



INFORMER POUR MIEUX VALORISER

Matériaux alternatifs en infrastructures EXCÉDENTS & COPRODUITS DE CARRIÈRES

MANUEL 3



**CONSULTATION
SIMPLE & RAPIDE**

En un clic, accédez
à la page souhaitée

► MANUELS À DESTINATION
DES ACTEURS DES TRAVAUX PUBLICS



Pour aller plus loin :
www.myfrtp-normandie.fr



SOMMAIRE

▶ INTRODUCTION	3
▶ GISEMENT	4
▶ ELABORATION DES EXCEDENTS & COPRODUITS DE CARRIERES	5
Carrières de roches massives	5
Carrières alluvionnaires	7
▶ CARACTERISATIONS & CLASSIFICATIONS	8
Caractérisation environnementale	8
Caractérisation & classification géotechniques	8
<i>Produits industriels</i>	8
<i>Coproduits</i>	8
▶ DOMAINES & CONDITIONS D'EMPLOI	9
Cadre environnemental	9
Cadre géotechnique	9
Remblais ordinaires	9
Partie Supérieure des Terrassements (PST)	9
Remblais renforcés	10
Remblais techniques	10
Remblais de tranchées	11
<i>Lit de pose et enrobage</i>	11
<i>Remblai proprement dit</i>	11
Couches de forme	12
Assises de chaussées	13
Couches de roulement	14
<i>Enduits superficiels d'usure (ESU)</i>	14
<i>Enrobés hydrocarbonés</i>	14
▶ COIN DU PRESCRIPTEUR	15
Généralités	15
Remblais généraux	15
Remblais techniques et renforcés	15
Remblayage de tranchées	16
Couche de forme	16
Assises de chaussées et couche de roulement	16
▶ BIBLIOGRAPHIE	17
Guides techniques et notes d'information	17
Normes	18

INTRODUCTION

La région normande est fortement productrice de granulats naturels que ce soit d'origine éruptive, sédimentaire ou alluvionnaire.

Cette production génère:

- d'une part des **matériaux excédentaires** à caractère **industriel**,
- et d'autre part des **coproduits** issus des **processus d'extraction** (découverte, scalpage, etc...).

Les matériaux excédentaires proviennent d'un déséquilibre entre la production et la vente des produits élaborés. Ils présentent des caractéristiques intrinsèques souvent normalisées et font l'objet d'un calibrage et d'un contrôle de production suivi. Ils présentent ainsi une homogénéité de composition et de comportement très stable dans le temps.

A titre d'exemple les surplus de production de sables de roches massives ou alluvionnaires sont identifiés comme matériaux excédentaires de carrière du seul fait de l'inadéquation entre les besoins pondéreux liés aux formulations des matériaux élaborés (béton, enrobés, enduits, ECF).

Les coproduits cités dans le présent manuel sont inhérents aux différents processus de fabrication de granulats. Leurs caractéristiques géotechniques les associent à la classification des sols.

Ces deux types de matériaux peuvent donc être employés, pour une majeure partie d'entre eux, sans traitement complémentaire à condition d'exploiter au mieux leur spécificité et propriétés associées au regard des coûts de production.

Méconnus des décideurs, ces matériaux peuvent s'avérer le meilleur compromis technico-économique dans le cadre de la prise en compte du coût global des ouvrages.

Pour les excédents, on peut avancer les avantages induits suivants :

- Des caractéristiques environnementales, de composition et de comportement **reconnues et encadrées par des normes**
- **Optimisation des conditions de mise en œuvre**, en référence au caractère industriel de ces matériaux
- **Prise en compte des paramètres physiques des matériaux**, comme la masse volumique en place, souvent très favorable pour ces matériaux
- **Comportement** à long terme maîtrisé..

On peut associer aux coproduits, les avantages suivants :

- **Disponibilité en quantité**
- **Homogénéité des matériaux**
- **Caractérisation et utilisation codifiées** par la norme **NF P11-300 [N1]**
- **Faible coût**

Ces éléments montrent tout l'intérêt de mettre en œuvre une réflexion, lors de l'élaboration des projets d'ouvrages, quant à la possibilité d'emploi de ces matériaux.

EXEMPLES D'EXCÉDENTS DE CARRIÈRE

- **LES COUPURES INTERMÉDIAIRES DE GRAVILLONS** élaborés comme la coupure 4/6 mm
- **LES SABLES** 0/2 mm et 0/4 mm
- **LES SABLES FINS** / sablons issus de carrières alluvionnaires

EXEMPLES DE COPRODUITS

- **GRAVES DE SCALPAGE** 0/D (D<50 mm) plus ou moins propres au sens géotechnique du terme
- **LES PRODUITS DE DÉCOUVERTE**
- **LES FINES DE LAVAGE**

▶ Ces matériaux représentent environ « 80% » des matériaux identifiés comme excédents et coproduits de carrière.

La situation régionale en quelques chiffres :

RAPPORT D'ENQUÊTE UNICEM 2016

PRODUCTION RÉGIONALE ANNUELLE EN GRANULATS

20,17 M de tonnes

Répartie comme suit :

ROCHES MASSIVES : **10,87 Mt**

ROCHES MEUBLES : **7,03 Mt**

GRANULATS MARINS : **1,15 Mt**

GRANULATS RECYCLÉS : **1,12 Mt**

Total des excédents & des coproduits pour l'année 2016

1,8 M tonnes

EXCÉDENTS & COPRODUITS DE ROCHES MASSIVES

1,34 M tonnes soit **12 %** de la production

EXCÉDENTS & COPRODUITS DE ROCHES ALLUVIONNAIRES

460 000 tonnes soit **7 %** de la production

GISEMENT

Le gisement de matériaux excédentaires et de coproduits est issu des carrières de roches massives et des sites d'extraction de granulats alluvionnaires.

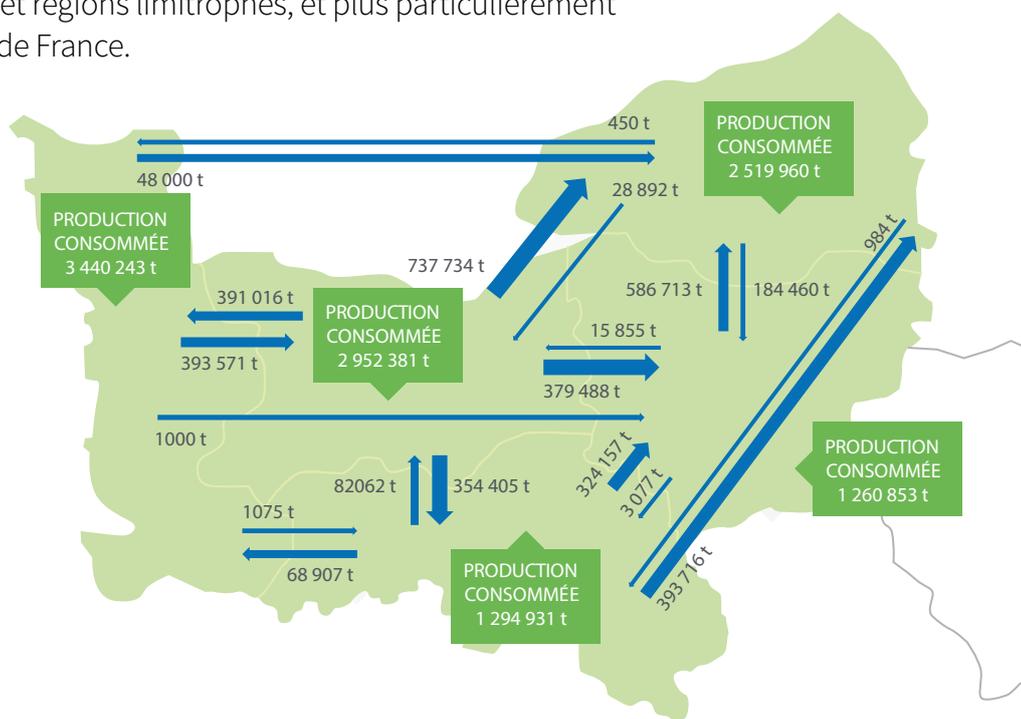
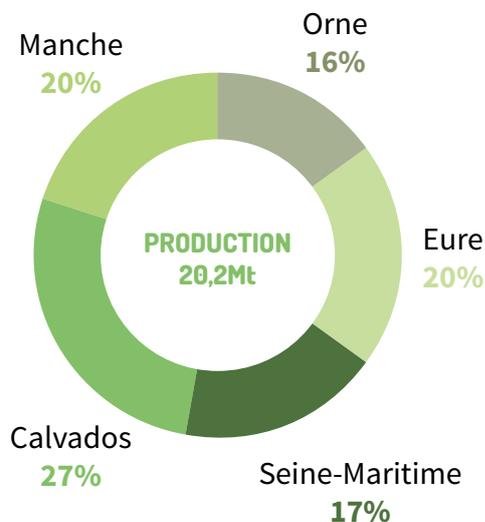
► **Les carrières de roches massives se situent essentiellement sur les départements de la Manche, du Calvados et de l'Orne. L'extraction de granulats alluvionnaires terrestres ou marins est concentrée dans l'Eure et la Seine-Maritime, notamment en vallée de Seine.**

En Normandie, la production annuelle de matériaux issus de l'exploitation de carrières de roches massives et alluvionnaires représente environ 20 millions de tonnes par an, toutes coupures confondues.

A l'Est de la région, des matériaux calcaires, argileux et sableux sont présents en quantité plus ou moins variée selon les secteurs mais peu exploités. **A l'Ouest**, les matériaux acides (grès, cornéennes, quartzite...) qui affleurent sur une grande partie de sa surface, sont davantage exploités.

La région couvre ainsi ses propres besoins en granulats (16 millions de tonnes consommés chaque année). Sa production excédentaire est expédiée vers les départements et régions limitrophes, et plus particulièrement vers l'Île de France.

PRODUCTION 2016



FLUX INTERDÉPARTEMENTAUX NORMANDS

Source : Observatoire Régional des Granulats de Normandie, 2016 ©UNICEM



ÉLABORATION DES EXCEDENTS & COPRODUITS DE CARRIÈRES

CARRIÈRES DE ROCHES MASSIVES

Les matériaux de découvertes sont issus d'une première opération de terrassement qui vise à préparer la zone d'extraction des matériaux à forte valeur. Il s'agit principalement de sols plus ou moins graveleux dont le référentiel technique est principalement celui de la norme **NF P11-300 [N1]**. Ils constituent des coproduits qu'il convient de valoriser.

La production de matériaux sur une installation de concassage criblage conventionnelle se décline globalement en trois étapes dites primaire, secondaire et tertiaire.

Les matériaux bruts 0/400 à 0/1000 (entrants) obtenus par abattage sont envoyés sur l'installation primaire.

A l'issue du premier concassage/criblage, sont extraits sables et des graves primaires

0/10 à 0/150 ainsi que les blocs résiduels les plus durs (40/200).

Ces derniers sont acheminés vers les installations secondaires et tertiaires où en découle la production de :

- **Sables et graves secondaires 0/4, GNT 0/20 et GNT 0/31.5**
- **Sables 0/2 et 0/4 tertiaires**
Gravillons 2/4, 4/6, 6/10 et 10/14

Les demandes actuelles en enduits monocouches et en formulations d'enrobés bitumineux minces à très minces de type BBM, BBTM et BBD_r, fortement consommatrices en granulats 6/10 de par leur courbe granulométrique discontinue, conduisent immanquablement à une production excédentaire en sable 0/2 et gravillons 4/6 à l'image du schéma page 6.

5



CARRIÈRE DE ROCHE MASSIVE

Pour produire 10 000 tonnes de granulats 6/10 il faut alimenter l'installation avec 60 000 tonnes de matériaux bruts.

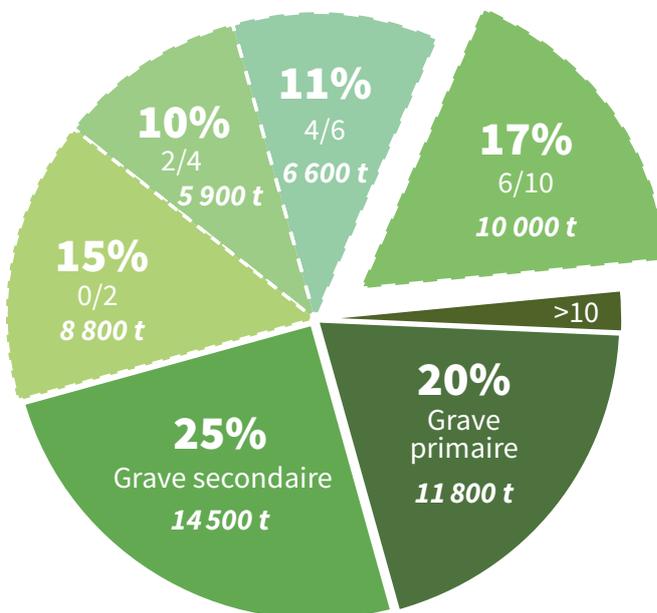


GRAVE 0/20 SECONDAIRE



SABLE 0/4

SCHÉMA D'ILLUSTRATION DES PRODUCTIONS INDUITES POUR OBTENIR 10 000 TONNES DE 6/10



SYNOPTIQUE DE PRODUCTION D'UNE CARRIÈRE DE ROCHE MASSIVE

6 |

Entrant 0/400 à 0/1000 →

INSTALLATION PRIMAIRE

40/200 80%

← Concassage/criblage →

Grave primaire

20%

INSTALLATION SECONDAIRE

10/80 55%

← Concassage/criblage →

Grave secondaire

25%

INSTALLATION TERTIAIRE

Concassage/criblage →

Sable 0/2

15%

Gravillons

2/4

10%

4/6

11%

6/10

17%

>10

2%

Coproduits de carrières

Produits industriels

CARRIÈRES ALLUVIONNAIRES



CARRIÈRE ALLUVIONNAIRE

Les productions de granulats alluvionnaires normandes génèrent deux types de sables excédentaires :

- **Les sables fins issus d'une installation classique de production.**
Ils sont généralement propres essentiellement issus des alluvions de la Seine.
- **Les sables de découverte.**
Ils constituent, sous la couverture végétale, la partie supérieure d'un gisement alluvionnaire de Seine.

ILLUSTRATION DE LA PRODUCTION DE SABLE FIN À PARTIR DE GISEMENT ALLUVIONNAIRE

Source : 2018 ©FRTP



Gisement



Extraction à sec ou en eau



Transport



Traitement : criblage, concassage et séparation du sable fin

CARACTÉRISATIONS & CLASSIFICATIONS

CARACTÉRISATION ENVIRONNEMENTALE

Les excédents et coproduits de carrière ne sont pas considérés comme des déchets tant que l'exploitant n'a pas l'intention ou l'obligation de s'en défaire.

Ils ne sont donc pas soumis aux dispositions liées à l'acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs.

CARACTÉRISATION & CLASSIFICATION GÉOTECHNIQUES

Produits industriels

Ces produits plus élaborés font référence aux normes relatives aux granulats :

- **Les normes européennes relatives aux granulats** en usage pour matériaux traités ou non traités aux liants hydrauliques **[N2]**, pour béton **[N3]**, pour chaussées en techniques bitumineuses **[N4]** et pour mortier **[N5]**.
- **La norme NF P18-545 de septembre 2011** : « *Éléments de définition, conformité et codification des granulats* ». **[N6]**
- **La norme NF EN 13285** relative aux graves non traitées **[N7]**
- Selon l'emploi, **les paramètres à contrôler** sont définies dans les normes associées.

8 |

A titre d'exemple, le sable 0/4 et les gravillons 4/6 tertiaires de roches massives s'inscrivent dans la codification de la norme **NF P18-545 [N6]**.

Coproduits

La caractérisation des coproduits est le plus souvent associée à la norme **NF P11-300** : Exécution des terrassements, classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières **[N1]**.

TABLEAU 1 EXEMPLES DE CONTRÔLES COURANTS GÉNÉRALEMENT RÉALISÉS SUR LES COPRODUITS.

PARAMÈTRE	ESSAI	NORME D'ESSAIS
Granularité	G	NF EN ISO 17892-4 [N8]
Teneur en eau	W%	NF P94-050 [N9]
Propreté	VBS	NF P 94-068 [N10]
	MB	NF EN 933-9 [N11]

Les matériaux de découverte sont assez généralement des classes A à B suivant les termes de la **NF P11-300 [N1]**.

Les sables fins alluvionnaires sont souvent lavés et de classe D₁.

Les graves de scalpage sont généralement de classe B₄, B₅, C₁B₄ ou C₁B₅, voire R₄, R₆.

DOMAINES & CONDITIONS D'EMPLOI

CADRE ENVIRONNEMENTAL

Comme indiqué au chapitre "Caractérisations et classifications", ces matériaux ne sont pas soumis aux dispositions liées à l'acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs.

CADRE GÉOTECHNIQUE

Remblais ordinaires

Produits employés : tous les matériaux faisant l'objet de ce guide peuvent être employés en remblais ordinaire aux conditions de satisfaire aux prescriptions du Guide Technique pour la réalisation des remblais et des couches de forme (GTR) [1].

Partie Supérieure des Terrassements (PST)

Produits employés : Sans traitement aux liants hydrauliques, la mise en œuvre de graves 0/D peut permettre d'atteindre un niveau d'arase de classe AR2 ($EV2 \geq 50 \text{MPa}$). Pour la prise en compte du caractère non ou peu gélif de l'arase, un traitement au liant hydraulique est nécessaire pour les graves limono-argileuses. D'autres matériaux comme les sables fins (B_1 ou B_2), voire les matériaux de découverte, peuvent être employés.

Les moyens matériels et les dispositions constructives pour la réalisation de ces ouvrages sont définis dans le GTR [1].

GUIDES



- **Guide technique**
«Réalisation de remblais et des couches de forme» ou «GTR», fascicules I et II, SETRA-LCPC, 2^{ème} édition - Juillet 2000 [1]
Les conditions d'emploi sont indiquées au fascicule II dans les parties 2 (utilisation en remblais) et 3 (utilisation en couches de forme)
- **Guide technique**
«Conception et réalisation des terrassements
Fascicule 1 : Etudes et exécutions des travaux», SETRA mars 2007 [2]
- **Guide technique**
«Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques – Application à la réalisation des remblais et des couches de forme» ou «GTS», SETRA/LCPC – Janvier 2000 [3]

TABLEAU IEXEMPLE DE CONDITIONS D'EMPLOI DE SABLE B₂ ÉTAT HYDRIQUE « MOYEN » EN REMBLAIS GÉNÉRAUX (GTR)**B₂ (états m, s et ts)**

Sol	Observations générales	Situations météorologique		Conditions d'utilisation en remblai
B₂m	Ces sols sont très sensibles à la situation météorologique	+	Pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes
		=	Ni pluie ni évaporation importante	C : compactage moyen
		-	Évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage intense Solution 2 : arrosage W : arrosage pour maintien de l'etat C : compactage moyen

Remblais renforcés

La plupart des coproduits de carrière peuvent être employés dans le cadre de travaux géotechniques spéciaux qui font appel à des inclusions de renforcement horizontaux ou sub-horizontaux placés dans les couches de remblais au cours de leur construction (ex. : Terre Armée, Vsol,...).

10

Produits employés : sables et graves

**DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE :**

- **Norme NF EN 14475 :**
Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Remblais renforcés **[N12]**

Remblais techniques

Les sables et gravillons sont particulièrement intéressants pour la partie proche des voiles de béton qui impose une faible énergie de compactage (zone de poussée).

Produits employés :

- Sables 0/2 et 0/4
- Gravillons 4/6
- Graves 0/D (D<60)
- Sables fins sous réserves de dispositions constructives d'accompagnement

**DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE :**

- **Note d'information SETRA n°34, janvier 2012 :**
Construire des remblais contigus aux ouvrages d'art – murs de soutènement et culées de pont **[4]**

Remblais de tranchées

► **Un large usage des coproduits et excédents de carrière peut être fait pour ce domaine d'emploi. Les domaines et conditions d'emploi sont définis dans les documents ci-contre. Plusieurs parties de remblayage doivent être distinguées :**

► Lit de pose et enrobage

Les excédents peuvent répondre à des besoins spécifiques (support rocheux, présence de nappe d'eau,...)

A titre d'exemple, les matériaux de type 4/6 mm présentent de nombreux avantages quant à leur emploi pour les lits de pose de canalisation. Ils permettent des mises en œuvre en présence d'eau, agissent en tant que drains et ne sont pas sensibles aux phénomènes d'érosion.

Produits employés :

- Sables et sables fins
- Gravillon 4/6 pour lit de pose pour réseau d'assainissement dans nappe d'eau (insensibles à l'eau)



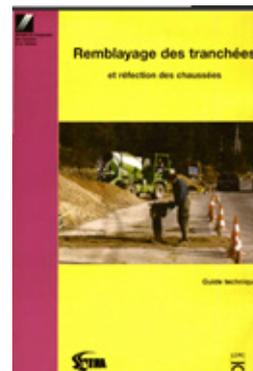
SABLES ET GRAVES UTILISÉS EN TRANCHÉES

► Remblai « proprement dit »

Le caractère industriel des produits, associé à une éventuelle insensibilité à l'eau des matériaux offrent des conditions de remblayage optimisées en termes de nivellement et de qualité de compactage.

Produits employés : sables, gravillons et graves

GUIDE



DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE :

- **Guide technique :** Remblayage des tranchées et réfection des chaussées – SETRA / LCPC – 1994 [5]
- **Norme NF P98-331 :** Chaussées et dépendances - Tranchées : ouverture, remblayage et réfection [N13]

| 11

		Roulement	
		Base	Assise de chaussée
Domaine d'emploi des coproduits	q2	Fondation	cRemblai
	q3	Partie supérieure de remblai (PSR)	
	q4	Partie inférieure de remblai (PIR)	
	q5 ou q4	Assise et remblai latéral	Zone d'enrobage
		Lit de pose	

COUPE TYPE DE TRANCHEE SOUS CHAUSSEE SELON NF P98-331

Couches de forme

▶ Selon la propreté géotechnique des matériaux ceux-ci peuvent être utilisés tels quels ou avec un traitement aux liants hydrauliques.

Sans traitement la classe de plateforme la plus couramment visée est PF2, avec une limite à PF2qs.

Dans le cadre de traitement aux liants hydrauliques l'objectif est celui des plateformes support de chaussées de haut niveau (PF3 et PF4).

Produits employés : avec ou sans traitement aux liants hydrauliques.

- **Graves 0/D primaires et secondaires** insensibles à l'eau et au gel ou traités aux liants
- **Les sables**, qu'ils soient issus des carrières de roches alluvionnaires ou de roches massives, peuvent être utilisés en couche de forme avec ou sans traitement aux liants hydrauliques, et si nécessaire avec correction granulométrique.
- **Le gravillon 4/6** doit être privilégié pour les enduits de protection sur couche de forme.
- **Matériaux de découverte** traités aux liants hydrauliques

▶ Dimensionnement



DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE :

- **Guide technique SETRA / LCPC** de 1994
Conception et dimensionnement des structures de chaussées [6]
(voir partie IV.5)
- GTR [1]
- GTS [3]
- **Note d'information CEREMA N°2**
Dimensionnement des épaisseurs de couche de forme pour PF2qs :
Complément au GTR et GTS [7]

Assises de chaussées

► **Les coproduits et excédents de carrière peuvent être employés dans des formulations de matériaux traités aux liants hydrauliques aux conditions de satisfaire aux référentiels techniques associés.**

L'exemple du traitement des sables aux liants hydrauliques en est l'illustration (facilité de mise en œuvre, meilleure protection de la chaussée vis-à-vis du gel).

Produits employés :

Produits de découverte (sols), sables, graves, gravillons

Dans le cadre de l'emploi des produits en tant que granulats, la note n°24 de l'IDRRIM s'applique.



CAROTTE DE CHAUSSEE AVEC COUCHE DE FONDATION ELABOREE A PARTIR D'UN COPRODUIT



DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE :

- **Guide technique** "Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques, Application à la réalisation des assises de chaussées", SETRA, Août 2007 [8]
- **Note d'information IDRRIM n°24** «Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes», Avril 2013 [9]
- **Guide technique CFTR** «Utilisation des normes enrobés à chaud», – janvier 2008 [10]
- **Norme NF EN 13285 :** Graves non traitées – Spécifications [N7]
- **Norme NF EN 14227-1 :** Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications – Partie 1 : Mélanges granulaires traités au ciment [N14]
- **Norme NF EN 14227-2 :** Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications – Partie 2 : Mélanges granulaires traités au laitier [N15]
- **Norme NF EN 14227-3 :** Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications – Partie 3 : Mélanges granulaires traités aux cendres volantes [N16]
- **Norme NF EN 14227-5 :** Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications – Partie 5 : Mélanges granulaires traités aux liants hydrauliques routiers [N17]
- **Norme NF EN 14227-15 :** Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications – Partie 15 : Sols traités aux liants hydrauliques [N18]

Couches de roulement

► **Les enduits superficiels d'usure (ESU) et les bétons bitumineux à faible granulométrie (BB 0/6) constituent l'essentiel de l'emploi en couche de roulement.**

► Enduits superficiels d'usure (ESU)

L'enduit monocouche 4/6 est un bon compromis vis à vis du bruit (moins bruyant) et de l'adhérence.

Les formulations d'enduits monocouche double gravillonnage (MDG) ou bicouche (BIC) sans discontinuité, par exemple 6/10 + 4/6, sont aussi appréciées pour l'atténuation de bruit.

Produits employés : gravillons 2/4 et 4/6

Le dernier guide technique «Enduits superficiels d'usure» de Juillet 2017 [11] valide aujourd'hui cette pratique 6/10+ 4/6 en bicouche ou en monocouche double gravillonnage pour les trafics faibles à moyens. Les expériences menées en région bourguignonne ont aussi montré des bons résultats en monocouche double gravillonnage 4/6-2/4, en limitant son usage aux supports homogènes, non poinçonnables et non ressuants, et sous trafics inférieurs ou égaux à T3-.

► Enrobés hydrocarbonés

L'usage de formules bitumineuses à granulométrie continue permet d'éviter des déséquilibres d'usage de différentes coupures granulométriques.

Ces formules sont à privilégier.

En complément, des spécifications d'usage en termes performanciels, adhérence voire perméabilité et bruit, permettraient de laisser le choix aux entreprises des granulométries proposées pour limiter ces déséquilibres.

A titre d'exemple une entreprise pourra privilégier l'usage d'un BBTM 0/6 plutôt qu'un BBTM 0/10.

14 |



DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE :

- **Guide technique CEREMA/IDRRIM :**
Enduits superficiels d'usure, juillet 2017 [11]
- **Norme NF EN 12271 :**
Enduits superficiels : Spécifications [N19]



DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE :

- **Note d'information IDRRIM n°24 [9]**
- **Norme NF EN 13108-1 :**
Mélanges bitumineux–Spécifications des matériaux partie 1 : Enrobés bitumineux [N20]
- **Norme NF EN 13108-2 :**
Mélanges bitumineux–Spécifications des matériaux partie 2 : Bétons Bitumineux Très Mince [N21]
- **Norme NF EN 13108-7 :**
Mélanges bitumineux–Spécifications des matériaux partie 7 : Bétons Bitumineux drainants [N22]

COIN DU PRESCRIPTEUR

GÉNÉRALITÉS

► **Dans la mesure du possible le prescripteur doit préparer la possibilité d'usage des coproduits et excédents dans le cadre d'ouverture à propositions de variantes.**

Pour ce faire il doit indiquer les documents d'encadrement, référentiels techniques ainsi que les objectifs intermédiaires ou finaux.

La pratique adoptée est celle du bon matériau, au bon endroit, pour le bon usage, en privilégiant la proximité.

Remblais généraux

La nature des matériaux est définie selon la norme **NF P11-300 [N1]**.

Les terrassements sont exécutés selon les prescriptions des annexes 2 et 4 du fascicule 2 du GTR [1]. Préférentiellement la teneur en eau doit se situer dans l'intervalle hydrique «moyen» conformément au GTR [1]. La hauteur de remblais n'est en général pas limitée pour les matériaux à caractère industriel.

| 15

Les contrôles sont présentés dans les deux fascicules suivants du Guide Technique "Conception et réalisation des terrassements" [12] :

- Fascicule 2 : organisation des contrôles
- Fascicule 3 : méthodes d'essais

Remblais techniques & renforcés

Une étude en laboratoire spécifique doit être fournie pour déterminer les propriétés géotechniques du matériau relatives à :

- son angle de frottement interne et sa cohésion,
- son agressivité vis à vis des renforcements ou des parements,
- sa mise en œuvre.

Les méthodes de contrôles sont celles appliquées pour les remblais généraux.



DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE :

- **Norme NF EN 14475 :**
Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Remblais renforcés [N12]

Remblayage de tranchées

Les coproduits et excédents de carrières sont autorisés du lit de pose à la Partie Supérieure de Remblais aux conditions de l'adéquation entre la Fiche Technique Produit et le référentiel technique correspondant.

Le référentiel technique est celui de la norme **NF P98-331 [N13]**.

La note d'information SETRA n° 117 de 2007: Remblayage des tranchées et réfection des chaussées. **[13]**, complète la norme et le guide SETRA/LCPC de mai 1994 **[5]**.

Couche de forme

Le dimensionnement des arases et des couches de forme projetées respecte les tableaux des conditions d'utilisation des matériaux en couche de forme du GTR **[1]**. Pour les matériaux traités aux liants hydrauliques, les performances mécaniques sont celles des classes 3, 4 ou 5 en référence au tableau C1 XI du Guide Traitement des Sols de 2000 (GTS) **[3]**. Le dimensionnement de la couche de forme est conforme au tableau C1-XI, partie C du GTS **[3]**

Le caractère non gélif des matériaux granulaires non-liés est à vérifier.

Assises de chaussées et couche de roulement

Pour les sables et les gravillons, la prescription est conforme aux spécifications du chapitre 3.1 et 3.2 de la note d'information n°24 « Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes » **[9]**. L'usage des produits de découverte de classe A₁, A₂, B₂, B₃, B₄, B₅ et B₆ suivant les termes de la norme **NF P11-300 [N1]** est toutefois envisageable en couche d'assise de chaussée sous conditions.

16 |

▶ Assises de chaussées :

- **GNT** : Pour une utilisation en couche d'assise, les GNT doivent respecter les critères de la norme **NF EN 13285 [N7]**, les granulats qui la composent ceux de la norme **NF EN 13242 [N2]** et **NF P18-545 [N6]**.

- **Sables et Graves Traités aux Liants Hydrauliques** : Les matériaux sont de classes mécaniques T1, T2 ou T3 en référence aux normes **NF EN 14227-1 [N14]**, **NF EN 14227-2 [N15]**, **NF EN 14227-3 [N16]** et **NF EN 14227-5 [N17]** et à la note d'information IDRRIM n°30 de janvier 2016 : Application des normes révisées **NF EN 14227 - partie 1, 2, 3 et 5** : « Mélanges traités aux liants hydrauliques - Spécifications » **[14]**.

- **Produits de découverte (sols) Traités aux Liants Hydrauliques** : Les produits de découverte doivent être conformes aux spécifications de l'avant-propos de la norme **NF EN 14227-15 [N18]**. Après traitement, ils doivent être de classes mécaniques T1, T2 ou T3 suivant cette dernière norme. L'autre document de référence est le guide technique "Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques, Application à la réalisation des assises de chaussées", SETRA, d'août 2007 **[8]**.

▶ Couches de roulement :

Le contenu de la Fiche Technique Produit est conforme à l'article 8 de la norme **NFP18-545 [N6]** et la norme **NF EN 13043 [N4]**.

BIBLIOGRAPHIE

Guides techniques et notes d'informations

- [1] **Guide technique** « *Terrassements routiers, réalisation de remblais et des couches de formes* » ou « *GTR* », fascicules I et II, SETRA-LCPC, 2^{ème} édition - juillet 2000
- [2] **Guide technique** « *Conception et réalisation des terrassements - Fascicule 1 : études et exécution des travaux* », SETRA - mars 2007
- [3] **Guide technique** « *Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques – Application à la réalisation des remblais et des couches de forme* » ou « *GTS* », SETRA/LCPC - janvier 2000
- [4] **Note d'information n°34** « *Construire des remblais contigus aux ouvrages d'art-murs de soutènement et culées de pont* », SETRA - janvier 2012
- [5] **Guide technique** « *Remblayage et réfection des tranchées* », SETRA / LCPC – mai 1994 (mise à jour janvier 1998)
- [6] **Guide technique** : Conception et dimensionnement des structures de chaussées, SETRA - 1994
- [7] **Note d'information n°2** série Chaussées, Plateformes - Assainissement, dimensionnement des épaisseurs de couche de forme pour PF2qs : Complément au GTR et GTS, CEREMA - mars 2017
- [8] **Guide technique** « *Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques, Application à la réalisation des assises de chaussées* », SETRA, août 2007
- [9] **Note d'information n°24** « *Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes* », IDRRIM - avril 2013
- [10] **Guide technique** Utilisation des normes enrobés à chaud, CFTR - janvier 2008
- [11] **Guide technique** Enduits superficiels d'usure, CEREMA-IDRRIM - juillet 2017
- [12] **Guide technique** « *Conception et réalisation des terrassements : fascicule 2 : organisation des contrôles, SETRA - mars 2007 & fascicule 3 : méthodes d'essais, SETRA - mars 2007* »
- [13] **Note d'information n°117** : Remblayage des tranchées et réfection des chaussées, SETRA - juin 2007
- [14] **Note d'information n°30** : « *Application des normes révisées NF EN 14 227 partie 1, 2, 3 et 5 : « Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications* », IDRRIM - janvier 2016

BIBLIOGRAPHIE

Normes

- [N1] NF P11-300** *Exécution des terrassements, classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières*
- [N2] NF EN 13242+A1** « *Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques et matériaux non traités utilisés pour les travaux de génie civil et pour la construction des chaussées* »
- [N3] NF EN 12620 +A1** « *Granulats pour béton* »
- [N4] NF EN 13043** « *Granulats pour mélanges hydrocarbonés et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aérodromes et d'autres zones de circulation* »
- [N5] NF EN 13139** « *Granulats pour mortier* »
- [N6] NF P18-545** « *Granulats – Eléments de définition, conformité et codification* »
- [N7] NF EN 13285** « *Graves non traitées – Spécifications* »
- [N8] NF EN ISO 17892-4** « *Reconnaissance et essais géotechniques - Essais de laboratoire sur les sols - Partie 4 : Détermination de la distribution granulométrie des particules* »
- [N9] NF P94-050** « *Détermination de la teneur en eau pondérale des matériaux* »
- [N10] NF P94-068** « *Mesure de la capacité d'absorption d'un sol de bleu de méthylène* »
- [N11] NF EN 933-9** Août 1999. « *Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats - Partie 9 : qualification des fines. Essai au bleu de méthylène* »
- [N12] NF EN 14475** « *Exécution des travaux géotechniques spéciaux – Remblais renforcés* »
- [N13] NF P98-331** « *Chaussées et dépendances - Tranchées : ouverture, remblayage et réfection* »
- [N14] NF EN 14227-1** « *Mélanges traités aux liants hydrauliques - Spécifications - Partie 1 : Mélanges granulaires traités au ciment* »
- [N15] NF EN 14227-2** « *Mélanges traités aux liants hydrauliques - Spécifications - Partie 2 : Mélanges granulaires traités au laitier* »
- [N16] NF EN 14227-3** « *Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications – Partie 3 : Mélanges granulaires traités aux cendres volantes* »
- [N17] NF EN 14227-5** « *Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications – Partie 5 : Mélanges granulaires traités aux liants hydrauliques routiers* »
- [N18] NF EN 14227-15** « *Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications – Partie 15 : Sols traités aux liants hydrauliques* »
- [N19] NF EN 12271** « *Enduits superficiels : Spécifications* »
- [N20] NF EN 13108-1** « *Mélanges bitumineux - Spécifications des matériaux - Partie 1 : Enrobés bitumineux* »
- [N21] NF EN 13108-2** « *Mélanges bitumineux - Spécifications des matériaux - Partie 2 : béton bitumineux très minces* »
- [N22] NF EN 13108-7** « *Mélanges bitumineux - Spécifications des matériaux - Partie 7 : bétons bitumineux drainants* »

REMERCIEMENTS

▶ Ces manuels ont été élaborés dans le cadre de l'Appel à Manifestation d'Intérêt du Contrat de Plan Inter-Régions (CPIER) 2015-2020 sur l'axe « *Transition vers une économie circulaire plus vertueuse en gestion des ressources naturelles* ».

Financement :

- Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME Normandie)
- Région Normandie
- Fédération Régionale des Travaux Publics de Normandie (FRTP Normandie)
- Union Nationale des Industries de Carrières et Matériaux de Construction (UNICEM Normandie)

Pilotage et coordination :

- Cécilia GODIN, *Fédération Régionale des Travaux Publics de Normandie*

Groupe de travail technique :

- Etienne FROMENTIN, *UNICEM Normandie*
- Vincent LABBE, *entreprise Eurovia*
- Patrice PAUMELLE, *entreprise Gagneraud Construction*
- Eric VOLLEMAERE, *entreprise Lhotellier*
- Membres du groupe de travail Laboratoires, *APAQ Normandie*

Réalisation :

- Pascal OGER, *Rincent BTP*
- Gaëtan CHAMBAT, *Rincent BTP*



**LES TRAVAUX
PUBLICS** FÉDÉRATION
NORMANDIE



Pour aller plus loin :
www.myfrtp-normandie.fr



SITE DE ROUEN : 420 avenue des Canadiens | 76 650 Petit-Couronne
SITE DE CAEN : 12 rue Ferdinand Buisson | Bâtiment PASEO | Parc Athéna | 14 280 Saint-Contest
Tél. : 02 35 61 02 71 - normandie@fntp.fr