

Fiche bilan de l'appel à projets Ponts Connectés (2021-2023)

Le projet : SOS-A

Le consortium : Quardina – Coredia – Dynaopt



Sous-traitant : Telespazio

Partenaire : CD 64

Montant du projet : (subvention versée : €)

Les dépenses éligibles à la demande d'aide s'élevaient à 398 958 € - le Montant de l'aide s'élève à 186 659 € avec le détail résumé dans le tableau suivant :

	Investissement	Montant total TTC	Demande de subvention en %	Montant TTC de la subvention
Part de QCS SERVICES TTC	5 k€	128,2 k€	40%	51,28 k€
Part de COREDIA TTC	-	174 k€	50%	87 k€
Part de DYNAOPT TTC	34,25 k€	96,258 k€	50%	48,379 k€
Montant TOTAL	39,25 k€	398,958 k€		186,659 k€

8 des 10 ponts pressentis dans les Pyrénées Atlantiques ont fait l'objet de l'étude :

identifiant	RD	commune	type	fondations	Cours d'eau	Note IQDA
250-72	250	USTARITZ	PIBA	Profondes	La Nive	3
410-34	410	CAMBO LES BAINS	PIOP	Profondes supposées	La Nive	2E
665-04	665	VIELLENAVE DE NAVARREX	PIOM	Superficielles supposées	Gave d'Oloron	3S
140-12	150	RIVAREYTE	PRAD	Superficielles supposées	Saison	2E
281-14	281	PARDIES	PIBA	Profondes supposées	Gave de Pau	2E
429-05	429	LABATUT	PIOM	Profondes	Gave de Pau	1
936-175	936	NAY	Maçonnerie	Superficielles supposées	Gave de Pau	2
947-91	947	ORTHEZ	Maçonnerie	Superficielles supposées	Gave de Pau	2
810-55	810	BAYONNE	Caissons précontraint	Caissons précontraint	Adour + Maritime	2
501-	501	LESCAR			Gave de Pau	

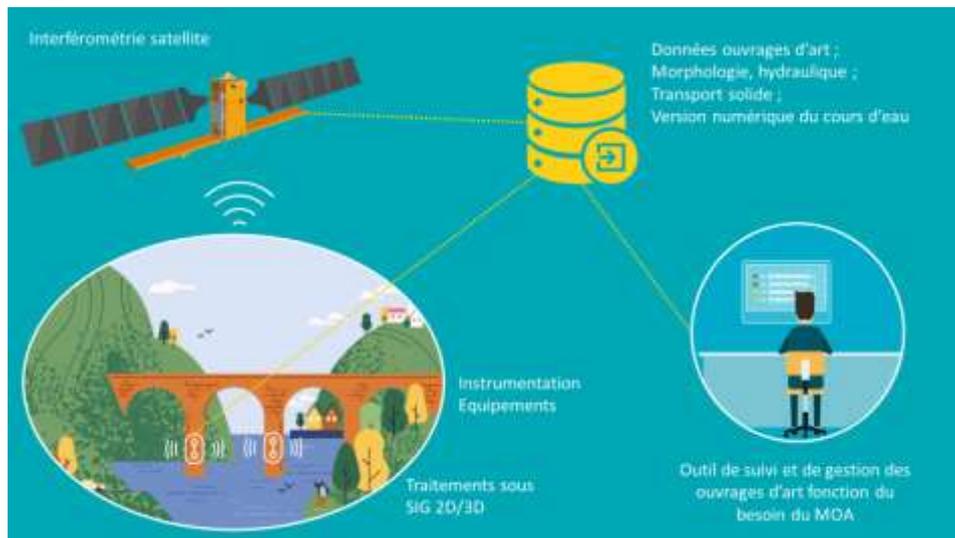
Le projet

SOS-A (SOS Affouillement) met au point une solution robuste et financièrement abordable à destination des collectivités territoriale en charge de la gestion d'un parc d'ouvrages d'arts en rivière. Cette solution s'appuie sur du traitement de données géographique (morphologiques) en temps réel, complété par une instrumentation des ouvrages. Toutes les données sont transmises à une plateforme de gestion 3D desdits ouvrages, permettant le suivi continu et l'envoi d'alertes au gestionnaire.

3 actions majeures sont mises en œuvre :

- 1 L'exploitation de données libres de droit, fournies par l'IGN pour le suivi morphologique des cours d'eau, l'analyse en plan et volumétrique des bancs de gravier en amont, autour et en aval de l'ouvrage, permettant de probabiliser leurs mouvements autour des piles et culées en périodes d'eaux moyennes et en crues. L'exploitation d'images satellitales complète la connaissance en offrant une mise à jour de la situation après chaque crue ;
- 2 L'exploitation de données fournies par des clinomètres et un « scourmeter » permettant le suivi des mouvements des piles et/ou culées l'ouvrage et du bilan sédimentaire vertical des sédiments au pied de ces piles ;
- 3 Une plateforme de gestion d'ouvrages d'arts (modélisation 3D de l'ouvrage, intégration des paramètres fournis par les 2 outils précédents), permettant de disposer de seuils de dangerosité adaptés à l'ouvrage en particulier.

La figure ci-dessous schématise l'approche pluridisciplinaire de notre consortium

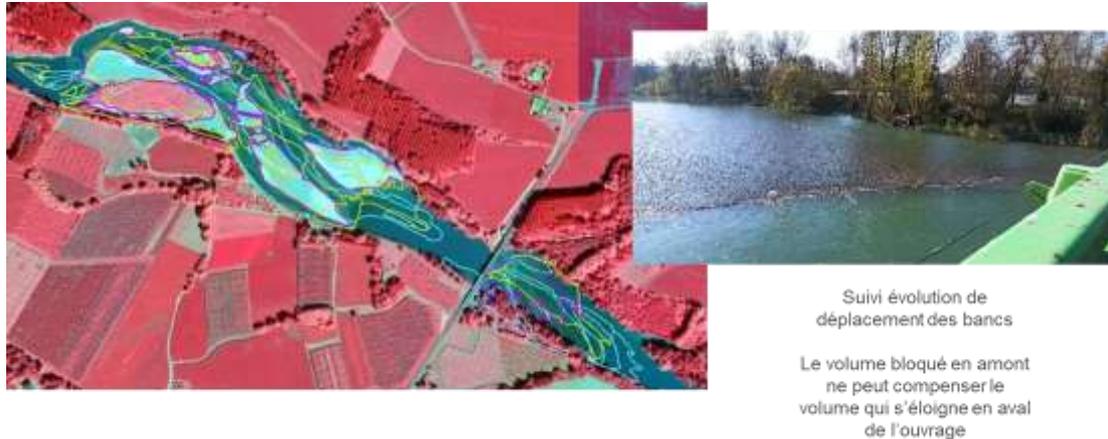


Les avancées techniques

Le projet a montré que l'exploitation des données des clinomètres permettait d'obtenir des informations très précoces et fines sur les mouvements des ouvrages ;

Les traitements numériques sous SIG ont montré qu'il est possible à la fois d'extraire différentes informations sur les bancs de sable et de gravier, et ce de manière automatique à partir de plusieurs supports aériens, et à la fois qu'il est envisageable de suivre les mouvements de bancs avant et après une crue, ce qui couplé à du transport solide affine les connaissances sur les remobilisations durant les crues.

La création d'un outil de mesure (très simple) permet d'envisager un suivi de plus en plus fin de variation de hauteur et in fine de stocks sédimentaires dans l'environnement proche des ouvrages.



Les développements ont principalement porté sur :

Une méthodologie transférable d'un cours d'eau à un autre et d'un type de support photographique à un autre (image satellite à image de drone par exemple). Cette méthodologie bâtie sur du deep-learning permet de traiter n'importe quelle portion du territoire, sans modification importante des filtres (dans le cas de cours d'eau à fond mobile et granulométrie grossière)

Un traitement spécifique des données des clinomètres permettant la mise en évidence, bien avant la mise en péril de l'ouvrage, du comportement anormal de ce dernier. Des mesures couplées à des observations terrain, et aux données sur les mouvements de sédiments, avec l'objectif à venir d'automatiser la partie terrain en la remplaçant par les mesures du scourmeter, et la variation de mouvements des protections de pieds des piles par exemple.

La création de cet outil de suivi en continu de la « cote » des sédiments autours des piles (scourmeter), permettant de compléter l'approche numérique de suivi morphologique, fournissant par la suite des informations pour les mesures d'assouplissement ou de raidissement des piles et culées.

La création, avec Infranuage, de jumeaux numériques permettant le justifier les seuils de déclenchement des alarmes et la localisation des capteurs sur l'ouvrage.

Synthèse des résultats

A ce jour, a été développé un outil, piloté via l'application INFRANUAGE de Coredia traite et « interprète » :

- les données remontées, en temps réel, de l'instrumentation (clinomètres - Dynaopt) équipant les piles ou/et les culées de l'ouvrage, qui quantifient les mouvements parallèles et perpendiculaires à l'axe de ce dernier ;
- les données remontées (également en temps réel) par le(s) « scourmeter(s) » qui permettent de suivre « l'approfondissement » de la cuvette d'affouillement.

- les données relatives aux volumes de sédiments disponibles calculés par SIG (Quardina) - à la fois en état initial, mais également au temps court (passage de satellite Sentinel 1 et 2, permettant de suivre le déplacement des bancs), au temps long (comparaison annuelle ou bisannuelle d'images aériennes fonction des survols IGN) – qui permettent de fournir des éléments pour estimer la rigidité des fondations des piles et du sol autour de ces dernières (interaction sol-structure).
- Les traitements interférométriques des données EGMS (lorsque ces dernières sont disponibles puisque coûteuses), qui peuvent permettre de suivre directement les variations altimétriques de l'ouvrage ;
- L'interprétation de ces données est susceptible de déclencher automatiquement différents niveaux d'alertes allant de la nécessité d'un diagnostic sur site à l'arrêt de l'utilisation de l'ouvrage.
- L'interprétation résulte d'une modélisation fine de l'ouvrage et notamment de l'interaction sol-structure nécessitant de connaître la géométrie des fondations ainsi que le sol environnant.

Les perspectives d'avenir

- un calcul 3D de transport solide permettant d'améliorer ce calcul de volumes ;
- une amélioration du scourmeter (en cours), permettant de résoudre les problématiques de pose en zone complexe.

Ces deux améliorations fourniront des éléments de double validation (variation de profondeur du scourmeter et variation des volumes de sédiments).

En remontant ces informations à la plateforme Infranuage, la comparaison entre les résultats théoriques et les mesures permettra de déduire l'état des piles sans nécessité de vérification sur site.

La chaîne de traitement sera totalement automatisée elle permettra de fournir des données de suivi dont la fréquence sera optimisée en fonction des particularités et des conditions environnementales de chaque ouvrage

Les bénéfices pour les gestionnaires du patrimoine

Les gestionnaires de patrimoines peuvent ainsi accéder à une information continuellement mise à jour sur l'environnement hydraulique de leurs ouvrages, ce qui à terme leur permettra de :

Recevoir des alertes en cas d'inondation ;

Disposer de données sur les capacités des ouvrages à subir plusieurs stimulations (crue, freinage, tonnage) ;

Au final, un apprentissage permanent sur les réactions de l'ouvrage aux différentes sollicitations permettra d'affiner les indicateurs d'alerte dans le temps. Un modèle spécifique (intégrant de l'IA) permettra de suivre l'ouvrage au plus près, réduisant les coûts de gestion, le nombre d'études de suivi.

