



المملكة المغربية



تحت الرعاية السامية لصاحب الجلالة الملك محمد السادس  
ⵏ ⴰⴳⴷⴰⵏ ⴰⴳⴷⴰⵏ ⴰⴳⴷⴰⵏ ⴰⴳⴷⴰⵏ ⴰⴳⴷⴰⵏ ⴰⴳⴷⴰⵏ  
SOUS LE HAUT PATRONAGE DE SA MAJESTÉ LE ROI MOHAMMED VI



الجمعية المغربية الوطنية  
لمؤتمرات الطرق  
L'Association Marocaine  
Permanente des Congrès de la Route

11<sup>ème</sup> المؤتمر الوطني للطرق  
ⵏ ⴰⴳⴷⴰⵏ ⴰⴳⴷⴰⵏ ⴰⴳⴷⴰⵏ ⴰⴳⴷⴰⵏ ⴰⴳⴷⴰⵏ ⴰⴳⴷⴰⵏ  
Congrès National de la Route

SOUS LE THÈME

Quels rôles de l'infrastructure routière dans le nouveau modèle de développement économique et social du Maroc ?

تحت شعار

أية مكانة لتطوير البنية التحتية  
الطرقية في تنزيل النموذج  
الجديد للتنمية الإقتصادية  
و الإجتماعية بالمغرب ؟

10/12 Nov. 2022 - Dakhla

# Suivi et planification de l'entretien de la chaussée autoroutière

M. Bilal SENTISSI  
Chef de projet  
ADM PROJET

- **Introduction**
- **Auscultation du réseau**
- **Indicateurs de l'état de la chaussée**
- **Planification de l'entretien de chaussée**
- **Conclusion**

# Introduction

## Exigences d'un gestionnaire de réseau à haut de niveau de service (ex : ADM)

### Niveau de service adapté

Exigences élevées en caractéristiques de surface : uni, adhérence, profil en travers...)

### Planification optimale

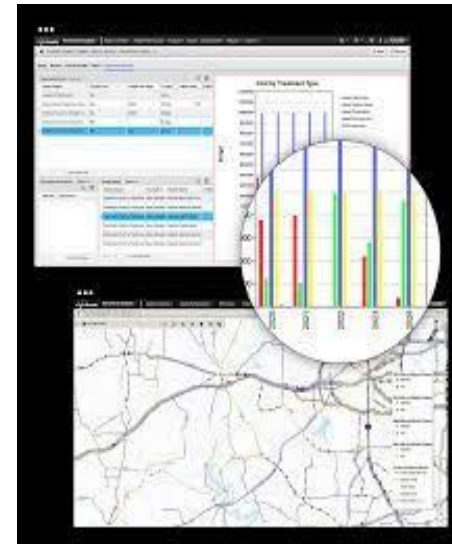
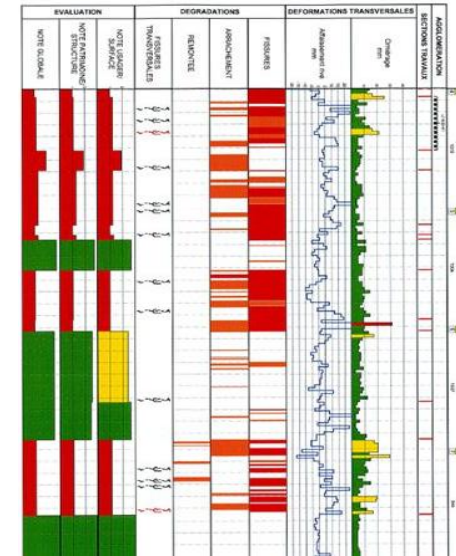
Intervention au moment opportun avec un budget optimal

### Suivi rigoureux

Connaissance continue de l'état du réseau et mise en place d'indicateurs d'alerte et d'intervention

### Gêne minimale

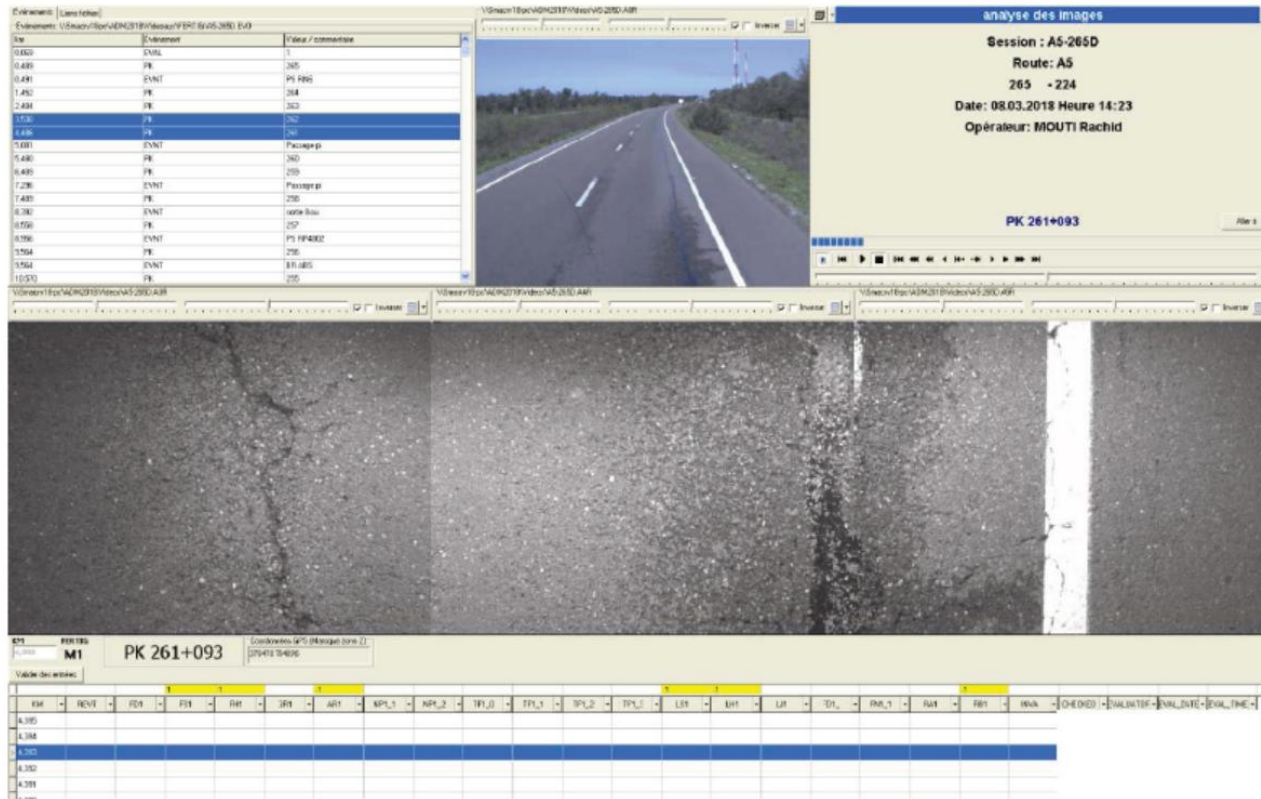
Minimalisation de la gêne due aux travaux d'entretien sur les usagers



## Auscultation du réseau

Le suivi des chaussées s'articule autour de deux modes de suivi :

- Surveillance continue : réalisée par le personnel des Directions Régionales →
  - ✓ détecter les anomalies susceptibles de mettre en cause la sécurité des usagers
- Auscultation périodique ou programmée : réalisée par des appareils à haut rendement →
  - ✓ Suivre l'état global de la chaussée ;
  - ✓ Définir le niveau de dommage sur une section donnée.



## Appareils d'auscultation utilisés



**SYMAN**

Appareil multifonction

# SYMAN

Il est équipé de laser d'inspection des routes LCMS-2 permettant d'acquérir des profils 3D en haute résolution de la route grâce à la projection d'une ligne laser, à des caméras haute vitesse et à des composantes optiques à la fine pointe de la technologie.

Les données sont traitées à l'aide du logiciel d'analyse des données de Pavemetrics, qui peut détecter et analyser les fissures, les lignes de marquage, la macro-texture, le désenrobage et les nids de poule. Il est également possible de mesurer l'uni longitudinal, la pente et le dévers grâce à des IMUs (Inertial Measurement Unit) situés à l'intérieur des capteurs LCMS-2.

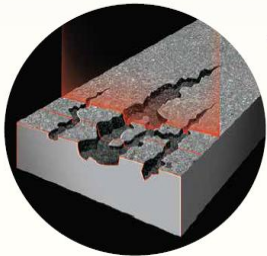
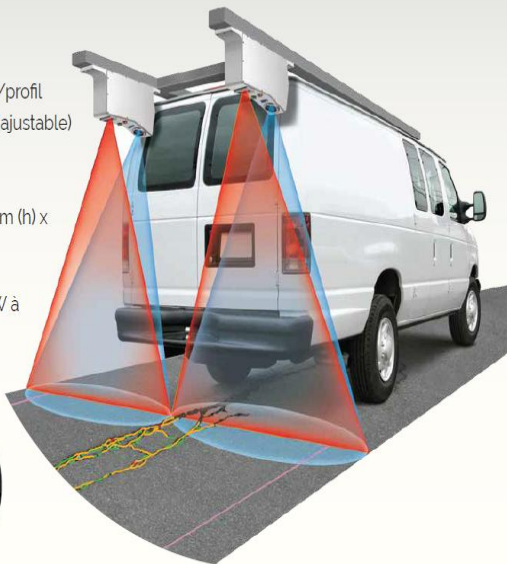


## CARACTÉRISTIQUES

- Détection automatique des fissures et de leur sévérité
- Analyse en 4 160 points pour la mesure des ornières (profondeur et type d'ornière)
- Mesure de la macro-texture sur toute la largeur de la voie
- Profils 3D et images 2D pour détecter : les fissures, les nids-de-poule, l'arrachement, les fissures sellées, les joints sur chaussée de béton et les stries, etc.
- Fonctionnement de jour comme de nuit
- Faible consommation d'énergie
- Images de la chaussée en haute résolution (1 mm)
- Profil longitudinal, Indice International de Rugosité (IRI) et UNI longitudinal
- Pente et devers

## SPÉCIFICATIONS DU SYSTÈME

- Nombre de capteurs laser : 2
- Échantillonnage : 28 000 profils/sec
- Vitesse du véhicule : 0 à 100 km/h
- Distance entre les profils : de 1 à 5 mm (ajustable)
- Champ de vision transversal : 4 m
- Précision transversale : 1 mm
- Résolution transversale : 4 160 points/profil
- Plage d'opération verticale : 250 mm (ajustable)
- Précision verticale : 0,25 mm
- Résolution verticale : 0,1 mm
- Dimensions d'un capteur laser: 428 mm (h) x 265 mm (L) x 139 mm (l)
- Poids : 10 kg
- Consommation d'énergie (max) : 150W à 120/240 VAC



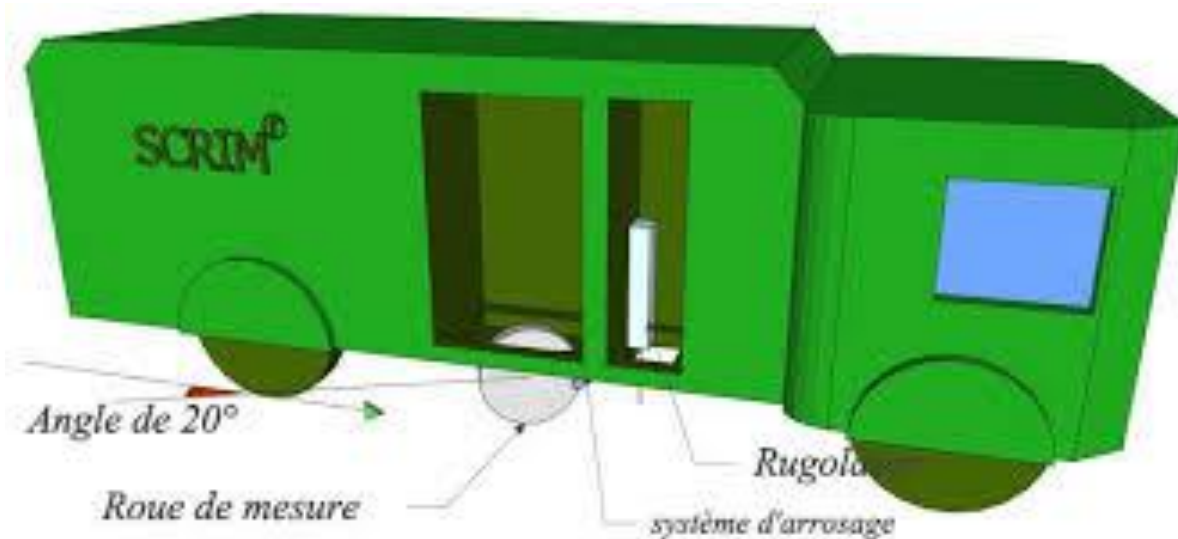
## Appareils d'auscultation utilisés

**A****SYMAN**

Appareil multifonction

**B****SCRIM**Mesure de l'adhérence de  
la chaussée

## SCRIM



Il permet d'appréhender l'adhérence d'une chaussée. Il est utilisé sur réseau structurant (autoroutes, RN, RD) et pistes aéroportuaires. Il répond aux normes NF P 98-220-3 et NF P 98-220-4 ainsi qu'à la méthode d'essai N°50 de l'IFSTTAR. Il mesure simultanément la CFT (Coefficient de Frottement Transversal) et la PTE (Profondeur de Texture Equivalente) en continu.

Il répond aux besoins des gestionnaires en matière de :

- Sécurité ;
- Aide à la programmation des travaux et entretien ;
- Réception de couche de roulement.

## Appareils d'auscultation utilisés



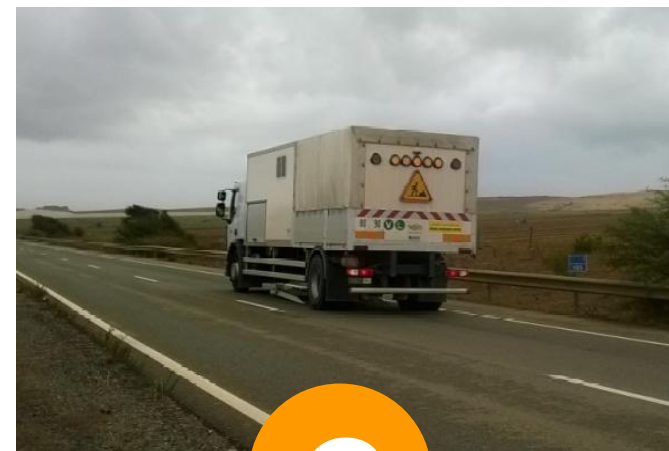
A

**SYMAN**  
Appareil multifonction



B

**SCRIM**  
Mesure de l'adhérence de la chaussée



C

**Déflectographe LACROIX**  
Mesure continue de la déflexion

## Défectographe LACROIX

Il mesure la déformation verticale (déflexion) d'une chaussée sous l'essieu d'un poids lourd en mouvement à vitesse constante, et d'une façon continue (pas de mesure  $\leq 5$ m).

Sa corrélation avec les mesures statiques de déflexion est très bonne, y compris pour les très faibles déformations de la chaussée.

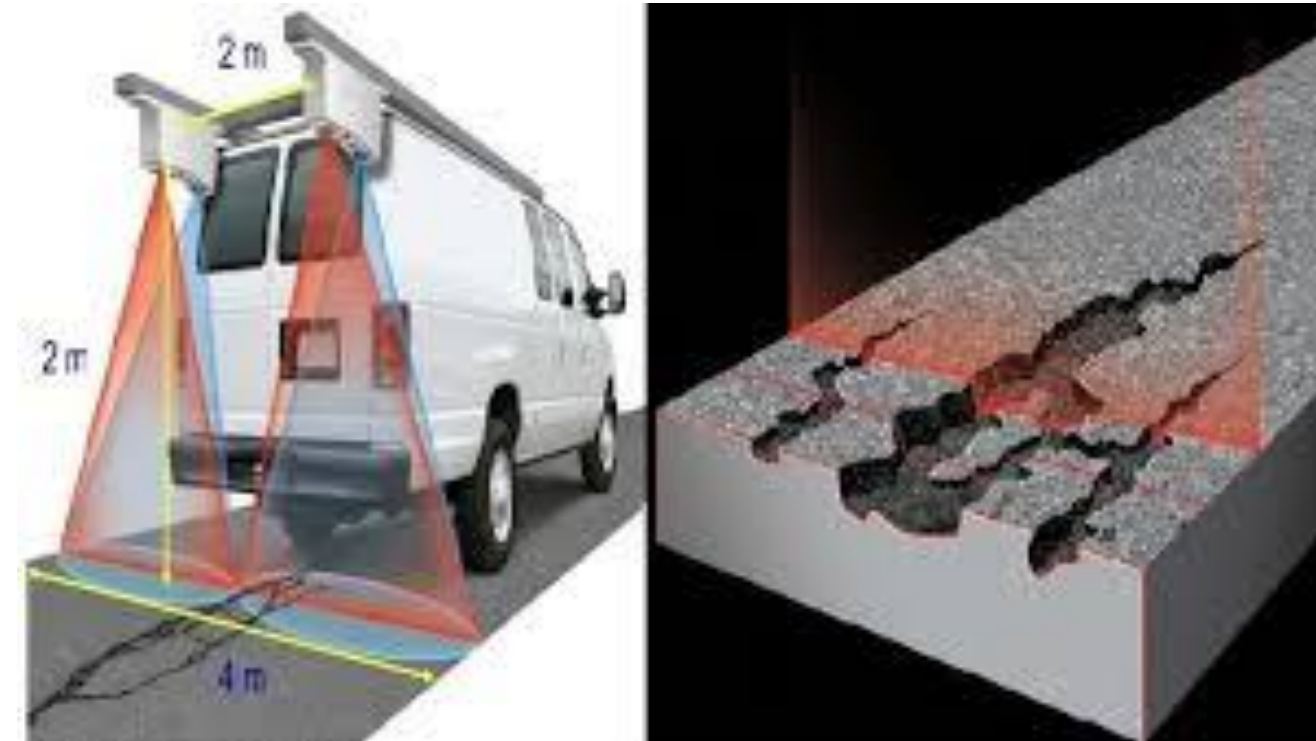
Il est notamment utilisé pour :

- La surveillance d'un réseau routier et l'étude de son évolution sous le trafic,
- La détection des zones défectueuses à renforcer,
- Le contrôle de l'exécution et de l'efficacité des renforcements,
- La surveillance hivernale du réseau routier (pose ou levée de barrière de dégel).

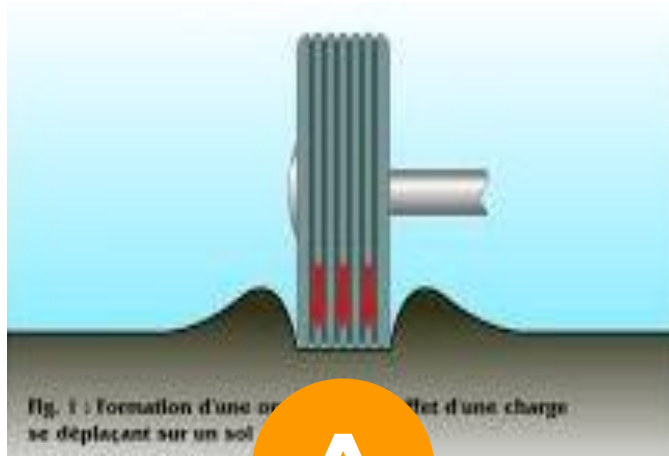


## Interprétation des résultats d'auscultation

le logiciel Pavemetrics permet d'analyser les relevés des dégradations réalisés par les capteurs LCMS-2. Cette analyse se fait d'une manière automatique sur la base de prescripteurs initiés par l'utilisateur du logiciel qui est responsable de l'interprétation des résultats de l'auscultation



## Interprétation des résultats d'auscultation



A

### Bandes de roulement

Positionnement des  
bandes de roulement



# Bandes de roulement

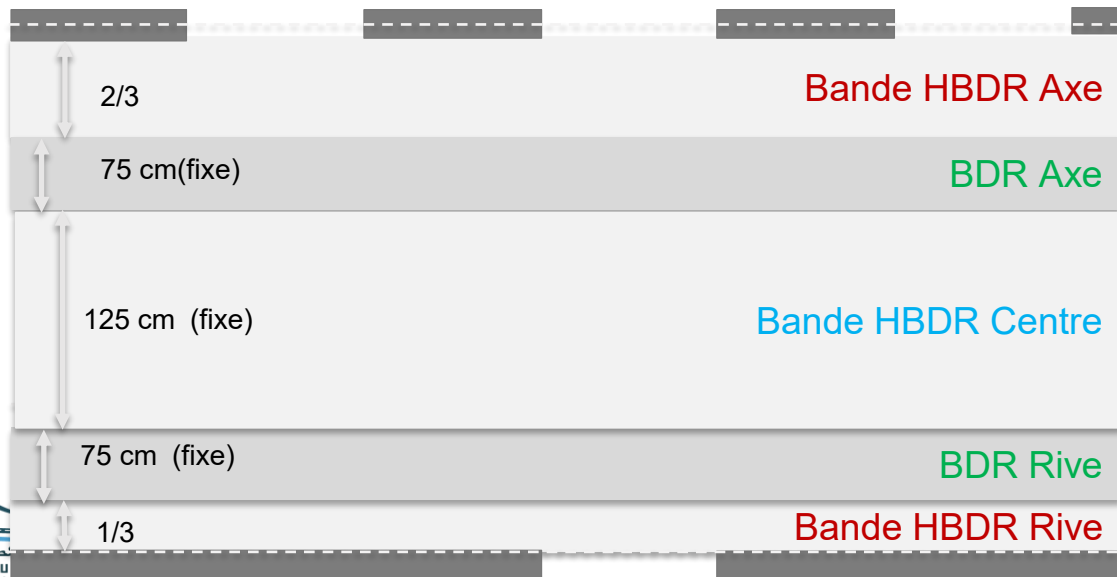
Constat : une bonne partie des fissures de fatigue débordent des bandes de roulement paramétrés sur le logiciel → Une bonne partie des fissures classée non spécifique aux bandes de roulement.

Théoriquement : position de la BDR à 50 cm du marquage de rive et sa largeur de 50 cm

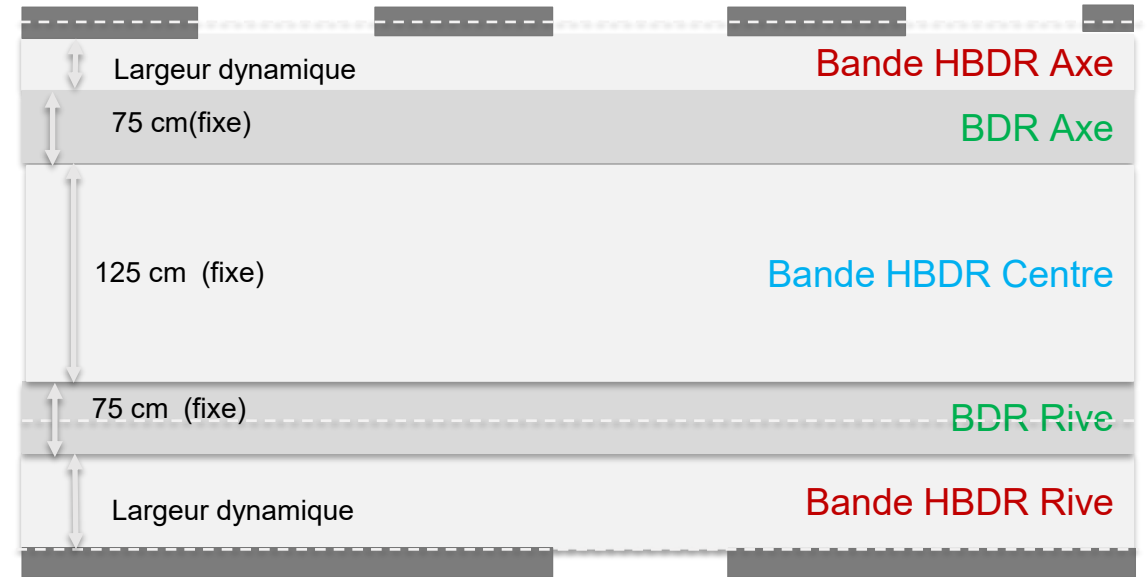


- Etendre la largeur de la BDR à 75 cm (norme Aashto)
- Positionnement dynamique en fonction du positionnement de l'ornière ( $\geq 5$  mm)
- Bande centrale fixée à 125 mm
- Bandes externes seront réparties avec une proportion 1/3 (côté rive) et 2/3 (côté axe)

Positionnement standard

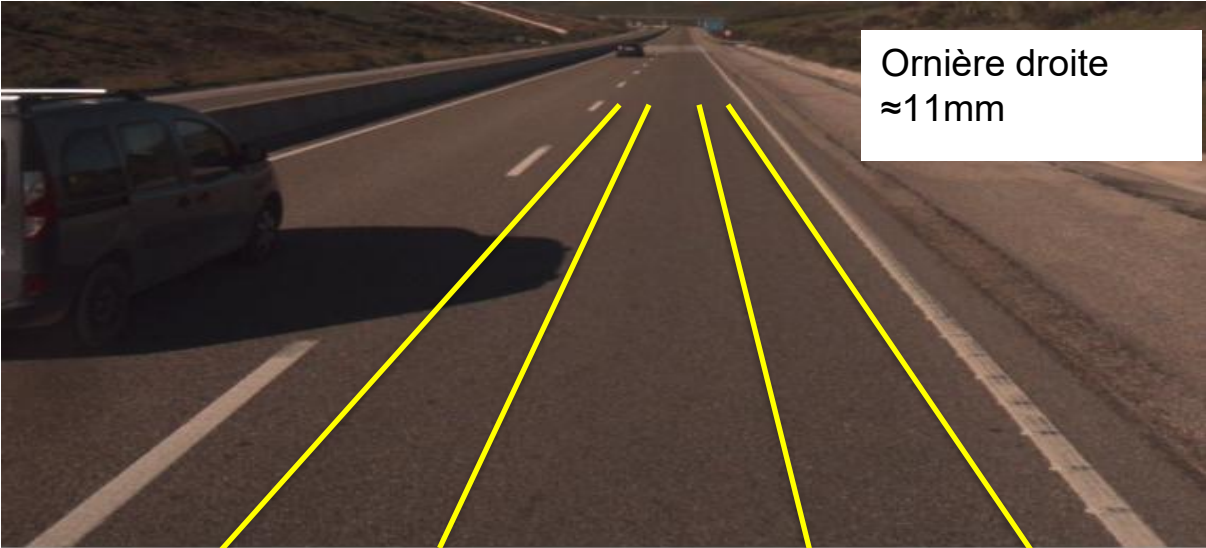


Positionnement dynamique

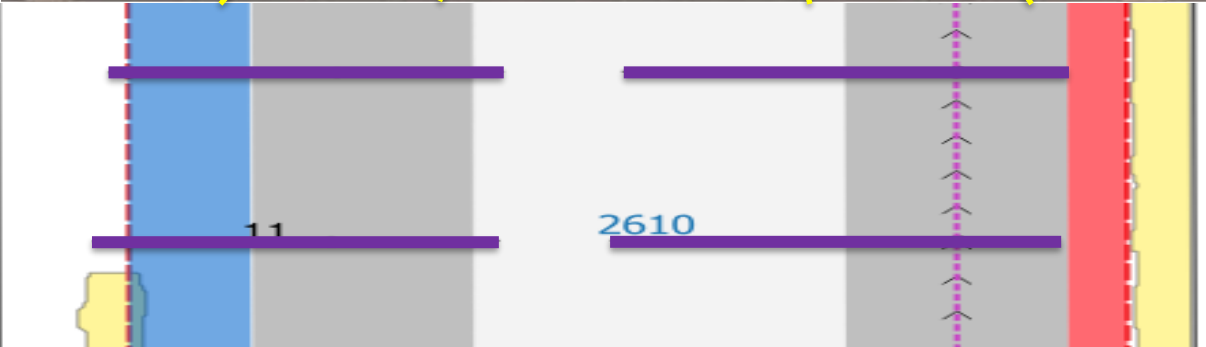


# A

## Bandes de roulement



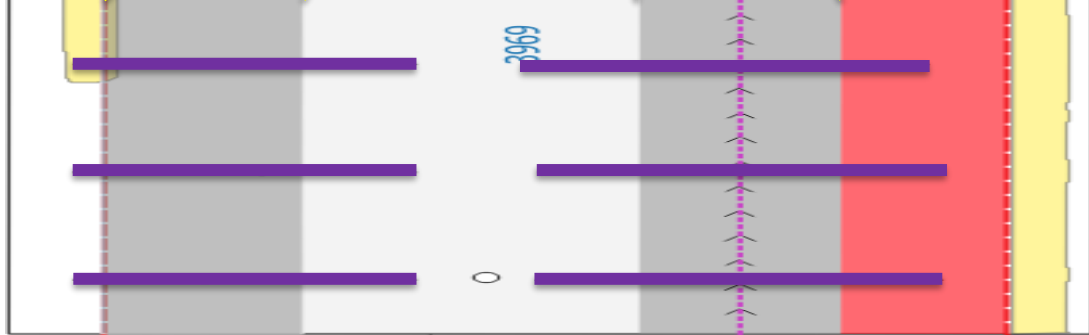
Ornière droite ≈11mm



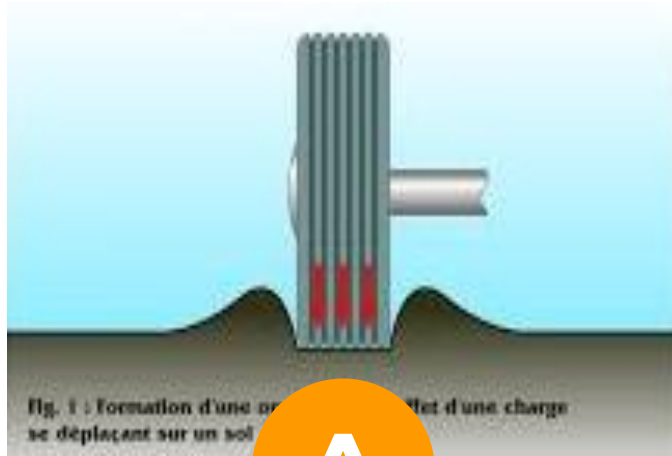
Ornière droite >20mm

Remontées de fines à gauche en limite de BDR

Remontées de fines à droite dans la BDR



## Interprétation des résultats d'auscultation



A

### Bandes de roulement

Positionnement des bandes de roulement



B

### Fissuration

- Orientation des fissures (longitudinales ou transversales)
- Quantification du linéaire des fissures

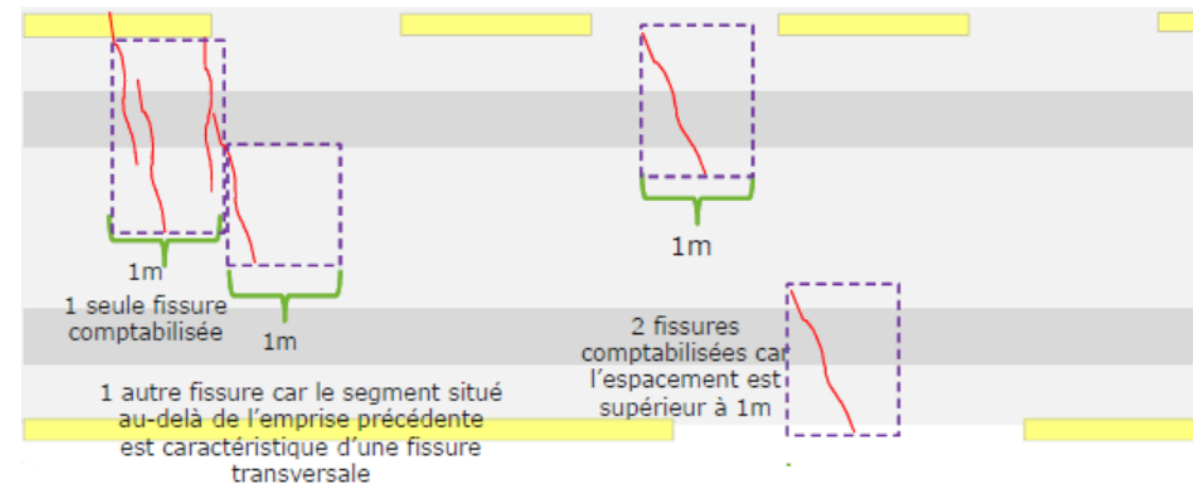
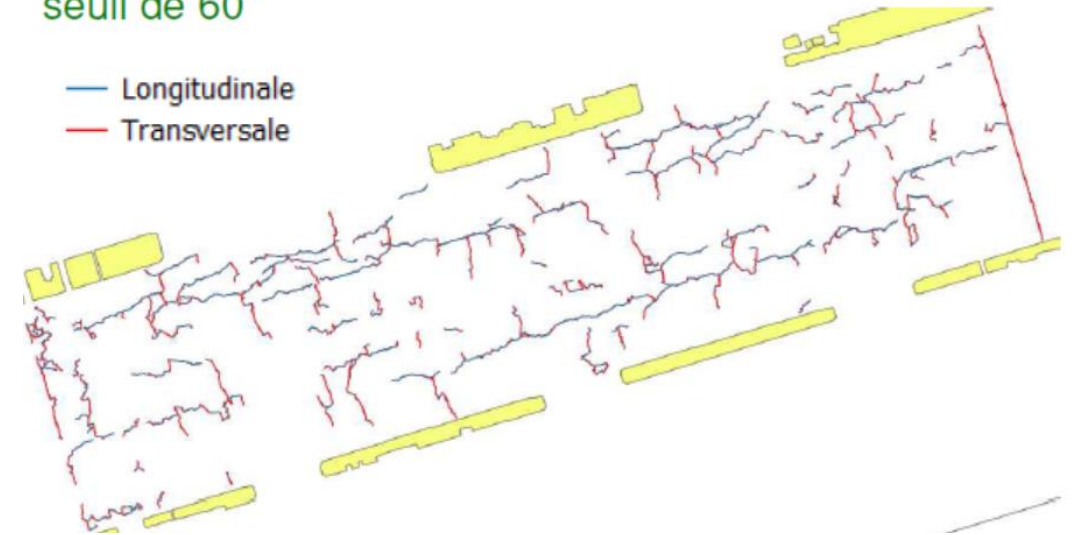
## B Fissuration

Le seuil décidant de l'orientation des fissures (longitudinale ou transversale) est de  $60^\circ$ .

La longueur transversale cumulée avec gestion de chevauchement des segments élémentaires de type transversal doit être supérieure à 0.65 m.



Les fissures transversales doivent être espacées d'au moins 1 m pour être comptabilisées.

Exemple d'orientation des segments de fissure avec un seuil de  $60^\circ$

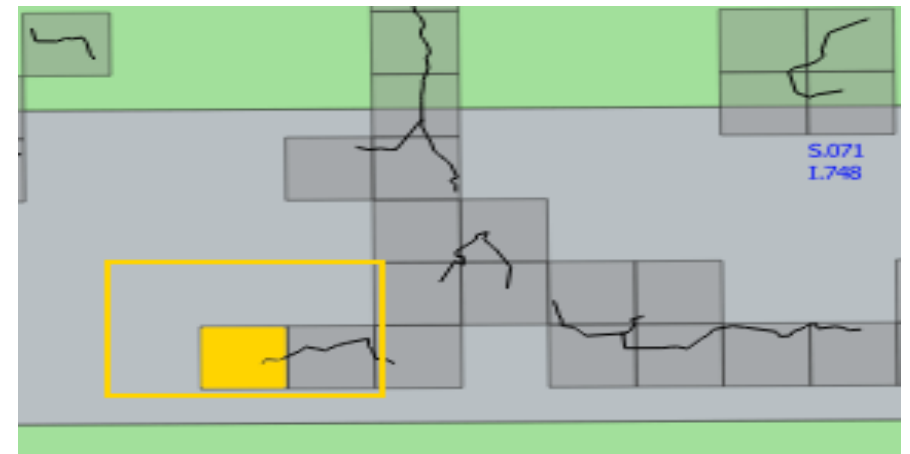
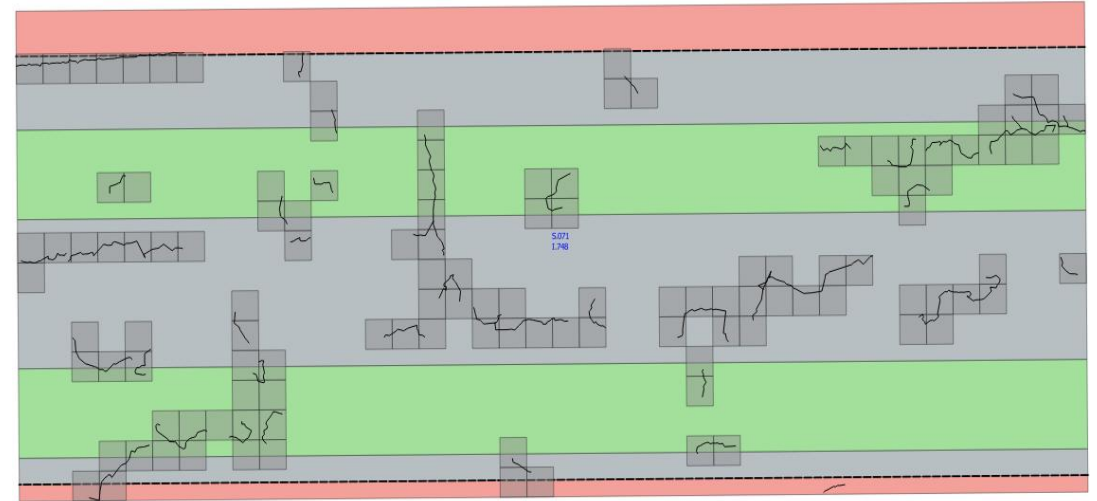


## B Fissuration

Le principe d'identification des fissures selon une fenêtre glissante de 1 m et des carrés de 25 x 25 cm ;  
Les fissures isolées dont la longueur est inférieure à 15 cm ne sont pas prises en compte.

Evaluation de la gravité des FL et FT (ramifiée ou franche) : longueur des fissures longitudinales franches par rectangle  de 75 cm de long sur 50 cm de large, avec un calcul en fenêtre glissante de 25 cm  (longitudinalement et transversalement) :

- Si cette longueur est  $> 10$  cm  $\longrightarrow$  fissure ramifiée
- Si cette longueur est  $\geq 10$  cm  $\longrightarrow$  fissure franche



Chaque carré élémentaire contenant de la fissure est associé à une fenêtre de 75cm x 50 cm

## B Fissuration

La quantification des linéaires des fissures est effectuée sur la base des segments élémentaires. Tous les segments de fissures longitudinales détectés sont pris en compte dans le calcul;

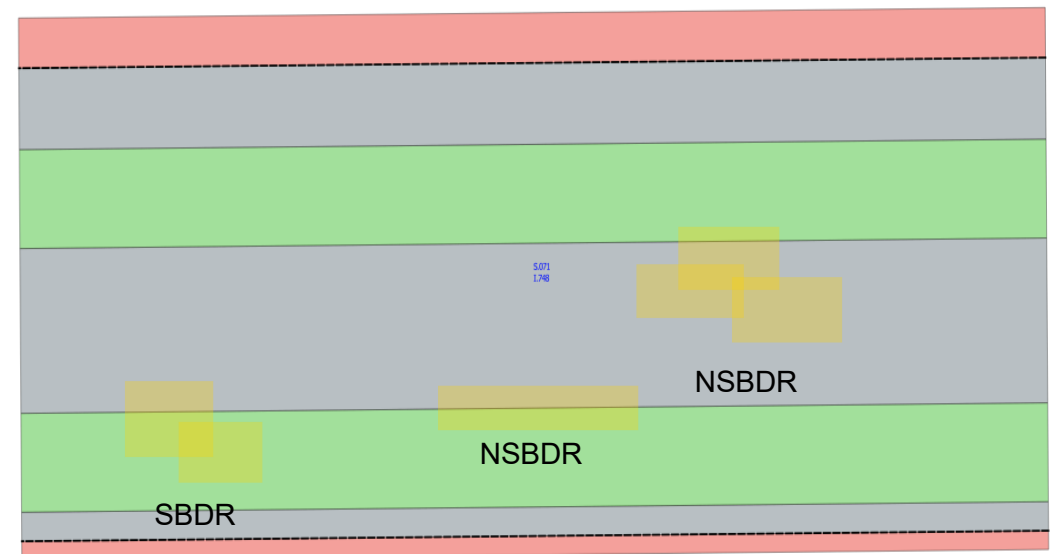
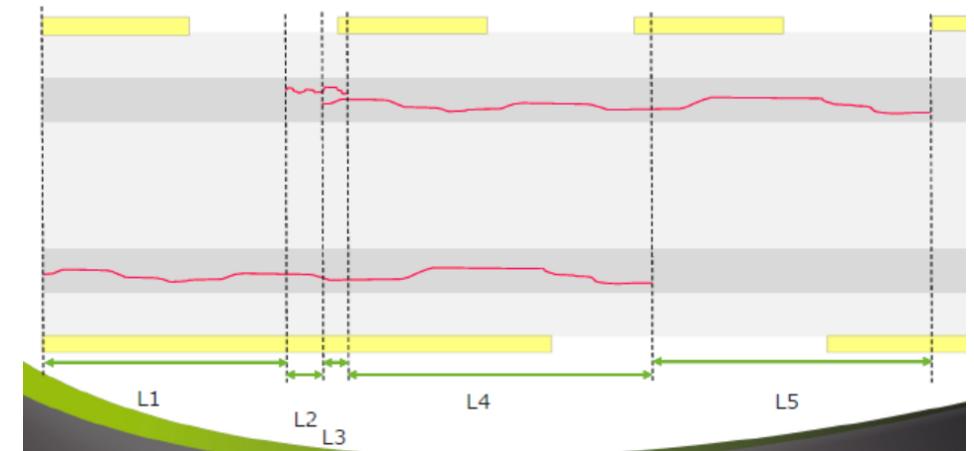
**NB** : Les longueurs cumulées par pas de 20 m inférieures à 1 m ne sont pas comptabilisées

Distinguer les fissures BDR et NSBDR :

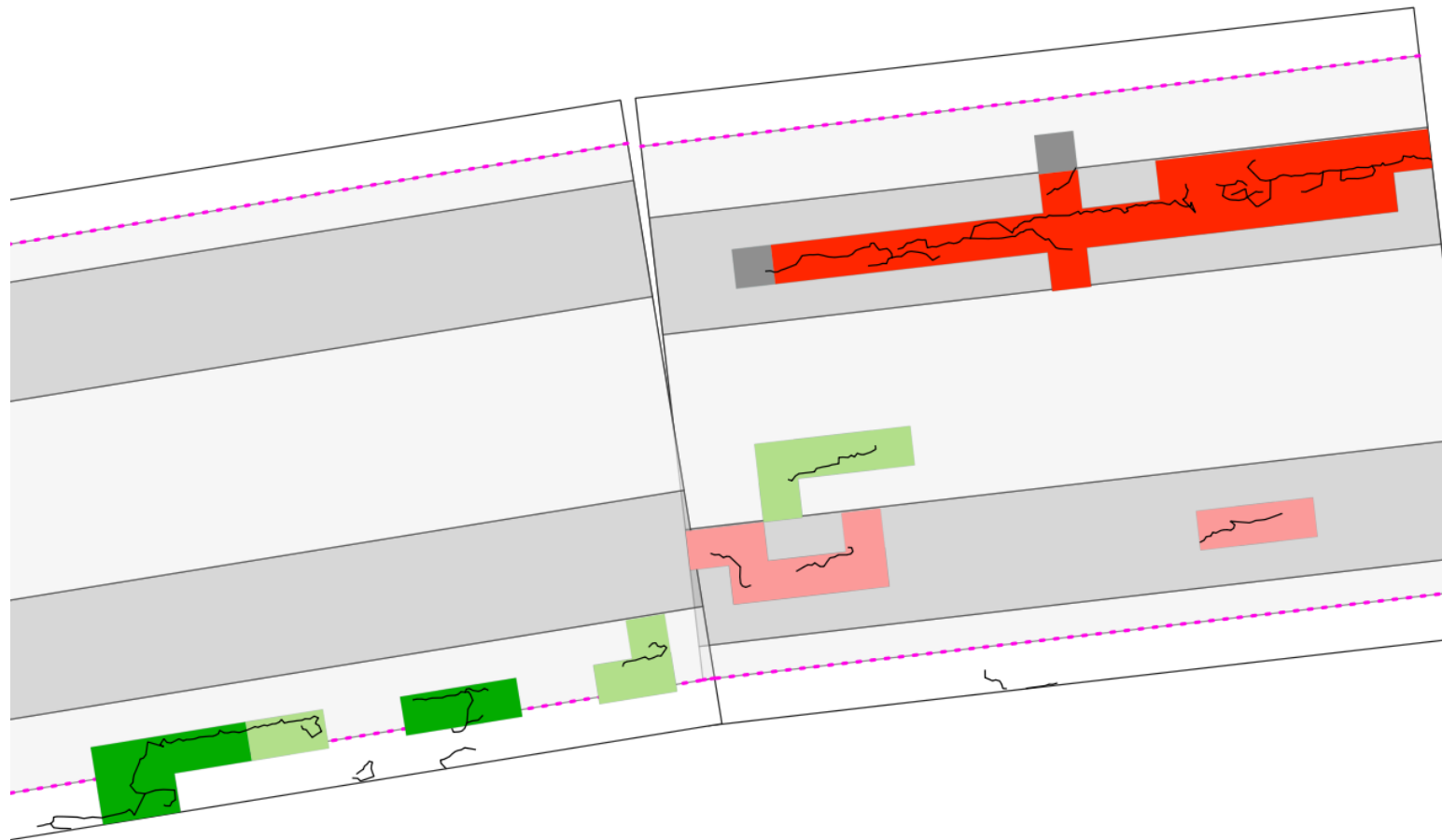
Surface du polygone regroupé dans BDR > 50% de la surface du polygone regroupé → SBDR

Les longueurs curvilignes de chaque fissure sont additionnées.














$$FL\_BDR = L1 + 2 \times L2 + 3 \times L3 + 2 \times L4 + L5$$



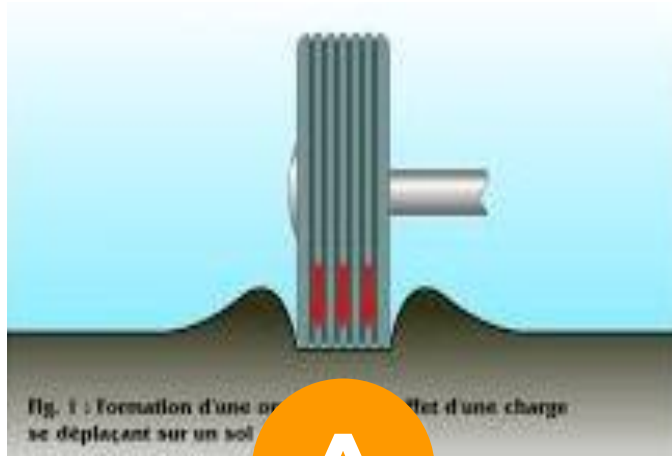
# B Fissuration



## Légende

- **fissures orientées**
- ▼   **polygones fl**
  -  SBDR - Ramifié
  -  NSBDR - Ramifiée
  -  SBDR - Franche
  -  NSBDR - Franche
  -  Franche  $\leq 0.15$
  -  Ramifiée  $\leq 0.15$
-  **Fenêtre glissante**
- - - **limite de voie**
- ▶   **bandes de voie**
-  *Position ornière max*
- ▶   *Profondeur d'ornière (mm)*
-  **synthese\_fl**
-  **bornage adm**

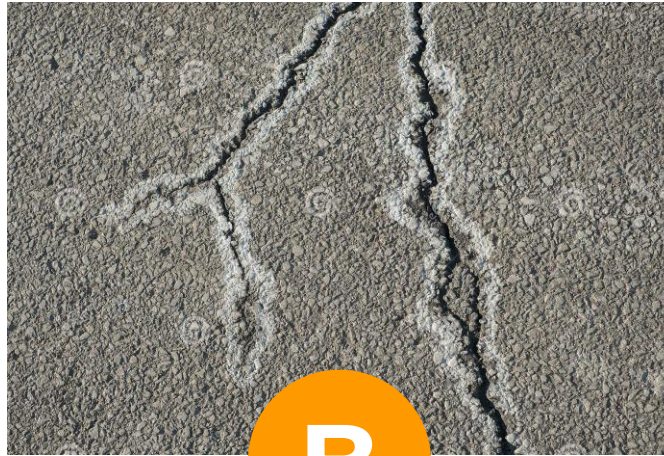
## Interprétation des résultats d'auscultation



A

### Bandes de roulement

Positionnement des bandes de roulement



B

### Fissuration

- Orientation des fissures (longitudinales ou transversales)
- Quantification du linéaire des fissures



C

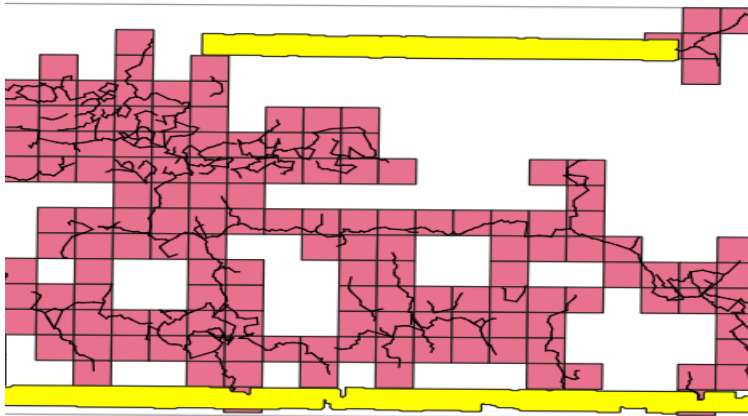
### Faiençages

- Détection de faiençage
  - Fissure/faiençage
- Densité des faiençages

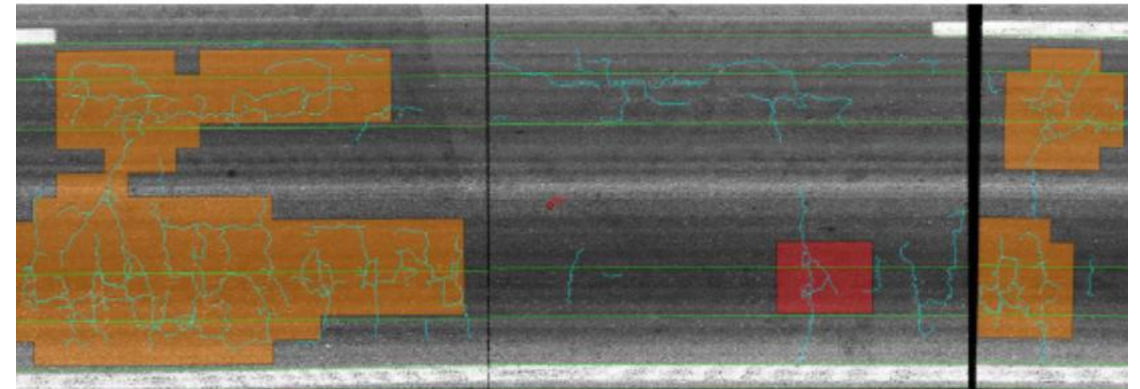
# C Faiençages

Le principe de détection du faiençage est basé sur la mesure d'une densité ( $m/m^2$ ) dans un carré de 0,75 m de côté. Le seuil dépend de 3 critères :

- La longueur de fissure dans ce carré dont le seuil est fixé à 2 m (densité  $3.56 m/m^2$ ),
- La longueur minimale de FL fixée à 0.675 m (densité  $1,6 m/m^2$ ),
- La longueur minimale de FT Fixée à 0.45 m (densité  $0,8 m/m^2$ ).



*Le maillage est de type 0.75 m x 0.75 m.  
Il est « glissant » par pas de 0.25m  
longitudinalement et transversalement*



*Les mailles de 75 x 75 cm sont combinées  
pour former des polygones de faiençage*

## Interprétation des résultats d'auscultation

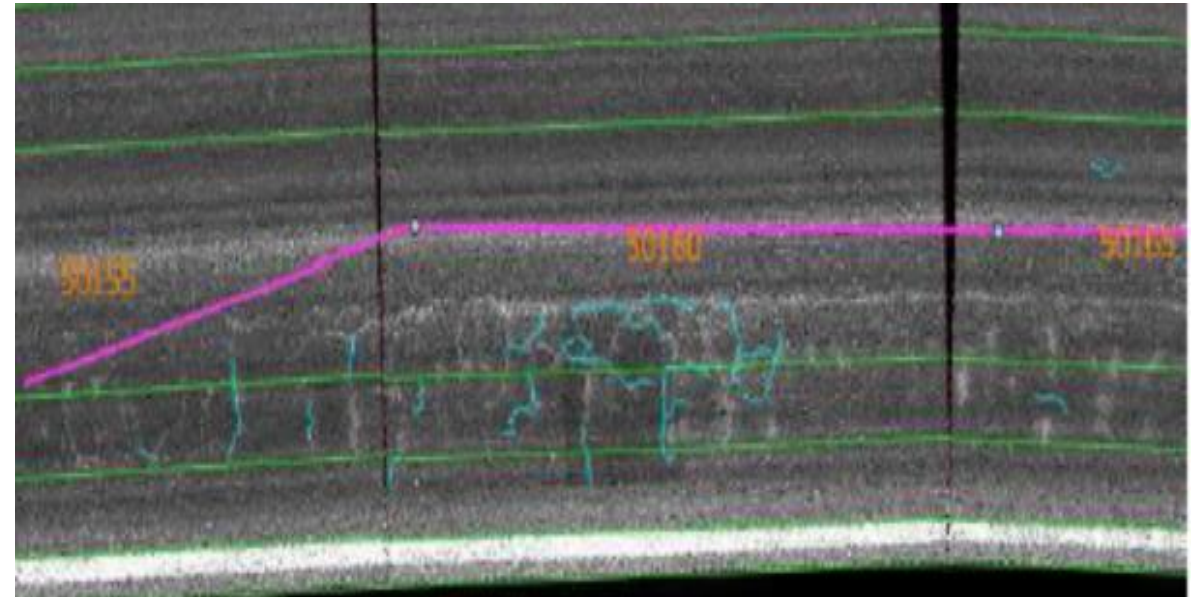


### Remontée des fines

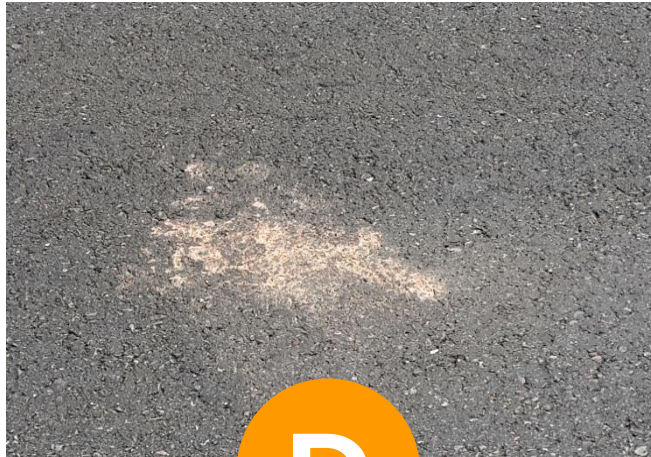
Détection manuelle des  
fissures en présence de  
remontée des fines

## D Remontée des fines

Présence de remontées de fines associées à un niveau de développement du faïençage plus avancé. Les zones ne sont pas détectées automatiquement ➡ traitement manuel dans ce cas.



## Interprétation des résultats d'auscultation

**D**

### Remontée des fines

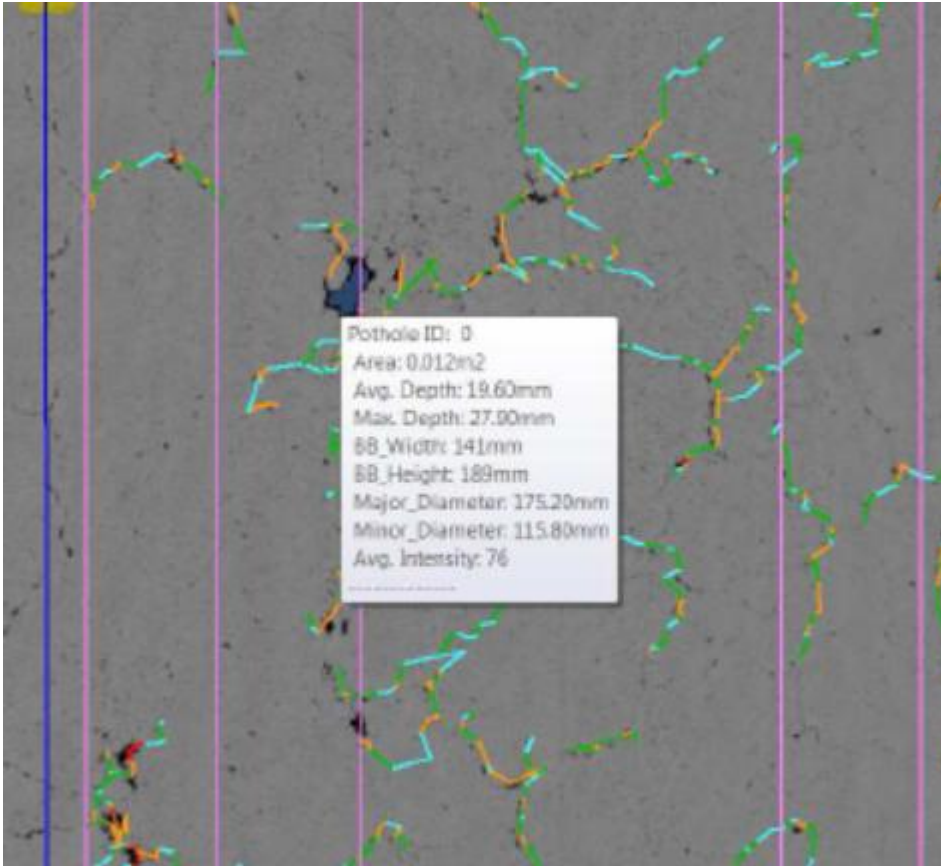
Détection manuelle des fissures en présence de remontée des fines

**E**

### Nids de poule

Qualification des nids de poule

## E Nids de poule



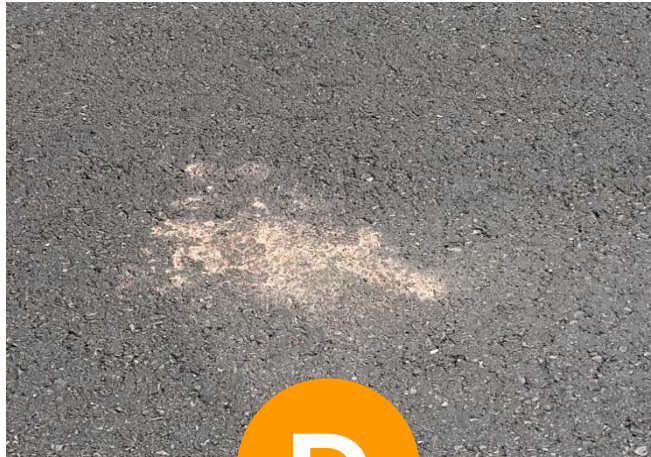
Le principe de détection des nids de poules est :

- Diamètre interne  $\geq 100$  mm;
- Profondeur maximum  $\geq 20$  mm.

Les nids de poules sont validés par la suite manuellement un par un :

- Vrai nid de poule (pris en compte);
- Carottage défaillant (non pris en compte dans le décompte, mais conservé pour le rapport);
- Fausse détection divers (non pris en compte).

## Interprétation des résultats d'auscultation



**D**

### Remontée des fines

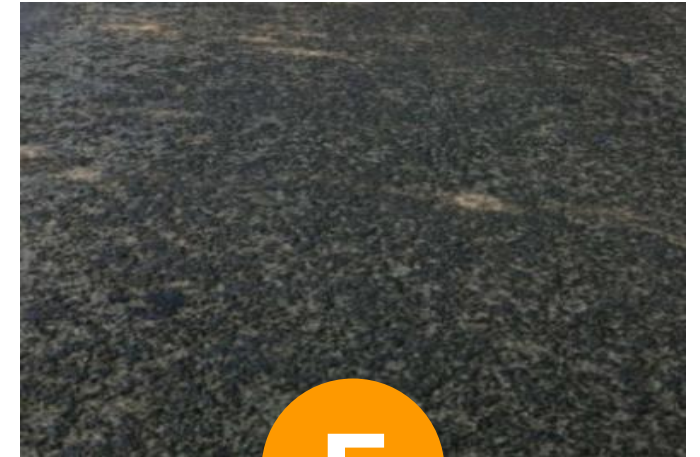
Détection manuelle des fissures en présence de remontée des fines



**E**

### Nids de poule

Qualification des nids de poule



**F**

### Arrachements

- Méthode de calcul de l'indicateur d'arrachement élémentaire (RI)
- Définition des seuils de gravité

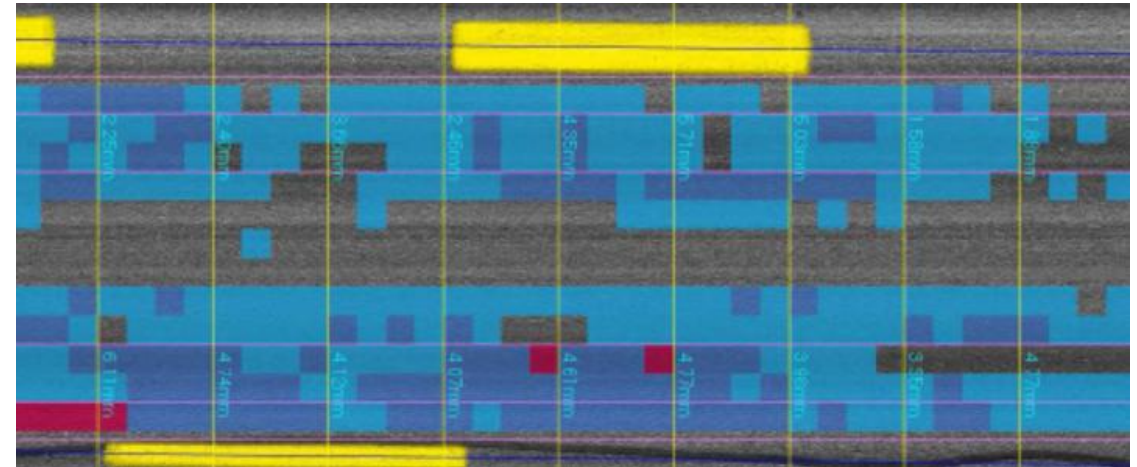
# F Arrachements

Cette famille correspond à la somme des surfaces de désenrobage et de pelades par pas de 20 m.

La surface des arrachements correspond à la somme des surfaces élémentaires (carrés de 25 cm x 25 cm) dont l'indicateur RI de départ de matériaux est supérieur à 150 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.

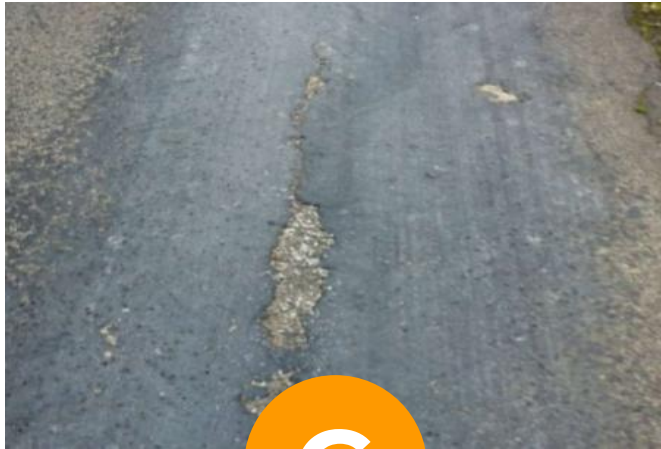
Les deux seuils de gravité définis sont :

- Gravité 1 : RI compris entre 150 et 250 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>
- Gravité 2 : RI ≥ 250 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>



*Les surfaces élémentaires dont le RI est > 250 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (en bleu foncé et rouge). Les surfaces dont le RI est compris entre 150 et 250 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (en bleu ciel)*

## Interprétation des résultats d'auscultation



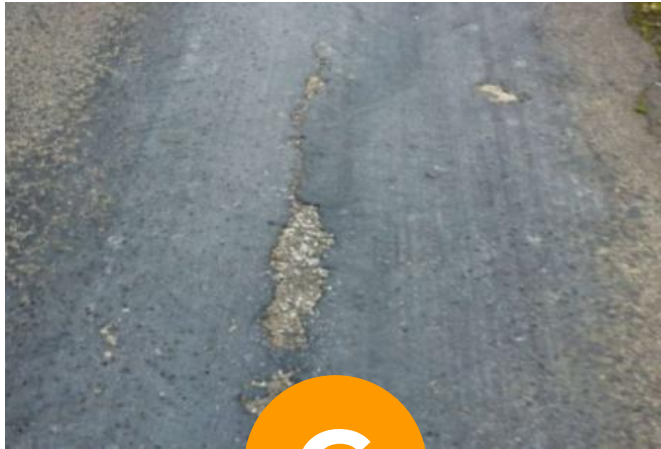
G

### Ressuage - glaçage

- Détection des remontées de liants
- Définition du seuil de gravité



## Interprétation des résultats d'auscultation



G

### Ressuage - glaçage

- Détection des remontées de liants
- Définition du seuil de gravité



H

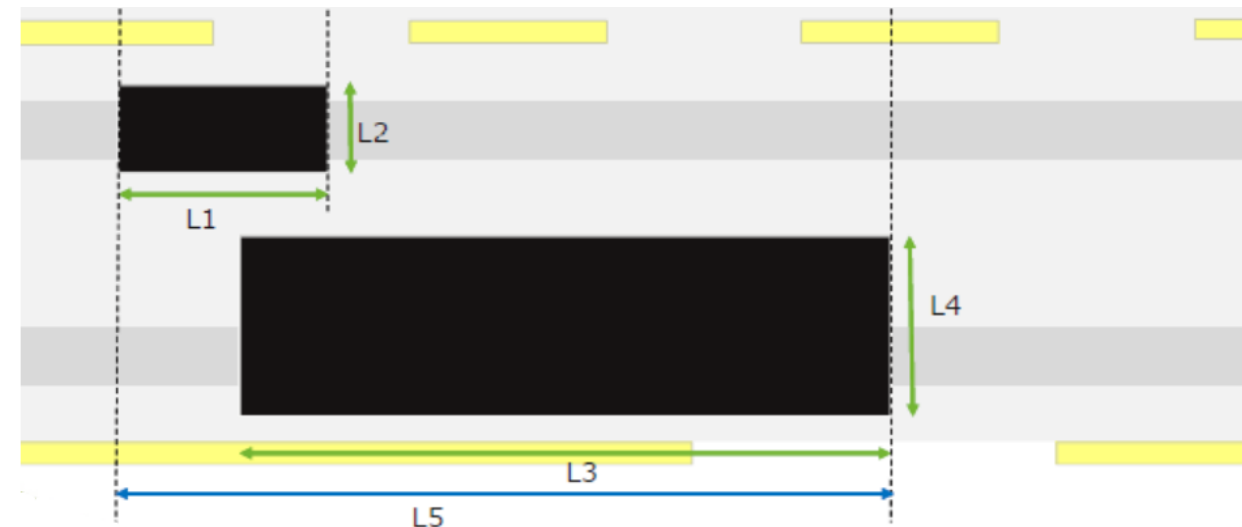
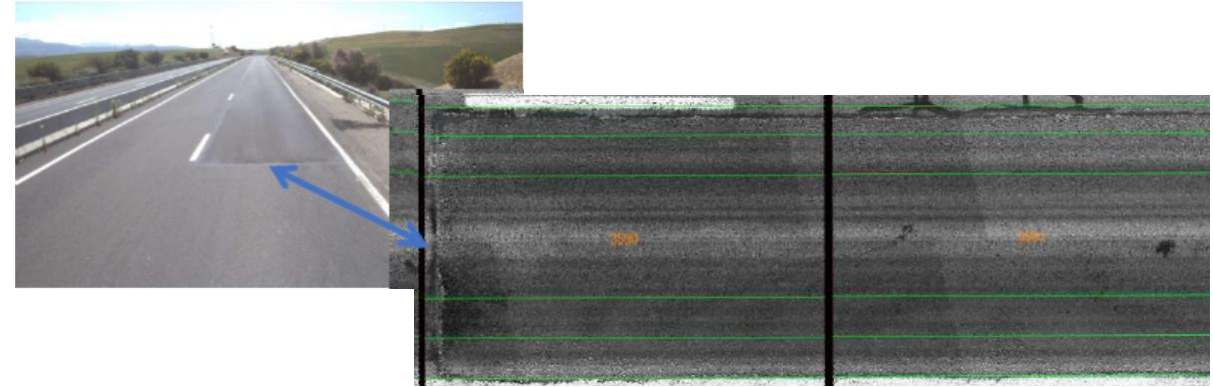
### Réparations

Détection des réparations

# H Réparations

La détection d'une réparation est liée aux règles suivantes :

- Pour une réparation pour une voie complète ou plein largeur : détection si longueur inférieure à 300 m (seuil initial de 60 m) ;
- Pour une réparation partielle de voie : pas de seuils de longueur : détection systématique ;
- Les tapis d'enrobés sur ouvrage d'art ne sont pas saisis en tant que réparations



$$\text{Surface totale} = L1 \times L2 + L3 \times L4$$

# H Réparations

Les réparations à froid sont indépendantes des réparations totales.

Les réparations à froid sont comptabilisées en nombre dans un nouveau champ NDP\_R (nid de poule réparé).



# Indicateurs de l'état de la chaussée

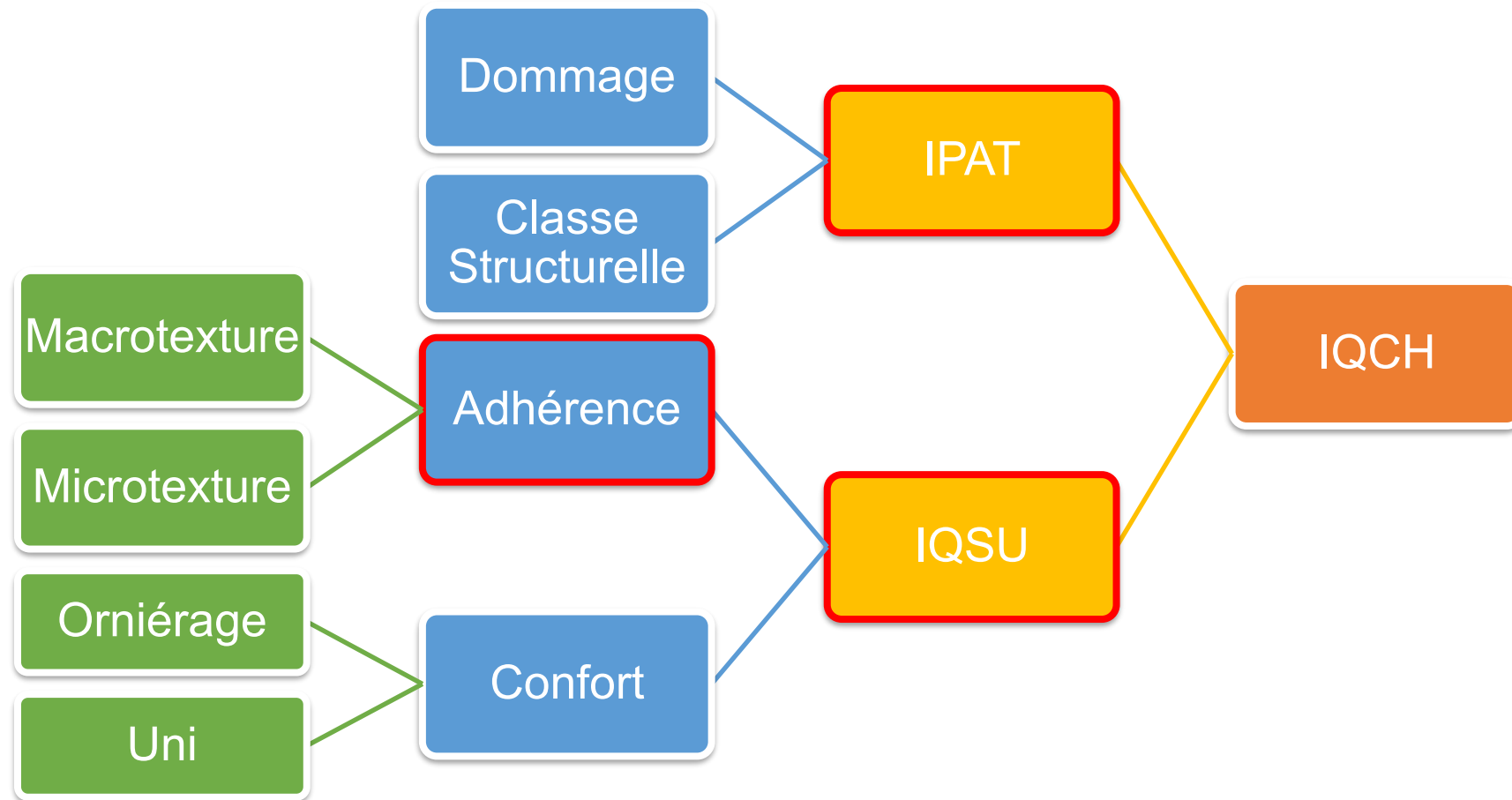


Schéma de liaison entre les différents indicateurs

Indicateur intermédiaire d'évaluation	Caractéristiques mesurées	4 - Très bon	3- Bon	2- Moyen	1- Mauvais	0 - Très mauvais
Macrotexture	PTE	>80	] 60 , 80 ]	] 50 , 60 ]	] 40 , 50 ]	≤ 40
Microtexture	CFT	>60	] 50 , 60 ]	] 40 , 50 ]	] 30 , 40 ]	≤ 30
Orniérage	Orniérage (mm)	< 5	[ 5 , 10 [	[ 10 , 15 [	[ 15 , 20 [	≥ 20
Uni	Uni (Ondes courtes)	>7	] 6 , 7 ]	] 5 , 6 ]	] 4 , 5 ]	≤ 4
Dommage	n phase i x CAM MB / NE MB Phase i	[ 0,0.25[	[0.25,0.5[	[0.5,0.75[	[0.75,0.85[	≥ 0.85

Classes	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
Seuils de déflexion (1/100 <sup>ème</sup> mm)	De 0 à 19	de 20 à 29	de 30 à 44	de 45 à 74	de 75 à 99	de 100 à 149	de 150 à 199	de 200 à 299	≥ 300
Niveau global de comportement en fonction de la classe de trafic									
T1 - T0 – TS	T. bon	Bon	Moyen	Mauvais			T. mauvais		
T3 - T2	T. bon		Bon	Moyen	Mauvais			T. Mauvais	
T5 - T4	T. bon		Bon	Moyen	Mauvais		T. mauvais		

## Classes d'évaluation des indicateurs intermédiaires

## Indicateurs de l'état de la chaussée

Des indicateurs intermédiaires sont mesurés avec les appareils à grand rendement (appareils multifonctions, SCRIM, déflectographe) sur l'ensemble du réseau autoroutier. Ils sont utilisés pour le calcul des indicateurs d'évaluation.

# Indicateurs de l'état de la chaussée

## Pondération des dégradations pour la note structure

Paramètres	Signification	Plage de valeur	Unité	Pondération N Structure	Pondération N Surface
ft_f	Fissure transversale franche	0≤N≤21	nbre	3.0%	3.0%
ft_ra	Fissure transversale ramifiée	0≤N≤21	nbre	5.0%	5.0%
ft_re	Fissure transversale réparée	0≤N≤21	nbre	2.0%	2.0%
fl_f_sbdr	Fissure longitudinale franche SBDR	0≤N≤40	ml	7.0%	3.0%
fl_ra_sbdr	Fissure longitudinale ramifiée SBDR	0≤N≤40	ml	13.0%	7.0%
fl_f_nsbdr	Fissure longitudinale franche NSBDR	0≤N≤40	ml	1.0%	3.0%
fl_ra_nsbdr	Fissure longitudinale ramifiée NSBDR	0≤N≤40	ml	4.0%	7.0%
flp_sbdr	Fissure longitudinale réparée SBDR	0≤N≤40	ml	8.0%	2.5%
flp_nsbdr	Fissure longitudinale réparée NSBDR	0≤N≤40	ml	2.0%	2.5%
Jlo	Joint longitudinal ouvert	0≤N≤40	ml	4.0%	5.0%
fai_sbdr	Faiencage SBDR	0≤N≤70	m²	30.0%	14.0%
fai_fin_nsbdr	Faiencage NSBDR	0≤N≤70	m²	5.0%	12.0%
ext_remf	Extension remontée de fines	0≤N≤100	%	5.0%	2.5%
rep_tot	Réparation totale	0≤N≤70	m²	5.0%	
Gla	Glaçage	0≤N≤70	ml		14.0%
Ndp	Nid de poule	0≤N≤9	nbre	4.0%	5.0%
ndp_r	Nid de poule réparé	0≤N≤9	nbre	2.0%	2.5%
des_arrg1	Arrachement gravité 1	0≤N≤70	m²		3.0%
des_arrg2	Arrachement gravité 2	0≤N≤70	m²		7.0%

Le calcul des indicateurs de l'état de structure (% dégradé) se fait à l'aide du logiciel « AgileAssets ». L'étude du réseau se fait selon un découpage par pas fixe que nous prenons de 200 m.

La valeur brute d'une note est donc la somme des pondérations de chaque dégradation, proportionnellement à leur présence sur la zone :

$$\text{Valeur Brute}_{\text{dégradations}} = \sum_{\text{dégradations}} \text{poids} \times \% \text{ dégradé}$$

Chaque pas se voit attribuer une note de 0 à 10 suivant sa valeur brute.

La corrélation entre ces valeurs se fait en fonction de ce qui est observé sur le terrain.

Classe Structurale	VB Structure	VB Surface	Note
<b>4- Très Bon</b>	0	[0.0133;0]	[8;10]
<b>3- Bon</b>	[0.0067; 0[	[0.0333; 0.0133[	[6;8[
<b>2- Moyen</b>	[0.0267; 0.0067[	[0.0533 ; 0.0333[	[5;6[
<b>1- Mauvais</b>	[0.08 ; 0.0267[	[0.0733 ; 0.0533[	[2;5[
<b>0- Très Mauvais</b>	[0.1333 ; 0.08[	[0.1; 0.0733[	]0;2[
	0.1333[	0.1[	0

Corrélation entre les valeurs brutes et les notes

# Indicateurs de l'état de la chaussée

Adhérence		Macrotexture (PTE)				
		0 - Très mauvais	1 - Mauvais	2 - Moyen	3 - Bon	4 - Très bon
Microtexture (CFT)	0 - Très mauvais	0	0	0	0	1
	1 - Mauvais	0	0	1	2	2
	2 - Moyen	0	1	2	2	3
	3 - Bon	1	2	3	3	4
	4 - Très bon	1	2	3	4	4

confort		Uni longitudinal (Ondes Courtes)				
		0 - Très mauvais	1 - Mauvais	2 - Moyen	3 - Bon	4 - Très bon
Orniérage	0 - Très mauvais	0	0	0	0	1
	1 - Mauvais	0	0	1	2	2
	2 - Moyen	0	1	2	2	3
	3 - Bon	1	2	3	3	4
	4 - Très bon	1	2	3	4	4

Indicateur		4 - Très bon	3 - Bon	2 - Moyen	1 - Mauvais	0 - Très mauvais
Domage	$n \text{ phase } i \times \text{CAM} / \text{MB} / \text{NE MB Phase } i$	$[0,0,0,25[$	$[0,25,0,5[$	$[0,5,0,75[$	$[0,75,0,85[$	$\geq 0,85$

Classe Structurelle	VB Structure	VB Surface	Note
4 - Très Bon	0	$[0,0133;0]$	$[8;10]$
3 - Bon	$[0,0067;0[$	$[0,0333;0,0133[$	$[6;8[$
2 - Moyen	$[0,0267;0,0067[$	$[0,0533;0,0333[$	$[5;6[$
1 - Mauvais	$[0,08;0,0267[$	$[0,0733;0,0533[$	$[2;5[$
0 - Très Mauvais	$[0,1333;0,08[$ $0,1333[$	$[0,1;0,0733[$ $0,1[$	$]0;2[$ $0$

IQSU		Adhérence				
		0- Très mauvais	1- Mauvais	2 - Moyen	3 - Bon	4 - Très bon
Confort	0- Très mauvais	0	0	1	1	2
	1 - Mauvais	0	1	1	2	2
	2 - Moyen	1	1	2	2	3
	3 - Bon	1	1	2	3	3
	4 - Très bon	1	2	2	3	4

IPAT		Domage				
		0 - Très mauvais	1- Mauvais	2 - Moyen	3 - Bon	4 - Très bon
Classe structurelle	0 - Très mauvais	0	0	1	1	2
	1 - Mauvais	0	1	1	2	2
	2 - Moyen	1	1	2	2	3
	3 - Bon	1	1	2	3	3
	4 - Très bon	1	2	3	3	4

IQCH		IQSU				
		0 - Très mauvais	1 - Mauvais	2 - Moyen	3 - Bon	4 - Très bon
IPAT	0 - Très mauvais	0	0	1	1	2
	1 - Mauvais	0	1	1	2	2
	2 - Moyen	1	1	2	2	3
	3 - Bon	1	2	2	3	3
	4 - Très bon	2	2	3	3	4

Matrice des différents indicateurs



# Planification de l'entretien de chaussée



## Arbres de décision

Mise en place d'arbres de décision (solutions selon trafic et indicateurs de l'état de chaussée)



## Simulation

Simulation de l'évolution de l'état de la chaussée selon des modèles mathématiques



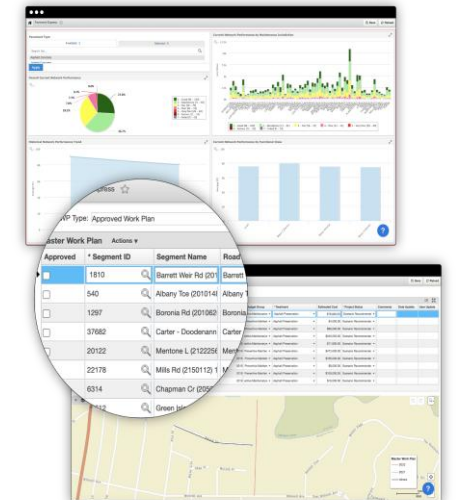
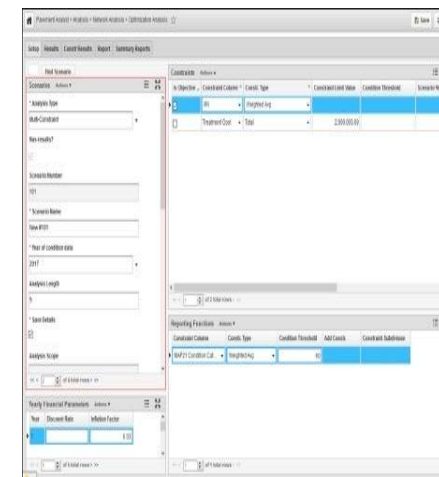
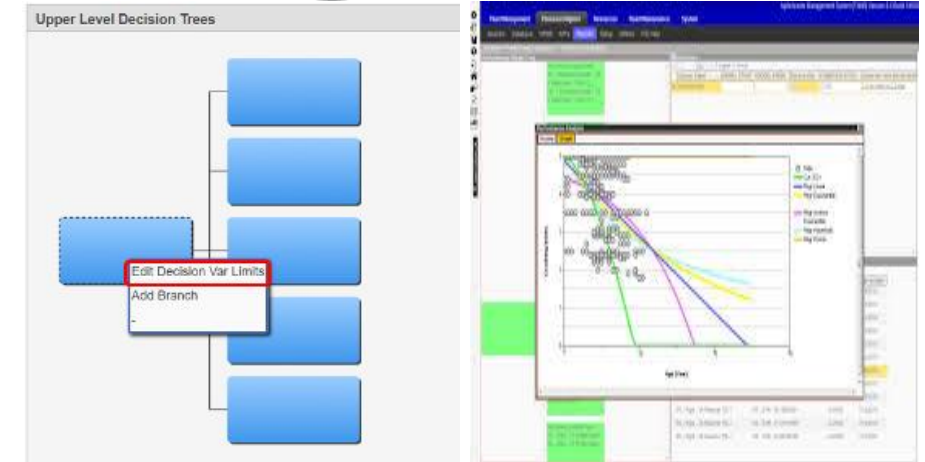
## Contraintes & objectifs

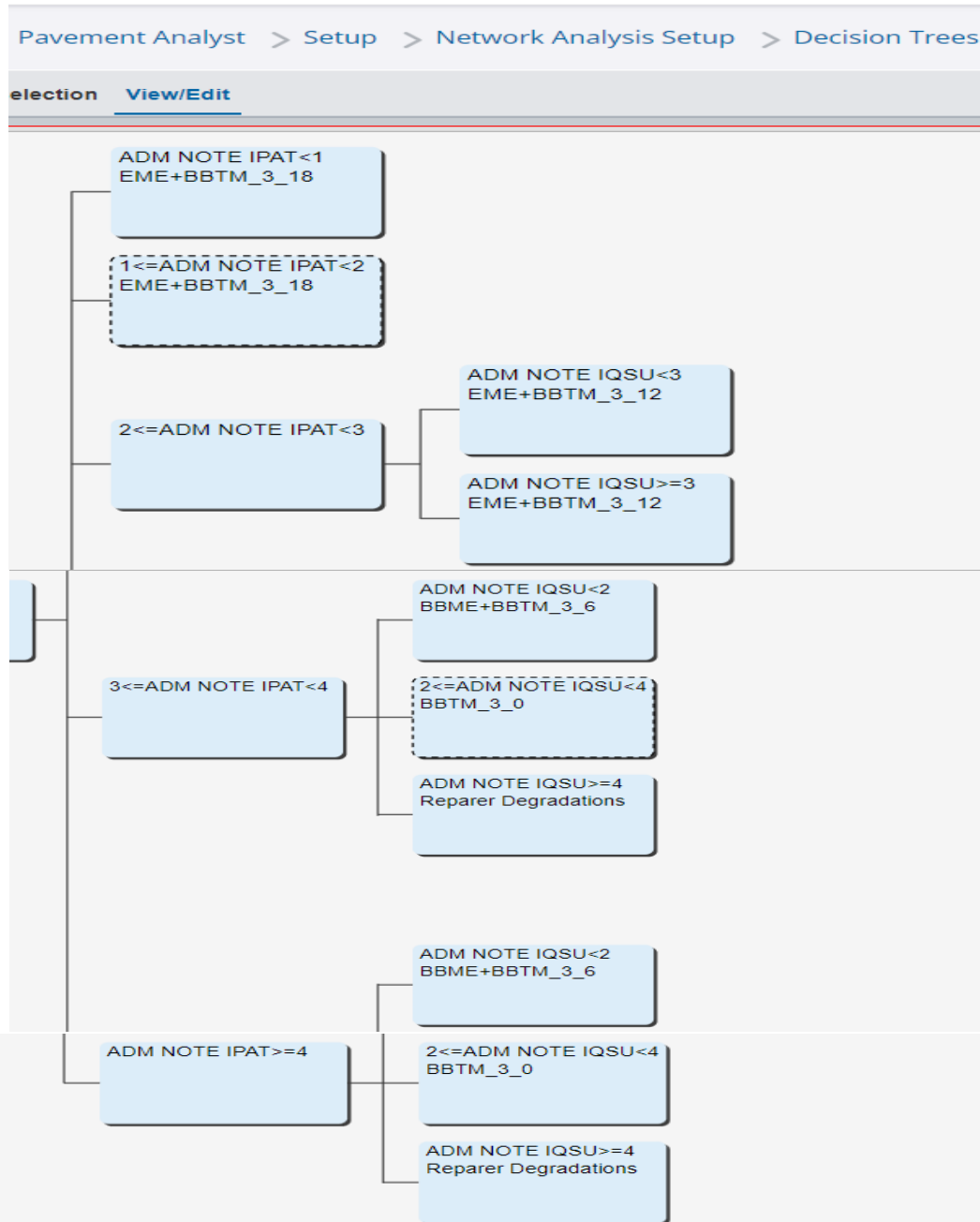
Définition des paramètres d'entrée nécessaires (objectifs des indicateurs, contraintes des coûts...)



## Programmation

Définition du programme pluriannuel





## Arbres de décision

Une arbre de décision doit être paramétrée par classes de trafic pour proposer des solutions d'entretien de la chaussée selon les notes des différents indicateurs cibles.

Cette arbre doit être complétée par les coûts linéaires prévisionnels de chaque solution

Ces informations serviront comme entrée de base permettant au logiciel « Agile Assets » de proposer un programme pluriannuel selon les objectifs et les contraintes déterminés.

# Simulation

L'évolution de l'état de la chaussée est simulée pour chaque indicateur par des modèles mathématiques (linéaire, exponentiel, sigmoïdal, par morceaux...).

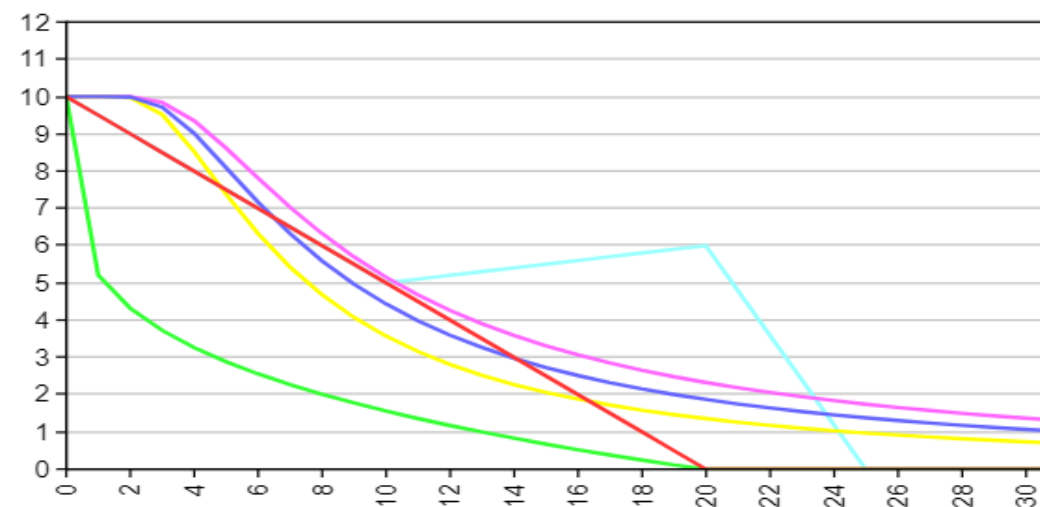
Cette simulation est essentielle pour définir la courbe d'évolution de l'état de la chaussée et par la suite la note d'un indicateur en une année déterminée.

La réalisation de plusieurs campagnes et leur saisie au logiciel permettra de faire des prédictions automatiques à partir de l'historique des données par une intelligence artificielle.

Pavement Analyst > Setup > Performance Setup > Performance Models List ☆

Models and Expressions		Actions									
Deterioration model	* Model Type	MODEL_PARAMS	M			Model Par...	Model Par...	Model Par...	Model Par...		
Linear Template	Linear	100;-5;	☒			100	-5				
IRI Model	Power	-47.89;0.2462;100;	☒			-47.89	0.2462	100	100		
Pure Sigmoidal for Flexible, traffic Medium	Sigmoidal	-100;7;1.5;100;	☒			-100	7	1.5	100		
Pure Sigmoidal for Flexible, traffic High	Sigmoidal	-100;6;1.6;100;	☒			-100	6	1.6	100		
Pure Sigmoidal for Flexible, traffic Low	Sigmoidal	-100;8;1.45;100;	☒			-100	8	1.45	100		
Pure Sigmoidal for Rigid, traffic Medium	Sigmoidal	-100;10;1.5;100;	☒			-100	10	1.5	100		
Pure Sigmoidal for Rigid, traffic Low	Sigmoidal	-100;11;1.45;100;	☒			-100	11	1.45	100		
lineaire_CFT_3 par an	Linear	100;-3;	☒			100	-3				
lineaire_CFT_2 par an	Linear	100;-2;	☒			100	-2				
lineaire_CFT_1 par an	Linear	100;-1;	☒			100	-1				
Pure Sigmoidal for Rigid, traffic High	Sigmoidal	-100;9;3;100;	☒			-100	9	3	100		
CFT - 2.5 par an	Linear	100;-2.5;	☒			100	-2.5				
CFT - 3.5 par an	Linear	100;-3.5;	☒			100	-3.5				

## Models



Pavement Analyst > Analysis > Network Analysis > Optimization Analysis ☆

Setup Results Constr Results Report

Is Objective	Constraint Column	Weight	Constr. Type	Constraint Limit Va...	Con...	Scenario Year
<input checked="" type="checkbox"/>	ADM NOTE IPAT	60	Weighted Avg			
<input checked="" type="checkbox"/>	ADM NOTE IQSU	40	Weighted Avg			
<input checked="" type="checkbox"/>	Service Life (RSL) (Yrs)		Total			
<input type="checkbox"/>	Treatment Cost		Total	450 000 000,00		1
<input type="checkbox"/>	Total Lane Miles		Total	150,00		1
<input type="checkbox"/>	Treatment Cost		Total	450 000 000,00		2
<input type="checkbox"/>	Total Lane Miles		Total	200,00		2
<input type="checkbox"/>	Treatment Cost		Total	500 000 000,00		3
<input type="checkbox"/>	Treatment Cost		Total	500 000 000,00		4
<input type="checkbox"/>	Treatment Cost		Total	600 000 000,00		5

## Contraintes & objectifs

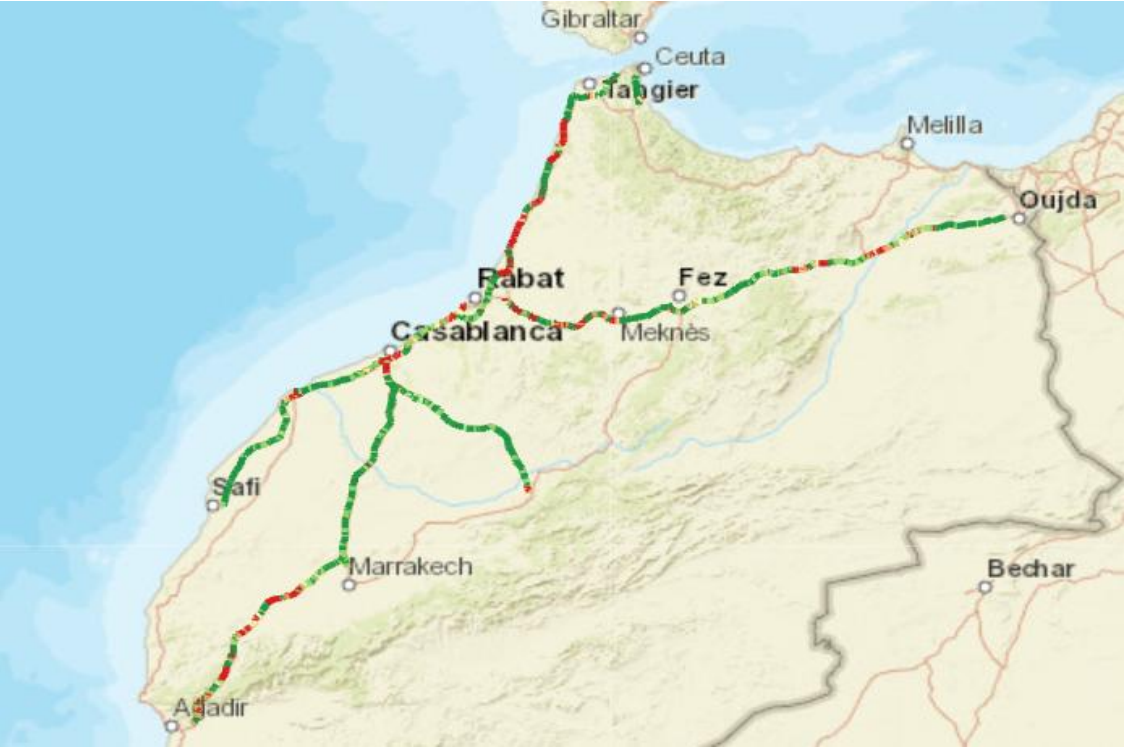
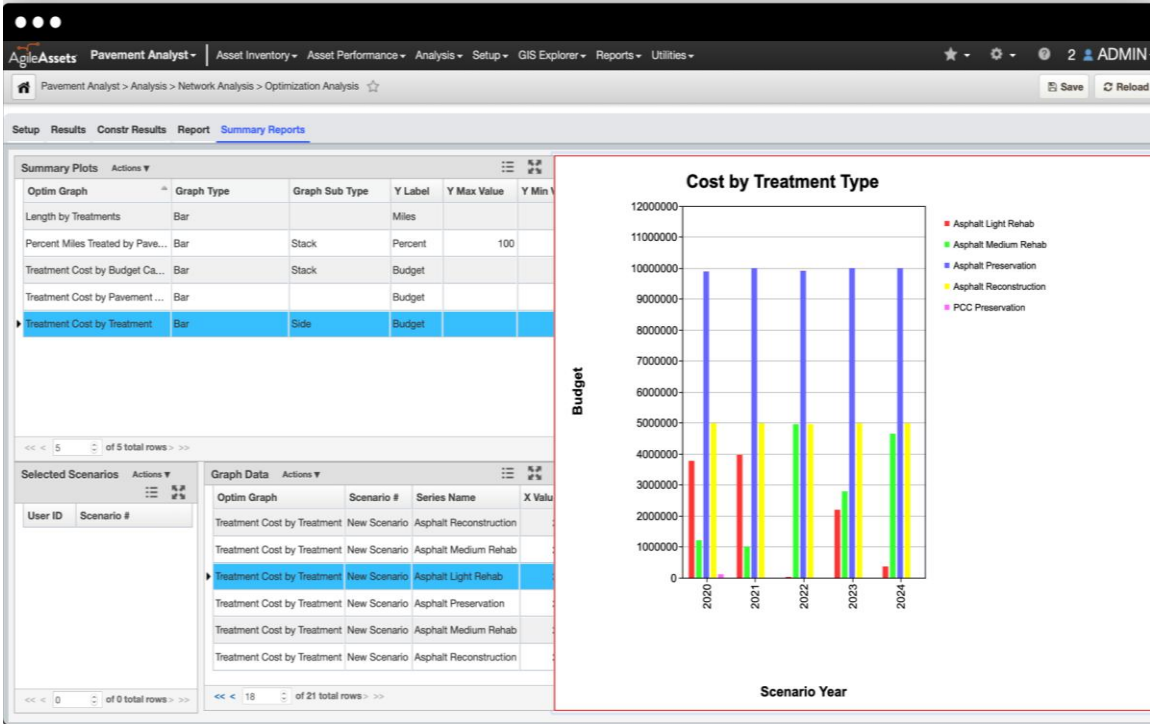
Pour permettre au logiciel d'effectuer la programmation pluriannuel, on fixe des objectifs (indicateurs de l'état de chaussée, DVR...), et des contraintes (plafond du coût pour chaque année, plafond de linéaire pour chaque année ...).







# Conclusion



11<sup>ème</sup> المؤتمر الوطني للطرق  
ⴰⵏ ⵜⴰⵎⴳⴷⵓⴷⴰ ⵜⴰⵏⴷⴰⵢⵜ ⵜⴰⵎⴳⴷⵓⴷⴰ ⵜⴰⵏⴷⴰⵢⵜ  
Congrès National de la Route

MERCI

SOUS LE THÈME

Quels rôles de l'infrastructure  
routière dans le nouveau modèle  
de développement économique  
et social du Maroc ?

تحت شعار

أية مكانة لتطوير البنية التحتية  
الطرقية في تنزيل النموذج  
الجديد للتنمية الاقتصادية  
و الاجتماعية بالمغرب ؟

10 / 12  
نونبر NOV  
DAKHLA 2022

الداخلة  
DAKHLA