



NOTE D'INFORMATION

CHAUSSEES
DEPENDANCES

98

Auteur : Observatoire des
Techniques de Chaussées

Editeur :



RETRAITEMENT A CHAUD DES MATERIAUX BITUMINEUX EN CENTRALE

Avril 1997

Cette note d'information, écrite dans le cadre de l'Observatoire des Techniques de Chaussées actualise l'état des connaissances sur le recyclage à chaud en centrale à faible ou à fort taux en matière de méthodologie d'études préalables, d'aptitude des matériels de fabrication, de domaine d'emploi et de bilan technique. L'expérience acquise depuis ces quinze dernières années a permis d'établir les règles d'utilisation rendant cette technique parfaitement opérationnelle.

L'aspect économique est actuellement pénalisé par le coût de la gestion des matériaux de réemploi, indissociable de la pratique du recyclage d'enrobés. L'évolution des conditions de mise en décharge devrait inverser cette tendance et, pour la préservation des ressources et le respect de l'environnement, inciter à recycler.

Le développement souhaitable est subordonné à l'attitude volontariste de la part de toutes les parties concernées, autorités routières, concepteurs des chaussées, entreprises.

VOCABULAIRE

- **Rabotage** : enlèvement d'une certaine épaisseur de matériaux bitumineux par action d'une lame tranchante (généralement à chaud).
- **Fraisage** : désagrégation et enlèvement des matériaux sur une épaisseur déterminée par action d'un tambour rotatif équipé de dents, de pics, ou de couteaux. L'opération s'effectue généralement à froid ou après avoir chauffé le revêtement.
- **Recyclage en centrale** : traitement en centrale d'enrobage à chaud, généralement équipée d'un dispositif d'introduction des vieux enrobés (TSE R), d'enrobés fraisés provenant ou non du même site, avec correction par apports de granulats neufs et de bitume ou de liant régénérant.

- **Taux de recyclage** : défini par la proportion pondérale d'agrégats de recyclage dans l'enrobé produit.
- **Bitume de régénération** : liant d'ajout ayant un pouvoir fluidifiant et repeptisant sur le bitume vieilli pour reconstituer avec le bitume ancien un liant ayant les propriétés souhaitées.

RAPPEL DE LA TECHNIQUE

L'objectif du recyclage à chaud est de fabriquer un enrobé ayant des qualités comparables à celles d'un enrobé neuf, en réutilisant des matériaux récupérés, tout en respectant les contraintes environnementales et technico-économiques. La composition est étudiée pour respecter les caractéristiques de

l'une des techniques définies par les normes pour les enrobés hydrocarbonés à chaud.

Cette technique est apparue en France vers 1980, à une époque où l'entretien du réseau routier commençait à occuper une place importante. La distinction entre recyclage à faible taux ($\leq 20\%$) et recyclage à fort taux ($\geq 20\%$), conditionnée à l'origine par le manque d'adaptation des centrales d'enrobage et l'hétérogénéité de certains enrobés de récupération, reste d'actualité mais traduit maintenant un choix stratégique.

Le liant de régénération est soit un bitume classique lorsque le liant des matériaux à recycler est peu vieilli et/ou le taux de recyclage est faible, soit un liant spécifique dans le cas contraire. La réalisation d'un chantier de recyclage peut se décomposer en plusieurs opérations qui s'enchaînent ou s'effectuent simultanément suivant le cas :

- **récupération** des enrobés ;
- **stockage** des enrobés récupérés par fraisage ou après concassage ;
- **fabrication** des enrobés recyclés en respectant :
 - un chauffage et un séchage des enrobés récupérés sans dégradation du liant ancien ;
 - une protection efficace du liant de régénération, qui présente souvent une susceptibilité thermique plus importante que celle des liants classiques ;
 - un temps de malaxage permettant un mélange aussi parfait que possible entre le liant ancien et le liant de régénération ;
 - les règles habituelles pour la fabrication des enrobés traditionnels, et plus précisément l'homogénéité du produit final, le respect de l'environnement en matière d'émission de particules solides et de polluants gazeux ;
- **mise en œuvre** des enrobés recyclés de façon classique par des ateliers traditionnels.

ASPECT NORMATIF

Deux documents liés à la normalisation font référence à la fabrication des enrobés recyclés en centrale à chaud :

- la **norme NF P 98-150** de décembre 1992 « Exécution des corps de chaussées, couches de liaison et couches de roulement en enrobés hydrocarbonés » ;
- le **guide d'application des normes** pour le réseau routier national. Ce document fixe les taux de recyclés en fonction du type de centrale d'enrobage.

LE RECYCLAGE A FAIBLE TAUX

Avec les équipements actuels, presque toutes les entreprises peuvent pratiquer le recyclage à faible taux. Cependant, cette technique est utilisée essentiellement sur quelques centrales discontinues.

1 - Caractéristiques des chantiers

Les conditions de réalisation peuvent être synthétisées comme suit :

- fabrication essentiellement réalisée en **centrales fixes discontinues** ;
- localisation des centrales à proximité des **grandes agglomérations** où se conjuguent les potentialités de récupération et de réemploi ;
- **surveillance** rigoureuse de la **collecte** et du **stockage** des matériaux à recycler ;
- **préparation** de ces matériaux (les fraisats ne représentent qu'environ 15 % de la récupération), par **réduction** des plaques stockées et **concassage**. Cela impose une gestion comprenant le classement des divers types de matériaux de dépose et la pratique de **mélanges d'homogénéisation** ;
- le domaine d'emploi privilégié concerne les **chaussées à sollicitations modérées** pour une utilisation possible dans toutes les couches, même en couche de roulement.

2 - Aptitude des centrales discontinues

Le dosage est assuré par un doseur pondéral avec une trémie apte à assurer un bon écoulement du produit. Les enrobés à recycler ne transitent pas par le sécheur. Dans la plupart des cas, ils sont incorporés aux granulats naturels surchauffés au pied de l'élévateur à chaud.

La formule suivante permet de calculer de façon approchée l'écart ΔT entre la température de surchauffe des granulats naturels et la température de sortie des enrobés ($150\text{ }^{\circ}\text{C}$) en fonction du taux de recyclage R et de la teneur en eau W_R des enrobés à recycler, la température de départ des granulats et des enrobés à recycler étant de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$$\Delta T = R (75W_R + 310) / 2,3 (100-R)$$

ex : pour $R = 20$ et $W_R = 2$
nous trouvons $\Delta T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

L'ensemble des matériaux est ensuite introduit, en court-circuitant le crible, dans le malaxeur où la répartition du liant ancien et les transferts de chaleur s'effectuent jusqu'au moment de l'introduction du liant d'apport. L'automatisme doit impérativement tenir compte du déphasage temporel entre l'introduction des granulats naturels et des recyclés.

Afin d'assurer une bonne homogénéisation entre granulats naturels et recyclés, le **temps de malaxage**

à sec est augmenté d'environ 10 à 15 s, ce qui pénalise la cadence horaire (réduction d'environ 20 %).

Cette méthode permet un **taux de recyclage de l'ordre de 15 %**. La limitation résulte de la capacité d'évacuation de la vapeur d'eau par le système de mise en dépression de la tour et de l'encrassement potentiel au niveau de l'élévateur à chaud.

3 - Bilan technique

Les enrobés à recycler proviennent de **fraisage** ou de **concassage** et possèdent, en général, les caractéristiques suivantes :

- granulométrie avant désenrobage = 0/20 à 0/31 mm ;
- granulométrie après désenrobage = 0/10 à 0/14 avec une teneur en fines variant de 8 à 12 % ;
- teneur en bitume = 4 à 6 %.

Compte tenu du faible taux de recyclage, le liant de régénération est un **bitume classique** (classe de pénétrabilité 80/100 voire 60/70). On adapte la pénétrabilité du liant de correction à la dureté finale recherchée en tenant compte du vieillissement imputable à la fabrication des enrobés. Pour une énergie et un temps de malaxage convenables, la régénération du liant ancien est bien assurée. **L'homogénéité d'un enrobé contenant 10 à 15 % de matériaux recyclés est comparable à celle d'un enrobé neuf.**

LE RECYCLAGE A FORT TAUX

La prise en compte des impératifs qualitatifs, économiques et environnementaux a conditionné la définition d'une **méthodologie d'étude** des matériaux à recycler et **l'évolution** des centrales d'enrobage.

1 - Caractéristiques des chantiers

Le recyclage des enrobés offre des possibilités intéressantes pour les chantiers d'entretien. Diverses opportunités peuvent se présenter :

- travaux visant à résoudre des problèmes **de décollement d'interface** entre une couche de roulement et son support ;
- traitement de **dégradations** (faïençage, fissuration) d'une couche de roulement devenant liaison après la mise en place d'un enrobé d'entretien ;
- réparation de **fissures** imputables au vieillissement du bitume ;
- traitement des voies lentes particulièrement dégradées et permettant de **limiter** les problèmes de **réhausse de niveau**.

Deux catégories de chantier conditionnent l'organisation générale :

• *Les chantiers en circuit fermé*

L'enrobé fraisé est recyclé sur le site même d'où il est extrait. Les opérations de fraisage, fabrication avec recyclage et mise en place sont **simultanées**. Les ateliers de fraisage et de mise en oeuvre sont décalés dans l'espace pour des considérations de phasage des opérations et d'exploitation de l'itinéraire sur lequel les travaux s'effectuent sous circulation.

Ces chantiers présentent l'avantage de se prêter à l'industrialisation et à la mise en place d'un plan qualité de bon niveau. Ils nécessitent toutefois la présence, dans un périmètre proche, d'une centrale de fabrication adaptée et de quantités à traiter suffisamment importantes pour que **la technique soit économiquement acceptable**.

• *Les chantiers en circuit ouvert*

L'enrobé fraisé n'est pas réutilisé sur le site d'extraction. L'utilisation ultérieure est souvent orientée vers des itinéraires à sollicitations plus faibles, du fait soit du trafic, soit de la situation dans les couches inférieures de la chaussée. Il est nécessaire d'être vigilant quant aux conditions de **stockage**, afin d'éviter les problèmes d'agglomération du fraisat.

2 - Etudes préalables

Un chantier de recyclage fait obligatoirement l'objet d'une étude préalable. Une méthodologie d'étude en laboratoire a été définie par le LCPC et le Laboratoire Régional de Blois [1]. Les principales phases de cette étude sont :

Evaluation de la nature et de la quantité d'enrobés récupérables

On distingue 4 cas selon le mode de démolition et l'homogénéité de l'ancien enrobé :

- enrobés fraisés en provenance d'une section homogène ou d'origines diverses ;
- enrobés déposés et concassés en provenance d'une section homogène ou d'origines diverses.

Caractérisation de l'enrobé à recycler

Cette opération permet de confirmer la faisabilité du recyclage. Elle comprend :

- **l'analyse granulométrique** du produit fraisé ou concassé non désenrobé (sur éléments > 4 mm) ;
- **l'identification** de l'enrobé, (teneur en eau, teneur en liant, granulométrie après désenrobage) ;
- la **caractérisation du liant vieilli**, (pénétrabilité, IP, TBA, point de fragilité Fraass, teneur en asphaltènes).

La phase de fraisage doit être menée de manière rigoureuse afin d'obtenir un fraisat le plus **régulier possible (pourcentage d'éléments supérieurs à 25 mm, inférieurs à 7 mm et teneur en eau maximale de 3 %)**.

Choix du liant régénérant

On régénère un liant vieilli en lui apportant les parties plus légères qui lui font défaut. **Une méthodologie d'étude en laboratoire** a été définie par le LCPC [2]. Le recyclage en centrale doit permettre la conservation des caractéristiques du liant régénérant, dont la susceptibilité thermique augmente avec le taux de recyclage.

Etude de formulation et détermination du taux de recyclage

A partir des paramètres déterminés précédemment, le taux de recyclage est calculé de manière à obtenir un enrobé ayant des caractéristiques comparables à celles exigées pour un enrobé neuf. Les déterminations de la composition granulométrique et du dosage optimal en liant régénérant se font à partir d'essais : PCG, Duriez, d'orniérage. Cette étude peut être complétée par des essais de traction directe pour déterminer le module du matériau recyclé.

3 - Aptitudes des centrales de fabrication

La technologie du matériel joue un rôle important sur la qualité finale des enrobés et la pollution atmosphérique éventuelle. Elle conditionne, une fois fixés les caractéristiques des matériaux à recycler et l'usage prévu pour l'enrobé, le choix du taux de recyclage. L'aptitude des centrales d'enrobage est liée à la nature des échanges thermiques qui régissent le processus de fabrication. Il existe deux modes de transfert de la chaleur nécessaire au séchage des matériaux :

- les sècheurs à chaleur indirecte dits « à conduction » dans lesquels **il n'y a pas contact entre le fluide sécheur et les matériaux** ;
- les sècheurs à chaleur directe dits « à convection » dans lesquels les matériaux sont en **contact direct avec les gaz de combustion**. A l'intérieur du sécheur les gaz sont dirigés parallèlement au déplacement des granulats, soit à **équivariant** (les granulats et les gaz circulent dans le même sens), soit à **contre-courant** (les granulats et les gaz circulent en sens contraire).

Le souci permanent d'assurer la meilleure protection possible pour les matériaux recyclés et le liant de régénération a conduit les constructeurs à s'orienter vers des processus à chaleur indirecte où l'énergie calorifique est fournie par **la surchauffe des granulats naturels**. La figure 1 montre, en fonction du taux de recyclage et de la teneur en eau de ces recyclés, les températures que doivent atteindre les granulats naturels pour obtenir des enrobés à 150 °C.

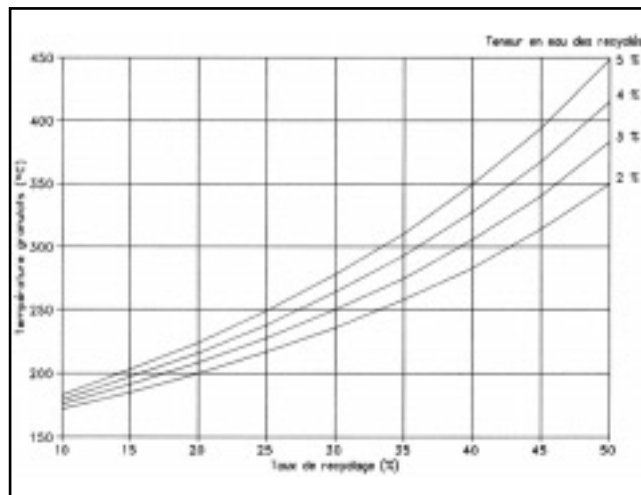


Figure 1

Centrales discontinues

Les évolutions ont pour objectif d'augmenter la durée du traitement thermique des recyclés et de permettre ainsi **un taux de recyclage supérieur à 20 %**. A cet effet l'installation peut comporter :

- soit après le brûleur un allongement du sécheur et l'introduction des recyclés dans cette zone protégée de la flamme et du courant gazeux. **Le taux de recyclage maxi est de l'ordre de 25 %**, limitation imposée par le risque d'encrassement des godets de l'élévateur à chaud ;
- soit le séchage et le chauffage des recyclés (<130° C) dans **un deuxième tambour rotatif** fonctionnant à équivariant car l'humidité des recyclés les protège ainsi thermiquement en début de séchage. A la sortie de ce tambour les recyclés sont acheminés vers une trémie peseuse avant d'être introduits dans le malaxeur où s'effectue le mélange avec les granulats naturels légèrement surchauffés et le liant régénérant. Avec ce type de matériel **le taux maxi de recyclage est d'environ 50 %**.

Centrale de type tambour sécheur enrobeur (TSE) à équivariant

Le fonctionnement du T.S.E., qui associe dans le même tambour les fonctions séchage et enrobage, a imposé un principe d'échange thermique à équivariant. **Le système d'introduction des recyclés par un anneau situé dans la partie centrale du tambour s'est imposée** chez tous les constructeurs et l'introduction est effectuée en aval du **rideau protecteur** formé par les granulats naturels.

TSE RECYCLEUR DE PREMIÈRE GÉNÉRATION

Ces centrales, apparues sur le marché en 1979, ont un rapport longueur / diamètre du tube sécheur de ≈ 4 . En aval du point d'injection du liant, la fin du tambour constitue le malaxeur rotatif destiné à homogénéiser le produit final (temps de transfert de l'ordre de 100 s). Ces installations ont été confrontées à des

problèmes de répartition des échanges thermiques induisant une **dégradation des liants** (recyclés et régénérant) avec des conséquences directes sur l'environnement et la qualité des enrobés. De plus, la prise en compte plus stricte des problèmes d'émission de particules solides à l'atmosphère a amené les constructeurs à introduire l'emploi systématique de filtres à manches. La technique du recyclage a donc été obligée de s'adapter à des **contraintes supplémentaires** liées à la durée de vie des tissus filtrants.

TSE DE GRANDE LONGUEUR

La figure suivante montre cette deuxième génération de TSE recycleur, apparue vers 1985.

Ce matériel regroupe les aménagements suivants :

- **allongement** d'environ 50 % de la zone d'échauffement et de surchauffe des granulats naturels ainsi que de la zone de séchage des recyclés et répartition du liant ancien ;
- création d'une **zone de combustion élargie** ;
- développement des **brûleurs fermés**.

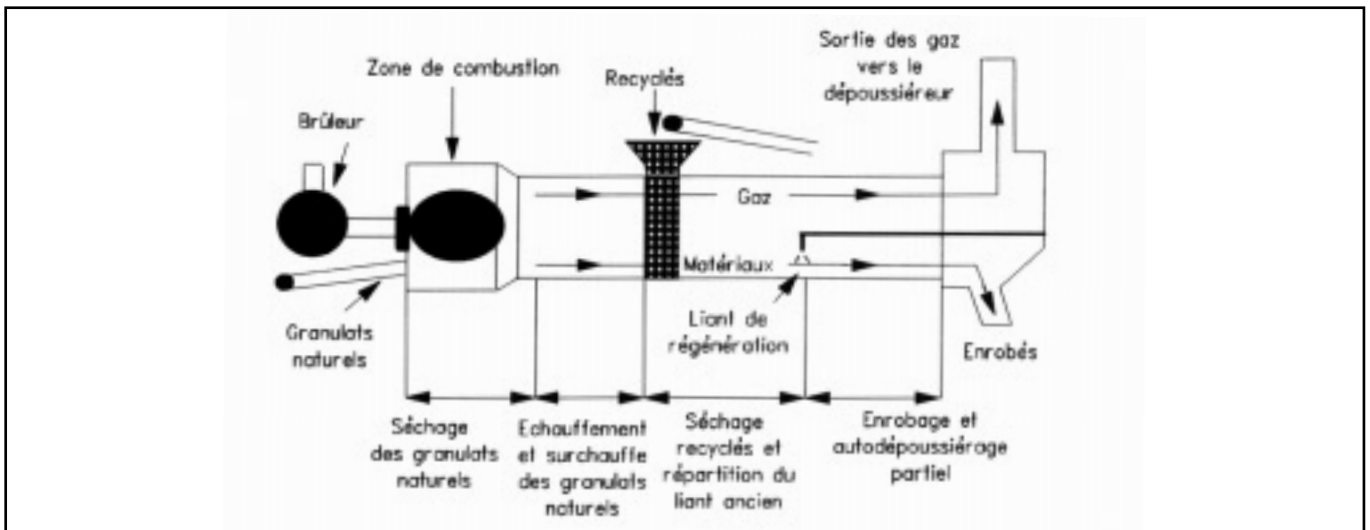
En conséquence,

- la zone disponible au-delà de la flamme permet un écran de granulats naturels plus dense et assure une **protection plus efficace des matériaux recyclés** ;
- l'augmentation des temps de transfert permet un **meilleur échange thermique** entre les gaz et les différents matériaux (granulats et recyclés).

Compte tenu des risques de colmatage des tissus filtrants par les particules bitumineuses le **taux maximal de recyclage pour une centrale de type TSE équicourant munie d'un dépoussiéreur à manches est généralement fixé à 35 %**.

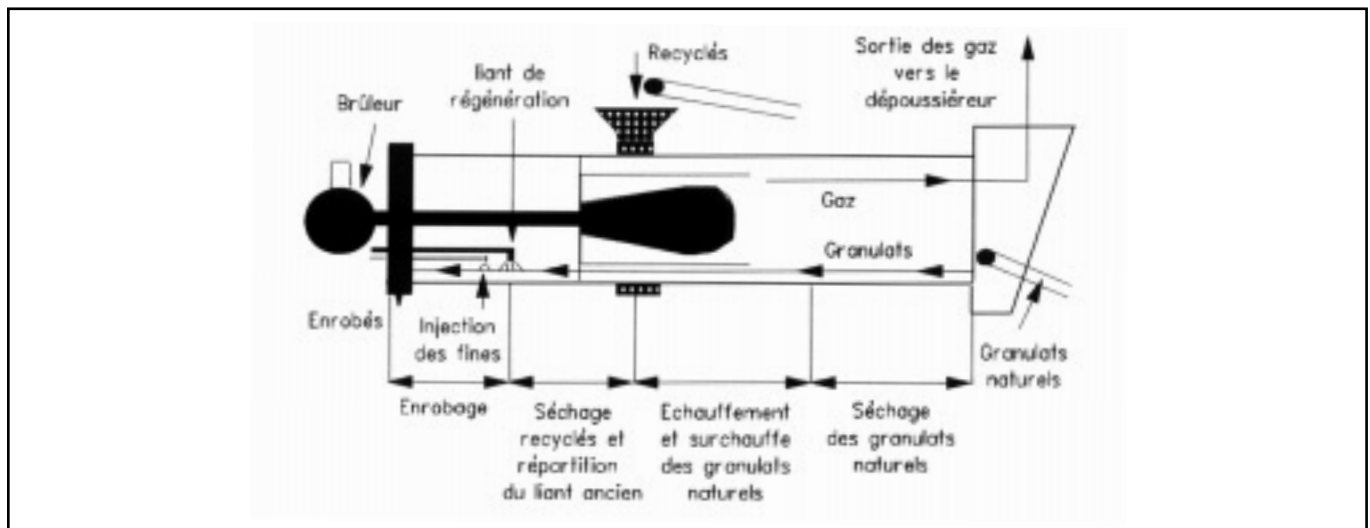
TSE ÉQUICOURANT AVEC MALAXEUR ADDITIONNEL

Lorsque, pour assurer une meilleure protection du liant régénérant vis-à-vis de la température des gaz de combustion, l'injection de celui-ci se trouve très proche de la sortie du tambour (< 1m), la zone de malaxage devient très réduite. **La fonction enrobage n'est donc plus assurée correctement et un malaxeur additionnel devient nécessaire.**



▲ TSE de grande longueur

▼ TSE équicourant avec malaxeur additionnel



Par contre, le fait d'introduire le liant en fin de tambour diminue notablement le piégeage des particules enrobées, et les risques encourus pour le filtre à manches limitent, comme précédemment, **le taux de recyclage à environ 35 %**.

Centrale de type tambour sécheur enrobeur à contre courant

Ce principe de fabrication, apparu en 1987, associe un sécheur à chaleur directe à contre-courant et un malaxeur.

L'objectif est d'introduire les recyclés et le liant régénérant en aval de la flamme de façon à les soustraire à l'action néfaste de la circulation des gaz de combustion à haute température. **Les fractions légères du liant restent donc dans les enrobés.** L'énergie nécessaire au conditionnement des recyclés est amenée exclusivement par la **surchauffe des granulats naturels** (figure 1). Par contre, avec ce mode de fabrication, la fonction autodépoussiérage propre à la technique TSE équicourant n'existe plus et **il convient d'être très vigilant quant à la réintroduction des particules solides récupérées.**

Les capacités de ce type de matériel sont liées à l'architecture du malaxeur additionnel qui fixe l'importance des phases correspondant au traitement des recyclés et à l'enrobage. Pour les plus performantes des centrales actuelles, la durée de l'échange thermique par conduction entre les granulats surchauffés et les recyclés est de l'ordre de 60 s et l'enrobage s'effectue en suivant, pendant un temps estimé à environ 120 s.

Le taux maximal de recyclage se trouve limité par la température de l'enveloppe externe du tambour dans la zone de développement de la flamme et par la température de sortie des gaz à la fin de l'échange thermique gaz-granulats naturels. Enfin, il conviendrait actuellement de quantifier de façon plus précise le risque de dégradation du liant ancien dans le cas d'un échange thermique direct entre les recyclés et les granulats naturels surchauffés, lors de recyclage à fort taux.

Ainsi, en l'absence de résultats expérimentaux destinés à quantifier précisément le **taux maximal de recyclage, celui-ci est estimé à 45 %**.

4 - Aspect environnement

Par décision de la commission N° 94/3/CE du 20.12.93 une liste des déchets a été établie en application de l'article (1.a) de la directive 75/442/CEE du conseil du 15.07.75 relatif aux déchets. Les enrobés de recyclage figurent dans ce **catalogue européen des déchets** (article 17 00 00) sous la dénomination « Déchets de construction et de démolition, y compris la construction routière ». Le traitement efficace des déchets de chantier trouve son point de départ dans le recyclage de ces matériaux qui étaient auparavant mis en décharge. A ce

titre le recyclage d'enrobés est donc une **technique favorable à l'environnement**.

Cependant, chacun sait qu'en tentant de résoudre un problème on peut quelquefois en créer un autre ailleurs. Dans le cas du recyclage, il faut s'affranchir des risques de rejets à l'atmosphère de particules hydrocarbonées et de composés organiques néfastes à l'environnement.

A l'origine de la technique, les expérimentations de suivi concernaient exclusivement les caractéristiques des enrobés recyclés et le comportement sur le site. L'aspect environnement consistait à respecter le seuil d'émission de particules solides (<150mg/m³) et à ne pas trop favoriser l'apparition de « fumées jaunes » en jouant sur les paramètres susceptibles de limiter la température des gaz au point d'introduction des recyclés, et la température des gaz au point d'injection du liant régénérant. Ceci explique que les centrales de type TSE munies d'un dépoussiéreur humide aient pu fabriquer avec des **taux de recyclage de l'ordre de 60 à 65 %, mais que la conduite du poste sans fumée jaune relevait de circonstances exceptionnelles**. Pour ce type de centrale le seuil de 50 % constitue une limite raisonnable qui permet une conduite systématiquement plus sereine.

La prise en compte plus stricte des problèmes d'environnement, par le biais notamment de l'arrêt du 1 mars 1993 (émission de particules solides < 100mg/m³), a quasiment condamné l'utilisation des dépoussiéreurs humides. **La conséquence de la généralisation des filtres à manches a été, pour éviter de détériorer les tissus filtrants, la limitation du taux de recyclage à 35 %**.

En matière de composés hydrocarbonés, une attention particulière est portée sur les émissions d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dont la limite est fixée à 0,5 g/h. Dans tous les cas **l'apparition de fumées jaunes ou bleues est le signe d'une surchauffe des fraisats et/ou du liant régénérant et la solution passe par l'adaptation du taux de recyclage**. D'une manière générale on peut penser que **les enrobés fabriqués et mis en œuvre avec les moyens modernes satisfont aux exigences en matière d'émissions polluantes**. Actuellement, de nouveaux additifs, tels que les polymères, entrent dans la composition des enrobés et il appartient aux fournisseurs de ces produits d'informer les utilisateurs des conséquences possibles en matière d'environnement [3].

5 - Bilan technique

Le recyclage des enrobés en centrale est une solution intéressante. **Des règles concernant les études de laboratoire, la préparation du chantier et les limites de la technique ont pu être établies**. Le suivi pendant plus de dix ans de la technique de recyclage d'enrobés à chaud permet de conclure que le comportement d'ensemble des chantiers réalisés est satisfaisant. Le bilan peut se résumer de la façon suivante :

- la fabrication en centrale de type TSE recycleur présente une **bonne homogénéité** ;
- la mise en œuvre est **classique**, avec toutefois une attention particulière pour le compactage du fait d'une grande maniabilité des enrobés recyclés à fort taux ;
- il n'y a **pas de vieillissement** marqué du liant imputable au processus de fabrication ;
- l'emploi en **couche de roulement est possible** sauf dans le cas d'utilisation de fraisats tout-venant avec lesquels il convient de limiter le taux de recyclage à 10 ou 15% et pour des formulations de grave bitume ou d'enrobés de liaison ;
- l'obtention d'une **bonne macrorugosité** ne pose pas de problème si la centrale de fabrication respecte les dosages définis par l'étude.

La réussite suppose cependant :

- **l'étude préalable** du chantier avec la nécessité de vérifier l'homogénéité de la section à recycler, le taux de recyclage ainsi que la nature du régénérant, et les caractéristiques de l'enrobé régénéré ;
- une phase de fraisage menée de façon rigoureuse de manière à assurer **la régularité du fraisat** (granulométrie et teneur en eau) ;
- de la prudence dans les cas où il y a **cumul des risques** constitués par le recyclage à taux élevé ($\geq 45\%$), une formulation conduisant à un excès de régénérant ou à une volatilité trop grande et un trafic intense et/ou canalisé ;
- une utilisation préférentielle des recyclés en **couche de liaison**, en association avec une technique mince ou très mince pour les chantiers fortement sollicités ;
- une **étude spécifique** portant notamment sur l'aspect environnement lorsque le **taux de recyclage est supérieur à 45 %**.

CONCLUSION

La technique du recyclage à chaud en centrale doit être considérée comme **parfaitement opérationnelle**. Le potentiel des entreprises est actuellement suffisant pour faire face à la demande en cas de durcissement des prescriptions en matière d'environnement.

Le domaine d'emploi du recyclage à chaud est vaste et compatible avec le parc de matériel existant. Cependant, **le choix de cette technique résultera d'une attitude volontariste de la part du maître d'œuvre et de son maître d'ouvrage**, après les indispensables études techniques et économiques préalables. A l'avenir, il serait intéressant que les possibilités futures de recyclage soient prises en compte au moment de la conception d'un enrobé. Il faut toutefois remarquer que le développement des couches minces avec liants spéciaux ne favorisera pas **l'homogénéité des futurs fraisats**.

La taxe prélevée sur la mise en décharge a été instaurée par la loi du 13 juillet 1992. **A compter de 2002, seuls les déchets ultimes pourront être reçus dans les décharges** et cette évolution ne peut constituer qu'une incitation très forte à développer l'emploi des sous-produits de la route, y compris le recyclage à chaud à fort taux.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] M.HUET, J.C. POIRIER (1986), *Méthodologie d'étude en laboratoire des enrobés bitumineux de recyclage*, bulletin de liaison Labo. P. et Ch., 144, juillet-août, pp. 89-93.
- [2] BICHERON G., BRULÉ B., MIGLIORI F. (1986), *Régénération des liants pour enrobés : méthodologie d'étude en laboratoire*. Exemple de quelques cas de chantiers, bulletin de liaison Labo. P. et Ch., 143, mai-juin, pp. 103-110.
- [3] Association Internationale Permanente des Congrès de la Route (AIPCR), (1995), *Aspects sanitaires et environnementaux liés à l'utilisation des mélanges bitumineux*.

Cette note a été rédigée par :

P. MONERON - LCPC Nantes - ☎ 02 40 84 59 42

S.E.T.R.A. 46, avenue Aristide Briand - B.P. 100 - 92223 BAGNEUX Cedex - France

☎ 01 46 11 31 31 - Télécopie 01 46 11 31 69 - 01 46 11 34 00

Renseignements techniques : C. LEROUX - SETRA/CSTR - ☎ 01 46 11 35 23

Bureau de vente : ☎ 01 46 11 31 55 - 01 46 11 31 53 - référence du document : **D9725**

Ce document a été édité par le SETRA, il ne pourra être utilisé ou reproduit même partiellement sans son autorisation.

AVERTISSEMENT

Cette série de documents est destinée à fournir une information rapide. La contrepartie de cette rapidité est le risque d'erreur et la non exhaustivité. Ce document ne peut engager la responsabilité ni de son auteur ni de l'administration.

Les sociétés citées le cas échéant dans cette série le sont à titre d'exemple d'application jugé nécessaire à la bonne compréhension du texte et à sa mise en pratique.

ISSN en cours