



**Sous la direction de Agnès Jullien**

## **Analyse de cycle de vie appliquée à un chantier d'entretien routier sur la RN 76**

**Évaluation technique et environnementale  
d'une couche de liaison d'enrobé bitumineux  
pour différents taux de recyclage**

## Sommaire

Résumé	11
Abstract	12
<b>Chapitre 1 Introduction</b>	<b>13</b>
1.1. Contexte de travail au début de l'étude en 2001	13
1.2. Objectifs de l'étude	14
<b>Chapitre 2 Déroulement de l'étude</b>	<b>17</b>
2.1. Introduction	17
2.2. Chronologie des phases de l'étude	18
2.2.1. Chronologie des opérations de la phase de chantier	18
2.2.2. Chronologie de la phase de collecte de données environnementales	19
2.2.3. Chronologie de la phase d'analyse de cycle de vie	20
Rappels sur la méthode d'analyse de cycle de vie	20
Chronologie des étapes de l'analyse de cycle de vie	21
2.3. Cohérence entre les différentes phases de l'étude	22
2.3.1. Cohérence de l'étape d'avant-projet	23
2.3.2. Cohérence de l'étape de réalisation	26
2.3.3. Cohérence de l'étape d'exploitation	27
<b>Chapitre 3 Présentation du chantier</b>	<b>29</b>
3.1. Introduction aux travaux	29
3.2. Déroulement de la phase préliminaire au chantier	29
3.2.1. Choix de la section de route nationale	29
Rappel des structures en place	30
Résultats des carottages	31
Mesures des déformations verticales	32
Relevé de dégradations	32
Diagnostic	32
3.2.2. Choix de la voie	32
3.2.3. Choix de la technique	33
Contraintes fraisage	33
Solution de réfection	33
3.2.4. Planche de référence fraisage	34
3.2.5. Études de formulation	35

Granularité et teneur en liant des fraisais	35	Profil en travers	
Granularité des granulats naturels	36	Un longitudinal	
Résultats des épreuves de formulation pour le BSSG 0/10	37	3.7.3. Discussion sur le comportement mécanique en service	
<b>3.3. Déroulement global du chantier</b>	<b>39</b>	<b>4.8. Conclusions</b>	
3.3.1. Principes de déconstruction et de reconstruction	39	<b>Chapitre 4 Collecte de données environnementales</b>	
3.3.2. Principes de mise en place des récupérateurs d'eau	40	4.1. Introduction à la collecte de données	
3.3.3. Déroulement chronologique des tâches opérationnelles	42	4.2. Données collectées sur les consommations et les déchets	
<b>3.4. Phase de fraisage de l'ancienne chaussée</b>	<b>43</b>	4.2.1. Consommations de la centrale d'enrobage	
<b>3.5. Phase de fabrication des enrobés à la centrale TSE</b>	<b>44</b>	Matériaux constitutifs de l'enrobé	
3.5.1. Contrôle de la conformité des enrobés fabriqués	44	Énergie électrique de la centrale	
3.5.2. Contrôle par module d'acquisition de données Adline	44	Gas naturel de la centrale	
3.5.3. Contrôles par prélèvements matière	47	Carburant du chargeur	
3.5.4. Performances des enrobés fabriqués en centrale	50	4.2.2. Consommations des engins de chantier	
Étude à la presse à cisaillement giratoire	50	Carburant et eau consommés par le fraissage	
Essais Duriez	50	Carburant et eau consommés par le balayage	
Résistance à l'orniérage	50	Matériau, carburant et gaz consommés par la répandeuse	
Essais MAER et de module complexe	50	Carburant et gaz consommés par le finisseur	
3.5.5. Contrôle de la représentativité de la fabrication	50	Carburant et eau consommés par les compacteurs	
Contrôle du respect de la cadence horaire	51	4.2.3. Production de déchets	
Contrôles des consommations en gaz naturel	51	Déchets à la déconstruction	
Vérifications de la teneur en eau des constituants	52	Déchets à la fabrication des enrobés	
Vérification de la température des enrobés	52	Déchets à la mise en œuvre des enrobés	
Vérification des paramètres de réglage de la combustion	53	<b>4.3. Données sur les émissions à l'atmosphère</b>	
<b>3.6. Phase de mise en œuvre des enrobés</b>	<b>55</b>	4.3.1. Émissions atmosphériques canalisées de la centrale d'enrobage	
3.6.1. Mise en place des récupérateurs d'eau	57	Contexte normatif et réglementaire, méthodes de prélèvement et de mesure	
3.6.2. Mise en œuvre du BSSG de liaison	58	Résultats	
Atelier de mise en œuvre	58	4.3.2. Émissions atmosphériques sur le chantier	
Contrôle du pourcentage de vides avec le GDF	59	Émissions diffusées à la mise en œuvre de l'enrobé	
3.6.3. Mise en œuvre du BBMA de roulement	59	Émissions des engins sur chantier	
3.6.4. Densité en place de la chaussée après reconstruction	59	4.3.3. Discussion	
3.6.5. Épaisseurs moyennes des enrobés après reconstruction	59	Centrale d'enrobage	
<b>3.7. Phase de suivi mécanique en service</b>	<b>61</b>	Mise en œuvre de l'enrobé	
3.7.1. Suivi mécanique du chantier dans les trois mois	62	Engins de chantier	
Relevés visuels et mesures de déflexion	62	<b>4.4. Données sur les émissions à l'eau</b>	
Essais de perméabilité sur carottes	62	4.4.1. Problématique	
3.7.2. Suivi mécanique du chantier à un an	63	4.4.2. Bibliographie sur les émissions à l'eau des ouvrages et matériaux routiers	
Déflexion	64	Émissions liées aux ouvrages routiers	



<b>Annexe 3.C</b>	<b>Couche de roulement en BBMa 0/10</b>	<b>182</b>
<b>Annexe 3.D</b>	<b>Essais de perméabilité sur carottes</b>	<b>185</b>
<b>Annexe 4.A</b>	<b>Liste des mesures effectuées</b>	<b>189</b>
<b>Annexe 4.B</b>	<b>Techniques de mesures des émissions canalisées de la centrale d'enrobage</b>	<b>193</b>
<b>Annexe 4.C</b>	<b>Techniques de mesures des émissions Jiffuses de l'enrobé mis en œuvre</b>	<b>195</b>
<b>Annexe 4.D</b>	<b>Mesures des émissions acoustiques</b>	<b>207</b>
<b>Annexe 4.E</b>	<b>Mise au point des mesures d'émission vers l'eau de la chaussée en service</b>	<b>217</b>
<b>Annexe 4.F</b>	<b>Caractérisation environnementale des fraisats</b>	<b>230</b>



Sous la direction de Agnès Jullien

**Analyse de cycle de vie appliquée  
à un chantier d'entretien routier sur la RN 76  
Évaluation technique et environnementale d'une couche  
de liaison d'enrobé bitumineux pour différents taux de recyclage**

Le concept de développement durable amène à favoriser les pratiques de recyclage des déchets issus de la route. Cependant, la généralisation de ces pratiques amène des interrogations en matière de protection de l'environnement, nécessitant de conduire des évaluations techniques et environnementales couplées. La méthodologie normalisée d'analyse de cycle de vie (ACV) est adaptée à cette double approche. Une expérimentation a été réalisée en septembre 2001 sur la chaussée de la RN 76, en appliquant la méthodologie ACV à l'évaluation du recyclage d'agrégats d'enrobés à différents taux, afin d'en évaluer les impacts sur l'environnement. Ce chantier a nécessité la collaboration de plus de 50 personnes appartenant à 11 services différents du réseau de l'équipement.

Les données collectées ne sont pas toutes exploitables. L'inventaire montre que les flux ayant fait l'objet d'une collecte expérimentale ne sont pas forcément corrélés au taux de recyclage, alors que ceux calculés à partir de données bibliographiques diminuent. Ceci pose la question de la pertinence du taux de recyclage, et donc des masses de matériaux, comme paramètre influent. Une compréhension fine des procédés pourrait permettre de relier les flux à des paramètres autres que la masse des matériaux. Les limites de la méthode ACV sont également discutées.

The sustainable development concept leads to favour recycling practises of wastes generated from roads. However, generalization of such practises raises questions about other possible environmental impacts, which require to conduct coupled technical and environmental assessments. The standard method of Life Cycle Assessment is well adapted to this coupled approach. An experimental campaign was performed in September 2001, applying LCA to recycling Reclaimed Asphalt Pavement at different recycling rates, to assess its environmental impacts. This campaign involved more than 50 persons, belonging to 11 different services of the scientific network of the French Ministry of Equipment.

Although providing informations, all collected environmental data were not found convertible into inventory data. Final inventory results show that flows issued from experiments are not simply correlated to the recycling rate, whereas those issued from literature are linearly correlated. This raises the question of recycling rate as the main influencing parameter. A fine comprehension of processes could help linking flows to other parameters that masses of materials. Limits of the LCA method are also discussed.

Référence : CR 42

Prix : 30 Euros HT

ISSN 1160-9761



N° 9915173  
pour les sites  
de Paris et de Nantes