

**Assurance de la qualité des données recueillies  
par le véhicule de mesure de l'état des chaussées**

La Direction du laboratoire des chaussées (DLC) recueille annuellement les données d'état du réseau routier sur un peu plus de 18 500 kilomètres de routes à l'aide de son véhicule d'auscultation (VMEC)<sup>1</sup>. Cette information est versée au système de gestion des chaussées (GCH) du ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports (MTMDET). Elle est le fondement du processus de gestion des chaussées et un élément important de la planification stratégique. Elle permet de dresser le bilan de l'état du réseau routier pour s'assurer que le Ministère atteint ses cibles quant à la qualité de ses infrastructures. La qualité des données mesurées par le VMEC est donc primordiale puisque la répartition budgétaire entre les territoires et la sélection des interventions sur le réseau en dépendent. De plus, la qualité des données obtenues au niveau réseau permet son usage au niveau projet. L'utilisation des données en mode projet fournit de l'information détaillée permettant des économies d'échelle.

Le processus d'assurance de la qualité des données amassées par le VMEC se divise en cinq étapes réalisées tout au long de la collecte et du traitement des données. Pour entreprendre ou poursuivre les relevés, le véhicule doit satisfaire à toutes les exigences relatives à la qualité présentées dans les tableaux ci-dessous.

**ÉTAPES DU PROCESSUS D'ASSURANCE QUALITÉ**

Vérification des équipements et des logiciels de traitement

Le VMEC est muni de plusieurs équipements permettant de caractériser l'état de la chaussée. Avant le départ du véhicule sur la route, chaque composante doit être étalonnée à l'aide de cales de référence normalisées et vérifiées selon les procédures établies par le fabricant.

La vérification des logiciels et des bibliothèques de calcul des différents indicateurs d'état de la chaussée consiste à comparer les résultats obtenus à ceux d'un jeu de données témoin. Cette

vérification est réalisée lors de la réception d'une nouvelle version ou lors d'une modification des paramètres de calcul.

Vérification des données brutes

Cette étape, appelée «Qualification», consiste à comparer les données brutes des équipements du VMEC à celles d'un équipement de référence. Elle est réalisée sur une seule piste de 400 mètres au minimum deux fois par an, au début et à la fin de la saison de relevés, ou lors d'une modification mécanique sur le véhicule.

La qualification du profilomètre inertiel est basée sur la norme ASTM E950. Les profils longitudinaux des deux traces de roues sont mesurés de manière très précise au moyen d'un instrument de référence nommé SurPRO. Ces profils sont superposés et comparés à ceux des 10 passages du profilomètre inertiel. Les exigences à respecter pour un équipement de classe 1 sont présentées dans le tableau 1.

La qualification des profils longitudinaux du LCMS (Laser Crack Measurement System) est réalisée de la même façon et doit satisfaire aux mêmes exigences.

Pour le moment, la qualification des profils transversaux du LCMS ne peut être réalisée puisqu'aucun équipement de référence assez précis n'est disponible. Le secteur du soutien technique de la DLC travaille à la conception d'un appareil qui pourrait être utilisé pour cette vérification.

La qualification des données de fissuration se fait au moyen de fissures simulées artificiellement (traits de scie et profilés encastrés dans l'enrobé) présentant différentes ouvertures et orientations. Elle permet de vérifier la détection, la catégorisation et l'évaluation de la sévérité des fissures faites par le système LCMS.

**Tableau 1 : Exigences qualification profils longitudinaux**

Étape	Critère	Caractéristique évaluée du système	Portée de l'évaluation	Exigences
Qualification	Confort au roulement	Élévations longitudinales	Chacune des traces de roues	Biais moyen $\leq 1,25$ et Répétabilité $\leq 0,38$

Validation périodique

Les équipements sont ensuite soumis à une validation de la mesure des indices sur cinq pistes présentant différentes conditions d'état de la chaussée. Les pistes ont une longueur de 1000 mètres.

Les valeurs de référence sont établies au moyen de résultats provenant d'au moins quatre véhicules d'auscultation. Cette méthode innovatrice a été mise au point en 2015 afin d'augmenter la précision de la référence pour l'orniérage<sup>2</sup>, d'obtenir facilement des valeurs de référence pour la fissuration et de diminuer le temps consacré à cette étape afin d'effectuer les relevés plus rapidement en début de saison pour profiter des meilleures conditions d'auscultation.

Au début de la saison, tous les véhicules effectuent une série de 10 passages sur chacun des sites de référence. Les passages présentant la plus petite et la plus grande variabilité sont retirés. La médiane de trois passages provenant de chacun des véhicules est utilisée pour établir la référence. Ces passages ont fait l'objet d'une évaluation des valeurs aberrantes au préalable. Les cinq passages restants sont comparés à la référence afin de vérifier le respect des exigences qualité. Les exigences à respecter pour chacune des caractéristiques de chaussées sont présentées au tableau 2.

Cette étape est répétée à la fin de chaque territoire, après chaque entretien du véhicule et en fin de saison. Comme la référence est déjà établie, seulement cinq passages sont nécessaires lors de ces vérifications subséquentes.

**Tableau 2 : Exigences pour la validation périodique des mesures d'état de la chaussée**

Étape	Critère	Caractéristique évaluée du système	Portée de l'évaluation	Exigences
Validation périodique	Confort au roulement	IRI (Indice de rugosité international)	Moyenne des 2 traces de roues	<ul style="list-style-type: none"> <li>En considérant l'ensemble des sections de 100 mètres : biais moyen et répétabilité &lt; 5 %.</li> <li>Distribution : 75 % des sections de 100 mètres avec un biais &lt; 10 % (ou &lt; 0,2 pour les IRI &lt; 2,0 m/km) et 90 % des 100 mètres avec un biais &lt; 15 %.</li> <li>Reproductibilité entre 2 appareils : l'écart &lt; 10 %.</li> </ul>
	Orniérage	Profondeur	Pour chaque trace de roues	<ul style="list-style-type: none"> <li>En considérant l'ensemble des sections de 100 mètres : biais &lt; 1,0 mm et répétabilité &lt; 1,0 mm.</li> <li>Distribution : 75 % des sections de 100 mètres avec un biais &lt; 1,5 mm et 90 % des 100 mètres avec un biais &lt; 2,5 mm.</li> </ul>
	Fissuration	Mesure de la longueur de chaussée affectée par la fissuration longitudinale (toutes sévérités et bandes confondues) et mesure du nombre de fissures transversales (toutes sévérités confondues)	Respect du critère pour chacun des passages sur chacun des 100 mètres	<p>Détection des fissures Bandes 2, 3 et 4 Fissures longitudinales (somme de toutes les sévérités dans une même bande) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pour chaque bande, <math>\pm 5</math> m/100 m dans 80 % des cas.</li> <li>Pour chaque bande, <math>\pm 10</math> m/100 m dans 97,5 % des cas.</li> <li>Biais compris entre <math>\pm 5</math> m inclusivement.</li> </ul> <p>Classement des fissures Bandes 2, 3 et 4 Somme des fissures longitudinales des bandes 2, 3 et 4 par sévérité (très faible, faible, moyenne ou majeure) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3 sévérités (ou plus) sur 4 doivent avoir <math>\pm 5</math> m/100 m dans au moins 75 % des cas.</li> <li>3 sévérités (ou plus) sur 4 doivent avoir <math>\pm 10</math> m/100 m dans au moins 90 % des cas.</li> <li>Biais compris entre <math>\pm 5</math> m inclusivement.</li> </ul>
	Mesure de l'indice global de fissuration		Respect du critère pour chacun des passages sur chacun des 100 mètres	<ul style="list-style-type: none"> <li>10 IP d'écart par rapport à l'indice calculé à partir des mesures de référence dans 95 % des cas.</li> <li>5 IP d'écart par rapport à l'indice calculé à partir des mesures de référence dans 80 % des cas.</li> <li>En considérant l'ensemble des sections de 100 mètres, biais &lt; 2 points d'IP.</li> <li>Biais et répétabilité : compris entre <math>\pm 2</math>.</li> </ul>

Vérification de la dérive des équipements

Pour s'assurer qu'il n'y a pas de dérive des équipements pendant la campagne d'auscultation, une validation est effectuée sur une piste de 2 kilomètres dans le territoire où l'auscultation a lieu. Avant d'effectuer les relevés, cinq passages consécutifs sont réalisés par le véhicule d'auscultation. Ils permettent de définir les limites à l'intérieur desquelles les mesures des passages subséquents doivent se retrouver pour respecter les exigences qualité. Régulièrement et après avoir terminé les relevés dans la direction territoriale (DT), l'équipe d'auscultation réalise trois autres passages sur le même site et compare les résultats à ceux obtenus précédemment. Le tableau 3 présente les exigences à respecter lors de la vérification de la dérive des équipements.

Validation finale des données

Les données recueillies sur le réseau sont acheminées dans le système de traitement des données (STD) afin d'y être traitées. Certaines caractéristiques des relevés sont vérifiées, entre autres les sections relevées à plusieurs reprises pour ne conserver que le relevé le plus récent, l'appartenance du RTSSC (Route – Tronçon – Section - Sous-route - Chaînage) au réseau du Ministère, la

comparaison de la longueur relevée à la longueur de référence de la base géographique routière (BGR). Les données résultantes sont utilisées pour calculer les indices d'état de la chaussée.

Après s'être assuré que les données avaient été recueillies au même endroit à l'aide d'une comparaison géomatique, les résultats de l'année courante sont comparés à ceux de l'auscultation la plus récente, et un diagnostic est posé relativement à l'évolution de l'état de la chaussée. Les écarts correspondant à une évolution normale de la chaussée sont présentés au tableau 4.

Le système Web de validation des données de l'état du réseau routier facilite cette vérification (figure 1). Il permet de visualiser à la fois les données mesurées lors des auscultations à l'aide de graphiques et les images vidéo de la chaussée recueillies. La plupart du temps, lorsque les mesures révèlent des améliorations significatives, l'écart s'explique par la réalisation d'une intervention sur la chaussée entre les deux auscultations. Lorsque l'écart révèle une détérioration trop importante, les causes de cet écart doivent être identifiées (problème d'équipement, changement de voie, etc.). Le responsable de la validation prend alors la décision de verser ou non les données dans le GCH.

**Tableau 3 : Exigences - dérive des mesures d'état de la chaussée**

Étape	Critère	Caractéristique évaluée du système	Portée de l'évaluation	Exigences
Dérive	Confort au roulement	IRI	Moyenne des 2 traces de roues	95 % des 100 m dont la mesure se situe à l'intérieur de l'intervalle $\bar{X} \pm 3 * \sigma$
	Orniérage	Profondeur	Pour chaque trace de roues	
	Fissuration	Taux de fissuration pondéré		

**Tableau 4 : Exigences - écart acceptable entre les mesures de deux auscultations**

Étape	Critère	Caractéristique évaluée du système	Portée de l'évaluation	Exigences
Validation finale	Confort au roulement	IRI	Écart annuel moyen «e» entre les mesures d'un segment de l'année courante et celles de l'auscultation précédente	$-0,2 \leq e \leq 0,4$
	Orniérage	Profondeur		$-1 \leq e \leq 2,25$
	Fissuration	Mesure de l'indice global de fissuration		$-0,2 \leq e \leq 1,38$

Comparaison des valeurs d'iri de l'auscultation précédente aux valeurs de l'année courante  
Diagnostic: Amélioration non négligeable Commentaire\_IRI:  
Fichier courant:12-0273\_20160826\_182331 (VMEC2), Fichier précédent: 12-0273\_20151020\_101300 (VMEC2)  
Liens vers DIR: [Caméra \(courant et précédent\)](#) --- [Courant \(caméra et LCMS\)](#) --- [LCMS \(courant et précédent\)](#)

Commentaire courant: , Commentaire précédent:  
dir=1 route=00055 troncon=04 section=112 srte=000D voie=1 RSSCE=1 chain\_debut\_segment=1776 chain\_fin\_segment=4096

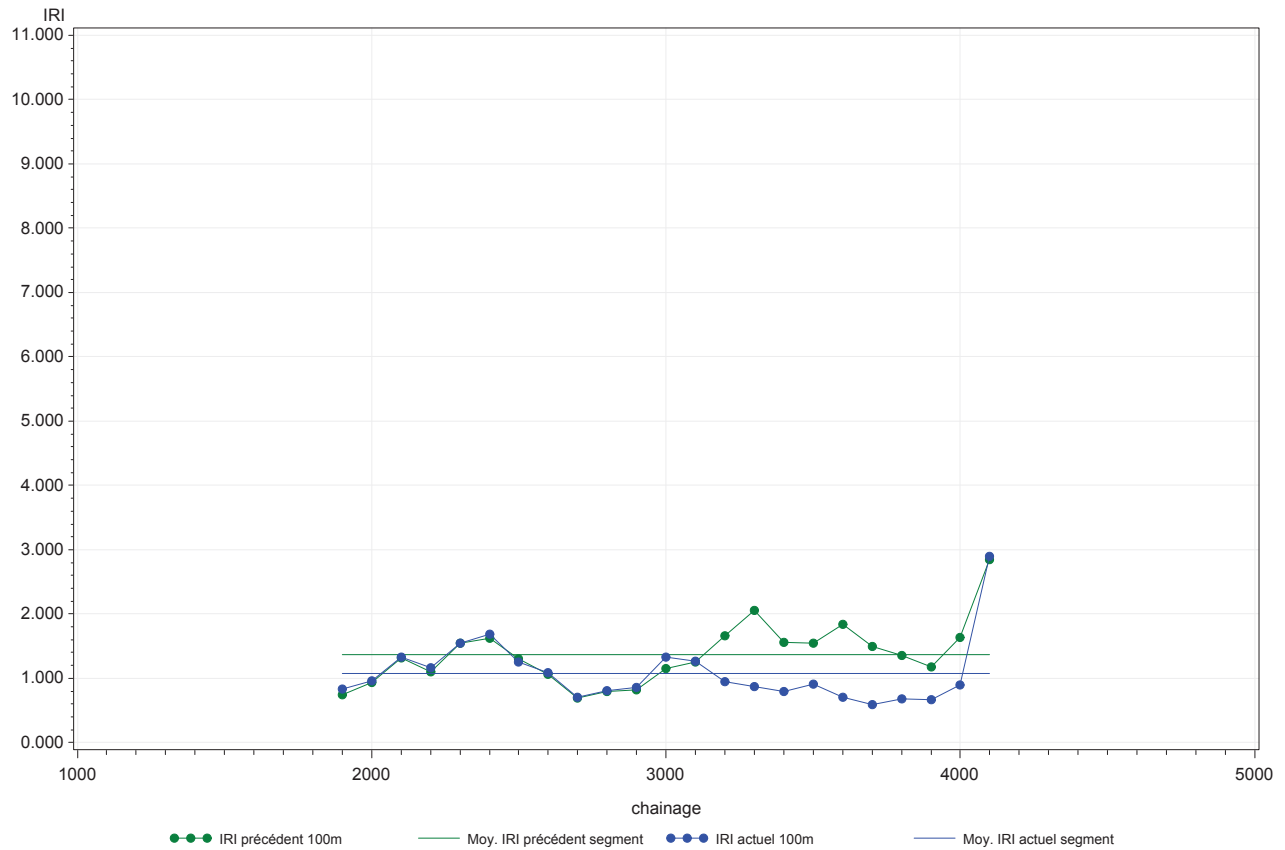


Figure 1 – Validation finale des données d'état du réseau routier

## **CONCLUSION**

Le Service des chaussées s'est doté d'un plan qualité afin d'assurer la production d'indicateurs d'état de chaussée fiables. Ce processus est l'un des plus détaillé mis en place parmi toutes les administrations routières à travers le monde. La qualité de l'information versée dans le système ministériel de gestion des chaussées est d'autant plus importante qu'elle permet de dresser le bilan du réseau routier, de vérifier l'atteinte des cibles d'état de chaussée inscrites au plan stratégique et de planifier les interventions et les sommes nécessaires à la réfection des routes.

## **RÉFÉRENCES**

1. «Véhicule d'auscultation des chaussées», *Info DLC*, vol. 16, n° 2, mai 2011.
2. «Assurance de la qualité des données sur l'état du réseau routier», *Info DLC*, vol. 5, n° 12, décembre 2000.

**RESPONSABLE :** Josianne Ouellette, statisticienne

**DIRECTEUR :** Guy Tremblay, ing., M. Sc. A.  
Direction du laboratoire des chaussées