

AVIS TECHNIQUE

CHAUSSEES **141**

TECHNIQUE DE
PREFISSURATION

CRAFT®

Société : EUROVIA S.A.

18 Place de l'Europe
92525 RUEIL MALMAISON Cedex
Téléphone : 01.47.16.38.00
Télécopie : 01.47.16.38.01
Internet : www.eurovia.com

Le présent avis porte sur le procédé "CRAFT (CRéation Automatique de Fissures Transversales)" de préfi ssuration des assises traitées aux liants hydrauliques et correspond au renouvellement du premier avis n° 70 paru en juillet 1993 sous le même nom.

Le procédé s'applique au moment de la mise en œuvre du matériau, avant compactage final. Il consiste à créer dans la couche, transversalement, une discontinuité verticale pour y localiser la fissuration de retrait.

On choisit un faible pas de préfi ssuration de 3 m.

L'utilisation de graves hydrauliques de classe G4 ou G5 (notamment les Graves Ciment Optimisées- GCO), associées au procédé CRAFT, conduit à des structures monocouches d'épaisseur d'assise inférieure à celle de structures bicouches.

Le procédé conduit à des fissures fines et rectilignes dans le matériau traité aux liants hydrauliques. La remontée de ces fissures à la surface est retardée, ces fissures se dégradent moins vite et leur entretien spécifique est en général limité.

Date : Février 2004

Validité : 7 ans

SOMMAIRE

I - Présentation du procédé par l'entreprise.	page 2
II - Résultats d'études et de suivis de réalisations	page 6
III - Avis du Comité	page 7

I - PRESENTATION DU PROCÉDÉ PAR L'ENTREPRISE

1. PRINCIPE

Le procédé CRAFT (CRéation Automatique de Fissures Transversales) est un procédé de préfissuration automatique des assises de chaussées traitées aux liants hydrauliques. Il localise à des emplacements prédéterminés, lors de la mise en œuvre, les fissures de retrait qui se forment naturellement dans la couche traitée.

L'originalité du procédé réside :

- dans la création à intervalles réguliers (tous les 3 m) et avant compactage final, d'un sillon transversal dans la couche de grave ou sable traité,
- dans la projection d'un produit bitumineux dans ce sillon, temporairement ouvert,
- dans la fermeture de ce sillon au moment du compactage.

2. FOURNITURES

Le produit bitumineux est une émulsion de bitume de type cationique à rupture rapide de même nature que celle utilisée en couche de cure des assises traitées aux liants hydrauliques.

L'émulsion joue un double rôle :

- sa phase aqueuse à faible pH crée une zone de résistance plus faible, favorable à la localisation des fissures de retrait,
- sa phase bitumineuse crée une discontinuité permanente et permet une prélocalisation précise de la fissure.

Par ailleurs, au droit de la discontinuité, la phase bitumineuse est utilisée pour diminuer la sensibilité du matériau à l'eau et à l'abrasion.

3. MATÉRIEL DE MISE EN ŒUVRE

a) Caractéristiques générales

L'intérêt du procédé est d'être réalisé sur le matériau simplement régalé et nivelé, y compris derrière finisseur. L'effort mécanique nécessaire à l'ouverture du sillon est alors faible. Les opérations de compactage et de réglage ne sont pas perturbées et la qualité de surface de la couche réalisée est conservée.

L'opération mobilise des moyens mécaniques spécifiques mais simples sous la forme d'un dispositif de préfissuration installé sur la partie frontale d'un engin porteur de type tractopelle.

Ce dispositif, qui fait l'objet d'un brevet sous le numéro 88-14828 en date du 15 novembre 1988 comprend un bras manipulateur de guidage de l'outil, associé à des équipements complémentaires dont une réserve d'émulsion, une centrale hydraulique, un compresseur et un groupe électrogène.

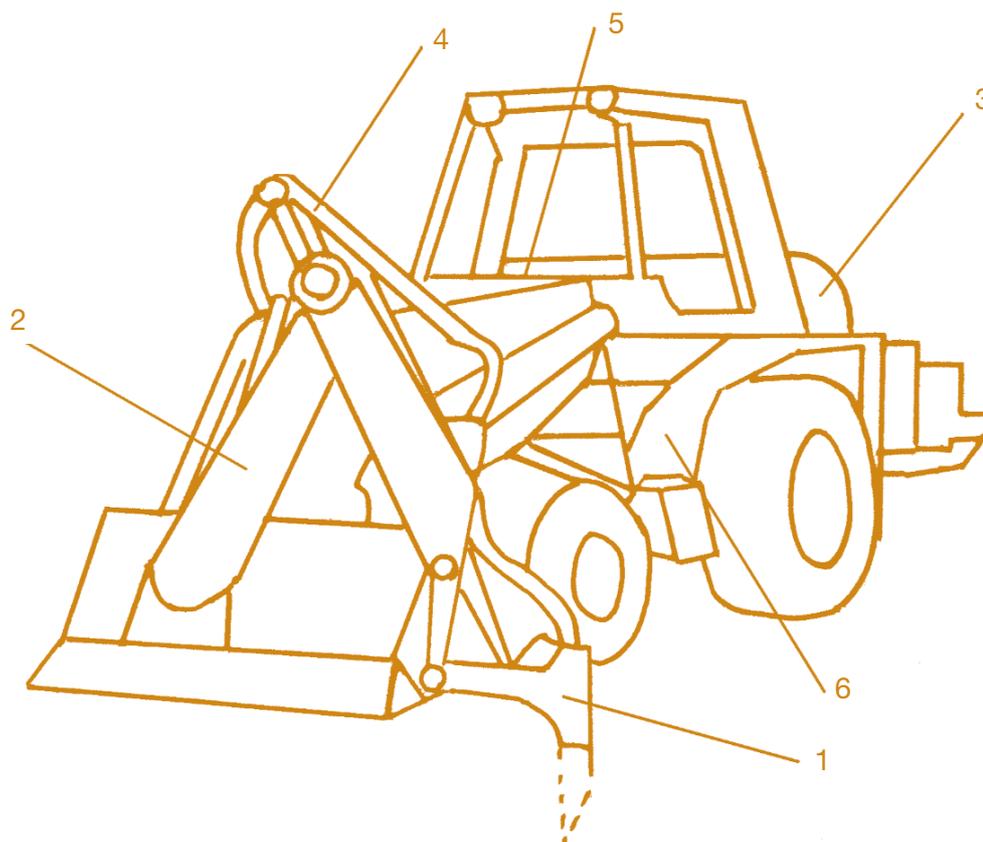
La machine CRAFT fonctionne de la façon suivante :

- le bras manipulateur articulé en forme de compas permet le positionnement de l'outil dans la couche et sa progression horizontale transversalement à l'axe de la chaussée sur une longueur maximale de 5,00 m environ,
- l'outil en forme de dent assure l'ouverture du sillon et l'injection du liant ; le mouvement de la dent est facilité par un dispositif de vibration.

Le faible encombrement de la machine lui permet de s'intégrer dans un processus de mise en œuvre d'assises traitées aux liants hydrauliques sans gêner les engins de réglage (niveleuse, finisseur ou autograde) ou de compactage. La durée d'un cycle complet de travail est de 30 secondes.

Il comprend le déplacement de la machine, par son conducteur, vers un sillon à créer situé à environ 3 m du précédent et la préfissuration sur toute la longueur du sillon.

La mise en œuvre de la machine CRAFT s'effectue après le réglage (à la niveleuse ou au finisseur) des matériaux, et avant les opérations de compactage et le réglage définitif.



- 1 - Outil ou couteau
- 2 - Bras manipulateur articulé
- 3 - Citerne à émulsion calorifugée

- 4 - Centrale hydraulique
- 5 - Automate programmable
- 6 - Engin porteur

b) Réglage de la machine et dispositions de chantier

a) Au démarrage du chantier

- Prévoir une répandeuse capable d'approvisionner journalièrement l'émulsion à une température supérieure à 70°C.
- Définir le mode d'intervention de la machine CRAFT.
- Régler la profondeur de préfissuration.
- Définir le pas de préfissuration.

b) En cours de chantier

- En début de journée, charger l'émulsion dans la cuve du CRAFT.
- Répandre et régaler le matériau d'assise à la niveleuse ou au finisseur selon la largeur prévue.
- Préfissurer l'assise.
- Compacter l'assise.
- Effectuer le réglage final.
- Compacter définitivement.
- En fin de journée, vider la cuve à émulsion de la machine CRAFT.

4. DOMAINE D'EMPLOI

Toutes les assises traitées aux liants hydrauliques peuvent être préfissurées avec le procédé CRAFT. La préfissuration s'effectue sur une profondeur maximale de 25 cm dans le matériau foisonné. Ce qui correspond, dans la plupart des cas, à une préfissuration comprise entre les 2/3 et la totalité de l'épaisseur de l'assise compactée.

En effet, on considère qu'à partir du moment où une entaille intéresse le 1/3 de l'épaisseur de la couche, elle est suffisante pour localiser une fissure de retrait.

Par sécurité, avec une telle technique on préfère affaiblir l'assise sur les 2/3 de son épaisseur; le film bitumineux injecté permet par ailleurs de réduire sur cette hauteur la sensibilité du matériau à l'eau et à l'abrasion.

Dans le cas où la largeur de l'assise est supérieure à la longueur du sillon réalisé en une seule fois (5,0 m) la continuité transversale de la préfissure est assurée en réalisant une autre préfissure dans le prolongement de la précédente. L'écart entre les deux préfissures est inférieur à 5 cm.

Selon la nature du matériau ou l'intensité du trafic, la préfissuration des matériaux traités aux liants hydrauliques (grave-ciment, grave-laitier, grave-cendres volantes silico-alumineuses-chaux, sable ciment, sable laitier) a été rendue obligatoire ou est vivement conseillée dans le catalogue des structures types de chaussées neuves du SETRA/LCPC de 1998.

Le procédé CRAFT est une des composantes essentielles du procédé Grave Ciment Optimisée (GCO), développé dans le cadre de la Charte de l'Innovation Routière. La GCO est une grave traitée aux liants hydrauliques à hautes performances, préfissurée, mise en œuvre en une seule couche et revêtue d'une couche de roulement en béton bitumineux semi-grenu ou mince avec une maîtrise efficace du risque de fissuration.

La préfissuration CRAFT associée au procédé GCO permet de ramener le coefficient de transfert de charge k_d des graves hydrauliques de type G4 et G5 de 1/1,25 à 1/1,1. Il est utilisable en structure monocouche pour tout trafic inférieur ou égal à T1, en appliquant les règles du guide technique SETRA/LCPC de 1994 « Conception et dimensionnement des structures de chaussées ». Il conduit à une réduction d'épaisseur d'assise par rapport à une structure bicouche en matériaux traités aux liants hydrauliques dès lors que la portance minimale du sol support est de classe PF_2 (≥ 50 MPa) et que l'épaisseur maximale de sa mise en œuvre en une seule couche ne dépasse pas 32 cm.

5. CHANTIERS DE RÉFÉRENCE

Après une phase expérimentale en 1987, le linéaire de préfissures réalisé à ce jour à l'aide du procédé CRAFT s'élève à plus de 1,3 millions de mètres linéaires (ml). Les principales références sont les suivantes :

Année	Dépt	Localisation		Trafic PF	Structure (assise préfissurée + BB)	Longueur en ml
1991	35	RN 137	Déviations Hédé-Tinténiac	T ₁ PF ₂	42 cm GC + 4 cm BB + 4 cm BBDr avec géotextile	57 000
1991	70	RD 6	Villers les Luxeuil	T _{2/3} R	22 cm BC + 2 cm BB	9 000
1991	70	RD 20	Ports s/ Saône	T _{2/3} R	22 cm BC + 2 cm BB	4 700
1992	70	RD 438	Déviations de Héricourt	T ₀	30 cm BC + 3 cm BB	14 000
1992	Espagne	RN 240A	Déviations d'Irurzun		22 cm BC + 10 cm BB	29 000
1993	40	RN 124	Mt de Marsan-Peline		22 cm GL + géotextile + 6 cm BB	8 900
1993	40	RN 124	Peline-RD 3		22 cm GL + géotextile + 6 cm BB	6 600
1993	52	RN 67	Déviations de Rachecourt	T ₀ PF ₂	30 cm GCO + 4 cm BB 30 cm GCO + 10 cm BB 20 cm + 23 cm GC (Craft) + 10 cm BB	530 530 29 300
1993	52	RN 67	Déviations de Rachecourt	T ₀ PF ₂	35 cm GCO + 4 cm BB 35 cm GCO + 10 cm BB	530 1 600
1994	70	RN 57	Vellefaux	T _{2/3} R	25 cm GC + 6 cm BBL + 2,5 cm BB	17 000
1995	61	RN 26	Déviations Rai-Aube	T ₁ PF ₂	32 cm GCO + 5,5 cm BB + 2,5 cm BBTM 35 cm GCO + 5,5 cm BB + 2,5 cm BBTM	800 1 300
1995	70	RD 9	Vellechevieux	T _{2/3} R	27 cm BC + 6 cm BBL + 2,5 cm BBTM	4 000
1996	52	RN 67	Déviations de Joinville	T ₀ PF ₂	20 cm + 22 cm GC (Craft) + 4 cm BB + 2,5 cm BBTM	5 400
1997	40	RN 124	Déviations de Meilhan	T ₁ PF ₂	28 cm GC + 9 cm GB + 5 cm BBL + 4 cm BBDr	3 700
1997	61	RN 12	Alençon	T ₁ PF ₃	25 cm SC + 14 cm GB + 6 cm BB + 2,5 cm BBTM	16 500
1997	71	RN 73	Déviations de St Marcel	T ₁ PF ₃	34 cm GCO + 6 cm BB + 2,5 cm BBTM	6 600
1997	40	RN 124	Tartas-Meilhan	T ₁	28 cm GC + 9 cm GB + 5 cm BBL + 4 cm BBDr	16 800
1999	52	RN 4	Déviations de St Dizier	T ₁ PF ₂	22 cm GC + 14 cm GB + 6 cm BBL + 2,5 cm BBTM	38 800
2000	61	RD 919	Raccordement avec RN 26	T ₁ PF ₂	23 cm GC + 15 cm GB3 + 5 cm BBMa	9 800
2001	56		Port de pêche de Lorient		90 cm SC en 4 couches toutes préfissurées	8 000
2001	61	RD 919	Raccordement avec RN 26	T ₁ PF ₂	23 cm GC + 15 cm GB3 + 5 cm BBMa	3 700

La longueur exprimée en ml correspond au mètre linéaire de préfissure : exemple d'une chaussée en 8,0 m de large. Il y a 333 préfissures par km soit $333 \times 8,0 = 2667$ ml de préfissure par km de chaussée.

R = Renforcement
BC = Béton compacté
GC = Grave Ciment
GCO = Grave Ciment Optimisée
GL = Grave Laitier

PF = Plate Forme
BB = Béton Bitumineux
BBDr = Béton bitumineux drainant
BBL = Béton bitumineux de liaison
BBTM = Béton bitumineux très mince

II – RESULTATS D'ETUDES ET DE SUIVIS DE REALISATIONS

1. DOSAGE EN ÉMULSION

La machine CRAFT injecte entre 1,7 et 2 litres d'émulsion par m² d'entaille. Cette quantité a pu être vérifiée sur un grand nombre d'entailles réalisées.

Ce dosage n'est pas contrôlable mais est facilement vérifiable par la consommation d'émulsion par rapport au linéaire et à la profondeur des entailles réalisées. Le film de bitume interposé dans l'assise peut être estimé entre 1,7 et 2 mm d'épaisseur et sa présence a pu être constatée chaque fois qu'un carottage a été réalisé au droit d'une préfissuration.

2. INCIDENCE SUR LE DÉROULEMENT DU CHANTIER

L'atelier de préfissuration CRAFT s'intègre dans l'atelier de mise en oeuvre du matériau traité au liant hydraulique aussitôt après le préréglage, devant l'atelier de compactage.

Il ne retarde pas les cadences de mise en œuvre mais « allonge » le chantier (intercalation d'un engin supplémentaire).

Il ne justifie pas une modification de formulation du matériau, mais le délai de maniabilité recherché doit tenir compte de cet « allongement » du chantier.

3. EFFICACITÉ DE L'ENTAILLE POUR PROVOQUER UNE FISSURE DANS L'ASSISE

L'efficacité de la technique CRAFT est réelle car sur aucun chantier il n'a été observé une fissure de retrait en surface de chaussée à un autre emplacement qu'au droit d'une préfissuration CRAFT. Quand on a carotté au droit d'une préfissuration on se trouve devant trois cas de figure :

- la couche de roulement présente une fissure visible en surface,
- la couche de roulement ne présente pas de fissure en surface mais on constate une amorce de fissure à la base de couche de roulement,
- la couche de roulement n'est pas fissurée. Dans ce cas, l'essai de carottage ne permet pas de dire si la préfissuration CRAFT a comme dans les deux autres cas engendré une fissure de retrait active.

4. EFFET DE LA PRÉFISSURATION CRAFT SUR LA FISSURATION EN SURFACE DE CHAUSSÉE

Chaque fois qu'un chantier préfissuré avec la machine CRAFT a été réalisé avec une zone témoin (toutes choses égales par ailleurs sauf la préfissuration), on a pu constater :

- l'apparition de fissures transversales sur la planche témoin avant d'en voir sur les zones préfissurées,
- sur les zones traitées avec CRAFT, absence de fissures ou fissures fines qui se situent toujours au droit d'une préfissuration.

III – AVIS DU COMITE

1. RÉALISATION DES CHANTIERS

Le matériel utilisé pour la préfissuration est fiable et son intégration facile dans un atelier de mise en œuvre.

Le procédé CRAFT, peut conduire, notamment avec les GCO, à compacter en une seule couche des épaisseurs importantes (jusqu'à 32cm). Le comité attire donc l'attention sur la nécessité de veiller à la conception de l'atelier de compactage et à son fonctionnement pour obtenir les densités requises, notamment en fond de couche, pour le niveau de qualité de compactage spécifié.

2. EFFICACITÉ DU PROCÉDÉ CRAFT

Le procédé CRAFT est une technique de préfissuration des assises de chaussées traitées aux liants hydrauliques.

Ce procédé permet d'obtenir des fissures rectilignes et fines, du fait de leur faible pas, dans les matériaux traités aux liants hydrauliques conformes aux normes NF P 98-113, NF P 98-116 et NF P 98-128.

Ces fissures remontent moins vite au travers des couches bitumineuses à la surface de la chaussée ; la dégradation de l'enrobé bitumineux au niveau de ces fissures fines est généralement moins rapide que sans préfissuration, ce qui permet d'en limiter l'entretien spécifique (colmatage).

La discontinuité créée dans l'assise tous les 3 mètres n'est généralement pas observée en surface ; le pas moyen observé entre fissures est un peu plus faible que celui obtenu sans préfissuration.

Le procédé a montré son efficacité sur plusieurs assises monocouches en grave hydraulique de classe G4 ou G5 (béton compacté ou GCO).

Sur quelques chantiers, le procédé CRAFT n'a pas permis d'éviter une évolution défavorable de la fissuration, qui est semblable à celle de sections témoins non préfissurées. Mais ces chantiers ont été affectés par d'autres dégradations d'origine structurelle révélant des défauts de conception et/ou de réalisation pour lesquels la préfissuration ne peut avoir d'effet. En particulier, la préfissuration ne doit pas conduire à réduire l'épaisseur des couches de surface.

Lorsque ce procédé est associé à un dispositif limitant la remontée des fissures comme un géotextile imprégné, l'efficacité est améliorée, alors qu'elle reste faible lorsque le géotextile imprégné est utilisé sans préfissuration.

3. DIMENSIONNEMENT

Pour le dimensionnement des structures monocouche en grave hydraulique de classe G4 ou G5 suivant la méthode du guide technique SETRA-LCPC «Conception et dimensionnement des structures de chaussées» de 1994 et les hypothèses du catalogue de structures-types de chaussées neuves de 1998, on retiendra la valeur de 1/1,1 pour le coefficient kd au lieu de 1/1,25. Ceci s'applique aux assises de chaussées d'épaisseur ≤ 32 cm, sous trafic $\leq T1$ et reposant sur une plate-forme support de chaussée de classe PF₂ au minimum.

4. CONTRÔLES SPÉCIFIQUES

Les contrôles spécifiques à la technique et complémentaires à ceux qui sont définis dans la norme NF P 98-115 sont les suivants :

- conformité du matériel, bon état de marche et utilisation selon cet avis technique,
- espacement de la préfissuration et profondeur d'action du soc,
- vérification du dosage en émulsion (contrôle des quantités utilisées et du fonctionnement du jet),
- adaptation du délai de maniabilité du matériau aux conditions climatiques et à la durée de mise en œuvre.

5. RÉFÉRENCES

Les chantiers ayant fait l'objet d'un examen par le Collège des Observateurs et dans le cadre de l'instruction de cet avis technique figurent dans le tableau suivant :

Routes	PR à PR	Date	Trafic	Dép.	Structure
sans géotextile					
RN 79	74 + 000 à 77 + 800	92	T ₀	71	(20 + 25) GC + 8 BB
RN 532	8 + 000 à 9 + 840	89	T ₁	38	25 GC + 8 BB
RN 57G	53 + 320 à 56 + 323	94	T ₁	70	(20 + 25) GC + 6 BBL + 2,5 BB
RD 21	10 + 770 à 11 + 700	89	T ₃	28	25 GL + 6 BB
RN 17	Déviation de ROYE	90	T ₁	80	(20 + 25) GC + 4BBL + 4 BBM
A 84	246 + 000 à 247 + 000	93	T ₁	14	22 GC + 5 BBL + 3 BBM
RN 94	106 + 000 à 107 + 500	90	T ₁	05	20 GCV + 22 GCV + (2 + 6) BB
RN 26	Déviation de Rai-Aube	95	T ₁	61	32/35 GCO + 5,5 BB + 2,5 BBTM
RN 73	Déviation de St Marcel	97	T ₀	71	34 GCO + 6 BB + 2,5 BBTM
avec géotextile					
RN 137	70 + 200 à 78 + 200	91	T ₁	35	42 GC + géo + 4 BB + 4 BBDr
RN 124	70 + 000 à 75 + 000	93	T ₁	40	(20 + 22) GL + géo + 6 BB
RN 17	Déviation de ROYE	90	T ₁	80	(20 + 25) GC + géo + 4 BBL + 4 BBM
RN 814	Rocade de Caen	92	T ₁	14	(22 + 20) GL + géo + 8 BB + 4 BBDr

Document réalisé et édité par le Comité Français pour les Techniques Routières
 CFTR 46, avenue Aristide Briand – BP 100 – 92225 BAGNEUX Cedex – France
 Téléphone : 01.46.11.33.21 – Télécopie : 01.46.11.36.92
 e-mail : cftr@i-carre.net - Internet : www.cftr.asso.fr

Disponible au bureau de vente du SETRA
 46, avenue Aristide Briand – BP 100 – 92225 BAGNEUX Cedex – France
 Téléphone : 01 46 11 31 53 – Télécopie : 01 46 11 33 55

Référence du document : **RA 0401 – Prix de vente : 1,5 €**

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