

COMMUNICATION

CT4 : Techniques routières innovantes

**APPRECIATION TECHNICO-ECONOMIQUE
DE L'UTILISATION DU CIMENT DANS LA ROUTE AU MAROC**

Par

K. LAHLOU ⁽¹⁾, A. RAISS ⁽²⁾, M. CHOUITI ⁽³⁾, J. EL M'SSARI ⁽⁴⁾ et K. KHABBAZ ⁽⁴⁾

RESUME

Il est bien admis actuellement, et de façon intuitive, que la solution du traitement au ciment des couches de chaussée peut constituer, dans certains cas, et, dans certaines régions du Maroc, une alternative très prometteuse sur les plans technique, économique et environnemental. Toutefois, pour opérer un choix motivé selon les cas de construction, d'entretien ou de renforcement, l'Administration et les professionnels de la route, en général, ont besoin de chiffres comparatifs fiables entre les différentes variantes disponibles sur le marché.

L'étude économique a été conduite de façon comparative entre les techniques à base de ciment et les techniques conventionnelles. Suivant le cas de traitement, un modèle de sous-détails de prix a été élaboré sur la base duquel une étude paramétrique comparative a été conduite en faisant varier les conditions de mise en œuvre et d'exploitation. Les catalogues et manuels normatifs de la DRCR ont été pris comme référentiels de dimensionnement.

Il en ressort globalement que, dans les cas où les matériaux sont disponibles à pied d'œuvre, sur les 70% des cas de comparaison retenus, le traitement au ciment s'avère compétitif même si l'on n'intègre que l'investissement initial, les chaussées traitées au ciment étant réputées pour leur faible coût d'entretien. Lorsque le paramètre transport des granulats est pris en compte, les résultats de comparaison ont montré que les structures traitées au ciment deviennent compétitives chaque fois que la distance de transport des matériaux nobles dépasse les 30 à 80 Km selon les cas. Cette compétitivité est d'autant plus marquée que la portance du sol est faible ou/et le trafic est intense. Le retraitement en place au ciment des chaussées existantes s'est avéré toujours compétitif en l'absence d'une correction granulaire. Par ailleurs, le traitement au ciment devient compétitif même dans certains cas d'aménagement des pistes rurales lorsqu'il faut aller chercher des matériaux à plus d'une trentaine de kilomètres.

⁽¹⁾ Professeur à l'Ecole Hassania des Travaux Publics, Casablanca, Maroc

⁽²⁾ Ancien Chef du service chaussée à la DRCR, Rabat, Maroc

⁽³⁾ Directeur pôle promotion à l'APC, Casablanca, Maroc

⁽⁴⁾ Ingénieur de l'Ecole Hassania des Travaux Publics, Casablanca, Maroc

Introduction

Il est bien admis actuellement, et de façon intuitive, que la solution du traitement au ciment des couches de chaussée peut constituer, dans certains cas, et, dans certaines régions du Maroc, une alternative très prometteuse sur les plans technique, économique et environnemental. Toutefois, pour opérer un choix motivé selon les cas de construction, d'entretien ou de renforcement, l'Administration et les professionnels de la route, en général, ont besoin de chiffres comparatifs fiables entre les différentes variantes disponibles sur le marché ; d'où l'intérêt de la présente étude.

Pour évaluer le potentiel d'utilisation du ciment dans la route au Maroc selon les deux aspects technique et économique, cette étude a été réalisée dans le cadre du travail de fin d'études des deux derniers auteurs et ce en partenariat entre l'APC et l'École Hassania des Travaux Publics.

Variantes techniques

La référence [1] comporte une revue technique des différentes variantes d'utilisation du ciment dans les chaussées routières avec une synthèse intéressante sur les aspects : fonctionnement mécanique, dimensionnement, formulation et mise en œuvre et ce pour les cinq principales techniques potentiellement utilisables au Maroc à savoir :

- ◆ Le traitement des sols
- ◆ Le traitement des assises de chaussées
- ◆ Le retraitement en place d'anciennes chaussées
- ◆ Le traitement des accotements
- ◆ Et l'aménagement des pistes rurales à faible trafic

Dans ce document, les auteurs ont pu mettre en relief les principaux avantages techniques pouvant être mis à profit par le traitement des différentes couches de chaussée au ciment. L'essentiel des dispositions constructives et précautions de mises en œuvre inhérentes aux techniques de traitement au ciment y sont aussi rappelés.

Etude économique

L'étude économique a été conduite de façon comparative entre les techniques à base de ciment et les techniques conventionnelles. Suivant le cas de traitement, un modèle de sous-détails de prix a été élaboré sur la base duquel une étude paramétrique comparative a été conduite en faisant varier les conditions de mise en œuvre (prix secs des matériaux de base, distances de transport,...) et d'exploitation (classe de portance du sol, trafic, ...). Les catalogues et manuels normatifs de la DRCR ont été pris comme référentiels de dimensionnement. Les tarifs de base des différentes composantes des prix ont été recueillis à partir de deux grandes entreprises routières structurées et à partir des fichiers de la DRCR et des cimentiers.

Une cinquantaine de fiches de sous-détails de prix ont été établies pour les structures comparées. Les résultats exhaustifs de l'analyse comparative sont données cas par cas dans la référence [1].

Constructions neuves

L'exemple suivant (figure 1) présente la comparaison de prix secs entre sept variantes de structures de chaussée pour différentes distances de transport des granulats pour une plateforme de portance P1 et un trafic TPL3.

On observe alors qu'à pied d'œuvre , les structures à base de GVC sont plus chères que les structures 9 et 10 mais qu'à partir de 78 Km elles deviennent de plus en plus compétitives que les cinq autres structures classiques.

Le deuxième exemple de la figure 2 montre que les structures à base de GAC deviennent nettement plus compétitives que les structures classiques comparées à partir de 25 Km seulement.

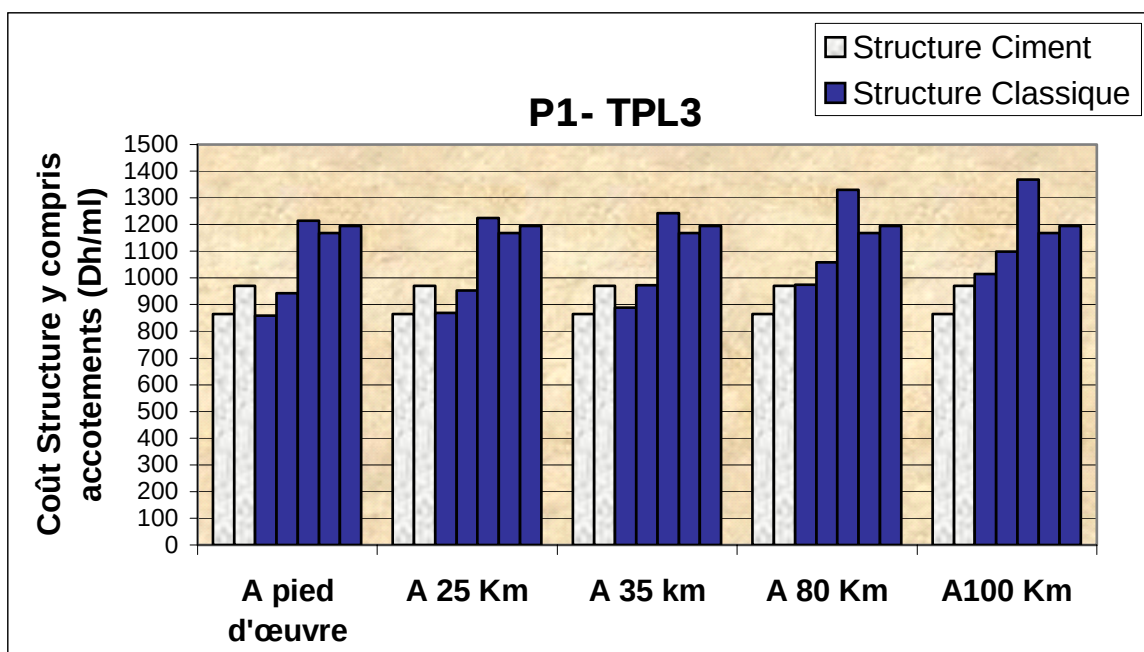
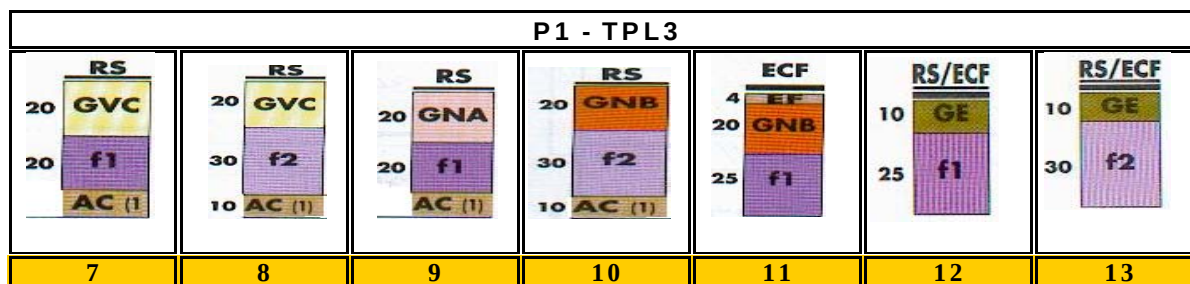


Figure 1 : Coûts comparatifs de structures en fonction de la distance de transport des granulats pour une plate forme de portance P1 et un trafic TPL3 (les barres sont disposées par ordre croissant suivant la disposition des schémas de structures)

Ainsi, il ressort globalement que, dans les cas où les matériaux sont disponibles à pied d'œuvre, sur les 70% des cas de comparaison retenus, le traitement au ciment s'avère compétitif même si l'on n'intègre que l'investissement initial, les chaussées traitées au ciment étant réputées pour leur faible coût d'entretien. Par ailleurs, lorsque le paramètre transport des granulats est pris en compte, les résultats de comparaison ont montré que les structures traitées au ciment deviennent compétitives chaque fois que la distance de transport des matériaux nobles dépasse les 30 à 80 Km selon les cas. Cette compétitivité est d'autant plus marquée que la portance du sol est faible ou/et le trafic est intense.

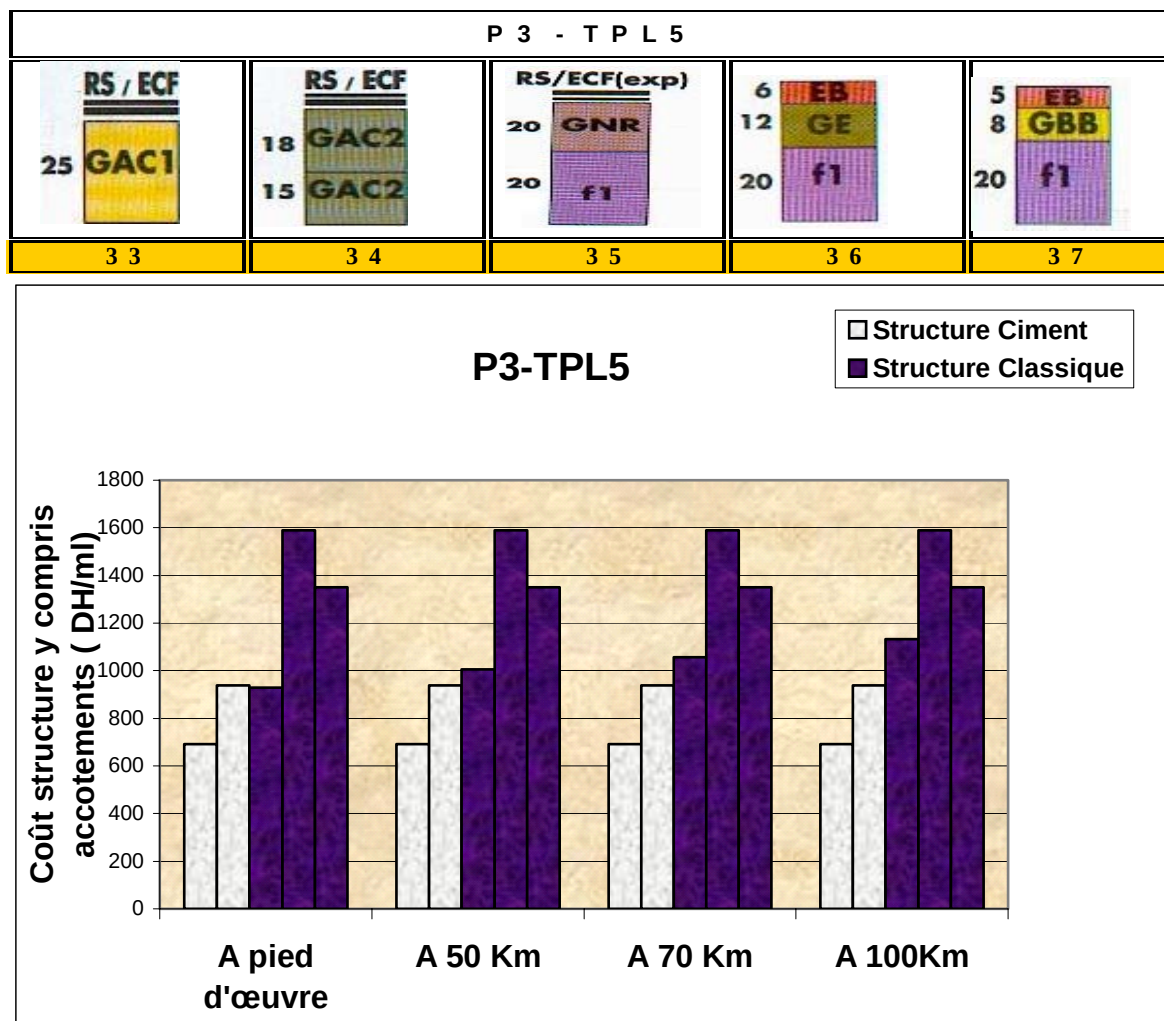


Figure 2 : Coûts comparatifs de structures en fonction de la distance de transport des granulats pour une plate forme de portance P3 et un trafic TPL5 (les barres sont disposées par ordre croissant suivant la disposition des schémas de structures)

Renforcements

L'exemple de la figure 3 montre la comparaison de prix secs entre deux variantes de renforcements de chaussée lorsque la distance de transport des matériaux augmente.

A travers cet exemple on observe que sans correction granulaire le retraitement en place est toujours moins coûteux (économie de 8% à pied d'œuvre). Dans le cas où cette correction est indispensable, la technique de renforcement classique (10 GBB +5EB) est la moins chère à pied d'œuvre. Mais elle devient plus coûteuse lorsque il faudra chercher le GBB à une distance dépassant les 40 Km.

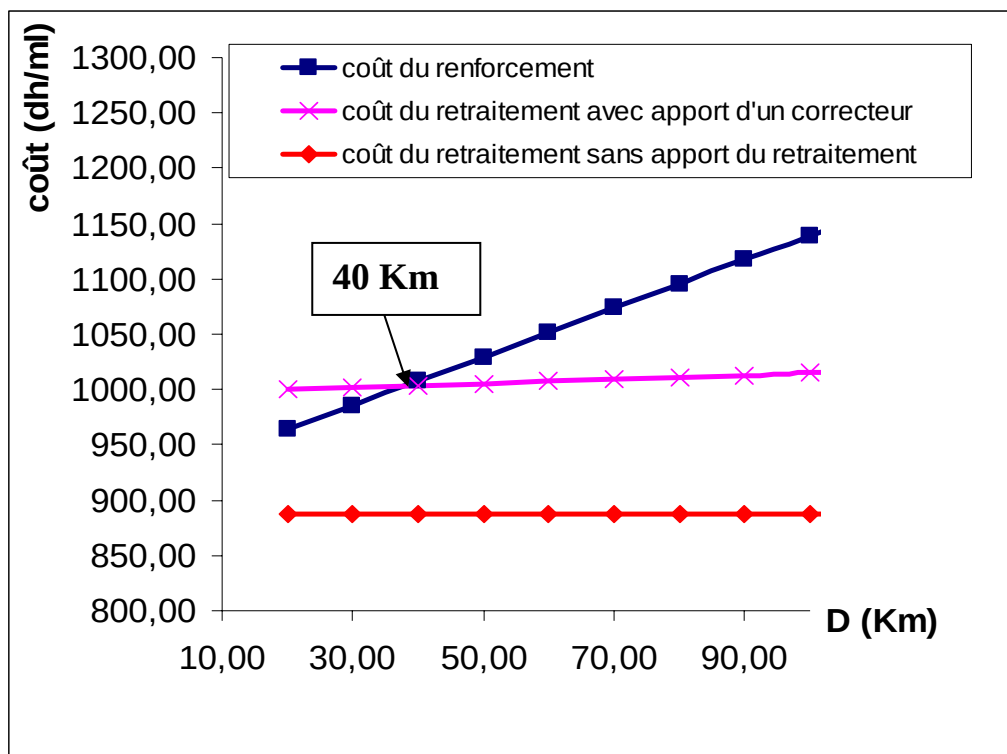


Figure 3 : Comparaison entre la variante [renforcement 10GBB + 5 EB] et la variante [retraitement sur place sur 10 cm + 5 EB] pour un trafic fort

Globalement, et après analyse de plusieurs cas, on peut dire que la technique du retraitement en place au ciment est toujours compétitive en l'absence d'une correction granulaire. Sinon, le retraitement en place au ciment ne devient compétitif que lorsque la distance de transport des matériaux pour la solution classique de renforcement dépasse 40 à 70 Km selon les cas. On observe aussi que le retraitement en place est plus compétitif dans le cas du fort trafic.

Aménagement des pistes rurales

L'utilisation du ciment peut être envisagée dans le cadre de l'aménagement des pistes afin de résoudre les problèmes que posent les points durs géotechniques. Cette utilisation consiste soit en traitement du sol en place (un traitement mixte à la chaux et au ciment peut être envisagé dans le cas des sols plastiques), soit en traitement d'un remblai non plastique présent sur chantier. Ces deux techniques

comparées sur le plan de l'investissement initial avec la technique conventionnelle qui consiste en l'apport d'un matériau présentant de bonnes caractéristiques mécaniques (couche de déglaisement) donnent un résultat comme celui montré à la figure 4 :

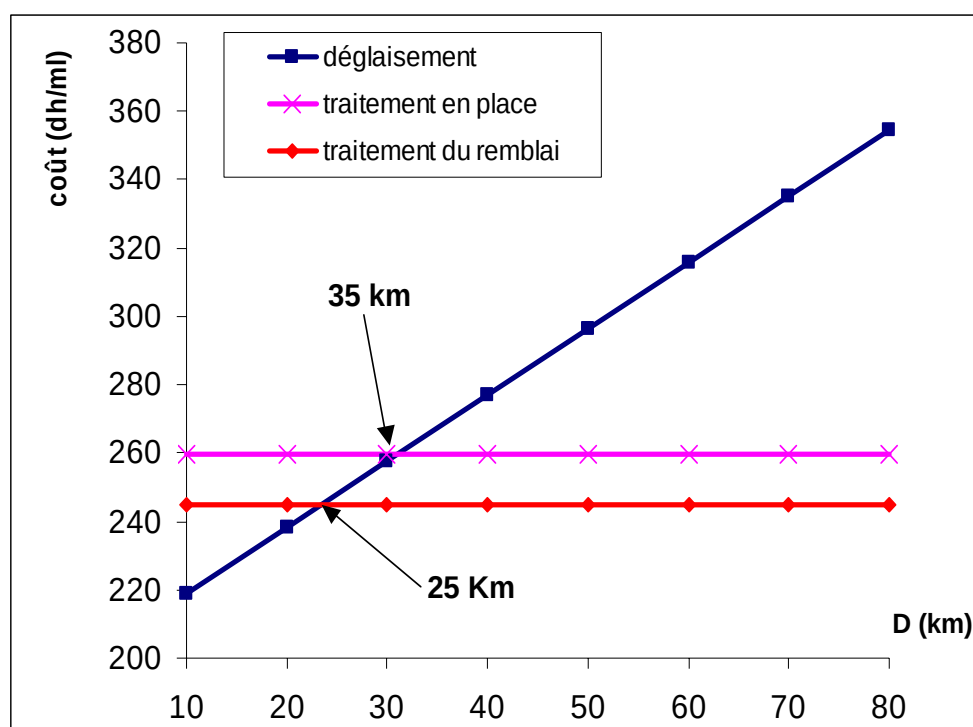


Figure 4 : Comparaison des solutions d'aménagement des pistes rurales dans le cas des sols limoneux en zone de plaine et plateau

Conclusions et recommandations

Les résultats de cette étude ont montré que les solutions au ciment ont leurs 'niches' dans les travaux routiers tant sur le plan technico-économique que pour la préservation de notre environnement. Cette étude devrait être poursuivie pour tenir compte des paramètres supplémentaires tels que la fatigue du réseau avoisinant, la plus value sur la durée de vie, l'impact des coûts d'entretien, etc.

L'analyse des offres de prix présentées les dernières années à la DRCR pour les variantes de traitement au ciment dans diverses régions et pour des cas d'entretien, d'élargissement et de renforcement ou de constructions neuves a montré que les entreprises sont encore assez réticentes à l'introduction du ciment dans la route. Les prix proposés continuent à être assez élevés par rapport à ceux estimés dans le cadre de cette étude et même pour la fourniture du ciment.

Est-ce la taille, la structure ou les opérateurs du marché qui sont mis en cause ou tout simplement *la réticence au changement* ?

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. J. EL M'SSARI et K. KHABBAZ, *Appréciation technico-économique de l'utilisation du ciment dans la route au Maroc*, Mémoire de Travail de fin d'études de l'EHTP, Juin 2002, Publié par l'Association Professionnelle des Cimentiers.
2. Michel FAURE, *Routes (Tome 2)*, ENTPE, 1998
3. Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques : application à la réalisation des remblais et des couches de forme, LCPC 2000.
4. Le guide des terrassements routiers, LCPC 1992.
5. Le catalogue des structures types de chaussée neuves, DRCR, Edition 1995.
6. Le manuel de renforcement des chaussées revêtues, DRCR.
7. Le guide d'aménagement des points durs, DRCR 1997.
8. Directive pour la réalisation des assises de chaussées en graves traitées au ciment, DRCR 1997.
9. Traitement des sols à la chaux et/ou au ciment, Fiche provisoire de la DRCR.
10. Graves valorisées au ciment « GVC », Fiche provisoire de la DRCR.
11. Matériaux améliorés au ciment « MAC », Fiche provisoire de la DRCR.
12. Programme national des routes rurales , DRCR 2001.