

Commission Protection Cathodique et Revêtements Associés

Recommandations pour la compatibilité entre mises à la terre et protection cathodique

AVERTISSEMENT : La présente recommandation a été établie par consensus par 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.

SOMMAIRE

1)	OBJECTIF	1
2)	RÉFÉRENCES REGLEMENTAIRES, NORMATIVES ET PROFESSIONNELLES	2
2.1)	Documents de référence français	2
2.2)	Documents de référence étrangers	3
3)	EXPOSÉ DES PROBLÈMES	3
3.1)	Circuit de terre	3
3.2)	Influences électriques dues aux lignes haute tension de transport d'énergie électrique aériennes (spécifiques aux pipelines)	3
3.3)	L'interconnexion des masses métalliques	4
4)	SOLUTIONS PRÉCONISÉES	4
4.1)	Séparation des circuits avec un joint isolant	5
4.2)	Structures non isolées par des joints isolants	5
4.2.1)	Mise a la terre ayant un potentiel d'environ -1v par rapport à Cu-CuSO ₄ saturé.....	5
4.2.2)	Cloisonnement des mises a la terre	5
4.2.3)	Prise en compte des mises a la terre dans le dimensionnement de la protection cathodique	6
5)	MATERIELS D'ISOLEMENT ET DE PROTECTION	6
5.1)	Joint isolants	6
5.2)	Protection des joints isolants	6
5.2.1)	Cellules électroniques	6
5.2.2)	Eclateur de ligne.....	7
5.3)	Protection des alimentations électriques des équipements	7
5.4)	Mise à la terre de l'alternatif sans affecter la protection cathodique	8
6)	REMARQUES IMPORTANTES	8

1) OBJECTIF

L'objectif de ce document est de clarifier l'interaction entre les mises à la terre d'un ouvrage et sa protection cathodique et de trouver les meilleurs compromis pour assurer l'efficacité de celle-ci tout en

respectant les impératifs réglementaires sur la protection des personnes vis-à-vis des risques électriques.

Note : Les contraintes spécifiques CEM (compatibilité électromagnétique) et les techniques qui permettent d'éviter leurs effets indésirables ne sont pas abordées dans ce document. Il reste à les prendre en compte avec l'évolution des techniques dans ce domaine.

2) RÉFÉRENCES REGLEMENTAIRES, NORMATIVES ET PROFESSIONNELLES

2.1) Documents de référence français

Arrêté du 31 Mars 1980	1980	Réglementation des installations électriques des établissements réglementés au titre de la législation sur les installations classées et susceptibles de présenter des risques d'explosion.
Arrêté du 26 Mai 1978	1978	Conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique
Arrêté du 17 Mai 2001	2001	Lignes de télécommunication. Article 68. Tension induite limite
Décret N° 88 1056 du 14 Novembre 1988	1988	Protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques.
Arrêté du 28 Janvier 1993	1993	Protection contre la foudre de certaines installations classées (SEVESO).
Arrêté du 28 Octobre 1993	1993	Circulaire d'application de l'arrêté du 28 Janvier 93
NF C 15 100 du 13 Mai 1991	1991	Installations électriques à basse tension. Chapitres 44 Protection contre les surtensions, et 54 Mises à la terre et conducteurs de protection
NF C 15.106 du 26 Mai 1993	1993	Guide pratique- Section des conducteurs de protection, des conducteurs de terre et des conducteurs de liaisons équipotentielles.
NF C 17. 100	1997	Protection des structures contre la foudre. Installation de paratonnerres
NF C 17.102	1995	Protection des structures contre la foudre. Installation de paratonnerres à pointes ionisantes
NF A 05.613	1995	Protection électrochimique contre la corrosion. Protection cathodique des cuvelages de puits
NF EN 12954	2001	Protection cathodique des structures métalliques enterrées ou immergées. Principes généraux et application pour les canalisations.
PrEN 50443	2005	Applications ferroviaires – Installations fixes - Effets des perturbations électromagnétiques causées par les lignes ferroviaires en courant alternatif sur les canalisations
PrEN 11636	2005	Influences électromagnétiques des voies ferrées sur les canalisations enterrées
NF EN 13636	2004	Protection cathodique des réservoirs métalliques enterrés et tuyauteries associées
NF EN 14505	2005	Cathodic protection of complex structures
CEN wi 0021904		Cathodic protection of well casings
UIC Cahier Technique 1991	1991	Recommandation pour la protection des installations industrielles contre les effets de la foudre et des surtensions

UIC Complément au Cahier Technique 1991	1993	Recommandation pour la protection des installations industrielles contre les effets de la foudre et des surtensions pour l'application de l'arrêté du 28 Janvier 1993 concernant la protection contre la foudre de certaines installations classées
UIC N° DT 67 Rapport GESIP N°94/02 version 2000	2000	Recommandation pour la protection des installations industrielles contre les effets de la foudre pour l'application de l'arrêté du 28 Janvier 1993 concernant la protection contre la foudre de certaines installations classées

2.2) Documents de référence étrangers

NACE RP0177-2000	2000	Mitigation of alternating Current and Lightning Effects on Metallic Structures and Corrosion Control Systems
NACE RP0193-2001	2001	External Cathodic Protection of On-Grade Metallic Storage Tank Bottoms
NACE RP0286-2002	2002	Electrical Isolation of Cathodically Protected Pipelines
API RP 651	1997	Cathodic Protection of Aboveground Petroleum Storage Tanks

3) EXPOSÉ DES PROBLÈMES

3.1) Circuit de terre

Fondamentalement, le problème abordé dans ce document est basé sur l'incompatibilité qu'il y a entre, d'une part les normes en vigueur qui imposent une interconnexion de toutes les structures métalliques, et d'autre part la bonne application de la protection cathodique qui doit protéger les structures enterrées. En effet l'interconnexion des structures métalliques implique également une mise à la terre commune de toutes ces structures.

Les mises à la terre traditionnellement réalisées en cuivre nu (utilisé pour ses propriétés de stabilité dans le temps), posent les problèmes suivants au niveau de la protection cathodique :

- Un circuit de terre en cuivre relié à la structure sous protection cathodique peut consommer plus de 90% des courants de protection. En effet, le cuivre se polarise plus mal que l'acier, il lui faut 10 à 20 fois plus de courant. Suivant la configuration, il peut être même impossible de polariser correctement la structure en acier.
- Si la protection cathodique n'est plus efficace, il y a un risque de corrosion des structures par couplage galvanique entre le cuivre et l'acier, au détriment de l'acier.
- L'effet du courant de protection cathodique peut entraîner un dépôt calcomagnésien à la surface du cuivre, ce qui peut dans certain cas, selon la nature du sol entraîner une augmentation de la résistance de terre.
- De nombreux autres inconvénients peuvent être listés (liste non exhaustive) : hétérogénéité de la protection cathodique difficile à régler en fonction des zones à proximité ou non des terres électriques (surprotection et sous protection se côtoyant), difficultés à effectuer des mesures fiables (le potentiel du cuivre masquant les autres), critère des 100 mV non applicable, difficulté d'envisager une protection par anodes galvaniques, etc.

3.2) Influences électriques dues aux lignes haute tension de transport d'énergie électrique aériennes (spécifiques aux pipelines)

La présence d'une ligne haute tension (HT) à proximité d'une canalisation peut être source d'influences électriques dangereuses pour cet ouvrage, aussi bien lors de l'exploitation normale de la ligne HT que lorsque des défauts se produisent sur la ligne.

Il existe en effet deux types d'influences du courant alternatif sur les structures enterrées :

- a) Influence de courte durée causée par la défaillance d'une ligne HT en courant alternatif et par des changements opérationnels (effets ohmiques et/ou inductifs). A proximité d'un pylône de réseau de transport d'énergie, lors d'un défaut d'isolement d'un pylône de la ligne HT, la différence de

potentiel entre le pipeline (au potentiel de la terre profonde) et le sol local (mise à la terre du pylône) peut atteindre plusieurs kilovolts, et se traduire par le percement de la canalisation et la transmission de tensions dangereuses le long de la canalisation. L'arrêté interministériel du 26 mai 1978 intitulé "conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique" développe dans son article 75 (modifié au Journal Officiel du 16 mars 1982), les dispositions à mettre en œuvre au voisinage de lignes électriques et canalisations métalliques, tant pour les problèmes de conduction que d'induction.

- b) Influence de longue durée causée par induction lors du fonctionnement en régime normal (effets inductifs). Par exemple, la sécurité du personnel n'est plus assurée lorsque la tension entre la structure et le sol dépasse la valeur de la tension de sécurité (60 V alternatif pour les pipelines, arrêté du 17 mai 2001 et prEN 50443). La tension produite par induction permanente d'une ligne HT sur une canalisation enterrée voisine peut dépasser cette valeur. De plus, des tensions alternatives permanentes supérieures à 5 V a.c. peuvent induire des risques de corrosion au droit de petits défauts sur un revêtement à haute résistivité.

3.3) L'interconnexion des masses métalliques

Les raisons motivant le choix de l'interconnexion des masses métalliques sont importantes. Il convient de bien les connaître afin d'envisager des solutions acceptables pouvant amener à concilier les différentes incompatibilités entre ces normes et la protection cathodique.

Il faut bien séparer les risques dus à la foudre et aux phénomènes de surtension pouvant causer des dégâts aux appareils électriques, des risques d'électrisation ou d'électrocution des personnes et des moyens d'assurer leur protection.

Pour les risques foudre, on pourrait en théorie ne pas mettre de circuit de terre, elle est inutile pour la notion d'équipotentialité évoquée ci-dessus. Par ailleurs les résistances de terre que l'on mesure à basse fréquence (50 Hz) n'ont rien à voir avec la valeur de leur impédance qui est à considérer à très haute fréquence (foudre). En fait les mises à la terre ne sont d'aucune utilité pour l'évacuation des courants de foudre, elles servent uniquement pour la protection des personnes contre les risques liés aux tensions à fréquence industrielle. Elles sont de ce fait rendues obligatoires par la législation en vigueur.

Pour la protection des personnes le critère important consiste à éviter une différence de potentiel réputée dangereuse entre deux régions du corps humain. Dans le cas d'une prise de potentiel, par exemple, il faudra installer une mise à la terre à l'endroit où l'individu est susceptible de toucher un point à un potentiel différent de celui où ses pieds sont en contact avec le sol.

Une personne est susceptible également d'être exposée à une différence de potentiel si elle touche deux parties isolées électriquement l'une de l'autre (par exemple deux structures métalliques séparées par un joint isolant). C'est cette raison qui justifie l'interconnexion des structures métalliques.

Par interconnexion des masses métalliques on entend l'interconnexion des structures (y compris le ferrailage de béton armé et les ceintures de terre «bâtiment»), les mises à la terre du site (sécurité du personnel) et les protections contre la foudre.

L'objectif essentiel est d'assurer un chemin de retour privilégié de moindre résistance pour les courants vers la terre. De plus, le gradient de potentiel créé à la surface du sol au passage du courant est diminué par rapport à ce qu'il serait sur des terres individuelles (protection du personnel). L'interconnexion permet également une redondance utile en cas de rupture d'un câble ou d'autre liaison.

Pour la protection des appareils électriques contre la foudre, l'important est de réaliser une bonne équipotentialité pour permettre une évolution uniforme des potentiels (c'est la différence de potentiel entre les différents éléments d'un composant qui entraîne des dégradations). C'est pour cette raison que les longueurs des câbles ou autres liaisons (tresses par exemple) doivent être les plus courtes possibles au niveau des jonctions sur les zones qui doivent être équipotentielles.

Il est de toute façon illusoire de vouloir éviter les circulations de courant sur des temps extrêmement courts.

4) SOLUTIONS PRÉCONISÉES

Toutes les solutions envisagées sur le plan électrique et qui conduisent à un équipement particulier sur la structure doivent rester compatibles avec la protection cathodique.

Les alternatives proposées et acceptées par les organismes de contrôle vont consister à contourner l'interconnexion effective des masses métalliques tout en apportant une réponse adéquate aux raisons pour lesquelles cette interconnexion est demandée.

4.1) Séparation des circuits avec un joint isolant

Le joint isolant sépare un ouvrage aérien mis à la terre de façon classique d'une canalisation enterrée mise sous protection cathodique c'est à dire placée à un potentiel d'environ $-1V$ par rapport à une électrode de référence $Cu-CuSO_4$ saturé. Cette canalisation enterrée est considérée comme « isolée » par rapport au sol, surtout avec les revêtements modernes à haute résistivité et peut subir des influences électriques (voir paragraphe 3.2). Pour ne pas rendre inefficace la protection cathodique, il ne faut pas relier directement cette canalisation à une mise à la terre classique en cuivre ; voir les solutions possibles au paragraphe suivant.

Les longues canalisations protégées par des revêtements de type ancien présentant une résistance de terre faible (pouvant être inférieure à 1 ohm) peuvent être considérées comme une « mise à la terre » ; d'ailleurs les influences de lignes électriques haute tension exposées en 3.2 ne les concernent pas.

Un système de protection (cellule de polarisation ou autre, voir paragraphe 5) doit être installé en dérivation du joint isolant. La protection du personnel est assurée si la tension d'amorçage du dispositif de protection est faible. Si cette tension d'amorçage reste dangereuse pour l'homme (éclateur de ligne ou pas de système de protection sur joint isolant non shunté) la protection contre le risque dû à la différence de potentiel de part et d'autre du joint isolant va consister à rendre impossible le contact simultané par une personne des deux cotés en rendant l'ensemble inaccessible (capotage isolant ou revêtement adapté sur une longueur suffisante, etc.).

4.2) Structures non isolées par des joints isolants

L'absence des joints isolants peut être volontaire (pose d'un shunt) ou accidentelle (défaut d'isolement du joint). Il faut alors éviter les inconvénients exposés en 4.1.

4.2.1) Mise a la terre ayant un potentiel d'environ $-1v$ par rapport à $Cu-CuSO_4$ saturé

Pour les structures complexes pourvues d'une protection cathodique, il est recommandé de réaliser la prise de terre en acier galvanisé au lieu de cuivre. La demande en courant est plus faible qu'avec le cuivre, les pertes sont donc amoindries et le couplage galvanique reste favorable à l'acier. Il reste bien entendu qu'il faut éviter de mixer les prises de terre cuivre et acier galvanisé dans une même zone géographique sur une même structure. Cette solution est donc possible pour une installation nouvelle ou en déconnectant l'ancienne installation de mise à la terre en cuivre.

De la même façon, une solution de ce type est bien adaptée à une petite installation isolée, une chambre à vanne de ligne, une gare racleur. Au niveau du risque du toucher, la mise à la terre conventionnelle peut être remplacée par un caillebotis en acier galvanisé ou un ruban en zinc lové, enterré près de la surface du sol et situé au pied de la vanne et relié au pipeline. Cette installation entraîne moins de perte de courant au niveau de la protection cathodique mais risque, selon la position de l'électrode de référence, d'influencer les mesures de potentiel de l'ouvrage.

La mise à la terre de certaines petites structures (réservoir GPL petit vrac) peut être réalisée par les anodes galvaniques elles-mêmes. Les anodes galvaniques jouent en effet le rôle de prise de terre, et hormis leur dégradation dans le temps qui doit être surveillée, elles remplacent avantageusement les prises de terre. Il est parfois recommandé de leur adjoindre quelques piquets en acier galvanisé pour écouler des courants de défaut importants et sécuriser ainsi la prise de terre dans le temps si sa surveillance n'est pas jugée assez sûre.

4.2.2) Cloisonnement des mises a la terre

L'absence de mise à la terre pour les gros réservoirs enterrés se justifie car ils jouent eux-mêmes le rôle de prise de terre (GESIP 94-02 / 6.1.3.1).

Pour une petite installation, une autre possibilité consiste en une mise à la terre ponctuelle et provisoire, effective uniquement lors de la présence de personnel avec toutes les sécurités pour que cette mise à la terre (et sa suppression après l'intervention du personnel) soit réalisée systématiquement avec l'ouverture/fermeture de la porte d'entrée de l'installation, par exemple. La protection cathodique reste efficace en dehors du temps d'intervention. Le risque de corrosion est donc très limité dans le temps ce qui est admissible.

Pour des raisons liées à l'environnement, de plus en plus de membranes étanches, qui sont d'excellents diélectriques, sont installées autour de structures de stockage enterrées (par exemple fonds de bacs). Ces membranes permettent de diminuer considérablement voire d'annuler les problèmes de compatibilité avec les mises à la terre, car le système de protection cathodique (anodes) est alors confiné entre la membrane et la structure à protéger, tandis que les mises à la terre sont à l'extérieur de cette membrane.

De manière similaire, on peut profiter des installations nouvelles réalisées dans une enceinte close (par exemple sarcophage béton) pour recouvrir les parois de cette enceinte par une isolation électrique du type polyane ou autre (paramètre très important pour les études de protection cathodique).

4.2.3) Prise en compte des mises à la terre dans le dimensionnement de la protection cathodique

Cette alternative consiste à prendre en compte toutes les surfaces métalliques annexes (terre, tuyauteries...) et à surdimensionner l'installation de protection cathodique (« protection cathodique globale ou intégrale »).

Ce schéma est conventionnellement appelé « protection cathodique de structures complexes ».

Le surcoût de l'installation de protection cathodique est donc en partie compensé par les économies réalisées sur la simplification de l'isolation électrique. Par ailleurs la maintenance est réduite, car il n'est plus nécessaire de suivre l'efficacité des joints isolants, d'arrêter une production éventuellement pour les changer, de vérifier les appareillages d'isolation (éclateurs, cellule...) ou de faire de coûteuses et parfois complexes recherches de mise à la terre lors de travaux périodiques pouvant amener des modifications électriques (capteurs supplémentaires, nouveaux branchements etc.).

Ce type d'installation a comme inconvénient de perturber les mesures de protection cathodique à l'approche de ces équipements et de rendre plus délicate la détection de défauts de revêtement de canalisation (méthode DCVG ou autre).

Pour une installation neuve, on peut envisager une protection cathodique locale avec des anodes implantées judicieusement dans des zones bien localisées, avec une étude approfondie du système de mise à la terre et de positionnement des prises de terre.

Il est recommandé de prévoir un éloignement important des prises de terre par rapport à la structure pour éviter leur rôle d'écran au courant de protection, en préconisant l'utilisation de câbles en cuivre gainés pour les liaisons de l'ouvrage aux prises de terre, et d'utiliser au maximum toutes les autres solutions mentionnées précédemment (prise de terre en acier galvanisé, membrane isolante autour de la structure).

5) MATERIELS D'ISOLEMENT ET DE PROTECTION

5.1) Joints isolants

a) Kit isolant : ensemble constitué par un joint de brides (réalisé dans un matériau étanche aux fluides transportés dans les conditions d'exploitation), les canons et les rondelles adaptées à la boulonnerie de serrage. L'ensemble est réalisé avec des éléments conférant à l'ensemble monté une résistance supérieure à 100 M Ω pour une tension d'utilisation d'au plus 1 kV.

b) Raccord isolant monobloc de type Haute Tension. La tension d'essai en usine est de 10 kV alternatif dans le cas où il faut se prémunir des montées en tensions induites par phénomène d'induction mutuelle. La contrainte électrique appliquée à une conduite d'hydrocarbures ne doit pas dépasser 5 kV (arrêté interministériel du 26 mai 1978 paru au J.O. du 27 avril 1982).

5.2) Protection des joints isolants

Pour éviter d'amorcer un arc dans le joint isolant par des courants de défaut ou la foudre il faut pouvoir écouler quelques milliers d'ampères pendant un temps bref à travers un dispositif installé en dérivation du joint isolant.

5.2.1) Cellules électroniques

Une première catégorie de dispositifs bloque les courants continus jusqu'à un certain seuil (différence de potentiel entre l'entrée et la sortie du dispositif). Au delà de ce seuil le dispositif est passant avec une très faible résistance (m Ω). Ce seuil est supérieur aux tensions de protection cathodique, mais

reste inférieur aux tensions dangereuses pour l'homme. Ces dispositifs écoulent aussi les courants alternatifs qui pourraient éventuellement créer un danger pour l'homme et des risques de corrosion. Citons :

- a) Les cellules de polarisation ou « cellules humides », constituées de plaques en nickel plongées dans un électrolyte liquide de potasse et qui fonctionnent suivant des principes électrochimiques. Ces cellules de polarisation nécessitent une maintenance pour compléter l'électrolyte ainsi qu'une protection contre le gel.
- b) D'autres dispositifs composés d'éléments électroniques souvent associées entre eux (diodes, condensateurs, éclateurs..) et de calibres adaptés.

Ces dispositifs peuvent être conformes ATEX (matériel utilisable en ATmosphère EXplosive) ou intégrés dans un boîtier conforme ATEX.

5.2.2) Eclateur de ligne

L'éclateur de ligne bloque les courants (continus et alternatifs) jusqu'à une tension d'amorçage. Il permet alors d'écouler un courant de décharge de plusieurs KA et une intensité de courant de foudre encore plus élevée pendant quelques microsecondes.

Il est donc nécessaire d'évaluer les courants de défaut (phase / terre, les risques atmosphériques,...) pour définir le calibre des éclateurs à utiliser et les protections à mettre en œuvre (3 à 15 KA).

Il permet typiquement de protéger un joint isolant en évitant de le détruire sur un choc de foudre mais sa tension d'amorçage est supérieure à la tension de sécurité pour l'homme.

Un éclateur est constitué d'une enveloppe contenant un gaz rare, neutre et isolant ou par un ensemble de composants électroniques. Les deux types peuvent être conformes ATEX.

Remarques importantes :

- Les liaisons de raccordement électriques constituant cet équipement ne doivent pas être ni modifiées ni rallongées.
- Les mêmes dispositifs peuvent servir à protéger deux structures métalliques voisines qui doivent rester isolées l'une de l'autre en limitant les risques de « claquage de l'isolant » (ex : entre un pipeline sous voies ferrées et son fourreau métallique).

5.3) Protection des alimentations électriques des équipements

Des équipements électroniques et/ou électriques peuvent être reliés électriquement à la canalisation. Ils sont généralement alimentés par le réseau électrique. Pour protéger ces équipements contre les surtensions dues à la foudre ou aux courants de défaut, il existe des parafoudres et des parasurtenseurs. Ces composants s'installent sur le circuit primaire d'alimentation électrique et /ou sur le circuit secondaire d'un redresseur, ou de tout autre appareil électrique.

Un parafoudre correspond en général à une technologie de type éclateur (à gaz, à étincelle, ...) avec de fort pouvoir d'écoulement du courant de choc de foudre, mais avec un niveau de protection en tension assez élevé (tension de choc d'amorçage $\leq \sim 3,5$ kV).

Pour les parasurtenseurs d'autres technologies sont utilisées pour ramener le niveau de protection en tension sous 1 kV.

- a) Des varistances (elles peuvent se dégrader dans le temps, donc préférer des équipements avec voyant lumineux ou index),
- b) Des diodes Zener (surtout sur le secondaire, typiquement pont moulé de tension inverse 1600 V).

On peut également coupler un parafoudre et différents types de parasurtenseurs pour avoir des effets complémentaires.

Les caractéristiques spécifiques de ce type d'équipement sont surtout données par la capacité d'écoulement (courant nominal et maximal), le niveau de protection en tension et par le temps de montée. Le choix dépend du type de protection voulue : foudre (temps court, intensité de pointe forte) ou retour de courant (intensité plus faible mais temps plus long).

Dans tous les cas, l'efficacité d'un parasurtenseur dépend de sa capacité à limiter une surtension et accessoirement à évacuer du courant.

Certains parasurtenseurs ne possédant pas de dispositif de déconnexion thermique, ils provoquent, lors de la mise en court-circuit, la coupure du circuit d'alimentation électrique par l'ouverture de l'organe de sécurité.

Il existe notamment sur le marché un parafoudre spécifique à la protection cathodique. Il se comporte comme un gros condensateur HF jusqu'à 6 Volts puis comme un écrêteur rapide (seuil de diodes) pour soutenir le courant de foudre sous une tension de 15 Volts. Il revient à son état initial ensuite. Au-delà de 100 kA, il se met en court circuit de sécurité.

Pour augmenter l'efficacité de ces produits, il faut, dans tous les cas, des liaisons les plus courtes possibles pour limiter les temps de réaction dus aux inductances amenées par les câbles.

Certains équipements peuvent amplifier les nuisances CEM (compatibilité électromagnétique) et d'autres au contraire les réduire.

Le choix et l'installation de tels équipements sont complexes et nécessitent souvent l'apport de sociétés spécialisées.

5.4) Mise à la terre de l'alternatif sans affecter la protection cathodique

Pour un courant induit par une ligne électrique HT (courant alternatif de quelques ampères maximum) des mises à la terre en interposant de simples condensateurs électrochimiques de très fortes valeurs (par exemple 10 mF) conviennent. En effet un condensateur laisse passer un courant alternatif mais pas le courant continu. Il n'a donc aucune influence sur la protection cathodique. Ce composant électronique ne supporte pas des tensions élevées, ni des courants élevés. En cas de surcharge, il se détériore habituellement en « circuit ouvert » comme un fusible.

D'autres solutions peuvent convenir, telle la mise à la terre par anodes galvaniques des canalisations revêtues par un revêtement très isolant comme le polyéthylène, le polypropylène, l'époxy poudre.

6) REMARQUES IMPORTANTES

6.1) Prise de potentiel : pour limiter le risque de contact avec le câble de la liaison d'une prise de potentiel, équiper son extrémité d'une fiche isolante IEC4 normalisée. D'autre part, les appareils de mesure utilisés doivent être conformes à la législation

6.2) Protection contre la foudre des appareils : la mise à la terre proprement dite n'a que peu d'influence comme il a été mentionné précédemment. A partir du moment où l'équipotentialité est respectée avec des câbles de liaison très courts, la protection des appareils est assurée. On peut donc se contenter d'intercaler un appareil du type parafoudre approprié, dans un boîtier de connexion, entre tous les câbles de mise à la terre des appareils où composants concernés (superstructure, instrumentation, feuillards des câbles blindés etc..) et la terre commune du site.

Il convient par contre de s'assurer que tous ces équipements (éclateurs, cellules de polarisations, parasurtenseurs...) soient passants en cas de défaillance, afin d'assurer une liaison électrique synonyme de sécurité et de respect de la législation.

6.3) Dimensionnement des câbles : Un câble (mise à la terre, liaison équipotentielle, protection contre la foudre) est calculé pour des conditions données (dissipation d'énergie c'est à dire intensité maximum pendant un temps donné), il faut une note de calcul (outil de conception) avec les valeurs des paramètres prises en compte.

6.4) Etant donné l'absence de texte réglementaire et dans l'attente de la norme Européenne EN –13 636, il convient pour un projet nouveau de demander l'aval d'un organisme de contrôle afin de valider la solution technique retenue. La validation devrait se faire par une note de calcul à la conception.

6.5) L'exploitant doit prévoir un programme de maintenance de tous ces équipements adapté à leur mode de défaillance. Un contrôle après un orage est souvent pratiqué. Pour des raisons de sécurité évidentes il faut d'arrêter tout travail sur ces équipements pendant un orage (éclair visible et/ou tonnerre audible).