Cahier des charges

**Instrumentation innovante pour surveiller la durabilité des ouvrages portuaires en béton armé**

Convention Région Bretagne CEREMA

**Référent du dossier**: Région Bretagne - Direction des Ports – Service ingénierie

Affaire suivie par Laurence Barrere - laurence.barrere@bretagne.bzh

Référent technique CEREMA

Affaire suivie par Jacques Pottier – [jacques.pottier@cerema.fr](mailto:jacques.pottier@cerema.fr)

Benoit Thauvin – [benoit.thauvin@cerema.fr](mailto:benoit.thauvin@cerema.fr)

1. Préambule 3

1.1 Instrumentation 3

1.2 Contexte portuaire 4

2. Objectifs de l’appel à projets 4

3. Champs et périmètre de l’appel à projet 4

4. Éligibilité des partenaires 5

5. Déroulement de l’appel à projets 6

5.1 Éligibilité du projet 6

5.2 Financement 6

5.2.1.Coûts éligibles et retenus 6

5.2.2.Taux d’aide 7

5.3 Calendrier de l’appel à projets 7

5.4 Ouvrages concernés 7

5.5 Composition du dossier de candidature 8

5.6 Déroulement de la sélection 9

5.7 Publication des informations de projets retenus 10

5.8 Focus sur l’accord de consortium et la propriété industrielle 11

5.9 Protection des données personnelles RGPD 11

6. Mise en place et suivi du projet 11

6.1 Mise en place d’une convention 11

6.2 Suivi technique 11

6.3 Suivi financier 11

6.4 Suivi calendaire 11

6.4.1. 1er comité de suivi 11

6.4.2. 2e comité de suivi et fourniture du 1er rapport 12

6.4.3. 3e comité de suivi et fourniture du 2e rapport 12

6.4.4. 4e comité de suivi et fourniture du rapport final 12

6.5 Rapport final 12

6.6 Perspective 13

7. Communication 13

7.1 Obligation standard 13

7.2 Invitation du Président de la Région 14

7.3 Contact 14

8. Dépôt du dossier 14

8.1 Modalités du dépôt du dossier 14

8.2 Calendrier 14

Annexe 1 : Fiche de synthèse technique à remettre en format excel 15

Annexe 2 : TRL / Niveau de maturité technologique 17

Annexe 3 : Instrumentation de surveillance structurale et instrumentation prédictive 18

* 1. Préambule

1. Instrumentation

L’instrumentation est une composante du système de surveillance qui doit permettre d’obtenir, via des indicateurs, une estimation de la performance d’un ouvrage pour le comparer à un niveau souhaité. Elle doit être intégrée dans un processus du service gestionnaire, pour ne pas être un système « expert » dont seuls les référents techniques pourront exploiter les résultats et dont l’intérêt restera limité pour le maître d’ouvrage.

La mise en place d’une instrumentation doit répondre à des objectifs définis en amont de sa mise en œuvre. Ces objectifs conditionnent la nature des grandeurs physiques mesurées, la fréquence, la précision et la plage des mesures, la position des capteurs, le taux d’indisponibilité, la durée de l’instrumentation et le mode de transmission des données au maître d’ouvrage.

Pour répondre à l’ensemble de ces objectifs, l’instrumentation doit être en capacité d’assurer deux fonctions principales :

* Fonction 1 : mesurer le comportement des structures et les caractéristiques des matériaux et suivre leurs évolutions dans le temps ;
* Fonction 2 : détecter des événements ponctuels (ex : déversement d’un mur de soutènement, apparition de fissures, rupture d’un tirant d’ancrage d’un dispositif d’amarrage, chocs, événements climatiques exceptionnels, etc.).

**Le présent appel d’offre traite uniquement de la fonction 1.**

L’instrumentation doit être adaptée aux objectifs visés :

* Objectif 1 : Instrumentation pour la haute surveillance ou la surveillance renforcée

Ce type d’instrumentation est mis en place lorsque les désordres constatés sur un ouvrage paraissent susceptibles de mettre en cause la sécurité ou la tenue de l’ouvrage. Dans le cas d’une haute surveillance, il est destiné à permettre, en cas de danger imminent, le déclenchement immédiat des actions nécessaires pour assurer la sécurité et permet de maintenir l’ouvrage en service le temps d’étudier et effectuer la réparation.

* Objectif 2 : Instrumentation de validation du comportement structurel et d’aide au diagnostic

Ce type d’instrumentation est destiné à valider des hypothèses de modélisation ou d’évolution de la structure. Il peut être mis en place dès la construction pour vérifier le comportement de l’ouvrage, ou au cours de la vie de l’ouvrage, après identification d’une pathologie, pour aider au diagnostic (comme dans le cas d’ouvrages présentant des expansions) ou après réparation pour s’assurer de son efficacité. Il s’agit généralement d’une instrumentation de court ou moyen terme, c’est-à-dire de quelques semaines à quelques années, qui permet de détecter rapidement des erreurs de conception ou de réalisation.

* Objectif 3 : Instrumentation de surveillance structurale et instrumentation prédictive

L’instrumentation de surveillance structurale est une instrumentation de long terme (plusieurs années à plusieurs décennies) destinée à améliorer la connaissance de l’évolution du fonctionnement de la structure. Elle génère des indicateurs permettant d’aider le gestionnaire dans la connaissance de la durée de vie de ses ouvrages et la programmation de ses travaux d’entretien. Elle est notamment susceptible de quantifier l’endommagement de la structure et de détecter les comportements irréversibles de long terme. L’instrumentation peut être prédictive si elle est en mesure d’indiquer à quelle date certains seuils de performance minimaux seront atteints et nécessiteront d’entreprendre des travaux. Ceci nécessite toutefois de pouvoir paramétrer des modèles prédictifs à l’aide des données collectées par l’instrumentation.

**L’instrumentation visée par le présent appel d’offre s’inscrit principalement dans l’objectif 3 (annexe 3). Elle peut également répondre en partie à l’objectif 2 lorsqu’il s’agit de suivre le comportement dans le temps d’une réparation.**

1. Contexte portuaire

Les infrastructures portuaires sont particulièrement sollicitées (environnement agressif pour les matériaux, charges d’exploitation). Compte-tenu des enjeux liées à leur exploitation, il convient de disposer d’outils de surveillance qui permettent d’anticiper les dégradations ou d’évaluer le comportement structurel de l’ouvrage afin de programmer de manière optimisée les actions de maintenance ou de renforcement le cas échéant.

La surveillance visuelle est indispensable mais peut ne pas suffire dans certains cas. Des investigations spécifiques doivent alors être menées. Ces investigations s’appuient le plus souvent sur le déploiement de moyens destructifs parfois de moyens de contrôles non destructifs ; elles sont généralement coûteuses ; elles nécessitent également des moyens d’accès spécifiques. Les conditions d’intervention sont par ailleurs contraignantes (marée, partie d’ouvrage difficilement accessibles).

Dans ce contexte, les solutions d’instrumentations ou de monitoring paraissent séduisantes (accès à distance pour récupération de diverses données selon la problématique). Les développements récents en matière d’instrumentation (capteurs, télécommunication, traitement et analyse des données) sont susceptibles de répondre aux besoins de surveillance et de gestion des infrastructures.

* 1. Objectifs de l’appel à projets

**L’appel à projets vise à soutenir des initiatives innovantes pour développer de nouveaux procédés de surveillance et de gestion des ouvrages portuaires. La démarche comprend le développement et la mise en place, à titre expérimental et prospectif, de dispositifs d’instrumentations innovants sur un ou plusieurs ouvrages portuaires.**

**Les dispositifs visés par l’appel à projet peuvent s’inscrire dans des actions de recherche, des travaux exploratoires, des incubateurs d’idées et des études d’opportunité. Pour des projets plus matures, l’appel à projets peut contribuer à accélérer le développement de prototypes ou la diffusion de dispositifs existants mais peu éprouvés.**

L’objectif de l’appel à projet est donc d’expérimenter et de tester en condition réelle des solutions d’instrumentation innovantes ou peu éprouvées :

* suivi à moyen/long terme des indicateurs de vieillissement des ouvrages,
* suivi et anticipation des processus de dégradations pour programmer les actions de maintenance de manière optimale (coût, efficacité, durabilité).

L’expérimentation devra intégrer les contraintes liées à l’installation du dispositif :

* accessibilité aux zones à instrumenter,
* conditions maritimes (marées),
* interfaçage avec les éventuelles entreprises (de travaux notamment) présentes sur les infrastructures.

L’expérimentation devra permettre d’établir un retour d’expérience sur les points suivants :

* Apport des nouvelles technologies d’instrumentation,
* Confrontation de l’offre aux besoins et contraintes des maîtres d’ouvrage,
* Points d’intérêt et axes à renforcer en matière d’organisation et de méthodes de surveillance,
* Durabilité et robustesse des procédés.
  1. Champs et périmètre de l’appel à projet

**Le développement de nouveaux capteurs permet d’envisager une utilisation élargie de l’instrumentation pour la gestion des infrastructures portuaires. Compte-tenu de la nature du patrimoine portuaire de la Région Bretagne, dont l’accès est ouvert aux porteurs de projet comme support à la recherche/expérimentation soutenue par le présent appel à projets (proportion significative de structures en béton armé, présentes dans de nombreux ports français, à forts enjeux exposées à un environnement marin agressif et dégradées par les effets de la corrosion), le présent appel à projet concerne le processus de corrosion des structures en béton armé.**

**L’appel à projet concerne donc les infrastructures portuaires en béton armé en service, en réparation ou en cours de construction. Le dispositif d’instrumentation doit permettre de suivre le processus de corrosion des armatures dans sa phase d’incubation et/ou de propagation. À ce titre, l’appel à projet s’inscrit dans une démarche d’instrumentation structurale et prédictive des ouvrages telle que définie à l’article 1.1 (fonction 1, objectif 3) (annexe 3). Le caractère innovant (ou peu éprouvé) du dispositif porte sur les capteurs, leur mode d’interrogation et éventuellement les modalités d’analyse et d’interprétation des données.**

**Les projets devront s’inscrire dans une des thématiques obligatoires suivantes :**

* **Suivi de la phase d’incubation**

**Durant une première période, les agents agressifs (principalement les chlorures dans le cas présent) pénètrent dans l’enrobage des armatures. Durant cette période, la structure ne présente aucun signe de dégradation extérieure. Cette période est appelée phase d’incubation. Elle peut durer plusieurs dizaines d’années en fonction de l’agressivité du milieu extérieur, de l’épaisseur et de la qualité du béton d’enrobage. L’instrumentation de l’ouvrage devra permettre de suivre la pénétration progressive des chlorures dans le temps et dans l’enrobage et d’alerter lorsqu’un seuil est atteint.**

* **Suivi de la phase de propagation**

**Lorsque les agents agressifs (principalement les chlorures dans le cas présent) sont en quantité suffisante dans le béton et que les conditions d’humidité et de teneur en oxygène sont réunies dans le béton au contact des armatures, la corrosion s’engage. On parle d’initiation ou d’amorçage de la corrosion. On entre alors dans la phase de propagation de la corrosion. À partir de cet instant, la corrosion se développe : formation progressive de produits de corrosion dans un premier temps puis fissuration du béton d’enrobage et éclatement du béton dans un second temps. Cette phase s’accompagne en parallèle d’une perte progressive des sections d’armatures et d’adhérence avec le béton. La phase de propagation donne lieu à terme à une réduction de l’aptitude au service des ouvrages. L’instrumentation de l’ouvrage devra permettre de suivre la phase de propagation du phénomène de corrosion. Elle n’a pas vocation à suivre les paramètres structurels telles que les contraintes/déformations dans les sections de béton armé (type Navier).**

* 1. Éligibilité des partenaires

Toute entité signataire de l’accord de consortium est partenaire du projet. Les conditions d’éligibilité des projets sont :

* Le porteur du projet désigne soit le coordinateur du projet dans le cas d’un consortium, soit le porteur dans le cas d’un projet mono partenaire. Il peut être une entreprise, un laboratoire de recherche publique, un institut de recherche, une université ou une structure de valorisation de la recherche implantés sur le territoire national, et être bénéficiaire de financement dans le cadre du projet,
* Les partenaires du projet sollicitant un financement public doivent être domiciliés sur le territoire national (déclarés au registre du commerce ou détenteur d’un numéro SIRET),
* Les entreprises, les laboratoires de recherche publique, instituts de recherche, universités et structures de valorisation de la recherche implantés sur le territoire national peuvent être partenaires d’un consortium,
* Chaque partenaire d’un consortium sollicitant un financement public doit assumer un budget représentant au moins 10 % du budget total du projet dans le cas d’un consortium privé, soit au moins 20 % dans le cas d’un consortium public.
* Les partenaires bénéficiaires d’un financement doivent présenter une situation financière saine, être à jour de leurs obligations fiscales et sociales, ne pas être considérés comme entreprises en difficulté au sens de la réglementation européenne,
* Pour chaque entreprise partenaire, le montant total de l’aide ne peut excéder le montant des fonds propres à la date du versement. Les comptes certifiés de moins de quinze mois à la date de versement ou, à défaut, un arrêté comptable de moins de trois mois certifié par un commissaire aux comptes ou, à défaut, par un expert comptable, seront demandés préalablement à ce versement qui pourra être effectué sous réserve d’une analyse complémentaire réalisée par la Région Bretagne,
* Les porteurs de projet doivent présenter un plan de financement équilibré sur la durée du projet, des moyens humains et matériels en cohérence avec l’importance des travaux et expliciter la nature et l’origine publique ou privée des financements prévus.
* Pour les futurs versements, soit les membres du consortium ont créé une entité juridique et perçoivent la subvention d’un seul tenant pour redistribution entre eux, soit la structure juridique n’est pas prévue et dans ce cas chaque membre du consortium (informel) reçoit sa part de subvention.

En outre, il est demandé qu’un consortium n’excède pas trois partenaires formulant une demande d’aide à cet appel à projet.

En cas de partenariat, celui-ci sera formalisé par le biais d’un accord de consortium. Le porteur du projet assure le suivi de l’exécution opérationnelle et financière du projet. Un projet d’accord de consortium portant sur les principes liés à la réalisation du projet, et notamment sur les règles applicables en matière de propriété intellectuelle et d’exploitation des résultats, est fourni lors du dépôt du projet. En cas de partenariat, l’accord de consortium signé conditionne le premier versement des aides. Il est annexé à la convention de financement.

Une même organisation ou entité juridique ne pourra participer à plus d’un projet.

* 1. Déroulement de l’appel à projets
  2. Éligibilité du projet

Un jury évaluera et sélectionnera les projets sur la base d’un dossier dont le contenu est défini dans le dossier de candidature.

Pour être éligible, le projet déposé à cet appel à projet doit satisfaire aux critères suivants :

* Les travaux antécédents sur lesquels se fonde le projet déposé est d’un niveau de maturité (Technological Readiness Level) compris entre 5 et 9 (cf. annexe 2 échelle de niveau de maturité TRL),
* Les dépenses du projet déposé incluent des activités d’un TRL de niveau 7 au moins,
* L’un des objectifs finaux du projet est de démontrer la capacité du système développé à être commercialisé,
* Les projets de déploiement commercial de ces solutions ne sont pas éligibles,
* La durée du projet ne devra pas excéder 40 mois.
  1. Financement

L’enveloppe allouée à cet appel à projets est de 300 000 € TTC. L’aide maximale allouée à un projet ne pourra pas dépasser 150 000 € TTC.

### 5.2.1.Coûts éligibles et retenus

Les dépenses ne peuvent être prises en compte qu’à compter de la date de notification de la convention signée entre le consortium et la Région Bretagne (voir article 5.3). Les dépenses engagées avant la notification des conventions d’aide par la Région Bretagne restent à la charge des bénéficiaires.

Les coûts éligibles peuvent couvrir :

* Des achats, des amortissements et développement de matériels strictement liés au projet,
* Des essais en laboratoire ou sur sites,
* Les dépenses de personnels (à l’exclusion des personnels permanents pour les organismes publics et les collectivités territoriales), sous réserve d’être en capacité d’en détailler et justifier le montant (nb heure \* coût horaire),
* Les déplacements ou missions directement liés à l’exécution du projet, en justifiant ces dépenses,
* Autres,
* Frais annexes.

L’ensemble des coûts relatif au projet doit être détaillé dans le dossier de demande d’aide. Dans le cadre de l’instruction du projet, la Région Bretagne vérifie les coûts et la classification des dépenses selon leur nature Recherche industrielle (RI) ou Développement expérimental (DE), d’après les coûts et classifications proposés par le consortium.

Les frais annexes sont les dépenses qui concourent à la réalisation du projet sans toutefois pouvoir être directement attribuées à celui-ci. Le montant forfaitaire de ces dépenses est plafonné à 20 % des coûts de personnel permanent pour les organismes privés, et des coûts totaux éligibles pour les organismes publics.

Les dépenses déjà soutenues par un autre financement public ne sont pas éligibles à l’assiette des travaux dans le cadre de cet appel.

### 5.2.2.Taux d’aide

1. Cas des bénéficiaires privés du secteur concurrentiel

Le financement apporté par la Région Bretagne aux organismes privés se fait par des subventions. La somme des financements publics doit respecter le taux d’aide maximal fixé ci-après, sur la base de la classification des dépenses éligibles selon leur nature Recherche industrielle (RI) ou Développement expérimental (DE).

Pour cet appel à projets, les taux maximums de financement sont les suivants selon la Catégorie d’entreprise au sens communautaire pour les activités de Recherche Industrielle (RI) et de Développement Expérimental (DE) :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Taux de subvention | RI | DE |
| Grandes entreprises | 40,00 % | 30,00 % |
| Moyennes entreprises | 50,00 % | 40,00 % |
| Petites entreprises | 60,00 % | 50,00 % |

1. Cas des bénéficiaires du secteur public

Le financement apporté par la Région Bretagne aux organismes du secteur public prend la forme d’une subvention. Le taux d’aide maximum est égal à 65 % des dépenses éligibles.

* 1. Calendrier de l’appel à projets
* To Mai 2022 : Diffusion de l’appel à projets,
* To+4 mois 15 septembre 2022 : Clôture de l’appel à projets,
* To+7 mois mi-novembre 2022 : Audition des porteurs de dossiers pré-sélectionnés,
* To+10 mois février 2023 : Notification et publication des projets retenus puis signature à suivre des conventions
* To+12 mois avril 2023 : Démarrage de la phase 1 : Développement et adaptation des capteurs
* To+17 mois septembre/ décembre 2023 : Comité de suivi intermédiaire / phase audition
* To+22 mois : Notification des dossiers habilités à poursuivre sur site
* To+33 mois : Fourniture rapport intermédiaire
* To+42 mois : Clôture du projet, réception de l’ensemble des livrables.

NB : Un planning est joint au présent appel à projet pour faciliter la compréhension (pièce 5 en annexe).

Le planning présenté reste un planning prévisionnel.

* 1. Ouvrages concernés

La solution d’instrumentation proposée par le consortium sera déployée sur un ou plusieurs ouvrages portuaires mis à disposition par la Région Bretagne.

À ce stade, l’ouvrage pré-identifié est l’estacade de desserte de l’île de Batz à Roscoff Vieux Port.

La Région Bretagne est propriétaire de cet ouvrage. Une opération a été lancée afin de réhabiliter l’ouvrage. Les travaux comprennent notamment la réhabilitation des piles en béton armé de l’estacade.

Le planning prévisionnel de l’opération est le suivant :

* Missions de maîtrise d’œuvre phase études et phase réglementaire de septembre 2021 à mi-2023 ;
* Appel d’offres travaux début 2024 ;
* Déroulement des travaux de septembre 2024 à fin 2025.

Ce planning est susceptible d’évoluer en fonction du déroulement des phases études et réglementaires.

* 1. Composition du dossier de candidature

**1 - Le Dossier de candidature** du projet, selon la trame détaillée fournie dans le fichier « 1. Dossier-de-candidature-nom projet », d’une longueur maximale de 5 000 mots (environ 12 pages A4 en Arial 11 pts), rédigé uniquement en français, et remis au format PDF. Les principales informations attendues sont :

* coordonnées du porteur et des partenaires du projet,
* nom ou titre, acronyme et durée du projet,
* budget détaillé par nature de coût et partenaires et demande de financement,
* diagramme de Gantt ou planning de réalisation du projet (tâches avec dates de début et fin, enchaînement des tâches, contribution de chaque partenaire à ces tâches),
* la description du projet, qui présentera notamment :
  + le contexte,
  + la description du projet, éventuellement son rattachement aux ouvrages concernés,
  + la méthode de validation de la méthodologie proposée,
  + les potentialités de développement,
  + les livrables attendus (preuve de concept, rapports d’essais, publications, etc.),
  + le protocole de validation de la méthode (instrumentation et traitement des données),
* Le plan d’exploitation et de diffusion des résultats du projet,
* une description de chaque organisme partenaire expliquant notamment ses apports et compétences pour le projet et ses références,
* les contributeurs de chaque partenaire, avec noms, prénoms, titres, fonctions et 8 lignes de biographie,
* la bibliographie et les références.

Seront en outre joints en annexe (en sus de la limite de longueur du dossier) :

* la fiche de synthèse technique « 2.fiche\_de\_synthese\_instrumentation innovantes des ouvrages portuaires\_nom\_projet » dûment remplie au format excel, conforme aux exigences de l’annexe 1 du présent document,
* la convention (document 3) ; ce document sera à signer ultérieurement par les consortiums retenus à l’issue du processus de sélection
* le fichier des coûts du projet « 4. Couts projet-nom projet » dûment rempli au format excel,
* Pour chaque partenaire du consortium, les éléments administratifs suivants :
  + la déclaration sur l’honneur relative aux exclusions (interdictions de soumissionner),
  + les documents et renseignements permettant de vérifier l'aptitude de l'entreprise à exercer l'activité professionnelle, sa capacité économique et financière ainsi que ses capacités techniques et professionnelles. L'entreprise peut s'appuyer sur des sous-traitants ou autres formes juridiques,
  + une déclaration du chiffre d’affaires de l'entreprise pour les trois derniers
  + une déclaration appropriée de banques ou preuve d’une assurance pour les risques professionnels,
  + l’effectif moyen annuel pendant les trois dernières années
* Le RIB du porteur de projet ou de chaque bénéficiaire.

**NB : Les fichiers seront nommés en remplaçant la partie « nom projet » du nom du fichier téléchargé par le vrai nom du projet présenté.**

**Seuls les dossiers complets pourront être retenus.**

* 1. Déroulement de la sélection

Les dossiers recevables feront l’objet d’une audition.

Le coordonnateur (dans le cas d’un consortium) ou le porteur du projet (dans le cas d’un projet mono-partenaire)

sera convoqué pour une audition dont les modalités seront exposées ultérieurement.

Le jury sera composé de représentants de la Région Bretagne et du Cerema.

Le jury se réserve le droit de faire appel à l’avis d’experts externes. Les décisions du jury seront sans appel.

Le jury retiendra au maximum entre trois et six projets, couvrant si possible les différents sujets évoqués.

Les projets seront sélectionnés selon les critères suivants :

**1) Pertinence au regard des orientations de l’appel à projets (note sur 10)**

* Adéquation de la proposition aux objectifs ;
* Qualité de la proposition en termes de créativité scientifique, d’innovation, de développement économique ;
* Pertinence du projet au regard de la problématique de la corrosion du béton armé en environnement maritime ;
* Prise en compte des contraintes liées à la gestion d’une infrastructure portuaire ;
* Démarche de validation proposée ;
* Pertinence de l’indice TRL proposé (Technology Readiness Level), incrément de l’indice TRL dans le cadre du projet.

**2) Qualité du partenariat et de l’organisation du projet (note sur 5)**

* Apports, compétences, savoir-faire et qualification des partenaires ;
* Ambitions et engagement des partenaires, implication de leurs personnels ;
* Qualité des matériels disponibles ;
* Equilibre et complémentarités au sein du consortium ;
* Management et coordination, qualité de la gouvernance ;
* Pertinence de l’organisation des tâches et du calendrier.

**3) Bénéfice collectif (note sur 5)**

* Maturité du projet à l’issue des développements financés ;
* Méthodes et résultats permettant une amélioration des politiques de gestion ;
* Gains économiques et sociétaux en matière de gestion de patrimoine ;
* Coût prévisionnel de la mise en œuvre opérationnelle sur un ouvrage du dispositif ou de la méthode développé (intégrant la mise en œuvre initiale et la maintenance, le matériel, le personnel, les moyens d’accès, l’alimentation…).

Les projets seront notés suivant les critères énoncés ci-dessus, ce qui permettra de réaliser un 1er classement général.

La sélection finale s’effectuera de la façon suivante :

* Sélection du meilleur candidat de chaque thématique obligatoire (Suivi de la phase d’incubation ou de propagation),
* Puis sélection des candidats par ordre de notation jusqu’à atteindre le montant enveloppe maximal de 300 000 € HT ou 6 projets.
* Note éliminatoire : 8/20

Illustration

Classement provisoire :

Projet 1 Note 16 – 75 000,00€ – Suivi de la phase d’incubation

Projet 4 Note 15 – 30 000,00€ – Suivi de la phase d’incubation

Projet 2 Note 13 – 120 000,00€ – Suivi de la phase de la propagation

Projet 3 Note 12 – 80 000,00€ – Suivi de la phase d’incubation

Projet 5 Note 10 – 45 000,00€ – Suivi de la phase de la propagation

Projet 6 Note 8 – 20 000,00€ – Suivi de la phase de la propagation

Sélection :

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Sélection | Thématique | Note | Respect note | Enveloppe cumulée | Respect enveloppe | Enveloppe restante | Nombre candid. | Respect nombre candidats |
| Projet 1 – 75000€ | Suivi de la phase d’incubation | 16 | Oui | 75 000,00€ | Oui | 225 000,00€ | 1 sur 6 | Oui |
| Projet 2 – 120000€ | Suivi de la phase de la propagation | 13 | Oui | 195 000,00€ | Oui | 105 000,00€ | 2 sur 6 | Oui |
| Projet 4 – 30000€ | Suivi de la phase d’incubation | 15 | Oui | 225 000,00€ | Oui | 75 000,00€ | 3 sur 6 | Oui |
| Projet 3 – 80000€ | Suivi de la phase d’incubation | 12 | Oui | ~~305 000,00~~€ | Non, projet non sélectionné |  |  |  |
| Projet 5 – 45000€ | Suivi de la phase de la propagation | 10 | Oui | 270 000,00€ | Oui | 30 000,00€ | 4 sur 6 | Oui |
| Projet 6 – 20000€ | Suivi de la phase de la propagation | 8 | Non, projet non sélectionné |  |  |  |  |  |

* 1. Publication des informations de projets retenus

Durant la phase de dépôt et d’analyse des dossiers, les échanges avec le jury et les délibérations resteront confidentiels. Après notification, certains éléments des dossiers retenus seront rendus publics. Le porteur du projet autorise la Région Bretagne à publier sur son site internet ou sur tout autre support :

* Le nom complet du projet et son acronyme,
* Le résumé du projet et les résultats attendus,
* Les dates de début et fin du projet,
* Le budget du projet ainsi que la contribution de la région Bretagne.
  1. Focus sur l’accord de consortium et la propriété industrielle

L’accord de consortium doit préciser :

* Les apports des partenaires, connaissances antérieures et résultats du projet,
* Les responsabilités de chaque partenaire,
* La répartition des paiements entre membre du consortium quand celui-ci a la personnalité juridique,
* Le partage de la propriété industrielle des résultats du projet.

Sauf contre-indication du maître d’ouvrage, l’instrumentation financée par ce projet restera en place sur le ou les ouvrages à l’issue du projet pour poursuivre la collecte de données.

Le projet d’accord de consortium sera remis avec le dossier de candidature. L’accord de consortium définitif devra être signé au plus tard quinze jours après notification de l’acceptation du projet. Il sera annexé à la convention de financement.

* 1. Protection des données personnelles RGPD

Conformément à la loi Informatique et Libertés du 6 janvier 1978, le porteur du projet et les partenaires pourra à tout moment bénéficier d’un droit d’accès, de rectification, et d’opposition à l’ensemble de ses données personnelles en contactant la Région Bretagne. Les dispositions du RGPD seront respectées.

* 1. Mise en place et suivi du projet

1. 1. Mise en place d’une convention

Une convention entre le consortium ou le porteur et la Région Bretagne sera mise en place sur la base des éléments du dossier de candidature (volet technique et financier, planning) et des clauses administratives générales (document 3).

* 1. Suivi technique

Un suivi technique sera assuré par la Région Bretagne et le Cerema conformément aux conditions administratives générales.

* 1. Suivi financier

Le financement sera versé de la manière suivante :

* Une avance de 30% après signature de la convention définie ci-avant
* Deux acomptes intermédiaires de 25 % chacun après remise et acceptation du rapport Phase 1 puis rapport intermédiaire phase 2 ainsi que des relevés de dépense
* Le solde de 20 % sera versé après la validation du rapport final et du relevé final de dépenses.
  1. Suivi calendaire

### 6.4.1. 1er comité de suivi

Le 1er comité de suivi fera l’objet d’une réunion à mi-parcours de la phase 1. Durant cette réunion, le consortium présentera les points suivants :

* Travaux menés,
* Avancement du projet,
* Difficulté du projet,
* Suivi du planning,
* Suivi financier.

### 6.4.2. 2e comité de suivi et fourniture du 1er rapport

Le 2e comité de suivi se tiendra en fin de phase 1. Il fera l’objet d’une réunion qui reprendra les différents points traités lors du 1er comité de suivi.

Un 1er rapport sera transmis au moins 10 jours avant la réunion. Il s’agira d’un pré-rapport son sommaire s’inspirera du sommaire attendu pour le rapport final avec une longueur réduite.

Le comité de suivi pourra demander des compléments ou des ajustements. Le cas échéant la nouvelle version sera remise dans les 15 jours suivants la réunion.

### 6.4.3. 3e comité de suivi et fourniture du 2e rapport

Le 3e comité de suivi se tiendra à mi-parcours de la phase 2. Il fera l’objet d’une réunion qui reprendra les différents points traités lors des précédents comités.

Un 2e rapport sera transmis au moins 10 jours avant la réunion. Il s’agira du pré-rapport actualisé.

Le comité de suivi pourra demander des compléments ou des ajustements. Le cas échéant la nouvelle version sera remise dans les 15 jours suivants la réunion.

### 6.4.4. 4e comité de suivi et fourniture du rapport final

Le 3e comité de suivi se tiendra en fin de phase 2. Il fera l’objet d’une réunion qui reprendra les différents points traités lors des précédents comités.

Le rapport final sera transmis au moins 15 jours avant la réunion. Les éléments composant le rapport final sont décrits dans le paragraphe 13. Le comité de suivi pourra demander des compléments ou des ajustements. Le cas échéant, la nouvelle version sera remise dans les 30 jours suivants la réunion.

* 1. Rapport final

Il est attendu un rapport conclusif qui établira à partir des éléments du dossier de projet présenté à l’appel à candidature les résultats et avancées obtenues.

Le rapport sera d’une longueur minimale de 10 000 mots (environ 20 pages A4 en Arial 11 pts), rédigé uniquement en français, remis au format PDF et d’une longueur maximale de 20 000 mots. Des annexes complémentaires permettront d’y adjoindre tous les éléments nécessaires à la bonne compréhension du rapport.

Il comprendra :

* La description succincte du projet initial avec ses principales ambitions,
* Les livrables (preuve de concept, rapports d’essais, publications, etc.) produits qui seront joints en annexe,
* Les principaux résultats et avancées obtenues, leur validation, l’écart aux prétentions initiales, les raisons de ces écarts,
* Les développements à poursuivre, les verrous technologiques à lever,
* Les potentialités de développement actualisés, l’échelle de temps pour leur industrialisation,
* Le retour d’expérience du projet qui répondra aux questions suivantes, en intégrant systématiquement des considérations liées au contexte portuaires :

**1 Forme du rendu de l’instrumentation**

* Sous quelle forme les mesures enregistrées ont-elles été restituées à la Région Bretagne. Quelles améliorations sont à prévoir ?

**2 Disponibilités et durée de vie du dispositif**

* Quelle a été la durée pendant laquelle le dispositif est resté en place sur l’ouvrage ?
* Quelle a été la durée de mise en place du dispositif sur site ? Le nombre d’interventions sur site pour maintenance ?
* L’installation a-t-elle fait l’objet de dégradations volontaires ou involontaires ?
* Quelle a été la durée cumulée des interruptions d’acquisition des données ? De transmission des données ?
* A la clôture du projet, à quelle durée de vie résiduelle estimez-vous l’installation mise en place ? (à détailler par composants : capteurs, centrale d’acquisition, moyens de communication, outils d’analyse)

**3 Coût de l’installation effectivement mise en place**

* Coût initial hors recherche et développement (y compris moyens d’accès),
* Coût de maintenance constaté (sur site et au siège),
* Coûts de fonctionnement constatés (transmission, stockage des données, exploitation des mesures).

**4 Place de l’instrumentation dans la gestion des ouvrages**

* Pour le (ou les) ouvrages instrumentés, quelle place donnez-vous à l’instrumentation réalisée dans les processus de gestion actuels de ces ouvrages ?
* Quelles modifications des méthodes de gestion des ouvrages vous paraissent souhaitables pour tirer pleinement parti de cette instrumentation en analysant le rapport coût/bénéfice de l’instrumentation ?

**5 Bénéfice collectif**

* Quelles méthodes et résultats sont suffisamment généralisables (non liés au savoir-faire exclusif d’une entreprise) pour justifier une modification de la réglementation ou des règles de l’art en matière de gestion de patrimoines d’ouvrages.

Nota Bene n°1 : en fonction des thématiques traitées certains points ou certaines questions pourront s’avérer être sans objet.

* 1. Perspective

Dans le cas où le projet s’avère concluant, la Région Bretagne pourra envisager de prolonger l’expérimentation dans le cadre d’une nouvelle convention avec le consortium.

* 1. Communication

1. Communication
   1. Obligation standard

Le bénéficiaire s’engage, selon la nature de son projet et/ou de son activité, à faire mention de “**avec le soutien de la Région Bretagne**” et/ou à intégrer le logo de la Région :

* aux documents **officiels,** publications en lien avec le projet subventionné *( ex : bilan, diaporama, etc.)* ;
* aux **supports de communication** en lien avec l’opération *(ex : site web, brochures, etc.)* ;
* dans les rapports avec les **médias** en lien avec le projet ;

Toutes les versions du logo et la charte graphique de la Région sont téléchargeables sur cette page. **Un justificatif au moins de la publicité réalisée sera envoyé au service gestionnaire, au plus tard lors de la demande de dernier versement de l’aide** *(ex : copie d’écran du site web avec le logo, copie d’un rapport, article de presse avec mention de la Région, etc…).*

Toute communication devra respecter la charte graphique des ports disponible à l’adresse suivante :

<https://www.bretagne.bzh/communication/>

* 1. Invitation du Président de la Région

Lors d’éventuels temps forts de communication en lien avec l’opération, une invitation officielle sera adressée en amont au Président de la Région sur **presidence@bretagne.bzh** *(ex : inauguration, relations presse, opération de lancement, salon, remise de prix, etc…).*

* 1. Contact

En cas de demande de renseignement, merci de prendre contact avec :

Laurence Barrere

Service Ingénierie - Direction des Ports

Région Bretagne

[laurence.barrere@bretagne.bzh](mailto:laurence.barrere@bretagne.bzh)

* 1. Dépôt du dossier

1. Dépôt du dossier
   1. Modalités du dépôt du dossier

Les dossiers devront être adressés par courrier électronique à l’adresse [laurence.barrere@bretagne.bzh](mailto:laurence.barrere@bretagne.bzh) en indiquant en objet « Appel à projet instrumentation innovante des ouvrages portuaires ».

* 1. Calendrier

L’appel à projet est ouvert à compter du **16 mai 2022 jusqu’au 15 septembre2022.**

**CONTACT**

# Annexe 1 : Fiche de synthèse technique à remettre en format excel

*Explication*

**Fiche de synthèse**

**Nom du projet**

**Objectif principal visé**

**1 - Types d’instrumentations**

I1 - instrumentation pour la haute surveillance ou la surveillance renforcée

I2 - instrumentation de validation du comportement structurel et d’aide au diagnostic

I3 - instrumentation de surveillance structurale et instrumentation prédictive

Ix - autres, à préciser

**2 - Thématiques obligatoires**

O1 - suivi de la phase d’incubation

O2 - suivi de la phase de propagation

**3 - Thématiques complémentaires (voir nota ci-après)**

C1 - inspection par imagerie des ouvrages

C2 - capteurs innovants ou usage innovant de capteurs pour la surveillance des ouvrages portuaires

C3 - apprentissage automatique basé sur l’intelligence artificielle appliquée à l’instrumentation

Cx - autres, à préciser

**4 - Sensibilité aux aléas (arrêt momentané de l’instrumentation, évènements météo, actes malveillants)**

S1 - pas de sensibilité

S2 - sensible

Sx - autres, à préciser

**5 - Types d’alimentations**

A1 - capteur actif

A2 - capteur passif

Ax - autres, à préciser

**6 - Types d’acquisitions**

A1 - mesure ponctuelle

A2 - mesure continu

Ax - autres, à préciser

**7 - Mode d’interrogation**

I1 - à distance

I2 - in situ avec connexion

I3 - in situ par moyens déportés (caméras, antenne)

Ix - autres, à préciser

**8 - Types de traitements**

T1 - par algorithmes non confidentiels (explicitables par logigramme) potentiellement certifiables

T2 - par algorithmes confidentiels (non explicitables par logigramme) potentiellement certifiables

T3 - faisant intervenir une méthode de type « intelligence artificielle »

Tx - autres, à préciser

**9 - Niveau de durabilité estimé des composants de l’instrumentation (MTBF, mean time between failure / temps moyen entre panne)**

D1 - inférieure à 5 ans

D2 - entre 5 et 10 ans

D3 - supérieur à 10 ans

**10 - Niveau de maturité technologique du dispositif**

M1 - indice de maturité technologique TRL (Technology Readiness Level) initial (à la date de l’appel à projet)

M2 - indice de maturité technologique TRL visé (à la clôture du projet)

**Nota :**

Selon leur nature, les projets sont susceptibles d’émarger sur des thématiques complémentaires dont certaines sont listées ci-après :

* Inspection par imagerie des ouvrages

Les technologies numériques d’acquisition d’images et de fusion de données permettent d’envisager de nouvelles approches pour la surveillance des ouvrages maritimes. Le mot « image » est à prendre ici au sens large : dans les longueurs d’onde du visible, de l’infrarouge, de l’électromagnétisme (radar), etc.

* Capteurs innovants ou usage innovant de capteurs pour la surveillance des ouvrages portuaires

Il peut s’agir de capteurs à bas coût, à faible consommation d’énergie (ou nulle), facilement installables et/ou interrogeables sur un ouvrage en service. Les capteurs peuvent être noyés dans le matériau et interrogeables à la demande, de manière ponctuelle ou en continu. Il peut s’agir de capteurs passifs dont l’alimentation en énergie est réalisée par le dispositif d’acquisition au moment de la mesure, pour suivre des phénomènes lents ou faire des vérifications post aléa, dans des zones inaccessibles pour lesquelles les instrumentations habituelles sont peu adaptées (maintenance/durées du monitoring). L’enjeu est la justesse des résultats, la fiabilité face aux dysfonctionnements potentiels, et la pérennité du système d’instrumentation pendant la durée de vie de l’ouvrage.

* Apprentissage automatique basé sur l’intelligence artificielle appliquée à l’instrumentation

L’instrumentation des ouvrages peut générer de grands volumes de données hétérogènes qui doivent pouvoir être interprétées de la manière la plus pertinente et la plus automatisée possible. Le traitement et l’interprétation de telles données nécessitent l’usage d’outils incluant des algorithmes mathématiques, facilitant le diagnostic comportemental et la prise de décision. L’utilisation des techniques d’intelligence artificielle (IA) semble pertinente pour traiter et exploiter des grandes masses de données et réaliser un apprentissage automatique sur la base des données d’instrumentation.

# Annexe 2 : TRL / Niveau de maturité technologique

|  |  |
| --- | --- |
| TRL / Niveau de maturité technologique | Description |
| 1. Principes de base observés et rapportés | Plus bas niveau de maturité technologique. La recherche scientifique commence à se traduire en recherche appliquée et développement. Les exemples peuvent inclure des études papiers des propriétés de base d'une technologie. |
| 2. Concepts ou applications de la technologie formulés | L'invention débute. Une fois les principes de base observés, les applications pratiques peuvent être inventées. L'application est spéculative et il n'y a aucune preuve ou analyse détaillée pour étayer cette hypothèse. Les exemples sont toujours limités à des études papier. |
| 3. Fonction critique analysée et expérimentée ou preuve caractéristique du concept | Une recherche et développement active est initiée. Ceci inclut des études analytiques et des études en laboratoire afin de valider physiquement les prévisions analytiques des éléments séparés de la technologie. Les exemples incluent des composants qui ne sont pas encore intégrés ou représentatifs. |
| 4. Validation en laboratoire du composant ou de l'artefact produit | Les composants technologiques de base sont intégrés afin d'établir que toutes les parties fonctionnent ensemble. C'est une "basse fidélité" comparée au système final. Les exemples incluent l'intégration 'ad hoc' du matériel en laboratoire. |
| 5. Validation dans un environnement significatif du composant ou de l'artefact produit | La fidélité de la technologie s'accroit significativement. Les composants technologiques basiques sont intégrés avec des éléments raisonnablement réalistes afin que la technologie soit testée dans un environnement simulé. Les exemples incluent l'intégration 'haute fidélité' en laboratoire des composants. |
| 6. Démonstration du modèle système / sous-système ou du prototype dans un environnement significatif | Le modèle ou le système prototype représentatif (bien au-delà de l'artefact testé en TRL 5) est testé dans un environnement significatif. Il représente une avancée majeure dans la maturité démontrée d'une technologie. Les exemples incluent le test d'un prototype dans un laboratoire "haute fidélité" ou dans un environnement opérationnel simulé. |
| 7. Démonstration du système prototype en environnement opérationnel | Prototype dans un système planifié (ou sur le point de l'être). Représente une avancée majeure par rapport à TRL 6, nécessitant la démonstration d'un système prototype dans un environnement opérationnel, tel qu'un avion, véhicule... Les exemples incluent le test du prototype sur un avion d'essai. |
| 8. Système réel complet qualifié à travers des tests et des démonstrations | La preuve a été apportée que la technologie fonctionne sous sa forme finale et avec les conditions attendues. Dans la plupart des cas, cette TRL représente la fin du développement de vrais systèmes. Les exemples incluent des tests de développement et l'évaluation du système afin de déterminer s'il respecte les spécifications du design. |
| 9. Système réel prouvé à travers des opérations / missions réussies | Application réelle de la technologie sous sa forme finale et en conditions de mission, semblables à celles rencontrées lors de tests opérationnels et d'évaluation. Dans tous les cas, c'est la fin des derniers aspects de corrections de problèmes (bug fixing) du développement de vrais systèmes. Les exemples incluent l'utilisation du système sous conditions de mission opérationnelle. |

# Annexe 3 : Instrumentation de surveillance structurale et instrumentation prédictive

L’instrumentation de surveillance structurale est une instrumentation de long terme (plusieurs années à plusieurs décennies) destinée à améliorer la connaissance de l’évolution du fonctionnement de la structure. Elle génère des indicateurs permettant d’aider le gestionnaire dans la connaissance de la durée de vie de ses ouvrages et la programmation de ses travaux d’entretien. Elle est notamment susceptible de quantifier l’endommagement de la structure et de détecter les comportements irréversibles de long terme.

L’instrumentation peut être prédictive si elle est en mesure d’indiquer à quelle date certains seuils de performance minimaux seront atteints et nécessiteront d’entreprendre des travaux. Ceci nécessite toutefois de pouvoir paramétrer des modèles prédictifs à l’aide des données collectées par l’instrumentation.

L’instrumentation prédictive, largement pratiquée dans le monde industriel (ex : mesures de la vibration de machines tournantes), reste encore peu développée dans le domaine des ouvrages d’art. En effet, beaucoup de lois d’endommagement du génie civil concernent des phénomènes à évolution lente (carbonatation, pénétration d’agents agressifs, réaction de gonflement interne, corrosion des aciers passifs) dont le suivi est réalisé par intervention ponctuelle d’un agent pour mesurer une donnée plutôt que par une instrumentation permanente. D’autres phénomènes d’endommagement, comme ceux dus à la fatigue des matériaux, qui pourraient être l’objet d’une instrumentation prédictive, sont généralement traités au niveau de la conception des ouvrages.

L’instrumentation de surveillance structurale est actuellement réservée aux grands ouvrages pour surveiller les éléments les plus sensibles (tensions et vibrations des haubans, tensions des suspentes, verticalité des piles et des pylônes de grande hauteur, fonctionnement des appareils d’appui). Elle est souvent constituée d’une partie de l’instrumentation de validation dont les caractéristiques de longévité ont été adaptées. Dans certains cas, une partie des mesures peut être associée à des seuils d’alerte et, donc, être intégrée dans un dispositif de haute surveillance. A ce titre, l’instrumentation du pont de Rion-Antirion (Grèce) vis-à-vis de l’aléa sismique est un exemple de référence.

Certains maîtres d’ouvrage gèrent un nombre plus ou moins important d’ouvrages dont la conception initiale, le mode de construction et les facteurs de vieillissement sont proches. Le gestionnaire peut alors adapter les méthodes de surveillance structurale à son parc en ciblant quelques ouvrages représentatifs de son patrimoine. Les constructions étant souvent étalées sur plusieurs années, il est possible d’accéder à différents stades de vieillissement pour tenter d’établir des lois d’endommagement propres à une famille d’ouvrages. Il faut noter que cette démarche, encore peu répandue, fait actuellement l’objet de développements qui méritent d’être évalués.