

LA GESTION DE PATRIMOINE ROUTIER ET LES TECHNIQUES DE CHAUSSÉES



DVDC



(Durée de Vie Des Chaussées),
Projet National de Recherche

Christine Leroy – Routes de France



29 novembre 2018 – Marne La Vallée



1. Présentation générale du projet
2. Où en est-on aujourd'hui ?
 - a. Thème 1
 - b. Thème 2
 - c. Thème 3
3. Échanges / Questions diverses

➤ **Présentation générale**

- **Démarrage en juin 2016**
- **Problèmes à résoudre:**
 - **Les chaussées sont soumises à un vieillissement naturel;**
 - **Maintenir le niveau de service est un défi financier majeur pour les gestionnaires d'actifs;**
 - **Connaître l'état du réseau et son évolution est indispensable pour programmer et budgétiser son entretien**
- **Budget: 3,6 M €;**
- **Durée : 5 ans;**
- **41 partenaires: maîtres d'ouvrages, sociétés d'ingénierie, entrepreneurs, laboratoires de recherche publics et privés, fabricants.**

› 41 partenaires



Pièrenne Chaussées MC

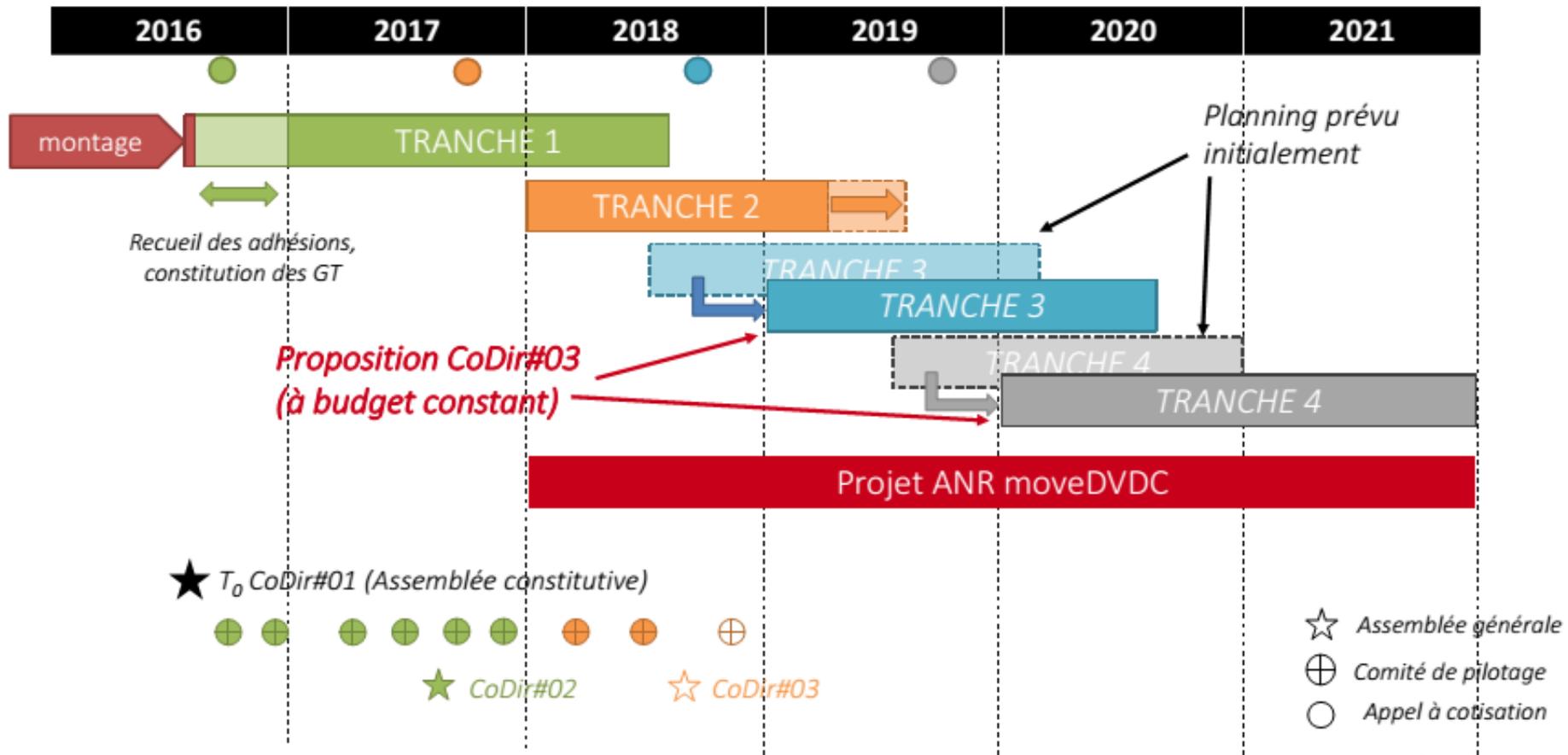


Route et Conseil



- › 8 entreprises de travaux / fédérations
- › 11 ingénieries
- › 5 industriels
- › 5 organismes de recherche
- › 9 maîtres d'ouvrages
- › 1 cluster régional

Planning général



➤ Objectifs du projet

- 1. Meilleure compréhension des mécanismes d'endommagement des chaussées**
- 2. Développer des méthodes pour évaluer la durée de vie résiduelle de la chaussée**
- 3. Intégrer des nouveaux mécanismes d'endommagement et des nouvelles propriétés dans les outils d'aide à la décision**
- 4. Optimiser la planification et le dimensionnement des travaux d'entretien**

Champ de la recherche: Où en est-on aujourd'hui?



➤ Champs de la recherche

1. Comportement structurel des chaussées et son évolution au cours du temps
2. Aspects mécaniques relatifs aux couches de roulement, hors caractéristiques de surface
3. Evaluation de l'état structurel à un instant donné
4. Définition de nouveaux indicateurs des chaussées adaptés à chaque type de réseau routier

Avancement des travaux : thème 1

DVDC
DUREE DE VIE DES CHAUSSEES

THÈME 1 - MÉCANISMES DES DÉGRADATIONS DE CHAUSSEES

Objectifs du thème 1 DVDC : analyser le comportement structurel des chaussées et son évolution dans le temps

Besoin de mieux prendre en compte certains mécanismes de dégradation :

- Orniérage des matériaux non traités
- Détérioration des interfaces
- Vieillissement des matériaux bitumineux
- Dégradations hivernales

En s'appuyant sur des retours d'expérience ciblés et un état de l'art international,

→ Développement de méthodes innovantes de caractérisation, et de modèles de prévision des dégradations

Avancement des travaux : thème 1

DVDC
DUREE DE VIE DES CHAUSSEES

THÈME 1 : FONCTIONNEMENT/ORGANISATION

Composition des sous thèmes

	Action	Animateur sous thème	Participants « actifs » Tranches 1 et 2 en cours
1-1	Retour d'expérience sur les mécanismes de dégradations	<i>J.P MARCHAND</i>	R.KOBISH / H.ODEON JP.MARCHAND / L.GRIN/B.BOLOT/L.PERISSE
1-2	Sols supports et chaussées souples	<i>P.HORNYCH</i>	C.CHAZALLON/G.KOVAL P.HORNYCH
1-3	Comportement des interfaces	<i>A.DONY</i>	P.HORNYCH/JP.SIMONIN S.OLLIER /A.MILLIEN A.DONY / I.KOUTIRI E.GODARD /B.POUTEAU
1-4	Fatigue et vieillissement des matériaux	<i>P.HORNYCH</i>	8 partenaires : Eiffage (2); ESTP(2); Eurovia (2); IFSTTAR (5); INSA icube(3); Malet (2); Total (2); U.Limoges(5);
1-5	Dégradations hivernales	<i>H.ODEON</i>	H.DI BENEDETTO/C.SAUZEAT H.ODEON

Avancement des travaux : thème 1

DVDC
DUREE DE VIE DES CHAUSSEES

THÈME 1.1 - RETOUR D'EXPÉRIENCE

Tranche 1

QUESTIONNAIRE ADRESSE AUX CONSEILS DEPARTEMENTAUX

OBJECTIFS

- **EVALUER LES PRATIQUES TECHNIQUES DANS LA GESTION DES RÉSEAUX ROUTIERS**
- **FAIRE ÉMERGER LES PROBLÉMATIQUES**
- **ELABORER A *POSTERIORI* DES PROCESSUS DE DÉGRADATIONS PROPRES À CHACUN DE CES MÉCANISMES**
 - **RAPPORT PUBLIÉ**
- **PRÉSENTATION DES RÉSULTATS AU CONGRÈS PPRS DE NICE EN MARS 2018**

➤ Avancement des travaux : thème 1

DVDC
DUREE DE VIE DES CHAUSSEES

THÈME 1.2– SOLS SUPPORTS ET CHAUSSEES SOUPLES

- ▶ **Formulation et caractérisation en laboratoire des performances des GNT et prise en compte dans les calculs de structures de Chaussées (INSA Strasbourg/ IFSTTAR)**

TRANCHE 1 : Caractérisation du comportement mécanique de la GNT de Bréfauchet (Gneiss), pour différentes conditions de teneur en eau, au moyen d'essais triaxiaux cycliques

TRANCHE 2 :

Modélisation du comportement

Programme d'essais triaxiaux à différents teneurs en eau sur une deuxième GNT, provenant de matériaux recyclés.

INSA Strasbourg/ IFSTTAR – en cours

Rapport soumis – INSA Strasbourg (Tranche 1 et 2)

Avancement des travaux : thème 1

DVDC
DUREE DE VIE DES CHAUSSEES

THÈME 1.3 – COMPORTEMENT DES INTERFACES

Expérimentation chantier



Mise en œuvre de l'essai

Avancement des travaux : thème 1

DVDC
DUREE DE VIE DES CHAUSSEES

THÈME 1.4 – FATIGUE ET VIEILLISSEMENT DES MATÉRIAUX

PROJET ANR MOVEDVDC - MOdélisation du Vieillissement et de l'Endommagement pour l'évaluation de la Durée de Vie Des Chaussées

Partenaires : Total, Eiffage, Eurovia, Malet

IFSTAR, ESTP, Insa Strasbourg, U.Limoges

Budget : 700 k€ durée 4 ans – **Démarrage janvier 2018**

Verrou majeur : Définir l'état de vieillissement et d'endommagement des matériaux bitumineux dans les chaussées anciennes

Objectifs :

1. Proposer une démarche d'évaluation du vieillissement et de l'endommagement des liants et enrobés, basée sur des essais mécaniques et physico-chimiques.
2. Appliquer ces méthodes à des cas de terrain, afin de mieux comprendre les mécanismes de vieillissement et d'endommagement in situ.
3. Proposer, des modèles permettant de prédire les propriétés mécaniques des matériaux anciens, et leur évolution, applicables aux calculs de durée de vie des chaussées.

Avancement des travaux : thème 1



LTDS
Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes



DVDC
DURÉE DE VIE DES CHAUSSEES



Étude de l'endommagement des enrobés bitumineux soumis à des cycles gel-dégel

(Mars 2017 - Mars 2020)

TRAN Duc Thang
ENTPE-LGCB<DS
EUROVIA Mérignac

Sous la direction de:

DI BENEDETTO Hervé (ENTPE)
SAUZÉAT Cédric (ENTPE)
POUTEAU Bertrand (EUROVIA)

Avancement des travaux : thème 2



ACTIVITÉS DU TH2 ET LIVRABLES DISPONIBLES

► 2.1 Rex sur la connaissance de l'état du réseau

- **Participation** : Cerema, VECTRA, Technologies Nouvelles, Diagway
- **Livrable**
 - Rapport ***Retours d'expérience sur la connaissance de l'état d'un réseau routier, juin 2018***
 - Principales conclusions :
 - Prise de conscience générale de l'intérêt de mieux connaître le patrimoine. Mais une connaissance encore insuffisante pour définir et appliquer une politique d'entretien.
 - Réseau départemental est conséquent en linéaire mais très hétérogène (trafic, largeur...).
 - Systèmes d'informations routiers performants mais un problème d'organisation pour le recueil et la mise à jour des données.
 - Une absence de maîtrise du fondement des indicateurs d'évaluation utilisés.

Avancement des travaux : thème 2



ACTIVITÉS DU TH2 ET LIVRABLES DISPONIBLES

- 2.3 – Indices structurels
 - Participation : EGIS, Logiroad, Cerema
 - Livrable :
 - Rapport **Étude sur les indices structurels**, juin 2018
 - » une analyse internationale non exhaustive
 - » une certaine diversité dans les méthodes de calcul d'indices d'état structurel
 - » tous les indices structuraux s'appuient d'abord sur les dégradations de surface
 - » une prise en compte non systématique de l'uni longitudinal (structure de chaussée, cout mesure)
 - » une prise en compte non systématique de la déflexion (sensibilité mesure, cout mesure)
 - » deux approches de calcul : technique (somme pondérée des indicateurs), technico-financière (évaluation du cout des travaux de remise en état)

Avancement des travaux : thème 3

Structuration du thème 3

1. Modèles de dégradation des structures

→ développement de modèles mécaniques des structures; approches numériques visant à une meilleure connaissance du fonctionnement des chaussées dégradées et fissurées.

2. Aspects probabilistes

→ Approches fondées sur des lois probabilistes d'évolution d'indicateurs structurels. Affiner et optimiser les prédictions d'endommagement des structures à l'échelle d'un réseau

3. Cas des couches de surface

→ durée de vie résiduelle des couches de roulement et liaison. Prise en compte des spécificités des dégradations des couches de surface.

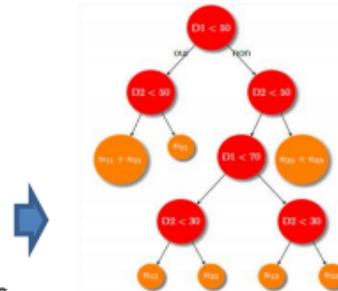
Actions envisagées: approches statistiques, méthodologiques et numériques.

Avancement des travaux : thème 3

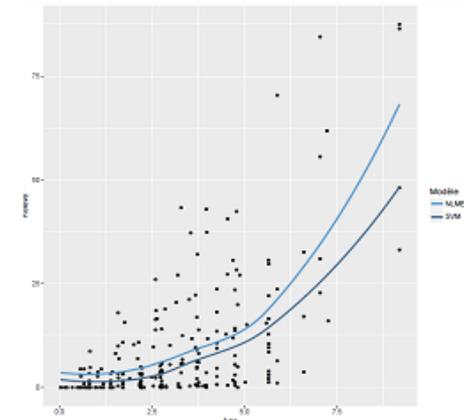
3.2.2 RÉALISÉ (R001) – EN COURS TRANCHE 2

Modélisation statistique des dégradations de chaussée avec prise en compte de l'entretien

- T1
- Présentation de différentes approches de modélisation statistique applicables :
 - Modèles pour données continues (indicateurs quantifiés)
 - Modèle paramétrique non linéaire mixtes
 - SVM (support vector machine)
 - Modèles pour données discrètes (indicateurs qualitatifs : catégories et notes)
 - Classification par apprentissage
 - Arbre de décision
 - Classificateurs bayésien
 - Application des modèles à des jeux de données du MTQ
 - Programmes d'analyse fournis en annexe du rapport
 - Conclusions : Performance des approches
 - Modèle non linéaire mixte est très performant et compatible avec l'introduction de variables explicatives d'origine mécanique
 - La classification par apprentissage et les arbres de décisions se révèlent assez performants
- T2
- Axe 1 : modélisation probabiliste avec prise en compte des mécanismes physiques :
 - Modélisation paramétrique : introduction de facteurs physiques / mécaniques
 - Apprentissage automatique : variables d'ajustement
 - Axe 2 : explorer les méthodes d'apprentissage
 - Typologie des données (continues, discrètes...)
 - Critères d'ajustement et comparaisons d'algorithmes



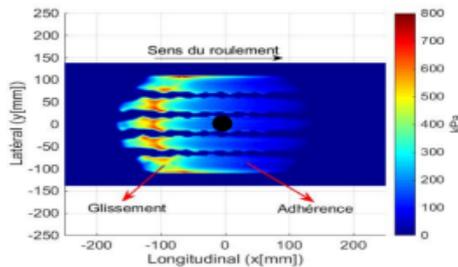
Entretien prédit	Entretien observé (%)		
	a	b	c
a	14 305	0	0
b	2	1 412	1
c	0	0	2 278



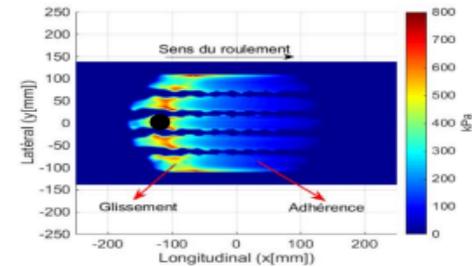
Avancement des travaux : thème 3

Ex. Description du comportement des premiers centimètres de la chaussée

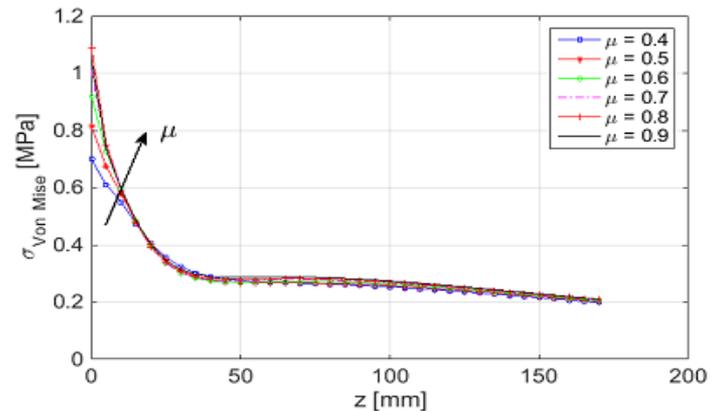
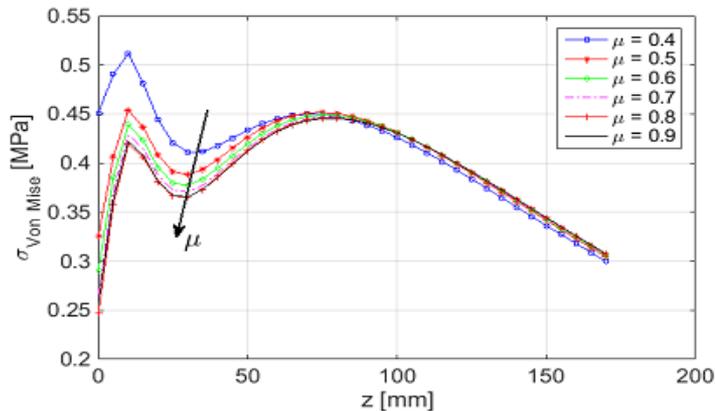
Contrainte équivalente de Von Mises



Centre du contact



$x = -120$ mm et $y = 0$



$F_n = 32,5$ kN ; $F_t = 10$ kN

Questions ?

A suivre ...

**Merci de votre
attention**