



Centre d'études et d'expertise sur les risques,
l'environnement, la mobilité et l'aménagement

Direction territoriale Méditerranée

Matériaux bitumineux coulés à froids

Technique des ECF

Jean-François LE PARC



9 décembre 2016

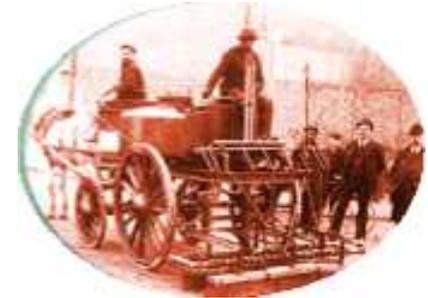
ECF, une technique éprouvée

- A l'origine, les coulis

1920 : en Allemagne

1963 : en France

Granularité \leq à 4 mm / Matériaux roulés / Emulsion cationique



- De nouvelles performances à partir des années 70, les ECF

Granularité 0/4 - 0/6 - 0/10

Formulations continues ou discontinues

Matériaux intégralement concassés

Emulsion cationique (bitume pur ou modifié)

→ Résistances mécaniques (durabilité) et performances (rugosité) accrues

- Marché en augmentation en France dans les années 90

Norme et texte sur les ECF

FA148818 ISSN 0335-3931

norme européenne **NF EN 12273**
norme française **Octobre 2008**

Indice de classement : **P 98-856**

ICS : 93.080.20

Matériaux bitumineux coulés à froid
Spécifications

E : Slurry surfacing — Requirements
D : Dicke Asphaltdeckschichten in Kaltbauweise — Anforderungen

Norme française homologuée
par décision du Directeur Général d'AFNOR le 10 septembre 2008 pour prendre effet le 10 octobre 2008.

Correspondance La Norme européenne EN 12273:2008 a le statut d'une norme française.

Analyse Le présent document prescrit un cadre de spécifications pour les matériaux bitumineux coulés à froid destinés au traitement de surface des chaussées routières et autres zones de circulation, à l'exclusion des chaussées aéronautiques.
En application de la Directive Produits de Construction (89/106/CE), le présent document propose des classes de performances pour les caractéristiques des matériaux bitumineux coulés à froid et de leurs constituants, en relation avec les exigences essentielles définies dans le mandat M/124. Ce document intègre une description du système de maîtrise de la production et des planches tests pour essais de type initiaux à mettre en oeuvre pour être en conformité avec les principes de la Directive Produits de Construction et permettre ainsi l'apposition du marquage CE.

© AFNOR 2008 — Tous droits réservés

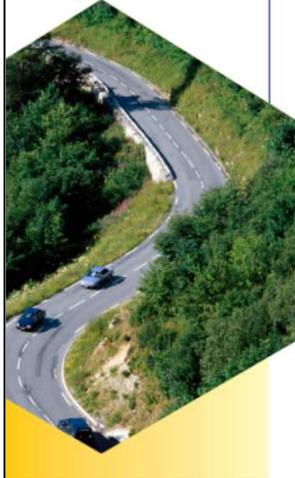
IDRRIM Institut Des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité

NOTE D'INFORMATION

N°21
Septembre 2010

Norme matériaux bitumineux coulés à froid NF EN 12273

La présente note a pour objet d'informer la maîtrise d'œuvre et la maîtrise d'ouvrage sur la norme européenne NF EN 12273 et faciliter son application pour le choix des performances des matériaux bitumineux coulés à froid. Elle doit aussi aider les producteurs à mettre en place du marquage CE.



PRESENTATION DES ECF

Qu'est ce qu'un ECF ?

Un mélange fabriqué sur chantier :

- granulats
- émulsion
- eau d'apport
- régulateur de rupture
- fibres

PRESENTATION DES ECF

Les granulats pour ECF

- 85 à 90 % de la composition de l'ECF
- Roches dures (identiques à celles des enrobés très minces)
- Mélange granulaire recomposé en carrière et humidifié

Caractéristiques principales	Classes de trafic		
	< T3	T3 - T2	≥ T1
Caractéristiques intrinsèques des gravillons	Code C	Code B	
Caractéristiques de fabrication des gravillons	Code III		Code II
Caractéristiques de fabrication des sables	Code A		
Angularité des gravillons alluvionnaires	Code Ang 2	Code Ang 1	



Exemple de formulation discontinue

PRESENTATION DES ECF

Les émulsions pour ECF

- Emulsion cationique généralement modifiée
- Teneur en bitume 60 à 65%
- Dosage en bitume résiduel de l'ECF 5,5 à 8,5%

Le rôle de l'eau dans les ECF (fonction de pré-mouillage des granulats)

Comporte généralement un tensio-actif

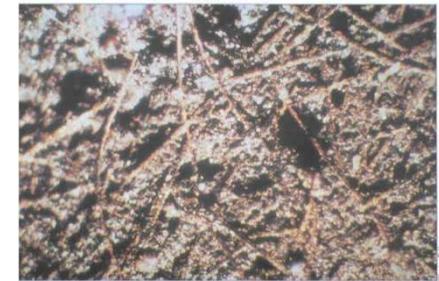
- Rend l'enrobage plus facile
- Améliore l'adhésivité liant / granulats

PRESENTATION DES ECF

La maîtrise de la rupture des ECF

Utilisation d'un régulateur de rupture et de dope

- Régulent le temps de rupture de l'émulsion
- Facilitent la mise en œuvre



Les fibres

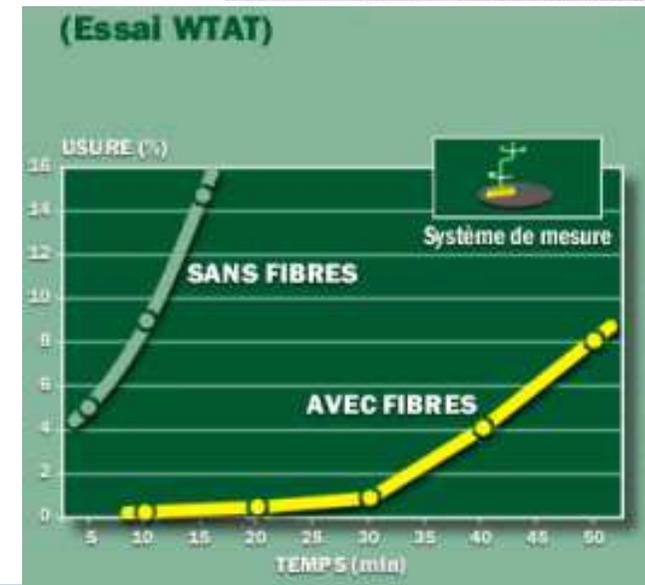
Fibres organiques de synthèse

Dosage 0,1 à 0,2 % (par rapport aux granulats)

Fibres fines et « longues » (4 à 6 mm)

Elles facilitent la mise en œuvre

- Evitent la ségrégation et les coulures
- Autorisent les formulations discontinues
- Procurent une meilleure adhérence et durabilité



LA FORMULATION D'UN ECF

Trois étapes principales

1. Caractérisation et sélection des constituants

2. Essais sur le mélange

- Consistance, maniabilité
- Temps de rupture
- Temps de durcissement, cohésion au jeune âge (essai Bénédic)



3. Essais sur échantillons d'ECF

Résistance à l'abrasion
(Wet Track Abrasion Test)



LA FORMULATION D'UN ECF

> **Le Monocouche:**

La structure monocouche s'emploie sur les supports homogènes et non déformés
(déformations < 1 cm).

> **Le Bicouche:**

La structure bicouche s'emploie sur les supports légèrement déformés
(1 à 2 cm) et/ou hétérogènes.

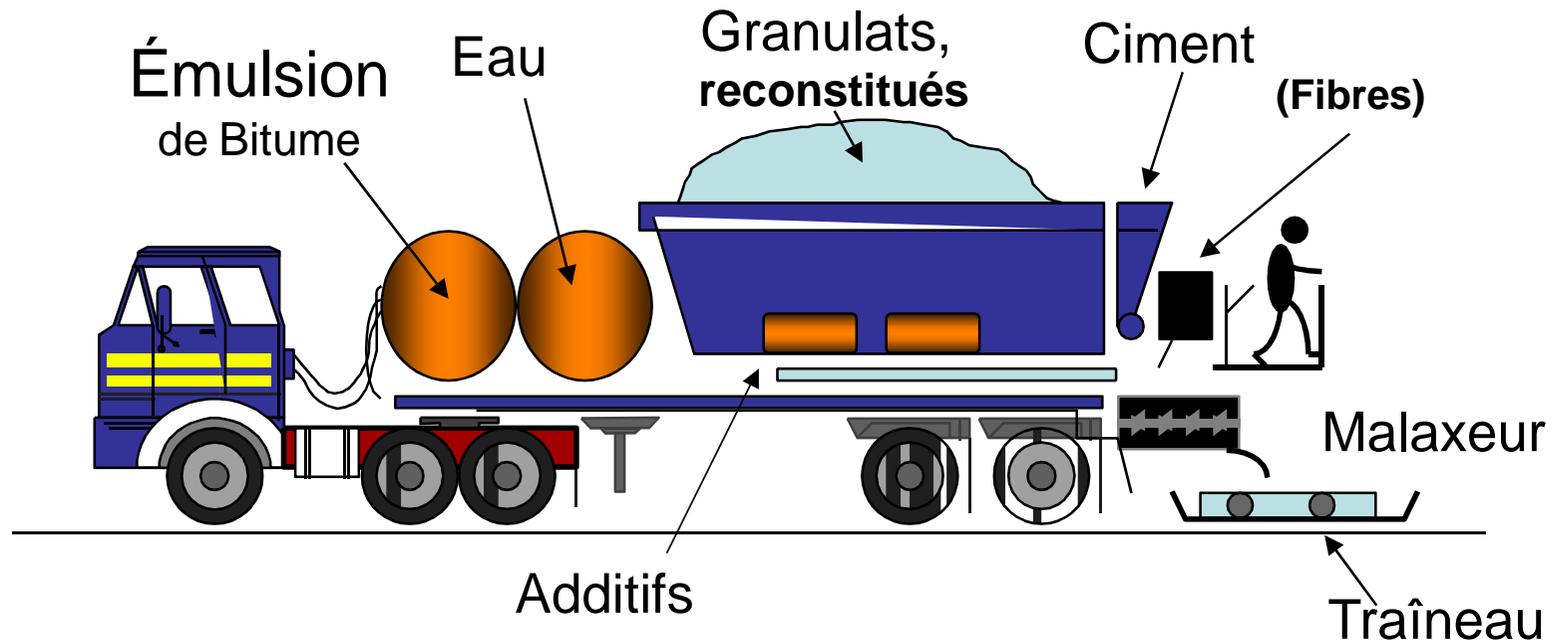
La première couche ayant pour objectif de gommer les défauts et d'homogénéiser le support avant réalisation de la 2^{ème} couche.

FABRICATION ET MISE EN OEUVRE

- Fabrication et mise en œuvre par des machines spécifiques constituées d'une unité de fabrication montée sur un châssis automoteur et d'un épandeur attelé (traîneau).
- Deux types de chargement : continu ou discontinu.

FABRICATION ET MISE EN OEUVRE

SCHEMA DE PRINCIPE D'UNE MACHINE



DEUX TYPES DE CHARGEMENT : CONTINU ou DISCONTINU

FABRICATION ET MISE EN OEUVRE

MACHINES A CHARGEMENT DISCONTINU



9 décembre 2016 Des techniques à froid économes et performantes pour un entretien durable des chaussées

FABRICATION ET MISE EN OEUVRE

MACHINES A CHARGEMENT CONTINU



9 décembre 2016 Des techniques à froid économes et performantes pour un entretien durable des chaussées

ECF : MISE EN ŒUVRE

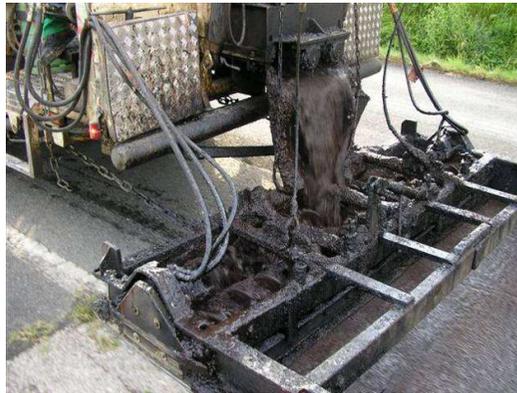
TRAÎNEAU



- Largeur variable
- Possibilité de se « casser » au milieu
- Nettoyage de la bavette indispensable

ECF : MISE EN ŒUVRE

TRAÎNEAU



9 décembre 2016 Des techniques à froid économes et performantes pour un entretien durable des chaussées

LA PREPARATION DU SUPPORT

Le support doit être propre
et ne pas présenter de déformations :

- Balayage systématique avant application
- Reprofilage si nécessaire

Les fissures actives doivent être colmatées

Les défauts structuraux doivent être corrigés

Les bandes thermoplastiques sont à éliminer



DOSAGES/ RENDEMENTS

Hors reprofilage en monocouche,
les quantités d'ECF sont d'environ :

7 à 8 kg/m² pour un 0/4

8 à 13 kg/m² pour un 0/6

13 à 20 kg/m² pour un 0/10

Les rendements dépendent principalement :

- de la quantité au m²
- de la configuration du site
- de la distance du chantier à l'aire de stockage

Dans la pratique les ordres de grandeur sont :

- 4 à 8.000 m²/j avec une machine à chargement discontinu
- Jusqu'à 25.000 m²/j avec une machine à chargement continu

LES LIMITES D'EMPLOI

- Inefficace (seul) contre la remontée des fissures.
- Ne reprofile pas et ne renforce pas.
- Tenir compte des niveaux de déflexion selon le trafic.
- Monocouche si déformation < 10 mm
- Bicouche si déformation entre 10 et 20 mm
- Températures d'application :
 - > 7°C par temps sec et > 10°C par temps humide

ET PAS DE RISQUE DE GEL LA NUIT SUIVANT L'APPLICATION

LES CRITERES DE CHOIX

Pourquoi un ECF par rapport à un enduit ?

Pour la sécurité et la nuisance sonore

- Très peu de rejets de gravillons
- Moins de bris de pare-brise
- Absence de ressuage
- Moins bruyant

Pour la durée de vie

- Adhérence conservée dans le temps
- Meilleure tenue aux saumures
- Excellente résistance au trafic PL

Pour l'esthétique

- Amélioration au fil du temps
- Colorations possibles
- Pas de coulures dans les caniveaux

LES CRITERES DE CHOIX

Pourquoi un ECF par rapport à un enrobé ?

Son prix

Moins de travaux préparatoires

- Mises à la côte des tampons ... inutiles
- Pas d'engravure
- Pas de couche d'accrochage

Une durée d'intervention limitée

- Remise en circulation rapide
- Moins de gêne pour l'utilisateur

Marquage CE des ECF

Le marquage CE des ECF est une obligation **légale** depuis le 1er janvier 2011 au même titre que tous produits manufacturés de l'union européenne (marque CE).

- C'est un gage de conformité de production et de pérennité du produit.
- La norme applicable :

Norme NF EN 12 273 Matériaux bitumineux coulés à froid - Spécifications



Marquage CE des ECF

Le marquage CE nécessite

- des planches test évaluées à 1 an
- la maîtrise de la production en fonctionnement
- l'audit par un organisme notifié

Le marquage CE ne s'applique pas si

- formulation non maîtrisée complètement par le producteur (exemple fourniture des granulats par le maître d'ouvrage)

Vérification des planches tests de type initiaux (TAIT)

- La vérification s'effectue entre 11 et 13 mois après application.
- Les défauts et la notation de ceux-ci s'effectuent suivant la norme NF EN 12274-8 de mars 2006.

Marquage CE des ECF

❖ Les défauts visuels relevés sur TAIT

Evaluation Visuelle des Défauts (EVD)	Classes de performance		
	EVD I	EVD II	EVD III
P1 – Ressuage, ressuage par poinçonnement et glaçage dans les bandes de roulement	≤ 0,5%	≤ 2%	≤ 8%
P2 – Pelade, plumage, usure, défaut de recouvrement du joint longitudinal, orniérage ou glissement du revêtement	≤ 0,5%	≤ 2%	≤ 8%
P3 – Tôle ondulée, bourrelets et bosses	≤ 0,5%	≤ 2%	≤ 8%
P4 – Groupes de petits défauts ou petits défauts répétitifs contenus dans pas plus de (n) rectangles	≤ 1% (2)	≤ 5% (6)	≤ 20% (20)
L – Rainures longitudinales (marques)	< 5 m	< 10 m	< 20 m

Classes de performances

		ECF classe A	ECF classe B	ECF classe C
ECF	Evaluation Visuelle des Défauts (EVD)	EVD I	EVD I ou EVD II	EVD I ou EVD II ou EVD III
	Macrotecture (à 1 an)	≥ 1.0	≥ 0.8 à ≥ 1.0	≥ 0.4 à ≥ 0.6
GRANULATS	Résistance à l'usure	MDE 15	MDE 15	MDE 20
	Polissage	PSV 50 à 56	PSV 50	PSV 50
	Granulométrie (mm)	0/6 ou 0/8 ou 0/10	0/6 ou 0/8	0/4 ou 0/6
	Cohésion au mouton pendule	≥ 1.0 à ≥ 1.2	≥ 1.0 à ≥ 1.2	

Exigences de performances

Catégories de chaussées - niveaux de trafic	≥ T1 (trafic ≥ 300 PL MJA*)		T2 à T3 (50 ≤ trafic < 300 PL MJA*)		< T3 (trafic < 50 PL MJA*)	
Familles de matériaux bitumineux coulés à froid - type de liant	Emulsion de bitume pur	Emulsion de bitume modifié (et / ou additifs)	Emulsion de bitume pur	Emulsion de bitume modifié (et / ou additifs)	Emulsion de bitume pur	Emulsion de bitume modifié (et / ou additifs)
Classe de performance EVD requis pour la planche test pour essais de type initiaux **	EVD I (classes définies selon codification du tableau n°2 ci-avant)		EVD I ou II		EVD I ou II ou III	

Recommandations de performances minimales	ECF A EVD I, PMT ≥ 1,0	ECF A EVD I, PMT ≥ 1,0	ECF B EVD I, PMT ≥ 0,8
---	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

ECF : CONTRÔLES

CONDITIONS DE REUSSITE :

- Préparation du support
- Qualité des constituants
- Vérification de l'affinité des constituants
- Formulation par du personnel laboratoire compétent
- Performance du matériel
- Qualification de l'équipe d'application
- Bonne prise en compte des conditions météorologiques

MAITRISE DE LA QUALITE

ECF : CONTRÔLES

ELEMENTS CLES DU PAQ :

▣ VISITE PREPARATOIRE

- Reconnaissance du tracé et du support
- Travaux préparatoires
- Technique / Formulation
- Contradictoire (obligation)
- Fiche de visite de site
- Zones de stockage
- Difficultés conduites de chantier



ECF : CONTRÔLES

ELEMENTS CLES DU PAQ :

□ CONTRÔLE DES CONSTITUANTS AVANT UTILISATION

- Granulométrie, propreté et w% des sables et des gravillons et/ou sur mélange
- Validation de la formulation (« touille »*)

** consistance, maniabilité, temps de rupture, durcissement, cohésion*



ECF : CONTRÔLES

ELEMENTS CLES DU PAQ :

□ CALIBRAGE DES MACHINES ECF

Etalonnage de tous les constituants :

- complet 1 fois/an avant le début des campagnes
- 3 points de contrôle + 1 point de vérification

- eau
- émulsion
- sable
- ciment
- fibres
- additifs



Vérification du matériel et des réglages

ECF : CONTRÔLES

ELEMENTS CLES DU PAQ :

☐ CONFORMITE DE LA MISE EN OEUVRE

Eventuellement Teneur en liant résiduel + granulométrie par extraction mais il est difficile de maîtriser les prélèvements.

→ Bouclage / ratio / consommation sur Fiche de suivi journalier ECF



Contrôles extérieurs / Réception

Contrôles extérieurs avant chantier :

- Validation PAQ de l'entreprise
- Acceptation de l'état de la couche support des ECF et des modalités éventuelles de préparation (visite contradictoire)
- Acceptation des différents constituants (contrôles des stocks de granulats, contrôles des émulsions) et de la formule d'ECF
- Acceptation du matériel de mise en œuvre

Réception par vérification des performances de l'enrobé coulé à froid à 1 an :

- Contrôle de la macrotexture (PMT)
- Relevés des dégradations





Centre d'études et d'expertise sur les risques,
l'environnement, la mobilité et l'aménagement

Direction territoriale Méditerranée

Merci de votre attention

Jean-François LE PARC

GINGER CEBTP Aix-en-Provence

jf.le.parc@groupe-cebtp.com

Tél : 04 42 99 27 00



Routes de Provence-Alpes-Côte d'Azur



Routes du Languedoc-Roussillon



9 décembre 2016