



Projet National de recherche et développement

RAPPORT DE RECHERCHE / LIVRABLE

Retour d'expérience sur les mécanismes de dégradation des chaussées : Questionnaire

Auteur(s) / Organisme(s) :

Benoît Bolot – Colas

François Brandely – CD 63

Bruno Espinasse – CD 63

Lionel Grin – Eurovia

Rolf Kobisch - Expert

Jean-Pierre Marchand - Route et conseil (coordonnateur)

Hugues Odéon – Céréma

Ludovic Périssé - Eiffage

Thème de rattachement :

Mécanismes de dégradation (Thème 1.1)

DVDC/R/002

LC/17/DVDC/01-02-03-04-07

Novembre 2017

Site internet : www.dvdc.fr

Plateforme collaborative : www.omnispace.fr/dvdc

Président : Dominique JAUMARD

Directeurs : Eric LAYERLE et Christine LEROY

Gestion administrative et financière : IREX (www.irex.asso.fr), 9 rue de Berri 75008 PARIS, contact@irex.asso.fr

Sommaire

Sommaire	2
1 Résumé	4
2 Contexte de l'étude	5
3 Elaboration du questionnaire	6
3.1 Remarques préalables sur le contenu du questionnaire	6
3.1.1 Durée de vie et dimensionnement des chaussées :	6
3.1.2 Durée de vie et fatigue des chaussées :	6
3.1.3 Trafic et essieux tridem à roues simples:	6
3.1.4 Interfaces	7
3.1.5 Fissuration transversale des matériaux traités aux liants hydrauliques	7
3.1.6 Fissuration longitudinale dans les matériaux bitumineux	7
3.1.7 Influence de l'entretien sur la durée de vie	8
3.1.8 Eau – drainage - assainissement	8
3.1.9 Relation entre risque pris dans le dimensionnement et le pourcentage de dégradation	8
3.1.10 Voiries urbaines	8
3.2 Décisions et actions	9
3.3 Livrables	9
3.4 Répartition financière	10
4 Contenu du questionnaire	12
4.1 Description du réseau routier	12
4.2 Politique d'entretien	12
4.3 Auscultation selon les classes du réseau routier	12
4.4 Programmation des travaux	12
4.5 Programmation - organisation - suivi	12
4.6 Structures de chaussées selon les classes du réseau	13
4.7 Techniques utilisées en enrobés à chaud	13
4.8 Techniques à froid	13
4.9 Année d'apparition de dégradations ou désordres selon les classes du réseau routier	14
4.10 Retours d'expérience	14
5 Retour et analyse du questionnaire	15
5.1 Remarques générales	15
5.2 Description du réseau routier	15

5.2.1	Classes du réseau routier.....	15
5.2.1	Linéaire total du réseau routier.....	16
5.2.2	Répartition des voiries	16
5.2.1	Nombre de giratoires	16
5.2.2	Altitude.....	16
5.3	Politique d'entretien.....	17
5.4	Auscultation selon les classes du réseau routier.....	17
5.5	Programmation des travaux.....	17
5.6	Programmation - organisation - suivi	18
5.7	Structures de chaussées selon les classes du réseau	19
5.8	Les techniques d'entretien associées à chacune des classes du réseau.....	20
5.9	Techniques utilisées en enrobés à chaud.....	21
5.10	Techniques à froid	21
5.11	Année d'apparition de dégradations ou désordres selon les classes du réseau routier.....	22
5.12	Les attentes des conseils départementaux vis-à-vis du projet de DVDC.....	23
6	Commentaires, conclusions, suites à donner et recommandations.....	23
6.1	Commentaires et conclusions sur le questionnaire	23
6.2	Suites à donner	25
6.3	Recommandations.....	27

1 Résumé

Résumé

Le but de cette étude est de fournir une analyse des modes de dégradation actuels sur les différents types de structures de chaussées, et de mettre en évidence d'éventuels nouveaux modes. L'analyse proposée par le groupe de travail croise une approche par type de dégradations, et une approche par type de structures.

Pour parvenir à cet objectif le groupe de travail a procédé à la mise au point d'un questionnaire. Il a été élaboré pour évaluer les pratiques des conseils départementaux et des métropoles et faire émerger les problématiques. Il a été adressé à un certain nombre de départements de France via l'Irex et l'Idrri. Nous avons reçu 21 réponses cohérentes et pertinentes.

Le questionnaire comporte 10 grands thèmes permettant de disposer immédiatement « et à grande échelle » d'une base de renseignements sur la description du réseau routier, la politique d'entretien préconisée, les méthodes d'auscultation retenues, la programmation et le suivi des travaux en vigueur, ainsi que les attentes des conseils départementaux. Les résultats sont traités de façon anonyme.

Le dépouillement a permis de recueillir des informations quantifiées sur les thèmes évoqués plus haut, de dégager des lignes de force ou des tendances en ce qui concerne la politique d'entretien et les attentes des maîtres d'ouvrage et de proposer des recommandations.

Abstract

The purpose of this study is to provide an analysis of the current degradation modes on the different types of pavement structures, and to highlight possible new modes. The analysis proposed by the working group crosses an approach by type of degradation, and an approach by type of structures.

To achieve this objective, the working group proceeded to the development of a questionnaire. It was developed to evaluate the practices of county councils and metropolises and to bring out the problems. It has been sent to a number of French counties via Irex and Idrri. We received 21 consistent and relevant responses.

The questionnaire includes 10 major themes to make available immediately "and on a large scale" a database of information on the description of the road network, the recommended maintenance policy, the methods of monitoring, the programming and the follow-up of the works in force, as well as the expectations of the county councils. The results are treated anonymously.

The counting process allowed to gather quantified information on the themes mentioned above, to draw out strengths or tendencies with regard to the maintenance policy and the expectations of the road owners and to propose recommendations.

2 Contexte de l'étude

Le but de ce travail est de fournir une analyse des modes de dégradation actuels des différents types de structures de chaussées, et de mettre en évidence d'éventuels nouveaux modes. L'analyse proposée par le groupe de travail croise une approche par type de dégradations, et une approche par type de structures.

Le choix des types de dégradation (ou facteur prédominant sur l'apparition des dégradations) a été fait pour contribuer au Retour d'expérience des thèmes de DVDC. Le découpage porte initialement ainsi sur :

- les interfaces entre couche. Mécanisme de dégradation. Evolution de la qualité de l'interface (thème 1.3) ;
- la présence d'eau dans les chaussées et mécanismes de dégradation (thème 1.2 & 1.5) ;
- la fissuration transversale des matériaux traités aux liants hydrauliques (thème 2.1) ;
- la fissuration longitudinale des matériaux bitumineux (thème 1.4) ;
- les dégradations ou critères déterminants pour la mise en place d'un entretien (thèmes 2.1 & 3.1).

Le programme de travail comprend :

- des recherches bibliographiques ciblées,
- une enquête auprès de conseils départementaux (et de métropoles) pour identifier leurs problématiques ;
- une analyse de sections tests ou d'études de réhabilitation suffisamment renseignées et documentées grâce au retour d'information (REX) auprès des maîtres d'ouvrage MOU, des maîtres d'œuvre MOE et des entreprises ;
- l'élaboration *a posteriori* des processus de dégradations propres à chacun de ces mécanismes ;
- les préconisations pour réduire ces types de dégradations et l'identification des critères discriminants pour l'entretien.
- la mise à disposition du processus de dégradation pour être intégré dans les fiches des autres thèmes. ;
- une synthèse par type de structure.

Les retours d'expérience à l'international, en Europe (Belgique, Allemagne essentiellement) et Amérique du Nord (USA, Canada), seront exploités.

Route et conseil assurera la coordination (cf. action 1-1-0), le pilotage de la fiche de recherche, la rédaction des comptes rendus de réunion et la coordination de la rédaction du rapport de synthèse.

Les autres membres du groupe de travail apporteront les compétences requises et les retours d'expériences sur l'ensemble des thématiques traitées, avec une spécificité pour chacun : le SPECBEA et CimBéton dans le domaine des matériaux traités aux liants hydrauliques (chaussées semi-rigides et mixtes) et en béton de ciment ; le Cerema dans le domaine de la fissuration longitudinale des matériaux bitumineux ; Eiffage sur la fissuration transversale ; Eurovia sur le rôle de l'eau dans la dégradation des chaussées ; Colas sur le couplage entre dégradations et entretien ; R. Kobisch (RK) sur le comportement des interfaces.

3 Elaboration du questionnaire

Compte-tenu de la durée du projet DVDC (4 années) et du montant alloué, il est impossible de lancer sur plusieurs années une campagne d'investigation à grande échelle comme l'a fait aux Etats-Unis la FHWA (Federal Highway Administration) à la fin des années 80 avec le programme SHRP (Strategic Highways Research Programme) et son module LTPP (Long-Term Pavement Performance Program)¹²

Le groupe de travail en charge du retour d'expérience a donc procédé à la mise au point d'un questionnaire dans le but d'obtenir une base de données susceptible d'orienter les recherches du groupe et de lui fournir de potentielles sections tests

Ce questionnaire a été élaboré pour

- évaluer dans un premier temps les pratiques des conseils départementaux et dans un second temps celles des métropoles dans le domaine de l'entretien de leur réseau routier,
- faire émerger les problématiques de ces maîtres d'ouvrage
- dégager les priorités des maîtres d'ouvrage dans la gestion patrimoniale de leur réseau routier

Le questionnaire a été adressé à un certain nombre de départements de France choisis par l'Irex et l'Idrim.

3.1 Remarques préalables sur le contenu du questionnaire

3.1.1 Durée de vie et dimensionnement des chaussées :

La durée des chaussées n'est pas nécessairement égale à l'échéance déterminée lors du dimensionnement (en général durée correspondant à la rupture par fatigue à la base du matériau le plus sollicité). D'autres critères actuellement non pris en compte conduisent à un rechargement voire un renforcement de la chaussée avant cette échéance. Ces critères seront examinés dans les paragraphes suivants.

3.1.2 Durée de vie et fatigue des chaussées :

Dès lors qu'une chaussée, bien conçue et bien dimensionnée, a été réalisée selon les règles de l'art (fabrication et réalisation) il est extrêmement rare qu'elle périsse par fatigue sous l'effet du trafic et du gel/dégel. Ce qui prouve la pertinence des critères retenus dans la méthode française de dimensionnement

De plus si aucune dégradation structurelle n'apparaît dans les 5 premières années après la réalisation de la chaussée, seuls des entretiens liés au maintien des caractéristiques de surface sont programmés.

3.1.3 Trafic et essieux tridem à roues simples:

Les poids lourds à essieux tridem à roues simples, d'un poids total autorisé en charge (PTAC) compris entre 40 et 44 t, représentaient en 2009 près 48,3 % des silhouettes circulant sur le réseau routier national³ Cependant cette configuration n'est pas prise en

¹ <https://www.fhwa.dot.gov/research/tfhrc/programs/infrastructure/pavements/ltppl/>

² Long-Term Pavement Performance Program FHWA Washington, DC • September 2015

³ Sétra Incidence des PL sur les coûts de construction des chaussées neuves, avril 2009

compte dans le calcul des structures sauf au travers d'un coefficient d'agressivité moyenne (CAM). Il semblerait qu'un certain nombre de dégradations du type fissuration des couches de roulement par le haut soit dû à ce genre d'agressivité.

3.1.4 Interfaces

Le groupe a unanimement reconnu l'importance de la qualité de l'interface entre les couches sur la durée des chaussées, d'où l'existence du thème 1.3.

Le choix d'une interface collée ou glissante voire semi-collée (hypothèse de la méthode française) ne saurait être représentatif du comportement de cette discontinuité dans le temps.

Sous quel phénomène une interface collée tend elle à devenir « non collée » (sans être glissante) et au bout de combien de temps ?

La classification (proposée par RK) d'une interface après carottage (collée, faible adhérence, polluée, désagrégée) mériterait d'être confirmée par les résultats d'essais de carottage rassemblés lors du travail de ce thème 1.1 et validés par les travaux du thème 1.3.

L'approche retenue pour les structures mixtes (collage GB/GTLH puis décollement) n'apparaît pas non plus satisfaisante.

Le rôle du fraisage lors des opérations d'entretien n'est pas suffisamment pris en compte dans la qualité de l'interface. Les contraintes opérationnelles (rapidité dans l'exécution du fraisage, l'évacuation des fraisats, le nettoyage et balayage de la surface fraisée...) ne conduisent pas à une pérennisation d'une interface collée

3.1.5 Fissuration transversale des matériaux traités aux liants hydrauliques

La fissuration de retrait des chaussées ayant une assise en matériau traité aux liants hydrauliques (MTLH) impacte la durée de vie des chaussées :

Temps d'apparition des fissures (avec engrenement entre les lèvres de celles-ci),

Cinétique du processus d'évolution des fissures transversales,

Modes d'entretien usuellement adoptés et leurs durées

impact de la préfissuration

impact de l'épaisseur des matériaux bitumineux (y compris structures mixtes)

impact des systèmes anti-fissure

Transformation de la fissuration en cassure (séparation du matériau sans transfert de charge).

Sa prise en compte avec le coefficient de discontinuité k_d ne traduit pas toute la réalité. Il faudrait récupérer les éléments techniques ayant permis son élaboration.

3.1.6 Fissuration longitudinale dans les matériaux bitumineux

La fissuration longitudinale par le haut dans les couches de roulement en matériaux bitumineux apparaît bien avant l'échéance de la durée en vie. En cause les classes de pénétrabilité des bitumes (35/50 voire 20/30) fragilisant plus rapidement le matériau bitumineux.

On constate déjà une perte de classe de bitume après enrobage (cf. RTFOT). De plus sous l'effet de l'oxydation du bitume cette pénétrabilité perd 1 point chaque année (cf. doc fourni par BB).

Les rechargements de chaussées souples avec enrobés de classe 35/50 conduisent à une fissuration longitudinale. Ceci est d'autant plus vrai si l'assise en grave non traitée est sujette à la présence d'eau (cf. § 3.1.8)

3.1.7 Influence de l'entretien sur la durée de vie

La mise en place de systèmes anti-fissures (cf. § 3.1.5) de type membrane bitumineuse, enduits superficiels, géotextiles imprégnés de bitume, sables enrobés... conduit à une augmentation de la durée de vie en préservant la chaussée d'une remontée rapide des fissures.

L'élaboration de scénarios d'entretien tels que proposés par la Direction des routes en 1989 (cf. biblio) et repris dans le catalogue de 1998 procède de cette intention.

Problème : la méthode (ou les sources) ayant conduit à ces scénarios n'est pas connue

3.1.8 Eau – drainage - assainissement

Il y a unanimité des membres du GT sur le rôle de l'eau dans la durée de vie des chaussées qu'elle que soit la forme de son action.

- Infiltration dans les vides des matériaux de chaussées conduisant à un désagrègement de ceux-ci

- Infiltration au niveau des interfaces détériorant la qualité du collage

- Infiltration dans les fissures transversales des MTLH fragilisant les interfaces (en particulier celle entre les MTLH/MB), et par conséquent favorisant l'attrition de la partie supérieure du MTLH engendrée par le couple (Trafic, Eau)

- Dans le cas des structures bitumineuses peu épaisses, aux liants durs, fissurées thermiquement, reposant sur des sols traités, le couple (Trafic, Eau), engendre la formation de cavités à la partie supérieure des sols traités (généralement de faible performance)

- Présence dans les sols entraînant une diminution de leur portance et favorisant l'action du gel

Ce sujet est abordé par le thème 1.2

3.1.9 Relation entre risque pris dans le dimensionnement et le pourcentage de dégradation

Peu d'études ont porté sur la relation entre le risque probabiliste pris en compte dans la méthode de dimensionnement française (différencié selon les types de trafics) et le pourcentage de dégradations.

Comment associer un pourcentage de dégradations relevées sur site avec le risque probabiliste correspondant à la fin de la durée de vie de la chaussée ?

3.1.10 Voiries urbaines

Le thème des voiries urbaines ne se distingue pas des autres types de structures sauf sur les points suivants

- La présence importante de discontinuités de toute sorte : tranchées, joints, réparations...

- La présence de réseaux enterrés entraînant une difficulté de compactage

- L'existence de chaussées pavées, bombées ou avec une assise en hérisson dont l'équilibre hydrique ou mécanique est perturbé dès lors qu'on intervient dessus.

Un drainage généralement efficace des chaussées dû aux tranchées des réseaux
Une température ambiante supérieure à celle de la rase campagne
Une quasi absence des phénomènes de gel-dégel

3.2 Décisions et actions

Il a été décidé de sélectionner un certain nombre de dégradations ou phénomènes ayant directement un impact sur la durée de vie et dont le retour d'expérience sera bénéfique pour les autres thèmes de DVDC.

Il s'agit de :

- Interfaces entre couche. Mécanisme de dégradation. Evolution de la qualité de l'interface (thème 1.3)
- Fissuration transversale des matériaux traités aux liants hydrauliques (Thème 2.1)
- Présence d'eau dans les chaussées et mécanismes de dégradation (thème 1.2 & 1.5)
- Fissuration longitudinale liée au recours aux bitumes « durs » et à la généralisation des essieux tridem (thème 2.1)
- Dégradations ou critères déterminants pour la mise en place d'un entretien (thèmes 2.1 & 3.1)

Grâce au suivi de chantiers référencés dans le cadre d'articles ou d'études plus globales, les maîtres d'ouvrage (MOU), maîtres d'œuvre (MOE) et entreprises seront sollicités pour fournir des compléments d'information.

On pourra alors connaître *a posteriori* l'évolution de la chaussée et repositionner dans le temps le mécanisme de dégradations.

3.3 Livrables

Ces sujets feront l'objet de recherches bibliographiques ciblées, d'analyse de sections tests suffisamment renseignées et documentées grâce au retour d'information auprès des MOU, MOE et entreprises.

Ils conduiront à des rapports décrivant les modes de dégradation et à leur évolution dans le temps et se traduisant par une réduction prématurée de la durée de vie

Projet National de recherche et développement

3.4 Répartition financière

Partenaires	Routes et conseils	Specbea	CimBéton	R. Kobisch	Colas	Eiffage	Eurovia	Cerema	Total
Moyens matériels	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	
Moyens humains (hommexjour)	18	6	6	15	8	8	8	8	77
Budget total (€)	17 000 €	6 000 €	6 000 €	14 000 €	8 000 €	8 000 €	8 000 €	8 000 €	75 000 €
1.1-0 Coordination	10 000 €								10 000 €
1.1-1 Interfaces	2 000 €	1 000 €	1 000 €	12 000	1 000 €	1 000 €	1 000 €	1 000 €	20 000 €
1.1-2 Fissuration transversale	3 000 €	3 000 €	3 000 €			5 000 €			14 000 €
1.1-3 Eau dans les chaussées	1 000 €	1 000 €	1 000 €	1000		1 000 €	6 000 €	1 000 €	12 000 €
1.1-4 Fissuration long. Enrobés				1000	1 000 €		1 000 €	6 000 €	9 000 €
1.1-5 Dégradations et entretien	1 000 €	1 000 €	1 000 €		6 000 €	1 000 €			10 000 €
Apport en nature valorisé (€)	11 500 €	4 000 €	4 000 €	9 300 €	5 300 €	5 300 €	5 300 €	5 300 €	50 000 €
1.1-0 Coordination	6 850 €								6 850 €
1.1-1 Interfaces	1 350 €	700 €	700 €	8 000 €	650 €	650 €	650 €	650 €	13 350 €
1.1-2 Fissuration transversale	2 000 €	2 000 €	2 000 €			3 350 €			9 350 €
1.1-3 Eau dans les chaussées	650 €	650 €	650 €	650 €		650 €	4 000 €	650 €	7 900 €
1.1-4 Fissuration long. Enrobés				650 €	650 €		650 €	4 000 €	5 950 €
1.1-5 Dégradations et entretien	650 €	650 €	650 €		4 000 €	650 €			6 600 €
Subvention demandée au PN (€)	5 500 €	2 000 €	2 000 €	4 700 €	2 700 €	2 700 €	2 700 €	2 700 €	25 000 €
1.1-0 Coordination	3 150 €								3 150 €
1.1-1 Interfaces	650 €	300 €	300 €	4 000 €	350 €	350 €	350 €	350 €	6 650 €
1.1-2 Fissuration transversale	1 000 €	1 000 €	1 000 €			1 650 €			4 650 €
1.1-3 Eau dans les chaussées	350 €	350 €	350 €	350 €		350 €	2 000 €	350 €	4 100 €
1.1-4 Fissuration long. Enrobés				350 €	350 €		350 €	2 000 €	3 050 €
1.1-5 Dégradations et entretien	350 €	350 €	350 €		2 000 €	350 €			3 400 €

Tableau 1 : Répartition du budget pour la tranche1

Site internet : www.dvdc.fr

Plateforme collaborative : www.omnispace.fr/dvdc

Président : Dominique JAUMARD

Directeurs : Eric LAYERLE et Christine LEROY

Gestion administrative et financière : IREX (www.irex.asso.fr), 9 rue de Berri 75008 PARIS, contact@irex.asso.fr

Projet National de recherche et développement

La répartition des moyens humains pour la tranche 1 est rappelée dans le Tableau 1.

Dans le Tableau 2 figurent les sujets non retenus dans la tranche 1 et pouvant faire l'objet d'une recherche dans la tranche 2.

Mécanismes de dégradation - Sujets de recherche non retenus dans la tranche 1	Tranche 2				
	Types de chaussées concernées	Coordinateur (à compléter et valider)	Budget alloué (€)	Subventio n allouée (€)	Thèmes de DVDC associés
Relation entre risques pris dans le dimensionnement et le pourcentage de dégradation	Tous				
Influence de l'entretien sur la durée de vie	Tous				

Tableau 2 : Sujets non retenus pour la tranche 1

4 Contenu du questionnaire

Le groupe de travail a procédé à la mise au point d'un questionnaire. Celui-ci a été élaboré pour évaluer les pratiques des conseils départementaux et des métropoles et faire émerger les problématiques. Il a été adressé à un certain nombre de départements de France via l'IREX et l'Idrri.

Le questionnaire comporte 10 grands thèmes permettant de disposer d'une base de renseignements sur la description du réseau routier, la politique d'entretien préconisée, les méthodes d'auscultation retenues, la programmation et le suivi des travaux en vigueur,

4.1 Description du réseau routier

Classes du réseau routier (au maximum 4) et décomposition des voiries

Nombre de giratoires

Altimétrie (% du réseau $\leq$ ou $>$ à 800 m)

4.2 Politique d'entretien

Codification – Processus prédéfini

Banque de données routières

4.3 Auscultation selon les classes du réseau routier

Auscultation visuelle

Auscultation avec des appareils à grand rendement

Fréquence d'auscultation

Banque de données routières

4.4 Programmation des travaux

Méthode codifiée

Solution logicielle

Pourcentage de renouvellement annuel du réseau selon les classes

Couche de roulement $\leq$ 6 cm

Renforcement – rechargement $>$ 6 cm

4.5 Programmation - organisation - suivi

Choix pré-établi de techniques de base pour l'entretien de votre réseau

En fonction des classes du réseau définies en début de questionnaire ?

Structure ou prestataire pour définir vos travaux d'entretien / réhabilitation sur le réseau structurant

Suivi des travaux

Présence de contrôles extérieurs

Viabilité hivernale

Coût moyen de l'entretien routier par m² et par an

Evolution du budget consacré à l'entretien ces dernières années

4.6 Structures de chaussées selon les classes du réseau

Connaissances de ces structures

Décomposition de ces structures (en %) selon 5 grands types de famille

Chaussées souples BB/GNT

Anciennes chaussées (hérisson/blocage)

Chaussées bitumineuses

Chaussées traitées aux liants hydrauliques

Chaussées en béton de ciment

Les techniques d'entretien associées à chacune de ces classes du réseau

Enrobés à chaud

Enrobés à froid

Enduits superficiels

Travaux préparatoires

Entretiens spécifiques (pontage de fissures...)

Assainissement et drainage des bas-côtés

Béton de ciment mince collé

4.7 Techniques utilisées en enrobés à chaud

Béton bitumineux semi grenu (BBSG) avec ou sans agrégats d'enrobés

Béton bitumineux mince (BBM) avec ou sans agrégats d'enrobés

Béton bitumineux très mince (BBTM) avec ou sans agrégats d'enrobés

Béton bitumineux drainant (BBDr) avec ou sans agrégats d'enrobés

Béton bitumineux à module élevé (BBME) avec ou sans agrégats d'enrobés

Béton bitumineux souple (BBS) avec ou sans agrégats d'enrobés

Dosage moyen des couches d'accrochage

Taux usuel de recyclés ou d'agrégats d'enrobés

Grades de bitume utilisés

Utilisation de bitume polymère

4.8 Techniques à froid

Béton bitumineux à l'émulsion (BBE)

Matériau bitumineux coulé à froid (MBCF) [anciennement appelé enrobé coulé à froid (ECF)]

Retraitement en place

Ciment

Emulsion

Mousse

4.9 Année d'apparition de dégradations ou désordres selon les classes du réseau routier

Arrachement

Faïençage

Fissuration transversale

Fissuration par le haut des enrobés

Glissade

Orniérage

Pelade

Ressuage

Traitement des joints

Autres

4.10 Retours d'expérience

Techniques d'entretien préconisées selon les classes du réseau pour la pérennité de celui-ci et pourquoi

Techniques d'entretien exclues selon les classes du réseau pour la pérennité de celui-ci et pourquoi

Attentes du projet DVDC pour pérenniser le réseau routier

Attentes du projet DVDC dans la programmation des travaux d'entretien

5 Retour et analyse du questionnaire

A la date du 15 novembre nous avons reçu 21 réponses de la part des conseils départementaux (CD). Elles se répartissent comme suit :

- Normandie, Bretagne, P. de la Loire, Centre-Val de Loire : 2
- Hauts de France, Grand Est, Bourgogne-Franche Comté : 6
- Nouvelle Aquitaine, Occitanie : 7
- Auvergne-Rhône Alpes, PACA, Corse : 5
- Ile de France : 1

D'autres réponses sont attendues. Elles viendront actualiser les résultats.

Remarque : Seule une réponse des métropoles nous est parvenue.

5.1 Remarques générales

Les responsables des services techniques routiers des conseils départementaux qui ont répondu au questionnaire se sont montrés coopératifs. Ils ont acceptés d'être recontactés (sauf 1 CD) pour des compléments d'information.

Les réponses sont cohérentes. Des « bouclages » ont pu être effectués pour valider les réponses.

Les CD ont répondu aux items du questionnaire avec franchise. Lorsque les données étaient inconnues ou non disponibles ils se sont abstenus.

La présentation des résultats est faite de façon anonyme sous la forme de tableaux présentant les moyennes ou les pourcentages associés.

Les commentaires émanent du groupe de travail.

5.2 Description du réseau routier

5.2.1 Classes du réseau routier

	Classe 1 (km)	Classe 2 (km)	Classe 3 (km)	Classe 4 (km)
Moyenne	494	638	1053	1974
Pourcentage	11,9%	15,3%	25,3%	47,5%
Pourcentage	27,1%		72,9%	

D'une façon générale les conseils départementaux ont réparti leur réseau routier en 4 classes (sauf 4 départements)

La classe 4 représente presque 50 % du réseau et les 2 dernières classes près des 3 /4 de celui-ci. Il y a donc un enjeu patrimonial majeur d'autant plus que ces voiries sont les moins bien connues et les moins structurées (cf. § 5.7).

5.2.1 Linéaire total du réseau routier

Le linéaire de routes départementales est en moyenne de 4154 km. Avec une valeur minimale de 1708 km (en zone très montagneuse) et une valeur maximale de 7216 km pour le réseau le plus dense.

5.2.2 Répartition des voiries

	2x2 voies ou plus (km)	≥ 6m (km)	< 6m (km)
Moyenne	48	1481	2625
Pourcentage	1,1%	35,7%	63,2%

Les 2 x 2 voies ne représentent que 1 % (mais supportent le trafic le plus important) alors que les routes ayant une largeur inférieure à 6 m constituent près des 2/3 de ce réseau, ce qui est à rapprocher des 50% des réseaux en classe 4 ou 75% des réseaux en classe 3 et 4.

Il y aura donc un compromis économique et financier à trouver pour l'entretien.

5.2.1 Nombre de giratoires

On dénombre environ 246 giratoires par département (hors zones urbaines). Soit un giratoire tous les 17 km (variable selon les départements de 1 tous les 5 à 1 tous les 66 km).

En général les giratoires ont une durée de vie plus faible qu'une section courante et nécessite un entretien plus fréquent.

En extrapolant à la France on arrive à 24.400 giratoires alors que l'estimation est de 30.000 y compris les giratoires urbains.

5.2.2 Altitude

	< 800 m (km)	> 800 m (km)
Moyenne	3586	667
Pourcentage	84%	16%

Dans l'enquête on constate qu'un peu moins de 20 % du réseau est situé à une altitude supérieure à 800 m. On suppose qu'il y a dans ces régions des différences de température journalière ou annuelle.

Une analyse plus fine portera donc sur la relation entre cette situation géographique et les dégradations

5.3 Politique d'entretien

Tous les départements qui ont répondu à l'enquête disposent d'une banque de données routières (BDR). En revanche la politique d'entretien ne fait pas toujours l'objet d'un processus défini. C'est le cas de nombreux départements.

➤ Le préalable à la gestion de l'entretien du réseau routier et donc à la connaissance de la durée de vie des chaussées est donc de disposer d'une politique d'entretien

On constate également une grande diversité d'outils ou logiciels.

5.4 Auscultation selon les classes du réseau routier

La périodicité d'auscultation est cohérente et en accord avec l'importance des classes du réseau. Pour les classes 1 et 2 cette périodicité se situe entre 2 et 3 années. Il convient de relativiser celle des classes 3 et 4 du fait du faible nombre de réponses (4 sur 17 départements).

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Moyenne	3,2	3,4	3,7	4,5

L'auscultation avec les appareils à grand rendement (AGR) est quasiment systématique pour les classes 1 et 2. En revanche elle n'est que visuelle pour les classes 3 et 4.

➤ Selon le groupe de travail il paraît judicieux de s'orienter pour les classes 3 et 4 vers une auscultation avec les appareils à grand rendement mais avec une périodicité plus élevée de 10 à 12 ans.

5.5 Programmation des travaux

A l'exception de 2 ou 3 conseils départementaux, la programmation des travaux d'entretien n'est pas en général codifiée. Elle relève d'une approche empirique, manuelle ou artisanale.

➤ Nous engageons les conseils départementaux à se lancer dans une approche codifiée en relation avec leur politique d'entretien (cf. § 5.3)

Le renouvellement annuel du réseau routier est exprimé en pourcentage du linéaire et en périodicité.

Il concerne les couches de roulement ≤ 6 cm ou les rechargements/renforcements > 6 cm et cela en fonction des classes du réseau routier.

2.5 - Pourcentage de renouvellement annuel (%)							
Classe 1 - couche de roulement épaisseur ≤ 6 cm	Classe 1 - renforcement / rechargement > 6 cm ?	Classe 2 - couche de roulement épaisseur ≤ 6 cm	Classe 2 - renforcement / rechargement > 6 cm	Classe 3 - couche de roulement épaisseur ≤ 6 cm	Classe 3 - renforcement / rechargement > 6 cm	Classe 4 - couche de roulement épaisseur ≤ 6 cm	Classe 4 - renforcement / rechargement > 6 cm
5,9	4,4	5,2	4,4	5,7	1,8	4,9	0,8
2.5 - Période de renouvellement annuel (années)							
17,0	22,5	19,1	22,9	17,6	55,2	20,4	129,6

Il y a une grande cohérence dans les pourcentages annuels de renouvellement de l'entretien des chaussées de classes 1 et 2 avec un pourcentage de 5,9 à 5,2 % (soit une périodicité de 17 à 19 années pour les couches de roulement) et un pourcentage plus faible pour les rechargements (4,4 %).

Les pourcentages d'entretien sur les classes 3 et 4 sont légèrement plus faibles voire du même ordre en ce qui concerne les couches de roulement. En revanche l'entretien n'est pas réalisé avec enrobé à chaud mais avec un matériau bitumineux coulé à froid (MBCF) ou enduit superficiel d'usure (ESU) voire § 5.8

Les pourcentages de rechargement/renforcement sur les classes 3 et 4 sont « anecdotiques » avec 1 à 2 % et ne relèvent que de cas spécifiques.

5.6 Programmation - organisation - suivi

Presque tous les conseils départementaux disposent d'un choix préétabli de techniques de base pour l'entretien de leur réseau. Ce choix est en principe (sauf un cas) fonction des classes du réseau précédemment.

Il n'y a pas toujours de programmation pluriannuelle des travaux mais lorsque celle-ci existe elle s'échelonne sur 2 ou 3 ans, En fait 3 ans avec 2 années « glissantes ».

Dans presque tous les cas la définition des travaux d'entretien ou de réhabilitation sur le réseau structurant est faite en interne.

Le suivi des travaux est systématique ainsi que la présence de contrôles extérieurs

La viabilité hivernale constitue partie intégrante pour la gestion de l'entretien dans les départements ayant des zones géographiques situées à plus de 800 m, mais pas toujours.

Le coût moyen de l'entretien routier par m² et par an ramené au linéaire total du réseau routier est en moyenne de 0,38 € HT/m²/an et généralement compris entre 0,30 € et 0,40 € HT/m²/an et de façon régulière sauf dans le cas particulier de zone très montagneuse.

Rapporté au linéaire de réseau entretenu on avoisine une dépense de 6,5 € HT/m²/an.

Si on considère un pourcentage moyen de 5,7 % pour le linéaire entretenu annuellement on obtient une valeur de 6,5 € x 0,05 soit 0,34 € à comparer au coût du paragraphe précédent.

Ces dernières années l'évolution du budget consacré à l'entretien routier est la plupart du temps en diminution d'une année sur l'autre (sauf un cas).

L'optimisation financière et technique est donc plus que jamais à l'ordre du jour.

5.7 Structures de chaussées selon les classes du réseau

A la question sur la connaissance des structures, les conseils départementaux ont apporté les réponses suivantes en fonction des classes de réseaux.

	Classe 1	Classe	Classe 3	Classe 4
	Connaissance des structures : 1 (inconnues) à 4 (bien connues)			
Moyenne	2,7	2,4	2,2	2,1

Nous constatons que la connaissance des structures décroît avec la classe de réseau. On suppose que la connaissance des classes 3 et 4 est un peu surévaluée.

La répartition des types de structures (en %) en 5 grandes types de famille selon les classes de réseau est assez éloquent.

	Classe 1 : Structures de chaussée				
	Chaussées souples : BB / GNT	Anciennes chaussées : hérisson - blocage	Chaussées bitumineuses	Chaussées traitées aux liants hydrauliques	Chaussées en béton de ciment
Pourcentage moyen	18,9	0,4	59,2	20,9	0,6
Pourcentage total	100				

Les structures de la classe 1 se répartissent à 60% en bitumineuses et un peu plus de 20 % semi-rigides ou mixtes. La part des chaussées souples est inférieure à 20%.

	Classe 2 : Structures de chaussée				
	Chaussées souples : BB / GNT	Anciennes chaussées : hérisson - blocage	Chaussées bitumineuses	Chaussées traitées aux liants hydrauliques	Chaussées en béton de ciment
Pourcentage moyen	24,3	15,5	55,2	9,7	0,0
Pourcentage total	100				

Les structures de la classe 2 sont bitumineuses à plus de 55 % et souples à 24 %/

	Classe 3 : Structures de chaussée				
	Chaussées souples : BB / GNT	Anciennes chaussées : hérisson - blocage	Chaussées bitumineuses	Chaussées traitées aux liants hydrauliques	Chaussées en béton de ciment
Pourcentage moyen	40,0	39,2	19,7	1,1	0,0
Pourcentage total	100				

Près de 80 % des structures de types 3 sont des chaussées souples ou anciennes. Et la quasi-totalité des structures ne comporte pas de matériaux traités aux liants hydrauliques.

	Classe 4 : Structures de chaussée				
	Chaussées souples : BB / GNT	Anciennes chaussées : hérisson - blocage	Chaussées bitumineuses	Chaussées traitées aux liants hydrauliques	Chaussées en béton de ciment
années	43,2	50,0	6,8	0,0	0,0
Pourcentage total	100				

Les chaussées souples et anciennes chaussées constituent 93 % des structures de la classe 4.

Ces informations permettront de sélectionner les sections témoins ou représentatives des différentes classes des réseaux départementaux pour des études complémentaires (tranche 2).

5.8 Les techniques d'entretien associées à chacune des classes du réseau

Les solutions d'entretien utilisées par les conseils départementaux sont rappelées ci-dessous. Celles qui sont surlignées en bleu sont très souvent mentionnées, celles qui sont entre parenthèses sont appliquées occasionnellement ou seulement par quelques départements.

Techniques d'entretien pour les chaussées des classes 1 et 2

Les enrobés à chaud

(Les enrobés à froid)

(Les enduits superficiels)

Les travaux préparatoires : reprofilage, rebouchage

Les entretiens spécifiques : pontage de fissures...

L'assainissement et drainage des bas-côtés

Techniques d'entretien pour les chaussées de la classe 3

Les enrobés à chaud

Les enrobés à froid

(Les enduits superficiels)

Les travaux préparatoires : reprofilage, rebouchage

Les entretiens spécifiques : pontage de fissures...

L'assainissement et drainage des bas-côtés

Techniques d'entretien pour les chaussées de la classe 4

(Les enrobés à chaud)

Les enrobés à froid

Les enduits superficiels

Les travaux préparatoires : reprofilage, rebouchage

L'assainissement et drainage des bas-côtés

Une étude complémentaire plus approfondie portera sur l'utilisation des différentes techniques d'entretien en fonction des structures de chaussées et les classes du réseau.

5.9 Techniques utilisées en enrobés à chaud

Les agrégats d'enrobé (AE) sont introduits systématiquement dans les formules de béton bitumineux semi grenu (BBSG), béton bitumineux mince (BBM) et aux souples (BBS).

Le pourcentage d'AE dans les formules d'enrobés à chaud est en moyenne de 19 %
--

Le dosage moyen des couches d'accrochage est de l'ordre de 325 g/m² de bitume résiduel

Si les départements signalent une utilisation fréquente des bitumes polymères d'enrobage, le tonnage associé est peu élevé.

5.10 Techniques à froid

Toutes les techniques d'enrobés à froid : Béton bitumineux à l'émulsion (BBE) [anciennement appelé Béton bitumineux à froid (BBF)], Matériau bitumineux coulé à froid (MBCF) [appelé précédemment Enrobé coulé à froid (ECF)] et de retraitement en place (Ciment, Emulsion, Mousse) sont utilisées mais l'importance des quantités et surface appliquées n'est pas connue.

5.11 Année d'apparition de dégradations ou désordres selon les classes du réseau routier

Les conseils départementaux ont donné à titre indicatif les années d'apparition d'un certain nombre de dégradations (fournies dans le questionnaire par ordre alphabétique).

On s'aperçoit que certaines occurrences sont indépendantes de l'âge ou du trafic cumulé supporté par la chaussée.

Elles apparaissent après moins de 10 ans dans le cas des chaussées des classes 1 et 2. Il s'agit de la fissuration transversale, de la fissuration par le haut des enrobés, du ressuage et du traitement des joints (d'enrobé).

L'interprétation des résultats requiert une analyse plus fine en fonction du nombre de réponses fournies

	Classe 1 : Année d'apparition des pathologies								
	Arrachements	Faiénçage	Fissuration transversale	Fissuration par le haut des enrobés	Glissance	Orniérage	Pelade	Ressuage	Traitement des joints
années	13,3	10,5	6,7	8,2	11,3	14,1	12,0	3,0	6,2

	Classe 2 : Année d'apparition des pathologies								
	Arrachements	Faiénçage	Fissuration transversale	Fissuration par le haut des enrobés	Glissance	Orniérage	Pelade	Ressuage	Traitement des joints
années	10,1	10,2	6,0	8,2	11,3	13,4	10,0	5,3	6,5

Pour les structures des classes 3 et 4 la glissance et l'orniérage structurel (affaissement de la structure) apparaissent aux alentours de 10 ans.

Ces points feront l'objet d'études approfondies en tenant compte de la situation géographique (altitude, climat) des chaussées

Classe 3 : Année d'apparition des pathologies								
Arrachements	Faiénçage	Fissuration transversale	Fissuration par le haut des enrobés	Glissance	Orniérage structurel	Pelade	Ressuage	Traitement des joints
9,4	10,0	6,7	6,0	10,7	12,3	5,8	3,7	5,7

	Classe 4 : Année d'apparition des pathologies								
	Arrachements	Faiénçage	Fissuration transversale	Fissuration par le haut des enrobés	Glissance	Orniérage structurel	Pelade	Ressuage	Traitement des joints
années	9,3	8,6	5,5	6,5	9,4	9,5	6,2	3,7	4,3

5.12 Les attentes des conseils départementaux vis-à-vis du projet de DVDC

Dans le contexte économique actuel les conseils départementaux sont demandeurs de solutions leur permettant d'optimiser l'entretien de leurs routes tout en maîtrisant les coûts, ils pensent que DVDC peut les aider en ce sens en mettant en relations les exploitants et les entreprises et en permettant les retours d'expérience entre collectivités.

Les conseils départementaux recherchent un appui technique pour la mise en place d'une politique routière permettant d'établir des stratégies efficaces (diagnostic, choix de techniques etc...)

Une des principales attentes est la création d'un guide technique exhaustif, qui permettrait d'adapter les méthodes d'entretien des chaussées aux pathologies et aux contraintes subies (trafic PL, altitude, VH etc...)

6 Commentaires, conclusions, suites à donner et recommandations

6.1 Commentaires et conclusions sur le questionnaire

A partir des 21 réponses cohérentes et pertinentes reçues de la part des conseils départementaux (CD) nous constatons que :

- Sur les 4 classes du réseau routier des CD, la dernière classe représente presque 50 % du linéaire et les 2 dernières classes 75% de celui-ci. Il y a donc un enjeu patrimonial majeur d'autant plus que ces voiries sont les moins bien connues et les moins structurées
- Les 2 x 2 voies ne représentent que 1 % (mais supportent le trafic le plus important) alors que les routes ayant une largeur inférieure à 6 m constituent près des 2/3 de ce réseau, ce qui est à rapprocher des 50% des réseaux en classe 4 ou 75% des réseaux en classe 3 et 4.
- On dénombre en moyenne 246 giratoires par département (hors zones urbaine) qui ont une durée de vie plus faible qu'une section courante et nécessite un entretien plus fréquent.
- Un peu moins de 20 % du réseau est situé à une altitude supérieure à 800 m.

- Tous les départements qui ont répondu à l'enquête disposent d'une banque de données routières (BDR). En revanche la politique d'entretien ne fait pas toujours l'objet d'un processus défini.
- La périodicité d'auscultation est cohérente et en accord avec l'importance des classes du réseau. Pour les classes 1 et 2 l'auscultation avec les appareils à grand rendement (AGR) est quasiment systématique et avec une périodicité située entre 2 et 3 années. En revanche elle n'est que visuelle pour les classes 3 et 4.
- A l'exception de 2 ou 3 conseils départementaux, la programmation des travaux d'entretien n'est pas en général codifiée. Elle relève d'une approche empirique, manuelle ou artisanale.
- Il y a une grande cohérence dans les pourcentages annuels de renouvellement de l'entretien des chaussées de classes 1 et 2 avec un pourcentage de 5,9 à 5,2 % (soit une périodicité de 17 à 19 années pour les couches de roulement) et un pourcentage plus faible pour les rechargements (4,4 %).
- Les pourcentages d'entretien (en MBCF ou ESU) sur les classes 3 et 4 sont légèrement plus faibles voire du même ordre. Les pourcentages de rechargement/renforcement sont « anecdotiques » avec 1 à 2 % et ne relèvent que de cas spécifiques.
- Le coût moyen de l'entretien routier par m² et par an ramené au linéaire total du réseau routier est en moyenne de 0,38 € HT/m²/an et généralement compris entre 0,30 € et 0,40 € HT/m²/an.
- La connaissance des structures décroît avec la classe de réseau. On suppose que la connaissance des classes 3 et 4 est un peu surévaluée.
- Les structures de la classe 1 se répartissent à 60% en bitumineuses et un peu plus de 20 % semi-rigides ou mixtes. La part des chaussées souples est inférieure à 20. Les structures de la classe 2 sont bitumineuses à plus de 55 %. Près de 80 % des structures de types 3 sont des chaussées souples ou anciennes. Et la quasi-totalité des structures ne comporte pas de matériaux traités aux liants hydrauliques. Les chaussées souples et anciennes chaussées constituent 93 % des structures de la classe 4.

Le questionnaire a donc permis de valider l'existence de bases de données routières dans la plupart des départements. Ce sont des bases alimentées par une auscultation différenciée selon le type de classe. En revanche, ces données ne sont pas utilisées suffisamment en raison de l'absence de politique d'entretien dans de nombreux départements. En résumé, les données sont disponibles mais le processus de politique d'entretien est peu ou mal défini.

- Les techniques d'entretien des chaussées de classes 1 et 2 comportent majoritairement, des travaux préparatoires, l'assainissement et drainage des bas-côtés et des enrobés à chaud. Pour la classe 4 on retrouve des travaux préparatoires, l'assainissement et drainage des bas-côtés et des enrobés à chaud. Les MBCF et les ESU.
- Les agrégats d'enrobé (AE) sont introduits systématiquement dans les formules de béton bitumineux semi grenu (BBSG), béton bitumineux mince (BBM) et aux souples (BBS). Le pourcentage dans les formules d'enrobés à chaud est en moyenne de 19 %
- L'occurrence de certaines dégradations est indépendante de l'âge ou du trafic cumulé supporté par la chaussée car elles apparaissent après moins de 10 ans dans le cas des chaussées des classes 1 et 2. Il s'agit de la fissuration transversale, de la fissuration par le haut des enrobés, du ressuage et du traitement des joints (d'enrobé).
- Dans le contexte économique actuel les CD sont demandeurs de solutions leur permettant d'optimiser l'entretien de leurs routes tout en maîtrisant les coûts, ils pensent

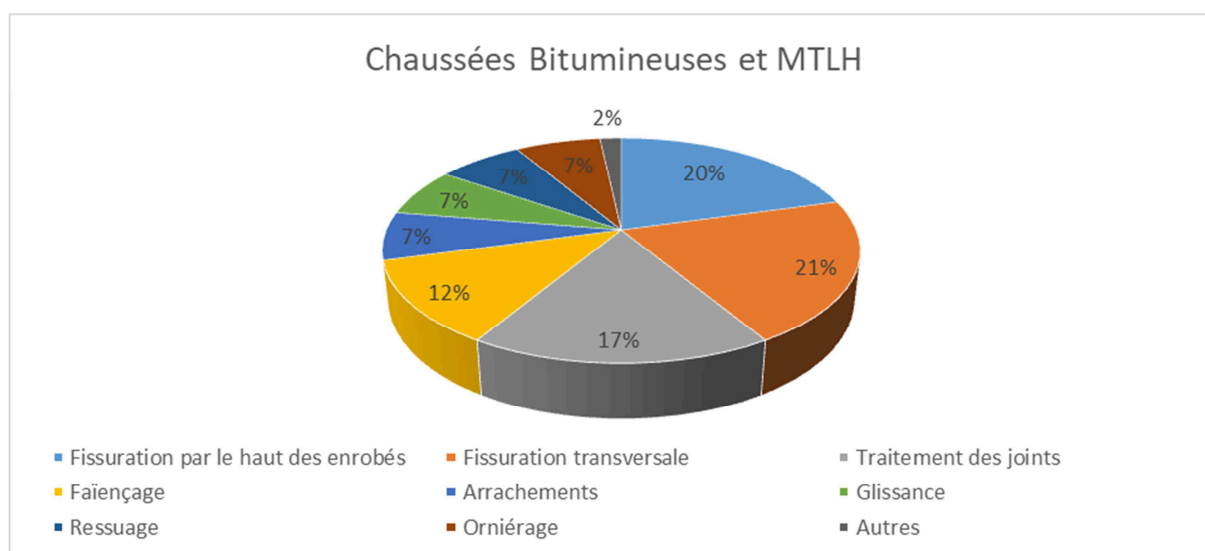
que DVDC peut les aider en ce sens en mettant en relations les exploitants et les entreprises et en permettant les retours d'expérience entre collectivités.

Le questionnaire et les échanges avec le CD 63 incitent à se donner les moyens d'approfondir nos connaissances sur les réseaux 3 et 4 (ce sont les moins bien connus et pourtant les plus représentés) et à proposer des techniques d'entretien adaptées à ces types de réseau.

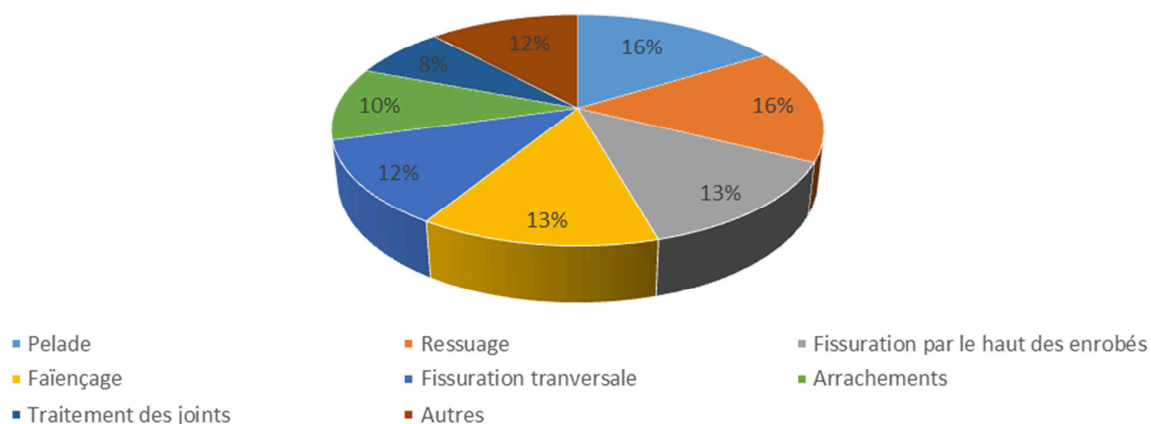
6.2 Suites à donner

- a) Diffuser la synthèse du questionnaire aux départements ayant répondu à l'enquête
- b) Relancer d'autres CD pour avoir une meilleure représentation nationale (manque de réponse dans l'ouest, l'Ile de France et au sud de la Loire).
- c) Elargir le questionnaire à aux métropoles avec l'objectif d'obtenir au moins une dizaine de réponses.
- d) Après avoir choisi les types de sections témoins dont on aura besoin, revenir vers les départements et métropoles pour connaître les sections sur lesquelles on pourrait intervenir
- e) Approfondir les relations entre les pathologies et les structures de chaussées

Les graphiques ci-dessous récapitulent dans un premier temps la répartition des dégradations selon les types de structures liées (bitumineuses et traitées aux liants hydrauliques) et non liées (chaussées souples et anciennes)



Chaussées Souples et Anciennes Chaussées



f) Approfondir les relations entre les pathologies et le climat + l'altitude

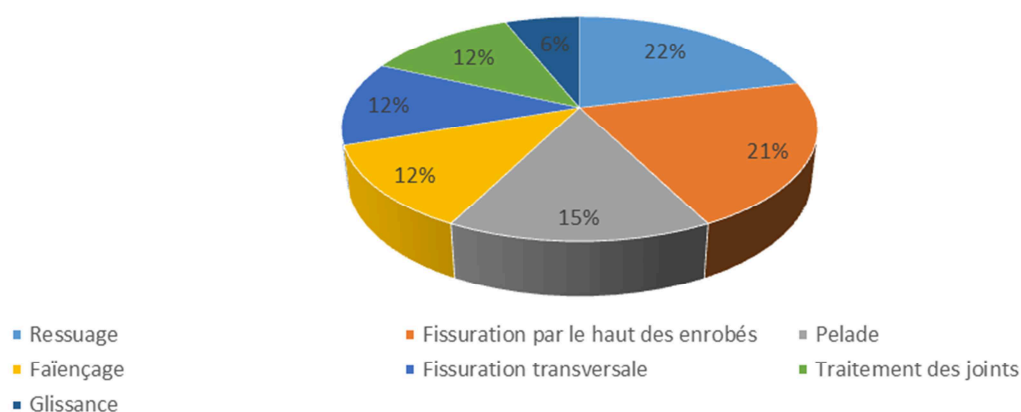
Les premiers enseignements montrent que

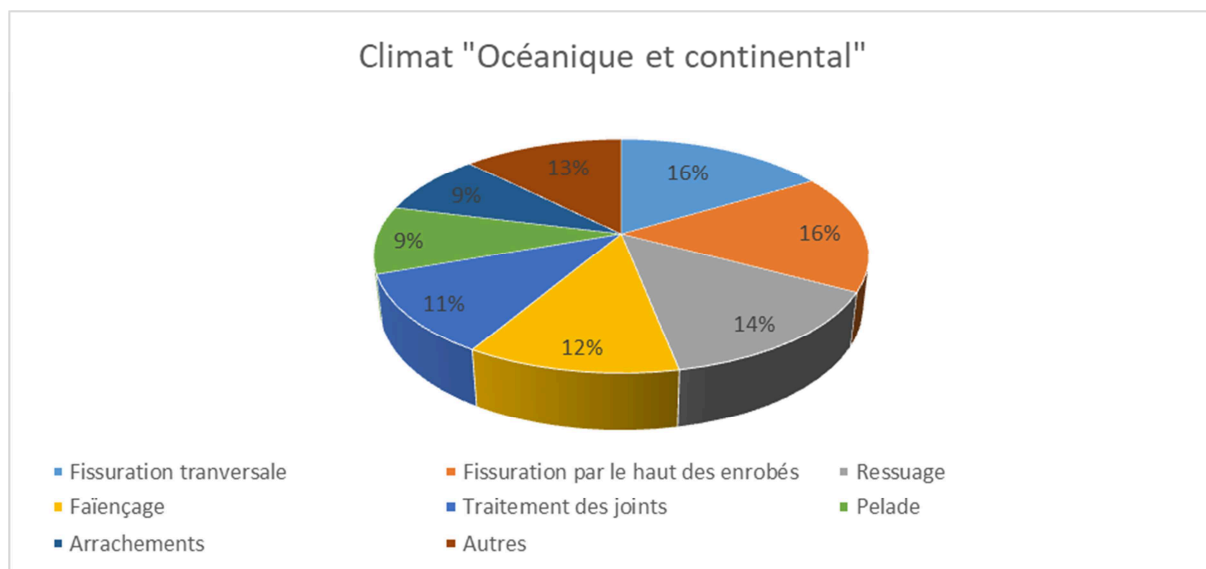
La pelade et le ressuage sont typiques des chaussées « souples » (au sens large) avec un impact aggravant de l'altitude.

La fissuration par le haut des enrobés concerne toutes les structures et n'est pas impacté par l'altitude.

La fissuration transversale et le traitement des joints concerne plus les structures « liées » et semble plus présente à basse altitude.

Climat "Montagnard"





- g) Approfondir les relations entre les techniques d'entretien et les classes du réseau
- h) Approfondir nos connaissances sur les classes 3 et 4 et sur les techniques d'entretien adaptées à ce type de réseau
- i) Déterminer l'importance de la présence d'eau et le drainage/assainissement

6.3 Recommandations

- Le préalable à la gestion de l'entretien du réseau routier et donc à la connaissance de la durée de vie des chaussées est de disposer d'une politique d'entretien
- Nous engageons les conseils départementaux à se lancer dans une approche codifiée pour la programmation des travaux d'entretien en relation avec leur politique d'entretien
- Selon le groupe de travail il paraît judicieux de s'orienter pour les classes 3 et 4 vers une auscultation avec les appareils à grand rendement mais avec une périodicité plus élevée de 10 à 12 ans.