

Proposition pour un outil d'aide à la vérification du niveau de sécurité d'un téléphérique monocâble existant

Gaëtan Rioult (F)

1. Introduction

Les transports sont essentiels à l'homme, qu'il s'agisse de réaliser ses objectifs, d'assurer ses interactions sociales, de le relier à des services essentiels comme les commerces, les soins de santé ou l'éducation.

En matière de transport public de personnes, quel que soit le pays considéré, les collectivités sont confrontées au défi de devoir développer des moyens de déplacement efficaces, sûrs et à un coût abordable pour tous, en réduisant drastiquement l'empreinte carbone des transports.

Le transport par câbles dispose d'atouts pour répondre à ces différents besoins. Mais il s'agit d'un moyen de transport méconnu, qui peut par ailleurs impressionner, voire rebuter, une frange de la population, au moins pour les installations dont les véhicules sont suspendus en l'air.

Dans ce contexte, les accidents qui surviennent sur des installations à câbles nuisent de façon évidente à la réputation de ce type de système de transport et à son développement.

Les accidents sur les installations à câbles sont de plus spécialement suivis par les médias et une mauvaise image peut rapidement être véhiculée.

Les pays dans lesquels il y a, depuis longtemps, de nombreuses installations à câble disposent généralement de règles techniques et de sécurité précises, destinées à assurer la sécurité des passagers et des personnels d'exploitation. L'élaboration de ces règles se fait en collaboration entre les partenaires professionnels (opérateurs, constructeurs, autorités de contrôle).

Leurs évolutions sont régulières, intégrant notamment les progrès de la technique mais également le retour d'expérience apporté par les accidents ou incidents.

Ces règles couvrent en général l'intégralité du cycle de vie d'une installation : conception-réalisation, règles d'exploitation, règles de maintenance et d'inspections.

Il existe ainsi dans le monde des corpus de règles techniques réputés assurer un haut niveau de sécurité en particulier pour les personnes transportées (c'est par exemple le cas du règlement 2016/424 adopté par l'Union européenne et des normes qui l'accompagnent).

Toutefois, il existe également des installations qui ne respectent pas ce haut niveau de sécurité, ayant été construites sur la base de référentiels différents. Il existe par ailleurs des installations pour lesquelles les phénomènes de fatigue et d'usure n'ont fait l'objet d'aucune mesure appropriée.

Dans ces différents cas, la question se pose de savoir si des mesures minimales devraient être prises sur ces installations à câbles pour en améliorer le niveau de sécurité.

L'OITAF a donc décidé d'élaborer une recommandation relative aux téléphériques monocâbles transportant des personnes, à destination en particulier de leurs maîtres d'ouvrage ou exploitants, détaillant une démarche permettant de procéder à une évaluation d'une installation à câble afin de vérifier qu'elle respecte un référentiel minimal de sécurité ou, le cas échéant, identifier les mesures (constructives ou organisationnelles) à apporter pour compléter et améliorer la sécurité et pérenniser son exploitation.

Si l'élaboration de cette recommandation, confiée à la commission I de l'OITAF, n'est pas encore terminée, elle est suffisamment avancée pour pouvoir être présentée succinctement. C'est l'objectif du présent article.

2. Méthode de diagnostic

Avant d'expliciter la méthode proposée, il convient de préciser que le choix du moment de réaliser ce diagnostic est laissé à l'appréciation du maître d'ouvrage ou de l'exploitant.

De façon évidente, les constats de l'utilisation d'un référentiel peu développé, présentant des écarts manifestement importants en comparaison d'un référentiel « haut niveau de sécurité » ou encore de l'absence d'actions conséquentes de maintenance ou de modernisation sur un temps important depuis la mise en service devraient être perçus comme un signal d'alarme devant déclencher un travail de réflexion sur le devenir de l'installation.

La réalisation du diagnostic doit être confiée à un spécialiste du domaine des installations à câbles. Ce spécialiste doit posséder des connaissances techniques approfondies et/ou une expérience pratique suffisante. Dans la pratique, il peut être nécessaire de faire intervenir plusieurs spécialistes (mécanique, électrotechnique, ...).

La démarche proposée comporte principalement 4 étapes :

Première étape : Historique de l'installation

Il s'agit dans un premier temps de reconstituer la fiche d'identité et l'historique de l'installation, permettant au spécialiste en charge de l'évaluation de bien identifier les spécificités de l'installation et son vécu.

Cet historique sera l'occasion de vérifier des éléments tels que l'année de construction, le nombre d'heures d'exploitation des différents sous-systèmes et les statistiques de fréquentation (ceci donnant une idée des cycles de fonctionnement vécus), l'identité du constructeur, les référentiels de conception adoptés à l'origine.

Cette étape doit en outre permettre de constituer un dossier avec les principaux plans, notes de calculs, instructions de service et de maintenance .

Il est également nécessaire de récupérer les informations et éléments de traçabilité relatifs aux principales actions de maintenance déjà opérées (inspections périodiques des attaches, contrôles électromagnétique du câble, contrôles non destructifs après démontage, etc.), aux modifications apportées au cours de la vie de l'installation et aux événements vécus par le système et ses composants au cours de leur vie (incidents, accidents et presque accidents)

Enfin, pour clore l'historique, il est utile de vérifier si des informations de sécurité concernant ce type d'installation ou les types de composants qui l'équipent, ont été diffusées par le constructeur de l'installation, ou d'autres organisations.

Ces informations seront utiles à la réalisation des autres phases du diagnostic, permettant au spécialiste en charge de l'évaluation de se faire une première idée du niveau de sécurité de l'appareil, en identifiant par exemple une sensibilité particulière à certains facteurs, un passé traumatique ou un déficit de maintenance.

Seconde étape : Évaluation de l'état des composants intéressants la sécurité de l'installation

Il est nécessaire d'évaluer l'état des composants intéressants la sécurité de l'installation. Il s'agit des composants élémentaires ou groupes de composant, sous-ensemble ou ensemble complet intégrés dans l'installation à câbles dans le but d'assurer la sécurité, dont la défaillance présente un risque pour la sécurité ou la santé des passagers, du personnel d'exploitation ou des tiers (dans cette terminologie, il peut s'agir également de parties de l'infrastructure).

Ces composants intéressants la sécurité de l'installation peuvent avoir été identifiés par une étude de sécurité réalisée à la conception de l'installation. Si une telle étude n'est pas disponible, ce sera au spécialiste d'en réaliser l'identification. Pour cela, il sera bien sûr possible de procéder par comparaison avec une installation globalement similaire dotée d'une étude de sécurité.

Si l'installation est récente, a minima une inspection visuelle de l'ensemble de ces composants intéressants la sécurité doit être réalisée pour identifier les éventuels défauts ou dommages (usure, corrosion, déformations, fissures, ruptures, etc.).

Pour les installations de plus de 15 ans, il est nécessaire de procéder à des contrôles non-destructifs de ses composants intéressants la sécurité, en particulier ceux soumis à des sollicitations de fatigue, en général après démontage.

Pour aider le spécialiste à élaborer ce programme de contrôles non-destructifs, des éléments méthodologiques sont proposés dans la recommandation.

Cette étape doit être préparée et planifiée en cohérence avec l'évaluation des différents sous-ensembles de l'installation présentée à l'étape suivante et des opérations de modification ou de remplacement qui peuvent en résulter.

Les éventuels défauts identifiés doivent faire l'objet de traitements appropriés, les procédures de réparation devant éventuellement être préparées par des bureaux d'études spécialisés, en identifiant les niveaux de qualification nécessaires pour la réalisation des réparations (par exemple pour une réparation par soudage). Un nouveau contrôle est nécessaire après toute réparation.

Il est bien sûr nécessaire d'assurer la traçabilité des contrôles réalisés et des opérations de réparation.

Troisième étape : Évaluation de la fonctionnalité des sous-ensembles et des composants intéressants la sécurité

La recommandation prévoit la décomposition de l'installation à câble considérée selon plusieurs sous-systèmes, soit fonctionnels (par exemple dispositions pour l'exploitation / maintenance), soit définissant un sous-ensemble technique cohérent (par exemple les véhicules ou l'infrastructure).

Pour ces différents sous-systèmes, la recommandation fournit une grille d'évaluation permettant d'identifier les composants ou les thèmes qui doivent ou peuvent faire l'objet de mesures d'améliorations.

Les mesures définies dans ces grilles résultent de l'expérience des pays représentés au sein de la commission I de l'OITAF, ces mesures ayant généralement été mises en œuvre sur des installations à câbles existantes pour en améliorer le niveau de sécurité.

Pour les différents thèmes recensés, une question est posée afin d'identifier l'objectif de sécurité recherché et des mesures opérationnelles sont préconisées pour permettre l'atteinte de cet objectif.

Quelques exemples extraits des grilles de diagnostic sont donnés ci-dessous :

Sous-système	Composant	Objectif	Mesures préconisées
Entraînement et freins	Poulie motrice et son montage	Si les poulies sont montées sur un arbre ou un axe tournant, des mesures ont-elles été prises pour tenir compte des sollicitations de fatigue qui résultent d'un tel montage ?	Il est nécessaire au choix : 1) Justifier par calcul le dimensionnement à la fatigue du montage. 2) D'installer un dispositif de rattrapage de la poulie. Ce dispositif de rattrapage doit être conçu de manière à conserver au maximum la position de la poulie en cas de rupture de l'arbre ou de l'axe, de manière à empêcher le déraillement du câble.
Dispositifs de mise en tension du câble	Tension hydraulique	Les valeurs admissibles de tension du câble sont-elles surveillées et garanties ?	Mise en place de dispositions pour : - surveillance du seuil minimal de tension (surveillance de la pression ou de la tension), pour garantir l'adhérence, - surveillance du seuil haut de tension (surveillance de la pression ou de la tension) ou mise en place d'un limiteur de pression, pour garantir le coefficient de sécurité du câble.
Équipements mécaniques des stations	Aire d'embarquement pour les cabines	Le bon embarquement des passagers dans les cabines en fin de zone d'embarquement est-il surveillé ?	Les gares de télécabines doivent être équipées de portillons de fin de quai permettant de détecter un passager coincé entre les portes avant le départ de la cabine de la station.
Équipements mécaniques des ouvrages de ligne	Trains de galets	Les conséquences d'une perte de galet sont-elles gérées ?	La mise en place de butées anti-rotation au niveau des bogies de deux galets ou la surveillance de la bascule du bogie suite à la perte de galet doit être prévue.
Véhicules	Sièges	Les sièges sont-ils équipés de garde-corps ?	Installer des garde-corps

Concernant le sous-ensemble « architecture électrique de contrôle-commande », l'approche est un peu différente et la recommandation propose une liste minimale des fonctions de sécurité qui devraient être présentes au niveau de l'architecture électrique d'un téléphérique monocâble à mouvement continu unidirectionnel.

Le diagnostic ne s'intéresse pas qu'aux dispositions constructives, il aborde également les problématiques d'exploitation et d'évacuation.

Le retour d'expérience montre en effet que les problèmes organisationnels et les facteurs humains relatifs à ces thématiques représentent très souvent des facteurs contributifs majeurs aux accidents qui surviennent.

Ces thématiques sont déjà couvertes par des recommandations de l'OITAF et le diagnostic renvoie largement vers les bonnes pratiques formalisées dans ces recommandations.

Quatrième étape : Élaboration d'un plan d'actions sur la base de l'évaluation

Sur la base des étapes précédentes, sur propositions du spécialiste ayant réalisé le diagnostic, le maître d'ouvrage est en mesure de définir un programme de mesures destinées à améliorer le niveau de sécurité de son installation.

Lorsque plusieurs types de mesures sont possibles pour améliorer une situation particulière, il est classiquement recommandé de privilégier les dispositions dans l'ordre de priorité indiqué ci-dessous :

- dispositions constructives,
- dispositions de protection,

- dispositions organisationnelles.

Il est nécessaire de vérifier que les mesures prévues n'entraînent pas de nouveaux risques (par exemple engagement du gabarit, augmentation inadmissible des sollicitations, ...).

L'outil proposé ne prévoit pas de priorisation des mesures et la planification de mise en œuvre tient compte des ressources mobilisables et de la nécessaire cohérence des différentes actions.

Il est recommandé de formaliser le plan d'actions dans un document unique et par la suite de documenter et tracer la conception et la réalisation des actions.

Enfin, des contrôles adaptés doivent être effectués par l'exploitant après chaque modification, de façon à vérifier leur bonne réalisation et le bon fonctionnement de l'installation, des inspections périodiques étant par ailleurs à réaliser (annuellement en particulier)

3. Quelques limites à la méthode

La réflexion a été limitée aux téléphériques monocâbles. Même si certaines mesures peuvent s'avérer pertinentes pour d'autres types d'installations comme des téléphériques bicâbles ou des funiculaires, les spécificités de fonctionnement de ces installations nécessiteraient d'importants compléments dans le référentiel minimal proposé.

La réflexion concerne en grande partie la fonctionnalité et uniquement pour certains composants intéressants la sécurité. L'évaluation du dimensionnement de l'installation et de ses composants n'est en revanche pas considérée dans l'outil proposé.

Pour ces raisons, le référentiel proposé pour réaliser le diagnostic ne peut pas être considéré comme un référentiel complet pour la conception, la réalisation, l'exploitation et maintenance d'une installation à câble. Il se limite en effet à certains aspects et à un nombre limité de fonctionnalités, dont la prise en compte est a priori possible sur une installation existante et dont le retour d'expérience a montré qu'ils sont importants pour permettre de prévenir des accidents.

De nombreux autres facteurs seraient à considérer pour permettre d'approcher des référentiels dits à « haut niveau de sécurité ».

Les mesures préconisées restent formulées de façon générale, sans précisions sur le détail technique de la conception à retenir. Il est en effet considéré que la conception doit respecter l'état de la technique actuel (représenté par les référentiels réputés à haut niveau de sécurité), étant néanmoins acceptée l'idée que des adaptations peuvent être nécessaires, notamment du fait des interfaces à assurer avec l'existant.

Il est ainsi possible de citer l'exemple des dispositifs de rattrapage de câble que l'outil proposé identifie comme nécessaires pour les trains de galets. L'application des règles d'angle de rattrapage prévus dans les règles de l'art guiderait le concepteur vers une largeur conséquente de rattrape-câble. Si le gabarit transversal initialement disponible est faible, une réduction supplémentaire des possibilités d'oscillations des véhicules côté intérieur ligne n'est pas souhaitable et il est préférable d'adapter ces règles d'angle de rattrapage pour définir la géométrie du dispositif.

Enfin, la présente recommandation se limite aux risques encourus par les personnes transportées et ne considère pas ceux pour le personnel d'exploitation ou de maintenance. L'amélioration de la sécurité du travail nécessite pour autant une démarche tout aussi ambitieuse, avec la réalisation d'une analyse de sécurité spécifique, se basant sur l'identification des différentes interventions à réaliser, de leur fréquence, des risques associés, en vue de mettre en place des actions de prévention pertinentes couvrant les dimensions techniques, humaines et organisationnelles.



4. Conclusion

Assurer la sécurité des installations à câbles en fonctionnement représente une responsabilité immédiate et essentielle pour les maîtres d'ouvrages et les exploitants concernés.

Toutes les parties du monde où des installations à câbles sont présentes ne disposent pas du tissu de règles techniques ou de la présence de professionnels compétents qui permettent normalement d'aider les maîtres d'ouvrage et exploitants à assumer cette responsabilité.

L'OITAF, soucieuse de cette situation, souhaite proposer une méthode de travail pour vérifier le niveau de sécurité d'une installation à câble existante.

La méthodologie de travail proposée est finalement assez universelle puisqu'elle pourrait être comparée à celle du médecin prescrivant un check-up à son patient : historique du dossier médical, examens pour évaluer l'état de santé, prescription de médicaments ou d'opérations, suivi médical pour vérifier l'effet du plan de soin...

L'intérêt de la méthode proposée et des documents qui l'accompagnent réside dans le fait qu'elle compile l'expérience concrète et opérationnelle de plusieurs pays, mobilisée pour le maintien en sécurité de parcs importants de téléphériques monocâbles.

La recommandation n'est pas encore complètement finalisée mais elle est bien avancée et devrait être mise à disposition de la profession dans les mois à venir.