

22/05/2026

SCHMIDT Franziska
ADELAIDE Lucas

Projet ANR MAESTROS

CONTEXTE

- **Vieillessement des infrastructures** de génie civil et des monuments historiques en béton armé
↗ de la probabilité d'incidents (Gênes, Mirepoix), perte de matériaux d'origine pour les structures historiques et les coûts globaux de réparation.
- **Augmentation des sollicitations:** changement climatique et évolution des usages (ex: augmentation de la charge autorisée des poids lourds)
↗ nécessité d'une meilleure surveillance (SHM) afin d'optimiser les approches d'entretien et de réparation/restauration.
- **Inspections ou stratégies SHM souvent mono-pathologie**, alors que les processus combinés se cumulent généralement pour produire des dégradations importantes.
↗ approches polyvalents, et définition d'indicateurs de condition pertinents.
- **Nouvelles opportunités** en termes de capteurs à faible coût, d'IoT, grandes quantités de données de diverses sources, du traitement et de l'analyse des données et des jumeaux numériques.

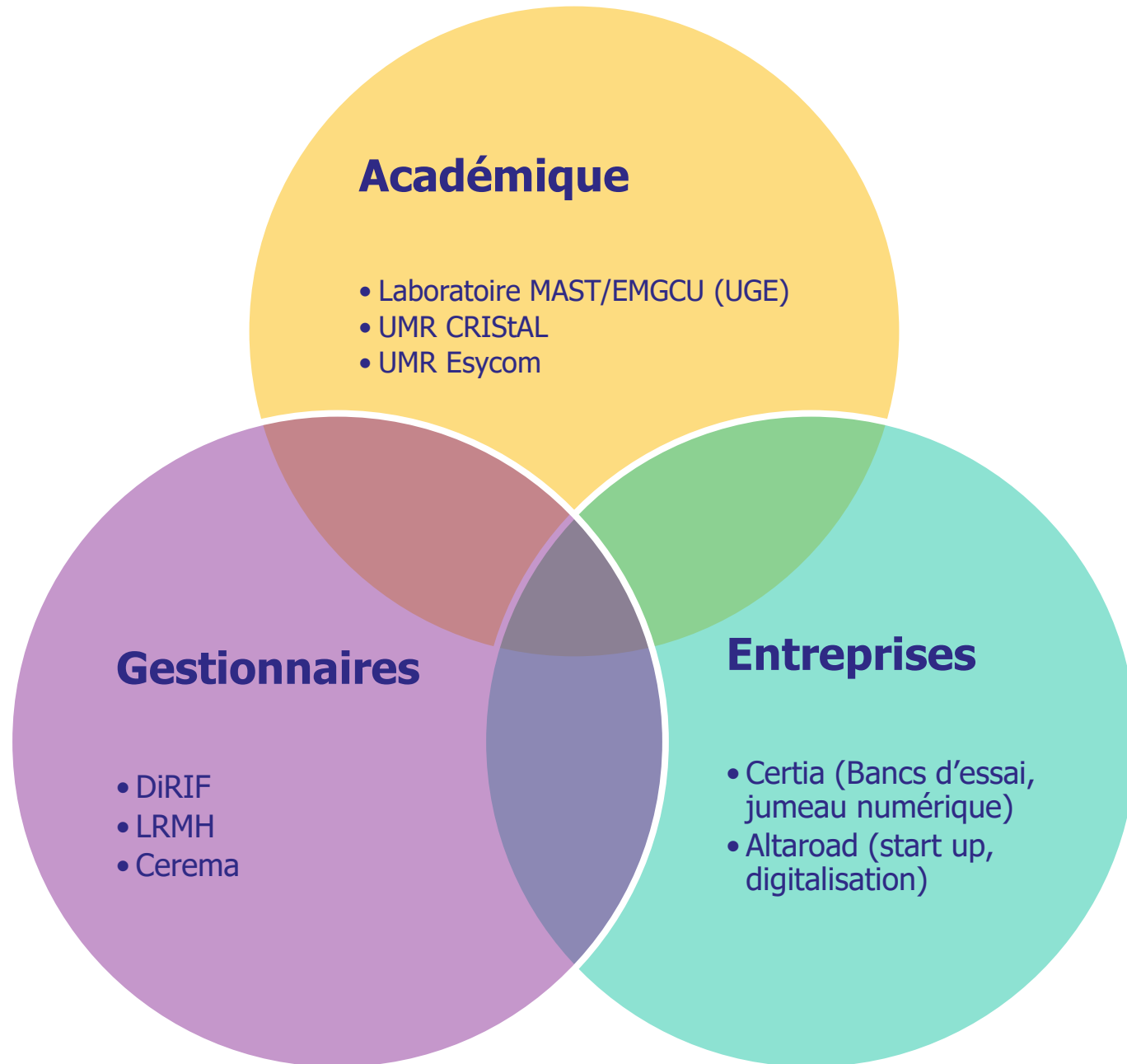
RÉSUMÉ DU PROJET

MAESTROS: Multi-sensoring for
the Assessment of Existing
STRuctures and OptimizationS

48 mois

A partir du 01/01/2026

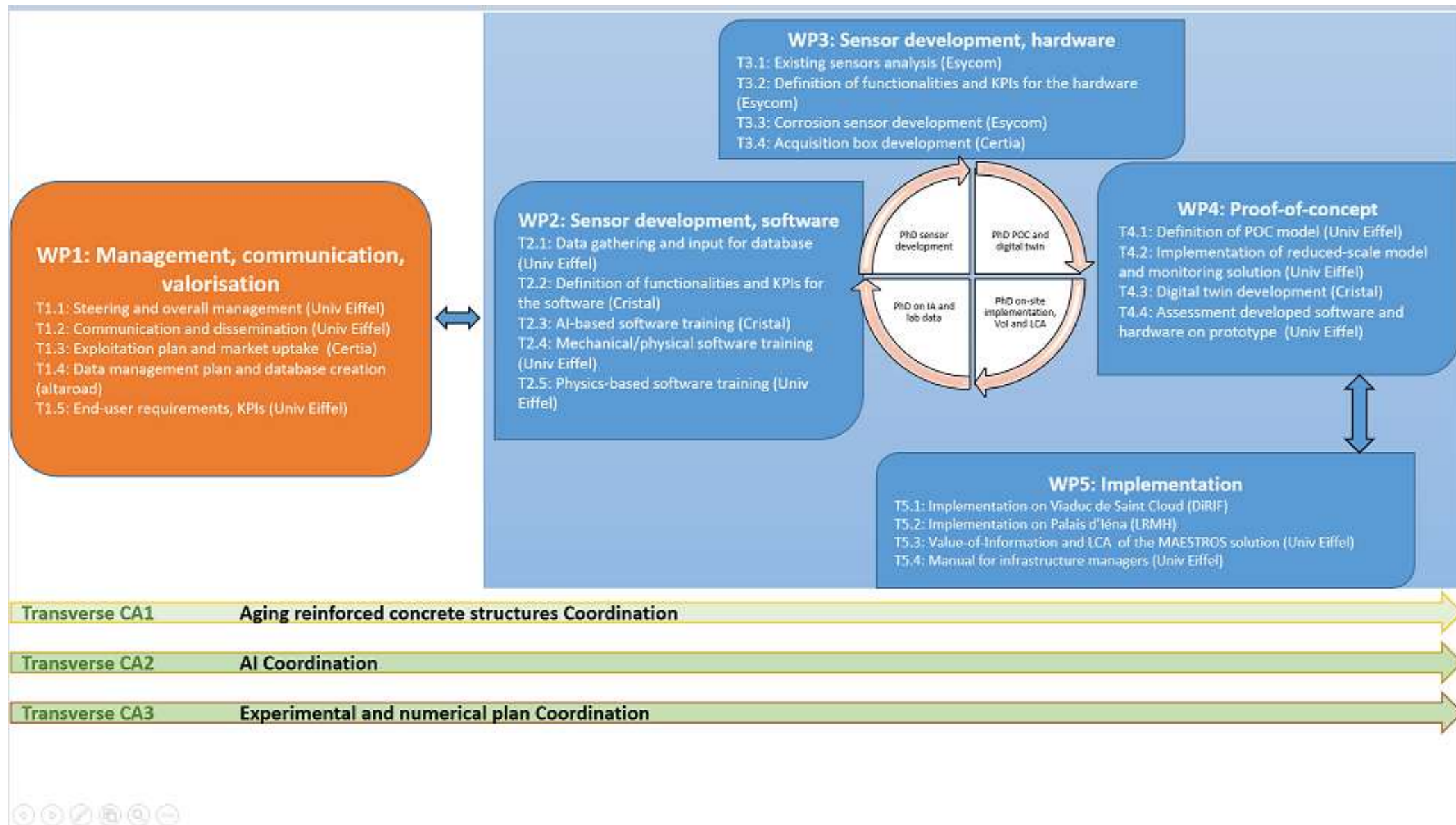
AAPG 2025 – CE 22
PRCE



OBJECTIFS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

Objectif scientifique et technique général	Outils et/ou tâches
Elaborer un cadre opérationnel pour la surveillance de l'état de corrosion (Corrosion Health Monitoring)	Développement de capteurs, collecte et analyse de données
Transposer les technologies actives et intelligentes existantes au niveau du laboratoire actuellement au niveau TRL3 vers un niveau TRL5 (prototype dans un environnement pertinent) avec une perspective de valorisation et de mise sur le marché	Développement progressif de capteurs (logiciels et matériel)
Développer une base de données à forte valeur ajoutée à partir d'une série de campagnes de mesure de la corrosion	Collecte de données, création d'une base de données exploitable et évolutive, publication en libre accès
Développer une méthodologie et améliorer les modèles avancés d'apprentissage (Deep Learning) pour la détection des dommages	Mise en œuvre sur des données réelles
Développer une méthodologie et améliorer une solution de détection continue de la corrosion	Création de liens entre les experts en corrosion et en capteurs : miniaturisation, technologie sans fil, grande autonomie
Estimer (l'effet) l'incertitude liée à la nature des mesures	Analyse des données issues d'expériences multi-échelles

STRUCTURE DU PROJET



WP1 "STEERING, MANAGEMENT, COMMUNICATION" (LEADERS: UNIV. EIFFEL/SCHMIDT, ALTAROAD/VILLETTE)

Pilotage et gestion du projet

Elaboration de la stratégie de communication et de diffusion

Mise en place d'un plan d'exploitation des résultats et d'un plan de gestion et d'assurance qualité des données

Définition des indicateurs clés de performance (KPI) pour l'évaluation des résultats issus de MAESTROS

WP2 "SENSOR DEVELOPMENT, SOFTWARE, IA AND DEEP LEARNING" (LEADERS: UNIV. EIFFEL/BOUTEILLER, CRISTAL/BOUKERDJA)

Compilation et exploitation des données existantes, recueillies dans le cadre des projets ANR Applet, APOS, CANOPEE et d'autres projets menés en interne par les partenaires.

- Utiliser la base de données brutes pour entraîner les modèles d'IA (Machine Learning)
- Introduire l'aspect physique/mécanique à partir de modèles de corrosion, modèles de fissuration, ... couplés aux modèles d'IA (Physics-Informed Neural Networks)
- Gommer l'écart souvent observé entre l'apprentissage automatique issu de données de laboratoire et les résultats observés lors du passage aux structures réelles

WP3 "SENSOR DEVELOPMENT, HARDWARE" (LEADERS: ESYCOM/POULICHET, CERTIA/DEBIANE)

Développement de capteurs de corrosion

- Miniaturisation, technologies sans fil, grande autonomie (mesure de la résistivité, le potentiel, ...)

Elaboration d'un boîtier d'acquisition

- Tenir compte des contraintes d'application liées au déploiement physique (accessibilité, consommation d'énergie, ...)
- S'adapter dynamiquement aux types de données (scalaires, images, ...) et aux besoins opérationnels

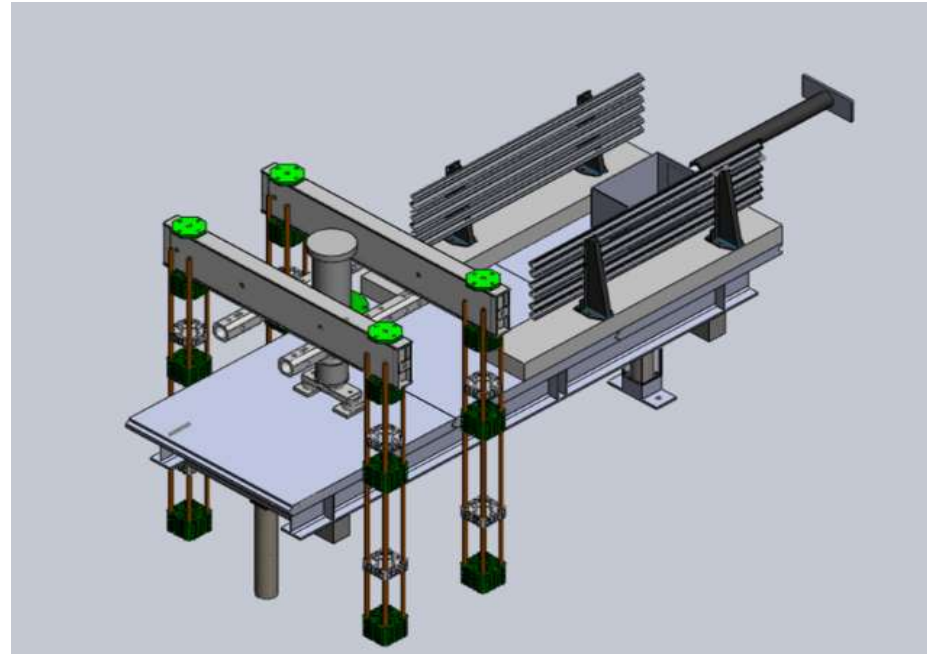
WP4 "PROOF-OF-CONCEPT" POC (LEADERS: UNIV. EIFFEL/ADELAIDE, CRISTAL/YIM)

Mise en place d'un Prototype, construite et installée en conditions contrôlées

- Utilisation d'éléments pré-corrodés
- Application de charges mobiles
- Utilisation de capteurs

Développement d'un Jumeau numérique

- Mise en œuvre d'une représentation 3D
- Collecte des données en temps réel pour la mise à jour du jumeau numérique
- Simulation de divers scénarios et stratégies de maintenance
- Mise en place d'une interfaces homme/machine intuitive pour faciliter la prise de décision



WP5 "IMPLEMENTATION" (LEADERS: DIRIF/MARTINET, LRMH/MARIE-VICTOIRE)

Viaduc de Saint-Cloud



Centre 1972 et 1975, a déjà fait l'objet de plusieurs travaux de réparation. Dans un avenir proche, l'étanchéité devra être renouvelée, mais la fermeture du pont aurait des conséquences considérables, car celui-ci constitue le principal axe de liaison entre Paris et la partie ouest de la région parisienne.

Ce pont a déjà été identifié comme vulnérable à la corrosion, et un système de protection cathodique par courant imposé a déjà été installé (7 100 sondes installées, dont les données sont transmises automatiquement vers 10 boîtiers de contrôle différents).

Palais d'Iéna



8 zones d'essais



6 hydrofuges, 1 hydrofuge + inhibiteur de corrosion

En 2015, dans le cadre du projet JPI-CH-Redmonest, le LRMH a contribué à l'installation, dans la cour intérieure du Palais, d'une série de capteurs encastrés (température et humidité relative) et de capteurs de surface (potentiel, résistance du béton, résistance de polarisation, perméabilité à l'eau). Les capteurs et une station météorologique sont tous reliés par câble à un système d'acquisition de données alimenté par un panneau solaire, assurant une surveillance continue. Depuis 2015, plusieurs séries de contrôles non destructifs (comparables à ceux réalisés sur les échantillons existants des WP2 et WP3) ont été effectuées sur les zones d'essai.

CONCLUSIONS, RETOMBÉES ATTENDUES

Création d'une connaissance et d'une base de données basées sur des études et analyses de corrosion sur une longue durée

- Développement de modèles mêlant réseaux de neurones et physique pour l'analyse,
- REX sur la base de données consolidée

Implémentation d'une solution de surveillance, mêlant mesures locales et mesures globales à diverses échelles

- Expérimentales : Maquette en laboratoire, sites réels
- Numériques : Jumeaux numériques

Merci de votre attention

Franziska SCHMIDT / Lucas ADELAIDE

Franziska.schmidt@univ-eiffel.fr / lucas.adelaide@univ-eiffel.fr

