

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

Direction des routes et de la circulation routière.

C. T. O. A. et RIN-0.
d. 12.947.

156-0
Non parue J. O.
296 (73-23)

CIRCULAIRE N° 72-96 DU 29 JUIN 1972

**relative à la surveillance et à l'entretien des ponts suspendus,
ponts à haubans et ouvrages analogues.**

*Le ministre de l'équipement et du logement
à (1)*

*Messieurs les directeurs départementaux de l'équipement
(sous couvert de Messieurs les préfets) ;*

*Messieurs les chefs des services maritimes (sous couvert
de Messieurs les préfets) (2) ;*

Messieurs les chefs de service de navigation (2) ;

*Messieurs les directeurs des ports autonomes de Dun-
kerque, Le Havre, Rouen, Nantes - Saint-Nazaire, Bor-
deaux, Marseille, Strasbourg et Paris (2) ;*

*Monsieur le chef du service d'études techniques des
routes et autoroutes ;*

*Monsieur le directeur du laboratoire central des ponts et
chaussées ;*

*Monsieur le directeur de l'école nationale des ponts et
chaussées*

Références :

- circulaire série A n° 2 du 17 mars 1936 (direction du personnel, de la comptabilité et de l'administration générale, 3^e bureau) : « Surveillance et entretien des ponts métalliques et des ponts suspendus » ;

(1) La présente circulaire est un texte provisoire qui concerne les ponts suspendus et ouvrages analogues relevant de la direction des routes et de la circulation routière ; ce texte sera également publié dans le *Bulletin des textes officiels*.

(2) Pour les ouvrages relevant de la direction des routes et de la circulation routière.

AT.EL.T. 73/23.

296 (73-23)

29 juin 1972

- 2 -

- circulaire 49 du 10 août 1964 (direction des routes et de la circulation routière, sous-direction de l'infrastructure et des affaires générales, 1^{er} bureau et service de reconstruction des ponts), d. 10.319, T. P. 157 64-15 : « Surveillance des ponts suspendus » ;
- circulaire 37 du 20 juin 1967 (direction des routes et de la circulation routière, service des ouvrages d'art et des activités opérationnelles, d. 11.465, T. P. 156 et 157) : « Surveillance et entretien des ponts suspendus et ouvrages analogues » ;
- instruction provisoire du 23 novembre 1966 (direction des routes et de la circulation routière, service des ouvrages d'art et des activités opérationnelles, d. 11.181, circulaire n° 76 T. P. 156 et 157) : « Instruction provisoire sur la protection des ouvrages métalliques contre la corrosion. »

Textes abrogés :

- circulaire 49 du 10 août 1964 ;
- circulaire 37 du 20 juin 1967.

Texte complété :

- circulaire série A n° 2 du 17 mars 1936.

*
* *

SOMMAIRE

- I. - Indications préliminaires.
- II. - Comportement des divers ponts suspendus. - Vulnérabilité éventuelle et pathologie.
- III. - Nécessité d'un nouveau renforcement de la surveillance et de l'entretien.
- IV. - Mesures de surveillance.
- V. - Modalités techniques d'inspection.
- VI. - Actions d'entretien et de restauration.
- VII. - Récupération d'éléments d'ouvrages.

*
* *

I. - Indications préliminaires.

- I. 1. La surveillance et l'entretien des ponts suspendus font actuellement l'objet des textes spécifiques rappelés ci-dessus en référence.
- I. 2. D'autre part, les ponts suspendus sont également concernés par des textes de caractère plus général et notamment par la circulaire du 8 juin 1959 (direction des routes et de la circulation routière) : « Dégradations, désordres ou menaces affectant les piles et culées des ponts. - Visites et travaux effectués par hommes-grenouilles », et, pour certains éléments de leurs structures, par les circulaires concernant la surveillance des ouvrages en béton armé.

AT.EL.T. 73/23.

296 (73-23)

- I. 3. La présente circulaire concerne les ponts suspendus et ouvrages analogues (ponts à câbles et haubans, ponts à haubans, etc.) relevant, directement ou indirectement, de la direction des routes et de la circulation routière, même si leur surveillance et leur entretien sont confiés à un organisme autre qu'une direction départementale de l'équipement (1) (2) (3).

Elle annule et remplace les circulaires du 10 août 1964 et 20 juin 1967 visées ci-dessus.

Elle précise et complète les dispositions de la circulaire du 17 mars 1936.

II. - **Comportement des divers ponts suspendus. Vulnérabilité éventuelle et pathologie.**

II.1. *Diversité des ouvrages suspendus. - Vulnérabilité éventuelle.*

- II.1.1. Les ponts suspendus et ouvrages analogues existant en France présentent des anciennetés et des structures très variées, tant dans leur couverture et leur tablier que dans leurs poutres de rigidité, leurs suspentes, leurs câbles et leurs autres éléments spécifiques.

Certains ouvrages sont particulièrement vétustes et comportent encore, par exemple, des platelages en bois, des « poutres de rigidité » formées d'un simple garde-corps, des câbles à fils parallèles de fabrication très ancienne, etc.

- II.1.2. Les ponts suspendus présentent une vulnérabilité spécifique :

- du fait qu'ils comprennent des structures légères et de grandes dimensions ;
- du fait qu'ils subissent des déformations notables et répétées ainsi que des vibrations et oscillations importantes ;
- du fait que leurs matériaux sont souvent soumis à des effets de fatigue ;
- du fait que, malgré les précautions que l'on peut prendre, de l'eau circule souvent dans les câbles élémentaires, dans les faisceaux de câbles, dans les suspentes en câble et que les fils sont particulièrement exposés à la corrosion sous tension ;
- du fait, enfin, que les parties basses des câbles et des suspentes peuvent, le cas échéant, souffrir gravement de l'action des sels de déverglaçage.

Le déverglaçage des chaussées de ponts suspendus pose des problèmes très délicats ; il convient notamment de ne pas exposer à des actions corrosives les parties basses des câbles et des suspentes ; ces questions ne seront pas traitées

(1) Parmi les ouvrages relevant indirectement de la direction des routes et de la circulation routière, on peut citer les ouvrages des autoroutes concédées et les ouvrages dont la construction est dirigée ou l'entretien assuré par un service maritime ou de navigation pour le compte de la direction des routes.

(2) Certaines dispositions de la présente circulaire peuvent s'appliquer aux câbles de manœuvre des ponts levants.

(3) Dans la suite de la circulaire on utilisera seulement, en principe, l'expression « ponts suspendus » pour couvrir les divers ouvrages en cause.

ici, mais je vous recommande, dans ce domaine, de consulter le service d'études techniques des routes et autoroutes (SETRA) et le laboratoire central des ponts et chaussées.

II.1.3. Les ponts suspendus anciens sont très sensibles à l'agressivité et à l'intensité de la circulation actuelle, et notamment au dépassement des limites de charges autorisées.

II.2. *Pathologie des ponts suspendus.*

Les désordres qui peuvent se rencontrer dans les ponts suspendus, et notamment dans les ouvrages anciens, sont analysés dans l'annexe à la présente circulaire (titre A).

III. - **Nécessité d'un nouveau renforcement de la surveillance et de l'entretien.**

La vulnérabilité spécifique de certains éléments des ponts suspendus, la vétusté de nombre d'entre eux, l'accroissement de l'intensité et de l'agressivité du trafic rendent nécessaire un nouveau renforcement des mesures de sauvegarde intéressant ces ouvrages ; une impulsion dans ce sens avait d'ailleurs été donnée par les circulaires du 10 août 1964 et du 20 juin 1967.

Au cours des dernières années, les investigations systématiques menées sur les ponts suspendus ont fait apparaître fréquemment des défauts ou des désordres ; de nombreuses opérations d'entretien et de restauration, allant parfois jusqu'au remplacement complet des câbles, ont dû être effectuées.

Je vous demande donc d'apporter dans la surveillance et l'entretien des ponts suspendus et ouvrages analogues une vigilance et une rigueur particulières.

IV. - **Mesures de surveillance .**

La surveillance comprendra, pour tous les ouvrages, des mesures générales et, en outre, pour certains d'entre eux, des mesures complémentaires. Les modalités techniques d'inspection sont précisées au titre V ci-après.

IV.1. - *Mesures générales.*

IV.1.1. Sans préjudice de la surveillance constante que les ingénieurs doivent exercer sur les ouvrages au cours de leurs tournées, et sans préjudice des instructions spéciales concernant le contrôle d'ouvrages d'une importance exceptionnelle (ponts de Tancarville et de Bordeaux, par exemple), les ponts suspendus et ouvrages analogues feront l'objet des mesures générales prescrites par la circulaire du 17 mars 1936 et complétées comme il suit :

IV.1.2. La circulaire du 17 mars 1936 stipule :

« Certains ouvrages dont la liste sera arrêtée par les ingénieurs en chef, par exemple ceux de construction ancienne ou ceux pour lesquels il a été nécessaire de limiter le poids des véhicules par des arrêtés préfectoraux, devront être l'objet, tous les ans, d'une inspection détaillée ».

En fait, je vous invite à faire figurer obligatoirement sur cette liste tous les ponts suspendus et ouvrages analogues (1).

(1) On notera que de nombreux ponts suspendus sont à charge limitée et étaient donc déjà soumis à l'obligation de l'inspection détaillée annuelle.

IV.1.3. Je rappelle les dispositions suivantes de la circulaire du 17 mars 1936 :

« Plus particulièrement, il convient de soumettre les ponts suspendus de construction ancienne à une surveillance attentive et incessante. Beaucoup de ces ouvrages sont à la limite de leur résistance ; ils exigent des précautions spéciales jusqu'au moment où ils seront remplacés, sans que la perspective d'un remplacement prochain puisse d'ailleurs servir de prétexte à relâcher la surveillance ou à négliger l'entretien. »

IV.1.4. Il est essentiel que les procès-verbaux d'inspection soient régulièrement établis, et qu'ils soient exploités ; je vous engage à y veiller tout particulièrement.

IV. 1.5. Une photocopie des procès-verbaux d'inspection détaillée sera adressée :

- à l'ingénieur général chargé de l'inspection des ouvrages d'art ;
- au directeur du service d'études techniques des routes et autoroutes ;
- au directeur du laboratoire central des ponts et chaussées (1).

De même, toutes constatations paraissant anormales seront signalées sans délai.

IV.1.6. D'autre part, vous voudrez bien vérifier que les dossiers de ponts visés par la circulaire du 17 mars 1936 ont été régulièrement établis et sont constamment tenus à jour.

IV.1.7. Enfin, toujours dans le domaine des mesures générales de surveillance, et étant donné la sensibilité des ponts suspendus vétustes aux dépassements des limites éventuelles de tonnage et de vitesse, je vous demande de mener les actions nécessaires pour que ces limitations soient strictement observées.

IV.1.8. En aucun cas, une autorisation, même temporaire (transports exceptionnels) de dépassement des charges autorisées, qu'il s'agisse des charges normales du code de la route ou des charges fixées par un arrêté de limitation, ne pourra être donnée sans consultation préalable du SETRA et du L. C. P. C.

IV.2. *Mesures complémentaires .*

IV.2.1. Seront soumis à des mesures complémentaires de surveillance :

- les ouvrages dont une travée au moins dépassera 150 m de longueur ;
- les ouvrages comportant des dispositions spéciales, et notamment des dispositifs nouveaux ;

(1) Je rappelle que la circulaire B 250 du 20 décembre 1946 prescrit notamment l'envoi à la direction des routes des procès-verbaux d'inspection détaillée des ponts métalliques et suspendus.

AT.EL.T. 73/23.

296 (73-23)

- les ouvrages dans lesquels la surveillance normale aura fait apparaître des défauts ou des désordres, ou des menaces de défauts ou de désordres.

IV.2.2. Certaines des mesures complémentaires pouvant être appliquées sont évoquées au paragraphe V.4 ci-après.

IV.2.3. Vous aurez à définir, au besoin après consultation du SETRA et du L. C. P. C., les mesures complémentaires à adopter.

L'éventail des mesures comporte une gradation ; certaines d'entre elles sont assez complexes et nécessitent l'intervention de services centraux ou régionaux. Le choix des mesures effectives tiendra compte, notamment, de l'importance de l'ouvrage, de ses caractéristiques et des inquiétudes qu'inspire éventuellement son état.

IV.2.4. Pour les ouvrages particulièrement importants, ou inspirant des inquiétudes spéciales, il y aura intérêt à établir des « grilles de contrôle ».

L'élaboration de ces grilles sera faite en liaison avec l'inspection des ouvrages d'art, le SETRA et le L. C. P. C. (1). Un exemple de grille de contrôle est donné en annexe.

V. - Modalités techniques d'inspection.

V.1. Procès-verbaux d'inspection.

Les inspections se feront dans le cadre de formulaires guides suffisamment détaillés.

Le modèle de procès-verbal d'inspection détaillée de pont suspendu joint à la circulaire du 17 mars 1936 est abrogé ; il est remplacé par le modèle donné en annexe à la présente circulaire. Toutefois, les ouvrages soumis à une surveillance exceptionnelle feront l'objet de formulaires spéciaux.

V.2. Recours à des entreprises spécialisées.

Il est recommandé de passer, pour les visites des ouvrages et, notamment de leurs parties difficilement accessibles, des contrats d'abonnement avec des entreprises spécialisées. L'intervention de ces entreprises ne devra pas conduire les services à se départir de leur vigilance.

V.3. Mesures générales de surveillance.

V.3.1. Les éléments qui, pour tous les ouvrages, nécessitent une surveillance attentive sont visés par le paragraphe B. 1 de l'annexe à la présente circulaire.

V.3.2. Pour tous les ouvrages, le contrôle précis des flèches est obligatoire. Il sera fait conformément aux prescriptions données en annexe (§§ B.1.3 et B.2.1).

(1) Des grilles de contrôle serrées ont été, notamment, établies pour le pont de Tancarville et le pont suspendu de Bordeaux.

Je rappelle, en ce qui concerne la surveillance des parties immergées des ouvrages, et notamment des fondations en rivière, les dispositions de la circulaire d. 7345 du 8 juin 1959 (1) et des circulaires ultérieures. Des crédits sont régulièrement alloués chaque année pour ces actions.

V.4. *Mesures complémentaires de surveillance.*

Suivant les cas, certaines mesures complémentaires devront être appliquées, par exemple :

- la surveillance topométrique de haute précision ;
- le contrôle électromagnétique des câbles ;
- la surveillance acoustique des ruptures de fils ;
- l'examen des zones de câbles sous colliers de suspension, etc.

Des indications sont données en annexe (§ B.2).

VI. - **Actions d'entretien et de restauration .**

VI.1. *Indications générales .*

L'entretien des ponts suspendus et ouvrages analogues et leur restauration éventuelle doivent être effectués avec vigilance, notamment en ce qui concerne les éléments de la suspension ; les opérations de renforcement de la protection anticorrosion de la suspension doivent être en général exécutées à des intervalles nettement plus courts que pour la protection anticorrosion de la charpente de l'ouvrage.

Les actions d'entretien et de restauration doivent être menées compte tenu des indications figurant dans les titres II, III, IV et V ci-dessus ; quelques précisions sont données ci-après.

VI.2. *Financement des actions d'entretien et de restauration .*

Les opérations de protection contre la corrosion font déjà, pour les ponts importants, et donc pour les ponts suspendus (ou ouvrages analogues) l'objet d'un régime particulier (instruction du 23 novembre 1966).

La direction des routes et de la circulation routière met chaque année à la disposition de l'ingénieur général chargé de l'inspection des ouvrages d'art une dotation spéciale destinée à des opérations urgentes, notamment en ce qui concerne le sauvetage de ponts en danger. A partir de 1972, cette dotation sera augmentée, afin de permettre une surveillance et un entretien accrus des ponts suspendus.

VI.3. *Protection contre la corrosion .*

En ce qui concerne la protection contre la corrosion, j'attire votre attention sur les points suivants :

- les fascicules (nouveaux) n° 17 et n° 67 du cahier des prescriptions communes viennent de paraître ; ils concernent respectivement, dans le domaine de la protection des ouvrages métalliques contre la corrosion, la fourni-

(1) Dégradations, désordres ou menaces affectant les piles et culées des ponts. Visites et travaux effectués par hommes-grenouilles.

ture des peintures et l'exécution des travaux de protection ; dans leur état actuel, ils se rapportent plus à la protection des ossatures qu'à celle des câbles ;

- l'instruction provisoire sur la protection des ouvrages métalliques contre la corrosion, du 23 novembre 1966, concerne notamment les ponts suspendus ;
- la protection des câbles contre la corrosion est une technique difficile ; des systèmes et des méthodes sont actuellement en cours d'expérimentation. Vous devrez toujours dans ce domaine, consulter le L. C. P. C.

VI.4. *Culots.*

Il peut se révéler indispensable de remplacer, sur des ponts anciens, les culots en fonte par des culots en acier.

VI.5. *Ancrages.*

Les parties métalliques du dispositif d'ancrage situées à l'intérieur de puits, ou de galeries souterraines, doivent être surveillées, et repeintes soigneusement (après séchage préalable). Il faut s'efforcer de rendre étanches les puits et galeries d'ancrage ; en tout état de cause, il convient d'assurer l'évacuation des eaux d'infiltration (canalisations, ou pompage automatique) et d'aérer ces puits et galeries afin d'en chasser l'humidité.

VI.6. *Réglage de suspension.*

L'exactitude du réglage de la suspension doit être vérifiée ; toutefois, les opérations de réglage pouvant être délicates, elles devront toujours être préparées et menées sous le contrôle du SETRA.

VII. - **Récupération d'éléments d'ouvrages.**

Vous voudrez bien, lorsqu'un pont suspendu ou un ouvrage analogue sera appelé à être démolé, ou que ses câbles, suspentes, colliers, culots, tiges d'ancrage, etc., seront appelés à être déposés en tout ou partie, donner à cet égard, assez longtemps à l'avance, toutes indications utiles au L. C. P. C., avec copie au SETRA et à l'inspection des ouvrages d'art. Le L. C. P. C. vous fera connaître, en principe après une reconnaissance des structures, les éléments dont il désire disposer pour ses études ; ces éléments devront alors être récupérés avec le plus grand soin.

Ils pourront permettre non seulement les étalonnages afférents à diverses techniques d'investigation (par exemple, détoronnage d'un câble après contrôle électromagnétique ; sciage d'un culot après examen radiographique), mais aussi l'étude du comportement effectif des pièces et structures d'ouvrages, compte tenu de leur constitution, de leur âge, des efforts qui leur ont été imposés et des sollicitations à la corrosion qu'elles ont subies.

Par délégation :

*Le directeur des routes
et de la circulation routière,
M. FEVE.*

ANNEXE

A LA CIRCULAIRE D.R.C. R. 72-96 DU 29 JUIN 1972

A.- Pathologie des ponts suspendus
(§ II.2 de la circulaire).

Les désordres que l'on peut constater sur les ponts suspendus intéressent principalement les éléments suivants :

A.1. Câbles, haubans, suspentes en câbles.

La corrosion constitue souvent un risque très grave de détérioration ou même de rupture des fils des câbles, haubans et suspentes en câble. A cet égard, on peut citer le cas d'un pont sur la Loire où des couches internes de fils présentaient de très nombreuses ruptures et où il a été nécessaire de remplacer tous les câbles.

Il est rappelé que la corrosion peut en l'espèce se présenter sous trois formes :

- la « corrosion généralisée », qui consiste dans un passage de l'ion fer en solution et formation d'oxydes, le processus ayant tendance à se développer uniformément sur la surface ;
- la « corrosion par piqûres », de caractère localisé, avec progression en profondeur de la dissolution du métal ;
- la « corrosion fissurante sous tension », qui se manifeste essentiellement par la formation de fissures se propageant dans le métal et pouvant entraîner des ruptures brutales.

On peut notamment craindre l'accumulation de l'eau, et la formation de foyers de corrosion (voir figure 1) :

- au point bas des câbles de forme parabolique ;
- au point bas des câbles de retenue ou des haubans ;
- au point bas des suspentes en câbles.

Dans les deux derniers cas, l'eau circulant dans les câbles se heurte à l'alliage fusible des culots ; il est d'ailleurs possible qu'elle pénètre, dans une certaine mesure, dans des vides dus à un défaut de remplissage de ces derniers.

Il est possible, d'autre part, que les zones de câbles sous colliers de suspension soient particulièrement exposées à la corrosion, surtout dans le cas de colliers de grande longueur (effet de chambre humide) ; il convient que ces zones soient « aérées » et drainées.

Au cours des contrôles qu'il a effectués ces dernières années, le laboratoire central a trouvé de nombreuses ruptures de fils présentant le faciès de corrosion sous tension, avec lunule noire d'initiation de corrosion (la figure 2 montre une rupture de ce genre ; la figure 3 montre une fissuration ; la figure 4 donne un exemple de ruptures multiples dans un pont à câbles et haubans).

Mais la corrosion n'est pas le seul facteur de dégradation des fils des câbles ; ces fils peuvent être soumis à des actions mécaniques plus ou moins destructrices : dans les colliers (écrasement, indentation des couches à enroulements croisés, fluage des produits de protection) ; dans les angles à la sortie des colliers ; sur les selles d'appui ou d'infléchissement ; ils peuvent être soumis également aux effets des vibrations, des oscillations, de la fatigue (1).

A.2. *Culots des câbles, des suspentes en câbles et des haubans*

Les culots, surtout les culots en position basse, peuvent être des éléments particulièrement vulnérables des ouvrages, soit en eux-mêmes, soit pour les fils qui s'y épanouissent (2).

Il y a lieu de surveiller tout particulièrement les culots en fonte de certains ponts anciens ; il a été parfois constaté que le passage répété de véhicules lourds avait pour effet d'entraîner la désagrégation de la fonte et la fissuration des culots.

D'une façon générale, les zones de pénétration des câbles dans les culots doivent être l'objet d'une attention particulière ; dans les ponts anciens, notamment, en raison de la forme des culots, et de l'imperfection des méthodes de culottage, le remplissage peut n'être que partiel, et certaines zones de fils, qui ne sont protégées, ni par les peintures et enduits, ni par l'alliage fusible, sont spécialement exposées à la corrosion.

A.3. *Pièces d'attache des suspentes en ronds.*

Des corrosions peuvent se produire dans les pièces d'attache, sur le tablier, des suspentes en ronds ; le logement de la partie inférieure de la suspente peut être soumis à des stagnations d'eau ou de débris.

A.4. *Ancrages.*

Des désordres peuvent se rencontrer dans les ancrages, qui sont souvent soumis à une humidité permanente, parfois aggravée par la présence d'herbes, broussailles, etc.

A.5. *Autres éléments des ouvrages.*

Il convient notamment de porter attention :

- à la corrosion des charpentes métalliques elles-mêmes ;
- aux désordres qui peuvent affecter les vieux tabliers : ouvertures en bois pourries ; pointes sortant des platelages par suite des déformations du tablier et venant crever les pneumatiques des voitures ; désorganisation des tabliers en fers Zorès ; désorganisation des entretoises de composition hybride, des poutres de rigidité (ou poutres réputées telles), de garde-corps formant de prétendues poutres de rigidité, etc. ;

(1) Pour les câbles de ponts levants, il faut mentionner aussi, l'usure et les détériorations diverses dues aux mouvements, au passage sur les poulies, etc.

(2) Une rupture brutale s'est produite en février 1957 au ras d'un culot sur un pont du Rhône.

Additif porté dans le tirage « BTO » de la circulaire : une rupture analogue, s'est produite en décembre 1972 sur un autre pont du Rhône.

- à certaines anomalies de comportement des pylônes ;
- et tout spécialement aux appuis des poutres de rigidité : certains appuis sont endommagés et peuvent entraver plus ou moins complètement le jeu de la dilatation thermique, imposant ainsi aux poutres des efforts parasites.

B. - Modalités techniques d'inspection
(titre V de la circulaire).

B.1. Mesures générales de surveillance (§ V.3 de la circulaire).

Pour tous les ouvrages, il convient de surveiller particulièrement certains « éléments » de caractère général, et des éléments spécifiques des ponts suspendus. Il faut d'autre part exercer un contrôle rigoureux sur les flèches.

B.1.1. Eléments de caractère général.

- état général de la peinture sur toute l'ossature (ou du revêtement protecteur) ;
- état des parties de l'ossature dont les dispositions permettent aux eaux ou aux matières humides de rester en contact prolongé avec elles, ou qui peuvent se trouver soumises à l'action des fumées ;
- état des pièces d'extrémité des tabliers qui peuvent se trouver en contact avec le terrain ;
- état de la rivure ou de la soudure, et tout spécialement des rivets ou des cordons de soudure reliant les barres de triangulation aux membrures, les longérons aux pièces de pont, et les pièces de pont aux fermes principales ;
- état des boulons ; serrage des boulons (boulons à haute résistance notamment) ;
- état des appareils d'appui, état des dispositifs de sécurité et, en outre, des organes de manœuvre dans les ponts mobiles ;
- état des maçonneries (piles, culées, massifs d'ancrage) et des fondations, et, notamment, des fondations en rivière ;
- état des platelages ;
- position par rapport aux maçonneries des appareils de dilatation ; jeu ; état de toutes les parties mobiles ;

B.1.2. Eléments spécifiques des ponts suspendus et ouvrages analogues.

- état des câbles sur toute leur longueur, notamment au droit de leurs appuis et des massifs d'ancrage (les câbles « clos » doivent être surveillés avec la même rigueur que les câbles non clos) ;
- état des suspentes et de leurs appareils de jonction avec les câbles et le tablier ;
- état des appareils de fixation des câbles sur les massifs d'ancrage ;
- état des haubans ;
- état des selles d'appui, etc. ;
- état du réglage de la suspension.

L'examen des ouvrages doit être particulièrement attentif en ce qui concerne les points suivants :

- points bas des câbles dans leurs tracés paraboliques ;
- points bas des câbles de retenue, des haubans, des suspentes en câbles ;
- culots des câbles, haubans et suspentes en câbles (notamment culots en position basse) et zones voisines des culots ;
- pièces d'attache basse des suspentes en ronds ;
- passage des câbles sur les selles de pylônes, sur les selles d'épanouissement, etc. (1) ;
- ancrages et chambres d'ancrage ;
- appuis des poutres de rigidité.

Il convient de suivre les venues d'eau en provenance des câbles ; notamment par des observations faites après de fortes averses.

Il y a lieu de tenir compte, pour orienter les actions, des éléments rappelés ci-dessus au sujet de la vulnérabilité des ponts suspendus et de leur pathologie.

B. 1.3. *Surveillance des « flèches ».*

Lors de chaque inspection, on procédera à un nivellement précis, sous charge permanente seule, en ce qui concerne, au minimum, les appareils d'appui du tablier, les appareils d'appui des câbles, le milieu du tablier et le milieu des câbles paraboliques dans chaque travée ; le nivellement portera sur les deux faces de l'ouvrage.

Le but de cette surveillance, et les précautions à prendre pour que les résultats soient, dans la mesure du possible, significatifs, sont indiqués au paragraphe B. 2. 1. ci-après.

B. 1.4. *Dossier SETRA « SERO 70 ».*

Il y aura lieu de suivre les recommandations contenues, à l'égard des ponts suspendus, dans le dossier SETRA « SERO 70 ».

B. 2. *Mesures complémentaires de surveillance (§ V. 4 de la circulaire).*

Le recours à ces mesures doit être précédé d'une consultation de l'inspection des ouvrages d'art, du L. C. P. C. et du SETRA.

Les méthodes suivantes sont signalées à titre d'exemple :

B. 2.1. *Surveillance topométrique de précision.*

a) La flèche (sous charge permanente seule) des câbles, et notamment des câbles paraboliques, est un « intégrateur » sensible et peut servir d'indicateur de danger.

b) Mais la flèche reflète, précisément, un certain nombre de phénomènes ; elle est en particulier très sensible aux variations de températures. Le cas échéant, il faut, à un instant donné, tenir compte des gradients thermiques existant dans l'ouvrage.

(1) Pour l'inspection éventuelle des câbles dans les parties situées à l'intérieur des colliers de suspension, voir ci-après « Mesures complémentaires de surveillance ».

On peut, pour essayer de diminuer les gradients thermiques, procéder aux mesures par un jour de temps couvert, faisant suite à quelques jours de temps couvert.

On notera avec soin les températures ambiantes et on donnera des indications pouvant renseigner sur les gradients thermiques.

c) Pour que les variations relevées soient aussi significatives que possible, il faut tenir compte, le cas échéant, d'éléments tels que la variation du niveau des appuis des câbles sur pylônes, et des points d'ancrage, les mouvements horizontaux de ces points, les glissements éventuels des câbles sur les selles d'appui fixe, les mouvements des selles mobiles d'appui.

Une surveillance topométrique de précision doit tenir compte de ces éléments le plus rigoureusement possible.

d) Dans la surveillance topométrique de précision, on ne se contentera pas de suivre les variations en « ΔX », « ΔY », « ΔZ » de points correspondant aux ancrages, pylônes et centres de travées ; on aura intérêt à suivre les déplacements d'un certain nombre de points du câble et du tablier.

e) Il sera en général utile de faire appel à l'institut géographique national, qui dispose d'un service spécialisé dans la surveillance des ouvrages d'art (par topométrie proprement dite, ou par photogrammétrie).

B. 2.2. *Contrôle électromagnétique des câbles, haubans, suspentes en câbles.*

Ce contrôle est effectué par le L. C. P. C., en liaison avec le SETRA. Il peut aussi être pratiqué par le C. E. T. E. de Bordeaux (et très prochainement, par le C. E. T. E. de Lyon) (1).

Le principe adopté consiste à déplacer le long du câble à ausculter une bobine (ouvrante) de self-induction, dont le câble constitue le noyau. Les altérations modifient la self-induction de l'ensemble et sont donc susceptibles d'être traduites dans une certaine mesure.

Le schéma général du dispositif est donné par la figure 5. La figure 6 représente une bobine géante ouvrante.

Dans l'état actuel de la technique, le contrôle électromagnétique peut servir à apprécier, sur des câbles élémentaires non groupés en faisceau, le nombre de couches affectées par l'oxydation, et l'ordre de grandeur de l'oxydation relative.

Il y a lieu de confronter soigneusement, d'un contrôle à l'autre, les résultats.

B. 2.3. *Surveillance acoustique des ruptures de fils.*

Le L. C. P. C. expérimente actuellement des appareils permettant d'« espionner », au moyen d'accéléromètres, les ondes de choc dues aux ruptures de fils élémentaires. La figure 7 représente une installation d'enregistrement.

(1) Il convient de signaler que le C. E. T. E. de Bordeaux a mis au point une méthode de tracé automatique des relevés d'auscultation électromagnétique des câbles de ponts suspendus.

B. 2.4. *Examen de parties de câbles situées à l'intérieur des colliers de suspension.*

On a parfois constaté que des parties de câbles situées à l'intérieur de colliers de suspension assez longues (formant chambre humide) avaient été spécialement atteintes par l'oxydation ; il peut être très utile d'examiner ces zones par ouverture des colliers.

Toutefois ces opérations sont délicates et peuvent être dangereuses si elles sont mal conduites. Elles ne devront être entreprises qu'après consultation du SETRA et du L. C. P. C. et sous leur contrôle et avec des dispositions de sécurité appropriées (1).

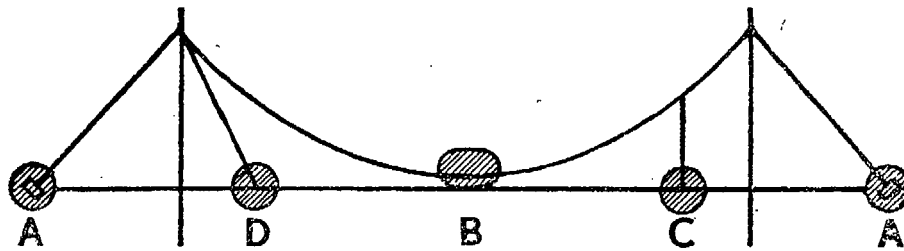
B. 2.5. *Autres actions de surveillance.*

Dans certains cas, on peut avoir à procéder par exemple : à des appréciations de l'agressivité de corrosion de l'ambiance ; à des analyses sur les eaux en provenance des câbles ; à des examens métallographiques de fils de câbles, et si possible en confrontation avec des examens faits lors de la construction (2).

(1) On a déjà utilisé, pour le cas de gros faisceaux, des chariots spéciaux.

(2) Il est souvent intéressant de retrouver - comme cela a été fait pour certains ponts - des tronçons de câbles pouvant valablement être comparés à ceux qui sont incorporés dans un ouvrage.

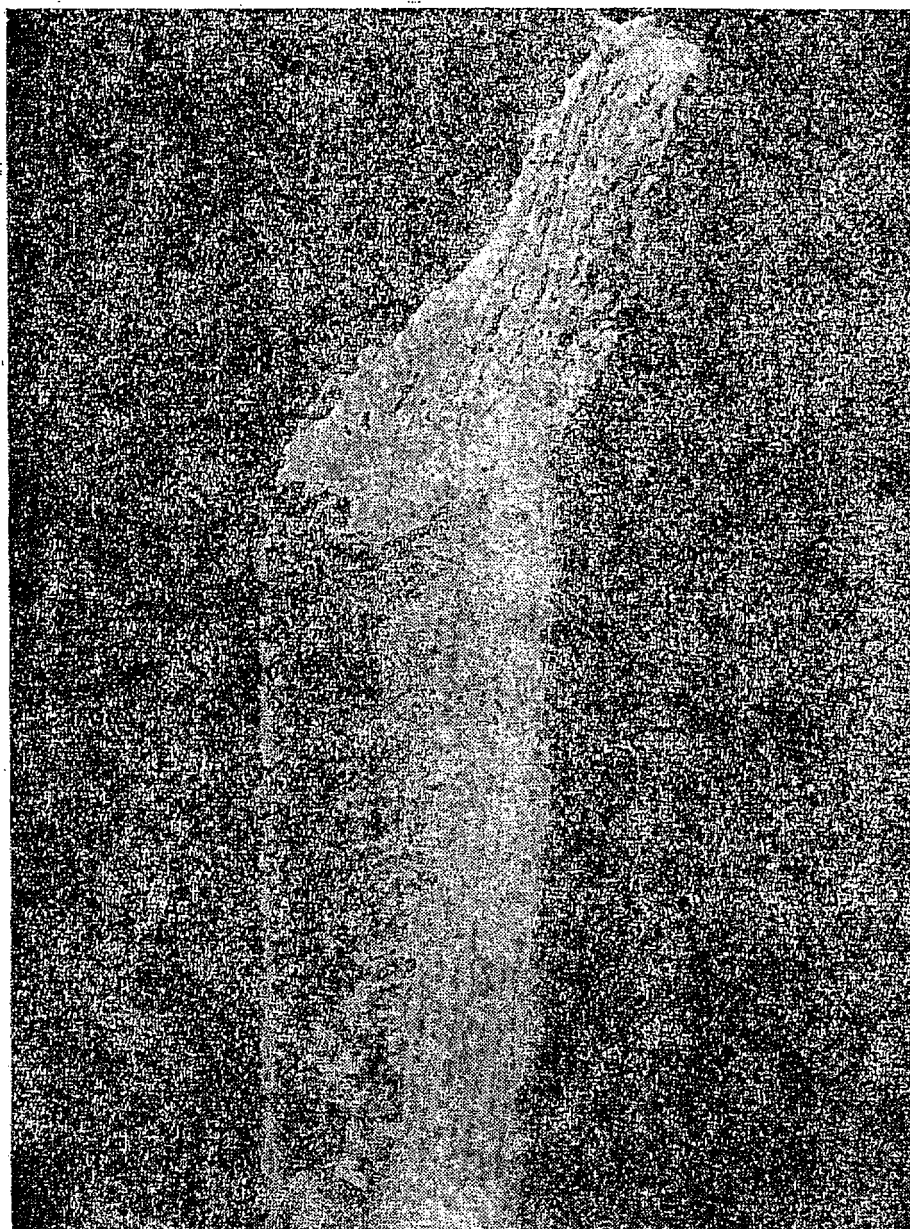
FIGURE 1



**QUELQUES POSSIBILITES
DE LOCALISATION PREFERENTIELLE
DE LA CORROSION**

- A. - Bas de câbles de retenue et leurs culots.
- B. - Bas de câbles paraboliques.
- C. - Bas de suspentes en câbles et leurs culots ou zones d'attache des suspentes en ronds.
- D. - Bas des haubans et leurs culots.

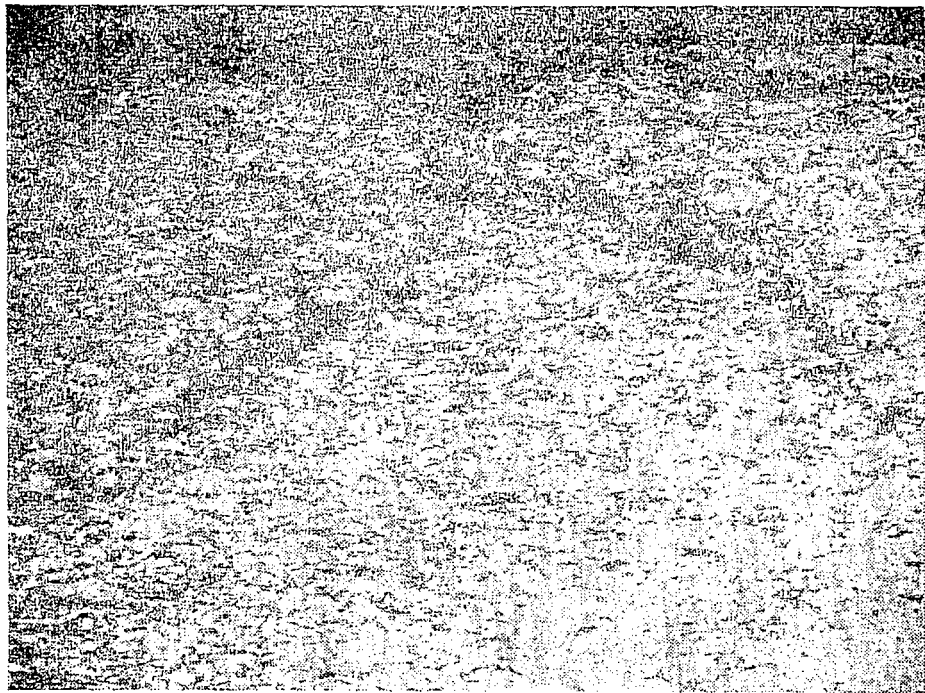
CASSURE EN SERVICE



MICROGRAPHIE. - FISSURATION DANS UN FIL

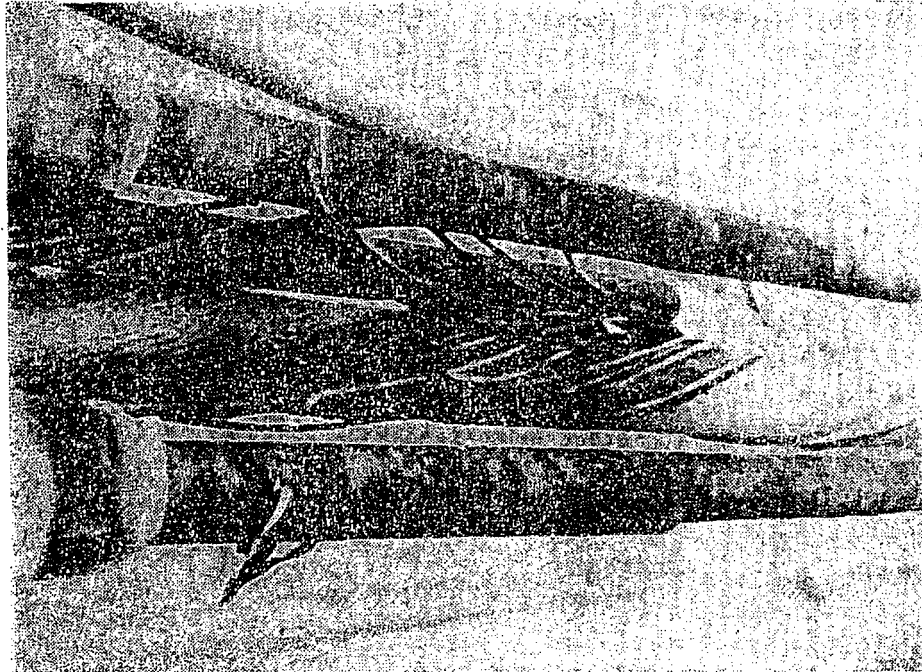


Fissure 520 sans attaque (G × 75)



Fissure 520 avec attaque (G × 75)

*RUPTURE DE FILS DANS UN HAUBAN DE VIEUX PONT
A SUSPENSION COMPOSITE*



Fils rompus 1^{re} et 2^e couches. Hauban aval intérieur. Pile rive droite.



Fils rompus 1^{re} et 2^e couches. Hauban aval intérieur. Pile rive droite.

AT.EL.T. 73/23.

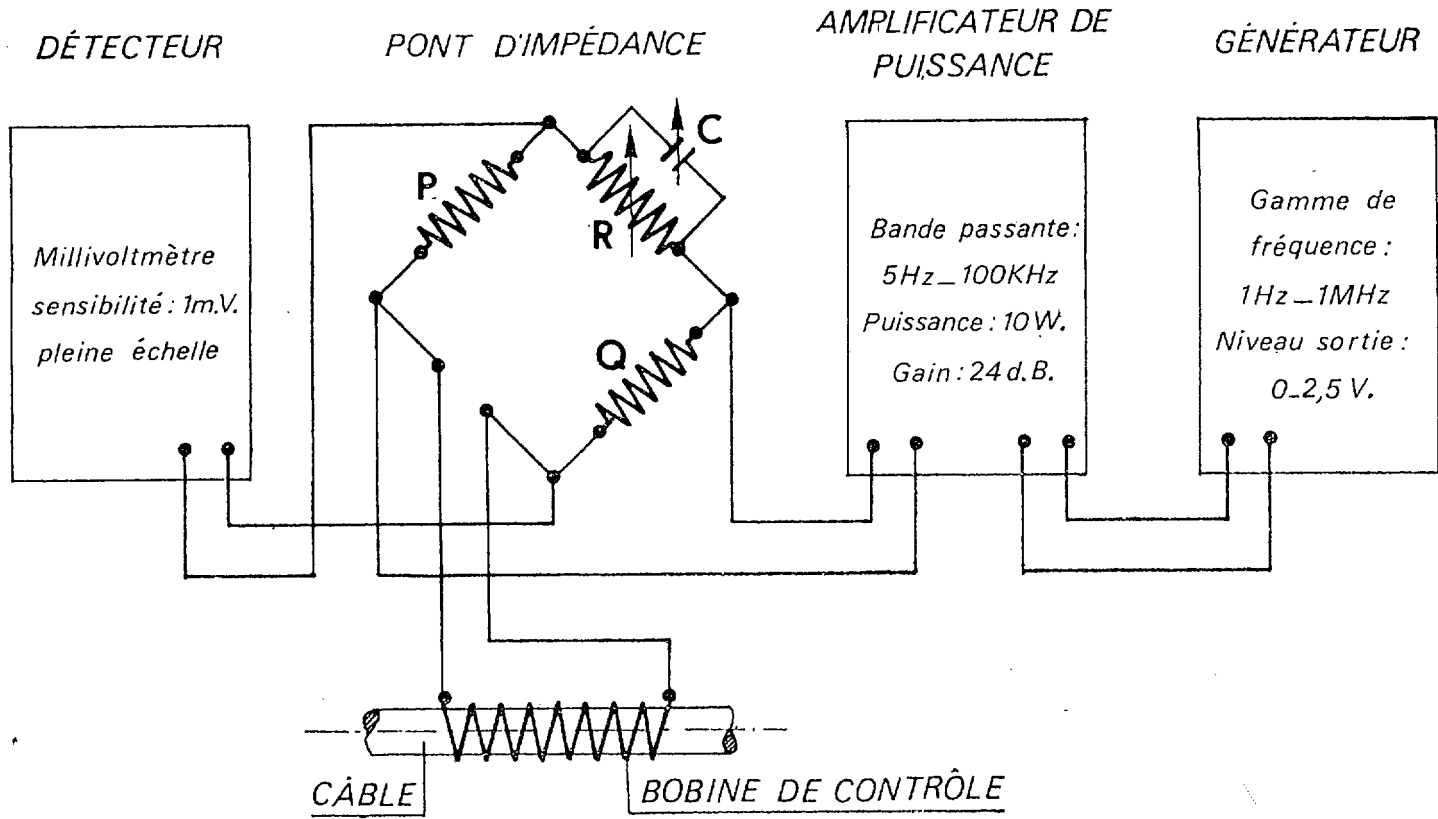
296 (73-23)

AT.EL.T. 73/23.

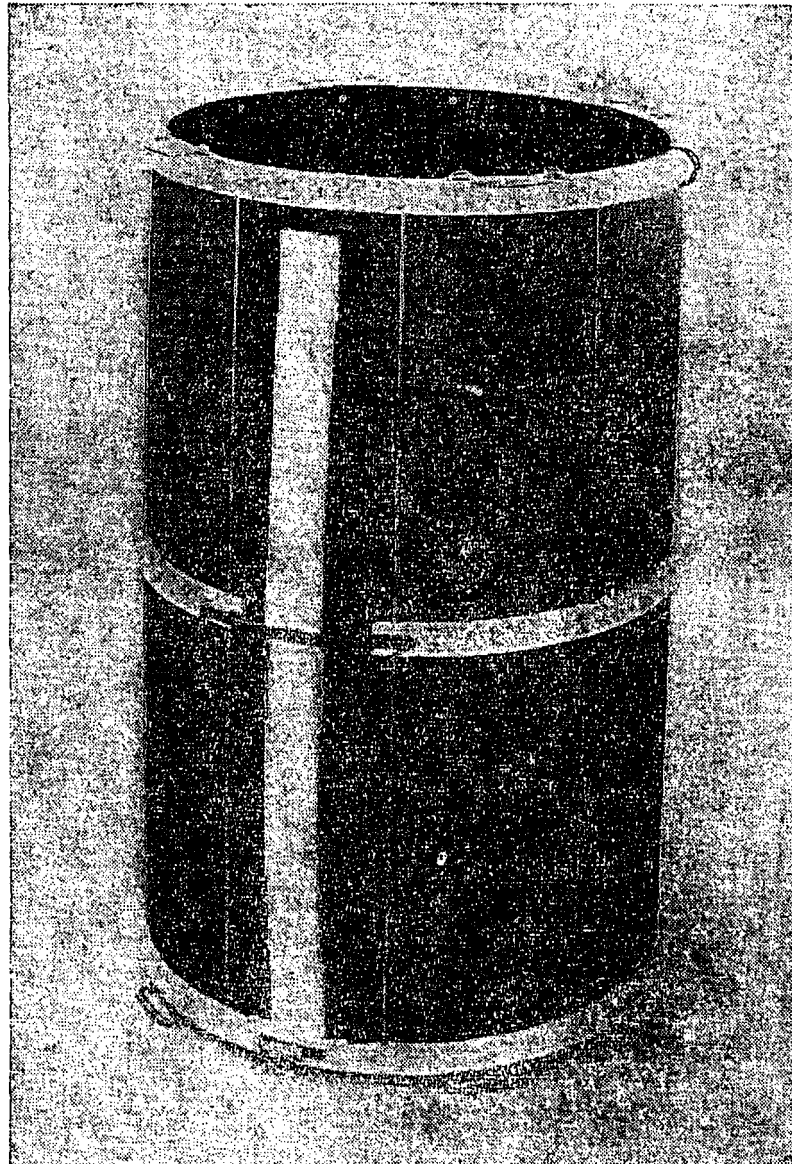
296 (73-23)

APPAREILLAGE D'AUSCULTATION ELECTROMAGNETIQUE DES CABLES

FIGURE 5



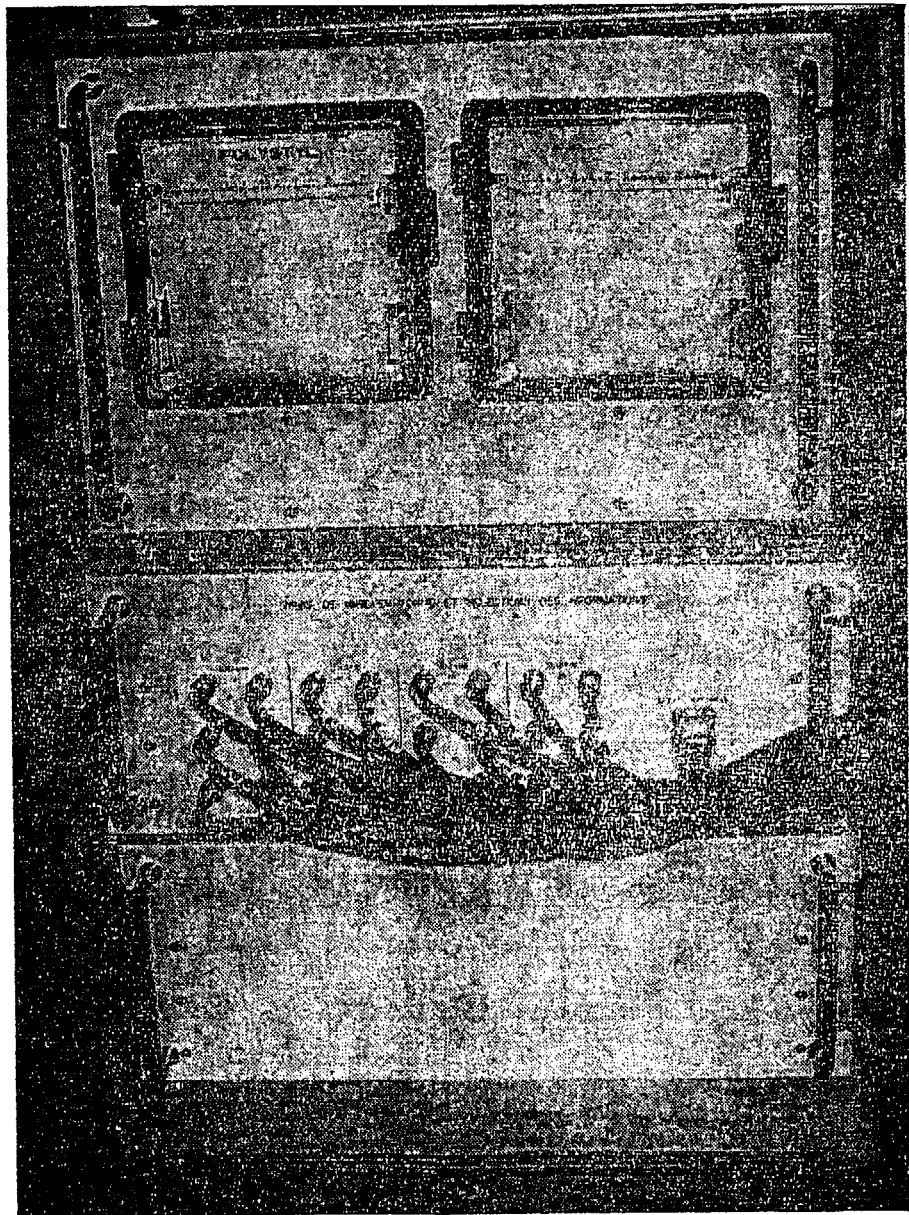
*BOBINE GEANTE « OUVRANTE »
DE CONTROLE ELECTROMAGNETIQUE*



AT.EL.T. 73/23.

296 (73-23)

*INSTALLATION D'ENREGISTREMENT
DE CONTROLE ACOUSTIQUE*



Exemple de « grille de contrôle » de pont suspendu important.

	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.	Tempête.	Froid ou chaleur.
<i>Tablier et câbles.</i>														
Nivellement du tablier..... 1		⊙		⊙		⊙		⊙		⊙		⊙	X	X
Nivellement transversal du tablier 2									□					
Déplacement transversal du tablier 3													X	X
Position longitudinale du tablier. 4		⊙		⊙		⊙		⊙		⊙		⊙	X	X
Venue d'eau dans les câbles... 5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
Visite des appuis..... 6					□						□			
Visite de la charpente..... 7									□					
Visite des chambres d'ancrage... 8					□						□			
<i>Pylônes rive droite et rive gauche.</i>														
Nivellement de fondations.... 9			○			○			○			○		
Position des têtes..... 10		⊙		⊙		⊙		⊙		⊙		⊙	X	X
Témoins sonores..... 11	○			○			○			○				
<i>Ancrage rive gauche.</i>														
Mouvements superstructure.... 12			○			○			○			○		X
Nivellement des fondations.... 13			○			○			○			○		
Témoins sonores..... 14	○			○			○			○				
Visite appuis arrière..... 15					□						□			
<i>Ancrage rive droite.</i>														
Mouvements 16			○			○			○			○		
Relevé des fissures..... 17			○			○			○			○		
<i>Viaduc d'accès.</i>														
Ouverture des joints..... 18			○			○			○			○		X
Inclinaison des piles..... 19													X	
Visite culée..... 20					□						□			

PONTS ET CHAUSSEES	
DÉPARTEMENT	
d	(1)
Service :	
Arrondissement :	
Subdivision :	
<p>PROCES-VERBAL D'INSPECTION DETAILLEE</p> <p><i>du pont suspendu</i></p> <p><i>sur l</i></p> <p><i>au point kilométrique</i></p> <hr/> <p>ÉLEVATION GÉNÉRALE ET COUPE TRANSVERSALE SCHÉMATIQUES</p> <p>avec cotes principales.</p>	
DATE DE L'INSPECTION	
MODE D'ASSEMBLAGE	Rivure ou Soudure ou Boulons.
EPOQUE DE LA CONSTRUCTION	
SURCHARGES DONT LA CIRCULATION EST AUTORISÉE SUR LE PONT	
DATE DE L'INSPECTION PRÉCÉDENTE	
(1) Route nationale, ou rivière, ou canal, ou port, ou chemin de fer.	

29 juin 1972

- 24 -

MODÈLE Susp.

Depuis la dernière inspection, les fondations de l'ouvrage ont été visitées par
hommes-grenouilles les 19

Depuis la dernière inspection, l'ouvrage a été soumis au déverglaçage par salage
au cours des hivers 19 -....

Depuis la dernière inspection, l'ouvrage a été soumis au passage de convois
exceptionnels de tonnes au maximum.

DÉSIGNATION des diverses parties du pont.	ÉTAT DE CHAQUE PARTIE
Fondations	
État des enrochements	
Affouillements éventuels	
Culées	
Barbacanes	
Piles-culées	
Perrés et talus	
Piles	
Sommiers et chevêtres des appuis	
Appareils d'appui : état et positions	
Gargouilles	
Chape d'étanchéité	
Chaussée	
Joints de chaussée	
Joints de trottoirs	
Dalles de transition	
Garde-corps	
Dispositifs de sécurité	
Canalisations	
Ouvrages accessoires et divers	
Abords du pont	

AT.EL.T. 73/23.

296 (73-23)

La suspension a-t-elle fait l'objet de contrôles électromagnétiques ?

DÉSIGNATION des diverses parties du pont.		ÉTAT DE CHAQUE PARTIE							
CABLES ET SUSPENTES	Massifs d'ancrage								
	Pylônes								
	Câbles								
	Ancrages des câbles								
	Appareils d'appui des câbles								
	Suspentes								
	Attaches des suspentes en haut et en bas								
	Protection contre la corrosion								
	Haubans								
	État de réglage de la suspension								
	Poutres de rigidité								
	Contreventement								
TABLIER	<table border="1"> <tr> <td>Pièces de pont</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">ou</td> <td>Poutrelles</td> </tr> <tr> <td>Longerons</td> <td>Longrines</td> </tr> <tr> <td>Couverture</td> <td>Platelage en bois</td> </tr> </table>	Pièces de pont	ou	Poutrelles	Longerons	Longrines	Couverture	Platelage en bois	
	Pièces de pont	ou		Poutrelles					
	Longerons			Longrines					
	Couverture		Platelage en bois						
	Appareils de butée latérale du tablier								
	État de la rivure								
	État des soudures								
	État et serrage des boulons ordinaires								
	État et serrage des boulons H. R.								
	PEINTURE	L'ouvrage est-il recensé au titre de la C. M. du 23 novembre 1966 ?							
Date et consistance du dernier renouvellement important									
État									

VÉRIFICATION DES FLÈCHES PERMANENTES	
Repère de nivellement (emplacement, description, cotes, croquis)	
Indication des points nivelés	
Température au moment du nivellement	
CROQUIS (1)	
<p>(1) On donnera, pour chaque travée, un croquis sommaire où figureront :</p> <p>1° En noir, les cotes (rapportées au repère ci-dessus) des points les plus bas du système de suspension et du tablier au milieu de chaque travée à ses extrémités et en des points intermédiaires assez rapprochés pour qu'on puisse se rendre compte de la régularité de la courbure et de ses variations.</p> <p>2° En rouge, les flèches correspondantes.</p>	

OBSERVATIONS SUR L'ÉTAT GÉNÉRAL DE L'OUVRAGE
ET SUR LES RÉPARATIONS A FAIRE

Dressé par le { Subdivisionnaire }
 { Concessionnaire } soussigné

A _____, le _____ 19

OBSERVATIONS DE L'INGÉNIEUR D'ARRONDISSEMENT

A _____, le _____ 19

OBSERVATIONS DE L'INGÉNIEUR EN CHEF

A _____, le _____ 19