

Éléments clés de l'assurance qualité des couches de forme traitées

Chaussées
Dépendances
118

Les différents guides techniques et autres documents cités en bibliographie définissent la doctrine technique relative au traitement des sols pour la réalisation de couches de forme. Cette technique, en fort développement, permet de préserver les ressources en matériaux nobles et d'accéder à des performances mécaniques élevées valorisables pour le dimensionnement des chaussées.

La présente note d'information, issue du retour d'expérience de nombreuses années d'application de cette doctrine par les laboratoires régionaux des Ponts et Chaussées (LRPC), a permis de cibler les principaux éléments de l'assurance qualité nécessitant une attention particulière et une vigilance dans leur application car ils sont le gage de la réussite d'une couche de forme traitée aux liants hydrauliques.

C'est dans cette optique que ce document d'information s'adresse aux concepteurs d'ouvrages et aux maîtres d'œuvre routiers. Il a pour principal objectif le rappel des éléments clés de l'assurance qualité aux différents stades de réalisation des couches de forme en sols traités aux liants hydrauliques.

NB : Cette note d'information est axée sur l'assurance qualité des couches de forme traitées, mais il ne faut pas oublier, concernant le réseau routier national, la circulaire du 7 janvier 2008 [1] qui fixe les modalités d'élaboration, d'instruction, d'approbation et d'évaluation des opérations d'investissement et qui impose la mise en place d'un Système de Management de la Qualité (SMQ) pour les Services Maîtrise d'Ouvrage et Maîtrise d'Œuvre de l'Etat qui conduira à la rédaction de plans qualité pour chacune des opérations d'investissement routier.

Sommaire

1 - Jugement des offres	2
2 - Période préalable à l'exécution des travaux	2
3 - Exécution des travaux	4
4 - Surclassement de plate-forme	5
Conclusion	5
Bibliographie	6



1 - Jugement des offres

1.1 Cas général

En complément de l'analyse habituelle du détail estimatif et du bordereau des prix, il paraît essentiel de rappeler l'importance du schéma organisationnel du plan d'assurance qualité dans le cas des couches de forme traitées aux liants hydrauliques. Cette notion a été introduite dans le guide d'organisation de l'assurance qualité dans les travaux de terrassements [2].

La proposition de l'entreprise devra clairement prévoir un programme de reconnaissance du gisement et des moyens d'étude adaptés et nécessaires à l'assurance de la qualité. Elle précisera les moyens matériels et la méthode d'exécution envisagée.

1.2 Cas des solutions variantes

- Vérifier que pour les solutions proposées, le comportement de la structure vis-à-vis de la protection au gel est satisfaisant (ex : cas d'une solution de base granulaire qui est en général plus épaisse qu'une solution traitée) [5] ;
- demander à l'entreprise de proposer et de s'engager à travers les pièces modifiées du Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) sur les spécifications techniques concernant sa variante (matériaux, modalités d'exécution du traitement, performances mécaniques, objectifs de déformabilité et de nivellement...) [6] ;
- adapter les tolérances altimétriques à la classe de plate-forme proposée ainsi qu'à la solution retenue pour les chaussées.

1.3 Analyse des risques

Cette analyse des risques doit être réalisée dans le cadre de l'élaboration des plans qualité de l'opération.

Elle dépend des objectifs recherchés dont les principaux sont :

- la valorisation des matériaux du site ;
- l'amélioration de la classe de plate-forme ;
- la gestion des excédents au niveau local ;
- l'économie des ressources granulaires ...

2 - Période préalable à l'exécution des travaux

2-1 Le gisement

Une procédure de reconnaissance doit être fournie par l'entreprise. Elle prendra en compte les recommandations du Guide de Traitement des Sols [7] (paragraphe C-1-1 page 93).

La mission du contrôle extérieur doit intégrer notamment les points suivants :

- validation du programme d'étude ;
- suivi contradictoire des sondages et des prélèvements ;
- avis sur la représentativité de l'échantillon soumis à l'étude de formulation ;
- conservation d'échantillons contradictoires pour la réalisation d'essais ultérieurs.

2-2 La formulation

Les études de formulation devront être réalisées avec les liants prévus pour le chantier et chaque nature de sol devra faire l'objet d'une étude particulière.

A - Traitement prévu et étude de formulation fournie par le maître d'œuvre :

- l'entreprise applique la formulation proposée ;

B - Traitement prévu mais pas d'étude de formulation fournie par le maître d'œuvre :

- l'entreprise doit réaliser une étude de formulation permettant l'obtention d'une classe de plate-forme égale à celle prévue par le Dossier de Consultation des Entreprises (DCE).

C - Cas des variantes :

- si le traitement est prévu en solution de base et qu'une étude a  t e fournie par le maître d'œuvre :
 - une étude de niveau au moins équivalent à celui de la solution de base doit être réalisée par l'entreprise dès le début de la période de préparation. Cette étude doit permettre de justifier le dimensionnement de la variante.
- si le traitement n'est pas prévu au marché :
 - une étude doit être réalisée par l'entreprise et doit permettre de valider la variante proposée.

Dans tous les cas, la classe mécanique définie dans le GTS [7] et à l'origine du dimensionnement est déterminée à partir de la résistance en traction directe et du module élastique ($R_t - E$) obtenus à 90 jours sans extrapolation à partir de résultats d'âge inférieur.

Pour les matériaux grenus, le dosage en liant retenu à partir des résultats obtenus sur les éprouvettes confectionnées en laboratoire avec une fraction 0/20 mm sera conservé pour le matériau 0/D (si $D > 20$ mm) prévu pour le chantier.

La teneur en eau optimale du matériau traité sera en revanche corrigée en fonction de la granulométrie réelle.

2-3 Procédures d'exécution

Elles font partie intégrante du plan qualité de l'entreprise.

Une procédure d'exécution doit comporter au minimum :

- un descriptif des moyens humains et matériels ;
- une méthodologie détaillée de l'exécution de la tâche concernée ;
- les documents de contrôle et de suivi associés.

Il faut s'assurer que les matériels sont bien adaptés et que leur état de fonctionnement est conforme pour les productions envisagées.

Les fiches de procédure d'exécution devront indiquer la nature et la fréquence des essais et les contrôles réalisés par le contrôle intérieur.

L'épreuve de convenance fait suite à d'éventuelles planches d'essais [8] lorsque l'entreprise désire affiner sa méthodologie.

L'épreuve de convenance est alors réalisée par l'entreprise suivant la méthodologie qu'elle a définie et selon un programme validé par le maître d'œuvre.

Le jugement de l'épreuve sera fondé sur les mesures du contrôle extérieur.

L'épreuve est validée par la levée du point d'arrêt.

Une attention toute particulière sera portée sur les points suivants :

- l'homog nisation de la teneur en eau du sol traité ;
- la teneur et la répartition du liant ;
- l'épaisseur réelle traitée ;
- la finesse de mouture de la fraction fine du mélange ;
- la qualité du compactage ;
- la qualité du réglage final (obtenu exclusivement par recoupe du matériau traité).

Si le matériau est sensible au feuilleteage, la méthodologie proposée devra montrer qu'elle permet de limiter au mieux son apparition.

3 - Exécution des travaux

3-1 Suivi de l'exécution

Ce suivi a pour objet essentiel de vérifier que les procédures et la méthodologie définies à l'issue de l'épreuve de convenance et validées par le maître d'œuvre sont bien respectées.

Celui-ci devra par ailleurs fournir au maître d'ouvrage les pièces justificatives prévues dans le cadre de son plan qualité.

Le suivi visuel et les mesures effectuées (teneurs en liant, en eau, mouture, épaisseur traitée ...) peuvent conduire à la détection d'anomalies qui feront l'objet d'une analyse et de solutions techniques à valider ou à définir par le maître d'œuvre.

3-2 Réception et information

Le plan qualité du maître d'œuvre doit définir la procédure d'acceptation.

L'acceptation de la qualité d'une couche de forme traitée intègre l'ensemble des études et des contrôles effectués durant l'exécution des travaux.

Elle doit être complétée par une mesure globale de son comportement. Celle-ci est réalisée par mesure de déflexion sous le passage d'une charge roulante normalisée.

En aucun cas, la mesure de la déformabilité ne peut être considérée comme l'unique indicateur de la qualité de la plate-forme traitée.

Il faut d'ailleurs noter que les seuils de déflexion fixés pour chaque catégorie de plate-forme (PF) sont faciles à respecter. L'objectif est ici de détecter des anomalies et des zones non conformes plutôt que de caractériser le comportement mécanique de façon précise.

Il faut également insister sur le fait qu'en aucun cas la mesure du module (plaque ou dynaplaque) effectuée sur une couche de forme traitée ne peut être comparée aux seuils distinguant les PF (exemple 120 MPa pour le seuil minimum d'une PF3 granulaire) pour justifier le classement de la plate-forme.

Ces seuils sont en effet les valeurs à retenir pour la modélisation du calcul de la structure de chaussée en assimilant la plate-forme à un massif semi-infini, élastique, homogène et isotrope, ce qui est à l'évidence très différent du bicouche constitué d'une couche de forme peu épaisse, rigide, reposant sur un support beaucoup plus déformable.

On notera également que la valeur de déflexion requise pour le même classement de plate-forme (PF3 par exemple) est plus exigeante pour une plate-forme traitée (0.6 mm) que pour une plate-forme réalisée en matériau non traité (0.9 mm) de façon à limiter les risques de rupture de la couche traitée sous la circulation de chantier. Cela confirme bien que le seuil de 120 MPa de la plate-forme PF3 ne peut pas être utilisé indifféremment comme valeur de réception pour une plate-forme traitée ou non traitée dont les objectifs de déformabilité ont été volontairement différenciés (catalogue des structures types de chaussées neuves [9], notice d'utilisation 3.2).

En complément, il est souvent utile de réaliser des essais d'information tels que :

- détermination du module au portancemètre ;
- carottage pour estimation des épaisseurs ;
- essais mécaniques sur carottes ;
- densité (banc Gamma, balance hydrostatique) ...

qui complètent le jugement de la qualité de la plate-forme.

4 - Surclassement de plate-forme

AVERTISSEMENT

Dans tous les cas, le classement de plate-forme ne peut être défini qu'au stade de l'étude du projet ou de l'analyse de la variante proposée.

Le niveau de plate-forme résulte en effet du classement mécanique obtenu par l'étude de formulation, mais il intègre également d'autres paramètres importants comme :

- l'homogénéité du gisement ;
- la capacité des moyens d'exécution (notamment pour le compactage du fond de couche) ;
- les moyens permettant une bonne qualité de nivellement.

Certains maîtres d'œuvre peuvent être tentés, au vu de bons résultats de mesures de déflexion et/ou d'essais mécaniques sur carottes, de décider un surclassement de la plate-forme par rapport au classement du projet.

Ceci n'est en général pas justifié et conduit le plus souvent à des conclusions erronées :

- une faible déflexion peut être atteinte avec une couche rigide même si l'épaisseur du traitement est insuffisante ;
- les résultats d'essais mécaniques sur carottes ne peuvent pas être comparés à ceux effectués sur les éprouvettes d'étude densifiées seulement à 96% de la masse volumique Optimum Proctor Normal et conservées à 20°C. En effet, les parties de carottes testées après sciage des extrémités présentent un taux de compactage largement supérieur (le taux de compactage moyen visé est supérieur ou égal à 98,5%) à celui de la densité du fond de couche (96%) et leur température de « conservation » est dépendante des variations de la température ambiante dans la période située entre la mise en œuvre et le carottage.

Les valeurs d'essais mécaniques (E-Rt) ne peuvent donc pas être situées dans le diagramme d'étude (Guide du traitement des sols [7] figure C1-4 p. 109) permettant le classement mécanique.

Conclusion

Le traitement des sols pour la réalisation de couche de forme est bien décrit dans les guides techniques [3] [4] et [7]. Il s'agit d'une technique performante et intéressante vis à vis de la préservation des ressources en matériaux nobles mais en contre partie elle est exigeante vis à vis du respect des principes de l'assurance qualité.

Cette note d'information doit permettre aux concepteurs d'ouvrage et aux maîtres d'œuvre routiers de bien prendre en compte les éléments clés de l'assurance qualité, gages de la réussite de l'ouvrage.

Bibliographie

- [1] Circulaire du 7 janvier 2008 fixant les modalités d'élaboration, d'instruction, d'approbation et d'évaluation des opérations d'investissement sur le réseau routier national.
- [2] Organisation de l'assurance qualité dans les travaux de terrassements - guide technique – Sétra LCPC – janvier 2000 – réf D 9923.
- [3] Réalisation des remblais et des couches de forme - guide technique – fascicules 1 et 2 (GTR) – Sétra LCPC – juillet 2000 2ème édition – réf D 9233-1 et D 9233-2.
- [4] Conception des terrassements – guide technique – 3 fascicules – Sétra – mars 2007 – réf 0702.
- [5] Construction des chaussées neuves sur le réseau routier national – spécification des variantes - guide technique – Sétra – mars 2003 – réf D0303.
- [6] Terrassements – Aide à la rédaction des CCTP – guide méthodologique – Sétra – octobre 2006 – réf 0646CD.
- [7] Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques – application à la réalisation des remblais et des couches de forme (GTS) – guide technique – janvier 2000 – Sétra LCPC – D 9924.
- [8] Chaussées dépendances – Éléments techniques pour la conception et la réalisation de planches d'essais de compactage dans les chantiers de terrassements – note d'information Sétra n°114 – Août 2005.
- [9] Catalogue des structures types de chaussées neuves. 1998 - Sétra LCPC – 1998 – réf D 9828.

Rédacteurs

Roland BOCCIARDI – CETE Méditerranée - LR Aix-en-Provence

Yasmina BOUSSAFIR – CETE Normandie Centre - LR Blois

Jean DELOZE – CETE de l'Est - LR Strasbourg

Catherine DROUAUX – Sétra / CSTR

Michel KERGOËT – DREIF-LREP Melun

téléphone : 33 (0)1 60 56 64 73 – télécopie : 33 (0)1 60 56 64 01

mél : Michel.Kergoet@developpement-durable.gouv.fr

Gilles LACASSY – CETE du Sud Ouest - LR Bordeaux

téléphone : 33 (0)5 56 70 63 52 – télécopie : 33 (0)5.56.70.63.33

mél : gilles.lacassy@developpement-durable.gouv.fr

Ludovic MIARD – CETE de Lyon - LR Autun

téléphone : 33 (0)3 85 86 67 13 – télécopie : 33 (0)3 85 86 67 79

mél : Ludovic.Miard@developpement-durable.gouv.fr

Alban RABAUD – CETE de l'Ouest - LR Angers

téléphone : 33 (0)2 41 79 13 23 – télécopie : 33 (0)2 41 44 32 76

mél : Alban.Raubaud@developpement-durable.gouv.fr

Renseignements techniques

Sabine CAVELLEC – Sétra / CSTR

téléphone : 33 (0)1 46 11 34 03 – télécopie : 33 (0)1 45 36 85 03

mél : sabine.cavellec@developpement-durable.gouv.fr

AVERTISSEMENT

La collection des notes d'information du Sétra est destinée à fournir une information rapide. La contre-partie de cette rapidité est le risque d'erreur et la non exhaustivité. Ce document ne peut engager la responsabilité ni de son rédacteur ni de l'administration.

Les sociétés citées le cas échéant dans cette série le sont à titre d'exemple d'application jugé nécessaire à la bonne compréhension du texte et à sa mise en pratique.

