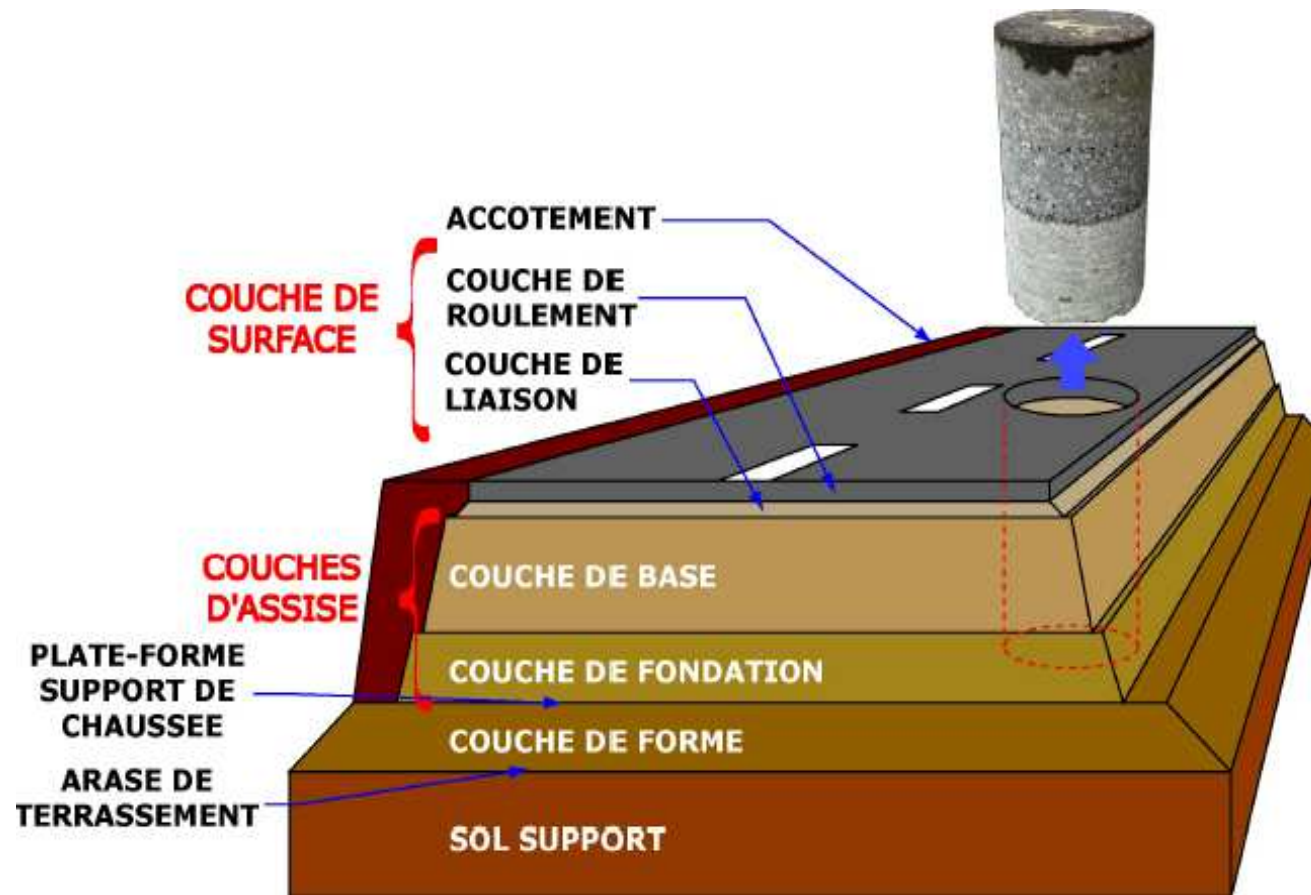


La prise en compte des matériaux alternatifs par le prescripteurs

L. DUFLOT (CG57)

- L'utilisation de matériaux alternatifs est depuis très longtemps ancrée dans nos habitudes
- Les applications sont multiples

Les matériaux alternatifs – Application chantiers



Les matériaux alternatifs – Applications routières

- TERRASSEMENTS

- Base drainante ([LHF](#), Schiste)
- Masque – Eperon (LHF, [LAF](#), LACE, Schiste)
- Remblai (LHF, [Schiste](#), produits de démolition, mélange, MIDND)
- Couche de forme ([LHF](#), [Schiste](#), produits de démolition, mélange)

Les matériaux alternatifs – Applications routières

- CHAUSSEES

- Utilisation en GNT (LHF, Schiste, produits de démolition, mélange)
- Utilisation en [GTLH](#) (LHF, cendres volantes, schistes)
- Utilisation en assises hydrocarbonées (LHF, LAFE)
- Utilisation en couche de surface (LHF, LAFE)
- Utilisation en ESU (LHF, LAFE)

Les matériaux alternatifs – Applications diverses

- Utilisation dans les liants bétons (LHF, cendres)
- Utilisation dans les bétons ([LHF](#), cendres volantes)

Le contrat

- Le maître d'ouvrage doit fixer des objectifs de performance en totale cohérence avec la destination de l'objet
- Il ne prescrit pas de matériaux mais les agréé

De la prescription à la réception de l'objet

- Objectifs de performance suivant l'usage
 - Critères spécifiques
 - Environnementaux
 - Techniques
- Agrément des matériaux
- Conditions de mise en œuvre et précautions d'emploi
- Contrôles et réception

Contexte environnemental

- Dans tout projet et plus spécifiquement dans le cadre de l'utilisation des matériaux alternatifs, il est important au préalable de cadrer précisément la sensibilité du milieu (zone humide, zone inondable, proximité de cours d'eau, périmètre de protection,)
- Des documents fixent les limites d'utilisation des matériaux alternatifs:
 - [Le guide d'application du SETRA](#): acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière
 - Les guides d'utilisation des matériaux lorrains en technique routière

Objectif de performances en fonction des usages

- Type d'infrastructure (VRNS, VRS)
- Trafic PL et trafic cumulé
- Niveau de protection au gel
- Classe d'arase et de Plateforme Supérieure des Terrassements (couple Ari, PST j)
- Classe de plateforme (PF i)
- Exigences d'uni
- Exigences adhérence

Corpus documentaire et normatif

- Guide des Terrassements Routiers (GTR NF P 11 300)
- Guide des traitements de sols
- Conception et dimensionnement des structures de chaussée (1994)
- Catalogues des structures types de chaussées neuves (1998)
- CCTG: fascicule 2 – terrassements généraux
 - fascicule 3 – liants hydrauliques
 - fascicule 23 – fourniture de granulats employés à la construction et l'entretien de chaussées
 - fascicule 24 – fourniture de liants bitumineux
 - fascicule 25 – exécution des corps de chaussée
 - fascicule 26 – exécution des enduits superficiels d'usure
 - fascicule 27 – fabrication et mise en œuvre des enrobés
 - fascicule 28 – exécution des chaussée en béton

Corpus documentaire et normatif (suite)

- Notes diverses comme aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes de janvier 2005 (CFTR – info)
- [Les guides d'utilisation des matériaux lorrains](#) en technique routière
- **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 13285**: Graves non traitées " Spécifications " .
- **NF EN 13043** : Granulats pour mélanges bitumineux et pour enduits superficiels utilisés dans la construction des chaussées, aérodromes et d'autres zones de circulation.
- **NF EN 14227** : Mélanges traités aux liants hydrauliques - Spécifications
- **NF P 18 545** articles 7, 8, 9 et 10 :
Granulats – Eléments de définition, conformité et codification.
- **NF P 18-30i** : composants entrant dans la fabrication des bétons
- **NF P 18-302** : Laitier cristallisé de haut-fourneau
- **NF EN 13139** : Granulats pour mortiers
- **NF EN 12620** : Granulats pour bétons hydrauliques.

Processus d'agrément

- Elaboration d'une fiche d'agrément reprenant les exigences fixées par le contrat
- Fourniture des éléments par l'entreprise via une fiche produit détaillant les caractéristiques des matériaux et mettant en exergue les demandes dérogatoires éventuelles et les conditions d'utilisation particulières (précautions d'emploi)

Processus de contrôle de la mise en oeuvre et de réception

- Elaboration d'un plan de contrôle en fonction de l'usage définissant les paramètres visés, les objectifs à atteindre et les modalités de contrôle (planche de convenance, type d'essai, fréquence, lot de contrôle)
- Définition des modalités de réception de l'ouvrage

Terrassement – Remblai

1/ Techniques-conception

- Hauteur, pente des talus et géométrie des remblais == > stabilité et caractéristiques intrinsèques des matériaux
- Granulométrie
- Sensibilité à l'eau (essai au bleu)
- Dureté: maintien des caractéristiques après la mise en œuvre et dans la vie de l'ouvrage: LOS-MDE
- Classification GTR (NFP 11-300)

Terrassement – Remblai

- **2/ Mise en œuvre**
 - épaisseur, compactage – Planche d'essai
 - **stricte application du GTR**
 - critères de suivi:
 - vibratoires
 - Q/S
- **3/ Contrôles**
 - qualité compactage via Q/S,
 - portance: déflexion (rare) / plaque,
 - altimétrie

Terrassement – Remblai

Exemple de prescriptions

A. Compacités / Portance

Partie d'ouvrage concernée	Densité sèche γ_d		Essai de plaque		Déflexions d(1/100mm)
	γ_{dmoy} (*)	γ_{dfc} (*)	EV2	EV2/EV1	
Cœur et corps de remblai	$\geq 95\% \gamma_{dOPN}$	$\geq 92\% \gamma_{dOPN}$	≥ 35 Mpa	<2,2	≤ 300
Substitution de purge et/ou base drainante	$\geq 95\% \gamma_{dOPN}$	$\geq 92\% \gamma_{dOPN}$	≥ 30 Mpa	<2,2	≤ 300
Assise de remblai	$\geq 90\% \gamma_{dOPN}$	-	≥ 30 Mpa	<2,2	≤ 400

B. Géométrie

Forme après décapage

- profil : plus ou moins dix centimètres (± 10 cm),
- pente transversale : plus ou moins deux pour cent (± 2 %),

Profil sous couche de forme

- plus ou moins quatre centimètres (± 4 cm),

Pente transversale sous couche de forme

- plus ou moins un pour cent (± 1 %),

Talus avant revêtement de terre végétale

- de zéro à plus quinze centimètres (- 0cm, + 15cm),

Terrassement – Couche de forme

1/ Techniques-conception

- *Conception*

* épaisseur $\langle == \rangle$ objectif de portance-protection au gel;

- *Technique*

* **Granulométrie:** 0/31.5mm - 0/50mm - 0/100mm (chemin)

* **Insensibilité à l'eau** (fines insensibles à l'eau)

* **Insensible au gel**

* **Maintien des caractéristiques** et des performances après mise en œuvre et dans la vie de l'ouvrage (LOS-MDE)

Terrassement – Couche de forme

2/ Mise en œuvre

- épaisseur, compactage

→ stricte application du GTR

→ planches d'essais

Critères de suivi:

- vibratoires

- Q/S

- compacité

- teneur en eau W%

3/ Contrôles

- qualité compactage (q3): Q/S (ou gammadensimètre mais limite sur la mesure en z),

- altimétrie – réglage, uni (APL GO - grandes ondes)

Terrassement – Couche de forme

Exemple de prescriptions

Densité

l'objectif de densification visé pour le compactage des couches de forme est le suivant :

- $\gamma_{dmoy} \geq 98,5\% \gamma_{dOPN}$,
- $\gamma_{dfc} \geq 96\% \gamma_{dOPN}$.

Portance

Le niveau de portance à atteindre est :

EV2 75 Mpa (section courante) suivant le cas

- $EV2 / EV1 < 2$
- Déflexion $d \leq 150/100$ mm

Uni

Type de travaux	Bandes	Spécifications minimales à obtenir
	d'ondes	
Vitesse du projet : 90 km/h - Construction d'une chaussée neuve		
Lots de contrôle de 1000 mètres	PO	sans objet
	MO	Sans objet
	GO	≥ 3

CHAUSSEES – Assises utilisation en GNT

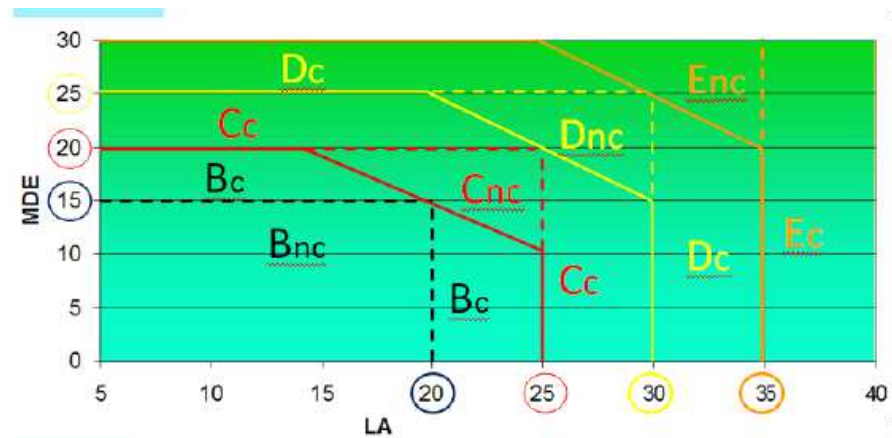
1/ Techniques-conception

objectifs de performances (classe trafic et protection au gel)

→ Classification NF EN 13242/ NF EN 13 285 / NF P 18545

→ Dimensionnement catalogue ou Alizée ou autre

Usages	Caractéristiques	Classes de trafic					
		T5	T4	T3	T2	T1	≥ T0
FONDATION	Caractéristiques intrinsèques des gravillons	code E		code D		code C	
	Caractéristiques de fabrication des gravillons	code IV				code III	
	Caractéristiques de fabrication des sables	code c				code b	
	Angularité des gravillons et des sables alluvionnaires		code Ang 4		code Ang 3	code Ang 2	
BASE	Caractéristiques intrinsèques des gravillons	code E	code D (I)	code C (I)			
	Caractéristiques de fabrication des gravillons	code IV		code III			
	Caractéristiques de fabrication des sables		code b				
	Angularité des gravillons et des sables alluvionnaires	code Ang 4		code Ang 3			

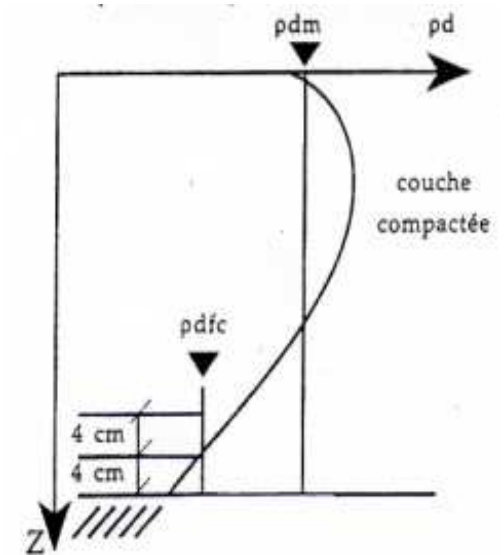


Codification et compensation (caractéristiques intrinsèques)

CHAUSSEES – Assises utilisation en GNT

2/ Contrôles- Mise en œuvre

- Epaisseur mise en œuvre
- Compactage / Objectif q2
 - * planche d'essai
 - * teneur en eau, granulométrie et LA / MDE
 - * recoupe de la partie superficielle
- Contrôle continu classique de l'entreprise (soumise au visa du Maître d'Œuvre) et Contrôle Extérieur



3/ Contrôles-Réception:

- Qualité compactage Q2: planche - gamma – déflexion
- Réglage, Altimétrie - Uni

CHAUSSEES – Assises

utilisation en GNT

Exemple de prescriptions de contrôles

Contrôle de fabrication

Les contrôles sont effectués dans les conditions définies à l'article 7 .2.1. de la norme NF P 98-115. et sont comparés aux tolérances suivantes (issus de l'application de la norme NFP 98-105):

Passant à D	Plus ou moins 4% en valeur absolue
Passant à 8 mm	Plus ou moins 6% en valeur absolue
Passant à 2 mm	Plus ou moins 5% en valeur absolue
Passant à 0,063 mm	Plus ou moins 1.5% en valeur absolue

Le dépassement de ces seuils rend le lot non conforme

CHAUSSEES – Assises utilisation en GTLH

Classification en fonction des performances mécaniques à 365jrs:

-Résistance à la traction R_t (MPa)

Essai de traction directe (R_t) ou Essai de compression diamétrale (R_{tb}) == >

$$R_t = 0,8 * R_{tb}$$

-Module E (MPa)

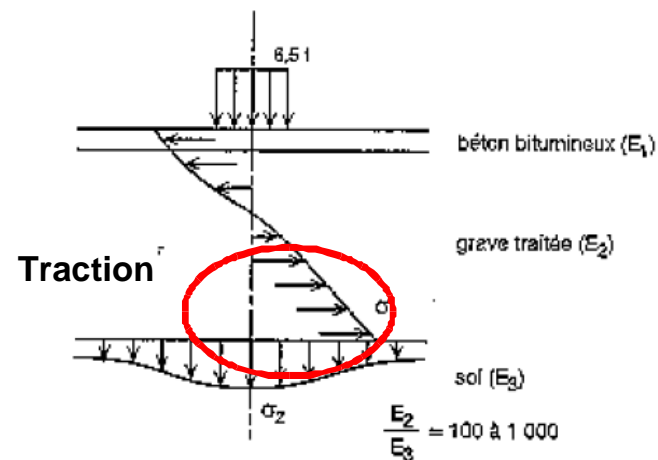


FIG. 90 - Répartition des contraintes dans une chaussée traitée aux liants hydrauliques (avec collage entre couches)

CHAUSSEES – Assises utilisation en GTLH

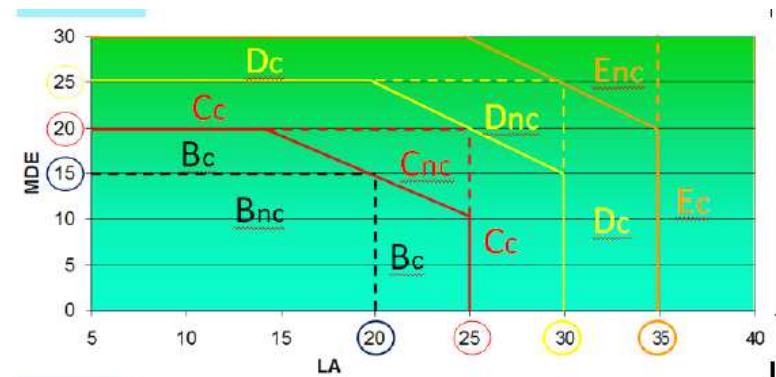
1/ Techniques-conception

– *objectifs de performances* (classe trafic et protection au gel)

→ Classification NF EN 13242/ NF EN 14 227 / NF P 18545

→ Dimensionnement catalogue ou Alizée ou autre

Usages	Caractéristiques	Classes de trafic					
		< T3	T3	T2	T1	≥ T0	
FONDATION	Caractéristiques intrinsèques des gravillons	code E		code D			
	Caractéristiques de fabrication des gravillons	code III					
	Caractéristiques de fabrication des sables	code b					
	Angularité des gravillons et des sables alluvionnaires	code Ang 4					
BASE	Caractéristiques intrinsèques des gravillons	code E	code D				
	Caractéristiques de fabrication des gravillons	code III					
	Caractéristiques de fabrication des sables	code b					
	Angularité des gravillons et des sables alluvionnaires	Renforcement sous circulation code Ang 4		code Ang 3	code Ang 2		
	Base de chaussée neuve (ou fondation de chaussée en béton) code Ang 4					code Ang 3	code Ang 2



**Codification et compensation
(caract intrinsèques)**

GTLH → préfissuration et dispositif anti remontée de fissures

CHAUSSEES – Assises utilisation en GTLH

2/ Contrôles- Mise en œuvre

- formulation
- Teneur en eau % et optimum proctor modifié opm,
- Conditions météorologiques,
- Epaisseur,
- Compactage → Q1 à Q2,
- Planche d'essai,
- Recoupe de la partie superficielle,
- Contrôle continu classique de l'entreprise (plan de contrôle de l'entreprise doit être soumis au visa du maître d'œuvre) et contrôle extérieur

CHAUSSEES – Assises utilisation en GTLH

3/ Contrôles-Réception

- Formulation
- Qualité de compactage : planche d'essai + gamma + déflexion
- Altimétrie - Réglage;
- Contrôles de l'uni (préférer une granulométrie 0/20)

- Contrôle sur carottes à posteriori (dans certains cas)

CHAUSSEES – Assises

utilisation en GTLH

Exemples de prescriptions

Réglage - Profil en travers - Surfaçage

Les tolérances sont celles fixées par l'article 7.4 de la norme NF P 98-115.

Contrôles de fabrication

Le contrôle de conformité des mélanges fabriqués est réalisé en permanence par un système d'acquisition de données. En outre, des prélèvements sont effectués dans les conditions définies à l'article 7.2.1. de la norme NF P 98-115. Les résultats sont comparés aux tolérances suivantes (issus de l'application de la norme NFP 98-105):

Passant à D	Plus ou moins 4% en valeur absolue
Passant à 10 mm	Plus ou moins 6% en valeur absolue
Passant à 6,3 mm	Plus ou moins 6% en valeur absolue
Passant à 2 mm	Plus ou moins 5% en valeur absolue
Passant à 0,063 mm	Plus ou moins 1,5% en valeur absolue
Teneur en liant	Plus ou moins 0,3% en valeur absolue

Le dépassement de ces seuils rend le lot non conforme

CHAUSSEES – Assises et couche de surface

Matériaux hydrocarbonés

1/ Techniques-conception

- *objectifs de performances* (classe trafic et protection au gel)
- Classification NF EN 13043 / NF P 18545 classification des granulats
- Dimensionnement catalogue ou Alizée ou autre

ENROBES BITUMINEUX

Usages Produits	Caractéristiques	Classes de trafic		
		≤ T3	T2 – T1	≥ T0
LIAISON BBSG, BBME	Caractéristiques intrinsèques des gravillons	code D	code C	
	Caractéristiques de fabrication des gravillons	code III		
	Caractéristiques de fabrication des sables (1)	code a		
LIAISON BBM	Caractéristiques intrinsèques des gravillons	code C		
	Caractéristiques de fabrication des gravillons	code III		
	Caractéristiques de fabrication des sables(1)	code a		
BASE, FONDATION GB, EME	Caractéristiques intrinsèques des gravillons	code D	code C	
	Caractéristiques de fabrication des gravillons	code III		
	Caractéristiques de fabrication des sables(1)	code a		

BETONS BITUMINEUX

Produits	Caractéristiques	Classes de trafic		
		≤ T3	T2 – T1	≥ T0
BBSG BBME BBM	Caractéristiques intrinsèques des gravillons	code C	code B	
	Caractéristiques de fabrication des gravillons	code III		
	Caractéristiques de fabrication des sables(1)	code a		
	Angularité des gravillons et des sables alluvionnaires	code Ang 1		

ENDUITS SUPERFICIELS D'USURE

Caractéristiques	Classes de trafic		
	< T3	T3-T2	≥ T1
Caractéristiques intrinsèques des gravillons	code C	code B	
Caractéristiques de fabrication des gravillons	code II		code I
Angularité des gravillons alluvionnaires	code Ang 2	code Ang 1	

CHAUSSEES – Assises et couche de surface

Matériaux hydrocarbonés

2/ Contrôles- Mise en œuvre

- formulation
- épaisseur,
- compacité (teneur en vides)
- contrôle continu classique de l'entreprise et Contrôle Extérieur

3/ Contrôles-Réception

- formulation
- compacité,
- uni,
- adhérence (pmt)

CHAUSSEES – Assises et couche de surface

Matériaux hydrocarbonés

Exemples de prescriptions

- La macrotexture, pour les couches de roulement, est contrôlée par la mesure de la Profondeur Moyenne de Texture (PMT-ex HSv) selon la norme NF EN 13036-1. Les résultats obtenus doivent être conformes aux exigences de la circulaire 20023-39 du 16 mai 2002 de la Direction des Routes.

Milieu urbain et péri-urbain				
Vitesse autorisée(km/h)	Type de chaussée	Configuration du site	PMT spécifiée	PMT minimum
50 à 90	Bidirectionnelles	Traversée d'agglomération	$\geq 0,60\text{mm}$	0,40mm
≥ 90	2 x 2 voies	Voie rapide urbaine Pente $\leq 5 \%$	$\geq 0,60\text{mm}$	0,40mm

Pour tous les matériaux:

*Il faut une utilisation adaptée, raisonnée et
raisonnable*

*en accord avec les prescriptions techniques et
environnementales de rigueur*

Merci de votre attention

[retour](#)



23.10.2012

[retour](#)



[retour](#)



[suite](#)



[retour](#)



[retour](#)



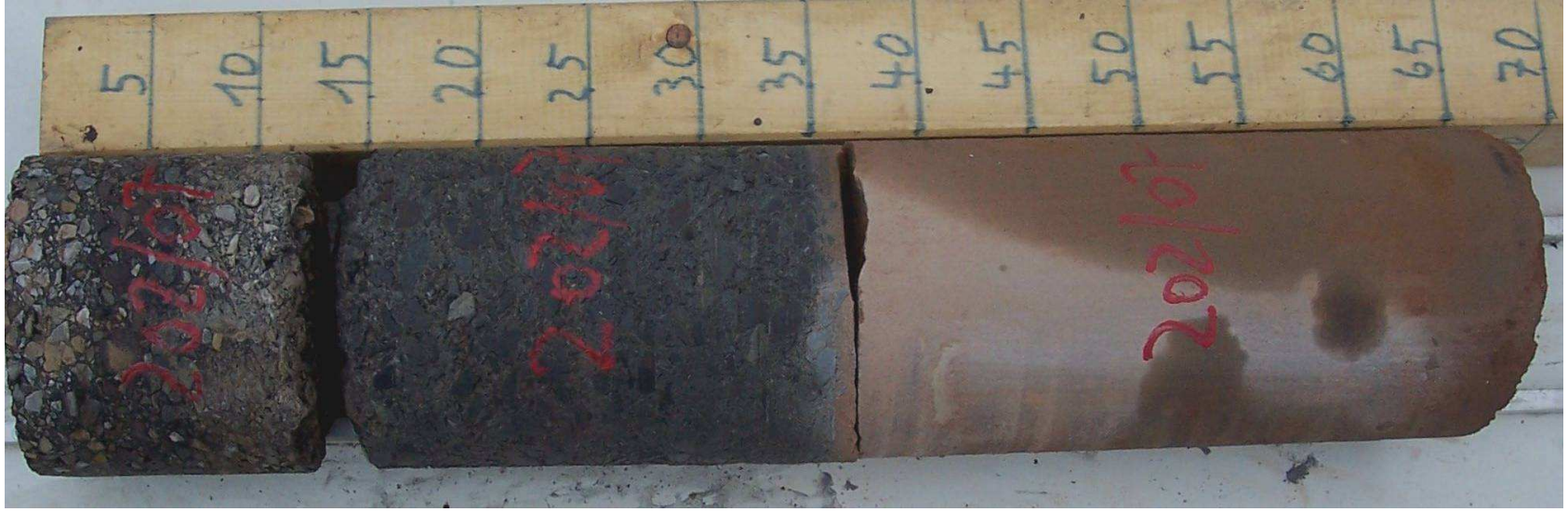
[retour](#)



[suite](#)



[suite](#)



[retour](#)



[retour](#)

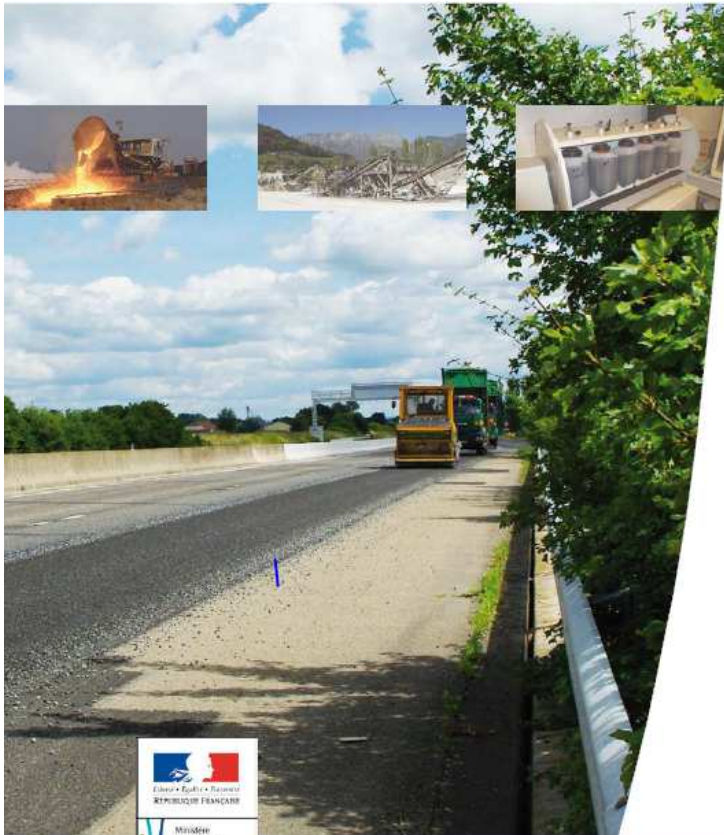
Sétra

Service d'études
sur les transports,
les routes et leurs
aménagement

octobre 2012

Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière

Les laitiers sidérurgiques



→ Guides d'utilisation des matériaux lorrains en technique routière

- Guide calcaire
- Guide cendres
- Guide laitier d'acier de four électrique
- Guide laitier haut fourneau
- Guide matériaux de démolition
- Guide schiste

[retour](#)



SOMMAIRE

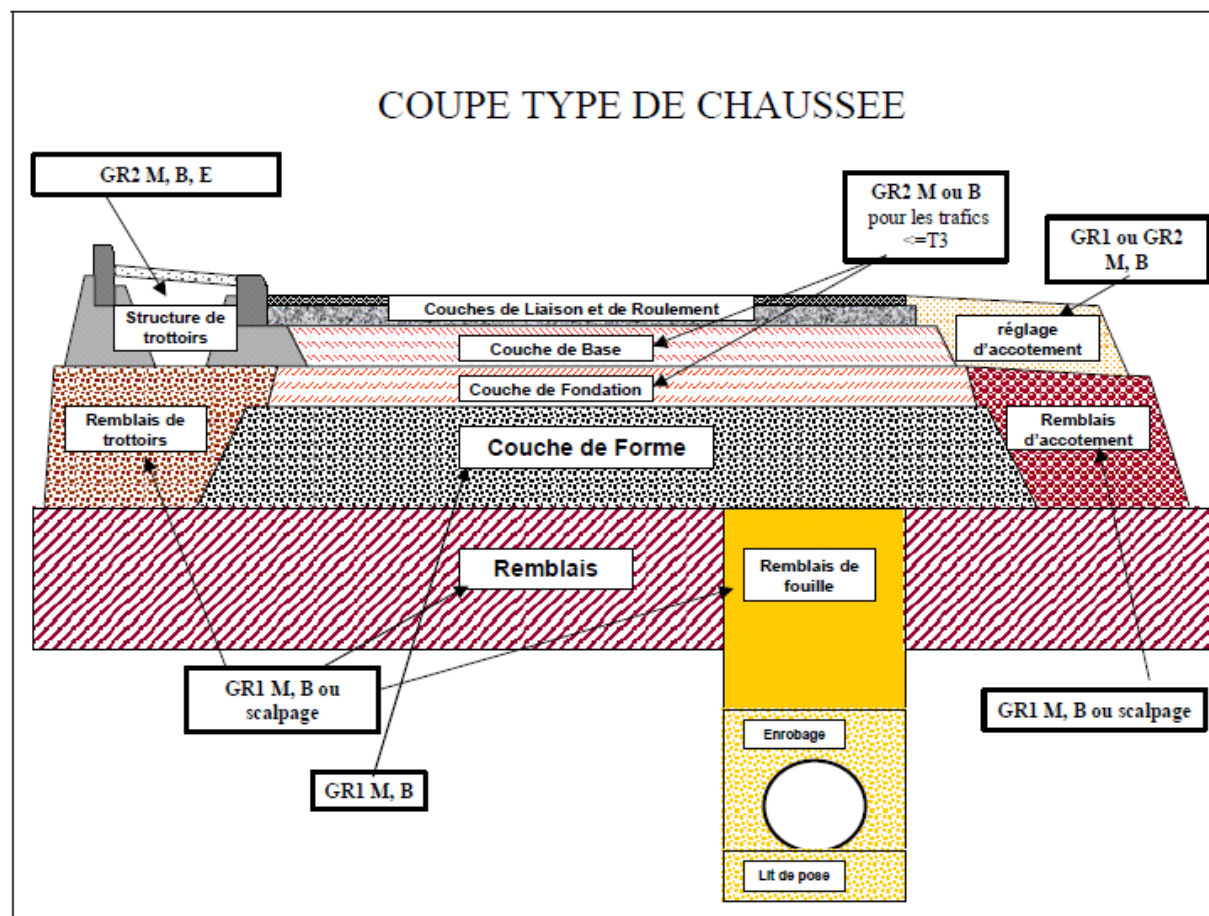
I. INTRODUCTION	2
II. GISEMENT	3
A. Origine des schistes.....	3
A.1. origine géologique.....	3
A.2. Exploitation minière.....	4
B. Situations nationales et locales	5
C. Composition chimique, minéralogie, pétrographie et environnement	7
C.1. Caractérisation environnementale	8
D. Mode d'Exploitation et d'élaboration	10
III. DOMAINES D'EMPLOI	16
IV. CARACTERISTIQUES EN FONCTION DU DOMAINE D'EMPLOI	21
V. REFERENCES D'ETUDES	27
A.1. Couche de forme	27
A.2. Assainissement.....	27
A.3. Couches d'assises.....	27
VI. CONCLUSION.....	28

ANNEXES :

- 1) exemple d'utilisation en couche de forme
- 2) exemples de structures type de chaussées neuves en FONDASCHISTE
- 3) plan de contrôle
- 4) liste des chantiers de référence
- 5) FTP modèle
- 6) appellations commerciales

III. DOMAINE D'EMPLOI

La figure ci-dessous présente les domaines d'emploi possibles pour chaque matériau.



[retour](#)

Nota : l'utilisation au contact des canalisations nécessite une vérification de la non-agressivité des matériaux recyclés (normes : NF EN 206-1, et A05-252).