

METHODOLOGIE DE CONSTRUCTION
DES ROUTES À BASE DE MATÉRIAUX
LOCAUX - CAS DE LA LIAISON
ASSA-FOOUM LAHCEN

A. MAATOUK
GEP / DTP Safi

RÉSUMÉ

Dans ce rapport, nous tentons de décrire la méthodologie de construction de routes en milieu désertique à la base des matériaux locaux. Nous présentons les différentes étapes de construction, tout en mettant l'accent sur les difficultés liées à l'utilisation de matériaux subnormaux de classe II.

Enfin, nous exposons les solutions qui se sont avérées adéquates lors de la construction neuve de la liaison Assa - Foum Lahcen sur une longueur de 73 km.

INTRODUCTION

Dans le but de désenclaver la province d'Assa- Zag et d'assurer le contact avec les provinces voisines, le gouvernement a décidé de construire la liaison Assa-Foum Lahcen. Cette liaison, dite CT 7084, relie directement le centre d'Assa et celui de Foum Lahcen, une localité de Tata sur une longueur de 72.758 km.

La construction de cette liaison s'est faite en trois lots:

- le 1er lot : PK0 -PKI9 (19 km);
- le 2ème lot: PKI9 - PK48 (24 km);
- le 3ème lot: PK48 - PK72.758 (29.758 km).

A l'état actuel, les lots 1 et 3 sont achevés et l'avancement des travaux du 2ème lot est estimé à 65%.

La construction de l'assise de la chaussée est faite à la base des matériaux locaux. De ce fait, le chantier s'inscrit dans le cadre des projets économiques.

Dans le présent rapport, nous tentons de décrire les différents stades de la réalisation et nous exposons la particularité de la technique d'utilisation des matériaux locaux dans la couche de base; Cette particularité qui fait distinguer cette route des autres construites à base de matériaux classiques GNA ou GNB.

Le tracé du CT 7084 évolue dans une zone vallonnée au Sud du Jbel Balli suivant la direction SO-NE, tout en traversant plusieurs talwegs et trois grands oueds.

Du point de vue géologique, les formations traversées par la liaison date du quaternaire ancien à récent sous forme de limons, de dépressions, de calcaire lacustre et d'alluvions modernes.

Le climat est caractérisé par une pluviométrie faible de l'ordre de 70 mm/an et la période sèche s'étale sur environ neuf mois par an.

Le trafic est supposé T4 au sens du Catalogue Marocain des Structures de Chaussée. En fait, on a prévu 50 véhicules par jour dans les deux sens, avec:

- un pourcentage de poids lourds de P.T.C. > 15 T représentant 75% du trafic total;
- un taux d'accroissement du trafic de 6%;
- une durée de vie de 10 ans.

Du point de vue géotechnique. Les sols rencontrés sont des sables et des graves limoneux à argileux ayant une portance C.B.R. variant de 53 à 95%. Ils sont de classe S 3 et S4 selon le Catalogue Marocain des Structures de Chaussée.

Compte tenu de l'aridité de la région et la bonne portance des sols en place d'une part et du faible trafic d'autre part, il a été recommandé la structure suivante:

R.S. + 15 cm G.N.B.

Pour des soucis d'ordre écologique et vu la qualité des matériaux rencontrés tout au long du tracé, il a été décidé de substituer la G.N.B. par ces matériaux dits locaux moyennant un simple criblage à 40 mm. Les caractéristiques techniques de cette liaison sont comme suit:

Longueur	: 72,758 km
Largeur de la chaussée	: 6,0 m
Accotement	: 2x1 m
Structure	: R. S = 15 cm de matériaux locaux

Les travaux de construction de chaussée comprennent :

- 1 - la fourniture et mise en œuvre des matériaux pour couche de forme ;
- 2 - le réglage et compactage de la plate-forme sur 8 m de large;
- 3 - la fourniture et mise en œuvre des matériaux sélectionnés pour accotement ;
- 4 - la fourniture et mise en œuvre des matériaux locaux pour couche de base;
- 5 - la réalisation de la couche de roulement par un revêtement superficiel bicouche.

1 - MODE D'EXÉCUTION

Les sols pour remblais formant la couche de forme proviennent généralement par un simple gerbage et parfois à partir des déblais, ou de carrières. Dans tous les cas, les sols doivent répondre aux exigences de l'article 2 du fascicule 3 du CPC relatif aux travaux de terrassement.

Lors du gerbage, une attention particulière a été accordée de sorte à éviter toute répercussion sur les écoulements des eaux et à l'élimination manuelle des gros éléments.

Après l'approvisionnement de sols de remblais sur une hauteur limitée par une planche expérimentale à 30 cm, ceux-ci sont étalés sur toute la largeur de la plate-forme (8m) pour subir un arrosage uniforme. Après le malaxage et le surfaçage par la niveleuse, on passe au compactage.

Lors de la réalisation de la dernière couche de la plate-forme, un soin particulier est donné à la surfaçage et la finition tout en assurant une pente transversale de 2.5%.

2 - PLANCHE D'ESSAI

Afin de fixer l'épaisseur maximale des couches élémentaires que l'entreprise peut se permettre pour atteindre la compacité souhaitée en fonction du matériel de compactage disponible et de la nature des matériaux nous avons procédé par la réalisation d'une planche d'essai. L'atelier de compactage était constitué d'un rouleau vibrant portant la marque " Caterpillar CS 653 " et d'un compacteur à pneus de type "Scheid RW 180 " lesté de débris de fer.

Le matériau utilisé pour remblais est une grave argileuse dont la teneur en eau optimale et la densité maximale obtenues par l'essai Proctor sont respectivement de 5,8% et de 2,260T/m³.

La vitesse de roulement des compacteurs a été fixée à 4,3 km. Le nombre de passe (allée + retour) permettant d'obtenir un indice de compactage IC de 96,1% est de neuf passes du compacteur à rouleau vibrant puis 9 autres passes du compacteur à pneus. Un indice de compactage de 92.5 % a été obtenu après les trois premiers passes de chacun des deux compacteurs.

3 - ESSAIS DE CONTRÔLES

Avant tout utilisation des matériaux pour corps de remblais, l'entreprise prépare des stocks sur lesquels on effectue des prélèvements pour des essais d'identification. Ces essais consistent en la détermination des limites d'Atterberg (Limite de liquidité LL et l'indice de plasticité IP) et en l'analyse granulométrique. Le pourcentage des éléments dont la dimension maximale est supérieure à 50 mm ne doit pas excéder 10%.

Après la mise en œuvre et compactage des matériaux des essais de contrôle de compacité ont été réalisés tous les 250 ml, et ce par couche. Conformément à l'article 14 du fascicule 3 du CPC relatif aux travaux de terrassement, le taux de compactage exigé doit atteindre au moins:

- 90 % dans le corps de remblais.
- 95% dans les 50 cm supérieures.

Après la réception de la plate-forme, l'entreprise entame la réalisation des accotements comme le décrit le paragraphe suivant.

REALISATION DES ACCOTEMENTS

1 - CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES

Vu la largeur de la chaussée qui est de six mètres, les accotements sont considérés non circulés et par conséquent les matériaux exigés pour accotement sont des matériaux; sélectionnés (M.S.) de type II, dont les caractéristiques sont données par le tableau suivant:

<i>Granulométrie à l'intérieur du fuseau</i>		<i>Propreté</i>	<i>Dureté</i>
<i>Tamis (mm)</i>	<i>% Passants</i>		
50	100	IP<15)	LA<60
40	50-100		
10	35-100		
05	15-75		
0.08	2-50		

Avant tout utilisation des matériaux sélectionnés, l'entreprise prépare des stocks sur lesquels sont effectués des essais d'agrément. Sur le tableau suivant nous présentons les résultats des essais effectués sur les stocks préparés au droit des profils 225 rive gauche (RG), 241RG, 2S6 RG, 263 rive droite (RD), 283RD.

Profils des stocks	< 0,08	I ₁	w _p	I _p	>50mm (%)	LA
225RG	14	24	16	8	8	17
241 RG	14	33	22	11	5	38
256 RG	15	35	25	10	6	38
263 RD	08	20	21	09	14	38
283 RD	08	28	19	09	05	17

Ces résultats sont concluantes sous réserve d'élimination des éléments > 50mm, une opération qui se fait lors de la mise en œuvre.

2 - MISE EN ŒUVRE DES M.S.

Après la réception de la plate-forme, l'entreprise entame la réalisation des accotements, elle débute par l'approvisionnement, l'épandage, l'arrosage et le malaxage.

Enfin, une stabilisation sur 1 m de part et d'autre de la chaussée. Il s'agit ici de l'ouverture d'encaissement. Le compactage ne se fait qu'après la mise en place de la couche de base.

3 - ESSAIS DE RECETTE

Après la mise en œuvre des matériaux sélectionnés, les essais de contrôle ont consisté à des essais d'identification, de contrôle de compacité et de l'épaisseur des accotements.

Le taux de compacité exigé est de 95%.

1 - SPÉCIFICATIONS DES MATÉRIAUX LOCAUX

Les matériaux utilisés pour couche de base sont des matériaux subnormaux: ce sont des matériaux naturels de classe II caractérisés par :

- une dimension maximale comprise entre 31,5 et 50 mm. Vu l'épaisseur de la couche de base qui a été fixée à 15 cm le diamètre maximal a été fixé à 40 mm pour s'approcher de la condition " $e > 4d_{max}$ ".
- une granulométrie qui s'inscrit à l'intérieur du " fuseau discriminant " présenté sur la figure I et défini par les dimensions suivants:

Tamis en mm	% des passants
60	100
40	80-100
20	58-100
10	42-80
5	31-64
2	21-50
1	16-44
0,4	12-38
0,2	11-31
0,1	10-20

- un indice de plasticité inférieur à 12 et limité à 6 dans le cas où la chaussée est au niveau du sol et la nappe phréatique proche ou qu'il y a risque de submersion
- une dureté définie par un Los Angeles inférieur à 40%.

2 - CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX UTILISÉS

Les matériaux utilisés proviennent d'emprunts qui se localisent le long de l'itinéraire. Les essais d'identifications montrent qu'ils répondent aux spécifications demandées sous condition qu'ils soient criblés dans la grille de 40 mm. En général. Lorsque les critères portant sur la dureté et la propreté

sont respectés, Le critère portant sur la granulométrie ne pose pas de problème. en effet les matériaux qui présentent. Une granulométrie située légèrement en dessous du fuseau discriminant avant criblage s'inscrivent à l'intérieur après criblage à 40 mm

Après les essais d'information l'entreprise procède au criblage et la préparation des stocks sur lesquels on effectue des prélèvements pour la réalisation des essais d'agrément.

3 - MISE EN ŒUVRE DE LA COUCHE DE BASE

La mise en œuvre des matériaux pour couche de base consiste en les opérations suivantes: l'approvisionnement, l'épandage, l'arrosage, malaxage et le compactage.

Une planche d'essais a montré qu'un taux de compacité de 98% est obtenu par 6 passes (allée et retour)- de chacun des deux compacteurs opérant à une vitesse de 3,5 km/h.

L'atelier de compactage est constitué de :

- une citerne d'eau (25 tonnes);
- une niveleuse;
- un compacteur à pneus lesté à 7 roues de type: " SCHEID RW 1 g0";
- un compacteur vibrant de type " CATERPILLAR CS653 ".

4 - ESSAIS DE CONTRÔLE

Les essais de contrôle ont consisté à:

- La détermination de la compacité sur place; le taux de compacité demandé est de 98%.
- la vérification de l'épaisseur de la couche de base fixé à 15 cm
- L'identification des matériaux utilisés. Les résultats des essais effectués sur le tronçon compris entre PK 0+000 et PK 14+326 Sont présentés sur le tableau suivant :

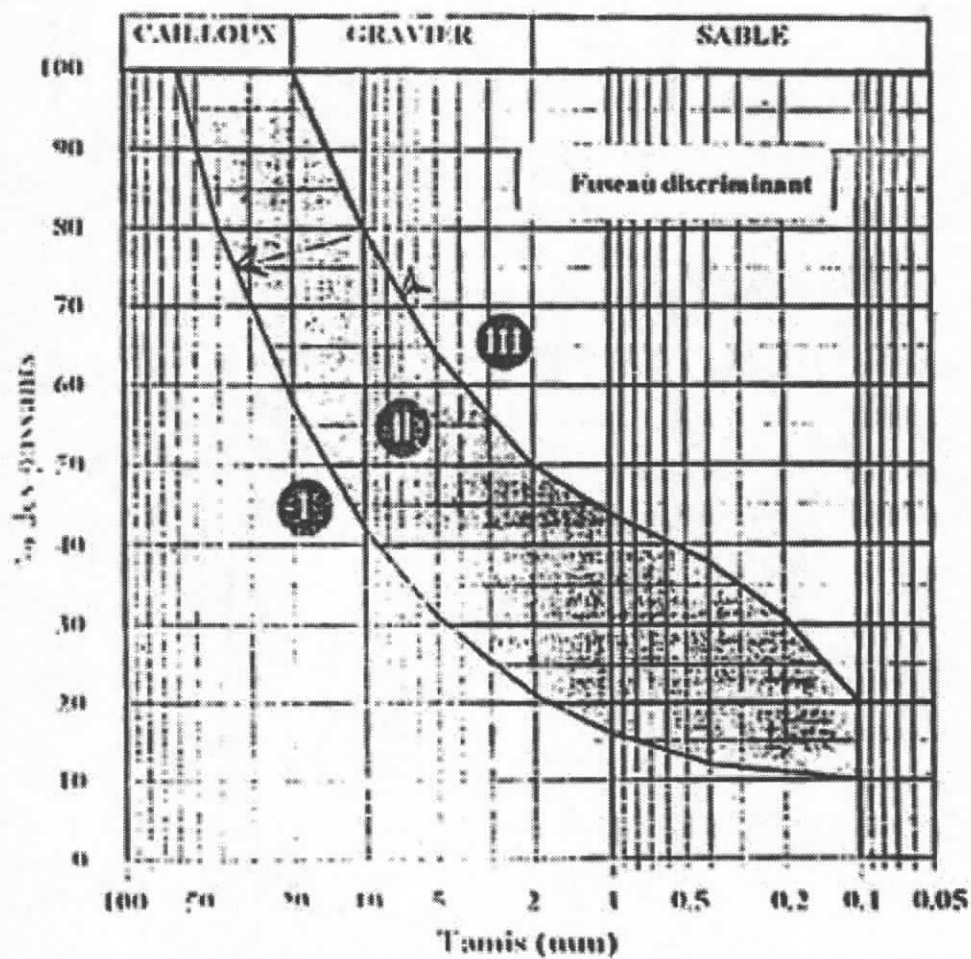


Tableau 1- Caractéristiques des matériaux utilisés

Lieu d'utilisation PK ---> PK fin	PK Lieu d'emprunt	LA	WL	WP	IP	Granulométrie (% des passants)											
						60	40	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,1		
0+000 0+165	1834 (R.G)	36	24	13	11	100	96	68	46	36	30	27	22	15	11		
0+165 0+483	3160 (R.G)	19	NM	NP	NP	100	100	83	64	55	47	40	27	17	10		
0+483 1+203	1834 (R.G)	36	24	13	11	100	96	68	46	36	30	27	22	15	11		
1+203 1+493	1834+3160(R.G)	20	22	14	8	100	100	74	52	42	35	30	23	16	11		
1+493 1+873	3160(R.G)	19	NM	NP	NP	100	100	83	64	55	47	40	27	17	10		
3+160 3+580	3160(R.G)	19	NM	NP	NP	100	100	83	64	55	47	40	27	17	10		
3+580 3+676	1834(R.G)	36	24	13	11	100	96	68	46	36	30	27	22	15	11		
3+676 4+745	8423(R.G)	19	33	21	12	100	98	77	58	47	38	35	31	25	20		
4+745 6+325	7807(R.G)	22	30	19	11	100	98	69	48	37	30	28	25	21	17		
6+325 8+324	8423(R.G)	19	33	21	12	100	98	77	58	47	38	35	31	25	20		
8+324 9+091	11130(R.G)	22	31	19	12	100	97	77	60	48	38	33	28	24	20		
9+091 9+828	9140(R.G)	27	29	19	10	100	100	78	59	49	41	37	32	26	20		
9+828 10+045	9140(R.G)	27	29	19	10	100	100	78	59	49	41	37	32	26	20		
10+339 11+776	9140(R.G)	27	29	19	10	100	100	78	59	49	41	37	32	26	20		
11+776 12+324	9885(R.G)	38	37	25	12	100	97	71	52	42	33	30	26	22	17		
12+324 12+820	9885(R.G)	38	37	25	12	100	97	71	52	42	33	30	26	22	17		
12+820 13+218	9885(R.G)	38	37	25	12	100	97	71	52	42	33	30	26	22	17		
13+218 13+629	10339(R.G)	31	35	15	10	100	97	74	57	45	35	32	26	21	15		
13+629 14+388	10339(R.G)	31	35	15	10	100	97	74	57	45	35	32	26	21	15		

La technique d'enduisage de la liaison Assa-Foum Lahcen a consisté en :

- une imprégnation au Cut Back 0/1;
- un revêtement bicouche au Cut-Back 800/1400 dopé à 0,4% de "dinoram S " pour le premier lot et à l'émulsion 65% pour le troisième lot.

La réussite de la texture de revêtement n'a pas posé de problème particulier. D'une façon générale, il est exigé des agrégats propres et résistants, un support bien nettoyé, des dosages en liant et agrégats corrects et un cylindre convenable.

Concernant le premier lot, les dosages utilisés sont donnés sur le tableau suivant :

Classe	Agrégats (l/m ²)	Cut-Back 800/1400 (kg/m ²)
10/14	8	1
6/10	6	0,9

Quant au troisième lot, les dosages sont présentés comme suit:

Classe	Agrégats (l/m ²)	Emulsion 65% (kg/m ²)
6/10	9	1.1
4/6	7	1.4

Par contre, l'imprégnation sur des matériaux locaux a présenté des difficultés liées aux facteurs suivants:

- Le climat très chaud qui empêche une bonne tenue et la pénétration du Cut-Back;
- le vent de sable qui rendent très difficile la mise en œuvre du revêtement.

Pour remédier à ces situations, il y a lieu d'imprégner la couche de base le soir par temps relativement froid après un bon nettoyage, afin d'éliminer la pellicule de fines qui nuit à la bonne tenue de l'imprégnation, et un arrosage optimal de l'assise.

Le dosage utilisé suite à trois planches expérimentales est de 1 kg/m². Et, lorsqu'il y a soulèvement du vent de sable, il est recommandé d'arrêter les travaux de revêtements et de ne reprendre qu'après nettoyage de la surface à imprégner ou à revêtir.

Lors de la mise en œuvre de l'enduit superficiel, le laboratoire est chargé d'effectuer des essais de contrôle des dosages du liant et des agrégats ainsi que des prélèvements de liant pour des essais d'identification.

CONCLUSION

Vu l'abondance des matériaux ayant de bonnes qualités géotechniques le long du tracé, le choix de la technique d'utilisation des matériaux locaux dans la construction de la liaison Assa-Foum Lahcen est judicieux.

Une étude comparative entre l'utilisation des matériaux locaux et les matériaux classique de type GNB montre que la technique utilisée permet d'épargner environ 100 000,00 Dirhams par Kilomètre; soit un gain de 7 200 000,00 Dirhams sur toute la liaison.

En effet, la préparation des stocks ne demande pas de concassage, mais un simple criblage est suffisant. Par conséquent, le prix de revient des matériaux utilisés diminue nettement.

Les différents emprunts utilisés ayant des caractéristiques géotechniques différentes. La plasticité varie de non plastique jusqu'à un indice de plasticité de 12 et la dureté varie d'un Los Angeles de 19 à 38.

La liaison Assa-Foum Lahcen est un chantier expérimental en vrai grandeur. Le suivi de son comportement après la mise en service est très important et permet de juger de la fiabilité de la technique d'utilisation des matériaux locaux et bien définir ses limites.