



Utilisation de la télé-inspection pour la surveillance des ouvrages de génie civil

1 Introduction

La gestion d'un patrimoine d'ouvrages de génie civil s'appuie sur différentes actions de surveillance, dont l'inspection est un élément essentiel. Les évolutions technologiques et numériques des dernières années ont conduit au développement de nouveaux outils de relevés pouvant être mobilisés pour les inspections des ouvrages de génie civil, avec la possibilité de les réaliser à distance et s'appuyant sur un volume de données numériques important (prises de vue en particulier). Ce type d'inspection est nommé « *télé-inspections*¹ » dans le présent document.

Afin d'aider les acteurs des infrastructures de mobilité, et en premier lieu les Donneurs d'Ordre (DO – maitres d'ouvrage, gestionnaires) pouvant être amenés à solliciter ce type de prestation, les membres du comité Génie Civil de l'IDRRIM ont souhaité porter la rédaction de cette note d'information. Celle-ci rappelle les principaux points de vigilance et les écueils à éviter lors de l'utilisation de méthodes de télé-inspections. Elle vise également à caractériser l'apport de ces nouvelles technologies vis-à-vis de la doctrine actuelle de surveillance pour mettre en lumière les avantages et les points de développement. Enfin, l'IDRRIM souhaite partager les Retours d'expériences (REX) d'utilisation de télé-inspections actuellement conduits par les acteurs du domaine des ouvrages de génie civil pour permettre une progression collective de ce dispositif.

¹ L'IDRRIM a fait le choix de retenir la sémantique de télé-inspection dans ce document. D'autres termes peuvent être retrouvés dans la littérature scientifique, notamment celui d'inspections télévisuelles utilisé par exemple dans le guide IMGC. Ces deux termes sont équivalents et recouvrent le même périmètre d'activité : ensemble d'outils numériques, de protocoles et de moyens permettant de réaliser une inspection partiellement ou complètement déportée.

N° 48
AVRIL
2023

Sommaire

- 1 | Introduction
- 2 | Les attentes autour de l'utilisation de la télé-inspection
- 3 | Les facteurs limitants
- 4 | Coordination entre télé-inspection et inspection décrite dans les référentiels actuels
- 5 | Points d'attention de la commande et points de vigilance à avoir
- 6 | Points d'attention pour la conduite de l'inspection
- 7 | Points d'attention sur les livrables
- 8 | Perspectives pour le développement de la télé-inspection

Cette note d'information porte sur les ouvrages de génie civil au sens large, incluant les ouvrages d'art et les ouvrages spécifiques à certains réseaux (fluviaux par exemple). Ces recommandations peuvent être appliquées de la même manière pour d'autres types d'ouvrages de génie civil (barrages, ouvrages d'assainissement, ouvrages de stockage, écrans de protection de falaises...).

À titre d'exemple, sur le Réseau Routier National, les inspections des ouvrages de génie civil doivent respecter les exigences fixées par l'Instruction Technique pour la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages d'Art (ITSEOA). L'inspection détaillée décrite dans l'ITSEOA (dite « *traditionnelle* ») comprend un examen visuel exhaustif de l'ensemble des parties de l'ouvrage ainsi que des investigations ponctuelles à l'aide de petits matériels (marteau, brosse métallique, réglet, spatule...). Elle peut également s'accompagner de relevés de mesure s'il existe des dispositifs de suivi sur l'ouvrage. L'inspection détaillée nécessite généralement des moyens d'accès particuliers afin de réaliser les observations « *au contact* » de la structure. Elle aboutit à un rapport détaillé, comprenant un relevé de désordres, qui permet entre autres, d'évaluer l'état structurel de l'ouvrage, son évolution entre deux campagnes, et de proposer au gestionnaire les actions à suivre.

Selon les ouvrages ou les réseaux et leurs référentiels, la télé-inspection peut être vue comme :

- un outil supplémentaire (les inspections « *traditionnelles* » se suffisent à elles-mêmes donc la télé-inspection doit au moins donner le même niveau de relevé),
- un outil complémentaire (la télé-inspection apporte des informations pour le relevé qui ne sont pas fournies par les inspections « *traditionnelles* »),
- un outil permettant de réaliser un relevé dans des cas où il n'est pas possible de faire une inspection « *traditionnelle* ».

La télé-inspection change les méthodes d'acquisition et souvent de traitement des données mais pas les concepts d'analyse, de cotation, de rapport d'inspection ou de définition des suites à donner.

La télé-inspection ne faisant l'objet d'aucun référentiel précis, elle est parfois proposée par des prestataires n'étant pas des spécialistes du génie civil et se pose la question de la conformité des prestations avec les référentiels actuels utilisés par les DO pour la surveillance et la gestion de leurs patrimoines. Son utilisation soulève donc un certain nombre de questions quant à la qualité des prestations, au niveau d'expertise disponible, à l'adéquation du matériel utilisé (incertitudes des mesures de détection et de caractérisation et de l'interprétation des désordres) ou à la gestion des données qui doivent être cohérentes avec les systèmes d'information utilisés par les DO.

La pratique de la télé-inspection peut s'appuyer utilement sur les recommandations formulées dans le guide « *Recommandations pour les inspections télévisuelles* »² publié par l'IMGC en 2021.

La présente note ne vise pas à apporter de comparaison entre les méthodes d'inspection aujourd'hui couramment utilisées (dites « *traditionnelles* ») et celles de télé-inspection, mais à montrer les apports de ces dernières pour la surveillance d'ouvrages. Elle ne propose pas de comparaison entre les outils de télé-inspection disponibles, qui connaissent une évolution rapide liée au développement technologique.

² Lien de téléchargement : www.imgc.fr/recommandations-pour-les-inspections-televisuelles/

2 Les attentes autour de l'utilisation de la télé-inspection

Une vision plus exhaustive de certaines parties d'ouvrages de génie civil

La configuration d'un ouvrage d'art peut limiter la possibilité pour un inspecteur de visiter certaines parties, pour des raisons de sécurité ou d'accessibilité (piles creuses, puits de ventilation, caissons étroits, abouts de tablier ...). Cette limite peut entraîner une absence d'information sur l'évaluation et l'évolution de l'état de ces parties d'ouvrages, pouvant apporter un biais aux conclusions de l'inspection.

L'utilisation d'un outil de télé-inspection peut donc en partie répondre à cette limite, en permettant l'utilisation d'un vecteur ayant moins de difficultés à se rendre sur ces zones difficiles d'accès et ainsi de voir la structure sous des angles qui n'auraient pas été vus autrement.

Une aide au ciblage de l'inspection (pré-inspection)

La télé-inspection peut s'inscrire comme une pré-inspection, permettant d'obtenir une vision rapide et à grosse maille de l'état de l'ouvrage. Ces informations peuvent alors permettre de cibler certaines zones particulières identifiées, qui seront alors visitées de manière plus précise lors d'une inspection.

Post-inspection et inspection supplémentaire de certaines parties d'ouvrages

La télé-inspection peut également être utilisée en post-inspection, en permettant de revenir plus facilement et/ou à moindre coût pour vérifier certaines parties d'ouvrages après une inspection ou après un évènement exceptionnel.

Elle peut être aussi pertinente pour la réalisation de campagnes périodiques ciblées sur certains ouvrages ou parties d'ouvrage identifiés par le gestionnaire pour des enjeux particuliers (sécurité, état de l'ouvrage, trafic...) et qui feraient l'objet d'une visite de contrôle entre deux inspections.

Disposer d'informations complémentaires sur certains équipements de l'ouvrage

Les outils de télé-inspection permettent d'obtenir des informations complémentaires lors de la réalisation de l'inspection. Cela concerne notamment la géolocalisation par GNSS³ de certains équipements de l'ouvrage et de leur état (exemple des dispositifs pare-blocs). Ces informations viennent ainsi enrichir la base de données du gestionnaire et lui permettre de disposer d'une vision plus complète de son ouvrage.

³ Global Navigation Satellite System ou Système de Navigation Globale par Satellite. Les constellations les plus fréquentes et inter-compatibles sont GPS, GLONASS, BEIDU et GALILEO.

Une moindre perturbation de l'exploitation

La réalisation d'une inspection perturbant l'exploitation de l'ouvrage, des mesures doivent être prises afin de garantir la sécurité des intervenants et des usagers sur toute la durée de l'intervention.

La télé-inspection permet ainsi de limiter ces impacts. Cet apport est d'autant plus intéressant dans le cas d'ouvrages à fort trafic, de tunnels ou d'ouvrages immergés, où la fermeture d'une partie ou de l'ensemble de l'ouvrage peut avoir des conséquences importantes en matière de trafic, voire être très difficile. Toutefois, des modalités spécifiques aux outils de télé-inspection peuvent limiter leur utilisation ou entraîner des contraintes pour l'exploitant.

Un relevé factuel des données et des visuels

La télé-inspection permet la captation et l'enregistrement d'un grand nombre de données numériques (notamment photographies). Ces données, une fois traitées (par exemple ortho photos...), peuvent présenter un intérêt pour le suivi de l'exploitation par le gestionnaire de l'ouvrage. De même, elles sont de nature à permettre un archivage de données brutes sous format numérique dans la base de données du gestionnaire, lui offrant ainsi des données complémentaires sur l'état de son ouvrage. Elles posent toutefois des questions importantes en matière d'accessibilité et de stockage, qui sont abordées plus spécifiquement dans la suite de ce document.

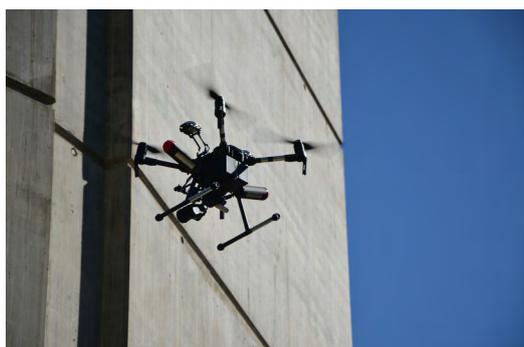
Elle peut présenter également un fort intérêt pour une rétro-inspection d'ouvrages déjà visités, afin de lever un point de doute. Les données acquises pourront ainsi être intégrées à un suivi ultérieur (sous réserve d'un bon géo-référencement des données).

Un gain à estimer au cas par cas pour le maître d'ouvrage

Les méthodes et outils de télé-inspection peuvent permettre d'améliorer la connaissance globale du patrimoine, apportant un gain non négligeable pour le DO pour sa politique de gestion patrimoniale.

La diversité des cas ne permet toutefois pas de quantifier ici les gains financiers directs attendus.

Le développement continu de ces outils permettra d'affiner ces éléments dans les prochaines années pour être en mesure de préciser ces éventuels gains pour un maître d'ouvrage, à l'échelle d'un ouvrage et d'un patrimoine dans son ensemble.



3 Les facteurs limitants

Si la télé-inspection peut répondre à certaines attentes des DO dans un objectif d'une meilleure connaissance de l'état et de l'évolution de leurs ouvrages, les modalités de réalisation et le caractère émergent de ces techniques entraînent un certain nombre de limites dont le gestionnaire doit tenir compte dans sa prescription et dans ses attentes quant aux résultats de l'intervention.

Le premier et principal facteur limitant concerne la possibilité de ne réaliser actuellement qu'un relevé visuel, donc sans contact direct avec l'ouvrage. Cette limite induit l'impossibilité, par exemple, de détecter de zones sonnantes creux, des fissures d'ouverture faible dans certaines configurations, d'en mesurer les désaffleurements ou de quantifier la corrosion des pièces métalliques. Or, cette détection est essentielle pour quantifier l'éventuelle dégradation d'un ouvrage, être en mesure de pouvoir établir une vision précise de son état et de son évolution dans les années à venir et donc pouvoir prendre les éventuelles mesures de sécurité nécessaires.

De plus, comme indiqué en introduction, cette limite contrevient aux règles de l'art actuelles (ITSEOA), qui stipulent la nécessité d'avoir un contact avec le parement, justement dans l'objectif de pouvoir effectuer ces évaluations.

Plusieurs autres facteurs limitants ont pu être identifiés par les premières expérimentations réalisées :

Les conditions environnementales

La réalisation d'une télé-inspection doit nécessairement tenir compte du milieu ou des conditions environnementales. En particulier, les situations de forte ou faible luminosité, de pluie, de vent ou toute situation conduisant à une baisse de visibilité ou de stabilité des appareils sont de nature à influencer sur le seuil de détection de la méthode et la qualité des prises de vue, voire sur la faisabilité de la télé inspection.

Ces conditions environnementales entraînent des exigences particulières pour le matériel de télé-inspection en matière d'éclairage, de sensibilité, de stabilité qu'il faut appréhender afin d'en connaître les limites (bruit numérique, écrasement des images dû à l'éclairage artificiel...).

Si ces restrictions concernent particulièrement les vecteurs⁴ volants, une logique similaire se pose pour les vecteurs roulants ou flottants.

La précision de la méthode

Comme indiqué, la télé-inspection repose sur l'utilisation de capteurs embarqués sur des vecteurs permettant une mesure de manière déportée.

4 Un vecteur est un moyen permettant d'embarquer un ou plusieurs capteurs, comme par exemple vecteur flottant/coulant (bateau, Remotely Operated Vehicule (ROV...), volant (communément appelé drone) / spatial (avion, hélicoptère, aéronef télé piloté, satellite...), roulant (voiture...), humain (trépied, perche...).

La précision de la méthode utilisée pour les relevés effectués a une influence importante sur la qualité de la prestation. En effet, elle permet d'évaluer correctement ou non certaines dégradations (ouverture d'une fissure par exemple) ou certains reliefs sur la surface de l'ouvrage. Ces relevés étant le fondement sur lequel va s'effectuer l'analyse, le manque de précision de la méthode peut conduire à sous-estimer certaines dégradations qui ne ressortiraient pas en tant que telles dans les relevés effectués. La méthode et les outils employés doivent être cohérents avec l'appréciation de la gravité des désordres, au regard de la structure concernée (le seuil visé ne sera par exemple pas le même pour les fissurations sur béton armé, béton précontraint, métal ou maçonnerie).

La répétabilité et la reproductibilité des mesures doivent également être vérifiées en amont de la prestation, notamment lors de l'utilisation d'outils différents sur un même ouvrage, afin de s'assurer de la justesse de la mesure et de l'analyse qui en découlera.

Enfin, il existe un enjeu important de compatibilité des différentes méthodes, selon la précision retenue. En effet, une différence de précision peut entraîner une difficulté à recaler des données entre elles, compliquant ainsi leur traçabilité et exploitation entre plusieurs inspections.

La nature et la conception de l'ouvrage

De la même manière que la télé-inspection peut présenter un avantage pour accéder à certaines parties d'ouvrages qui pourraient être inaccessibles à un inspecteur humain, la nature, la conception et la configuration de l'ouvrage peuvent induire des limites lors de ces prestations. En effet, ces méthodes de relevé apparaissent plus pertinentes pour des parements plans, pour lesquels la prise de vue sera facilitée, que pour des parements munis de reliefs ou sur des ponts à poutres, où les difficultés d'accès aux âmes des poutres peuvent in fine avoir un impact sur la qualité du relevé effectué.

Préparation et bon nettoyage des ouvrages

Comme pour toute inspection, le bon nettoyage des ouvrages doit être assuré au préalable afin d'assurer une bonne visibilité lors de l'intervention (dépôt de matériaux, couvert végétal, toiles d'araignées, ...).

Les contraintes administratives et les interventions sur zones protégées (dans le cas de relevés par vecteur volant)

La réglementation actuelle impose des contraintes strictes sur l'utilisation de certains vecteurs volants, dans de nombreuses conditions. Il convient donc d'intégrer ces contraintes administratives avant la réalisation de la télé-inspection et dans l'objectif d'obtenir à temps les autorisations nécessaires (exemple : définition du plan d'intervention). Que ce soit pour un vecteur flottant ou volant, la réglementation française est assez stricte avec des cas d'usage bien définis. Il convient en effet de préparer correctement chaque mission et de se renseigner de la faisabilité administrative puis technique. Certains sites sont par exemple interdits de pénétration, de prises de vue, ou avec des contraintes d'émissions d'ondes radio.

À titre d'exemple, le survol des autoroutes ou des lignes à grande vitesse est aujourd'hui interdit. La question du survol des réseaux de manière générale est posée. D'une manière similaire, la jurisprudence tend aujourd'hui à interdire le survol de zones de nidification ou protégées. Il est donc important que ces éventuelles contraintes soient identifiées en amont avec le prestataire afin de s'assurer de la faisabilité juridique et administrative de la prestation.

Les délais d'obtention des autorisations peuvent par ailleurs être plus longs que prévus et devenir un point bloquant, notamment dans le cas d'interventions d'urgence.

Enfin, un point d'attention sur les polices d'assurances demandées au prestataire (incluant l'assurance dommage) est porté à la connaissance des DO.

Pour plus d'informations sur la réglementation en vigueur pour l'utilisation de drones volants, le lecteur pourra se référer au site de la DGAC et consulter la liste des opérateurs de drones aériens : www.ecologie.gouv.fr/direction-generale-laviation-civile-dgac .

Quelques textes et références :

Pour les drones aériens :

- Loi n° 2016-1428 du 24 octobre 2016 relative au renforcement de la sécurité de l'usage des drones civils : <https://legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000033293745>-
Arrêté du 3 décembre 2020 relatif aux dispositions transitoires de reconnaissance de la formation et des titres des pilotes à distance : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000042635874>

Pour les drones maritimes :

- Ordonnance n°2021-1330 du 13 octobre 2021 relative aux conditions de navigation des navires autonomes et des drones maritimes : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044202140>



Le manque de référentiel partagé et univoque

Comme indiqué en introduction, les technologies utilisées pour la réalisation de télé-inspections restent émergentes et ne font donc pas l'objet de référentiel technique partagé et univoque, que ce soit pour la qualification des matériels ou capteurs employés, les compétences dont doivent disposer les prestataires ou pour les modalités de réalisation des prestations. Or, cette situation peut entraîner des qualités différentes de rendu pour une même prestation demandée, posant une vraie difficulté aux DO au regard des stratégies de gestion des ouvrages de génie civil. La capitalisation des expérimentations et recherches actuelles doit justement permettre d'améliorer notre connaissance et conduire à la formalisation de référentiels partagés, de nature à permettre une amélioration progressive des compétences des intervenants.

4

Coordination entre télé-inspection et inspection décrite dans les référentiels actuels

Les limites évoquées précédemment renforcent l'idée selon laquelle la télé-inspection est un outil, supplémentaire, complémentaire ou qui rend possible une inspection, à la disposition du DO mais qui n'est pas là pour remplacer l'inspection « traditionnelle ». Il convient, dès lors, d'être attentif à la coordination entre les informations issues des télé-inspections et les inspections décrites dans les référentiels actuels.

Tout d'abord, afin de garantir une qualité de prestation cohérente avec les inspections « traditionnelles », il apparaît indispensable que la télé-inspection soit réalisée par un binôme inspecteur-opérateur.

Le rôle de l'opérateur est de réaliser les relevés visuels et les prises de vue nécessitant des compétences particulières, notamment dans la conduite de vecteurs.

D'une manière plus classique, le rôle de l'inspecteur est d'apporter son expertise et sa connaissance des dégradations des ouvrages de génie civil. Il reste donc responsable in fine des évaluations qui seront faites et qui sont l'objectif même de la prestation d'inspection. Il est également là pour diriger et cibler certaines parties d'ouvrage lors de l'intervention.

Ce fonctionnement en binôme permet à l'inspecteur de guider l'opérateur pour aller vers des zones sur lesquelles un focus semble nécessaire. Une minutieuse préparation amont est indispensable, permettant entre autres de vérifier si la zone d'intervention n'est pas en zone interdite. Il est entendu que le pilote est le seul responsable de l'évolution de sa machine et le seul garant de sa sécurité (pouvant prévaloir sur le déroulé de la mission).

Ce fonctionnement en binôme induit des prescriptions souhaitables vis-à-vis du matériel de télé-inspection (moniteur déporté pour inspecteur, liaison audio entre opérateur et inspecteur).

Pour rappel, l'inspection doit permettre de donner un avis argumenté sur l'état de l'ouvrage et son évolution probable, à partir de l'analyse documentaire, du relevé et de l'analyse des dégradations visibles. Elle s'inscrit comme une étape de la surveillance de l'ouvrage, avec pour objectif d'identifier les éventuelles actions à conduire pour garantir la sécurité des usagers et de maintenir le niveau de service attendu.



La réalisation d'une inspection ne peut donc s'entendre comme une action ponctuelle mais doit s'inscrire dans toute la durée de vie de l'ouvrage. À ce titre, la continuité entre les rapports d'inspection doit être garantie pour permettre un suivi, précis et dans la durée, de l'évolution des dégradations constatées. Cette continuité dans les rapports doit être un point d'attention essentiel dans la réalisation de cette prestation. De la même manière, l'utilisation des relevés visuels issus de l'inspection doit être réfléchi et anticipée en amont de la prestation par le gestionnaire. En effet, les photographies issues de la télé-inspection ne sont là que comme des visuels bruts sans interprétation aucune. Seul le rapport d'inspection fait foi dans l'inspection car c'est lui qui va amener les conclusions sur l'état de l'ouvrage, son évolution probable et les suites à donner.

Il convient à ce titre de bien poser la distinction entre les photographies, qui ne sont qu'un relevé visuel ponctuel sans aucune analyse, et la prestation d'inspection qui amène un avis argumenté de l'état de l'ouvrage (sur la base d'analyse de relevés de désordres sous forme de plans qui permettent une vue d'ensemble et de détail des désordres qui affectent les différentes parties d'ouvrage).

Dans tous les cas de figure, le DO doit définir en amont de la prestation les spécifications liées à la pérennité des outils et des supports issus de la télé-inspection, afin que ces éléments puissent parfaitement s'intégrer aux dossiers de l'ouvrage.



5 Points d'attention de la commande et points de vigilance à avoir

Afin d'obtenir une prestation répondant à ses attentes, le DO doit porter une attention particulière à la formalisation de la commande lors de son appel d'offres. Plusieurs points de vigilance ont été identifiés et sont proposés pour l'aider dans cette phase.

Intervention d'un binôme inspecteur – opérateur

Comme évoqué précédemment, il apparaît indispensable de s'appuyer sur l'intervention d'un binôme composé d'un inspecteur et d'un opérateur afin de disposer de l'ensemble des compétences nécessaires et de garantir in fine la qualité de la prestation réalisée. Il est recommandé que la commande de la prestation exige ce binôme.

Il est recommandé que lors de la commande concernant la prestation d'une télé-inspection (et pas seulement le relevé visuel par télé-inspection), l'inspecteur et l'opérateur soient identifiés par la même entreprise ou le même groupement répondant (ces deux missions faisant l'objet d'une même commande).

En particulier dans le cas des ouvrages de génie civil, il apparaît essentiel que l'inspecteur puisse influencer sur le déroulé de l'opération, non seulement pour élaborer le programme initial en prenant en compte les résultats des inspections précédentes, mais aussi pour revenir, lors du relevé et si nécessaire sur des points précis.

Dans ce binôme, l'inspecteur et l'opérateur n'ont pas le même niveau de responsabilité (cf. chapitre IV). Le responsable du résultat global auprès du donneur d'ordre reste le prestataire.

Compétences du prestataire

Comme pour toute commande, le DO doit exiger, des prestataires, les références nécessaires pour démontrer leurs compétences pour la prestation demandée. Ses références peuvent concerner soit l'inspection d'ouvrages similaires pour le compte d'autres gestionnaires, soit la réalisation de prestations du même type que celle demandée. Elles doivent permettre d'attester de la compétence collective du prestataire, incluant sa capacité à effectuer l'acquisition et le post-traitement des données (en vue de générer la mosaïque d'images nécessaire à l'analyse). Elles comprennent les formations et les références dont disposent les personnes amenées à réaliser cette télé-inspection.

Ces références doivent être complétées par les compétences spécifiques de l'opérateur et de l'inspecteur :

Pour l'opérateur : les certificats et habilitations nécessaires pour l'utilisation des outils de télé-inspection retenus pour la prestation (vecteurs et capteurs embarqués (infra-rouge, optique, lasergrammétrie...),

En complément, il est précisé qu'un opérateur de vecteur doit être qualifié sur la machine qu'il pilote. De solides références en matière de missions similaires, notamment au regard de la complexité des interventions à proximité des ouvrages d'art, sont opportunes.

Dans le cas de drones volants, l'opérateur doit disposer d'un Brevet de télépilote ou d'une équivalence, ainsi que de plusieurs documents administratifs : Manuel d'exploitant, dossier technique, dossier d'utilisation du vecteur, dossier d'entretien, listing des heures de vol, attestations de conformité des machines, déclaration d'activité d'exploitant, déclaration d'activité photographique... En complément des qualifications individuelles du pilote, le fait qu'une société soit déclarée comme exploitant d'Aéronefs auprès de la DGAC pour son activité drone est un pré requis.

Dans le cas de drones flottants, ces derniers doivent être notamment immatriculés, assurés et être équipés de différents dispositifs (notamment un dispositif de localisation en mer).

Pour l'inspecteur : les compétences nécessaires à la réalisation d'une inspection d'ouvrages de génie civil.

En complément, le DO doit s'assurer, lors de l'évaluation des offres, que la police d'assurance du prestataire soit bien adaptée à l'opération. En effet, l'utilisation de drones dans un cadre professionnel entraîne une obligation d'assurance spécifique pour le prestataire. Le non-respect de cette obligation d'assurances peut avoir un impact sur la validité de l'appel d'offres.

Analyse préalable des données d'entrée

La réalisation d'une télé-inspection nécessite, au préalable de l'opération, une analyse détaillée des données d'entrée sur l'ouvrage dont :

- l'historique des actions de surveillance réalisée précédemment,
- la configuration de l'ouvrage dans son environnement,
- et l'adéquation des moyens de télé inspection envisagés au regard des facteurs limitants mentionnés au chapitre II, ...

Cette analyse permet au prestataire de préparer son intervention, en identifiant les dégradations existantes et les éventuelles zones sensibles de l'ouvrage.

Démarche qualité du prestataire

La démarche qualité mise en place par le prestataire est un élément-clé de la bonne réussite d'une inspection. Cet enjeu est encore plus prégnant pour une télé-inspection, où un enjeu important se pose sur la qualité de la mesure réalisée. Dans ce cadre, le DO doit porter une attention particulière à la politique qualité mise en place par le prestataire, notamment pour le suivi métrologique du matériel utilisé. Des exigences en matière de démarche qualité doivent donc être inscrites dans l'appel d'offre.

De la même manière, la commande doit préciser les types de dégradations prévisibles et le degré de précision attendu. Ces éléments contractualisés sont ainsi de nature à démontrer que la précision attendue par le gestionnaire a bien été atteinte lors de l'inspection.

Afin de s'assurer de la qualité du processus de réalisation de la prestation, le DO peut également demander au prestataire, dans sa réponse à l'appel d'offres, le mode opératoire mis en place pour le traitement et la saisie des données. Ces éléments lui permettront par exemple de vérifier que la saisie des dégradations sur les relevés visuels est bien effectuée par l'inspecteur.

Format du rendu et du livrable des données

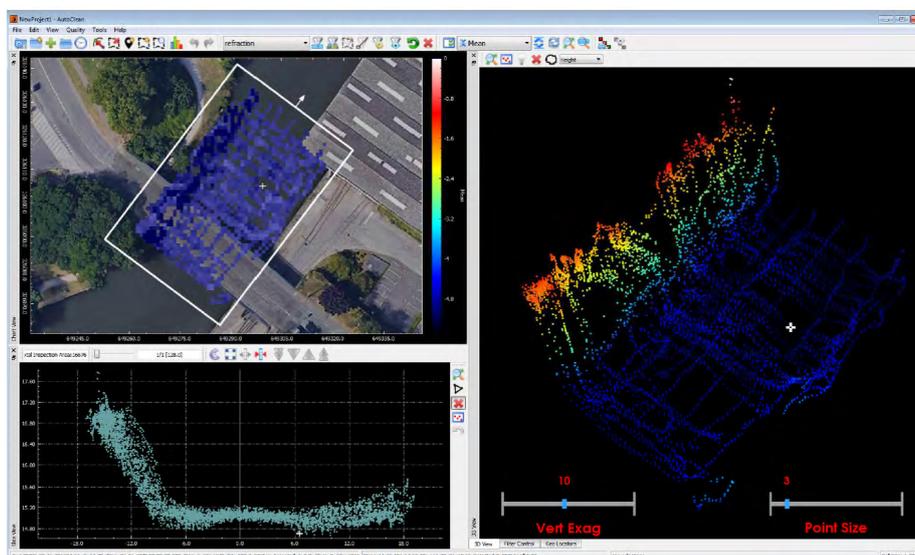
Le DO doit toujours disposer d'un rapport d'inspection classique, comprenant notamment un relevé des désordres, une analyse et une conclusion sur l'état de l'ouvrage.

Afin de garantir au DO un format adéquat assurant une pérennité dans la gestion des données, il convient de préciser ou exiger dès la commande le format du rendu attendu. Il est recommandé de demander des formats en open source, qui sont de nature à garantir une réutilisation future des données et des livrables. De même, le DO doit être attentif à demander une transmission des données de base ainsi que des données traitées sous un format qu'il sera en mesure d'exploiter avec les outils dont il peut disposer

Géo-référencement des mesures

Afin de permettre l'exploitation future des données issues de la télé-inspection, le géo-référencement des mesures effectuées est un élément essentiel de la commande. Cette localisation permet ainsi de recalibrer les images prises avec des cotes précises.

Il est alors conseillé au DO d'identifier ou d'installer des points de repère (dits de calage) pérennes sur l'ouvrage permettant de caler la mesure. Cette exigence peut être inscrite dans le cahier des charges de l'appel d'offres, avec une visite préalable à prévoir avec le prestataire en amont de l'intervention.



Cadrage des conditions de réalisation de l'intervention

Comme indiqué au chapitre II, la qualité des mesures réalisées et le seuil de détection des méthodes de télé-inspection sont dépendants des conditions environnementales, notamment en cas de forte ou faible luminosité ou d'intempéries. Le DO doit exiger du prestataire de connaître les conditions d'intervention minimales (notamment météorologiques) garantissant un résultat satisfaisant de la prestation

6

Points d'attention pour la conduite de l'inspection

La conduite de l'inspection doit être réalisée en tenant compte d'un certain nombre de points d'attention permettant de s'assurer du bon déroulé de l'opération.

Comme indiqué précédemment, il est recommandé de vérifier, dès la commande, la démarche qualité mise en place par le prestataire pour la métrologie du matériel, et de demander un géo-référencement précis des mesures. Afin de s'assurer du bon étalonnage de la méthode et de la pérennité des cibles, le DO peut prévoir une « *épreuve de convenance* » sur des éléments connus au début des travaux de télé-inspection. Cette épreuve permet ainsi de vérifier que l'ensemble des relevés par la suite sont bien étalonnés par rapport aux attentes du DO.

De la même manière que pour une inspection classique, l'enregistrement des conditions rencontrées lors de l'inspection est indispensable pour rappeler le contexte des prises de vue et de pouvoir tenir compte de ces éléments lors des exploitations futures. En effet, les conditions météorologiques peuvent avoir un impact non négligeable sur la qualité des prises de vue, qu'il convient de savoir restituer le moment venu.

La liste précise des informations à relever est définie dans le cahier des charges du DO, ... Certaines peuvent être adaptées en fonction de la méthode de prise de vue, du matériel employé par le prestataire et de la structure concernée (exemple gradients thermiques).

Le choix de la méthode employée par le prestataire doit être également vérifié en amont de la prestation en terme de coactivité sur l'ouvrage et d'impacts sur son exploitation. En effet, certaines méthodes employées ne sont pas compatibles avec une continuité du trafic ou peuvent demander une interruption plus ou moins longue qu'il convient d'anticiper bien en amont pour prévoir les conditions de mise en sécurité et d'informations nécessaires.

Dans ce cadre, il est recommandé d'organiser une visite préalable de sécurité entre le DO, l'inspecteur et l'opérateur afin de vérifier les conditions d'exploitation permettant la bonne réalisation de l'opération. Cette visite doit également permettre d'effectuer une évaluation des risques et du plan de prévention mis en place (prenant en compte l'effet de curiosité des usagers dans le cas où la télé-inspection s'effectue sous exploitation).



7 Points d'attention sur les livrables

L'objectif d'une prestation d'inspection reste d'obtenir un rapport d'inspection comprenant un relevé des désordres, son analyse, le classement des désordres identifiés et une note de synthèse établissant l'avis argumenté sur l'état de l'ouvrage et son évolution passée et à venir, avec ou sans mesure corrective.

Les visuels et prises de vue faits lors de la télé-inspection alimentent les analyses et interprétations nécessaires et sont une annexe du livrable.

Les données numériques issues de l'inspection doivent rester la propriété du DO et avec une classification – localisation maîtrisable par le DO (cf. chapitre IV). Il convient par ailleurs que les données transmises soient correctement traitées et nettoyées, en respect des droits à l'image (non-reconnaissance de personnes ou d'habitations). En tant que propriétaire des données, le DO peut voir sa responsabilité engagée en cas de non-respect de ces obligations.

Enfin, la télé-inspection va générer un certain nombre de données numériques que le DO et ses prestataires doivent être en mesure d'exploiter. Ces données doivent donc être intégrables aux outils utilisés par le DO, afin de lui permettre leurs exploitations dans le temps.

Un point de vigilance est par ailleurs émis sur la nécessité de disposer d'un espace suffisant de stockage pour l'ensemble des données (Système informatique et serveurs adaptés). Le volume de données générées par ces télé-inspections peut en effet être très conséquent (plusieurs centaines de Go) et leur archivage devrait donc être anticipé pour ne pas saturer le système informatique du DO.



8 Perspectives pour le développement de la télé-inspection

Les perspectives apportées par la télé-inspection semblent prometteuses. Toutefois, dans cette phase d'émergence, certains aspects demeurent à analyser et/ou à faire progresser :

- homogénéiser les pratiques au bénéfice d'une plus grande fiabilité des analyses qui en découlent,
- faire évoluer les connaissances et suivre les évolutions technologiques pouvant être aujourd'hui facteurs limitants (autrement dit, ne pas faire d'impasse sur des méthodes qui aujourd'hui ne conviennent pas) en vue d'élaborer et/ou actualiser des référentiels,
- produire des référentiels propres à la télé-inspection et adaptés aux spécificités de chaque type d'ouvrage de génie civil, de réseau, ...
- capitaliser sur des cas d'études/expérimentations réalisés en France ou à l'étranger avec des vecteurs et/ou solutions existantes,
- définir un accompagnement nécessaire (cahier des charges type par exemple) pour pallier les difficultés des DO dans la définition de la commande,
- qualifier les différents intervenants opérateur & inspecteur,
- approfondir l'analyse coût/bénéfice en comparaison avec les méthodes traditionnelles et en intégrant les aspects environnementaux (par exemple le « *zéro carbone* ») et de sécurité,
- amener le choix du DO à ne pas être guidé uniquement par les contraintes d'exploitation ou financières (maintien en service certes onéreux de moyens d'accès comme par exemple des passerelles à demeure) inhérents aux pratiques actuelles,
- prévoir la réalisation d'un retour d'expérience d'ici deux ans au sein de l'IDRRIM (Groupe de Travail, journée technique...), en élargissant les contributeurs,
- au-delà des relevés visuels actuellement effectués, suivre le développement des applications apportant d'autres informations (thermographie, déformations, IA, ...),
- engager des actions de recherche sur des points spécifiques identifiés comme restant problématiques,
- améliorer les interventions de communication / explication / partage avec différents acteurs et décideurs.

Glossaire

DGAC : Direction Générale de l'Aviation Civile.

DO : Donneur d'Ordre (gestionnaire ou maitre d'ouvrage).

IDRRIM : Institut des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité.

IMGC : Ingénierie de la Maintenance du Génie Civil.

Ortho photographie : image rectifiée géométriquement pour être superposable à une géométrie de référence.

Pré-inspection : visite préalable d'un ouvrage de façon à visualiser son état général et à identifier les zones devant faire l'objet d'une attention particulière lors de l'inspection.

Post-inspection : contrôle de certaines parties d'ouvrage entre deux inspections ou après un évènement exceptionnel.

Rétro-inspection : inspection afin de lever un point de doute suite à une visite d'ouvrages déjà inspectés.

Bibliographie

Guide « *Recommandations pour les inspections télévisuelles* », IMGC (2021)

Fiche navette sur la télé-inspection des ouvrages, ASFA (2020)

Instruction Technique pour la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages d'Art, Fascicules 1 à 4 et ensemble des guides d'application

Norme DIN 1076 - Bâtiments du génie civil pour les rues et les chemins - Surveillance et contrôle. Mars 2012

Design Manual for Roads and Bridges – Volume 3 Highway Structures Inspection and Maintenance – Section 1 Inspection – Part 4BD_6317 (Royaume-Uni);

Documents produits par l'Association Mondiale de la Route (PIARC)

Rédacteurs

La présente note d'information a été rédigée par un groupe de travail spécifique rattaché au comité opérationnel Génie Civil de l'IDRRIM et composé de :

Jean-Luc DABERT (pilote du travail) - APRR - ASFA - IDRRIM

Jean-François BINDEL - ADP

Bertrand COLLIN - IMG C - SITES

Pierre CORFDIR - Cerema – Dtec ITM

Hervé DAVIAS - Cerema – Dter Ouest

Jeanne DOREAU-MALIOCHE - CETU

Benoit GUILLOT - ARTELIA

Eric HELIN (jusqu'en janvier 2022) - société Artelia

Pierre PEYRAC - MTE/DGITM/TDET

Patrick PORRU (jusqu'en mai 2022) – remplacé par Didier COLIN - IDRRIM

Jean-Luc SAUSSOL - Cerema – Dter Centre-Est

Franziska SCHMIDT - Université Gustave Eiffel

Christian TESSIER - Université Gustave Eiffel

Olivier VERMOREL - VNF



La présente note d'information a été rédigée par un groupe de travail spécifique rattaché au comité opérationnel Génie Civil de l'IDRRIM.

Avertissement : La présente note est destinée à une information rapide. La contrepartie de cette rapidité est le risque d'erreur et de non exhaustivité. Ce document ne peut en aucun cas engager la responsabilité ni des auteurs, ni de l'Institut des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité.



9, rue de Berri - 75008 Paris - Tél : +33 1 44 13 32 99

www.idrrim.com - idrrim@idrrim.com

 [@IDRRIM](https://twitter.com/IDRRIM)

Association loi 1901