

MARTIN G.

Etablissement Public pour l'Aménagement de la Région de la Défense, France

Exemple d'utilisation de granulats légers en terre armée

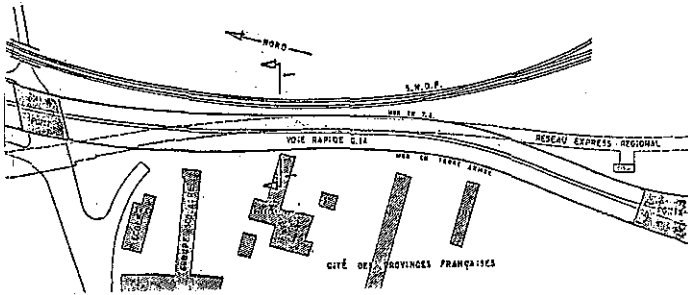
Example of the use of light weight aggregate in reinforced earth

Reinforced earth is a flexible material which is well adapted to compressible subsoils. This advantage can be obviously amplified by the use of light weight aggregates, since the stresses applied to the subsoil by the reinforced earth structure can be decreased considerably. Two structures were constructed by this technique, with the main goal being to limit the load transmitted on to existing adjacent structures.

- the first wall was built in 1974 in a interchange (C4) in Créteil. The use of light weight aggregate decreased the negative friction and the lateral thrust exerted on pile foundations by the embankment load.
- the second wall, which probably constitute already a record, was built in 1975 by EPAD on a section of the urbain expressway G.14.
Over a distance of 350 m, this expressway runs across a very dense urban zone, at an elevation varying between 6 and 10 m, and with, in particular, the tunnel of the regional network. 20 000 m³ of light weight aggregates were used in this work. This paper gives in particular :
- the characteristics of the aggregates (internal friction, aggregate - strip adherence, density)
- the placement conditions

La réalisation qui vous est présentée se situe sur la voie rapide G 14 à NANTERRE, reliant l'autoroute A 86 au boulevard circulaire de La Défense.

Sur une longueur de 350 m, entre deux passages inférieurs, la voie rapide s'inscrit dans une bande de terrain très étroite délimitée, d'un côté par un faisceau de voies ferrées et de l'autre par une cité H.L.M. de 2.500 logements et 3 écoles (dessin n° 1).



Au point de passage le plus dur la chaussée passe à 1,20 m d'un bâtiment et à 1,50 m de la voie ferrée.

La voie rapide est construite sur une plateforme en remblais délimitée par deux murs de soutènement de hauteur variable de 6 à 10 m. Le choix de la terre armée comme soutènement s'explique donc déjà par la hauteur des murs. Le problème se complique du fait qu'en cet endroit la voie rapide croise, suivant un angle très faible, le tunnel du métro express régional (R.E.R.) dont la couverture se trouve 2,50 m environ sous le terrain naturel.

Ce tunnel ayant été construit à ciel ouvert, les ouvrages de soutènement de la voie rapide avaient à franchir des zones remblayées où des tassements différentiels étaient à craindre.

Mais surtout, il n'avait pas été prévu que le tunnel (cadre rectangulaire en béton armé de 10,50 x 6,50 m) aurait à supporter de telles hauteurs de remblais. En effet, la charge admissible sur la structure était limitée à des valeurs comprises entre 8 et 12 t/m², inférieures de moitié aux surcharges apportées par les remblais de terre (12 à 20 t/m²)

L'implantation du tunnel par rapport à la route à construire et la présence d'un collecteur d'assainissement de 2,80 x 2,20 rendaient pratiquement impossible tout projet de soutènement classique (mur à se-

melle) ou de viaduc.

Nous avons donc envisagé d'alléger le remblai au-dessus du tunnel dans l'exacte mesure des charges admissibles, en utilisant des matériaux légers.

Notons ici que le soutènement en terre armée offrait l'avantage de n'apporter sur le sol de fondation, donc sur le tunnel, qu'une charge égale à celle du remblai lui-même.

Le matériau choisi a été l'argile expansée de préférence à d'autres matériaux comme les cendres volantes, très hydrophiles donc relativement lourdes, ou comme les pouzzolanes, friables, également assez lourdes et onéreuses.

Les études et essais préalables effectués sur l'argile expansée par le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées ont consisté à :

- suivre l'évolution de la granulométrie du matériau compacté à sa teneur en eau naturelle et à des énergies de compactage croissantes ;
- mesurer les possibilités de reprise d'eau et les vitesses de drainage d'éprouvettes immergées pendant 48 heures ;
- mesurer le coefficient de frottement sol-armatures.

Ces essais ont donné les résultats suivants

- malgré son apparente fragilité, l'argile expansée évolue relativement peu sous l'action du compactage : la densité passe de 0,54 (matériau simplement déversé dans un moule) à 0,645 après compactage, à 2 énergies PROCTOR NORMAL ;
- elle est susceptible d'emmagasiner une assez grande quantité d'eau puisque la densité humide passe de 0,65 à 0,80 après une heure de drainage ;
- la mesure de l'angle de frottement sol-armatures a donné $\varphi = 27^\circ$ ($f = 0,51$), valeur tout à fait comparable à celle d'un remblai normal ;
- absence de soufre ou de ses dérivés, éliminant les risques de corrosion des armatures.

Du fait de sa très faible densité et de son aptitude à être utilisée en terre armée, l'argile expansée répondait bien au problème posé.

Le projet a été établi en prenant en compte un matériau de densité égale à 0,80 allant largement dans le sens de la sécurité, d'autant plus qu'il n'y avait pas de risque d'immersion totale ou partielle, du massif de remblai dans la nappe phréatique.

Dans les zones où les surcharges admissibles sur le tunnel, étaient les plus élevées, il était inutile de réaliser la totalité du remblai en argile expansée ; nous avons prévu l'utilisation d'un matériau plus ordinaire -en l'occurrence du sablon de densité égale à 1,80- en modulant de façon très souple les hauteurs respectives des deux matériaux en fonction des surcharges admissibles et d'atteindre ainsi, pour cette solution, un optimum économique (dessin n° 2).

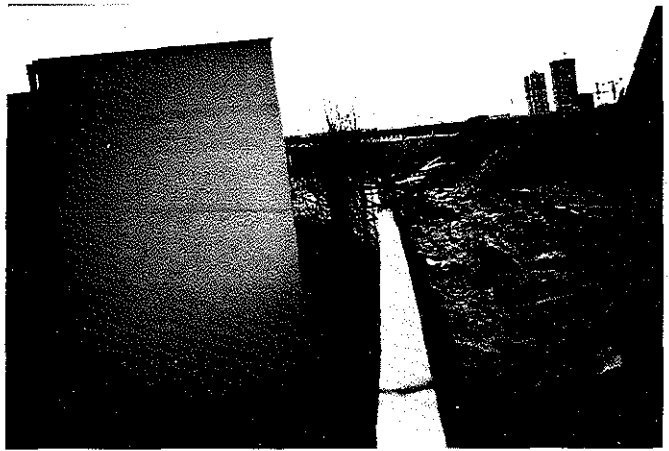
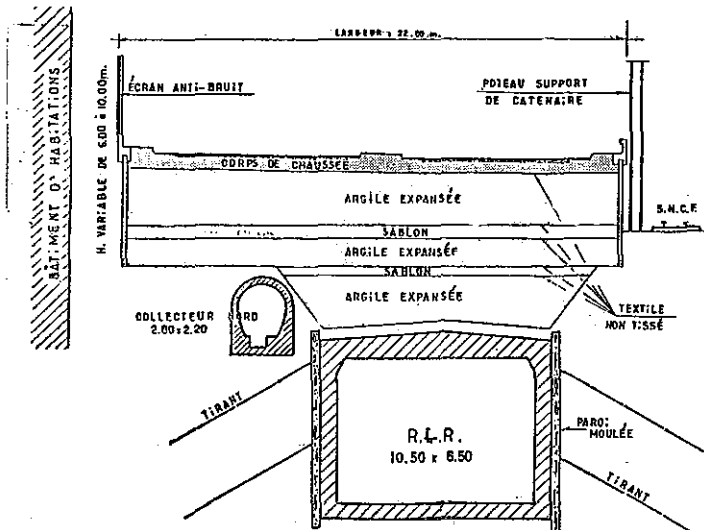


Photo n° 2

... et la façade de l'école à 1,50 ml

La première opération a consisté à terrasser jusqu'à la dalle du métro et à remplir l'excavation ainsi créée (2 à 3 m de profondeur) d'argile expansée, puis à étaler, à l'avancement, une couche de sablon de 30 cm d'épaisseur, servant de piste de circulation pour l'approvisionnement de l'argile par camions de 54 m³ (pointe journalière de 800 m³) et la pose de la lère rangée d'écailles (photo n° 3).

Déroulement du chantier

Ce chantier présentait la particularité de ne pouvoir être exécuté que de l'intérieur des massifs. En effet, la présence, dans l'environnement immédiat du chantier, des voies ferrées et des bâtiments d'habitations ne permettait pas aux engins de chantier d'évoluer à l'extérieur des massifs à réaliser. (photos n° 1 et 2).



Photo n° 1

Le poteau caténaire se trouve à 15 cm seulement du parement du mur...



Photo n° 3

La préfouille remplie d'argile expansée et la première couche de sablon.

Afin d'éviter la pénétration du sablon dans l'argile expansée et d'augmenter ainsi la densité en place du remblai et les risques de tassement, nous avons isolé les deux matériaux par un filtre en textile non tissé, visible sur la photo n° 3.

Le comptage de l'argile n'a nécessité qu'un simple petit rouleau à jante lisse ; par contre, le sablon a été compacté à l'aide d'un rouleau lourd à pneus qui, au travers du sablon compactait également l'argile expansée (photo n° 4).

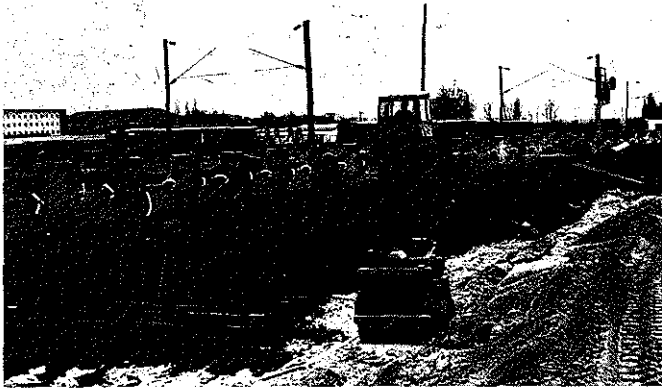


Photo n° 4

Petit rouleau de compactage de l'argile expansée et engin chenillé procédant à l'étalement du matériau.

Là mise en place des écailles a été faite à l'aide d'une pelle à chenilles tout à fait classique évoluant sans problème sur l'argile expansée (photo n° 5). A cette occasion, on a vérifié que ce matériau, contrairement aux apparences, n'était pas du tout friable.



Photo n° 5

Pose d'une écaille à l'aide d'une pelle chenillée.

L'opération suivante a consisté à réaliser une nouvelle couche d'argile expansée correspondant à 2 hauteurs d'écailles, soit 3 m, puis une nouvelle couche de sablon de 30 cm de hauteur, avec toujours interposition d'un textile non tissé entre les deux couches (photo n° 6) en veillant à ne pas faire reposer les armatures sur le textile.



Photo n° 6

Déroulement du filtre de textile non tissé

Cette opération a été répétée autant de fois que nécessaire pour atteindre la hauteur des massifs. Il faut cependant veiller à ne pas faire rouler des engins lourds trop près des écailles, sinon celles-ci se déversent.

En effet, les circulations lourdes exercent des surcharges localisées importantes juste derrière le parement et introduisent donc des efforts dans les armatures qui ne seraient pas équilibrées par la faible charge de remblai sur la partie courante de l'armature du fait que l'argile expansée a une densité 3 à 4 fois plus faible que celle d'un remblai normal (photo n° 7).



Photo n° 7

La pelle stationne assez loin en arrière du mur.

Une surcharge moyenne de circulation de 1 t/m² ne correspond plus à une épaisseur fictive de remblai de 50 cm mais bien de 2,00 m.

A noter que les armatures n'ont pas à être ni plus longues ni plus larges car le frottement est aussi bon que dans le cas d'un remblai normal.

-0-

Pour terminer, quelques chiffres situant l'importance et le coût des travaux :

- 4.500 m2 d'écailles béton .
- 66 km d'armatures
- 20.000 m3 d'argile expansée
- 30.000 m3 de sablon
- coût du mètre carré de plate-forme :
600 F. H.T., valeur mi-75, y compris assainissement superficiel et garde-corps, mais non compris corps de chaussée
- coût du mètre carré de soutènement :
1.100 F.
- délai d'exécution : 6 mois.