



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

**Nom du projet : VIVOA - Visites Immersives Valorisées des Ouvrages d'Art**

### LE CONSORTIUM

#### Partenaires :

- Sixense Engineering (mandataire), spécialisée en surveillance et diagnostique des ouvrages d'art
- Sixense Mapping, spécialisée en relevé des structures
- Sixense Digital, spécialisée en développement logiciel
- Ville d'Angers, gestionnaire des ouvrages d'art



**Montant du projet : 453 000 €**

**Ouvrage(s) instrumenté(s) : plusieurs ouvrages d'art de la ville d'Angers ont été numérisés**

### LE PROJET

Destiné aux collectivités territoriales, le projet VIVOA a pour objectif de simplifier la gestion de leurs ouvrages d'art en facilitant la collecte de données sur le terrain, afin d'améliorer la connaissance du patrimoine et faciliter la prise de décision.

La solution VIVOA combine des technologies de pointe et propose une solution intégrée et novatrice au travers d'un outil pratique, performant et peu onéreux. Son utilisation permet la création en autonomie d'une documentation numérique du patrimoine courant d'ouvrages d'art.

Basée sur le traitement et l'analyse de vidéos panoramiques 360°, la solution développée restitue, au travers d'une plateforme web de visualisation collaborative, une visite immersive valorisée de l'ouvrage, que l'on peut comparer à un « **micro street-view détaillé** ».

La visite immersive, dont le parcours est centré sur l'ouvrage, permet de naviguer par exemple autour d'un pont ou d'un mur de soutènement. Elle intègre également, grâce à un algorithme d'intelligence artificielle (IA), la localisation et l'identification des principaux désordres.

**Commenté [BK1]:** visualiser des images panoramiques à 360 degrés

**Commenté [BK2R1]:** Micro street view détaillé est brouillon a mon sens

Une numérisation en 3 étapes :



1. Captation des vidéos : Munie d'une caméra 360° grand public, l'opérateur sur le terrain capture une vidéo immersive en parcourant l'ouvrage ou le site à documenter. Cette caméra, fixée sur un casque ou une perche, enregistre l'environnement sous tous les angles.



2. Création de la visite virtuelle : La vidéo 360° est ensuite téléchargée sur la plateforme sécurisée VIVOA. Alors, l'algorithme intelligent transforme la vidéo brute en une visite virtuelle immersive et interactive.



3. Exploration et analyse collaborative : La plateforme VIVOA offre une navigation intuitive permettant d'explorer l'ouvrage virtuellement. Les utilisateurs peuvent suivre le parcours géolocalisé, visualiser les points de vue à 360°, zoomer sur des détails et identifier des désordres. Des annotations et commentaires peuvent être ajoutés directement sur les images, enrichissant ainsi la visite virtuelle et facilitant le partage d'informations avec les collaborateurs et les entreprises partenaires. Enfin, un module de comparaison temporelle permet de suivre l'évolution de l'ouvrage ou des points singuliers de l'ouvrage dans le temps en synchronisant temporellement les prises de vue.

Commenté [BK3]: Temporelle

La solution VIVOA intègre donc parfaitement les besoins d'inventaire et de surveillance du patrimoine bâti. Le gestionnaire de patrimoine voit sa gestion simplifiée au travers d'un outil collaboratif et accessible instantanément, facilitant la préparation et le suivi de chantier.

## LES AVANCEES TECHNIQUES

Le projet a été divisé en plusieurs composants fonctionnels et développé de manière incrémentale.

Les principaux sujets de recherche et développement ont été les suivants :

1. **Phase exploratoire** : Ce premier volet du projet VIVOA avait pour objectif d'évaluer le potentiel et les limites de la capture vidéo 360° pour la documentation d'ouvrages. Des tests approfondis, réalisés avec différentes caméras grand public dans diverses conditions, ont permis d'identifier les paramètres clés pour une acquisition optimale et de définir les bonnes pratiques. Les résultats ont confirmé l'intérêt technique de ces caméras pour la création de visites immersives, tout en soulignant les contraintes liées à la résolution et à la précision du positionnement et des conditions de captation.
2. **Génération du tracé géolocalisé** : Cet incrément du projet s'est focalisé sur le développement d'un algorithme de création et de géolocalisation du parcours de la caméra (parcours utilisateur). L'algorithme SLAM (Simultaneous Localization And Mapping) utilisé a démontré sa robustesse en générant des tracés précis dans des conditions variées. L'intégration de données GNSS pour les caméras compatibles a permis d'automatiser la géolocalisation des parcours, tandis qu'une fonctionnalité d'ajustement manuel a été développée pour le traitement des vidéos sans couverture GNSS (intérieur de l'ouvrage par exemple).

Commenté [BK4]: Et les conditions de captation.

3. **Détection de désordres par IA** : L'automatisation de l'identification des défauts devait initialement s'appuyer sur l'adaptation d'une solution d'IA déjà développée par l'entreprise. Cependant, la base de données d'images annotées existante, et conçue pour le traitement et la production d'orthoimages, s'est avérée incompatible avec les images 360°. Des différences significatives de résolution, de qualité et de distorsion ont été notées. Pour lever ce verrou technique, une nouvelle base de données a donc été créée spécifiquement pour VIVOA à partir de plus de 180 séquences vidéo 360° d'ouvrages variés. Les images ont été annotées par des inspecteurs en génie civil à l'aide d'une interface de visite immersive développée spécifiquement pour le projet. Bien que les premiers résultats de détection soient prometteurs, il est nécessaire de continuer à enrichir la base de données pour améliorer les performances globales de l'algorithme IA.

4. **Développement de la plateforme** : Cette partie du projet s'est focalisée sur le développement d'une plateforme web dédiée à la gestion des visites immersives des d'ouvrages d'art. L'application permet aux utilisateurs de créer des projets, d'y associer des vidéos 360° et de visualiser les résultats des traitements. La plateforme se distingue par son système de transfert de données robuste et sécurisé, conçu pour gérer les fichiers volumineux. Elle intègre également un module de visualisation immersive, offrant une navigation fluide dans les scènes 360°. De plus, un tracé géolocalisé permet de contextualiser les données et de se repérer dans le parcours immersif.

Des fonctionnalités viennent encore enrichir la solution VIVOA, en offrant ainsi la possibilité d'annoter les images 360° et de comparer plusieurs parcours à des intervalles de temps différents permet une analyse plus approfondie des désordres et points singuliers, et de leur évolution.

**Commenté [BK5]**: Des fonctionnalités on voulait dire ??

**Commenté [BK6]**: En offrant

## LES PERSPECTIVES D'AVENIR

Sixense a entrepris l'industrialisation et la commercialisation de la solution VIVOA. Cette phase vise à automatiser le traitement simultané de plusieurs vidéos, optimiser la fluidité d'affichage des images 360° et gérer plusieurs parcours par ouvrage, tout en intégrant les exigences du RGPD (anonymisation des visages et plaques d'immatriculation).

Une première version de la solution est commercialisée depuis fin 2023. Elle n'inclut pas le module de détection automatique par IA, qui sera intégré dans la prochaine version.

VIVOA cible non seulement les gestionnaires d'ouvrages d'art, de patrimoine mais également les ingénieries et les entreprises de travaux de construction. La robustesse de la solution lui permettra également de s'intégrer au logiciel de gestion d'ouvrages et de patrimoine.

**Commenté [BK7]**: Qu'est ce que ça signifie ? Est-ce qu'on a déjà un deal avec le fournisseur de ce logiciel.

## **LES BENEFICES POUR LA GESTION DU PATRIMOINE**

Le projet vise à fournir aux collectivités une solution accessible pour documenter rapidement et facilement l'état de leurs ouvrages, notamment ceux dont l'information est limitée voire inexistante. L'objectif est d'améliorer la connaissance globale du patrimoine et de son état.

La solution VIVOA offre plusieurs avantages clés :

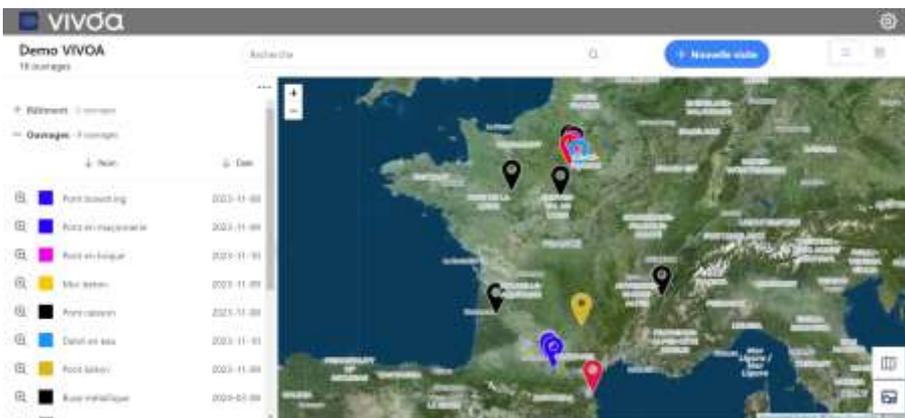
- Autonomie accrue des collectivités : Tout agent muni d'une caméra 360° peut documenter un ouvrage lors d'une visite de routine.
- Collaboration simplifiée : Le partage d'un simple lien web permet aux différents acteurs de collaborer autour des données collectées, limitant ainsi les déplacements.
- Fiabilisation des inspections : La plateforme facilite le partage d'images et de vidéos probantes. Elle permet la validation des observations par des experts à distance qui apportent leur soutien aux opérateurs moins spécialisés. Les levées de doutes et la prise de décision sont donc facilitées.

## LES PHOTOGRAPHIES

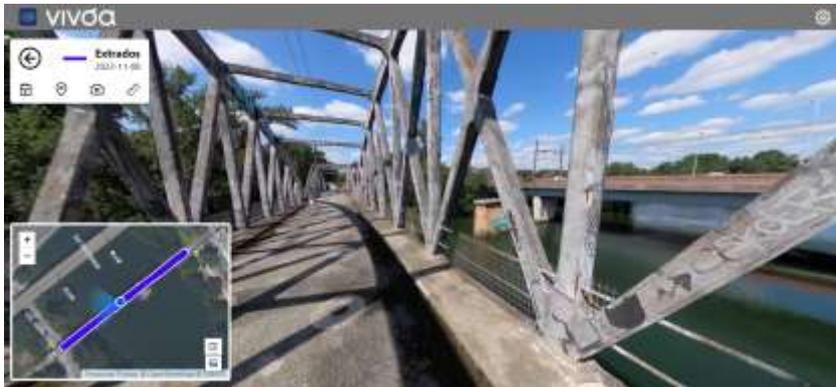
Captation de la vidéo avec une caméra 360°



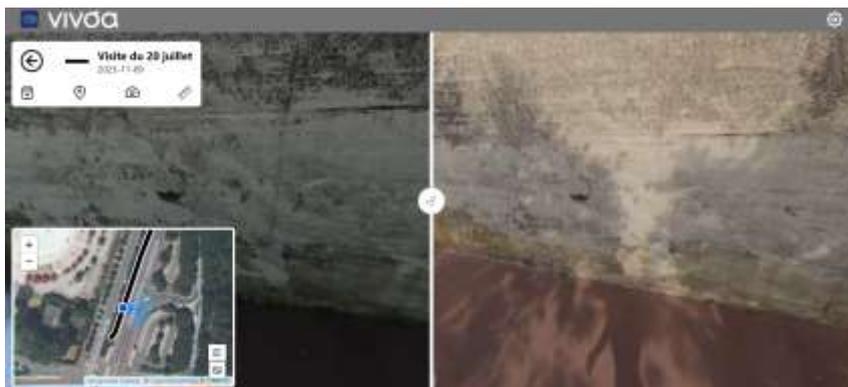
Plateforme VIVOA



Visite immersive sur la plateforme VIVOA



Outil de comparaison de deux visites



Détection automatisée de désordres à l'aide des algorithmes d'intelligence artificielle

