

techniques de construction

construction techniques



**AUGEARD H.**

Scetauroute, France

**DELAHAYE D.**

Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Nice, France

**La terre armée dans les Alpes-Maritimes**

**Reinforced earth in the province of the Alpes-Maritimes (South of France)**

The use of TERRE ARMEE in the département of ALPES MARITIMES for embankments (support of embankment) has appeared a suitable solution to various problems.

Four points are considered in this paper.

- 1° Evolution of the technics between the first wall realization in 1968 on the Expressway of MENTON and the works that are being finished on the Expressway TURBIE/ROQUEBRUNE. Description of the works use of metallic surfaces (aluminium and galvanized steel) on different thicknesses (25 cm and 33 cm) or concrete surfaces, abutments, support of embankment.
- 2° Technology of operation : examples of particularly difficult realizations are given with a particular emphasis on the materials of embankment and the compacting with regard to standards of reference, control and results obtained.
- 3° Follow up of realized works and description of the registered troubles.
- 4° Oxydation of slabs

Le Chantier de l'Autoroute A 08, anciennement A 53, de ROQUEBRUNE CAP MARTIN à MENTON constitue le premier exemple d'application de la Terre Armée sur une grande échelle tant par le nombre des ouvrages que par la taille de certains d'entre eux.

La solution Terre Armée adoptée à l'époque en cours de chantier, permettait d'apporter une solution aux problèmes d'emprise tout en assurant la stabilité externe et interne des ouvrages.

En 1973, démarraient des travaux importants devant permettre de raccorder l'A 08, dite "La PROVENCALE", depuis VILLENEUVE-LOUBET jusqu'à ROQUEBRUNE- CAP MARTIN.

D'une longueur de 35 km, ces travaux allaient nécessiter la réalisation de nombreux ouvrages et en particulier de grands murs de soutènement. Si, dans certains cas, des solutions classiques furent adoptées, dans beaucoup d'autres il a fallu s'orienter vers des techniques nouvelles.

C'est ainsi que pour des considérations d'ordre économique, géologique et de délais, les Bureaux d'Etudes portèrent leur choix vers la Solution " Murs en Terre Armée "

Les murs en terre armée réalisés sur la Section ROQUEBRUNE- CAP MARTIN à MENTON sont au nombre de sept.

Les premiers murs de l'ex A 53 ont été réalisés avec des armatures et des peaux en aluminium ( Mur de MENIERI et Mur de BAVA) puis par la suite les peaux et armatures furent constituées d'acier galvanisé de 3mm d'épaisseur. ( mur de PEYRONNET, GIRAUDE- VIGNA I - VIGNA II - RICARD )

La hauteur des ouvrages varie de quelques mètres à 25 m.

Les longueurs varient de quelques mètres à plus de 650 m.

Sur le tronçon d'Autoroute VILLENEUVE-LOUBET/ ROQUEBRUNE, il a été construit 60 murs en Terre Armée dont 16 avec peaux métalliques d'une longueur totale de 5800 m, d'une surface de 43.000 m<sup>2</sup> et d'un volume total de 360.000 m<sup>3</sup>.

C'est dire l'importance des travaux réalisés pour l'application de cette méthode de soutènement.

Il convient de noter que parmi les 60 murs construits une dizaine font office d'Ouvrages d'Art, (passage inférieur- passage supérieur). Les hauteurs de ces murs sont très variables puisqu'elles vont de 3m à 21m.

#### T- REALISATION DES OUVRAGES D'ART

La réalisation de ces ouvrages a posé un certain nombre de problèmes dus principalement aux terrains compressibles et à la présence d'eau.

Ceci nous a conduit à des fouilles plus importantes pour reconstituer le terrain avec des bons matériaux sur des épaisseurs pouvant atteindre 2m. Bien entendu, les fonds de fouilles étaient dressés avec des pentes importantes tant longitudinales que transversales et un réseau de drainage était mis en place.

Le problème des circulations d'eau est très important, c'est ainsi que dans certains cas nous avons été amenés à entourer le massif en terre armée d'un cordon de matériaux drainants avec parfois du bidim ( textile non tissé )

La mise en oeuvre des matériaux par couche de 0,33, 0,37 ou 0,75 suivant les matériaux utilisés, n'a pas posé de problème particulier. Il convient simplement de bien adapter le matériel de compactage à la granulométrie mise en oeuvre. Il faut éviter d'exercer une trop forte énergie de vibration, surtout près des parements.

Pour le réglage des parements, il est indispensable de caler chaque rangée d'éléments à partir de référence extérieure, de manière à ne pas amplifier un défaut de positionnement sur la rangée précédente.

Dans les sites difficiles, fond de talweg à forte pente, on a surtout utilisé les peaux métalliques ( acier galvanisé, élément de 0,33 de haut ) pour des problèmes de tassement et des facilités d'approvisionnement. Les armatures étaient constituées de plat lisse en acier galvanisé de 40 et 60 mm de large et 3mm d'épaisseur.

Sur les ouvrages réalisés depuis environ un an, les plats sont crantés et ont une épaisseur de 5mm.

En ce qui concerne les parements " écailles de béton " ils ont été utilisés en site urbain avec parfois des effets architecturaux pour une meilleure intégration dans le site.

Les matériaux utilisés ont été en tout début des graves concassées 0/30, graves devant être initialement utilisées pour les couches de fondation de l'Autoroute ( BAVA- PEYRONNET GIRAUDE )

Par la suite, il a été utilisé des poudingues provenant du Tunnel de la COUPIERE et des terrassements de RAMENGAO, après passage dans un compacteur primaire, de façon à obtenir des matériaux de granulométrie plus fine, appropriés avec l'épaisseur des peaux, soit un matériau 0/100 ( mur de VIGNA I - VIGNA II- RICARD ).

Le mur de MENIERI a été réalisé avec les marno calcaires provenant des déblais avoisinants.

Les matériaux utilisés sur le tronçon de l'Autoroute VILLENEUVE - ROQUEBRUNE ont été essentiellement des poudingues pour le contournement NORD de NICE. Leur courbe granulométrique et leur état de consolidation permettaient leur utilisation telle quelle sans concassage.

Dans les Secteurs TURBIE-ROQUEBRUNE et PAILLON -TURBIE, les matériaux Terre Armée ont été essentiellement des calcaires provenant de déblais ou de marinnages de tunnels de granulométrie discontinue 0/300 et de classification D des Recommandations pour Terrassements Routiers.

#### Critères de compactage :

Pour les graves 0/30, 0/40 et les Poudingues, les critères retenus ont été : 95% de l'OPM.

Le compactage ( couches de 30 cm ) a été effectué initialement à l'aide d'un rouleau BW 200 ou BW 90 et le contrôle de la compacité a été effectué par des mesures de densités en place au densitomètre à membrane pour chaque couche.

Par la suite, les Recommandations pour Terrassements ( RTR ) ont été appliquées ( mesures Q/S à partir d'enregistrements de tachographes ), l'épaisseur étant l'épaisseur compatible avec celle des parements ou peaux

Il est à noter que l'application de cette méthode à ce type d'ouvrages s'est révélée bien adaptée.

#### II- SUIVI des OUVRAGES ET DESCRIPTION des DESORDRES ENREGISTRES -

A08-(ex 53)- ROQUEBRUNE- FRONTIERE  
- Mur de VIGNA I et VIGNA II - PEYRONNET-

Pour ces ouvrages nous nous trouvons dans le deuxième lot de terrassements de l'Autoroute ex A 53. Des séries de mesures ont été effectuées pour vérifier les tassements :

- tassements et déversements par mesures topographiques
- contraintes dans les armatures et peaux par cordes vibrantes
- pression au sol par cellules Glotz

Les mesures des contraintes par cordes vibrantes n'a pas été concluante.

Les mesures de tassements et de déversements se sont déroulées normalement.

Les cellules Glotz ont permis de vérifier les hypothèses de chargement des éboulis lors de l'exécution des ouvrages.

#### - MUR DE MENIERI -

Sur le mur de MENIERI, des tassements de l'ordre de 20 cm se sont produits dans la partie Centrale. Ces tassements ont entraîné des déchirures au droit du raccord avec le Terrain en place.

Pour les autres ouvrages, actuellement stabilisés, nous n'avons pas enregistré de désordres et d'évolution importante.

#### CONTOURNEMENT DE NICE

#### Comportement des ouvrages :

##### a) - tassements

Dans les zones de terrains compressibles on a constaté effectivement des tassements plus ou moins importants, dûs certainement à la mise en place du terrain naturel sous le massif en terre armée.

On peut citer deux exemples :

- Mur n° 10 - Peaux métalliques - Soutènement de remblais-

Hauteur maxi 9,30m - Longueur 43m- Surface 370 m<sup>2</sup> - Volume 4000 m<sup>3</sup> - Tassement vertical et uniforme, sans désordre, de l'ordre de 550 mm  
Stabilisation au bout de 3 à 4 mois

- Mur N° 4 - Ecailles de béton - Culée de pont -

Hauteur maxi : 11 m - Longueur 120 m - Surface: 1020 m<sup>2</sup>  
Stabilisation au bout de 5 à 6 mois, après remblais de chargement provisoire.

##### b)- Basculement

On a constaté lors des contrôles, sur trois ouvrages, un léger basculement vers l'avant de la tête du mur, d'une amplitude variant entre 25 et 100mm. Mais actuellement, ces mouvements tendent vers la stabilité.

Dès leur achèvement, tous les ouvrages ont été instrumentés et un suivi topographique a été fait jusqu'à la mise en service de l'Autoroute. On peut dire qu'actuellement tous les murs sont à peu près stabilisés et les mouvements constatés n'auront aucune influence sur la pérennité des ouvrages.

#### REMARQUES PARTICULIERES:

Oxydation des armatures : phénomène constaté sur la portion de l'Autoroute A 08 -contournement de NICE -

A la suite d'orages survenus à l'Automne 1975, des ravinnements ont mis en évidence des armatures en acier galvanisé corrodées principalement à la partie supérieure.

Après étude, le mécanisme de la corrosion était le suivant :

Les sulfates contenus dans le sol ont provoqué au début de corrosion; au lieu de se déposer sur le métal et de le protéger, les produits de corrosion ont été absorbés sur les parties fines du remblai. Le revêtement galvanisé a alors disparu dans les parties non protégées, puis les zones mises à nu se sont élargies.

Le poudingue mis en remblai avait une teneur en fines importante de l'ordre de 25% alors que les critères d'agressivité avaient été établis pour une teneur en fines inférieure à 15%. A l'heure actuelle, nous respectons cette teneur en fines.

Il a été également prévu d'introduire des morceaux de lanière témoins qui seront détérrés et examinés au cours des ans.