

Cftr - info

**APPLICATION DES NOUVELLES NORMES
ASSISES DE CHAUSSEES
NF EN 14227- MELANGES TRAITES AUX LIANTS
HYDRAULIQUES – SPECIFICATIONS
Partie 10 : sol traité au ciment
Partie 12 : sol traité au laitier
Partie 13 : sol traité à la cendre volante
Partie 14 : sol traité au liant hydraulique routier**

La présente note d'information a pour objet d'informer de la parution des normes NF EN 14227-10, 12, 13 et 14 relatives aux sols traités aux liants hydrauliques, de rappeler leurs contenus et de proposer des pratiques pour leur application.

La rédaction de ces normes a été faite en s'appuyant sur l'expérience acquise au cours des trente dernières années dans l'utilisation de ces matériaux en couches d'assises de chaussées.

L'amélioration des matériels et des produits pendant cette période permet de disposer de techniques fiables.

On valorise ainsi des matériaux naturels locaux, action qui s'intègre parfaitement dans la politique de développement durable.

L'utilisation de ces sols traités pour la réalisation d'assises de chaussées nécessite également l'application du guide technique "Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques- Application à la réalisation des assises de chaussées CFTR - édition Sétra 2007".

1. INTRODUCTION

Les nouvelles normes

NF EN 14227 : Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications

Partie 10 : sol traité au ciment

Partie 12 : sol traité au laitier

Partie 13 : sol traité à la cendre volante

Partie 14 : sol traité au liant hydraulique routier,
ont été publiées par l'AFNOR pour prendre effet le 20 décembre 2006.

Note : la norme NF EN 14227-11 (Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications - Partie 11 : sol traité à la chaux) prend effet à la même date ; elle est utilisée pour le prétraitement éventuel à la chaux de ces sols traités aux liants hydrauliques. Elle complète la norme NF EN 459-1 (chaux de construction. Partie 1 : définitions, spécifications et critères de conformité) en précisant la classe et la granularité des chaux utilisées pour le traitement des sols. La présente note d'information n'a pas pour objet de préciser l'application de cette norme NF EN 14227-11.

2. DOMAINE D'APPLICATION

Ces normes s'appliquent aux sols traités aux liants hydrauliques utilisés pour la construction des couches de fondation et de base des chaussées des routes, des aéroports et d'autres aires de trafic (plate forme industrielle, parking...).

Ces normes précisent les spécifications et le classement de ces matériaux en laboratoire.

Elles ne concernent pas les graves-ciment, graves-laitier, graves-cendre volante, graves-liant hydraulique routier, qui ressortent des normes NF EN 14227-1, 2, 3 et 5.

Elles ne concernent pas non plus les sables-ciment, sables-laitier, sables-cendre volante, sables-liant hydraulique routier, 0/D (D étant inférieur ou égal à 6,3 mm), qui ressortent des normes NF EN 14227-1, 2, 3 et 5 et qui sont réalisés avec des sables conformes aux catégories spécifiées de la norme NF EN 13242 (en particulier MB_{2,5} ou MB₃).

Ces normes NF EN 14227-1, 2, 3 et 5 ont fait l'objet de la note d'information du CFTR numéro 13 de mai 2006.

Les sols traités aux liants hydrauliques ne font pas l'objet d'un mandat au titre de la Directive 89/106/CEE du Conseil du 21 décembre 1988 relative au rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des Etats membres concernant les produits de construction ; ils ne sont donc pas soumis au marquage CE.

Le contenu de ces normes ne porte que sur la caractérisation en laboratoire des sols traités. Pour cette raison, le guide CFTR «Traitement des sols à la chaux et/ou au liants hydrauliques - application à la réalisation des assises de chaussées - édition Sétra 2007» définit les conditions d'utilisation de ces sols traités depuis l'évaluation du "gisement de sol à traiter jusqu'aux contrôles d'application, en passant par la conception et le dimensionnement des chaussées utilisant cette technique. Le bon comportement d'une chaussée incluant un sol traité en assise dépendant tout autant de sa conception, et de sa réalisation, il est fortement conseillé de se reporter à ce document pour concevoir et réaliser un chantier utilisant cette technique.

3. CONTENU DES NORMES NF EN 14227-10, 12, 13 ET 14

3.1. Normes européennes EN 14227-10, 12, 13 et 14

Le corps des normes européennes a été rédigé pour prendre en compte le mieux possible les pratiques des différents pays membres du comité européen de normalisation (CEN). Certaines de ces spécifications ne sont cependant pas utilisées en France.

Le texte des normes européennes expose donc ces différentes pratiques en présentant la plupart des mélanges traités aux liants hydrauliques utilisés. On y retrouve l'essentiel des pratiques françaises actuelles.

Les spécifications sont déclinées dans les quatre normes suivant le type de liant utilisé, ciment, laitier, cendre volante ou liant hydraulique routier.

Chacune de ces normes européennes comprend notamment les éléments suivants :

- caractéristiques des constituants (ciment, liant hydraulique routier, laitier granulé de haut fourneau broyé ou partiellement broyé, cendre

- volante, sol, eau et autres constituants),
- définitions des mélanges,
- classification selon les performances mécaniques en laboratoire ,
- annexe informative présentant une procédure de contrôle de la production (En France, les contrôles de production sont effectués suivant la norme NF P 98-115. Le guide CFTR «Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques-application aux assises de chaussées - édition Sétra 2007» explicite ces contrôles).

3.2. Contenu des avant-propos nationaux français

Les avant-propos nationaux français font des recommandations pour l'application des normes en France.

Ils indiquent les classes mécaniques les plus usuelles en France.

Les avant-propos nationaux précisent que la méthodologie d'études en laboratoire à appliquer pour déterminer les caractéristiques de la formule de base, c'est à dire celle qui devra être réalisée sur le chantier, est celle de la norme NF P 98-114-3 qui précise notamment les types et dimensions des éprouvettes.

Ils rappellent les essais et conditions de conservations usuelles en France qui correspondent aux conditions de dimensionnement quand on utilise les documents du Sétra - LCPC et de la Direction Générale des Routes.

Il y est notamment indiqué que ces mélanges sont classés en fonction de leurs performances mécaniques, à au moins 90 jours, de leur résistance en traction et de leur module d'élasticité, R_t et E .

Les avant-propos français précisent les sols habituellement utilisés en France ainsi que leur homogénéité, rappelés dans les paragraphes suivants.

3.2.1. Caractéristiques courantes des sols utilisés en assises de chaussées

Avant traitement au liant hydraulique – et éventuellement à la chaux - (mais après une éventuelle préparation notamment par écrêtage et homogénéisation) les sols doivent répondre généralement aux critères du tableau 1.

Tableau 1 : Critères d'argilosité et de taille granulaire des sols utilisables en assises

Types de sols concernés (après élaboration éventuelle) selon NF P 11-300		Critères complémentaires par rapport à NF P 11-300			
		Argilosité		Granularité en mm	
		VBS	I_p	D_{max}	D
Sols fins	A ₁ , A ₂	< 5 ou < 20		≤ 31,5	≤ 20
Sols sableux	B ₅ , B ₆	< 2,5		≤ 8	≤ 6,3
	B ₂	0,2 à 1			
Sols graveleux	B ₅ , B ₆	< 2,5		≤ 31,5	≤ 20
	B ₃ , B ₄	0,1 à 1			

VBS : valeur au bleu du sol (NF P 94-068)
 I_p : indice de plasticité (NF P 94-051)
 D_{max} : dimension maximale des plus gros éléments contenus dans un sol
D : (NF EN 13242) dimension maximale de tamis où le passant est compris entre 80% et 99%

En outre, usuellement les **caractéristiques mécaniques** minimales des sols graveleux et sableux utilisés en assises sont les suivantes :

- sols graveleux : gravillons de Los Angeles (NF EN 1097-2) inférieur à 45 et de MDE (NF EN 1097-1) inférieur à 45 avec une compensation possible de 5 points entre ces deux caractéristiques
- sols sableux : friabilité des sables (FS) (norme P 18-576) : inférieur à 50.

3.2.2. Homogénéité du sol avant traitement au liant hydraulique

Avant traitement au liant hydraulique – et éventuellement à la chaux - (mais après une éventuelle préparation notamment par écrêtage et homogénéisation), les sols destinés à être traités doivent répondre aux critères d'homogénéité suivants :

- Cas des sols fins A1, A2

Chaque famille homogène de sols fins, éventuellement préparés, est classée, juste avant le traitement aux liants, en niveau d'homogénéité selon le tableau 2.

Tableau 2 : Classement usuel des sols fins traités selon leur niveau d'homogénéité.

Niveau d'homogénéité	Critères	
	Etendue relative des mesures VBS ou I_p	Etendue relative des mesures de ρ_d OPN (e_r)*
H1	$e_r \leq 40 \%$	$e_r \leq 4 \%$
H2		$4 < e_r \leq 6 \%$
* e_r : rapport entre l'étendue des mesures et la moyenne de ces mesures. ρ_d OPN: masse volumique à l'optimum Proctor normal (NF P 94-093)		

- Cas des sols sableux ou graveleux B₂, B₃, B₄, B₅, B₆

Chaque famille homogène de sols sableux ou graveleux, éventuellement préparés, est classée, juste avant le traitement aux liants, en niveau d'homogénéité selon le tableau 3.

Tableau 3 : Classement usuel des sols sableux et graveleux traités selon leur homogénéité

Niveau d'homogénéité	Critères				
	e_r ** de VBS ⁽¹⁾		Passant à 80 microns		e^* du passant à 2 mm***
			moyenne	e^*	
H1	$\leq 40 \%$	et	$\leq 15 \%$	$\leq 6 \%$	et $\leq 20 \%$
			$> 15 \%$	$\leq 8 \%$	
H2	$\leq 40 \%$	et	$\leq 15 \%$	$\leq 8 \%$	et $\leq 30 \%$
			$> 15 \%$	$\leq 12 \%$	
* e : étendue des mesures ** e_r : rapport entre l'étendue des mesures et la moyenne de ces mesures *** uniquement dans le cas des sols graveleux et des sols sableux moyens ou grossiers (1) lorsque le VBS est inférieur ou égal à 0,2 e_r ne s'applique pas					

4. APPLICATION PRATIQUE

4.1. Appellations usuelles des matériaux et dénominations européennes

Le tableau 4 indique les correspondances entre classes de performances mécaniques.

Tableau 4 : correspondances entre classes de performances mécaniques

norme NF P 98-114-3 datée avril 2001	nouvelles normes NF EN 142227 10, 12, 13, 14
Sol 1	T1
Sol 2	T2
Sol 3	T3
Sol 4	T4

4.2. Choix des caractéristiques

Chaque utilisateur choisit dans une norme les types de mélanges traités aux liants hydrauliques, caractéristiques et catégories ou classes qu'il considère les mieux adaptées au cas considéré ; il n'y a pas obligation de faire référence à toutes les caractéristiques citées dans la norme.

Le choix des mélanges et caractéristiques doit être fait en cohérence avec la méthode de dimensionnement retenue, par exemple celle décrite dans le guide technique «Conception et dimensionnement des structures de chaussée» Sétra -LCPC 1994 ou le guide CFTR «Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques - Application à la réalisation des assises de chaussées - édition Sétra 2007». Les choix proposés dans l'avant propos national de la norme s'inscrivent dans cette logique.

Les choix peuvent être guidés par des documents réglementaires ou d'application ; en France, ces documents peuvent-être par exemple le guide d'application des normes pour le réseau routier national-assises de chaussées Sétra -LCPC 1998.

Les normes précisent les appellations à donner aux mélanges ; le tableau 5 en donne quelques exemples.

Tableau 5 : Exemples d'appellations de mélanges

Mélange	Appellation
sol-ciment	sol lié au ciment T2
sol-laitier	sol traité au laitier T2
sol-cendre volante - chaux	sol traité à la cendre volante T2
sol-cendre volante hydraulique	sol traité à la cendre volante T2
sol-liant hydraulique routier	sol traité au liant hydraulique routier T2

4.3. Masse volumique et teneur en eau de référence

La norme européenne NF EN 13286-2 de février 2005 définit plusieurs modalités de réalisation de l'essai de détermination de la masse volumique et de la teneur en eau Proctor (matériels, mode de compactage).

Ces diverses modalités peuvent conduire à des valeurs de masse volumique et de teneur en eau à l'optimum différentes et ne correspondant pas à celles obtenues avec l'essai de la norme NF P 98-231-1 utilisée antérieurement et que remplace cette norme NF EN 13286-2.

Une étude des conséquences de l'utilisation de cette nouvelle norme NF EN 13286-2 est engagée. Dans l'attente de ses conclusions, il est conseillé de réaliser :

- l'essai Proctor modifié selon la norme NF P 98-231-1 et le matériel correspondant,
- l'essai Proctor normal selon la norme NF P 94-093, et en conséquence de conserver les références qui en découlent respectivement.

5. SPÉCIFICATIONS D'USAGE DES SOLS TRAITÉS AUX LIANTS HYDRAULIQUES

Le guide technique CFTR «**Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques - Application à la réalisation des assises de chaussées - édition Sétra 2007**» explicite les spécifications d'usage des sols traités au ciment ou au liant hydraulique routier.

Ce guide a été rédigé pour répondre au besoin de document synthétisant les connaissances sur le traitement des sols en assises de chaussées.

Il est en cohérence avec les documents en vigueur et en préparation et s'appuie sur des retours d'expérience de plus de 30 ans sur des structures traitées au ciment ou au liant hydraulique routier, précédé éventuellement par un traitement à la chaux.

Ce guide peut s'appliquer également aux matériaux graveleux et sableux traités au laitier ou à la cendre volante, en retenant notamment les mêmes valeurs des paramètres de dimensionnement.

En revanche, l'expérience est insuffisante pour l'appliquer directement pour l'utilisation des sols fins traités avec ces mêmes liants.

Le guide comporte trois chapitres : études, dimensionnement et conception, réalisation.

Le chapitre "Etudes" indique les types de sols concernés et la progressivité des études nécessaires, depuis les reconnaissances géologiques jusqu'aux essais en laboratoire. Il définit des spécifications d'homogénéité en fonction de l'usage prévu. Il explicite la méthodologie d'étude définie par la norme NF P 98 114-3.

Le chapitre "Dimensionnement et conception" s'appuie sur le le guide technique «**Conception et dimensionnement des structures de chaussée**» Sétra-LCPC 1994 en précisant les paramètres de dimensionnement spécifiques aux sols : caractéristiques mécaniques intrinsèques des matériaux traités et conditions d'interface entre les différentes couches de structure. Il indique les classes de trafic pour lesquelles ces matériaux peuvent être utilisés. Il intègre les conditions de réalisation dans les calculs de dimensionnement des structures. Il propose des conditions

constructives adaptées à la sensibilité à l'eau des matériaux. Il se termine par des exemples de dimensionnement sur des limons.

Le chapitre "Réalisation" précise :

- les modalités de préparation des matériaux,
- la définition des niveaux de qualité en fonction du matériel. On compare notamment traitement en place et traitement en centrale,
- les conditions de transport et de mise en œuvre en insistant sur les mesures à prendre pour obtenir une bonne qualité de la partie supérieure de la couche,
- les protections superficielles à appliquer en fonction des sollicitations prévisibles (trafic, conditions climatiques, durée d'exposition, etc.),
- les procédures de contrôle qualité.

Remarque : compte tenu de la sensibilité à l'eau des matériaux concernés par le présent document, un soin particulier doit être apporté dans la conception des chaussées afin d'éviter les infiltrations et les stagnations d'eau.

Tout ou partie des dispositions suivantes peut être envisagé :

- réalisation d'une sur largeur de la couche de sol traité de 0,5 m minimum par rapport aux dispositions constructives habituelles pouvant être le cas échéant imperméabilisée,
- évacuation le plus rapidement possible des eaux pluviales vers les fossés et autres exutoires, ce qui peut conduire à augmenter la pente transversale des accotements en les imperméabilisant si nécessaire,
- réalisation d'écrans de rive pour éliminer le plus rapidement possible les eaux internes surtout dans les zones climatiques humides (voir les guides techniques "assainissement routier" et "drainage routier" publiés par le Sétra en 2006")

Documents de références

NF P 11-300 - Exécution des terrassements - Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières.

NF P 94-051 - Sols : Reconnaissance et essais - Détermination des limites d'Atterberg - Limite de liquidité à la coupelle - Limite de plasticité au rouleau.

NF P 94-068 - Sols : Reconnaissance et essais - Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériau rocheux - Détermination de la valeur de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériau rocheux par l'essai à la tache.

NF P 94-093 - Sols : Reconnaissance et essais - Détermination des caractéristiques de compactage d'un matériau. Essai Proctor normal. Essai Proctor modifié.

NF P 98-114-3 - Assises de chaussées - Méthodologie d'étude en laboratoire des matériaux traités aux liants hydrauliques - Partie 3 : sols traités aux liants hydrauliques.

NF P 98-115 - Assises de chaussées - Exécution des corps de chaussées - Constituants - Composition des mélanges et formulation - Exécution et contrôle.

NF P 98-231-1 - Essais relatifs aux chaussées - Graves et sables traités aux liants hydrauliques - Partie 1 : Essai de compactage Proctor modifié (additif pour les graves).

NF EN 459-1 - Chaux de construction - Partie 1 - Définitions, spécifications et critères de conformité.

NF EN 1097-1 - Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats - Partie 1 : détermination de la résistance à l'usure (micro Deval).

NF EN 1097-2 - Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats - Partie 2 : méthodes pour la détermination de la résistance à la fragmentation.

NF EN 13242 - Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques et matériaux non traités utilisés pour les travaux de génie civil et pour la construction des chaussées.

NF EN 13286-2 - Mélanges traités et mélanges non traités aux liants hydrauliques - Partie 2 : Méthodes d'essai de détermination en laboratoire de la masse volumique de référence et de la teneur en eau - Compactage Proctor.

NF EN 14227-1 - Mélanges traités aux liants hydrauliques - Spécifications - Partie 2 : Mélanges

granulaires liés au ciment pour assises de chaussées.

NF EN 14227-2 - Mélanges traités aux liants hydrauliques - Spécifications — Partie 2 : Mélanges traités au laitier.

NF EN 14227-3 - Mélanges traités aux liants hydrauliques - Spécifications - Partie 2 : Mélanges traités à la cendre volante.

NF EN 14227-5 - Mélanges traités aux liants hydrauliques - Spécifications - Partie 2 : Mélanges traités aux liants hydrauliques routiers.

NF EN 14227-10 - Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications - Partie 10 : Sols traités au ciment .

NF EN 14227-11 - Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications - Partie 11 : Sols traités à la chaux.

NF EN 14227-12 - Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications - Partie 12 : Sols traités au laitier.

NF EN 14227-13 - Mélanges traités aux liants hydrauliques - Spécifications - Partie 13 : Sols traités à la cendre volante.

NF EN 14227-14 - Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications - Partie 14 : Sols traités aux liants hydrauliques routiers.

P 18-576 - Granulats - Mesure du coefficient de friabilité des sables.

XP P 18-545 – Granulats - Eléments de définition, conformité et codification.

Assainissement routier - Guide technique- Sétra 2006.

Assises de chaussées en graves traitées et matériaux traités aux liants hydrauliques et pouzzolaniques - Guide d'application des normes pour le réseau routier national - Guide technique - Sétra - LCPC 1998.

Conception et dimensionnement des structures de chaussée - Guide technique - Sétra - LCPC 1994.

Directive 89/106/CEE du Conseil du 21 décembre 1988, modifiée par la Directive 93/68/CEE du Conseil du 22 juillet 1993 relative au rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des Etats membres concernant les produits de construction.

Drainage routier - Guide technique - Sétra 2006.

Note d'information : application des nouvelles normes NF EN 14227 - Parties 1, 2, 3 et 5 - numéro 13 - CFTR - mai 2006.

Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques- Application à la réalisation des assises de chaussées - Guide Technique CFTR - édition Sétra 2007.

Cette note d'information a été préparée par la commission de normalisation « assises de chaussées »

Document réalisé et édité par le Comité Français pour les Techniques Routières
CFTR - 10 rue Washington - 75008 PARIS - France
Téléphone : 01 44 13 32 84 – Télécopie : 01 42 25 89 99
E-mail : cftr@usirf.com - Internet : www.cftr.asso.fr

Disponible en téléchargement sur www.cftr.asso.fr

Référence du document : **RI 0701**

Avertissement : Les notes "CFTR INFO" sont destinées à donner une information rapide. La contrepartie de cette rapidité est le risque d'erreur et de non-exhaustivité. Ces documents ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité ni des auteurs, ni du Comité Français pour les Techniques Routières.

Le présent document ne pourra être utilisé ou reproduit même partiellement sans l'autorisation du CFTR.