

PRISE EN COMPTE DE
L'ENVIRONNEMENT DANS LA
CONSTRUCTION ROUTIERE

L. AYACHE

Directeur Général de l'Équipement

L. NMIRA

Chef du CERET du Tensift

I - INTRODUCTION

1) Objectif de l'opération

La nouvelle liaison Safi - Essaouira par la côte présente de multiples avantages dont notamment :

- . une meilleure desserte des terrains agricoles en bordure du littoral.
- . une liaison supplémentaire pour 4 communes: Tnine Rhiate, Had Taouabet, Akrmoud et Had Dra
- . la valorisation des sites touristiques et en particulier :
- . les plages d'Essaouira - Moulay Doraine, Bir Jdid, Sidi Salah, Sidi Boudouama, estuaire Echaâba El Hamra.
- . les grandes dunes du cap Hadid, de Sidi Salah et de Ouled Ali Ben Ahmed.
- . les vues panoramiques de la crête d'Aït Allal et d'Aït Raïs Omar.
- . le développement de la pêche le long de la côte
- . Une réduction de la longueur de la liaison entre Safi et Essaouira de 24 km.

2) Identification de la RR.301

La liaison Safi-Essaouira de 113 km par la côte compte une section revêtue entre Safi et l'Oued Tensift (36 km) qui sera réaménagée. Le reste ,y compris le radier, est nouvellement construit. Le tracé se développe le long de la côte, ne s'en éloignant que pour éviter les obstacles naturels infranchissables ; il traverse du Nord au Sud :

- . des terrains de culture en bour, légèrement valonnés aboutissant à une zone de dunes boisées,
- . une dépression au niveau de l'estuaire de Chaâbat Mzar,
- . un plateau surplombant l'océan sur une longueur de 8 km
- . un couloir qui longe les dunes côtières entre Bir Khnifis et Moulay Bouzerktoune.
- . La liaison côtière se présente comme suit :

PROVINCE	P.K. DES LIMITES ENTRE PROVINCE	LONGUEUR PAR PROVINCE (KM)	OBSERVATIONS *
EL JADIDA	0 + 000	79,037	Origine= ville El Jadida Limite El Jadida Safi (145 + 000 à Safi) Limite Safi-Essaouira Extrémité : PK.7+640 de la RP.10
	79 + 037		
SAFI	201 + 000	121,97	
		57,755	
ESSAOUIRA	258 + 755		

II - DONNEES GENERALES

1) Historique :

La ville d'Essaouira a été construite en 1764 par le Sultan Sidi Mohamed Ben Abdellah dans le but d'en faire une base navale permettant de faciliter le contrôle de la partie méridionale du pays et de dynamiser les échanges commerciaux et diplomatiques avec l'extérieur, notamment avec l'Europe. Elle ne comportait au départ qu'une Casbah et son port. Elle se trouvait entourée par une forêt dense de génévriers rouges, d'une superficie de 14.000 ha, s'étendant du rivage de l'Océan jusqu'à 15 km de profondeur, à l'intérieur du continent, où elle était relayée par les peuplements naturels de Thuyas et d'arganiers.

2) Climat

Par référence à la station météorologique d'Essaouira, les dunes Nord d'Essaouira se trouvent dans une zone bioclimatique tempérée, chaude nettement marquée par l'influence de l'océan atlantique. Le caractère microclimatique avec une saison sèche qui dure 7 mois, d'Avril à Octobre, est nettement marquée par la fraîcheur des températures estivales et la faiblesse des amplitudes thermiques.

Ceci s'explique par la situation géographique d'Essaouira située à la pointe Ouest du littoral marocain où tout se passe comme si les vents alizés rassemblent, pendant 160 jours par an, les brumes balayées tout au long de la côte". Les dunes maritimes au Nord d'Essaouira sont fortement soumises à des vents qui soufflent presque toute l'année (280 jours/an) d'intensité très variable et atteignant souvent plus de 15 km/h. Les vents qui dominent (62%) sont de direction NNE entre Mars et

Octobre et NE de Novembre à Février. L'inclination légère de la côte par rapport aux courants atmosphériques est un élément explicatif majeur de ce constat.

La pluviométrie annuelle moyenne enregistrée pendant la période 1933-63 à Essaouira et Safi est respectivement 295 et 336 mm

3) Sols

Les dunes récentes d'Essaouira sont constituées par du sable calcaire assez pauvre, recouvrant un substratum argileux ou gréseux calcaire apparaissant dans les bas-fonds ou en bordure du périmètre actuel. Sous l'effet d'une érosion éolienne intense et par le fait d'une direction presque constante des vents dominants, le paysage dunaire qui s'est formé, présente un relief homogène à configuration vallonnée. A l'origine, les dunes en forme de croissant, avaient des pentes très variées et des altitudes atteignant 20 à 30 m (55 m au maximum). Elles se déplaçaient à des vitesses allant de 40 m/an pour les grandes dunes à 150 m/an pour les petites.

Les sols actuels résultant de cette situation se caractérisent par un processus pédogénétique très lent aboutissant dans les meilleurs des cas à des sols peu évolués avec une teneur faible de matière organique.

4) Végétation

La destruction quasi-totale de la couverture végétale initiale ne facilitait certainement pas l'établissement rétrospectif de la composition floristique. Toutefois, l'observation attentive de quelques lambeaux de forêts découverts par les dunes ou ayant échappé par endroit à l'ensablement permettait d'avancer que la forêt initiale était une junipéraie pure avec un sous-bois réduit (*Rétama monosperma*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus cloïdes*, *Phillyrea media*, *Ephedra fragilis*) et se distinguant par la présence d'éléments méridionaux (*Periploca laevigata*, *Ononis natrix angustissima*, *Cenchrus ciliaris*, *Helianthemum canariense* ...).

Dans le cadre des travaux de fixation biologique, cette flore s'est enrichie de nombreuses espèces introduites, dont certaines sont actuellement devenues spontanées (*Ammophila arénaria*).

Les données écologiques des dunes d'Essaouira confèrent à celles-ci des particularités qui résident dans ce qui suit :

- Climat insulaire à hygrométrie marquée, agissant en faveur d'une amélioration des précipitations.
- Prédominance de l'action de l'anticyclone des Açores agissant par ses effets bénéfiques sur l'humidité relative et l'amplitude thermique et défavorablement

par ses répercussions éoliennes soumettant continuellement la région aux vents des alizés.

III - PRESENTATION DU PROJET

1) Situation du projet

L'origine du projet est située au niveau du centre de SOUK EL KHMISS OULAD EL HAD en rive droite de l'oued Tensift, à 36 km de Safi par la route côtière (à l'extrémité du CT.6537).

Après la traversée de l'oued Tensift, le tracé prend une direction Ouest à Sud - Ouest pour s'orienter vers la ville d'Essaouira . Le tracé projeté emprunte autant que possible les environs proches de la côte tout en évitant au maximum les dunes de sable instables.

A l'extrémité, le tracé emprunte le CT.6637 sur 17 km, de My Bouzerktoun à Essaouira

(PK.7+640 de la RP.10).

La route côtière relie les chefs lieu des 2 Provinces de Safi et d'Essaouira sur une longueur de 121 km (113 + 7,6) km au lieu de 147 km en suivant l'ancien itinéraire (RP.12 - RP.8 et RP.10).

2) Description géologique du tracé

PK.184+515 - 189+515 : traversée du lit vif actuel de l'oued Tensift avec sables fins de rivière non consolidés.

PK.189+515 - 194+500 : Dalle calcaire métrique sub-horizontale sans difficulté notable sauf au niveau de la traversée de Chaâbat El Bir (PK.194 + 888) pour des raisons topographiques.

PK.194+500 - 199+500 : Même dalle calcaire à la limite Est de la forêt et des sables meubles situés entre le tracé et l'océan.

PK.199+500 - 204+500 : Dalle calcaire sub-horizontale couverte par un sol plutôt sableux

PK.204+500 - 212+500 : Commençant sur des terrains meubles de la dépression agricole, le tracé remonte progressivement sur la dalle calcaire.

PK.212+500 - 214+500 : Passage difficile d'un talweg assez profond au Nord de Sidi Salah où les falaises montrent une dalle calcaire dure au sommet reposant sur une puissante formation conglomératique et argileuse.

PK.214+500 - 224+500 : Afin d'éviter les sables mouvants de la côte, le tracé placé en totalité sur la dalle calcaire dominant la dépression agricole .

PK.224+500 - 234+500 : Le tracé est continuellement dans la ligne de crête calcaire et proche de la côte atlantique. Il est sur sables et limons cultivables.

PK.234+500 - 237+200 : Le tracé est proche de la côte atlantique et il est sur des sables et limons cultivables.

PK.237+200 - 258+755 : Trois variantes sont proposées pour ce tronçon; la variante retenue consistant à rejoindre la RP.10 (RR.204) en épousant le tracé de piste existante sur une dalle calcaire dure qui ne pose aucune difficulté notable.

3) Catégorie d'aménagement

La route est classée, d'après l'instruction sur les caractéristiques géométriques des routes en rase compagne en 2ème Catégorie .

4) Profil en travers type

Les caractéristiques géométriques du profil en travers sont définies comme suit:

- Largeur de la chaussée 6 m
- Largeur de la plate-forme 10 m
- Largeur des accotements 2x2 m

5) Trafic projeté

Le trafic projeté pour le dimensionnement de la chaussée est de la classe T3 alors qu'après 5 ans de mise en service de la route, le trafic est de l'ordre de 150 v/j selon le comptage de 1993(classe T4).

6) Etude d'environnement

Dans ce domaine, une étude de protection contre l'ensablement de la liaison côtière est faite dans le but de sélectionner la variante la plus faisable parmi celles envisagées entre My. Bouzerktoun (PK.241 + 000) et Essaouira , et d'examiner les moyens techniques et financiers pour la protection de la variante retenue.

Après l'analyse comparée des différentes variantes, l'étude a abordé l'examen des moyens de protection de la liaison routière au niveau de la variante traversant les dunes et les estimations des travaux de protection et de maintenance à entreprendre.

Les coûts d'installation et de maintenance du système de protection sont estimés, pour une période de 10 ans et pour une longueur de 10 km, à : 16.299.000 DH. Soit

1.629.900 DH/km, coût incomparable au coût de construction de la même route (y compris les frais des études), qui est de l'ordre de 980.000 DH/km.

7) Projet réalisé

La construction de la liaison côtière a concerné deux sections importantes et un ouvrages d'art à savoir:

Section n°1 ; PK : 184 + 600 - 237 + 300

Cette section a été totalement construite conformément au dossier d'étude du tracé projeté sauf entre les PK.221,8 et 224,4 où une légère modification a été préconisée. Cette modification longeant le tracé de base du côté Est , a été adoptée suite à l'intervention de la DTP d'Essaouira qui a jugé, qu'à ce niveau, le tracé est trop rapproché du cordon dunaire existant. Le tracé retenu se situe sur une colline qui domine l'autre tracé et se trouve aussi à l'abri de tout mouvement de sable.

Section n°2 ; PK : 237 + 300 - 258 + 755

Au niveau de cette section la variante construite est celle empruntant le CT.6637 et s'achevant à son croisement avec la RP.10 .

Ouvrage d'art

Construction d'un O.A. type radier semi-submersible de 135 m de long (9 travées de 15 m). et de 7 m de large sur l'oued Tensift

IV - CONSTAT DES LIEUX

La liaison côtière SAFI - ESSAOUIRA vit, au niveau de quelques sections, deux problèmes différents et à effets opposés, à savoir :

*le phénomène de ravinement des talus et des berges pendant les périodes pluviales.

*le phénomène d'ensablement par transport éolien des sables provenant des plages de mer.

Quant à la stabilité de la chaussée, aucune dégradation n'est constatée; l'état d'uni et de surface est correcte.

1 - Phénomène de ravinement

Durant la période hivernale 1993/94, et après sa 2ème année de mise en service, la liaison côtière SAFI - ESSAOUIRA a connu des problèmes de dégradation de l'environnement qui ont engendré des dégradations au niveau de la section entre les PK.201 et 235 de la RR.301.

Les types de dégradations constatées sont du type :

- charriage d'une quantité importante de sable provoquant le dépôt de matériaux sur la chaussée ainsi que le bouchage de la plupart des ouvrages d'assainissement, qui sont constitués généralement de buse F 80 :

- départ des accôttements
- ravinement des berges des cours d'eau (chaâbas,etc)
- ravinement des talus et fossées

L'origine principale des dégradations est la nature des terrains traversées (sable), qui est constituées de dunes de sables vives et non stabilisées.

2 - Phénomène d'ensablement

Les sections de routes menacées par le phénomène d'ensablement à court terme sont :

PROVINCE	SECTION (PK - PK)	LONGUEUR (Km)	OBSERVATIONS
SAFI	191 + 000 - 195 + 000	4	
	201 + 000 - 222 + 000	21	Stabilisée à 80%
ESSAOUIRA	227 + 000 - 237 + 000	10	
	TOTAL	35	

Si on considère la vitesse de déplacement de dunes vers la route qui varie de 40 m/an pour les grandes à 150 m/an pour les petites , les sections en question seront envahies par le sable dans quelques années (6 à 10 ans).

3) Etat de la route

Après l'examen de l'effet des 2 phénomènes précités, l'état de la route , par tronçon, peut être illustré par le tableau suivant :

SECTION	ETAT DES LIEUX
184 + 600 - 191 + 000	Tronçon ne présentent ni problème de ravinement grave ni problème d'ensablement. support plus ou moins stable (dalle calcaire).
191 + 000 - 195 + 000	Bon sol support mais la route est menacée par le phénomène d'ensablement (éloignement des dunes de la route de 100 à 300 m)
195 + 000 - 201 + 000	Idem section 184 + 600 - 191 + 000
201 + 000 - 222 + 000	La route traverse des dunes de sables vivantes, stabilisées à 80% environ (forêt et haies) - Dunes de sables actives par endroit. - Problème de ravinement moyen. Deux sous-sections sont à distinguer : 201 - 215: sol support calcaire . 215 - 222 : sol support sable.
222 + 000 - 227 + 000	Idem section 184 + 600 - 191 + 000
227 + 000 - 237 + 000	La route traverse des dunes de sable non stabilisées, elle est menacée par le déplacement de dunes de sable vivantes distantes de la route de 500 à 700 m entre les PK 227 et 233 et de 200m en moyenne entre les PK.233 et 235. Quant à la section 235-237,le déplacement de sable est accentué et les dunes sont plus proche de la route (100à200m)
237 + 000 - 240 + 000	Route protégée par une forêt dense non menacée ni par le ravinement ni par l'ensablement; elle traverse un sol sableux à calcaire.
240 + 000 - 242 + 000	Idem section 237 + 240, mais la forêt est moins dense et le sol traversé est constitué de sable. Le niveau de la route est sous le niveau du terrain naturel avoisinant, ce qui entraîne des stagnations des eaux.
242 + 000 - 258 + 755	La route traverse une forêt très dense avec un sol support très stable (plateau calcaire gréseux) dominant les dunes d'Essaouira couvertes d'un peuplement stable. La route est en très bon état de service.

V - CONCLUSIONS

1) Etat de la route

Après l'examen des deux phénomènes de dégradations et d'ensablement l'état de la route peut être présenté comme suit :

SECTION	LONGUEUR(Km)	AGENTS	OBS.
184,6 - 191 195 - 201 222 - 227 237 - 258,7	39,1	R. A. S. Sauf pour la section 240-242 où il y a stagnation des eaux et légère dégradations	
201 - 222	21	- phénomène d'ensablement (dunes stabilisées à 80%) - dégradation moyenne	
191 - 195 227 - 237	4 10	- phénomène d'ensablement accentué - dégradation de forte ampleur pour la section 227 - 237	

2) Impact du projet

2.1 Trafic

Le trafic projeté pour le dimensionnement de la chaussée est de la classe T3 (250 à 750 v/j) alors que celui enregistré en 1993 , après sa mise en service, et de 150 v/j (classe T4).

Cette faiblesse de trafic est due probablement à 2 causes essentielles à savoir :

- l'existence d'une section très accidentée et non encore aménagée entre Safi et Oued Tensift de 36 km de longueur, qui est prévue pour aménagement . Par conséquent les usagers empruntent toujours la liaison ancienne qui est composée de la RS.120 - RP.8 - RP.10.

- le trafic de nuit est quasiment nul, du fait de la faiblesse de l'occupation par les populations des zones riveraines

En plus de ces deux contraintes, le tourisme n'est pas encore développé sur la côte atlantique entre Safi et Essaouira pour permettre l'évolution du trafic.

2.2 Aspect socio-économique

La route côtière a permis de :

- . désenclaver les Communes traversées telles que Tnine Rhiate, Had Touabet, Akrmoud et Had Dra avec une population de 53.000 habitants
- . assurer la liaison directe entre Safi et Essaouira, qui prendra plus d'importance une fois la section entre Safi et Oued Tensift totalement réaménagée.

Parmi les objectifs économiques escomptés de cette liaison on peut citer :

- l'assurance d'une meilleure desserte des terrains agricoles en bordure du littoral
- la valorisation des sites touristiques et en particulier :
 - les plages d'Essaouira - Moulay Doraine, Bir Jdid, Sidi Salah, Sidi Boudouama, estuaire Echaâba El Hamra.
- les grandes dunes du cap Hadid, de Sidi Salah et de Ouled Ali Ben Ahmed.
- Les vues panoramiques de la crête d'Aït Allal et d'Aït Raïs Omar.
- Le développement de la pêche le long de la côte.

Ces objectifs ne sont pas encore atteints; puisque jusqu'à nos jours les activités correspondantes ne sont pas encore développées.

2.3 Environnement

Géologiquement, le tracé construit traverse généralement des formations du Villafranchien dunaire lorsqu'il s'éloigne de la côte et du quaternaire marin et dunaire consolidé lorsqu'il s'y approche .

Par endroit les formations suivantes sont également traversées:

- au début du projet (au niveau de l'oued

Tensift) des formations modernes et

Quaternaires récents (alluvions, limons

alluvionnaires, limons rouges

superficiels)

- dunes vives et sables récemment partiellement fixés.

Etant donné que la zone traversée est une zone de dunes non consolidées et sables récents partiellement fixés; la route construite a perturbé la stabilité de l'environnement avoisinant.

Cette destabilisation réside dans :

- la modification de la configuration du terrain naturel.
- la concentration des écoulements d'eau étalés vers les exutoirs importants.
- la création de nouveaux lits de cours d'eau qui ont entraîné :
 - . le ravinement et l'effondrement des berges des chaâbas et par suite l'affouillement à l'aval des ouvrages d'assainissement.
 - . Le dépôt des matériaux charriés sur la route.
 - . Le bouchage des ouvrages d'assainissement et par suite la submersion de la chaussée accompagnée des ravinements des fossés et talus et des départs d'accotement

Les dunes récentes d'Essaouira sont constituées par du sable calcaire recouvrant un substratum argileux ou gréseux calcaire apparaissant dans les bas-fonds ou en bordure du littoral.

Sous l'effet d'une érosion éolienne intense et par le fait d'une direction presque constante des vents dominants le paysage dunaire qui s'est formé présente un relief homogène à configuration vallonnée. A l'origine, les dunes, en forme de croissant, avaient des pentes très variées et des altitudes atteignant 20 à 30 m (55 m au maximum).

Etant donné que la route traverse les dunes de sable de la côte atlantique, elle est exposée au phénomène d'ensablement à court terme. Les sections les plus menacées par le déplacement de sable sont :

PROVINCE	SECTION (PK - PK)	LONGUEUR(Km)	OBSERVATIONS
SAFI	191 + 000 - 195 + 000	4	
ESSAOUIRA	227 + 000 - 237 + 000	10	
		14	

Si on considère la vitesse de déplacement de dunes vers la route avec les vitesses précitées, les sections en question seront envahies par le sable dans quelques années (6 à 10 ans).

V - RECOMMANDATIONS

Après ce bref aperçu des phénomènes liés au vent, à la géomorphologie et au couvert végétal quelques recommandations peuvent être énumérées:

- 1- imposer des études d'environnement à l'amont des constructions des projets voire à l'amont de la réalisation des avant-projets au niveau des études .
- 2- prévoir un fascicule relatif aux études d'environnement dans les CPC d'études routières.
- 3- En analysant l'état des différentes sections de la liaison côtière ainsi que les facteurs de dégradation, les remèdes qui peuvent être proposés sont :

SECTION	LONGUEUR(Km)	SOLUTIONS A ENVISAGER
240 - 242	2	- Surélévation de la ligne rouge - Protection des O.A.
201 - 222	21	- Renforcement localisé de la protection de la route par stabilisation des dunes de sable
191 - 195	4	- Stabilisation des dunes de sable

227 - 237	10	- Recherche d'un autre tracé dans une bande de 300 m à l'Est de la route sur la dalle calcaire
-----------	----	--

Notons que pour cette dernière section, qui est la plus exposée au phénomène d'ensablement et de dégradations dues aux écoulements d'eau, les moyens de protection de la route seront onéreux et non efficaces car en plus des frais d'entretien courant le système de stabilisation entraînera des dépenses élevées : 1.700.000 DK/Km contre 1.000.000DK/Km pour sa reconstruction.