



Systèmes innovants de surveillance de l'état du patrimoine routier, favorisant la prise de décision en matière de gestion des infrastructures

Apprentissages récents, au travers du projet « INFRACOMS ».

1. Contexte : le programme Construction du Futur

L'ambition de [Construction du Futur](#), programme structurant faisant partie de la stratégie [Digital Wallonia](#), est d'aider le secteur de la construction à relever les défis liés à l'emploi, l'économie et l'environnement en agissant sur divers leviers :

- Relever le niveau de maturité numérique globale du secteur;
- Favoriser la diffusion de technologies numériques avancées;
- Développer un réseau «d'ambassadeurs» au travers de professionnels de la construction présentant de bonnes pratiques numériques;
- Coordonner les actions des différents acteurs en matière de transformation numérique du secteur.

Partenaire de ce projet, le Centre de recherches routières (CRR) conduit plusieurs actions, parmi lesquelles : l'organisation de séminaires et la publication d'articles pertinents afin de sensibiliser et informer les acteurs du secteur de la construction routière, leur permettant de surmonter les freins et obstacles et tirer avantage de la numérisation.

Le présent article s'inscrit dans cet objectif de sensibilisation et d'information. Il a également pour intention de contribuer à un autre objectif stratégique qui vise à « Accroître la visibilité et la valorisation de la donnée publique pour rendre le bâti urbain et routier smart, digitaliser les processus associés aux projets de construction et favoriser l'adoption du BIM (Building Information Management) ».

L'article s'appuie principalement sur certains résultats du [projet INFRACOMS](#) « Innovative & Future-proof Road Asset Condition Monitoring Systems », réalisé dans le cadre d'un programme de recherche transnational financé par la Conférence Européenne des Directeurs des Routes.

2. Défis à relever

Le projet INFRACOMS a été élaboré dans l'objectif de renforcer les capacités des autorités routières nationales (NRAs) en matière de surveillance à distance de l'état des actifs. L'initiative visait à leur fournir des outils avancés pour identifier, évaluer et mettre en œuvre des technologies innovantes, en particulier dans la collecte de données, l'analyse, la visualisation et la prise de décision pour les actifs routiers tels que les chaussées et les ponts (Figure 1).

Le projet s'est attaché à combler les lacunes actuelles dans la gestion des actifs des autorités routières, en mettant l'accent sur la nécessité d'améliorer la collecte des données et le suivi. Des consultations ont mis en évidence des défis liés à l'insuffisance de données et des méthodes obsolètes. Les technologies émergentes, notamment la captation de données à distance, l'Internet des Objets (IoT) et le traitement avancé des données, ont été examinées pour résoudre ces problèmes.

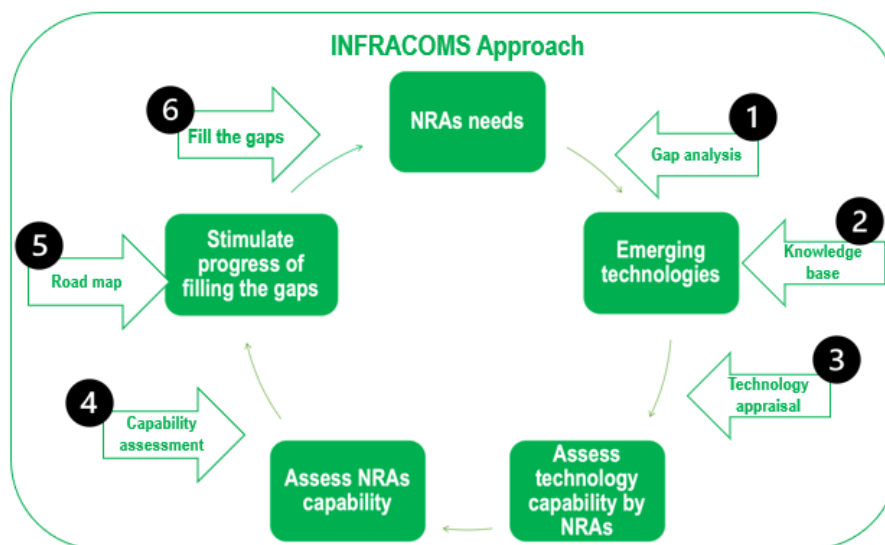


Figure 1 : Illustration de l'approche du projet INFRACOMS

INFRACOMS a également abordé l'intégration des nouvelles technologies dans les systèmes existants, en proposant des stratégies et des feuilles de route pour une adoption en douceur. Le projet a souligné l'importance des solutions de gestion numérique du patrimoine, comme le BIM (Building Information Management), les jumeaux numériques et l'intelligence artificielle (IA), pour améliorer l'efficacité de la gestion du patrimoine routier et des ponts.



Le projet a fourni une base de données et une boîte à outils pour l'évaluation des technologies, offrant aux autorités routières une ressource pour les technologies de surveillance à distance, et une boîte à outils pour évaluer l'adéquation de ces technologies à leurs besoins.

Technologies émergentes

Cette section explore l'intégration des technologies de pointe dans la gestion du patrimoine routier, en améliorant la prise de décision grâce à la collecte de données précises en temps réel. Ces technologies modernisent les méthodes traditionnelles et permettent d'améliorer le suivi et l'entretien des infrastructures.

Elles sont regroupées en quatre catégories :

1. **Téledétection** : Drones (équipés de capteurs tels que LiDAR et RaDAR, ils capturent des données détaillées sur le patrimoine routier), LiDAR (création de modèles 3D pour l'identification précise du patrimoine et la détection des défauts), RaDAR (détection des infrastructures enterrées et gestion de scénarios de trafic complexes), satellites (surveillance à grande échelle et imagerie aérienne pour la classification du patrimoine).
2. **Internet des Objets (IoT)** : voitures intelligentes (transmission de données en direct sur l'état des chaussées) et capteurs intelligents (intégrés dans l'infrastructure, ces capteurs fournissent des données en continu pour une surveillance en temps réel).
3. **« Crowd Sourcing »** : Inventaires soumis par les utilisateurs (des plateformes telles que « Fix My Street » permettent aux utilisateurs de signaler des problèmes), applications pour smartphones (collecte de données sur le trafic, la vitesse des véhicules et l'état des routes auprès des utilisateurs).
4. **Traitement et visualisation avancés des données** : Apprentissage automatique (« Machine Learning » : automatisation de la classification des actifs et de la détection des défauts) et jumeaux numériques (modèles virtuels combinant diverses données pour la maintenance prédictive).

La Figure 2 montre un exemple de technologie de cartographie mobile (« Mobile Mapping »). Des informations plus détaillées sur les technologies abordées sont disponibles dans le document [D1.1](#) du projet.

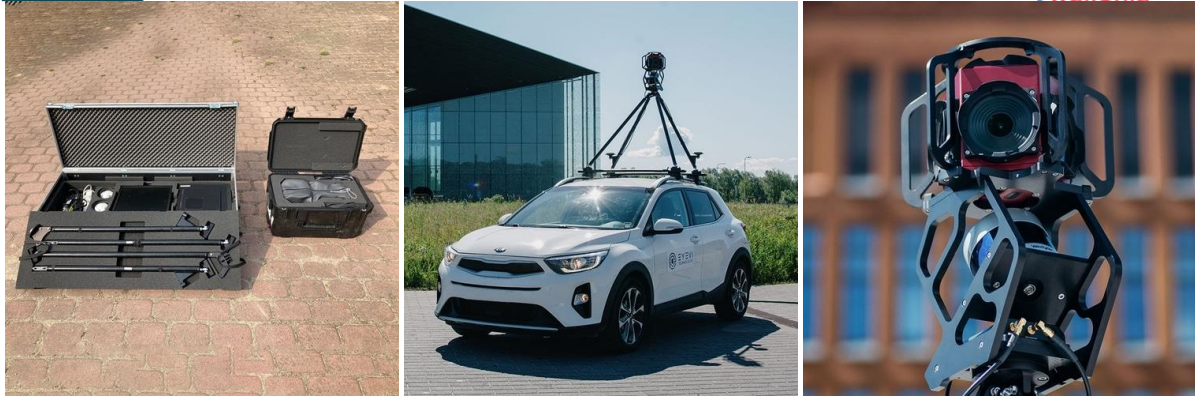


Figure 2 : Équipement monté sur le véhicule, y compris une caméra panoramique à 360°, un scanner LIDAR et un capteur de système de navigation (matériel et capteurs de la société EyeVi)

Évaluation des technologies

La **méthodologie d'évaluation** se compose d'éléments essentiels et de mécanismes de filtrage, autour de trois processus principaux : la pré-évaluation, l'évaluation et l'étude de cas, chacun étant de plus en plus détaillé et appliqué spécifiquement au niveau du cas d'utilisation de la technologie.

La phase de pré-évaluation consiste en une évaluation rapide (2 à 3 heures) et de haut niveau de l'impact potentiel de la technologie, en se concentrant sur les principaux indicateurs de performance. L'étape d'évaluation suit avec une analyse plus détaillée sur 2 à 3 jours, évaluant l'état de préparation et l'applicabilité de la technologie grâce à des contributions d'experts. Enfin, l'étape de l'étude de cas permet d'explorer en profondeur la mise en œuvre de la technologie, ce qui nécessite une collaboration entre le fournisseur de la technologie et l'autorité routière, qui peut prendre plusieurs semaines en fonction de la complexité.

Les documents [D2.1](#) et [D2.2](#) contiennent des informations plus détaillées concernant la méthodologie d'évaluation. Le projet INFRACOMS a également proposé un **cadre d'évaluation technique d'une technologie** comprenant les quatre éléments clés suivants : potentiel d'amélioration de la prise de décision, facilité d'analyse des données, facilité de visualisation des données et facilité d'intégration des données (Figure 3). Des informations plus détaillées concernant ces quatre composantes clés sont disponibles dans les documents [D3.1](#) et [D3.2](#).

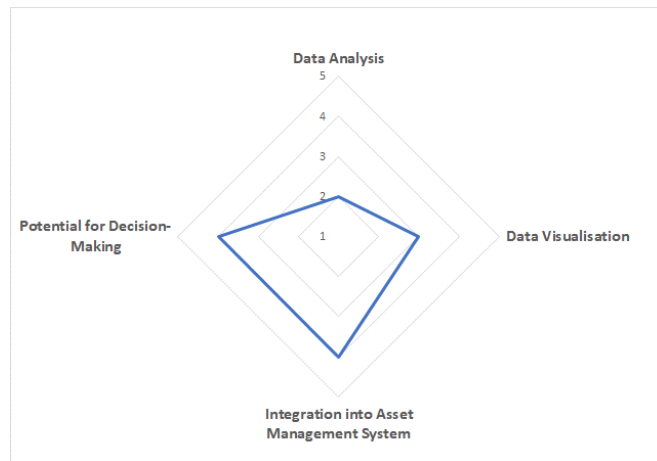


Figure 3 : Exemple de notation technique d'un cas d'utilisation d'une technologie lors de l'évaluation

Feuille de route organisationnelle et technologique

Après avoir développé des outils d'évaluation des technologies, le projet s'est concentré sur la création de feuilles de route organisationnelles et de plans de mise en œuvre technologique.

Une approche structurée a été introduite pour élaborer des **feuilles de route organisationnelles**, en commençant par une méthodologie d'auto-évaluation qui permet aux autorités routières d'évaluer leurs capacités actuelles et leur degré de préparation à l'innovation. Cette évaluation couvre quatre domaines essentiels : la stratégie, la planification, le développement et la mise en œuvre. En analysant ces segments, les autorités peuvent identifier leurs points forts et les domaines à améliorer en ce qui concerne les pratiques de gestion de l'innovation (Figure 4).

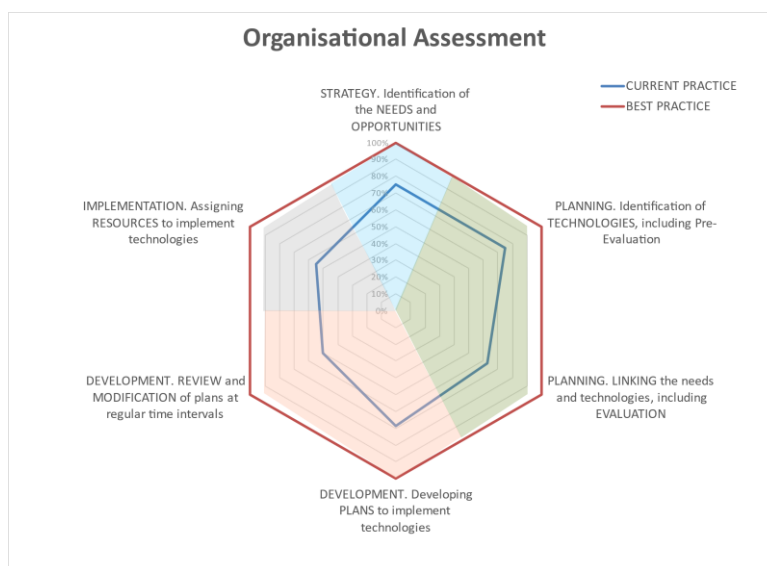


Figure 4: Diagramme radar de l'outil d'évaluation organisationnelle

L'élaboration de **plans de mise en œuvre technologique** est un autre point central. Ces plans sont adaptés aux besoins spécifiques de l'intégration des technologies sélectionnées dans les cadres de gestion des actifs existants. Le cadre global développé pour ces plans aborde plusieurs éléments critiques, notamment la gestion des risques, l'analyse coûts-avantages, les questions juridiques et réglementaires, l'alignement sur les politiques et les normes, la sécurité, l'impact environnemental, les stratégies de passation de marchés, la capacité organisationnelle, l'intégration numérique et la mise à l'échelle opérationnelle (Figure 5).

Des informations plus détaillées concernant l'outil d'auto-évaluation et la feuille de route organisationnelle et technologique sont disponibles dans les documents [D5.1](#) et [D5.2/D5.3](#).

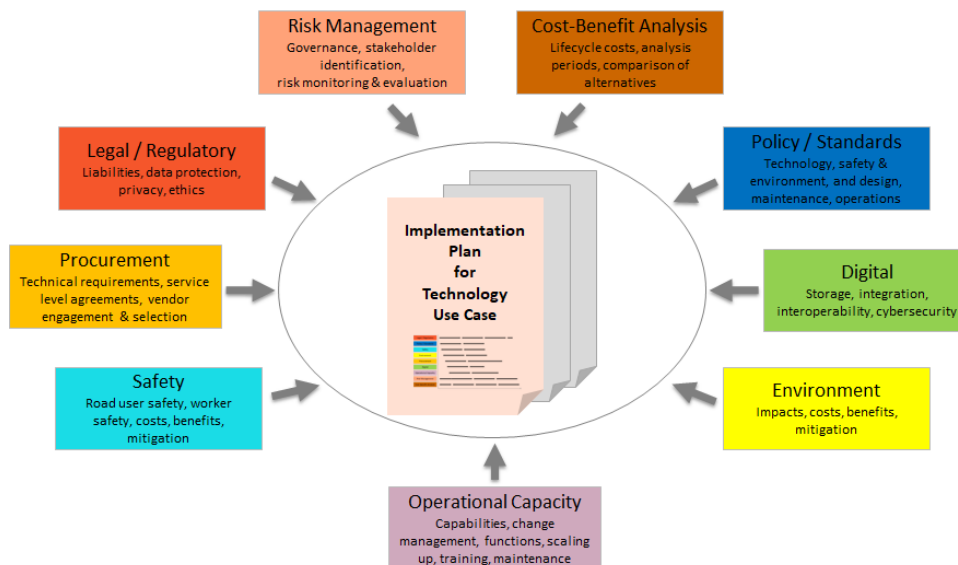


Figure 5: Cadre pour la création d'un plan de mise en œuvre pour un cas d'utilisation technologique

3. Etudes de cas

Un [catalogue des études de cas](#) met en évidence l'application pratique des technologies émergentes dans la gestion du patrimoine routier à travers divers réseaux routiers nationaux, en se concentrant sur la sécurité, la fiabilité et la disponibilité. Les études de cas comprennent :

1. **Plateforme EyeVi** (Figure 2) à Oslo (NO) : intégration d'équipements embarqués pour l'analyse de l'état des routes.
2. **Spectroscopie aérienne par satellite** sur l'autoroute M25 (UK) : surveillance des mouvements de terrain à l'aide de la [technologie InSAR](#).



3. **Plate-forme d'inspection virtuelle pour les ponts** à Farø (DK) : utilisation des drones pour des inspections virtuelles.
4. **Émission acoustique sans fil** aux Pays-Bas : surveillance des défauts internes des ponts au moyen de signaux acoustiques.
5. **Pesage dynamique des véhicules, à partir des ponts** en Slovénie : surveillance des charges de trafic et des réactions du pont.

4. Conclusions

En diffusant des résultats pertinents et en facilitant la compréhension entre les parties prenantes du secteur de la construction routière, cet article vise à atténuer les défis et à maximiser les avantages de la transformation numérique.

Les idées présentées sont principalement issues du projet INFRACOMS, « Innovative & Future-proof Road Asset Condition Monitoring Systems », mené dans le cadre d'un appel à projets de la Conférence Européenne des Directeurs de Route. Ce projet a permis de développer une compréhension globale et des capacités parmi les autorités routières en ce qui concerne les technologies innovantes de surveillance à distance et de collecte de données

Le projet s'est attaché à **combler les lacunes existantes dans les méthodes traditionnelles utilisées par les autorités nationales pour surveiller le patrimoine routier**. Ces méthodes conventionnelles sont souvent loin d'offrir la précision, l'efficacité et les capacités à délivrer des données en temps réel, nécessaires à une gestion moderne des infrastructures. **En considérant des technologies de télédétection avancées, l'Internet des Objets, le crowdsourcing et des outils sophistiqués de traitement des données, il est non seulement possible de moderniser les approches existantes, mais aussi d'améliorer la précision du suivi et de l'entretien des infrastructures routières.**

Les études de cas présentées illustrent l'application pratique et les avantages de ces technologies sur divers réseaux routiers nationaux, mettant en évidence des améliorations significatives dans la gestion du patrimoine et l'efficacité opérationnelle.

En conclusion, **la mise en œuvre réussie et les résultats du projet INFRACOMS représentent une avancée significative dans la numérisation de la gestion du patrimoine routier**. Cette initiative ne soutient pas seulement les objectifs stratégiques du projet « Construction du Futur », mais crée également un précédent pour les efforts futurs dans le secteur, en encourageant l'innovation et l'amélioration continue dans la gestion de l'infrastructure routière.