



André LAURAS Le 19 Mai 2015

Valoriser les matériaux alternatifs en technique routières



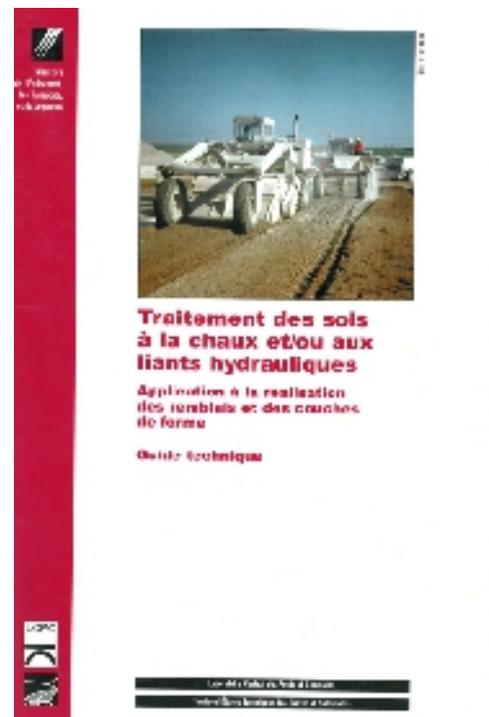
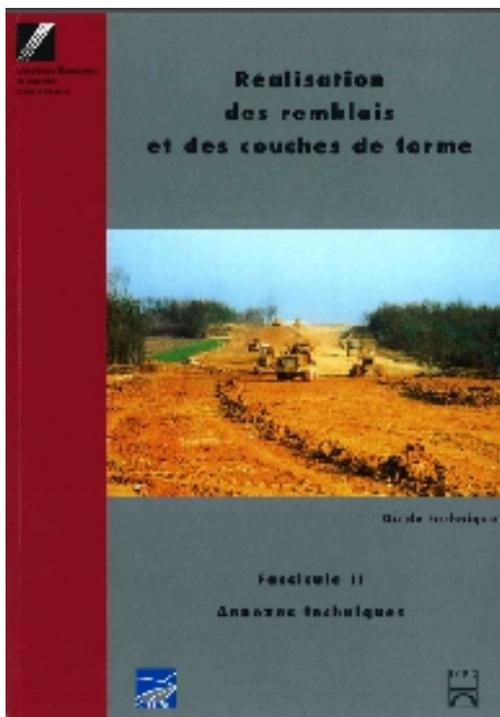
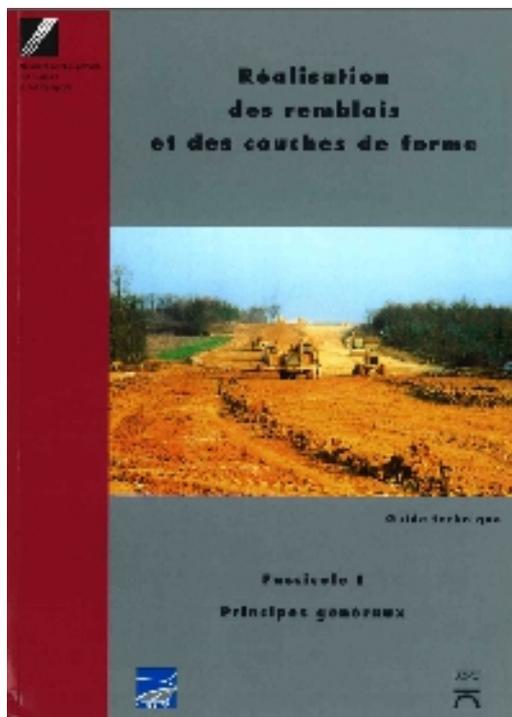
**Valoriser les matériaux
alternatifs... OUI...**

mais aussi les sols naturels

Valoriser les matériaux alternatifs en technique



Les principaux référentiels à la réalisation des remblais et des couches de forme que sont les guides techniques GTR et GTS permettent une valorisation, par traitement à la CaO ou/et au LH , des matériaux argileux pour une utilisation en couche de forme





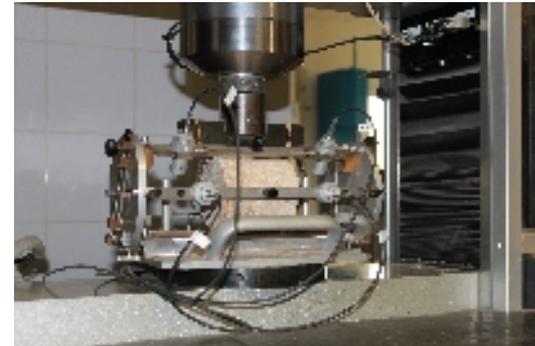
Ces guides permettent de valoriser en couche de forme les sols fortement argileux (A3) par simple traitement à la chaux mais excluent les sols limoneux (A1), moyennement argileux (A2) et faiblement argileux (B2, B4, B5 et B6 par exemple) et recommandent de les traiter aux liants hydrauliques.

<p style="text-align: center;">A₃m</p>	<p>Ces sols se traitent exclusivement en place. Lorsqu'ils sont dans un état humide, la chaux est très efficace pour faciliter leur malaxage et ajuster leur état hydrique. Lorsqu'ils sont dans un état sec leur emploi en couche de forme est à déconseiller en raison de la difficulté qu'il y a à les humidifier de manière homogène.</p>	<p style="text-align: center;">+ ou =</p>	<p>faible pluie ou faible évaporation</p> <p>Solution 1 : W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique T : Traitement mixte : chaux + liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté</p> <p>Solution 2 : W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique T : Traitement à la chaux seule</p>	
	<p>Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté</p>			
<p style="text-align: center;">A₂m</p>	<p>L'association avec de la chaux peut par ailleurs s'imposer pour ajuster leur état hydrique lorsqu'ils sont trop humides. Lorsqu'ils sont dans un état sec, il est nécessaire de les humidifier pour les ramener à l'état moyen et dans ce cas la chaux peut avantageusement être introduite sous forme de lait de chaux dont la concentration doit être adaptée au cas de chantier considéré.</p>	<p style="text-align: center;">+ ou =</p>	<p>pluie faible</p> <p>Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s)</p> <p>pas de pluie</p> <p>W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique T : Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté</p>	<p>Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté</p>



Quelles sont les prescriptions pour utiliser un matériaux en couche de forme (GTS) :

- Insensibilité à l'eau
- Granularité compatible avec les exigences du nivellement de la plate-forme
- Résistance vis-à-vis de la circulation de chantier
- Absence de gonflement sous l'effet du gel, le cas échéant





Pourquoi valoriser ces matériaux par simple traitement à la CaO?

- **Le traitement aux liants hydrauliques ne permet pas de les valoriser aisément sur de nombreux ouvrages:**
 - **Lotissements: réalisation des tranchées pour la pose des réseaux**
 - **Plate-forme bâtiment: réseaux et terrassement du génie civil**

- **Traitement aux liants hydrauliques inadapté**



- **Pourquoi rajouter du liant hydraulique quand la performance n'est pas demandée (PF2 50MPa ,et PF2qs 80 MPa) et que l'action de la CaO a permis l'insensibilité à l'eau?**
- **Parce ce que tout simplement ils représentent plus de 80% des matériaux naturels rencontrés**



Critères de jugement et faisabilité du traitement: GTS

traitement des sols pour une utilisation en couche de forme Méthodologie de l'étude

évaluation de l'aptitude au traitement norme NF P 94 100

Type de traitement	Aptitude du sol	Paramètre considéré	
		Gonflement volumique (Gv %)	Résistance en compression diamétrale Rtb
Traitement avec un liant hydraulique, éventuellement associé à la chaux	Adapté	$< 5 \%$	$R_{tb} > 0,2 \text{ MPa}$
	Douteux	$5 \% < G_v < 10 \%$	$0,1 < R_{tb} < 0,2$
	Inadapté	$> 10 \%$	$R_{tb} < 0,1 \text{ MPa}$
	Adapté	$< 5 \%$	
Traitement à la chaux seule	Douteux	$5 \% < G_v < 10 \%$	Paramètre non considéré
	Inadapté	$> 10 \%$	

traitement des sols pour une utilisation en couche de forme Méthodologie de l'étude

Étude des performances mécaniques

Traitement à la chaux seule

- Critères de jugement

Premier critère

$$I_{CBR} \geq 20 \text{ et } I_{CBR} / I_{PI} \geq 1$$

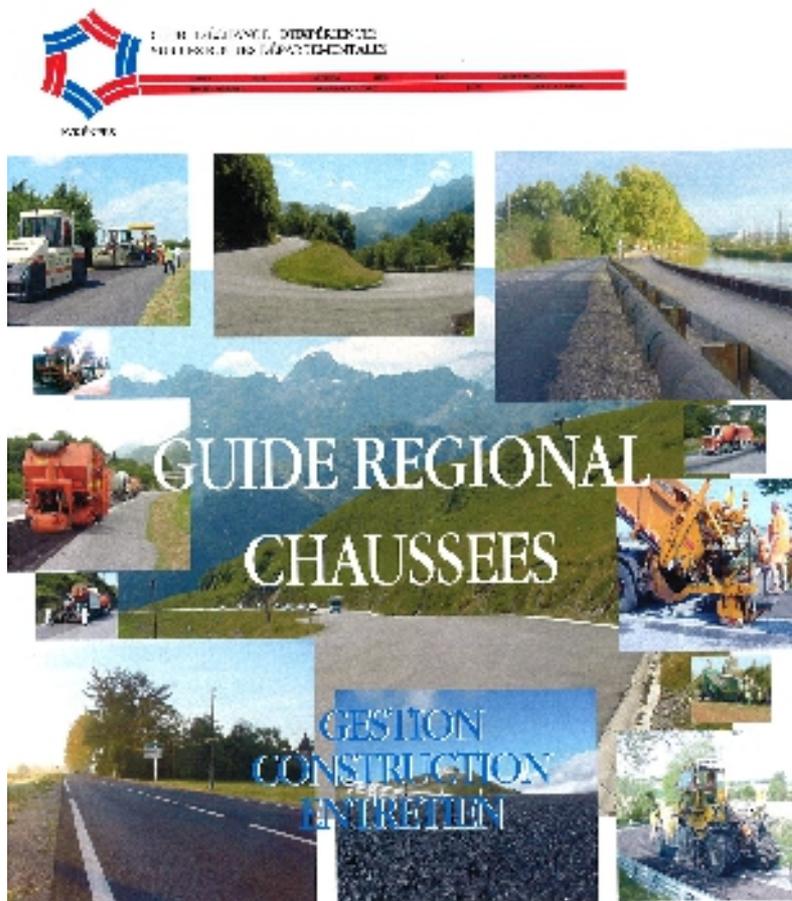
Second critère

$$R_c \geq 2,5 \text{ MPa}$$

Si risque de pénétration de gel dans la couche de forme



Les nombreuses études menées confortent la faisabilité de ce type de traitement et ont permises de le formaliser dans le Guide Régional Chaussées de Midi-Pyrénées (Mars 2004)



2. CLASSIFICATION GEOTECHNIQUE

Le classement et l'état de ces sols est défini à partir des essais suivants :

- **Classement :** Granulométrie selon la norme NF P 94-057
Essai au bleu de méthylène selon la norme NF P 94-068 et éventuellement I_p selon la norme NF P 94-068
- **Critère d'état :** Teneur en eau naturelle selon la norme NF P 94-050
Proctor normal selon la norme NF P 94-093 et I_{PI} selon la norme NF P 94-078.

Ces matériaux classés **A1, A2 ou A3** selon la valeur de VBS, correspondent à des sols fins. Ils sont sensibles à l'eau et leurs conditions de réutilisation et de traficabilité sont directement liées à leur teneur en eau.

5. COUCHE DE FORME

Après traitement à la chaux ou traitement aux liants hydrauliques et éventuellement à la chaux, selon une technique appropriée, ces matériaux peuvent être utilisés pour constituer une couche de forme.

↳ **Cas du traitement à la chaux**

Il convient de vérifier par une étude préalable que les deux conditions suivantes sont satisfaites :

$$\text{CBR} > 25$$

$$\text{CBR} / \text{IPI} \geq 1$$

Ces inégalités doivent être vérifiées dans toute la plage de variation des teneurs en eau.

Moyennant un traitement sur une épaisseur de 50cm, le plus souvent réalisé en deux couches, à partir d'une classe AR1, **la classe AR2** est atteinte. Ce traitement n'est possible que si la portance avant traitement est supérieure à 35MPa.

FICHE n° 2 : SABLES ET GRAVES ARGILEUX

2. CLASSIFICATION GEOTECHNIQUE

Ces matériaux sont classés B_1, B_2, B_3, B_4 , mais aussi C_1A_1 et C_2A_1, C_1B_1 et C_2B_1 . Les sols classés B_3 et B_6 , bien que pouvant avoir une valeur de bleu inférieure à 0,1 sont dans cette catégorie du fait de leur forte teneur en fines qui les rend sensibles à l'eau.

Leur état est étroitement lié aux conditions atmosphériques. Le classement et l'état de ces sols sont définis à partir des essais suivants :

- **Classement :** Granulométrie selon la norme NF P 94 057
Essai au bleu de méthylène selon la norme NF P 94-068 et éventuellement I_p selon la norme NF P 94-068
- **Critère d'état :** Teneur en eau naturelle selon la norme NF P 94-050
Proctor normal selon la norme NF P 94 093 et IPI selon la norme NF P 94-078

5. COUCHE DE FORME

Sous réserve que leur granularité le permette, après traitement à la chaux ou traitement aux liants hydrauliques et éventuellement à la chaux selon une technique appropriée, ces matériaux peuvent être utilisés pour constituer une couche de forme.

➤ Cas du traitement à la chaux

Il convient de vérifier par une étude préalable réalisée sur la fraction inférieure à 20mm que les deux conditions suivantes sont satisfaites :

$$CBR \geq 25$$

$$CBR / IPI > 1$$

Ces inégalités sont vérifiées dans toute la plage de variation des teneurs en eau de compactage. Moyennant un traitement sur 50cm, le plus souvent réalisé en 2 couches, à partir d'une classe d'argase AR1, la classe de plate forme **PF2** est atteinte.