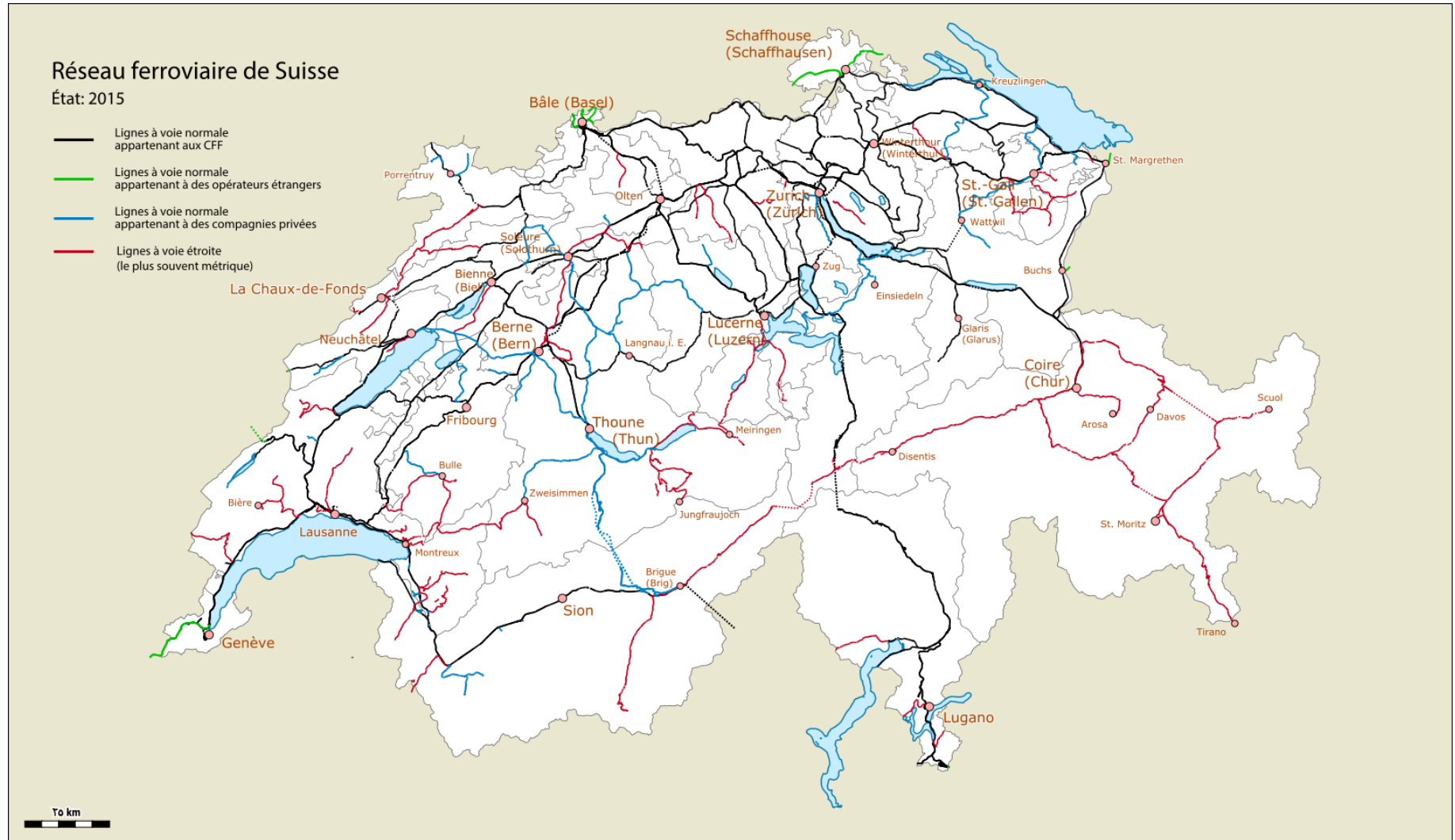


CIVIL 463.29

**DEGRADATIONS DES VOIES
FERREES**



Réseau ferroviaire en Suisse



Réseau ferroviaire en Suisse

▶ Réseau ferroviaire

▶ 5'124 km

▶ CFF 3'011 km

▶ Compagnies privées 2'123 km

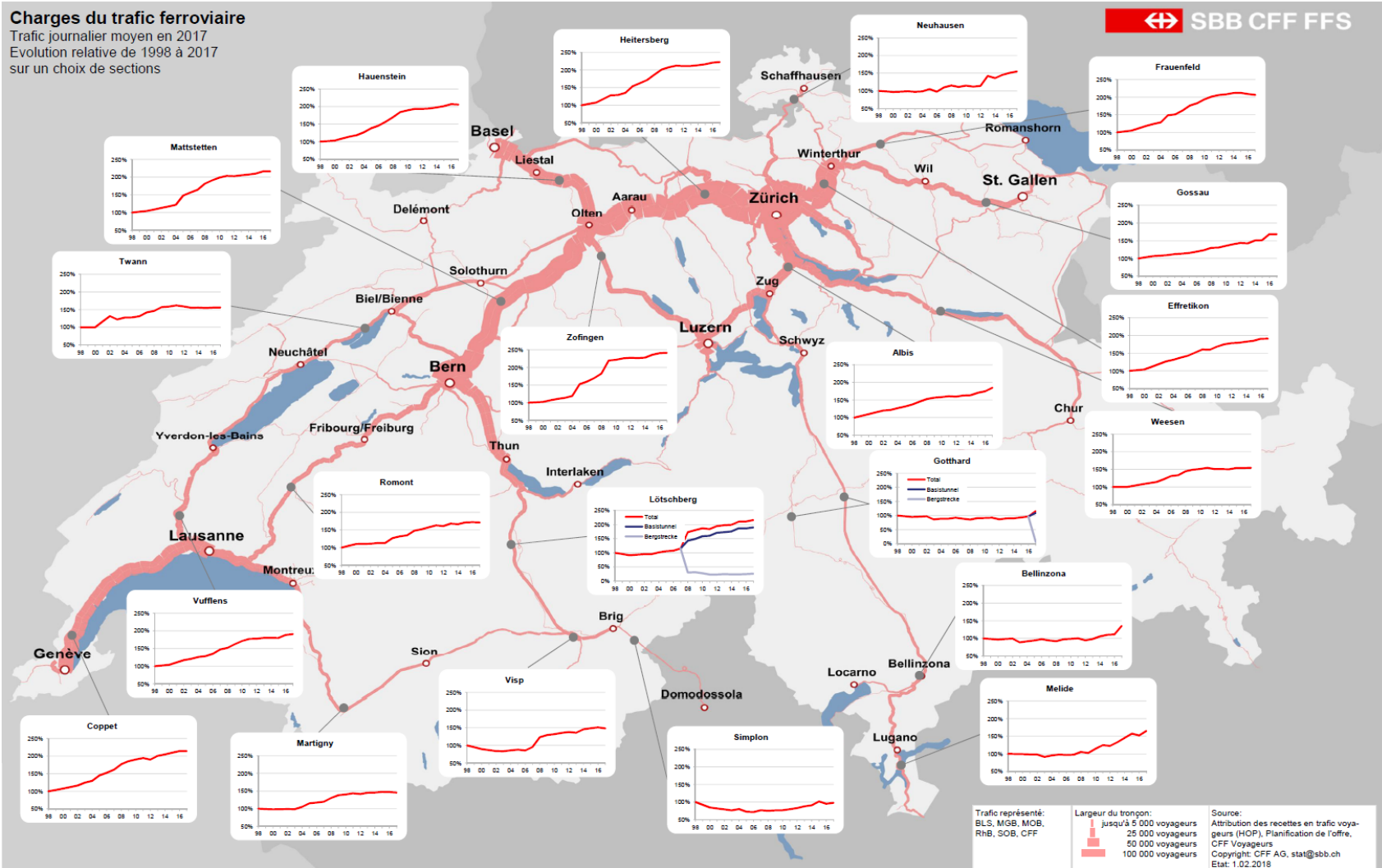
Réseau des CFF

- ▶ **15'000 appareils de voie**
- ▶ **747 gares et haltes**
- ▶ **496 poste d'enclenchement**
- ▶ **32'813 signaux pour la circulation des trains**
- ▶ **934 passages à niveau**
- ▶ **294 tunnels**
- ▶ **5'761 ponts**

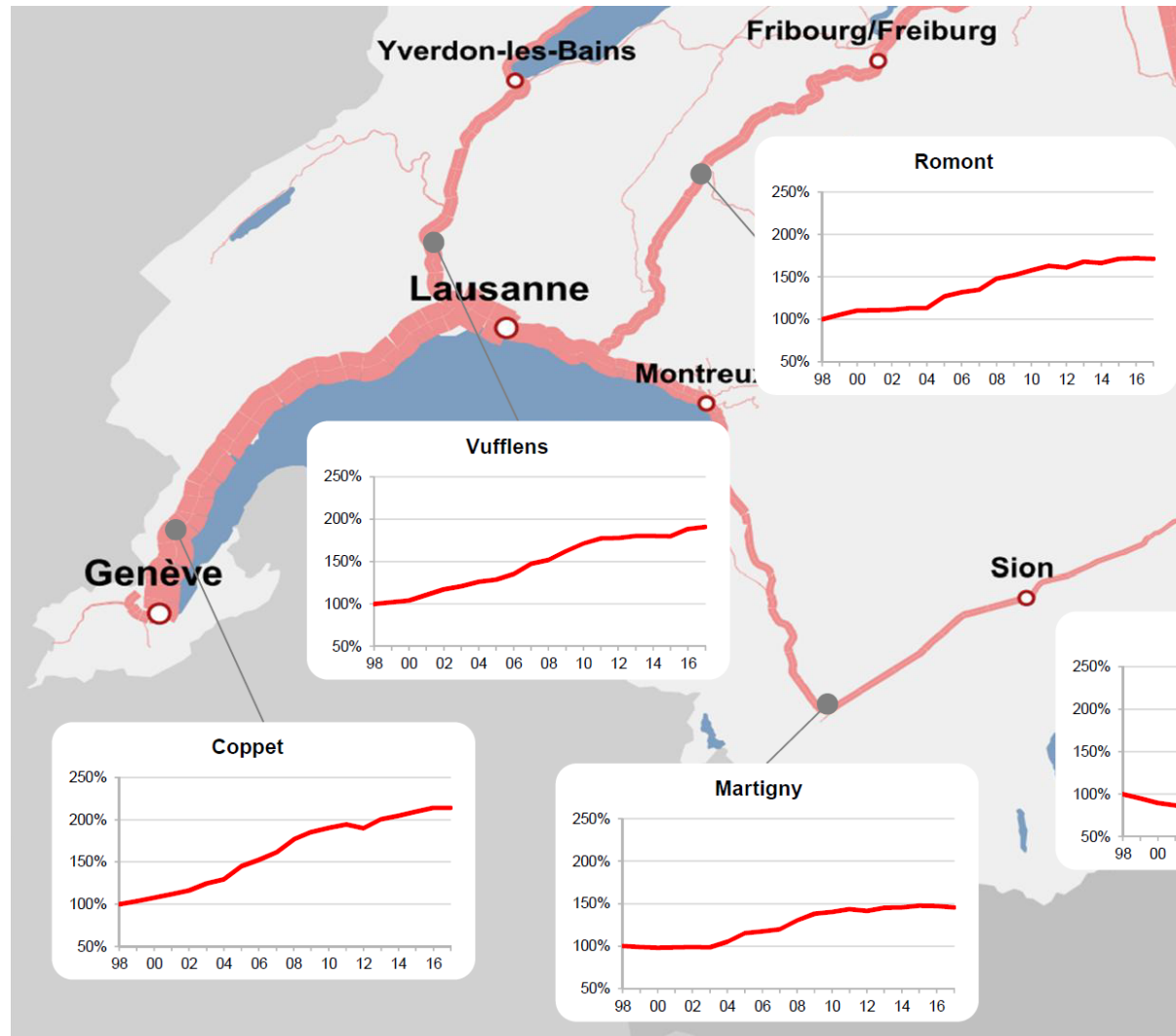
Augmentation du trafic

Charges du trafic ferroviaire

Trafic journalier moyen en 2017
Evolution relative de 1998 à 2017
sur un choix de sections



Augmentation du trafic



Entretien annuel aux CFF

▶ Entretien

- ▶▶ 800 km de voie principale (15%)
- ▶▶ 1850 appareils de voie (12%)

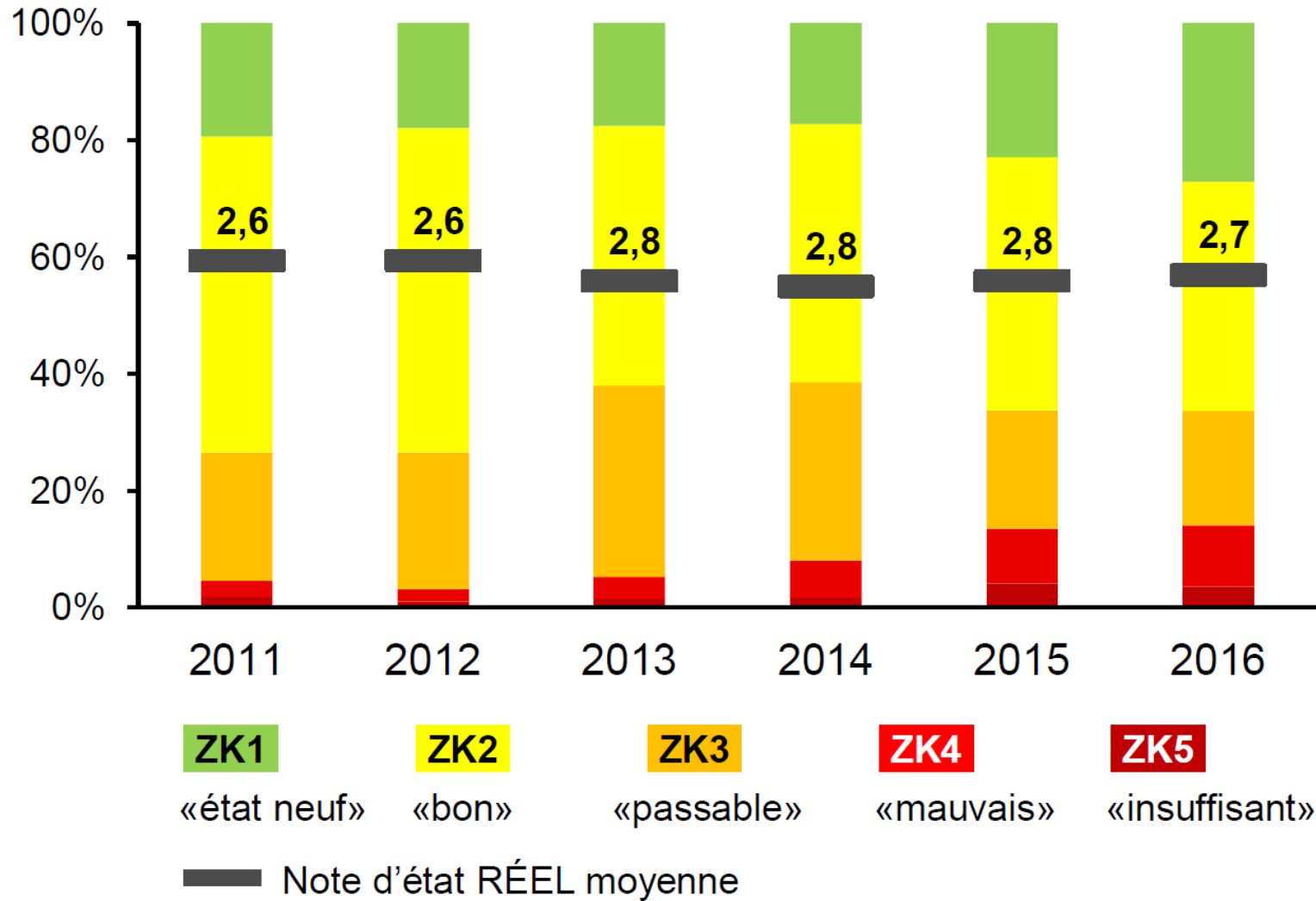
▶ Renouvellement

- ▶▶ 170 km de voie (3%)
- ▶▶ 450 appareils de voie (3%)

▶ Matériel utilisé

- ▶▶ 550 km de rails / 325'000 traverses
- ▶▶ 420'000 tonnes de ballast

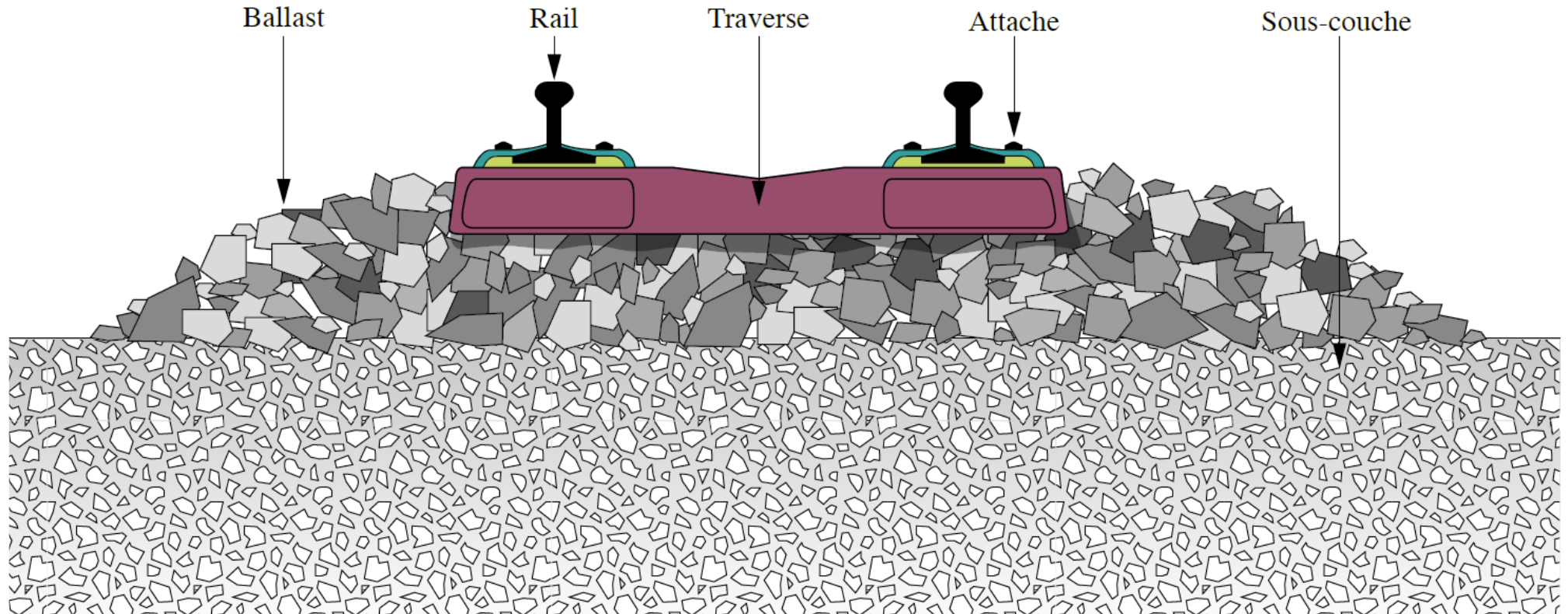
Etat du réseau CFF



Tendances

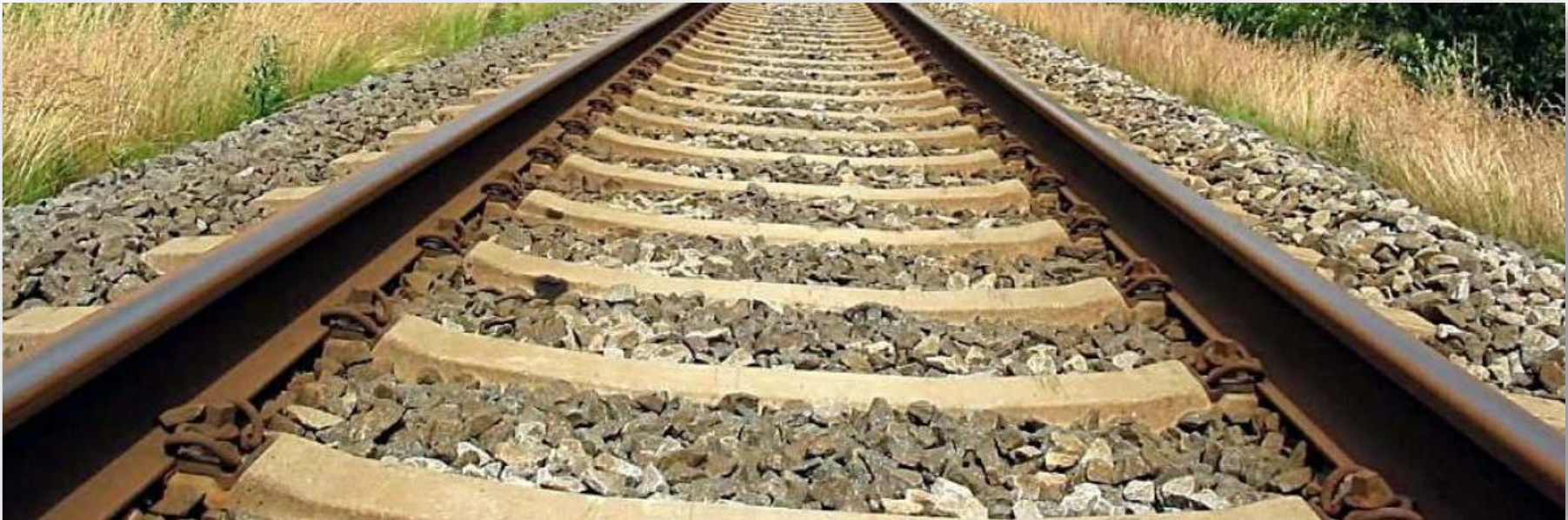
- ▶ **Augmentation des sollicitations**
 - ▶ Augmentation du nombre de trains
 - ▶ Augmentation de la charge par essieux
 - ▶ Augmentation de la puissance par essieux
- ▶ **Diminution du besoin d'entretien !**
 - ▶ Construction plus lourde de la voie
 - ▶ Plus haute qualité du matériel de la voie
 - ▶ Maintenance plus efficace

Superstructure d'une voie ferrée ballastée



Phénomène de la dégradation de la voie

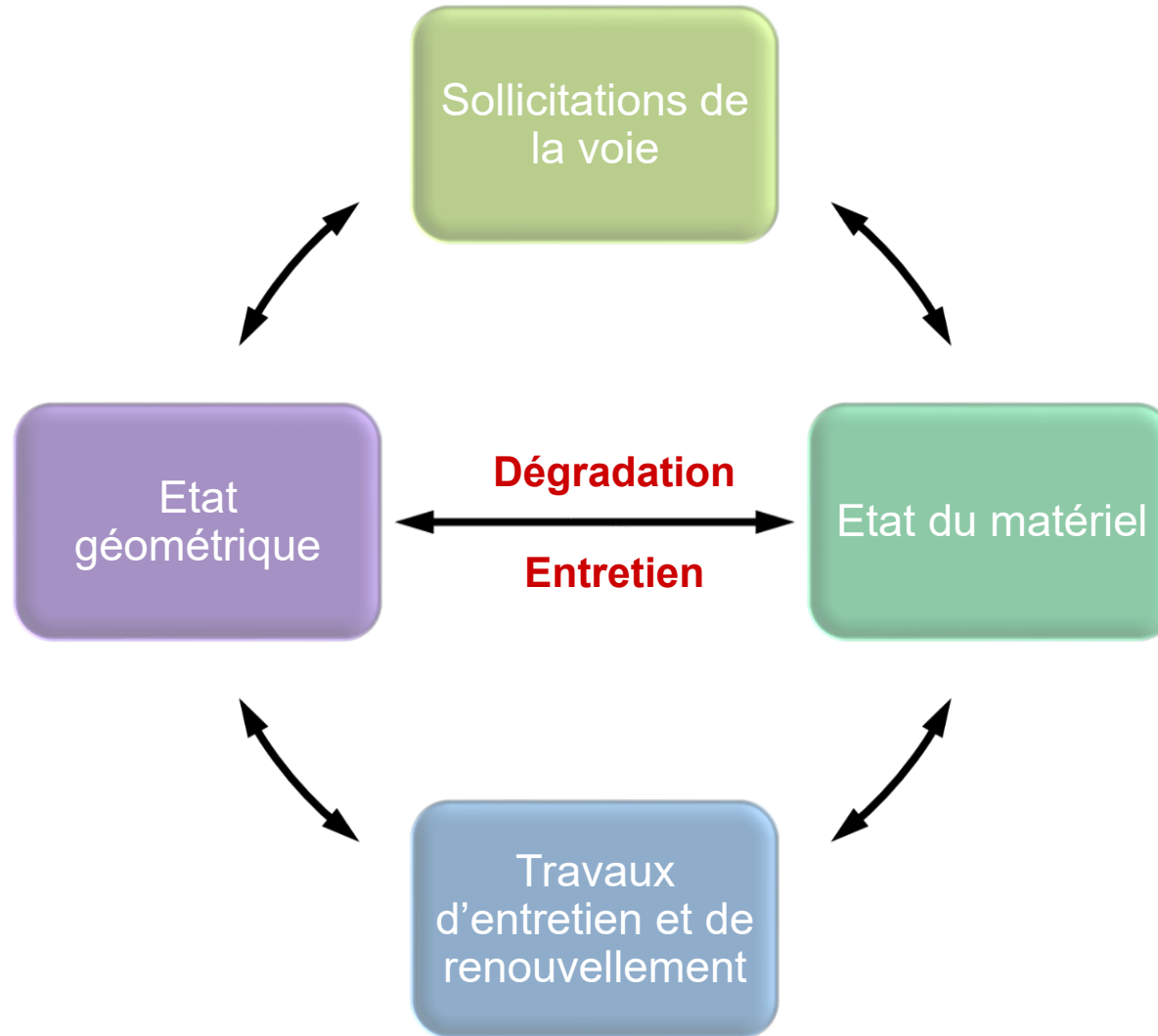
- ▶ **La circulation des trains induit une perte de substance de la voie**
 - ▶ Qualité de la géométrie
 - ▶ État du matériel



Rapidité de la dégradation

- ▶ **Cette rapidité dépend ...**
- ▶ **... de la conception et des propriétés de la voie**
 - ▶ Un armement plus lourd, un ballast de bonne qualité et une fondation stable et homogène permettent une meilleure durabilité de la voie
- ▶ **... du type des trains et de matériel roulant circulant sur la voie**
 - ▶ Certains véhicules, généralement les wagons marchandises, sont plus agressifs pour la voie

Relation Matériel – Géométrie de la voie



Défauts de la géométrie de la voie



Défauts de la géométrie de la voie

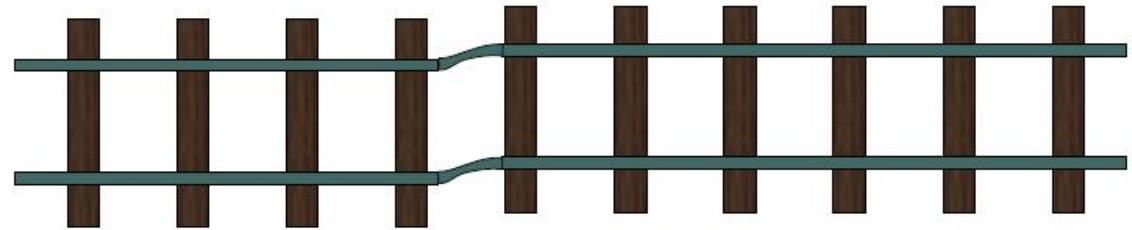
- ▶ **La géométrie se dégrade de manière différente d'un endroit à un autre**
 - ▶ Les charges dynamiques ne sont pas partout identiques
 - ▶ La géométrie de la voie ne reste que rarement homogène
 - ▶ Ce qui induit des mouvements supplémentaires des véhicules
 - ▶ Ce qui augmente les charges dynamiques sur la voie ... le début du cercle vicieux

Défauts de la voie

► Défauts dans un plan

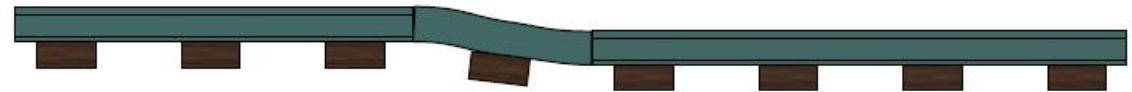
►► Horizontal

Dressage



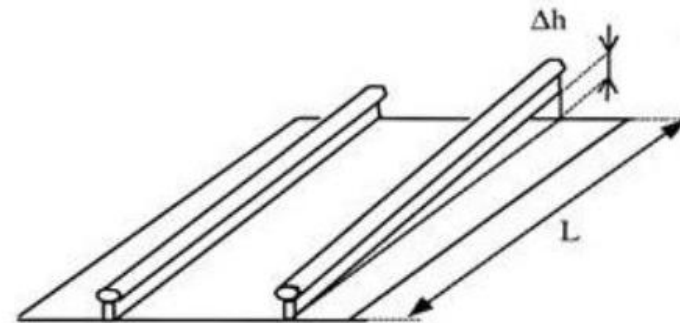
►► Vertical

Nivellement

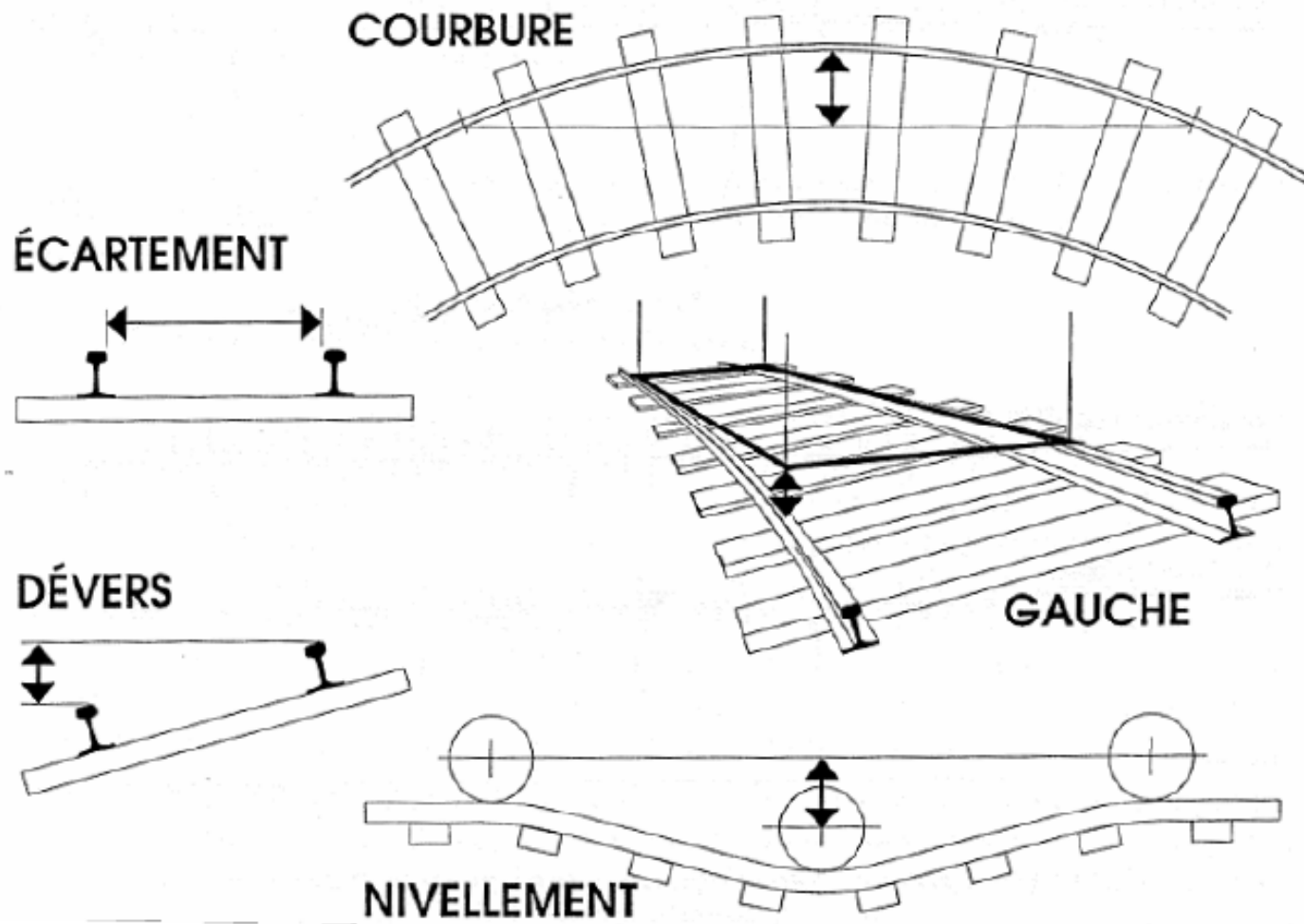


► Défaut multi-plan

►► Gauche



Relevé de l'état géométrique des voies



Relevé de l'état géométrique de la voie

▶ Mesures de la géométrie

▶▶ Écartement

▶▶ Courbure de chaque file de rail

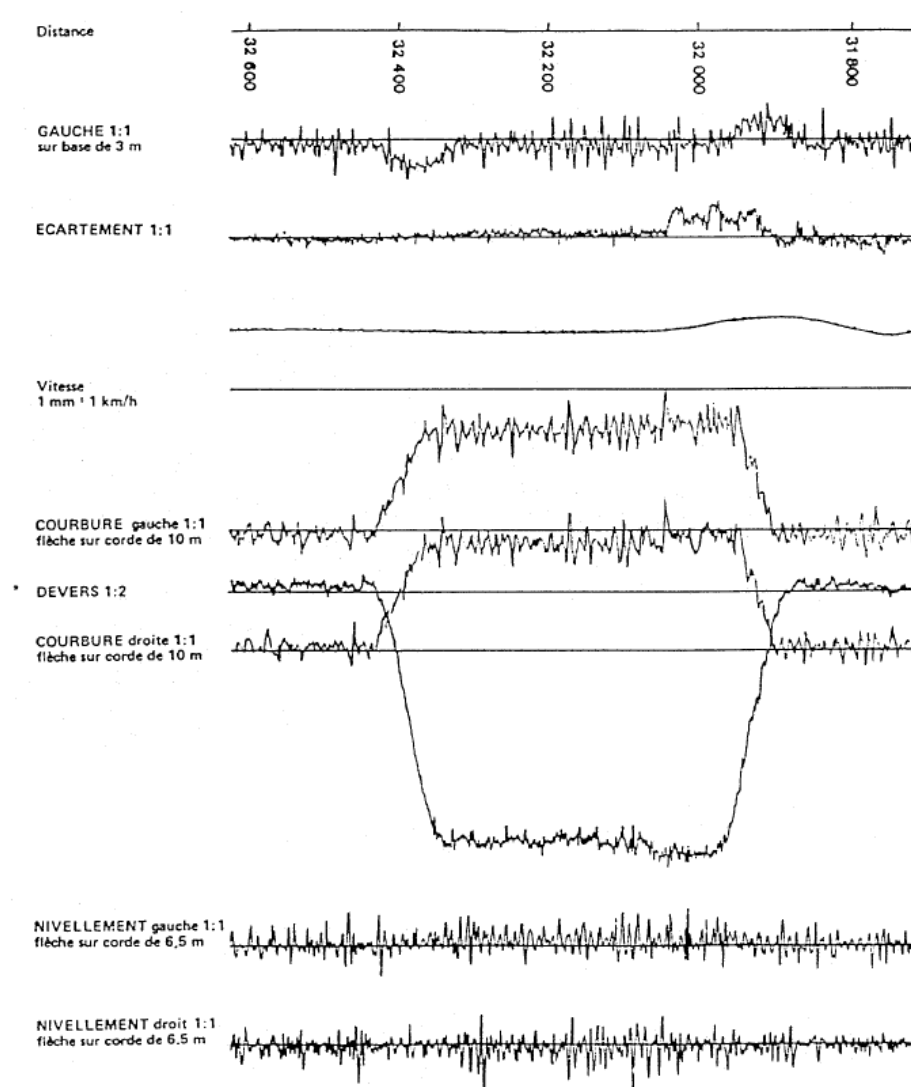
▶▶ Dévers (pendule gyroscopique)

▶▶ Gauche

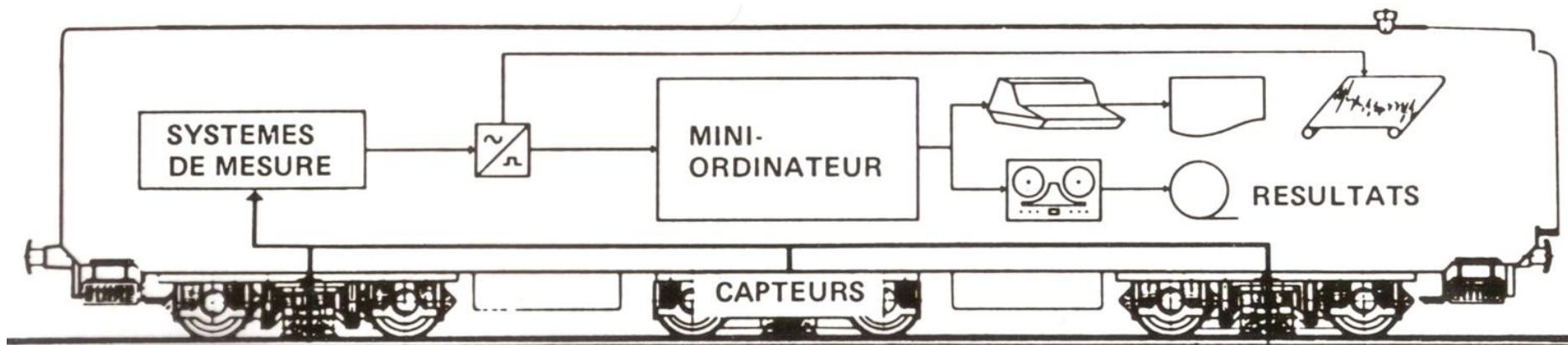
▶▶ Nivellement de chaque file de rail

▶▶ Profil en long de chaque file de rail / moyenne

Exemple de relevés



Voiture de mesure de la géométrie de la voie



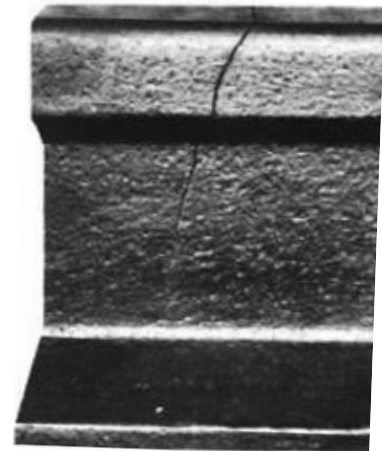
Défauts du matériel de voie

▶ Défauts des rails

- ▶▶ Dus à la fabrication : très rares
- ▶▶ Usure due à l'utilisation

▶ Tache ovale

- ▶▶ Depuis intérieur du champignon
- ▶▶ Cause : effets thermiques
- ▶▶ Conséquences : fissure latérale progressive
- ▶▶ Inspection : ultrason



Défauts du matériel de voie

▶ Défauts de surface (fabrication)

- ▶ Traitement thermique
- ▶ Conséquences : écaillage sous trafic
- ▶ Réparation : rechargement par soudure



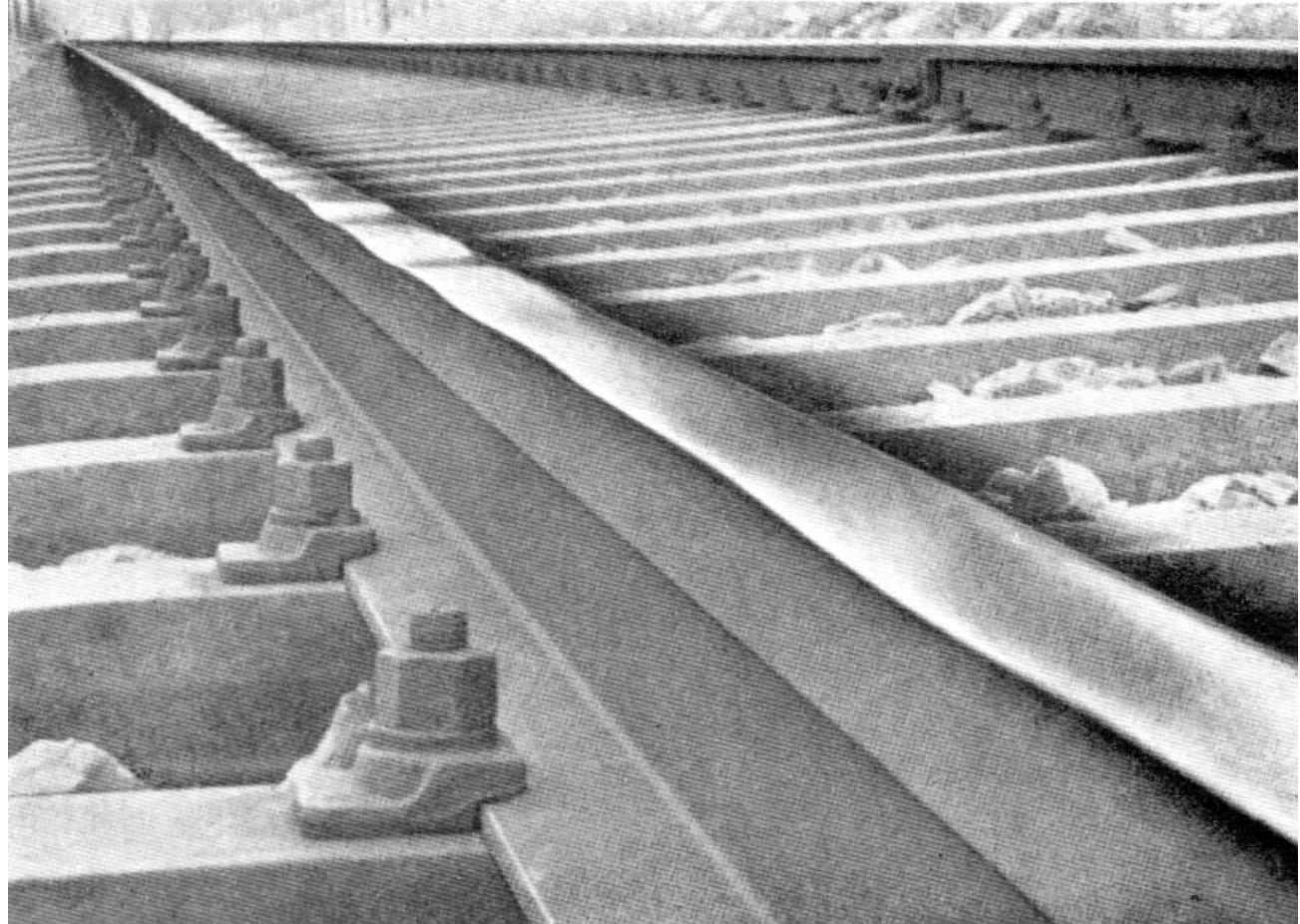
Défauts des rails

► Usure ondulatoire



Défauts des rails

► Usure ondulatoire



Défauts des rails

▶ Usure ondulatoire

▶▶ A onde courte (1-10 cm) ou à onde longue (10-200 cm)

▶▶ Causes

- rigidité de la superstructure
- espacement traverses
- frottement dans les lignes de métro
- charges dynamiques des roues

▶▶ Détectés visuellement / enregistrement géométrique

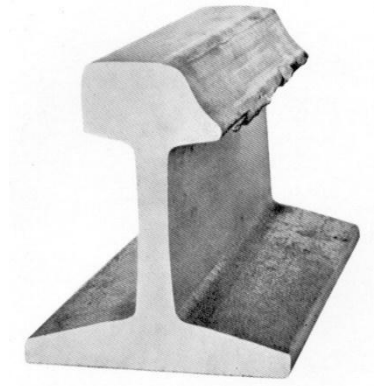
▶▶ Conséquences : bruit, inconfort

▶▶ Solution : meulage

Défauts dus à l'utilisation

▶ Usure latérale

- ▶ Sur les files hautes des courbes
- ▶ Due aux sollicitations du matériel roulant
- ▶ Dépend du graissage



▶ Usure verticale anormale

- ▶ Due aux sollicitations du matériel roulant (trafic marchandises)



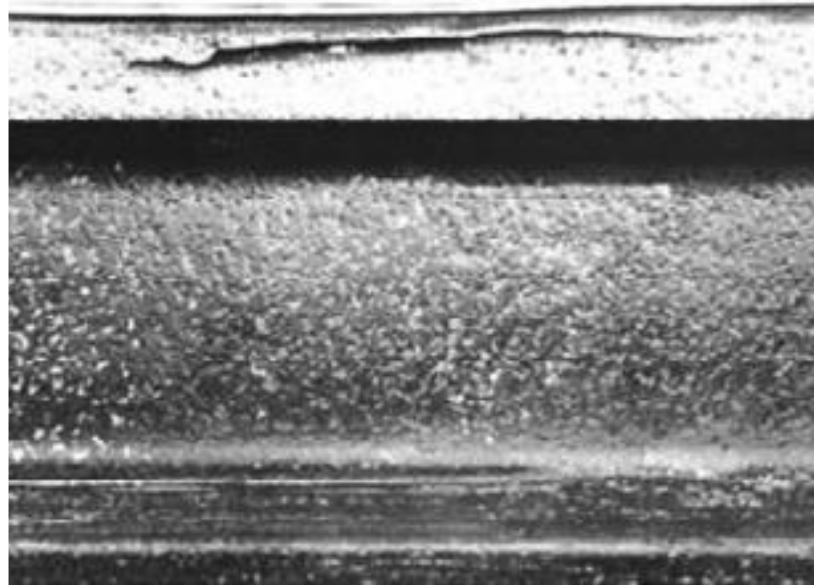
Défauts dus à l'utilisation

► Pour ces deux types d'usure

- Peuvent entraîner une rupture du rail par affaiblissement du profil
- Détection visuelle ou par voiture de mesure
- Meulage éventuel des bavures avant retrait

Fissuration horizontale

- ▶ **Tend à détacher le champignon**
- ▶ **Se propage ensuite dans l'âme**
- ▶ **Inspection visuelle / ultrason**



Head Checks

- ▶ **En courbe**
 - ▶ f(rayon, vitesse)
- ▶ **Fissures horizontales régulières sur 3 mm**
- ▶ **Propagation des fissures**
- ▶ **Inspection : ultrason**
- ▶ **Correction : meulage**



Défauts des attaches et des traverses

▶ Traverses

▶▶ Bois : pourriture

▶▶ Métal / entretoises : fatigue, oxydation

▶▶ Béton : fissures

▶ Charges dynamiques locales

▶ Tirefonds

Défauts des attaches et des traverses



Dégradation du ballast

- ▶ **Abrasion**

- ▶ **Arrondissement**

 - ▶ Causes : trafic & bourrage

- ▶ **Pollution**

 - ▶ Remontée des fines et pompage

- ▶ **Perte des propriétés**

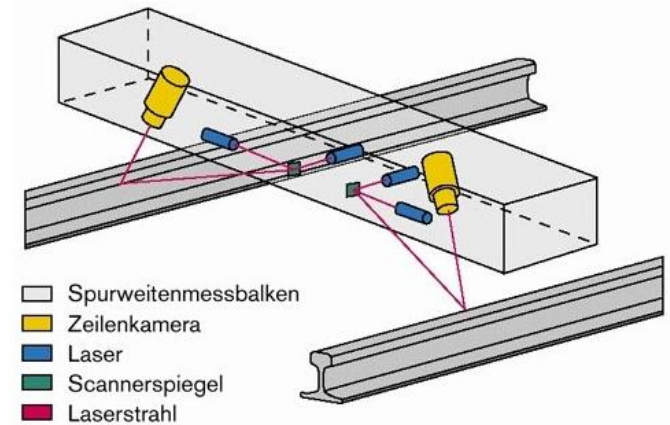
 - ▶ Drainage, élasticité, amortissement

- ▶ **Renouvellement nécessaire si $\phi < 22,4 \text{ mm} \geq 30 \%$**



Relevé de l'état du matériel

► Train de mesure



Prinzip lasergestützte Spurweitenmessung

ROGER 1000 - Suisse



Mesures combinées

► Géométrie + Etat du matériel → EurailScout

GPS

Cabine de mesure

Vidéo

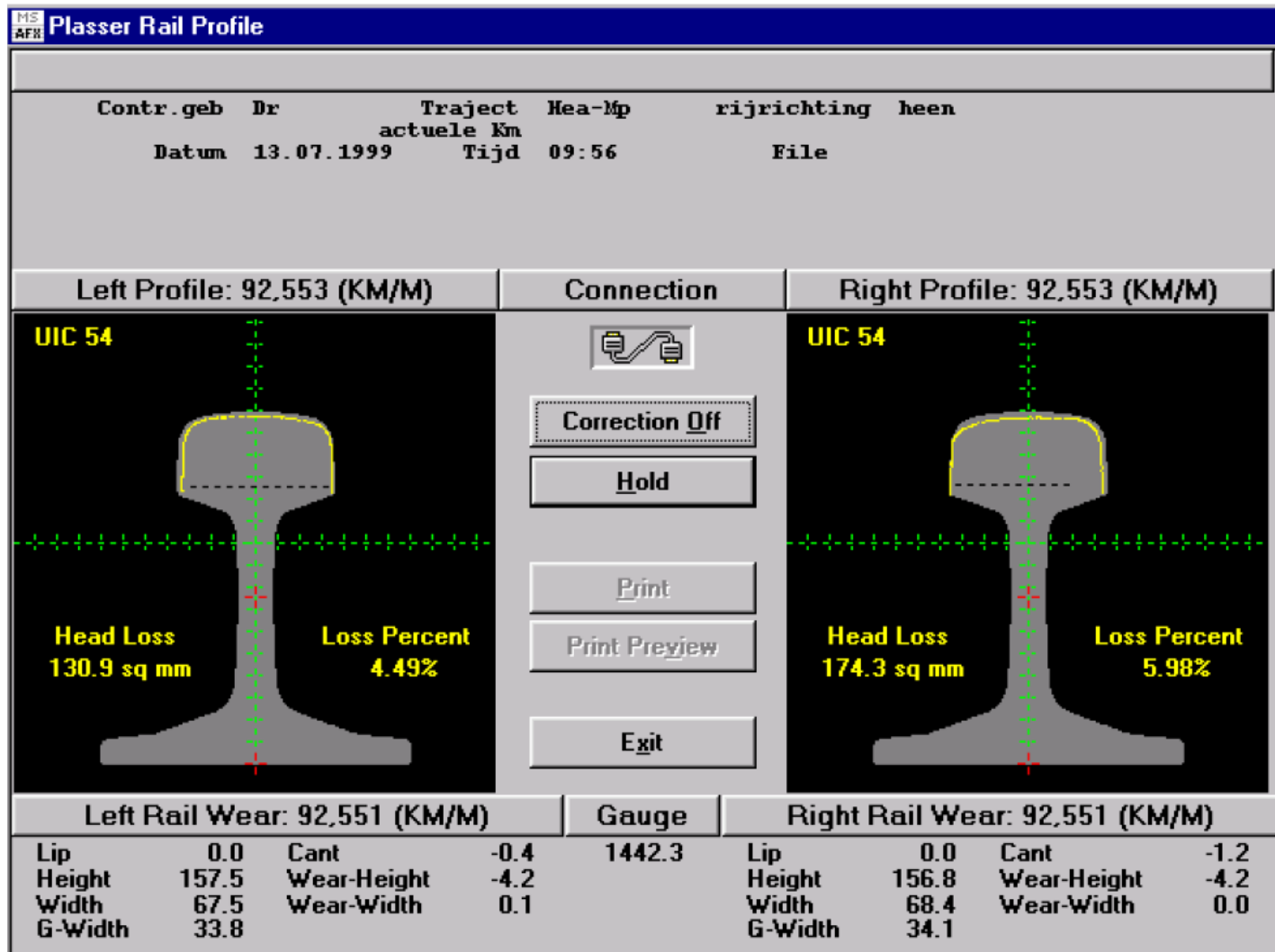
Géométrie de la caténaire



Profil géométrique

Profil du rail

Mesure du profil du rail



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

