

Contrôle mécanique des candélabres d'éclairage public

Daniel Mutricy

Cet article présente une méthode d'essai proposée par la société REI-LUX, différente de celle décrite dans le bulletin Ouvrages d'Art n° 55 de juillet 2007.

Textes de référence, par Jacques Berthelémy

La maintenance des installations d'éclairage public a fait l'objet d'un guide commun du Sétra et du Certu publié en décembre 1996, et disponible au Sétra sous la référence E9663. Ce guide a été complété par une note technique du Sétra sur le test mécanique des candélabres, dont la première version (note 125) est remplacée depuis juin 2009 par la note 132 [1].

La note 132 précise les modalités d'un essai de charge statique devant permettre le contrôle des candélabres neufs ou le diagnostic des candélabres anciens. Cette note concerne les ouvrages d'éclairage de routes supportant un trafic intense, sur lesquelles la chute d'un candélabre expose à des conséquences graves.

Ces essais sont recommandés pour le contrôle de travaux neufs en vue de la réception d'une installation, dont ils ne constituent alors qu'un des aspects. Ils s'appliquent aussi au diagnostic des structures anciennes en service, dans le cadre de la politique d'inspection de ces équipements. Il convient de rappeler que les essais mécaniques des ouvrages d'éclairage en place n'ont pas de caractère réglementaire et doivent être pratiqués avec prudence pour éviter d'endommager les installations, sachant qu'il existe des méthodes de diagnostic alternatives à l'essai mécanique. Ainsi la note 132, comme précédemment la note 125, recommande, lors des essais, de limiter les efforts dans la structure à ceux produits par un vent de période de retour 50 ans (État Limite de Service au sens des Eurocodes).

Par analogie avec la pratique bien établie dans le domaine des ponts, le contrôle statique des candélabres neufs est recommandé pour détecter des erreurs de pose ou certaines insuffisances des fondations. Sur des ouvrages anciens, ce contrôle vise plutôt à détecter des fissures de fatigue [2] [3] ou des zones de corrosion cachées, en particulier dans les tiges d'ancrage.

L'originalité de la méthode de REI-LUX est son objectif d'appliquer un moment pur – sans effort tranchant d'accompagnement – à l'ancrage du candélabre. Comme le montre l'analyse mécanique des efforts présentée dans l'article, elle exerce cependant un effort de traction sur cette platine. La méthode permet donc, en tenant compte de cette traction, de simuler correctement les tractions dans les tiges d'ancrage sous l'effet du vent cinquantennal. En revanche, comme les efforts exercés sur le massif de fondation diffèrent sensiblement de l'objectif initial, il convient de vérifier qu'ils restent acceptables, en tenant compte de la conception des fondations, en particulier en cas de doute sur la qualité du sol.

À ce titre, on remarque qu'il existe deux types de massifs de fondations :

- le massif prismatique peu profond, généralement utilisé en France, qui mobilise surtout la résistance du sol sous le massif de fondation dont le poids stabilise le candélabre ;
- le massif cylindrique allongé, utilisé par exemple en Suisse : la fondation est réalisée au moyen d'un caisson préfabriqué cylindrique en béton enterré dans un forage vertical : une surlongueur du fût est introduite à la pose dans le caisson, puis calée par du sable. Au lieu d'une platine d'appui à l'about, le candélabre est alors équipé au

droit de l'entrée dans le caisson d'une tôle martyre en couronne appelée collerette. Ce type de fondation mobilise davantage, sous l'effet du vent, l'effet de butée latérale sur le sol.

REI-LUX propose une procédure d'essai originale, comportant un essai statique puis un essai dynamique, mais limite l'essai à une seule direction. Nous laissons la responsabilité de cette procédure à l'entreprise. Nous rappelons qu'avec une méthode purement statique, il convient de tester les candélabres dans deux directions perpendiculaires, et dans les deux sens pour chaque direction, pour solliciter suffisamment toutes les tiges d'ancrage. Par ailleurs, nous recommandons de fournir les résultats des essais statiques sous forme de courbes efforts-déformations en un ou plusieurs point de mesure, pour faciliter la compréhension des résultats et la reproductibilité de l'essai.

Le lecteur intéressé par ce sujet pourra prendre contact avec le Centre de la Sécurité, des Transports et de la Route (CSTR) du Sétra.

Références

[1] Éclairage du réseau des routes nationales - Recommandations pour le contrôle de la stabilité des ouvrages d'éclairage public par un essai de charge statique, Note d'information - Série Circulation Sécurité Equipement Exploitation n°132 - Sétra, juin 2009

(téléchargeable sur : <http://www.setra.developpement-durable.gouv.fr/Eclairage-du-reseau-des-routes.html>)

[2] Kretz, T.; Berthelley, J. ; « Propositions pour la vérification à la fatigue des Portiques, Potences, et Hauts Mâts ». Bulletin Ouvrages d'art du Sétra numéro 49, juillet 2005.

[3] Berthelley, J. ; « Éclairage public. Quelques éclaircissements pour les maîtres d'ouvrages ».

Bulletin Ouvrages d'art du Sétra numéro 55, juillet 2007.



Massif usuellement utilisé en France – Source : Sétra



Photo 1 : déformation par choc – Source : REI-LUX

Introduction - objectifs du contrôle

Depuis bientôt cinquante ans, l'éclairage des rues et des routes s'est considérablement développé. Plusieurs millions de mâts ou candélabres sont fixés le long des rues et des routes. Les collectivités territoriales (communes, département, État) sont responsables, chacune, de la gestion d'un parc important de candélabres et autres supports (feux tricolores...).

Ces mâts et candélabres sont constamment exposés au vent, aux intempéries, aux chocs, aux vibrations du trafic routier, etc. (photos 1 à 4). Chacun de ces facteurs provoque une altération, lente, progressive de la résistance mécanique des supports. Cette évolution, rarement visible à l'œil nu, est variable d'un mât à l'autre. Les collectivités territoriales, compte tenu de leur responsabilité tant vis à vis des biens que des personnes, doivent se prémunir contre tout risque d'accident. En ce sens, une méthode de contrôle permettant de connaître avec précision la résistance mécanique et la stabilité de chaque mât installé, également appelé ouvrage, est un outil majeur pour les gestionnaires de ces installations.

Sans pour autant détériorer l'état de l'ouvrage, ce contrôle doit permettre de :

- détecter les mâts présentant des défauts (corrosion, fissures de fatigue, fixation desserrée, massif de fondation insuffisant ou instable...) et de quantifier l'importance du défaut,
- prévoir une durée de vie minimum pour les ouvrages en bon état,
- vérifier la stabilité et la résistance mécanique d'un ouvrage neuf en vue de sa réception (notons cependant qu'un tel essai n'est en rien obligatoire).



Photo 2 : détail de choc – Source : REI-LUX



Photo 3 : corrosion (1) – Source : REI-LUX



Photo 4 : corrosion (2) – Source : REI-LUX



Photo 5 : unité de contrôle REI-LUX – Source : REI-LUX



Photo 6 : unité de contrôle portable – Source : REI-LUX

Le procédé REI-LUX

La société REI-LUX a développé depuis 1988, une méthode et une technologie innovantes de contrôle de la stabilité des candélabres. Cette méthode de contrôle se distingue tant par l'application de l'effort d'essai que par la mesure des déplacements ou déformations du support durant l'essai.

L'effort est appliqué sur le support à une hauteur de 1,15 m ou 1,5 m à l'aide d'un vérin hydraulique manuel. Le bâti supportant ce vérin forme un triangle appuyé à l'arrière sur le sol par un patin. Il est maintenu à une hauteur de 0,15 m en butée contre le support par une sangle tendue par un deuxième vérin hydraulique (photo 5). Ce principe d'application de l'effort permet la transmission des moments dans le support jusqu'à la fondation en annulant l'effort tranchant en dessous du niveau de la sangle : ce point est développé plus loin. Il permet également de concevoir une unité de contrôle

compacte, légère et maniable, équipée de roues pour un déplacement facile de l'ensemble ou une unité modulaire, portable (photos 6 et 7). Chaque unité comporte des batteries pour l'alimentation du système de mesure et de l'ordinateur portable d'acquisition des données.

La mesure des déformations ou déplacements est effectuée avec deux faisceaux laser dont les émetteurs sont fixés sur le support à contrôler, l'un à 0,2 m, l'autre à 1,8 m environ au dessus du sol. Les deux faisceaux sont orientés vers une caméra digitale portée par un trépied indépendant de l'ouvrage à tester. Le capteur de la caméra mesure les déplacements des spots des deux faisceaux laser formés sur son écran d'entrée. Les données sont enregistrées par l'ordinateur et représentées graphiquement au cours de l'essai (figure 1).

L'application de la charge d'essai s'effectue manuellement et progressivement. L'opérateur observe la charge appliquée sur le capteur d'effort et

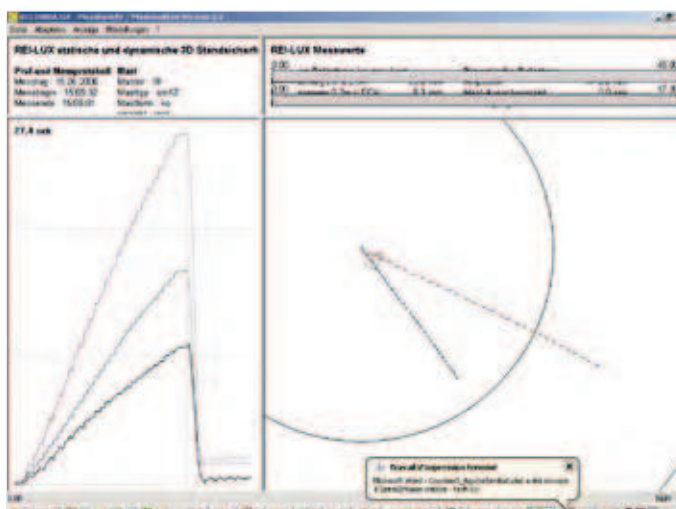


Figure 1 : exemple d'enregistrement - essai statique satisfaisant - courbe noire à gauche : différence des déplacements des spots inférieur (bleu) et supérieur (rouge)



Photo 7 : unité de contrôle portable – Source : REI-LUX



Photo 8 : dispositif de retenue optionnel – Source : REI-LUX

le tracé des courbes sur l'écran de l'ordinateur. Il peut arrêter l'essai à tout moment s'il détecte un défaut ou le poursuivre jusqu'à la charge prévue si les courbes sont correctes. Le déchargement du mât s'effectue également progressivement en observant le tracé des courbes. Ces deux phases d'essai constituent l'essai statique.

Cette méthodologie évite tout endommagement de l'ouvrage et supprime pratiquement le risque d'une rupture du mât. À un instant donné, un mât est dangereux si sa section résistante est réduite de beaucoup plus de 50 %, un défaut de cette importance sera détecté, dès le début de l'application de l'effort, grâce à la sensibilité du procédé de mesure. Un dispositif de retenue du mât peut être ajouté sur demande pour prévenir le risque résiduel (photo 8).

Après cet essai, un essai dynamique est effectué. La charge d'essai est comprise entre le tiers et la moitié de la précédente. Elle est appliquée progressivement, puis les vannes de décharge des deux vérins sont ouvertes

simultanément. Le mât, ainsi libéré, oscille librement. L'opérateur observe visuellement le comportement du mât puis analyse les courbes enregistrées : direction, amplitude et amortissement des oscillations. Cet essai permet de solliciter l'ensemble de l'ouvrage par sa mise en vibration dans toutes les directions indépendamment de la direction d'application de l'effort. L'essai dynamique permet de vérifier l'absence de défaut dans la partie supérieure du mât et de détecter des défauts situés du côté opposé à l'effort (fissure de fatigue isolée, serrage défectueux sur une tige d'ancrage, tige rompue) (figures 2 et 3).

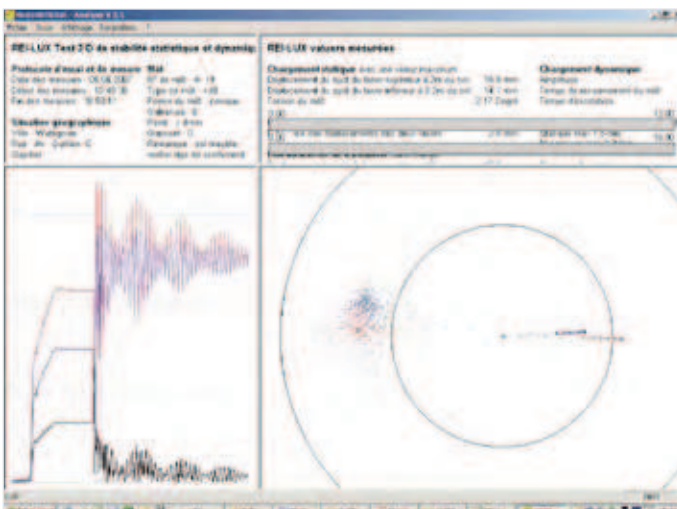


Figure 2 : essai dynamique - serrage insuffisant au niveau des tiges de scellement

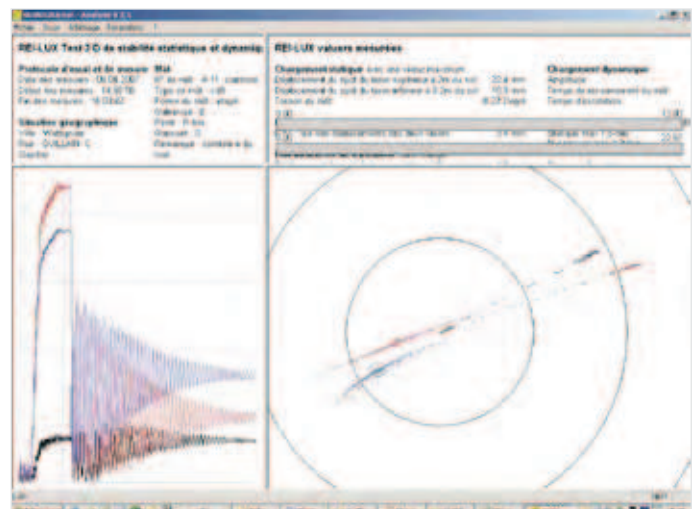


Figure 3 : essai dynamique satisfaisant - essai après resserrage des écrous des tiges

Exploitation des mesures

Le procédé de mesure par capteur digital avec deux faisceaux laser apporte une information précise et très riche sur le comportement de l'ouvrage :

- la localisation des défauts est facilitée par la présence des deux lasers : une courbe anormale du faisceau supérieur avec une courbe normale du faisceau inférieur indique un défaut situé entre les deux points de fixation des faisceaux laser ;
- le capteur digital mesure les déplacements des spots des faisceaux laser. Ces déplacements sont fonction à la fois du déplacement des points de fixation des faisceaux, de la rotation des points de fixation et de la distance parcourue par les faisceaux jusqu'à l'écran de la caméra. Le tracé géométrique correspondant permet de montrer que lorsque le mât s'incline sans se déformer (suite à une rotation du massif), les déplacements des spots des faisceaux laser inférieur et supérieur sont égaux. La différence des déplacements des deux spots est donc une mesure de la déformation du mât entre les deux points de fixation des faisceaux. Si cette différence reste faible, elle indique que les déplacements des spots des lasers sont dus aux mouvements du massif dans le sol (figures 1 et 4) ;
- la mesure des déplacements des spots dans le plan permet de mettre en évidence tous les déplacements dans l'axe de l'effort appliqué mais aussi hors du plan d'application de l'effort ainsi que la torsion du mât entre les deux points de fixation. Pour un mât neuf, les axes de symétrie des différentes sections du mât sont bien définis par l'ouverture de porte et par la semelle. Le plan d'application de l'effort défini par l'opérateur ne correspond généralement pas à un de ces axes. Les courbes ne sont pas superposées et permettent de mesurer l'angle entre les déplacements des spots des faisceaux (figure 5). Les défauts éventuels (corrosion, fissures, enfoncements dus à un choc...) sont soit localisés, soit irréguliers dans leur importance. Ils apportent donc tous une dissymétrie aux sections concernées. Cette dissymétrie détectée par le système de mesure permet une identification sûre de la présence et de la nature des défauts (figure 6).

La réalisation d'un essai statique puis d'un essai dynamique associés au procédé de mesure par faisceaux laser en deux points permet ainsi le contrôle d'un ouvrage dans sa totalité à partir d'une seule direction et d'un seul sens d'application de l'effort, quelque soit la position des défauts éventuels (tige rompue ou écrou desserré, corrosion, fissures, déformations locales de la section, fixation crosse ou lanterne). Le choix de cette direction, effectué par l'opérateur en fonction du site d'implantation du mât, est un paramètre de l'essai qui modifie les courbes obtenues mais n'influe pas sur le résultat du contrôle.

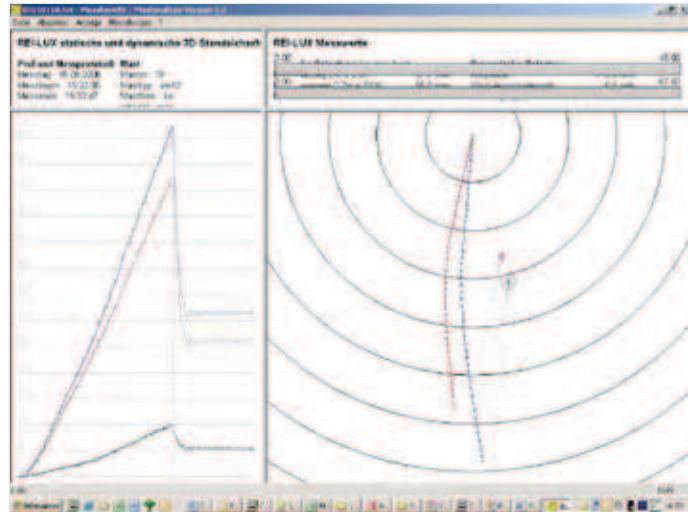


Figure 4 : massif insuffisant

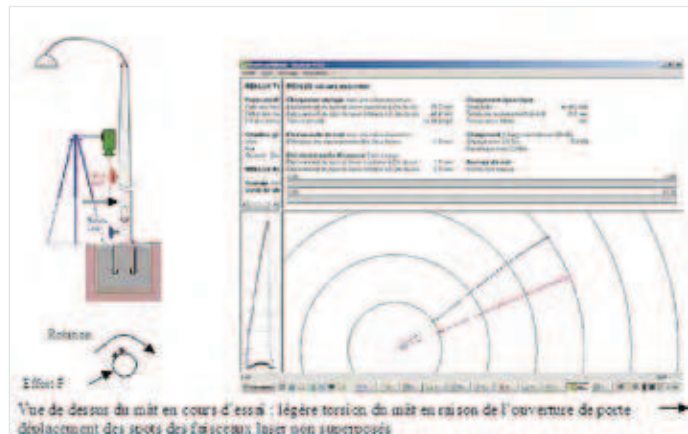


Figure 5 : dissymétrie de la section du mât, exemple de l'ouverture de porte

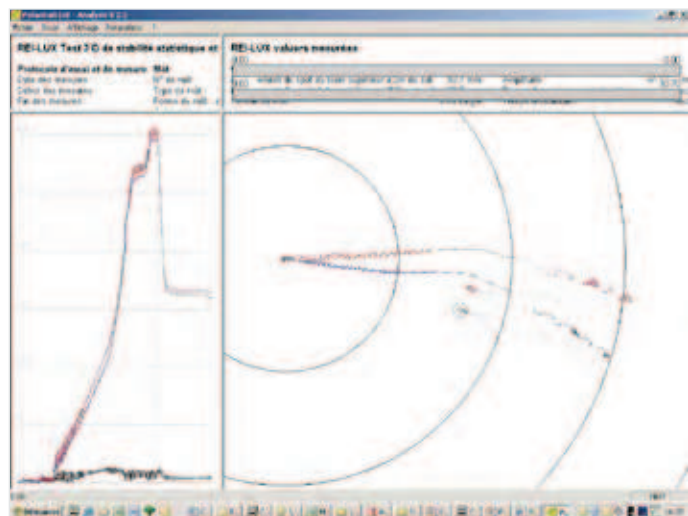


Figure 6 : déformation plastique localisée à la base du mât - mât à déposer

Conduite de l'essai

Valeur « cible » de l'effort

Un effort est appliqué sur le mât à la hauteur de 1,15 m ou de 1,5 m. Cet effort crée un moment de flexion et un effort tranchant dans la partie située sous le point d'application. Le moment de flexion est proportionnel à la distance du point d'application et croît linéairement depuis le point d'application jusqu'à la base du mât au niveau de la sangle.

Cette sollicitation est exercée afin d'observer le comportement de l'ouvrage, de mesurer les déplacements et les déformations et de détecter la présence éventuelle de défauts. Elle ne doit pas détériorer l'ouvrage, c'est à dire qu'elle doit se situer dans son domaine de comportement élastique.

Ce domaine n'est pas directement lié à la charge de vent réglementaire subie par l'ouvrage. Un mât est en effet calculé et vérifié selon les règles en vigueur au moment de son installation. Il est le plus souvent choisi dans le catalogue d'un des fabricants en fonction de la charge prévue, bien sûr, mais aussi en fonction d'autres facteurs (logement disponible pour les appareillages, prévision d'installation ultérieure ou provisoire d'accessoires...). La surface corrigée de l'équipement installé sur le mât ne correspond donc pas toujours à la surface maximale admissible sur le lieu d'implantation. D'autre part les modifications des règles de calcul ou de la carte des vents qui peuvent intervenir après la réalisation de l'ouvrage ne sont pas rétroactives.

La limite du domaine de comportement élastique peut plus sûrement être déduite des valeurs données par les fabricants de mâts et candélabres dans leur catalogue pour les mâts standard ou des notes de calcul établies lors de l'installation pour les mâts très spécifiques. Les fabricants donnent les valeurs du moment fléchissant et de l'effort tranchant à la base du mât pour permettre le calcul des massifs de fondation. Ces valeurs sont obtenues pour le calcul à l'État Limite Ultime (ELU) et correspondent aux valeurs maximales admissibles selon la norme de calcul appliquée. Pour éviter tout risque de dépassement du domaine élastique et donc tout risque de dommage pour l'ouvrage, il convient donc de diviser le moment de flexion par un coefficient de sécurité. Une valeur de 1,5 pour ce coefficient paraît bien adaptée. Elle correspond au coefficient partiel de charge permettant de passer dans l'Eurocode de l'État Limite de Service (ELS) à l'ELU. Cette valeur est dénommée ici « Moment élastique admissible ». À partir de cette valeur l'opérateur calcule la valeur maximale de l'effort à appliquer dans l'essai statique. Si le tracé des déplacements des spots est linéaire,

l'opérateur augmentera progressivement l'effort jusqu'à cette valeur puis il déchargera lentement le mât. Il jugera le comportement du mât d'après les enregistrements des déplacements des spots des faisceaux laser. La valeur atteinte de l'effort n'intervient pas directement dans ce jugement.

En déterminant ainsi l'effort d'essai, nous supposons implicitement que l'effort tranchant correspondant exercé sur le mât n'a pas de conséquence dommageable pour celui-ci. Pour vérifier cette hypothèse, il est nécessaire d'analyser d'un point de vue mécanique le système : « unité de contrôle - ouvrage ».

Analyse mécanique

L'analyse mécanique des efforts appliqués à l'unité de contrôle (équilibre des forces et des moments) prend donc en compte :

- les efforts de frottement qui s'exercent au niveau de la sangle, de la butée et du patin d'application de l'effort d'essai,
- la tension initiale de la sangle qui met en précontrainte la butée,
- la reprise de l'effort tranchant dû à l'effort d'essai par la sangle.

En dessous de la sangle et de la butée, l'effort tranchant est nul et le moment dû à l'effort d'essai est constant.

Déduite de cette analyse, une approche simplifiée de l'application des efforts peut être faite :

Efforts exercés sur l'unité de contrôle :

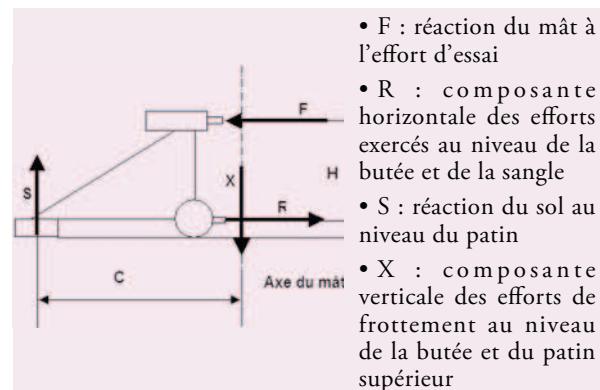


Figure 7 : équilibre de la machine, hors forces de pesanteur

En écrivant les équations d'équilibre on obtient :

$$R = - F$$

$$X = - S$$

$$X \times C = - F \times H$$

Pendant l'essai, un effort de soulèvement - X est donc exercé sur la base du mât et sur la fondation.

Pour un mât de 12 m de hauteur utilisé à sa pleine capacité - soit pour 26 m/s en catégorie II, un équipement en tête de 0,62 m² et 50 kg - les efforts ultimes (ELU) à la base sont égaux à 2171 mdaN pour le moment fléchissant et 303 daN pour l'effort tranchant. Le moment d'essai (« objectif ») est donc égal à 1447 mdaN (2171 / 1,5) ; l'effort d'essai est égal à 1447 daN et l'effort de traction vertical -X exercée par l'unité de contrôle sur le mât est égal dans ce cas à 835 daN. Si le mât est installé sur un massif de 0,6 m de côté et 1,2 m de hauteur, le poids total de l'ouvrage est de 1270 daN.

Effets des efforts de l'essai sur l'ouvrage

En dessous du patin d'application de l'effort, le moment de flexion dans le mât croît linéairement jusqu'au niveau de la butée et de la sangle, puis il est constant en dessous de ce niveau ; l'effort tranchant se traduit par un effort de cisaillement dans le mât, la contrainte correspondante est très faible : 0,73 daN/mm² dans le cas du mât métallique pris en exemple (ép 4 mm). Au niveau de la porte, le calcul pour les différentes orientations de l'effort est satisfaisant : la contrainte combinée est inférieure à la contrainte admissible. L'effort de soulèvement s'oppose au poids du mât, la contrainte de traction correspondante est très faible : 0,21 daN/mm².

En dessous du niveau de la sangle, l'ouvrage n'est pas soumis à un effort tranchant :

- Les tiges ne sont sollicitées ni en cisaillement, ni en flexion dans le cas d'un montage sur écrou sans mortier de remplissage, mais seulement en traction/compression, la contrainte de traction due à l'effort X est faible (0,76 daN/mm²),
- Le moment de flexion est transmis par l'intermédiaire des tiges au massif et le moment de renversement à la base du massif a la même valeur.

Le comportement du massif pendant l'essai est analysé avec la formule d'André et Norsa qui prend en compte l'effet latéral de butée du sol - le choix de cette formule de calcul est adapté aux dimensions courantes des massifs des candélabres (massifs hauts et étroits) pour lesquels l'effet de butée latéral est significatif. Le calcul permet de déterminer la pression exercée par le sol sur le massif pendant l'essai. La valeur de cette pression (0,88 daN/cm²) se situe entre la pression (0,35 daN/cm²) due au poids de l'ouvrage (absence de vent) et la pression sur le sol due aux effets du vent à l'ELS (1,53 daN/cm²). La stabilité du massif dans le sol est donc vérifiée par l'essai REI-LUX sans entraîner de surcharge.

En prenant en compte un facteur de sécurité de 1,5 par rapport au moment de flexion maximal à l'ELU, l'effort tranchant sur le mât et l'effort de soulèvement sur l'ouvrage dû à l'application de l'effort d'essai

par le procédé REI-LUX n'ont pas de conséquence dommageable sur le mât et la stabilité du massif dans le sol.

Développements en cours

Le groupe REI-LUX développe et améliore en permanence ses procédés de contrôle.

La méthode présentée ci-dessus permet de contrôler des supports métalliques (acier, fonte, aluminium) mais aussi des supports enterrés en bois (en mesurant pendant l'essai au niveau de la sangle la remontée d'humidité dans le support), en béton, en composite polyester fibre de verre. Le contrôle de candélabres en bois lamellé-collé avec ou sans embase peut être envisagé en vérifiant la résistance au cisaillement de la section et celle de l'assemblage avec l'embase.

Le moment de flexion maximal pratique applicable par l'unité de contrôle est de 4 050 mdaN. L'unité de contrôle permet donc d'effectuer l'essai statique des mâts ayant un moment de flexion en ELU inférieur à 6 075 mdaN compte tenu d'un coefficient partiel de 1,5. Pour des mâts plus résistants, jusqu'à une hauteur de 18 m environ, le contrôle peut être effectué à partir de l'essai dynamique seulement : un essai statique sera réalisé jusqu'à un effort au moins égal à l'effort qui sera utilisé pour l'essai dynamique dans la limite de l'effort maximum applicable. Cet essai permet de s'assurer que le test dynamique peut être réalisé en toute sécurité. L'essai dynamique est ensuite effectué avec un effort correspondant au tiers du moment d'essai. L'état de l'ouvrage est contrôlé à partir de l'enregistrement obtenu lors de cet essai.

Une autre méthode d'essai dynamique est en cours de validation, elle permet de contrôler des mâts de plus grande hauteur : la mise en vibration est assurée par une masse excentrée entraînée en rotation de 0 à 5 Hz par un moteur à vitesse variable (photos 9 et 10). Le même dispositif de mesure est utilisé. Cette méthode est aussi employée sur les potences ou portiques de signalisation. Les réactions du mât et les courbes sont observées pendant la phase de montée en vitesse et après l'arrêt du moteur, qui peut être décidé à tout moment par l'opérateur en fonction des réactions de l'ouvrage. Des vibrations significatives se produisent pour des vitesses de rotation correspondant aux fréquences propres du mât (ensemble ou partie du mât). La présence de défauts se traduit par des directions de vibration particulières, une sensibilité à un spectre plus large de fréquence, l'excitation de plusieurs fréquences (figures 7 et 8). Un logiciel d'acquisition et de traitement des données utilisant les transformées de Fourier est en cours de validation. Il permettra une analyse plus facile et plus précise des enregistrements.

Il convient également de citer la mise au point d'une méthode d'essai de résistance des ancrages de câble sur façades (câbles en traversée de chaussée supportant des luminaires) utilisant toujours le même dispositif de mesure par faisceaux laser et caméra digitale.

Conclusion

Le procédé de contrôle REI-LUX permet des contrôles systématiques de candélabres, sans en altérer l'état, avec un appareil de contrôle maniable et peu encombrant et un système de mesure sans contact performant, en engendrant un minimum de gêne sur site.

Il permet aux gestionnaires des installations d'éclairage public de choisir les lots de mâts à contrôler pour assurer la sécurité des usagers et optimiser les investissements de renouvellement du parc ■



Photo 9 : dispositifs de mise en vibration – Source : REI-LUX

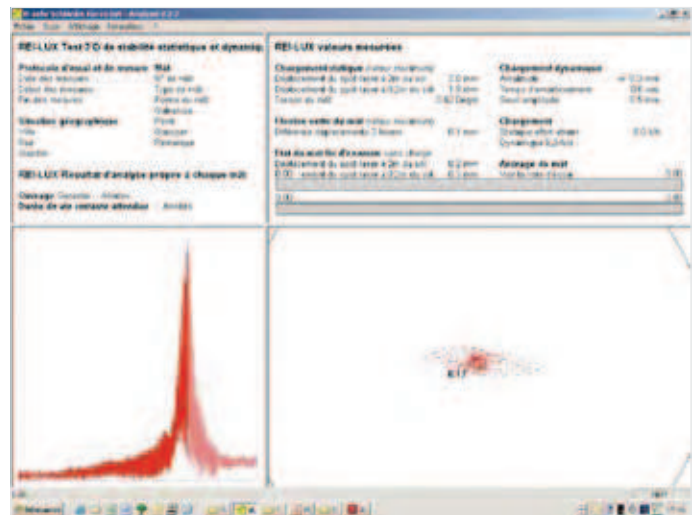


Figure 8 : exemple d'enregistrement essai rotation - état satisfaisant



Photo 10 : contrôle potence ou grand mât – Source : REI-LUX

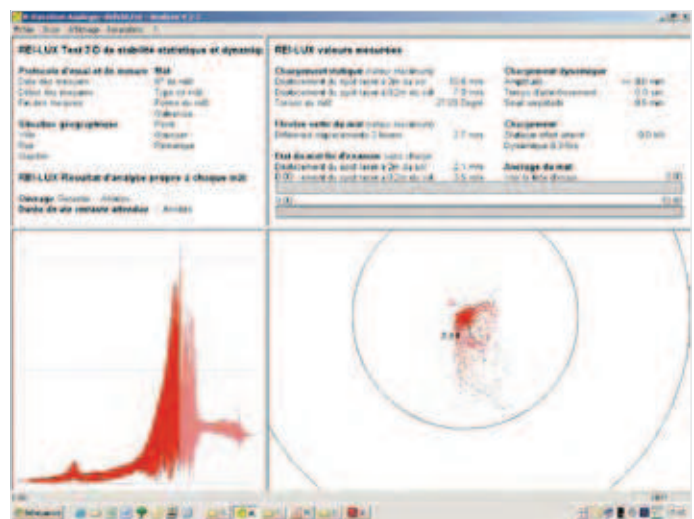


Figure 9 : exemple d'enregistrement essai rotation - présence d'un défaut

• Ouvrages édités par le LCPC

Voyage d'Études Français aux États-Unis d'Amérique sur la Gestion et la Maintenance des Ponts

LCPC, Sétra, ADSTD – 8 - 15 Novembre 2008

Rapport final, mai 2009

Référence : *DIVUSPONT* - Mai 2009 - 150 pages

Ce rapport a été rédigé collectivement par les neuf membres de la délégation française qui s'est rendue aux États-Unis du 8 au 15 novembre 2008.

Cette délégation qui comportait des représentants du LCPC, du Sétra et de l'ADSTD, a visité la FHWA (Federal Highway Administration) et son laboratoire le Turner-Fairbank Highway Research Center, les DOT (Department Of Transportation) des États de New York et de Californie, le Bureau des ponts de la ville de New York, et l'université de Columbia à New York (voir annexe 15 pour la signification des sigles utilisés dans ce rapport).



Coordonnées des rédacteurs

Laurence Davaine
SNCF (Anciennement Sétra)
Tél : 01 41 62 03 56

Fernando Dias
Sétra/CTOA DGO
Tél : 01 46 11 32 78

Daniel Le Faucheur
Retraité (Anciennement Sétra)

Robert Bonnefoy
DIR Méd/SIR Marseille/CT
Avignon
Tél : 04 91 28 43 44

Daniel Mutricy
Société Petitjean
Tél : 03 25 71 32 69

Aude Petel
Sétra/CTOA DGO
Tél : 01 46 11 32 73

Joël Raoul
Sétra/CTOA DGO
Tél : 01 46 11 32 25

Un nouveau rédacteur en chef pour le Bulletin Ouvrages d'art

Nicole Cohen a quitté le Sétra pour une retraite bien méritée. Elle laisse à Emilie Luangkhot, chargée d'études à la Division des Grands Ouvrages du CTOA, le soin de continuer à faire vivre le Bulletin Ouvrages d'art.

Si vous souhaitez collaborer à cette revue vous pouvez contacter :

Émilie Luangkhot par téléphone au 01 46 11 31 68

ou envoyer vos textes par courriel à : emilie.luangkhot@developpement-durable.gouv.fr.

Le catalogue des publications et logiciels du Sétra est consultable sur internet et le réseau i2 du ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer.

Vous y trouverez :

- les dernières parutions,
- les ouvrages disponibles, avec résumé, référence, prix de vente...,
- les modalités de commande.

Retrouver également en téléchargement (au format PDF) les numéros précédents du Bulletin Ouvrages d'art.

sur internet : <http://www.setra.developpement-durable.gouv.fr>

sur i2 : <http://intra.setra.i2>