

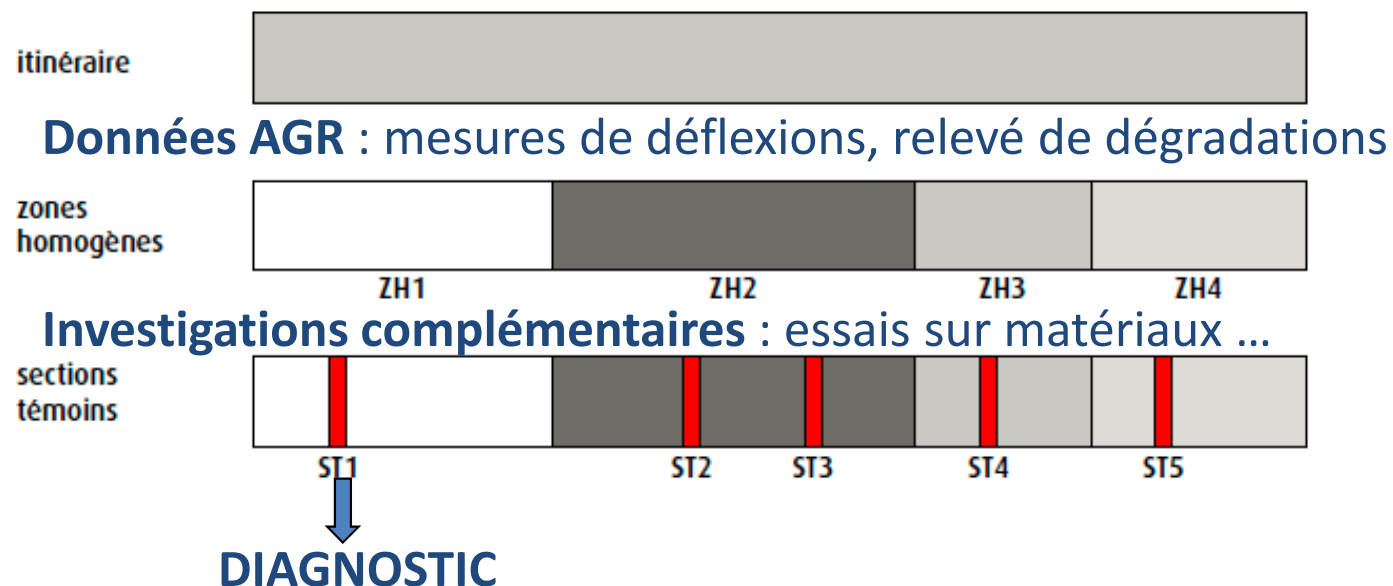
**Restitution des résultats de l'ORSI « DEDIR »**  
**du Dimensionnement à l'Entretien Durable des Infrastructures Routières**  
**IFSTTAR Nantes - 17 mai 2018**

# **DISC**

## **Diagnostic des Structures de Chaussées**

**Damien LESBATS, Alain HEBTING et Sophie FERRANTE**  
**CEREMA**

## Pourquoi un tel outil ?

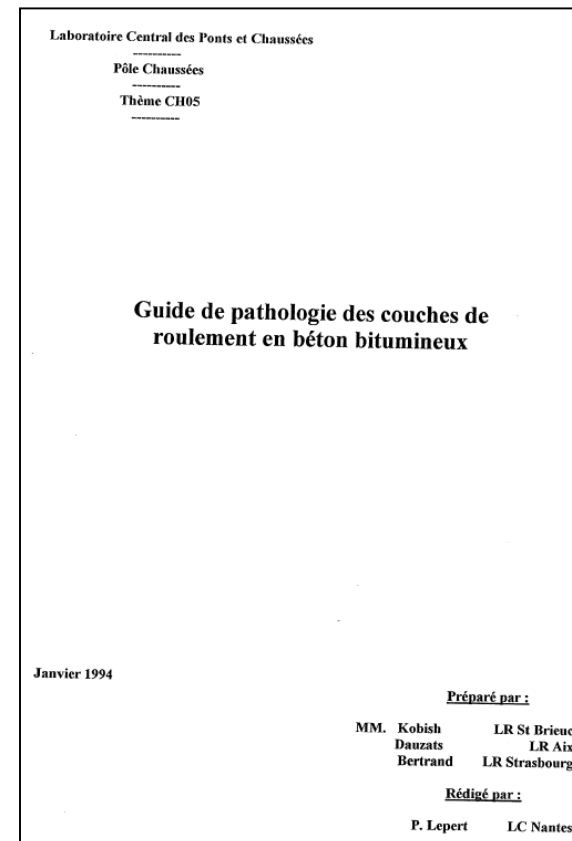
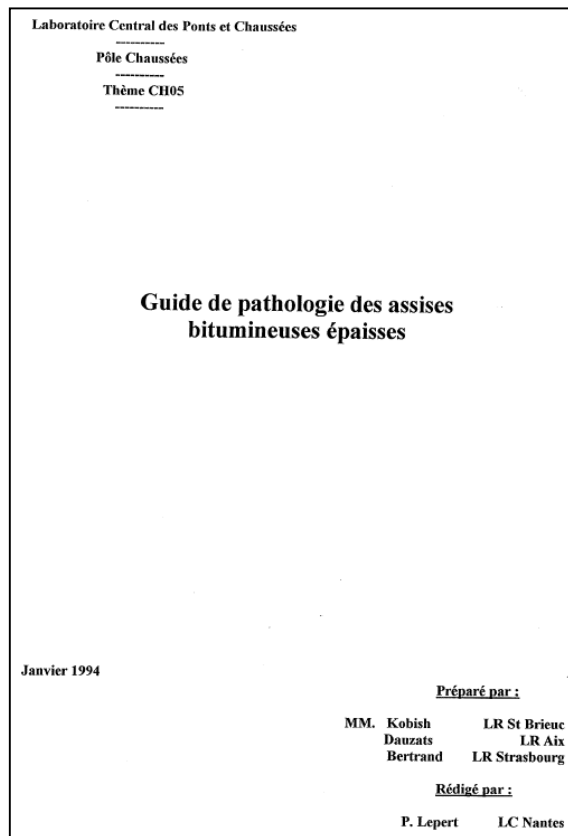
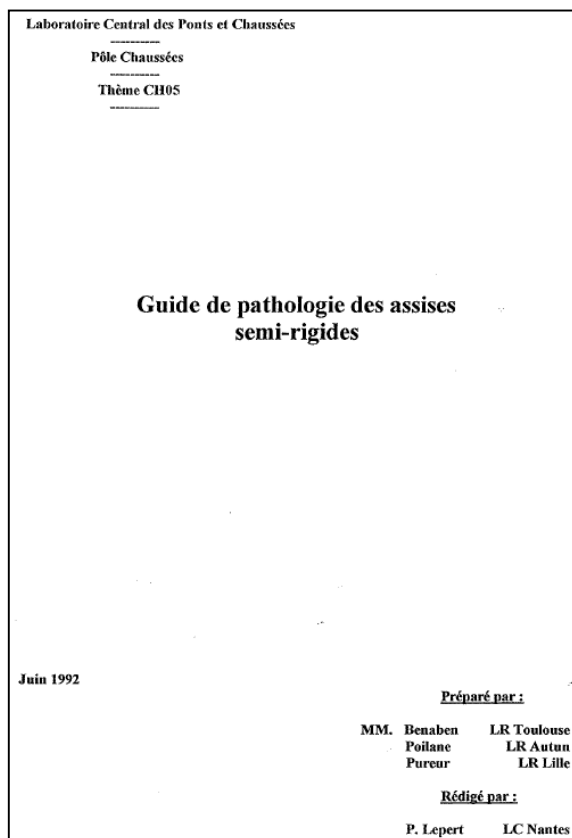


- **Objectifs de DISC**
  - Comprendre les mécanismes de détérioration de la chaussée et leur état d'avancement, par une approche probabiliste
  - Base de données ouverte et accessible à tous les utilisateurs
- **Quel utilisateur du logiciel?**
  - Chargés d'études/techniciens chaussée

## La genèse du projet

- **Vocation initiale**
  - Concevoir un outil d'aide au diagnostic (lié à l'outil GiRR existant )
  - Création d'une base de données alimentée par le RST
- **Démarche appliquée**
  - Initié dans les années 1992-1994 avec les travaux du LCPC (Rolf Kobish-St Brieu, Michel Dauzats-Aix, Philippe Lepert-LCPC ... )
  - Rédaction de 3 guides méthodologiques
  - Définition de chemins de ruine possibles pour une structure de chaussée
  - Définition d'indicateurs pertinents pour les détecter
  - Conception du démonstrateur DISC (Diagnostic des Structures de Chaussée)

## Les guides des années 1990



## Définitions et principes généraux

- **Notion de carence**
  - **Chaussée affectée par une ou plusieurs « maladies » = CARENCES**

Nom et description de la carence
Sous-dimensionnement de l'assise.

- **Carences se traduisent par des symptômes = pathologies (les dégradations de surface )**

Stade d'évolution	Phénomènes internes	Signes externes
1	Développement de déformations excessives dans l'assise.  Fatigue accélérée de l'assise.	Fissures longitudinales dans les bandes de roulement.  .
2	Entrée d'eau jusqu'au support de chaussée.	Faiénçage dans les bandes de roulement
3	Eventuellement, déformation dans le support de chaussée.	Eventuellement, déformation de la chaussée.

## Définitions et principes généraux

- Notion d'indicateurs

Indicateurs pertinents	niveau des indicateurs	essais
Fissurations.	Ext. > seuil.	Relevé de dégradation.
Déformation.	Ext. > seuil.	
Déflexion max.	> seuil fonction de la structure.	Déformabilité de surface.
Epaisseur des couches.	Epaisseurs < à ce qui est nécessaire.	Carottage.
Module.	E* < seuil fonction de la formulation.	Essai sur carotte (MAER).
et en bas d'assise.	et > et admissible.	Ovalisation.

- Indicateurs « indispensables » : dits de noyau dur
- Indicateurs complémentaires

## Définitions et principes généraux

- **Notion de groupe de carence**
  - **Regroupement de carences qui se différencient par le choix des indicateurs**

### **Groupe A : carences de sous-dimensionnement généralisé**

- trafic trop élevé
- plate-forme insuffisamment portante
- défaut d'évacuation des eaux internes
- sous-épaisseur des couches d'assise

Exemple d'indicateurs retenus : Fissuration BDR, Déflexion, Épaisseur couche d'assise ...

 **Pré-diagnostic qui fait ressortir l'appartenance probable au groupe de carence**

## Définitions et principes généraux

### • Chemin de ruine

— tableau qui synthétise l'ensemble des informations associées à une carence

#### ANALYSE FONCTIONNELLE DES CHAUSSEES BITUMINEUSES EPAISSES

Chemin de ruine n° : 16

Nom et description de la carence		
Sous-dimensionnement de l'assise.		
Stade d'évolution	Phénomènes internes	Signes externes
1	Développement de déformations excessives dans l'assise.  Fatigue accélérée de l'assise.	Fissures longitudinales dans les bandes de roulement.
2	Entrée d'eau jusqu'au support de chaussée.	Faïençage dans les bandes de roulement
3	Eventuellement, déformation dans le support de chaussée.	Eventuellement, déformation de la chaussée.
Paramètres permettant de suspecter la carence		
Relevé de dégradation (fissuration, déformation).		

EVOLUTION  
DE LA CARENCE

#### ANALYSE FONCTIONNELLE DES CHAUSSEES BITUMINEUSES EPAISSES

Chemin de ruine n° : 16

##### Diagnostic de la carence :

Indicateurs pertinents	niveau des Indicateurs	essais
Fissurations.	Ext. > seuil.	Relevé de dégradation.
Déformation.	Ext. > seuil.	
Déflexion max.	> seuil fonction de la structure.	Déformabilité de surface.
Epaisseur des couches.	Epaisseurs < à ce qui est nécessaire.	Carottage.
Module.	E* < seuil fonction de la formulation.	Essai sur carotte (MAER).
et en bas d'assise.	et > admissible.	Ovalisation.

INDICATEURS

##### Choix et dimensionnement des solutions d'entretien :

Solutions	Paramètres de choix	Paramètres de dimensionn
Rechargement.	Contraintes altimétriques. Contraintes de coût.	- Trafic. - Qualité résiduelle de l'ancienne chaussée.
Retraitement en place au ciment.	Contraintes de coût.	- Trafic. - Qualité du sol support.
Substitution (décaissement puis remplacement).	Contraintes de coût.	- Trafic. - Qualité du sol support.

ORIENTATION

SOLUTION



## Déroulé de l'action

- **2013-2014**
  - Test de l'outil par le laboratoire de Strasbourg (*Lydie Deloffre puis Alain Hebting*)
  - Application sur des études de réhabilitation
- **Depuis avril 2016**
  - Alain HEBTING, CEREMA Est, Études d'entretien
  - Damien LESBATS, CEREMA Sud-Ouest Contrôle extérieur
  - Sophie FERRANTE, CEREMA Méditerranée Études d'entretien
- **Période d'appropriation des guides et du logiciel**
  - Questionnements sur la finalité de l'outil (rôle, utilisateurs)
  - Évolution de l'approche de conception des guides en 20 ans (absence de l'aspect dimensionnement dans le guide pathologie de 1994)
  - Prise de contact avec les anciens rédacteurs des guides

## Méthodologie appliquée

- **Choix d'une typologie de chaussée**
  - **Chaussées bitumineuses épaisses**
- **Toilettage des chemins de ruine existants**
  - **Vérifier leur pertinence actuelle et leur adaptabilité (méthodologie implémentée, par défaut, spécifique aux structures semi-rigide)**
  - **Proposer de nouveaux chemins de ruine**
  - **Proposer des indicateurs adaptés associés à des essais appropriés et des seuils cohérents pour déceler les carences**
- **Refonte des grilles de décision**
  - **Norme NF P98-086 dimensionnement structurel, octobre 2011**
  - **Guide Cerema-Idrrim « Diagnostic et conception des renforcements de chaussées », mai 2016**
- **Intégration dans un démonstrateur : DISC**

## Méthodologie appliquée

- **Actualisation des carences**

- 23 (1992) -> 32 (2017)
- Modifications (adaptations; suppressions; ajouts) des chemins de ruine sur la base du retour d'expérience
- Définition des données d'entrée préalables (moyens d'essais)
- Association de solutions élémentaires de travaux

- **Regroupement par carence puis par groupe de carences,**

- Les carences sont associées par « pathologie »
- A ce jour, 11 groupes de carence

**Sous-dimensionnement généralisé**

Sous dimensionnement de l'assise

Trafic trop élevé

Mauvaise performance de la plate-forme

- **Matrice décisionnelles**

- Notion de stade d'évolution (groupe; carence) représentatif de la progression du défaut dans la chaussée
- Définition de seuils entre les différents stades

Groupe de carences Nom de la carence	Sous dimensionnement généralisé SOUS DIMENSIONNEMENT DE L'ASSISE	
	Phénomènes internes	Signes externes
Stade d'évolution		
1.	Développement de déformations accidentées dans l'assise	Fissure longitudinale dans les bandes de roulement
2.	Fatigue accélérée de l'assise	Faïençage dans les bandes de roulement
3.	Déformations dans le support de chaussée	Déformations de la chaussée

## Méthodologie appliquée

- **Validation des choix retenus**
  - Copil ORSI DEDIR
  - Consultation du groupe RARE (entité Cerema)
- **Implémentation informatique**
  - Appui fort de l'IFSTTAR (D. MEIGNEN)
  - Plusieurs versions bêta
  - Validation par l'essai (pertinence carence, adaptation des seuils, cohérence des règles décisionnelles)

## DISC aujourd'hui

- Livrables
  - Capitalisation technique

<b>Groupe A : Sous-dimensionnement généralisé</b>	
SOUS DIMENSIONNEMENT DE L'ASSISE	A1
TRAFFIC TROP ELEVE	A2
MAUVAISES PERFORMANCES DE LA PLATEFORME	A3
<b>Groupe B : Mauvaises caractéristiques mécaniques - Études de formulation, matériau</b>	
FORMULATION DE LA COUCHE D'ASSISE (Granularité inadaptée à l'épaisseur de la couche d'assise)	B1
FORMULATION DE LA COUCHE D'ASSISE (Maniabilité trop faible)	B2
MATIERES PREMIERES INCOMPATIBLES	B3
MATIERES PREMIERES POLLUEES	B4
<b>Groupe C : Mauvaises caractéristiques mécaniques - Fabrication</b>	
SURDOSAGE EN FINES	C1
DOSAGE EN LIANT	C2
SURCHAUFFE DU MELANGE BITUMINEUX	C3
TROP GRANDE SUSCEPTIBILITE AU VEILLISSEMENT DU BITUME	C4
<b>Groupe D : Mauvaises caractéristiques mécaniques - Mise en œuvre</b>	
SUR EPAISSEUR DE MISE EN OEUVRE	D1
SEGREGATION DU MATERIAU EN FOND DE COUCHE DUE AU REPANDAGE	D2
PROBLEME DE COMPACTAGE	D3
RABOTAGE SANS ELIMINATION DES MATERIAUX RABOTES	D4
<b>Groupe E : Défauts d'accrochage</b>	
ABSENCE OU INSUFFISANCE DE LA COUCHE D'ACCROCHAGE	E1
<b>Groupe F : Défauts de la couche de roulement</b>	
NON COLMATAGE DES FISSURES LONGITUDINALES	F1
SOUS EPAISSEUR DE LA COUCHE DE ROULEMENT	F2
PERMEABILITE DE LA CR	F3
<b>Groupe G : Conditions climatiques</b>	
EFFET D'UN DENEIGEMENT DIFFERENTIEL SUR UNE CHAUSSEE SOUS DIMENSIONNEE AU GEL	G1
CHAUSSEE NON HORS GEL	G2
<b>Groupe H : Défauts de drainage et d'assainissement</b>	
ACCOTEMENT FAISANT OBSTACLE AU DRAINAGE LATERAL	H1
TPC NON DRAINE ET NON REVETU	H2
DEFAULT D'EVACUATION DES EAUX INTERNES drains bouchés	H3
DEFAULT DE CONCEPTION DE CONSTRUCTION OU D'ENTRETIEN DES OUVRAGES D'EVACUATION DES EAUX DE RUISSELLEMENT	H4
<b>Groupe I : Défauts d'épaulement de rive</b>	
PAS DE REDANS D'ACCROCHAGE LORS DE LA REALISATION D'UN ELARGISSEMENT	I1
MAUVAIS COMACTAGE DU FOND DE FOUILLE DES EPAULEMENTS	I2
ABSENCE OU INSUFFISANCE D'EPAULEMENT	I3
<b>Groupe J : Défauts de conception ou de dimensionnement de l'arase des terrassements</b>	
DEFAULT DE COMPACTAGE	J1
REMBLAIS OU PROFILS MIXTES SUSCEPTIBLES DE MOUVEMENTS	J2
REMBLAIS CONSTRUITS AVEC DES SOLS SUSCEPTIBLES DE RETRAIT HYDRIQUE IMPORTANTS	J3
<b>Groupe K : Mauvaise réalisation du joint d'assise</b>	
MAUVAISE REALISATION OU JOINT FROID DE LA COUCHE D'ASSISE	K1

## DISC aujourd'hui

- Livrables

Description de la carence		
Groupe de carences	Sous dimensionnement généralisé	
Nom de la carence	SOUS DIMENSIONNEMENT DE L'ASSISE	
Stade d'évolution	Phénomènes internes	Signes externes
1	Développement de déformations excessives dans l'assise	Fissure longitudinale dans les bandes de roulement

Paramètres permettant la détection à grand rendement		
	Relevé de dégradations de surface (fissuration spécifique aux bandes de roulement)	Relevé de dégradation (méthode LPC 38-2)
	Déflexions	Défectomètre (méthode LPC 39)

Diagnostic de la carence		
Indicateur pertinent	Niveau des indicateurs	Essais
<b>Commun au groupe de carence</b>		
Fissuration	Longueur cumulée de fissures (en % ) suivant les seuils issus du guide renforcement. $\Sigma\%$ de FL + FAI > 20%	Relevé de dégradation (méthode LPC 38-2)
Déformation	Valeurs supérieures à des seuils → cf guide renforcement	Relevé d'uni longitudinal (méthode LPC 46)
<b>Spécifique à la carence</b>		
Fissuration	Longueur cumulée de fissures en <u>BdR</u> (en % ) suivant les seuils issus du guide renforcement. $\Sigma\%$ de FL + FAI > 5%	Relevé de dégradation (méthode LPC 38-2)

## DISC aujourd'hui

- **Démonstrateur informatique**

- **Données d'entrées : résultats auscultation**

Saisissez les valeurs des indicateurs utilisés pour traiter les groupes de carences

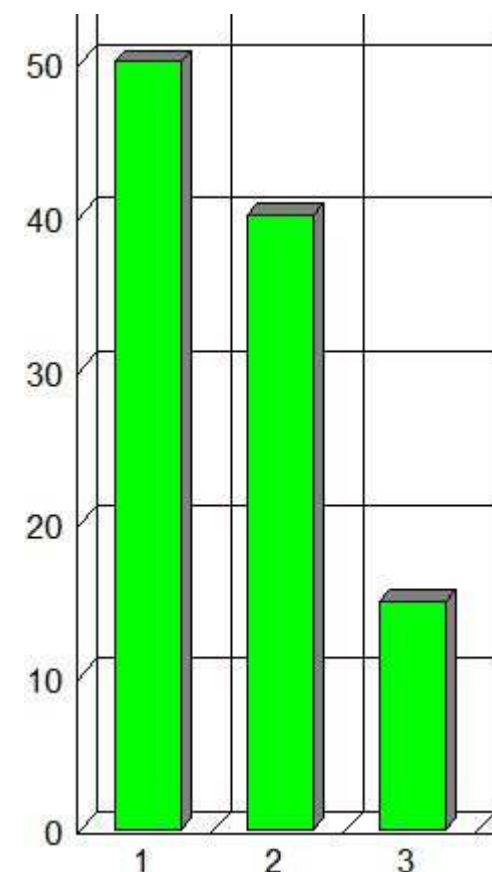
Route	Matériaux	Dégradations M2	Déflexion	Carottage	Uni
1	Libellé	Valeur			
1	Classe de trafic	T0			

Saisissez les valeurs des indicateurs utilisés pour traiter les carences

Route	Matériaux	Dégradations M2	Déflexion	Carottage	Uni
1	NE passé	0.00			

- **Résultats de diagnostic**

- 1 : Mauvaises caractéristiques mécaniques - Mise en oeuvre
- 2 : Sous-dimensionnement généralisé
- 3 : Défauts d'accrochage
- 4 : Défauts d'épaulement de rive
- 5 : Défauts de drainage et d'assainissement
- 6 : Mauvaise réalisation du joint d'assise
- 7 : Défauts de conception ou de dimensionnement de l'arase des terrassements
- 8 : Mauvaises caractéristiques mécaniques - Fabrication
- 9 : Mauvaises caractéristiques mécaniques - Etudes de formulation du matériau
- 10 : Conditions climatiques
- 11 : Défauts de la couche de roulement



## DISC aujourd'hui

- **Bilan pratique**
  - Travail en visio
  - Une vingtaine de points d'étape mensuels voire hebdomadaires avec compte-rendu
  - 250j cumulés de travail
- **Un bel outil d'aide au diagnostic ... avec des conditions :**
  - Rôle prépondérant du chargé d'études (critique des résultats)
  - Importance des moyens d'auscultation « terrain »
  - Validation par le nombre des règles décisionnelles et des indicateurs
- **Continuité du projet**
  - Finaliser le développement informatique
  - Définir la stratégie de diffusion
  - Appliquer la démarche aux structures semi-rigide

[Vidéo de démo](#)



## Merci de votre attention

**Cerema SO : Damien LESBATS**

**[Damien.lesbats@cerema.fr](mailto:Damien.lesbats@cerema.fr)**

**Cerema Est : Alain HEBTING**

**[Alain.hebting@cerema.fr](mailto:Alain.hebting@cerema.fr)**

**Cerema Med : Sophie FERRRANTE**

**[Sophie.ferrante@cerema.fr](mailto:Sophie.ferrante@cerema.fr)**