



# BILAN DES ENROBÉS DRAINANTS EN FRANCE ET AU QUÉBEC

Par **Michèle Saint-Jacques**, ing. - Professeur titulaire - *Département de génie de la construction*  
*École de technologie supérieure, Université du Québec, Montréal, Canada*  
et **Yves Brosseau**, Ingénieur ENSAIS – Directeur de Recherche à l'*IFSTTAR* (anciennement *le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées*) - Centre de Nantes, France

## 1. INTRODUCTION

Les enrobés drainants, appelés bétons bitumineux drainants (BBDr) en France, sont des matériaux bitumineux formulés de manière à avoir une teneur élevée en vides communicants qui permettent le passage de l'eau et de l'air offrant ainsi des caractéristiques de drainabilité et de réduction du bruit (AFNOR, 2006).

Les premiers enrobés drainants sont apparus en 1978 mais le développement en Europe (Belgique, France, Espagne, Pays-Bas) s'est produit surtout à partir de 1985 (USIRF, 2003; Corté et Di Benedetto, 2004). En France, les premières applications sur autoroutes et routes à fort trafic ont été réalisées en 1984 sur l'autoroute A1 (l'une des plus circulées de France où l'on refaisait la voie lente (VL) par thermorégénération tous les 4 à 5 ans pour réduire les désordres d'orniérage). Au Québec, les premières expériences ont été réalisées dans les années 1990 (Brosseau et St-Jacques, 2016).

L'objectif premier de ces enrobés était l'amélioration de la visibilité, mais très rapidement d'autres perspectives sont apparues comme la très bonne résistance à l'orniérage (ainsi la texture de la VL ne nécessitait plus d'entretien particulier, une section a été laissée sans entretien pendant 18 ans avec un excellent comportement). De même, il a été constaté une réduction significative des distances d'arrêt, liée à une très forte amélioration de l'adhérence par temps de pluie, du fait de l'absence de ruissellement de l'eau en surface, car celle-ci est absorbée par la porosité communicante. Ces revêtements ont également présenté une forte réduction des bruits routiers sous l'effet combiné d'une moindre émission sonore et d'un effet d'absorption en surface. Toutefois, ces enrobés présentent aussi des inconvénients au niveau du colmatage et de la viabilité hivernale.

Cet article dresse un bilan sur l'utilisation de ces enrobés en France et au Québec.

## 2. COMPOSITION

Les enrobés drainants sont caractérisés par une forte proportion de vides communicants (près de 20%), autorisant une circulation interne des eaux pluviales et évitant un colmatage trop rapide (Corté et Di Benedetto, 2004).

Les Figures 1 et 2 montrent, d'une part, l'aspect général particulièrement homogène et uniforme de la surface, même au droit des joints (joint à chaud entre VL et bande d'arrêt d'urgence), et, d'autre part, la texture très ouverte, régulière et « luisante » d'un BBDr 0/10 juste après compactage.

Le « Code de bonne pratique pour la formulation des enrobés bitumineux », du Centre de recherches routières de Bruxelles, mentionne que le squelette minéral des enrobés drainants est de l'ordre de 82% de pierre, 13% de sable et 5% de filler (CRR, 1987).

Selon l'expérience française sur les chantiers expérimentaux, et vis-à-vis du retour d'expérience, la formulation optimale des enrobés drainants est composée (Brosseau et St-Jacques, 2016) :



Figure 1 - Chantier de BBDr sur autoroute avant ouverture au trafic



Figure 2 - Texture d'un enrobé drainant après compactage

- de granulats de dimension maximale 6 mm ou 10 mm (85 – 90%);
- de granulats de granularité fortement discontinue 2/6 ou 2/4;
- de granulats de très bonne forme (aplatissement (particules plates) < 15);
- de granulats présentant une résistance élevée à la dureté (LA (Los Angeles) < 20);
- de granulats de très forte résistance au polissage (PSV (coefficient de polissage accéléré) > 52);
- d'une très faible proportion de sable 0/2 (8 à 15%);
- d'ajout de fines d'apport (1 à 5%);
- de sable passant au tamis de 2 mm (12 à 15%);
- de passant à 0,08 mm (3 à 5%);
- de bitume le plus souvent modifié par polymères (SBS 3%);
- de bitume pur classe 35/50 (trafic moyen, vitesse modérée sur route nationale);
- d'un dosage plus élevé en bitume (teneur en liant de 4,5% et module de richesse K > 3,4).

Le liant est fortement sollicité dans les enrobés drainants du fait de son exposition à l'air et à l'eau ainsi que de la faible proportion de mastic dans le mélange, il convient donc d'augmenter son épaisseur (par rapport à un enrobé mince classique) pour lutter contre le désenrobage.

La teneur en liant, pour une masse volumique des granulats de  $2,65 \text{ Mg/m}^3$  est de l'ordre :

- 4,3 à 4,6% pour un BBDr au bitume pur;
- 4,5 à 5,0% pour un BBDr au liant modifié;
- 5,6 à 6,3% pour un BBDr au bitume caoutchouc;
- 5,0 à 5,4% pour un BBDr avec fibres.

Le bitume est modifié par des polymères (voire un bitume-caoutchouc lors des premières applications avant 1990) pour une utilisation sous fort trafic ou lorsque le mélange comporte peu ou pas de sable (cas de BBDr classe 2 à très forte porosité : 26% de vides à la Presse à Cisaillement Giratoire (PCG), après 40 tours, contre 20% pour la classe 1), afin d'accroître l'épaisseur du film de liant et d'améliorer sa cohésion et son élasticité, autorisant une bonne durabilité de l'enrobé.

Les bétons bitumineux drainants sont définis dans la norme NF EN 13 108-7 (2007, version 2016) (ex Norme NF P 98-134).

### 3. AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS

#### 3.1 Avantages

Les enrobés drainants, en absorbant l'eau en surface, permettent :

- d'améliorer la visibilité de la route et la lisibilité du marquage;

- de supprimer l'aquaplanage;
- d'améliorer l'adhérence par temps de pluie;
- de réduire le bruit de roulement.

Grâce à leur drainabilité interne, les enrobés drainants évitent le risque d'aquaplanage par temps de pluie et améliorent le confort de conduite en réduisant les projections d'eau et les phénomènes de réflexion des phares. La Figure 3 montre la différence au niveau des projections d'eau entre un BBDr (à gauche) et un BB classique (à droite).



**Figure 3 - Comparaison entre un enrobé drainant et un enrobé classique au niveau des projections d'eau**

À ces qualités d'usage, s'ajoute aussi le faible bruit de roulement sur ces revêtements du fait de l'absorption du bruit généré par le contact pneumatique-chaussée. Ces excellentes propriétés de bruit, parmi les plus faibles des revêtements en enrobés (3 à 5 dBA de moins), sont enregistrées sur des revêtements au jeune âge (moins de 4 à 5 ans), non encore colmatés. Mais, sous cet effet du colmatage, le niveau de bruit des BBDr rejoint celui des enrobés classiques, car on ne profite plus de l'absorption des ondes propagées.

De plus, les enrobés drainants présentent une bonne résistance à l'orniérage du fait du frottement et de l'enchevêtrement des gravillons du squelette granulaire. Ceci n'est cependant possible qu'avec des granulats entièrement concassés ayant des caractéristiques de résistance intrinsèque élevées.

#### 3.2 Désavantages

Les enrobés drainants ont aussi des désavantages. Ainsi, ils peuvent aussi absorber :

- des fluides tels les produits chimiques (essence, diesel ou autre);
- des particules fines de pollution diverse (usure des pneumatiques, sables, terres,...);
- des produits déverglaçants (saumure, roches, sable).

Le colmatage des vides est aussi possible par les feuilles des arbres à l'automne entraînant ainsi une diminution de l'efficacité drainante. L'entretien de l'enrobé est alors assez difficile, notamment en milieu urbain et sur les stationnements. De plus, l'absence d'auto-nettoyage par les effets de « chasse » sous la pression des pneumatiques des véhicules lourds favorise d'autant un colmatage rapide, et donc l'inefficacité des enrobés drainants dans leur fonction d'absorption de l'eau. Ces BBDr nécessitent un entretien spécifique et plus fréquent, par des passages réguliers de balayuses aspiratrices, pour maintenir la porosité de surface. La Figure 7 montre un BBDr 0/6 dégradé par l'usure et les coups de lames.

Un autre inconvénient majeur des BBDr est leur spécificité vis-à-vis des échanges thermiques très particuliers, entraînant un comportement atypique en période hivernale. Ils se colmatent facilement par la neige se densifiant sous le passage des véhicules dans la porosité de surface. De même, il est difficile de faire fondre la glace piégée dans les aspérités superficielles. Il faut adapter les conditions de viabilité hivernale de ces BBDr par des opérations préventives, plus fréquentes, et nécessitant une organisation et des produits adaptés.

Ces dispositions sont bien connues et elles ont fait l'objet de Notes d'information (N° 122, septembre 2001 et N° 67, avril 1991) en France pour aider les gestionnaires et exploitants de réseaux routiers et autoroutiers à gérer et maîtriser au mieux les effets du comportement physique particulier de ces surfaces routières. Des recommandations sur les dispositifs de surveillance, d'adaptation et de dimensionnement des moyens d'intervention et de formation des personnels d'exploitation sont proposées, permettant de mieux cibler les limites d'emploi liées aux contraintes hivernales (Livet, 2001; Livet, 1991).

La Figure 4 présente un BBDr 0/10 récemment mis en œuvre (septembre 2017) alors que la Figure 5 montre un BBDr 0/6 dégradé par l'usure et les coups de lame.



Figure 4 - BBDr 0/10 mis en œuvre en septembre 2017



Figure 5 - BBDr 0/6 dégradé

#### 4. EXPÉRIENCES FRANÇAISES

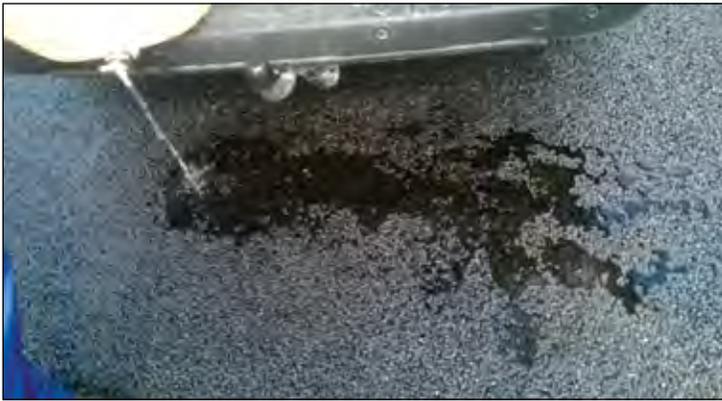
L'expérience française sur les BBDr repose sur :

- une très longue période d'usage (depuis 1984);
- des chantiers expérimentaux suivis pendant au moins 10 ans;
- des applications nombreuses et variées et ce, quel que soit le type de support (structure neuve bitumineuse, semi-rigide et même rigide sur des bétons de ciment) et de réseau (milieu urbain et périurbain; routes départementales, nationales et autoroutes).

Au début des années 2000, lorsque la technique était en phase croissante de développement, on recensait en enrobés drainants :

- 14% des surfaces (8 500 km) sur les autoroutes concédées (Tavernier, 2003);
- 5% des surfaces (22 000 km) sur le réseau routier national RRN (SICRE 2000 – SETRA).

Aujourd'hui cette technique est beaucoup plus limitée, puisque l'on estime aux environs de 10%, les surfaces en BBDr, essentiellement sur le réseau de l'état comprenant les routes nationales et les autoroutes concédées (20 000 km au total). Cela représente encore d'importants linéaires, et offre un excellent niveau de service aux usagers. Deux chantiers importants en BBDr 0/10 classe 1 ont été réalisés en 2017, dans la région Ouest, dans le cadre de l'entretien après fraisage de la couche de surface existante. L'un de plus de 30 000 t (40 km \* 10 m de large) sur l'A84 à Pont-Farcy en Normandie. Le second de 10 000 t sur la route départementale RD 948 (2\*2 voies) à La Roche sur Yon. La Figure 6 montre la très forte drainabilité à l'eau du matériau réalisé.



**Figure 6 - Test de drainabilité sur le chantier de la RD 948 - BBDr 0/10 classe 1**

Les applications sont nettement plus ciblées, tant sur le plan géographique (Bretagne, Normandie et Nord de la France) que sur celui des gestionnaires qui ont mis en place des procédures d'entretien appropriées dont certaines Directions Interdépartementales des Routes (environ 4 sur les 11 régions françaises) et certaines sociétés d'autoroutes, comme la SANEF sur les autoroutes du Nord (A1 et A2) et de l'Ouest parisien.

Cette technique reste également bien utilisée sur les boulevards périphériques des grandes villes, mais elle fait face à une forte concurrence avec les bétons bitumineux très minces BBTM 0/6 ou 0/10, de classe 2, donc également très ouverts, et donc quelque peu poreux. Toutefois, ces derniers étant en épaisseur faible (seulement 2,5 cm contre 4 cm pour les BBDr), ils sont intéressants sur le plan économique et ont moins tendance à se colmater (ou ils s'auto-nettoient plus facilement).

La désaffectation pour les enrobés drainants s'explique en grande partie par :

- les risques de colmatage prématuré en milieu urbain et les pollutions par les véhicules notamment agricoles et les dépôts d'usure ou de sable par le vent et le trafic routier sur les chaussées à trafic modéré;
- les difficultés liées aux problèmes de la viabilité hivernale (interruption de trafic, sensibilité aux lames des engins de déneigement, arrachements épars) lors d'événements neigeux ou de pluies verglaçantes exceptionnelles. Ces phénomènes marginaux ont fortement marqué les esprits, et l'on a beaucoup focalisé sur le comportement spécifique des BBDr. Toutefois, ils ne sont pas les seuls à présenter ces types de comportement comme le mentionne la Note d'information N° 67 d'avril 1991 (Livet, 1991). Les BBTM poreux et enduits superficiels à forte texture pourraient entraîner les mêmes problèmes.

L'usage et les recommandations d'emploi des enrobés drainants sont particulièrement bien documentés, par suite de l'expérience

importante. La Note d'information (SETRA N°100 de juin 1997) précise les domaines d'emploi et aussi de non emploi, ainsi que des conseils sur la signalisation horizontale (forte texture du BBDr) et les dispositions particulières à prendre pour un bon fonctionnement hydraulique (continuité des écoulements dans le revêtement lui-même et jusqu'à son exutoire). Elle donne aussi des éléments sur les propriétés des BBDr et leur évolution :

- perméabilité (réduite sous fort trafic);
- bruit (très faible au jeune âge (< 5 ans));
- adhérence (excellente notamment à grande vitesse et surtout durable);
- aspect visuel (très homogène et fortement macrorugueux);
- orniérage (excellent).

La durabilité des enrobés drainants peut être très grande car, même une fois colmatés, ils assurent toujours les deux fonctions principales de la couche de roulement, soit :

- imperméabilité (par l'interface BBDr/support : enduit superficiel, ou Enrobé coulé à froid, ou dosage élevé de la couche d'accrochage-imperméabilité (400 à 500 g/m<sup>2</sup> de liant résiduel);
- forte adhérence notamment à vitesse moyenne à élevée, du fait de la combinaison d'une forte macrotecture et de nombreux points de contact constitués de granulats résistants bien à l'usure.

Les Figures 7 et 8 illustrent le très bon comportement d'un enrobé drainant de plus de 27 ans d'âge, sous la voie médiane de la rocade de Bordeaux (chaussée à 2\*3 voies), soumis à un trafic journalier de plus de 35 000 véhicules/jour. L'enrobé offre encore une bonne résistance à l'arrachement, reste collé et intègre, et assure encore l'adhérence (Figure 5). Cette structure mixte présente des fissures transversales de retrait des graves ciments en couche de fondation. Ce qui est normal. Par contre, les propriétés drainantes du BBDr n'ont pas eu d'effet négatif sur les infiltrations dans la structure, car ces fissures ne sont presque pas ramifiées.



**Figure 7 - BBDr après 25 ans d'exploitation - Rocade de Bordeaux**



**Figure 8 - BBDr colmaté après 27 ans, mais reste rugueux avec assez peu d'arrachement eu égard à la forte porosité de départ - Rocade de Bordeaux**

## 5. EXPÉRIENCES QUÉBÉCOISES

Les quinze principales municipalités du Québec sont, par ordre d'importance en termes de population, Montréal (1 750 000 habitants), Québec, Laval, Gatineau, Longueuil, Sherbrooke, Saguenay, Lévis, Trois-Rivières, Terrebonne, Saint-Jean-sur-Richelieu, Brossard, Repentigny, Drummondville et Saint-Jérôme (74 000 habitants).

Une enquête réalisée auprès de ces municipalités a démontré qu'aucune de ces municipalités n'a déjà utilisé des enrobés drainants sur son territoire. Parmi les raisons invoquées, certaines ont précisé que c'est parce que ce n'est pas recommandé au Québec en raison de l'utilisation d'abrasifs en grande quantité favorisant le colmatage des cavités et faisant ainsi perdre les propriétés drainantes de ces enrobés. D'autres ont spécifié que cela avait été fortement déconseillé car il n'y a pas de fournisseurs et que cela a été peu testé dans les conditions hivernales du Québec.

Sur le réseau numéroté du ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports, des enrobés drainants ont déjà été utilisés, à la fin des années 1990. Cela a été un échec sur l'A40 ou l'A640, dans la région de Montréal, car l'enrobé arrachait sous l'effet du gel/dégel. Par contre, sur l'A20/route 132, sur la rive sud de Montréal entre les ponts Champlain et Victoria, l'expérience a été plus positive mais il ne reste aucune trace des performances de cet enrobé à la Direction Territoriale du Ministère.

## 6. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'usage des enrobés drainants reste une technique très intéressante lorsque l'on cherche à combiner des performances

élevées des caractéristiques de surface (adhérence, drainabilité, uni); une amélioration du confort de roulement (faible niveau bruit) et de la visibilité en présence d'eau (absence de ruissellement) et, par conséquent, de la sécurité routière; mais aussi de la durabilité mécanique de la couche de roulement.

Pour ce faire, il convient de suivre les recommandations quant aux formulations des BBDr (notamment l'usage de bitume modifié par des polymères sous trafic moyen à fort); aux domaines d'emploi et de non emploi; aux dispositions particulières de construction (évacuation des eaux internes pour les grandes largeurs de voies, zone de raccordement,...); à l'entretien préventif; ainsi qu'aux effets du trafic et de l'environnement climatique pour limiter les conséquences dommages du colmatage prématuré et surtout du risque de problèmes liés à la viabilité hivernale.

Les solutions existent, il convient de les appliquer avec discernement.

## BIBLIOGRAPHIE

AFNOR 2006. Norme européenne. Norme française. « Partie 7 : Bétons bitumineux drainants ». NF EN 13108-7 :2006 (F). 27 p.

BROSSEAUD Y. et ST-JACQUES M. 2016. « Bilan, Évolution et Domaine d'utilisation des enrobés drainants ». INFRA 2016, 22<sup>e</sup> édition, Montréal, 21-23 novembre 2016.

CORTE J.F. et DI BENEDETTO Hervé. 2004. « Matériaux routiers bitumineux ». Tome 2. 2004. 283 p.

CRR (CENTRE DE RECHERCHES ROUTIÈRES) 1987. « Code de bonne pratique pour la formulation des enrobés bitumineux, Recommandation » CRR R69/87, Bruxelles, 1987.

FLEURY M., ARPINO J. et GANGA Y. 1997. Note d'information N° 100 - Chaussées Dépendances. « Enrobés drainants ». SETRA. Juin 1997. 10 p. <http://dtrf.setra.fr/pdf/pj/Dtrf/0000/Dtrf-0000603/DT603.pdf>

LIVET J. 2001. Note d'information N° 122 – Circulation Sécurité Equipement Exploitation. « Dispositions particulières pour l'exploitation hivernale des bétons bitumineux drainants ». CETE de l'Est. Tomblaine, France. Septembre 2001. 8p.

LIVET J. 1991. Note d'information N° 67 – Chaussées Dépendances. « Le comportement hivernal particulier de certaines surfaces routières ». LR Nancy/SETRA-CSTR. Tomblaine, France. Avril 1991. 8p.

SICRE. 2000. Système d'information connaissance du réseau routier (bases de données nationales descriptives du réseau routier). Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes. SETRA.

TAVERNIER J. 2003. « Des politiques innovantes du point de vue économique, environnemental et services à l'utilisateur ». Revue Générale des Routes. RGRA n°815 – Mars 2003. ISSN: 0335-3191.

USIRF. Routes de France. 2003. « Les enrobés bitumineux. Tome 2 ». RGRA. Bayeux, France. 381 p.