

L'exploitation
et la maintenance
des infrastructures

PROJET DE RECHERCHE ANDROMEDE

Auscultation, Normalisation, Digitalisation des Réseaux d'infrastructures,
interOpérabilité pour une Maintenance Efficiente et DEcarbonée



Présentation du futur Projet National et échanges avec les Maîtres d'Ouvrages

Webinaire

12 septembre 2025, 10h30 - 12h

Nous souhaitons mieux **identifier vos besoins, difficultés et attentes** afin de développer des outils et méthodes adaptés à vos réalités de terrain.

Merci de compléter le questionnaire suivant:



https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScTcrMT2U3cR-zvkYs71LuKdE-CoBSnT79kX1aQkKJna1z_HQ/viewform



1. Présentation générale du projet :

- Contexte, objectifs, périmètre, retombées attendues
- Dispositif Projet National

2. Retour sur l'atelier collaboratif du 16/06 :

Trois tables rondes autour de 3 thèmes : Diagnostic, Digitalisation, Décarbonation
Echanges avec les MOA

3. Retroplanning



L'exploitation
et la maintenance
des infrastructures

PROJET DE RECHERCHE ANDROMEDE

Auscultation, Normalisation, Digitalisation des Réseaux d'infrastructures,
interOpérabilité pour une Maintenance Efficiente et DEcarbonée



Les grandes lignes du projet

Fabien Menant (Université Gustave Eiffel)

👉 **Proposer / tester / encadrer / valider / standardiser des solutions qui vont permettre d'améliorer la maintenance et le niveau de service de plusieurs types d'infrastructures tout en réduisant les impacts environnementaux**



Diagnostiquer

- ▶ Des diagnostics plus fins, plus fiables, plus fréquents grâce à une nouvelle génération d'outils d'auscultation
- ▶ Des méthodes de mesure et d'analyse harmonisées (indicateurs généralisés)



Digitaliser

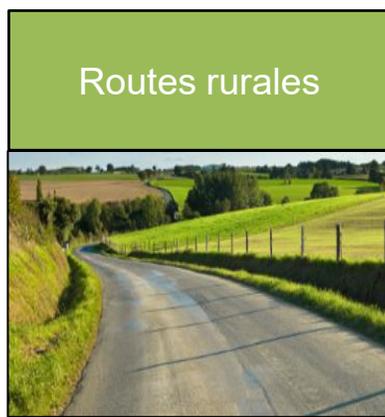
- ▶ Des ensembles de données plus accessibles, sécurisés, de meilleure qualité et structurés (interopérabilité, productivité)
- ▶ Des représentations de l'infra mieux contextualisées et plus immersives



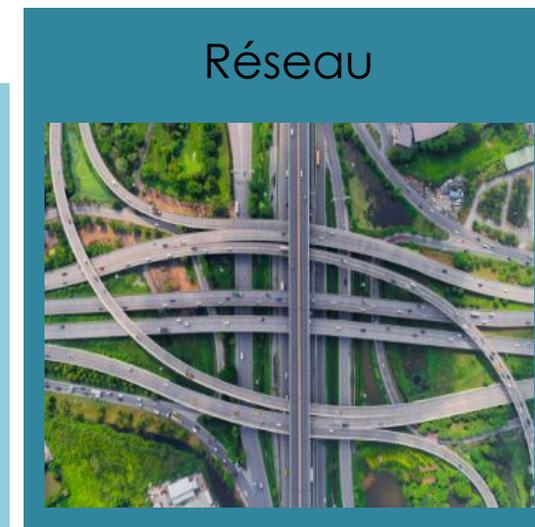
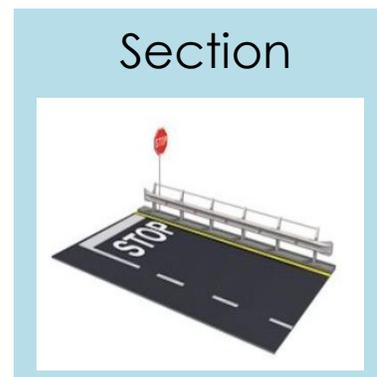
Décarboner

- ▶ Des mesures fiables sur les coûts carbone liés à l'entretien
- ▶ Une analyse performantielle basée sur différentes stratégies d'entretien (curatif / préventif / prédictif)

- ▶ Des référentiels communs (doctrine technique, cahier des charges « type »)
- ▶ Un accompagnement des acteurs (acculturation technologique, diffusion des connaissances, formation)



- ▶ Chaussées + accotements
- ▶ Signalisation, équipements
- ▶ Dispositifs de drainage
- ▶ Réseaux enterrés



Instruments / systèmes de mesure

- Appareils dédiés (Tigre 3D, Georadar 3D, LCMS, Rugos)
- Véhicules connectés / Instrumentations simplifiées
- Lidar / app. mobile mapping
- Capteurs enfouis
- IoT / réseaux de capteurs
- Drone

Techniques d'exploitation de données

- IA
- Fusion de données
- Techniques liées au Big Data

Outils de représentation spatiale

- SIG
- Jumeaux numériques
- Réalité augmentée

Logiciels métiers / aide décision

- Systèmes gestion
- Eco-comparateurs

- ▶ **Des évaluations objectives et fiables** du patrimoine d'infrastructures **à coût adapté** selon les types de réseaux
 - référentiels techniques robustes et partagés pour une meilleure lecture par les maitres d'ouvrage
 - optimisation de l'utilisation des budgets consacrés à l'entretien des infrastructures routières
 - meilleur service à l'usager (sécurité, confort)
 - mieux connaître ses infrastructures pour mieux accueillir les nouvelles mobilités

- ▶ **Atteindre les engagements de décarbonation** de la filière infrastructures (horizon 2030)* en optimisant :
 - l'entretien des chaussées
 - l'utilisation des budgets
 - le potentiel de décarbonation

- ▶ Poser les bases d'un **accompagnement de la profession à travers la « révolution digitale »** et démontrer en quoi elle peut soutenir la gestion / l'exploitation des infrastructures.



- ▶ Recenser et analyser les attentes / les besoins de la profession (et en particulier vis-à-vis des MOA)
- ▶ Travaux en ateliers pour orienter et alimenter le projet (cf. restitution dans quelques minutes)
- ▶ Projet qui se développe et se structure selon le cadre « PN »



L'exploitation
et la maintenance
des infrastructures

PROJET DE RECHERCHE **ANDROMEDE**

Auscultation, **N**ormalisation, **D**igitalisation des **R**éseaux d'infrastructures,
inter**O**perabilité pour une **M**aintenance **E**fficiente et **D**Ecarbonée



Dispositif Projet National

Camilo DURAN
IREX



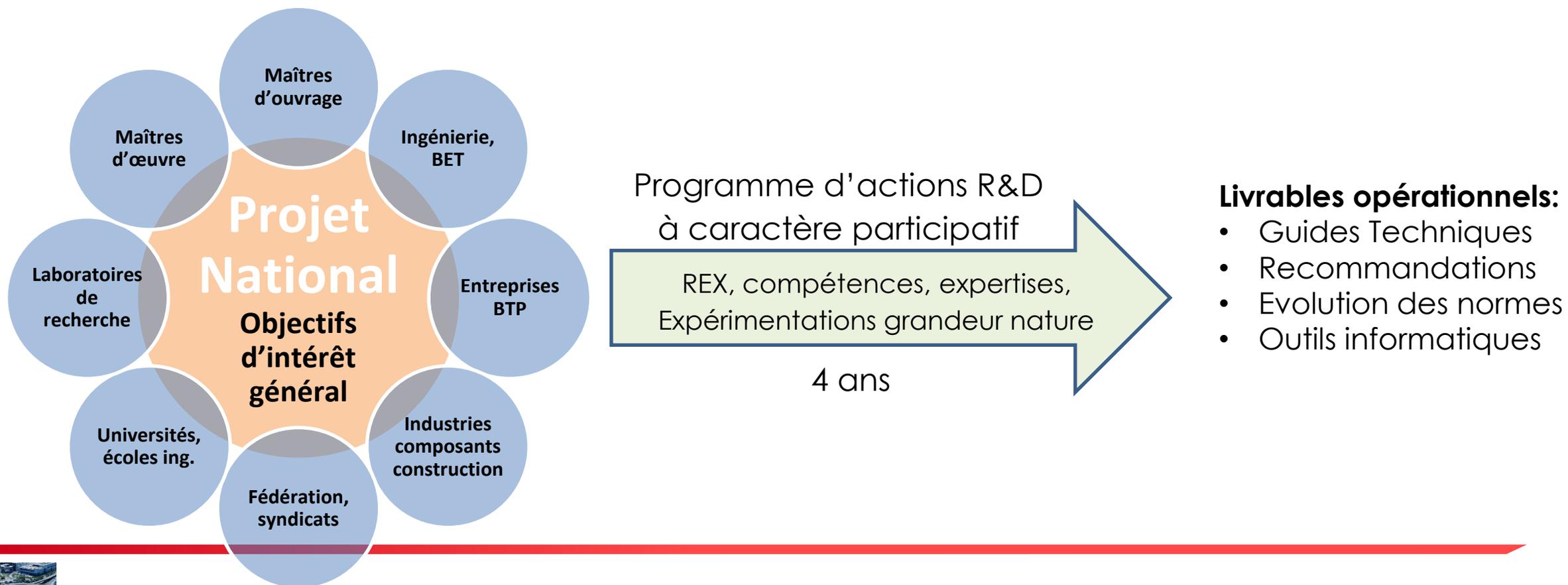
*Liberté
Égalité
Fraternité*



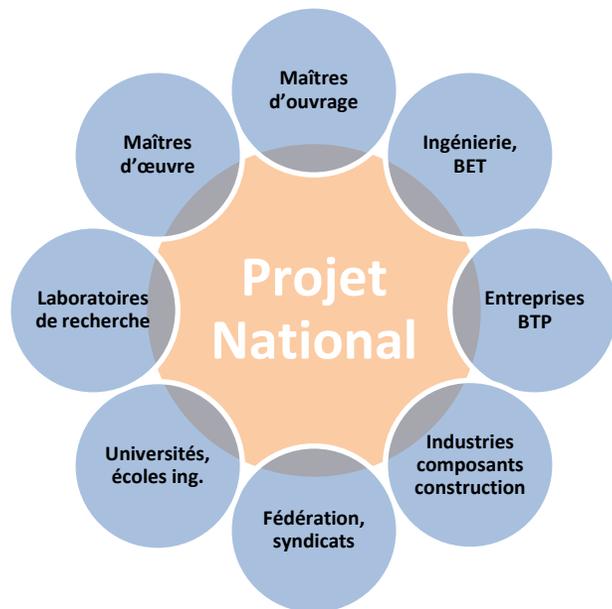
Qu'est-ce qu'un **Projet National**?

Projet collaboratif de **recherche appliquée** dans le domaine du génie civil

Engagement volontaire des différents acteurs (recherche, conception, construction, gestion):



Projets Nationaux



Partenariat :
30 à 60 partenaires

Durée :
4 ans

Budget global :
3 à 6 M€HT

Ressources :
Apports en nature (environ 70%)
Cotisations annuelles des partenaires
Subventions (CGDD, FEREC, ANR, i-Demo, Region, Europe, ...)



Financement des actions par le PN :
30% du budget total



Procédure de labellisation

Présentation devant le **CODOR RAGC**
(Comité D'Orientation de la Recherche
Appliquée en Génie Civil), créé au sein
du CGDD.

Excellence scientifique,
méthodologique,
positionnement
stratégique

Label « Projet National » en GC

Label du ministère MTEs

ANDROMEDE
Automne 2025

1. Etude d'opportunité

Contexte
Enjeux, pertinence
Esquisse état de l'art
Axes de recherche
Partenariats potentiels

2. Etude de faisabilité

Etat de l'art élargi
Verrous scientifiques et
techniques à lever
Programme de recherche et
d'expérimentation
Budget estimatif

3. Etude de montage

... plus précision du
programme de
recherche et
financement



Accompagne le montage des projets jusqu'à la labélisation et assure la **gestion administrative et financière** et la **communication des Projets Nationaux**



Liste Participants	
CEREMA	Sébastien WASNER
Consultant Gestion patrimoine routier	Erick CONSTENSOU
Colas, Commission RdF	Frédéric SAGNIER
DGTIM	Pascal ROSSIGNY
Eiffage, Commission RdF	Ludovic PERISSE
IDRRIM	Jean DUBOIS
IREX	Camilo DURAN
PAVEXPERT, Commission RdF	Pascal TROTTIER
Université Clermont-Auvergne	Gaëlle BAUDOIN
SETEC, Syntec	Denis LEROUX
Université Gustave Eiffel	Fabien MENANT



PROJET DE RECHERCHE ANDROMEDE

Auscultation, Normalisation, Digitalisation des Réseaux d'infrastructures,
interOpérabilité pour une Maintenance Efficiente et DEcarbonée



Retour sur l'atelier collaboratif du 16/06

3 Thèmes clés :
Diagnostic, Digitalisation, Décarbonation

Echanges autour de 3 Thèmes

Diagnostic :

Sébastien Wasner (Cerema)
Ludovic Périssé (Eiffage)



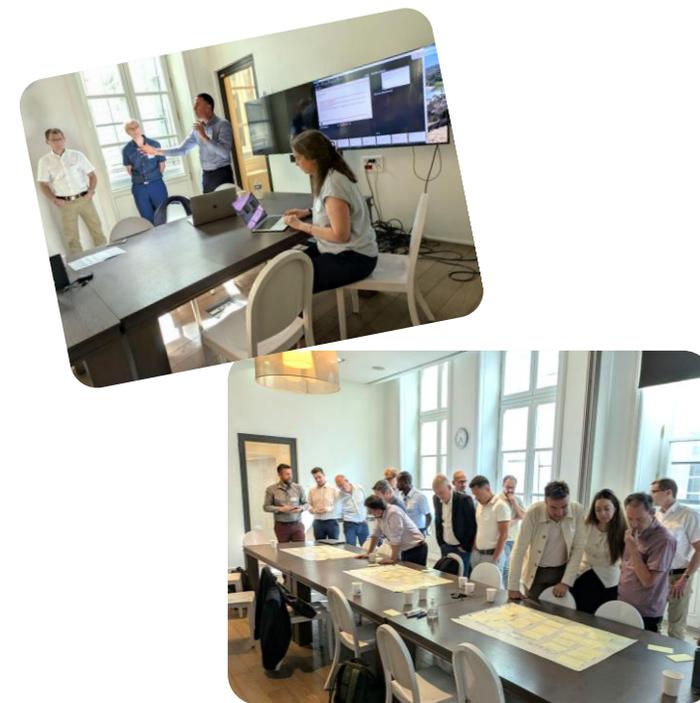
Digitalisation :

Vincent Le Cam (UGE)
Frédéric Sagnier (Colas)



Décarbonation :

Gaëlle Baudoin (UCA)
Pascal Trottier (Pavexpert)



L'exploitation
et la maintenance
des infrastructures

PROJET DE RECHERCHE ANDROMEDE

Auscultation, Normalisation, Digitalisation des Réseaux d'infrastructures,
interOpérabilité pour une Maintenance Efficiente et DEcarbonée



Atelier Diagnostic

*Sébastien Wasner (Cerema)
Ludovic Périssé (Eiffage)*

Les outils de diagnostic existent !



Présentation non exhaustive des systèmes existants



Indicateurs



État Bon

État Moyen

État Mauvais



Les méthodes de diagnostic existent !

Alors pourquoi les diagnostics ne sont-ils pas généralisés?



Les diagnostics
sont trop chers?

Les diagnostics ne sont
pas utiles pour la
gestion des
infrastructures



Les résultats ne
sont pas
utilisables

Les diagnostics
sont trop
complexes à
mettre en œuvre?



Les constats « techniques »

- Evolution des matériels et des techniques (IA, Lidar,...) au cours des dernières années, ce qui implique des méthodes et des résultats non harmonisés et une certaine instabilité.
- Des données imprécises selon les moyens utilisés et/ou ne prenant pas en compte l'ensemble de l'environnement de la chaussée
- Des résultats qui ne sont pas directement utilisables pour définir une stratégie d'entretien



Les pistes d'actions

- Aller vers une normalisation et une qualification des matériels et des opérateurs
- Proposer des cahiers des charges partagés par la communauté routière
- Valoriser les données existantes et prendre plus en compte l'environnement de la chaussée



Les constats « macro » sur la gestion de patrimoine

- Le diagnostic peut apparaître comme cher dans certains cas
- L'intégration des diagnostics dans une politique d'entretien reste minimaliste (priorisation des sections à entretenir)
- La finalité du diagnostic n'est pas bien partagée entre les services techniques et les élus
- Des résultats qui ne sont pas directement utilisables pour définir une stratégie d'entretien



Les pistes d'actions sur la gestion de patrimoine

- Harmoniser les méthodes avec des valeurs cibles permettant d'évaluer un niveau de service d'une voirie
- Définir un indicateur de succès permettant d'évaluer l'efficacité des campagnes de diagnostics
- Adapter les outils et méthodes aux réseaux, matériaux, objets, acteurs...
- Améliorer la connaissance des lois de vieillissement
- Renforcer la formation des acteurs, techniciens et élus pour mieux maîtriser l'usage des données
- Communiquer sur les gains économiques d'une gestion optimisée d'un patrimoine routier



Questions des participants au webinaire



L'exploitation
et la maintenance
des infrastructures

PROJET DE RECHERCHE ANDROMEDE

Auscultation, Normalisation, Digitalisation des Réseaux d'infrastructures,
interOpérabilité pour une Maintenance Efficiente et DEcarbonée



Atelier Digitalisation

Frédéric Sagnier (Colas)
Vincent Le Cam (Université Gustave Eiffel)



Liberté
Égalité
Fraternité



► PREAMBULE

- **70 participants**
- **3 Groupes**
- **4 questions :**
 - En quoi selon vous la digitalisation participe à une meilleure gestion et exploitation des infrastructures routières ?
 - Quel est pour vous à minima le bon niveau de numérisation (LOD) ?
 - Quels sont pour vous les freins ou les verrous pour atteindre ces représentations ?
 - Sur quoi devons-nous travailler en priorité dans le projet Andromède pour déverrouiller



► PREAMBULE

- **Apports de la digitalisation dans la gestion et l'exploitations des Infras routières**
 - Gestion des risques et des coûts
 - Collaboration entre acteurs
 - Accès et partage des données
 - Traçabilité et historique
 - Gestion en temps réel
 - Modèles de prédiction



► Principaux freins (1/3)

- Structuration de la donnée
 - **Normalisation des LOD :**
 - Il est nécessaire de normaliser les niveaux de développement (LOD) en fonction des types d'ouvrages
 - **Standards de livraison des données :**
 - L'absence de standards et de formats structurés pour la livraison des données peut freiner l'homogénéité et la qualité des informations.
 - **Standards d'échange :**
 - Difficultés à disposer de **système d'échange** d'informations distribué avec des standards d'échange est primordiale pour la cohérence des données.
- Qualité et gestion de la donnée
 - **Obsolescence de l'information :**
 - Gérer l'obsolescence des données est un défi important.
 - **Problèmes de géoréférencement :**
 - Des difficultés dans la qualité du géoréférencement des données peuvent compliquer leur utilisation.
 - **Chaîne de production de la donnée :**
 - Manque d'intégration de l'ensemble de la chaîne de production de données, y compris les remontées terrain.
 - **Enjeux de responsabilité :**
 - Les questions de responsabilité en matière de sécurité routière doivent être prises en compte dans la gestion des données.



► Principaux freins (2/3)

▪ Outils

- **Multiplicité des outils et technologies :**

- La diversité des outils (SIG, BIM, Lidar, etc.) nécessite une convergence vers le Jumeau Numérique Territorial (JNT) pour éviter la fragmentation.

- **Complexité des outils :**

- La diversité et la complexité des outils disponibles peuvent décourager leur adoption.
- Il est essentiel que les outils soient simples et accessibles pour encourager l'adoption par tous les utilisateurs
- Les outils d'expertise actuels peuvent être trop techniques, rendant leur utilisation difficile pour les non-experts.

- **Ergonomie des outils :**

- La convivialité des outils est un facteur clé pour faciliter leur utilisation.

- **Absence de prise en compte des retours des opérateurs :**

- Ignorer les retours d'expérience des opérateurs peut nuire à l'efficacité des outils.



► Principaux freins (3/3)

▪ Sécurité

• **Confidentialité et niveau d'accès :**

- Les questions de confidentialité et d'accès aux données doivent être clairement définies.

• **Propriété et partage des données :**

- Il existe un défi concernant la propriété des données et la manière de favoriser leur partage entre les acteurs.

▪ Organisation

• **Découpage territorial et multiplicité des acteurs :**

- La complexité du découpage territorial et le nombre d'intervenants impliqués compliquent la coordination et la gestion des données.

• **Coût d'exploitation et de gestion des données :**

- Les coûts liés à l'exploitation et à la gestion des données peuvent être un frein.

▪ Formation

- **Acculturation :** Une éducation adéquate sur les types de données, leur gestion et leur cycle de vie est nécessaire pour optimiser leur utilisation.



► Sujets à traiter en priorité (1/4)

- Définir le LOD pour les infrastructures routières
- Structuration de la demande et de la livraison :
 - **Formats de données structurées :**
 - Développer et adopter des formats de données structurées standardisés pour garantir l'interopérabilité et la qualité des informations.
 - **Développer une approche pour structurer à la fois la demande d'information et les modalités de livraison des données.**
 - Standards dans la commande :
 - » Établir des standards utiles pour les maîtres d'ouvrage (MOA) afin de massifier la commande.
 - Établissement d'un cadre contractuel :
 - » Créer des standards qui fournissent une base d'évaluation commune pour les entreprises qui répondent à la commande.
 - » Définir un cadre contractuel qui facilite la collaboration entre les différents acteurs et les engage à respecter des standards communs.
- Socle réceptacle des données :
 - **Mettre en place un système qui agit comme un socle réceptacle pour intégrer et centraliser les différentes données collectées.**
- Obligation réglementaire :
 - **Mettre en place une obligation réglementaire qui impose le respect d'un niveau d'information minimal.**



► Sujets à traiter en priorité (2/4)

▪ Interopérabilité et convergence :

• **Maintenabilité des données :**

Développer des stratégies pour assurer la maintenabilité et l'actualisation des données sur le long terme.

• **Liaison digitale avec le terrain :**

Assurer que la digitalisation permette une connexion fluide entre les données numériques et les données recueillies sur le terrain.

• **Travailler sur la convergence et l'interopérabilité entre les outils :**

Systèmes existants (BIM, SIG, nuages de points, référentiels PR).

• **Cadre normatif :**

Définir un cadre normatif qui régule la collecte, le traitement et le partage des données.



► Sujets à traiter en priorité (3/4)

▪ **Financement et business model :**

Explorer des modèles de financement qui soutiennent la digitalisation et encouragent l'innovation dans le secteur.

▪ **Démonstration du ROI :**

Élaborer des études de cas ou des preuves tangibles qui montrent le retour sur investissement (ROI) de la digitalisation des infrastructures routières.

▪ **Valorisation de la chaîne de traitement de l'information :**

Identifier les responsabilités de chaque acteur dans la chaîne de traitement de l'information et établir des mécanismes de valorisation.



► Sujets à traiter en priorité (4/4)

▪ Acculturation et formation des acteurs :

• **Acculturation :**

- Promouvoir l'acculturation des acteurs concernés face aux nouvelles technologies et à la gestion des données, y compris la formation continue.

• **Langage commun :**

- Créer un langage commun pour décrire les types de données et faciliter la communication entre les différentes parties prenantes.

• **Formation sur l'IA et la data science :**

- Accompagner les métiers dans leur adaptation face aux évolutions apportées par l'IA et la data science.



- ▶ Synthèse des orientations possibles
 - #1 : Structuration des données
 - #2 : Interopérabilité et convergence
 - #3 : Economique : Financement et ROI
 - #4 : Formation

- ▶ Réagissez pour nous dire ce qui est essentiel pour vous en termes d'orientations ?

- ▶ Pouvez-vous les classer via le chat en priorité ?



L'exploitation
et la maintenance
des infrastructures

PROJET DE RECHERCHE ANDROMEDE

Auscultation, Normalisation, Digitalisation des Réseaux d'infrastructures,
interOpérabilité pour une Maintenance Efficiente et DEcarbonée



Atelier Décarbonation

Pascal Trottier (PAVEVPERT)

Gaëlle Baudoin (Université Clermont Auvergne)

- ▶ **Comment le thème du diagnostic peut s'inscrire dans la trajectoire bas carbone de la profession ?**
- ▶ **Comment rendre opérationnel la mesure de performance carbone des scénarios d'entretien ?**
- ▶ **Comment relier les indicateurs de vieillissement aux enjeux carbone ?**



Indicateurs de vieillissement ↓ carbone

Handwritten notes on sticky paper discussing indicators of aging related to carbon. Key points include:

- Impact of aging on carbon footprint
- Need for data and monitoring
- Integration of carbon indicators into existing metrics
- Importance of transparency and communication
- Challenges in data collection and analysis
- Role of stakeholders in the process

Trajectoire bas carbone

Handwritten notes on sticky paper detailing a low-carbon trajectory. Key points include:

- Definition of a low-carbon trajectory
- Measurement and monitoring of carbon emissions
- Setting targets and benchmarks
- Integration of carbon into business strategy
- Communication and reporting
- Continuous improvement and innovation

Mesure de la performance carbone

Handwritten notes on sticky paper focusing on the measurement of carbon performance. Key points include:

- Methods for measuring carbon performance
- Integration of carbon into performance indicators
- Use of data and analytics
- Reporting and communication
- Challenges and solutions
- Role of technology in measurement



Les constats « techniques »

- Mesure de la performance carbone
 - Un indicateur de performance unique n'est pas pertinent
 - Les scénarii d'entretien sont un bon **outil pour dégager des leviers pour abaisser l'empreinte carbone** d'une chaussée
 - > Echelle de temps 50 ans
 - Problématique de **la donnée manquante/non pertinente** pour évaluer la performance
- Trajectoire bas carbone de la profession
 - **Manque d'ouverture aux variantes** dans les appels d'offre
- Indicateurs de vieillissement aux enjeux carbone
 - **Verrou de connaissance** sur la durabilité des produits issus du recyclage



Les pistes de réflexion

- Mesure de la performance carbone
 - Généralisation de l'utilisation d'un **éco-comparateur** dans les marchés routiers type SEVE TP
 - Prise en compte du changement climatique dans **un nouveau cadre normatif**
- Trajectoire bas carbone de la profession
 - Prise en compte au niveau national des **démarches** au niveau de **l'Union Européenne** (Passeport produit...)
 - **Utilisation des technologies en développement** pour contribuer à l'évaluation et également sur les scénarios pour les outils d'aide à la décision
- Indicateurs de vieillissement aux enjeux carbone
 - Lier les **indicateurs d'état** à des **indicateurs d'usage** qui pourront servir l'impact carbone
 - Arriver à évaluer **la durée de vie** à l'échelle du projet



- « Quand vous avez besoin d'innover, vous avez besoin de collaboration »
- Marissa Mayer ancienne PDG de Yahoo

Une réflexion ou une démarche à partager sur cette thématique ?





Intervention des MOA

***Quelles attentes vis-à-vis du PN ?
Quelles contributions au programme d'actions du projet?***

*Thomas Dupeyroux (CD16)
Eric Jubault (CD 31)*

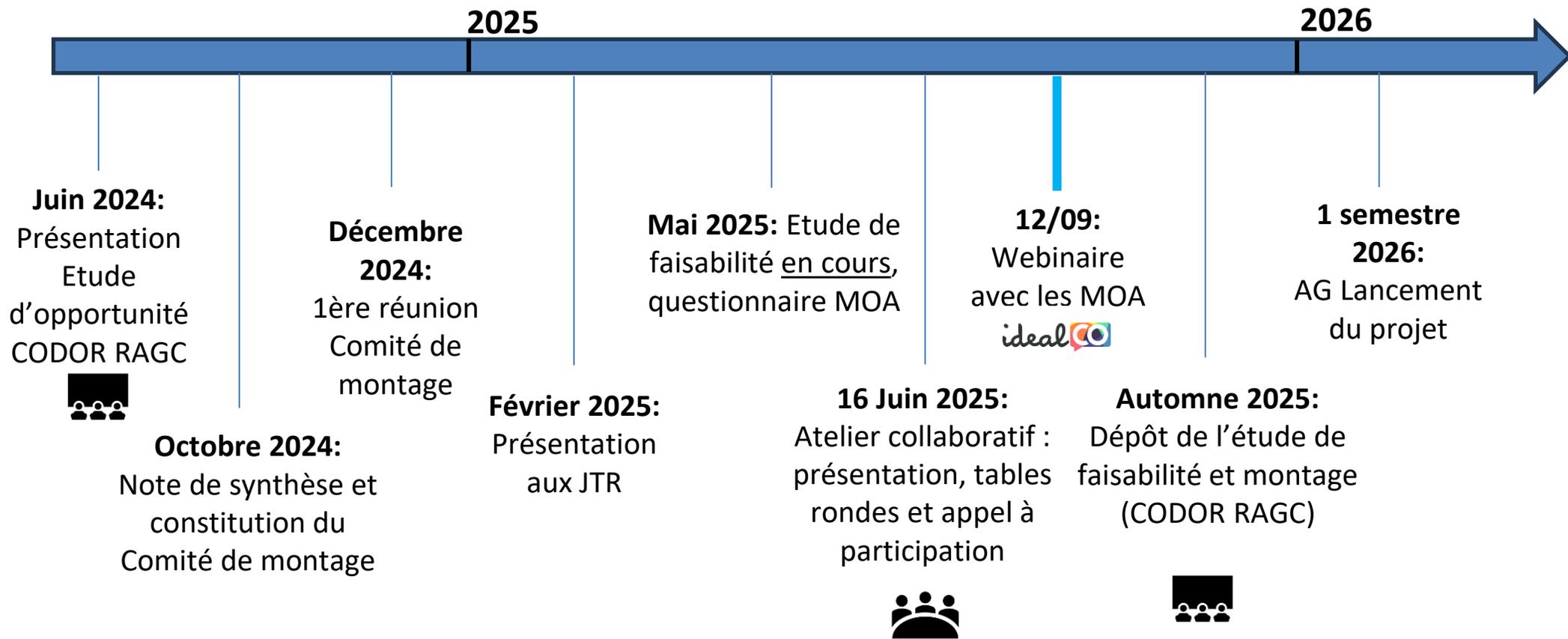
L'exploitation
et la maintenance
des infrastructures

PROJET DE RECHERCHE ANDROMEDE

Auscultation, Normalisation, Digitalisation des Réseaux d'infrastructures,
interOpérabilité pour une Maintenance Efficiente et DEcarbonée



Retroplanning



Souhaiteriez vous participer à ce projet ?

Merci de renseigner dans quelle(s) Thématique(s)
dans le formulaire suivant :



https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd7d3mJE84nDdT5l4FSd0FfAVR3N_smEir4LiQ1390wuTzUqg/viewform

Des groupes de travail seront constitués par la suite.



L'exploitation
et la maintenance
des infrastructures

PROJET DE RECHERCHE ANDROMEDE

Auscultation, Normalisation, Digitalisation des Réseaux d'infrastructures,
interOpérabilité pour une Maintenance Efficiente et DEcarbonée



Merci pour votre participation

Contact : camilo.duran@irex.asso.fr