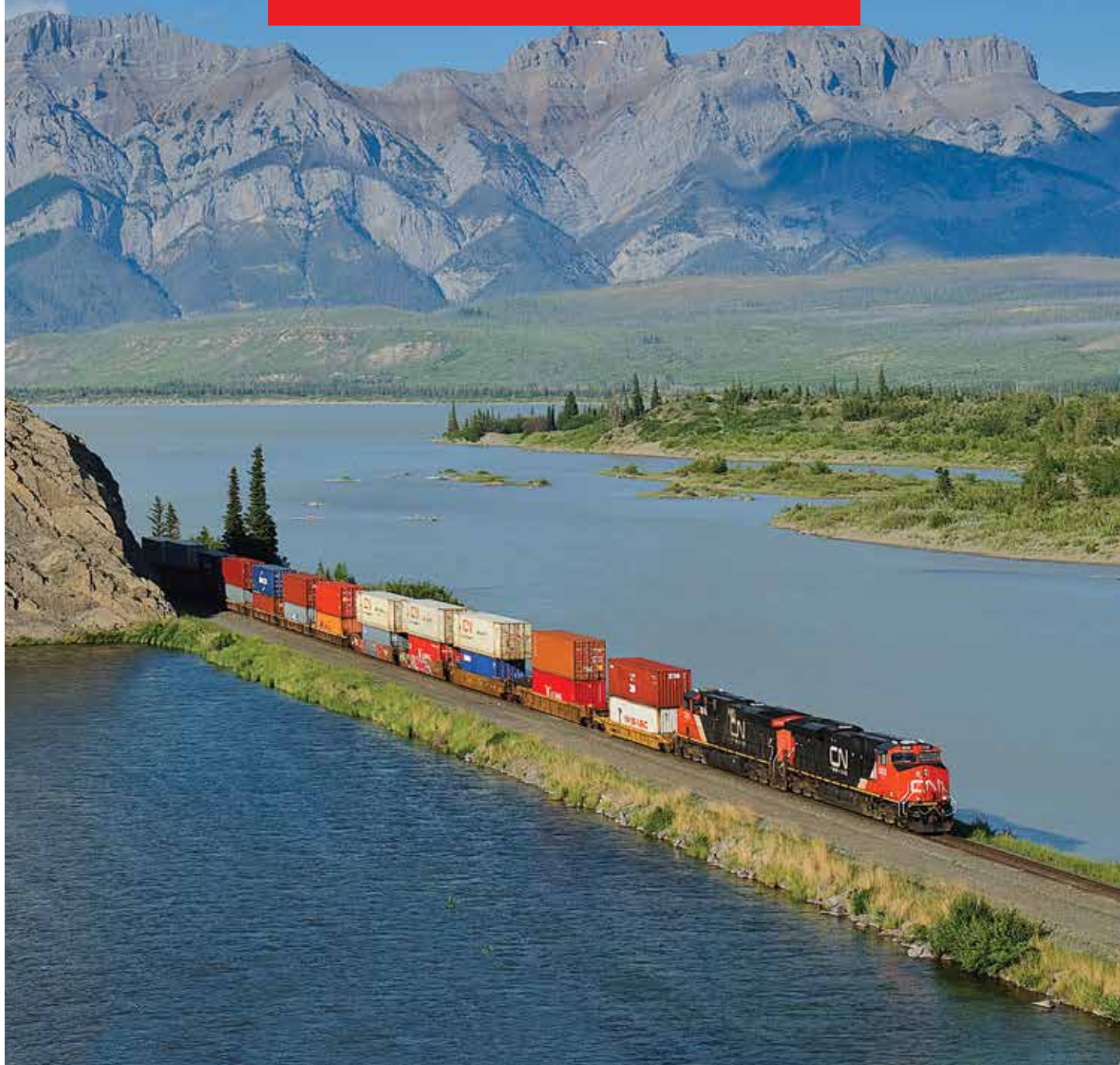




# LA SÉCURITÉ, UNE VALEUR FONDAMENTALE

SURVOL DE LA TECHNOLOGIE DE SÉCURITÉ DU CN



Mise à jour : MAI 2018



# LIGNE DE CONDUITE EN MATIÈRE DE SÉCURITÉ

**La sécurité est d'une importance capitale pour le CN. La Compagnie met tout en œuvre pour protéger son personnel et ses actifs, les biens de ses clients, les collectivités le long de ses voies et l'environnement.**

Le CN s'est engagé à offrir le leadership, l'organisation, la formation et les ressources nécessaires à la réalisation de son objectif, celui d'être le chemin de fer de catégorie 1 le plus sûr en Amérique du Nord, et pour ce faire il met l'accent sur les aspects suivants :

## **Une solide culture de la sécurité...**

qui fait en sorte que tous les employés s'engagent envers leur propre sécurité, veillent les uns sur les autres et travaillent de façon sécuritaire dans les collectivités desservies par le CN.

## **Un environnement de travail sécuritaire...**

où la sécurité dans le déroulement des activités est la plus haute priorité, sans égard à la nature, à l'importance ou à l'urgence de la tâche.

## **Des pratiques de travail sécuritaires et de la formation...**

qui font en sorte que les employés possèdent les outils et les connaissances qu'il leur faut pour travailler en sécurité.

Le CN a recours à une grande variété de processus et d'initiatives pour rendre le lieu de travail sécuritaire. Il a implanté le Système de gestion de la sécurité, un cadre formel assurant l'intégration de la sécurité aux activités ferroviaires quotidiennes; ce système s'applique à tous les membres du personnel et régit aussi les relations du CN avec les entrepreneurs et les autres intervenants admis sur sa propriété.

Le CN collabore avec les organismes de réglementation. Il se conforme à tous les règlements applicables afin d'offrir un lieu de travail sûr et sain.

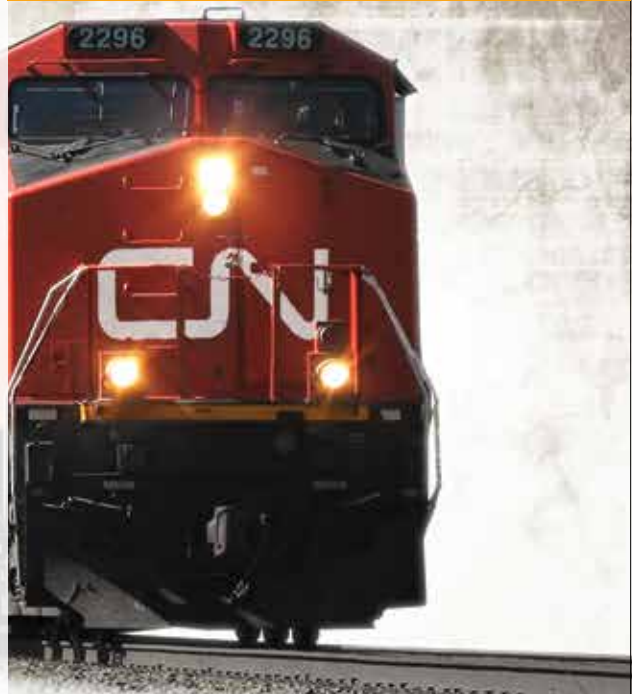
Il incombe à tous les membres du personnel de se conformer aux différentes lignes de conduite, règles et méthodes de la Compagnie.

### **Jean-Jacques Ruest**

Président-directeur  
général par intérim

### **Mike Cory**

Vice-président exécutif et  
chef de l'exploitation



 **VEILLER LES  
UNS SUR LES  
AUTRES**



# SURVOL DE LA TECHNOLOGIE DE SÉCURITÉ DU CN

Le CN investit des sommes considérables dans l'infrastructure et la technologie ainsi que dans les outils de détection et d'analyse prévisionnelle pour assurer la sécurité et la fluidité du réseau.

Le présent document fait le survol des technologies et des programmes clés de sécurité que le CN a mis en place, et qui dépassent les exigences réglementaires sous bien des aspects.

---

## Table des matières

- 2** Détecteurs de défauts de rails par ultrasons
- 3** Engins TEST (Track Evaluation Systems)
- 4** Dispositifs d'interaction véhicule-voie (VTI)2
- 5** Véhicules rail-route – contrôle de la géométrie de la voie et inspection des éclisses
- 6** Nouveau wagon autonome de contrôle de la géométrie
- 7** Système d'évaluation des traverses
- 8** Système optique d'inspection de la voie
- 9** Meulage des rails
- 10** Auscultation des ponts
- 11** Détecteurs de glissements – détecteurs d'instabilité de la plateforme
- 12** Détecteurs de boîtes chaudes (DBC)
- 13** Détecteur de pièces traînantes (DPT)
- 14** Détecteurs de roues chaudes et de roues froides (DRC et DRF)
- 15** Détecteur de défauts de roue (WILD)
- 16** Détecteur de mouvements de lacet (DML)
- 17** Détecteurs de défauts de profil et de dimensions des roues
- 18** Système de détection par imagerie
- 19** Consignateurs d'événements vidéo numériques et matériel de télémétrie
- 20** Optimiseur de parcours (OP)
- 21** Traction répartie



# Détecteurs de défauts de rails par ultrasons

UN EXAMEN DES RAILS POUR ACCROÎTRE LA SÉCURITÉ DU RÉSEAU  
ET LA FIABILITÉ DE L'EXPLOITATION.



## DESCRIPTION

- Les détecteurs de défauts de rails sont montés sur différents véhicules; ils parcourent le réseau du CN et lui procurent une évaluation de première ligne de l'intégrité des rails, grâce à la fonction de détection aux ultrasons dont ils sont pourvus. Ces dispositifs détectent les défauts internes des rails qui pourraient être à l'origine de déraillements.
- La détection par ultrasons permet au CN de repérer les défauts de rails indétectables à l'œil nu. Une fois les défauts repérés, le CN procède à leur élimination rapide ou les soumet à un suivi, conformément au Règlement sur la sécurité de la voie.

## EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

- Les chemins de fer sont tenus d'effectuer ce type de contrôle d'une à quatre fois par année, selon la catégorie de voie et le trafic en cause. Dans le cadre de son programme de sécurité, le CN a choisi d'aller beaucoup plus loin que les exigences réglementaires.

## PERFORMANCE DU CN

- Le CN loue de 20 à 40 véhicules pour l'auscultation des voies principales, selon la saison. Il possède aussi des appareils d'auscultation portables qu'il utilise sur ses voies non principales.
- Le CN contrôle toutes ses subdivisions d'une à dix-huit fois par année, ce qui dans bien des endroits dépasse de loin les exigences réglementaires.
- Le CN a ausculté plus de 200 000 milles de voies en 2017, et s'attend à en traiter encore 205 000 milles en 2018. Le CN a opté pour une approche fondée sur le risque pour définir la fréquence des auscultations; cette méthode tient compte de l'utilisation faite de la voie, du volume de marchandises dangereuses acheminées, de la qualité de la voie et d'autres facteurs pertinents. L'approche fondée sur le risque fait en sorte que plus d'auscultations sont réalisées sur les voies recevant un important tonnage, et moins d'auscultations sur les voies présentant moins de risques. Le taux d'auscultation sur l'ensemble du réseau reste supérieur aux exigences réglementaires.

## AVANCÉES TECHNOLOGIQUES

- La détection des défauts par ultrasons fait partie de tous les plans d'action en matière de sécurité du CN. Le CN et ses fournisseurs sont toujours à l'affût de nouvelles méthodes ou de procédés plus avancés permettant d'améliorer la technologie et la performance de ces systèmes de détection.



# Engins TEST (Track Evaluation Systems)

EN CONTRÔLANT LA SÉCURITÉ DE SON INFRASTRUCTURE, LE CN ASSURE LA FIABILITÉ DE L'EXPLOITATION.



## DESCRIPTION

- Les engins TEST sont des voitures dotées d'appareils électroniques qui mesurent les principaux paramètres de la géométrie de la voie, tels que l'écartement, le nivellement transversal, le tracé, les courbes et les raccordements ainsi que le profil des rails (usure).
- Une fois les défauts repérés, ils sont immédiatement pris en charge, conformément au Règlement sur la sécurité de la voie.

## EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

- Les chemins de fer sont tenus d'effectuer ce type de contrôle d'une à trois fois par année, selon la catégorie de la voie et la densité de la circulation. Le CN a choisi de dépasser ces exigences, dans le cadre de son programme de sécurité.

## PERFORMANCE DU CN

- À l'heure actuelle, le CN possède et exploite deux engins TEST et plus de 30 systèmes de contrôle de la géométrie montés sur des véhicules rail-route.
- Le CN assure l'intégrité de son réseau et la sécurité de l'exploitation en contrôlant l'état de ses voies d'une à sept fois par année.
- Le CN a contrôlé l'état de plus de 73 000 milles de voies en 2017. La Compagnie s'attend de contrôler quelque 77 000 milles de voie en 2018.

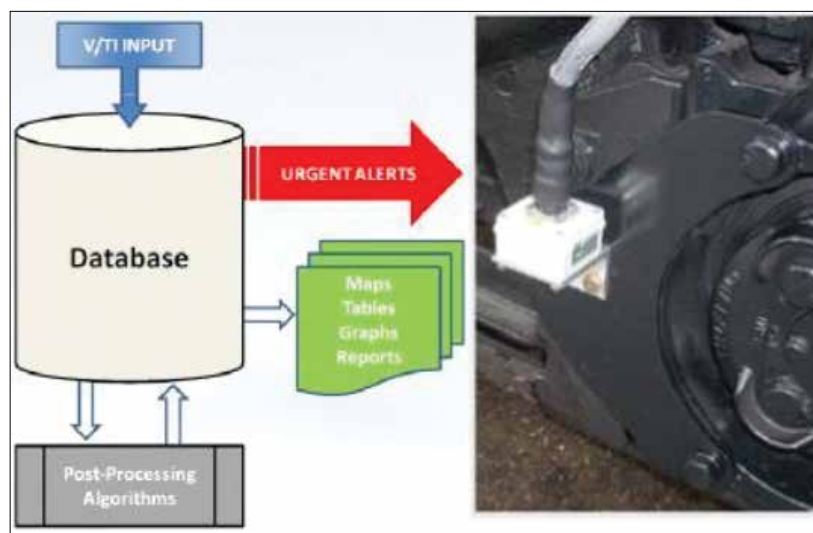
## AVANCÉES TECHNOLOGIQUES

- Les engins TEST du CN sont maintenant dotés d'un dispositif de contrôle qui inspecte les éclisses à la vitesse maximale permise et repère les boulons manquants et les éclisses fissurées.
- Le CN a acquis dernièrement trois véhicules rail-route légers de contrôle de la géométrie et d'inspection des éclisses. Ces véhicules contrôlent l'état géométrique de la voie et détectent les boulons manquants et les éclisses fissurées. Depuis leur mise en service à la fin de 2015, ils ont contribué à réduire le nombre d'incidents reliés aux éclisses.
- Le CN utilise aussi la technologie du géoradar pour procéder à l'évaluation détaillée de l'état du ballast et de la plateforme. Les données recueillies servent ainsi à mieux repérer les problèmes potentiels et à planifier les programmes de dégarnissage.
- En 2018, le CN continuera d'utiliser le géoradar pour recueillir des données à des endroits spécifiques. Il examinera aussi la possibilité d'acquérir un géoradar pour l'installer sur un engin TEST.



# Dispositifs d'interaction véhicule-voie (V/TI)

UTILISER LES LOCOMOTIVES POUR MIEUX ÉVALUER LA QUALITÉ DE LA VOIE.



## DESCRIPTION

- Les dispositifs V/TI sont des accéléromètres installés sur des locomotives; ceux-ci servent à détecter les mouvements inhabituels ou les accélérations attribuables à des problèmes de géométrie ou de joints.
- Les anomalies potentielles sont repérées par GPS et signalées automatiquement grâce à un modem à bord de la locomotive.
- Le système analyse ces anomalies et détermine quelle mesure doit être prise.
- Ces dispositifs constituent pour le CN une mesure de plus pour réduire les risques de déraillement en voie principale.

## EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

- Il n'y a présentement aucune exigence réglementaire en ce qui a trait aux dispositifs V/TI.

## PERFORMANCE DU CN

- Le CN a installé 35 dispositifs V/TI sur des locomotives à ce jour.

## AVANCÉES TECHNOLOGIQUES

- Les dispositifs V/TI constituent une mesure de plus pour évaluer la qualité de la voie et prévenir de façon automatisée les déraillements en voie principale.



# Véhicules rail-route – contrôle de la géométrie de la voie et inspection des éclisses

INTENSIFIER LE CONTRÔLE DE LA GÉOMÉTRIE ET L'INSPECTION DES ÉCLISSES AFIN D'AMÉLIORER LA SÉCURITÉ.



## DESCRIPTION

- Le CN utilise ses véhicules rail-route équipés de systèmes de contrôle de la géométrie de la voie et d'inspection optique des éclisses afin d'accroître le nombre d'inspections réalisées sur la voie et les éclisses, et de mieux protéger son infrastructure. Ces véhicules comportent des lasers et des caméras qui contrôlent les paramètres de la géométrie et l'état des éclisses. Les données recueillies permettent au CN de localiser les éclisses défectueuses nécessitant une intervention immédiate, et de planifier ses programmes d'immobilisations et d'entretien en fonction des défauts repérés. Ces dispositifs permettent aussi d'effectuer des contrôles de la géométrie de la voie plus souvent et de façon plus ciblée.

## EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

- Les chemins de fer sont tenus d'effectuer ce type de contrôle d'une à trois fois par année, selon la catégorie de la voie et la densité de la circulation. Les véhicules supplémentaires que le CN a mis en service au cours des dernières années ont aidé ce dernier à réaliser un plus grand nombre d'inspections dans le cadre de son programme de sécurité.

## PERFORMANCE DU CN

- Le CN dispose présentement d'un parc de 30 véhicules de contrôle légers et de 3 véhicules d'inspection des éclisses.

## AVANCÉES TECHNOLOGIQUES

- Les véhicules rail-route équipés d'un dispositif de contrôle de la géométrie et d'inspection des éclisses aident le CN à prévenir les déraillements en voie principale. Ils constituent de précieux outils aux fins de la planification de l'entretien et des futurs programmes d'immobilisations.



# Nouveau wagon autonome de contrôle de la géométrie

UN VÉHICULE SANS PERSONNEL À BORD POUR AUGMENTER LA FRÉQUENCE DES CONTRÔLES



## DESCRIPTION

- Le nouveau véhicule autonome de contrôle de l'état géométrique de la voie (ATGMS) est un wagon couvert équipé de matériel spécialisé capable de mesurer en continu les principaux paramètres de la géométrie de la voie, tels que l'écartement, le nivellement transversal, le tracé, les courbes et raccordements ainsi que le profil des rails. Ce véhicule fonctionne sans personnel et peut être intégré à n'importe quel train marchandises, ce qui permet d'augmenter le nombre de contrôles effectués dans le réseau du CN.

## EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

- Les chemins de fer sont tenus d'effectuer un contrôle de la géométrie d'une à trois fois par année, selon la catégorie de la voie et la densité de la circulation. Le CN surpasse les exigences réglementaires dans le cadre de son programme de sécurité, et le wagon ATGMS contribue à accroître le nombre de contrôles de la géométrie.

## PERFORMANCE DU CN

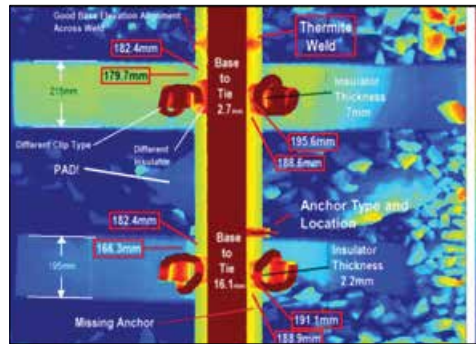
- Le CN a commencé à mettre en service le nouveau wagon autonome (ATGMS) à la fin de 2015. À l'heure actuelle, le wagon recueille et traite de nombreuses données, et le CN s'attend à terminer la mise en service du véhicule en 2018.





# Système d'évaluation des traverses (TRT pour Tie Rating Technology)

LE SYSTÈME TRT EXPLOITÉ SUR LA VOITURE CN 1057.



## DESCRIPTION

- Le Système TRT a été installé sur la voiture CN 1057. Ce système est doté d'une fonction de mesure en 3D qui assure une évaluation plus précise et plus objective de l'état des traverses. Les algorithmes améliorés de classement utilisent des profils de surface en 3D pour évaluer un certain nombre de composants de la voie. Le système conserve un enregistrement permanent des traverses en voie et de leur état, au moment du passage de la voiture.

## EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

- Il n'existe actuellement aucune exigence réglementaire concernant l'évaluation des traverses, mais le CN estime que le système TRT améliore la sécurité de l'exploitation. Cette technologie aide le CN à réduire les risques, car elle permet d'évaluer l'état des traverses à des fins de planification des immobilisations.

## PERFORMANCE DU CN

- Le CN a terminé l'installation du système TRT en 2015 et compte l'utiliser pour évaluer l'état des traverses dans l'ensemble du réseau en 2018.

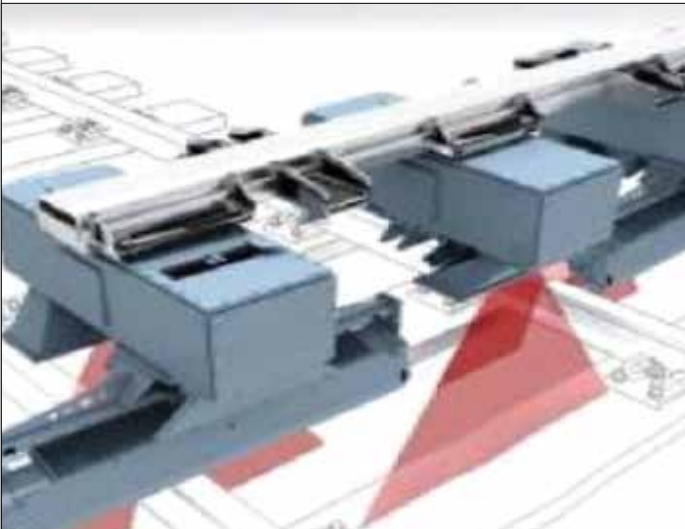
## AVANCÉES TECHNOLOGIQUES

- Le système TRT est une technologie relativement récente au CN. Cet outil recueille des images et des données qui servent à repérer les endroits nécessitant une surveillance ou visés par des programmes de remplacement des traverses. Le logiciel analyse la surface des traverses, puis détermine la taille, la longueur et l'emplacement des fissures et des fentes. Il évalue également la rugosité de la surface et mesure les entailles verticales et différentielles causées par les selles ainsi que de nombreux autres paramètres touchant les traverses et leurs attaches.



# Système optique d'inspection de la voie

## SAISIE D'IMAGES DÉTAILLÉES DE LA VOIE PAR UN ENGIN TEST



### DESCRIPTION

- Ce système utilise une technologie de pointe pour capter des images détaillées de la voie à partir de l'engin TEST. Les images et les algorithmes facilitent l'examen des composants de la voie tels que les selles de rails, les attaches, les éclisses et les boulons. L'épaulement du ballast fait lui aussi l'objet d'un suivi visant à repérer les endroits où un support transversal pourrait être requis.

### EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

- Il n'existe actuellement aucune exigence réglementaire concernant les systèmes optiques d'inspection de la voie, mais le CN estime que de tels systèmes améliorent la sécurité de l'exploitation. Le système optique d'inspection de la voie signale aux équipes de la voie les endroits où il manque des attaches ou des boulons d'éclisse, et où on trouve des éclisses fissurées.

### PERFORMANCE DU CN

- Le CN a installé son premier système optique d'inspection de la voie en 2015, sur la voiture de contrôle de la géométrie CN 1057. Les données générées par le système sont utilisées pour la gestion des réparations urgentes immédiates et la planification des immobilisations.

### AVANCÉES TECHNOLOGIQUES

- L'adoption de cette nouvelle technologie donnera au CN l'occasion de vérifier plus fréquemment si les rails sont pourvus de tous leurs boulons et attaches et si les traverses sont en bon état.



# Meulage des rails

ACCROÎTRE LA SÉCURITÉ DES CIRCULATIONS EN MEULANT LES RAILS POUR RESTAURER LEUR PROFIL.



## DESCRIPTION

- Le meulage des rails contribue à redonner aux rails un profil adéquat et à éliminer les défauts qu'ils peuvent avoir. Au fil du temps, le profil des rails se transforme, à cause des déformations dans les roues et des modifications de l'état géométrique de la voie. Lorsque le profil du rail se modifie, la zone de contact rail-roue se déplace, et il en va de même du point d'application des forces transversales et verticales (ratio V/T) qui s'exercent sur le rail. Si la zone de contact ne se trouve plus centrée sur le rail, le poids qui s'exerce est décalé et cela a une incidence sur le ratio V/T. L'objectif du meulage des rails est donc de restaurer le profil du champignon du rail.

- La détection des défauts par ultrasons est plus fiable après une opération de meulage des rails, car ceux-ci sont propres et ont retrouvé leur profil original. Le meulage permet aussi d'éliminer, sur la face intérieure du champignon du rail, les exfoliations qui pourraient cacher d'autres défauts.
- Le meulage des rails est effectué par des véhicules automoteurs qui parcourent le réseau du CN.

## EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

- À l'heure actuelle, il n'existe pas d'exigences réglementaires concernant le meulage des rails, mais le CN estime que cette opération améliore la sécurité de l'exploitation.

## PERFORMANCE DU CN

- Le programme de meulage du CN a permis de meuler plus de 18 600 milles de rail en 2017 et prévoit le meulage de plus de 19 500 milles en 2018.

## AVANCÉES TECHNOLOGIQUES

- Les entreprises de meulage mettent au point des machines plus puissantes et plus efficaces qui améliorent la productivité et effectuent un meilleur reprofilage des rails.



# Auscultation des ponts

ACCROÎTRE LA SÉCURITÉ DES CIRCULATIONS GRÂCE À L'ÉVALUATION DES PONTS ET À L'AUSCULTATION DES COMPOSANTS.



## DESCRIPTION

- Le véhicule d'auscultation utilisé par le CN est un laboratoire mobile équipé d'instruments perfectionnés qui analysent en temps réel l'état des travées de pont, sous des charges dynamiques et statiques.
- Ce véhicule se rend par ses propres moyens au pont à ausculter lorsqu'il y a une route d'accès, ou est transporté sur un wagon plat lorsque le lieu est éloigné.
- La fonction de ce véhicule est de soumettre les ponts à des contrôles spécialisés pour : évaluer leur capacité et planifier le remplacement ou le renforcement de leurs composants; mesurer les charges réelles qui s'exercent sur les différentes parties de pont et les comparer avec les charges théoriques établies dans le bureau de l'ingénieur; et déterminer la valeur des flèches verticales et latérales afin d'améliorer la tenue en service des ponts.

- Compte tenu des résultats des contrôles, on peut reporter à plus tard le remplacement ou le renforcement des composants qui présentent une résistance suffisante.

## EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

- À l'heure actuelle, il n'existe pas d'exigences réglementaires concernant l'auscultation des travées de pont, mais le CN estime que cette opération améliore la sécurité de l'exploitation.

## PERFORMANCE DU CN

- Le CN a investi dans la sécurité de ses ponts en faisant l'acquisition d'un véhicule d'auscultation et en l'exploitant un peu partout dans son réseau.
- Le véhicule permet d'ausculter 10 à 12 ponts par année.

## AVANCÉES TECHNOLOGIQUES

- Les améliorations apportées à la technologie d'auscultation en 2017 ont permis d'améliorer la fiabilité de l'appareillage et la rapidité des diagnostics effectués sur les composants. De plus, le système est maintenant doté de la communication sans fil.



# Détecteurs de glissements – détecteurs d’instabilité de la plateforme

ACCROÎTRE LA SÉCURITÉ ET LA FIABILITÉ DES CIRCULATIONS EN DÉTECTANT LES ANOMALIES.



## DESCRIPTION

- La surveillance des zones propices aux éboulements, aux glissements de terrain, aux inondations et à de l’instabilité permet de prévenir les déraillements en détectant les problèmes potentiels et en prévenant les équipes des trains qui arrivent. Les détecteurs font afficher un aspect restrictif aux signaux lorsque des trains s’approchent de la zone de détection. Certains détecteurs sont équipés d’un automate vocal qui communique directement avec les équipes de train.
- Les détecteurs de glissement de terrain, les détecteurs d’instabilité de la voie et les dispositifs d’avertissement sont implantés sur les voies ou le long des voies dans les zones jugées les plus vulnérables, selon l’analyse d’experts. Le CN a également installé un petit nombre de détecteurs dans les zones inondables ou sur les ponts où pourrait se produire un affouillement ou un emportement par les eaux.
- En général, les détecteurs sont équipés de capteurs au sol, de piquets basculants, de fils déclencheurs ou de capteurs de niveau d’eau qui déclenchent une alarme lorsqu’une situation anormale se produit, par exemple le bris d’un fil déclencheur, l’affaissement de la plateforme ou une inondation. Ces détecteurs de dangers provoquent l’illumination sur le terrain d’un signal blanc comportant la lettre « T ». Les signaux

de la CCC affichent alors un aspect permissif lorsque ce signal blanc est activé. De plus, pour assurer la protection de points clés comme les ponts, le CN a recours à des détecteurs de déraillement qui préviennent directement les équipes de train en cas de déraillement.

## EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

- Il n’existe actuellement aucune exigence réglementaire concernant les détecteurs de glissement de terrain ou d’instabilité de la voie, mais le CN a déterminé que ce type de matériel et les signaux qu’il transmet réduisent les risques et améliorent la sécurité de l’exploitation.

## PERFORMANCE DU CN

- Le CN a créé 79 sites de détection de glissement dans son réseau, et certains de ces sites comportent des détecteurs multiples. Il a également mis en place 448 détecteurs de déraillement.
- Le CN a établi des instructions écrites pour tous les types d’alarmes; en vertu de ces instructions, les trains doivent réduire leur vitesse et se tenir prêts à s’arrêter, tant que la locomotive de tête n’a pas dépassé l’obstacle signalé ou qu’il n’est pas confirmé que la voie est libre.

## AVANCÉES TECHNOLOGIQUES

- Le CN a amélioré les dispositifs de détection en leur ajoutant un automate vocal. L’automate transmet un message d’alarme sur le canal de liaison tête-queue.
- En outre, le CN explore et met à l’essai plusieurs technologies en fonction de ses besoins futurs, notamment : la détection des glissements par laser ou par radar; la détection acoustique des chutes de rochers; l’analyse interférométrique par lidar et l’imagerie par satellites.



# Détecteurs de boîtes chaudes (DBC)

LES DÉTECTEURS DE BOÎTES CHAUDES PRÉVIENNENT LES PROBLÈMES.

## DESCRIPTION

- Les DBC qui ont fait leur apparition au chemin de fer et au CN dans les années 1950, surveillent la température des boîtes d'essieu des wagons qui circulent sur le réseau. Les DBC sont placés en bordure de la voie et surveillent la température de chaque essieu qui passe.
- Les DBC repèrent les boîtes d'essieu qui chauffent anormalement (les « boîtes chaudes ») en raison de la friction, ce qui se produit en cas de graissage insuffisant ou de défaut mécanique. Cet échauffement anormal peut produire une rupture du roulement et un déraillement.
- Dès qu'un DBC repère une boîte d'essieu qui chauffe exagérément, il indique directement à l'équipe de train, par message vocal, quel est l'essieu défectueux.

## EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

- Au Canada, depuis que les trains sont exploités sans fourgon de queue, Transports Canada exige qu'une inspection soit réalisée tous les 60 milles, soit par un DBC, soit par un examen visuel. De plus, sur les itinéraires clés (ceux qui reçoivent 10 000 wagons de marchandises dangereuses par année), une inspection doit être faite tous les 40 milles. Dans le cadre de son programme de sécurité, le CN a choisi de dépasser considérablement ces exigences.

## PERFORMANCE DU CN

- En 2018, le programme de réespacement du CN prévoit l'ajout de quatre détecteurs de boîtes chaudes sur des lignes principales et secondaires clés. Le CN effectuera aussi la mise à niveau de 25 postes existants, en fonction de la plus récente technologie.
- Le CN a continué de réduire l'espacement des postes WIS de façon qu'il soit conforme à sa norme de 12 à 15 milles sur les lignes essentielles à l'exploitation. En 2017, le CN a effectué la mise à niveau de 24



postes WIS existants, en fonction de la plus récente technologie. En décembre 2017, le CN comptait plus de 909 postes de détection WIS sur son réseau.

- Le CN a relié ces détecteurs à un système informatique central qui détecte les boîtes d'essieu « tièdes » de façon proactive et qui permet de les retirer avant qu'un problème survienne. Grâce à cette utilisation proactive de la technologie, le CN a pu réduire de manière significative le nombre des alarmes et des déraillements imputables à des boîtes chaudes. Ainsi, les déraillements causés par des boîtes chaudes ont diminué de plus de 60 % depuis la fin des années 90 et surviennent en moyenne une ou deux fois par année.
- Le CN estime que les DBC sont des éléments essentiels pour la sécurité, et c'est pourquoi il en a disposé tous les 12 à 15 milles sur son réseau de base, ce qui constitue le meilleur espacement de l'industrie en ce qui a trait aux voies principales.
- Le CN a contrôlé près de quatre milliards de boîtes d'essieux de locomotives et de wagons au moyen de ses postes WIS en 2017.

## AVANCÉES TECHNOLOGIQUES

- Le CN et ses fournisseurs continuent de trouver de nouvelles façons d'améliorer la technologie et la performance des systèmes de détection.



# Détecteur de pièces traînantes (DPT)

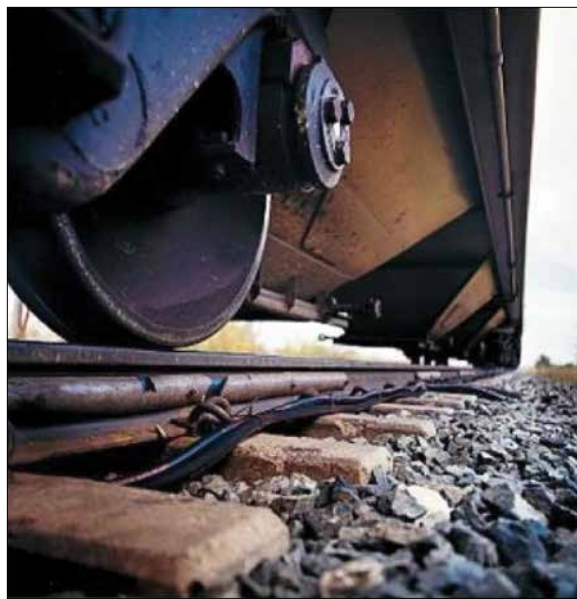
LES DPT SONT ESSENTIELS À LA SÉCURITÉ ET À L'EFFICACITÉ DE L'EXPLOITATION.

## DESCRIPTION

- Les DPT sont montés sur les traverses et surveillent le dessous des wagons à leur passage.
- Les DPT signalent la présence d'objets accrochés sous les wagons ou les locomotives qui circulent sur les voies du CN. Lorsqu'un détecteur est frappé par une pièce traînante, une alarme est transmise à l'équipe de train. Le mécanicien doit alors arrêter le train et le chef de train doit inspecter le convoi à la recherche de cette pièce. Le wagon en cause est dételé ou autorisé à poursuivre sa route selon les résultats de l'inspection.

## EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

- Au Canada, depuis que les trains sont exploités sans fourgon de queue, Transports Canada exige qu'une inspection soit réalisée tous les 60 milles, soit par un poste de détection, soit par un examen visuel. Dans le cadre de son programme de sécurité, le CN a choisi de dépasser considérablement ces exigences.



## PERFORMANCE DU CN

- En 2017, le CN a installé deux nouveaux détecteurs de pièces traînantes dans son réseau. En tout, il dispose de plus de 448 détecteurs de pièces traînantes autonomes, outre ceux qui sont déjà intégrés aux quelque 909 postes de détection WIS.
- Les DPT sont implantés sur les lignes principales du CN à des intervalles de 12 à 15 milles, et là où il est nécessaire de protéger un ouvrage clé ou un emplacement à risque.
- Le CN utilise aussi les DPT comme détecteurs de boyaux trop bas. À cette fin, les palettes du détecteur sont légèrement surélevées pour que celui-ci puisse déceler les boyaux d'air trop bas. Les boyaux d'air trop bas risquent d'être arrachés à un passage à niveau, ce qui entraînerait des retards et même des déraillements mineurs. Cinq dispositifs de ce type ont été implantés en voie.



# Détecteurs de roues chaudes ou froides (DRC et DRF)

LA DÉTECTION DES ROUES CHAUDES OU FROIDES PERMET D'ÉVITER DES RISQUES.

## DESCRIPTION

- Les DRC, que le CN a commencé à utiliser dans les années 1980, servent à surveiller la température des roues des wagons circulant sur le réseau. Une roue chaude est généralement la conséquence d'un frein à main ou à air resté serré. Lorsque la température d'une roue atteint ou dépasse une certaine valeur, le détecteur alerte l'équipe de train pour arrêter le train et inspecter la roue « suspecte ». Selon le résultat de l'inspection, le wagon sera dételé ou autorisé à poursuivre le trajet sous surveillance spéciale.
- Le CN utilise les DRC pour repérer les roues échauffées sur les véhicules parcourant son réseau. Ces DRC sont aussi utilisés de concert avec des détecteurs de roues froides (DRF), des dispositifs pouvant déceler les roues « froides » au bas des longues descentes, ce qui est le signe d'une application nulle ou insuffisante des semelles de frein sur les roues.
- Les DRC et DRF permettent de repérer les freins à air défectueux, une anomalie pouvant causer la détérioration des roues. Des études ont démontré que les roues qui ont subi un échauffement présentent plus de risques de se briser.
- Les DRC et DRF sont implantés sur l'emprise, le long des rails.

## EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

- Il n'existe actuellement aucune exigence réglementaire concernant l'utilisation des DRC et DRF, mais le CN estime que ce type de détection améliore la sécurité de l'exploitation.

## PERFORMANCE DU CN

- Le CN possède 674 détecteurs de roues chaudes et 6 détecteurs de roues froides; plus de 100 d'entre eux ont été installés il y a moins de 5 ans. Le CN possède et entretient tous les détecteurs implantés sur son réseau.



- En 2017, le CN a effectué plus de 37 800 essais de frein à air de wagon individuel. Ces essais permettent de diagnostiquer avec plus d'exactitude les anomalies des freins à air et de régler les problèmes d'interruption du service attribuables à des freins restés serrés. La Compagnie a mis en place un nouveau processus de repérage des wagons pour lesquels des roues chaudes ont été signalées à plusieurs reprises.
- Le CN estime que les DRC sont des éléments essentiels pour la sécurité, et c'est pourquoi il en a disposé tous les 12 à 15 milles sur son réseau de base.
- En 2018, le programme du CN prévoit l'ajout de 13 nouveaux détecteurs de roues chaudes sur des lignes principales et secondaires clés. Le CN effectuera la mise à niveau de 25 postes de détection existants.
- Le CN a relié ces détecteurs à un système informatique central qui détecte les roues « tièdes » de façon proactive et analyse les tendances de façon à prévenir les problèmes de frein. Au cours des trois dernières années, la surveillance proactive de la température des roues a permis au CN de réduire considérablement – soit de 80 % – le nombre des alarmes pour roues chaudes.





# Détecteur de défauts de roue (WILD pour Wheel Impact Load Detector)

ACCROÎTRE LA DURÉE DE VIE DES VOIES ET LA SÉCURITÉ DE L'EXPLOITATION GRÂCE À LA DÉTECTION PROACTIVE DES DÉFAUTS DE ROUES.

## DESCRIPTION

- Les détecteurs WILD, mesurent l'intensité des chocs produits par les roues sur les rails. Le CN et divers fournisseurs ont commencé à mettre à l'essai ces détecteurs dans les années 1980, et le CN a établi en 1993 le premier réseau de détecteurs interconnectés.
- Ces détecteurs permettent de repérer les roues présentant des anomalies (défauts de circularité, méplats, etc.) qui pourraient entraîner un déraillement si elles n'étaient pas corrigées. Les principaux défauts que décèlent les détecteurs WILD sont les exfoliations et les écaillages des tables de roulement. Il s'agit de parties creusées (de 1/8 à 1/4 po de profondeur et d'environ 1 po ou plus de diamètre) sur la surface de roulement de la roue; c'est l'équivalent des nids de poule sur nos routes. Ces défauts sont causés par des contraintes mécaniques ou thermiques subies par le métal.
- Le CN remplace environ 80 000 essieux montés (deux roues sur un essieu) chaque année suite à la détection de divers défauts, notamment les exfoliations ou les écaillages découverts grâce aux détecteurs WILD.

## EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

- Il n'existe actuellement aucune exigence réglementaire concernant l'utilisation de détecteurs de défauts de roues, mais le CN estime que ce type de détection améliore la sécurité de l'exploitation.

## PERFORMANCE DU CN

- Le CN a implanté 41 détecteurs WILD dans l'ensemble de son réseau. Il s'agit de la plus haute densité de détecteurs parmi les chemins de fer nord-américains, soit un tiers de tous les détecteurs installés en Amérique du Nord.



- Le réseau de détecteurs du CN est raccordé à un ordinateur central, ce qui permet d'effectuer un suivi global et de prendre des mesures coordonnées. Lorsqu'un choc dépasse un certain seuil, le CN envoie automatiquement le wagon à un atelier de réparation qui remplacera l'essieu monté.
- Le CN est aussi relié aux autres détecteurs WILD nord-américains, ce qui lui vaut de recevoir d'autres alertes et lui permet de prendre certaines mesures préventives.
- Le CN a récemment amélioré les détecteurs WILD pour qu'ils puissent déceler les surcharges et les charges mal réparties qui risquent d'endommager les wagons et les voies et, finalement, de provoquer des déraillements.

## AVANCÉES TECHNOLOGIQUES

- Le CN analyse en continu et améliore les données recueillies par les détecteurs. Cela permet de tirer le meilleur parti possible de sources d'information multiples et de repérer les situations présentant des risques.



# Détecteur de mouvements de lacet (DML)

LES DML CONTRIBUENT À PRÉVENIR L'USURE DES RAILS ET DES BOGIES,  
AINSI QUE LES DÉRAILLEMENTS.

## DESCRIPTION

- Ces dispositifs aident à détecter l'oscillation (mouvements de lacet) des bogies des véhicules ferroviaires qui pourrait causer un déraillement. Ils contribuent donc à prévenir l'usure des rails et des bogies, ainsi que les déraillements.
- Ces détecteurs contrôlent le comportement dynamique des véhicules en voie; ils déterminent si les wagons effectuent – ou ont tendance à effectuer – des mouvements de lacet.

## EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

- Il n'existe actuellement aucune exigence réglementaire concernant l'utilisation des DML, mais le CN estime que ce type de détection améliore la sécurité de l'exploitation.

## PERFORMANCE DU CN

- À la fin de 2017, le CN disposait de cinq détecteurs de mouvements de lacet situés à des endroits stratégiques sur son réseau.
- Le CN reçoit aussi, par l'entremise de l'AAR, les avertissements transmis par plus de 80 détecteurs de mouvements de lacet d'autres chemins de fer de classe I.



# Détecteurs de défauts de profil et de dimensions des roues

LE MESURAGE DES ROUES CONTRIBUE À ÉLIMINER LES RISQUES.

## DESCRIPTION

- Les détecteurs de défauts de profil font appel à une nouvelle technologie qui utilise des capteurs vidéo-laser et vidéo-stroboscopique pour recueillir des informations sur le profil des roues alors que les trains franchissent les postes de détection, à des vitesses pouvant aller à plus de 100 km/h.
- Cette technologie permet donc au CN de repérer et de remplacer les roues usées.

## EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

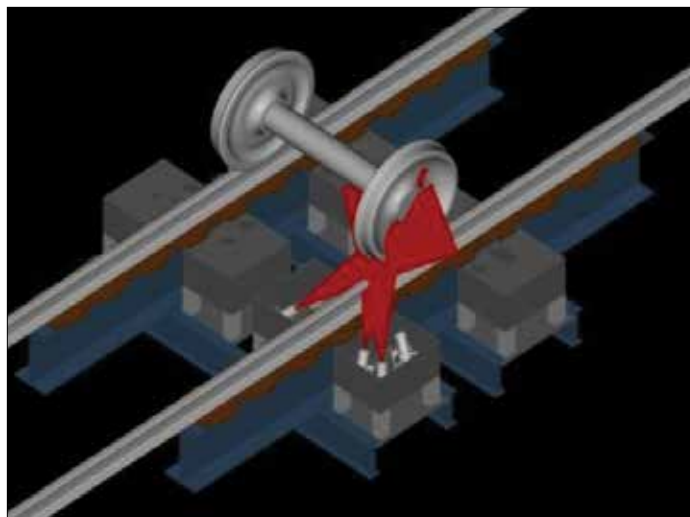
- Il n'existe actuellement aucune exigence réglementaire concernant la mesure du profil des roues, mais le CN estime que ce type de contrôle améliore la sécurité de l'exploitation.

## PERFORMANCE DU CN

- Le CN a implanté trois postes de détection faisant appel à deux technologies différentes, mais contrôlant les mêmes défauts.
- Le CN cherche activement à détecter les roues usées afin de les réparer.

## AVANCÉES TECHNOLOGIQUES

- Les fournisseurs du CN continuent de trouver des façons d'améliorer la technologie et la performance des détecteurs de défauts de profil.



# Systeme de detection par imagerie

ÉVALUER LES ÉLÉMENTS DU MATÉRIEL ROULANT ET LES CONDITIONS DE SÉCURITÉ DE LA VOIE.

## DESCRIPTION

- Le CN utilise un système de détection par imagerie conçu pour recueillir de précieuses informations dans divers domaines et évaluer les éléments constitutifs du matériel roulant et l'état de la voie sur le plan de la sécurité.
- Le système peut détecter, grâce à des algorithmes de visionique, l'absence d'un boulon ou le bris d'un composant sur un train se déplaçant à la vitesse maximale permise. Le système utilise une perspective différente de celle qu'ont les systèmes de détection classiques; des caméras placées entre les rails sont en mesure de repérer toutes sortes de défauts qui autrement passeraient inaperçus. Le système transmet des images des défauts détectés en temps réel, 24 h sur 24. Le CN l'utilise surtout pour repérer les bogies usés et les attelages incorrectement fermés. Le recours à cette technologie pour repérer les défauts dans des conditions difficiles renforce la sécurité dans le réseau.

## EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

- Il n'existe actuellement aucune exigence réglementaire concernant la détection par imagerie, mais le CN estime que ce système de surveillance des composants de wagons améliore la sécurité de l'exploitation.



## PERFORMANCE DU CN

- Le CN possède deux postes de détection par imagerie ultramodernes – l'un dans la subdivision d'Edson, à l'est d'Edmonton, l'autre dans la subdivision de York, à l'est de Toronto.

## AVANCÉES TECHNOLOGIQUES

- Le CN continuera d'ajouter de nouvelles fonctionnalités à son système de détection par imagerie.



# Consignateurs d'événements vidéo numériques et matériel de télémétrie

---

## DESCRIPTION

- Le matériel de télémétrie à bord des locomotives permet au CN d'observer la marche des trains, de repérer les pratiques de conduite nécessitant du coaching, de réagir en temps opportun aux problèmes notés et d'étudier rapidement les causes des incidents critiques. Les renseignements recueillis sont utilisés pour l'optimisation de l'économie de carburant, ainsi que pour le suivi de la sécurité, le suivi de l'état des locomotives et les enquêtes sur les accidents.
- Les consigneurs d'événements vidéo numériques enregistrent l'image de ce qui se trouve devant les trains lorsqu'ils circulent sur le réseau. Les données sont aussi jumelées aux autres données sur les locomotives et utilisées dans le cadre des enquêtes sur les incidents.
- Le CN emmagasine dans sa centrale de données la majeure partie des informations recueillies par les appareils de télémétrie sur les locomotives. Ces informations sont comparées à des données provenant d'autres systèmes du Transport et de la Mécanique, et peuvent être utilisées pour définir les tendances et les possibilités d'amélioration.

## EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

- Il n'existe actuellement aucune exigence réglementaire concernant cet appareillage, mais le CN estime que ce matériel de surveillance améliore la sécurité de l'exploitation.

## PERFORMANCE DU CN

- À la fin de 2017, le CN disposait de plus de 1 300 locomotives équipées de consigneurs d'événements vidéo numériques.
- À la même époque, le CN disposait d'environ 1 650 locomotives équipées d'appareils de télémétrie.

## AVANCÉES TECHNOLOGIQUES

- Le CN continuera d'améliorer les fonctionnalités de son matériel de télémétrie.



# Optimiseur de parcours (OP)

AMÉLIORER L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE ET OPTIMISER LA CONDUITE DES TRAINS.

## DESCRIPTION

- L'OP est un système de commande ultramoderne développé par GE et installé à bord des locomotives; il fonctionne essentiellement comme un régulateur de vitesse automatique.
- Une fois l'OP programmé en fonction des données relatives au parcours et à la composition du train, il détermine la meilleure façon d'assurer la marche du train, compte tenu de sa composition et de l'itinéraire en cause. Le mécanicien de locomotive doit continuer de faire preuve de vigilance et de veiller à la sécurité et à l'application des règles et des méthodes en vigueur.
- Lorsque l'OP est activé par le mécanicien de locomotive, il gère avec précision la vitesse du train et réduit la consommation de carburant en agissant sur le manipulateur et le frein rhéostatique.
- Pour maximiser la performance du train, l'OP analyse en temps réel la position, la longueur et le tonnage du train, les limites de vitesse, le rendement de la locomotive, etc.
- En plus d'être un système embarqué de gestion de l'énergie procurant des avantages environnementaux sur le plan de la consommation de carburant et des GES, l'OP contribue à réduire les efforts exercés sur les attelages et, par le fait même, le nombre de ruptures d'attelage et les dommages causés aux marchandises des clients.

## EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

- Il n'existe aucune exigence réglementaire en ce qui a trait à l'exploitation des OP au chemin de fer. Le CN s'est montré proactif en implantant la technologie des Optimiseurs de parcours afin d'améliorer la conduite des trains, l'efficacité énergétique et la sécurité, et aussi de réduire les GES.

## PERFORMANCE DU CN

- Le CN utilise des OP dans la plupart de son réseau canadien. À la fin de 2017, près de 500 locomotives Evolution de GE étaient équipées de l'OP.



- En juin 2018, le CN prévoit réceptionner 60 locomotives GE neuves équipées d'un OP, ce qui constituera la première livraison d'une commande de 200 locomotives sur trois ans.

## AVANCÉES TECHNOLOGIQUES

- Le CN et les concepteurs de l'OP travaillent de façon continue à améliorer cette technologie. Parmi les améliorations clé apportées entre 2009 et 2016, citons la gestion des crans de marche ou de freinage rhéostatique (FR), la logique de la topographie des creux et des vallons, la commande automatique du FR, le non-recours au FR, et la gestion des modes auto/indépendant en Traction répartie en fonction d'un modèle physique dit « de corde ».
- Le prochain objectif sera la gestion du jeu des attelages dans les trains contenant plusieurs types de marchandises et circulant dans des territoires plus accidentés. Diverses améliorations sont en cours de développement, notamment un modèle de simulation (FastSim), un nouveau type d'attelage adapté aux amortisseurs en bout ainsi que des méthodes avancées de gestion des efforts dans les attelages, pour neutraliser les secousses se propageant dans les trains.



# Traction répartie (TR)

LA TRACTION RÉPARTIE PERMET D'EXPLOITER LES TRAINS LONGS EN TOUTE SÉCURITÉ.



## DESCRIPTION

- La TR désigne un système de gestion des locomotives dans les trains grâce auquel des locomotives placées en milieu ou en queue de train fonctionnent de façon synchronisée avec les locomotives actives placées en tête de train.
- Les locomotives équipées du système LOCOTROL, un dispositif de télécommande ajouté sur certaines unités, peuvent être utilisées en tant que locomotives télécommandées TR et obéir aux commandes d'une locomotive de tête TR. Le système TR permet à la locomotive de tête de commander les locomotives placées plus loin dans le train grâce à des commandes relayées par une liaison radio dédiée. Le système utilise aussi la conduite générale du train comme moyen de « communication » de secours, pour permettre au mécanicien de locomotive de faire tourner au ralenti la locomotive télécommandée au besoin, si la liaison radio TR venait à être coupée.
- La TR facilite la conduite des trains longs et lourds et contribue à réduire les efforts générés dans le train en optimisant la répartition des efforts de traction fournis par les locomotives et les efforts de freinage produits par le frein rhéostatique, tout en coordonnant l'utilisation du frein à air sur la ou les locomotives télécommandées.
- Avant l'avènement de la TR, il fallait utiliser cinq locomotives ou plus pour remorquer les trains de fort tonnage dans certaines rampes. Le problème était que les efforts de traction exercés en tête de train dépassaient les limites que pouvaient supporter les attelages des wagons. Grâce à la TR, les efforts de traction ou de freinage ne sont plus concentrés à l'avant du train, mais sont plutôt répartis tout au long du train, grâce à l'ajout de locomotives en milieu ou en queue de train. Cette mesure permet de réduire considérablement les risques de ruptures d'attelage et de déraillements, ainsi que les forces exercées sur la voie et les ponts.
- Les locomotives télécommandées TR constituent également une source supplémentaire d'air comprimé pour les freins à air, ce qui améliore considérablement le fonctionnement des freins à air sur les trains. En hiver, ces locomotives facilitent l'exploitation des trains longs, alors que les basses températures perturbent le fonctionnement du frein à air des trains classiques.
- Le système TR permet aussi au mécanicien de locomotive d'utiliser les locomotives télécommandées en mode synchrone ou en mode indépendant (marche asynchrone). Lorsque ces locomotives sont utilisées en mode synchrone, elles reproduisent les commandes exécutées sur la locomotive de tête TR. Lorsqu'elles sont utilisées en mode indépendant, le mécanicien peut placer leur manipulateur ou leur levier de frein rhéostatique sur un cran différent, et ainsi mieux gérer le jeu des attelages dans le train.



# Traction répartie (TR)

## SUITE

---

- En 2017, le CN a commencé à utiliser la technologie TR d'une façon inédite, afin d'améliorer considérablement l'immobilisation du matériel. La nouvelle méthode permet le serrage des freins à air sur le matériel laissé attelé sans surveillance à une locomotive télécommandée TR, alors que la partie avant du train participe à diverses opérations de manœuvre. Pendant les manœuvres, la partie laissée sur la voie bénéficie d'une immobilisation des plus efficaces grâce au serrage des freins air et des freins à main qui, ensemble, fournissent une protection bien plus sûre contre les mouvements intempestifs. En plus d'améliorer la sécurité, cette façon de faire accroît l'efficacité, car il faut moins de temps pour recharger le frein à air.

### EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

- Il n'existe aucune exigence réglementaire en ce qui a trait à l'exploitation des trains avec la Traction répartie. Le CN s'efforce d'implanter la technologie TR afin d'améliorer l'efficacité de l'exploitation, la conduite des trains et la sécurité.

### PERFORMANCE DU CN

- À la fin de 2017, le parc du CN comprenait environ 782 locomotives équipées de la TR, ainsi que 37 autres locomotives c.a. neuves en location à long terme. En juin 2018, le CN prévoit réceptionner 60 locomotives GE neuves équipées du système LOCOTROL TR, ce qui constituera la première livraison d'une commande de 200 locomotives sur trois ans. Le CN possède également 40 wagons ou conteneurs à freinage réparti utilisés afin d'assurer le freinage et la circulation sécuritaire des trains dans les conditions d'exploitation hivernales.





Restez branchés avec le CN :



[facebook.com/CNrail](https://facebook.com/CNrail)



[linkedin.com/company/cn](https://linkedin.com/company/cn)



[CN\\_CommFR](https://twitter.com/CN_CommFR)

#### Ligne de renseignements généraux du CN

De 8 h à 17 h (HE), du lundi au vendredi

Numéro sans frais : **1 888-888-5909**

Courriel : [contact@cn.ca](mailto:contact@cn.ca)

#### Police du CN

En cas d'urgence, composez le :

**1 800 465-9239**

Pour en savoir plus sur la sécurité au CN, consultez la publication *Leadership en sécurité 2018* à [www.cn.ca/rapports](http://www.cn.ca/rapports).



# LA SÉCURITÉ, UNE VALEUR FONDAMENTALE

SURVOL DE LA TECHNOLOGIE DE SÉCURITÉ DU CN

[www.cn.ca](http://www.cn.ca)