

# Types de voies ferrées: Recommandations pour la voie métrique

Matthias Landgraf

Formation RAILplus P4

03/04 avril

Fribourg, CH

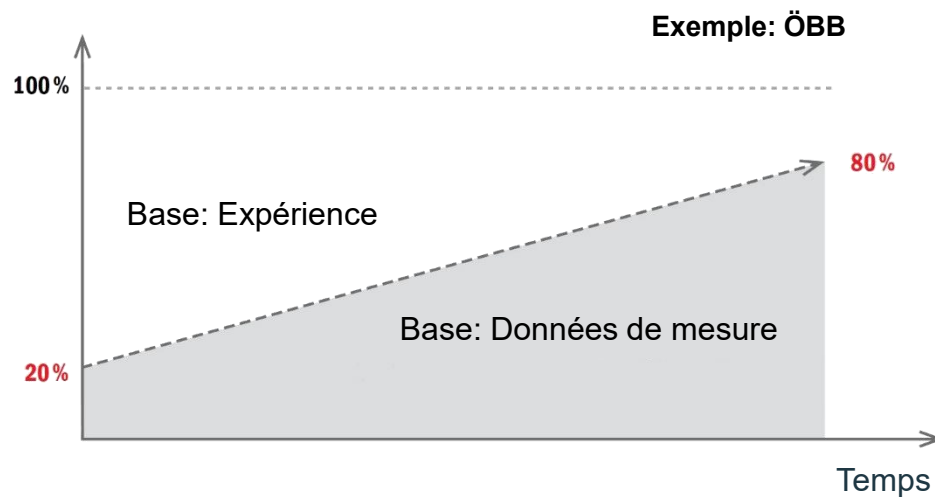


# GESTION DES INSTALLATIONS.

## Gestion opérationnelle des installations

Entretemps, il existe une quantité (énorme) de données de mesures les plus diverses

- Comment les combiner pour en tirer des informations utiles?
- Quelles données sont réellement nécessaires?
- Quelles informations additionnelles peuvent être obtenues à partir des données existantes?  
(Avant: Quelles mesures additionnelles peut on effectuer?)
- Quelles installations peut/doit on effectivement décrire par des mesures?



# GESTION DES INSTALLATIONS.

## Gestion opérationnelle des installations

Entretemps, il existe une quantité (énorme) de données de mesures les plus diverses

- Comment les combiner pour en tirer des informations utiles?
- Quelles données sont réellement nécessaires?
- Quelles informations additionnelles peuvent être obtenues à partir de ces données?  
(Avant: Quelles mesures additionnelles peut on effectuer?)
- Quelles installations peut/doit on effectivement effectuer?

Les blocs précédents ont pu montrer qu'il existe déjà un grand nombre d'outils utiles et judicieux - aussi pour la voie métrique!



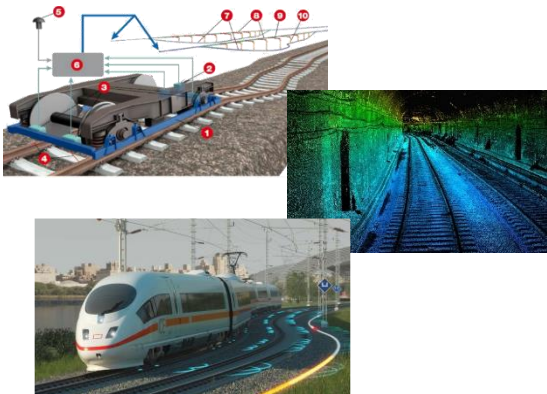
# GESTION DES INSTALLATIONS.

## Gestion opérationnelle des installations

### Input

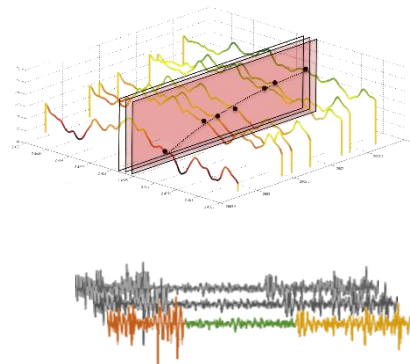
Données de mesures localisées  
Évaluation régulière de l'état

Valeurs limites / seuils d'intervention



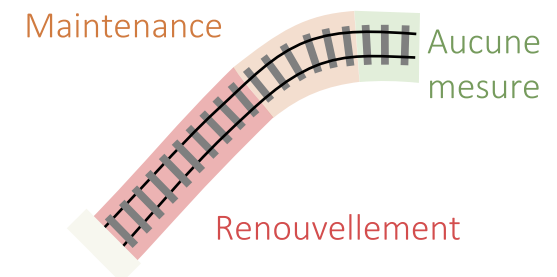
### Analyse

Analyse des données de mesure  
Analyse de séries chronologiques / pronostics  
Validation / calibrage



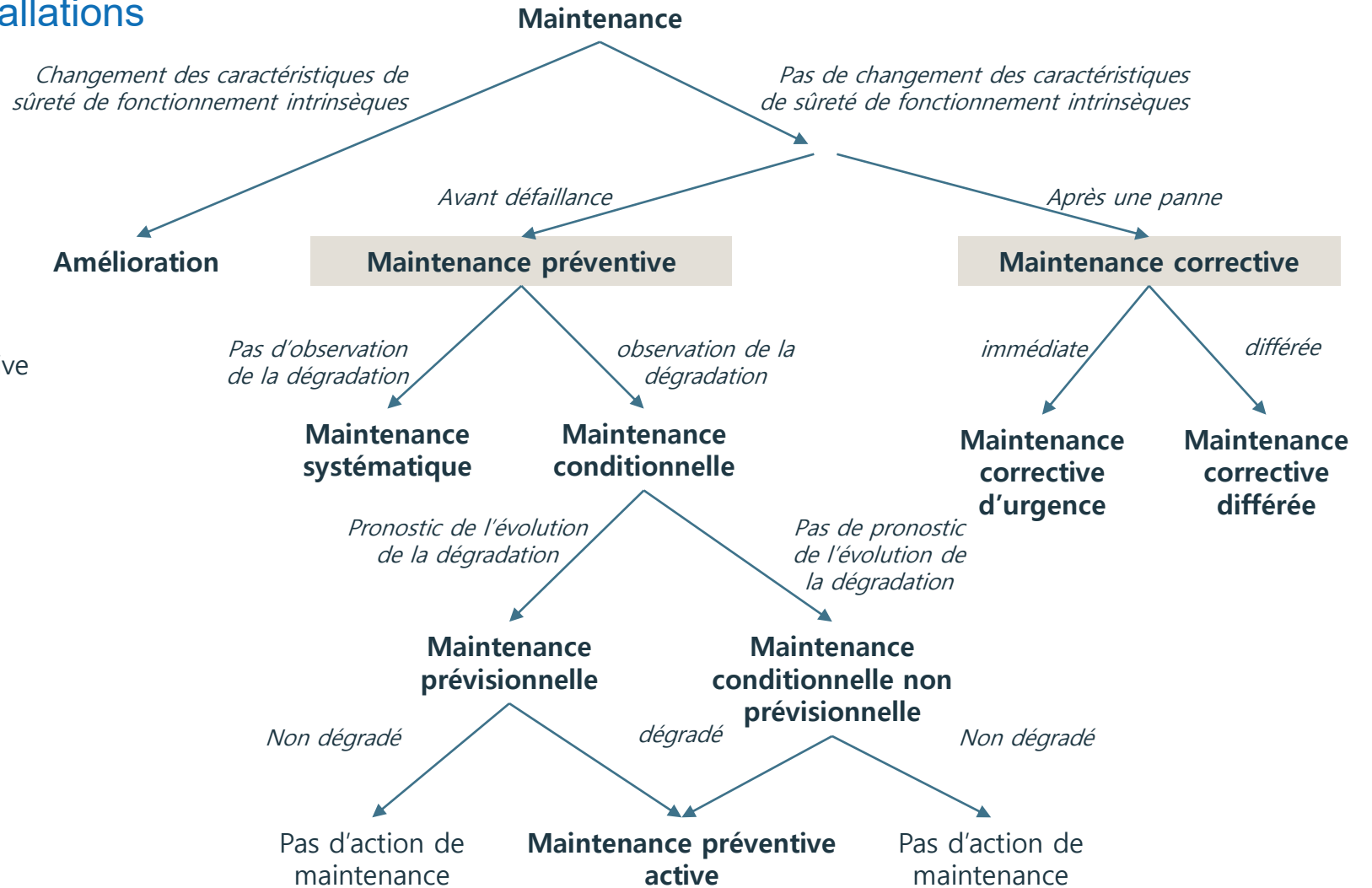
### Output

Pronostic d'usure des installations en fonction de l'état et du lieu.  
Pronostic des activités de maintenance par tronçon basés sur l'état technique des installations.  
Planification conditionnelle des renouvellements →  
Optimisation de la durée d'utilisation des composants utilisés



# GESTION DES INSTALLATIONS.

## Gestion opérationnelle des installations



Une maintenance préventive (de défauts) active devrait être l'objectif à long terme.

Une observation de la dégradation (surveillance de l'état) est donc nécessaire!

Associée à des pronostics, les décisions peuvent être prises à temps, regroupées et donc planifiées de manière efficiente.

SN EN 13306, 2018-07

# GESTION DES INSTALLATIONS.

## Gestion opérationnelle des installations



### Limites de la gestion opérationnelle des installations:

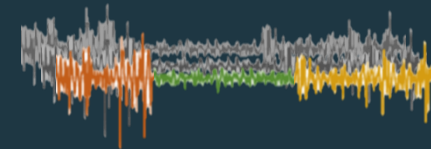
Calcul de rentabilité et planification budgétaire à long terme impossible!

- ▶ Relevé et pronostic de l'état des installations
- ▶ Planification de mesures spécifiques par tronçon
- ▶ Évaluation précoce de l'ampleur des mesures de renouvellement

Planification de la maintenance

Données de mesures

Algorithmes / prévisions



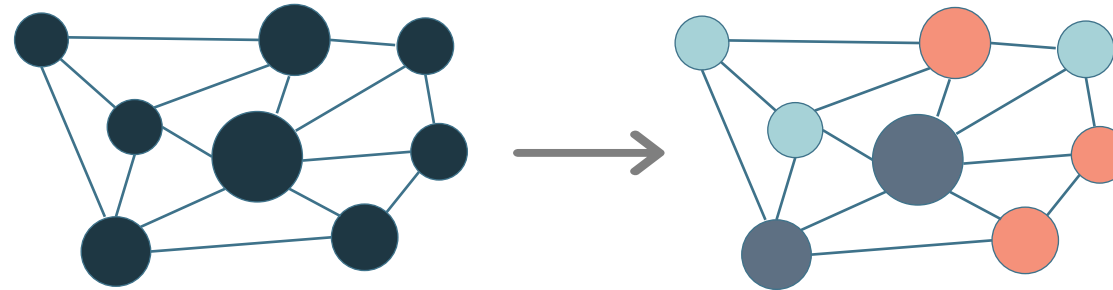
Gestion opérationnelle des installations (Bottom Up)

# GESTION DES INSTALLATIONS.

## Gestion stratégique des installations

1

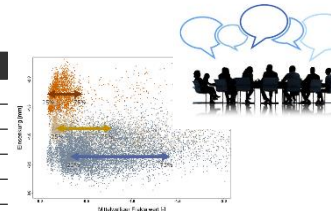
Classer le réseau sur la base de cycles de maintenance et de durées d'utilisation comparables.



2

Déduction des cycles de maintenance et des durées de vie spécifiques à des paramètres.

Catégorie d'installation		Durée d'utilisation [a]											
Conditions cadres spécifiques		x											
Mesures	no.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...
Nouvelle construction/ Renouvellement	1	1											...
Entretien	6		1		1		1		1		1		...
Inspection	22		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	...
Mesure de maintenance 1	3				1				1		1		...
...	0												...



3

Élaboration des coûts (LCC).

Catégorie d'installations		Durée d'utilisation [a]											
Conditions cadres spécifiques		x											
Mesures		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...
Nouvelle construction/ Renouvellement	€	€											...
Entretien	€		€		€		€		€		€		€
Inspection	€		€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Mesure de maintenance 1	€				€					€		€	...
...	€												...



Coûts du cycle de vie (LCC)

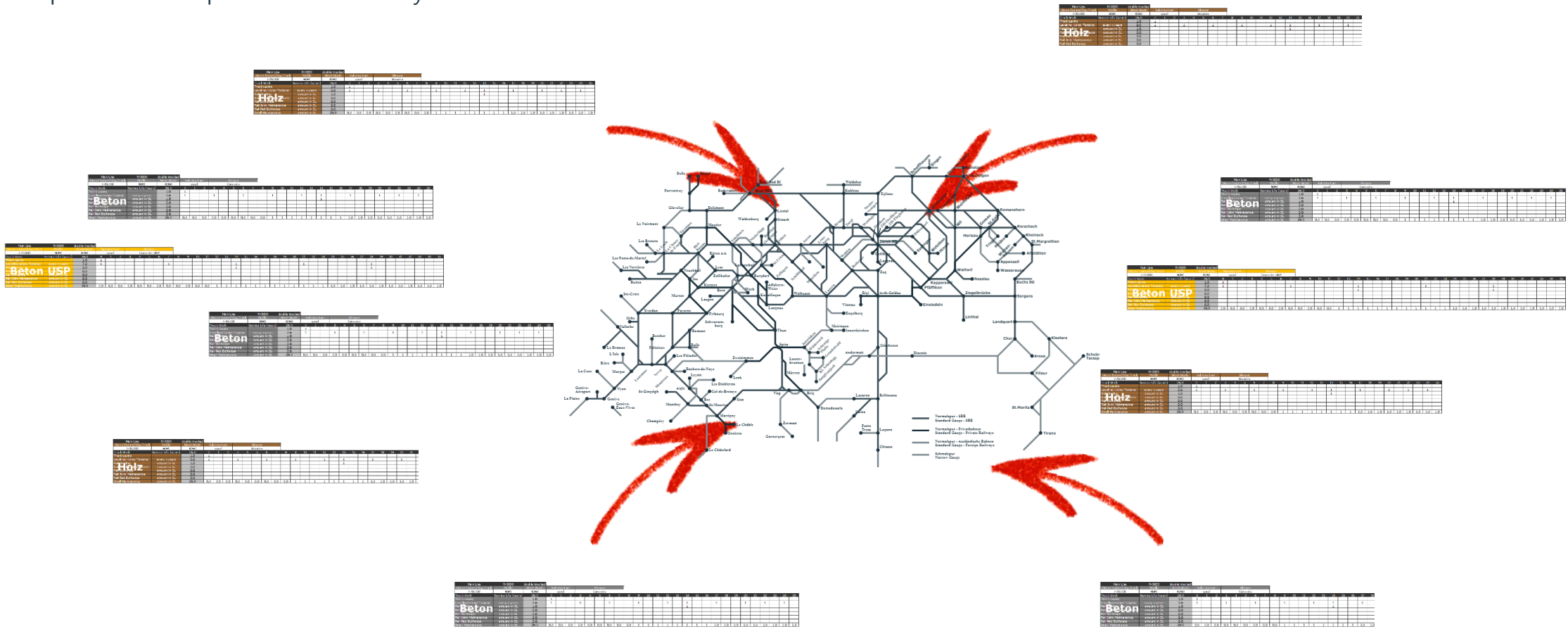




# GESTION DES INSTALLATIONS.

## Gestion stratégique des installations

L'agrégation et l'attribution des éléments standard respectifs aux tronçons spécifiques du réseau permettent des analyses à l'échelle du réseau.

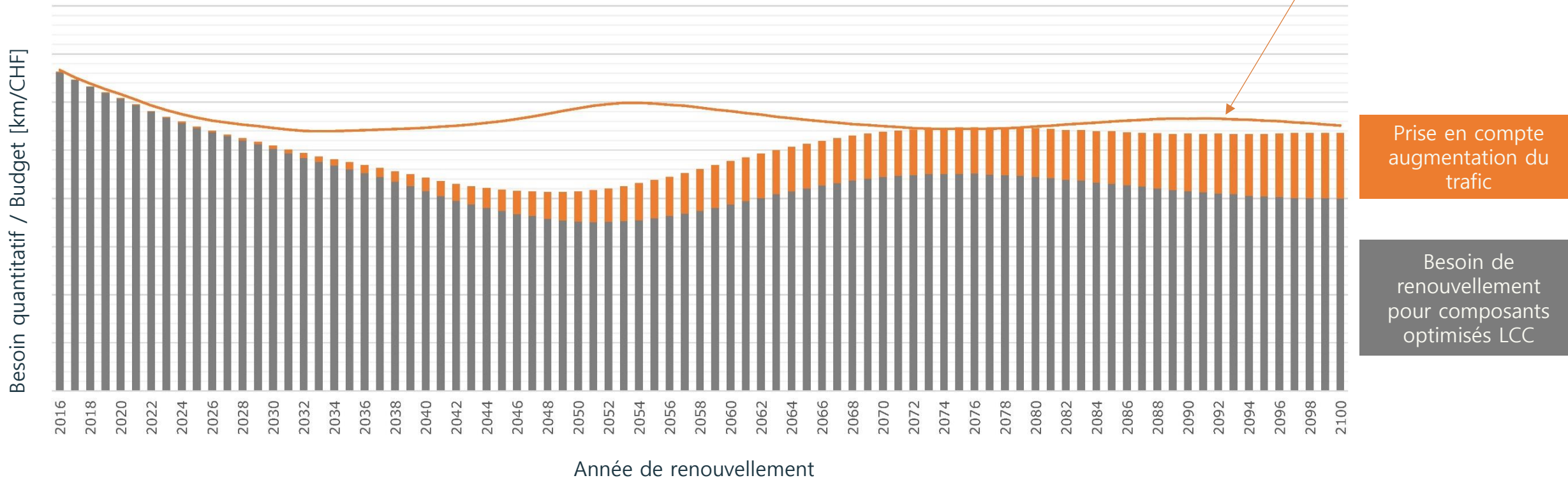


# GESTION DES INSTALLATIONS.

## Gestion stratégique des installations

Sur la base des éléments standards, des planifications budgétaires à long terme (quantités de renouvellement et de maintenance) peuvent être établies. Il est également possible de tenir compte de l'évolution des conditions cadre (p.ex. augmentation constante du trafic, exemple 2% par an).

Cote de renouvellement  
Composants standard  
(augmentation du trafic exclu.)



# GESTION DES INSTALLATIONS.

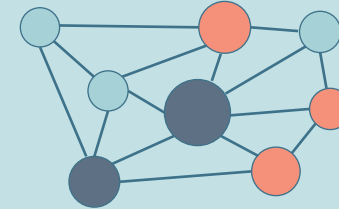
## Gestion globale des installations

### Gestion stratégique des installations (Top-Down)

Analyses

Expérience / connaissances

Éléments standard



- ▶ Déduction de besoins de renouvellement et de maintenance à l'échelle du réseau
- ▶ Stratégies d'investissement et de renouvellement basées LCC
- ▶ Conséquences budgétaires de conditions cadre modifiées (p.ex. Augmentation du trafic)



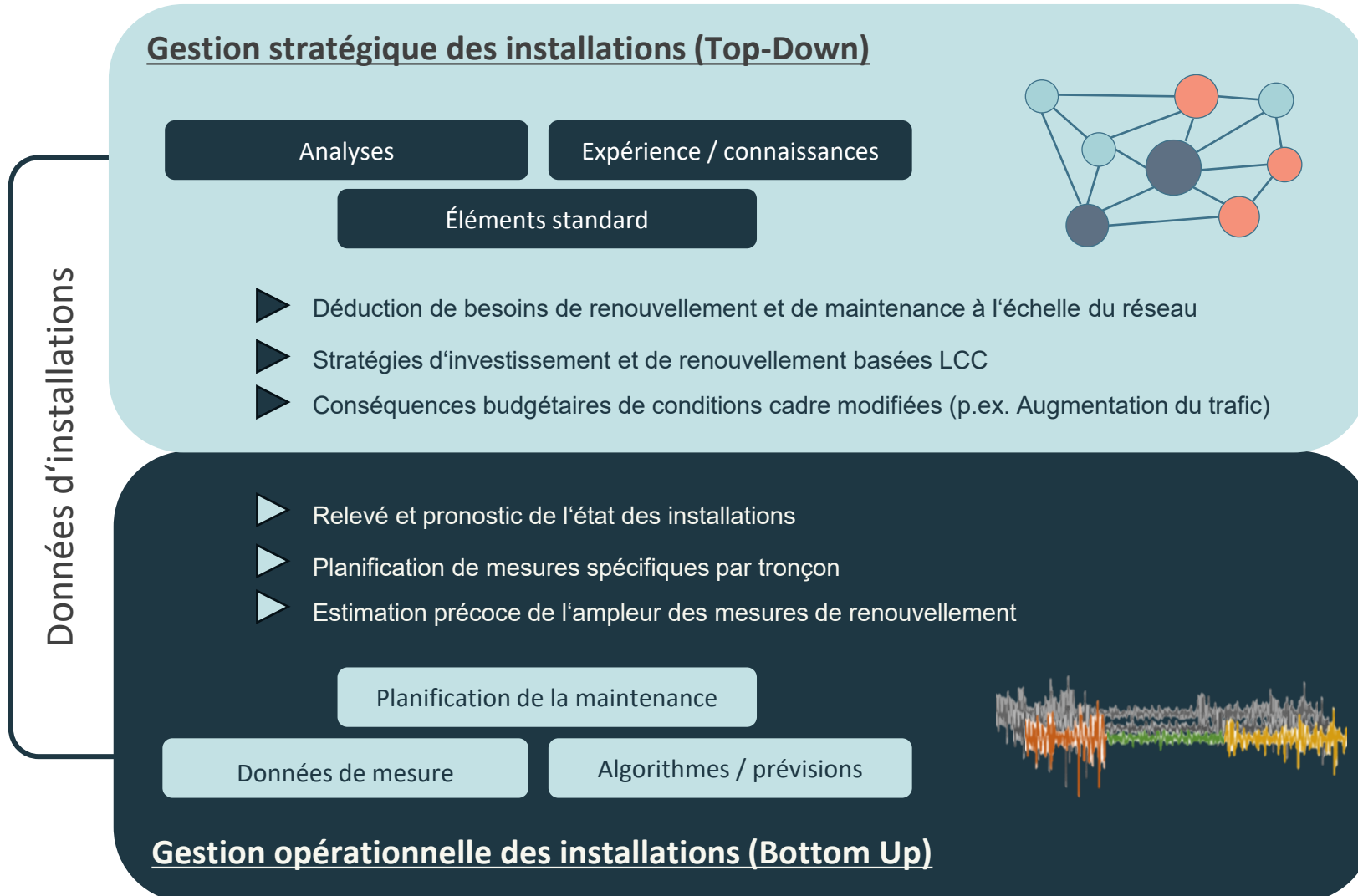
### Limites de la gestion stratégique des installations:

Suivi de l'état et planification de la maintenance spécifiques par tronçon impossibles!

Seuls les composants pour lesquels suffisamment de données sont disponibles peuvent être évalués!

# GESTION DES INSTALLATIONS.

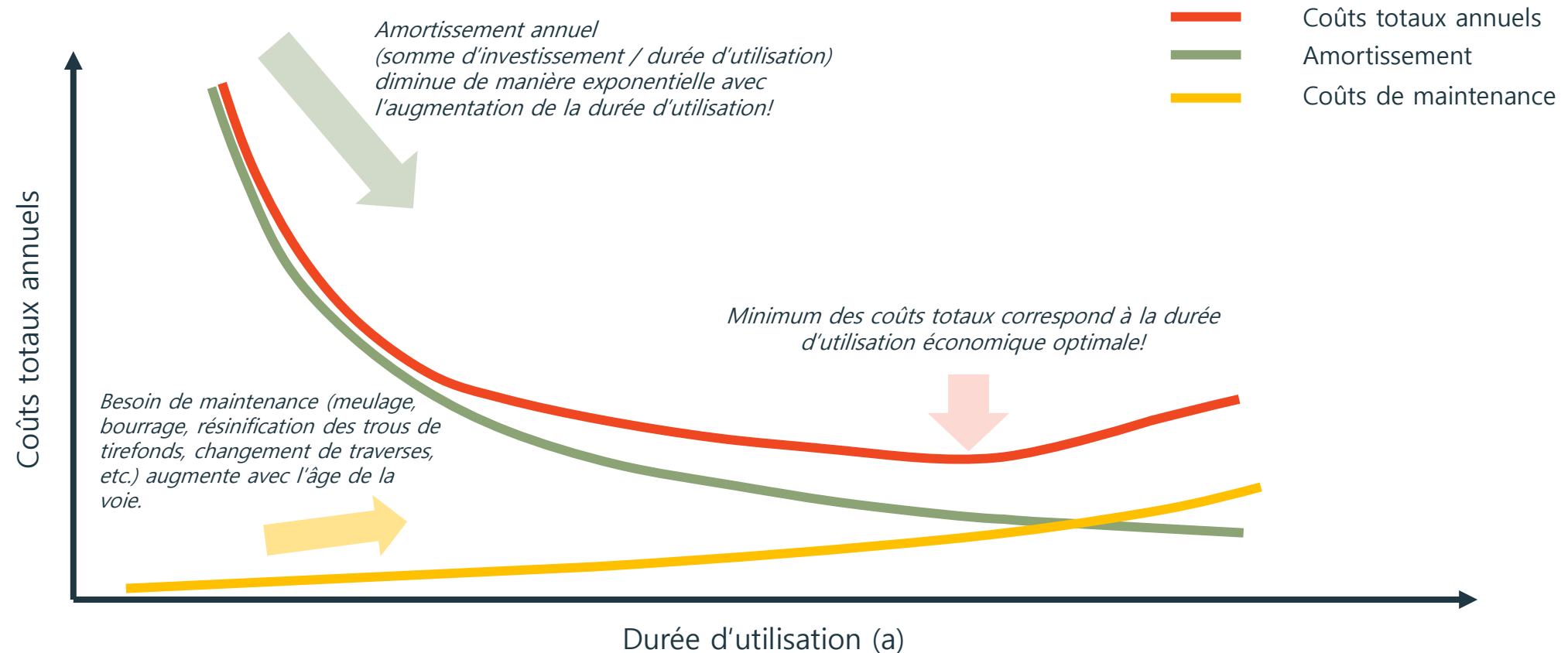
## Gestion globale des installations



# GESTION DES INSTALLATIONS.

## Gestion globale des installations | Planification des renouvellements

Le moment du renouvellement technico-économique est déterminé en calculant l'instant auquel les effets positifs de l'amortissement décroissant sont égaux par les effets négatifs des coûts de maintenance croissants.





# GESTION DES INSTALLATIONS.

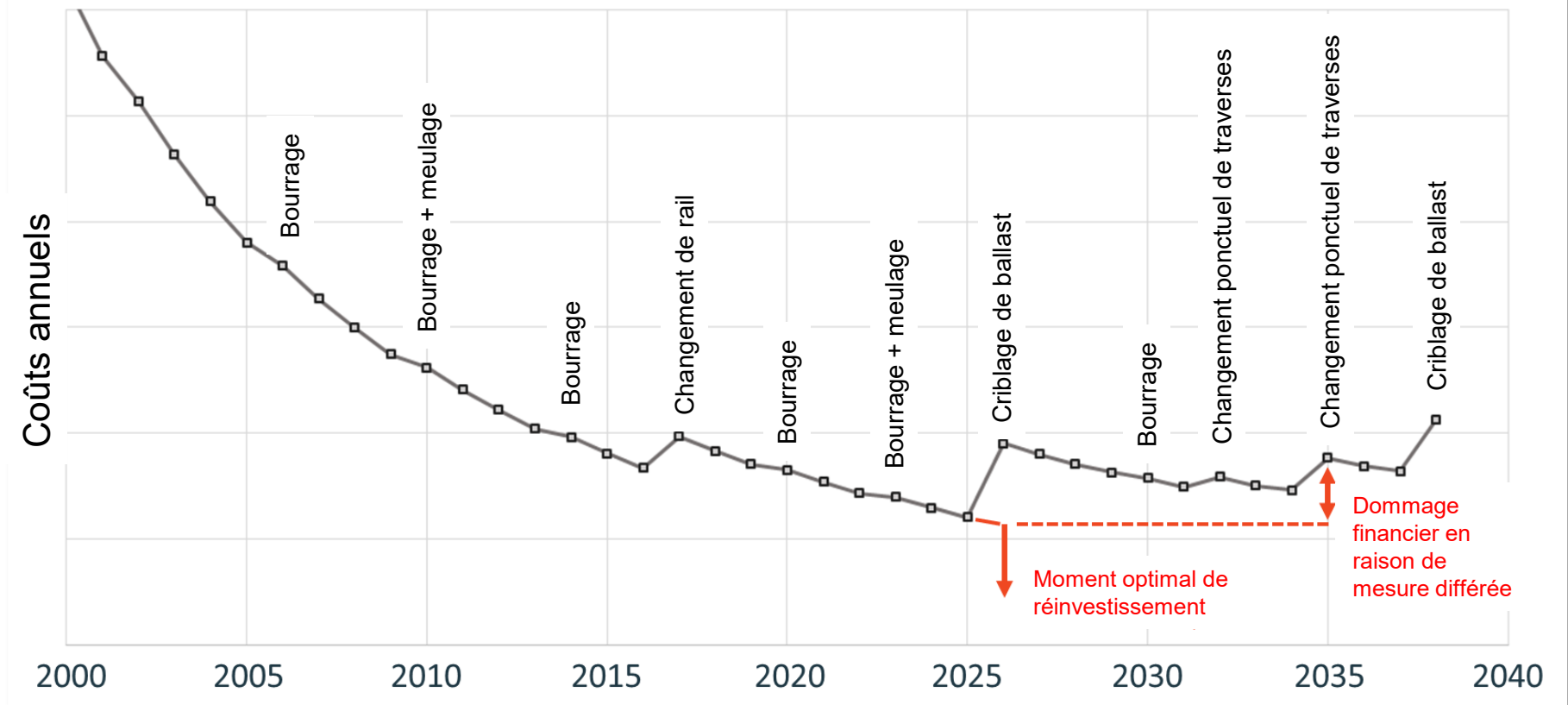
## Gestion globale des installations | Planification des renouvellements

Le moment optimal de réinvestissement se situe dans l'année dans laquelle la mesure de maintenance coûteuse, qui causerait une augmentation des coûts globaux, serait prévue (minimum des coûts globaux + 1 an).

La prévision des activités futures est essentielle pour pouvoir déterminer le moment à l'avance.

À partir de la courbe des coûts totaux annuels calculés, il est aussi possible de déterminer le dommage financier (d'un point de vue LCC) causé par un renouvellement repoussé.

Sur cette base, il est également possible de classer les projets selon leur ordre de priorité.



# GESTION DES INSTALLATIONS.

## Signification de la planification optimisée des renouvellement

La majeure partie du budget est généralement consacrée aux renouvellements de voie. C'est pourquoi il est recommandé de planifier les renouvellements sur la base de données et d'un point de vue technico-économique. L'effet de gestion économique est ici considérable.



Part des renouvellements de voie actuellement accrue en raison du besoin de rattrapage existant dans le maintien de la substance.



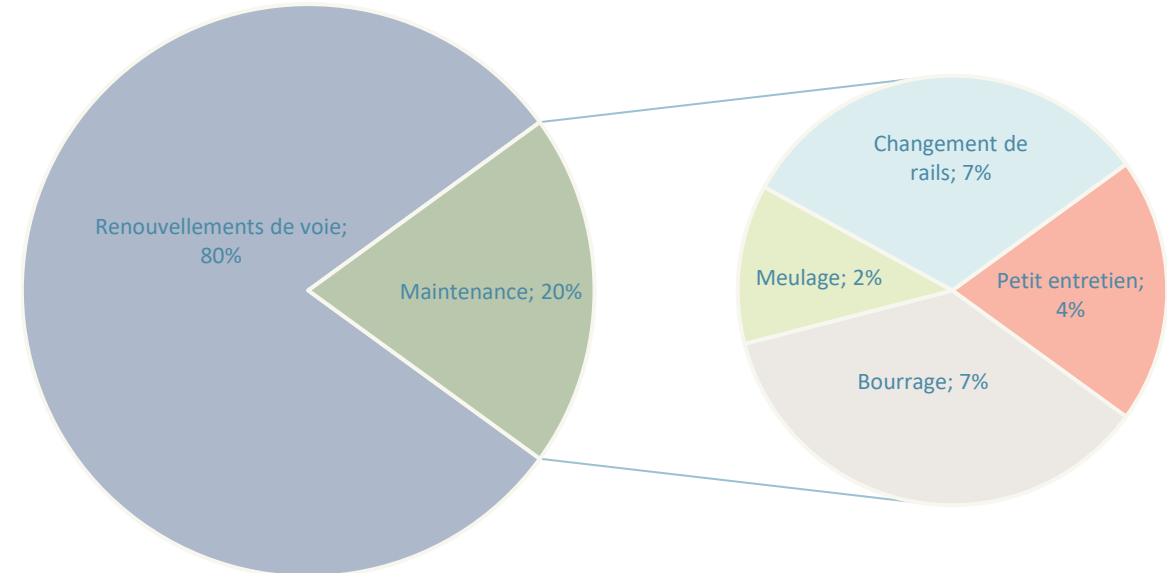
Réduction des coûts par augmentation de la durée de vie et planification conditionnelle des renouvellements



Part du bourrage et du meulage faible. L'influence d'une stratégie de maintenance optimisée sur la rentabilité est cependant considérable (durée d'utilisation augmentée réduit le besoin annuel de renouvellement).

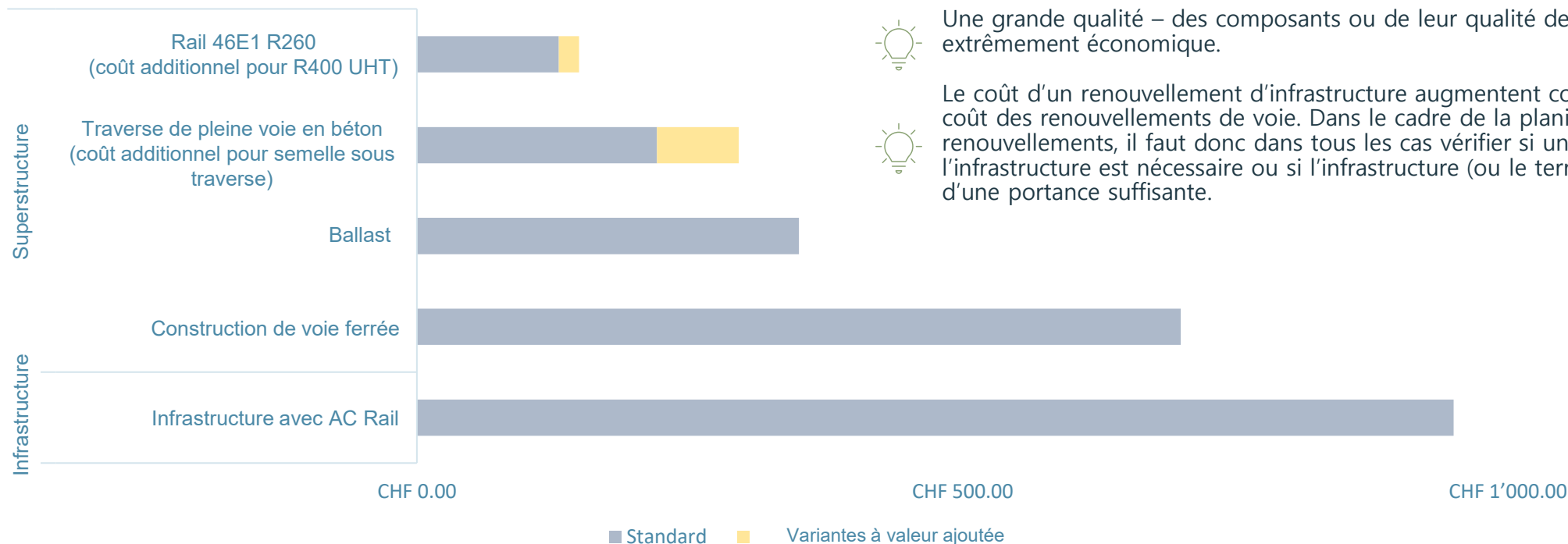


Présuppose une qualité initiale (substance) élevée, couplée à une stratégie de maintenance également basée sur l'état.



# GESTION DES INSTALLATIONS.

## Facteurs de coûts dans le cadre du renouvellement



- Les coûts pour rails et traverses sont comparables chez tous les chemins de fer RAILplus.
- Pour le ballast, des différences de coûts locales s'expliquent par la disponibilité et les coûts de transport.
- Les coûts additionnels (4%) pour des variantes à valeur ajoutée des rails (nuance d'acier plus résistante) et traverses (semelles sous traverse) sont modérés.
- Une grande qualité – des composants ou de leur qualité de finition – est extrêmement économique.
- Le coût d'un renouvellement d'infrastructure augmentent considérablement le coût des renouvellements de voie. Dans le cadre de la planification des renouvellements, il faut donc dans tous les cas vérifier si un renouvellement de l'infrastructure est nécessaire ou si l'infrastructure (ou le terrain naturel) disposent d'une portance suffisante.

# GESTION DES INSTALLATIONS.

## Gestion globale des installations



[ISO 55001-2024 Asset Management]

Une transparence globale de la planification et des coûts permet un échange basé sur des faits avec les investisseurs et l'environnement économique. Sur cette base, des planifications budgétaires à long terme sont possibles.

La réunion de la gestion opérationnelle et stratégique des installations permet une optimisation basée sur le cycle de vie dans l'optique d'une durabilité économique.

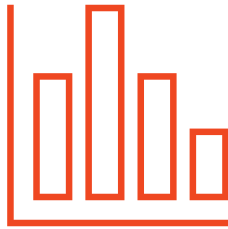
La gestion stratégique des installations permet une planification à long terme ainsi que la formulation de stratégies de renouvellement basées sur les coûts du cycle de vie.

La gestion opérationnelle des installations permet une planification conditionnelle.

Éléments standards: Documentation structurée des „connaissances des actifs”  
Données de mesure de la voie: Savoir sur l'état des installations  
Données d'installations: Savoir spécifique par tronçon sur les composants utilisés, l'âge, le tracé, les charges, etc.

# MATRICE D'IMPACT.

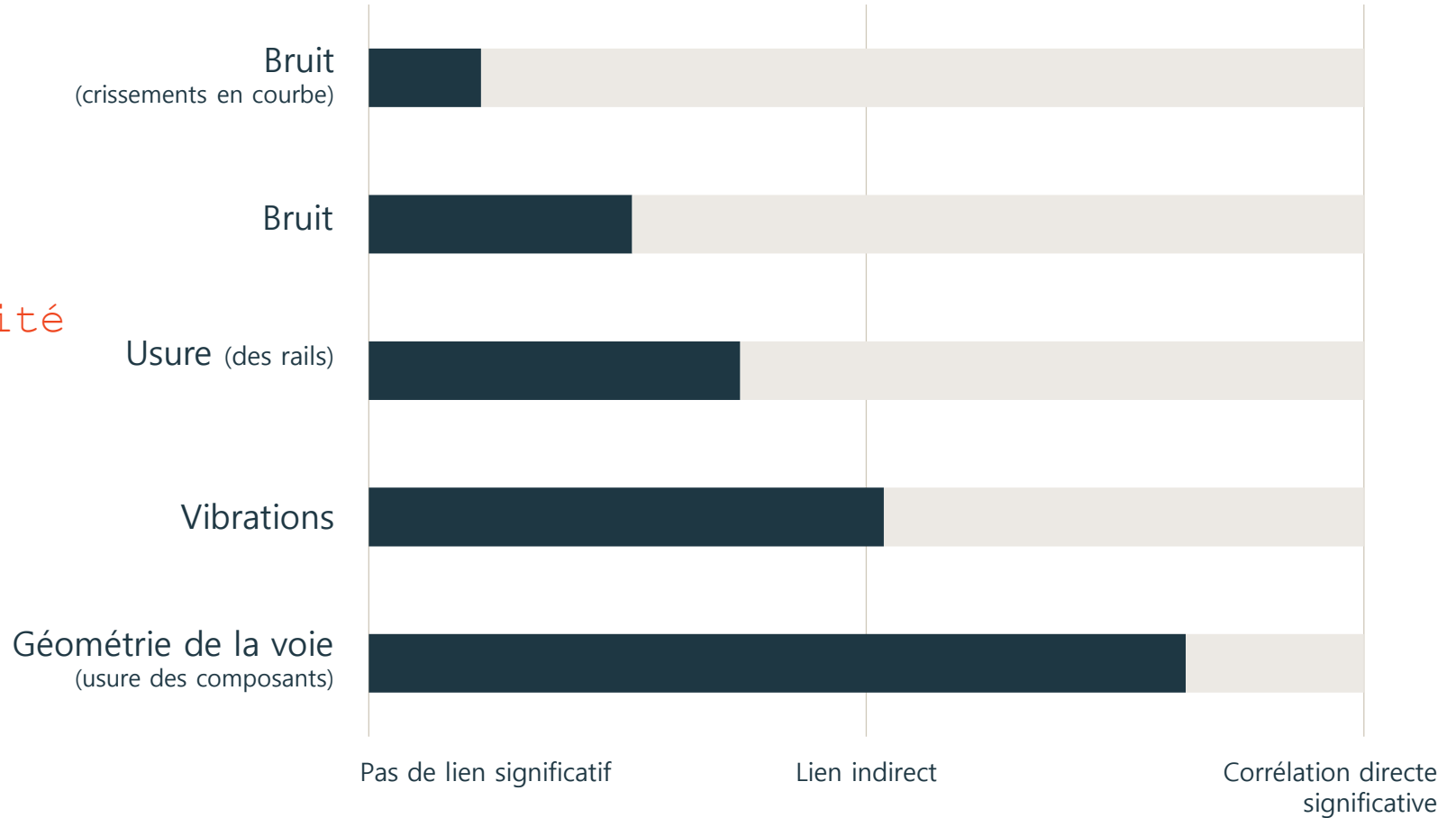
Optimisation par choix des composants



## Matrice de significativité

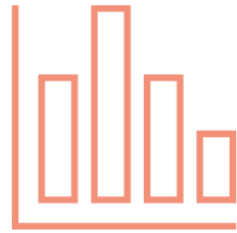
Quel est le degré de corrélation entre les différents composants et les effets étudiés?

En quelle mesure les effets peuvent-ils être influencés par les composants de la voie ferrée?



# MATRICE D'IMPACT.

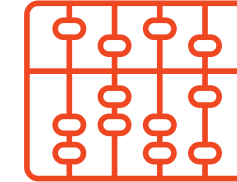
Optimisation par choix des composants



## Matrice de significativité

Quel est le degré de corrélation entre les différents composants et les effets étudiés?

En quelle mesure les effets peuvent-ils être influencés par les composants de la voie ferrée?



## Matrice d'impact

Comment les différentes variations de chaque composant influencent-elles les effets étudiés?

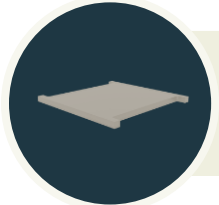
Avec quels composants est-il possible d'optimiser les effets analysés?

# MATRICE D'IMPACT.

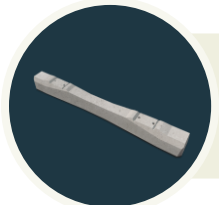
Optimisation par choix des composants



RAIL



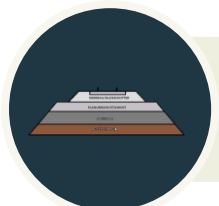
POINT D'APPUI (ZW)



TRAVERSE



BALLAST



INFRASTRUCTURE /  
TERRAIN NATUREL

BRUIT

USURE

VIBRATIONS

GÉOMÉTRIE DE LA VOIE

# MATRICE D'IMPACT.

## Optimisation par choix des composants

Dans le cadre de la matrice d'impact, on élabore sous quelle forme (positive/négative/aucune influence) les différentes variations de composants peuvent influencer les effets.

Il est aussi possible d'en déduire des recommandations pour le choix des composants lors de leur renouvellement ou de leur remplacement.

Légende:

++	Influence très positive
+	Influence positive
?	Pas de conclusion générale possible
X	Pas de lien significatif
B	Cas de base
-	Influence négative
--	Influence très négative

# MATRICE D'IMPACT.



## Optimisation par choix des composants



Formation RAILplus, DB Systemtechnik, 10/2024, Aarau



- Pas d'influence direct de la nuance d'acier sur les crissements en courbe.
  - Un profil de rail uniforme (Recommandation 46E1) agit de manière positive grâce à une meilleure possibilité d'appariement avec le profil de la roue.
- 
- Un profil de rail uniforme (recommandation 46E1) agit de manière positive grâce à une meilleure possibilité d'appariement avec le profil de la roue.
  - En courbe, les nuances d'acier plus résistantes ralentissent la formation d'usures ondulatoires, ce qui mène indirectement à une réduction du bruit.
- 
- Un profil de rail uniforme (recommandation 46E1) agit de manière positive grâce à une meilleure possibilité d'appariement avec le profil de la roue. La poursuite du développement de paires de profils adaptées à l'usure en tenant compte de la mécanique de contact est recommandée. (Analyses en cours)
  - R350HT est recommandé comme standard, R400HT en cas de forte usure en courbe. Les aciers de rail bainitiques ne sont pas recommandés pour la voie métrique.
- 
- Selon l'état actuel des connaissances, il n'existe aucun lien significatif entre profil de rail resp. nuance d'acier et comportement vibratoire.
- 
- En raison de sa plus grande ligne de flexion, le profil 54E2 a un effet positif en termes de transfert de charge. Cependant, dans les petits rayons, les contraintes sont accrues.
  - Il n'existe pas de lien direct entre la nuance d'acier et la géométrie de la voie. De manière indirecte, les nuances d'acier plus résistantes agissent de manière positive en courbe, comme des usures ondulatoires prononcées ont une influence négative sur la géométrie de la voie et les composants de la voie ferrée.

	Profil de rail		Nuance d'acier		
	46E1	54E2	R260	350HT	400HT
<b>Bruit</b> (Crissement en courbe)	+	-	X	X	X
<b>Bruit</b>	+	-	B	+	++
<b>Usure</b> (des rails)	+	-	B	+	++
<b>Vibrations</b>	X	X	X	X	X
<b>Géométrie de la voie</b> (Usure des composants)	B	+	X	X	X

# MATRICE D'IMPACT.



## Optimisation par choix des composants

- L'influence des semelles sous rail sur le crissement en courbe est actuellement étudié par ViF dans le cadre de la modélisation de la voie ferrée. Des résultats sont attendus pour 2025.
- 
- Réduction des vibrations et donc du bruit du contact rail-roue par l'utilisation de semelles sous rail plus rigides.
  - Réduction de la génération du bruit (chant du rail) par l'utilisation de semelles sous rail plus rigides.
  - En courbe, les semelles souples ralentissent la formation d'usures ondulatoires et réduisent donc indirectement le bruit.
  - La question de l'influence réciproque du type de semelle sous traverse et du type de semelle sous rail reste ouverte.
- 
- Les semelles sous rail souples ralentissent de manière significative la formation d'usures ondulatoires grâce au meilleur découplage des vibrations des rails et des roues.
- 
- Les semelles sous rail souples découplent en partie les vibrations des roues et des rails.
- 
- Les semelles sous rail souples réduisent l'usure des traverses. De plus, elles amortissent les charges appliquées, des charges plus faibles sont donc transmises au lit de ballast et à l'infrastructure.
  - En contrepartie, les semelles sous rail souples mènent à une durée de vie réduite des systèmes de fixation, comme il y a plus de déplacements aux points d'appui. Cet effet est particulièrement présent avec le profil de rail 54E2, en raison du rapport largeur/hauteur et de l'orientation des forces résultantes.

	Point d'appui, semelle sous rail		
	Hautement élastique (souple)	Élastique (moyennement rigide)	Rigide
Bruit (Crissement en courbe)	?	?	?
Bruit	-	+	++
Usure (des rails)	++	+	-
Vibrations	++	+	-
Géométrie de la voie (usure des composants)	++	+	+

# MATRICE D'IMPACT.

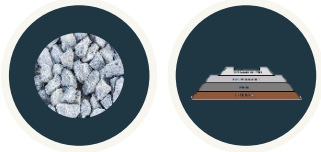


## Optimisation par choix des composants

- Le lien entre différents types de traverses et crissement en courbe est actuellement étudié. Les premiers résultats semblent indiquer que les traverses en acier et les traverses en béton avec semelles sous traverse se comportent mieux en termes de bruit. Dans tous les cas, l'influence du type de traverse devrait être plutôt faible.
- En courbe, les semelles sous traverse réduisent la formation d'usures ondulatoires et donc indirectement le bruit.
- Un lien direct entre type de traverse et génération de bruit (chant du rail) n'a pas encore été étudié de manière définitive.
- Les connaissances récentes semblent indiquer qu'une faible élasticité (p.ex. Traverses béton sans semelles sous traverse) favorise la formation d'usures ondulatoires.
- Les semelles sous traverses empêchent l'apparition de semelles danseuses partielles et favorisent le transfert de charge, ralentissant la formation d'usures ondulatoires.
- Dans l'ensemble, le type de traverses a une influence très faible sur les vibrations.
- Les traverses béton avec semelle sous traverse souple ont un effet positif du point de vue des vibrations.
- Les traverses béton avec semelles sous traverses plastiquement rigides montrent la meilleure stabilité géométrique de la voie. Elles réduisent la destruction du ballast et augmentent la durée de vie de la voie ferrée.
- Dans les faibles rayons, les traverses béton avec semelles sous rail plastiques présentent une meilleure résistance latérale que les traverses sans semelles ou avec une semelle sous traverse élastique.
- L'écartement des rails est plus stable sur traverses béton que sur traverses bois.
- Les traverses Y en acier présentent une grande rigidité latérale, mais rencontrent des problèmes en dévers.

	Type de traverse				
	Bois	Béton sans sem.	Béton sem. souple	Béton sem. rigide	Acier
<b>Bruit</b> (Crissement en courbe)	?	?	?	?	?
<b>Bruit</b>	?	?	?	?	?
<b>Usure</b> (des rails)	+	B	+ / +++?	+	X
<b>Vibrations</b>	+	-	++	X	+
<b>Géométrie de la voie</b> (usure des composants)	-	-	+	++	+

# MATRICE D'IMPACT.



## Optimisation par choix des composants

- Selon l'état actuel des connaissances, il n'existe aucun lien significatif direct entre ballast resp. infrastructure / terrain naturel et crissement en courbe.

---

- Selon l'état actuel des connaissances, il n'existe aucun lien significatif direct entre ballast resp. infrastructure / terrain naturel et génération de bruit

---

- Selon l'état actuel des connaissances, il n'existe aucun lien significatif direct entre ballast resp. infrastructure / terrain naturel et usure des rails.

---

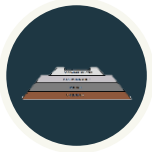
- Si nécessaire (transitions, tunnels, ouvrages d'art spécifiques), les tapis sous ballast agissent de manière positive en termes de vibrations. Un dimensionnement spécifique des tapis sous ballast est alors nécessaire.
- Un terrain naturel avec une portance insuffisante est néfaste en termes de vibrations.

---

- Dans des zones spécifiques, les tapis sous ballast peuvent améliorer le comportement géométrique de la voie et l'usure des composants.
- L'infrastructure est un facteur de coûts significatif en termes de LCC de la voie ferrée. Une mauvaise infrastructure mène à des tassements différentiels ainsi qu'à des remontées de fines dans le lit de ballast. La géométrie de la voie s'en retrouve péjorée et l'usure des composants est significativement augmentée.

	Ballast		Infrastructure / Terrain naturel	
	Lit de ballast	Tapis sous ballast	Bon	Mauvais
<b>Bruit</b> (Crissement en courbe)	X	X	X	X
<b>Bruit</b>	X	X	X	X
<b>Usure</b> (des rails)	X	X	X	X
<b>Vibrations</b>	B	++	+	-
<b>Géométrie de la voie</b> (usure des composants)	B	+	++	--

# MESURES INFRASTRUCTURE RhB.



Mesures ME par moyens ferroviaires – Gilbert Zimmermann



# MATRICE D'IMPACT.

## Optimisation par choix des composants | Recommandations



Profil de rail uniforme (46E1) recommandé afin de pouvoir apparier au mieux les profils de rails et de roue!

La nuance d'acier R350HT est recommandée. Si le réseau présente de longs tronçons rectilignes ( $R > 600$  m), la nuance R260 peut y être raisonnable. Dans les petits rayons ( $R < 300$  m; à préciser en détail), la nuance R400HT est recommandée.

L'inclinaison du rail (1:20, 1:40) joue un rôle secondaire en termes de géométrie de contact en cas de profils d'usure optimisés.

Les semelles sous rail souples sont favorables en termes de formation d'usures ondulatoires et de transfert de charge – utilisation dans les courbes.



Les semelles sous rails plus rigides réduisent la génération de bruit (chant du rail).

Possible développement à moyen terme : Semelles sous rail avec amortissement élevé, qui permettent un transfert de charge optimisé avec des faibles émissions de bruit



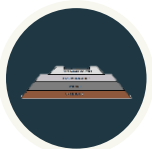
Les traverses béton avec semelles sous traverse sont conseillées comme standard – elles améliorent la géométrie de la voie à long terme et prolongent ainsi sa durée d'utilisation. De plus, elles réduisent la formation d'usures ondulatoires.

En cas de faibles charges et de trop faible épaisseur du lit de ballast, des traverses en acier (traverses synthétiques à l'avenir?) peuvent être une alternative.



Avec des semelles sous traverse à comportement plastique, la pression de contact entre traverse et ballast peut être significativement réduite.

L'utilisation de tapis sous ballast est judicieuse dans des circonstances particulières (tunnels, sauts de rigidité, etc.).



Dans le cadre d'un renouvellement, il faut dans tous les cas vérifier si une amélioration de l'infrastructure est nécessaire.

Si le terrain présente une portance suffisante (cf. DE-OCF ad art. 25, DE 25, chiff. 4.2.4), un renouvellement de l'infrastructure n'est pas rentable.

L'utilisation de PSS ou d'AC Rail est aussi influencé par les conditions organisationnelles (interruption totale/renouvellement mécanique).

# MATRICE D'IMPACT.

## Optimisation par choix des composants | Recommandations



Le meulage en alignement est recommandé, comme il réduit les stimulations par des irrégularités sur la surface du rail et qu'il permet durablement une bonne géométrie de la voie. Aussi pour obtenir un profil conforme pour profil de roue optimisé en termes d'usure.

Une planification optimisée de la maintenance sur base de données de mesure est essentielle afin de prolonger la durée d'utilisation, comme la réalisation de mesures de maintenance au bon moment permet d'éviter des effets au long terme sur l'état des composants.



Les profils d'usure doivent être pris en compte pour les nuances d'acier résistantes: En cas d'usures ondulatoires, uniquement traiter le rail en intérieur de courbe – avant que l'usure n'apparaisse sur le rail extérieur.

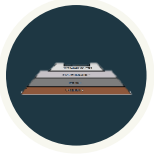
Une planification optimisée et basée sur des données du traitement des rails permet l'élimination des défauts de surface des rails (p.ex. usures ondulatoires) avant qu'elles n'usent les semelles sous rail, les traverses et le ballast. Ainsi, un traitement ciblé des surfaces de rail permet d'éviter une réduction significative de la durée d'utilisation de la voie ferrée.



Une usure considérable des semelles sous rail peut être observée ponctuellement, en particulier en courbe. Celle-ci peut être détectée et identifiée à l'aide des mesures d'écartement et/ou d'inclinaison des rails du wagon de mesure. Ensuite, des mesures correspondantes peuvent être planifiées afin d'éviter une sollicitation excessive du système.



La capacité d'évacuation des eaux de la voie ferrée devrait être assurée à tout moment. Des problèmes structurels dans le lit de ballast et l'infrastructure peuvent être détectés grâce à différents procédés automatisés (Analyse de géométrie de la voie spécifique, géoradar, wagon de mesures d'affaissement). Si ces défauts structurels sont détectés tardivement, il est souvent trop tard pour des mesures de maintenance et un renouvellement (partiel) doit être effectué.



# RÉSUMÉ.



La voie ferrée et le matériel roulant doivent être optimalement adaptés l'un à l'autre, y compris profil de rail, dureté et inclinaison.



La conception de la superstructure doit être choisie soigneusement en fonction des exigences et conditions cadre spécifiques.



L'objectif principal doit être l'augmentation de la rentabilité par la prolongation de la durée d'utilisation.



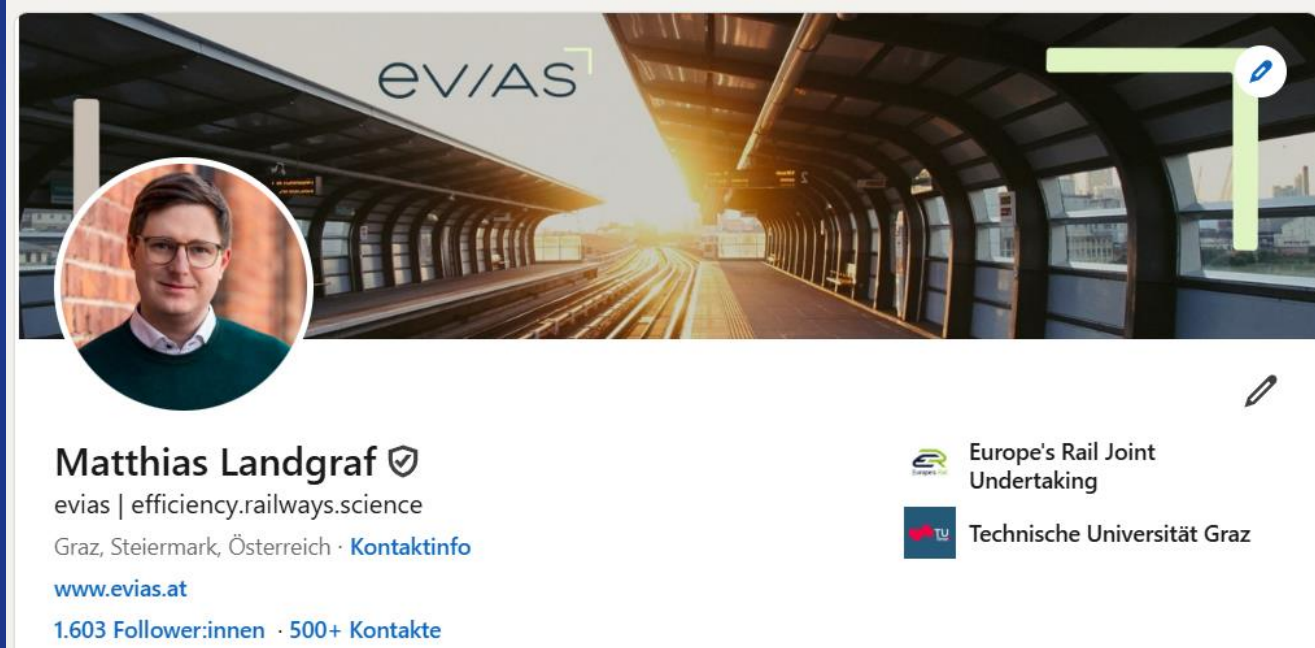
Pour une planification efficace de la maintenance, il est essentiel de saisir et de documenter précisément les données de maintenance et de défauts.




Le relevé de l'état de la voie ferrée est réalisé à l'aide de wagons de mesure dont l'évaluation des mesures apporte des informations précieuses.

# QUESTIONNEMENTS FUTURS.



- ① Délimitation finale de l'utilisation des différents composants (p.ex. aciers à haute résistance)  
– *Modélisation de la voie ferrée vif*
- ① Utilisation de composants de voie pour la réduction des contraintes sur la couche de base/plateforme  
– *Modélisation du terrain naturel BG Dresde* **2025**
- ① Réduction et uniformisation de la respiration latérale par l'utilisation de traverses avec semelles sous traverses  
(analyse des champs d'application)
- ① Comportement et champs d'application de traverses synthétiques et de semelles sous rail hybrides. **Moyen terme**
- ① Gestion des installations: Gestion des données, évaluation, analyse, détermination de mesures
- ① Évaluation automatisée et basée sur des données de l'état de l'infrastructure et du ballast (détermination de mesures de renouvellement).
- ① Les seuils d'intervention des données du wagon de mesure doivent être vérifiés/validés pour la voie métrique.
- ① Procédé pour la réutilisation du ballast doit être défini.
- ① Réalisation en cas de sauts de rigidité: Ponts, traverses, infrastructure, ...
- ① Considération en détail, analyse de données de mesures et recommandations en lien avec les appareils de voie. **Long terme**



evias



**Matthias Landgraf** ✓  
evias | efficiency.railways.science  
Graz, Steiermark, Österreich · [Kontaktinfo](#)  
[www.evias.at](http://www.evias.at)  
1.603 Follower:innen · 500+ Kontakte

 Europe's Rail Joint Undertaking  
 Technische Universität Graz

matthias.landgraf@evias.at  
CEO  
evias rail  
www.evias.at



# Types de voies ferrées: Recommandations pour la voie métrique

Matthias Landgraf

Formation RAILplus P4

03./04. avril

Fribourg, CH

