

L'exploitation
et la maintenance
des infrastructures

PROJET COLLABORATIF EN MONTAGE
VERS UN CADRE TECHNIQUE HARMONISÉ
POUR LA JUSTIFICATION DES **OUVRAGES GÉOTECHNIQUES** EXISTANTS
DES **INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT**



Ouvrages géotechniques existants

Lancement du projet

Le webinaire commencera dans quelques instants ...

*5 juin 2026
Webinaire*

L'exploitation
et la maintenance
des infrastructures

PROJET COLLABORATIF EN MONTAGE
VERS UN CADRE TECHNIQUE HARMONISÉ
POUR LA JUSTIFICATION DES **OUVRAGES GÉOTECHNIQUES** EXISTANTS
DES **INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT**



Ouvrages géotechniques existants

Lancement du projet

*5 juin 2026
Webinaire*

PROJET COLLABORATIF EN MONTAGE
VERS UN CADRE TECHNIQUE HARMONISÉ
POUR LA JUSTIFICATION DES **OUVRAGES GÉOTECHNIQUES** EXISTANTS
DES **INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT**



Introduction

Constats et premières réflexions

Marion Bost (Cerema)
Gilles Valdeyron (Cerema)

	Ferroviaire	Routier	Maritime	Bâtiment
Linéaire exploité ou Nombre	30 000 km dont (TGV = 2700 km)	1 000 000 km dont (AR = 12 000 km, RN = 11 000 km, RD = 300 000 km, RC = 700 000 km)	750 ports maritimes et fluviaux dont 6 GPMG 8500 km de voies navigables	Plusieurs dizaines de milliers de bâtiments concernés





**Modification
de l'environnement de l'ouvrage**
(aménagement des quais,
navigation, profils du cours
d'eau, etc.)

**Modification
de l'usage de l'ouvrage**
(élargissement, trafic, etc.)



Au début du 20^{ème} siècle

Aujourd'hui



Quelques réflexions et définitions ...

Réemploi : prendre un produit et l'utiliser à nouveau, soit pour sa fonction d'origine soit pour une fonction similaire, sans transformation majeure.

Réutilisation : prendre un objet et lui donner une nouvelle fonction, différente de celle pour laquelle il était initialement prévu.

Recyclage : processus de collecte, de traitement et de décomposition de matériaux de déchets en matières premières secondaires afin qu'ils puissent être transformés en nouveaux produits.

Pour les ouvrages géotechniques existants, seuls réemploi et réutilisation sont visés.

Réparation : intervention sur une structure qui ne peut supporter, avec une fiabilité acceptée, une nouvelle séquence de la même action ou d'autres actions accidentelles et pour laquelle, le risque de pertes en vies humaines et le risque de dommages structuraux et matériels supplémentaires seraient inacceptables.

Régénération : intervention qui permet de restaurer un niveau de sécurité acceptable vis-à-vis des exigences de service.

Modernisation : intervention de renforcement qui permet de restaurer un niveau de sécurité acceptable conformément au code actuel

Réparer, régénérer et moderniser sont les 3 niveaux d'intervention pour assurer la maintenance d'un ouvrage géotechnique.



... À décliner en fonction des différents types d'ouvrages



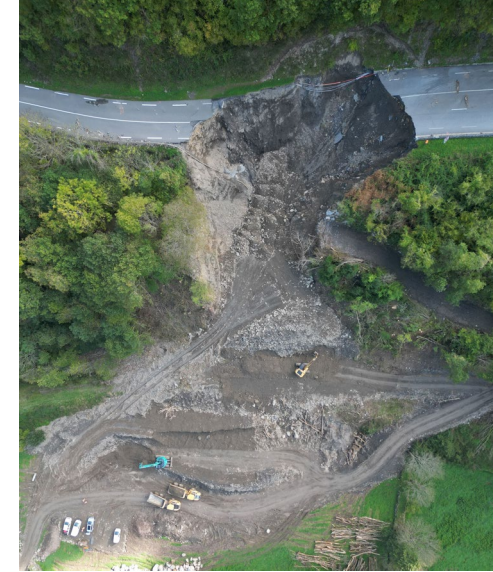
Haropa



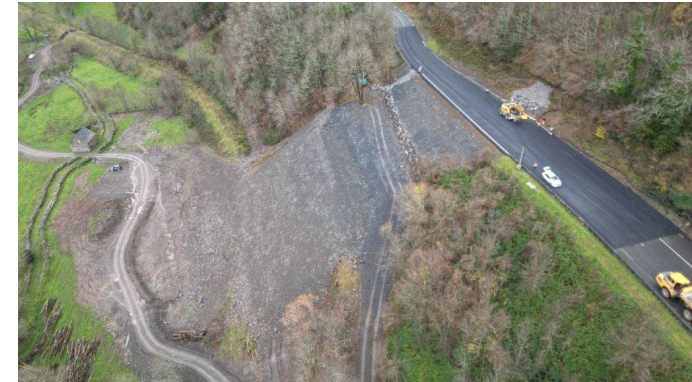
Belle-Ile en Mer



M. Delmotte



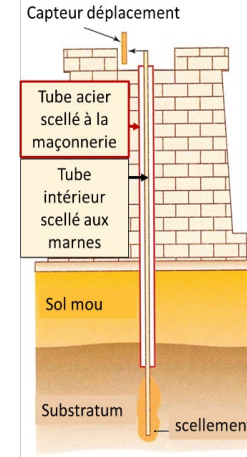
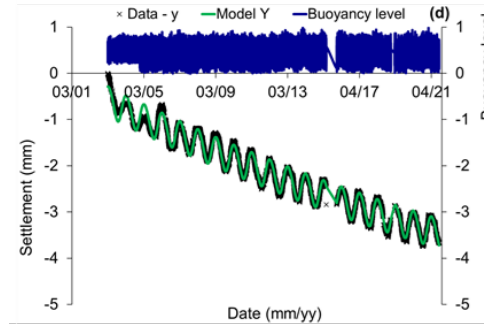
RN 134 © DIRA



Inspection, Auscultation et Suivi

Reconnaitances géotechniques et structurales

Conception : réparation, régénération et modernisation



Comment tirer parti de la connaissance des ouvrages (géométrie, comportement, environnement) ?

Comment tenir compte des effets du changement climatique (affouillements, RGA, gel/dégel, etc.) ?



- Élaborer des recommandations visant à :
 - Mieux maîtriser les coûts des interventions ;
 - Décarboner les réparations (meilleure maîtrise de la matière et des quantités) ;
 - Participer à une meilleure résilience des ouvrages géotechniques existants, en lien notamment avec le changement climatique ;
- Assurer un caractère intersectoriel au projet en couvrant les enjeux propres à SNCF et Cerema (ouvrages d'infrastructures de transport) mais aussi ceux relevant des domaines souterrains, portuaires, fluviaux, énergétiques, etc.



- Le projet devra assurer une transversalité au niveau des acteurs (MOA, MOE, Entreprises, Contrôleurs, Assureurs, ...) pour tenir compte :
 - Des attentes du Maître d'Ouvrage (adaptation aux enjeux, maîtrise des coûts) ;
 - Des différents types d'ouvrages : terrestres, fluviaux, maritimes, souterrains ;
 - De la compréhension du comportement de l'existant et de la valorisation de cette donnée dans le projet de conception (suivi de l'instrumentation) ;
 - De l'évolution, de l'adaptabilité et de l'adéquation des techniques de réparation aux enjeux (ouvrages en exploitation notamment).



Heure	Contenu	Intervenants
11h	Introduction et contexte	M. Bost et G. Valdeyron (Cerema)
11h10	1. État des lieux des pratiques : quelles attentes pour ce projet ? -Point de vue d'un gestionnaire d'infrastructure -Point de vue d'une maîtrise d'œuvre -Point de vue d'une entreprise	O. Forest et L. Audois (SNCF Réseau) L. Pavel (Setec) M. Fonty (Soletanche Bachy)
11h40	2. Tour d'horizon des pratiques internationales	A. Guimond-Barrett (SNCF Réseau)
11h50	3. Conclusions et perspectives (périmètre scientifique et technique)	V. Talfumière (SNCF Réseau)
11h55	4. Dispositif projet envisagé : Multipartenariat, durée, financement, retroplanning, atelier collaboratif (date, programme)	S. Burlon (Cerema) C. Duran (IREX)
12h	5. Questions et discussions	Participants
12h15	Fin du webinaire	



PROJET COLLABORATIF EN MONTAGE
VERS UN CADRE TECHNIQUE HARMONISÉ
POUR LA JUSTIFICATION DES **OUVRAGES GÉOTECHNIQUES** EXISTANTS
DES **INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT**

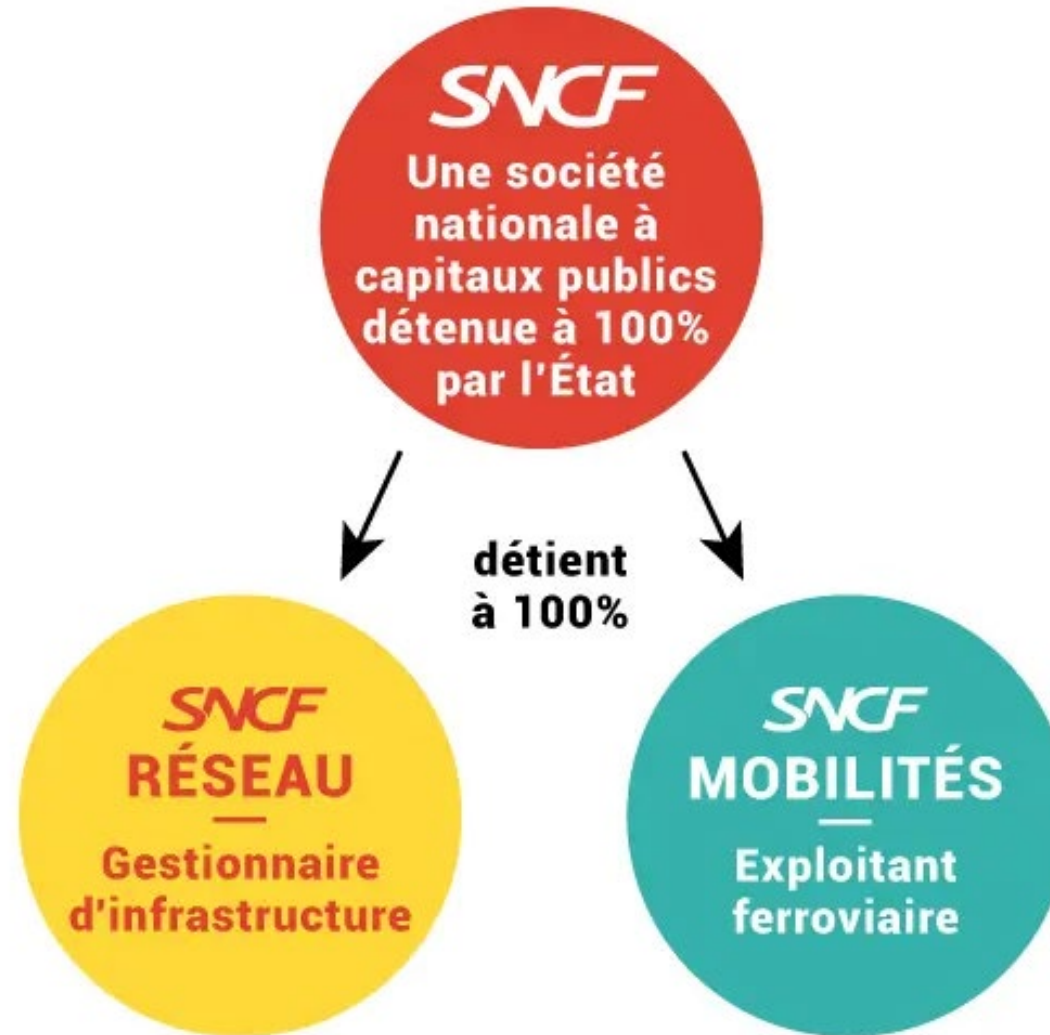


1. État des lieux des pratiques

Point de vue d'un gestionnaire d'infrastructure ferroviaire

Ombeline Forest (SNCF Réseau)

Luc Audois (SNCF Réseau)



De nombreux ouvrages géotechniques existants sur le RFN...

Des ouvrages en interactions sol - structure

- ≈ 28 000 ponts et passerelles
 - Fondations superficielles et profondes
- Fondations d'équipements : caténaire, signalisation, etc.
- Quais
- ≈ 27 000 murs de soutènement et environ 300 km de parois revêtues
- ≈ 1400 ouvrages souterrains (tunnels et tranchées couvertes)
- ≈ 3 000 gares, écrans acoustiques, bâtiments, TSV, etc.

Des ouvrages en terre

- ≈ 120 000 ouvrages en terre - 27 000 km
 - Déblais,
 - Remblais
 - Structures d'assise

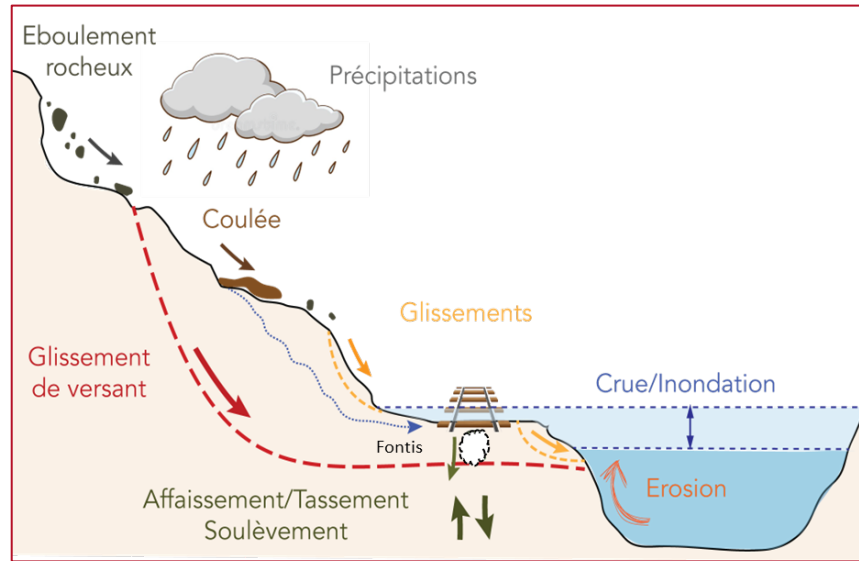


...qui sont anciens et vieillissants

- **1827** : mise en service de la **première ligne ferroviaire française**, d'une longueur de 21 km
- 1981 : mise en service de la première ligne à grande vitesse
- **Aujourd'hui** : de nombreux ouvrages en terre, ponts et tunnels ont **plus de 100 ans**.



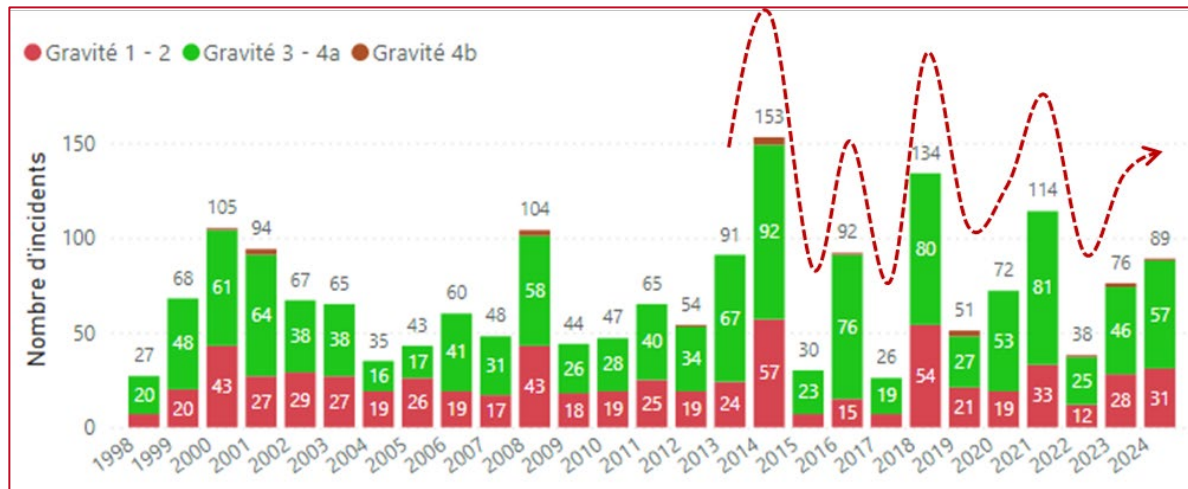
Multiplication des aléas géotechniques et hydrauliques (instabilités de remblais et de déblais, inondation, coulée de boue, etc.)



Des événements brutaux plus fréquents et difficiles à prévoir

Des désordres de plus grande ampleur (ex. La Roya) ou évoluant plus rapidement et plus longs à réparer

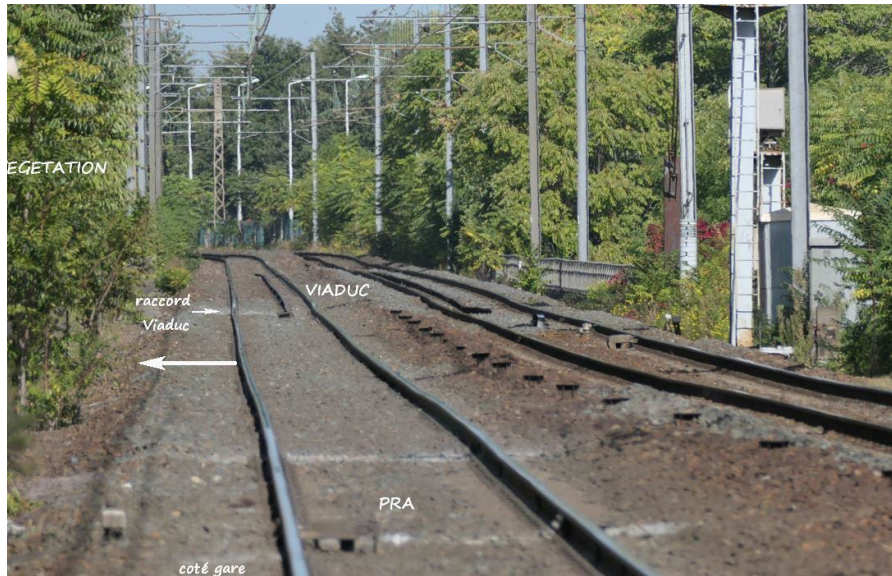
- Période étendue des épisodes méditerranéens (de fin septembre à février) et remontant jusqu'en Auvergne et Rhône Alpes
- Augmentation de l'intensité des événements liés à des cellules convectives (orages, grêles, etc.)
- Alternance sécheresse importante et intempéries



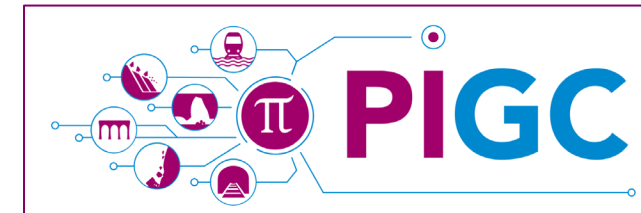
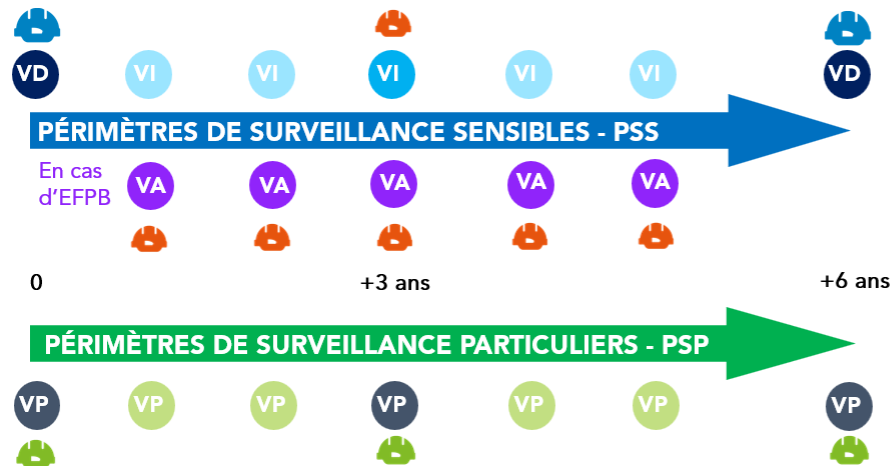
Incidents de type inondation, coulées, érosion de berge : Effet de l'alternance périodes pluvieuses / sécheresses vis-à-vis des incidents



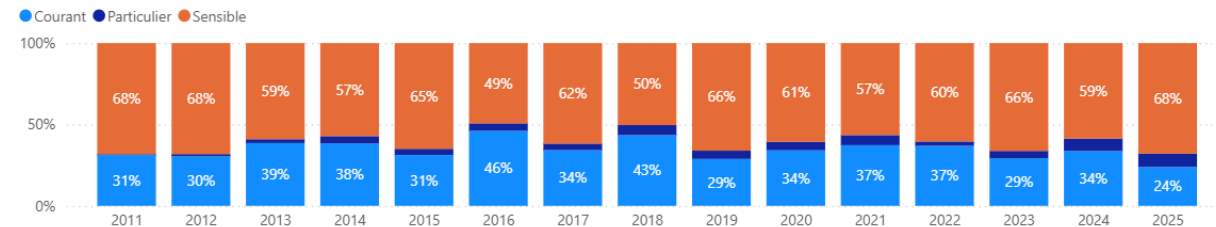
- Contrairement aux autres assets du système ferroviaires (rails, traverses, signalisation, etc.), le cycle de vie des ouvrages géotechniques ne peut pas être décrit par des lois de vieillissement.
=> Analyse de risque nécessaire pour déterminer la vulnérabilité des ouvrages face aux aléas naturels
- Patrimoine ancien, pathologie antérieure, dispositifs de confortement vieillissants ou oubliés (fin XIXème siècle à années 50 : ancêtres de tranchées et éperons drainants, perrés pour protection des rampants...).
- Modification de l'environnement, cause travaux tiers.
- Difficultés à organiser la maintenance et la surveillance (contraintes liées à l'exploitation, risques inhérents au domaine ferroviaire)



- Surveillance périodique (cyclique) quel que soit le risque naturel identifié sur l'ouvrage, avec maintenance curative ou préventive;
- Politique de maintenance contrainte par les ressources disponibles limitées (ressources humaines);
- Surveillance cyclique sur quasi l'ensemble du patrimoine OA et seulement une partie du patrimoine OT (uniquement ceux qui présentent un risque identifié et/ou un historique d'incident(s));
- A titre d'exemple, nous surveillons et nous connaissons respectivement ~7,5% et ~10% des ouvrages en terre existants.
- Base de données regroupant toutes les informations connues sur le patrimoine des ouvrages d'art, des ouvrages en terre et des ouvrages hydrauliques et permettant d'assurer le suivi de la maintenance de ce patrimoine (surveillance, maintenance, capitalisation des incidents, suivi d'instrumentation, etc.



Classement de l'OT au moment de l'incident 2011 - 2025

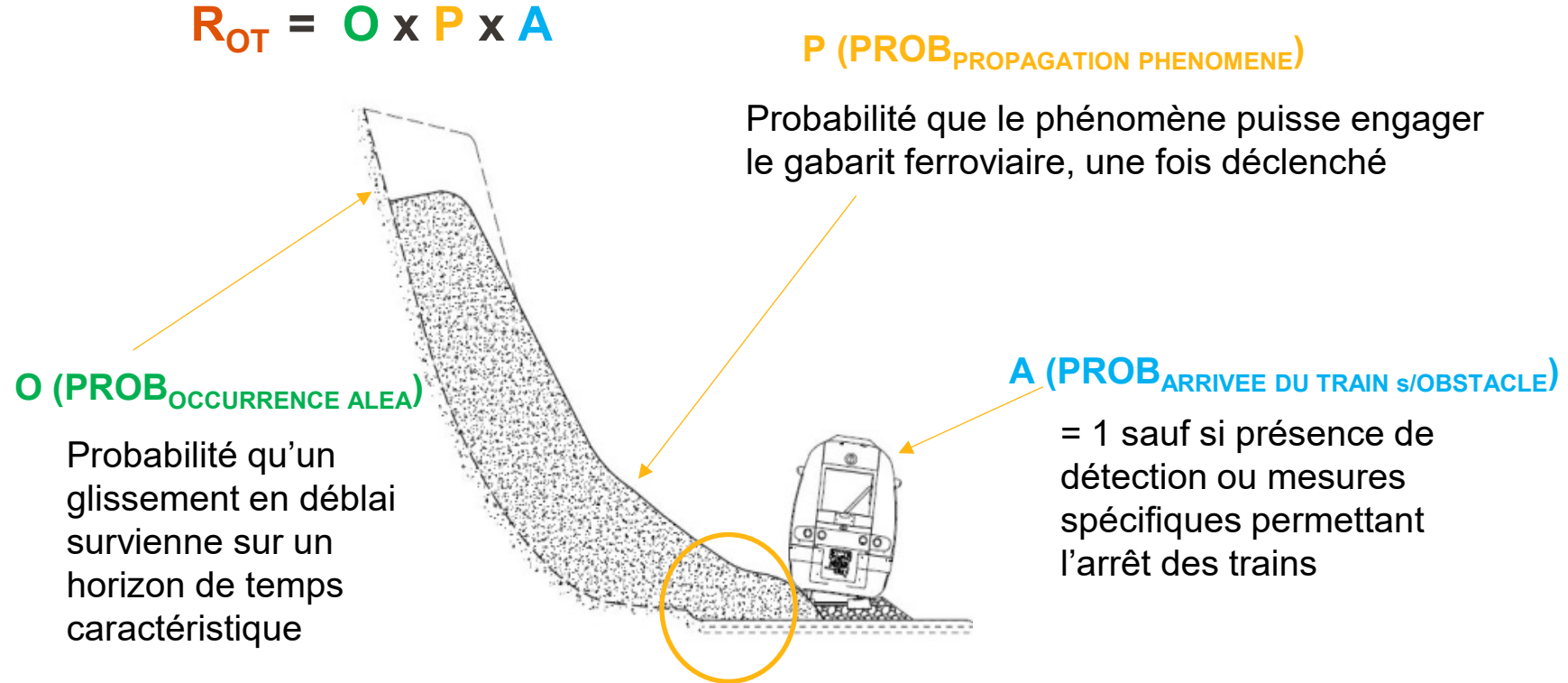


Analyse de risque basée sur la méthode du LCPC et le dire d'expert ...

- Notion de risque acceptable (lorsque le risque qu'un incident très grave survienne pour cause OTH est inférieure à 1 % par an par ouvrage : acceptation de MOA/MOE intégrée chez le gestionnaire d'infrastructure ferroviaire)
- Travail à partir de probabilités ou de cotation.

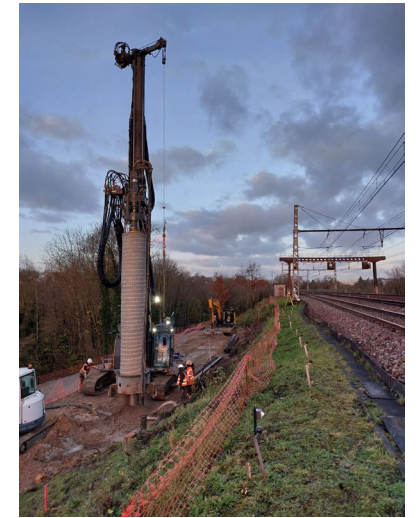


$$R_{OT} = O \times P \times A$$

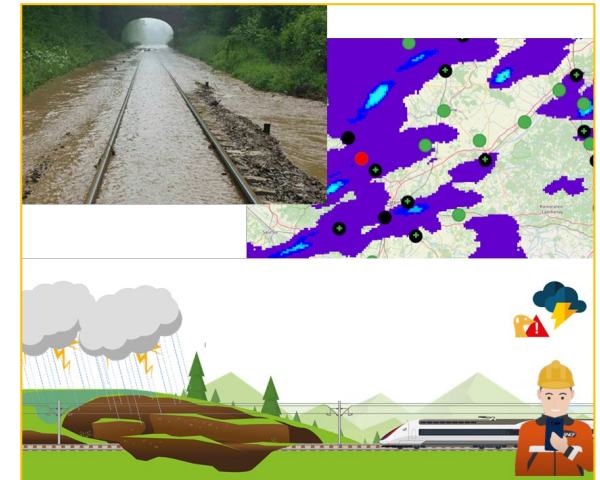
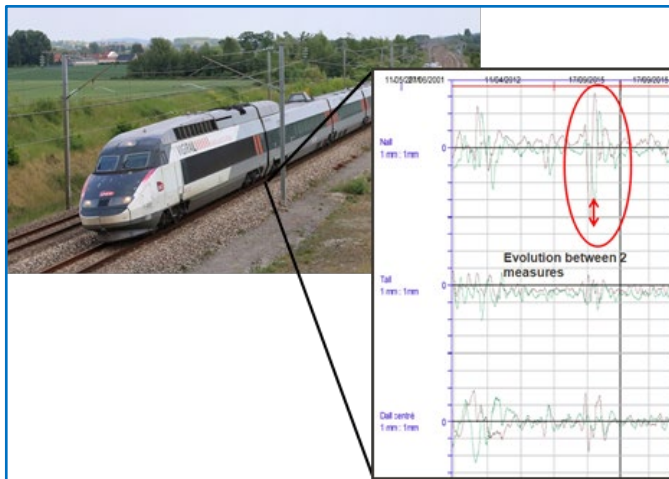


Avec des accès et délais contraints et au juste besoin...

- Projets de réparation reposant sur des justifications basées sur des référentiels partiellement adaptés / normes actuelles traitent des ouvrages neufs;
- Souvent, les données géotechniques disponibles sont limitées et basées sur les observations terrains (instrumentations, indices de désordres, etc.);
- La méthode de calcul généralement employée est la méthode du calcul à rebours consistant à rechercher un gain par rapport à la situation initiale (jugée insuffisante);
- Confortement au juste besoin.



- Améliorer l'exploitation du suivi des ouvrages en vue des opérations de maintenance (articulations entre surveillance, investigations / diagnostic et maintenance) ;
- Mener des investigations sur les ouvrages existants pour améliorer leur connaissance tout en maîtrisant les coûts.
- Développer et valider collectivement de nouvelles approches de vérification et de justification spécifiquement adaptées aux ouvrages géotechniques existants, aujourd'hui insuffisamment couverts par les référentiels en vigueur.



PROJET COLLABORATIF EN MONTAGE
VERS UN CADRE TECHNIQUE HARMONISÉ
POUR LA JUSTIFICATION DES **OUVRAGES GÉOTECHNIQUES** EXISTANTS
DES **INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT**



1. État des lieux des pratiques

Point de vue d'une maîtrise d'œuvre

Laetitia Pavel (SETEC)

L'exploitation
et la maintenance
des infrastructures

PROJET COLLABORATIF EN MONTAGE
VERS UN CADRE TECHNIQUE HARMONISÉ
POUR LA JUSTIFICATION DES **OUVRAGES GÉOTECHNIQUES** EXISTANTS
DES **INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT**



Organisation des projets

Les principaux intervenants :

- ▶ Maître d'ouvrage (MOA) : gestionnaire de l'ouvrage et exploitant
- ▶ **Maître d'œuvre (MOE) : en charge des études de conception**
- ▶ Entreprises de travaux : en charge des travaux

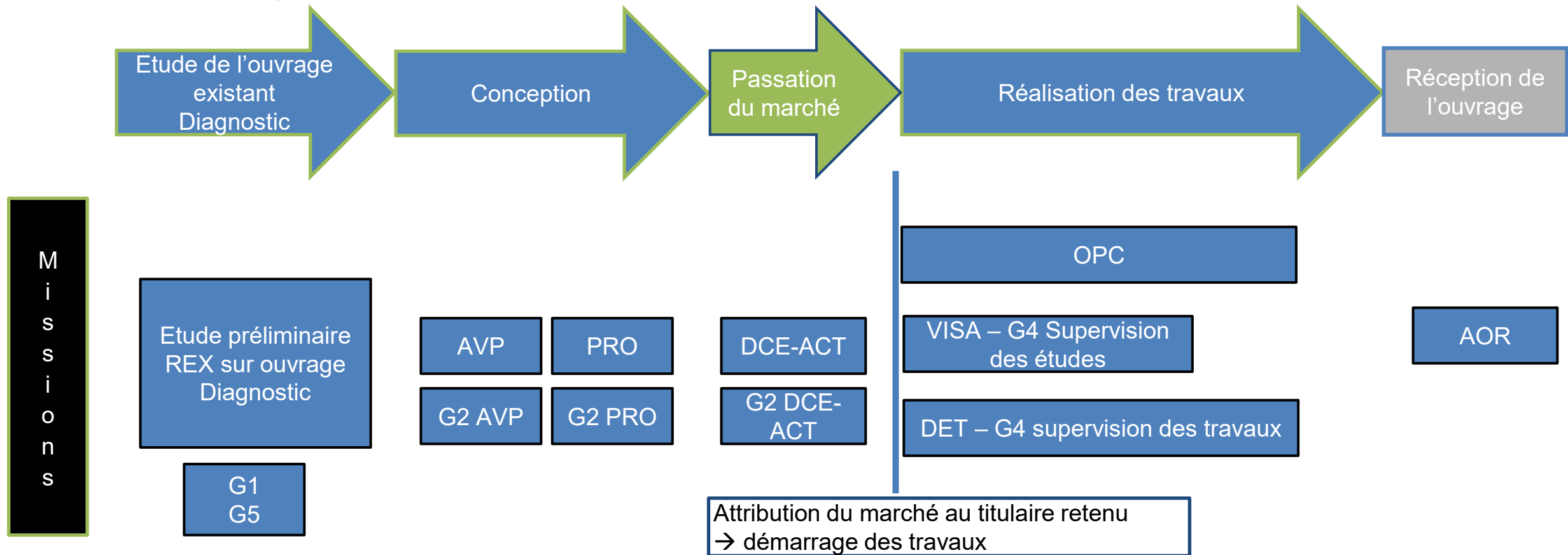
Autres intervenants :

- ▶ Assistant au Maître d'ouvrage (AMO)
- ▶ Contrôles extérieurs
- ▶ OPC
- ▶ ...



Marchés majoritairement passés selon la loi MOP

Application de la norme relative aux missions géotechniques (NF P 94-500 révision 2013)



L'exploitation
et la maintenance
des infrastructures

PROJET COLLABORATIF EN MONTAGE
VERS UN CADRE TECHNIQUE HARMONISÉ
POUR LA JUSTIFICATION DES **OUVRAGES GÉOTECHNIQUES** EXISTANTS
DES **INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT**



Typologie de projets

► Pourquoi intervenir sur des ouvrages existants...

- Pathologies observées sur les ouvrages :
 - Vieillessement de l'ouvrage
 - Modification des conditions hydrogéologiques du site
 - Exploitation de l'ouvrage non conforme

- Interaction avec un projet géotechnique situé à proximité
 - Modification des conditions du site (excavation, chargement, modification de conditions hydrogéologiques, ...)

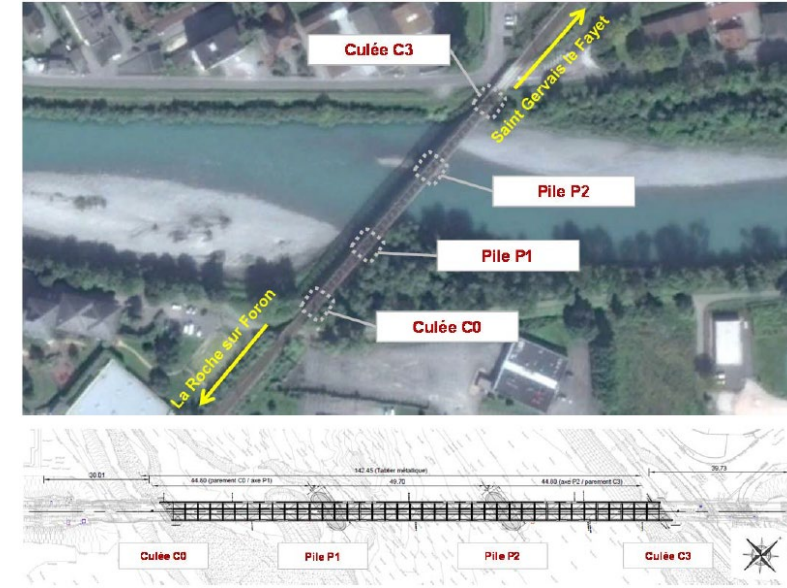
- Modification de l'exploitation de l'ouvrage
 - Modification géométrique de l'ouvrage (élargissement, rempiètement des ouvrages, ...)
 - Modification des surcharges d'exploitation

- Prolonger la durée de vie de l'ouvrage



► Quelles solutions techniques...

- Démolition (partielle) et reconstruction selon les (nouvelles) données d'entrée
- Réutilisation d'une partie de l'ouvrage
 - Réutilisation des fondations d'ouvrage d'art pour des travaux de régénération de tablier par ex
- Réparation et/ou confortement de l'ouvrage
 - Travaux de renforcement dans le cas d'un rempiètement de quai
 - Renforcement de talus
 - Renforcement de mur de soutènement (clous, tirants, ...)
 - ...



PRA de Bonneville – régénération de tablier métallique



Renforcement du talus d'une ligne ferroviaire



L'exploitation
et la maintenance
des infrastructures

PROJET COLLABORATIF EN MONTAGE
VERS UN CADRE TECHNIQUE HARMONISÉ
POUR LA JUSTIFICATION DES **OUVRAGES GÉOTECHNIQUES** EXISTANTS
DES **INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT**



Exemples de problématiques rencontrées par les MOE

- ▶ Le MOE est confronté aux principales problématiques des ouvrages neufs
 - Connaissance suffisante du contexte hydrogéologique et géotechnique
 - Définition des données d'entrée du projet
 - Choix de solutions techniques adaptées au projet et au contexte du site (terrain, avoisinants, ...)

- ▶ Mais les projets comprenant des ouvrages existants présentent une complexité souvent plus forte



► **Connaissance de l'ouvrage**

- Données d'archive : disponibilité, concordance entre ces données et l'ouvrage construit, ...
- Relevé de l'ouvrage : géométrie, état actuel (visuel et reconnaissances)
- Suivi de l'ouvrage : historique de l'ouvrage, maintenance réalisée, évolution de l'ouvrage dans le temps (état, déplacements)

► **Connaissance du contexte hydrogéologique et géotechnique**

- Données d'archives : sondages et essais existants, présence d'eau (évolution des niveaux d'eau), hypothèses de dimensionnement, ...
- Complexité éventuelle de réaliser de nouvelles reconnaissances
- Confrontation des nouvelles données par rapport aux données du DOE

➡ **Recalcul de l'ouvrage pour :**

- Comprendre la philosophie de conception de l'ouvrage et de son dimensionnement selon les règlements de l'époque (quand les règlements ont existé...)
- Comprendre les mécanismes conduisant à la dégradation de l'ouvrage
- Estimer le niveau de sécurité initial, actuel et projeté de l'ouvrage selon les données d'entrée connues (les niveaux de sécurité satisfont rarement ceux requis dans les règlements applicables aux ouvrages neufs)
- Recaler les hypothèses géotechniques pour être en cohérence avec l'état existant constaté



► Quelle conception est la plus adaptée ?

- Définir l'objectif du projet et les critères de choix des solutions techniques en cohérence avec la MOA
- Fiabiliser les données d'entrée (durée de vie, référentiel, DDC, critères de déformation, hypothèses hydrogéologiques et géotechniques, ...)
- Intégrer les incertitudes du projet dans le dimensionnement
- Choisir avec la MOA le niveau de sécurité à retenir, tenant compte des incertitudes et des enjeux
- Choisir les approches de dimensionnement
- Retenir une conception compatible avec la présence des ouvrages avoisinants et les contraintes d'exploitation



► Pendant les travaux...

- Le dossier de consultation doit permettre aux entreprises d'avoir un niveau de connaissance suffisant pour répondre à l'appel d'offre
- Une adaptabilité du MOE est nécessaire en cas de rencontre d'élément imprévu (géométrie non conforme, système de fondation différent, état des structures différent, ...), encore plus que pour des ouvrages neufs...
- Une application de la méthode observationnelle peut s'avérer nécessaire
- Nécessité d'une auscultation des ouvrages et de la vérification de l'adéquation des déplacements avec les dimensionnements projetés



L'exploitation
et la maintenance
des infrastructures

PROJET COLLABORATIF EN MONTAGE
VERS UN CADRE TECHNIQUE HARMONISÉ
POUR LA JUSTIFICATION DES **OUVRAGES GÉOTECHNIQUES** EXISTANTS
DES **INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT**



Intérêt du projet collaboratif

- ▶ Meilleure connaissance des problématiques relatives à ce type de projet
 - Sur les aspects techniques
 - Sur les aspects réglementaires
 - Sur la prise en compte des contraintes liées à l'exploitation

- ▶ Meilleure compréhension des besoins et enjeux entre MOA / MOE / Entreprises

- ▶ Encadrement des pratiques
 - Sur les besoins de (re)connaissance des ouvrages
 - Harmonisation des approches et méthodes de calculs entre différents MOE/Entreprises
 - Typologie des méthodes constructives adaptées



PROJET COLLABORATIF EN MONTAGE
VERS UN CADRE TECHNIQUE HARMONISÉ
POUR LA JUSTIFICATION DES **OUVRAGES GÉOTECHNIQUES** EXISTANTS
DES **INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT**



1. État des lieux des pratiques

Le regard de l'entreprise

Maxime Fonty (Soletanche-Bachy)

L'exploitation
et la maintenance
des infrastructures

PROJET COLLABORATIF EN MONTAGE
VERS UN CADRE TECHNIQUE HARMONISÉ
POUR LA JUSTIFICATION DES **OUVRAGES GÉOTECHNIQUES** EXISTANTS
DES **INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT**



Les entreprises au sein de la FNTP / UMTM



L'ACTIVITÉ DU SECTEUR EN FRANCE ET À L'INTERNATIONAL



 8 000 entreprises

 330 000 salariés

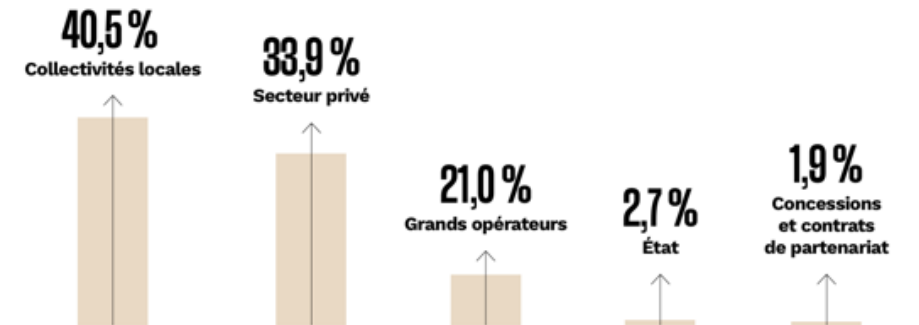
€ 50 Mrd CA (en France)

 4 000 entreprises

 50 000 salariés

€ 12 Mrd CA (en France)

L'ACTIVITÉ DU SECTEUR PAR TYPE DE CLIENTS





UNE DIVERSITÉ D'OUVRAGES



16,5 Mds€

Travaux routiers



8,8 Mds€

Terrassements



8,3 Mds€

Adduction d'eau, assainissement, autres canalisations et installations



6,7 Mds€

Travaux électriques



3,6 Mds€

Ouvrages d'art et équipements industriels



1,9 Md€

Voies ferrées



1,4 Md€

Fondations spéciales, sondages et forages



1,0 Md€

Travaux souterrains



1,0 Md€

Travaux en site maritime ou fluvial

Métiers de l'UMTM
Environ ¼ de l'activité TP France

Source FNTP au titre de 2023

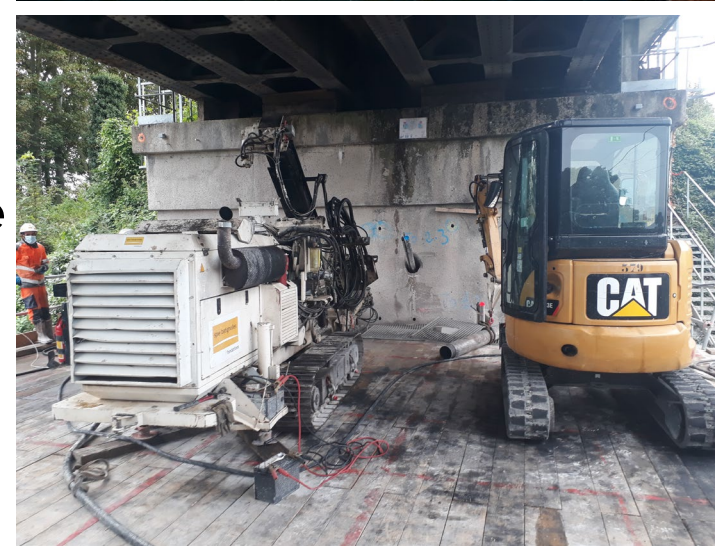
PROJET COLLABORATIF EN MONTAGE VERS UN CADRE TECHNIQUE HARMONISÉ POUR LA JUSTIFICATION DES **OUVRAGES GÉOTECHNIQUES** EXISTANTS DES **INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT**



Quelques contributions possibles de l'entreprise sur ces types de travaux



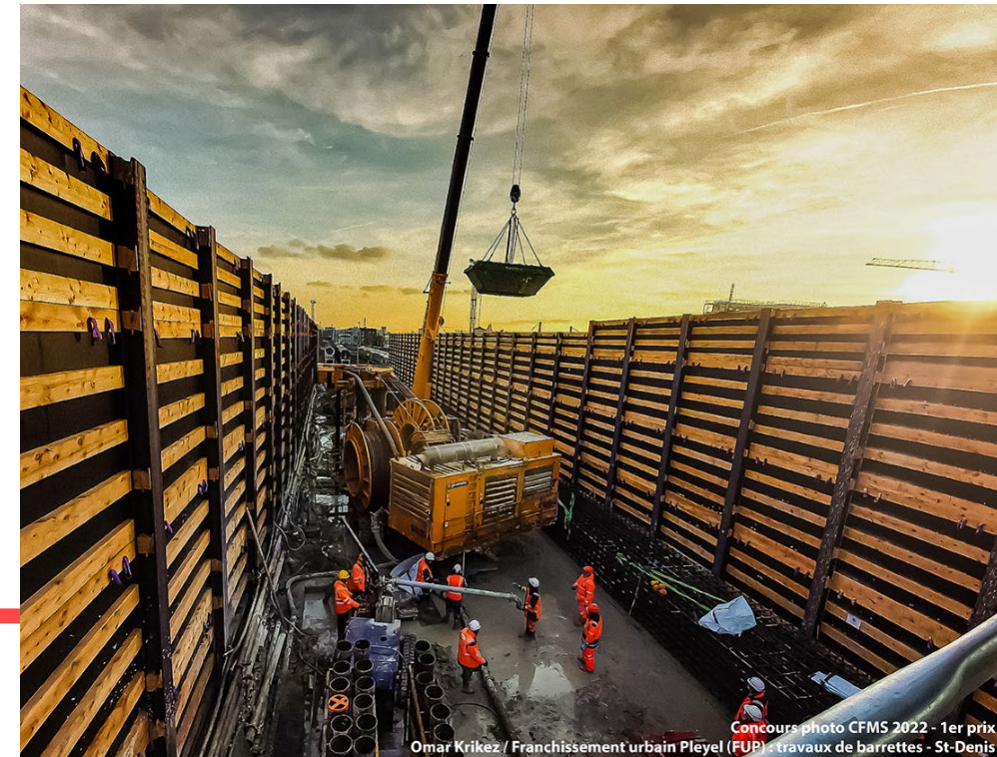
- ▶ Les projets sur les ouvrages existants présentent souvent des contraintes importantes portant sur :
 - **l'accessibilité** à la zone de travaux
 - **l'exiguïté** de la zone d'intervention
 - **les délais d'intervention** réduits en lien avec le **maintien d'une exploitation** de l'ouvrage
 - la **sensibilité de l'existant** aux déplacements ou vibrations
- ▶ Ces contraintes méthodologiques :
 - impliquent davantage de **difficultés dans l'estimation économique des travaux** (recours à des méthodes singulières)
 - et **peuvent parfois remettre en cause la faisabilité** d'une solution technique
- ▶ L'implication de l'entreprise le plus en amont possible permettra de fiabiliser les choix méthodologiques



- ▶ Matériels spécifiques permettant l'accès à une zone travaux
 - Exemple : glissière déportée sur pelle rail route
 - Exemple : plateforme de travail lors d'une réfection de quai



- ▶ **Matériels contraints par la géométrie de l'existant :**
 - Exemple Carroussel de forage de micropieux pour reprise d'un appui existant
 - Environnements exigus (Barrage, entre voie ferrée)
- ▶ **Outillage limitant les nuisances sur l'ouvrage :**
 - Technique permettant de limiter ses vibrations (fraise vs trépan, vérinage versus battage, etc.)
 - Electrification – limitation des consommations de fuel, et des nuisances sonores



► Logistiques travaux contraignantes propres aux ouvrages en exploitation

- Période de préparation importante
- Réflexion forte sur les amenées – replis

Exemple chantier du RER C (Jet Grouting « opération Castor » ou projet RC2)

Exemple des opérations coups de poing sur les OA SNCF.



► Développement de solutions/ procédés innovants

- Très souvent en partenariat avec des acteurs institutionnels, universitaires, et MOA
- Exemple du procédé de paroi par écailles préfabriquées en béton pour la reprise d'une culée en terre armée (Viaduc de Thionville)
- Exemple de l'utilisation d'un procédé de calcification pour la reprise d'une culée de pont (Pont Thinat à Orléans)

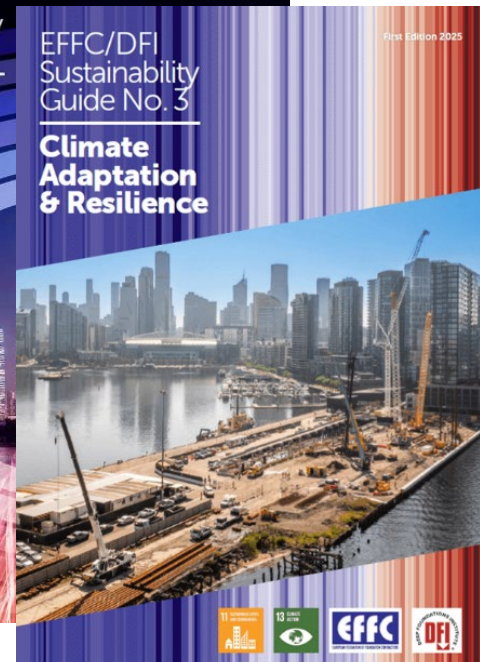


► Contribution à la documentation technique

- Participation au processus de normalisation CN JOG, CN ETG
- Participation aux sociétés savantes (CFMS par exemple) et à la rédaction de recommandations (modélisations numériques, rabattement, instrumentation des ouvrages, etc.)
- Guide technique , exemple :
 - Guide Soffons sur les plateformes de travail
 - Guide EFFC sur le développement durable
 - Guide STRRES sur les fondations anciennes par pieux bois

► Partage de retours d'expérience :

- Transfert d'une technique d'un type d'ouvrage à l'autre
- Croisement des pratiques nationales - internationales



PROJET COLLABORATIF EN MONTAGE
VERS UN CADRE TECHNIQUE HARMONISÉ
POUR LA JUSTIFICATION DES **OUVRAGES GÉOTECHNIQUES** EXISTANTS
DES **INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT**



Exemple de problématiques rencontrées par l'entreprise



- ▶ **Les hypothèses portant sur la situation existante peuvent être incomplètes :**
 - Décalage entre des données d'archives et la réalité (en particulier si la source est un DCE, ce qui peut conduire à des difficultés travaux voire sinistre)
 - **Reconnaissance géotechnique** de l'existant (ex : caractérisation des remblais souvent manquante)
 - **Conditions hydrogéologiques et hydrologiques** (fort enjeu notamment pour les ouvrages portuaires et fluviaux)
 - **Reconnaissance de la géométrie de l'existant** (détermine l'implantation des travaux, permet d'éviter les obstacles en forage) et **DDC** (lien avec projet MINERVE ?)
 - **Caractéristiques des matériaux en place** (état de la maçonnerie, des fondations, ferrailage, etc.)
 - **Phasage de construction de l'existant** pour déterminer l'historique des sollicitations de l'ouvrage, souvent utile à la justification des phases provisoires
 - Le cas échéant, diagnostic de l'instabilité observée (suivi du phénomène, origine, etc.)



- ▶ Les objectifs à atteindre par les travaux ne sont pas toujours explicités :
 - La **durabilité des ouvrages** à construire n'est pas toujours connue
 - Les **sollicitations à retenir en particulier accidentelles** ne sont pas toujours connues ? Par exemple :
 - celles en lien aussi avec les aléas du changement climatique (Exemple des niveaux de houles)
 - le traitement de l'action sismique (cas particulier où l'existant n'est pas dimensionné au séisme)
 - Les **critères de réceptions** ne sont pas explicités (par exemple sur des travaux d'injection)
 - **Cadre normatif à appliquer**
 - **Souhait d'avoir au DCE une note de conception présentant la stratégie de conception** avec le diagnostic, les objectifs et les solutions apportées en vis-à-vis.
- ▶ Le recours à des essais préalables (chargement de l'existant, essais de micropieux, etc.) est une approche à privilégier lorsque possible



- ▶ La justification des phases provisoires n'est pas toujours anticipée et constitue très souvent un point délicat :

Il s'agit par exemple :

- des **chargements liés à l'amenée de machines** (grues, foreuse, etc.), apportés à proximité ou sur un existant : ils peuvent être difficiles à justifier s'ils ne sont pas inférieurs ou égaux aux chargements des phases d'exploitation, surtout pour les zones présentant des fragilités
- de **situations provisoires d'excavation, de remblaiement ou de stockage** à proximité d'existant

Cette justification peut nécessiter des données et analyses supplémentaires à celles nécessaires à la justification de l'ouvrage final (enquête bâti d'un avoisinant, recalcul de l'existant pour apprécier les sollicitations apportées par le chargement vis-à-vis de celles connues par l'ouvrage, etc.)



- ▶ Les prescriptions techniques ne sont pas toujours adaptées à la configuration de l'opération
- ▶ La rencontre d'aléas ou d'obstacles semble plus fréquente que sur un ouvrage neuf et impose :
 - lorsque possible, une anticipation en ayant recours à une technique polyvalente,
 - une bonne réactivité des différents acteurs (en particulier dans un contexte de contraintes planning ou de restitution de zones à l'exploitant)
 - un cadre contractuel clair pour la gestion de ces évènements
- ▶ La stratégie d'auscultation (nature, fréquence, seuils, etc.) est en général un point important pour le pilotage des travaux, à définir lors de la conception
- ▶ Les critères de réception doivent être explicités, par exemple :
 - la réception de travaux d'injection est définie au regard du rôle joué dans la conception
 - la stratégie d'essai de contrôle sur fondation est ajustée aux contraintes de maintien de l'exploitation



L'exploitation
et la maintenance
des infrastructures

PROJET COLLABORATIF EN MONTAGE
VERS UN CADRE TECHNIQUE HARMONISÉ
POUR LA JUSTIFICATION DES **OUVRAGES GÉOTECHNIQUES** EXISTANTS
DES **INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT**

 **IREX**
Institut pour la recherche appliquée
et l'expérimentation en génie civil



Intérêt pour le projet collaboratif



Un sujet au cœur des métiers de la géotechnique avec de forts enjeux sociétaux

- ▶ Meilleure prise en compte des contraintes et possibilités de chaque acteur, pour une plus grande efficacité technico-économique et de moindres incidences sur l'exploitation des ouvrages
- ▶ Partager les retours d'expériences et promouvoir certains facteurs de réussite
- ▶ Préciser le cadre normatif et harmoniser les approches de conception tout en...
 - permettant la prise en compte de certaines situations éprouvées (question des facteurs partiels)
 - adoptant des approches souples qui assurent une meilleure adaptation vis à vis d'aléas
 - et en ne limitant pas les évolutions et innovations technologiques
- ▶ Intégrer les spécificités de ces projets dans les approches contractuelles et assurantielles
 - exemple : sourcing, ouverture aux variantes, recours à des plots d'essai, réception des travaux, etc.



L'exploitation
et la maintenance
des infrastructures

PROJET COLLABORATIF EN MONTAGE
VERS UN CADRE TECHNIQUE HARMONISÉ
POUR LA JUSTIFICATION DES **OUVRAGES GÉOTECHNIQUES** EXISTANTS
DES **INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT**



Les entreprises au sein de la FNTP / UMTM

Support faisant suite à une série d'échanges

avec des représentants de BYTPRF, D&B, CHARIER, SPIE, NGE, FAYAT, SOLETANCHE BACHY

Merci à Emilie Colibert et Laurent Ryckaert (BYTPRF), Céline Lefevre (Demathieu et Bard) Emmanuel Gagniere et Hossein Eslami (FAYAT) Aude Paret et Philippe Mercier (Spie fondations) Philippe Legrand (NGE) Anthony Leray (Charier) Mehdi Benhabbari, Christophe Soustelle et Bruno Demarcq (Soletanche Bachy)

Crédit photo : Spie, NGE, Soletanche Bachy, Cédric Helsly, CFMS

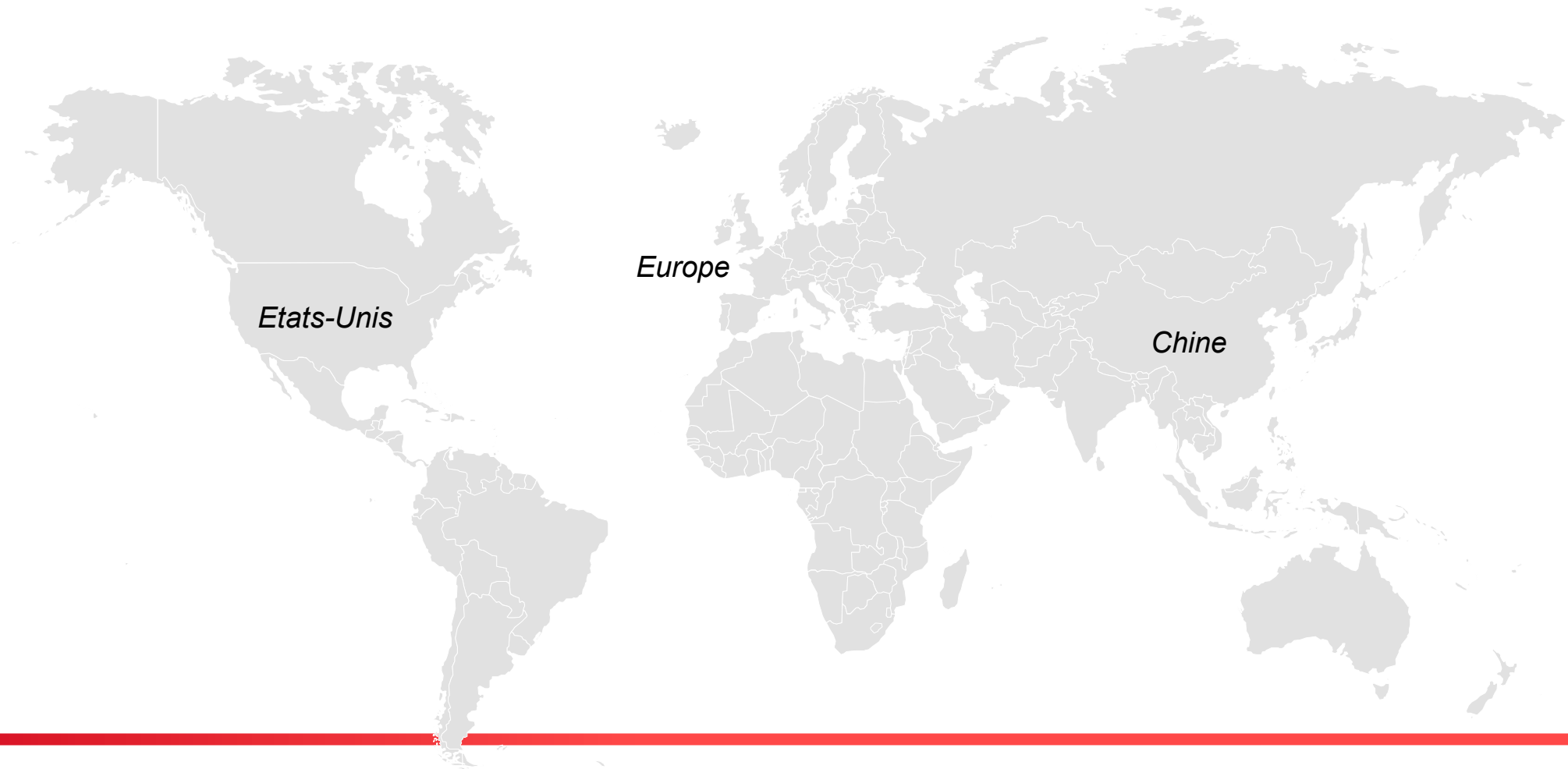
PROJET COLLABORATIF EN MONTAGE
VERS UN CADRE TECHNIQUE HARMONISÉ
POUR LA JUSTIFICATION DES **OUVRAGES GÉOTECHNIQUES** EXISTANTS
DES **INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT**



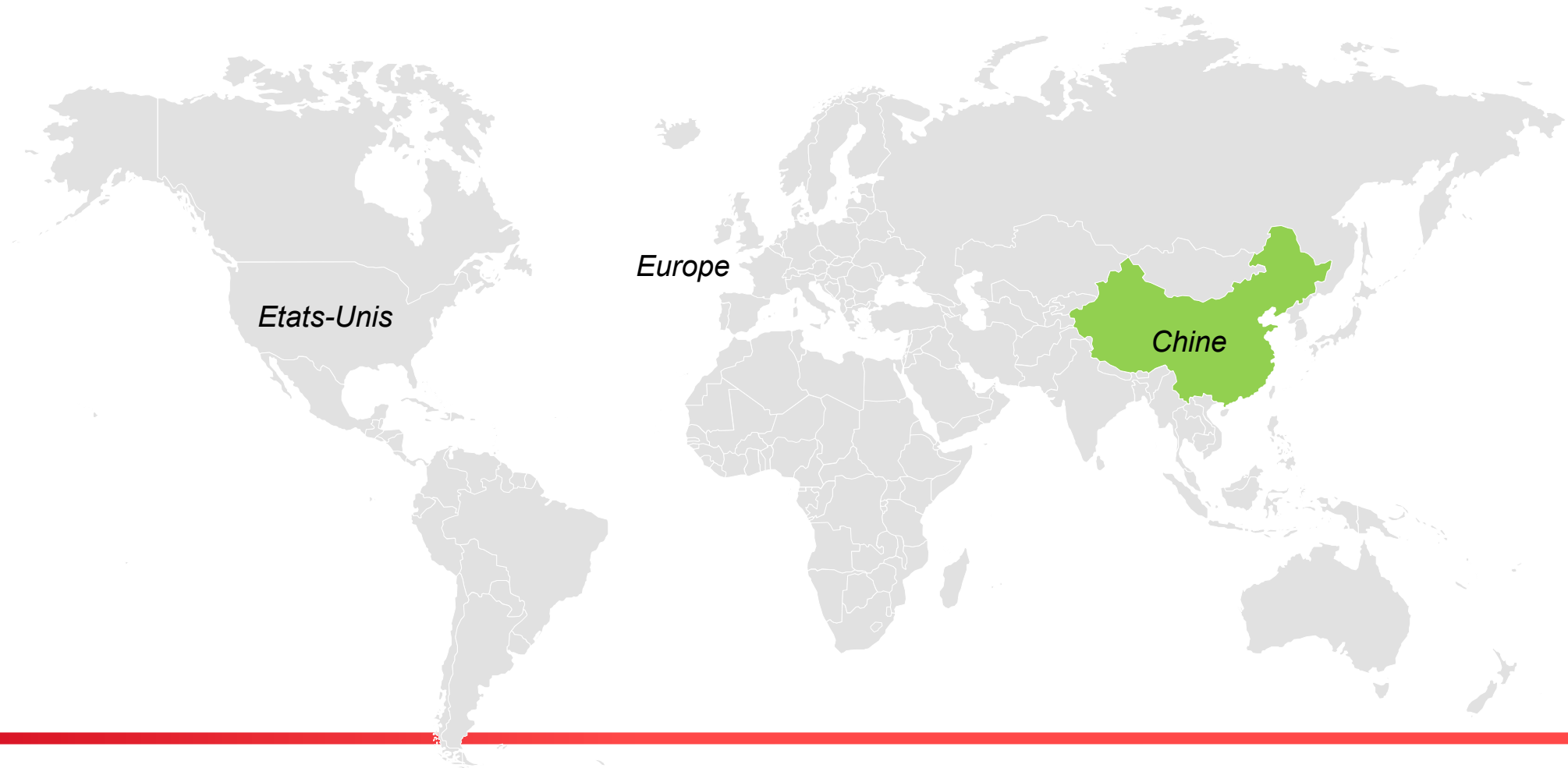
2. Tour d'horizon des pratiques internationales

Antoine Guimond-Barrett (SNCF)

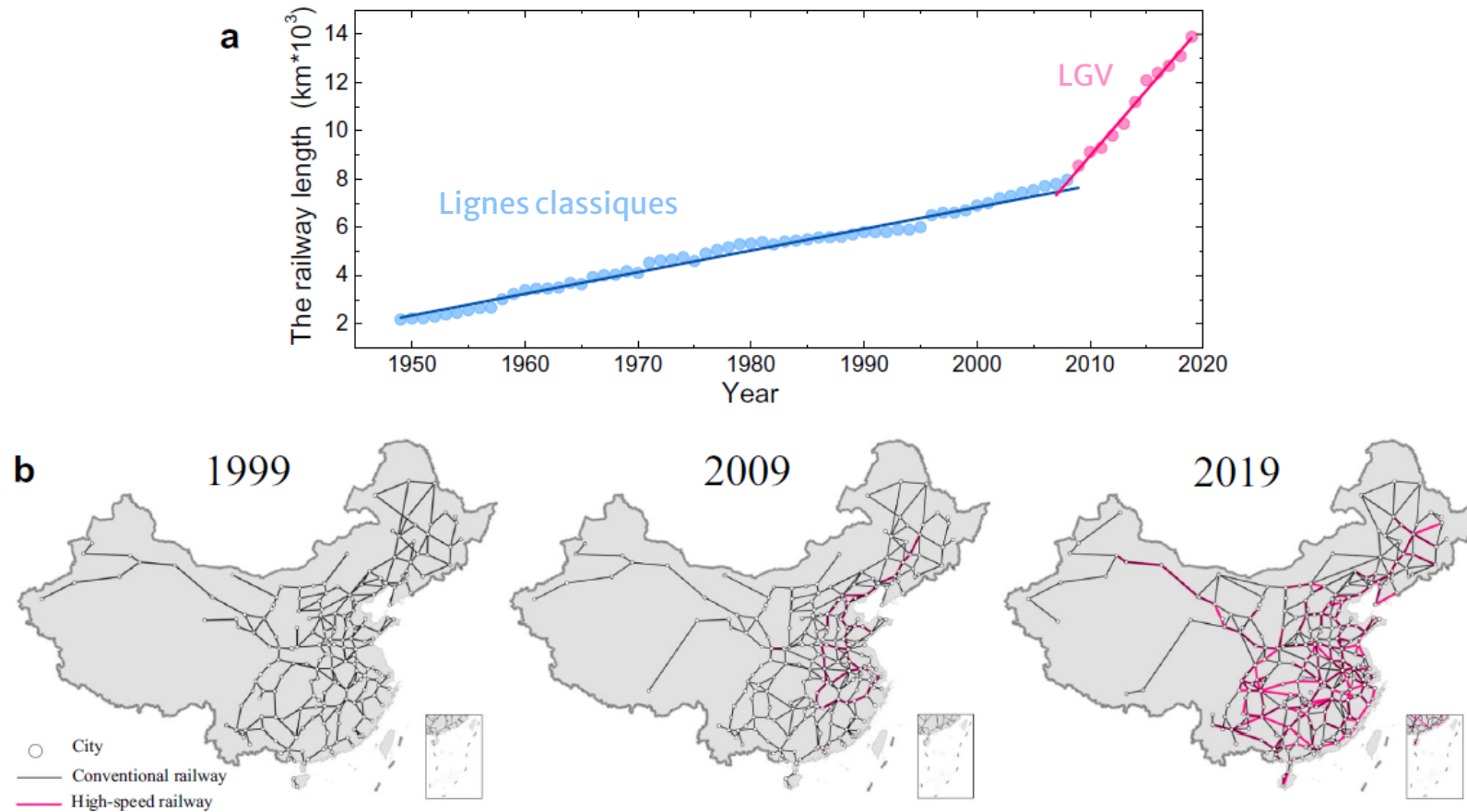
REX internationaux dans le cadre de l'étude d'opportunité et de faisabilité du projet



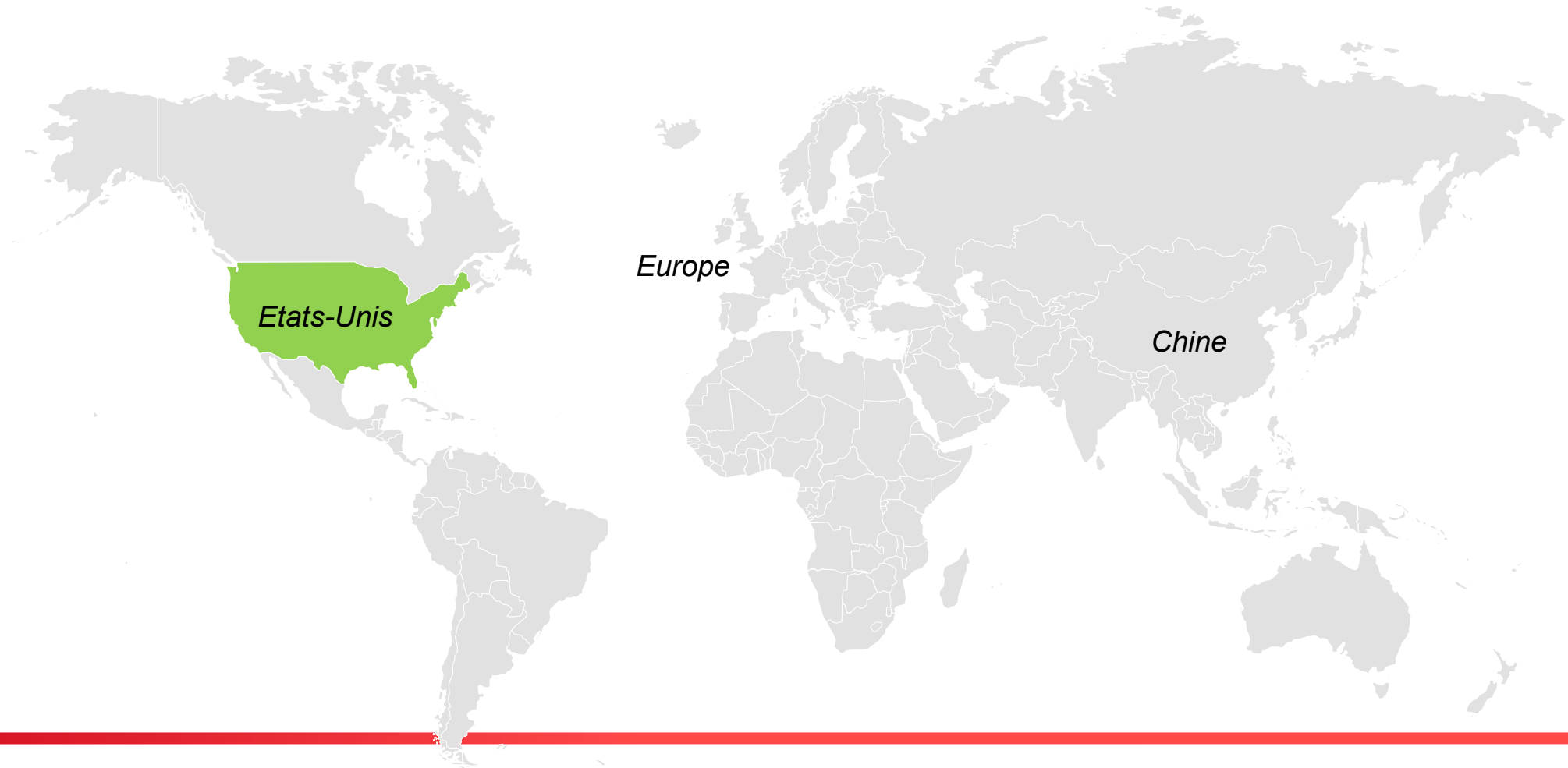
REX internationaux dans le cadre de l'étude d'opportunité et de faisabilité du projet



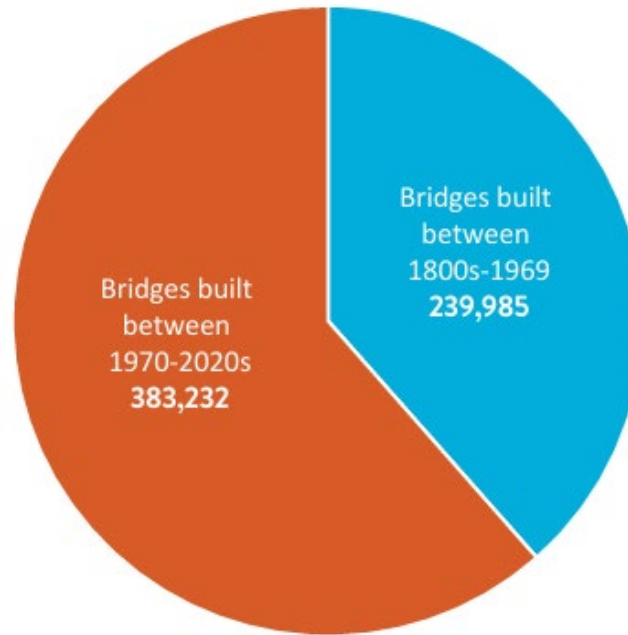
Chine – développement récent du réseau LGV



REX internationaux dans le cadre de l'étude d'opportunité et de faisabilité du projet



Etats-Unis – un patrimoine d'ouvrages routiers qui atteint sa durée de service



AASHTO

NEW BRIDGES
ARE NOW REQUIRED TO BE
DESIGNED WITH A
75 YR
SERVICE LIFE

COMPARED TO THE PREVIOUS
50 YRS

623 000 ponts routiers, d'un âge moyen d'environ 47 ans :

- 49,1 % en état « moyen »
- 44,1 % en « bon » état
- 6,8 % en « mauvais » état



Etats-Unis – un patrimoine d'ouvrages routiers qui atteint sa durée de service

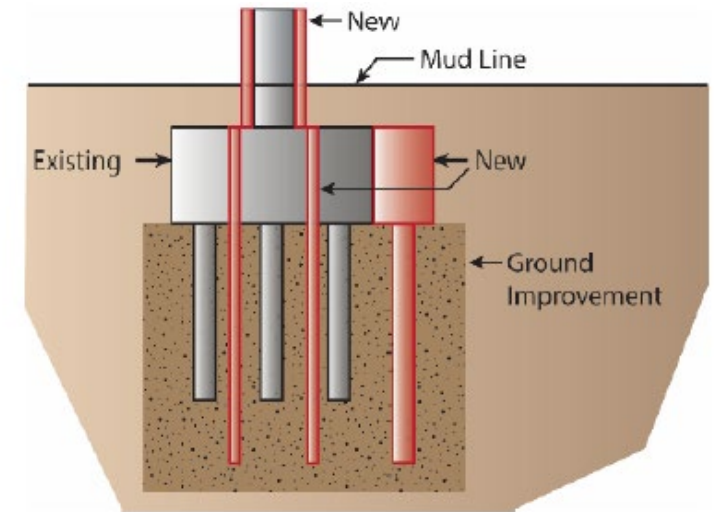
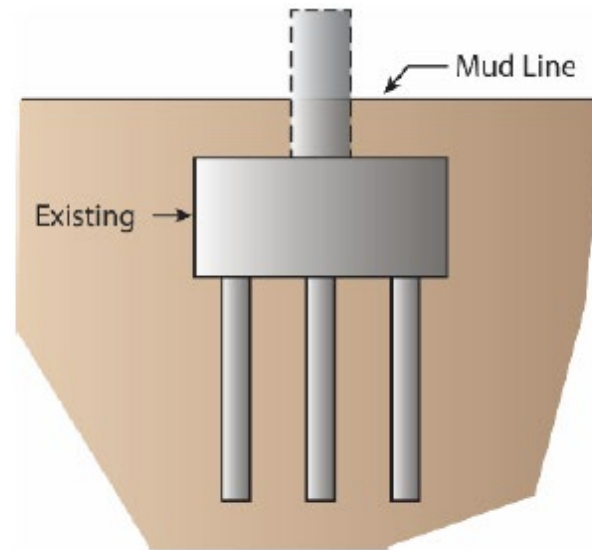
Publication No. FHWA-HIF-18-055
Infrastructure Office of Bridges and Structures
November 2018

Foundation Reuse for Highway Bridges

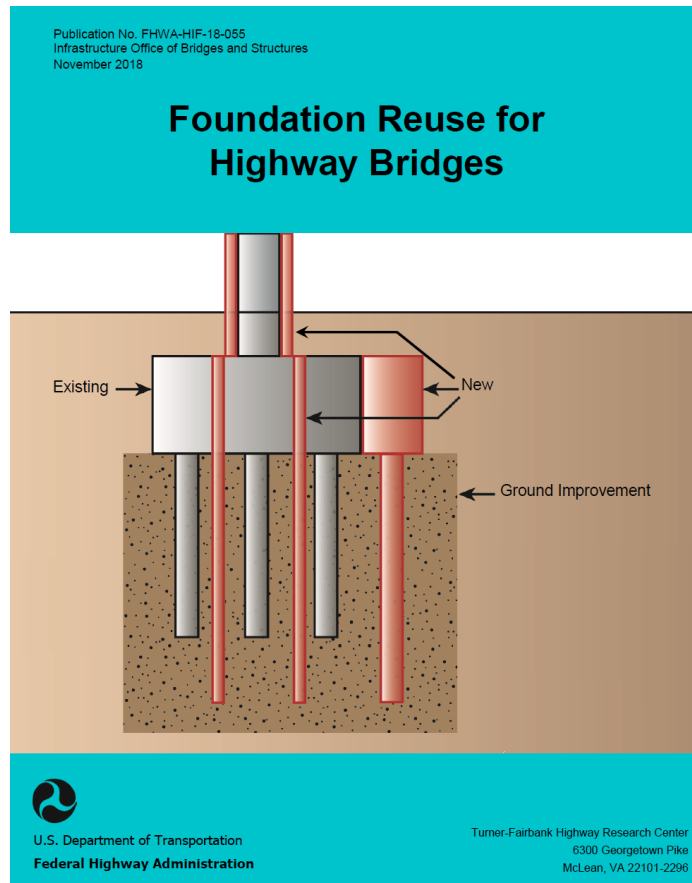
The diagram illustrates the process of foundation reuse. It shows a cross-section of the ground with an existing foundation (grey) and a new foundation (red) being installed. The new foundation is placed adjacent to the existing one. Below the foundations, there is a layer of ground improvement material, indicated by a dotted pattern. Labels include 'Existing', 'New', and 'Ground Improvement'.

U.S. Department of Transportation
Federal Highway Administration

Turner-Fairbank Highway Research Center
6300 Georgetown Pike
McLean, VA 22101-2296



Etats-Unis – un patrimoine d'ouvrages routiers qui atteint sa durée de service

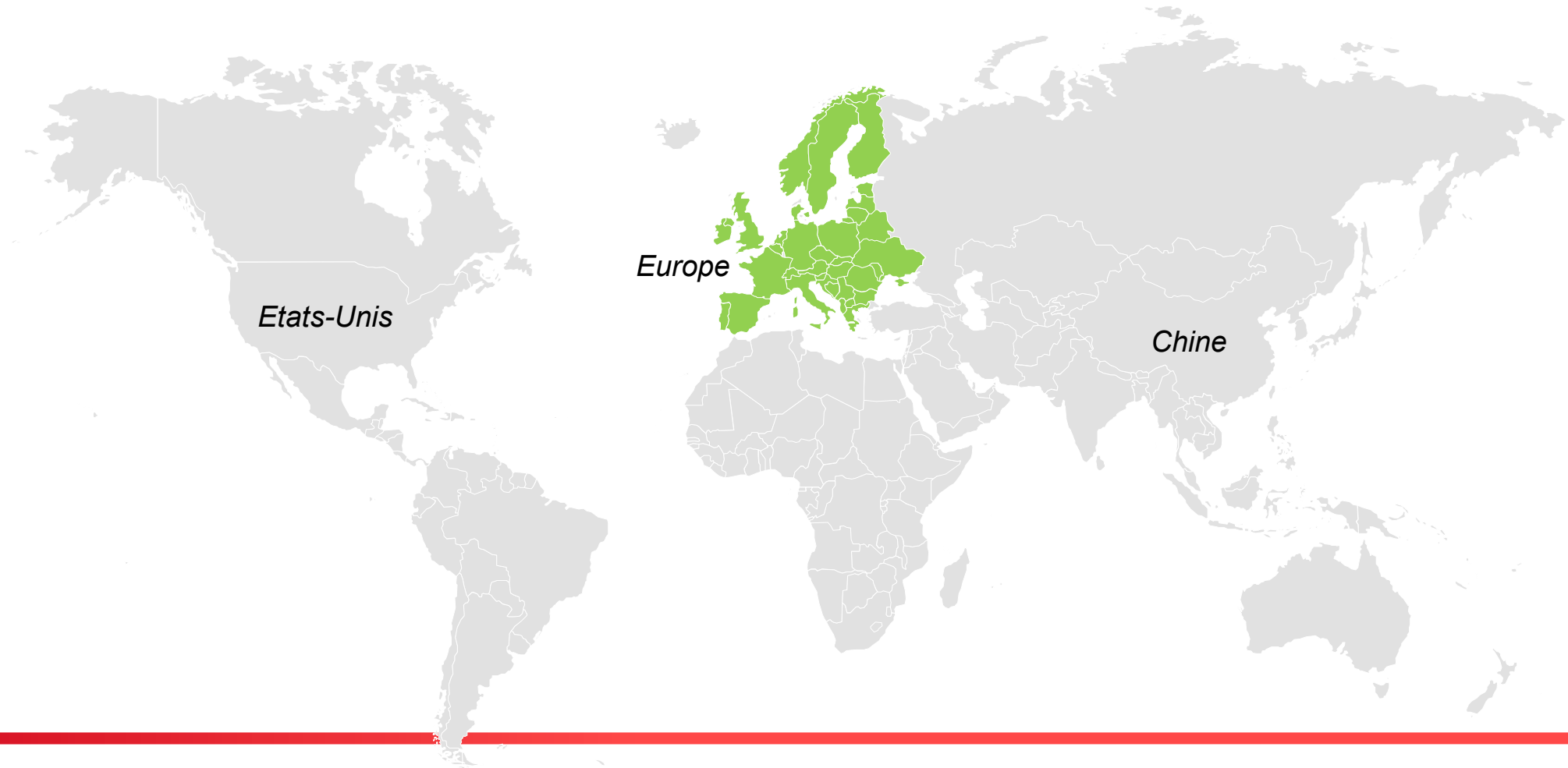


Enquête auprès de 39 agences fédérales (questions à réponses multiples) sur les règles de calculs utilisées pour évaluer le réemploi des fondations d'ouvrages d'art:

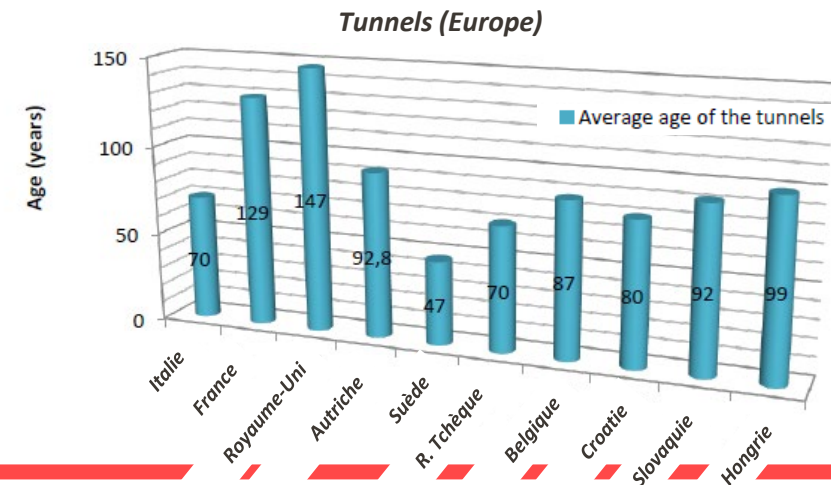
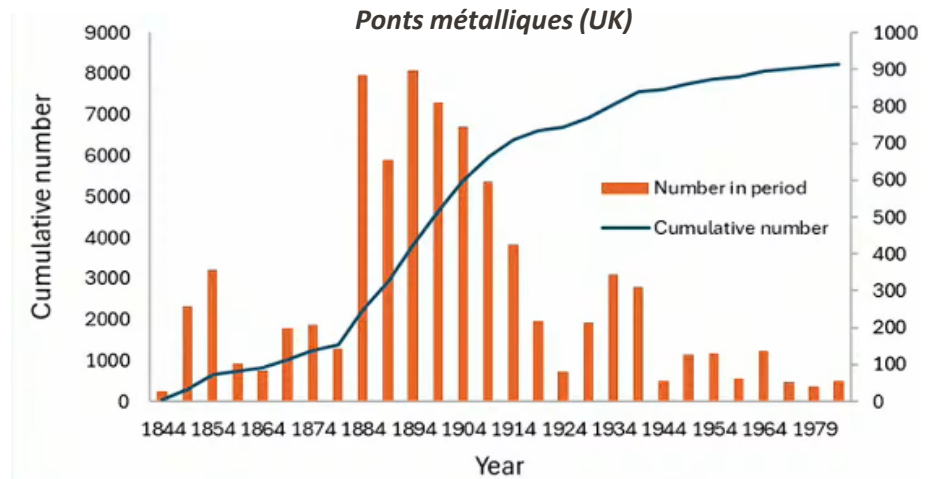
- 79 % appliquent les règles en vigueur au moment du réemploi
- 38 % se réfèrent aux règles d'origine
- 28 % complètent par des dispositions spécifiques à l'État



REX internationaux dans le cadre de l'étude d'opportunité et de faisabilité du projet

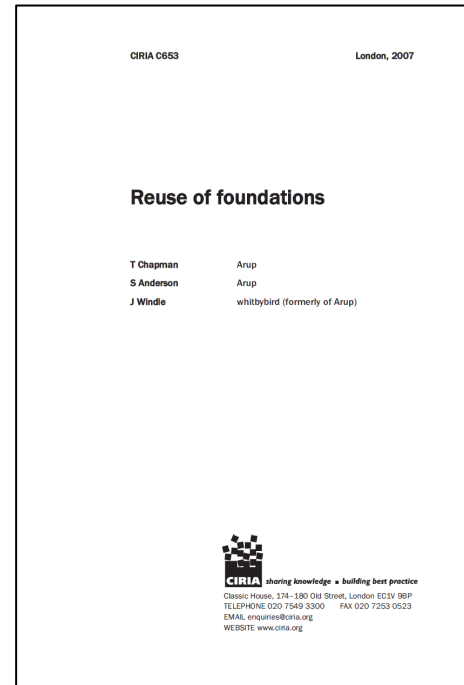


Europe – un patrimoine ferroviaire centenaire, toujours en exploitation



Europe – des pratiques nationales variées

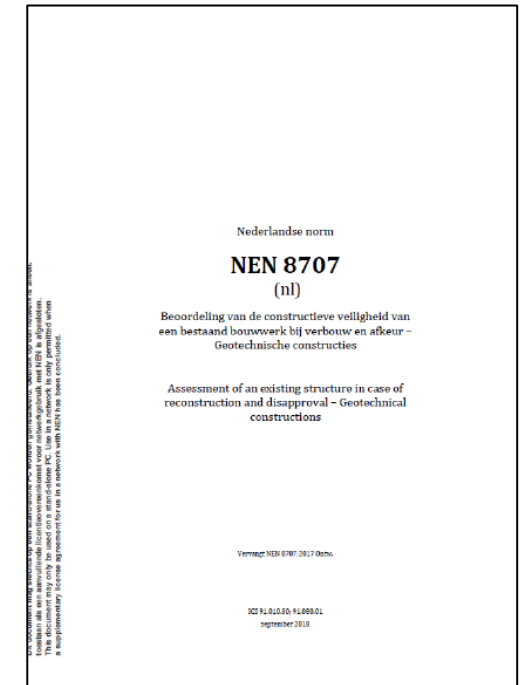
- Groupe de travail européen CEN/TC250 “Structural Eurocodes” - SC7 “Geotechnical design” - TG “Existing Structures”
 - Méthodes d'évaluation hétérogènes d'un pays à l'autre
 - Normes et guides dédiés inégalement développés



Royaume-Uni



Finlande



Pays-Bas



Europe – des principes communs et partagés

- Le comportement des ouvrages existants est **mieux maîtrisé grâce à l'observation et au retour d'expérience**, contrairement aux ouvrages neufs dont le comportement reste estimé en phase de conception

=> Les stratégies de régénération doivent donc **tirer parti de cet avantage**

- Dans de nombreux cas, les **exigences de dimensionnement** applicables aux ouvrages neufs ne sont **pas directement transposables** à la régénération des ouvrages existants

=> Plusieurs pays européens **adaptent** déjà en conséquence les coefficients partiels pour mieux refléter ces situations

- Consensus sur la nécessité d'un meilleur encadrement et d'une **harmonisation des pratiques** à l'échelle européenne

Table N.1 – Partial factors for loads (γF) or load effects (γE)

Action	Symbol	Combination								
		A2								
		Other								
		Renovation						Preservation		
		Safety Class			Safety Class before 2003 ^a			Safety Class		
		RC1	RC2	RC3	RC1	RC2	RC3	RC1	RC2	RC3
Permanent	unfavourable	γ _G	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	favourable		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Variable	Unfavourable	γ _Q	1,1	1,2	1,3	1,1	1,15	1,25	1,0	1,1
	favourable		0	0	0	0	0	0	0	0

^a These values may only be applied to structures for which a building permit has been granted under the 2003 Building Decree or earlier.

Table N.2 – Partial factors for soil parameters (γM)

Soilparameter	Symbol	Combination								
		M2								
		Overall stability								
		Renovation						Preservation		
		Safety Class			Safety Class before 2003 ^a			Safety Class		
		RC1	RC2	RC3	RC1	RC2	RC3	RC1	RC2	RC3
Degree of internal friction ^b	γ _{φ'}	1,15	1,2	1,25	1,15	1,15	1,25	1,0	1,1	1,2
Effective cohesion	γ _c	1,15	1,3	1,45	1,15	1,25	1,4	1,0	1,1	1,3
Undrained Shear Strength	γ _{cu}	1,3	1,5	1,75	1,3	1,4	1,65	1,0	1,2	1,5
Prism strength	γ _{qu}	1,3	1,5	1,75	1,3	1,4	1,65	1,0	1,2	1,5
Volume weight	γ _γ	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

^a These values may only be applied to structures for which a building permit was granted under the 2003 Building Decree or earlier.
^b This factor relates to tan φ'.



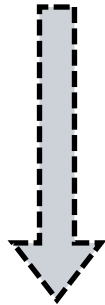
Europe – vers une harmonisation européenne



Exigence de dimensionnement croissante



Complexité croissante de l'intervention



		Approches possibles de vérification				
Catégories d'intervention		Ancien code / sécurité équivalente	Augmentation forfaitaire de sécurité	EC7 ELS	EC7 ELS + ELU avec facteurs partiels adaptés	EC7 Vérification complète
1	Préservation	X	X			
2	Réparation	X	X			
3	Régénération			X	X	
4	Modernisation					X

Une approche graduée des exigences de dimensionnement pourrait être définie en tenant compte :

- du **fonctionnement** mécanique de l'ouvrage et des enjeux associés à son **utilisation** (trafic, conséquences d'une défaillance)
- des différents **niveaux d'intervention** : Préservation < Réparation < Régénération < Modernisation



Conclusions

- La gestion des ouvrages géotechniques existants est une problématique déjà bien présente et appelée à prendre une importance croissante dans les prochaines années.
- Aucune démarche n'apparaît aujourd'hui pleinement aboutie.
- À l'échelle européenne, une dynamique de réflexion et de structuration des pratiques commence à émerger via les Eurocodes.
- **Dans ce contexte, une approche graduée de dimensionnement peut être envisagée pour les différents niveaux d'intervention sur les ouvrages géotechniques existants, intégrant :**
 - le fonctionnement mécanique de l'ouvrage,
 - les enjeux liés à son usage et à son exploitation.



PROJET COLLABORATIF EN MONTAGE
VERS UN CADRE TECHNIQUE HARMONISÉ
POUR LA JUSTIFICATION DES **OUVRAGES GÉOTECHNIQUES** EXISTANTS
DES **INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT**



3. Conclusions et perspectives

Synthèse et Perspectives

Vincent Talfumière (SNCF Réseau)

Les différentes présentations témoignent de **besoins divers** dans la gestion, l'entretien et la réparation des ouvrages géotechniques existants en termes :

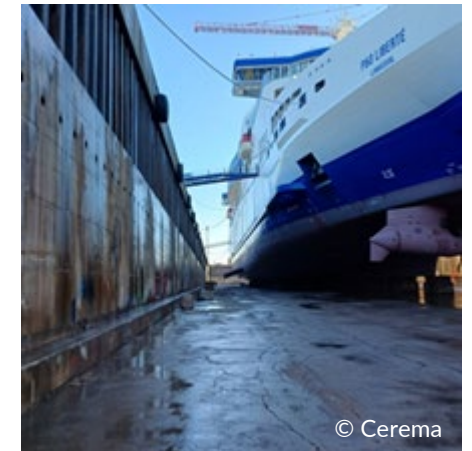
- de connaissance et de suivi de leur comportement ;
- de méthodes spécifiques de reconnaissances des terrains ;
- de stratégies variables de dimensionnement et de calcul selon leur fonctionnement et leur utilisation tenant compte des objectifs du MOA ;
- de méthodes et procédés d'exécution pour tirer avantage des parties existantes et opérationnelles de l'ouvrage.



La profession géotechnique s'est trop peu emparée du sujet des ouvrages existants et dispose finalement que de peu de recommandations pour aborder efficacement le problème de leur gestion.

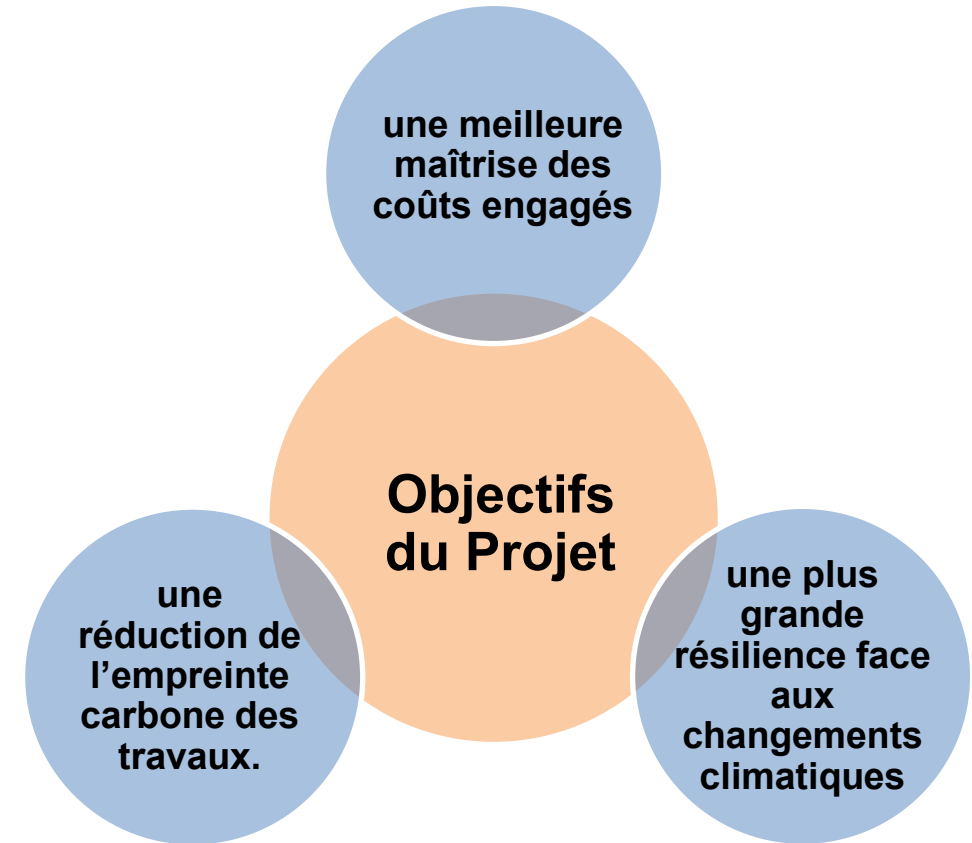
Nos normes et recommandations sont essentiellement tournées vers les ouvrages neufs avec des surcoûts évidents.

Le constat partagé à ce stade est qu'il doit être possible de proposer des solutions d'entretien, de confortement et de réparation plus frugal répondant à un juste besoin.



Trois objectifs apparaissent pour la gestion des ouvrages géotechniques existants :

- **une meilleure maîtrise des coûts engagés**
- **une réduction de l'empreinte carbone des travaux**
- **une typologie de solutions assurant une plus grande résilience face aux changements climatiques**



→ La mise au point de recommandations pour ces différents aspects est nécessaire.



Trois enjeux apparaissent :

- **refléter et tirer parti des expériences disponibles** sur les ouvrages terrestres ferroviaires ou routiers, maritimes et fluviaux, souterrains, etc.
- **associer l'ensemble de la profession** : MOAs, MOEs, Bureaux d'études, Entreprises, Assureurs, Juristes, etc.
- tenir compte des **pratiques internationales** disponibles.



PROJET COLLABORATIF EN MONTAGE
VERS UN CADRE TECHNIQUE HARMONISÉ
POUR LA JUSTIFICATION DES **OUVRAGES GÉOTECHNIQUES** EXISTANTS
DES **INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT**



4. Programmation

Organisation et Prochaines Échéances

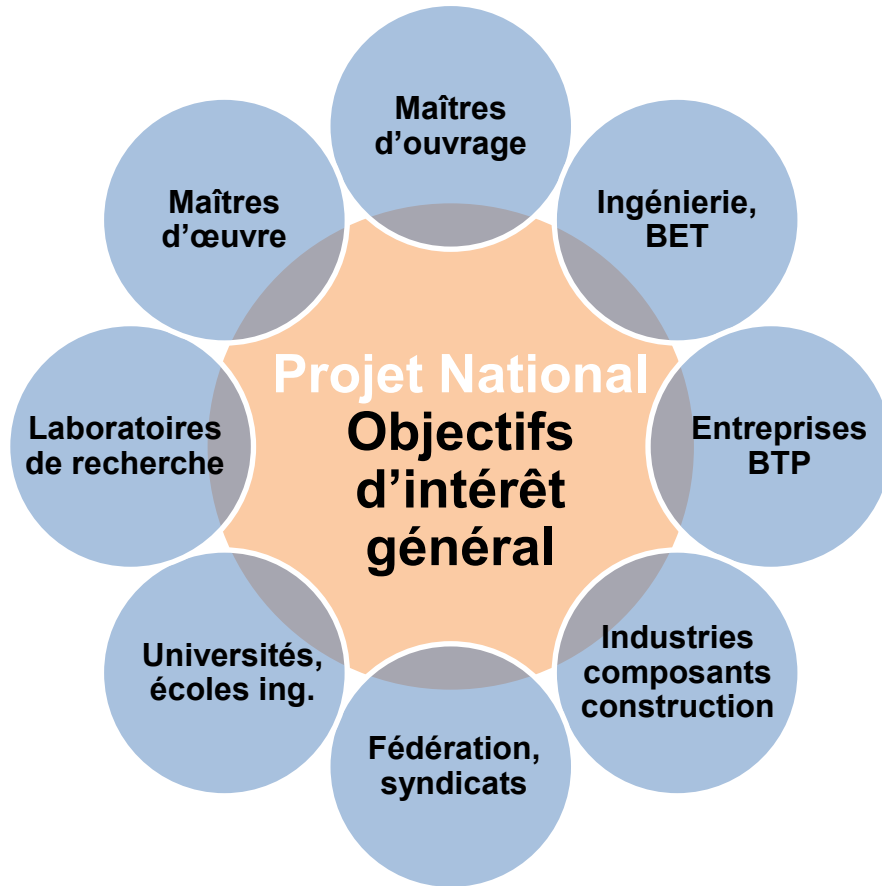
Camilo Duran (IREX)

Sébastien Burlon (Cerema)

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)



Programme d'actions R&D
à caractère collaboratif

REX, essais, modélisation, développements
méthodologiques, expérimentations grandeur
nature, transfert de résultats

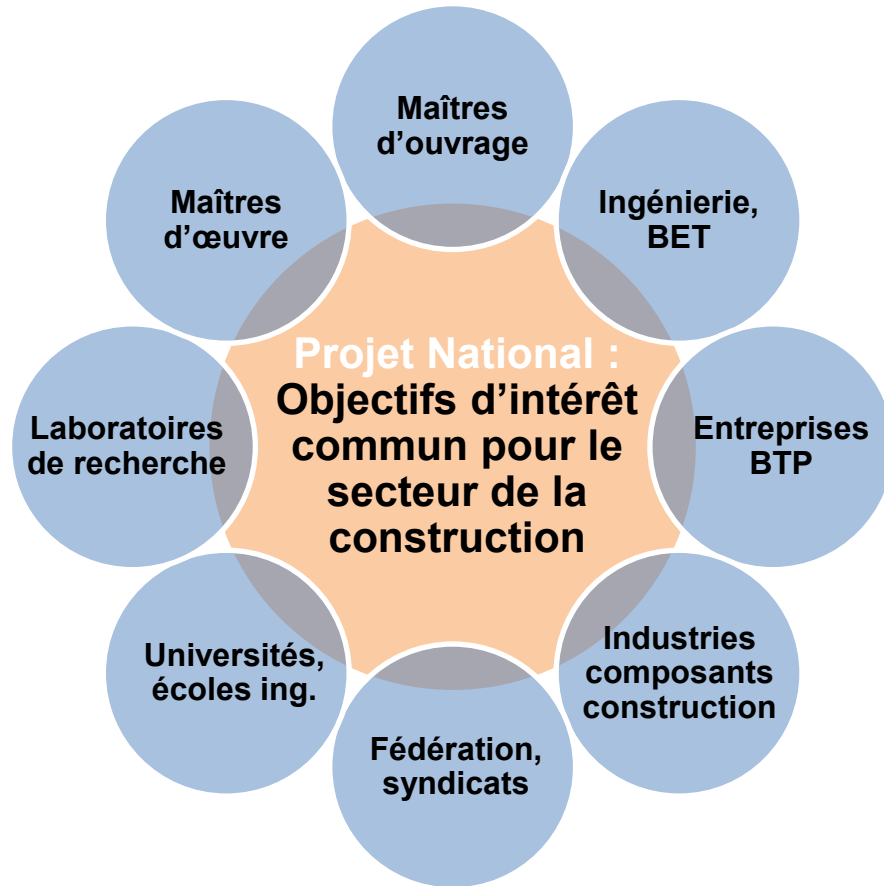
4 ans

Livrables opérationnels:

- Guides Techniques
- Recommandations
- Évolution des normes
- Outils informatiques



Financement des PN



Partenariat :
40-60 partenaires

Durée :
4 ans

Budget global :
~ 5M€HT

Ressources :

70 % : Apports en nature des partenaires

30 % : Fond commun = Cotisations annuelles des partenaires, subventions (CGDD, DGITM, FEREC, etc.)



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



Étapes du montage

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

1. Etude d'opportunité

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

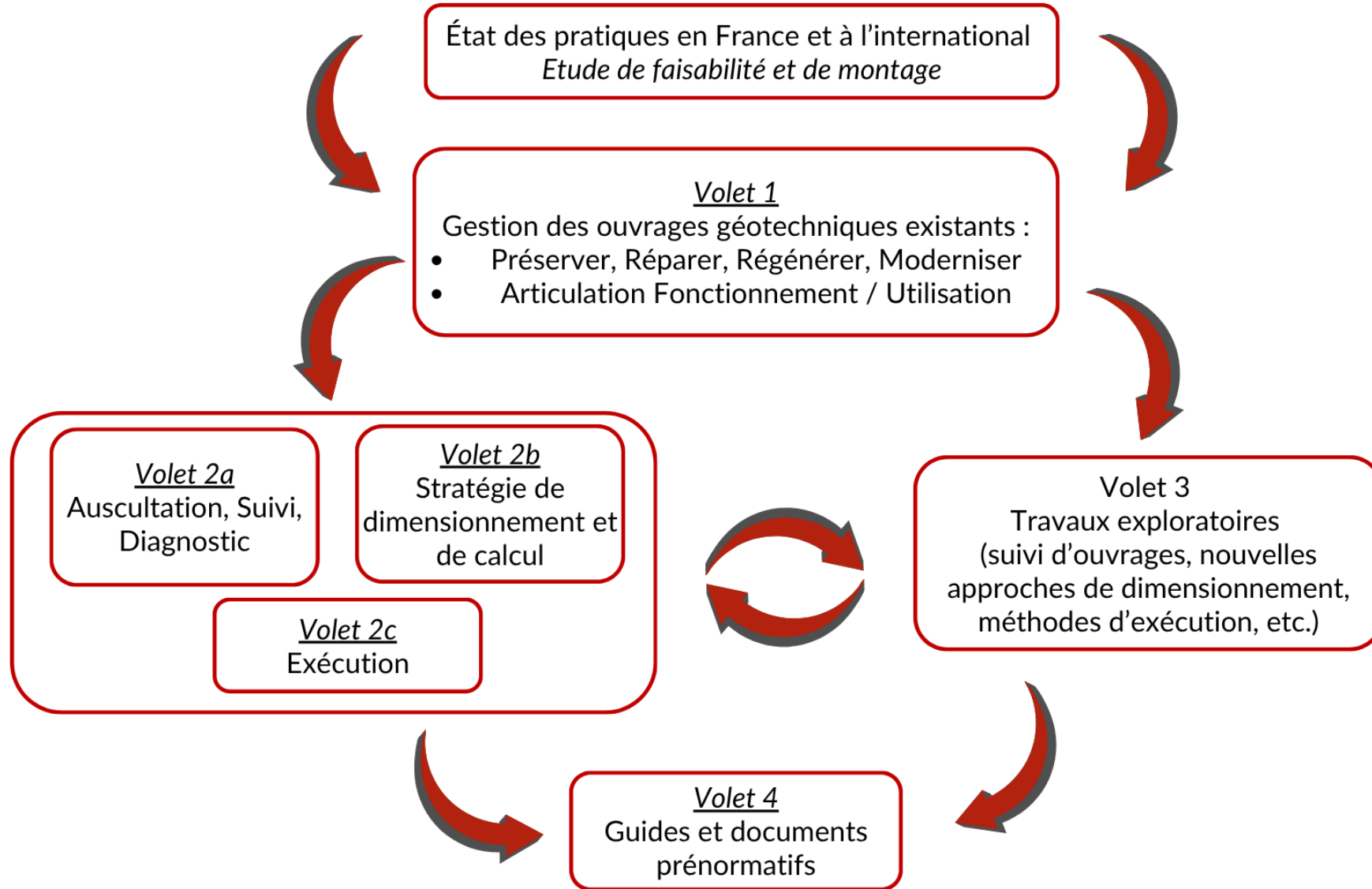
2. Etude de faisabilité

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

3. Etude de montage

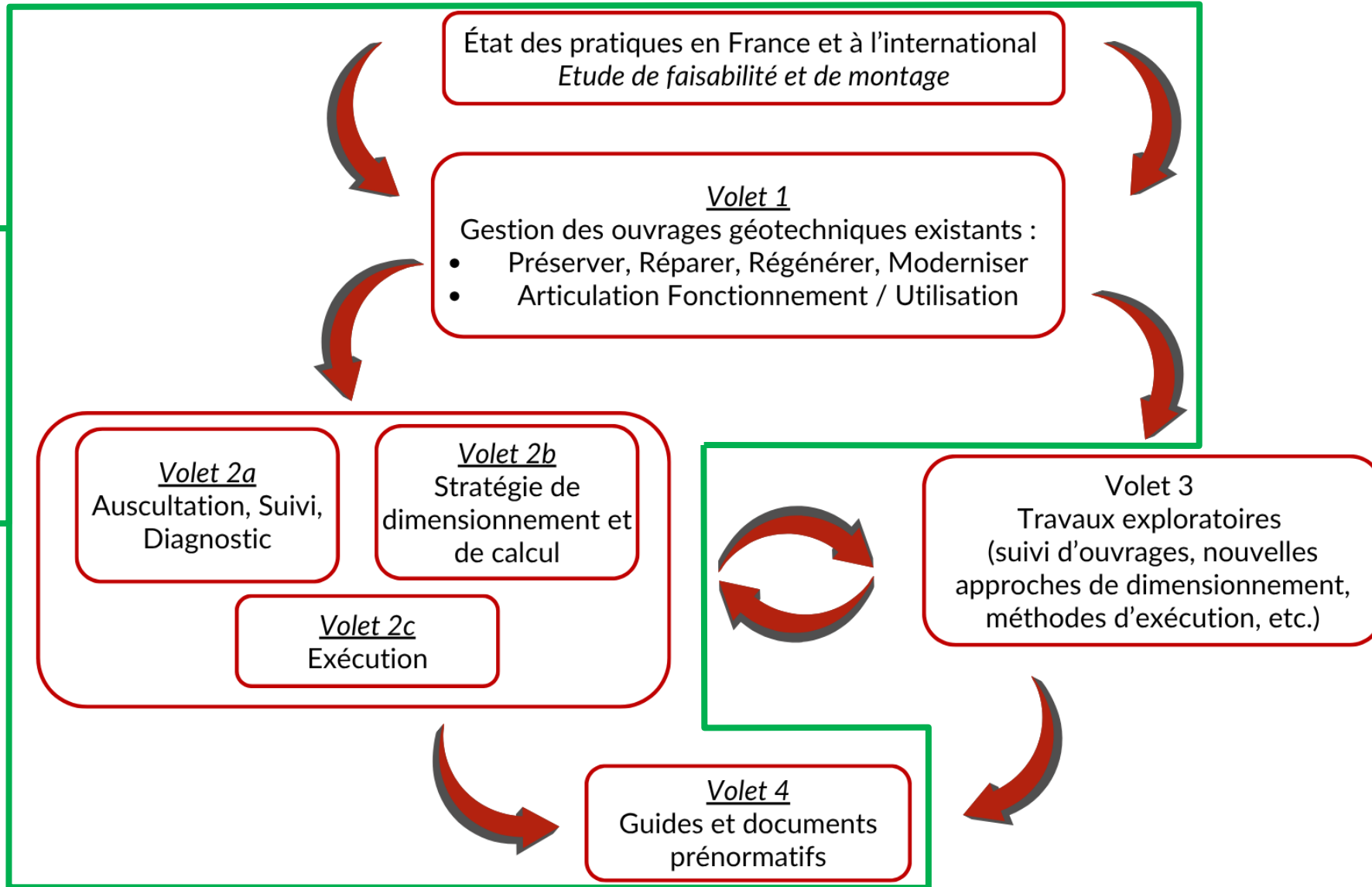
... plus précision du
programme de recherche et
financement





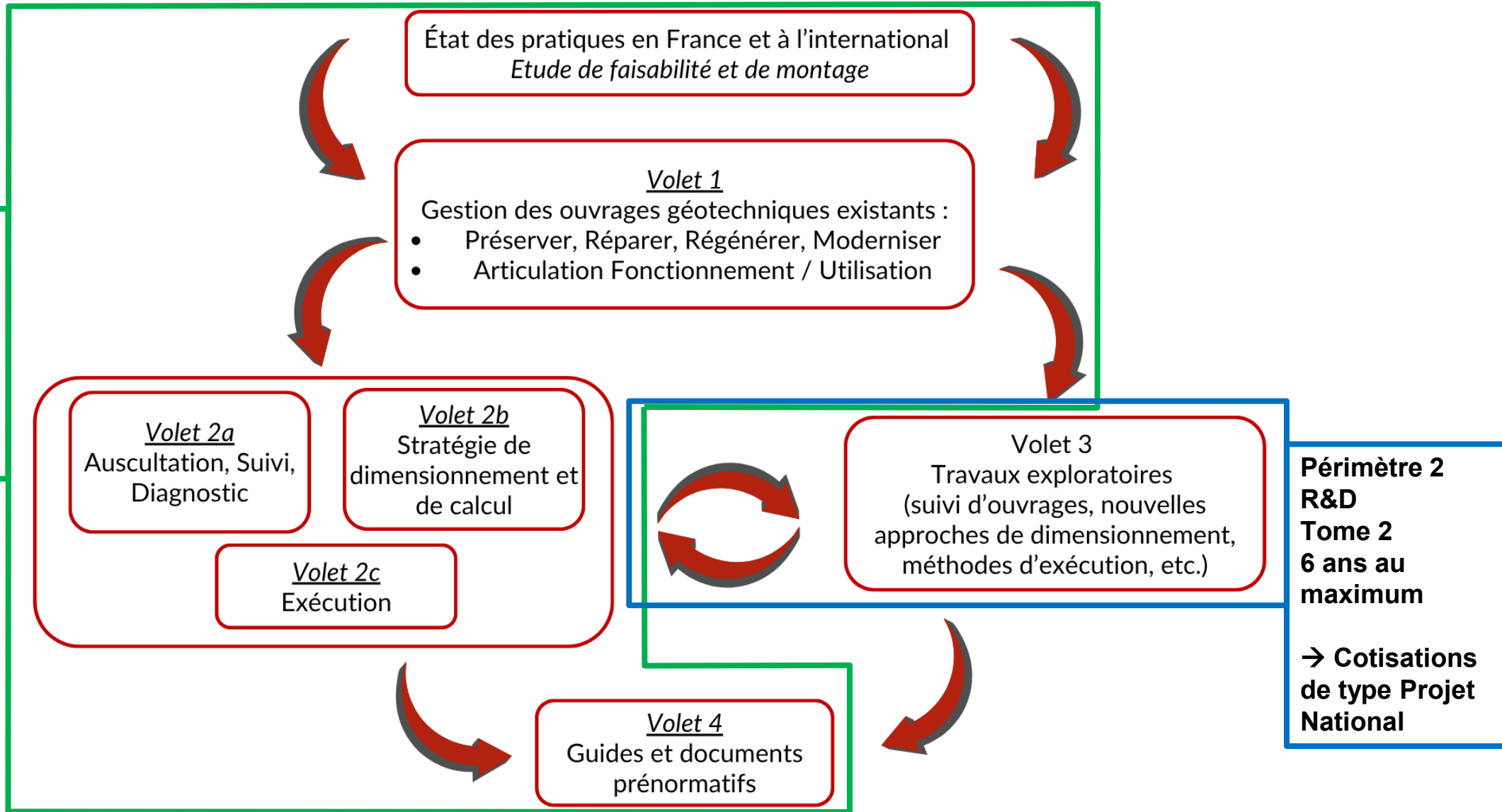
Périmètre 1
Recommandations
Tome 1
3 ans au maximum
(2027, 2028, 2029)

→ Cotisations réduites



Périmètre 1
Recommandations
Tome 1
3 ans au maximum
(2027, 2028, 2029)

→ Cotisations réduites



Périmètre 2
R&D
Tome 2
6 ans au maximum

→ Cotisations de type Projet National

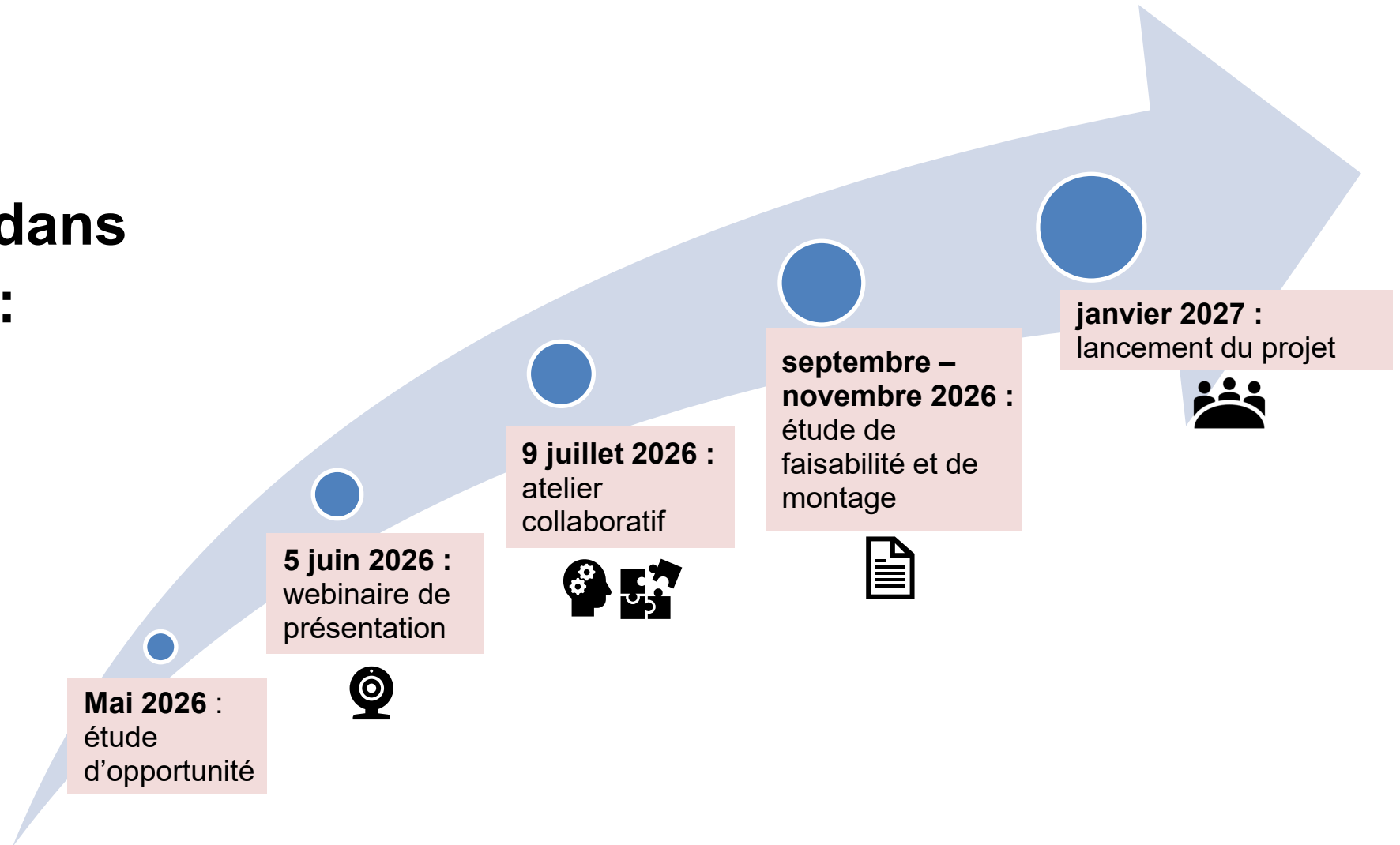


Catégories	Base	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4	Groupe 5
Maîtres d'ouvrages publics	Budget alloué aux Infrastructures		Moins de 10M€	De 10 à 100M€	De 100M€ à 1000M€	Plus de 1000M€
Industriels / Entreprises de travaux / Concessionnaires exploitants d'infrastructures	Chiffre d'affaires		Moins de 100M€	De 100 à 500M€	De 500M€ à 2000M€	Plus de 2000M€
Ingénieries / Bureaux d'études / établissement R&D / éditeurs logiciels	Chiffre d'affaires ou budget annuel	Moins de 2M€	De 2 à 20M€	De 20 à 200M€	De 200M€ à 2000M€	Plus de 2000M€
Universités, Ecoles	Statut	toutes tailles				
Fédérations/ syndicats / associations	Chiffre d'affaires du secteur		Moins de 500M€	De 500 à 10000M€	Plus de 10000M€	
COTISATION ANNUELLE		0,2 _{TPN}	0,5 _{TPN}	_{TPN}	2 _{TPN}	3 _{TPN}
TPN = 7000€HT		1400	3500	7000	14000	21000

- Cotisations typiques si périmètres 1 + 2
- Modulation à prévoir si périmètre 1



Programmation dans les mois à venir :



Atelier collaboratif

Heure	Intitulé
9:00 - 9:30	Accueil-café
9:30 - 9:50	Introduction et contexte
09:50 – 12:30	État des lieux des pratiques par usage <ul style="list-style-type: none">• Domaine ferroviaire• Domaine routier• Domaine maritime et fluvial<ul style="list-style-type: none">• MOE• Entreprise• Patrimoine
12:30 – 14:00	Déjeuner
14:00 – 16:00	Tables rondes: 2 Sessions au choix (50 min - 1h) Table 1 : Mieux connaître nos ouvrages (surveillance, instrumentations, reconnaissances) Table 2 : Mieux justifier les ouvrages existants (stabilité, diagnostics, travaux de confortement) Table 3 : Mieux réaliser les travaux sur ouvrages existants (méthodes d'exécution, suivis et contrôles)
16:00 – 17:00	Synthèse et restitution tables rondes, aspects R&D, poursuite du montage

Lieu :
FNTP à Paris

Date :
9 juillet 2026



L'exploitation
et la maintenance
des infrastructures

PROJET COLLABORATIF EN MONTAGE
VERS UN CADRE TECHNIQUE HARMONISÉ
POUR LA JUSTIFICATION DES **OUVRAGES GÉOTECHNIQUES** EXISTANTS
DES **INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT**



5. Questions, échanges



Merci pour
votre attention

contact@irex.asso.fr



IREX

Institut pour la recherche appliquée
et l'expérimentation en génie civil

