La Route de l'Espoir: la lutte contre les dunes mobiles en Mauritanie

A.M. Jensen et M.S. Hajej

Axel Martin Jensen est un consultant
indépendant spécialisé
en foresterie des zones arides.
Il a passé plus de six ans en Mauritanie
et dans d'autres pays, comme consultant
technique pour le Projet de stabilisation
et de fixation des dunes
de la FAO, et réside actuellement,
à Poutet en Bas (France).

Mohamed Sahbi Hajej est Directeur général
de l'Institution de la recherche et de
l'enseignement supérieur agricoles,
Ministère de l'agriculture (Tunisie).

Protection du grand axe routier qui traverse la Mauritanie d'ouest en est - ensablé par suite de problèmes liés à la sécheresse, à la sédentarisation des nomades et à la dégradation du couvert boisé.

Dunes vives longitudinales se mélangeant avec une contre-dune sur le parcours de la Route de l'Espoir, à 25 km de Nouakchott (au premier plan, sédiment lacustre consolidé)

- HÉLÉNA JENSEN

À l'indépendance de la Mauritanie en 1960, le projet de construction d'une route reliant la nouvelle capitale, Nouakchott, à l'est du pays est devenu un enjeu politique majeur (Feral, 1983). La construction de la route, dite «Route de l'Espoir», a commencé au début des années 70. Lorsqu'elle a été achevée, à Néma, au début des années 80, elle couvrait 1 200 km et réalisait l'unification physique du pays, en désenclavant les six régions les plus riches au sens agricole et agropastoral du terme. Environ 1 000 km de route se trouvent sur des sols d'origine éolienne.

L'existence de cette route et des points d'eau sur son parcours a favorisé un processus de sédentarisation des populations essentiellement nomades et une concentration des pressions humaine et animale sur un écosystème déjà fragilisé par la longue sécheresse des années 70 et 80, durant laquelle le déficit pluviométrique était de 40 à 50 pour cent (voir tableau 1). Les établissements humains ont eu plusieurs conséquences: destruction progressive du couvert végétal, mise en mouvement des sables et ensablement de la route, sur des endroits de plus en plus nombreux et des tronçons de plus en plus longs. En 1991, le tronçon Nouakchott-Boutilimit était ensablé sur plus de 60 pour cent de sa longueur.

TABLEAU 1. **Déficit pluviométrique pendant la sécheresse 1971-1987, par rapport à la période 1941-1970**			
Zone climatique	**Pluviométrie moyenne *(mm/year)***		**Déficit *(%)***
	1941-1970	**1971-1987**	
Saharo-sahélienne (précipitation 100-200 mm/an)	152,2	77,1	49
Sahélienne (précipitations 200-400 mm/an)	309.0	176,8	43
Source: DPN, 1989.			

Cet article décrit la dégradation du sol le long de la route, ses causes, et les diverses méthodes de lutte contre l'ensablement de la route, avec leurs coûts et avantages respectifs. Il est démontré que, là où la pluviométrie est inférieure à 100 mm par an, la protection de la route par des barrières faites de matières inertes est à la fois pratique et beaucoup plus économique que le désensablement mécanique. Là où la pluviométrie annuelle est supérieure à 100 mm, le reboisement assure une protection de la route pérenne, et financièrement et socio économiquement viable.

LA DÉGRADATION ET SES CAUSES

Lors de la planification du tracé de la Route de l'Espoir, dans les années 60, il n'y avait pratiquement pas de mouvements de sable dans cette zone, si bien qu'aucun ouvrage de protection n'était envisagé. Toutefois, entre 1986 et 1991, c'est-à-dire en cinq ans, la longueur totale ensablée est passée de 70,8 à 149,6 km sur le tronçon Nouakchott-Kiffa (tableau 2) qui fait 600 km, soit une augmentation annuelle de 15,7 km ou 2,6 pour cent par an.

TABLEAU 2. **Taux d'ensablement de la Route de l'Espoir**			
Tronçon[a]	**Longueur totale *(km)***	**Longueur ensablée *(km)***	
		1986[b]	**1991[c]**
Nouakchott-Boutilimit	150	41,2	92,4
Boutilimit-Aleg	150	12,6	14,3
Aleg-Cangarafa	100	11,9	33,9
Cangarafa-Kiffa	200	5,1	8,5
Total Nouakchott-Kiffa	**600**	**70,8**	**149,1**
[a] Voir carte. [b] *Source:* Kocks, 1987. [c] *Source:* Aydemir, 1991.			

Le sable a été mis en mouvement sous l'effet de facteurs biologiques et socio-économiques découlant de la grave sécheresse des années 70 et 80, qui a eu des répercussions profondes sur les modes de vie en Mauritanie. En 1965, 73 pour cent de la population mauritanienne était nomade, alors qu'en 1985, ce chiffre n'était plus que de 12 pour cent (tableau 3). La sécheresse n'était pas un phénomène nouveau dans ce pays (Winstanley, 1973), mais l'espace de transhumance à travers les frontières s'est réduit et l'exploitation de la végétation autour des établissements humains s'est intensifiée.

TABLEAU 3. **Modes de vie en 1965 et en 1988**		
Mode de vie	**Pourcentage de la population totale**	
	1965	**1988**
Nomades	73	12
Population rurale sédentaire	18	48
Population urbaine	9	40
Source: Statistiques nationales, 1989.		

En 1988, le taux d'urbanisation atteignait 40 pour cent en Mauritanie, ce qui est le taux le plus élevé de la sous-région, après le Sénégal. Les migrations, la sédentarisation et l'urbanisation s'expliquaient aussi par le fait que l'agriculture non irriguée n'était praticable que dans la partie sud du pays, qui a par conséquent reçu un afflux massif de population durant la sécheresse. À titre d'exemple, le tableau 4 illustre la migration des populations, sur une trajectoire nord-sud passant par Kiffa, la capitale de la région d'Assaba.

La Route de l'Espoir a été un facteur d'attraction supplémentaire pour les nomades, dans le choix du lieu de leur installation. Dans une zone climatique où la pluviométrie annuelle était comprise entre 60 et 325 mm, ils se sont essentiellement fixés dans les villes. C'est ainsi que, pour prendre un exemple, le taux de croissance annuel de la ville de Boutilimit est passé à 13,1 pour cent entre 1971 et 1978, contre 2,4 pour cent durant la période antérieure, bien que la ville soit située sur l'isohyète 100 mm. L'apparition de petits établissements humains le long de la route a été favorisée par la présence de puits qui avaient été forés au moment de sa construction.

Ayant perdu une grande partie de leur cheptel, les anciens nomades ont dans un premier temps survécu grâce à une aide alimentaire acheminée par la route, mais le temps passant, ils ont mis sur pied d'autres activités économiques, notamment de petit commerce, facilitées par l'existence de la route.

Les activités de la population sédentarisée, comme l'élevage de petit bétail et le ramassage de bois de feu le long de la route, ont dégradé le couvert boisé déjà fragilisé par la sécheresse. La destruction du couvert végétal a favorisé l'érosion éolienne et provoqué l'ensablement de la route.

TABLEAU 4. **Migration de populations, du nord au sud de la Mauritanie, 1977 à 1987**				
Région	**Pluviométrie 1971-1987 *(mm/an)***	**Population sédentaire**		**Taux de croissance annuel *(%)***
		1977	**1987**	
Tagant	50-180	74 880	46 741	- 4,6
Assaba	150-320	20 875	40 419	+ 3,8
Guidimaka	290-490	83 231	154 325	+ 6,4
Source: Recensement national de 1977 et cartes de recensement de 1987.				

LES VENTS ET LES DUNES

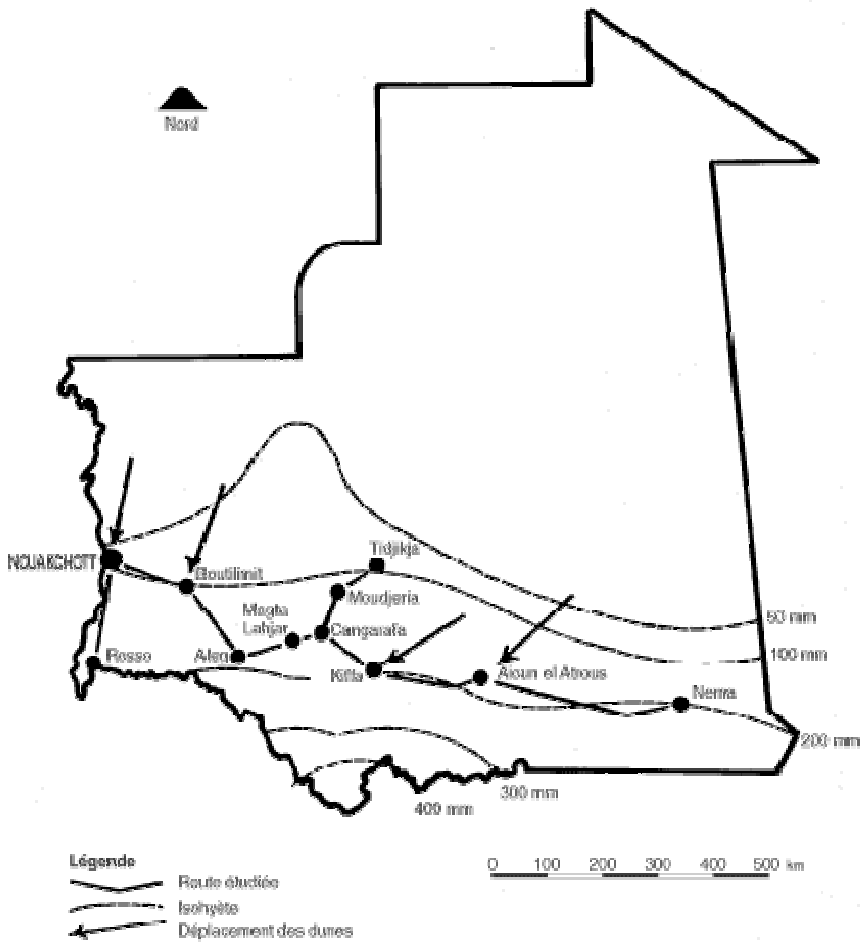
Avant de poursuivre, quelques précisions sur les vents et la géomorphologie des dunes sont nécessaires pour mieux comprendre le fonctionnement des mesures de protection, le long de la route.

Le vent est multidirectionnel: les vents dominants viennent du nord-est entre octobre et mai, et du nord-ouest entre juin et septembre. Environ 30 pour cent des vents peuvent provoquer l'érosion. La direction dans laquelle les dunes se déplacent est indiquée sur la carte.

L'érosion éolienne forme des dunes vives longitudinales sur substrats sableux, et des barkhanes (dunes mobiles en croissant) sur substrats compacts (Mainguet, 1984; 1985). Les dunes vives longitudinales ont un mouvement ondulatoire au niveau de la crête, et leur masse s'étend vers le sud à la vitesse de 10 à 20 m par an (Jensen, 1993). Entre les dunes vives, le sable mobile est transporté par le vent. Les barkhanes formées sur substrats compacts se déplacent dans la direction du vent, à une vitesse qui est fonction de la hauteur de la dune et de la force du vent.

Seules les dunes vives bloquent la route, le sable mobile soufflé par le vent ne crée aucune entrave à la circulation.

Les sols dunaires sont deux fois plus poreux que les sols argileux, ce qui signifie qu'ils absorbent deux fois plus d'humidité et en perdent deux fois moins par évaporation. En outre, ils restituent plus facilement l'eau qu'ils ont retenue aux plantes. Une averse de 50 mm mouille le sable jusqu'à une profondeur de 50 à 100 cm, contre 25 cm pour l'argile. La saison sèche, qui dure 10 mois, assèche une couche superficielle de 40 cm seulement sur sol dunaire, alors que, sur sol argileux, la couche sèche peut aller jusqu'à 1 m de profondeur. Les sols dunaires ont donc un bilan hydrique favorable même dans le désert, alors que les sols argileux forment un substrat impropre à un couvert végétal pérenne, en zone aride.



Carte de Mauritanie montrant les tronçons de la route étudiés, les isohyètes et la direction dans laquelle se déplacent les dunes

TECHNIQUES DE STABILISATION DES DUNES ET DE PROTECTION DE LA ROUTE

Les techniques de lutte ont principalement été mises au point par un projet pilote triennal de la FAO qui a protégé la Route de l'Espoir, sur environ 12 km, entre 1983 et 1986 (FAO, 1988).

Protection du tronçon Nouakchott-Boutilimit

Un programme expérimental de stabilisation des dunes a été mis en place à 25 km de Nouakchott. Deux segments de route, de 1 km chacun, ont été traités selon deux techniques différentes. Sur le premier

segment, la route a été protégée par la mise en place, sur une surface de 150 m de large, de palissades tressées, fabriquées avec des branches flexibles de *Leptadenia pyrotechnica* (arbuste indigène), espacées de 20 à 40 m, et disposées en casiers. Dans les casiers entre les palissades, diverses essences forestières (*Balanites, Lepta-denia, Parkinsonia* et *Prosopis)* ont été plantées. Chaque plant a reçu au total 200 litres d'eau pendant les premières années. L'entretien du système a consisté à remplacer les palissades à mesure qu'elles étaient ensevelies sous le sable.

Sur le deuxième segment, une dune artificielle, ou «contre-dune» a été édifiée parallèlement à la route, à 50 m au nord, et protégée par deux rangées du même type de palissades de *Leptadenia*. Cette contre-dune empêchait le sable de traverser la route sous forme de dunes, mais laissait passer le sable mobile.

Dans les deux systèmes adoptés sur le tronçon Nouakchott-Boutilimit, où la pluviométrie annuelle est inférieure à 100 mm, les dunes qui se trouvaient entre le système de protection et la route avaient été balayées par le vent au bout d'un an et demi, et pendant toutes les années où le système a été entretenu, il n'y a pas eu de dunes sur la route. Trois ans après la dernière opération d'entretien, la route était à nouveau largement ensablée et seuls quelques arbustes de *Prosopis juliflora* témoignent encore de la section boisée. Ces résultats montrent que tout système de stabilisation mécanique des dunes nécessite un entretien régulier et constant.

Protection du tronçon Aleg-Nema

Sur le tronçon de route reliant Aleg à Nema, la protection a principalement été réalisée par reboisement (Khatteli, 1989).

La culture d'arbres dans les zones de dunes est problématique à cause de l'assèchement rapide de la surface du sol, de l'érosion éolienne qui déracine les jeunes plants, de leur ensevelissement sous les dunes en mouvement et de leur abrasion par les grains de sable qui déferlent à la surface du sol. Tous ces obstacles peuvent être surmontés en prenant des plants plus gros et en les plantant à la profondeur adéquate.

Le programme de boisement le plus important a été celui de Magta Lahjar (isohyète 150 mm), où 335 ha ont été boisés en *Prosopis juliflora*, *Parkinsonia aculeata* et *Leptadenia pyrotechnica*. Le tableau 5 présente les résultats d'une enquête systématique de toutes les parcelles de *Prosopis*.

La productivité de ces plantations forestières de *Prosopis* s'annonce bonne: la production de biomasse aérienne sèche (isohyète 200 mm) a notamment été évaluée à 2 tonnes par hectare et par an, à Kiffa.

Des perfectionnements apportés aux techniques de protection contre l'ensablement montrent qu'il est techniquement possible de protéger les routes mauritaniennes par des barrières de matériaux inertes là où la pluviométrie est insuffisante, le boisement pouvant être la principale mesure de protection là où la pluviométrie annuelle est supérieure à 100 mm. La production des peuplements établis peut même procurer un revenu non négligeable.

La ceinture de 335 ha aménagée à Magta Lahjar a permis une protection totale et durable de 6,7 km de route, soit 50 ha par kilomètre. Sur un autre site, entre Kiffa et Néma, une ceinture de 25 ha était suffisante pour protéger 0,75 km de route, c'est à dire 33 ha par kilomètre. On estime qu'une bande de 400 à 500 m de large est suffisante pour assurer la protection de la route et fournir de quoi payer les dépenses d'entretien.

Palissade de branches tressées disposées en grille, pour stabiliser les dunes de sable sur le parcours de la Route de l'Espoir

- FAO/11046-A-27/T. FENYES

Essence* Leptadenia *dans les sables de la Mauritanie

- FAO/18831/I. BALDERI

COUTS ET AVANTAGES

Le Projet de stabilisation et de fixation des dunes de la FAO a passé au crible les coûts de la stabilisation des dunes (résumés dans Jensen, 1993).

Pour le tronçon Nouakchott-Boutilimit, le coût des contre-dunes est de 28 000 dollars EU par kilomètre, étalés sur cinq ans. On estime que les frais d'entretien annuel des contre-dunes plafonnent à 2 500 dollars EU par kilomètre, à partir de la quatrième année. Le coût annuel du désensablement mécanique de la route, par des engins lourds (type bulldozer) du Département des travaux publics, était de 13 600 dollars EU par kilomètre, sur le tronçon Nouakchott- Boutilimit (Limane, 1991). Ainsi, la protection de la route par des contre-dunes est rentable, car elle permet d'économiser les dépenses de désensablement pendant trois ans.

Malgré l'excellent rapport coûts-avantages des ouvrages de protection basés sur l'utilisation de barrières inertes sur ce tronçon, les programmes pilotes ont été abandonnés. Pourquoi? Les problèmes sont principalement venus du manque de collaboration entre la Direction de la protection de la nature, responsable du projet pilote, et la Direction des travaux publics, qui était censée prendre la relève du projet, ainsi que du manque de coordination entre les donateurs, qui en a découlé. Au contraire, le Département d'entretien des routes a réussi à mobiliser des fonds pour le désensablement mécanique de la route, qui coûtait pourtant plus cher.

Le coût du reboisement a été estimé à 450 dollars EU par hectare, sans arrosage, ou à 500 dollars EU par hectare, avec 20 litres d'eau au moment de la plantation. Le boisement d'une bande de 200 m de large coûte donc entre 8 900 et 10 200 dollars EU par kilomètre. Limane (1991) a estimé à 2 600 dollars EU par an le coût du désensablement de la route par les engins du Département des travaux publics, sur le tronçon Boutilimit-Kiffa. Ainsi, le coût de la protection est là encore rentable, grâce aux économies réalisées sur le désensablement mécanique pendant quelques années. En outre, la vente des produits forestiers pourrait procurer un revenu additionnel estimé à 760 dollars EU par kilomètre et par an.

TABLEAU 5. **Enquête sur des *Prosopis juliflora* plantés dans des dunes vives de 0,5 à 2 m de haut, avec protection mécanique limitée, dans la ceinture verte de Magta Lahjar**

Année de la plantation (pluviométrie)	**Méthode de plantation**	**Enquête de 1988**				
		Age *(années)*	**Taux de survie *(%)***	**Hauteur moyenne *(m)***	**Biomasse aérienne sèche *(t/ha)***	**Biomasse carbonisable *(t/ha)***
1984 (148 mm)	Planting of 5-month seedlings with collar at a depth of 20 cm during rains	4	83	4,8	19,6	10,0
1985 (177 mm)	Planting of 3-month seedlings with collar at a depth of 10 cm, with 10 litres of water	3	56	4,2	10,3	4,8
1986 (98 mm)	Planting of 3-month seedlings with collar at a depth of 10 cm, with 10 litres of water	2	70	3,2	4,3	1,4

Alors que les dépenses de désensablement mécanique de la route sont essentiellement payées en devises, dans le cas des contre-dunes et du reboisement, la part payée en devises est respectivement de 20 et de 10 pour cent seulement.

Grâce à une meilleure maîtrise des techniques et à la participation accrue des populations, les coûts directs ont pu être divisés par six ou par sept, entre 1983 et 1992.

Helles et Jørgensen (1989) ont étudié les avantages socioéconomiques de la protection, sur la base d'une comparaison entre Magta Lahjar (5 900 habitants en 1987) et Cangarafa (2 500 habitants en 1987), autre ville située sur le parcours de la Route de l'Espoir. Les principaux résultats de cette étude sont synthétisés au tableau 6. Les ménages vivant dans la ville protégée ont bénéficié d'une croissance économique de 5 pour cent par an, alors que dans la ville non protégée, la croissance était négative. Mais surtout, et c'est là le résultat le plus significatif, les habitants de la ville protégée investissaient leurs excédents sur place, alors que ceux de la ville non protégée les exportaient.

La protection de la route est économiquement viable, tant sur le plan financier que socioéconomique, et elle a contribué à restaurer la confiance des populations dans l'avenir économique de leur région. Toutefois, on ne peut pas demander aux populations de participer à la protection des tronçons de route qui sont éloignés des zones habitées, de sorte que les opérations à réaliser dans ces zones doivent être supervisées par l'État.

Prosopis juliflora à Magta Lahjar deux ans après la plantation; de grosses plantules ont été plantées à une bonne profondeur, sans ajout d'eau

- H. JENSEN

PARTICIPATION ET DURABILITÉ

À l'exception du tronçon Nouakchott- Boutilimit (150 km), où la pluviométrie est le facteur essentiel de dégradation de la végétation naturelle, la route n'est menacée d'ensablement qu'à proximité des villages ou des points d'eau, c'est-à-dire par les activités des populations sédentarisées. Les populations seront bien entendu motivées pour protéger leur village de l'ensablement, mais il faudra leur montrer que c'est possible. C'est la raison pour laquelle le projet de stabilisation et de fixation des dunes de la FAO a démarré comme projet pilote supervisé par l'État. Toutefois, au bout d'un an à peine, les villageois ont demandé l'appui du projet pour protéger leurs zones, dès qu'ils ont vu que les arbres pouvaient être plantés directement dans les dunes, sans eau. Cela a permis au projet de mettre au point une méthode participative basée sur une relation contractuelle entre le projet et les habitants (Lund, 1998). Les contrats spécifiaient les responsabilités et les contributions de chacune des parties, ainsi que le mode de gestion du programme, et étaient négociés avec les populations et signés par leurs représentants.

La reproductibilité des techniques et de l'approche participative est maintenant acquise: entre 1993 et 1997, c'est-à-dire 14 ans après le démarrage du projet, les résultats parlent d'eux-mêmes: 226 nouveaux sites protégés, dont plusieurs sur la Route de l'Espoir; 1 000 km de branches de *Leptadenia* et de *Balanites* coupées, transportées par traction animale et implantées par les populations; plus de 1,2

million de plants produits dans 226 petites pépinières provisoires créées et gérées principalement par des femmes; environ 1 million d'arbres plantés sur 2 100 hectares. Plus de 70 sites sont protégés à l'initiative des collectivités locales, avec seulement une assistance technique de l'administration, et avec une réduction des coûts directs de protection allant de 31 à 89 pour cent selon la nature de l'ouvrage. La lutte contre l'ensablement est entrée dans les traditions techniques et socioéconomiques de la région. Tout porte à croire que la dégradation se poursuivra le long de la Route de l'Espoir, au fur et à mesure de l'apparition ou du développement des villages, mais la protection et la remise en état des espaces bâtis - et de la route - sont désormais un réflexe, parmi la population.

TABLEAU 6. **Principales différences des conditions de vie économique, entre les villes de Magta Lahjar (protégée contre l'ensablement) et de Cangarafa (ensablée)**

Indicateur socio-économique	**Magta Lahjar (protégée)**	**Cangarafa (ensablée)**
Revenu mensuel moyen des ménages, 1984	176 dólares	224 dólares
Revenu mensuel moyen des ménages, 1989	223 dólares	164 dólares
Investissement mensuel moyen des ménages 1989	25 dólares	31 dólares
Pourcentage d'investissement local	95%	36%
Prix moyen des parcelles de terre achetées	330 dólares	90 dólares

Source: Helles ET Jørgensen, 1989.

Pépinière forestière provisoire à Tiguint, en Mauritanie, à 100 km au sud de Nouakchott, pour le boisement des dunes de sable

- FAO/18847/I. BALDERI

Bibliographie

Aydemir, H. 1991. *Étude de faisabilité de la protection de la Route de l'Espoir.* Étude technique. Projet UNSO, UNSO/MAU/89/X52. Direction de la Protection de la Nature, Nouakchott, Mauritanie.

Direction de la Protection de la Nature (DPN), Mauritanie. 1989. *Programmes régionaux de lutte contre la désertification*. Projet Banque mondiale, UNSO/MAU/85/X04 et projet FAO, PNUD/MAU/86/007. Nouakchott.

FAO. 1988. *Programme de stabilisation et de fixation des dunes en Mauritanie.* Rapport intérimaire. FO: UNSO/DES/MAU/82/001. Rome.

Feral, G. 1983. *Le tambour des sables.* Éditions France-Empire, Paris.

Helles, F. et Jørgensen, P. 1989. *Socioeconomic study on the towns of Magta Lahjar and Cangarafa.* Projet Banque mondiale, UNSO/MAU/85/X04. Direction de la Protection de la Nature, Nouakchott, Mauritanie.

Jensen, A.M. 1993. *Protection des routes contre l'ensablement en Mauritanie.* Bureau de la lutte contre la désertification et la sécheresse (UNSO), New York, États-Unis.

Khatteli, H. 1989. *Rapport d'activité 1988.* Projet FAO, UNSO/MAU/006/NSO. Direction de la Protection de la Nature, Nouakchott, Mauritanie.

Kocks Consult. 1987. *Étude d'entretien du réseau routier mauritanien*. Ministère de l'Équipement, Nouakchott, Mauritanie.

Limane, A.O. 1991. *Étude de la faisabilité de la protection de la Route de l'Espoir.* Projet FAO, UNSO/MAU/89/X52. Direction de la Protection de la Nature, Nouakchott, Mauritanie.

Lund, S. 1998. *Participation? A question of praxis. A discussion of the "theories" of participatory development based on experiences from a sand dune fixation project in Mauritania 1982-1990*. Dissertation. Université Roskilde, Danemark.

Mainguet, M. 1984. Cordons longitudinaux (sandridges), dunes allongées à ne plus confondre avec les sifs, autres dunes linéaires. Dans *Le Vent, mécanisme d'érosion, de dégradation, de désertification*. *Travaux de l'Institut de Géographie de Reims*, 59/60: 61-83.

Mainguet, M. 1985: *A dynamic classification of mobile dunes*. Cahier FAO Conservation, n° 10. Rome.

National Statistics. 1989. *Recensement de la population 1988, République Islamique de la Mauritanie.* Nouakchott, Mauritanie.

Winstanley, D. 1973. Rainfall patterns and general atmospheric circulation. *Nature*, 245: 190-194.