

L'exploitation
et la maintenance
des infrastructures



CARACTERISATION DE L'ETAT DU RESEAU

INDICATEUR STRUCTUREL

► Définition

- On appelle indice structurel, ou note structurelle, une variable numérique réelle, prenant valeur sur une certaine plage $[V_d ; V_f]$ et variant continuellement sur cette plage en fonction de l'état de la structure des chaussées. Cet indice traduit la capacité d'une chaussée à supporter le trafic qui lui est appliqué sans se dégrader de façon visible et rapide.
 - Remarque : cette note est parfois exprimée sous forme de classe : Bon / Plutôt bon / Moyen ... pour éviter une notation trop « scolaire ».

► Structure du travail réalisé

- Tranche 1 : Etat des lieux
 - En France
 - A l'international
- En tranche 2 :
 - Lister les pathologies en liaison avec une fatigue structurelle
- En tranche 3 et 4
 - Traduire un indicateur d'état structurel en s'appuyant sur l'utilisation des nouvelles technologies de relevés à grand rendement.



► Etat des lieux

- En France : Indicateurs structurels :
 - La note structurelle de l'IQRN (routes nationales) – indicateur utilisé jusqu'en 2019
 - Calcul de la note Patrimoine exprimée en centimètres de béton bitumineux (BB) dans des tableaux croisant les déformations transversales et les fissurations relevées lors de l'auscultation
 - L'indicateur structure « Image Qualité du Réseau Autoroutier » (IQRA)
 - Le principe de calcul qui a été utilisé pour la mise au point de l'IQRA structure s'appuie sur des mesures d'uni longitudinal, de déformations et de dégradations.
 - Pour les départements
 - Approches s'inspirant de l'IQRN
 - Méthodologies développées en interne ou proposées par l'ingénierie privée
 - Métropoles
 - IQRN inadapté
 - Méthodologies développées en interne ou proposées par l'ingénierie privée
 - Communautés de communes
 - Pas d'indicateur défini recensé



► Etat des lieux

- En Allemagne : Indicateurs structurels :
 - Objectif : « Maintenir un état routier garantissant à l'usager un comportement de la chaussée conforme et une sécurité maximale tout en assurant des coûts macroéconomiques réduits et une compatibilité environnementale maximale ». Cet objectif se vérifie selon 2 notes :
 - La note structure : un indicateur « **Usage** » pour l'usager, caractérisant la qualité de l'infrastructure des grandes routes eu vue du comportement de la chaussée (viabilité) et de la sécurité routière,
 - Un indicateur « **Patrimoine** » pour l'exploitant en charge de la chaussée, décrivant la qualité du patrimoine existant de l'infrastructure des grandes routes en vue d'une intervention réalisée à temps, et économiquement optimale.
 - ⇒ Un indicateur global est l'indicateur le plus mauvais des deux
- Projet Européen Cost 354 : définition d'« Indices de performance des chaussées routières »
 - Pour « **l'indice structurel** », le projet recommande de retenir les Indicateurs Techniques suivants :
 - 1) capacité portante ;
 - 2) fissuration ;
 - 3) orniérage
 - 4) déformations longitudinales.
 - ⇒ L'indicateur proposé est basé sur une moyenne pondérée de ces indicateurs techniques



► Etat des lieux

■ Indicateurs américains

• Pavement Condition Index PCI

- l'index a été normalisé par l'ASTM pour les chaussées routières et aéroportuaire
- Le PCI de chaque section est calculé en utilisant une méthode de pénalisation. L'index est initialisé à 100. Partant des valeurs d'extension ou de densité de dégradations, des pénalités sont calculées et soustraites de 100 pour donner la valeur PCI.
- Le catalogue de dégradations de chaussée considérées pour calculer l'index est extrêmement complet.

■ PSI (Present Serviceability Index)

- L'indice PSI exprime à un moment précis de la durée de vie de chaussée la qualité de la chaussée. Il combine la qualité structurelle de la chaussée (présence de dégradations fissuration, orniérage) et la qualité d'usage (le confort de conduite, liée à la valeur d'uni). La valeur dominante est l'uni.
- Il varie en fonction de la qualité globale de la chaussée entre 0 (niveau impossible) à 5 (niveau excellent).

		5 niveau excellent	
excellent	4		p 0
bon	3		
moyen	2		p t
mauvais	1		
très mauvais	0	chaussée à renforcer	



► Objectif de DVDC

- Besoin de définir un indicateur structurel

► DVDC :

- Présentation de deux approches
 - Approche Cerema IQRN 3D
 - Approche DVDC mise au point dans le cadre du projet

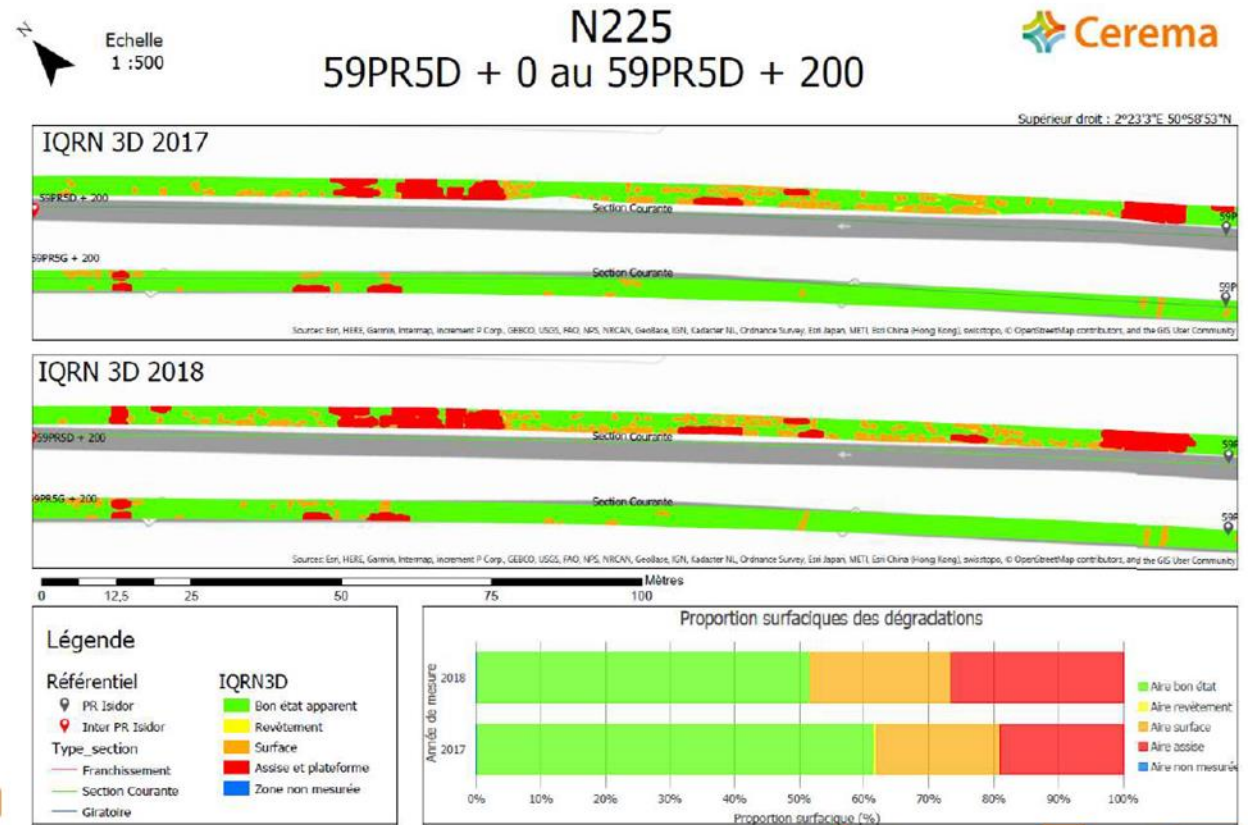
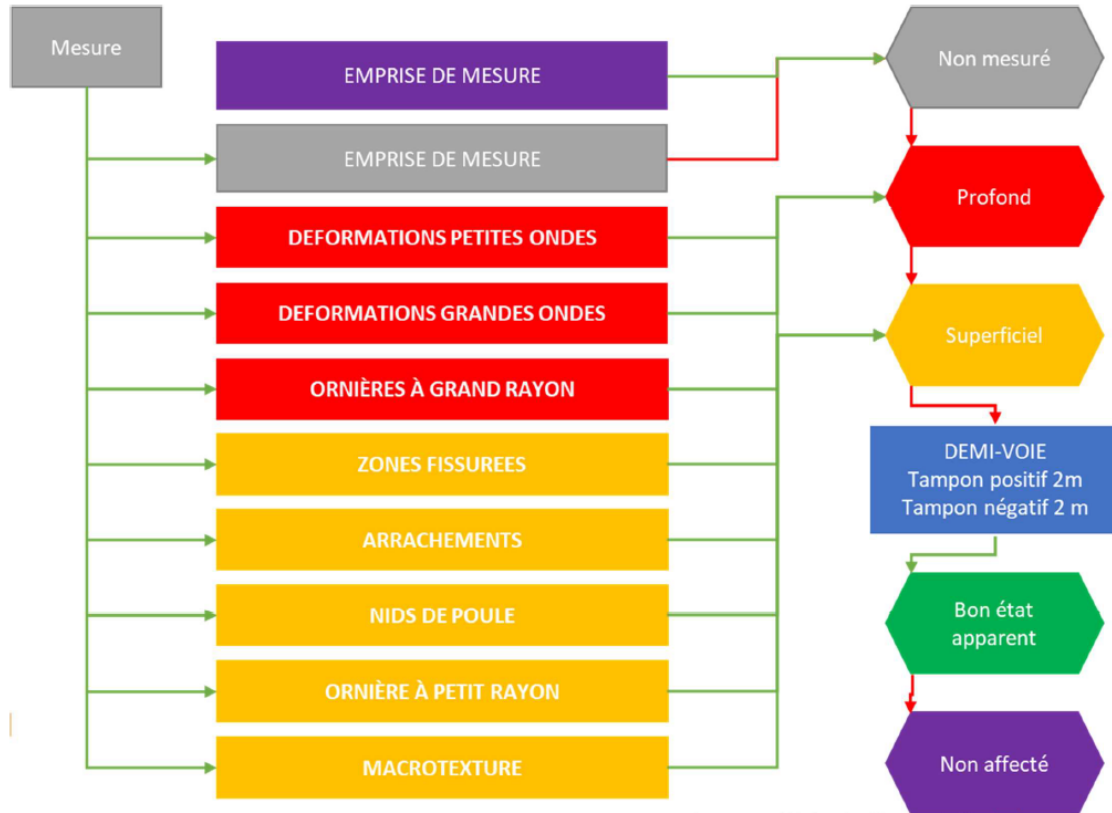


► IQRN 3D

- Méthodologie mise en place en 2018 pour le Réseau Routier National non concédé
- Évaluation qui traduit un niveau d'endommagement de la chaussée
- IQe : Indicateur d'état – Indicateur surfacique (5 classes d'endommagement)
 - **Non évalué** - zones non mesurées, tabliers d'ouvrage d'art, giratoires, obstacles à la mesure
 - **Bon état apparent** - aucun signe d'endommagement
 - **Endommagement superficiel de la chaussée** - caractérise l'état des couches de surface
 - **Endommagement profond de la chaussée** - correspond à une chaussée qui présente des désordres structurels
 - **Non affecté** - zone restante, après qu'aient été identifiées les zones d'endommagements superficiel et profond, et les zones en bon état



► IQRN 3D

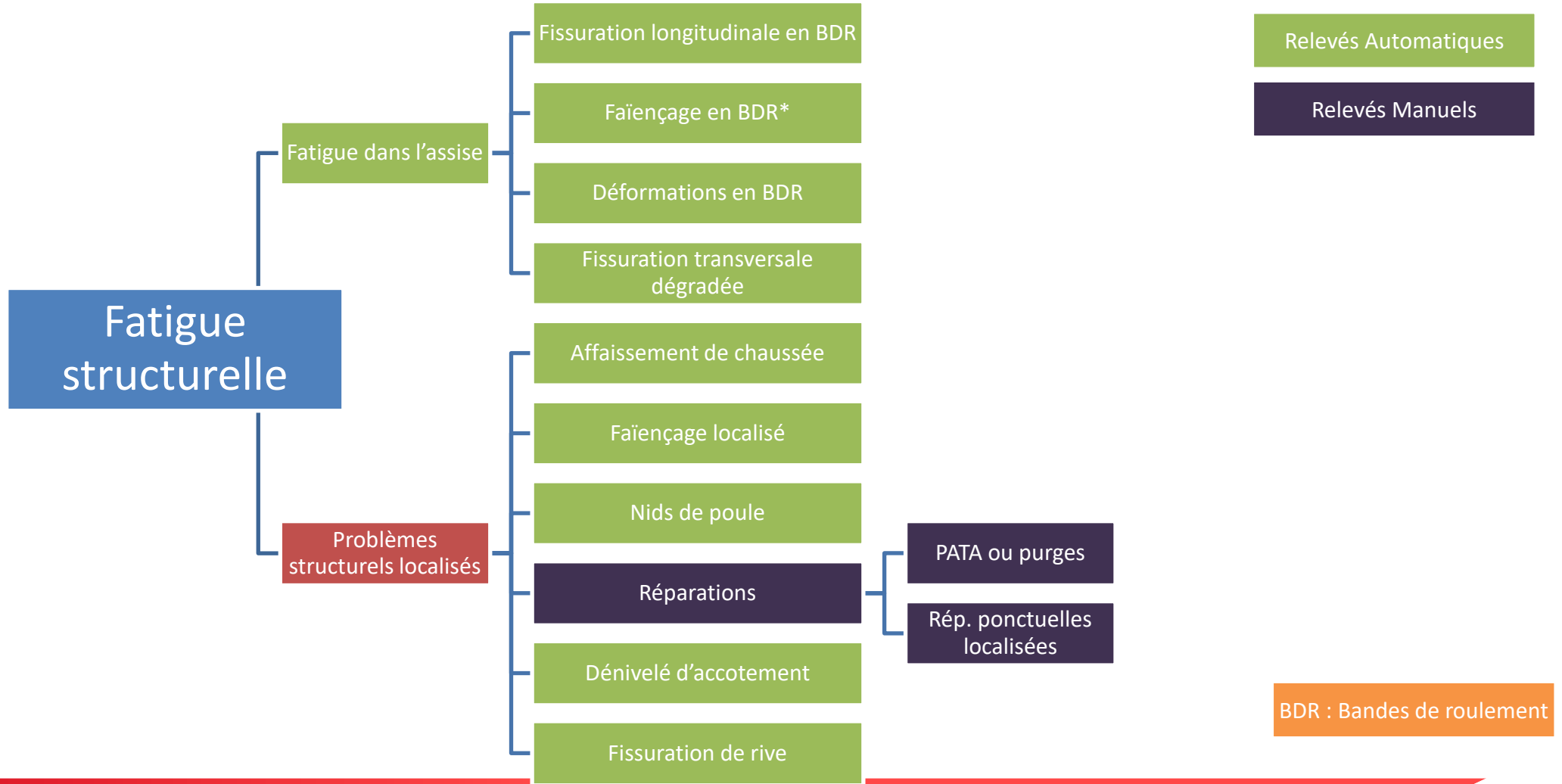


► Liste des pathologies impactant l'indicateur structurel :

Pathologie	Sous pathologie	Dégradations	Techniques d'entretien possibles
Fatigue structurelle	Fatigue dans l'assise	Fissuration longitudinale dans BDR (bandes de roulement)	Renforcement, avec ou sans fraisage ou décaissement avec ou sans recyclage en centrale.
		Déformation dans BDR	Retraitement en place avec émulsion ou liant hydraulique
		Fissures transversales	Purges des fissures transversales dégradées
	Problèmes structurels localisés	Affaissement en chaussée	Purge profonde
		Faïençage localisé	Purge superficielle
		Nids de poule	Rebouchage
		Réparation superficielle ponctuelle	Si peu dense : rien si dense : auscultation structurelle
		Réparation profonde ponctuelle	Si peu dense : rien si dense : auscultation structurelle
	Défauts d'épaulement	Affaissement de rive	Purge profonde
		Fissuration de rive	Poutre de rive
		Dentelle de rive	Reprofilage



► Apport des nouvelles technologies



► Principes

- Utiliser la plus grande richesse des informations de relevés automatiques
- Analyser la surface totale de la voie
- Exploiter la notion de surfaces disponibles avec les relevés automatisés

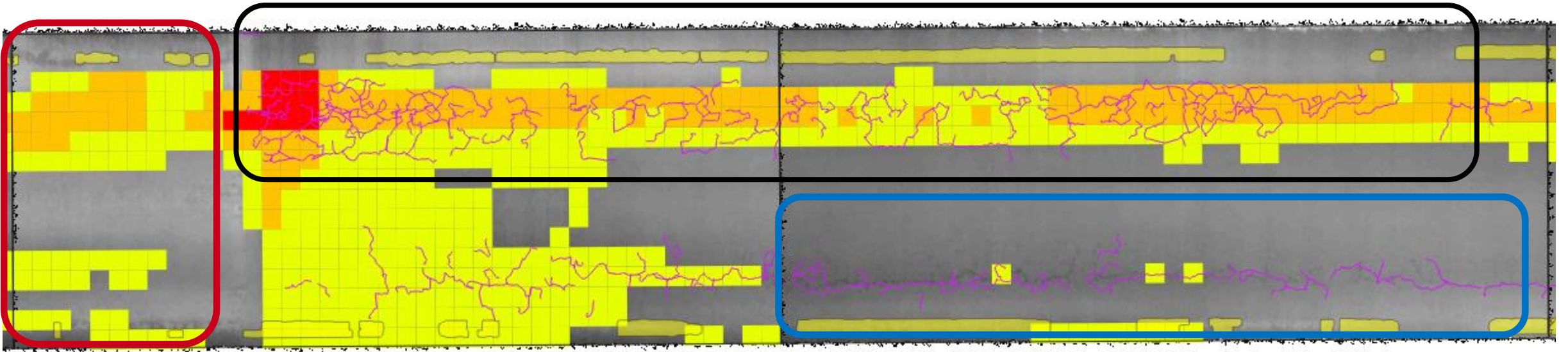
► Méthodologie

- Utilisation des données géolocalisées de déformations et de fissuration, en regardant s'il y a présence ou non de la simultanéité de ces dégradations
- Evaluation des surfaces de chaussées impactées sur la base d'un maillage élémentaire
- Calcul d'un indicateur d'état structurel en fonction de la gravité et de l'étendue surfacique des déformations et de la fissuration



► Exemple de traitement

- Localisation et évaluation des surfaces de zones :
 - Déformées et fissurées (rectangle noir)
 - Déformées uniquement (rectangle rouge)
 - Fissurées uniquement (rectangle bleu)



*En jaune, orange et rouge : zones déformées selon leur gravité
 Fissuration en violet*

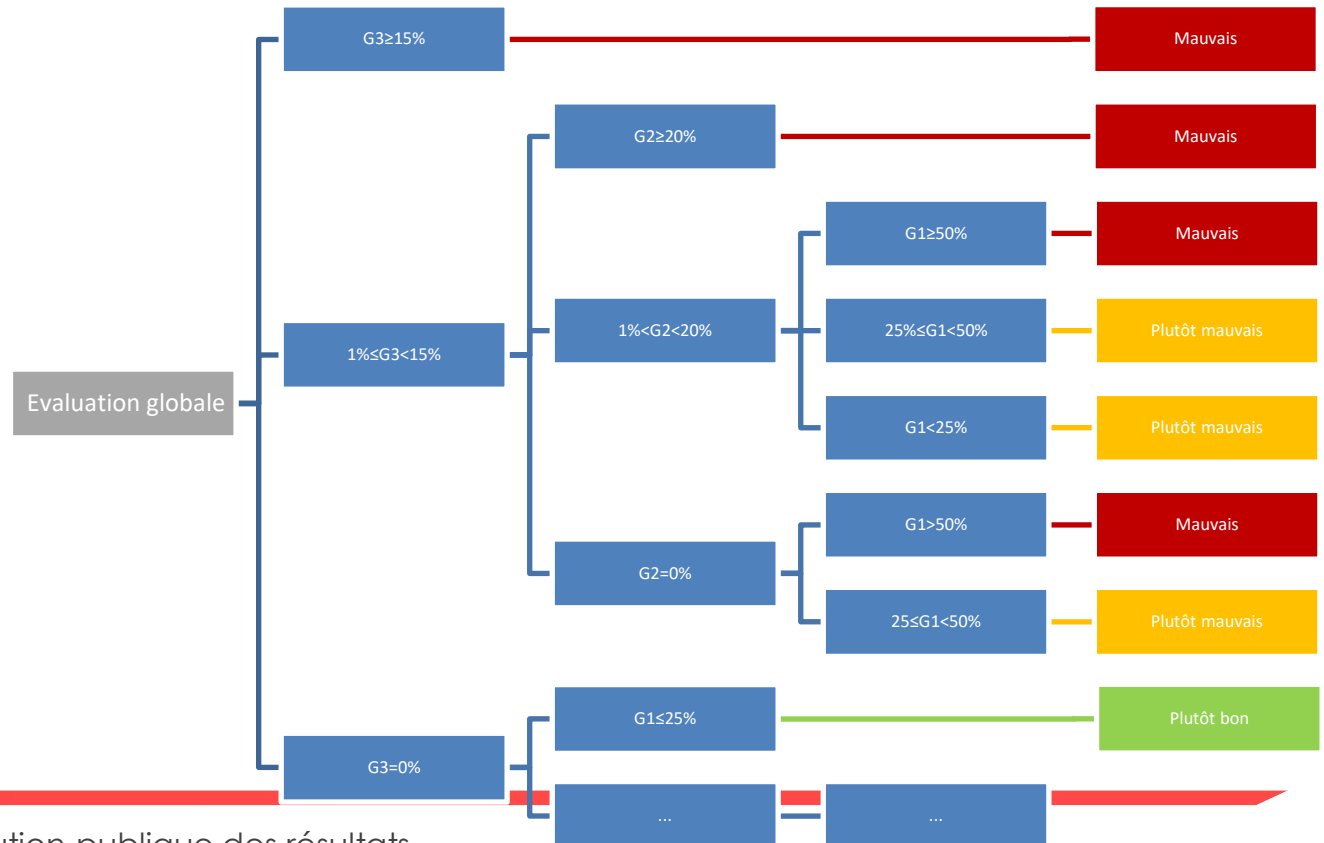


► Etat structurel

- Evaluation « BON » / « PLUTOT BON » / « PLUTOT MAUVAIS » / « MAUVAIS » basée :
 - Sur les quantités de surfaces impactées
 - De seuils calibrés en fonction des réseaux analysés

Indicateur Structurel		Gravité Fissuration				
		0	1	2	3	4
Gravité Déformation	0	0	0	1	1	1
	1	1	1	2	2	2
	2	2	2	2	3	3
	3	3	3	3	3	3

Notation	Indicateur Structurel
0	Bon
1	Plutôt Bon
2	Plutôt Mauvais
3	Mauvais



► Apports des nouveaux indicateurs

- Utilisation des nouvelles technologies d'auscultation type LCMS
 - Plus d'informations à exploiter et notamment en termes de localisation des dégradations
- Basés sur l'exploitation des surfaces de chaussées dégradées
- Permettent le suivi de l'évolution de l'état des chaussées (comparaisons pluri-annuelles)

► Suite à donner

- Mise en place d'un ou plusieurs indicateurs partagés (en fonction du type de réseau)
→ poursuite des réflexions au sein de l'IDRRIM
- Journée de restitution du projet Gestion du Réseau Départemental (GRD) le 8 décembre 2023 à Champs-sur-Marne (présentation d'une méthodologie de gestion des chaussées mise en place par le Cerema avec 10 conseils départementaux)

► Documentation

- Consultation des livrables sur le site dédié de IREX

