

SUIVI DES DEBLAIS ET REMBLAIS ENTRE RABAT ET FES

H. Ejjaouani,
Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes, Casablanca, Maroc
ejjaouani@lpee.ma

RESUME

L'autoroute Rabat/Fès est une des premières autoroutes au Maroc où on a eu affaire à des ouvrages en terre de grande hauteur, avec traversée de terrains marneux et réutilisation de ceux-ci à l'état « S ». Compte tenu de ces particularités et des glissements apparus en cours des travaux, dès l'ouverture de l'autoroute aux usagers le maître d'ouvrage ADM (Autoroutes du Maroc) a passé avec le LPEE (Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes) un contrat de suivi de ces ouvrages sur une période de deux ans avec prolongation par la suite. Cette mission consistait à faire une visite minimal tous les deux mois (et ou après passage d'une pluie importante où à la demande d'ADM) et à remplir des fiches types de suivi avec recommandations. Ceci a permis d'éviter de grands désordres par de faibles travaux d'aménagement et de mieux gérer le budget de maintenance en arrêtant les priorités. Ainsi un glissement dont la solution a été prête même avant l'ouverture de l'autoroute n'a pas été traité à ce jour grâce à la maîtrise de son comportement. L'objet de la communication est de présenter les résultats de ce suivi avec les types de désordres relevés et les traitements effectués.

1. INTRODUCTION

L'autoroute Rabat/Fès est une autoroute qui lie la capitale du Maroc à la ville de Fès et s'étend sur environ 200km. Elle fût la troisième autoroute du Maroc après celles de Rabat/Casablanca et Rabat/Larache.

Ces deux premières qui longent la côte Marocaine traversent des terrains relativement plats et donc on n'a pas eu recours à de grands terrassements.. De même, pour ces tronçons l'abondance de bons matériaux pour réutilisation en remblai n'a pas posé de problème.

Par contre, l'autoroute Rabat/Fès qui rentre à l'intérieur du Royaume traverse des terrains accidentés. En fait, celle-ci a été divisée en trois lots :

- premier lot Rabat/Khemisset traverse des terrains sableux et relativement peu accidentés,
- deuxième lot Khemisset/Meknès travers des terrains marneux et très accidentés topographiquement. C'est dans ce lot qu'ont été rencontrés la plus part des problèmes,
- troisième lot Meknès/Fès travers un terrain relativement plat mais a nécessité de grands remblais pour traverser les différents oueds qui sont très profonds.

Plusieurs problèmes ont été vécus pour cette autoroute soit en cours soit après travaux et qui ont nécessité des expertises poussées dont on donne des extraits dans cette communication.

2. REUTILISATION DES MARNES EN REMBLAI - LOT 2

Il faut tout d'abord noter que les marnes (R3) sont à l'état naturel très compactes et surconsolidées, et ce suite aux cycles de dessiccation/imbibition. Elles sont dotées de densités séchées de l'ordre 21KN/m^3 . En présence d'eau, elles se délitent complètement et donnent des A3, qui, après compactage au Proctor donnent des densités de l'ordre de 1,7.

Lors de l'extraction, les marnes qui sont à l'état « sec », donnent des mottes qui subsistent après compactage in-situ pour les fortes épaisseurs ($\geq 40\text{cm}$) et on a remarqué, sur chantier, des blocs avec des vides entre eux. Ces mottes vont se déliter en cas de venues d'eaux et donner lieu à des effondrements dont l'estimation restera difficilement quantifiable. Par ailleurs, le contrôle de compactage par les moyens classiques est erroné puisqu'on compare une densité d'un matériau grossier in-situ contenant des mottes, de densité élevée, à une densité d'un matériau A3 au laboratoire et on obtient, bien sur, un taux de compactage très élevé.

Comme l'ennemi n° 1 est l'eau et pour minimiser les infiltrations d'eau dans le corps du remblai, on a opté pour une protection de la crête avec 2m d'un matériau inerte fin avec un profil en V inversé pour faciliter les écoulements vers les bords.

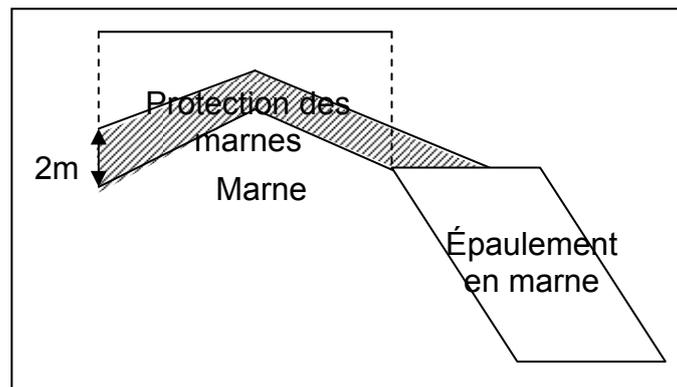


Figure 1 - Profil type en travers

Pour les talus qui sont aussi sujet à des instabilités suite aux cycles d'imbibition/dessiccation et compte tenu de l'excédent en déblai, un épaulement a été effectué avec les matériaux marneux.



Photo 1 - Etat d'un remblai marneux avec épaulement

Le suivi de ces remblais depuis 1998, année de mise en service de l'autoroute, a montré le bon comportement général excepté quelques affaissements localisés au niveau des jonctions remblai/déblai au droit de la sortie du drain (zone sensible).

Cette faiblesse, à ce niveau, n'est pas propre aux remblais marneux puisqu'elle a été relevée aussi dans d'autres remblais. De ce fait, actuellement, cette partie est l'objet d'un traitement minutieux avec une purge suffisante allant à l'intérieur du déblai et d'un drainage soigné.



Photo 2 - Affaissement au niveau jonction remblai /déblai



Photo 3 - Sortie drain au niveau de l'affaissement

3. DEBLAIS 11 LOT 2 :

Les déblais se sont bien comportés en général sauf quelques glissements ponctuels survenus soit en cours des travaux soit après mise en service de l'autoroute et qui ont été stabilisés par des enrochements.

Par contre, on a relevé une déformation notable, gonflement et affaissement, au niveau de la chaussée d'un déblai du lot 2 qui est argileux et contenant des gypses. Ce déblai se trouve sur une pente très élevée (6%) et après une succession de remblai/déblai.

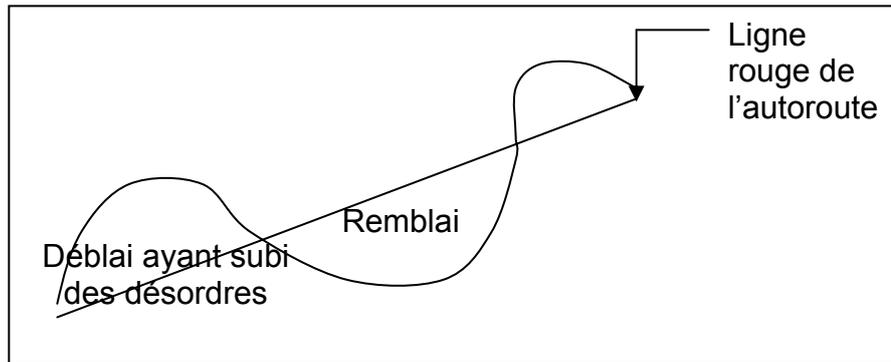


Figure 2 - Profil en long

Pour le profil en travers, il n'y a pas de TPC (terre plein central), et il y a deux drains longitudinaux et absence de nappe. Les drains ont pour objectif uniquement de drainer les eaux pluviales provenant des chaussées et talus. Mais dans les terrains argileux, on sait que les drains qui arrivent jusqu'aux argiles ont un rôle inverse puisqu'ils permettent à celle-ci de s'imbiber par capillarité et donc de donner lieu à des déformations. Par ailleurs, compte tenu du profil en long, on a soupçonné une arrivée d'eau du remblai situé en amont, à travers la couche de forme qui est en contact direct avec l'argile.

La solution retenue a été d'éviter toute infiltration d'eau dans le sous-sol, et ce en prévoyant un écran étanche à la jonction remblai/déblai, qui traverse toute la couche de forme et s'ancre dans les argiles, d'imperméabiliser les BAU (bandes d'arrêt d'urgence) et de ne garder que les fossés longitudinaux. Par ailleurs, lors de la reprise de la chaussée, un géogrille a été mis en place pour minimiser les déformations ponctuelles. Depuis la réalisation de cette solution en 2001, la chaussée se comporte bien.



Photo 4 - Gonflement au niveau chaussée



Photo 5 - Traitement effectué avec imperméabilisation des BAU

4. DEBLAI 35 LOT 2 :

Par ailleurs, il y a un déblai qui a connu un grand glissement lors des travaux, dont les masses glissées ont été purgées, mais il a continué à bouger. Une solution de stabilisation par des tranchées et gabion a été établie mais le suivi du déblai et la maîtrise de son mouvement a permis de différer celle-ci qui n'a pas été exécutée à ce jour.

Le budget relatif à ce déblai a permis d'entretenir les autres ouvrages en améliorant les systèmes de drainage en particulier.

5. REMBLAIS :

Les remblais ont connu plus de problème que les déblais.



Photo 6 - Remblai de grande hauteur

5.1. Lot 2 cas de R38 :

En premier, il y a un grand remblai de hauteur 28m sur versant qui a connu un glissement lors des travaux, à 5m de sa hauteur finale soit après avoir atteint 23m ; et c'était en Avril 1998, soit à quelques mois de l'ouverture de l'autoroute.

En effet, l'assise est constituée par un tuf calcaire sur 4m environ d'épaisseur qui surmonte une argile très épaisse ($\approx 10\text{m}$) non détectée lors des études ; d'autant plus que la zone est le siège d'anciens glissement fossiles.



Photo 7 - Amorce du glissement avec mise en place de polyane pour minimiser les infiltrations d'eau



Photo 8 - Glissement après quelques jours le polyane se déchire



Photo 9 - Glissement en sa phase finale, on note le décrochement de plusieurs mètres à la verticale

Plusieurs solutions ont été proposées, mais la solution terrassement consistant à prévoir une butée en pieds a été la plus favorable compte tenu des paramètres suivants :

- délai de l'expertise ne permettait pas d'avoir tous les paramètres pour dimensionner une solution mécanique,
- solution pouvant être renforcée en cas de nécessité,
- délai d'exécution (montée simultanée de la butée et du remblai),
- présence des entreprises sur place.

Mais, il a été retenu de ne pas démonter tout le remblai mais uniquement sur 10m de hauteur et le remonter ensuite à sa côte définitive. Ceci suppose qu'il y a présence de fissures à la base du remblai qui est resté en place et de l'argile qui a glissé. Des inclinomètres ont été placés en pieds du remblai en vue de suivre d'éventuels mouvements, et en cas de besoin un renforcement de la butée. Après mise en service et juste après quelques mois, le remblai commence à s'affaisser sans pour autant qu'il y ait de signe de glissement. A chaque fois, il y a rechargement de la chaussée qui a été associée à une imperméabilisation du TPC par du béton, qui a été fissuré entre temps suite aux affaissements qui n'ont cessé à ce jour. Ces affaissements sont dus à l'obturation des vides qui subsistaient dans le sous-sol et la base du remblai et aussi aux fluages des argiles qui ont une épaisseur de 10m. Ce fluage vient de se confirmer par une amorce d'un nouveau glissement en 2004, à l'extérieur de la zone ayant déjà glissée. Ce dernier a été conforté par la mise en place de pieux.

Pour revenir au premier glissement, le maître d'ouvrage a souhaité une solution radicale c'est ainsi que les solutions suivantes ont été proposées :

- Confortement par Deep mixing pour traiter l'argile à la chaux et le remblai en ciment,
- Viaduc après avoir démonté une partie du remblai,
- Déviation de l'autoroute compte tenu de la stabilité de la moitié de celle-ci..

Ces solutions sont à l'étude.

5.2. Lot 1 cas de PV44 :

Pour le lot 1, les matériaux étaient bons pour réutilisation en remblai et il n'y avait aucune anomalie lors de la montée des remblais. Toutefois, après deux ans de mise en service de l'autoroute, un remblai de 15m environ de hauteur a connu des fissurations longitudinales au niveau de la chaussée et les BAU.

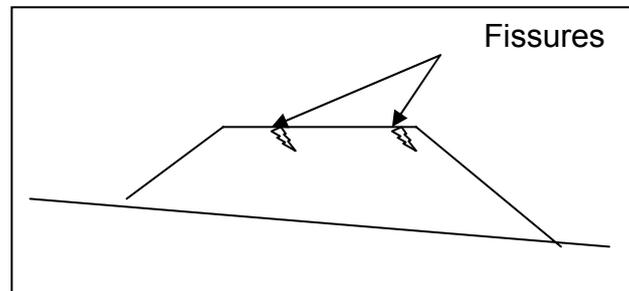


Figure 3 - Profil en travers



Photo 10 - Fissuration longitudinale chaussée et BAU côté gauche

Les premières fissures sont apparues du côté droit, ce n'est que plus tard que d'autres fissures commencent à apparaître du côté gauche.

Le remblai est constitué de C₁B₅ bien compacté et il n'y a aucun signe de glissement.

Après diagnostic de l'environnement on a noté que le PV (passage à véhicules) joue le rôle d'ouvrage hydraulique et qu'il y a un point bas du côté gauche qui a donné lieu à une stagnation d'eau (daya) arrivant jusqu'au pieds du remblai.

Celle-ci donne lieu à une circulation d'eau à la base du remblai et donc à une saturation du bas du remblai et de l'assise.

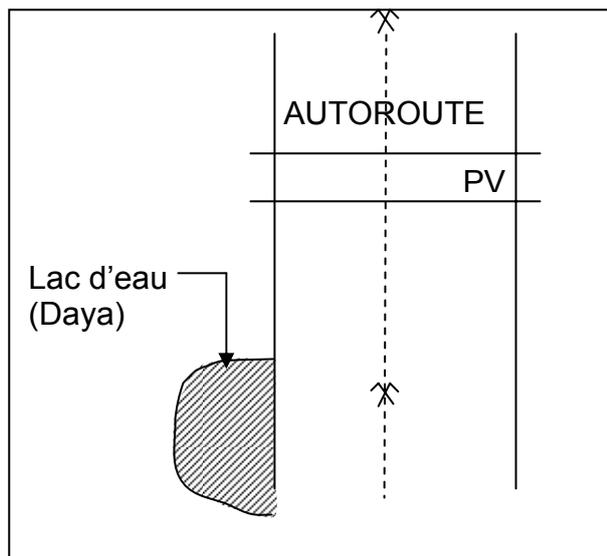


Figure 4 – Vue en plan

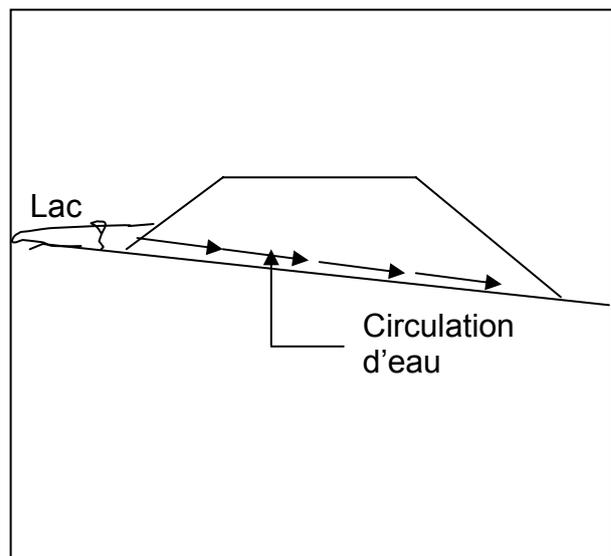


Figure 5 - Profil en travers

C'est celle-ci qui a donné lieu à des affaissements du remblai qui ce sont, en premier lieu, manifestées pour les hauteurs les plus importantes (côté droit) pour se généraliser ensuite pour les hauteurs plus faibles (côté gauche). La solution a été, évidemment, de créer un fossé longitudinal le long du pieds du remblai pour drainer celle-ci vers le PV.

5.3. Erosion des talus des remblais du lot 2 :

Lors du suivi des remblais du lot 2, on a noté un phénomène exceptionnel de sortie d'eau à la jonction couche de forme/arase. Pratiquement toute l'eau qui arrive de la chaussée s'infiltre à travers les BAU pour traverser la couche de forme qui est perméable et compte tenu que l'arase est peu perméable (protection des marnes), l'eau s'écoule latéralement pour sortir au niveau talus et créer une érosion importante. Cette érosion a donné lieu même à des glissements ponctuels et aussi à des effondrements au niveau BAU, ce qui a commencé à menacer l'autoroute.



Photo 11 - Effondrement au niveau BAU suite à l'érosion du talus

La solution retenue a été d'imperméabiliser les BAU, et aussi le TPC pour certains remblais.



Photo 12 – Imperméabilisation BAU et TPC

6. CONCLUSION :

Le suivi des remblais et déblais de l'autoroute Rabat/Fès a été d'une grande expérience pour tirer des leçons pour les futurs chantiers. La réutilisation réussie des marnes pour les remblais a permis de réutiliser les pérites au Nord du Maroc avec les mêmes dispositions. Cette technique a permis de jouer en faveur de sauvegarder l'environnement.

Par ailleurs, même si le Maroc est considéré comme semi aride, la pluie, et lorsque les dispositions de drainage ne sont pas adéquates, même rare donne lieu à des dégâts pour les ouvrages en terre.