

Commission Protection Cathodique et Revêtements Associés

Système télémétrique des équipements de protection cathodique des conduites métalliques enterrées

AVERTISSEMENT : La présente recommandation a été établie par consensus entre les membres de la commission Protection Cathodique et Revêtements Associés du CEFRACOR. Elle représente l'avis général de la profession et peut donc être, à ce titre, utilisée comme une base reflétant au mieux l'état de l'art au moment de sa publication. Elle ne saurait néanmoins engager de quelque façon que ce soit le CEFRACOR et les membres de la Commission d'étude qui l'ont établie.

1. Objectif

Les conduites métalliques enterrées peuvent être équipées d'équipements de protection cathodique destinés à la protéger contre la corrosion en réduisant sa vitesse de corrosion à une limite acceptable tant techniquement qu'économiquement (cf. NF EN 12954, Protection cathodique des structures métalliques enterrées ou immergées. Principes généraux et application pour les canalisations). Le bon fonctionnement de ces équipements et l'efficacité de la protection sont périodiquement évalués sur l'ensemble des ouvrages sous la responsabilité de chaque opérateur de réseau. Ces contrôles sont réalisés périodiquement par des agents en protection cathodique selon un cadre défini dans la norme NF EN 12954.

Afin d'optimiser son organisation interne, chaque opérateur de réseau a la possibilité d'installer un système télémétrique sur les équipements de protection cathodique.

L'objet de la présente recommandation est de définir ce qu'est un système télémétrique en protection cathodique de conduite métallique enterrée et de donner les principales caractéristiques nécessaires que doit posséder un tel système. Les règles définies dans cette recommandation ont été écrites tout en respectant celles définies dans la norme NF EN 12954.

2. Intérêt d'un système télémétrique

La norme EN 12954 version 2001 (cf. tableau 2) définit en l'absence de système télémétrique des périodicités de contrôle de fonctionnement sur site des différents équipements du système de protection cathodique.

En outre, elle définit les grands principes d'un système télémétrique :

« Contrôles de fonctionnement :

Si la protection cathodique est télésurveillée de sorte que les fonctionnements défectueux des équipements puissent être détectés immédiatement, les fréquences des contrôles de fonctionnement indiquées dans le Tableau 2 ne s'appliquent pas.

Efficacité de la protection cathodique :

Il est possible d'avoir une meilleure représentation générale du système de protection cathodique si l'efficacité de la protection cathodique est télésurveillée. Dans ce cas, il est en effet possible d'effectuer les mesures du potentiel et du courant sur demande ou de façon automatique à intervalles prédéfinis ou lorsqu'une situation d'alarme se présente. »

Mais la norme ne définit aucune périodicité de contrôle de fonctionnement sur site des équipements de protection cathodique lorsqu'un système télémétrique y est installé.

L'intérêt qu'un opérateur de structure protégée a d'installer sur ses ouvrages un système télémétrique est multiple :

- garantir que ses équipements de protection cathodique sont en état de fonctionnement,
- garantir que ses équipements de protection cathodique assurent un niveau de protection cathodique sur ses ouvrages conforme à la réglementation,
- accroître la réactivité en cas de défaillance d'un équipement de protection cathodique,
- accroître la connaissance de l'historique du système de protection cathodique de l'ouvrage,
- très généralement, réduire ses coûts d'exploitation et de maintenance en permettant d'espacer les contrôles et mesures sur site.

3. Définitions et symboles

3.1 Définitions

Un équipement de protection cathodique peut être :

- télésurveillé,
- télémesuré,
- télécommandé
- télé-réglé,
- télé-exploité.

Les cinq actions précitées constituent la télémétrie.

Télésurveillance : transmission à distance d'une information de l'état de fonctionnement ou d'arrêt d'un système par un procédé de télécommunication.

Télémesure : transmission à distance d'une ou plusieurs mesures.

Télécommande : réalisation à distance, par ordre binaire, de la commande du fonctionnement d'un équipement de protection cathodique.

Télé-réglage : modification à distance des réglages d'un équipement de protection cathodique.

Télé-exploitation (ou télégestion) : télémesure + télésurveillance + télécommande.

Gestionnaire de la protection cathodique : entité responsable de l'activité protection cathodique.

3.2 Symboles

La correspondance des symboles utilisés dans ce document est issue de la norme NF EN 12954.

a.c.	:	« alternating current » ; courant alternatif
d.c.	:	« direct current » ; courant continu
TM	:	témoin métallique ¹
U_p	:	tension aux bornes d'un générateur de courant continu ¹
I_p	:	courant de protection débité par un générateur de courant continu
E_{on}	:	potentiel à courant établi
E_{off}	:	potentiel à courant coupé
U_{diode}	:	tension aux bornes d'une diode ¹
I_{diode}	:	courant traversant une diode ¹
I_{anode}	:	courant traversant une anode galvanique ¹
$I_{liaison}$:	courant traversant une liaison ¹

¹ Ce symbole ne figure pas dans la norme NF EN 12954 ni dans la norme ISO 8044.

4. Equipements de protection cathodique pouvant posséder un système téléométrique

Les équipements de protection cathodique associés à un système de télésurveillance peuvent être les suivants :

- soutirage de courant,
- liaison polarisée, dont drainage de courant,
- liaisons électrique entre ouvrages,
- système de mise à la terre électrique pour l'évacuation des courants alternatifs induits ou conduits sur la structure,
- système de protection (type parafoudre ou parasurtenseur) contre les surtensions d.c. ou a.c. accidentelles,
- anode galvanique,
- prise de potentiel simple, associée éventuellement à un équipement (comme un témoin métallique, une gaine métallique, ...).

5. Données à télé-transmettre

Les données à transmettre peuvent être véhiculées par différents supports de communication : réseau téléphonique, GSM, liaison spécialisée, ADSL, satellite, canalisation, GPRS.... Le tableau 1 donne une liste non exhaustive de données à considérer dans le système de téléométrie. Mais, pour chaque équipement, c'est le responsable de la protection cathodique qui définit celles qu'il souhaite retenir pour son système.

Tableau 1 : Données à télé-transmettre

Télésurveillance	Télémesure	Télé-réglage	Télécommande
Redresseurs			
Grandeurs qui peuvent être télésurveillées par contact « tout ou rien » : <ul style="list-style-type: none"> - porte ouverte, - fusible HS, - sur un seuil à définir (soit I_p, U_p, E_{on} ou E_{off}). Une notion de temps de défaut peut être associée à la grandeur surveillée (alarme sur temporisation). 	Grandeurs qui peuvent être télémesurées : <ul style="list-style-type: none"> - I_p - U_p - E_{on} - E_{off} 	Grandeurs qui peuvent être télé-réglées en tant que valeur de consigne : <ul style="list-style-type: none"> - I_p, - U_p - E_{on}, - E_{off}. 	Mise en ou hors service du redresseur, d'un topeur (chronorupteur ou coupeur cyclique).
Liaisons polarisées			
Grandeurs qui peuvent être télésurveillées par contact « tout ou rien » : <ul style="list-style-type: none"> - porte ouverte, - fusible HS, - sur un seuil à définir (soit I_{diode}, E_{on}, ...). Une notion de temps de défaut peut être associée à la 	Grandeurs qui peuvent être télémesurées : <ul style="list-style-type: none"> - I_{diode}, - U_{diode}, - $E_{on\ structure}$, - $E_{off\ structure}$, - $E\ structure\ tiers / sol$ ou $E\ structure\ tiers /$ 	Sans objet	Mise en ou hors service de la liaison

grandeur surveillée (alarme sur temporisation).	structure (E voie ferrée/sol ou E voie ferrée/structure pour le cas d'un drainage de courant).		
Anodes galvaniques			
Grandeurs qui peuvent être télésurveillées par contact « tout ou rien » sur un seuil à définir (soit I_{anode} , E_{on} ou E_{off}).	Grandeurs qui peuvent être télémessurées : - I_{anode} , - E_{on} , - E_{off}	Sans objet	Sans objet
Connexion avec structures étrangères (résistive ou directe)			
Grandeurs qui peuvent être télésurveillées par contact « tout ou rien » sur un seuil à définir (soit $I_{liaison}$, E_{on} , E_{off} , ...). Une notion de temps de défaut peut être associée à la grandeur surveillée (alarme sur temporisation).	Grandeurs qui peuvent être télémessurées : - $I_{liaison}$, - E_{on} , - E_{off} .	Sans objet	Mise en ou hors service de la liaison
Systèmes de mise à la terre a.c.			
Grandeurs qui peuvent être télésurveillées par contact « tout ou rien » : - porte ouverte, - sur un seuil à définir (soit $I_{liaison\ a.c.}$, $I_{liaison\ d.c.}^2$, $U_{ac\ cana}$, E_{on} , ...). Une notion de temps de défaut peut être associée à la grandeur surveillée (alarme sur temporisation).	Grandeurs qui peuvent être télémessurées : - $I_{liaison\ a.c.}$, - $I_{liaison\ d.c.}$, - $U_{a.c.\ cana}$, - E_{on} , - E_{off} .	Sans objet	Sans objet
Prises de potentiel			
Grandeurs qui peuvent être télésurveillées par contact « tout ou rien » sur un seuil à définir (soit E_{on} , I_{TM} , E_{off}). Une notion de temps de défaut peut être associée à la grandeur surveillée (alarme sur temporisation).	Grandeurs qui peuvent être télémessurées : - E_{on} , - I_{TM} , - E_{off} , - $U_{a.c.}$, - Grandeur liée à l'équipement additionnel.	Sans objet	Mise en ou hors service d'un topeur (chronorupteur ou coupeur cyclique).

6. Descriptif

Un système de télésurveillance doit être capable de :

² En fonctionnement normal, $I_{liaison\ d.c.}$ est égal à zéro. En cas de court-circuit du filtre, un courant d.c. passera dans la liaison, ce qui est très néfaste pour la protection cathodique de la canalisation enterrée.

- enregistrer a minima une fois par jour un état de fonctionnement des grandeurs (cf. tableau 1) et des équipements sélectionnés,
- en cas de défaillance avérée de l'équipement de protection cathodique (cf. tableau 2), transmettre les informations au gestionnaire de la protection cathodique dans un délai maximum fixé par celui-ci,
- en cas de fonctionnement normal, transmettre les informations de bon fonctionnement au gestionnaire de la protection cathodique dans un délai maximum fixé par celui-ci.

Un système de télémesure doit être capable de :

- enregistrer toutes les grandeurs sélectionnées (cf. tableau 1), dans un délai maximum fixé par le gestionnaire de la protection cathodique, sur les réseaux sans courant vagabond. Les valeurs issues du système de télémesure peuvent être soit directement accessibles, soit indirectement par l'intermédiaire de valeurs statistiques calculées pendant un temps d'enregistrement défini (a minima, les valeurs minimales, maximales et moyennes),
- enregistrer pendant une durée suffisamment longue, et avec un échantillonnage adapté, toutes les grandeurs sélectionnées, dans un délai maximum fixé par le gestionnaire de la protection cathodique, sur les réseaux avec courants vagabonds. Les valeurs issues du système de télémesure peuvent être soit directement accessibles, soit indirectement par l'intermédiaire de valeurs statistiques calculées pendant un temps d'enregistrement défini (a minima, les valeurs minimales, maximales et moyennes),
- transmettre les informations enregistrées au gestionnaire de la protection cathodique dans un délai maximum fixé par celui-ci,

Un système de télémesure peut être associé à un système de télésurveillance. La transmission des mesures peut se faire soit directement par le système de télémesure, soit sur interrogation (automatique ou manuelle) du gestionnaire de la protection cathodique.

Un système de télécommande doit être capable de modifier à distance l'état de fonctionnement d'un équipement de protection cathodique (marche/arrêt d'un redresseur, marche/arrêt à distance d'un topeur – chronorupteur ou coupeur cyclique -, ...).

Un système de télé-réglage doit être capable de modifier à distance les réglages d'un redresseur de courant. Il doit donc être capable de faire de la télémesure. Cela ne fait appel à aucune notion de périodicité, d'échantillonnage ni de valeur mesurée.

Tableau 2 : Exemples de défaillances par type d'équipement

Type d'équipement	Exemples de défaillance
Redresseur	<ul style="list-style-type: none"> - Courant de protection non conforme à seuil prédéfini, - Potentiel de protection E_{on} non conforme à un seuil prédéfini, - Tension aux bornes du redresseur non conforme à un seuil prédéfini.
Liaison polarisée	<ul style="list-style-type: none"> - Courant dans la liaison non conforme à seuil prédéfini pendant un temps prédéfini, - Inversion du sens du courant dans la liaison.
Anode galvanique	Courant de protection non conforme à un seuil prédéfini.
Connexion avec une structure étrangère (résistive ou directe)	Courant de protection cathodique non conforme à un seuil prédéfini, éventuellement pendant un temps prédéfini.
Système de mise à la terre a.c.	<ul style="list-style-type: none"> - Courant a.c. dans la liaison non conforme à un seuil prédéfini pendant un temps prédéfini, - Courant d.c. non nul.

Prise de potentiel sélectionnée ³	- Potentiel de protection E_{on} non conforme à un seuil prédéfini, - Courant dans une liaison interne non conforme à un seuil donné.
Prise de potentiel non sélectionnée	- Potentiel de protection E_{on} non conforme à un seuil prédéfini, - Courant dans une liaison interne non conforme à un seuil donné, - Potentiel de protection E_{off} non conforme à un seuil prédéfini, pendant un temps prédéfini.

7. Délais de transmission des informations

Les délais de transmission des données et des alarmes varient en fonction du système de télémétrie et de l'organisation interne de la société utilisant ce système. Il faut distinguer un délai de transmission d'une donnée (type mesure) de celui d'une alarme (signalant une défaillance d'un équipement du système de protection cathodique). Dans tous les cas, un délai maximal de transmission doit être défini par le gestionnaire de la protection cathodique tel que spécifié au § 5.

La gravité possible ou probable d'un défaut sur l'équipement télé-surveillé peut également influencer le choix des délais de transmission. Dans le choix des délais de transmission, il faut aussi prendre en compte la capacité à réagir à une alarme : il est incohérent d'avoir des données en temps réel si une intervention ne peut pas être planifiée en moins d'un mois.

Dans le cas où les systèmes de télémétrie se substituent à tout ou partie des campagnes de surveillance sur site, les délais de transmission doivent respecter a minima ceux définis dans la réglementation.

Remarque : il convient de prendre en compte les délais d'intervention qui se cumulent aux délais de transmission. Mais le présent document ne traite pas des délais d'intervention suite au signalement d'une anomalie par un système de télémétrie.

8. Périodicité des contrôles et mesures sur site des équipements de protection cathodique

La norme EN 12954 (cf. tableau 2) définit des périodicités de contrôle sur site des équipements de protection cathodique en l'absence de système télémétrique.

Plusieurs philosophies sont possibles. Le gestionnaire de la protection cathodique fait soit uniquement de la télésurveillance, soit uniquement de la télémétrie, soit de la télésurveillance et de la télémétrie associée. A cela peut être ajouté la télécommande et/ou le télé-réglage.

Si la télémétrie ne fait que la télésurveillance, elle ne remplace alors dans ce cas que les contrôles de bon fonctionnement des équipements de protection cathodique. Mais elle ne remplace en rien les évaluations complètes et détaillées à faire périodiquement sur site. Dans ce cas, il est recommandé de respecter les périodicités définies dans la norme EN 12954 pour ces évaluations complètes et détaillées.

Si la télémétrie fait la télémétrie (avec ou sans télésurveillance associée), les périodicités d'évaluations à faire sur site peuvent alors être augmentées par rapport à celles définies dans la norme EN 12954. L'opérateur qui fait le choix d'augmenter une périodicité de contrôle sur site d'un réseau ou d'une partie d'un réseau doit pouvoir argumenter ce choix.

L'argumentaire doit notamment prendre en compte :

- le nombre et le type de points de mesure télémétrés (soutirage, prise de potentiel, ...),
- le type de réseau (longueur de conduites concernées, limites définies du réseau, absence d'influences électriques tiers sur le réseau, ...),
- le niveau d'efficacité de la PC qui doit être conforme au critère défini dans la norme EN 12954,
- la maîtrise du niveau de la protection cathodique.

³ Il s'agit des prises de potentiel sélectionnées au sens de la norme EN 12954 (cf. 10.3.3.2 a 1).

9. Caractéristiques à considérer pour choisir un système de télémétrie

Le tableau 3 synthétise les différents paramètres à considérer pour orienter le choix d'un système de télémétrie.

Tableau 3 : Paramètres à considérer et descriptif correspondant pour sélectionner un système de télémétrie

Item	Paramètres	Descriptif	Observations
1	Type de télémétrie	télesurveillance, télémessure, télécommande, téléajustage, télé-exploitation.	Télémétrie permanente ou temporaire suivant le type d'équipement (soutirage, PP, ...).
2	Type d'équipements de protection cathodique	<ul style="list-style-type: none"> - Soutirage, - Drainage, - Prise de potentiel simple ou associé à un équipement (coupon métallique), - liaisons électriques, - anodes galvaniques, - Mises à la terre électrique (pour écoulement des courants a.c.). 	
3	Encombrement des matériels	A définir entre client et fournisseur.	Encombrement compatible avec l'équipement à télémétrer.
4	Grandeur à télémétrer sur l'équipement	Voir Tableau n°1.	
5	Type d'alimentation	<ul style="list-style-type: none"> - secteur BT, - pile, - batterie éventuellement associée à des panneaux solaires, - turbogénérateur-turbines entraînées par un fluide. 	<ul style="list-style-type: none"> - Durée de vie des batteries, - Autonomie des batteries ou des piles, - Vandalisme, situation géographique et environnementale pour l'implantation des panneaux solaires.
6	Conditions environnementales	<ul style="list-style-type: none"> - zone ATEX ou non, - taux d'humidité ambiante, - températures limites d'utilisation, - milieu corrosif ou non, - Indice de Protection (IP). 	Les températures limites d'utilisation doivent être compatibles avec la température ambiante.
7	Système de transmission des informations	<ul style="list-style-type: none"> - GSM ou GPRS, - Réseau RTC, - Canalisation, - ADSL (RTC ou fibre optique), 	<ul style="list-style-type: none"> - Problème de zone de couverture, - Réseau existant, - Perte de signal suivant la distance, - Réseau existant, - Portée limitée du signal,

		<ul style="list-style-type: none"> - Wi-Fi, - Ondes Radio, - Satellite. 	<ul style="list-style-type: none"> - Portée limitée du signal et problème de fiabilité, - Coût de la transmission.
8	Caractéristiques techniques des canaux de télémessure	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de canaux nécessaires, - Données a.c. ou d.c. à téléométrer pour chaque canal, - Calibre de chaque canal, - Fréquence d'échantillonnage, - Impédance d'entrée de chaque canal, - Isolement des canaux. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calibre adapté à la mesure de la grandeur mesurée, - Fréquence compatible avec les exigences du gestionnaire de la PC, - Typiquement : 10 MΩ sur une mesure ponctuelle de potentiel , 100 MΩ sur une mesure permanente de potentiel. Très faible pour une mesure de courant. - Typiquement : 200 à 1000 V entre deux canaux pour éviter les interférences sur les mesures, - Accroît la consommation d'énergie électrique.
9	Caractéristiques techniques des canaux de télésurveillance ou télécommande	<ul style="list-style-type: none"> - Entrée « tout ou rien », - Sortie « tout ou rien ». 	<ul style="list-style-type: none"> - Tension limitée en entrée de la carte de télésurveillance, - Pouvoir de coupure limité de la carte ou du relais de télécommande.
10	Mémoire	<ul style="list-style-type: none"> - Mémoire volatile ou permanente des données enregistrées, - Capacité de la mémoire, - Type de support de la mémoire. 	<ul style="list-style-type: none"> - Un mémoire permanente permet d'éviter la perte d'informations en cas de dysfonctionnement. - Suivant le type de gestion retenue, un support amovible permet de pouvoir consulter les données enregistrées sur un autre appareil.
11	Ports de liaisons externes	Le type et le nombre de ports externes doivent répondre aux exigences du gestionnaire de la PC.	<ul style="list-style-type: none"> - Ports Ethernet pour mise en réseau, - Ports série pour la communication, - Bus pour des extensions, d'entrée digitales et d'entrées analogiques pour branchement micro (non exhaustif),
12	Précision sur les	<ul style="list-style-type: none"> - Précision à définir avec le gestionnaire de la PC, 	<ul style="list-style-type: none"> - Typiquement : 1 % de la

	mesures prises	<ul style="list-style-type: none"> - Suivi métrologique à définir avec le gestionnaire de la PC. 	<p>pleine échelle du canal,</p> <ul style="list-style-type: none"> - Système d'autocontrôle possible.
13	Gestion des données	<ul style="list-style-type: none"> - Traitées directement par le gestionnaire de la protection cathodique via un logiciel de traitement de l'information installé chez lui, - Traitées par le fournisseur du système de télémétrie. Dans ce dernier cas, les informations sont accessibles par Internet. - Possibilité de sécuriser les données transmises. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité de sauvegarder et d'archiver les données. - Possibilité de modifier à distance via internet les valeurs seuils, la fréquence de restitution des relevés de mesure. - Report chez le fournisseur des responsabilités de stockage, de sauvegarde, et de protection des données.
14	Format d'exportation des données	Le logiciel doit permettre d'exporter les données via un format exploitable par le gestionnaire de la protection cathodique.	Exemples de formats : XML, ASCII, SQL, CSV, XLS.
15	Evolution technologique	Compatibilité des matériels et logiciels existants avec les évolutions technologiques.	
16	Mise en forme des données restituées	<ul style="list-style-type: none"> - Transmission intégrale des données enregistrées. - Traitement statistique sur une période définie (par exemple un jour) : mini, maxi, moyen, écarts type, temps hors limites. - Archivage des valeurs statistiques, nombre d'alarmes, temps hors limite... 	<p>La mise en forme doit être définie en lien avec les moyens dont dispose le gestionnaire de la PC pour procéder à l'analyse des données.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Possibilité d'obtenir des enregistrements ponctuels ou des zooms.
17	Protection contre les surtensions accidentelles	<ul style="list-style-type: none"> - Intérêt d'avoir son propre équipement de protection - Compatibilité avec celui de l'équipement sur lequel il sera installé. 	<p>L'équipement de télémétrie installé doit être conforme aux normes NF EN 62305-3 (Protection des structures) et 62305-4 (Protection des équipements).</p> <p>ATTENTION : l'équipement de télémétrie doit avoir une bonne protection contre la foudre et une bonne CEM afin de ne pas remettre en cause son installation (pannes fréquentes).</p>
18	Maintenance	<ul style="list-style-type: none"> - Contrat de maintenance établi avec par le fournisseur ou un prestataire, - Maintenance réalisée par le client. 	

19	Garantie	<ul style="list-style-type: none"> - Durée de la garantie appliquée, - Conditions de garanties (matériel, logiciel, transmission des données, sauvegarde des données, exclusions de garantie, ...). 	
20	Formation	A préciser dans le contrat en cas de besoin.	
21	Type de contrat sur le matériel	<ul style="list-style-type: none"> - Système propriétaire, - Système locataire. 	<ul style="list-style-type: none"> - Suivi du matériel à assurer par le gestionnaire de la PC, - Confiance dans le prestataire.
22	Service après vente	- Pérennité de la fourniture des pièces de rechange pendant une durée définie, même après arrêt de la production de l'équipement.	
23	Références du fournisseur	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre d'équipements déjà installés, - Portefeuille clients. 	
24	Point divers	- Assistance technique d'un fournisseur à définir lors du passage du contrat client – fournisseur.	