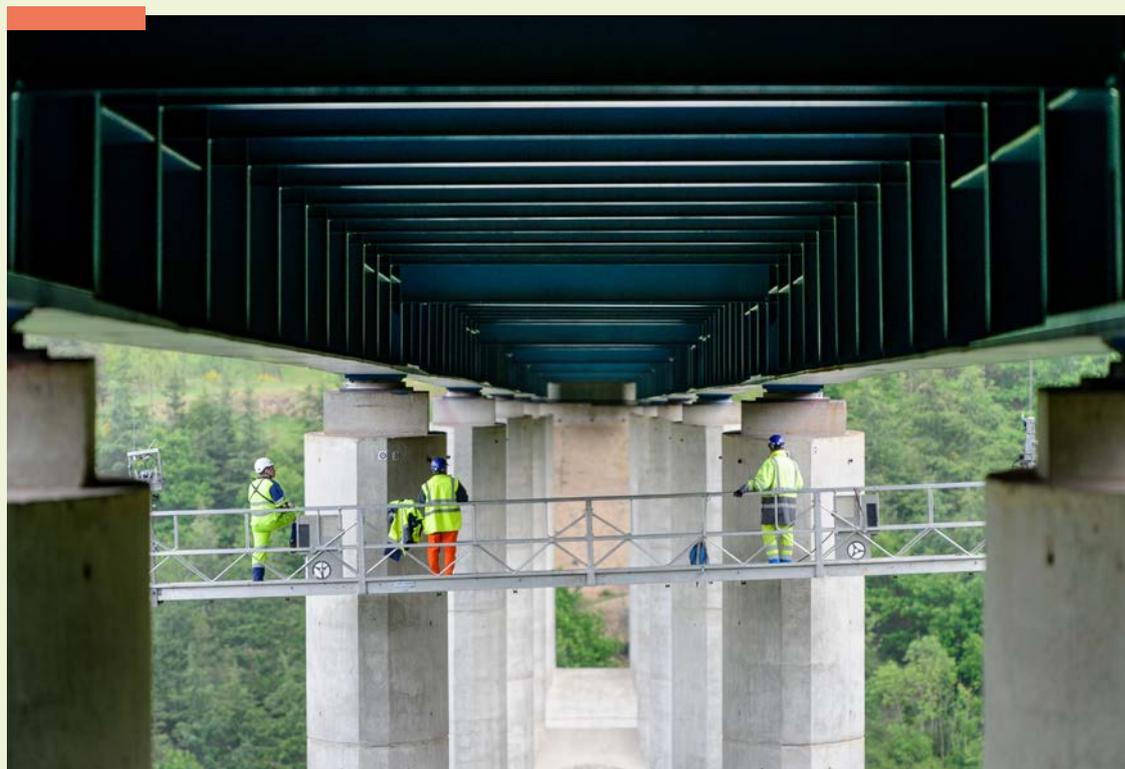


Les
références

INSTRUCTION TECHNIQUE

POUR LA SURVEILLANCE
ET L'ENTRETIEN DES OUVRAGES D'ART

Fascicule 5 Conduite d'une intervention sur un ouvrage d'art existant



**INSTRUCTION TECHNIQUE
POUR LA SURVEILLANCE
ET L'ENTRETIEN
DES OUVRAGES D'ART**

**Fascicule 5
Conduite d'une intervention
sur un ouvrage d'art existant**

Collection

« Les références »

Cette collection regroupe l'ensemble des documents de référence portant sur l'état de l'art dans les domaines d'expertise du Cerema (recommandations méthodologiques, règles techniques, savoir-faire...), dans une version stabilisée et validée. Destinée à un public de généralistes et de spécialistes, sa rédaction pédagogique et concrète facilite l'appropriation et l'application des recommandations par le professionnel en situation opérationnelle.

Comment citer cet ouvrage :

Cerema. *Instruction technique pour la surveillance et l'entretien des ouvrages d'art. Fascicule 5 – Conduite d'une intervention sur un ouvrage d'art existant.*

Bron : Cerema, 2023.

Collection : Les références.

ISBN : 978-2-37180-602-3 (pdf)

978-2-37180-601-6 (imprimé)

REMERCIEMENTS

Cette ouvrage est une œuvre collective pilotée par le Cerema, sous la présidence de M. l'Inspecteur Général Ouvrages d'Art et publiée aux éditions du Cerema.

Il associe des rédacteurs et relecteurs du Cerema, des directions interdépartementales des routes (DIR), de la direction générale des infrastructures des transports et des mobilités (DGITM) du ministère de la Transition écologique, du Centre d'études des tunnels (CETU), de l'association pour l'ingénierie de la maintenance et du génie civil (IMGC) et des collectivités.

Ont contribué à sa rédaction :

Christophe Aubagnac (Cerema), Julien Cabut (DIR Centre-Est), Jean-Christophe Carlès (Cerema), Nathalie Cordier (Cerema), Guillaume Damien (DIR Ile-de-France), Anne-Claire de Rouck (Cerema), Pascal Duchateau (DIR Aquitaine), Éric Delahaye (Cerema), Michael Guenet (DIR Nord), Didier Jan (Cerema), Laurent Labourie (Cerema), Jean-Michel Lacombe (Cerema), Denis Malaterre (Cerema), Nathalie Odent (Cerema), Fabien Renaudin (Cerema), Pierre-Jean Vabre (Cerema), Richard Vaissière (Cerema).

Sont remerciés pour leur relecture :

Christophe Adrian (Getec Sud-Ouest), Nicolas Bessoule (Sixense), Guillaume Betrancourt (DIR Nord), Pierre Corfdir (Cerema), Freddy Cuzzi (SOA, Meurthe-et-Moselle), Antony Esnault (Mesea), Nicolas Farjon (EDF), Didier Germain (DGITM/direction des mobilités routières [DMR], sous-direction des financements innovants et du contrôle des concessions autoroutières [FCA]), Gilles Hamaide (CETU), Adrien Houel (DGITM/DMR/FCA), Yannick Jeanjean (Sanef), Pierre de Laclos (DIR Centre Est), Renaud Leconte (Setec Diadès), Renaud Légglise (Cerema), Jean-Philippe Pactol (Ville de Paris), Pierre Peyrac (DGITM/IGOA), Léa Reibel (Ginger CEBTP), Jean-Michel Rocca (Service des ouvrages d'art [SOA]), Communauté européenne d'Alsace), Nicolas Rouzet (Ingerop), Pauline Soares-Faria (Cerema).

Ont contribué au groupe pilotage de l'ITSEOA :

Jean-François Douroux (RATP), Pascal Duchateau (DIR Aquitaine), Ambroise Dufayet (Ville de Paris), Didier Germain (direction des infrastructures de transport [DIT]/gestion du réseau national concédé [GRN]/ gestion des concessions autoroutières [GCA]), Philippe Guignard (Conseil départemental de la Gironde), Jean-Michel Lacombe (Cerema), Manuel Lemoine (SNCF réseau), Pierre Peyrac (DGITM/DIT/Mission d'appui du réseau routier national (MARRN), président), Christian Tessier (Université Gustave Eiffel), Antoine Théodore (Cerema).

**Instruction technique pour la surveillance
et l'entretien des ouvrages d'art**
**Fascicule 5 - conduite d'une intervention sur un ouvrage
d'art existant**
Élaboration d'un projet de réparation d'ouvrage d'art

Le présent document est l'un des fascicules techniques constituant le corpus technique de la nouvelle Instruction technique pour la surveillance et l'entretien des ouvrages d'art (ITSEOA) en date de 2010.

La nouvelle Instruction est complétée par les trois premiers fascicules d'application suivants qui lui sont annexés :

- Fascicule 1 : Dossier d'ouvrage
- Fascicule 2 : Généralités sur la surveillance
- Fascicule 3 : Mesures de sécurité Auscultation Surveillance renforcée Haute surveillance

Les autres fascicules qui constituaient la seconde partie de l'ITSEOA de 1979 ne font plus partie intégrante de l'Instruction et sont désormais des guides techniques. La liste de ces guides techniques est la suivante :

- Fascicule 4 : Surveillance topométrique
- **Fascicule 5 : Conduite d'une intervention sur un ouvrage existant**
- Fascicule 10 : Fondations en site aquatique
- Fascicule 11 : Fondations en site terrestre
- Fascicule 12 : Appuis
- Fascicule 13 : Appareils d'appui
- Fascicule 20 : Zone d'influence – Accès – Abords
- Fascicule 21 : Équipements des ouvrages
- Fascicule 30 : Ponts et viaducs en maçonnerie
- Fascicule 31 : Ponts en béton non armé et en béton armé
- Fascicule 32 : Ponts en béton précontraint
- Fascicule 33 : Ponts métalliques et mixtes
- Fascicule 34-1 : Ponts suspendus
- Fascicule 34-2 : Ponts à haubans
- Fascicule 35 : Ponts de secours
- Fascicule 40 : Tunnels, tranchées couvertes, galeries de protection
- Fascicule 50 : Buses métalliques
- Fascicule 51 : Ouvrages de soutènement
- Fascicule 52 : Déblais et remblais
- Fascicule 53 : Ouvrages de protection

CRÉDITS PHOTOS

Couverture : Inspection des piles du viaduc du Lignon par des inspecteurs d'ouvrage d'art, à l'aide de la passerelle EPSILON © Arnaud Bouissou / Terra

Page 4 : Remplacement de suspension du pont du Teil © Cerema

Sauf mention contraire, les photographies sont de sources Cerema ou DIR.



PRÉFACE

Les maîtres d'ouvrage de réseaux d'infrastructures de transport gèrent aujourd'hui des réseaux matures, pour lesquels les besoins en investissements neufs diminuent, alors que les besoins pour la maintenance et l'entretien de l'existant augmentent de manière significative.

L'accroissement des besoins d'intervention sur l'existant, confirmé par un audit du réseau routier national non concédé et par le rapport du Sénat de mars 2019, est la conséquence de l'augmentation de l'âge moyen des patrimoines, pour lesquels les interventions deviennent plus importantes s'agissant des ouvrages anciens, à mesure qu'ils se rapprochent du terme de leur durée de vie théorique.

D'une manière générale, les interventions d'entretien et de réparations sont précédées de nombreuses étapes de diagnostic, accompagnées d'études complémentaires nécessaires à l'élaboration d'un programme optimal, tant au niveau technique que de l'exploitation; il est alors possible d'élaborer des projets détaillés de bonne qualité, puis d'envisager la phase travaux.

Pour ce qui concerne le réseau routier national, la programmation de l'opération prévoit l'élaboration d'un avant-projet de réparation d'ouvrages d'art (APROA) dont le contenu est défini dans l'Instruction technique relative aux modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion sur le réseau routier national.

Le diagnostic et les études de réparation des ouvrages d'art sont caractérisés par une forte technicité et une grande multidisciplinarité des interventions, ce qui rend indispensable de recourir à l'externalisation des prestations; ceci impose d'identifier avec soin les interventions nécessaires en amont et de programmer judicieusement leur enchaînement. Par ailleurs, l'augmentation des besoins d'intervention sur l'existant rend nécessaire le recours à des prestations plus larges de maîtrise d'œuvre et aussi de pilotage pour les maîtres d'ouvrage qui ne disposent pas de cette compétence en interne.

Ceci a mis en lumière la nécessité d'un guide qui explicite le processus d'élaboration des opérations et des projets de réparation, pour servir de référentiel à l'ensemble des acteurs du domaine.

Le présent fascicule de l'ITSEOA élaboré par le Cerema et les services ouvrages d'art des DIR capitalise l'expérience des services gestionnaires et la compétence du Cerema en matière de diagnostic et de conception de projets de réparation. Il détaille de manière très complète le processus d'élaboration du projet de réparation, de constitution de l'APROA (pour les services de l'État) et le rôle de chaque intervenant. Sa validation par les principaux organismes professionnels de la réparation des ouvrages d'art le positionne comme document de référence, pour l'ensemble des acteurs du domaine de l'entretien et de la réparation des ouvrages d'art.

Un grand merci à l'équipe de rédaction et aux relecteurs qui ont contribué à la réalisation de ce document qui deviendra certainement la référence incontournable pour toutes les interventions d'entretien et de réparation des ouvrages d'art.

Pierre PEYRAC

L'inspecteur général spécialisé ouvrages d'art

Sommaire

Remerciements

Préface

avant-propos

CHAPITRE 1

Introduction et contexte général **9**

1.1 - Introduction 10

1.2 - Qu'est-ce qu'une opération sur un ouvrage d'art existant ? 13

1.3 - À propos de l'APROA 15

1.4 - Organisation du guide 16

CHAPITRE 2

Rôle et organisation du maître d'ouvrage **17**

2.1 - Le rôle exclusif du maître d'ouvrage, son organisation 18

2.2 - Les prestataires et assistants 19

CHAPITRE 3

Piloter une intervention sur un ouvrage existant **27**

3.1 - Conditions de réussite 28

3.2 - Phasage général 29

3.3 - Établissement d'un plan de qualité de l'opération (PQO) 40

CHAPITRE 4

Détails des étapes d'une intervention sur un ouvrage d'art **49**

4.1 - Réalisation du diagnostic (phase 1) 50

4.2 - Conduite de l'étude des scénarios (phase 2) 64

4.3 - Les missions de la maîtrise d'œuvre et le pilotage (phase 3) 76

4.4 - Éléments sur la phase travaux 88

CHAPITRE 5

Techniques d'achats pour les études et le diagnostic **95**

5.1 - Introduction 96

5.2 - Conduite de la procédure 97

5.3 - Analyse des candidatures 98

5.4 - Analyse des offres 99

AVANT-PROPOS

Le présent guide propose une démarche applicable au pilotage d'une intervention sur un ouvrage d'art existant jusqu'à la phase travaux.

Il a été initialement conçu pour faciliter la compréhension et la maîtrise des nombreux processus qui permettent la composition d'un avant-projet de réparation d'ouvrage d'art (APROA) sur le réseau routier national. Cependant, la démarche proposée est générale et peut s'appliquer, quel que soit le maître d'ouvrage, depuis les premières expertises jusqu'à l'élaboration du projet, qu'il s'agisse d'une réparation ou bien d'une réhabilitation d'ouvrage existant.

Ce guide aborde les responsabilités des intervenants, les processus propres à chaque action et les modalités de recours à l'externalisation des prestations.

Cependant, chaque ouvrage est particulier et nécessite des adaptations selon les techniques rencontrées, l'environnement, les objectifs poursuivis et l'organisation du maître d'ouvrage...

Bien que conçue pour des opérations importantes mêlant désordres structuraux et désordres sur les matériaux, la démarche peut être allégée pour des opérations plus modestes, telles que des interventions d'entretien spécialisé ou bien des interventions récurrentes. Les simplifications possibles de la démarche sont signalées dans les encadrés vert.

Pour les ouvrages du réseau routier national non concédé, les spécificités qui ressortent de l'application de l'Instruction technique relative aux modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion sur le réseau routier national sont signalées dans les encadrés gris.

Quelques commentaires concernent le **réseau routier national concédé**. Celui-ci est régi par la circulaire n° 87-88 du 27 octobre 1987 et la démarche proposée est parfaitement transposable.

Points importants et pour aller plus loin : certains éléments portés à l'attention du lecteur sont signalés dans les encadrés bleus de même que certains sujets spécifiques qu'il est recommandé d'approfondir.

Le présent guide s'appuie largement sur les guides techniques du Cerema ITM (ex-Setra) et de l'UGE (ex-LCPC et Ifsttar) pour ce qui concerne les méthodes et processus de diagnostic, d'évaluation et de réparation (cf. bibliographie).



CHAPITRE 1

Introduction et contexte général

1. INTRODUCTION ET CONTEXTE GÉNÉRAL

1.1 - INTRODUCTION

L'ingénierie des ouvrages existants correspond à une forte attente des maîtres d'ouvrage confrontés à un patrimoine vieillissant, à une évolution du trafic routier de plus en plus agressive pour les structures et à des contraintes d'exploitation majeures. Cette ingénierie concerne également les réhabilitations des ouvrages en vue de nouveaux usages.

La plupart des études effectuées récemment [18] [19] convergent sur la nécessité de niveaux de dépenses annuelles de l'ordre de 0.6% à 0.8% de la valeur à neuf des ouvrages, afin d'éviter une dégradation inexorable des niveaux de service. Les préconisations de l'OCDE, 1.5%, sont même largement supérieures.

Par ailleurs, les acteurs économiques et politiques attendent que le niveau de service des réseaux routiers ne soit jamais amoindri, la circulation routière étant vitale pour l'activité économique et les déplacements des personnes et des biens.

Confrontés au vieillissement des ouvrages, les maîtres d'ouvrage devront nécessairement réorienter une partie de leurs dépenses de l'investissement vers l'entretien et la réparation des ouvrages d'art et ont déjà commencé à le faire. L'atteinte des objectifs fixés pour le maintien du patrimoine et le maintien de sa performance dans le temps demande une organisation sans faille et des moyens importants.

Ceci passe d'abord par une mobilisation accrue des moyens d'ingénierie internes et externes à la maîtrise d'ouvrage consacrés à la gestion du patrimoine et aux interventions sur ouvrages existants, c'est-à-dire :

- une forte capacité de pilotage interne qui permet de maintenir une connaissance fine des ouvrages, une capacité d'anticipation sur leur évolution et un jugement équilibré sur les dégradations et les réparations nécessaires;
- des capacités d'ingénierie internes pour gérer les situations de crise et assurer la continuité de l'exploitation dans des conditions de sécurité maîtrisées; cette ingénierie permet également de garder la compétence technique indispensable à la maîtrise et le contrôle des opérations sous-traitées ou non;
- le recours, en tant que de besoin, à une ingénierie externalisée : ceci suppose des capacités internes de pilotage et une organisation rigoureuse permettant de tirer avantage de la souplesse offerte par l'externalisation des prestations et des compétences qu'il est possible de mobiliser; il faut cependant tenir compte du fait que l'externalisation des prestations dans le domaine de la réparation des ouvrages soulève des difficultés importantes et bien supérieures à celles rencontrées dans celui de la construction des ouvrages neufs;
- le recours, en tant que de besoin, à une assistance technique à maîtrise d'ouvrage susceptible d'aider le maître d'ouvrage à réaliser les diagnostics, à bâtir son programme et à valider les productions techniques.

Il est à noter que le corpus technique de la réparation ou de la réhabilitation des ouvrages reste encore à ce jour moins bien documenté que celui de la construction d'ouvrages neufs. La thématique de la réparation, toujours en développement, est plus complexe et risquée, puisque l'on passe d'une activité de bâtisseur à une pratique de « médecin », mobilisant des besoins de diagnostic (établir l'état de l'existant), des méthodologies d'intervention en site contraint (quelles méthodes sont envisageables?), des arbitrages constants (jusqu'où investir? Et pour quelles performances?) et donc de nouveaux développements méthodologiques.

Dans ce contexte, ce guide a pour ambition de partager une pratique commune, au sein des services du Ministère, mais au-delà, avec les collectivités locales et aussi avec les opérateurs privés, en matière de conduite des opérations sur ouvrages d'art existants (réparations, réhabilitations).

Terminologie

Pour le présent guide, le maître d'ouvrage est la personne morale pour laquelle une intervention sur l'ouvrage est conduite. Il s'agit le plus souvent du responsable et propriétaire de l'ouvrage.

Il existe, en français et dans la documentation technique, un grand nombre de termes pouvant qualifier une intervention sur un ouvrage existant. Ceci est lié à la variété des objectifs techniques qui peuvent être visés.

Si l'on se place du point de vue de l'application du livre IV du Code de la commande publique (*), le maître d'ouvrage a la responsabilité de se prononcer sur l'appartenance de son opération à deux catégories (ou concepts) distincts (cf. glossaire) :

- la réhabilitation, qui implique le changement des caractéristiques fonctionnelles, une modification des caractéristiques initiales de l'ouvrage d'art : les adaptations de l'usage, les requalifications... sont des opérations de réhabilitation. Le livre IV du Code de la commande publique s'applique aux relations avec la maîtrise d'œuvre privée;
- la réparation, qui corrige la cause d'un désordre ou le remplacement d'éléments altérés sans modification des caractéristiques de l'ouvrage. Ceci englobe les travaux d'entretien spécialisé, les travaux de maintenance, dont les travaux de protection. Le livre IV du Code de la commande publique ne s'applique pas.

Les conséquences juridiques de ces deux catégories distinctes ne sont pas neutres sur les contrats (cf. § 4.3.2). Mais la frontière entre les deux catégories est parfois ténue : un « renforcement » suppose, à priori, une mise en conformité par rapport à un système de charge différent de celui d'origine, il relève donc d'une « réhabilitation ». Mais si ce renforcement consiste à compenser une perte de capacité structurale acquise au cours du temps, il s'agira plutôt d'une « réparation » et ce terme doit être privilégié.

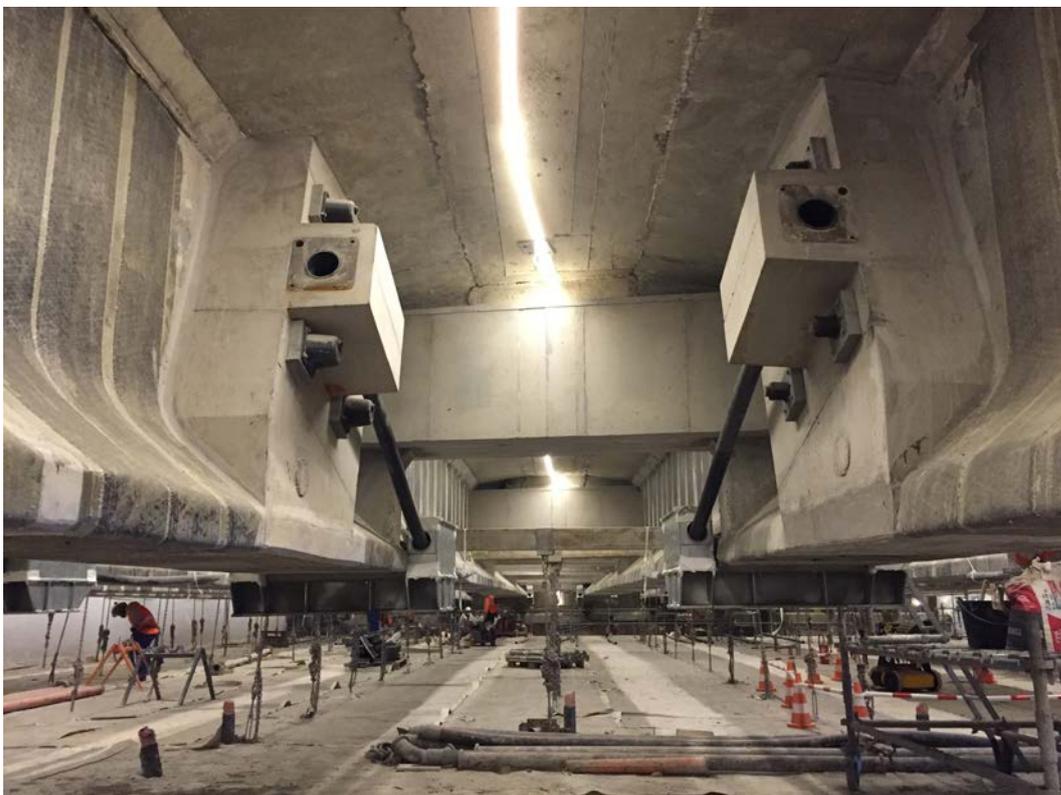
De même, dans le cadre d'une réparation, une intervention connexe qui modifie les conditions d'usage peut être suffisante pour qualifier une « réhabilitation » au sens du Code de la commande publique.

(*) Livre IV : *Dispositions propres aux marchés publics liés à la maîtrise d'ouvrage publique et à la maîtrise d'œuvre privée* (articles L. 2410-1 à L. 2432-2)

Figure 1 : Réparation du viaduc de Martigues sur la passe de Caronte par précontrainte additionnelle (DIR Méditerranée)



Figure 2 : Réparation d'un VIPP par précontrainte additionnelle, entretoises additionnelles et fibre de carbone collée sur un platelage général suspendu (ouvrage MEL)



Les démarches détaillées dans ce guide s'appliquent :

- aux ouvrages de type **ponts routiers** et **passerelles**, fixes ou mobiles;
- aux ouvrages assimilés : trémies, cadres et buses;
- aux ouvrages de soutènement routiers;
- aux opérations de réparation ou d'entretien spécialisé;
- aux opérations de réhabilitation : adaptation à de nouveaux usages, augmentation du niveau service, mises à niveau des équipements ou vis-à-vis des risques sismiques...;
- aux « transformations » architecturales...

En revanche, ce guide ne s'applique pas, à priori :

- aux interventions sur les tunnels qui sont par définition des ouvrages géotechniques. Il est en effet souvent très difficile d'isoler l'origine des désordres liée aux caractéristiques intrinsèques des structures, des causes tenant au comportement du massif encaissant et aux effets de l'eau. Ainsi, toute intervention de réparation ou de réhabilitation d'un tunnel nécessite une implication totale du concepteur dans le diagnostic géotechnique et structurel de l'ouvrage et dans la maîtrise des risques du projet;
- aux ouvrages ferroviaires, même si la démarche est parfaitement transposable;
- aux ouvrages maritimes, fluviaux, et portuaires; si la démarche proposée est transposable, les aspects spécifiques liés à l'environnement seront déterminants sur les risques à considérer et, en conséquence, sur la nature des investigations et les responsabilités successives des intervenants.

Le guide n'a pas pour ambition de détailler les aspects spécifiquement techniques des opérations de diagnostic ou de réparation, car ces opérations sont couvertes, notamment, par :

- le *Guide sur la conception des réparations structurales* du Cerema [21] [22];
- le *Cahier interactif « UGE-Cerema » sur l'auscultation des ouvrages d'art* [20];
- les différents fascicules de l'ITSEOA [23];
- les autres guides techniques spécifiques du Cerema et de l'UGE (cf. bibliographie).

1.2 - QU'EST-CE QU'UNE OPÉRATION SUR UN OUVRAGE D'ART EXISTANT ?

Le déroulement général d'une opération d'entretien, de réparation ou de réhabilitation est décliné dans le [Guide de conception des réparations structurales](#) du Cerema auquel nous ferons largement référence dans le présent guide.

L'organisation, la succession des expertises puis des études ne suivent pas tout à fait les mêmes règles qu'en ouvrage neuf, dont le déroulé est cadencé par les missions de base du livre IV du Code de la commande publique : « Dispositions propres aux marchés publics liés à la maîtrise d'ouvrage publique et à la maîtrise d'œuvre privée (articles L. 2410-1 à L. 2432-2) ». Mais en tout état de cause, l'objectif assigné à ce guide est de proposer un découpage des étapes ou des missions compatible avec le Code de la commande publique, de nature à faciliter la maîtrise des processus par le maître d'ouvrage.

Toute intervention est spécifique, une opération de réparation fait généralement suite à la découverte d'une pathologie dans le cadre des actions de surveillance, mais elle peut également être rendue nécessaire suite à la défaillance subite d'un ouvrage (issue d'un choc, d'un incendie, d'une crue, d'un séisme...) et avoir donné lieu à une première réaction du gestionnaire en situation d'urgence. Les situations sont multiples et difficiles à catégoriser de manière univoque.

Quelle que soit la nature de l'intervention, on distingue cependant les constantes suivantes :

PHASE 1 : EXPERTISES ET DIAGNOSTIC

Après analyse du dossier, le diagnostic réalisé sur la base d'un **programme de diagnostic** comprend des **auscultations** et des **évaluations structurales**. Cette phase est éventuellement accompagnée de suivis instrumentés, d'une surveillance renforcée, voire d'une haute surveillance qui peuvent être maintenus jusqu'à la réparation et au-delà. Des actions relatives à l'exploitation et à la surveillance peuvent également s'avérer nécessaires.

PHASE 2 : ÉTUDE DES SCÉNARIOS ET RÉDACTION D'UN PROGRAMME

Il s'agit ici de procéder à l'examen des principales **options d'intervention** sur l'ouvrage (ampleur et urgence des réparations, reconstruction...) et à l'élaboration de scénarios en phase avec la valeur patrimoniale de l'ouvrage, les contraintes d'exploitation, les besoins du gestionnaire, ses moyens financiers et les obligations réglementaires ou contractuelles.

Les choix du gestionnaire sont concrétisés par l'établissement d'un **programme** des études et des travaux. Le niveau décisionnel de la maîtrise d'ouvrage **approuve** le programme.

Le maître d'ouvrage approuve un **plan qualité de l'opération** (PQO).

PHASE 3 : ÉTUDES DE CONCEPTION

La phase **de conception**, confiée à un maître d'œuvre, permet de définir le détail technique des interventions à réaliser en tenant compte, en particulier, des **conditions d'exploitation**. Cette phase comprend habituellement la réalisation d'un **avant-projet** et d'un **projet** et s'achève par la production d'un **dossier de consultation des entreprises**.

PHASE 4 : TRAVAUX

Les travaux sont réalisés et contrôlés puis viennent la **réception**, **l'inspection détaillée initiale** et le **suivi** de l'ouvrage après intervention.

Il arrive aussi que les étapes « avant le projet » interagissent, soit parce que l'urgence de la situation l'impose, soit en raison de la complexité technique et de l'importance des enjeux.

Cas des opérations les plus simples

Bien entendu, la durée et la portée de ces différentes étapes sont extrêmement variables d'une opération à une autre : dans les cas les plus simples et pour des opérations récurrentes (par exemple, réfection de la protection anticorrosion ou de l'étanchéité sur des ouvrages connus...), la phase de diagnostic est souvent assez courte et la phase d'écriture des scénarios concerne surtout les conditions d'exécution.

De même, lorsque le concepteur a une bonne connaissance du diagnostic, des études de scénarios et du programme, il n'est pas toujours nécessaire de réaliser à la fois un avant-projet (AVP) et un projet (PRO). En effet, l'un ou l'autre peut alors être réalisé à condition que les études soient suffisamment abouties pour permettre les instructions administratives, l'établissement du plan de contrôle et l'élaboration des dossiers de consultation des entreprises.

Figure 3 : La réalisation d'une réparation efficace constitue l'achèvement d'un processus rigoureux de diagnostic et d'études. Ici, le renforcement d'un VIPP avec des lamelles et des tissus de fibres de carbone collés.



Délai global de réalisation et mémoire d'une opération

La conduite d'une opération de réparation ou de réhabilitation complexe doit être envisagée dans la durée. La conduite du diagnostic, son interprétation, la recherche d'une solution optimale et sa conception constituent un long processus. De plus, la temporalité est aussi tributaire des difficultés organisationnelles rencontrées (contexte ferroviaire, organisation du MOA gestionnaire...).

En tout état de cause, pendant le délai nécessaire à l'élaboration du projet, il faudra gérer l'ouvrage, le surveiller plus étroitement, éventuellement envisager une exploitation en mode dégradé.

Durant cette période intermédiaire, alors que les personnes impliquées peuvent changer d'affectation professionnelle, il faudra également assurer la mémoire des opérations et des réflexions conduites, afin d'éviter de réaliser plusieurs fois les mêmes interventions et de ne pas perdre les précieux renseignements obtenus. Idéalement, pour les cas les plus difficiles et si cela est possible, on cherchera à identifier un référent technique, stable sur son poste (et qui n'est pas nécessairement un membre de la maîtrise d'ouvrage).

1.3 - À PROPOS DE L'APROA

L'APROA (avant-projet de réparation d'ouvrage d'art) est une notion développée initialement par une circulaire de juillet 1985 pour le réseau routier national non concédé et une circulaire d'octobre 1987 pour le réseau routier national concédé. Elle a été reprise, pour ce qui relève du réseau routier national non concédé, par l'Instruction technique relative aux modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion sur le réseau routier national (version en cours datant de novembre 2019).

Le niveau de définition d'un APROA, tel que décrit par l'Instruction, est de fait celui d'un niveau projet (PRO) et non d'un avant-projet (AVP), contrairement à ce que sa dénomination pourrait laisser penser. Mais le dossier d'APROA va au-delà de la production d'un projet, car il intègre la production d'études amont afin de justifier la solution retenue.

La réalisation d'un APROA nécessite de passer par tous les processus amont souvent longs, relatifs aux diagnostics faisant appel à des techniques d'investigation variées, aux choix de scénarios prenant en compte les conditions d'exploitation, et aussi aux consultations d'administrations tierces, notamment pour les instructions réglementaires, du fait, notamment, du Code de l'environnement (loi sur l'eau, lois sur la biodiversité, etc.) et du Code de la santé publique (en cas de démolitions ou de déchets polluants).

Aussi, bien qu'un APROA constitue un dossier instruit en tant que tel, sa réalisation implique la conduite de l'ensemble des opérations amont et il ne peut pas être facilement externalisé comme un avant-projet au sens du livre IV du Code de la commande publique, du fait des imbrications impliquant le maître d'ouvrage et des itérations souvent nécessaires, tant en phase de diagnostic que d'études.

L'annexe 2 de ce guide détaille ainsi comment composer un APROA à partir de l'ensemble des étapes réalisées préalablement au projet, tel que présenté.

1.4 - ORGANISATION DU GUIDE

Ce guide est composé selon la logique suivante :

Chapitre 1	Introduction
Chapitre 2	Ce chapitre détaille les responsabilités du maître d'ouvrage et décrit les différents intervenants potentiels d'une opération sur un ouvrage existant.
Chapitre 3	Ce chapitre décrit les modalités de pilotage d'une opération et la succession des différentes phases décomposées en étapes, ainsi que leurs objectifs. La composition du plan qualité du maître d'ouvrage est abordée.
Chapitre 4	Ce chapitre passe en revue les aspects techniques propres aux différentes étapes de chaque phase. Les aspects travaux sont abordés succinctement, dans la mesure où ils peuvent avoir une incidence sur le déroulement des étapes précédentes.
Chapitre 5	Ce chapitre fournit des éléments utiles à la consultation des prestataires d'études ou de diagnostic.
Annexe 1	Éléments de vocabulaire utilisés dans le guide ou d'autres guides du Cerema relatifs aux interventions sur ouvrages existants et à leur gestion.
Annexe 2	Détails du contenu de l'APROA tel qu'il est prévu par l'Instruction technique relative aux modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion sur le réseau routier national.
Annexe 3	Techniques d'achat applicables
Annexe 4	Bibliographie

CHAPITRE 2

Rôle et organisation du maître d'ouvrage

2. RÔLE ET ORGANISATION DU MAÎTRE D'OUVRAGE

2.1 - LE RÔLE EXCLUSIF DU MAÎTRE D'OUVRAGE, SON ORGANISATION

Suivant le livre IV du Code de la commande publique, « le maître de l'ouvrage est la personne morale (...) pour laquelle l'ouvrage est construit ». Par extension, pour l'application de ce guide, il s'agit de la personne morale pour laquelle une intervention de réparation ou de réhabilitation est conduite : le plus souvent le responsable et propriétaire de l'ouvrage.

Le maître d'ouvrage remplit dans ce rôle une fonction d'intérêt général dont il ne peut se démettre. Il assume donc les responsabilités civiles et pénales liées à la surveillance, à l'entretien et à la maintenance des ouvrages, alors que les maîtres d'œuvre, assistants et autres intervenants assument la responsabilité de leurs prestations suivant les « hypothèses fournies » par le maître d'ouvrage.

Plus particulièrement et, par rapport au propos du présent guide, le maître d'ouvrage fixe les orientations, les objectifs et procède formellement à la validation des études à leurs différents stades.

Ainsi, l'implication du maître d'ouvrage est fondamentale à tous les stades d'une opération et en particulier lors des phases les plus en amont. De plus, le gestionnaire est celui qui connaît le mieux son patrimoine, les particularités techniques et l'historique de la gestion des ouvrages.

Cependant la notion de « maître d'ouvrage » regroupe plusieurs intervenants qui l'assistent, services ou champs de responsabilité :

- un niveau **décisionnel** (assemblée d'élus, direction centrale du Ministère, directeur de service déconcentré);
- un niveau **organisationnel** (ou maîtrise d'ouvrage gestionnaire, service de gestion ouvrages d'art);
- un niveau **opérationnel** (maîtrise d'ouvrage opérationnelle, service de gestion ouvrages d'art ou service d'études et travaux ouvrages d'art, voire de maîtrise d'œuvre);
- l'exploitant du réseau.

Ces notions ne recoupent pas strictement les niveaux décisionnel, organisationnel et opérationnel définis par l'ITSEOA qui s'applique essentiellement aux actions de surveillance et de gestion. Enfin, des responsabilités de différents niveaux peuvent être exercées par les mêmes services suivant l'organisation en place.

Pour les opérations sur le réseau routier national, la définition des différents niveaux est à interpréter en fonction des instructions de référence.

Idéalement, ces niveaux de responsabilités devraient s'exercer de façon constante d'un bout à l'autre de l'opération. Toutefois, l'engagement du maître d'ouvrage « opérationnel » (si le distinguo existe au sein de la maîtrise d'ouvrage) peut intervenir dès la phase diagnostic, surtout si cette phase nécessite de monter des dossiers particuliers (marché à procédure adaptée, dossier d'exploitation sous chantier, dossier loi sur l'eau...). Dans ce cas, il est recommandé de poursuivre le pilotage de l'opération avec le même service du maître d'ouvrage. Il convient aussi d'éviter un changement de service au sein de la maîtrise d'ouvrage trop tardif, par exemple, juste avant les travaux.

Le tableau ci-dessous donne les recommandations en la matière.

ORGANISATION DU MAÎTRE D'OUVRAGE					
Phase	Étapes	Niveau décisionnel	Niveau organisationnel	Niveau opérationnel	Exploitant
1 Diagnostic	Diagnostic		Pilote	(*)	Associé
	Actions relatives à la gestion (**)		Pilote	(*)	Associé
2 Scénarios et programme	Scénarios	Approuve	Pilote	(*)	Associé
	Programme et PQO	Approuve	Pilote	Associé (*)	Associé
3 Conception	Études de conception	Approuve sur la base d'un contrôle qualité	Associé	Pilote	Associé
	DCE et choix des entreprises	Approuve le choix de l'entreprise	Associé	Pilote	
4 Réalisation	Travaux		Associé	Pilote	Associé
	Réception	Formalise la décision	Associé	Pilote et approuve	Associé

(*) Cette répartition s'applique surtout s'il y a externalisation des prestations. Cependant, suivant la nature de l'opération et l'organisation retenue, les services représentant les niveaux opérationnel et organisationnel peuvent être les mêmes. Certains services peuvent aussi disposer de services opérationnels spécialisés dans le pilotage de diagnostics et l'élaboration de programmes, positionnant ainsi le niveau opérationnel en pilote de ces phases.

(**) On entend ici la gestion au sens large (gestion du patrimoine et exploitation)

En tout état de cause, le maître d'ouvrage doit définir suffisamment en amont son organisation, et définir à quel stade il passe en mode opérationnel de type gestion de projet. Il peut être opportun que le niveau opérationnel prenne en charge des diagnostics sur un ouvrage donné, ou sur une famille d'ouvrages (VIPP, terre armée, buses métalliques...), ou sur un groupe d'ouvrages d'un même itinéraire. Ce passage en mode gestion de projet peut permettre d'améliorer le pilotage des diagnostics bien souvent longs et complexes à réaliser, nécessitant fréquemment un ordonnancement précis avec de multiples intervenants et soumis généralement à de fortes contraintes d'exploitation.

2.2 - LES PRESTATAIRES ET ASSISTANTS

Une opération sur un ouvrage existant étant souvent pluridisciplinaire, il est très fréquent d'externaliser différentes prestations.

Sont détaillées ci-après les principaux intervenants des phases 1 et 2.

2.2.1 - L'ASSISTANT À MAÎTRISE D'OUVRAGE TECHNIQUE (AMO-T)

Le recours à une assistance à maîtrise d'ouvrage large ou à un conducteur d'opération est assez rare et concerne surtout le cas des collectivités qui ne disposent d'aucun moyen de pilotage interne (voire aucun gestionnaire désigné...). La conduite d'opération [12] n'est pas traitée dans ce guide.

Le plus fréquemment, le gestionnaire assure le pilotage général de son opération et fait appel à une assistance technique ou « AMO technique » (AMO-T). Une intervention de ce type a plusieurs avantages parmi lesquels :

- pallier le manque de compétences internes ou le manque de disponibilité des services ;
- compléter les compétences internes par une compétence spécifique ;

- assurer une vision indépendante, objective, dans la durée (diagnostic, conception, réalisation) sur l'opération;
- permettre d'envisager des innovations;
- assurer un contrôle qualité indépendant...

Le rôle dévolu à l'assistance technique peut être élargi selon les besoins du maître d'ouvrage; dans certains cas, le maître d'ouvrage peut faire appel à plusieurs assistants intervenants sur des domaines techniques spécifiques.

L'assistant intervient de façon opérationnelle :

- en phase de diagnostic et de scénarios : pour la programmation et le pilotage des expertises, des études de faisabilité et l'élaboration des scénarios jusqu'à l'établissement du programme des travaux; le cas échéant, suivant la complexité et la nature de l'opération, l'assistant peut réaliser lui-même certaines analyses structurales ou tout ou partie des études de faisabilité;
- en phase de conception : pour le pilotage technique global de l'opération, notamment pour le contrôle de la production du maître d'œuvre. Il peut instruire les demandes d'auscultations complémentaires recommandées par le maître d'œuvre;
- en phase travaux : pour assurer le conseil auprès du maître d'ouvrage face aux problèmes du chantier qui mettent en cause les choix stratégiques, l'économie de l'opération et les délais.

Cas particulier des opérations d'entretien les plus simples

Dans le cas d'une opération d'entretien spécialisée récurrente ou d'une petite réparation déjà cernée ne nécessitant qu'un diagnostic de confirmation sur un ouvrage connu, l'assistant peut se voir confier l'ensemble des missions depuis le pilotage des diagnostics jusqu'à l'écriture du dossier de consultation des entreprises (phases 1, 2, 3); dans ce cas, il a un rôle de maître d'œuvre concepteur.

La rédaction du programme et le pilotage incombent à l'assistant maître d'œuvre. On veillera à prévoir une étape de contrôle et de validation (adaptation, dimensionnement) entre la prescription et l'établissement du programme de diagnostic d'une part et la réalisation des investigations correspondantes d'autre part.

Il se pose également le sujet du suivi des travaux qui sera réalisé en régie par les services du maître d'ouvrage ou bien confié à un maître d'œuvre.

En tout état de cause, il est vivement recommandé de préserver les interfaces avec la maîtrise d'ouvrage telles que décrites pour le cas général.

L'assistant technique à maître d'ouvrage (AMO-T) est d'abord un spécialiste du domaine ayant une expérience reconnue en expertise d'ouvrages et en conduite de projet de réparation. Il aura la capacité d'établir le programme des diagnostics, y compris les analyses structurales et de contrôler la validité des résultats obtenus.

Le recrutement doit favoriser l'obtention d'une haute valeur ajoutée de la prestation et le cadre contractuel doit être assez souple pour permettre les adaptations au contexte et les inévitables itérations.

L'assistant ne doit pas se contenter de compiler des rapports ni se décharger des recommandations sur les prestataires. Son implication doit être forte sur les orientations techniques des expertises, l'interprétation des résultats, les synthèses, l'animation de réunions d'experts, la recherche de scénarios de réparation, la mise au point du programme, etc.

Une façon de garantir cette implication est de lui confier une partie des analyses structurales, voire des propositions de scénarios qui pourront, le cas échéant, faire l'objet d'études spécifiques plus approfondies. Enfin, compte tenu des difficultés techniques propres aux opérations sur un ouvrage existant, le pilotage et la coordination des missions aux différentes phases définies ci-dessus doivent être assurés, si possible, par

la même entité tout au long de l'opération. L'assistant au maître d'ouvrage est, à ce titre, le mieux placé pour coordonner les processus et assurer la mémoire d'ensemble de l'opération.

La définition d'une mission d'assistant technique à maître d'ouvrage n'est pas particulièrement facile du fait que les situations à envisager ne sont pas prévisibles. Si le guide ne propose pas de cahier des charges applicables à un AMO-T, le découpage des phases (§ 3.2) et le détail des étapes (§ 4) tels que proposés ci-après permettent de décrire les modalités de l'assistance souhaitée.

Hormis le cas d'opérations très simples et récurrentes (et lorsque l'ouvrage et la nature des travaux sont reconnus dès l'inspection) ou pour traiter une situation d'urgence, il est déconseillé — dans l'esprit de ce guide — de recruter le maître d'œuvre concepteur (phase 3) dès la phase de diagnostic (phase 1). Le risque serait une sous-estimation des prestations de conception par méconnaissance des difficultés et des pathologies qui affectent l'ouvrage. Ce point est développé dans le § 4.1.5.

2.2.2 - LE MAÎTRE D'ŒUVRE OU L'ASSISTANT À MAÎTRE D'ŒUVRE

Un maître d'œuvre (MOE) peut être recruté :

En phase de diagnostic et de programmation (phases 1 et 2) : dans ce cas, il assiste le gestionnaire ou le maître d'ouvrage pour la conduite des opérations de diagnostic jusqu'à la production du programme. Il s'agit alors d'une question de dénomination, car le maître d'œuvre en phase de diagnostic et scénarios doit réaliser les mêmes missions qu'un assistant à maître d'ouvrage technique (AMO-T) en phase amont.

Au sens de ce guide, il s'agit de prestations d'AMO technique (AMO-T). Le guide donne la priorité à cette dénomination qui marque bien la différence de posture entre les phases de diagnostic et les phases de conception et de réalisation. En effet, le terme « maître d'œuvre » — en phase de diagnostic et scénarios (1 & 2) — est susceptible d'entraîner des confusions.

Hormis le cas d'opérations très simples et récurrentes (et lorsque l'ouvrage et la nature des travaux sont reconnus dès l'inspection) ou pour traiter une situation d'urgence, il est fortement déconseillé — dans l'esprit de ce guide — de recruter le maître d'œuvre concepteur (phase 3) dès la phase de diagnostic (phase 1). Le risque serait une sous-estimation des prestations de conception par méconnaissance des difficultés et des pathologies qui affectent l'ouvrage.

En phase de conception et de réalisation (phases 3 et 4) : suivant ses moyens internes, le gestionnaire peut déléguer la maîtrise d'œuvre en totalité ou bien assurer lui-même la maîtrise d'œuvre « ès qualités » en externalisant une partie des prestations à un « assistant à maître d'œuvre (AMOE) », par exemple des prestations d'études spécifiques ou de contrôles... Le recours à la maîtrise d'œuvre externalisée (en totalité ou en partie) pour la phase 3 est traité ci-après.

Le maître d'œuvre de conception est donc désigné après finalisation du programme.

Les rôles et responsabilités doivent être parfaitement définis entre le maître d'œuvre et l'assistant du maître d'ouvrage.

Le recours aux mêmes prestataires entre les phases 1 & 2 d'une part et 3 & 4 d'autre part ne peut pas être exclu pour autant que :

- les contrats entre ces deux groupes de phases soient distincts : en particulier les contrats des phases 3 & 4 sont établis sur la base du programme défini en fin de phase 2 ;
- les candidats aux prestations des marchés des phases 3 & 4 disposent tous du même niveau d'information issu des phases 1 & 2.

Les conditions éventuelles d'exclusion ou non doivent être définies en accord avec les services de marchés et indiquées dans les pièces des consultations.

2.2.3 - LES MISSIONS D'INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE

Dans le cas de désordres qui affectent des fondations ou les soutènements ou bien lorsque des effets d'interactions sols-structures sont prévisibles ou significatifs, des études géotechniques sont requises dès la phase 1.

Figure 4 : Effondrement d'un ouvrage de soutènement



a) La norme NF P 94-500

Les différentes missions d'ingénierie géotechnique sont répertoriées et explicitées dans la norme NF P 94-500 de novembre 2013, qui précise leur contenu, leurs limites et leur enchaînement au cours de la conception, de la réalisation et de la vie d'un ouvrage. Les investigations géotechniques indispensables à la réalisation de ces missions [13] sont également abordées.

b) Le diagnostic géotechnique préalable indispensable

Comme il s'agit d'ouvrages existants et si des études géotechniques spécifiques sont requises en complément des informations existantes, la première mission d'ingénierie géotechnique indispensable à mettre en œuvre (en phase 1) est une mission de diagnostic (mission G5 de la norme NF P 94-500). Elle permettra de caractériser le contexte géotechnique de l'ouvrage, les risques géotechniques associés, leur influence sur l'ouvrage et leurs conséquences pour l'élaboration du projet.

Le recueil des données existantes (dossier d'ouvrage lorsqu'il existe) et l'identification des problématiques permettront de définir le programme de cette mission d'ingénierie, incluant le cas échéant des investigations géotechniques et/ou des auscultations. Les prestations à réaliser sont détaillées au § 10 de la norme.

Enfin, le rapport de diagnostic géotechnique doit préciser les missions géotechniques nécessaires à la mise au point du projet, ainsi que les investigations spécifiques éventuelles.

c) L'enchaînement classique des missions géotechniques

Cet enchaînement est décrit dans le § 4-2 « Classification et enchaînement des missions géotechniques » de la norme.

Suite au diagnostic géotechnique de l'ouvrage (mission G5) ou de la partie d'ouvrage concernée s'enchaîneront de manière classique les missions suivantes :

- dans un premier temps, pendant la phase d'élaboration du projet (phase 3), l'étude géotechnique de conception du projet (mission G2) réalisée en étroite collaboration avec la maîtrise d'œuvre aux différentes phases :
 - a) la phase AVP (avant-projet),
 - b) puis la phase PRO (projet);
- puis, lors de la phase d'élaboration du marché de travaux (dossier de consultation des entreprises et assistance pour l'élaboration des contrats de travaux) des missions de conseil peuvent être requises : mission G2-DCE et mission G2-AMT;
- enfin, pour mémoire, de manière simultanée pendant la phase travaux : les études et suivis géotechniques de réalisation confiés à l'entrepreneur (mission G3) et la mission de supervision géotechnique d'exécution (mission G4), à la charge du maître d'ouvrage, réalisée et pilotée en étroite collaboration avec la maîtrise d'œuvre.

Remarque

Il est possible d'intégrer les missions géotechniques G2 et G4 au marché de maîtrise d'œuvre. Ceci peut permettre une meilleure implication des bureaux d'études structure dans les problématiques géotechniques et faciliter l'interaction de sujets très souvent imbriqués. Les missions géotechniques doivent être définies et les intervenants doivent être bien identifiés.

2.2.4 - LE GÉOMÈTRE-TOPOGRAPHE

Il est souvent nécessaire de recourir à un géomètre-topographe afin d'effectuer un récolement de l'existant. Des fonds topographiques peuvent être requis ou simplement des relevés des profils en long de chaussées et de fils d'eau. Une échelle au 1/200 e est généralement optimale pour l'établissement des levés initiaux.

Le périmètre de la prestation du géomètre-topographe est défini suivant la portée de l'opération. Il est nécessaire de l'étendre aux zones d'influences géologiques, hydrogéologiques et environnementales (ZIG, suivant la définition de la norme NF P 94-500). Pour le cas des cours d'eau, un levé topographique et bathymétrique du lit majeur et des ouvrages amont et aval susceptibles d'exercer une influence sur le régime hydraulique est conseillé.

Il peut être utile d'élargir ce périmètre pour permettre l'implantation d'ouvrages provisoires ou bien simplement cerner les possibilités d'aires à réserver au chantier ou encore implanter l'exploitation sous chantier.

Enfin, pour le suivi géométrique d'un ouvrage (en phase de diagnostic ou de travaux), des levés spécifiques peuvent relever de la compétence de laboratoires spécialisés et équipés des matériels requis.

Si une intervention sur l'ouvrage est prévue (inspection détaillée par exemple), avec moyen d'accès adapté, il peut être intéressant de faire compléter la prestation par des relevés dimensionnels précis de coffrages, de caractéristiques géométriques de pièces métalliques, etc.

2.2.5 - LES MISSIONS EFFECTUÉES PAR DES LABORATOIRES

Le terme « laboratoire » est ici entendu au sens large et regroupe ici l'ensemble des interventions qui comprennent :

- des relevés de désordres ou de l'état de l'ouvrage (ID);
- des auscultations;
- des analyses de matériaux (laboratoire);
- des instrumentations.

Les laboratoires peuvent être sollicités sur toutes les thématiques abordées et pour différentes missions (inspections, investigations, mesures, instrumentations, contrôles...) et à quasiment toutes les phases de l'opération.

Il s'agit alors de missions spécifiques dont le contenu est établi au préalable par le gestionnaire, son assistant ou le maître d'œuvre. Ces prestations ne sont pas forcément assurées par les mêmes prestataires, car il peut s'agir de métiers différents. Pour les grands donneurs d'ordre, les **accords-cadres à bon de commande** sont bien adaptés à ces missions dont le contenu doit parfois être ajusté, suivant les difficultés rencontrées ou les résultats obtenus.

Le présent guide détaille des typologies de missions à confier aux laboratoires suivant les étapes envisagées (§ 4.1).

Lorsque les interventions nécessitent des prestations de mise en œuvre de moyens d'accès et de mesures d'exploitation légères et locales, celles-ci peuvent être intégrées ou non aux prestations des laboratoires. Leur intégration facilite la coordination des interfaces par le gestionnaire et permet aux intervenants de maîtriser leurs accès. À contrario, ces prestations périphériques ne représentent pas le cœur de métier des laboratoires les plus spécialisés et les coûts correspondants peuvent parfois égaler ou dépasser celui des prestations proprement dites... ce qui peut fausser la concurrence : le maître d'ouvrage aura alors intérêt à les distinguer, au prix d'un effort de coordination de sa part.

2.2.6 - LES ÉTUDES PARTICULIÈRES

Suivant la nature de l'opération, il peut être fait appel à des bureaux d'études spécialisés (hydraulique, environnement, acoustique, gêne à l'usager, trafics, définition d'une protection cathodique...) et dans tous les cas à des laboratoires habilités aux recherches plomb-amiante-HAP (évaluation des risques pour la santé).

Les études structurales en phase 1 et 2 (diagnostic, scénarios) peuvent être requises : si cela est possible, elles seront confiées à l'assistant (AMO-T), mais des approfondissements peuvent faire l'objet de contrats séparés.

Ces prestations font l'objet d'accords-cadres ou de contrats spécifiques.

En phase 3 (AVP, PRO), le maître d'œuvre prendra le relais pour la réalisation des études, y compris des études spécialisées qui pourraient être intégrées en missions complémentaires à son marché. Les prestations architecturales éventuelles seront également prévues dans ses missions.

2.2.7 - LES INTERVENTIONS D'ENTREPRISES DE TRAVAUX

La réalisation de certaines investigations nécessite parfois des travaux préalables de petit génie civil : aménagement d'accès, réalisation de fouilles, démolitions partielles, ouverture de fenêtres, signalisation...

Ces prestations périphériques peuvent être ou non intégrées aux prestations des laboratoires. Pour la plupart des petits travaux (par exemple, l'ouverture d'une « fenêtre »), le laboratoire est à même de préconiser et de surveiller ces travaux efficacement.

Mais tous les travaux ne sont pas de même niveau : par exemple, la reconnaissance de fondations va nécessiter des travaux lourds et l'établissement d'un petit marché de travaux. Dans ce cas, le laboratoire pourra être impliqué au côté du pilote (le gestionnaire, son assistant ou le maître d'œuvre) dans l'élaboration des prescriptions, le suivi des travaux et leur réception.

Figure 5 : Ouverture de fenêtre en intrados sur un ouvrage précontraint



Figure 6 : Ouverture de fenêtre en chaussée pour reconnaissance



Il doit être rappelé ici que tous les travaux à caractère destructif pour l'ouvrage doivent faire l'objet d'une **étude d'impact** sur la structure et de documents d'exécution (procédure d'exécution et plans) formellement visés par le gestionnaire.

Cette étude est préconisée par l'AMO technique qui en réalise tout ou partie suivant son contrat.

2.2.8 - LE COORDONNATEUR DE SÉCURITÉ ET DE PROTECTION DE LA SANTÉ

« Le maître d'ouvrage désigne un coordonnateur en matière de sécurité et de protection de la santé pour chacune des deux phases de conception et de réalisation ou pour l'ensemble de celles-ci » (article L. 4532-4 du Code du travail).

Les situations de travail impliquant plusieurs entreprises sur un même lieu de travail sont génératrices de risques. Les responsables de la maîtrise d'ouvrage, de la maîtrise d'œuvre et des entreprises doivent coopérer pour analyser et gérer ensemble ces risques.

En phase de diagnostic, il peut être utile de solliciter le conseil d'un coordonnateur de sécurité et de protection de la santé (CSPS) pour certaines interventions sur ouvrage. À défaut de besoin en coordination ([décret n° 94-1159 du 26/12/1994](#)), et selon la typologie des travaux nécessaires au diagnostic (démolition notamment), le gestionnaire doit établir un plan de prévention ([décret n° 92-158 du 20 février 1992](#)) pour les intervenants sur l'ouvrage.

En phase de conception et de réalisation, afin d'assurer la sécurité et de protéger la santé des personnes qui interviennent sur un chantier, le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre et le coordonnateur en matière de sécurité et de protection de la santé (CSPS) mentionné à l'article L. 4532-4 mettent en œuvre les principes généraux de prévention énoncés aux 1° à 3° et 5° à 8° de l'article L. 4121-2 du Code du travail (art. L. 4531-1) :

- **phase conception**¹ : établissement du **plan général de coordination simplifié** (PGCS-SPS, art. L. 4532-8) et d'un cadre de plan particulier simplifié (PPS-SPS, art. L. 4532-9), qui seront inclus d'une part au dossier de consultation des entreprises et d'autre part au dossier d'ouvrage d'art pour les travaux ultérieurs à ceux de la réparation projetée;
- **phase réalisation** : définition claire des rôles et responsabilités de chaque intervenant lors de la préparation et de l'exécution des prestations, coordination et planification des interventions simultanées ou successives afin de prévenir les risques liés à la coactivité et/ou à la coexistence, mise en commun des moyens de prévention.

Chaque entreprise, y compris les entreprises sous-traitantes, doit établir avant le début des travaux un PP-SPS qui doit être communiqué au CSPS. Il est tenu à jour pendant toute la durée des travaux (art. L. 4532 9).

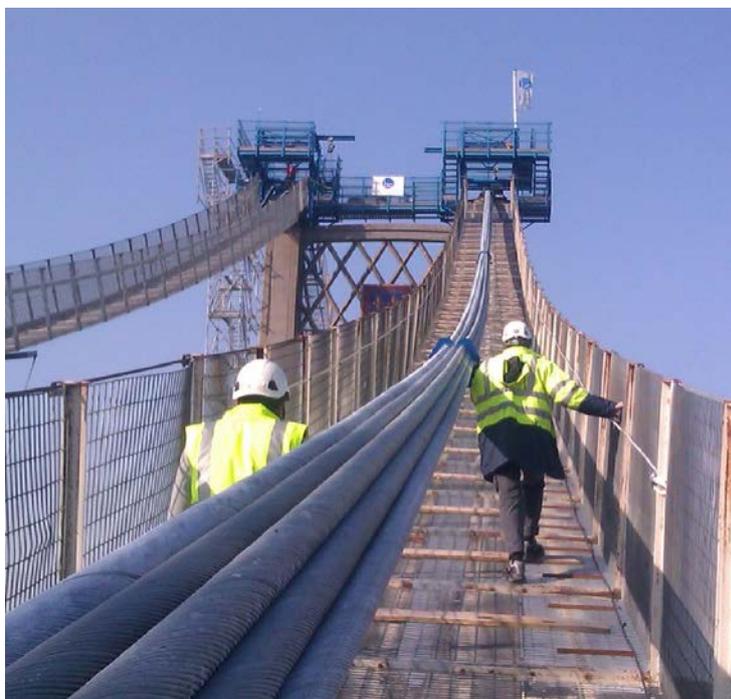
Catégories d'opérations

Il existe trois niveaux de mission CSPS (1, 2 ou 3) suivant la catégorie du chantier :

- Niveau 1 : opérations de plus de 10 000 jours hommes;
- Niveau 2 : opérations de plus de 500 jours hommes;
- Niveau 3 : autres opérations.

Pour les opérations les plus modestes sans concomitance, un plan de prévention peut suffire. C'est, par exemple et comme indiqué ci-dessus, très souvent le cas pour des interventions de diagnostics ou encore de petits travaux d'entretien spécialisé.

Figure 7 : Conduire un chantier en sécurité se prépare...



¹ par « phase de conception », on entend la phase projet (PRO) au sens du Code de la commande publique. Il est en effet indispensable que le CSPS prenne connaissance et porte ses remarques avant l'établissement du dossier de consultation des entreprises. Le cas échéant, le recours à un C-SPS « consultant peut être requis en phase de programmation pour apporter son conseil sur les difficultés liées à la sécurité ou à la protection de la santé pour tel ou tel scénario...

CHAPITRE 3

Piloter une intervention sur un ouvrage existant

3. PILOTER UNE INTERVENTION SUR UN OUVRAGE EXISTANT

3.1 - CONDITIONS DE RÉUSSITE

Une opération réussie est conditionnée par la prise d'un certain nombre de précautions concernant l'organisation, ainsi il est nécessaire de :

- disposer d'un cadre clair de positionnement des différents acteurs en établissant un document « qualité » : plan de qualité d'opération (PQO), schéma directeur de la qualité...;
- disposer, au sein de l'équipe de maîtrise d'ouvrage, d'un interlocuteur identifié, disponible, doté d'une aptitude à la prise de décision et des compétences techniques et de gestion de projet. Ce point est important, car le maître d'ouvrage doit prendre ses responsabilités en intégrant les conseils qui peuvent lui être donnés. Compte tenu des enjeux d'exploitation sous chantier propres aux ouvrages existants, il importe que le service d'exploitation soit étroitement associé;
- disposer, dans certains cas, d'une assistance juridique que le MOA pourra intégrer à l'équipe ou au minimum qui pourra être facilement consultée en amont par les services compétents de la commande publique;
- s'assurer de la cohérence des missions externalisées. Il est préférable de confier des missions complètes (à l'intérieur des phases 1 & 2 d'une part et 3 & 4 d'autre part) sur la durée, afin de conserver une stabilité des prestataires; à défaut, il conviendra d'ajuster le contenu des prestations notamment par l'ajout de phases de prise de connaissance par les prestataires successifs. Il faut toutefois distinguer les missions de prescriptions (dévolues à un assistant technique généraliste) et les missions opérationnelles *in situ* ou en laboratoire (dévolues à différents prestataires suivant les spécialités requises);
- avoir mené une réflexion sur la stratégie d'achats et de prestations : allotissement, tranches, sélection de candidats et prestataires, modes de dévolution des prestations;
 - *établir un macro-planning puis un planning détaillé des études, fixer des délais réalistes aux prestataires en cohérence avec le planning, et intégrer les délais d'attente éventuelle, de relecture, d'avis et d'approbation tant dans les plannings que dans les contrats de prestations. C'est seulement si tout est bien défini au préalable, avec cohérence, réalisme et précision que le maître d'ouvrage peut assurer un suivi et un pilotage efficaces de son opération;*
- prévoir d'organiser de façon régulière des réunions de maîtrise d'ouvrage en associant des experts en mesure de valider les options prises;
- disposer de l'assurance d'être informé de la production des documents, des résultats du contrôle extérieur, des avis du maître d'œuvre, des prévisions et de l'avancement du chantier.

Suivant la complexité de l'opération, il est envisageable de se faire assister par un « **comité d'experts** ». Celui-ci a un rôle d'assistant technique au maître d'ouvrage, mais son implication opérationnelle est en général moindre que celle de l'assistant technique désigné.

Le comité d'experts peut intervenir pour recommander des diagnostics, conseiller sur les mesures d'urgence ou de surveillance (surtout si l'ouvrage est exploité en mode « dégradé »). Il peut également définir des scénarios à étudier, aider le maître d'ouvrage à valider certains choix aux moments les plus opportuns par rapport au déroulé de l'opération et valider des hypothèses particulièrement critiques, surtout lorsqu'elles ne peuvent se référer aux normes existantes.

Si un assistant technique à maîtrise d'ouvrage est désigné, les experts du comité sont autant que possible indépendants de l'AMO-T, mais l'AMO-T doit bien entendu contribuer à ce comité.

3.2 - PHASAGE GÉNÉRAL

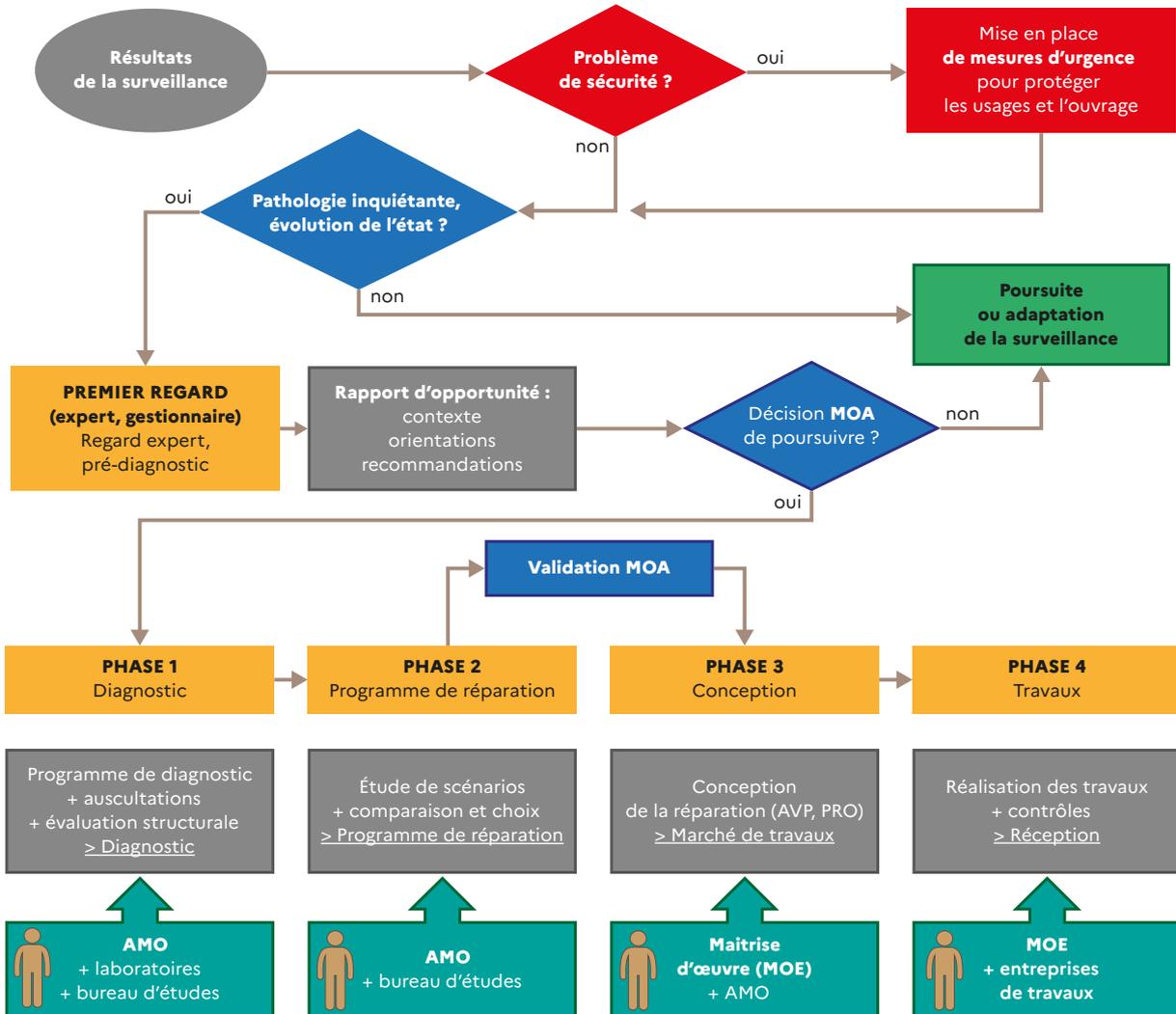
3.2.1 - PREMIER REGARD, INITIALISATION

Après traitement des urgences éventuelles, un « premier regard expert » sur l'opportunité et les modalités de poursuite permet au maître d'ouvrage de s'organiser pour les phases suivantes de diagnostic et d'études.

INITIALISATION	
Le fait générateur	Il peut découler d'une inspection, d'un incident, d'une défaillance, d'une évolution, d'un souhait d'adapter l'ouvrage à de nouveaux usages... Il peut aussi s'agir de la déclinaison des opérations inscrites à un programme pluriannuel d'entretien ou de réparation. Dans le cas de situation critique, des premiers avis sont émis.
Problème de sécurité ?	Des mesures d'urgence éventuelles peuvent être prises (mesures de sécurité immédiate et de sauvegarde, surveillance d'urgence). Une surveillance renforcée peut être décidée le cas échéant si la nature de cette surveillance peut être déterminée par un examen rapide du dossier d'ouvrage. Un mode d'exploitation dégradé ou une fermeture complète de l'ouvrage peuvent être décidés. Les travaux de confortement d'urgence devront être conçus pour ne pas entraver/complexifier la réalisation des travaux définitifs. Il faut également se préoccuper des interactions avec les réseaux concessionnaires ou ceux du maître d'ouvrage.
Premier regard	Le premier regard, effectué par un spécialiste ou le gestionnaire lui-même s'il connaît bien l'ouvrage, ne constitue pas un diagnostic. Il a pour objectif d'examiner la situation de l'ouvrage (éléments techniques et environnementaux), afin d'évaluer l'opportunité d'un traitement et de conseiller le maître d'ouvrage sur les premières décisions à prendre (organisation, mesures complémentaires, surveillance...).

Par la suite, les interventions se poursuivent en quatre phases successives (phases 1 à 4) détaillées ci-après.

Figure 8 : Logigramme d'une intervention sur ouvrage existant - contenu synthétique et intervenants principaux des différentes phases.



3.2.2 - PHASE 1 : EXPERTISES ET DIAGNOSTIC

Cette phase à dominante « diagnostique » et « prospective » (court et moyen terme) est pilotée par le **maître d'ouvrage** (et ses services) avec l'assistance d'une AMO-T éventuelle.

Elle se déroule souvent de façon itérative, mais les événements et actions se succèdent dans cet ordre logique :

PHASE 1 : EXPERTISES ET DIAGNOSTIC	
Analyse du dossier d'ouvrage	<p>L'analyse du dossier d'ouvrage permet de définir plus précisément le recueil de données à poursuivre par une recherche active, par reconstitution ou complétion du dossier d'ouvrage dans certains cas. Il est nécessaire de pointer les inconnues et incertitudes, afin d'initier un recueil des données immédiatement nécessaires.</p> <p>On évitera à ce stade de travailler sur des solutions, car on ne connaît pas encore assez l'ouvrage ni ses pathologies.</p> <p>Cette phase d'analyse permet de fournir des bases utiles à l'établissement du prédiagnostic.</p>
Établissement d'un pré diagnostic et mise au point d'un programme d'investigation	<p>Le prédiagnostic résulte de l'examen du dossier d'archives et des premières constatations. L'établissement d'un programme d'investigations nécessite du recul sur des opérations similaires et l'intervention d'une AMO-T (ou au minimum d'un regard externe), si le maître d'ouvrage n'a pas les compétences internes pour le mettre au point.</p> <p>Il convient de concevoir et d'optimiser le programme d'investigations, afin de limiter les impacts sur la structure et sur l'exploitation de l'ouvrage. Il faut également coordonner les investigations à réaliser et les organiser au regard des contraintes d'exploitation.</p> <p>Enfin, il ne faut pas oublier les diagnostics plomb, amiante, HAP, car ils sont souvent déterminants pour la poursuite des investigations, l'étude des scénarios et la définition des coûts et des délais.</p>
Évaluation structurale	<p>Suivant les résultats du prédiagnostic et les objectifs de l'opération, une évaluation structurale peut être requise; par « évaluation structurale », on entend l'analyse théorique du fonctionnement de l'ouvrage, qui comprend un « recalcul » devant être réalisé sur des hypothèses adaptées et pertinentes [21] [22]. L'évaluation structurale intègre les résultats des investigations et auscultations.</p> <p>Elle est le plus souvent nécessaire pour identifier les insuffisances de l'ouvrage, les causes et conséquences de la pathologie et pour déterminer si une réparation est nécessaire.</p>
Réalisation des auscultations	<p>La réalisation des auscultations (essais, prélèvements, mesures, instrumentations...) passe par l'élaboration de cahiers des charges de prestataires chargés de réaliser les investigations correspondantes. On veillera à prévoir une étape de validation (adaptation, dimensionnement) entre la prescription et l'établissement du programme de diagnostic d'une part et la réalisation des investigations d'autre part.</p>
Pilotage et suivi des prestations	<p>La réalisation des différents diagnostics et analyses doit être pilotée, bien préparée et contrôlée, pour s'assurer de leur bonne exécution (implantation correcte, préservation de l'intégrité de certaines parties d'ouvrage, signalisation routière ou fluviale...), et de la bonne coordination entre intervenants sur site (exploitants, laboratoire, entreprise, fournisseur de nacelle éventuel...).</p>
Analyse des résultats des auscultations effectuées	<p>Le maître d'ouvrage ou son AMO-T analyse les résultats des auscultations et de l'évaluation structurale afin d'adapter, si nécessaire, la surveillance instrumentée, la surveillance renforcée ou, le cas échéant, la haute surveillance. Cette analyse peut rendre nécessaire la réalisation de nouvelles investigations; le passage de l'évaluation structurale peut évoluer suivant l'avancement des auscultations et les résultats obtenus.</p>
Bilan du diagnostic	<p>Le bilan de la phase de diagnostic s'appuie sur le dossier d'ouvrage, les investigations réalisées (y compris l'évaluation structurale) et permet de statuer sur l'état de l'ouvrage à un moment donné et sur les suites à donner.</p> <p>Dans certains cas, un « bilan patrimonial » est nécessaire pour l'élaboration et le choix de scénarios, afin de vérifier la pertinence d'une intervention de maintenance compte tenu de l'état de l'ouvrage, de sa situation, de son usage, de son importance stratégique, de son âge, de sa valeur architecturale... Ce bilan comprend l'estimation des durées de vie résiduelles (possibles, souhaitées...), le niveau de service actuel et futur (trafic, dispositifs de sécurité, dispositifs d'assainissement...) et s'intéresse aux autres pathologies éventuellement connues.</p>

Figure 9 : Faits générateurs : désordres évolutifs sur ouvrages métalliques



Figure 10 : VIPP : Faits générateurs : conduite d'une étude de risque. Découverte d'une étanchéité défectueuse et de la corrosion des têtes d'ancrage de câbles transversaux.



Figure 11 : Les mesures d'exploitation sont évolutives : de la fermeture complète lors de la découverte d'un évènement aux restrictions d'exploitation après les premiers diagnostics.



3.2.3 - PHASE 2 : ÉTUDE DES SCÉNARIOS ET RÉDACTION D'UN PROGRAMME

Tout au long de cette phase, des choix essentiels doivent être faits sur la gestion, le devenir de l'ouvrage, l'exploitation et la programmation financière tout en démontrant la faisabilité. Cette phase est pilotée par le maître d'ouvrage avec l'aide éventuelle d'une AMO technique.

PHASE 2 : ÉTUDE DES SCÉNARIOS ET RÉDACTION D'UN PROGRAMME	
Étude des scénarios	Il s'agit ici d'aboutir à la définition de principes de solutions, d'objectifs de réparation et de conditions de réalisation sans déborder sur des prestations de conception de maîtrise d'œuvre. Par exemple, on peut y définir des objectifs de qualité, des objectifs techniques (durabilité, usages actuels et futurs), les risques, les délais et plannings de réalisation, l'impact sur les conditions d'exploitation (déviations, ouvrages provisoires), les conditions environnementales particulières (milieu sensible, déchets...), des impacts à limiter (nuisances, incidences sur ouvrages connexes), les coûts. Le degré de précision de l'étude des scénarios (ou « études de faisabilité ») est parfois proche de celui d'un AVP, afin de tester avec fiabilité la faisabilité des scénarios correspondants.
Comparaison des scénarios, le choix d'un scénario par le maître d'ouvrage Établissement du programme	Suivant les scénarios proposés, la liste des critères à examiner pour les départager est élaborée par le concepteur des scénarios en relation étroite avec le maître d'ouvrage. La pondération des critères est définie par le maître d'ouvrage, ce qui lui permet de faire un choix et d'établir le programme de façon plus détaillée. Le programme comprend obligatoirement la description des objectifs de la réparation ou de l'intervention, les conditions de réalisation, les hypothèses de calcul, la description générale de la solution technique retenue, les délais et le coût prévisionnel. Le programme évoque également les conditions de poursuite de l'opération : (maîtrise d'œuvre, régie...), les conditions de contractualisation...
Établissement de la liste des procédures administratives à instruire	Suivant la nature de l'opération, par exemple en milieu hydraulique ou à proximité d'un monument classé, la liste des procédures réglementaires à instruire est établie. L'instruction nécessite souvent la composition de dossiers techniques spécifiques et d'études complémentaires qui sortent du domaine des techniques d'ouvrages d'art proprement dites. De même, des concertations éventuellement requises avec les partenaires, les riverains sont conduites. Il convient de ne pas négliger cette étape quant au planning global de l'opération, les procédures pouvant être longues. Le cas échéant, la liste des instructions à conduire est détaillée au programme.
Approbation du programme de l'opération	Le maître d'ouvrage valide, au niveau décisionnel, la démarche, les étapes, les objectifs et les principales hypothèses prises pour l'opération (ainsi que les risques éventuels) en approuvant formellement le programme (*). Cette validation a un caractère à la fois stratégique et juridique. Elle se fait suivant un circuit d'instruction qui est propre à chaque administration.
Établissement du plan qualité de l'opération	Le maître d'ouvrage fixe les grandes lignes de ses objectifs qualité. Ce plan peut être établi plus en amont si nécessaire.
(*) Suivant les termes du livre IV du Code de la Commande publique (art. L. 2421-2), le maître d'ouvrage établit le programme de l'opération. Le cas échéant, il s'appuie sur son AMO-T.	

Pour les ouvrages du **réseau routier national non concédé**, le dossier d'APROA à constituer (cf. annexe 2) comprend un résumé des phases 1 et 2 et le cas échéant, les pièces annexes de l'APROA permettent d'approfondir les sujets abordés et de justifier les options prises.

Pour les ouvrages du **réseau routier national concédé**, suivant la circulaire 87-88 (en révision), un dossier préalable à l'APROA doit être établi pour les « confortements ou réparations délicats » sous la forme d'un dossier de demande de principe (DDP). Le qualificatif « délicat » est défini par la circulaire 87-88. Ce dossier précise notamment « les éléments permettant de s'assurer que le diagnostic est complet et de qualité, et que les objectifs de la réparation sont aptes à traiter les causes et, le cas échéant, à supprimer durablement les conséquences supportées par l'usager ». Ces objectifs correspondent à ceux définis pour les phases 1 et 2 au sens de ce guide.

Ce DDP doit faire l'objet d'une approbation par décision ministérielle avec ou sans réserve de la part de l'autorité concédante avec l'appui éventuel de l'IGOA et du Cerema. Ensuite, le contenu du dossier APROA reste identique à celui d'un ouvrage du réseau routier national non concédé. Il doit en particulier répondre aux réserves éventuelles de la décision ministérielle.

3.2.4 - PHASE 3 : ÉTUDES DE CONCEPTION

Cette phase est menée par un **maître d'œuvre** qui est recruté spécifiquement sur la base du programme défini aux étapes précédentes. Cette phase d'études de conception se déroule pour le (s) scénario (s) retenu (s) par le maître d'ouvrage. Elle est moins prospective et surtout plus applicative et se rapporte à la conception de l'opération proprement dite.

Le maître d'ouvrage reste présent pour valider les productions et les options techniques prises par le maître d'œuvre.

Cette phase comprend :

PHASE 3 : ÉTUDES DE CONCEPTION	
Appropriation des études précédentes	<p>Cette étape permet au maître d'œuvre de démontrer au maître d'ouvrage qu'il a bien assimilé les études antérieures et en accepte les conclusions ou propose des adaptations. Elle peut être intégrée en tout ou partie au processus de consultation et dans ce cas, le mémoire technique en constitue une première ébauche.</p> <p>Cette étape s'achève par la formalisation de la proposition du maître d'œuvre en vue de la poursuite de sa mission sur la base de la « note d'appropriation » jointe à son offre.</p>
Diagnostics complémentaires	<p>Le cas échéant, des diagnostics complémentaires ou tout simplement des reconnaissances géométriques/topographiques peuvent être prescrits à l'initiative de la maîtrise d'œuvre.</p>
Établissement de l'avant-projet (AVP) Établissement du projet (PRO)	<p>L'intérêt de conduire des missions distinctes AVP et PRO est à évaluer au cas par cas, suivant la qualité des études de scénarios et la difficulté de l'opération. Dans les cas les plus simples, une mission unique est parfois suffisante, mais on doit y retrouver tous les éléments constitutifs d'un AVP et d'un PRO.</p> <p>Le niveau formel AVP est néanmoins indispensable si des calculs avancés sont requis : en effet, le résultat (parfois incertain) de ces calculs doit être anticipé le plus en amont possible. De plus, une phase d'AVP permet de départager des scénarios laissés ouverts dans le programme et de retoucher celui-ci, ce qui n'est en principe plus possible une fois le niveau PRO atteint.</p> <p>Par ailleurs, un niveau PRO formel permet de fixer de façon définitive l'organisation de l'opération, le plan de contrôle global (suivant guide [7]) et les modalités de réalisation des travaux sous contraintes d'exploitation sur la base d'un projet parfaitement abouti.</p> <p>En tout état de cause, lorsque la maîtrise d'œuvre de conception est externalisée, il est souvent utile de conserver les deux niveaux pour permettre des validations par étapes, mais il est alors possible de considérer un délai global unique pour la production des deux dossiers.</p>
Essais particuliers (éventuels)	<p>Dans certains cas particulièrement complexes, des essais de réalisation (effectués à titre de faisabilité ou de test) ou des essais préalables (épreuves de chargement avant travaux, essais de décapage, clous d'essais, essais de démolition partielle, chantiers pilotes...) sont nécessaires. Il est préférable qu'ils soient prévus par le scénario/programme fourni au maître d'œuvre qui est alors en mesure de diligenter les opérations correspondantes qui font partie de sa mission.</p>

PHASE 3 : ÉTUDES DE CONCEPTION	
Établissement du dossier d'exploitation sous chantier (DESC)	<p>Le dossier d'exploitation sous chantier (DESC) s'appuie sur une étude d'exploitation destinée à rechercher les modalités d'écoulement du trafic dans les meilleures conditions de sécurité et de fluidité. Cette étude permet également de déterminer une programmation optimale des périodes de travaux.</p> <p>Ce dossier est cohérent avec le scénario retenu et est établi en étroite collaboration avec le(s) gestionnaire(s). Il présente l'ensemble des recommandations à destination des différentes parties intervenantes (gestionnaires, entreprises). Il est joint au dossier de consultation des entreprises.</p>
Établissement du dossier de consultation des entreprises (DCE)	<p>Le DCE traduit sous forme de prescriptions et de performances à atteindre les objectifs fixés par les études techniques. Les modalités particulières d'établissement du DCE sont détaillées ci-après dans ce guide (§ 4.4.2).</p>
Établissement du dossier de consultation des laboratoires de contrôle extérieur	<p>Le DCE de contrôle extérieur des travaux traduit le programme de contrôle extérieur (issu du plan de contrôle global défini par le fascicule 65 du CCTG et le guide [7]) en termes d'expertises à mobiliser (qualification accréditation éventuelles...), de temps passé, d'essais à réaliser, de bilan et synthèse... et précise les modalités d'intervention sur site, en laboratoire ou en usine.</p>

Le maître d'ouvrage doit formellement approuver les dossiers d'AVP et de PRO (livre IV du Code de la Commande publique, art. L. 2426-6); il peut s'appuyer sur son AMO-T ou missionner un bureau d'études pour réaliser le contrôle (extérieur) des études produites.

Pour les ouvrages du **réseau routier national concédé et non concédé**, le dossier d'APROA à constituer comprend un projet établi à un niveau de détail équivalent à un niveau PRO (cf. annexe 2).

3.2.5 - PHASE 4 : TRAVAUX (POUR MÉMOIRE)

Cette phase sort de l'objectif du guide.

Dans les cas les plus courants, la consultation des entreprises est réalisée sur la base d'un projet détaillé (PRO) et de prescriptions (CCTP) établis par le maître d'œuvre qui organise la consultation des entreprises, puis assure une assistance à la mise au point du marché de travaux (AMT).

La phase de travaux est pilotée par le maître d'œuvre : celui-ci exerce ou pilote le contrôle extérieur des travaux [7]; le maître d'ouvrage s'assure de la cohérence et de l'efficacité de ce contrôle (validation du plan de contrôle global et contrôle du MOA sur le MOE).

Cette phase comprend alors de façon classique :

- la désignation de l'entreprise : proposée par le maître d'œuvre, validée par le maître d'ouvrage;
- la préparation du chantier;
- la réalisation des études d'exécution;
- les travaux proprement dits;
- la surveillance des travaux;
- les différents contrôles des travaux, dont le contrôle extérieur, suivant un programme préparé en amont;
- les opérations de réception préparées et proposées par le maître d'œuvre;
- la réception prononcée par le maître d'ouvrage;
- le cas échéant, les inspections de fin de garantie de parfait achèvement.

Cependant, par rapport à des travaux d'investissement, une intervention sur un ouvrage existant doit éventuellement permettre de gérer la surveillance renforcée (ou la haute surveillance) qui peut préexister et, par ailleurs, permettre d'assurer le maintien de toute ou partie de son exploitation aux différentes étapes des travaux. De plus, il y a un risque d'aléa chantier plus important que pour un ouvrage neuf, pouvant nécessiter des adaptations et des prises de décision spécifiques.

Les travaux s'appuient sur un projet (PRO) validé par le maître d'ouvrage, qui fait suite à l'ensemble des phases 1 à 3 décrites ci-avant.

Les études d'exécution, fondamentalement distinctes des études de projet (PRO) dans leurs objectifs et leurs portées, ne doivent pas remettre en cause les éléments du programme du maître d'ouvrage ni la conception générale issus du projet de la maîtrise d'œuvre, notamment pour les conditions d'exploitation pendant les travaux. À ce titre, il est indispensable que le MOE ayant réalisé les phases de conception soit également chargé du suivi des travaux et du VISA : il sera à même d'assurer la cohérence de l'ensemble des interventions compte tenu de sa connaissance de l'ouvrage.

Nous abordons dans ce guide (§ 4.4) quelques éléments qui peuvent avoir une incidence sur l'organisation générale de l'opération, notamment la programmation des études menées respectivement par la maîtrise d'œuvre et par l'entreprise.

3.2.6 - EXEMPLES DE PHASAGE

Opération sur un VIPP

Les motivations d'une intervention sur un viaduc à travées indépendantes en poutres précontraintes (VIPP) peuvent découler de la découverte de désordres, mais aussi relever d'une démarche systématique (analyse des risques appliquée aux viaducs VIPP).

Notes : on pourra se reporter, pour ce qui concerne l'ordonnancement des interventions, à la fiche E2-7 (Diagnostic des VIPP) du *Cahier Interactif UGE-Cerema*, au Guide technique VIPP du LCPC (UGE), au *guide Analyse des risques appliquée aux VIPP* du Setra (Cerema). Le détail de l'opération ci-après peut être utile à d'autres ouvrages précontraints.

La phase 1 permet de réaliser l'ensemble des interventions de diagnostic requises sur un VIPP et peut comprendre les éléments suivants :

- analyse du dossier d'ouvrage, examen des travaux effectués depuis la construction et des désordres déjà relevés ; cette analyse s'achève par un rapport ou une note d'intentions quant aux premières interventions à conduire ;
- inspection détaillée avec approfondissement éventuel dans des zones difficiles d'accès (abouts) ;
- à ce stade, l'établissement d'un programme des auscultations devient possible, par exemple :
 - auscultation du matériau béton (carbonatation, chlorures...),
 - auscultations sur la précontrainte (jusqu'aux trois niveaux définis par le guide du LPC),
 - relevés quantifiés des désordres visibles avec ciblage dans les zones les plus sensibles ou suspectes (suivant guides méthodologiques),
- évaluation structurale avec hypothèses et critères pertinents et en prenant en compte les résultats des investigations.

La phase 1 peut être de durée assez longue, compte tenu de la difficulté à réaliser certaines auscultations semi-destructives ou de la dimension des ouvrages. De plus, il peut être nécessaire de revenir en arrière et de compléter certains renseignements manquants par des visites *in situ* ou d'autres auscultations non identifiées comme critiques. Par construction, la programmation et le phasage N1 N2 N3 du guide LPC impliquent des décisions intermédiaires du maître d'ouvrage, des contrats à passer avec différents prestataires, etc.

La phase 1 est pilotée par un assistant ayant une bonne connaissance de ce type d'ouvrage. Un grand nombre de prestataires peuvent intervenir. Cette phase permet d'aboutir à une conclusion sur le bilan patrimonial de l'ouvrage, l'intérêt et le contour de réparations ou de renforcements éventuels.

À l'issue de la phase 1, suivant les résultats, le maître d'ouvrage manifeste son intérêt à poursuivre et à engager des travaux.

La phase 2 permet alors d'esquisser les scénarios à partir des résultats des investigations et des recalculs éventuels, qui peuvent intégrer une évolution des conditions d'exploitation (modification de largeur roulable), la prise en compte d'une évolution du trafic depuis la construction de l'ouvrage (prise en compte des surcharges de l'EC1), etc. Différentes options d'interventions (ou de non-intervention) sont présentées au maître d'ouvrage, par exemple :

- suivi et attente (suivant la maîtrise du risque);
- renforcement ponctuel (armatures passives ou matériaux composites);
- renforcement par précontrainte longitudinale;
- interventions connexes permettant d'améliorer la protection de l'ouvrage (étanchéité, injection, protection cathodique...);
- interventions de remise à niveau (équipements...);
- conditions d'interventions suivant plusieurs scénarios assortis d'estimations.

Les éléments de la phase 2 permettent alors au maître d'ouvrage de faire un choix d'intervention concrétisé par la validation d'un programme.

Les phases 1 et 2 peuvent être pilotées par le même assistant qui assure ainsi la cohérence du dossier.

Au-delà, la phase 3 est réalisée par un maître d'œuvre qui prend connaissance du scénario retenu et approfondit la conception de cette solution (AVP/PRO) en affinant les dimensionnements, les technologies à employer et les conditions d'interventions.

Exemples de simplification du phasage

Les exemples ci-après permettent d'identifier les opérations pour lesquelles un phasage simplifié peut être envisagé et le recrutement d'un maître d'œuvre anticipé. Cette simplification est cependant à exclure dans le cas où des interventions structurales sont nécessaires.

a) Réfection de la protection anticorrosion d'une structure métallique

La phase 1 (diagnostic) est pointue et fait intervenir des spécialistes de la protection anticorrosion, des laboratoires spécialisés... Tout d'abord, le dossier d'ouvrage est analysé et l'on s'assure de l'absence de désordres structuraux. En l'absence de désordres structuraux, le programme du diagnostic porte alors essentiellement sur la nature des produits anticorrosion en place, la quantification des dégradations, la présence éventuelle de produits dangereux, les parties de structures métalliques peu accessibles et difficiles à traiter, les incertitudes et les risques de découverte de désordres structuraux après décapage. Le diagnostic justifie alors la nécessité technique d'une réfection.

Note : on pourra se reporter, pour ce qui concerne l'ordonnancement des interventions, à la fiche D5-2, « Diagnostic de la protection anticorrosion par peinture d'un ouvrage métallique existant », du Cahier Interactif UGE-Cerema et au guide technique *Entretien de la protection anticorrosion des ouvrages métalliques*, de décembre 2005, du LCPC (UGE)

Figure 12 : Remise en peinture d'un ouvrage métallique



Si le maître d'ouvrage est en mesure de prendre sa décision rapidement (notamment parce qu'il a des références d'opérations antérieures), il peut confier immédiatement la réalisation de l'étude des scénarios (phase 2) et de l'AVP (phase 3) à un maître d'œuvre. Le dossier de consultation de la maîtrise d'œuvre doit néanmoins indiquer toutes les options à envisager.

Les scénarios à étudier par le maître d'œuvre concernent alors essentiellement les conditions de confinement et de réalisation par rapport à l'exploitation, et les conditions de traitement des parties difficiles d'accès. Après approbation des scénarios par le maître d'ouvrage, l'AVP précise les conditions techniques relatives à la réfection proprement dite de la protection, notamment à partir d'un essai de décapage préalable. Une phase de projet technique (PRO) semble peu utile dans ce cas : le plan de contrôle et le DCE peuvent être établis à partir des résultats de l'AVP, complétés par l'établissement d'un quantitatif détaillé et d'éléments relatifs à l'organisation du chantier².

Finalement, dans cet exemple, les prestations de phases 2 (scénarios) et 3 (AVP ou PRO) sont pilotées par un même « maître d'œuvre », mais en distinguant deux étapes avec une décision intermédiaire du MOA.

b) Traitements de surface d'un ouvrage en béton

Même en l'absence de désordres structuraux, le diagnostic d'un ouvrage souffrant de dégradation de ses matériaux constitutifs reste complexe, car il doit confirmer l'origine des désordres, en établir la quantification, en faire le bilan et justifier l'intérêt d'une intervention. Le maître d'ouvrage peut alors en approuver le principe en connaissance de cause. Le diagnostic est donc toujours l'objet d'une phase 1 bien distincte.

Note : on pourra se reporter, pour ce qui concerne l'ordonnancement des interventions, notamment, aux fiches de la série D1 « Diagnostic de l'état du béton » du Cahier Interactif UGE-Cerema.

Une fois la décision de poursuivre prise, les études de scénarios (phase 2) sont, ici, limitées à l'étendue de certaines réparations ou aux contraintes d'exploitation.

L'AVP (phase 3) permet ensuite d'affiner le choix des produits (éventuellement confirmé par des essais *in situ*) puis le détail et le dimensionnement définitif des interventions.

Il est envisageable de confier les phases 2 et 3 au maître d'œuvre.

² Pour mémoire, en principe, un AVP ne porte que sur une seule solution alors qu'une étude de différents scénarios peut en comporter plusieurs, ce qui est indispensable.

c) Réfection d'une étanchéité (ouvrage connu)

Le diagnostic de défauts d'étanchéité est également complexe, car il y a toujours différentes incertitudes sur l'étendue des désordres affectant l'étanchéité, l'assainissement, l'état du support... Si le dossier d'ouvrage est très complet, les caractéristiques de l'étanchéité, des trottoirs et de leur géométrie sont connues et en l'absence d'incertitude sur les conditions de réalisation, une simplification du pilotage de l'opération est envisageable : celui-ci peut être confié à un prestataire unique « maître d'œuvre » en laissant toute latitude à ce dernier pour prescrire des investigations externalisées :

- le diagnostic comprend l'exploitation des rapports d'inspection détaillée, des investigations non destructives (radar, thermographie infrarouge...) et, systématiquement, des sondages de confirmation ;
- les scénarios d'intervention évoquent des techniques de réfection déjà employées et les conditions d'intervention fixées par le gestionnaire ; l'AVP, et le PRO s'il y a lieu, sont construits en continuité.

Note : on pourra se reporter, pour ce qui concerne l'ordonnancement des interventions, à la fiche D5-1 « Diagnostic de l'étanchéité » du Cahier Interactif UGE-Cerema et au guide technique *Pathologies, diagnostic et réparation des chapes d'étanchéité d'ouvrages d'art*, d'août 2011 de l'Ifsttar (UGE). On peut également consulter le guide technique *Entretien des complexes d'étanchéité/couche de roulement des tabliers d'ouvrage d'art - Cas des ouvrages comportant un renformis*, d'août 2006, du LCPC (UGE).

On veillera cependant à bien identifier les étapes à l'issue desquelles les décisions doivent être prises par le maître d'ouvrage.

Conclusions sur les opérations simplifiées

Le choix d'une simplification est pris sur la base :

- de la complétude du dossier d'ouvrage qui, comme on le sait, permet de s'affranchir d'investigations de précision incertaine et réduit les aléas ;
- de l'antériorité d'opérations similaires sur le même ouvrage ou récurrentes sur des séries d'ouvrages semblables (notamment par rapport aux conditions d'intervention) ;
- de la nature des interventions : plutôt de type « entretien spécialisé » ;
- d'une prise de décision du maître d'ouvrage qui peut, le cas échéant, être acquise assez vite dans le processus.

Pour autant, cette simplification concerne essentiellement la façon dont les prestations et missions sont découpées et contractualisées. Le diagnostic ne doit pas être sous-estimé (prévoir des investigations à la demande, éventuellement externalisées) et le maître d'ouvrage doit toujours se réserver la possibilité de faire des choix à toutes les étapes clefs. Par ailleurs, le marché de maître d'œuvre doit être suffisamment précis sur les analyses et prestations attendues, la nature de l'ouvrage et de ses pathologies.

Une simplification du phasage et du pilotage est à exclure dans le cas où des interventions structurales sont prévues.

3.3 - ÉTABLISSEMENT D'UN PLAN DE QUALITÉ DE L'OPÉRATION (PQO)

3.3.1 - INTRODUCTION

Un plan de qualité de l'opération (PQO) a pour objectif de garantir la qualité des prestations et des choix réalisés, ainsi que la traçabilité des décisions. Les items à aborder dans un PQO sont :

- la formalisation des rôles et des tâches respectifs, notamment pour ce qui concerne la répartition des missions de pilotage stratégique et opérationnel ;
- les risques spécifiques et les exigences qualité de l'opération ;
- l'organisation des contrôles ;
- les modalités d'instruction et d'approbation du projet et les validations relevant du niveau décisionnel.
- La maîtrise des coûts.

La notion de plan de qualité d'opération (PQO) a été introduite dans l'instruction technique relative aux modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion sur le réseau routier national. Le Guide pour l'élaboration des plans qualité des opérations routières (documentation DIR) fournit des éléments de méthode pour la rédaction d'un PQO.

D'autres dénominations que PQO peuvent être utilisées par différents maîtres d'ouvrage, par exemple : « schéma directeur de la qualité » (SDQ).

Le PQO doit être élaboré le plus tôt possible dans la vie de l'opération et sa précision pourra être adaptée au fur et à mesure de son avancement : un PQO est évolutif.

Le contenu du PQO doit également être adapté à la nature et à l'envergure de l'opération, mais il est important de balayer chacun des items définis ci-dessus.

3.3.2 - FORMALISATION DES RÔLES ET DES TÂCHES RESPECTIFS

Le PQO est le document dans lequel les modalités d'organisation de l'opération doivent être définies. Il indique le « qui fait quoi ? ». C'est pourquoi tous les intervenants identifiés doivent être associés à sa rédaction.

Chaque structure ayant sa propre organisation, il est important d'affecter les différentes tâches à des services ou des personnes bien identifiées. Cela permet ainsi de déterminer les responsabilités de chacun et d'éviter des doublons de tâches, ou au contraire les tâches orphelines.

Une identification des compétences nécessaires permet en outre de définir les besoins d'externalisation. Les modalités d'association de l'exploitant doivent également y être indiquées.

Le principe général est un découpage clair des responsabilités de prescriptions et des missions de réalisation (qu'il s'agisse d'interventions de laboratoires ou de travaux), de programmation et de maîtrise d'œuvre ou de contrôles.

Les intervenants aux différentes phases de l'opération sont très nombreux et, souvent, certains bureaux d'études et laboratoires spécialisés n'interviennent que pour une petite partie des diagnostics ou des études.

Les implications du maître d'ouvrage et de l'exploitant sont constantes. Les « fausses routes » et les itérations sont fréquentes.

Les contrats à élaborer doivent tenir compte du caractère itératif probable de certaines interventions. De ce fait, les marchés à bons de commande sont mieux adaptés aux phases de diagnostic que les marchés classiques à forfait ou à prix unitaires. Le choix des intervenants doit privilégier leur expérience (sur CV), leur capacité à réaliser les interventions prescrites, l'adéquation et la disponibilité des matériels.

Le tableau ci-dessous résume les principaux intervenants aux différentes phases d'études (avant la réalisation des travaux).

INTERVENANTS AUX DIFFÉRENTES PHASES			
PHASE 1 : EXPERTISES ET DIAGNOSTIC			
Etapes	Pilotage	Intervenants	Contrôle
Découvertes	MOA, exploitant	Expert, inspecteurs OA	
Premières décisions	MOA	AMO-T, exploitants	
Surveillance	MOA, AMO-T	Laboratoires, BET	AMO-T
Analyse du dossier d'ouvrage	MOA, AMO-T	AMO-T, BET	
Recueil des données	AMO-T	AMO-T, BET	MOA, AMO-T
Programme de diagnostics	AMO-T, MOA	AMO-T	
Cahier des charges des diagnostics	AMO-T, MOA	AMO-T	
Réalisation des diagnostics	AMO-T	Laboratoires, BET (*)	AMO-T
Analyse des résultats	AMO-T	Laboratoires, BET (*)	AMO-T
Bilan patrimonial	MOA, AMO-T	AMO-T, BET, exploitant	
PHASE 2 : ÉTUDES DES SCENARIOS ET REDACTION D'UN PROGRAMME			
Etapes	Pilotage	Intervenants	Contrôle
Etude des scénarios	MOA, AMO-T	BET, exploitant	AMO-T
Choix scénarios, programme	MOA	AMO-T, exploitants	
Procédures	MOA, AMO-T	BET spécialisés	
Conduite du projet, consultation MOE	MOA, AMO-T	Service commande publique	
PHASE 3 : ÉTUDES DE CONCEPTION			
Etapes	Pilotage	Intervenants	Validation
Appropriation	MOA ou AMO-T	MOE, AMOE	MOA, AMO-T
Avant-Projet	MOE	MOE, AMOE	MOA, AMO-T
Projet	MOE	MOE, AMOE	MOA, AMO-T
Plan de contrôle global	MOE	MOE, AMOE	MOA, AMO-T
DCE, Consultation	MOE	MOE, AMOE	MOA, AMO-T
Le MOA (avec ses services) est assisté ou non d'une AMO-T. Ce tableau s'applique pour des études externalisées ou non. Dans le cas d'études en régie, le MOE réalise les études avec ou sans le recrutement d'un assistant (AMOE).			
* suivant la nature et la complexité de l'opération, l'AMO-T peut réaliser les analyses structurales et les études de scénarios			

3.3.3 - LES RISQUES SPÉCIFIQUES ET LES EXIGENCES QUALITÉ DE L'OPÉRATION

Le PQO est le lieu où l'analyse des risques de l'opération doit être réalisée. Cette analyse est particulièrement importante dans le cas d'opérations de réparation d'ouvrages existants compte tenu des nombreuses incertitudes qui existent au démarrage en termes de connaissance de l'ouvrage, puis en phase de réalisation sur les aléas de conduite de l'opération.

Une analyse des risques ne peut se faire sans une définition préalable des principaux enjeux de l'opération par le maître d'ouvrage : sécurité, qualité, coût, délai, exploitation, environnement, image, financement...

Cela permet ainsi de définir le niveau de gravité des conséquences des événements redoutés, puis de définir un plan de traitement des risques ; la conduite de l'opération, en particulier en phase amont, découlera de l'application de ce plan de traitement des risques.

À propos du management des risques techniques en cours de travaux

Dans le cas d'une intervention sur des structures existantes de type pont ou ouvrages de soutènement routiers, nous ne préconisons pas d'aborder le sujet du management des risques techniques en cours de travaux, comme on peut le faire sur des ouvrages à forte dominante géotechnique ou géologique.

Le principe est ici d'identifier les risques techniques en amont et de mettre tout en œuvre pour réduire les incertitudes, ou à défaut, d'adapter le projet pour couvrir les incertitudes résiduelles, ce qui a une conséquence directe sur le coût de l'opération.

Il est concevable qu'une intervention sur un ouvrage existant soit impossible si les incertitudes sur sa constitution ou son état sont trop importantes ; les inconnues techniques résiduelles doivent rester marginales et la qualité du diagnostic doit permettre de réduire celles-ci.

3.3.4 - LES RESPONSABILITÉS JURIDIQUES

Il sort du cadre de ce guide de définir en détail et avec exactitude les responsabilités juridiques sur une opération qui mobilise de nombreux intervenants chargés des expertises, des diagnostics, des études de conception, des travaux... sur un ouvrage pathologique éventuellement sous surveillance renforcée ou sous haute surveillance. Cependant, il faut attirer l'attention des maîtres d'ouvrage sur trois points importants :

- le maître d'ouvrage assume les responsabilités liées à la surveillance, l'entretien et la maintenance de l'ouvrage ;
- le maître d'ouvrage voit sa responsabilité engagée sur toutes les données fournies (ou non fournies). Le recueil des données doit donc être particulièrement exhaustif ;
- la responsabilité du maître d'œuvre et des entreprises est évidemment engagée sur les travaux effectués (dans la limite de la précision des données fournies) ; en outre, certaines garanties particulières sur des équipements, fournitures ou produits peuvent être prévues au CCAP. Néanmoins, si la garantie décennale s'applique sur les travaux effectués, son application est difficile après réparation d'un ouvrage de génie civil. Le maître d'ouvrage a donc tout intérêt à porter son attention sur l'ensemble des processus, des contrôles et des choix qui concourent à la qualité de l'opération.

3.3.5 - L'ORGANISATION DES CONTRÔLES

Le PQO doit définir les modalités de contrôle de l'opération.

3.3.5.1 - Généralités et références

Il n'existe pas de définition universelle des contrôles exercés pour le compte du maître d'ouvrage sur la chaîne de production. En phase travaux, le sujet est néanmoins bien documenté dans les fascicules du CCTG. En phase de conception, les recommandations T1.87 et T1.89 du GPEM-T [6] donnent des indications générales

sur l'établissement du schéma directeur de la qualité (SDQ) du maître d'ouvrage ou du plan de qualité de l'opération (PQO des DIR).

En tout état de cause, il faut engager une démarche de formalisation et de réflexion adaptée à chaque opération; il s'agira par exemple d'audits sur les missions du maître d'œuvre, de la vérification de certaines hypothèses fondamentales (par rapport au programme), de la vérification par sondages des résultats du contrôle intérieur de la maîtrise d'œuvre...

3.3.5.2 - Contrôle du maître d'ouvrage en phase étude

Dans le cas de prestations de conception et de maîtrise d'œuvre externalisées, le maître d'ouvrage doit s'assurer de la qualité de celles-ci et diligenter différents types de contrôles. Rappelons que le maître d'ouvrage doit formellement approuver les études d'AVP et de PRO. Le contrôle de conception se fait à plusieurs niveaux en fonction de l'organisation retenue. Le contrôle des livrables des différents prestataires ou du MOE peut être réalisé par le MOA avec ses propres moyens ou par le biais d'un AMO-T.

En phase de conception, ces contrôles relèvent plutôt d'une mission d'assistant à maître d'ouvrage pouvant être qualifiée de **contrôle « extérieur de conception »**. En tout état de cause, ces contrôles ou audits ne sont pas à confondre avec ceux du **contrôle extérieur en phase travaux** pilotés par le maître d'œuvre (décrits ci-après) et qui constituent un élément essentiel de la maîtrise de la qualité des travaux.

Il est important en phase d'études d'explorer les aléas potentiels qui pourraient naître en cours de chantier (découverte de l'état réel d'une partie de structure dès lors qu'elle sera plus facilement accessible par exemple) et d'anticiper, si possible, les impacts techniques et financiers en adaptant la forme et la rédaction du marché.

3.3.5.3 - Contrôle du maître d'ouvrage en phase travaux

Le plan qualité de l'opération (PQO) doit définir l'organisation du contrôle du maître d'ouvrage sur les prestations du maître d'œuvre (MOE), généralement réalisé sous forme d'audit.

Mais le PQO doit, bien entendu, décrire les objectifs de contrôle en général et, en particulier, ceux des contrôles extérieurs des travaux ou des études d'exécution. Le PQO du maître d'ouvrage intègre donc les éléments du plan de contrôle global établi par le concepteur [7].

3.3.5.4 - Le contrôle extérieur en phase travaux

Selon le fascicule 65 du CCTG et le *Guide d'harmonisation des clauses techniques contractuelles relatives aux documents, concernant le management de la qualité et le respect de l'environnement, à fournir par le titulaire d'un marché de travaux* [7], le contrôle extérieur est défini comme l'ensemble des opérations de surveillance, de vérification et d'essais que le maître d'œuvre exécute ou fait exécuter par un organisme indépendant du titulaire, pour le compte du maître d'ouvrage.

Le contrôle extérieur fait partie du plan de contrôle global qui organise, pour l'opération, la coordination et la complémentarité des opérations de contrôle. Le plan de contrôle global est validé par le maître d'ouvrage.

Le plan de contrôle global, comprenant le programme de contrôle extérieur, est établi par le concepteur au titre de sa mission PRO, mais il est hautement recommandé que le contrat en fasse mention, car ce n'est pas un élément de mission explicitement détaillé par le livre IV du Code de la commande publique.

L'intérêt d'élaborer le programme de contrôle extérieur dès la mission PRO (outre le fait qu'il est intimement lié au projet) est de permettre l'établissement d'un marché de contrôle extérieur spécialisé des travaux, puis la consultation de laboratoires de contrôle et la notification de ce marché, avant le début des travaux.

Le contrôle extérieur se rapporte aux études, surveillances, essais, contrôles et réceptions à réaliser lors des travaux sous la responsabilité et le pilotage du maître d'œuvre; il contribue au management de la qualité par un contrôle de la conformité aux stipulations du marché et aux exigences réglementaires et normatives.

Les travaux de réparation ou de réhabilitation exigent des vérifications de faisabilité plus poussées que pour la construction d'ouvrages neufs, du fait notamment des contraintes de chantier et d'exploitation de l'ouvrage, si celle-ci doit être maintenue au moins pendant certaines phases du chantier.

Ainsi, le programme de contrôle extérieur tient compte des particularités de l'opération, de la conception, des difficultés d'accès et de la disponibilité effective des contrôles, parfois très spécialisés et des délais d'intervention. Il doit, en particulier, être pertinent et suffisamment anticipé par rapport aux échéances de levée des points critiques et les points d'arrêt.

Il est à noter que le programme de contrôle extérieur peut être mis à jour en phase travaux en tenant compte, notamment, du plan de contrôle intérieur de l'entreprise. Dans ce cadre, un marché de type « accord-cadre à bons de commande » est bien adapté pour les contrôles qui sont externalisés.

Ce programme de contrôle extérieur évoque :

- les contrôles des études d'exécution en complément de la mission VISA [4];
- les modalités de contrôle des ouvrages provisoires;
- le suivi et la validation des investigations particulières à réaliser par l'entreprise pendant la période de préparation des travaux et au-delà;
- la validation des épreuves d'étude;
- le suivi et la validation des épreuves de convenance;
- l'examen des procédures d'exécution, des fiches d'agrément des matériaux et des fiches de non-conformité;
- le contrôle par sondage de la réception des produits;
- les contrôles d'exécution des travaux (surveillance et contrôles spécialisés);
- la réception des travaux.

Il doit préciser :

- la part des contrôles extérieurs qui nécessitent l'intervention de bureaux d'études et de laboratoires spécialisés;
- les compétences à mobiliser (qualifications, certifications), les accréditations des laboratoires requises;
- les moyens et méthodes de contrôle à mettre en œuvre;
- les normes et protocoles d'essais à appliquer, les conditions d'acceptation des différents contrôles et épreuves;
- les interventions de contrôle extérieur qui peuvent représenter une sujétion pour l'entreprise ou le contrôleur lui-même;
- les teneurs et fréquences minimales des essais et contrôles à réaliser;
- les résultats attendus par rapport à la levée des points critiques ou des points d'arrêt par le maître d'œuvre;
- les délais assortis à la production des avis, comptes rendus, rapports d'essais du contrôle extérieur;
- les conditions de communication des documents, d'échange des résultats;
- la production d'une synthèse des contrôles extérieurs à intégrer au dossier d'ouvrage.

Le programme est assorti d'une estimation prévisionnelle des contrôles extérieurs confiés à des bureaux d'études et des laboratoires spécialisés.

Surveillance des travaux et contrôle extérieur spécialisé

La surveillance des travaux est due au titre de la mission DET du maître d'œuvre; elle est complétée par le contrôle extérieur spécialisé réalisé par des bureaux d'études ou des laboratoires qui interviennent au titre de contrats spécifiques sous le pilotage du maître d'œuvre [7].

L'intervention de laboratoires spécialisés doit être réservée à la mise en œuvre de matériels de mesure *in situ* ou en laboratoire ou bien lorsque des compétences spécifiques sont requises.

Une définition claire du rôle du maître d'œuvre est à prévoir, dans son contrat, en ce qui concerne l'ensemble des actions de contrôle extérieur : surveillance des travaux (mission DET), contrôles des études d'exécution, définition des contrôles extérieurs spécialisés, pilotage des bureaux d'études et des laboratoires spécialisés.

Figure 13 : Les contrôles en phase travaux : une autre condition de réussite



Points de vigilance

D'une façon générale, les contrôles doivent être conçus en prenant en compte les compétences mobilisables. Certains outils sont disponibles pour aider à l'élaboration d'un programme de contrôle :

- guides techniques Cerema/UGE et en particulier les fiches « Mémoar », même si elles sont plutôt établies pour des travaux neufs ;
- normes NF P95-100 sur l'exécution des travaux de réparation des ouvrages en béton ou en maçonnerie qui ont toutes un chapitre spécifique « contrôles ».

Le besoin d'appui d'organismes extérieurs pour réaliser des essais spécifiques *in situ* ou en laboratoire doit être identifié assez tôt afin de permettre les consultations et leur mobilisation.

Contrôles intérieurs de l'entreprise (pour mémoire, non développé dans ce guide)

Les contrôles intérieurs doivent être développés dans le plan qualité de l'entreprise et ceux de ses éventuels sous-traitants. Ces plans tiennent compte des points d'arrêt contractuels et des sujétions apportées par les opérations du contrôle extérieur.

Le niveau minimum de contrôle intérieur doit être défini par le maître d'œuvre dans le CCTP ainsi que dans le plan de contrôle joint au DCE, puis complété par l'entreprise dans le cadre de son plan qualité. Une certaine cohérence entre le niveau de contrôle intérieur de l'entreprise et le contrôle extérieur des travaux doit être recherchée. Par exemple, sur un sujet donné, il est possible d'augmenter le niveau attendu du contrôle intérieur de l'entreprise lorsqu'il n'est pas possible (ou difficile) de mettre en place un contrôle extérieur.

3.3.5.5 - À propos du contrôle technique

Le contrôle technique est mentionné ici pour mémoire, car certains maîtres d'ouvrage s'interrogent sur son intérêt et parfois peuvent le confondre avec le contrôle extérieur dont la portée est très différente.

Le contrôle technique, au sens du Code de la construction et de l'habitation, et sa mission « L » (sécurité) ont essentiellement pour objectif d'assurer au maître d'ouvrage le respect des normes et des règles de l'art par le constructeur. Il est requis dans le cadre d'une assurance « dommage ouvrage » souscrite par le maître d'ouvrage.

Toutefois, l'assurance dommage ouvrage est rarissime en infrastructure, à fortiori en réparation; le contrôle technique ne présente donc pas d'obligation réglementaire ni contractuelle. Comme bien souvent les ouvrages d'art en situation dégradée nécessitent des adaptations des règlements et des normes, voire le recours à des procédés innovants. Aussi, le contrôle technique tel que défini par le seul Code de la construction et de l'habitation peut se révéler inadapté si son périmètre et la nature des prestations sont mal définis.

Un contrôle technique peut néanmoins être requis pour des installations mettant en jeu la sécurité des intervenants (par exemple, passerelles de visites, installations électriques sur ouvrage) ou des tiers. Des contrôles techniques peuvent être sollicités par les entreprises pour leurs installations provisoires, etc.

3.3.6 - LES MODALITÉS D'INSTRUCTION ET D'APPROBATION DU PROJET

Le PQO doit définir les modalités de validation ou d'approbation par la maîtrise d'ouvrage aux différents niveaux, pour toutes les phases d'études d'une part, et d'approbation au niveau décisionnel de la maîtrise d'ouvrage pour le programme de l'opération d'autre part.

Pour les opérations complexes à enjeux, il est important de s'interroger sur le niveau de validation des phases 1 et 2 (diagnostic et choix de scénarios de réparation).

Pour le réseau routier national non concédé : selon l'Instruction technique relative aux modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion sur le réseau national (DGITM, version de novembre 2019), l'APROA est approuvé au niveau central (DIT) lorsque le montant de l'opération est supérieur à 150 k€ (300 k€ lorsque le Cerema local est intervenu dans la production). En dessous de ces montants, les APROA peuvent être approuvés au niveau local.

Pour le réseau routier national concédé : le dossier d'APROA est approuvé par le directeur général de la société concessionnaire sur la base d'un contrôle extérieur, puis transmis pour information à l'autorité concédante (circulaire 87-88, version 2022).

3.3.7 - LA MAÎTRISE DES COÛTS

L'estimation des coûts de réparation d'ouvrages est délicate compte tenu de la variété des techniques applicables, de l'incidence des contraintes d'exécution et des mesures d'exploitation, des inconnues et des variations de coûts possibles suivant les quantités à mettre en œuvre.

La disponibilité d'un point « zéro » exhaustif de l'état de l'ouvrage (matériaux et structures) permet de fiabiliser les estimations des coûts. Une bonne maîtrise des aléas et des techniques en cours de travaux est gage d'une bonne maîtrise des coûts.

En phase de conception, suivant la nature de l'opération et le scénario retenu, une marge de tolérance peut être définie pour chaque étape d'étude. À titre indicatif, une marge de tolérance de 20% sur le montant des travaux est à viser dès les études de scénarios, afin de réaliser des comparaisons et des choix pertinents; ceci confirme la nécessité de fixer un niveau relativement élevé de précision dès les stades préliminaires d'études. L'incertitude des estimations peut, le cas échéant, être un critère de choix.

L'Instruction technique relative aux modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion sur le réseau routier national non concédé fixe une marge de tolérance de 15% au niveau de l'APROA.

En phase de travaux, une marge de tolérance un peu plus faible (10%) est souhaitable, mais ce n'est pas toujours possible, car des variations de quantités sont souvent constatées. Si le quantitatif (mais non la nature des travaux) ne peut pas être cerné avec précision, on peut envisager un marché de type accord-cadre à bons de commande. En tout état de cause, la découverte d'un état de l'ouvrage différent de celui escompté qui conduirait à une reprise plus ou moins profonde du projet doit inciter à sécuriser au maximum la phase d'investigations. À défaut, il ne faudra pas s'interdire une réflexion sur la possibilité de résilier (ou au minimum de suspendre) le marché afin de repartir sur des bases saines sans être contraint par les événements, ni être soumis aux techniques propres à l'entreprise (non sans compter les aspects contractuels).

3.3.8 - LA MAÎTRISE DES DÉLAIS

La maîtrise des délais passe par une préparation approfondie de l'opération compte tenu de sa nature technique et de l'environnement de l'ouvrage.

Quelques éléments à considérer :

- tant que la phase de diagnostic (phase 1) n'est pas achevée, il est délicat de se prononcer sur les délais d'intervention pour les travaux. En toute rigueur, ces délais ne peuvent être précisés qu'à l'issue de la phase d'établissement des scénarios et du programme (phase 2);
- les délais d'instructions réglementaires doivent être pris en compte. Ils dépendent des instructions à conduire et le phasage des études (AVP et PRO) doit en tenir compte;
- des délais d'un an voire plus peuvent être requis pour les coupures d'axes routiers ou fluviaux stratégiques;
- des délais de trois à quatre ans peuvent être requis pour anticiper des coupures d'axes ferroviaires et de un à deux ans pour certaines interventions au-dessus des voies navigables...;
- des périodes spécifiques peuvent être imposées pour les travaux sur les cours d'eau suivant les débits attendus, la faune ou la flore;
- des périodes spécifiques de travaux peuvent être requises pour respecter les espèces protégées (afin de ne pas perturber la reproduction et la nidification des chiroptères et des oiseaux);
- des périodes spécifiques de travaux peuvent également être requises du fait de contraintes d'exploitation liées à des itinéraires touristiques ou à la viabilité hivernale.

Enfin, le délai des travaux proprement dit doit être bien ajusté en fonction des difficultés techniques prévisibles et doit intégrer la nécessité de réaliser tous les contrôles requis.



CHAPITRE 4

Détails des étapes d'une intervention sur un ouvrage d'art

4. DÉTAILS DES ÉTAPES D'UNE INTERVENTION SUR UN OUVRAGE D'ART

4.1 - RÉALISATION DU DIAGNOSTIC (PHASE 1)

4.1.1 - OBJECTIFS DU DIAGNOSTIC

En conformité avec le fascicule 0 de l'ITSEOA [23], toute étude de réparation ou de réhabilitation d'un ouvrage touchant à sa structure doit être précédée d'un diagnostic et d'un pronostic d'évolution de l'ouvrage.

L'auscultation, au même titre que les calculs ou recalculs (analyse structurale), fait partie de cette étude.

Mis à part les seuls cas simples où un diagnostic fiable peut être établi sans investigation, l'expérience montre que l'absence de diagnostic peut aboutir à mettre en œuvre des solutions de réparation inadaptées au problème à traiter, voire des techniques de réparation qui endommageront l'ouvrage ou initieront de nouvelles pathologies.

4.1.2 - RECUEIL DES DONNÉES

4.1.2.1 - Généralités

Le recueil des données est une étape fondamentale qui doit être initiée dès le diagnostic puis poursuivie en tant que de besoin, souvent de façon itérative, en fonction des orientations techniques de l'opération, jusqu'au début de la phase 2 (scénarios).

En tout état de cause, la réussite de cette étape conditionne l'ensemble du déroulé de l'opération et sa pleine réussite. Une première approche est de consulter le dossier de l'ouvrage et les dernières inspections détaillées.

La composition du dossier dépend beaucoup de la nature de l'ouvrage et de sa situation, mais, à titre indicatif, les données suivantes peuvent être recherchées :

- données topographiques (levé minimum 1/200, profils en long et profils en travers);
- diagnostics et de pronostics antérieurs;
- réseaux concessionnaires principaux;
- réseaux connexes d'assainissement à proximité utiles pour l'assainissement de l'ouvrage (exutoires);
- toutes données relatives à la vie de l'ouvrage : incidents de chantier à la construction, travaux antérieurs (modification du profil en travers, des équipements, rechargements de chaussée...);
- données géométriques sur l'ouvrage (y compris position des câbles de précontrainte, relevés d'épaisseurs résiduelles, sondages sur chaussées...);
- données sur les matériaux : analyses chimiques et soudabilités, résistances mécaniques, nuances...;
- bilans pollution : plomb, amiante, HAP;
- contexte géotechnique;
- entretiens avec les personnes en charge de l'entretien de l'ouvrage, les « anciens »;
- contraintes d'exploitation;
- données environnementales...

4.1.2.2 - Compétences et méthodologie

Il sort du cadre de ce guide de décrire la méthodologie applicable à la collecte des données complémentaires. On pourra se reporter au cahier interactif *Auscultation des OA* de l'UGE et du Cerema [20] pour certaines techniques qui relèvent des ouvrages d'art. En outre, au-delà du domaine strict du génie civil, on ne peut que recommander de s'adjoindre la contribution de spécialistes des domaines concernés.

4.1.2.3 - Disponibilités des archives

Des archives disponibles se révèlent être un avantage considérable — si ce n'est une nécessité — lors de la réalisation d'études de réparations. Il faut en effet avoir à l'esprit que si le manque de données relatives à la constitution de l'ouvrage peut parfois être pallié par des investigations spécifiques, dans de nombreux cas, l'absence de plans d'exécution ne permettra pas de réaliser une évaluation structurale complète et donc, finalement, de projeter les réparations adaptées.

À défaut d'engager une numérisation de l'ensemble des archives, il est conseillé de profiter d'exhumer des archives sur un ouvrage pour procéder à sa sauvegarde numérique.

4.1.2.4 - Le repérage des réseaux

Il est capital d'identifier les réseaux présents, car ces derniers peuvent avoir une incidence sur les techniques d'intervention ou sur les délais. Ils conditionnent parfois le choix d'une méthode de réparation et peuvent avoir un impact significatif sur le montant global de l'opération... Par ailleurs, dans le cas d'une réparation d'ouvrages, si les réseaux peuvent être déplacés aux frais du concessionnaire (considéré comme « occupant précaire du domaine public »), ce dernier doit tout de même être en mesure de budgéter et de programmer les interventions correspondantes.

Il est capital d'identifier les réseaux présents, car ces derniers peuvent avoir une incidence sur les techniques d'intervention, les délais... Par ailleurs, dans le cas d'une réparation d'ouvrages, si les réseaux peuvent être déplacés aux frais du concessionnaire (considéré comme « occupant précaire du domaine public »), ce dernier doit tout de même être en mesure de budgéter et programmer les interventions correspondantes.

DT et DICT

Le Code de l'environnement (art. L. 554-1 et suivants) donne obligation au maître d'ouvrage d'établir une déclaration de projet de travaux (DT) et aux entreprises de procéder à une déclaration d'intention de commencement des travaux (DICT). Ces obligations visent à recenser l'ensemble des réseaux enterrés ou sensibles. Ces obligations sont décrites dans le guide d'application de la réglementation relative aux travaux à proximité des réseaux [39] établi par le ministère chargé de l'Environnement, avec l'observatoire national DT/DICT.

La responsabilité de répertorier les réseaux est ainsi une prérogative du maître d'ouvrage. Ces prestations peuvent, le cas échéant, être déléguées à un tiers, mais le maître d'ouvrage en conserve l'entière responsabilité. Par exemple, des missions complémentaires de maîtrise d'œuvre (MC) sont possibles pour cette prestation, mais il est souvent préférable que le gestionnaire garde le contact direct avec les concessionnaires.

Le MOA est d'ailleurs responsable des « entrants » et doit :

- a) Identifier les exploitants concernés en consultant le téléservice du guichet unique ou en ayant recours à un prestataire agréé par l'INERIS;

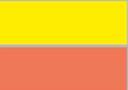
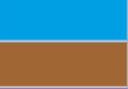
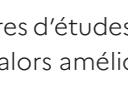
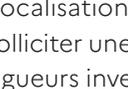
b) Analyser ou faire analyser l'ensemble des réponses faites par les exploitants de réseaux aux déclarations de projets de travaux (DT) :

- les plans des réseaux faisant mention d'une classification À (le plus précis), B ou C par ordre de précision de localisation,
- les recommandations techniques spécifiques à l'objet du projet qui impactent ou interfèrent avec les réseaux,
- et si besoin, commander les investigations complémentaires (IC) pour les tronçons de réseau classés B ou C avec réalisation par un prestataire qualifié pour le relevé topographique et certifié COFRAC pour le géoréférencement et la détection (article 23 de l'arrêté du 15 février 2012 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution);

c) Apprécier l'opportunité de faire des opérations de localisation (OL);

d) Prendre en compte l'ensemble des réponses faites par les exploitants de réseaux aux DT, et adapter, le cas échéant, le projet à ces réponses et aux résultats des investigations complémentaires, ou évaluer, en liaison avec les exploitants concernés, les possibilités de déviation de tronçons de réseaux existants, en cas d'incompatibilité entre le projet et ces réseaux. Le piquetage des réseaux est à la charge du MOA ou de ses délégataires. Après réception par l'entreprise, c'est cette dernière qui devient responsable du maintien de ce piquetage.

Figure 14 : Marquage des réseaux suivant NF P98-332 « Chaussées et dépendances – Règles de distance entre les réseaux enterrés et règles de voisinage entre les réseaux et les végétaux »

Nature des réseaux	Couleur du marquage (plans, grillages avertisseurs...)	
Électricité, BT, HTA, HTB, éclairage, feux tricolores, signalisation routière		ROUGE
Gaz et hydrocarbures		JAUNE
Produits chimiques		ORANGE
Eau potable		BLEU
Assainissement et pluvial		MARRON
Chauffage et climatisation		VIOLET
Télécommunications, feux tricolores et signalisation routière (TBT)		VERT
Zone de travaux		BLANC
Zone d'emprise multitravaux		ROSE



Remarques

- ne pas oublier les réseaux propres au gestionnaire exploitant!
- dans le cas des phases préliminaires d'études, une précision B ou C peut être acceptable suivant les objectifs poursuivis. Cette précision sera alors améliorée au fur et à mesure de l'avancement des études;
- dans le cas où la précision de localisation des réseaux est insuffisante, le maître d'ouvrage réalise les recherches à sa charge et peut solliciter une participation financière à hauteur de 50% par l'exploitant du/des réseau (x) au prorata des longueurs investiguées;
- indépendamment des réseaux impactés directement par l'ouvrage, il peut exister des servitudes de travaux par rapport à la nature des opérations et des engins utilisés sur site.

Le guichet unique

Dans le cadre de la réforme anti-endommagement concernant la préparation et la mise en œuvre de travaux à proximité des réseaux, un guichet unique a été confié à l'INERIS (cf. arrêté du 22 décembre 2010 fixant les modalités de fonctionnement du guichet unique prévu à l'article L. 554-2 du Code de l'environnement) :

- au titre de ce dispositif législatif et réglementaire, l'ensemble des parties prenantes de la réparation de l'ouvrage, du responsable du projet (maître d'ouvrage) aux exécutants des travaux, sont tenues de se renseigner sur les exploitants concernés par la zone d'emprise des travaux et de déclarer à ces derniers le projet (DT) ou l'intention de commencement des travaux (DICT);
- les catégories d'ouvrages concernées par le dispositif sont celles définies dans le Code de l'environnement à l'article R554-2 (et autres installations électriques ou de communication), les canalisations d'adduction d'eau ou d'assainissement.

4.1.2.5 - Délais

En pratique, cette phase de recueil de données peut se révéler assez longue, en raison de la difficulté à collecter certaines données (par exemple certaines données environnementales peuvent nécessiter une année d'études *in situ*...). La consultation de certains services administratifs se fait suivant des délais réglementaires... C'est la raison pour laquelle, il est recommandé de préparer la phase de recueil des données en amont, afin de réduire les délais globaux d'études tout en responsabilisant le prestataire éventuellement désigné sur l'exhaustivité de ce recueil.

Cependant, on peut admettre un certain chevauchement des délais ou une itération avec les études de faisabilité.

4.1.2.6 - Contrats complémentaires

Le recueil des données complémentaires (notamment environnementales ou sur la pollution, sur les matériaux) peut faire l'objet de contrats ou de marchés spécifiques.

4.1.2.7 - En l'absence de données ?

La qualité des études repose largement sur celle des données (disponibles ou recherchées). Malheureusement, l'insuffisance de données est une situation fréquente et il n'est pas facile d'y remédier. Et même si des données existent, encore faut-il s'assurer de leur fiabilité.

- On ne retrouve souvent que des plans de « projet » ; ils donnent une idée des concepts, mais des variations (parfois importantes) en cours d'exécution sont possibles :
 - *se reporter aux comptes rendus de réunions de chantier, aux demandes d'adaptation du projet s'ils existent...*
 - *toujours confronter les documents avec l'observation de l'existant et les résultats des auscultations réalisées.*
- Les mesures géométriques de coffrages, profils en long... sont faciles à mettre en œuvre :
 - *penser au radar qui permet notamment d'obtenir des relevés d'épaisseur de chaussée sur OA.*
- Les mesures d'épaisseur d'éléments de charpentes métalliques sont également envisageables, mais déjà plus fastidieuses et nécessitant une préparation minutieuse ;
 - *se reporter à la série B3 « Acier » des fiches d'auscultation du cahier interactif UGE-Cerema Auscultation des ouvrages d'art.*
- Les relevés de ferrailages ou de tracés de câbles sont complexes et parfois aléatoires, même en mettant en œuvre des techniques d'auscultation perfectionnées (pachométrie, radar, tomographie), qui présentent toutes des limites de détection. En particulier, la capacité de dénombrer les armatures passives lorsqu'elles sont regroupées en paquet, ou d'en déterminer le diamètre, est imprécise et le recours à des sondages de reconnaissance directe, pour étalonner les mesures, s'avère nécessaire :
 - *cf. procédure de diagnostic E.2.1 « Détection et localisation d'armatures passives ou actives » du cahier interactif Ifsttar/UGE-Cerema Auscultation des ouvrages d'art [20].*

- Les fondations sont en revanche beaucoup plus complexes, voire impossibles, à investiguer. Cependant, les désordres sur les fondations anciennes sont plutôt rares et il s'agit alors surtout de reconnaître leur capacité portante en vue d'une réutilisation ; cette capacité portante peut être évaluée à rebours, en connaissant les caractéristiques initiales de l'ouvrage. Le cahier interactif UGE-Cerema [20] propose diverses méthodes de reconnaissance et d'évaluation :
 - se reporter à la série C6 « Auscultation des fondations » des fiches d'auscultation du cahier interactif UGE-Cerema Auscultation des ouvrages d'art [20] et à la procédure E.4.2 « Reconnaissance des appuis et fondations d'un ouvrage en maçonnerie ».
- Les phasages de construction doivent également être retrouvés, car, dans certains cas, ils conditionnent la stabilité de la structure et son état à vide ; exceptionnellement, un « calcul » à rebours est éventuellement envisageable jusqu'à trouver un phasage compatible avec l'état zéro supposé de l'ouvrage (en l'état des connaissances et des règles de l'art à sa date de construction).

Dans le cas de sondages, qu'il s'agisse d'ouvertures de fenêtres de reconnaissance, de prélèvements de matériaux, etc., il faut choisir avec discernement les parties d'ouvrages à sonder, afin de ne pas fragiliser la structure ou aggraver son état. Le cas échéant, une étude d'impact est conduite sur les conséquences de ces interventions destructives. Ces sondages nécessitent alors des réparations ponctuelles, afin de ne pas créer une fragilité préjudiciable au vieillissement de la structure :

- se reporter à la fiche d'auscultation A.1.9 « Ouverture/fermeture d'une fenêtre dans le béton » du cahier interactif UGE-Cerema Auscultation des ouvrages d'art [20].

Mais en tout état de cause, rien ne remplace une donnée alors que l'absence de données a un impact considérable sur le coût des interventions, voire sur la possibilité d'intervenir. Il est donc indispensable de consacrer le temps nécessaire à la recherche des archives de l'ouvrage et d'insister auprès des gestionnaires, afin d'avoir accès aux archives, car :

- il reste souvent très difficile, voire impossible, de reconstituer, par le biais d'auscultations, certaines données manquantes importantes telles qu'un plan de ferrailage d'une partie d'ouvrage en béton armé, un plan de câblage de précontrainte ou le procédé de précontrainte utilisé ;
- les auscultations requises pour compenser une absence de données peuvent générer des coûts importants ainsi que des contraintes d'exploitation fortes (utilisation de moyens d'accès particuliers...).

À défaut de disponibilité dans le dossier d'ouvrage et de possibilité d'obtenir l'information par le biais d'auscultations, il peut être envisagé pour certaines données de prendre des valeurs par défaut. Mais force est de constater que certains bureaux d'études peuvent considérer par sécurité des valeurs par défaut très pessimistes, ce qui conduit à des projets de réparation surdimensionnés et a, bien entendu, un impact négatif sur le coût de l'opération. Le recours à des valeurs par défaut doit ainsi être particulièrement justifié et réfléchi.

À ce sujet, on pourra se reporter au guide Cerema Conception des réparations structurales et des renforcements des ouvrages d'art [21] et à ses annexes. Il peut également être intéressant de raisonner par analogie avec des ouvrages existants similaires. Par exemple, il ne faut pas négliger les bibliographies professionnelles (articles, revues, annales...) qui parfois mentionnent des techniques de construction particulières, voire des descriptions complètes d'ouvrages réalisés de façon plus ou moins similaire, voire l'ouvrage lui-même !

4.1.3 - L'AUSCULTATION

4.1.3.1 - Généralités

Conformément au fascicule 03 de l'ITSEOA [23], l'auscultation comprend la réalisation d'un ensemble d'exams et de mesures spécifiques faisant le plus souvent appel à des techniques élaborées et qui visent à mieux connaître l'état réel d'un ouvrage pour aboutir à un diagnostic de sa (ses) pathologie (s).

L'auscultation englobe des investigations (mise en œuvre de mesures et d'essais, destructifs ou non), des instrumentations...

Elle nécessite l'intervention d'une ou plusieurs équipes spécialisées compétentes.

L'auscultation doit être précédée :

- d'une analyse poussée du dossier d'ouvrage (conception, construction, surveillance, travaux antérieurs);
- d'un examen très détaillé des désordres constatés lors des diverses actions de surveillance, dont une inspection détaillée suffisamment récente : en l'absence d'une telle inspection de moins de 6 ans (voire moins selon l'évolution des désordres), une nouvelle doit être réalisée.

Ces étapes doivent permettre d'opérer un prédiagnostic (causes possibles, voire probables) des pathologies présentées par l'ouvrage et d'orienter le choix de la méthodologie de diagnostic et des techniques d'auscultation à mettre en œuvre.

Note : certaines données du dossier d'ouvrage sont capitales, comme par exemple celles qui constituent des hypothèses nécessaires à l'éventuel recalcul de l'ouvrage, prévu dans le cadre de l'étude de diagnostic.

En l'absence de ces informations, il sera nécessaire de prévoir, dans le programme d'auscultations, des mesures et examens à réaliser sur l'ouvrage, des prélèvements de matériaux pour essais (avec incidence sur les coûts et délais de l'étude de diagnostic), sachant que certaines informations du dossier d'ouvrage sont très difficiles, voire impossibles à reconstituer.

L'auscultation peut concerner à la fois la structure, les équipements et les fondations de l'ouvrage. Elle peut avoir plusieurs objectifs, notamment les principaux suivants :

L'établissement du « bon » diagnostic lorsque le prédiagnostic réalisé à l'issue de l'étape précédente ne suffit pas pour se forger une opinion sur la (les) pathologie (s) affectant l'ouvrage et sur son (leurs) évolution (s) (exemple : fissuration en réseau et faïençage d'une partie d'ouvrage en béton);

L'évaluation de l'ampleur et de la gravité des désordres : celle-ci peut parfois être indispensable pour pouvoir choisir une technique de réparation adaptée et pour déterminer les conditions de sécurité à prévoir lors des travaux (exemple : dégradations superficielles visibles dues à la corrosion des armatures de béton armé);

La reconstitution de données manquantes, jugées indispensables, d'un dossier d'ouvrage incomplet;

La définition ou la confirmation d'hypothèses de calcul :

- pour pallier une absence de données ou mieux s'approcher du comportement réel de la structure dans le cadre d'un recalcul (exemple : détermination de caractéristiques mécaniques des matériaux béton, reconnaissance d'armatures passives ou actives, mesure de tension dans un câble de précontrainte...),
- pour confirmer la pertinence des modèles de calcul (exemples : vérification des conditions d'appui, rotation effective d'articulations...; connaissance des réactions d'appui; vérification du fonctionnement mixte d'une section acier-béton; flèche prise par une travée sous un chargement donné; vérification du fonctionnement transversal d'un tablier à poutres sous chaussées, mesures sous gradients thermiques...),
- pour confirmer les hypothèses à retenir pour les sols environnants dans les calculs de soutènements et fondations ou de buses métalliques (exemples : connaissance du niveau de la nappe phréatique; reconnaissance de la géométrie des fondations; caractéristiques mécaniques des sols),
- pour caractériser le niveau d'endommagement d'une section et en tenir compte dans les vérifications par le calcul (exemple : mesure des sections résiduelles d'une charpente métallique corrodée).

Figure 13a 13b : Mesures de gradients thermiques sur ouvrage afin d'affiner les hypothèses de calcul



Limites de l'auscultation

Certaines caractéristiques sont impossibles à obtenir dans l'état actuel des techniques d'auscultation, si les désordres sont cachés (exemple : valeur globale de la résistance résiduelle d'une précontrainte corrodée).

4.1.3.2 - Établissement d'un programme d'auscultation

L'auscultation d'un ouvrage d'art doit faire l'objet d'un programme qui en fixe les objectifs généraux et qui précise la nature, le nombre et la localisation des investigations à effectuer.

Le programme d'auscultation est établi sous la responsabilité de l'AMO technique ou du gestionnaire. Il s'appuie sur une analyse, par l'assistant, des premières inspections ou investigations antérieures réalisées par les différents laboratoires intervenus sur l'ouvrage. Il peut également être soumis à l'avis de spécialistes ou d'experts du sujet concerné.

Les méthodes d'auscultation sont parfois fort coûteuses et l'une des difficultés de l'établissement d'un bon programme d'auscultation réside dans le fait qu'il faut procéder à toutes les investigations nécessaires au recueil des données indispensables à l'évaluation structurale, lorsque celle-ci est requise, à la détermination des causes des désordres et de leurs mécanismes, ainsi qu'à l'établissement du projet de réparation, tout en les optimisant et en évitant les essais et recherches inutiles ou qui ne permettraient pas de répondre aux questions que l'on se pose.

L'établissement du programme doit donc être précédé d'une phase de réflexion et le programme peut être revu en cours d'exécution, si nécessaire, en fonction des premiers résultats obtenus et de l'interprétation qui peut en être faite, des conclusions de l'évaluation structurale, des scénarios envisagés.

Pour aller plus loin

Il est recommandé de se reporter au cahier interactif de l'UGE et du Cerema **Auscultation des ouvrages d'art** [20] <http://www.ifsttar.fr/collections/CahiersInteractifs/CII1/index.html>

Ce cahier interactif comporte deux grandes parties :

- la présentation de méthodes d'auscultation (matériaux, structures), ayant fait l'objet d'une validation suffisante par l'UGE et le Cerema, sous forme de fiches synthétiques par méthode ;
- la présentation de méthodologies de diagnostic à appliquer dans des cas de reconnaissance de structure ou d'éléments de structure, ainsi que dans les cas les plus fréquents ou importants de pathologies.

Si le cahier interactif ne constitue en aucun cas un recueil de prescriptions ou de modes opératoires intégrables tels quels dans un marché de prestations, il peut constituer une aide précieuse à la mise au point du programme de diagnostic et à l'interprétation des résultats des auscultations.

Produits dangereux : il est nécessaire de rappeler que le diagnostic « **produits dangereux** » (par exemple diagnostic amiante, plomb) constitue un préalable aux premières investigations *in situ* en cas d'interaction physique avec l'ouvrage. Par exemple pour les ouvrages métalliques, ce diagnostic est nécessaire avant la réalisation de prélèvements de métal pour essais de traction, ou bien avant la mise en œuvre d'une instrumentation par capteurs.

Il est à noter que l'amiante-ciment a pu avoir été utilisée pour les descentes d'eau, pour les dalles servant de coffrage, les tubes traversant les parois pour le maintien des banches de coffrages et les joints de coffrage à la jonction des poutres métalliques, les canalisations, les anciens enduits de protection.

L'amiante et le plomb peuvent bien entendu être retrouvés dans les revêtements anticorrosion.

La présence de produits dangereux nécessitera une prise en compte, d'une part pour la qualification ultérieure des déchets, et d'autre part pour la santé des intervenants sur l'ouvrage. Elle peut influencer sur le choix de la solution technique, les conditions d'exécution et les coûts.

4.1.3.3 - Nature des auscultations à conduire

Il n'existe pas de méthodologie générale d'auscultation applicable à tous les ouvrages d'art. Les informations recherchées, donc les méthodes d'investigation à utiliser, diffèrent suivant la typologie d'ouvrage et la nature des désordres constatés : chaque ouvrage est un cas particulier.

Le prédiagnostic doit permettre de s'orienter vers des méthodes d'investigation :

- des matériaux (pour apprécier leur état ou leurs propriétés) sur site et/ou sur prélèvements ;
- de la structure (pour analyser son mode de fonctionnement réel ou celui de l'un de ses éléments, à vide et/ou sous chargements).

Souvent, ces deux natures d'investigations se complètent dans une même campagne d'auscultation.

En effet,

- une déféctuosité du matériau peut avoir une incidence directe sur le fonctionnement de la structure (exemple : corrosion d'armatures de précontrainte) ;
- le mauvais fonctionnement d'un ouvrage, pour des raisons structurelles, peut se manifester par une détérioration, au moins partielle, de certains des matériaux constitutifs (exemple : fissuration du béton d'ouverture excessive).

Enfin, la surveillance instrumentée constitue une aide au diagnostic et surtout au pronostic, en identifiant et quantifiant l'évolution des phénomènes par des mesures au cours du temps.

4.1.3.4 - Moyens d'auscultation des matériaux

Les moyens permettant d'apprécier l'état des matériaux comprennent :

- les études et analyses sur prélèvements;
- les techniques simples d'examen des matériaux en place, qui fournissent des données quantitatives ou des observations directes, mais ponctuelles (exemples : examen visuel, mesure du diamètre résiduel d'une armature passive);

Note : compte tenu du caractère partiellement destructif des prélèvements d'échantillons sur ouvrage, il est recommandé d'extraire des échantillons les plus petits possibles, en nombre limité et aux endroits les moins sollicités de la structure, tout en restant conforme aux normes d'essais ou aux préconisations des guides.

- les techniques plus sophistiquées et performantes d'examen des matériaux en place, qui fournissent des informations qualitatives plus complètes, ciblées sur des zones représentatives et homogènes (exemples : auscultation sonore du béton, sclérométrie sur béton incendié). Ce sont des méthodes physiques (essais ou contrôles non destructifs « END » ou « CND ») qui fournissent des résultats sous forme de grandeurs physiques qu'il faut pouvoir ensuite relier à des grandeurs mécaniques ou géométriques pour pouvoir les interpréter.

Il est souvent fait appel pour l'auscultation à une combinaison de ces catégories de moyens.

Les méthodes non destructives permettent d'avoir une distribution qualitative des caractéristiques recherchées, ce qui permet ensuite de bien positionner les prélèvements (destructifs) de façon à essayer de balayer l'ensemble de la plage de ces caractéristiques et de les quantifier (exemple : résistance du béton *in situ*).

Figure 14 : Essais de carbonatation et essais de compression sur carottes

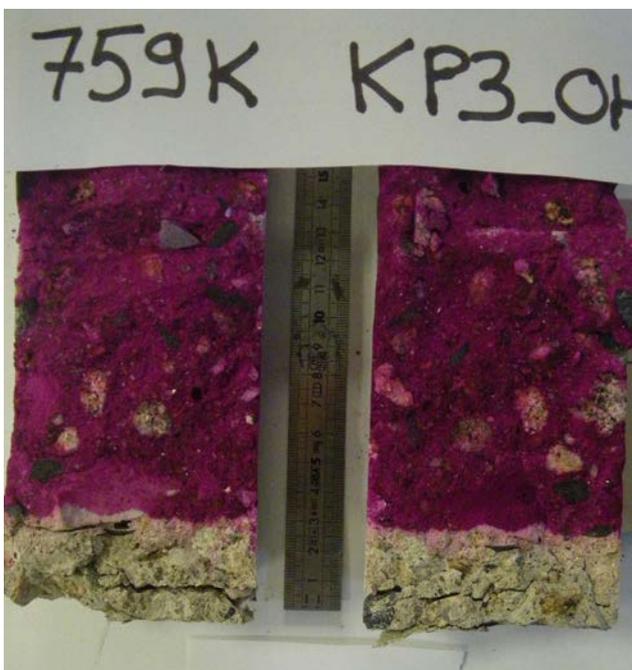


Figure 15a : Carottage : essai destructif dont il convient d'étudier avec soin la localisation



Figure 15b : Investigations radar sur chaussée : essai non destructif facilement réalisable



4.1.3.5 - Moyens d'auscultation de la structure

Les moyens suivants, qui permettent d'apprécier le fonctionnement de la structure, sont souvent associés :

- mesures d'ordre topométrique ou géométrique (évolution du nivellement ou mesure de déformation générale ou de déplacement sous chargement);
- mesures locales de fonctionnement (mesures de déformation locale, extensométrie, fissurométrie, courburemétrie, mesures de contrainte par « libération » ...);
- mesures de forces (pesées de réaction d'appui, mesures de tension dans les câbles de précontrainte par arbalète, mesures de tensions des câbles de haubanage...);
- mesures des facteurs extérieurs influents (température, gradients thermiques, hygrométrie, niveau d'eau...);
- mesures pour le repérage d'armatures.

L'utilisation de ces moyens techniques et l'interprétation des résultats nécessitent en général le recours à des spécialistes. L'intervention conjointe d'agents spécialisés de laboratoire et de bureau d'études est très souhaitable dans la plupart des cas.

Figure 16a : Repérage d'armatures



Figure 16b : Mesure de tension sur un fil de précontrainte par « arbalète »



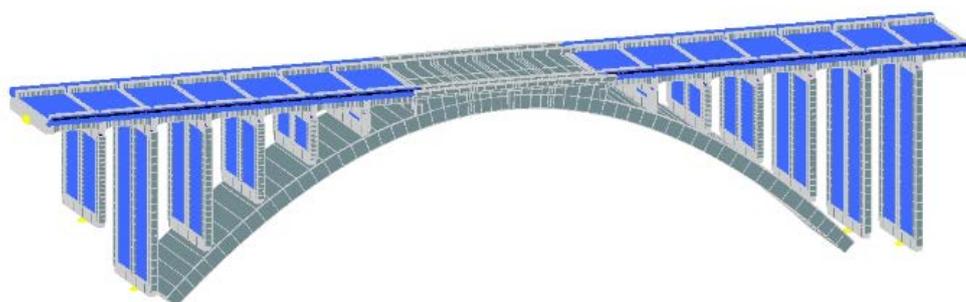
4.1.4 - L'ÉVALUATION STRUCTURALE

Une évaluation structurale est le plus souvent nécessaire pour identifier les insuffisances de l'ouvrage, les causes et conséquences de la pathologie, et pour déterminer si une réparation est nécessaire. Cette évaluation servira généralement de base à l'étude des solutions des différents scénarios puis à l'élaboration du projet de réparation. Ces réparations devront au minimum garantir la résistance structurale de l'ouvrage avec le niveau de fiabilité approprié sachant que les autres objectifs de performance à atteindre (aptitude au service, durabilité, etc.) pour la structure renforcée pourront être envisagés sur la base d'une analyse coût/bénéfice intégrant des paramètres tels que :

- la valeur socioéconomique de l'ouvrage;
- la durée de vie résiduelle;
- les coûts des réparations.

L'évaluation structurale fait l'objet d'un programme spécifique [21]. Cette évaluation débute par une analyse fine des notes de calcul de l'époque, afin d'estimer leur précision et le contexte réglementaire (règlement de charges utilisé, errements connus des règlements de l'époque...); cette évaluation se poursuit par une analyse théorique du fonctionnement de l'ouvrage sur la base d'un ou de plusieurs modèles de calculs, élaborés avec soin, en prenant en compte la conception initiale de l'ouvrage, son phasage de construction, les modifications apportées (rechargement de chaussée, modification du profil en travers, réparations antérieures...), les résultats de l'évaluation des matériaux et des instrumentations éventuelles, et les expériences connues des pathologies par types de structures et époques de construction.

Figure 17 : Pont en arc et son modèle de calcul (source Setec Diades)



L'évaluation structurale est à mener en s'appuyant sur la spécification technique XP CEN/TS 17440 « Évaluation et rénovation des structures existantes » de septembre 2020 [45], et sur les recommandations du *Guide de conception des réparations structurales et des renforcements des ouvrages d'art* du Cerema [21] et de la note d'information du Setra n° 35 de mai 2012 (révisée en 2016) intitulée « Méthodes courantes d'évaluation » [22].

Il est notamment recommandé :

- d'utiliser les derniers règlements en vigueur (en l'occurrence les Eurocodes), car ils prennent en compte des dernières connaissances scientifiques, mais en procédant à des adaptations sur les sollicitations et les résistances pour tenir compte qu'il s'agit d'un ouvrage existant ;
- de procéder à des modélisations fines et élaborées qui permettent de mieux faire travailler la matière, de prendre en compte des éléments généralement négligés et de dégager ainsi des réserves de capacité portante.

La confrontation des résultats de l'analyse avec les données issues de l'auscultation est importante, afin de valider le modèle de fonctionnement et, le cas échéant, prédire l'évolution de l'ouvrage ainsi que, in fine, justifier les principes de réparation et les scénarios proposés.

Figure 18a : L'instrumentation d'un ouvrage et son suivi permettent de valider les conditions de fonctionnement (ici suivi instrumenté d'une fissure).



Figure 18b : Suivi de tension dans les câbles de précontrainte : évaluation des surtensions subies.



Pour aller plus loin

Il est recommandé de se reporter au guide du Cerema **Conception des réparations structurales et des renforcements des ouvrages d'art** [21]

Ce guide expose les pratiques en matière de conception de réparations structurales et de renforcements (mais aussi d'évaluation) des ouvrages d'art en service, en vigueur au ministère chargé des Transports :

- il regroupe des spécifications techniques résultant des connaissances scientifiques et techniques acquises à la date de sa rédaction ;
- il rappelle la démarche générale d'élaboration d'un projet de réparation, expose les principes généraux de calculs et de conception appliqués au sein du ministère chargé des Transports.

Le concepteur pourra s'inspirer de ce document dans le cadre d'une évaluation structurale et de l'établissement d'un projet de réparation ou de réhabilitation particulier en veillant, compte tenu de la diversité des situations rencontrées, à adapter la démarche au cas considéré.

Il est souvent difficile d'entreprendre l'évaluation structurale d'emblée ; celle-ci débute donc, de préférence, après le recueil des données et l'obtention de résultats pertinents de l'auscultation.

De plus, lors de l'établissement du programme d'évaluation structurale, il peut être utile de prévoir l'exploitation ultérieure des modèles théoriques pour la mise au point des scénarios d'intervention de la phase 2 (études de simulation des différentes options et validations...). Si le contexte contractuel le permet, elle peut être prévue au cahier des charges des prestations correspondantes, ou bien, pour les ouvrages les plus complexes, il est possible de prévoir une extension des prestations d'études théoriques au-delà de la seule phase d'évaluation.

Finalement, suivant la nature de l'ouvrage et de ses pathologies, l'évaluation structurale peut faire l'objet de plusieurs phases d'études de plus en plus approfondies, comprenant, ou non, des simulations de scénarios.

4.1.5 - POSITION DU DIAGNOSTIC (DIAG) ET DIFFICULTÉS

Les différentes étapes de la phase d'expertises et de diagnostic décrites ci-avant (phase 1) correspondent peu ou prou à la mission DIAG définie au § R2431-25 du Livre IV du Code de la commande publique pour les ouvrages d'infrastructures. Toutefois, la difficulté est que la mission DIAG appliquée à une opération de réparation d'ouvrage d'art est à géométrie éminemment variable, souvent itérative et que son contenu et même son aboutissement dépendent des éléments de connaissances disponibles sur l'ouvrage et de ses pathologies.

De plus, la mission DIAG contribue à l'élaboration du programme du maître d'ouvrage, or l'article L. 2431-1 du Code de la commande publique précise que « la mission de maîtrise d'œuvre est une mission globale qui doit permettre d'apporter une réponse architecturale, technique et économique au programme défini par le maître d'ouvrage pour la réalisation d'une opération ».

Aussi, dans le cas où la nature des travaux est inconnue à l'avance, il est contraire à l'esprit du code, de confier cette mission DIAG au maître d'œuvre chargé de la conception et du suivi des travaux, sauf à réaliser au préalable un prédiagnostic et un préprogramme, mais qui nécessitent alors de dérouler quasiment tous les éléments du DIAG...

En alternative, il serait envisageable de confier ces éléments de mission de diagnostic à un maître d'œuvre indépendant de la maîtrise d'œuvre de conception et d'exécution, ce qui permet alors de respecter l'esprit du code. Cependant, cette façon de faire nécessiterait que le maître d'œuvre puisse estimer de façon fiable les opérations de diagnostic à effectuer pour remettre son offre.

C'est pourquoi, comme explicité ci-dessus (cf. distinction entre AMO-T, MOE et assistant à MOE), nous recommandons ici de s'appuyer sur une AMO technique (AMO-T) qui diligente et pilote, pour le compte du maître d'ouvrage, tout ou partie des opérations de diagnostic.

Dans le cas d'opérations simples (entretien spécialisé) et de travaux récurrents (par exemple lorsque l'ouvrage et la nature des travaux sont connus) ou en cas d'urgence, une exception à cette proposition est raisonnable et permet d'envisager de confier aux mêmes prestataires le DIAG (sous réserve que son programme soit à peu près implicite et délimité) et les missions suivantes : scénarios, AVP/PRO (et, le cas échéant, AMT, DET...).

En effet, le maître d'ouvrage gestionnaire intervient directement tout au long du processus, il conserve une part significative du pilotage, notamment sur les aspects procéduraux. En outre, les décisions de la MOA et les interventions de conseils sont souvent dépendantes les unes des autres. Il s'agit donc en pratique et dans l'esprit, de missions de type AMO. De plus, sous réserve que cela soit prévu lors de la consultation initiale, l'assistant retenu pourra continuer à assister le maître d'ouvrage tout au long de l'opération (notamment pour valider les prestations de la maîtrise d'œuvre) et sans risque de conflit d'intérêts entre missions, ce qui présente aussi un intérêt majeur pour préserver la mémoire de l'ensemble des informations collectées. Un accord-cadre peut faciliter la continuité des missions.

Mais il ne s'agit ici que d'une question de définition des missions individuelles composant le DIAG ; le principe important est que le maître d'œuvre chargé de la conception et du suivi de l'exécution dispose d'un scénario et d'un programme préalablement établi sous la responsabilité du maître d'ouvrage.

4.1.6 - GÉRER L'EXPLOITATION EN PHASE DE DIAGNOSTIC

Les investigations sur un ouvrage circulé auront des incidences variables sur les conditions de son exploitation en fonction de leur nature et de leur implantation et du trafic sur et sous ouvrage.

Ainsi, certaines interventions de diagnostic nécessiteront une coupure partielle ou totale du trafic qu'il faudra anticiper et concerter avec le service en charge de l'exploitation.

Le programme des investigations devra donc permettre de définir avec précision l'implantation des essais, les moyens d'accès aux parties d'ouvrages, la durée et la compatibilité des interventions avec les déformations et sollicitations de la structure liées au trafic.

Figure 19 : Les moyens d'accès pour inspections ou sondages et leurs conséquences sur l'exploitation
(Source Setec Diades)



Ces éléments permettront au service chargé de l'exploitation de proposer les modalités de l'intervention en prenant en compte le respect des règles de sécurité vis-à-vis de la circulation, de préciser le cadre réglementaire (arrêté permanent ou dossier d'exploitation sous chantier pour les cas plus spécifiques) et de proposer le planning. Sur certains itinéraires, il se peut que la planification des interventions se fasse au cours de nuits ou de week-ends et nécessite un délai important du fait, notamment, de la coordination avec les activités déjà programmées.

Suivant la nature du franchissement et des interventions envisagées, d'autres gestionnaires peuvent être concernés et devront être consultés (autres gestionnaires routiers, gestionnaires de voies ferrées ou navigables, ou autres comme les gestionnaires d'ouvrages hydro-électriques). Des conventions de gestion de l'ouvrage existent en général dans ces cas.

Au-delà de l'exploitation, il faudra s'assurer :

- des modalités administratives des interventions si elles nécessitent l'accès à des propriétés privées (conventions d'occupation temporaire) ou des procédures liées à l'environnement ou aux réseaux;
- de la conformité des interventions aux règles de sécurité propres aux tâches à réaliser (responsabilité du prestataire) et de la possession par les intervenants des habilitations requises. Le conseil d'un CSPS peut s'avérer utile.

Cette phase de mise au point du programme des investigations est essentielle et devra permettre de justifier de la pertinence et de la nécessité des interventions pour poser le diagnostic puis dans l'optique du choix des scénarios les plus appropriés, notamment dans un contexte de fortes contraintes d'exploitation.

Il est capital de privilégier une démarche d'adaptation aux contraintes d'exploitation d'un programme d'auscultations réfléchi, tout en veillant à ne pas commettre d'impair. En effet, le risque serait de dégrader le programme d'auscultations au profit de l'exploitation immédiate, ce qui pourrait avoir des conséquences sur la pertinence du diagnostic, l'efficacité des travaux, le coût et le planning global, et même l'exploitation de l'ouvrage, à terme!

Enfin, le cas échéant, comme avant chaque inspection détaillée, il sera nécessaire que l'exploitant prévoie des opérations de débroussaillage, de nettoyage, de dévégétalisation avant de faire procéder aux inspections d'ouvrages ou aux interventions *in situ*.

4.2 - CONDUITE DE L'ÉTUDE DES SCÉNARIOS (PHASE 2)

4.2.1 - GÉNÉRALITÉS ET OBJECTIFS

L'étude de scénarios doit permettre au maître d'ouvrage de choisir la nature de l'intervention à prévoir sur un ouvrage dans le cadre d'un aménagement souhaité ou à la suite d'un diagnostic et d'un pronostic montrant une insuffisance structurale de l'ouvrage considéré.

Une insuffisance existante ou susceptible d'apparaître dans un avenir proche peut avoir pour origine :

- une pathologie constatée sur l'ouvrage;
- des phénomènes mal pris en compte dans les règlements de conception d'époque (redistributions d'efforts par déformations différées gênées, relaxation des câbles de précontrainte...);
- des erreurs de dimensionnement ou d'exécution;
- un besoin de réhabilitation (changement d'usage, modification du profil en travers...);
- la nécessité de passage d'un convoi exceptionnel;
- une demande d'augmentation de durée de vie.

Les scénarios à considérer sont généralement les suivants :

- réparation ou renforcement de l'ouvrage;
- maintien en l'état de l'ouvrage (ce qui suppose d'accepter un fonctionnement en mode dégradé, le cas échéant, sur une période transitoire et de reconsidérer les mesures de surveillance décidées en amont);
- limitation d'usage de l'ouvrage (limitation de tonnage, restriction de la largeur roulable; limitation de la vitesse...);
- démolition/reconstruction de l'ouvrage.

Les scénarios s'appuient sur des « études de faisabilité ».

Nature de l'opération

Selon l'organisation du maître d'ouvrage et ses procédures internes, ces différentes typologies d'intervention peuvent relever d'une **opération de gestion** ou d'une **opération d'investissement**. Cependant, la démarche technique est identique et le guide ne distingue pas les modalités de pilotage dès lors qu'il s'agit d'interventions qui concernent un ouvrage existant.

Dans le cas d'une réparation ou d'un renforcement, les objectifs et le périmètre de l'intervention doivent être définis, en prenant en compte d'autres considérations que la seule résistance structurale, telles que l'état d'usage de l'ouvrage et les évolutions prévisibles, le vieillissement des matériaux, les interventions à prévoir sur les dispositifs de sécurité ou d'assainissement, etc.

Par exemple : est-il judicieux d'effectuer une réparation lourde sur un ouvrage métallique de conception ancienne dont le profil en travers est trop étroit ? Le remplacement et la mise en conformité des dispositifs de retenue nécessitent-ils un renforcement de la structure ?

Le scénario « démolition/reconstruction » peut être étudié afin d'écartier de trop coûteuses interventions sans garanties de durabilité suffisantes et de constituer un scénario « référence » qui permet d'évaluer la pertinence des autres scénarios étudiés.

Il est souhaitable que les rédacteurs des scénarios aient également participé à la phase de diagnostic de l'ouvrage de façon à disposer de la mémoire d'ensemble de l'opération.

Cette phase d'études se révèle être assez longue eu égard aux contacts à prendre, aux autorisations (ou informations) à obtenir de la part de tiers vis-à-vis de tel ou tel scénario et aux investigations complémentaires à réaliser qui peuvent nécessiter des études complexes préalables, la validation de processus, la mise au point de matériels... Le cas échéant, l'élaboration de scénarios pour une opération complexe peut prendre plusieurs années !

4.2.2 - RECUEIL DES DONNÉES

Le recueil des données a été initié en phase de diagnostic (phase 1). Il doit être approfondi lors de l'étude des scénarios (phase 2) suivant l'orientation de ceux-ci, notamment sur les points suivants :

- géométrie de l'existant suivant les solutions étudiées ;
- recherche des réseaux ;
- contraintes de réalisation (délais, exploitation, créneaux d'interventions...) pouvant impacter les scénarios ;
- éléments sur les contraintes environnementales (hydrauliques, bruit, faune-flore...);
- éléments architecturaux et culturels (ouvrage classé, site classé...);
- données de trafic ;
- avenir (probable) de l'ouvrage et/ou de l'itinéraire ;
- exploitation pendant les travaux, transports publics à maintenir ;
- contexte « personnes à mobilité réduite » (PMR).

Bien entendu, toutes les conclusions du diagnostic de la phase 1 constituent autant de données utiles à la construction des scénarios.

Enfin, l'étude et la mise au point de scénarios dépendent aussi de données générales qui ne relèvent pas du diagnostic proprement dit. Ces données générales doivent être mises à disposition par le gestionnaire.

4.2.3 - PROGRAMME D'ÉTUDE DES SCÉNARIOS

Le programme d'étude des scénarios doit permettre de dégager les principes d'intervention tels qu'ils peuvent être déduits à l'issue des phases de diagnostics.

La typologie des scénarios à envisager doit être assez large, peut englober et comparer :

- une mise en sécurité avec ou sans mesures d'exploitation ;
- une réparation « partielle » (avec une moindre efficacité à long terme) ;
- une réparation complète (efficace à long terme, mais souvent plus complexe), un renforcement ;
- une réparation « innovante » (en variante) ;
- une démolition et une reconstruction ;
- une réhabilitation (adaptation à de nouveaux usages) ;
- des mesures d'exploitation limitatives ;
- un abandon d'ouvrage et/ou des itinéraires alternatifs.

L'étude des scénarios répond alors à un programme qui fait l'objet d'une première discussion avec le maître d'ouvrage et le gestionnaire, afin d'éliminer les scénarios les moins crédibles. En effet, même si cela peut paraître intéressant a priori, il est tout de même peu rentable (voire à risque pour la suite des études) d'envisager et de décrire des scénarios manifestement irréalistes.

4.2.4 - ÉTUDES DE FAISABILITÉ ASSOCIÉES AUX SCÉNARIOS

Une fois le programme des études de scénarios validé, il est possible de passer à l'étude technique de faisabilité proprement dite. Les paramètres à prendre en considération dans le cadre d'une analyse multicritères peuvent alors être les suivants :

- techniques à appliquer ;
- résultats et fiabilités des justifications structurales théoriques ;
- délai pour intervenir (suivant l'état de l'ouvrage) et délais de réalisation de l'opération,
- possibilités de phasages,
- contraintes d'exploitation pendant les travaux ;
- impact de la présence des réseaux ;
- impacts environnementaux et procédures administratives associées ;
- fiabilité des solutions, risques, essais à prévoir ;
- aspect patrimonial voire architectural/esthétique de la solution (par exemple, ouvrage en périmètre classé) ;
- possibilités de variantes ;
- existence de références de traitements similaires, retours d'expériences, bibliographies ;
- efficacité dans le temps de la réparation et durée de vie résiduelle de la structure après intervention ;
- niveaux de service (y compris entretien) et performance de l'ouvrage réparé (fiabilité structurale) ;
- coûts globaux (y compris exploitation).

Les scénarios évaluent l'impact des choix proposés sur la durée de vie résiduelle de l'ouvrage (ou la durée d'efficacité de la réparation) pour autant que les connaissances techniques et scientifiques le permettent. Le maître d'ouvrage est informé sur le fait que la précision de ce renseignement est généralement faible.

Comme il a été indiqué précédemment, les justifications théoriques structurales peuvent s'appuyer sur les modèles utilisés pour les études d'évaluation structurales de la phase de diagnostic (phase 1).

Les différents scénarios envisageables sont étudiés avec un niveau de précision suffisant pour permettre d'identifier la solution la mieux adaptée aux contraintes, aux besoins et à la stratégie du maître d'ouvrage suivant la pondération qu'il aura définie pour les différents critères retenus. Un autre point important est que le niveau de précision des études soit suffisant pour éviter toute mise à jour ultérieure significative du programme.

Les scénarios présentés doivent être justifiés par des notes de calculs (prédimensionnements), des plans et des estimations réalistes en rapport avec les enjeux d'une erreur d'appréciation et on doit viser l'optimisation du coût de l'opération, du délai des travaux et de la durabilité de l'intervention tout en limitant les risques.

Cependant, il n'est pas possible de fixer — a priori et de façon générique — le niveau de précision technique à atteindre ou la liste des documents à produire, car cela peut s'avérer très variable en fonction de la nature des ouvrages et des problèmes à résoudre. En effet, suivant le cas, la précision attendue à ce stade peut porter sur le coût ou bien sur les délais nécessaires aux travaux ou sur les deux ou encore sur un autre critère spécifique de l'opération. Le niveau de précision peut alors atteindre, au moins sur certains aspects, celui requis pour une étude d'AVP, voire de PRO...

L'établissement du programme de ces études doit donc être soigneusement élaboré et, le cas échéant, mis à jour suivant les orientations prises.

À titre indicatif, au stade « scénarios », une fourchette de précision des estimations financières de l'ordre de 20% à 25%, étayée par des comparaisons de cas similaires, est souhaitable.

4.2.5 - CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'EXPLOITATION

L'analyse des scénarios doit inclure le recensement des contraintes liées à l'exploitation des voies portées et franchies perturbées par les travaux. Il faut principalement recueillir les données de trafic et identifier les conditions d'adaptation du profil en travers en phase travaux, voire les éventuelles possibilités d'interruption du trafic ou d'alternat ou basculements de circulation et déviations d'itinéraires possibles.

Les contraintes liées à l'exploitation constituent souvent un critère déterminant qui pèse fortement sur le choix de la solution de l'intervention. Des études spécifiques peuvent s'avérer nécessaires. Les mesures qui en découlent ont également une incidence directe sur le coût de la solution, le délai des travaux et l'organisation du maître d'ouvrage.

Les exploitants concernés doivent donc être consultés formellement et associés étroitement aux différentes étapes de l'élaboration des scénarios, afin de recueillir leurs exigences pour la phase travaux. De même, l'exploitant de l'ouvrage donne son avis sur la future gestion de l'ouvrage réparé, en particulier vis-à-vis des opérations de maintenance périodique qui pourraient découler des modifications apportées à l'ouvrage à l'issue de l'opération de réparation.

Au stade des scénarios, les recommandations portées dans le programme quant à l'exploitation doivent être définies de manière la plus réaliste possible compte tenu des impacts associés sur la faisabilité des différentes solutions; elles seront à préciser et à décliner pour les dernières phases AVP et projet.

Figure 20 : Fermeture d'un ouvrage en phase de travaux dans les deux sens de circulation



Ouvrages du réseau routier national concédé : l'avis de l'exploitant est requis par l'Instruction technique relative aux modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion sur le réseau routier national pour les ouvrages neufs, et il doit être formalisé dans le cadre d'un APROA.

4.2.6 - CHOIX DU SCÉNARIO D'INTERVENTION

Lorsque tous les scénarios ont été étudiés, ils font l'objet d'une présentation formelle et argumentée devant le maître d'ouvrage.

Les résultats des études de faisabilité sont présentés au maître d'ouvrage sous la forme d'une analyse multicritères pondérée. Les critères évalués ont été développés au 4.2.4. Il s'agit notamment des coûts respectifs des différents scénarios, incluant les coûts indirects dus au détournement du trafic, de l'efficacité dans le temps des réparations et réhabilitation, de l'estimation de la durée de vie résiduelle de l'ouvrage, de la durée des études et des travaux, des contraintes d'exploitation en phase travaux, du respect des exigences réglementaires, des risques associés au scénario, etc. La valeur d'usage et la valeur architecturale de l'ouvrage peuvent être rappelées.

Le choix des poids relatifs des critères de comparaison est une prérogative du maître d'ouvrage. Il doit être défini en partenariat avec son AMO-T.

Il est utile de faciliter la prise de décision du maître d'ouvrage par la rédaction d'une note synthétique. Des supports de présentation peuvent également être nécessaires vis-à-vis des tiers et du public.

4.2.7 - INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES

Au cours de ces études de faisabilité (et le plus en amont possible), des investigations spécifiques ou complémentaires peuvent s'avérer nécessaires, afin d'affiner la connaissance de l'ouvrage et de ses désordres; le cas échéant, des essais peuvent aussi être prescrits afin de vérifier, *in situ*, la faisabilité et le rendement ou la cadence de telle ou telle opération (une démolition partielle, une injection), des essais de cohésion superficielle du support béton, des essais de décapage de produits anticorrosion...

4.2.8 - INSTRUCTIONS RÉGLEMENTAIRES À CONDUIRE

4.2.8.1 - Généralités

L'évaluation du besoin et de l'impact (suivant la nature de l'intervention), en termes de plannings, de techniques ou d'instructions réglementaires doit être faite dès le stade des études des scénarios. En effet, les difficultés liées au respect de certaines obligations réglementaires peuvent conduire à éliminer certains scénarios. De plus, le montage des dossiers réglementaires a un impact significatif sur les délais d'élaboration des études et les clauses contractuelles des marchés de prestations intellectuelles. Des contacts préalables auprès des services instructeurs peuvent s'avérer utiles.

S'il est souhaitable de caler les instructions le plus en amont possible, il en résulte un décalage dans le temps parfois important, entre la phase d'instruction réglementaire et celle de lancement des travaux. Ce décalage peut s'accompagner d'évolutions des enjeux patrimoniaux considérés lors de l'instruction. Ces évolutions peuvent remettre en question le contenu des procédures environnementales en cours ou des autorisations déjà obtenues, et ainsi engager la responsabilité du maître d'ouvrage.

4.2.8.2 - Régime d'autorisation : loi sur l'eau et espèces protégées

Généralités

Les objectifs poursuivis par la directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 du parlement européen comprennent :

- le bon état des masses d'eau ;
- la continuité écologique .

Le Code de l'environnement vise à la préservation des zones humides (définition de ces zones à l'article L. 211-1 en application de la loi du 24 juillet 2019) et fixe le cadre réglementaire des interventions sur le milieu aquatique, notamment les « installations, ouvrages, travaux et activités (IOTA) » :

- nomenclature des installations, ouvrages, travaux et activités soumis à « autorisation » ou à « déclaration » (R214-1);
- classement en liste 1 et liste 2 des cours d'eau (L. 214-17).

L'application de l'article L. 214-17 du Code de l'environnement s'appuie alors sur la circulaire du 18/01/2013 (instruction des projets) et les arrêtés du 20/12/2012 portant la liste des cours d'eau classés 1 ou 2.

- Liste 1 : la création d'un nouvel obstacle est interdite et le maintien des ouvrages existants ne doit pas dégrader l'état du cours d'eau.
- Liste 2 : la création et le maintien des ouvrages sont possibles, mais doivent permettre le passage des cours d'eau et des sédiments.

Des arrêtés de prescriptions générales peuvent préciser certaines modalités d'application.

Enfin, la Loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages du 09/08/2016 précise également des conditions de réalisation des travaux (art. 47 à 167).

D'une façon générale, l'application se fait suivant les principes suivants :

- dimensionnement des ouvrages hydrauliques pour la crue centennale (ou une crue historique plus importante), impact éventuel du changement climatique;
- en zone vulnérable, transparence hydraulique : non-aggravation de la situation existante vis-à-vis du risque d'inondation;
- analyse des impacts associés (pièges à sédiments en phase chantier, problématique des droits d'eau...) qui peuvent être assez contraignants;
- atténuation des impacts sur le milieu naturel.

Les difficultés souvent rencontrées sont :

- des petits ouvrages anciennement dimensionnés pour une crue de plus forte occurrence (décennale ou vicennale);
- l'absence de plans et de notes de calculs.

En phase travaux, on doit s'assurer de la prévention des risques de pollutions « classiques » de chantier, (fuite d'hydrocarbures, nettoyage des toupies, chutes de matériaux dans le cours d'eau, etc.). Les mesures à mettre en œuvre en phase travaux sont à préciser dans le dossier de déclaration ou d'autorisation environnementale unique (ne pas oublier les mesures en cas d'incidence sur zone humide et/ou espèces protégées...).

En ce qui concerne la continuité écologique, une étude spécifique peut être requise. Cette étude peut se décliner selon les phases suivantes :

- état des lieux hydraulique, hydrologique et biologique qui doit permettre de déterminer les espèces cibles à préserver;
- étude des scénarios envisageables pour répondre aux objectifs de continuité écologique des espèces cibles désignées;
- étude de faisabilité du scénario le plus adapté.

En parallèle, il faut également examiner les conditions de continuité écologique des berges et l'impact sur ces dernières.

Autorisation ou déclaration (nomenclature des interventions)

En application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du Code de l'environnement, les travaux susceptibles d'être soumis à autorisation (A) ou à déclaration (D) sont les suivants (extraits de la nomenclature) :

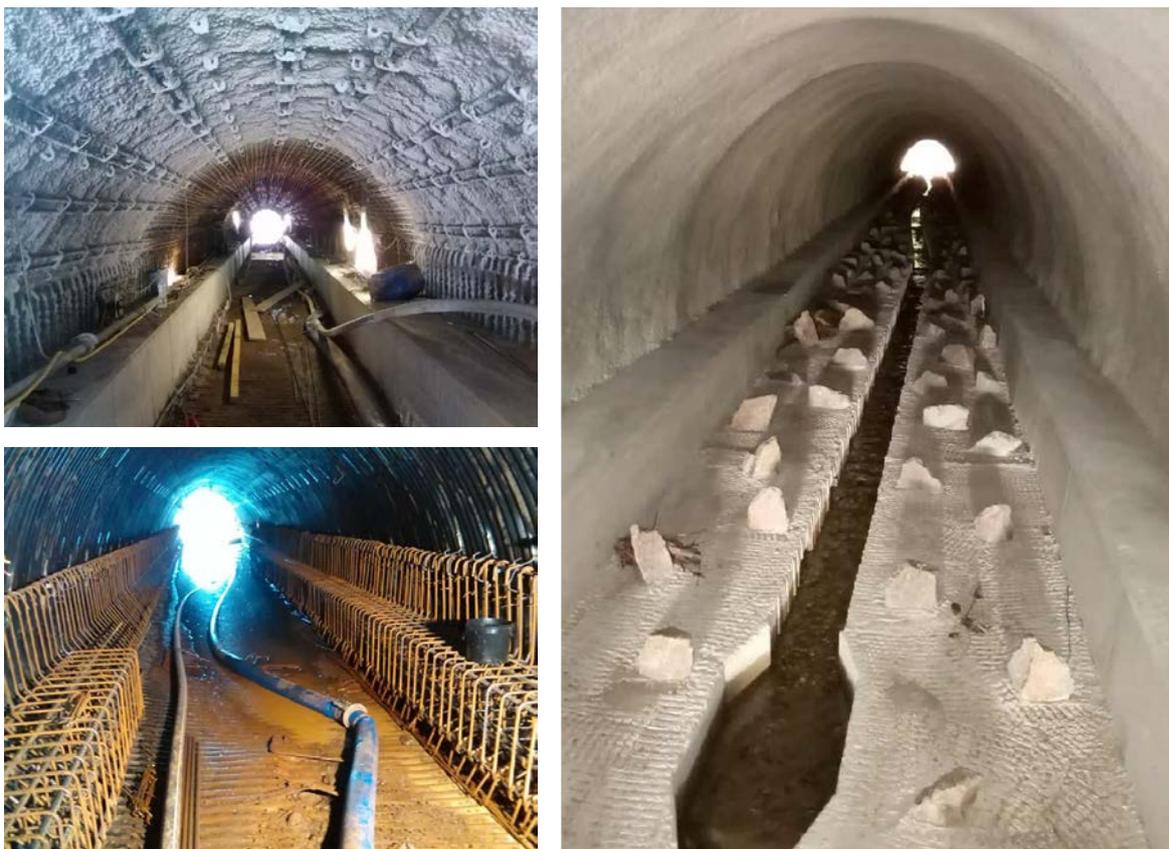
- Rubrique 3.1.1.0 : ouvrages, remblais et épis dans le lit mineur d'un cours d'eau constituant un obstacle à l'écoulement des crues (A) ou à la continuité écologique :
 - différence de niveau > 0,2 m (D);
 - différence de niveau > 0,5 m (A).
- Rubrique 3.1.2.0 : modification du profil
 - sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m (A);
 - sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m (D).
- Rubrique 3.1.3.0. : ouvrages ayant un impact sensible sur la luminosité nécessaire au maintien de la vie et de la circulation aquatique sur une longueur :
 - supérieure ou égale à 100 m (A);
 - supérieure ou égale à 10 m et inférieure à 100 m (D).
- Rubrique 3.1.4.0. : consolidation ou protection des berges, par des techniques autres que végétales vivantes :
 - sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A);
 - sur une longueur supérieure ou égale à 20 m, mais inférieure à 200 m (D).
- Rubrique 3.1.5.0. : ouvrages dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens :
 - destruction de plus de 200 m² de frayères (A);
 - dans les autres cas (D).
- Rubrique 3.2.1.0. : entretien de cours d'eau ou de canaux, le volume des sédiments extraits étant au cours d'une année :
 - supérieur à 2 000 m³ (A);
 - inférieur ou égal à 2 000 m³ dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence S1 (A);
 - inférieur ou égal à 2 000 m³ dont la teneur des sédiments extraits est inférieure au niveau de référence S1 (D).
- Rubrique 3.2.2.0. : installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau :
 - surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m² (A);
 - surface soustraite supérieure ou égale à 400 m² et inférieure à 10 000 m² (D).
- Rubrique 3.3.1.0. : assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais, la zone asséchée ou mise en eau étant :
 - supérieure ou égale à 1 ha (A);
 - supérieure à 0,1 ha, mais inférieure à 1 ha (D).

Cas des espèces protégées

L'article L. 411-1 du Code de l'environnement prévoit la protection d'espèces de faune et de flore sauvages. Ces listes d'espèces sont fixées par des arrêtés ministériels (R. 411-1) précisant la nature (interdictions d'activités portant sur les spécimens d'espèces : destruction, mutilation, capture, enlèvement, détention, transport, etc., sur leurs sites de reproduction et sur leurs aires de repos : destruction, altération, dégradation) et la durée des interdictions mentionnées, les parties du territoire et les périodes de l'année où elles s'appliquent (R. 411-3).

Les conditions de demande et d'instruction des dérogations sont fixées par l'arrêté du 19 février 2007 et ses modifications ultérieures (28 mai 2009, 18 avril 2012, 12 janvier 2016, 6 février 2017). Il liste le contenu des éléments devant accompagner la demande.

Figure 21 : Réduction et modifications des conditions d'écoulement hydraulique et impact sur la faune aquatique. Une situation fréquente lors de la réparation des buses.



Application du Code de l'environnement

L. 181-14 : toute modification substantielle des IOTA qui relèvent de l'autorisation environnementale est soumise à la délivrance d'une nouvelle autorisation. En dehors des modifications substantielles, toute modification notable intervenant dans les mêmes circonstances est portée à la connaissance de l'autorité administrative compétente. L'autorité administrative peut imposer toute prescription complémentaire nécessaire au respect des milieux aquatiques à l'occasion de ces modifications.

R. 181-46 : toute modification notable des IOTA autorisés doit être portée à la connaissance du préfet, avant sa réalisation, par le bénéficiaire de l'autorisation avec tous les éléments d'appréciation. S'il y a lieu, le préfet fixe des prescriptions complémentaires ou adapte l'autorisation environnementale. Toute modification apportée par le déclarant de nature à entraîner un changement notable des éléments du dossier de déclaration initiale doit être portée avant sa réalisation à la connaissance du préfet, qui peut exiger une nouvelle déclaration.

Suivant la nature de l'instruction, autorisation (A) ou déclaration (D), les modalités et les délais peuvent être résumés ainsi :

Figure 22 : Modalités de l'instruction (déclaration ou autorisation) suivant les incidences

	Incidences faibles (en deçà des seuils «déclaration»)	Incidences moyennes	Incidences fortes
	Libre (porté à connaissance si possible)	Déclaration	Autorisation
délai		2 mois	6 à 9 mois
dossier		3 exemplaires	7 exemplaires
phases			<ul style="list-style-type: none"> Enquête publique Passage en comité départemental de l'environnement des risques sanitaires et technologiques
issue		Décision du préfet	Arrêté préfectoral

Procédure alléger d'autorisation temporaire : pour des activités présentant un caractère temporaire et sans effet important ni durable sur le milieu naturel, il est possible de demander une autorisation temporaire, sans enquête publique, pour une durée d'activité maximale de 6 mois, renouvelable une fois. La demande ne fait pas l'objet d'une enquête publique, mais est soumise pour avis au conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques (CoDERST).

Exemple : opérations de démolition-reconstruction sans incidence sur le milieu naturel à l'issue des travaux.

4.2.8.3 - Régime de responsabilité : loi sur la responsabilité environnementale et loi biodiversité

LRE

La loi n°2008-757 relative à la responsabilité environnementale du 01/08/2008 constitue également une mesure de police administrative (L. 161 et suivants). Le préfet de département peut ainsi engager la responsabilité de l'exploitant à l'origine d'un dommage si celui-ci est à la fois purement environnemental et grave, et établir une mise en demeure.

Des mesures de prévention et réparation sont alors établies (réparation primaire, complémentaire et compensatoire). Ces mesures sont différentes des mesures d'évitement, de réduction ou de compensation prévue pour l'autorisation du projet. En cas de non-respect de ces dispositions, la loi prévoit une peine de 6 mois d'emprisonnement et 75 000 euros d'amende.

La responsabilité de l'exploitant peut être engagée :

- pour faute ou négligence dans les activités professionnelles autres que celles citées à l'article R 162-1. C'est le cas des chantiers d'aménagements, puisque les impacts prévus dans les procédures d'autorisation du projet (et qui doivent être réduits et/ou compensés) n'entrent pas dans le champ d'application;
- sans faute si le dommage résulte d'une activité énumérée à l'article R. 162-1 du Code de l'environnement (par exemple les opérations de gestion des déchets, les rejets dans les eaux soumis à autorisations, le transport terrestre de marchandises dangereuses ou polluantes, etc.).

Dans le cas d'une contamination du sol, les dommages seront toujours qualifiés de graves. Dans le cas d'autres dommages sur le milieu naturel, la condition de gravité n'est plus nécessaire lorsque les services écologiques sont impactés.

Loi biodiversité

La Loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages du 09/08/2016 précise ainsi la notion de préjudice écologique. Les dommages causés à l'environnement peuvent être de plusieurs natures :

- dommages sanitaires liés à la contamination des sols ;
- dommages portés à l'état des eaux (écologique, chimique, quantitatif ou potentiel écologique) ;
- dommages portés au maintien ou au rétablissement de l'état de conservation (directives oiseaux sauvages, espèces et habitats) ;
- dommages aux services écologiques.

Les décrets d'application relatifs à ces articles de la loi biodiversité n'ont à notre connaissance pas encore été pris. Il convient donc de faire appel aux services de police de la nature pour tout renseignement.

Pour aller plus loin

- Code de l'environnement (livre I, titre VI, articles L. 161-1 à L. 161-5)
- *La loi responsabilité environnementale et ses méthodes d'équivalence, guide méthodologique* (MEDDE/CGDD, 2012)
- *Les chantiers d'infrastructures routières et les milieux naturels – Prise en compte des habitats et des espèces* (Cerema Idrrim, 2018) [18]
- *Cours d'eau et ponts* (Cerema, 2007) [31]

4.2.8.4 - Gestion des produits de démolition

Même si les instructions administratives relatives à la gestion des produits de démolition sont souvent reportées en phase travaux, l'application de la réglementation peut conduire à privilégier tel ou tel scénario. Aussi, la gestion des déchets doit être anticipée en amont et doit bien souvent être considérée comme un fil conducteur incontournable d'un projet qui inclut une démolition totale ou partielle d'ouvrages d'art, ou des opérations de remise en peinture de charpentes métalliques, susceptibles de générer d'importants volumes de déchets.

Figure 23 : Fig. 22a – Démolition d'un pont au brise-roche hydraulique (BRH)



Figure 24 : Fig. 22b – Enlèvement d'un pont par porteur multi-essieux pendulaires



Les modalités de démolition des ouvrages doivent être présentées à l'appui du dossier d'APROA.

Les contraintes de gestion d'un chantier avec du plomb et surtout de l'amiante peuvent être déterminantes dans le choix d'un scénario compte tenu des fortes implications organisationnelles et des coûts induits par la gestion de ces polluants. Il peut s'y ajouter la problématique des produits excavés qui peuvent présenter des polluants nécessitant un traitement particulier.

Pour aller plus loin

- Code de l'environnement (livre V, titre IV, articles L 541-1 à L 541-50)
- *La démolition des ponts et la gestion de leurs déchets* (Cerema, 2018) [46]
- *Décapage des peintures anticorrosion des ouvrages d'art métalliques – Caractérisation du déchet et proposition d'une filière de gestion* (Cerema, 2019) [37]

4.2.8.5 - Sites classés et ouvrages classés

Au titre du Code de l'urbanisme, les transformations d'ouvrages existants situés dans un périmètre de protection des monuments historiques classés ou inscrits au titre du Code du patrimoine ou classés ou inscrits au titre du Code de l'environnement doivent faire l'objet d'un avis de l'architecte des bâtiments de France (ABF). Il peut être utile, dans ce cas, de se faire assister par un architecte du patrimoine qui pourra traduire les exigences de protection en spécifications de projet.

En outre, les travaux sur des ouvrages situés aux abords d'un monument classé avec lequel ils forment un « ensemble cohérent » doivent faire l'objet d'une demande d'autorisation de travaux au titre du Code du patrimoine (§ 621-27); il est recommandé de se rapprocher au préalable de la direction régionale des affaires culturelles (DRAC).

Les travaux sur les ouvrages classés, ce qui est beaucoup plus rare en ouvrages d'art, doivent être envisagés en concertation étroite avec la direction régionale des affaires culturelles (DRAC) qui pourra en outre en déléguer le pilotage à un architecte des monuments historiques.

Remarques

Formellement, la consultation de l'ABF se fait par l'intermédiaire de la commune concernée.

Dans le cas de transformation significative d'un ouvrage avec un fort impact architectural, il est nécessaire de consulter l'avis de l'architecte concepteur.

4.2.9 - AUTRES DÉMARCHES À CONDUIRE

Suivant l'environnement et la localisation des ouvrages, des démarches spécifiques sont à conduire auprès des gestionnaires d'ouvrages ou d'infrastructures impactés par les travaux. Il ne s'agit pas d'instructions réglementaires à proprement parler, mais des autorisations et accords peuvent être requis et parfois des arrêtés préfectoraux, voire ministériels, nécessaires pour la réalisation des travaux, tant en ce qui concerne l'exploitation sous chantier que sa sécurité ou la pérennité des installations.

On peut citer, par exemple :

- les ouvrages en milieu ferroviaire;
- les ouvrages au-dessus d'autoroutes concédées;
- les ouvrages à proximité d'installation de gaz, d'air liquide, de pipelines ou de réseaux électriques;
- les ouvrages éventuellement concernés par des servitudes radioélectriques ou aériennes (en phase travaux);
- les ouvrages au-dessus de voies navigables;
- les ouvrages à proximité ou qui interfèrent avec certains ouvrages liés à la sécurité hydraulique (digues, barrages...).

Pour les ouvrages en milieu ferroviaire, il est important de se référer aux « directives de sécurité ferroviaires (DSF) » éditées par la SNCF [17].

En particulier, outre la mise au point d'une convention « études et travaux », entre le maître d'ouvrage et la SNCF, le MOA doit contractualiser une mission de sécurité ferroviaire (MSF) auprès de SNCF Réseau.

Cette contractualisation doit être réalisée le plus tôt possible dans la conduite de l'opération.

La mission de sécurité ferroviaire (MSF) a pour objectif d'émettre un avis :

sur la faisabilité de l'opération au regard des risques ferroviaires engendrés;

sur le choix des mesures de sécurité ferroviaire envisagées et arrêtées pour l'opération;

le cas échéant, sur la nécessité pour le MOA de faire appel à des entités reconnues compétentes par SNCF Réseau pour l'ensemble des domaines d'activité concernés.

Ainsi, lors de l'élaboration des scénarios et du projet, le maître d'ouvrage formalise son analyse des impacts ferroviaires à travers un dossier de conception spécifique (DCS) qui permet de discuter et d'échanger avec le correspondant MSF.

En dernier lieu, une notice de sécurité ferroviaire (NSF) est élaborée en phase PRO et soumise à l'approbation de SNCF Réseau.

Lorsque l'imbrication des travaux avec l'exploitation des voies ferrées est prégnante, l'association des services de la SNCF est nécessaire tout au long du projet.

Pour les franchissements d'autoroutes concédées, le MOA doit rédiger en phase PRO une notice particulière de sécurité autoroutière (NPSA) et la transmettre pour information à l'autorité concédante. Cette notice est adaptée aux travaux à réaliser et doit être rendue contractuelle dans les marchés passés avec les entreprises. Elle a pour objectif de recenser les contraintes liées à la sécurité des usagers de l'autoroute, la gêne forte à l'usager, voire la perte d'exploitation si la fermeture d'autoroutes est nécessaire. Elle détaillera notamment qui sont les responsables de la sécurité au sein des entreprises travaillant sur l'ouvrage, les phases de travaux réalisés au-dessus de voies circulées ou non, et identifiera les points d'arrêts de vérification de la sécurité avant rétablissement du trafic.

Bien évidemment, il peut en résulter des obligations ou des contraintes spécifiques pour la réalisation des travaux, susceptibles d'impacter le choix d'une solution.

Souvent, certaines études techniques nécessaires ne peuvent être réalisées que par les exploitants de ces réseaux : une convention « études et travaux » doit alors être mise au point afin de décrire le rôle de chacun, les autorisations à obtenir, ainsi que les rémunérations et frais à prévoir.

Il ne faut pas négliger les délais qui découlent de ces études et instructions, susceptibles d'impacter très fortement le planning général (et représenter un coût non marginal).

4.2.10 - LA RÉDACTION DU PROGRAMME

Le maître d'ouvrage établit le programme de l'opération (livre IV du Code de la commande publique, art. L. 2421-2).

Sur le plan technique, le programme de réparation ou de réhabilitation d'un ouvrage reprend les conclusions de l'étude des scénarios et décline la solution retenue par le maître d'ouvrage.

La programmation des études doit être abordée et fixer les modalités retenues pour leur réalisation : études en régie, maîtrise d'œuvre externalisée, études complémentaires à effectuer, instructions réglementaires non encore effectuées...

Les délais et la programmation financière sont également déclinés.

En pratique, le programme peut aborder tout ou partie des points suivants :

- objectifs de l'opération et besoins qu'elle doit satisfaire ;
- contraintes et exigences à respecter (niveaux de service, durée de vie résiduelle...);
- description de la solution technique retenue, incertitudes éventuelles, hypothèses de base y compris les références réglementaires ou normatives les plus importantes ;
- coût de l'opération (une fourchette de 20 % à 25 % est acceptable au stade « scénarios »);
- modalités de gestion des situations de surveillance renforcée ou de haute surveillance pendant la durée des études ;
- modalités de consultation et de contractualisation avec les prestataires ;
- phasages des études et des travaux cohérents avec le scénario retenu et les caractéristiques des ouvrages ;
- phasages de l'exploitation ;
- modalités de contrôles et de validations aux différentes phases en lien avec le plan qualité de la maîtrise d'ouvrage (SMQ, SDQ, PAQ, PQO) ;
- respect de la santé et de l'environnement ;
- obligations et instructions réglementaires à compléter ;
- besoins de communication et de consultation des tiers impactés.

4.3 - LES MISSIONS DE LA MAÎTRISE D'ŒUVRE ET LE PILOTAGE (PHASE 3)

Nous traitons ci-après du cas général d'une mission de maîtrise d'œuvre globale externalisée. Les missions seront donc à adapter si elles sont externalisées en partie seulement sous forme d'assistance à maîtrise d'œuvre (AMOE), par exemple, dans le cas où le maître d'ouvrage conserve la maîtrise d'œuvre en régie interne.

Le guide se limite aux missions de la phase conception (AVP, PRO, DCE y compris AMT), soit la phase 3 introduite ci-avant.

Les services de l'État pourront s'appuyer sur le **Guide de la maîtrise d'ouvrage routière de l'État pour le pilotage d'un maître d'œuvre privé** (2018). Ce guide a essentiellement été conçu pour les opérations d'investissement routier en général et non spécifiquement pour les interventions complexes sur ouvrages d'art existants, mais les principes généraux développés sont semblables (le guide précise les réserves inhérentes aux interventions sur un ouvrage existant).

4.3.1 - INTRODUCTION

Le programme d'intervention sur un ouvrage existant s'appuie sur un dossier de diagnostic et de présentation de scénarios « plausibles », à l'instar des études de variantes ou de faisabilité en ouvrages neufs.

Il est préférable que les instructions réglementaires et les dossiers correspondants soient réalisés avant le lancement de l'avant-projet. À défaut, s'ils sont assez formels, la composition peut être confiée au maître d'œuvre en mission complémentaire. Cependant, les instructions réglementaires (et en particulier celles relatives à la loi sur l'eau) peuvent invalider des solutions techniquement possibles et déjà bien avancées ; la position des instructions réglementaires doit donc être judicieusement programmée par rapport aux études d'avant-projet (avec, le cas échéant, des scénarios de repli).

Une fois que la solution est bien définie et qu'il est démontré qu'elle est réalisable, l'avant-projet est validé et le maître d'œuvre déroule l'ensemble des missions classiques (PRO, DCE) avec un niveau de détails croissant.

Sous-traitance d'un APROA

La sous-traitance d'un APROA en tant que tel et donc toutes les missions qui en découlent (suivant la composition précisée par l'instruction ministérielle) n'est pas praticable puisque le dossier d'APROA constitue l'achèvement d'un processus en trois phases telles qu'elles sont définies dans ce guide.

En pratique, le maître d'ouvrage réalise avec son assistant et différents prestataires les phases de diagnostics (phase 1) et de scénarios (phase 2) puis désigne un maître d'œuvre de conception (phase 3).

À priori, compte tenu du niveau de précision exigé, le dossier d'APROA est composé à partir d'un projet PRO, mais il peut également être composé à partir d'un AVP approfondi si celui-ci est suffisant. Dans un cadre contractuel, il est envisageable de recourir à deux niveaux de projet PRO1 et PRO2 : le niveau PRO1 permet l'instruction du dossier d'APROA et le niveau PRO2 est achevé après réception des conclusions de l'instruction.

4.3.2 - ÉTENDUE DES MISSIONS EXTERNALISÉES, ORGANISATION

Le maître d'ouvrage doit déterminer la portée des missions à externaliser, ce qui peut d'ailleurs constituer un point du programme ; dans ce cadre, sont décidés :

- le périmètre des travaux ou de l'opération (en général, il résulte de l'application du programme) ; en réparation, cela se réduit le plus souvent à l'ouvrage lui-même avec ses installations de chantier et les zones impactées de manière temporaire ;
- la nature des missions, qui peuvent aller de la maîtrise d'œuvre complète à des missions partielles de maîtrise d'œuvre si le maître d'ouvrage dispose, en interne, de capacités de maîtrise d'œuvre en régie ;
- les modalités de la consultation.

En sus du programme, il est souhaitable que le maître d'ouvrage précise ou complète son système de management de la qualité (SMQ) ou son PGO suivant la nature de l'opération.

Les missions de base de la maîtrise d'œuvre sont définies à l'article R. 2431-4 du livre IV du Code de la commande publique. En réhabilitation et généralement lors d'une intervention sur un ouvrage existant, elles ne sont pas toutes requises (voir encadré pour les opérations de réparation ou d'entretien). Cependant de nombreuses missions (complémentaires) non décrites par le livre IV du Code de la commande publique peuvent être nécessaires.

Les missions comprennent :

- les études d'avant-projet (AVP) ;
- les études de projet (PRO) ;
- l'assistance apportée au maître de l'ouvrage pour la passation du contrat de travaux (AMT) ;
- l'examen de la conformité au projet et le visa des études d'exécution réalisées par l'entrepreneur (VISA) ;
- la direction de l'exécution du contrat de travaux (DET) ;
- l'assistance apportée au maître de l'ouvrage lors des opérations de réception et pendant la période de garantie de parfait achèvement (OPR).

S'y ajoutent le plus souvent des missions complémentaires : par exemple, en phase étude, la réalisation de dossiers règlementaires ou, en phase travaux, le contrôle extérieur des études d'exécution (cf. 4.3.7.4 et 4.4.1) et le pilotage des contrôles extérieurs spécialisés (cf. 3.3.5.4 et 4.3.7.4).

Voir également : Référentiel Ingénierie de la Maintenance IMGC [5]

À propos de l'application du livre IV du Code de la commande publique pour les opérations de réhabilitation sur ouvrage d'art

Selon le livre IV du Code de la commande publique, « la mission de maîtrise d'œuvre est une mission globale qui doit permettre d'apporter une réponse architecturale, technique et économique au programme défini par le maître d'ouvrage ».

Suivant l'article L. 2412-1 du même code, cette définition générale est applicable à une opération de réhabilitation. Il est à noter que le terme réhabilitation doit être entendu au sens large, dès lors qu'une transformation de l'ouvrage, même minime, est prévue, ce qui est souvent le cas en réparation³. Le maître d'ouvrage peut, en revanche, choisir d'appliquer le CCAG PI ou le CCAG MOE⁴.

Exemple : une opération qui a pour objet une mise en conformité aux Eurocodes, avec amélioration de la performance structurale, peut être considérée comme une réhabilitation.

À contrario, des missions individualisées de diagnostic, d'études et plus généralement d'assistance à la maîtrise d'ouvrage (notamment si les services de celui-ci assurent la maîtrise d'œuvre en régie) ou des interventions bien circonscrites d'entretien spécialisé (sans réhabilitation) ne relèvent pas, à priori, du livre IV du Code de la commande publique ni du CCAG MOE. Elles relèvent par contre du CCAG PI.

Exemple : le remplacement d'un joint de chaussée n'est pas une réhabilitation, mais une opération d'entretien ou de réparation.

Agencement des missions de maîtrise d'œuvre

S'agissant d'opérations d'infrastructures, le maître d'ouvrage a toute liberté de composer une mission de maîtrise d'œuvre par agencement des missions définies au livre IV du Code de la commande publique (contrairement à une opération de « bâtiment » qui définit une mission de base comprenant l'ensemble des éléments de missions réglementaires prévues).

C'est dans cet esprit qu'il a été indiqué précédemment qu'il n'était pas toujours utile, dans le cas de projets de réparation ou de réhabilitation, sur le plan technique, de distinguer les phases AVP et PRO. Cependant, lorsque les missions sont externalisées, les deux phases permettent des validations par étapes par la maîtrise d'ouvrage. Il est par exemple possible de fixer une composition minimale de l'AVP, la composition du PRO et un délai global unique pour les deux missions, afin de laisser le maître d'œuvre gérer la prestation pendant ce délai. Ces deux phases AVP, et PRO (ou encore PRO1 et PRO2) permettent alors de gérer des temps d'instructions et d'avis préalables.

Rémunération des missions

Selon le livre IV du Code de la commande publique, la rémunération des missions de maîtrise d'œuvre est forfaitaire. Cependant ces forfaits sont librement établis ; il n'est pas recommandé de s'appuyer sur des barèmes forfaitaires qui ne sont pas conçus pour des interventions complexes de réparation d'ouvrages d'art.

La notion de « coût prévisionnel »⁵ est parfois difficile à gérer dans le cadre d'une opération de réparation. Si la rémunération du maître d'œuvre est assortie de pénalités en cas de non-respect du coût prévisionnel⁶, il convient d'être circonspect sur la fixation du seuil de tolérance eu égard aux incertitudes de l'intervention et de fixer le coût prévisionnel le plus tard possible (au plus tard, avant le lancement de la procédure de passation des marchés publics de travaux).

3 CAA de Lyon, 4e chambre – formation à 3, 21 juin 2018, n° 16LY02081

4 Cf. arrêté du 30 mars 2021 portant approbation du cahier des clauses administratives générales des marchés publics de maîtrise d'œuvre. L'application du CCAG MOE n'est pas obligatoire et le maître d'ouvrage a la liberté de retenir le CCAG qui convient à son opération. Toutefois, le CCAG MOE ne peut être retenu que dans le cas où une prestation de travaux (DET ou AOR) est prévue.

5 Cf. article R. 2432-3 et R. 2432-4 du livre IV du Code de la commande publique pour ce qui concerne la fixation du coût prévisionnel à l'issue des phases AMT d'une part et DET+AOR d'autre part.

6 L'article R. 2432-5 du livre IV du Code de la commande publique permet, le cas échéant, de sursoir à ces engagements sur les coûts en cas de méconnaissance de données techniques lors de leur établissement.

Phases ou parties techniques

S'il est fait appel dans ce guide à la notion de « phases », du point de vue contractuel, il est judicieux de définir dans les marchés de prestations intellectuelles, des parties techniques qui rassemblent une ou plusieurs missions de façon cohérente. Chacune de ces parties techniques, assortie d'un montant, pourra alors être exécutée distinctement, afin de permettre l'arrêt des prestations en application de l'article 22 du CCAG PI, sous réserve que cette possibilité soit expressément prévue au marché.

4.3.3 - PRÉREQUIS

Le recrutement d'un maître d'œuvre externe à la maîtrise d'ouvrage intervient après l'achèvement des études de scénarios et l'établissement du programme (phase 2).

Il n'y a pas d'incompatibilité juridique à ce que le maître d'œuvre retenu en phase 3 ait participé aux étapes précédentes (phases 1 et 2). Cependant, on doit veiller à ce que la concurrence soit équitable (cf. arrêt de la Cour européenne de justice du 3 mars 2005) : les nouveaux intervenants doivent disposer d'un niveau d'information équivalent et d'un temps d'appropriation adéquat.

Les éléments prérequis sur lesquels s'appuie une consultation de maîtrise d'œuvre comprennent :

- le dossier d'ouvrage le plus complet possible ;
- l'ensemble des études de diagnostic ;
- le choix d'un scénario d'intervention et la présentation des raisons qui ont motivé ce choix ;
- le programme de la réparation ou de la réhabilitation ;
- le planning général de l'opération et de son financement ;
- les résultats disponibles de discussions avec l'exploitant, les plannings d'interventions éventuelles déjà programmées ou envisagées ;
- les diagnostics spécifiques risques pour la santé (amiante, plomb, HAP) ;
- la liste des instructions réglementaires à prévoir et/ou déjà effectuées (loi sur l'eau, consultations ABF/DRAC, Code de la santé...).

Il est utile de prévoir que le maître d'œuvre rédige une note d'appropriation ou une analyse critique du programme ; cette note est alors remise avec le mémoire technique à l'appui de l'offre, ou en tout début de mission.

4.3.4 - L'AVANT-PROJET**4.3.4.1 - Objectifs de l'avant-projet**

L'avant-projet (AVP) approfondit les études techniques antérieures en poursuivant les objectifs suivants :

- les contraintes d'exécution par rapport à l'exploitation et à l'environnement de l'ouvrage sont globalement définies dans les scénarios, mais il est ici nécessaire de les vérifier et de les caler précisément et autant que possible définitivement ; en d'autres termes, les conditions d'exécution qui impactent l'exploitation et l'environnement ne doivent plus être remises en cause à l'issue de l'avant-projet ;
- recherche de variantes autour d'un scénario défini en vue de l'optimisation de la solution ;

- en fonction de leur nature, la présence de réseaux peut parfois impacter le choix d'une solution technique ; il s'agit donc, dès le stade de l'AVP, de valider la faisabilité de la solution de travaux compte tenu des réseaux en place et d'anticiper les conséquences des interventions des concessionnaires sur le planning et le phasage des travaux,
- le coût de l'opération : il est fixé à l'issue de l'avant-projet.

Compte tenu des particularités et difficultés inhérentes à une intervention sur un ouvrage existant, les études avant le projet (au niveau de l'avant-projet, au plus tard) sont souvent approfondies à un niveau technique, théorique et souvent pratique bien au-delà de ce qui est attendu pour un ouvrage neuf.

Une attention particulière est à porter sur les conditions de mise en œuvre :

- des réparations : quel matériel peut-on déployer dans l'ouvrage et à proximité ?
- sous circulation : possibilités, cadences, conditions d'accès à l'ouvrage (par-dessus et par-dessous) ... L'avis de professionnels peut s'avérer nécessaire sur des points particuliers. Dans certains cas, il peut être prévu de réaliser des travaux ou des essais préalables.

Figure 25a : accès à l'ouvrage suspendu sur une demi-passe navigable



Figure 25b : platelage suspendu sous un VIPP



Par la suite, la réalisation du projet (PRO) a pour objectif de permettre l'élaboration ultérieure d'un DCE sur un scénario totalement valide.

4.3.4.2 - Nature des investigations complémentaires au stade AVP

La réalisation de l'avant-projet peut rendre nécessaire la mise en œuvre d'investigations complémentaires. Ces investigations peuvent avoir plusieurs buts :

- permettre de quantifier ou de définir le projet avec la meilleure précision possible sans impact sur le scénario. Ces investigations seront de préférence prévues d'emblée dans le cahier des charges du maître d'œuvre (par exemple : mesures géométriques, production de fonds topographiques, investigations géotechniques spécifiques...);
- compléter en tant que de besoin le diagnostic. Ces investigations peuvent permettre l'appropriation par le concepteur de l'ensemble du dossier et lui permettre d'assumer sa responsabilité de concepteur. Ces investigations complètent celles réalisées lors du diagnostic (cf. § 4.1) sur quelques points ciblés, mais elles doivent évidemment être utiles par rapport aux buts poursuivis et faire avancer la connaissance de l'ouvrage; à défaut, elles peuvent être valablement refusées par le maître d'ouvrage.

Si la possibilité est laissée aux tiers (bureaux d'études, maîtres d'œuvre) de prescrire des investigations complémentaires, il est en revanche déconseillé d'inclure ces investigations dans son marché, ce qui aurait pour effet d'en dissuader la prescription. Cependant, on rappelle ici qu'en principe, les investigations nécessaires à la confirmation des scénarios ont dû être réalisées lors des phases précédentes.

4.3.4.3 - Phasage de l'avant-projet

Le phasage de l'avant-projet, tel que présenté ici, s'applique dans le cas d'une prestation externalisée qui nécessite des phases de validations contractuelles très bien identifiées.

L'avant-projet est réalisé de façon itérative de la manière indicative suivante (il peut être nécessaire d'adapter les séquences suivant le cas de figure).

Du fait de la réalisation d'investigations complémentaires ou de travaux préalables, l'avant-projet peut être découpé en étapes ou phases successives.

Première phase (appropriation)

- recueil de toutes les données techniques requises, vérification de la complétude du dossier (ou non...);
- le cas échéant, recensement des concessionnaires si les éléments ne sont pas fournis par le maître d'ouvrage;
- appropriation du dossier de l'ouvrage et des études antérieures par le bureau d'études missionné;
- intégration des surveillances en cours (en temps réel),
- propositions éventuelles pour l'adaptation du scénario proposé;
- programmation des études géotechniques (mission G2);
- rédaction d'une note d'analyse validant le ou les scénarios proposés et proposant, le cas échéant, des investigations complémentaires préalables avec justifications des investigations proposées, description des conditions d'exécution par rapport à l'exploitation et compétences requises.

Deuxième phase (investigations éventuelles)

- rédaction des cahiers des charges nécessaires aux investigations complémentaires et consultations de tiers (les phases de sélection et de consultation de tiers sont souvent directement gérées par le maître d'ouvrage, mais le maître d'œuvre peut y apporter son concours);
- exécution des investigations complémentaires (y compris mission G2 éventuelle) et validation des résultats;
- première exploitation des résultats des investigations complémentaires en vue de la validation du scénario retenu par le maître d'ouvrage ou proposition de mise à jour du scénario retenu;
- rédaction éventuelle d'une note d'hypothèses en vue de calculs ou de recalculs;
- présentation d'une note de synthèse et de conclusions sur les investigations complémentaires.

Troisième phase (production de l'AVP)

- intégration des résultats des investigations complémentaires en vue du « prédimensionnement » (au sens large) du scénario confirmé à l'issue de la phase précédente;
- approfondissement des calculs effectués en phase de DIAG;
- rédaction d'une note de conclusions et de synthèses sur le scénario retenu avec les différentes solutions possibles. Différentes solutions restent encore envisageables à ce stade, comme par exemple, certaines options sur le phasage de réalisation, sur les dispositifs de retenue et coupes transversales);
- établissement (le cas échéant) des modalités de surveillance de l'ouvrage et des avoisinants en phase travaux;
- élaboration des plans tenant compte des résultats de l'étude.

Quatrième phase (finalisation de l'AVP)

- échanges itératifs avec l'exploitant afin d'établir et de sécuriser le planning prévisionnel des travaux au regard des contraintes d'exploitation (travail de nuit, possibilités de coupures de circulation et durée des coupures, durée de travail réellement effective, alternats, basculements...);
- organisation du chantier : conditions d'accès au chantier et aux installations;
- estimation, phasage des travaux et plannings d'interventions;
- note de synthèse et de conclusions.

Il est à noter que chacune des phases doit faire l'objet d'un point d'arrêt avec réunion de présentation; certaines phases intermédiaires peuvent faire l'objet de points critiques.

4.3.4.4 - Approfondissement des calculs

Les calculs effectués au stade AVP ont pour objet de confirmer le diagnostic (recalculs d'évaluation structurale) et doivent faire avancer de façon décisive les dimensionnements. En outre, pour différentes raisons (et notamment de coûts, de délais ou de disponibilités de résultats d'essais), certains calculs très fins n'auront pas pu être effectués aux stades de l'expertise et d'élaboration des scénarios.

Précision à atteindre

Il faut prévoir, au stade de l'AVP, de réaliser les calculs les plus avancés possibles au plan scientifique, suivant les ressources disponibles. En effet, contrairement au cas d'une opération d'infrastructures neuves, ce n'est pas au niveau du PRO qu'il faut réaliser ces calculs avancés, car ils peuvent avoir une incidence significative sur le déroulé des travaux et la validation définitive d'un scénario.

Responsabilité du concepteur

Le prestataire, s'il est le maître d'œuvre, est le « concepteur » et endosse de fait toutes les responsabilités liées à la conception du projet.

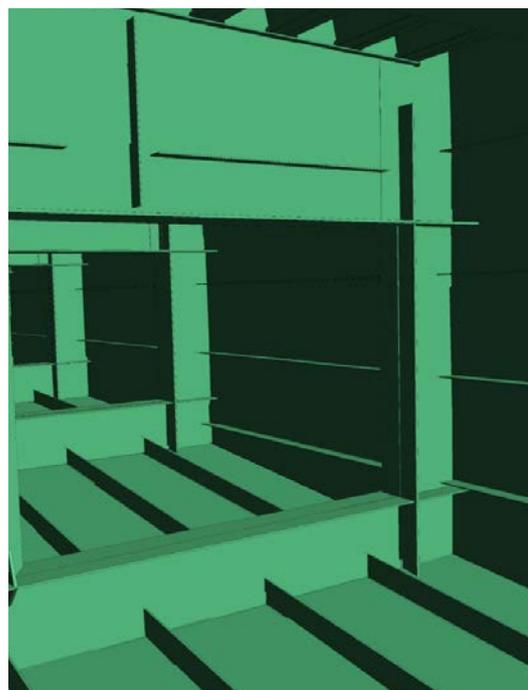
Il est donc nécessaire que le maître d'œuvre confirme les conclusions du diagnostic et réalise les éventuels dimensionnements à sa charge, et sous sa responsabilité, même si des calculs complexes ont été réalisés lors de la phase préalable de diagnostic, auquel cas ces études doivent être transmises en intégralité au maître d'œuvre-concepteur.

Rôle du maître d'ouvrage

Le maître d'ouvrage est responsable de la bonne transmission des données de base et du partage des informations.

Le maître d'ouvrage approuve les études d'avant-projet (et de projet) du maître d'œuvre (livre IV du Code de la commande publique, art. L. 2426-6). Il peut s'appuyer sur son AMO-T ou missionner un bureau d'études pour réaliser le contrôle (« extérieur ») des études produites.

Figure 26 : modélisation en éléments finis coques de la charpente métallique du viaduc de Martigues



En règle générale, les propriétés physiques et les résistances mécaniques des matériaux à prendre en compte sont issues de la phase d'évaluation structurale (diagnostic) et les réserves de capacité portante prises en compte dans le recalcul d'évaluation structurale sont conservées pour la justification de la réparation.

Il est ainsi possible d'envisager différentes modélisations avancées ; il est recommandé de faire varier, le cas échéant, certaines hypothèses, notamment en ce qui concerne les charges à appliquer, les matériaux, les pathologies, les valeurs de précontrainte... (cf. *Guide de conception des réparations structurales* [21]).

Les calculs à réaliser sont les suivants :

- calculs classiques s'ils sont suffisants ;
- calculs détaillés des stabilités réglementaires de toutes les pièces (en particulier pour les charpentes métalliques) ;
- prise en compte du phasage de construction ;
- calculs des coefficients critiques au second ordre suivant la nature de l'ouvrage, calculs en grands déplacements si besoin ;
- éléments finis pour certaines parties, notamment : points d'application des charges, pièces confinées... ;
- calcul de stabilité globale des parois de soutènements (éléments finis « géotechniques ») ;
- calculs de déformations ou de déplacements des sols ;
- hypothèses d'endommagements complémentaires (vérification de la susceptibilité) ;
- réactions de gonflement internes des bétons (RGIB) si elles sont à l'origine de désordres ;
- prise en compte du phasage des travaux ;
- prise en compte des effets des ouvrages provisoires sur l'ouvrage dans les conditions d'exploitation visées lors de la phase de travaux.

4.3.4.5 - Évolution du programme du maître d'ouvrage

S'agissant d'opérations de réhabilitation, le maître d'ouvrage peut faire évoluer le programme de l'opération à l'issue de l'avant-projet.

Il est cependant souhaitable que la nature et la portée des modifications figurent explicitement dans les clauses du marché du maître d'œuvre, assorties de conditions de révision de la rémunération.

Suivant la méthodologie exposée dans ce guide, cette situation peut être évitée par une conduite rigoureuse du diagnostic et de l'étude des scénarios (phases 1 et 2).

4.3.5 - LE PROJET

Le projet (PRO) ne doit remettre en cause ni le principe, ni les coûts, ni les contraintes du scénario retenu et validé par les études d'AVP. Il est en outre fortement déconseillé de changer de prestataire entre l'AVP et le PRO.

La marge de manœuvre d'évolution technique du projet est donc faible, mais le projet permet d'avancer et d'anticiper certains points spécifiques de l'exécution et des méthodes. C'est aussi le bon moment pour coordonner les interventions des gestionnaires de réseaux.

Pour des petites opérations relativement courantes de réparations ou de gros entretien, si l'avant-projet est suffisamment explicite sur les techniques à appliquer, l'approfondissement technique en phase projet n'est pas indispensable : le détail des techniques relève alors de l'exécution suivant les technologies et matériaux proposés. Néanmoins, la phase PRO peut rester utile vis-à-vis de l'organisation de l'opération (mise au point du plan de contrôle global, instructions administratives...).

Si l'AVP est suffisamment élaboré, le délai entre l'AVP et le PRO est mis à profit pour effectuer les instructions réglementaires requises.

Au cours de la phase PRO, le plan de contrôle global est mis au point par le concepteur en conformité avec le schéma directeur de la qualité du maître d'ouvrage. Le plan de contrôle global définit, en particulier, les intentions et objectifs en matière de contrôles intérieur ou extérieur, la nature, la portée du contrôle extérieur des travaux et les actions à réaliser sous forme de programme. Il précise la part des contrôles extérieurs à confier à des laboratoires ou bureaux d'études spécialisés (faisant l'objet d'un marché spécifique).

Le plan de contrôle global inclut le plan de contrôle environnemental [7] qui résulte des conclusions des instructions réglementaires (cet aspect n'est pas traité dans ce guide).

Le plan de contrôle global est mis à jour tout au long de l'opération et notamment pendant la période de préparation des travaux [7].

4.3.6 - PLANNING DES ÉTUDES DE LA MAÎTRISE D'ŒUVRE

Le phasage des études est assorti d'un planning qui permettra la contractualisation des délais.

4.3.7 - CONDITIONS D'EXÉCUTION ET CONSIDÉRATIONS PARTICULIÈRES

4.3.7.1 - Points de vigilance

On peut mettre en avant les quelques points de vigilance suivants :

- la définition du programme et une première évaluation du coût de l'opération résultent du diagnostic, mais celui-ci peut ne pas être complet, aussi le programme et le coût vont évoluer au cours du temps ; le programme de l'avant-projet doit le prendre en compte ;
- dans le cas d'une maîtrise d'œuvre externalisée en totalité, il y a un intérêt évident à prévoir d'emblée une mission de maîtrise d'œuvre globale « études et travaux » ; à défaut, il y a un risque fort de conflit de responsabilité à un moment ou à un autre entre le concepteur (en phase études) et le contrôleur (en phase travaux). Dans le même esprit, le contrôle extérieur des études d'exécution est confié de préférence au concepteur, qui est le mieux à même de défendre son projet devant l'entreprise. Ceci n'empêche pas le maître d'ouvrage de faire réaliser un contrôle par audits de la qualité des prestations du maître d'œuvre, notamment en ce qui concerne les contrôles prévus ;
- la conception de la réparation peut être remise en cause par l'entreprise réalisatrice des travaux et entraîner un surcoût ; ceci doit évidemment inciter à faire réaliser des études diagnostiques puis d'AVP et de projet poussées. Si, malgré cela, des conflits apparaissent du fait d'une forte remise en cause du projet initial, il ne faut pas s'interdire de dénoncer le marché de travaux ;
- le maître d'œuvre peut souhaiter dégager sa responsabilité s'il considère que le coût alloué à la réparation n'est pas suffisant, notamment suite à la découverte de désordres supplémentaires non connus au moment de la signature de son marché ou bien du fait d'offres anormalement basses. Une telle situation est très complexe à gérer ;
- la mise en œuvre des matériaux dépend fortement de contraintes telles que les espaces disponibles, l'accessibilité, les délais d'intervention, la météorologie, les disponibilités du contrôle extérieur (suivant les techniques mises en œuvre) qu'il faut donc évaluer préalablement ;
- des délais trop réduits peuvent ne pas être maîtrisés à cause de problèmes extérieurs (annulation de phases d'exploitation, pénurie de matériaux, intempéries...). Il peut être utile de réaliser une étude de risques pour les opérations les plus complexes et les plus critiques en termes de délai d'exploitation et de mettre en exergue les points de non-retour.

4.3.7.2 - Essais préalables ou travaux expérimentaux

La réalisation de travaux expérimentaux (ou essais préalables) est particulièrement intéressante pour permettre de valider un processus de réparation de nature répétitive et valider ainsi l'estimation financière du montant des travaux associés. Les points pouvant faire l'objet de ces validations sont les suivants :

- essais de décapage du système de protection anticorrosion (suivant le fascicule 56 du CCTG) en vue de définir les produits et les méthodes ;

- essais de démolition partielle ou dépose, par exemple d'équipements, afin d'estimer le rendement de travaux ;
- essais de démolitions partielles (notamment par hydrodémolition), afin d'évaluer les rendements selon les types de matériels utilisés, et d'évaluer l'impact sonore en cas de proximité de riverains ;
- essais d'injections de maçonneries, de bétons, de sols ou de clouages, afin d'estimer la faisabilité et les volumes de matériaux à prévoir ;
- essais de plusieurs techniques de réparation suivant des technologies proposées par des entreprises (après sélection de plusieurs entreprises) ;
- essais de vérification de l'efficacité d'une protection cathodique ;
- essais de mise en œuvre de matériaux innovants (sous réserve des clauses de confidentialité, de brevets et de l'équité de la concurrence...).

Les résultats détaillés de ces essais pourront être ensuite communiqués à toutes les entreprises qui auront à soumissionner.

Modalités de conduites de ces essais

Ces essais sont en réalité des travaux. Ils nécessitent l'établissement de procédures, descriptifs, contrôles et documents contractuels en tous points identiques (sauf en volume) à des marchés de travaux.

Généralement, ces essais se conduisent de façon optimale (vis-à-vis du planning) entre les phases AVP et PRO. Une limitation importante à considérer est que ces essais peuvent être soumis à des contraintes de réalisation aussi fortes que celles des travaux définitifs, alors que l'opération n'est pas encore dans une phase opérationnelle...

Les prestations intellectuelles correspondantes et le suivi de ces essais doivent être prévus au marché de maître d'œuvre ou faire l'objet d'un avenant si la nécessité se fait jour postérieurement au commencement du marché de maîtrise d'œuvre.

4.3.7.3 - Le dossier d'exploitation (DESC)

Les objectifs du dossier d'exploitation et les procédures applicables pour son établissement, les hypothèses de fluidité et de sécurité applicables puis l'instruction du dossier dépendent du type de chantier (courant, non courant) et des procédures propres au maître d'ouvrage.

Le dossier est composé par le maître d'œuvre en étroite collaboration avec l'exploitant et le gestionnaire. Dans le cas d'une maîtrise d'œuvre externalisée, il s'agit alors d'une mission complémentaire.

Mise au point du dossier d'exploitation (DESC)

Le dossier d'exploitation sous chantier (DESC) s'appuie sur une étude globale d'exploitation (ou dossier d'exploitation sous chantier étude) destinée à rechercher les modalités d'écoulement du trafic dans les meilleures conditions de sécurité et de fluidité. Cette étude est à élaborer systématiquement pour toute opération complexe ou à enjeux. Les opérations dites simples, opérations n'ayant que peu ou pas d'impact sur la fluidité du trafic, peuvent être sorties du champ d'application.

Les opérations complexes sont définies comme étant des opérations causant une gêne à l'utilisateur par un impact certain sur le trafic. On peut considérer qu'un volume de trafic excédant la capacité résiduelle théorique de 5% caractérise une opération complexe. Toutefois, les mesures d'exploitation envisagées permettent de maîtriser cet impact, soit par des déviations sur le réseau structurant ou sur les réseaux adjacents, soit par des mesures de délestage, soit par une information en amont des institutionnels et si nécessaire, des acteurs économiques.

Les opérations à enjeux, de niveau supérieur aux opérations complexes, doivent être évoquées par le plus haut niveau hiérarchique du service concerné, car elles peuvent générer une forte gêne à l'utilisateur et avoir un impact certain sur l'activité économique. Elles vont nécessairement demander une phase de concertation préalable avec les institutionnels (services préfectoraux, élus...) et les différents acteurs économiques.

Le DESC étude, quel que soit le mode de dévolution des travaux, est à constituer préalablement au lancement de l'appel d'offres ou de l'établissement du bon de commande. La notice d'exploitation sous chantier (NESC), produite pour le dossier d'appel d'offres (DCE), n'est qu'une partie du DESC étude. Le contenu du DESC étude doit clairement expliciter l'ensemble des contraintes d'exploitation que le maître d'œuvre devra intégrer dans sa réflexion avec le concours de l'exploitant. La prise en compte de ces contraintes donnera lieu à une définition des différents scénarios possibles d'exploitation sous chantier et le choix proposé sera argumenté. Le DESC étude devra également évoquer le plan de communication et conclure sur la mise en œuvre d'un dispositif d'information ou de concertation des institutionnels.

La NESC, établie en collaboration avec l'exploitant, devra être cohérente avec le scénario retenu par le maître d'ouvrage. Intégrée au DCE, elle devra préciser à l'entreprise l'ensemble des recommandations, les modalités d'exploitation sous chantier qui lui sont imposées ainsi que les procédures applicables pour l'établissement et l'instruction du dossier d'exploitation sous chantier travaux.

S'agissant de la constitution de ce dernier, la NESC devra préciser les éléments attendus qui détailleront le scénario retenu par le maître d'ouvrage. On y trouvera notamment :

- une présentation générale des travaux (objet, situation, calendrier);
- une description des travaux;
- l'analyse trafic et notamment les impacts en matière de retenue de files;
- l'exploitation sous chantier retenue (référence réglementaire, signaux de signalisation utilisés);
- les moyens mis en œuvre pour assurer la sécurité des intervenants et des usagers (moyens d'intervention, maintenance, surveillance);
- les moyens envisagés pour la communication, l'information et la concertation;
- le phasage précis des travaux;
- les itinéraires de déviation s'il y a lieu;
- les itinéraires de délestage s'il y a lieu;
- les éventuelles mesures d'accompagnement complémentaires;
- le projet d'arrêt.

Le rédacteur devra être guidé en permanence par la problématique de l'implication du chantier dans la gêne à l'usage et son impact sur le tissu local et économique.

4.3.7.4 - Autres missions à réaliser en phase d'études

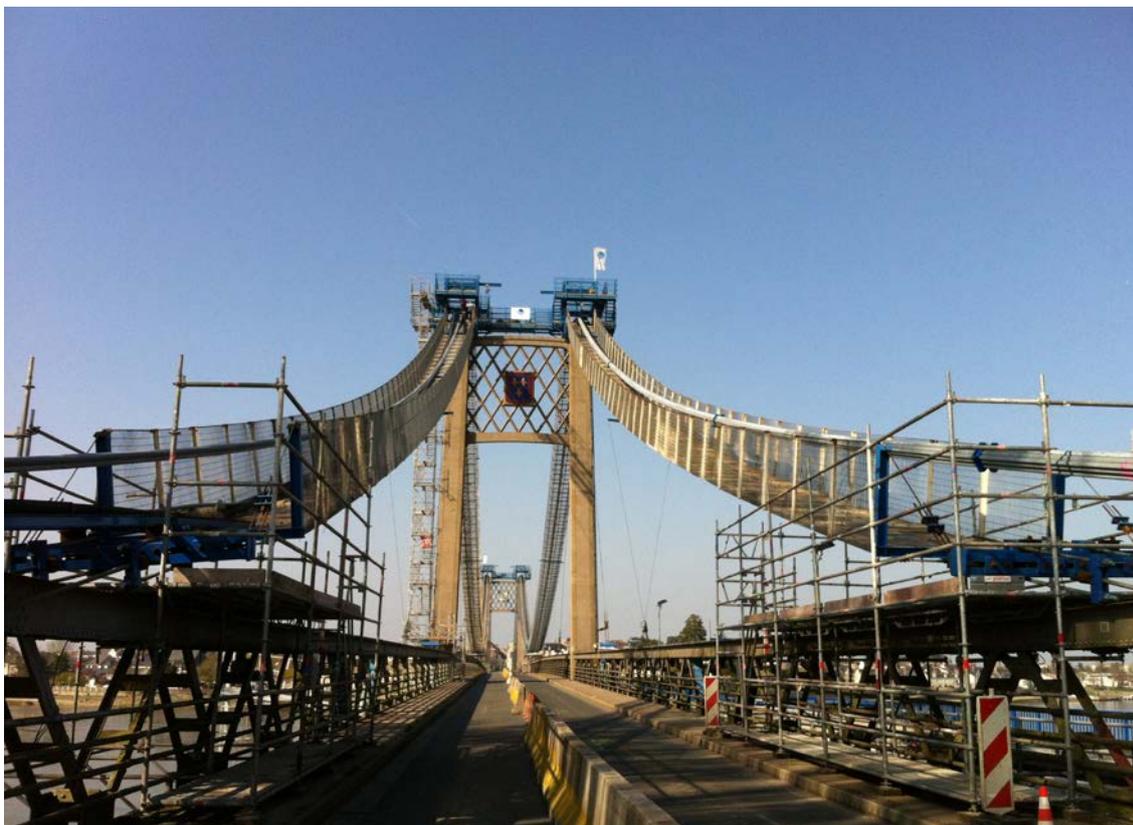
Les missions complémentaires de la maîtrise d'œuvre en phase d'études peuvent être diverses et nombreuses. Il peut s'agir des missions suivantes (liste non exhaustive) :

- réalisation d'investigations complémentaires;
- missions géotechniques (mission G2, les missions G5 étant plutôt du ressort des phases de diagnostic);
- topographie (levés complémentaires);
- réalisation du dossier « loi sur l'eau » (ou d'autres dossiers réglementaires éventuels s'ils ne sont pas aboutis);
- assistance au MOA pour l'établissement de conventions (exemple : avec la SNCF);
- assistance au MOA pour la définition des mesures d'exploitation des voiries pendant les travaux;
- assistance au MOA pour la concertation avec les gestionnaires de réseaux;
- élaboration du plan de contrôle global qui comprend le programme de contrôle extérieur : ces éléments relèvent de la responsabilité du concepteur et sont établis au cours de la phase PRO. Il est hautement recommandé d'inclure les missions correspondantes dans la mission PRO ou à défaut, de prévoir une mission distincte à réaliser à l'issue du PRO. En effet, cet élément de mission n'est pas explicitement décrit par le livre IV du Code de la commande publique;
- assistance au maître d'ouvrage pour la passation des marchés de contrôle extérieur des travaux (rédaction des projets de marché, analyse des offres...).

4.4 - ÉLÉMENTS SUR LA PHASE TRAVAUX

La description détaillée de la phase travaux sort du cadre et de l'objectif de ce guide. Les éléments ci-après sont néanmoins utiles à connaître, car ils peuvent orienter certaines décisions à prendre au cours des phases précédentes.

Figure 27 : phase travaux : l'aboutissement des processus d'expertises et d'études



4.4.1 - MISSIONS DE LA MAÎTRISE D'ŒUVRE EN PHASE TRAVAUX

Les missions du maître d'œuvre de travaux de réparation ou de réhabilitation d'ouvrages d'art ne sont pas fondamentalement différentes de celles d'un maître d'œuvre d'ouvrages neufs, missions qui sont généralement bien documentées.

Nous soulignons toutefois la nécessité de bien définir, dans le cadre de la consultation du maître d'œuvre :

- les exigences minimales en ce qui concerne la surveillance des travaux et les temps de présence du représentant du MOE sur chantier (par exemple : trois demi-journées par semaine au minimum);
- la mission de contrôle extérieur des études d'exécution qui est à priori non comprise dans la mission VISA et qui doit faire l'objet d'une description et d'une rémunération spécifiques [4] [7], en y incluant lorsque nécessaire la mission géotechnique G4;
- le pilotage du contrôle extérieur des travaux (analyse, exploitation, service fait) [7] non explicitement décrit dans la mission DET,
- les modalités de tenue du journal de chantier.

Contenu de la mission VISA

La mission VISA en elle-même a peu de portée technique sur les ouvrages d'infrastructures. En effet, par son visa, le maître d'œuvre ne fait que confirmer la conformité au programme des études d'exécution et ce visa n'implique pas un contrôle des études d'exécution. Cette limitation vient sans doute du fait qu'en bâtiment, les études d'exécution étaient souvent réalisées par le maître d'œuvre. Malgré cela, le maître d'œuvre garde la responsabilité totale de la conception, mais finalement cette clause de responsabilité n'intervient qu'en cas de recours en garantie ou de procédure pénale...

Aussi, pour se prémunir de défaillance pouvant compromettre la pérennité de l'ouvrage à long terme, il est indispensable de prévoir une mission complémentaire de « contrôle extérieur des études d'exécution » à la mission VISA.

Programme du contrôle des études d'exécution (mission complémentaire à la mission VISA)

Le contrôle des études d'exécution comprend :

- le contrôle de la pertinence et de la compatibilité des dispositions proposées par rapport aux conclusions des études antérieures et aux clauses du marché;
- le contrôle des notes d'hypothèses et de la pertinence des modélisations;
- le contrôle des notes de calculs pas-à-pas ou la réalisation de contre-calculs spécifiques⁷;
- la vérification des plans de coffrage : respect du programme, du projet du maître d'œuvre, des règles de l'art, en s'assurant de la compatibilité avec la géométrie de l'existant;
- la vérification des plans de ferrailage et de précontrainte : respect des notes de calculs et des règles de l'art suivant les procédés proposés;
- les vérifications des plans de charpente métallique et des assemblages : respect des notes de calculs et des règles de l'art;
- la vérification complète et détaillée des plans : façonnages, cotations, quantitatifs... (*);
- le contrôle des ouvrages provisoires de catégorie 1 au sens du fascicule 65 du CCTG;
- le respect des fiches d'emploi des procédés et produits proposés dès lors qu'ils impactent les hypothèses de calcul ou les méthodes de calcul.

Suivant la nature du projet, d'autres éléments peuvent être intégrés au contrôle extérieur.

⁷ Ces éléments correspondent au niveau de contrôle « renforcé » suivant SYNTEC [4]

Contrôle extérieur des études d'exécution par un tiers : une mauvaise idée.

L'idée selon laquelle un contrôle extérieur des études d'exécution devrait être réalisé par un tiers (autre que le concepteur) n'est pas pertinente, surtout en réparation. Sauf à ce que le tiers ait été associé aux études d'AVP et de PRO, il est peu probable que ce dernier puisse s'approprier les études correspondantes et défendre de façon pertinente les options retenues. Aussi, c'est bien une mission complémentaire à prévoir dans le cadre de la consultation du maître d'œuvre. Si le maître d'ouvrage a des doutes sur la qualité du projet du maître d'œuvre, alors il doit le faire contrôler en amont (par son AMO technique, par exemple).

4.4.2 - À PROPOS DES VARIANTES ET DES PROPOSITIONS D'ENTREPRISES

Même si l'entreprise a un devoir de conseil et que parfois, le contexte d'une intervention sur un ouvrage dégradé nécessite des recherches de solutions techniques, le contexte contractuel d'un marché de travaux classique passé après appel d'offres est en règle générale incompatible avec des prises de décisions (diagnostic, principes et scénarios...) qui relèvent des étapes antérieures et de la responsabilité de la maîtrise d'ouvrage.

Aussi, sauf cas particulier à justifier (voir encadré), il n'est pas question de confier à l'entreprise tout ou partie des études de projet (PRO).

Pour cette même raison, les variantes larges sont déconseillées en réparation, au profit de propositions techniques limitées aux méthodes d'entreprises, à des produits... Il est d'ailleurs à noter que la responsabilité du maître d'œuvre sur des variantes éventuelles est importante, car il est supposé les avoir (ré) étudiées et il doit s'assurer de leur cohérence avec le programme dans le cadre de sa mission AMT.

Il est néanmoins recommandé de mettre à profit les possibilités de négociation ouvertes par le Code de la commande publique, afin de s'assurer de la compréhension par les entreprises des solutions préconisées et, le cas échéant, d'ajuster quelques points de méthode. Le Code de la commande publique demande alors d'indiquer au règlement de consultation les « exigences minimales », c'est-à-dire ce sur quoi on ne négocie pas... ce qui n'est pas toujours très facile, surtout si on veut limiter l'ampleur des adaptations techniques négociables.

En tout état de cause, hormis les cas évoqués en encadré ci-après, **il est formellement déconseillé de confier à l'entreprise des missions de conception.**

Conduite des études de projet par l'entreprise

Exceptionnellement, il est envisageable de confier tout ou partie des études de projet (AVP, PRO) à une entreprise ou de l'associer pour la réalisation de ces études. Ce cas doit rester exceptionnel; il s'applique, par exemple, dans le cas où les technologies propres aux entreprises sont dominantes dans le choix d'une solution technique. Néanmoins, toutes les phases de diagnostic et les recherches de scénarios doivent être conduites par le maître d'ouvrage, afin qu'il puisse apprécier en connaissance de cause les solutions d'entreprises et que ces dernières disposent de toutes les informations techniques utiles.

Dans ce cas, le cadre contractuel n'est pas celui d'un marché classique tel que décrit ci-dessus; les solutions envisageables sont les suivantes :

- **le dialogue compétitif** : il prévoit d'associer les entreprises à la réalisation de la mission AVP puis à la mission PRO en vue de la finalisation de celles-ci ou de leur optimisation. Le dialogue compétitif doit néanmoins s'appuyer sur des études de diagnostic de très bon niveau afin de permettre aux candidats de formuler des propositions pertinentes; l'étude des scénarios reste un préalable, afin de déterminer les contraintes principales du programme à soumettre aux entreprises.

Le recours à cette procédure doit être justifié par des motifs d'ordre technique : par exemple, recours à des solutions innovantes, à des technologies d'entreprises dont la mise en œuvre est dépendante des méthodes employées. L'intérêt de cette procédure est qu'elle permet — par définition — le dialogue (ou la négociation) avec les entreprises et la finalisation progressive du programme avant la remise finale des offres qui sont alors évaluées dans un cadre classique (non négociables).

Ici, les études d'AVP voire de PRO (suivant le cas) peuvent être réalisées préalablement à la signature du marché de travaux. En conséquence, cette procédure peut se révéler plus longue qu'une procédure classique du fait des auditions successives, du temps nécessaire aux études et aux justifications et vérifications à produire. En outre, au cours du dialogue, les entreprises réalisent des études qui doivent être rémunérées; pour les entreprises, cette formule n'est pas toujours idéale compte tenu du temps, des moyens nécessaires pour réaliser ces études et de la faiblesse des rémunérations généralement accordées.

Cette procédure reste compatible avec le Code de la commande publique (livre IV) en ce qui concerne le rôle du maître d'œuvre et tous les textes en vigueur (CCAG, CCTG). Cependant elle ne l'est pas avec un concours de maîtrise d'œuvre.

- **le marché de conception-réalisation** : il est exceptionnel en ouvrages d'art et encore plus en réparation. Il doit être justifié par l'impossibilité pour le maître d'ouvrage de définir les prescriptions détaillées qui sont intimement liées à des « processus » d'entreprises (motifs d'ordre technique selon le Code de la commande publique). La grande différence par rapport aux autres modes de dévolution est que la maîtrise d'œuvre est ici intégrée à l'entreprise retenue. Il est recommandé que la procédure soit précédée, pour le choix du groupement, d'un dialogue compétitif mené sur une étude de niveau AVP (rémunérée), ce qui permet l'ouverture effective d'un dialogue pour le choix de la solution. L'inconvénient de cette procédure est que le marché sort du cadre général du CCAG Travaux, ce qui rend sa rédaction lourde et complexe.
- **la reprise des études en cours de travaux** : un dernier cas de figure à éviter est l'insuffisance de diagnostic et d'études préalables de réparation qui contraignent le maître d'ouvrage à reprendre ou à faire reprendre une partie de ses études en phase travaux. Si cela se produit (hors situation d'urgence), il est raisonnable d'évaluer l'intérêt de la résiliation du marché de travaux (comme recommandé précédemment) et de reprendre une partie des études de conception. À défaut, de nouveaux jeux d'hypothèses doivent être mis au point et validés par un contrôle indépendant ayant une bonne expérience du diagnostic.

4.4.3 - LA RÉDACTION DU DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES (DCE)

4.4.3.1 - Généralités

L'élaboration complète du dossier de consultation des entreprises sort du cadre de ce guide. Nous faisons cependant part ci-après de quelques réflexions spécifiques aux interventions sur ouvrages existants.

Lorsque l'on parle de rédaction d'un dossier de consultation, à fortiori pour les réparations complexes, les aspects techniques et contractuels sont intimement liés :

- la forme des marchés, les conditions de consultation et de négociation doivent être élaborées soigneusement entre les prescripteurs techniques et les services chargés de l'instruction des marchés qu'il est parfois nécessaire d'associer en amont;
- les descriptions de l'existant doivent être conformes et les plus exhaustives possibles ou, à défaut, assorties de marges d'erreur compatibles avec le projet retenu, sans faire porter sur l'entreprise les conséquences d'incertitudes que le projeteur n'a pas pu lever;
- les prescriptions doivent être réalisables et doivent pouvoir être contrôlées (cf. l'élaboration du plan de contrôle ci-dessus);

- les contraintes d'exécution (notamment vis-à-vis de l'exploitation ou de l'environnement) sont soigneusement décrites en liaison avec les exploitants ;
- la rémunération doit être adaptée aux prestations sans recours excessif à des forfaits susceptibles de cacher des incertitudes. Il faut privilégier la rémunération sur la base d'un listing de prix relativement exhaustif et de quantités constatées.

On se reportera utilement au § 2.2 du *Guide d'harmonisation des clauses techniques contractuelles relatives aux documents, concernant le management de la qualité et le respect de l'environnement*, à fournir par le titulaire d'un marché de travaux [7] pour un inventaire exhaustif des documents à fournir par le maître d'ouvrage lors de la consultation.

4.4.3.2 - Connaissance de l'état de l'ouvrage

Le projet de marché doit fournir tous les éléments utiles à la connaissance de l'ouvrage et de son état : dossier d'ouvrage le plus complet possible, rapports d'inspections détaillées, résultats de diagnostics, résultats d'instrumentation et d'épreuves, recalculs éventuels.

Un risque fréquent concerne les quantités à traiter définies de manière statistique (ex. : ragréages/reprises de bétons d'enrobage). Aussi, il est conseillé de prévoir de réaliser, de façon contradictoire avec l'entreprise, en début de chantier, un « point zéro » de l'ouvrage (en tout ou partie) suivant les interventions prévues. Ce point zéro a pour objectif :

- de figer l'état de l'ouvrage en début de chantier, afin de pouvoir comparer les éventuelles évolutions en cours ou en fin de travaux ;
- d'établir de façon contradictoire l'étendue de certains travaux de réparation tels que les purges de matériaux, nettoiyages, ragréages, fissures à injecter...

Dans les cas les plus délicats, à proximité de bâtis (pont au-dessus ou à proximité d'habitations), un référé préventif peut être utile, y compris sur le bâti avoisinant, avant la réalisation de travaux importants. Une instrumentation peut être mise en place sur les avoisinants pour des cas spécifiques.

4.4.3.3 - Compléments d'investigations en phase travaux, surveillance de l'ouvrage

Par principe, le maître d'œuvre fournit tous les éléments de connaissance dont il dispose de façon à ce que l'entreprise puisse établir son prix et ses conditions d'exécution. Toutefois, il peut subsister quelques investigations à réaliser, pourvu qu'elles ne modifient pas la nature des travaux. Par exemple des relevés complémentaires *in situ*, à charge de l'entreprise, sans incidence sur la nature des travaux, mais utiles, voire indispensables à la réalisation des études d'exécution.

Par ailleurs, il est indispensable d'assurer la continuité de la surveillance de l'ouvrage qui reste à charge et sous la responsabilité du maître d'ouvrage. Dans certains cas, il peut être adapté de mettre à la charge de l'entreprise une instrumentation utile à la conduite du chantier en ce qui concerne la vérification de l'efficacité des travaux, de la stabilité de l'ouvrage lors de certaines phases critiques (par exemple, la stabilité d'une voûte en maçonnerie lors d'une opération de décaissement ou la stabilité d'une charpente métallique lors du remplacement de certaines pièces). Les résultats peuvent dans ce cas être confrontés à ceux de la surveillance organisée par le maître d'ouvrage.

L'instrumentation du maître d'ouvrage doit être préservée et maintenue pendant la durée des travaux : le projet de marché doit décrire en détail les interfaces avec l'entreprise en ce qui concerne l'instrumentation et les sujétions qui en résultent (alimentation électrique, câblage, capteurs, concentrateurs...).

4.4.3.4 - Prescriptions techniques

Les prescriptions explicites de produits (même assorties de la mention « ou similaires ») sont à proscrire, car elles peuvent engager la responsabilité du prescripteur si les produits sont mal adaptés aux techniques d'exécution. Un grand nombre de normes, de marques de qualité (NF 030) ou de référentiels existent et doivent pouvoir aider à prescrire des niveaux de performance suivant les travaux à réaliser. Il est possible de se référer et de citer (ou contractualiser) la documentation existante : guides Cerema, UGE, STRRES...

S'il subsiste une incertitude sur la conformité ou l'efficacité de certains produits ou sur les conditions d'utilisation il est rappelé que, conformément au parti adopté par les normes « réparations OA » de la série NF P95-100, les épreuves de convenance de fabrication et d'application de produits doivent systématiquement être prévues au CCTP.

4.4.3.5 - Cas particuliers des études d'exécution

Les études d'exécution réalisées par l'entreprise et sous le contrôle du maître d'œuvre ont pour objet de préciser les procédures et méthodes d'exécution adaptées à l'ouvrage, d'établir les plans de détails des ferraillements, de justifier les ouvrages définitifs ou en phase de travaux, de définir les produits et composants conformes aux spécifications du marché.

Ainsi, au cours de la phase travaux, l'entreprise prend en compte ses moyens pour finaliser le projet d'exécution et effectue les dimensionnements de détails. Plusieurs difficultés propres aux travaux de réparation peuvent apparaître :

- des prédimensionnements très détaillés ont pu être réalisés par le maître d'œuvre et ils sont intimement liés au concept de la réparation ;
- les règlements en vigueur adaptés à des ouvrages modernes ne permettent pas toujours la justification des travaux ;
- l'état zéro de l'ouvrage ne peut pas être reconstitué par l'entreprise ; de plus, celle-ci ne s'intéresse qu'à une partie de l'ouvrage à réparer.

Ainsi, dans certains cas de réparation (par exemple dans le cas où les résultats sont intimement liés à des hypothèses de la responsabilité du maître d'ouvrage), les études d'exécution peuvent être réalisées en tout ou partie par le maître d'œuvre et donc avant passation du marché de travaux.

Dans ce contexte, le maître d'œuvre dispose de trois options pour la contractualisation des études d'exécution qu'il a réalisées :

Option	Portée des études d'exécution
1	Les études d'exécution ne portent que sur le dimensionnement des pièces ajoutées et l'effet sur l'ouvrage à partir d'un état de référence de l'ouvrage (tableau d'efforts ou de contraintes de l'état à vide par exemple fourni par le MOE).
2	Les études d'exécution comportent le calcul de l'ouvrage depuis sa construction jusqu'à sa réparation achevée.
3	Les études d'exécution ne comprennent que l'étude des méthodes et les effets des ouvrages provisoires ; dans ce cas, le dimensionnement est fourni intégralement par le maître d'œuvre.

À propos de la garantie.

La responsabilité de la conception et des choix essentiels incombe au maître d'œuvre alors que le maître d'ouvrage est engagé sur l'exactitude des données fournies. Dans ce cadre, le choix de ces options impacte peu les conditions de garantie des travaux de l'entreprise.

L'option n° 3 est adaptée à des projets de réparation bien circonscrits, comme par exemple la réparation locale à l'identique sur une structure métallique ou une quantité déterminée de précontrainte additionnelle à mettre en œuvre.

Pour des projets de réparation ou de réhabilitation complexes, on aura recours à l'option 1 ou 2.

L'option n° 2 a pour intérêt de permettre une ultime vérification du cheminement intellectuel qui a conduit au projet. Mais elle implique des études d'exécution plus longues et éventuellement sources de conflits, qui n'exonèrent d'ailleurs pas la responsabilité du concepteur quant aux hypothèses retenues. Si le maître d'ouvrage a des doutes sur la qualité du projet du maître d'œuvre, alors il doit le faire contrôler en amont.

L'option n° 1 présente l'intérêt d'éviter toute remise en cause des choix techniques de réparation retenus lors du projet : par exemple lorsque ces choix sont le résultat d'un long processus d'évaluation et de conception (avis d'experts, validation par un comité technique, etc.) ou si ces choix sont basés sur des aménagements aux règles de calcul, que seul le maître d'ouvrage peut assumer.

En tout état de cause, quelle que soit l'option retenue, l'entreprise aura la responsabilité de finaliser le projet d'exécution sur la base de données géométriques complémentaires confiées à sa responsabilité. Ceci concerne, par exemple, des données d'implantation ou certaines données géométriques critiques : position précise des câbles de précontrainte ou d'armatures pour éviter leur percement, relevés géométriques détaillés nécessaires à la fabrication de pièces, etc.

Enfin, les études d'exécution doivent faire l'objet d'un contrôle extérieur qui doit être réalisé de manière préférentielle par le concepteur du projet. En effet, l'intervention d'un tiers pour ce contrôle, en remplacement du concepteur, n'apporte aucune sécurité supplémentaire et seulement beaucoup de confusions et de risques de déviations par rapport à l'esprit du projet et du programme. Il faut rappeler que le contrôle des études d'exécution n'est pas compris dans la mission « Visa » définie par le livre IV du Code de la commande publique et qu'il s'agit donc d'une mission complémentaire de maîtrise d'œuvre.

Dans les cas des options 1 et 3, il y a lieu de prévoir (en amont de l'exécution), un contrôle extérieur renforcé des études de projet (PRO). Ce contrôle extérieur doit être proche du niveau de contrôle d'études d'exécution, avec recalcul contradictoire puisqu'il ne se fera pas plus tard.

CHAPITRE 5

Techniques d'achats pour les études et le diagnostic

5. TECHNIQUES D'ACHATS POUR LES ÉTUDES ET LE DIAGNOSTIC

5.1 - INTRODUCTION

Les recrutements d'un AMO-T, de laboratoires ou de prestataires spécialisés, puis celui d'un MOE constituent des étapes cruciales d'une opération de diagnostic puis de l'opération proprement dite de réparation ou de réhabilitation. Il convient d'y apporter tout le soin nécessaire en employant toutes les possibilités offertes par le Code de la commande publique (CCP), en particulier la négociation, qui paraît indispensable pour ce type de prestations.

La très grande variété des prestations envisageables en matière d'études, d'auscultation et d'interventions sur ouvrage existant représente une complexité supplémentaire ou une contrainte à prendre en compte, par exemple :

- Le procédé d'auscultation ou d'instrumentation envisagé est-il disponible sur le marché ?
- Est-il effectivement disponible et applicable dans les délais souhaités ?
- Les bureaux d'études ont-ils capacité à s'adapter à l'importance ou aux contraintes spécifiques de l'opération ?
- Les prescriptions édictées sont-elles toutes indispensables et vérifiables ? La rédaction ne risque-t-elle pas d'écarter pour irrégularité un soumissionnaire intéressant ?
- Quelle latitude laisser aux soumissionnaires de proposer une solution qui s'articule autour de ses moyens techniques et organisationnels propres ?

À ce sujet, surtout dans le cas de réalisation d'opérations complexes, un « *sourcing* » ou « *sourçage* » au sens du Code de la commande publique, peut être utile afin de s'assurer des possibilités techniques offertes par les prestataires. Le *sourcing* peut nourrir des réflexions sur l'ouverture ou la fermeture de solutions techniques, et aussi de l'allotissement, notamment concernant des capacités détenues par des opérateurs différents qui n'ont pas l'habitude de s'associer.

Dans ce cadre et selon le CCP, « l'acheteur peut effectuer des consultations ou réaliser des études de marché, solliciter des avis ou informer les opérateurs économiques de son projet et de ses exigences ». Bien entendu, une telle procédure nécessite de respecter l'égalité des candidats ultérieurs, le cadre futur du marché et d'être préparée et engagée avec rigueur.

Enfin, il est important de privilégier une technique d'achat permettant d'assurer une continuité des prestataires tout au long de l'opération. Ce choix dépend également de la visibilité que l'on a de l'ensemble de l'expertise et des missions.

Pour des missions d'expertises relativement bien cernées, bien que le marché à prix global et forfaitaire doive rester la règle, s'il est possible de le mettre en place, le choix d'un accord-cadre mono-attributaire à bons de commande constitue une solution souple qui permet de s'adapter aux petites évolutions de la mission : par exemple, le marché peut comprendre des prestations d'études complémentaires à rémunérer par application de prix spécifiques (ingénieur, technicien...), mais qui ne constituent qu'une part marginale de la prestation globale.

Dans le cas d'un marché de maîtrise d'œuvre passé après établissement d'un programme, dans l'esprit de ce guide, les prestations sont alors bien cernées et une forme de marché classique forfaitaire par missions normalisées et complémentaires de maîtrise d'œuvre est adaptée.

L'annexe 3 ci-après synthétise les techniques applicables et diverses recommandations.

5.2 - CONDUITE DE LA PROCÉDURE

Le Code de la commande publique offre de nombreuses possibilités qu'il convient d'analyser pour établir la politique d'achat des prestations.

Lorsque cela est possible, c'est-à-dire lorsqu'on se situe sous les seuils européens, une procédure de type MAPA permet au maître d'ouvrage de définir les modalités de la consultation dans le respect des règles citées dans les articles R. 2123-4 à R. 2123-7 du CCP. En particulier, il est conseillé de prévoir une négociation, avec l'ensemble des candidats, ou simplement avec les candidats ayant fourni les meilleures offres, pour s'assurer qu'ils ont bien compris les attentes du maître d'ouvrage et le périmètre de la mission, pris toute la mesure de l'opération et prévu les moyens de production et de contrôle permettant d'assurer une prestation de qualité. Dans une certaine mesure, la négociation permet aussi de rattraper des offres irrégulières (c'est-à-dire non conformes formellement au RC), voire des candidatures (procédures ouvertes), mais néanmoins prometteuses.

Au-delà des seuils de procédure formalisée, donc pour des opérations de plus grande envergure, l'article R. 2172-2 précise qu'il est possible de se dispenser d'un concours de maîtrise d'œuvre lorsque la mission concerne une « réhabilitation d'ouvrage existant », ou une opération relative à un ouvrage d'infrastructure (cela s'applique, à fortiori, pour des opérations d'entretien ou de réparation).

Enfin, l'article R. 2124-3 du CCP autorise la « procédure avec négociation » pour des prestations comportant de la conception, ce qui est le cas, généralement, de la MOE, de l'AMO-T, des prestations d'analyses structurales et dans certains cas, de prestations d'instrumentations. Cette procédure a l'intérêt de réduire le nombre de candidats, et donc de pouvoir ne conserver que les candidats au profil le plus adapté, puis de permettre une négociation avec chacun d'entre eux. Elle nécessite deux phases de consultation (candidature puis offre) et au moins une phase de négociation avec remise d'une offre finale. Elle doit être mentionnée dans l'avis initial. Il ne faut pas hésiter à y recourir dans le cas d'études complexes ou sur la durée. La formalisation peut être assez réduite, car, dans ce contexte, le but est de s'assurer de l'optimisation de l'offre et du respect des attentes du maître d'ouvrage. Une optimisation financière peut également être attendue.

On ne peut que recommander la consultation de l'article R. 2124-3 du CCP qui précise les différentes justifications du recours à une procédure négociée. On peut signaler, en particulier, le cas où « le besoin ne peut être satisfait sans adapter des solutions immédiatement disponibles ». C'est-à-dire, par exemple, le cas où une solution technique existe (de diagnostic, de surveillance ou éventuellement de modélisations...), est déjà appliquée, mais nécessite une adaptation pour satisfaire les besoins de l'administration.

Pour aller plus loin

Le *Guide de la maîtrise d'ouvrage routière de l'État pour le pilotage d'un maître d'œuvre privé* présente de manière plus complète cette procédure, anciennement dénommée « procédure concurrentielle avec négociation ».

5.3 - ANALYSE DES CANDIDATURES

Pour l'analyse de l'acceptabilité des candidatures, il convient de définir les conditions de participation :

- en termes de capacités économiques et financières, il est usuellement demandé aux candidats de fournir leur chiffre d'affaires annuel sur les trois dernières années, afin de s'assurer que les candidats disposent de l'envergure financière nécessaire pour l'exécution des prestations;
- en termes de capacités techniques et professionnelles, il convient de s'assurer que le candidat possède les ressources techniques et humaines suffisantes pour exécuter les prestations du marché. Pour cela, il lui est demandé de fournir :
 - une déclaration sur les effectifs moyens des trois dernières années,
 - l'indication des titres d'études et/ou de l'expérience professionnelle du personnel de l'entreprise (à ce stade, ayant valeur pour l'ensemble de l'entreprise, que ces personnels soient dédiés ou non au marché),
 - l'indication de ses moyens matériels,
 - la démonstration par tout moyen des niveaux minimums de capacité souhaités. Ceci peut se faire, par exemple, au travers de références. Il est alors important de bien cibler les compétences particulières souhaitées (ex. : typologie de réparations d'ouvrages d'art, travaux sous circulation, etc.).

Il convient ici de distinguer le besoin d'identifier les ressources globales du prestataire, au stade de la sélection des **candidatures** et l'adéquation des personnels affectés à l'opération qui seront pris en compte au stade de jugement des **offres**.

Il est possible d'exiger des conditions minimales de participation, comme un chiffre d'affaires minimum, sans qu'il ne puisse dépasser deux fois le montant estimé du marché.

En ce qui concerne les qualifications professionnelles (OPQIBI ou autres), il n'est pas recommandé de les rendre obligatoires au stade des candidatures. En effet, elles portent sur l'ensemble de l'entreprise et elles ne sont pas toujours adaptées compte tenu de la multidisciplinarité des interventions possibles sur ouvrages d'art et de la large palette de compétences à mobiliser. En cas d'équivalence, il est difficile de les apprécier, surtout au niveau des candidatures. Ainsi, des références précises et détaillées sont préférables en reportant à la phase « offre » l'examen et l'appréciation de certifications/habilitations nominales.

En cas de réduction du nombre de candidats (procédure avec négociation, par exemple), des critères objectifs et non discriminatoires doivent être définis. Si nécessaire, ces critères peuvent être intégrés au jugement d'offres, avec pondération et cadre de réponse. Les critères usuellement retenus sont :

- la qualité du candidat jugée au travers des moyens humains y compris des compétences internes en distinguant les catégories (experts, chefs de projets, ingénieurs de calcul, techniciens projeteurs...) et l'ancienneté de l'expertise correspondante;
- les moyens matériels et logiciels;
- la qualité des références fournies. Celles-ci seront jugées essentiellement sur l'adéquation à l'opération en termes de technique, d'exploitation, d'ampleur, etc.

Pour faciliter l'analyse des références, il peut être utile de demander aux candidats de fournir un nombre limité de références, directement en lien avec l'opération objet du marché, par exemple : 5 références en réparation d'ouvrages en béton précontraint + 5 références de travaux sous contraintes importantes de circulation. On veillera à retenir, préférentiellement, des opérations totalement achevées depuis un temps à définir suivant leur rareté et la complexité technique.

La fourniture d'un tableau-cadre joint au règlement de consultation et à renseigner obligatoirement par chaque candidat peut faciliter l'analyse ultérieure des candidatures et leur sélection éventuelle.

5.4 - ANALYSE DES OFFRES

Pour l'analyse des offres, les critères couramment retenus sont la « valeur technique » et le « prix », suivant une pondération fixée par le maître d'ouvrage après une analyse de la complexité de l'opération. Généralement, compte tenu de la technicité requise sur une opération d'étude ou de diagnostic d'ouvrage d'art, lorsqu'elle requiert des compétences spécifiques, un rapport de 60/40 respectivement pour les critères valeur technique et prix est recommandé. Ce rapport peut être porté exceptionnellement à 70/30 pour des prestations intellectuelles de très haut niveau (modélisation notamment).

La valeur technique est déclinée en « sous-critères » ou « éléments d'appréciation », en rapport avec l'objet du marché, adaptés à la nature et aux enjeux de l'opération, permettant de comparer les offres des candidats et de s'assurer :

- de la bonne prise en compte des enjeux et objectifs de l'opération au travers d'un « mémoire technique » qui démontre la compréhension de ceux-ci par le soumissionnaire et l'adéquation de la méthodologie proposée;
- de la compétence et de l'expérience des principaux intervenants prévus dans l'offre du candidat au travers des CV des personnes affectées et de leurs références;
- de l'adéquation des temps passés, par catégorie de personnels, avec la nature et le volume des prestations;
- de la qualité des matériels d'auscultation et d'investigations;
- de la qualité et de l'adéquation des logiciels de calcul proposés;
- de la qualité de la méthode de travail du candidat et de la pertinence de son système qualité : organisation, pilotage, outil, SOPAQ (contrôle intérieur...), suivi métrologique des matériels.

Le nombre d'éléments d'appréciation doit être assez limité au risque de lisser les notes. Quatre à cinq éléments, au maximum, représentent un bon compromis. Les thèmes à analyser sont regroupés de façon pertinente et, autant que possible, explicités (à l'aide d'items). Ainsi l'obligation de transparence vis-à-vis des candidats sera respectée au maximum.

Par exemple, critère technique :

- élément d'appréciation (sous-critère) n°1 : méthodologie d'intervention (« item 1 », « item 2 », « item 3 »...);
- élément d'appréciation (sous-critère) n°2 : maîtrise de la qualité (« item 1 », « item 2 », « item 3 » ...)

L'énoncé des thèmes doit permettre aux prestataires de bien identifier les enjeux. Assez souvent, une liste d'éléments thématiques de poids équivalents (équipondérés) va dans ce sens, facilite l'analyse et la présentation du rapport à la commission d'appel d'offres. Bien entendu, pour plus de transparence et de clarté, il est possible d'étudier et d'énoncer, dès le règlement de consultation, une sous-pondération des éléments d'appréciation (ou sous-critères) entre eux.

En tout état de cause, toute sous-pondération doit être clairement énoncée au RC. L'absence de sous-pondération vaut équipondération et ceci s'applique en particulier aux items tels qu'ils sont définis ci-dessus.

L'examen des items est au cœur de l'analyse. Afin de mieux s'assurer de la cohérence des propositions, il peut être utile d'introduire des sous-items supplémentaires (non explicités dans le règlement) pour autant que ceux-ci soient en rapport implicite avec le thème examiné et sans incidence sur la notation technique des offres définie au RC (à justifier dans le rapport); dans ce cadre, il n'est pas possible de leur appliquer une pondération.

Un point d'attention doit être mentionné quant à l'analyse technique des offres : il n'est pas possible de tenir compte de l'expérience d'un candidat en tant que prestataire sortant et plus généralement, de tenir compte de l'expérience d'un candidat connu par l'acheteur de par ses expériences passées. Il faut rester objectif sur l'expérience attendue dans le cadre du marché objet de l'analyse.

En règle générale, le maître-mot d'une analyse technique bien réalisée est la justification et l'objectivité; en cas de contentieux, un juge appréciera les éléments justificatifs apportés par l'acheteur dans les commentaires écrits.

Enfin, il faut signaler l'intérêt d'élaborer la grille d'analyse au plus tôt dans le processus de rédaction du marché, car il a une incidence sur la conception des différentes pièces.

Exemple de regroupement des éléments d'appréciation

Il est possible d'isoler un élément (sous-critère) qui aura plus de poids, par exemple :

1. Pertinence du phasage
2. Pertinence du planning prévisionnel
3. Pertinence du nombre de fermetures supplémentaires

En l'absence de pondération spécifique, chaque élément pèse 33%.

Mais, si nous regroupons le 2 et le 3, nous avons :

1. Pertinence du phasage
2. Pertinence du planning prévisionnel et du nombre de fermetures supplémentaires

En l'absence de pondération spécifique, chaque élément pèse à présent 50%, et les items « planning prévisionnel » et « fermetures supplémentaires » ne comptent plus, chacun, que pour 25% (soit la moitié du phasage).

Le rapport d'attribution doit faire clairement apparaître l'analyse et la notation d'un seul tenant des items regroupés.

Le non-respect d'une exigence impérative du CCTP : certifications de type COFREND, COFRAC..., compétence spécifique, outils logiciels, matériels... est un critère d'irrégularité de l'offre. Il convient donc d'être circonspect sur les prescriptions correspondantes et la possibilité de les vérifier tant au niveau de l'offre qu'au démarrage des prestations. Le cas échéant, ces exigences peuvent être intégrées à un « socle de conformité de l'offre » afin de les mettre en exergue.

Par ailleurs, après vérification de sa fiabilité et correction éventuelle, il y a généralement intérêt à donner une valeur contraignante au mémoire technique en le rendant contractuel (précision à apporter au CCAP).

Dans tous les cas, il importe de recruter un maître d'œuvre compétent, disposant d'une solide expérience dans le domaine des interventions sur ouvrage existant, et avec qui le maître d'ouvrage pourra travailler en confiance. Il en va de même pour l'AMO-T.

Les clés de la réussite du recrutement reposent sur le temps consacré à la sélection et au choix des offres, à la pertinence des éléments demandés à l'appui des candidatures et des offres et à la bonne pondération des critères.

Annexes

1. Contexte, définitions et vocabulaire	102
2. Le dossier d'APROA	108
3. Récapitulatif des techniques d'achat applicables pour les études et le diagnostic (2020)	113

ANNEXE 1

CONTEXTE, DÉFINITIONS ET VOCABULAIRE

Les principales notions et le vocabulaire concernant l'obtention de la qualité et les contrôles utilisés lors d'une opération sur un ouvrage existant ont été définis depuis une trentaine d'années dans différents documents.

Les derniers documents concernant les marchés publics qui rappellent les définitions sont les CCAG/CCTG travaux et le *Guide d'harmonisation des clauses techniques contractuelles relatives aux documents à fournir par le titulaire, au management de la qualité et au respect de l'environnement* [7].

Les principaux termes utilisés dans le présent guide sont cités et explicités ci-après en renvoyant aux documents les plus récents. Quatre thématiques sont différenciées :

A) GESTION DES OUVRAGES, SURVEILLANCE

B) DIAGNOSTICS, ÉVALUATION

C) ENTRETIEN ET RÉPARATION

D) ÉTUDES, PROJETS ET TRAVAUX

A) GESTION DES OUVRAGES, SURVEILLANCE

Gestionnaire : le gestionnaire comprend généralement un ou plusieurs services du maître d'ouvrage, chargés de la gestion du patrimoine. Il peut aussi s'agir d'un service extérieur au maître d'ouvrage qui assure la gestion de l'ouvrage dans le cadre d'une convention de gestion. Différents types d'organisations sont possibles :

- maître d'ouvrage et gestionnaire peuvent être confondus (notamment dans les petites collectivités);
- le gestionnaire peut distinguer les niveaux « opérationnels » (un district...), « organisationnels » (le service OA) et « décisionnel » (la direction) au sens de l'ITSEOA.

Les actions systématiques de surveillance : les actions systématiques de surveillance font l'objet d'une programmation suivant une périodicité définie par le maître d'ouvrage ou le gestionnaire et comprennent :

- un contrôle ou une surveillance périodique concrétisés par un procès-verbal ou un rapport synthétique (IQOA, VSC...) réalisés généralement sans moyens d'accès;
- des visites ou des inspections détaillées périodiques (IDP) plus complètes, réalisées par des équipes ou bureaux d'études spécialisés avec utilisation de moyens d'accès; la périodicité est fonction du type d'ouvrage, de sa sensibilité à son environnement et aussi de son état relevé lors des contrôles périodiques;
- des visites subaquatiques : dans le cas où l'ouvrage comporte des parties immergées, celles-ci doivent faire l'objet de visites subaquatiques qui constituent un cas particulier d'inspection détaillée, réalisée par des équipes de plongeurs spécialisés.

Les actions conditionnelles de surveillance : elles comprennent :

- les visites ou inspections exceptionnelles ou les investigations spécialisées réalisées lors d'événements exceptionnels : crues, glissements de terrain, orages violents, tornades, accident... ou en fonction des résultats des actions de surveillance systématiques;
- les actions de surveillance renforcée ou de haute surveillance qui concernent des ouvrages dans un état critique;
- les inspections détaillées initiales (IDI) après gros travaux de réparation et de réhabilitation.

Surveillance renforcée : lorsque l'état de l'ouvrage le justifie, le gestionnaire peut estimer que le cadre de la surveillance normale (programmée) est insuffisant pour assurer la sécurité ou bien qu'il y a une incertitude sur l'état structural de l'ouvrage et son niveau de service. La surveillance renforcée est ainsi le premier stade de vigilance au-delà de la surveillance normale.

Parallèlement aux mesures prises sur le terrain, le maître d'ouvrage engage des études permettant d'appréhender l'étendue des désordres, la capacité portante de l'ouvrage, les possibilités de réparations...

Le cas échéant, un plan d'actions est mis au point en cas de caractère évolutif des désordres. Une surveillance renforcée peut alors être le point d'entrée pour une mise sous haute surveillance si l'ouvrage s'avère suffisamment défectueux.

La surveillance renforcée peut être levée s'il est démontré que les désordres n'engagent pas la capacité portante de l'ouvrage. Mais le plus souvent, une surveillance renforcée débouche sur une réparation.

Haute surveillance : lorsque les désordres constatés sur un ouvrage paraissent susceptibles de mettre en cause la sécurité ou la tenue de l'ouvrage, le maître d'ouvrage peut décider de le placer sous haute surveillance de manière à permettre, en cas de danger imminent, le déclenchement immédiat par les autorités compétentes des actions nécessaires pour assurer la sécurité.

La mise sous haute surveillance s'applique uniquement à un ouvrage défectueux. C'est une mesure d'exception qui consiste à guetter l'apparition d'un signe faisant craindre la possibilité de défaillance à très court terme. Des seuils d'alertes et d'alarmes sont alors définis.

La mise sous haute surveillance d'un ouvrage est accompagnée d'une évaluation de sa capacité portante, voire d'études de réparations ou de reconstruction de l'ouvrage.

Surveillance d'urgence : l'objet d'une « surveillance d'urgence », qui est une surveillance instrumentée réalisée dans l'urgence, sans étude préalable, est de quantifier les désordres et leur vitesse d'évolution. Il s'agit d'une phase transitoire avant la prise de décision sur les modalités de surveillance les plus adaptées. Elle permet de valider les mesures de sécurité ou de sauvegarde déjà prises ou de les faire évoluer en attendant le cas échéant un diagnostic plus complet.

B) DIAGNOSTICS, ÉVALUATION

Auscultation : l'auscultation est un ensemble d'examen et de mesures spécifiques (instrumentations et investigations) faisant le plus souvent appel à des techniques élaborées et qui visent à mieux connaître l'état réel d'un ouvrage pour aboutir à un diagnostic de sa pathologie.

Diagnostic : un diagnostic a pour objectifs de définir les origines, étendues et gravité des désordres observés ou suspectés, d'apprécier l'état de santé dans lequel se trouve l'ouvrage. En pratique, ces objectifs sont plus ou moins bien atteints, en particulier suivant la qualité des données d'entrées. Dans ce cas, le gestionnaire est informé des limites du diagnostic.

Un diagnostic permet de définir les mesures à prendre. Il constitue une étape préalable indispensable à la mise au point d'un projet de réparation.

La conduite d'un diagnostic se fait sur la base d'un programme technique spécifique (propre à chaque situation) qui précise les investigations complémentaires à conduire, les données à recueillir, les calculs (évaluation structurale) à réaliser...

Au-delà d'une inspection détaillée ou constat des désordres sur un ouvrage et de la prise des premières mesures d'urgence (s'il y a lieu), toute décision à moyen ou long terme concernant l'exploitation d'un ouvrage suspect ou toute décision de réparation ou de réhabilitation doit être précédée d'un diagnostic plus ou moins complexe suivant la nature de l'ouvrage, les désordres constatés...

Évaluation de l'état apparent : appréciation de l'état d'un ouvrage en se basant uniquement sur les défauts et les désordres apparents. Dans certains cas (ouvrage simple, pathologie bien connue...), l'état apparent d'un ouvrage permet d'établir un diagnostic.

Évaluation structurale : l'évaluation structurale (phase de diagnostic) [21] [22] est l'appréciation de la performance d'un ouvrage vis-à-vis de trois aspects :

1. La sécurité structurale (ou capacité portante) y compris la fatigue (états limites ultimes – ELU);
2. L'aptitude au service (états limites de service – ELS);
3. La durabilité (matériau). L'évaluation structurale inclut un calcul de structure et intègre le résultat des investigations.

Évaluation d'un ouvrage : l'évaluation consiste à apprécier de façon quantifiée l'état de l'ouvrage (évaluation de l'état) et éventuellement sa capacité portante ou d'autres performances, sur les bases des actions de surveillance, complétées si nécessaire par des études (évaluation structurale) et investigations spécifiques.

Instrumentation : une instrumentation comprend la mise en œuvre de moyens de mesures permettant de vérifier l'existence de désordres, d'en déterminer les mécanismes et les évolutions. L'instrumentation peut être utilisée pour accompagner un diagnostic ou dans le cadre de la surveillance d'un ouvrage. L'instrumentation comprend souvent une phase d'apprentissage et doit être accompagnée de recueils de données influentes environnementales ou relatives à l'exploitation.

Investigation : les investigations répondent à un programme d'auscultation et englobent l'ensemble des techniques utilisées pour définir l'état d'un ouvrage (essais en laboratoire, caractérisation des matériaux, essais *in situ*, mesures spécifiques...).

Performance : aptitude à remplir des exigences de sécurité structurale, d'aptitude au service et de durabilité

Prédiagnostic : le prédiagnostic est une phase intermédiaire entre l'évaluation de l'état apparent et le diagnostic d'un ouvrage. Il prend en compte le relevé de l'état apparent de l'ouvrage, l'identification des facteurs de risques de désordres, les résultats d'éventuelles mesures simples, voire des dispositifs de suivi équipant éventuellement l'ouvrage, ainsi que le contenu du dossier d'ouvrage.

Pronostic : prévision faite sur l'évolution de l'état de l'ouvrage.

Valeur d'usage : la valeur d'usage représente l'ensemble des bénéfices économiques et sociétaux liés à l'usage (ou utilisation) d'un ouvrage au sens le plus large possible. Elle renvoie aux différents usages possibles d'une infrastructure et englobe l'usage principal pour lequel l'ouvrage a été initialement construit (par exemple le franchissement par des véhicules), mais également tous les usages directs ou indirects liés à l'existence même de l'ouvrage : fonction hydraulique, passage de réseaux, franchissement piétonnier, valeur patrimoniale, artistique ou paysagère, contribution à la qualité de vie...

Valeur patrimoniale : combinaison de la valeur intrinsèque d'un ouvrage (coût de la reconstruction) et de sa valeur d'usage.

A) ENTRETIEN ET RÉPARATION

Entretien courant : il s'agit des tâches courantes d'entretien qui ne nécessitent pas l'application de techniques spéciales et ne concernent pas les interventions structurales. L'entretien courant, réalisé le plus souvent en régie, comprend des tâches régulières et/ou systématiques (par exemple le nettoyage des dispositifs d'assainissement) et des tâches conditionnées par l'environnement et l'usage des ouvrages.

Entretien spécialisé : les travaux d'entretien spécialisé, confiés le plus souvent à des entreprises, sont toujours décidés et définis après réalisation de constats (contrôles périodiques, inspections détaillées). Ils sont normalement prévisibles et peuvent faire l'objet d'une programmation pluriannuelle. Ces travaux portent pour l'essentiel sur les équipements et les éléments de protection et également sur les défauts mineurs de la structure qui ne remettent pas en cause la capacité portante de l'ouvrage ou son niveau de service.

Niveau de service initial : c'est l'ensemble des données fonctionnelles définies par le maître de l'ouvrage dans le programme de l'opération de construction de l'ouvrage d'art (profil en travers fonctionnel, capacité portante, niveau de retenue, gabarits à respecter, prise en compte d'actions accidentelles telles que les chocs et séismes...).

Protection : la protection est une opération qui consiste :

- à traiter la surface du béton ou de façon localisée les fissures du béton pour éviter ou limiter la pénétration de l'eau et des agents agressifs, dans le but d'augmenter la durabilité du béton et des structures en béton armé ou précontraint;
- à traiter la surface du béton pour augmenter sa résistance à des actions mécaniques (chocs, abrasion...) ou agressions chimiques.

Réparation : la réparation est une opération qui consiste à rendre partiellement ou totalement à un ouvrage son niveau de service initial. La réparation comprend l'ensemble des études et travaux effectués dans le but de redonner à l'ouvrage le niveau de service prévu lors de sa construction. La réparation porte en général sur le traitement des désordres observés et/ou mis en évidence par les études de diagnostic.

Les travaux de réparation peuvent également comprendre la remise à niveau de l'ouvrage vis-à-vis d'insuffisances structurelles identifiées au regard des exigences actuelles en matière de fiabilité.

Au-delà, si le niveau de service initial est modifié, il s'agit d'une réhabilitation.

Renforcement : le renforcement est une augmentation de la résistance structurale de l'ouvrage ayant pour objectif une amélioration de son niveau de service initial.

Dans le cas général, un renforcement est une réhabilitation.

Requalification : la requalification consiste à adapter l'ouvrage ou plus généralement l'infrastructure existante, à de nouveaux usages, de nouvelles fonctionnalités, à l'améliorer, à le rendre conforme aux nouveaux besoins et exigences. Elle peut conduire à la nécessité de renforcer la structure. Par exemple : transformation ou élargissement d'un ouvrage routier urbain en un ouvrage dévolu au passage des piétons, des cycles et/ou d'un transport en commun en site propre (TCSP).

Remarque : il faut préférer le terme « réhabilitation » consacré par le livre IV du Code de la commande publique; une requalification entre bien dans cette catégorie d'intervention.

Réhabilitation : au sens du livre IV du Code de la commande publique, une réhabilitation est une intervention qui répond « à des exigences fixées par l'acheteur qui exerce une influence déterminante sur sa nature ou sa conception ». Pour les ouvrages d'art, la réhabilitation suppose, par exemple, une modification d'usage, une transformation de la destination d'un ouvrage d'art suivant un nouveau programme fonctionnel.

B) ÉTUDES, PROJETS ET TRAVAUX

Assistant technique au maître d'ouvrage (AMO-T)

Assistant au maître d'ouvrage (AMO)

Anomalie : différence entre le résultat d'un constat et ce qui était attendu.

Audit : action permettant d'établir des constats en référence à des documents préétablis (à partir de NF EN ISO 9000).

Avis : remarque argumentée par référence à un document technique ou à un fait.

Bon pour exécution : appréciation portée sur un document d'exécution lorsque toutes les vérifications prévues ont été réalisées sans provoquer de nouvelles remarques.

Chargé d'études : agent disposant de compétences techniques dans le domaine de la gestion, de l'évaluation, de la réparation ou du contrôle des OA. Un chargé d'études expérimenté est un agent de niveau spécialiste qui dispose en plus d'une expérience de plusieurs années et/ou de plusieurs chantiers ou de compagnonnage spécifique avec un autre agent expérimenté.

Contrôle : activité telle que mesurer, examiner, essayer ou passer au calibre une ou plusieurs caractéristiques d'une entité et comparer les résultats aux exigences spécifiées, en vue de déterminer si la conformité est obtenue pour chacune de ces caractéristiques (NF EN ISO 9001 : 2008).

Contrôle intérieur : contrôle exercé par le titulaire ou pour son compte, sur ses propres actions ou celles de ses sous-traitants. En phase travaux, le contrôle intérieur est défini par le CCAG travaux. Cependant le contrôle intérieur s'applique aussi à toutes les missions d'études et de diagnostic. La qualité et la rigueur du contrôle intérieur ont une incidence directe sur la qualité des prestations.

Les opérations de contrôle intérieur peuvent prendre l'une ou l'autre, ou les deux modalités suivantes, selon le contexte de l'opération [7] :

- **contrôle interne** : ensemble des opérations de surveillance, de vérification et d'essais exercés sous l'autorité du (des) responsable (s) de la fabrication ou de l'exécution, dans les conditions définies par le plan qualité [7];
- **contrôle externe** : ensemble des opérations de surveillance, de vérification et d'essais exercées sous l'autorité ou à la demande d'un responsable indépendant de la chaîne de production ou du chantier d'exécution, mandaté par le titulaire [7].

Contrôle extérieur : ensemble des opérations de surveillance, de vérification et d'essais que le maître d'œuvre exécute ou fait exécuter par un organisme indépendant du titulaire, pour le compte du maître d'ouvrage [7].

Contrôle de conformité aux spécifications : exécution et interprétation des essais portant sur les caractères spécifiés du matériau ou du produit [9].

Directeur de projet : agent de niveau spécialiste ou expert disposant de compétences techniques reconnues dans le domaine de la gestion, de l'évaluation, de la réparation et/ou, du contrôle des OA sachant traduire une problématique technique (ou une demande d'intervention) en proposition d'organisation, piloter une équipe pluridisciplinaire, identifier les éventuels risques de contentieux.

Dossier d'ouvrage exécuté : dossier établi par définition par l'entreprise, puis contrôlé et complété par le maître d'œuvre en phase travaux. Concernant les compléments à produire par le maître d'œuvre dans cette phase travaux, la liste correspondante doit normalement figurer dans son cahier des charges. Les documents relatifs au contrôle extérieur des travaux font notamment partie de ces compléments. Il comprend entre autres les plans conformes à l'exécution, les notes de calcul, les plans qualité et documents de contrôle, les bons de livraison de produits, le résultat des épreuves de chargement, les notices de fonctionnement et les prescriptions de maintenance (Code de la commande publique et CCAG travaux, guide DET de la DIT).

Dossier d'ouvrage remis à l'exploitant : ce dossier est établi par le maître d'ouvrage constructeur et sa composition est fixée dans le fascicule 1 de l'ITSEOA. Il comprend notamment le document de référence (qui inclut l'inspection détaillée initiale), le document signalétique, un document de synthèse, la notice de surveillance et d'entretien, le dossier d'intervention ultérieure sur l'ouvrage (DIUO).

Dossier d'ouvrage : il comprend le dossier d'ouvrage exécuté (complété par les éléments du maître d'œuvre), le dossier d'ouvrage remis à l'exploitant et le dossier de surveillance qui rassemble l'ensemble des rapports effectués au cours de la vie de l'ouvrage.

Il comprend également, pour un ouvrage existant, l'ensemble des documents d'époque et les éléments relatifs à la surveillance et à la maintenance. Cf. ITSEOA Fascicule 0 [23].

Examen : vérification d'un document ou constat d'un fait.

Exigences performantielles : expression des besoins sous forme d'un ensemble de spécifications quantifiées pour définir les caractéristiques d'un produit, service, ouvrage ou partie d'ouvrage : CQ 22/12/92, système de management de la qualité (SMQ).

Maître d'œuvre : le « maître d'œuvre » est la personne physique ou morale, publique ou privée, qui, en raison de sa compétence technique, est chargée par le maître de l'ouvrage ou son mandataire, afin d'assurer la conformité architecturale, technique et économique de la réalisation du projet objet du marché, de diriger l'exécution des marchés de travaux, de lui proposer leur règlement et de l'assister lors des opérations de réception, ainsi que pendant la période de garantie de parfait achèvement. Les documents particuliers du marché mentionnent le nom et l'adresse du maître d'œuvre. Si le maître d'œuvre est une personne morale, il désigne la personne physique qui a seule qualité pour le représenter, notamment pour signer les ordres de service (CCAG travaux 2009).

Il a la charge et la responsabilité de la conception et du contrôle de l'exécution des ouvrages à réaliser, notamment celle de s'assurer du respect de la réglementation, des stipulations contractuelles et des règles de l'art. Il doit assurer un contrôle de la réalisation, représentant tout ou partie du contrôle extérieur de l'entreprise. La portée de la mission de maîtrise d'œuvre est variable suivant le contrat (CQ 22/12/92). (Cf. livre IV du Code de la commande publique).

Maître de l'ouvrage : il est le pouvoir adjudicateur pour le compte duquel les travaux sont exécutés. Lorsque le marché est conclu par une entité adjudicatrice, les dispositions applicables au pouvoir adjudicateur s'appliquent à l'entité adjudicatrice. Le représentant du pouvoir adjudicateur est le représentant du maître de l'ouvrage, dûment habilité par ce dernier à l'engager dans le cadre du marché et à le représenter dans l'exécution du marché (CCAG travaux 2009).

Son rôle est de définir les ouvrages sous la forme d'un programme précis qui indique les données concernant le site, les besoins à satisfaire sur le plan fonctionnel, les contraintes résultant des réglementations ou de l'environnement et les exigences de délais, de qualité et de prix, puis de passer les marchés d'études et de travaux et d'assurer la réception de ces études et de ces travaux (Circulaire « La Qualité de la route » [CQ] du 22/12/92). (Cf. livre IV du Code de la commande publique).

Mercuriale : base de données statistiques, représentatives et actualisées, sur les prix de travaux.

Non-conformité : non-satisfaction d'une exigence (NF EN ISO 9000).

Point d'arrêt : étape au-delà de laquelle une activité ne peut se poursuivre sans un accord formel du maître d'œuvre, formalisé par un document d'enregistrement [7].

Point critique : étape faisant l'objet d'une information préalable du maître d'œuvre, pour qu'il puisse, s'il le juge utile, y assister et en vérifier les conditions d'exécution [7].

Réception : elle est, au sens large, l'acte par lequel le pouvoir adjudicateur déclare accepter l'ouvrage. Au vu du procès-verbal des opérations préalables à la réception et des propositions du maître d'œuvre, le maître de l'ouvrage décide si la réception est ou non prononcée ou si elle est prononcée avec réserves (CCAG travaux 2009).

Qualité d'usage : aptitude à remplir les fonctions définies par le donneur d'ordre [9].

Qualité requise : spécifications et prescriptions traduisant sous forme contractuelle les exigences liées à la qualité d'usage [9].

Récolement : les plans de récolement sont, en principe, les plans portant la mention « certifiés conformes à l'exécution ». Toutefois, ils doivent être mis à jour en cas d'écart de l'exécution par rapport aux plans.

Schéma directeur de la qualité du chantier : document qui, pour une opération donnée et s'il y a lieu, présente l'organisation d'ensemble pour la qualité de réalisation du ou des ouvrages et la gestion des interfaces, et assure la cohérence et la complémentarité des plans qualité de tous les intervenants [7].

Vérification ou examen documentaire : vérification de l'existence et du contenu d'un document.

Vérification ou examen visuel : vérification qualitative qui permet de constater un fait.

Visa : examen de la conformité des études d'exécution et de synthèse ayant pour objet d'assurer que les documents respectent les dispositions du projet (Cf. livre IV du Code de la commande publique).

ANNEXE 2

LE DOSSIER D'APROA

Cette annexe concerne exclusivement les opérations sur le réseau routier national (la notion d'APROA n'est pas à retenir dans le cas général d'opérations de collectivités par exemple).

GÉNÉRALITÉS

Le dossier d'APROA, tel que défini par l'Instruction technique relative aux modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion sur le réseau routier national, doit atteindre un niveau de détails intermédiaire entre celui d'un avant-projet et celui d'un projet. En pratique, si sa composition peut s'apparenter à celle de l'avant-projet tel que décrit dans ce guide, sa précision technique doit plutôt s'approcher de celle d'un projet (PRO) pour tout ce qui concerne la démonstration de la faisabilité proprement dite de l'opération. En effet, le guide recommande d'approfondir l'AVP et de ne pas reporter les choix essentiels lors de la phase PRO.

Dans un cadre contractuel (si la conception est externalisée), on dispose de deux options :

1. Composer l'APROA à partir du dossier PRO, mais en ayant conscience qu'il peut apparaître des difficultés contractuelles avec les prestataires, si le principe de la réparation est remis en cause au cours de l'instruction. Dans ce cas, il est préférable de prévoir trois étapes : AVP, PRO1 et PRO2. Le PRO1 et le PRO2 sont réalisés respectivement avant et après l'instruction de l'APROA ;
2. Pousser la démonstration de la faisabilité technique de l'AVP à un niveau de précision proche du niveau projet (PRO) et composer l'APROA à partir du dossier obtenu. La phase PRO est alors poursuivie une fois l'instruction effectuée.

Par ailleurs, le dossier d'APROA reprend les principales conclusions du programme et rassemble tous les éléments de diagnostic qui ont conduit au programme de l'opération et au projet tel que présenté.

Le dossier soumis à l'approbation couvre les interventions à entreprendre sur un seul ouvrage dans le cadre :

- d'opérations individualisées qui de par leur nature ne peuvent pas être incluses dans un plan d'aménagement d'itinéraire (PAI) : événement inattendu et/ou non prévu par exemple,
- d'opérations individualisées qui font partie d'un PAI, mais pour lesquelles une validation du niveau central est nécessaire.

Le présent document propose un sommaire qui reprend et complète la composition proposée par l'instruction (...). Ce sommaire est à adapter au contexte de chaque opération.

COMPOSITION DU DOSSIER SOUMIS À APPROBATION

La composition du dossier est définie par l'instruction et adaptée aux particularités de l'opération. La composition suivante est recommandée dans le cas d'une opération significative. Dans le cas d'une petite opération, le dossier pourrait être élaboré autour du rapport de présentation.

Composition de l'APROA	Commentaires
À - DOSSIER PILOTAGE	<p>Pour mémoire, ce dossier a pour objet de justifier la pertinence de l'opération, son programme, les échéances financières, l'organisation interne, la gestion de l'externalisation (fiche opération).</p> <p>Il justifie également la maîtrise de la qualité.</p>
B - DOSSIER TECHNIQUE	<p>Le dossier technique représente le dossier d'avant-projet de réparation (APROA).</p>
B.1 – Rapport de présentation	<p>Ce rapport est rédigé par le pilote de l'APROA (gestionnaire) à partir des études amont. Le rapport de présentation est quasiment « autoportant » et résume toutes les conclusions de l'étude depuis son initiation. Il comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la description de l'ouvrage (implantation, caractéristiques géométriques de la structure, historique); • les évènements survenus; • la liste des investigations et des études réalisées pour aboutir au diagnostic; • les principales conclusions du diagnostic et leurs conséquences; • les contraintes d'exploitation et, le cas échéant, les mesures prises pour limiter l'usage; • les bureaux d'études sollicités aux différentes étapes, leurs rôles; • les solutions envisagées sous la forme d'un tableau synthétique et complété par une analyse multicritère; • la description de la solution retenue, son coût; • l'état des instructions réglementaires éventuelles; • les modalités de conduite des travaux (maîtrise d'œuvre...); • la situation de l'ouvrage vis-à-vis du respect de Code de l'environnement, de la santé et de l'urbanisme; • les contraintes liées aux opérations de démolition; • le calendrier envisagé; • le plan de l'APROA.
B.2 – Surveillance de l'ouvrage	<p>Ce sous-dossier précise et justifie les modalités de surveillance de l'ouvrage. Il comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> • une note sur le régime actuel de surveillance et la surveillance d'urgence éventuellement mise en place (justification, modalités, organisation, plan d'urgence). Cette note est rédigée par le gestionnaire; • un dossier de surveillance contenant les derniers rapports issus de la surveillance : inspections détaillées, rapports spécifiques de surveillance renforcée ou de haute surveillance. Ce dossier est composé à partir des prestations correspondantes éventuellement externalisées.

Composition de l'APROA	Commentaires
B.3 – Diagnostic de l'état de l'ouvrage	<p>Le diagnostic de l'état de l'ouvrage est composé à partir des éléments recueillis au cours de la phase amont. Ce dossier est composé par le pilote de l'élaboration de la solution (jusqu'au scénario) :</p> <p>Il comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> • un bilan du diagnostic qui décrit les pathologies recensées, les pronostics d'évolution, le détail des investigations effectuées, y compris les missions géotechniques. La synthèse fait état des éventuelles lacunes; • la synthèse de l'évaluation structurale : principales hypothèses et résultats; • la description des différents scénarios envisagés; • la liste des pièces fournies; • les rapports, plans, notes de calcul correspondants; • les rapports de diagnostics matériaux dangereux (plomb, amiante, HAP); • les limites éventuelles du diagnostic et les questions qui restent en suspens.
B.4 – Études techniques ouvrages d'art de la réparation	Ce dossier comprend les sous-dossiers suivants
Études de faisabilité	Il s'agit ici de justifier la solution retenue à partir d'études de faisabilité. Un résumé synthétique est suffisant pour chaque solution.
Mémoire technique de la réparation	<p>Ce mémoire est rédigé par le bureau d'études chargé du projet, en étroite relation avec le pilote chargé de l'opération.</p> <p>Il a pour objet la description et la justification du parti technique retenu. Il décrit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la solution technique retenue à l'issue de l'étude des scénarios et telle qu'elle ressort au niveau de l'avant-projet (suivant la précision recommandée dans ce guide); • le calendrier et le phasage des travaux; • les modalités d'exploitation sous chantier et les conséquences sur le phasage ou les méthodes à appliquer par l'entreprise; • le fractionnement éventuel en tranches techniques; • les options ou variantes autorisées; • les calculs complémentaires au projet exigés au titre de l'étude d'exécution; • les essais préalables requis avant travaux; • les convenances et contrôles requis en phase de travaux; • les mesures éventuelles d'efficacité de la réparation, la surveillance requise après réparation; • les spécifications qui résultent de l'application du Code de l'environnement et du Code de la santé; • les autres enjeux environnementaux (mesures de sauvegarde du site, maintien du caractère architectural ou historique de l'ouvrage); • les postes de travaux sur lesquels les risques de variation de quantité existent, afin de faciliter l'organisation des prix au stade du DCE.

Composition de l'APROA	Commentaires
Notes de calcul de justification de la réparation	<p>Les notes de calculs comprennent :</p> <ul style="list-style-type: none"> • une note d'hypothèses qui détaille les adaptations éventuelles des normes Eurocodes suivant l'histoire de l'ouvrage; • l'ensemble des notes de calculs y compris les justifications géotechniques; • option préconisée dans le cadre de la réalisation des futures études d'exécution selon le § 4.4.3.5 du présent guide.
Études de méthodes	<p>Le cas échéant, ce dossier justifie la faisabilité à partir de simulations ou de tests réalisés <i>in situ</i>.</p>
Dossier de plans	<p>Ce dossier est classique. Sa précision est à adapter au contexte en se référant aux indications de ce guide. Pour mémoire, suivant le cas, le dossier correspond à celui d'un PRO ou bien à celui d'un AVP approfondi en ce qui concerne la faisabilité.</p> <p>Les échelles sont adaptées au contexte et à l'ouvrage.</p> <p>Les plans de détails (assemblage, ferrailage...) sont fournis s'ils présentent un intérêt pour la justification de la solution.</p> <p>Les plans de phasage sont fournis, y compris en ce qui concerne les phasages de démolition.</p>
Dossier AVP et dossier PRO	<p>Pour mémoire, si de tels dossiers ont été composés (en particulier dans le cas d'opérations externalisées) et si leur composition est différente de celle du dossier de plans fourni, ces dossiers d'AVP et PRO peuvent également être joints.</p>
Études techniques routières	<p>Ce dossier est fourni en tant que de besoin, par exemple dans le cas d'une reprise significative de tracé, d'une reprise des équipements hors ouvrage, d'une incidence forte sur le trafic... Sa composition est adaptée au contexte.</p> <p>Il comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> • un rapport de synthèse; • un dossier technique qui détaille les caractéristiques géométriques de la section courante (réseaux, trafics, terrassement et couche de forme, assainissement, chaussées, signalisation); • le plan des dispositifs de retenue et ITPC; • le plan d'exploitation sous chantier par phases.
Études environnementales – hydrauliques	<p>Ce dossier est fourni en tant que besoin dans le cas d'une opération soumise à instruction réglementaire qui résulte de l'application du Code de l'environnement.</p> <p>Il décrit alors :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la synthèse des enjeux; • le dossier loi sur l'eau; • les études hydrauliques effectuées (fournies en annexe); • le dossier d'autorisation environnementale; • l'état des instructions réglementaires.
B.5 Estimation	<p>L'estimation fournie comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> • un avant-métré des principales quantités; • une estimation sur la base des prix unitaires appliqués aux quantités évaluées assortie d'une marge de tolérance (fixée à 15%).

Composition de l'APROA	Commentaires
B.6 Échéancier	<p>L'échéancier comprend le rappel des principales échéances relatives à l'opération :</p> <ul style="list-style-type: none">• instructions réglementaires;• échéancier des consultations (maîtrise d'œuvre, entreprises...);• interventions sur réseaux éventuelles;• créneaux d'intervention convenus (SNCF..).
B.7 – Annexe « extrait du dossier de l'ouvrage »	<p>Cette annexe fournit les principaux documents permettant d'apprécier la pertinence de la réparation et la faisabilité des propositions. Sa composition est sensiblement la même que celle du dossier des pièces annexes fournies à l'entreprise.</p> <p>Le dossier comprend :</p> <ul style="list-style-type: none">• l'ensemble des plans de l'ouvrage existant;• les notes de calcul disponibles;• les inspections détaillées antérieures;• les résultats de sondages;• + tout élément pertinent vis-à-vis de la solution proposée.

ANNEXE 3

RÉCAPITULATIF DES TECHNIQUES D'ACHAT APPLICABLES POUR LES ÉTUDES ET LE DIAGNOSTIC (2020)

Les tableaux ci-après (établis en 2020) récapitulent les techniques applicables pour les prestations d'études, de maîtrise d'œuvre et de diagnostic.

Organisation de l'achat pour toutes les procédures de passation

Allotissement pour les prestations distinctes ci-dessous :

- 1 lot de maîtrise d'œuvre pour l'élément de mission DIA (CCAG PI);
- 1 ou plusieurs lot (s) d'auscultations (CCAG Service);
- 1 lot de maîtrise d'œuvre pour les éléments AVP-PRO (CCAG PI).

Chaque candidat ne pourra se voir attribuer qu'un seul lot afin d'éviter les conflits d'intérêts

Procédure de passation		
Marchés passés selon une procédure adaptée L. 2123-1 et R. 2123-1_1°	Technique d'achat	/
	Prérequis	Valeur estimée (HT) du besoin : elle doit être inférieure aux seuils européens.
	Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Procédure connue et facile à mettre en œuvre. Possibilité d'avoir recours à une négociation (suivant R. 2123-5, à prévoir dans l'AAPC ou le RC). • Affranchissement des délais fixés dans les procédures formalisées. • En deçà d'un seuil défini (40 000€ HT en 2020), le marché peut être passé sans publicité ni mise en concurrence préalable. • La négociation éventuelle ne doit pas remettre en cause des caractéristiques principales du marché ni exiger des éléments de missions de conception au niveau des offres.
	Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Attention au dépassement de seuil. • À limiter à une seule opération.

Procédure de passation		
<p>Procédure avec négociation</p> <p>L. 2124-3 et R. 2124-3_1°, 2</p>	Technique d'achat	
	Prérequis	<ul style="list-style-type: none"> • Est applicable dès lors qu'il s'agit de prestations intellectuelles de conception (y compris des missions de maîtrise d'œuvre) sans autre condition spécifique. • Sourçage éventuel. • La négociation ne s'improvise pas et s'organise autour d'une équipe équilibrée et compétente. La formulation des critères de jugement doit être explicite suivant le but visé.
	Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Le dialogue s'appuie sur un mémoire technique remis par les candidats qui permet de s'assurer de leur compréhension de la complexité du sujet. • Les conditions de la négociation doivent être annoncées dans le règlement de la consultation, et en particulier les exigences minimales de la négociation (= ce qui n'est pas négociable). • On peut tout négocier, mais il n'est pas possible de demander des éléments de conception au niveau des offres. • Les éléments techniques, administratifs et financiers (hormis ceux qui auraient pour conséquence de modifier les caractéristiques principales du marché) sont négociables. • Permet de bénéficier de la meilleure équipe et de la meilleure qualité au meilleur prix, tout en s'assurant de la compréhension du sujet par les prestataires. • Bien adaptée pour des études uniques relativement importantes (maîtrise d'œuvre de conception complète ou non en alternative au concours, qui n'a pas de sens en réparation), de préférence aux appels d'offres restreints ou ouverts classiques qui ne devraient plus être utilisés en conception.
	Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Procédure un peu plus longue à mener : deux phases d'analyses (candidatures et offres) et une phase (au moins) de négociation. • Demande des ressources et des précautions d'usage (transparence et traçabilité des procédures).

Procédure de passation	
<p>Appel d'offres restreint</p> <p>L2124-4 et R2124-2_2°</p>	<p>Technique d'achat</p> <p>Accord-cadre multiattributaire exécuté par la conclusion de marchés subséquents.</p>
	<p>Prérequis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parangonnage, sourçage éventuels • Avis de préinformation indicatif manifestant l'intention des acheteurs de passer un marché R. 2131-1 (permet de laisser du temps pour s'organiser en groupement et de connaître les opérateurs économiques intéressés, prérequis au sourçage) • Prévoir le versement d'une avance (permet de susciter une concurrence plus large) • Le cas échéant, préciser les capacités techniques et professionnelles minimales pour mener les études de diagnostic, les auscultations et les études de conception (ex. : référence OPQIBI), afin de permettre une analyse des candidatures optimisée; cependant, cette pratique a ses limites, car les qualifications OPQIBI ne sont pas suffisamment sélectives et risquent d'éliminer des candidats compétents. • Prévoir des clauses contractuelles de modification (clause de réexamen, L. 2194-1 et R. 2194-1) afin d'éviter toute nouvelle procédure de mise en concurrence quel qu'en soit le montant, notamment pour des prestations complémentaires : prévoir le montant total envisagé (ex. : taux plafond appliqué sur le montant initial fixé au stade de l'accord-cadre) suivant R. 2122-7. • Éviter les lots géographiques (profiter de la pluralité des compétences et des carnets de commandes des titulaires).
	<p>Avantages</p> <ul style="list-style-type: none"> • Économie de procédures des marchés subséquents • Planification des achats • Grande réactivité des titulaires • Système de référencement contractuel qui permet une pluralité de compétences • Adapté pour les achats répétitifs dont les contours ne sont pas totalement délimités en amont ou qui sont susceptibles d'évolutions technologiques ou réglementaires (adapté au cas par cas) • Permet de bénéficier de la meilleure qualité au meilleur prix • Possibilité de conclure des marchés subséquents à bons de commande • Possibilité de faire courir un marché subséquent après la période de validité de l'accord-cadre dans un délai raisonnable lié à l'objet du marché (à apprécier en fonction de l'objet et des caractéristiques de la prestation). • Possibilité de négocier⁸ • L'accord-cadre est un système fermé pendant sa durée d'exécution, mais ne suppose pas nécessairement une exclusivité d'achat auprès du ou des titulaires.
	<p>Inconvénients</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procédure longue en phase passation d'appel d'offres : 2 phases d'analyse (candidatures et offres). • Anticipation des modifications en phase exécution par une clause de réexamen qui doit être claire, précise et sans équivoque) et des règles de consultation des marchés subséquents. • Moins souple que l'accord-cadre à bon de commande.

⁸ La négociation est interdite en procédure d'appel d'offre. Néanmoins, lors d'une mise en conformité d'une offre, lors de la passation d'un avenant, lors de l'émission d'un bon de commande, il est tout à fait possible d'utiliser des pratiques similaires à la négociation. Dans ce cas de figure, cette « négociation » ne se fera qu'avec le titulaire (en bilatéral) et en dehors du cadre procédural. Lors de la passation d'un avenant, techniquement tous les aspects sont aujourd'hui modifiables en ajout ou en retrait (ce n'était pas le cas avant). D'autant si on incorpore dans le marché une clause de réexamen.

Procédure de passation	
<p>Appel d'offres ouvert</p> <p>L. 2124-4 et R. 2124-2_1°</p>	<p>Technique d'achat</p> <p>Accord-cadre monoattributaire exécuté par l'émission de bons de commande.</p>
	<p>Prérequis</p> <ul style="list-style-type: none"> Faire un inventaire exhaustif des prestations qui sera commandé pour réaliser le diagnostic et la conception du projet de réparation. Ajouter des lots géographiques pour les secteurs étendus.
	<p>Avantages</p> <ul style="list-style-type: none"> Aucune procédure de remise en concurrence à l'exécution. Flexible, commande facile à réaliser et n'exigeant pas de cahier des charges.
	<p>Inconvénients</p> <ul style="list-style-type: none"> Procédure longue en phase passation d'appel d'offres. Catalogue des prix lourds à gérer. Chaque prix ajouté devra faire l'objet d'un contrat bilatéral (avenant). Ne permet pas d'avoir une pluralité de titulaires. Ne permet pas l'optimisation de l'offre, plutôt adapté à des services courants répétitifs dont les contours sont délimités. Possibilité de négocier⁹. L'accord-cadre est un système fermé pendant sa durée d'exécution, mais ne suppose pas nécessairement une exclusivité d'achat auprès du ou des titulaires. Possibilité de faire courir un marché subséquent après la période de validité de l'accord-cadre dans un délai raisonnable lié à l'objet du marché (à apprécier en fonction de l'objet et des caractéristiques de la prestation).

⁹ La négociation est interdite en procédure d'appel d'offres. Néanmoins, lors d'une mise en conformité d'une offre, lors de la passation d'un avenant, lors de l'émission d'un bon de commande, il est tout à fait possible d'utiliser des pratiques similaires à la négociation. Dans ce cas de figure, cette « négociation » ne se fera qu'avec le titulaire (en bilatéral) et en dehors du cadre procédural. Lors de la passation d'un avenant, techniquement tous les aspects sont aujourd'hui modifiables en ajout ou en retrait (ce n'était pas le cas avant). D'autant si on incorpore dans le marché une clause de réexamen.

Bibliographie

BIBLIOGRAPHIE

GUIDES GÉNÉRAUX

- [1] DGITM, *Instruction technique relative aux modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion sur le réseau national*, septembre 2017.
- [2] Sétra, [*Maîtrise d'ouvrage public en Europe. Éléments de repères spécifiques aux ponts*](#), 2006.
- [3] Sétra, [*Application des Eurocodes, recommandations aux maîtres d'ouvrage*](#), 2010.
- [4] Le Moniteur, *La mission VISA pour les ouvrages d'infrastructures*, Syntec, 7 juillet 2006.
- [5] IMGC, *Référentiel de l'ingénierie et de la maintenance*.
- [6] *Recommandations n° T-1-87 et n°T-1-89 du groupe permanent d'étude des marchés de travaux (GPEM/T)* adoptées respectivement le 15 octobre 1987 et le 6 décembre 1989 par la section technique de la Commission centrale des marchés.
- [7] MEDDE, *Guide d'harmonisation des clauses techniques contractuelles relatives aux documents, concernant le management de la qualité et le respect de l'environnement, à fournir par le titulaire d'un marché de travaux*, 1994.
- [8] Norme NF P 95-104 - Ouvrages d'art Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie - Spécifications relatives à la technique de précontrainte additionnelle - Spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés.
- [9] [*Circulaire n° 82-50 du 24 mai 1982 relative aux contrôles de qualité*](#).
- [10] MIQCP, *Médiations n° 17. La maîtrise d'œuvre des opérations de réhabilitation de bâtiment*, avril 2007.
- [11] Cerema, Idirim, [*Les chantiers d'infrastructures routières et les milieux naturels Prise en compte des habitats et des espèces*](#), 2018.
- [12] DGUHC, *Missions d'assistance à décideur et maître d'ouvrage*, septembre 2005.
- [13] Syntec Ingénierie, *Guide Ingénierie géotechnique et maîtrise d'œuvre pour la construction d'infrastructures*, application de la norme NF P94-500 de novembre 2013 et la loi MOP de juillet 1985, juin 2014
- [14] Cerema, [*Aide à la passation de marchés d'entretien courant et de petites opérations d'entretien spécialisé pour les ouvrages d'art CCTP et BPU types*](#), 2013.
- [15] Cerema, [*Guide pour la commande et le pilotage des études d'ouvrages d'art*](#), 1997. N.B. Cette référence est donnée à titre indicatif compte tenu des éléments méthodologiques fournis dans ce guide et de l'évolution des pratiques depuis la parution.
- [16] Sétra, *Marchés pour la réparation et les modifications d'ouvrages d'art : préparation et rédaction*, 1993. N.B. Cette référence est donnée à titre indicatif compte tenu des éléments méthodologiques fournis dans ce guide et de l'évolution des pratiques depuis la parution.
- [17] SNCF Réseau, *MOA tiers - Directives de sécurité ferroviaire (DSF) - IG 94589*
- [18] Cerema, [*Politique de gestion des patrimoines d'ouvrages d'art, apports récents sur la gestion technique et financière*](#), Note d'information, 2021.
- [19] Réseau routier national non concédé : résultats d'audits par Nibux et IMDM pour le compte de l'État, 2018

GUIDES TECHNIQUES

- [20] Cerema, *Cahiers interactifs de l'UGE et du Cerema, Auscultation des ouvrages d'art. Reconnaissance de l'état de tout ou partie d'un ouvrage et des pathologies associées*. Consultable sur le site de l'Université Gustave Eiffel <https://reflexscience.univ-gustave-eiffel.fr/lire/ouvrages/auscultation-des-ouvrages-dart>. Le cahier interactif comporte de nombreuses références bibliographiques spécifiques aux différentes techniques d'auscultation.
- [21] [Conception des réparations structurales et des renforcements des ouvrages d'art](#), 2016.
- [22] Sétra, *Note d'information n° 35 Méthodes courantes d'évaluation des ouvrages d'art existants. Pratiques en vigueur dans le réseau scientifique et technique*, 2012, 2014, 2016.
- [23] Cerema, [Instruction technique pour la surveillance et l'entretien des ouvrages d'art](#) et l'ensemble des guides associés, version base 2010.
- [24] Le Moniteur, *Fondations, réparation et renforcement*, cahier détaché 23 août 2013.
- [25] Sétra, LCPC, [Choix et application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton](#), août 1996.
- [26] Strres, *Les guides STRRES : guides techniques de réparation et renforcement de structures*. Téléchargeables depuis le site Web du [Strres](#).
- [27] Ifsttar, [Pathologies, diagnostic et réparation des chapes d'étanchéité d'ouvrages d'art](#), 2011
- [28] Ifsttar, [Pathologie, diagnostic et réparation des corniches en béton armé](#), 2011
- [29] LCPC, *Présentation des techniques de diagnostic de l'état d'un béton soumis à un incendie*, 2005.
- [30] Cerema, [Protection cathodique du béton armé](#), 2018.
- [31] Cerema, [Cours d'eau et ponts](#), 2007
- [32] Cerema, [Prévention des pathologies courantes d'ouvrages d'art](#), 1998.
- [33] Sétra, [Élargissement des ponts en maçonnerie](#), 2001.
- [34] Sétra, [Ponts routes en maçonnerie, protection contre l'action des eaux](#), 1992.
- [35] Sétra, [Assainissement routier](#), 2006.
- [36] LCPC, *Entretien de la protection anticorrosion des ouvrages métalliques*, 2005.
- [37] Cerema, [Décapage des peintures anticorrosion des ouvrages d'art métalliques. Caractérisation du déchet et proposition de filières de gestion](#), 2019.
- [38] Cerema, [Diagnostic et renforcements sismiques des ponts existants](#), 2017.
- [39] Cerema, [Dispositifs de retenue routiers marqués CE sur ouvrages d'art. De la conception de l'ouvrage à la mise en œuvre des dispositifs de retenue](#), 2014.
- [40] Sétra, [Maîtrise des risques Application aux ouvrages existants](#), janvier 2013.
- [41] Cerema, [Résistance à l'incendie Évaluation des ponts routiers](#), 2016.

- [42] Cerema, [Analyse de risque des ponts en site affouillable](#), 2019.
- [43] Cerema, *Évaluation structurale et réparation des Viaducs à travées Indépendantes à Poutres Préfabriquées précontraintes par post-tension (VIPP)*, à paraître.
- [44] Cerema, *Adaptation des ouvrages existants à de nouveaux usages*, à paraître.
- [45] Spécification technique XP CEN/TS 17440 « Évaluation et rénovation des structures existantes », septembre 2020.
- [46] Cerema, [Démolition des ponts et gestion de leurs déchets](#), 2018.

RÉSEAUX

- [47] [Arrêté du 27 décembre 2016 portant approbation des prescriptions techniques prévues à l'article R. 554-29 du Code de l'environnement et modification de plusieurs arrêtés relatifs à l'exécution de travaux à proximité des réseaux](#)
- [48] Fascicules 1 et 3 du guide d'application de la réglementation anti-endommagement, intitulés respectivement « *Dispositions générales* » et « *Formulaires et autres documents pratiques* », dans leur version 1 de décembre 2016, approuvés en application de l'article 24 de l'arrêté du 15 février 2012 susvisé, et publiés sur le téléservice www.reseaux-et-canalizations.gouv.fr.
- [49] Fascicule 2 du guide d'application de la réglementation anti-endommagement, intitulé « *Guide technique des travaux* », dans sa version 2 de décembre 2016, approuvé en application des dispositions de l'article R. 554-29 du Code de l'environnement, publié *in extenso*, et fiche technique par fiche technique, sur le téléservice www.reseaux-et-canalizations.gouv.fr.

© 2023 - Cerema

LE CEREMA, L'EXPERTISE PUBLIQUE POUR LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET LA COHÉSION DES TERRITOIRES

Le Cerema, Centre d'Études et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement, est un établissement public qui apporte son concours à l'État et aux collectivités territoriales pour l'élaboration, la mise en œuvre et l'évaluation des politiques publiques au service de la transition écologique, de l'adaptation au changement climatique et de la cohésion des territoires. Il porte des missions de recherche & innovation et appuie le transfert d'innovations dans les territoires et auprès des acteurs privés.

Le Cerema agit dans 6 domaines d'activité : Expertise & Ingénierie territoriale, Bâtiment, Mobilités, Infrastructures de transport, Environnement & Risques, Mer & Littoral. Présent partout en métropole et dans les Outre-mer par ses 26 implantations, il développe une expertise de référence au contact de ses partenaires européens et contribue à diffuser le savoir-faire français à l'international.

Le Cerema capitalise les connaissances et savoir-faire dans ses domaines d'activité. Éditeur, il mène sa mission de centre de ressources en ingénierie par la mise à disposition de près de 3 000 références à retrouver sur www.cerema.fr rubrique nos publications.

Toute reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement du Cerema est illicite (article L.122-4 du Code de la propriété intellectuelle). Cette reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles L.335-2 et L.335-3 du CPI.

Cet ouvrage a été imprimé sur du papier issu de forêts gérées durablement (norme PEFC) et fabriqué proprement (norme ECF). L'imprimerie Dupliprint est une installation classée pour la protection de l'environnement et respecte les directives européennes en vigueur relatives à l'utilisation d'encre végétales, le recyclage des rognures de papier, le traitement des déchets dangereux par des filières agréées et la réduction des émissions de COV.

Coordination : Direction de la Stratégie et de la Communication

Mise en page : Pôle éditions et valorisation des connaissances

Impression : Dupliprint, 733 rue Saint-Léonard 53100 Mayenne

Achevé d'imprimer : Juillet 2023

Dépôt légal : Juillet 2023

ISBN : 978-2-37180-602-3 (pdf) - 978-2-37180-601-6 (papier) - ISSN : 2276-0164

Éditions du Cerema

Cité des mobilités

25, avenue François Mitterrand CS 92803 - 69674 Bron Cedex - France

www.cerema.fr

INSTRUCTION TECHNIQUE

POUR LA SURVEILLANCE ET L'ENTRETIEN DES OUVRAGES D'ART

Fascicule 5

Conduite d'une intervention sur un ouvrage d'art existant

Les maîtres d'ouvrage chargés de veiller sur les ouvrages d'art sont confrontés à un patrimoine vieillissant, à une évolution du trafic routier de plus en plus agressif pour les structures, à des contraintes d'exploitation majeures et à l'augmentation des dépenses de maintenance.

Les processus qui permettent de conduire une opération de réparation ou de réhabilitation d'ouvrage d'art, depuis les premières expertises, jusqu'à la mise au point du projet sont longs et complexes.

Les maîtres d'ouvrages et leurs assistants, ont besoin de bien appréhender les étapes à suivre pour assumer leurs responsabilités et piloter l'élaboration d'un projet d'intervention.

Ce guide a été conçu en ce but. Il place le maître d'ouvrage au centre des décisions. Il s'adresse aussi à tous les acteurs du diagnostic et de la réparation d'ouvrages d'art afin de faciliter la maîtrise des interfaces techniques ou administratives avec le maître d'ouvrage.



EXPERTISE & INGÉNIERIE TERRITORIALE | BÂTIMENT | MOBILITÉS
| INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT | ENVIRONNEMENT &
RISQUES | MER & LITTORAL