ici les tas de remblais sont orientés obliquement par rapport à la zone à protégée. Les tas de remblais sous forme circulaire ou cône appelés traditionnellement **"ELMETHANA"** déposés derrière les tas de remblais oblique et sur la masse dunaire. (Figure 7.).

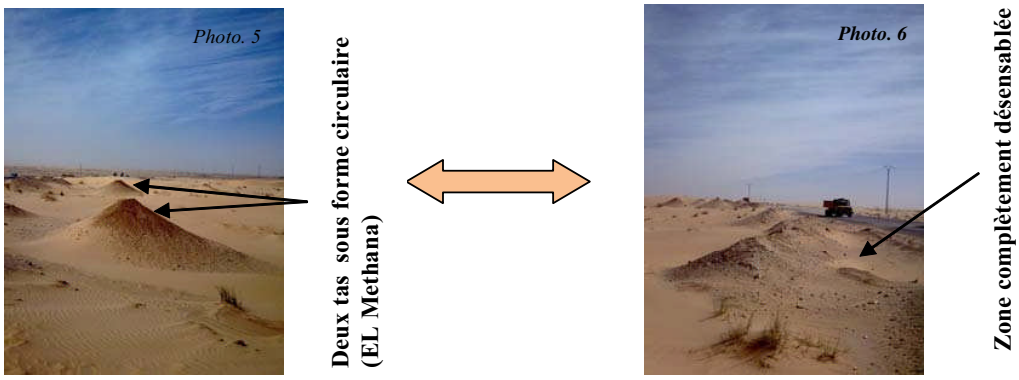
Les tas de remblais circulaires créent avec le vent et autour une zone de turbulence qui cause le départ plus ou moins rapide du sable et par là une réduction progressive de l'édifice sableux.



D1 : distance à respecter entre la route et le tas de remblai côté gauche par rapport à la direction du vent.
D2 : distance à respecter entre la route et le tas de remblais côté droite par rapport à la direction du vent.
D3 : distance à respecter entre le tas oblique et le tas circulaire ou cône
V : vide entre les tas de remblais.

Fig. 7. Dispositif du tas de remblais orienté obliquement par rapport à la route en plus des tas sous forme circulaire(ELMETHANA)

Un exemple concret de ce dispositif est adopté par les services de travaux publics sur la route nationale RN16 Touggourt-Taïbet au point kilométrique (PK 617 + 500) et montre l'efficacité de cette technique (la zone à protéger est complètement désensablée). (Photos 5 et 6).



4. Dispositif du tas de remblai cas de tronçons de route et oasis menacés (Cas de grosse dune)

Ce type de désensablement est basé sur l'effet aérodynamique des modifications de la vitesse du vent et de sa direction (dévier la progression du sable dans une autre direction que celle du vent dominant. (Figure 8.).

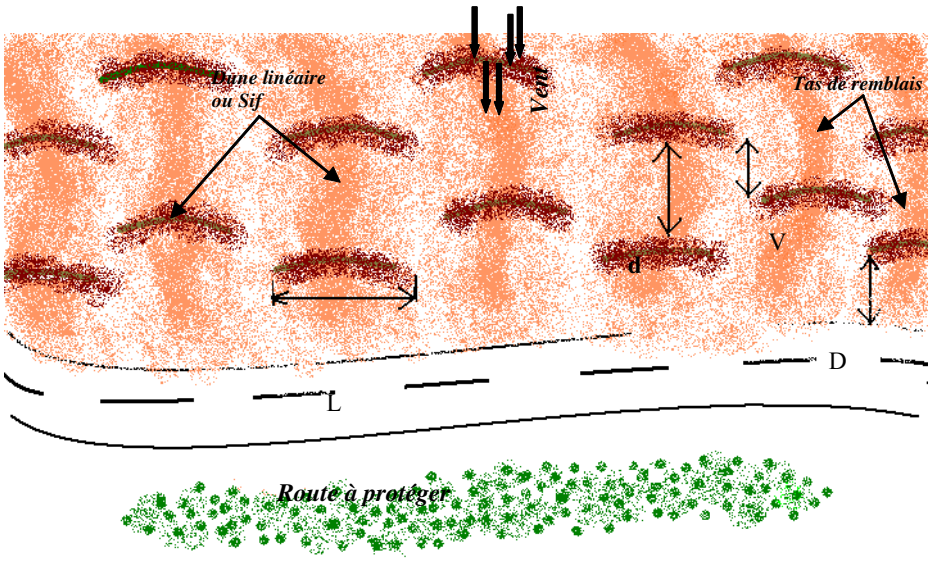


Fig. 8. Dispositif formé à partir de plusieurs tas de remblai orientés perpendiculairement à la direction du vent le plus dominant.

➢ Pour empêcher l'ensablement, la création de dunes artificielles face au vent de l'infrastructure à protéger est préconisée. Cette méthode suppose des tas de remblai perpendiculaire au vent dominant, à 200 mètres au moins de la structure à protéger (D, fig.8), (FAO, 1988).

➢ Le dispositif est formé à partir de plusieurs tas de remblai (de 2 à 4) successifs orientés perpendiculairement à la direction du vent dominant. La distance entre les tas de remblais successifs est au-dessus de trente mètres (d).

➢ Le vide compris entre les tas de remblai (V) favorise le déplacement du sable par la force éolienne dans une autre direction que celle du vent dominant.

Le même dispositif peut s'appliquer pour le désensablement des tronçons de route et oasis menacés (cas de la zone d'El Goug). (Photos 7 et 8).

Photo 7 - quand le vent souffle, les routes d'accès et oasis s'envahissent rapidement par le sable (cas d'ELGoug).

Photo 8 – des trains barkhaniques provoquant l'ensablement de la route et causant des dégâts importants sur les oasis (cas d'ELGoug).

Cette technique, en limitant la vitesse du vent à la surface du sol et en modifiant sa direction, protège la zone située sous les vents dominants et stabilisé le milieu dunaire ce qui permet des opérations de fixations biologiques.

V. L'évaluation des différentes techniques de lutte mécanique

Après l'inventaire des différentes techniques de lutte mécanique, nous notons que les matériaux végétaux inertes (palme sèche), ont fait l'objet d'expérimentations diverses et les résultats obtenus ont été très probants. Malgré cela, vu l'ampleur des superficies à traiter et l'indisponibilité en quantité suffisante, ces matériaux ont été délaissés.

Les matériaux synthétiques testés sont pour la plupart polluants, non biodégradables, c'est le cas des plaques en fibrociment et le bitume, d'autre, ont donné de bons résultats c'est le cas de la maille plastique, qui n'a pourtant pas permit son utilisation à grand échelle, compte tenu de son coût de revient excessif.

C'est dans ce contexte que nous avons jugé utile de valoriser la technique des zones de turbulences (technique du tas de remblais), appliquée dans la région du sud-est. L'efficacité de ces techniques traditionnelles et mis en évidence par leur application par les services des travaux publiques chargé de la protection des routes et par les résultats obtenus par ces derniers. (Tableau n°1).

Tableau. 1- l'application des différents dispositifs sur les aires d'ensablement des routes RN3, RN16 et Touggourt-Djelfa

Route	Totale de linéaire ensablé (km)	Nombre d'intervention d'équipe d'entretien avant l'application de cette technique par /an **(2000-2005).**	Type du tas de remblais appliqué à partir d'année **(2005-2006)**	Nombre d'intervention d'équipe d'entretien par /an après l'application de la technique **(2006-2008)**
RN3 Touggourt-Ouargla	23Km	151 120 137 161 070 100	Au tout long de la section ensablée on applique des dispositifs du tas de remblai qui sont déposés perpendiculairement à la direction du vent dominant	64 58 59
Route Touggourt - Djelfa	42Km	171 166 155 165 079 122	Des dispositifs du tas de remblai qui sont disposés perpendiculairement avec d'autres dispositifs qui est mis obliquement par rapport à la route.	12 00 00
RN16 Touggourt - Taïbet	45Km	219 187 187 187 187 187	Un dispositif appliqué sur le point kilométrique Pk 617+500 les tas de remblai sont déposés obliquement par apport la route avec deux grands tas sous forme circulaire (El Methana).	00 00 00

Source : Direction des Travaux Publics W. d'Ouargla.

CONCLUSION

La conséquence néfaste de la dynamique éolienne au Sahara est l'ensablement des infrastructures pétrolières routières et ferroviaires, des oasis et des agglomérations.

Face à ce fléau naturel, de gros efforts ont été fournis et d'importants travaux sont mis en œuvre (technique de la palissade, mulching et le désensablement) par les services techniques et par les paysans en vue de lutter, d'une manière efficace, contre ce phénomène tant sur le plan curatif que préventif. Mais toutes ces techniques sont rapidement submergées par l'arrivée de dunes mobiles. La technique du tas de remblai expérimentée traditionnellement par les paysans et les services techniques de travaux publics de la région de Taïbet et Oued Souf se base sur l'effet aérodynamique (zone de turbulence) des modifications de la vitesse du vent ou de sa direction. Le principe de base est d'utiliser la force du vent pour faciliter le dégagement de sable au niveau des sites à protéger et éviter son accumulation.

Nous pouvons dire ainsi que les résultats obtenus par les différentes techniques traditionnelles de lutte contre l'ensablement employées dans le Bas – Sahara Algérien (cas de Taïbet et Oued Souf) ont montré leurs preuves à travers le temps. Le modèle de stabilisation mécanique des dunes mis en place (tas de remblai), demeure encore intact et confirme une fois de plus son efficacité, face l'agressivité de l'action des vents violents. Les interventions dans cet espace doivent nécessairement prendre en compte les expériences des populations locales en matière de lutte contre l'ensablement. Cette voie constitue à la fois un gage de réussite pour ces techniques et une manière de valoriser un savoir – faire traditionnel en les adaptant et en les améliorant.

BIBLIOGRAPHIE

Cahiers FAO, (1988). Manuel de fixation des dunes. Cahiers conservation n° 18, Rome. 68p.

Dubost, D. (2002). Ecologie Aménagement et Développement Agricole des oasis algériennes. Ed. C.R.S.T.R.A. 423p.

Mainguet, M. et Remini, B. (2004). Le rôle des méga-obstacles dans la formation et le façonnement des ergs : quelques exemples du Sahara. Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface. Journal n° 3.pp. 13-23.

Mainguet, M. et Dumay, F. (2006). Combattre l'érosion éolienne : un volet de lutte contre la désertification. Les dossiers thématiques du CSFD. N° 3. Montpellier : Agropolis. 44p.

Moudjahed, N. (2007). Protection des routes contre l'ensablement : cas des RN 53, de la RN 53A, et de la RN 16. In C.R.S.T.R.A, éd. Actes des journées d'études et de sensibilisation sur la quantification du sable en transit éolien et sur la lutte contre l'ensablement. Biskra : C.R.S.T.R.A. pp53-71.

Rémini, B. (2002). Méga-obstacles et dépressions, leurs influences sur la dynamique éolienne, les ergs et l'ensablement des espaces oasiens. Thèse de Doctorat, Laboratoire de Géographie Zonale pour le Développement, Université de Reims Champagne-Ardenne, France. 208p.

Rémini, A. (2006). Etude expérimentale de l'évolution de l'ensablement derrière les brise-vents. Journal. Alg. Rég. Arides. N°5. pp 23-28.

Roose, E. (1994). Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). Bulletin pédologique de la FAO. 70. Rome, 420p.

Soltner, D. (2005). Les bases de la production végétale. Tome 1. Le sol et son amélioration. 24°éd. Paris 472p.