

GESTION DES GRANDS CHANTIERS
DES TRAVAUX ROUTIERS CAS
SPÉCIFIQUE DE LA VOIE DE
CONTOURNEMENT DE RABAT-SALÉ

M. AKAABOUNE

Chef D'Aménagement de la Voie de
Contournement de RABAT-SALÉ

RESUME

Les pistes rurales constituent l'un des facteurs le plus important pour le développement du monde rural. Elles permettent le désenclavement, le transport des biens, des produits agricoles et des personnes .

L'objet de cet article est de présenter des pistes rurales, notamment agricoles de la région du Loukkos .

Cet article commence tout d'abord par la présentation des généralités sur la région à savoir la géographie, le climat, la géologie et les caractéristiques géotechniques des sols . Ensuite il évoque les matériaux locaux de la région et quelques projets de pistes étudiées ou déjà construites dans la région .

En fin, on terminera par les recommandations pour la valorisation des matériaux locaux et pour l'entretien des pistes rurales.

I- GENERALITES

1- Géographie :

Séparée en deux par la large vallée du Loukkos, la région du Loukkos qui fait partie de la province de Larache possède deux pays aux aspects géographiques bien distincts qui sont éminemment liés à leur géographie.

- Au Nord du Loukkos, on rentre dans le pays du pré-Rif aux reliefs généralement érodés et quelques fois recouverts par des plateaux de limons quaternaires (Forêt du Sahel). Vers l'Est, il existe une succession de plaines et de dépressions ou émergent de longues crêtes rectilignes ou sinueuses formées de roches gréseuses ou marneuses.

- Au Sud du Loukkos, s'étend un pays relativement plat ou seules quelques dunes indurées forment de légères reliefs. C'est un pays généralement de terrains quaternaires(limon, sable et alluvions).

2- Climat :

A cause de la situation de la région du Loukkos, près du Rif de l'Océan Atlantique et de la Méditerranée, la pluviométrie moyenne est très élevée 700 à 800 mm/an, elle augmente régulièrement vers l'intérieur des terres, Ce même effet se retrouve pour la température et l'évaporation.

3- Géologie :

La région de Loukkos se trouve à l'extrémité occidentale du Rif et l'Oued Loukkos fait la limite entre ce dernier et l'avant pays rifain.

Géologiquement, on peut distinguer trois sous régions :

* Au Sud de Larache et un peu au Nord, c'est une région à prédominance quaternaire qui est essentiellement formée de dunes récentes plus ou moins consolidées et de limon du villafranchien.

* Au Nord et l'Est, s'étend la nappe pré-rifaine formée de terrains tertiaires (Eocène-Miocène) mais avec des lambeaux de trias secondaire. Il s'agit d'une alternance de marne et de marno-calcaire ou marno-schiste.

* Au Nord et à l'Ouest, on rencontre la nappe du Hapt d'origine infra-rifaine, dont les terrains sont aussi tertiaires (Oligo-Miocène) mais avec des zones importantes de secondaires le Crétacé. Ce dernier est caractérisé par l'affleurement d'un faciès marneux de nature semi-rocheux.

II- CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES DES SOLS

1- Le sable :

A L'exception de la partie Oued près de l'Océan Atlantique ou s'étend des falaises de grès. Le sable constitue en général le sol d'assise de la ville de Larache. On le rencontre tout le long de la RP 2 entre Larache et Laâoumra avec une puissance qui dépasse 5 m.

a) Identification :

Ces sables sont composés essentiellement des éléments de diamètre compris entre 0,08 mm et 2 mm avec un pourcentage presque nul, ne dépassant pas 3 % des supérieurs à 2 mm et 5 à 12 % de fines inférieurs à 80 microns. Ils sont en général non plastiques et sont classés selon la classification L.P.C entre le sable limoneux et le sable mal gradué « SL » ou « SM-SL ».

Leurs densités sèche est comprise entre 1,5 et 1,6 t/m avec une teneur en eau naturelle faible 3 à 4 % .

b) Proctor :

Les caractéristiques du PROCTOR Modifié sont : densité maximale comprise entre 1,850 et 1,900 et une teneur en eau optimale de 10% environ.

c) C.B.R :

Le C.B.R de ces sables est compris entre 10 et 15 sont d'après le catalogue Marocain de structure type de chaussées neuves, classée S 2.

d) Caractéristiques mécaniques :

Elles sont bonnes, l'angle de frottement est égale à 30° environ. et la cohésion est presque nulle.

e) Caractéristiques oedométriques :

Les sables sont faiblement compressibles et sont non gonflants leurs indices de compressibilité et de gonflement à l'oedomètre sont respectivement de l'ordre de 0,05 et 0,004.

2- Les argiles :

Par définition, ce sont des sols fins composés d'un pourcentage supérieur à 50 des éléments de diamètre inférieur à 80 microns.

Les argiles sont existantes d'une façon continue dans les environs de la ville de Ksar et tout le long de la plaine rive droite de l'Oued Loukkos.

On distingue les Tirs, les Dehs qui constituent la couche supérieure d'épaisseur 1 à 1,50 m de la plaine rive droite du Loukkos, les Marnes qui se trouvent presque dans toute la partie Est de la province de Larache et qu'on trouve aussi en profondeur sous le Tirs et le Dehs, et enfin les vases qu'on rencontre juste à la sortie de Larache vers Tanger aux environs de l'Oued Loukkos.

a)Dehs :

Ce sont des limons argileux de couleur brun-claire composés de 51 à 99 % des éléments fins de diamètre inférieur à 80 microns et 0 à 28 % des supérieurs à 2 mm. Leurs plasticité est moyenne avec un indice de plasticité comprise entre 15 et 25 .

Leurs caractéristiques de compactage sont :

Densité sèche maximale de 1,85 T/m³ environ et teneur en eau optimale voisine de 15%.

Leur C.B.R oscille entre 3 et 5 %.

Enfin, ces sols sont classés selon la classification LPC en une argile peu plastique « AP » et peuvent être considérés de classe S1 d'après la catalogue de structure type des chaussées neuves.

b) Tirs :

C'est une argile qui est principalement constituée de Montmorillonite, caractérisée par une structure très fissurée.

Le caractère de différenciation des tirs est essentiellement visuel se traduisant par l'intensité de coloration noire qui est le résultat d'une argilogénèse de surface. (Couleur d'autant noire que le sol est bien tirsifié).

Ces sols sont composés essentiellement des éléments fins avec 60 à 99,6 % des inférieurs à 0,08 mm pourcentage presque nul des supérieurs à 2 mm.

Leurs plasticité est très fortes comme en témoignent la limite de liquidité qui varie entre 51 et 75 % et l'indice de plasticité de 25 à 43 %.

En conséquence, se sont d'après la classification LPC des argiles très plastiques « At » .

Les caractéristiques de compactage sont :

- Y_{dmax} de 1,50 à 1,75 T/m³
- W_{opt} . De 15,0 à 20,0 %

Les indices portants C.B.R sont très faibles, le C.B.R à 95 % de l'O.P.M est inférieur à 3 donc sol de classe So.

Les tirs sont très sensibles à l'eau et sont souvent sujet à des variations volumétriques saisonnières importantes (retrait-gonflement) qui posent des problèmes pour la fondation des structures légères, tels que les canaux, les conduites, les chaussées etc. ...

Pour les chaussées, on propose lors de l'étude de dimensionnement de prévoir une couche de forme de 40 cm en matériau de type S2 au minimum, des fossés bétonnés et un drainage adéquat. De même pour les conduites, on conseille de les assoir sur un lit de pose formé de sable ou le matériau inerte sur une épaisseur minimale de 70 cm et de les munir des joints déformables.

Quand au bâtiment courant la fondation sur du tirs est déconseillée, on prévoit un ancrage minimum de 2 m sous le niveau de terrain naturel.

- . L'Office National d'Electricité (ONE) ;
- . L'Office National des Postes et Télécommunication (ONPT) ;
- . La Société Chérifienne de Pétrole (SCP) ;
- . Le Ministère de l'Agriculture et de la Mise en Valeur Agricole Direction des Eaux et Forêts
- . Communes de Youssoufia et de Hsein
- . Aménagement de Sala al Jadida
- . Ministère des Affaires Culturelles.

c- Un projet suivi par les hautes autorités

Comme nous avons pu le constater, le projet se situe au niveau de la capitale du Royaume. Et vu les objectifs escomptés de ce projet en matière de décongestion des villes de Rabat-Salé et de liaison entre les autoroutes Rabat-Tanger et Rabat-Fès d'une part et l'autoroute Rabat-Casablanca d'autre part, le projet a mérité le souci et la préoccupation de tous les hauts responsables qui ont suivi de très près l'avancement des travaux et tous les problèmes rencontrés qu'ils soient techniques ou autre.

Le chantier faisait l'objet de visites régulières de tous les responsables du département comme il a fait aussi l'objet de visite du groupe parlementaire de Rabat, des masses médias et de divers organismes et associations.

3- ACTIONS ENTREPRISES

Partant de toutes les contraintes y compris celles liées au terrain et des données relatives à l'exécution des travaux, diverses dispositions et mesures ont été prises sur tous les plans.

a- Organisation de la maîtrise d'oeuvre

1- Organigramme

Devant cette situation multicritères le département a opté pour la création d'un aménagement pour assurer le pilotage et la gestion du chantier et garantir une meilleure qualité de l'ouvrage. L'entité ainsi créée s'est organisée en s'adaptant aux conditions de terrain.

Au niveau des 2 m supérieurs, ils sont non plastiques ($IP < 6$) mais ils contiennent des éléments friables donnant des duretés Los Angeles médiocres variantes entre 30 et 50 %.

En descendant au dessous de 2 m, la dureté s'améliore ($25 < LA < 40$) mais le tout-venant devient plastique ($10 < IP < 25$).

Les tout-venants villafranchien naturels sont caractérisés par une granulométrie discontinue (absence de la fraction sableuse 0,63/5 mm) en générale 0/80 mm mais dans certains sites on trouve des éléments de diamètre supérieurs à 100 mm surtout pour le T.V de profondeur.

Le tout-venant franchien de certaines carrières de Ksar El Kébir admet des caractéristiques répondant aux exigences du C.P.C pour la couche de fondation qui en revanche ne sont pas toujours conformes au C.P.C pour la couche de base.

Reste à signaler que les tout-venants villa-franchiens concassés, possèdent d'une part des courbes granulométriques meilleures du point de vue continuité et d'autre part des équivalents de sable compris entre 15 et 20 %, non conformes au C.P.C pour la couche de base (C.P.C : $ES > 30$), même si leur indice de plasticité est non mesurables.

Ce phénomène de propreté ($IP = N.P$ et $E.S$ faible), peut être expliqué par la présence du silt dans le T.V villafranchien, ces silts d'après les résultats des essais au Bleu de Méthylène ne sont pas nocives.

Concernant la gravette pour revêtement superficiel, ce n'est pas acceptable de la produire à partir du T.V villafranchien, elle est souvent ramenée des carrières d'Ouazzane, de Meknès ou de Tiflt pour les routes situées dans la partie sud de Larache et de Tétouan pour la partie Nord (économie du transport).

2-Le grès dunaire :

On le trouve à l'Ouest de la province de Larache tout le long de l'océan Atlantique sur une largeur d'environ 4 Km ou 6 Km à partir de l'océan vers l'intérieur des terres.

Cette formation est nettement visible dans le paysage notamment aux environs de la R.P.2 , au Lixus au Nord de la ville de Larache. Sur les plateaux, elle est recouverte par des dépôts épais du Villafranchien.

Les zones gréseuses sont très variantes dans leur faciès et l'on passe du grès tendres et coquilliers peu indurés constituant les falaises visibles sur les côtes au sud de Larache et notamment sur la route d'accès à la plage au nord de la ville.

Les essais effectués sur des échantillons de grès prélevés des différentes carrières prospectées ont relevé des résultats trop dispersés tels que :

* Résistance à la compression comprise entre 30 et 300 bars.

* Porosité de 1,3 à 20,4.

* Deval variant entre 1,8 et 16.

Dureté Los Angeles de la pierre constituant la roche de 20 à 80 %.

En général, à cause des difficultés d'exploitation, faible quantité des grès durs, hétérogénéité et discontinuité, les carrières de grès sont exploitées uniquement pour extraire des matériaux pour remblai, couche de forme ou éventuellement pour enrochement dans le cas des roches peu diaclasées et suffisamment dures.

3- Les tout-venants d'Oued :

Pour les chantiers de routes qui se trouvent plus loin (au Nord et à l'Est de la province de Larache) des carrières produisant du Tout-venant Villafranchien on utilisait souvent des tous-venants d'Oued. Mais comme ces derniers sont pollués, leur indice de plasticité variant entre 10 et 20 %, ne respectent pas le C.P.C pour les couches de fondation G.N.F et G.N.B, ils sont utilisables uniquement en matériaux sélectionnés pour accotement et en remblai et peuvent être utilisés en couche de roulement des pistes non revêtues.

VI- PISTES AGRICOLES DU LOUKKOS

1) Pistes de la plaine rive droite du Loukkos :

Le réseau routier comporte 3 catégories de piste :

- Pistes goudronnées (revêtue) de longueur 28 Km, constituant l'ossature principale du réseau.
- Pistes déglaisées (non revêtues) du premier ordre de longueur 56 Km.
- Pistes déglaisées de deuxième ordre de longueur 94 Km.

Ce secteur est situé dans la région de Ksar El Kébir sur une superficie de 7000 ha, il est délimité par l'Oued Loukkos et le C.T 8201.

● Etude géotechnique :

L'étude géotechnique a été réalisée par le Laboratoire Régional de Larache pendant le mois d'Octobre 1991.

A- Données de base :

D'une façon générale, les pistes se développent dans un terrain plat qui appartient à la plaine R.D de l'Oued Loukkos . Cependant certains tronçons traversent des zones légèrement vallonnées notamment au niveau des douars, ainsi que les zones de dépressions au niveau de la carrière Oulad Hmid.

* Données hydrologiques :

Certains sondages ont été approfondis en vue de déterminer le niveau de la nappe. Ces sondages ont révélé la présence de la nappe à une profondeur de 1,60 m à 3,50 m.

Ces profondeurs ne reflètent pas la réalité étant donné que la campagne de reconnaissance a été effectuée pendant le mois d'octobre et qu'en principe la nappe atteint son niveau maximum après la période pluvieuse (Mars/ Avril).

B- Résultats de reconnaissance et des essais de laboratoire :

La reconnaissance a été menée par la réalisation d'environ 100 puits implantés, et bien répartis tout le long du tracé des différents tronçons des pistes.

En général, les sols de la plate forme sont des argiles peu ou très plastiques (Dehs ou Tirs) ayant une portance faible de 2 à 3 % et sont classés en So .

A signaler la présence localement de deux autres familles de sol, les sables argileux de classe SA et les graves argileuses ou lumineuses GA/GL .

c-Terrassement :

Etant donné que la majorité des pistes se situe dans la plaine du Loukkos caractérisée par la présence des sols argileux très plastiques ou peu plastiques (Tirs ou Dehs) qui provoquent des problèmes géotechniques d'instabilités volumétriques saisonnières, il a été recommandé d'adopter une couche de forme en matériau de type S2 au minimum afin d'avoir une plate forme de classe S1 avec la réalisation d'un réseau d'assainissement adéquat.

Les matériaux issus de déblais de type SA sont réutilisables en remblai, ceux de classe GA ou GL peuvent être utilisés aussi en couche de forme.

D- Trafic

Le trafic qui nous a été communiqué par l'O.R.M.V.A du Loukkos, au niveau des pistes goudronnées est constitué de 75 à 300 camions par jour de 8 tonnes chacun en charge soit un trafic de type T3 ou T4.

Au niveau des pistes non revêtues, le trafic est faible, de type économique et à caractère saisonnier.

E- Structure de chaussée

Le calcul de dimensionnement de structure a été effectué à partir du catalogue marocain de structure de chaussées neuves et également à partir de la refonte 91 du catalogue 77 (nouveau catalogue de 1996). Ce dernier permet l'utilisation des matériaux locaux.

a- Pistes revêtues :

Trafic T3
50 CF + 20 GNF + 20 GNC + RS
ou 50 CF + 20 GNF + 20 GVC + RS
ou 40 CF + 20 GNF + 20 GNB + RS
Trafic T4
40 CF + 15 GNF + 15 GNC + RS
ou 40 CF + 15 GNF + 15 GVC + RS
ou 30 CF + 15 GNF + 15 GNB + RS

b-Pistes non revêtues :

Premier ordre

40 CF + 20 CR (Tirs)
30 CF + 20 CR (Dehs)

Deuxième ordre
30 CF + 15 CR

Avec

CF : Couche de forme
GNF : Grave non traitée de type F
GNC : " " " C

- GVC : Grave valorisée au ciment
- GNB : Grave non traitée de type B
- RS : Revêtement superficiel
- CR : Couche de roulement

La couche de roulement des pistes non revêtues doit respecter les conditions suivantes :

- + Avoir des caractéristiques mécaniques excellentes et durables, afin de pouvoir supporter longtemps des contraintes de cisaillement et résister à l'usure.
- + Ne pas former de tôle ondulée .
- + Présenter une surface toujours unie.
- + Dégager peu de poussière sous l'action du trafic.
- + Ne pas être glissante en saison des pluies .
- + Résister à l'érosion .

Ces conditions peuvent être assurées par l'utilisation d'un tout-venant à granulométrie étalée 0/40 ayant les caractéristiques suivantes :

- . Courbe granulométrique inscrite dans le fuseau ASHTO
- . Propreté $6 < IP < 12$
- . Dureté $LA < 40$
- . Compactage $> 95 \%$ de l'O.P.M

G- Matériaux de viabilité

Les pistes goudronnées ont été réalisées entre 1992 et 1993 avec des matériaux provenant de la carrière Oulad Ichou pour la couche de forme et la couche de fondation .

Concernant la couche de base de type GNB qui a été retenue (vue que les autres type GNC, GVC n'étaient pas encore agréées par la DRCR à cette époque) , il a été rencontré une défaillance de la dureté Los Angeles des villa-franchiens provenant de cette dernière carrière ce qui a amené l'entreprise à transporter des galets d'une carrière de Sidi Kacem et les concassées pour corriger la dureté a cet effet elle procède au mélange de 2 camions du tout-venant d'Ouled Ichou avec un camion des galets de correction.

Les pistes non revêtues construites pendant les années 1994 et 1995 ont été approvisionnées à partir de la carrière Sidi Hlal.

Les matériaux pour couche de roulement sont élaborés par une station de ciblage en procédant au mélange en matériaux non plastiques extrait du premier mètre et ceux du second mètre afin d'obtenir un indice de plasticité compris entre 6 et 12 %.

Comme le tout-venant villafranchien devient très plastique en profondeur l'extraction du matériau de la carrière Oulad Hlal a été en général arrêté à une profondeur de 2 à 3 m..

2- PISTES DU SECTEUR SOUAKEN

Ce projet de réseau de circulation agricole comprend :

- Le renforcement d'une route goudronnée qui traverse le secteur sur 10 kilomètres .
- La création d'une route goudronnée neuve sur 15 Km .
- La construction de 32 kilomètres de pistes principales et 28,5 kilomètres de pistes secondaires .

Le secteur souaken se trouve aux environs de Ksar El Kébir, il est limité à l'est par le secteur Makhazine .

*** Etude géotechnique de pistes**

Du point de vue topographiques le secteur souaken est caractérisé en général par un terrain moyennement vallonné avec présence d'un ensemble de collines basses à moyennes avec des altitudes allant de 25 à 140 NGM .

a- Résultat de reconnaissance

Visuellement les sols traversés en général sont des limono-argileux bruns à noirâtres (Tirs et Dehs) . Des argiles schisteuses à graveleuses, des sables argileux et des graves argileuses avec blocs de grès sont aussi localement rencontrés au niveau de certains douars notamment douar Malal et Allag.

La coupe général des puits effectués se résument comme suit :

0.00 à 0.20 terre végétale 0.20 à 1.00 argile brune à noirâtre (tirs) qui devient parfois, verdâtre ou jaunâtre entre 0.50 et 1.00m.

Les essais de laboratoire ont permis de mettre en évidence des argiles très plastiques « At » admettant une portance C.B.R de 2.4 à 3.

b- Terrassement :

Les sols sont en général facilement terrassables à l'aide des engins à lames. Un décapage systématiquement de la terre végétale sur une épaisseur moyenne de 20 cm est nécessaire au démarrage de l'ouverture de la plate-forme .

Comme les sols sont sensibles à l'eau, il a été recommandé de programmer les travaux de terrassement en dehors de la période pluvieuse.

Un système de drainage adéquat avec des fossés latéraux de profondeur 50 cm à partir du fond de forme et des exutoires sont nécessaires pour la protection et la bonne tenue des pistes.

c- Trafic :

Les données exactes du trafic n'étaient pas disponibles chez l'administration mais afin de dimensionner les pistes en projet il a été supposé le trafic comme suit :

* Pistes principales :

Le nombre de véhicule de plus de 3 tonnes par jour est compris entre 15 et 45 .

* Pistes secondaires :

Le nombre de véhicules de plus de trois tonnes par jour est inférieur à 15 .

d- Structures des pistes :

Pour le dimensionnement de ces pistes il a été utilisé les méthodes de dimensionnement des routes économiques, en particulier celles établies à partir de l'essai C.B.R .

1- Formule de Peltier

$$e = \frac{100 + 150 \sqrt{p}}{1 + 5}$$

Avec :

e = Epaisseur en cm.

p = Charge maximale par roue (prise égale à 1,5 tonne).

I = Indice portant C.B.R (prix égal à 2.4)

Le calcul donne : $e = 38.34$ cm

2- Abaques de ROUAD RESARCH LABORATORY

Les abaques donnent l'épaisseur du corps de chaussée en fonction d'une part de la valeur de l'indice CBR et d'autre par du nombre de véhicules de plus de 3 tonnes par jour (N).

Pistes principales ($15 < N < 45$)

Couche de roulement : 45 cm tout-venant 0/40

Pistes secondaires ($N < 15$)

Couche de roulement : 35 cm tout venant 0/40

Conclusions recommandations

La région du Loukous est un pays avant tout argilo-limoneux, elle est caractérisée par une pauvreté en matériaux répandant parfaitement aux exigences de la réglementation en vigueur.

Valorisation :

Toutefois pour résoudre ce problème et afin de réduire les coûts de transport, il y a lieu de valoriser les matériaux locaux soit par ajout de ciment ou de bitume pour améliorer leurs caractéristiques soit utiliser les matériaux non liés proposés par le nouveau catalogue de structure 1996 tels GNC , GND ... notamment pour les routes à faible trafic telles que les routes rurales.

Entretien :

L'entretien des pistes non revêtues est nécessaire pour assurer la continuité de leur viabilité, il doit se faire au moins une fois par an et de préférence après la période pluvieuse.

Parmi les opérations d'entretien des pistes , on peut citer :

- le reprofilage léger avec la niveleuse .
- le reprofilage avec apport local du matériau au niveau des nids de poule et des déformations.
- le rechargement avec apport de matériau et compactage pour combler le déficit structurel de la couche de roulement .
- le curage et le recalibrage des fossés.
- le débouchage des exutoires.