



Directives

concernant les installations électriques dans les stations d'épuration d'eaux usées

(De STEP)



Auteur ESTI
Valable à partir du 1^{er} juillet 2012
Remplace Version 511.1190 f

Téléchargement sous :

www.esti.admin.ch
Documentation_ESTI-Publications
ESTI 511

Inspection fédérale des installations à courant fort ESTI
Luppenstrasse 1
8320 Fehraltorf
Tél. 044 956 12 12
Fax 044 956 12 22
info@esti.admin.ch
www.esti.admin.ch

Table des matières

1. INTRODUCTION	4
2. GENERALITES	5
2.1 OBJECTIF	5
2.2 DOMAINE D'APPLICATION	5
2.3 PRESCRIPTIONS EN VIGUEUR	5
2.4 DEVOIR D'ENTRETIEN ET DE CONTROLE	6
2.5 OBLIGATION D'ANNONCE	6
2.6 TERMINOLOGIE	6
3. PRINCIPES	7
3.1 INFLUENCES	7
3.2 DETERMINATION DES ZONES Ex	7
3.3 DISTANCES DE SECURITE PAR RAPPORT AUX INSTALLATIONS A COURANT FORT ET AUX CROISEMENTS DE TIERS	7
3.4 MESURES DE PROTECTION CONTRE LA CORROSION	7
3.5 DISPOSITION DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES ET SEPARATIONS	8
3.6 PRINCIPES D'APPLICATION DES MISES A LA TERRE ET DES DISPOSITIFS DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE	8
3.7 CONSTRUCTION ET MISE A LA TERRE DE TABLEAUX AVEC ELEMENTS ELECTRONIQUES	8
3.8 CHOIX DES MATERIELS D'INSTALLATION	9
4. RACCORDEMENT AUX RESEAUX DE DISTRIBUTION	9
4.1 GENRE DE RACCORDEMENT	9
4.2 RACCORDEMENT A HAUTE TENSION	9
4.3 RACCORDEMENT A BASSE TENSION	9
4.4 MESURES DE PROTECTION CONTRE LES SURTENSIONS ATMOSPHERIQUES	9
5. REALISATION DES INSTALLATIONS A BASSE TENSION	10
5.1 NORMES VALABLES	10
5.2 EQUIPOTENTIALITE	10
6. SEPARATION GALVANIQUE	10
6.1 BUT VOIR C6 5.4.1. LES DOMMAGES DUS A LA FORMATION DE MACROELEMENTS PAR DES CATHODES EXTERNES PEUVENT ETRE EN PRINCIPE EVITES EN EFFECTUANT UNE SEPARATION GALVANIQUE ENTRE LES DIFFERENTES PARTIES A POTENTIELS DE CORROSION DIFFERENTS.	10
6.2 EXEMPLES CONCRETS DE SEPARATIONS GALVANIQUES	10
7. REALISATION DES SEPARATIONS GALVANIQUES	11
7.1 GENERALITES	11
7.2 SEPARATION ELECTRIQUE PAR UN TRANSFORMATEUR DE SEPARATION OU DES DISPOSITIFS DE PROTECTION A COURANT DIFFERENTIEL-RESIDUEL (DDR) DE 10 mA POUR CHAQUE RECEPTEUR (ANNEXE 4)	11
7.3 SEPARATION DE PLUSIEURS RECEPTEURS PAR UN SEUL TRANSFORMATEUR DE SEPARATION (ANNEXE 5)	11
7.4 SEPARATION PAR DISPOSITIF DE PROTECTION A COURANT DIFFERENTIEL- RESIDUEL (DDR) ET UNE ELECTRODE DE TERRE SEPEREE (ANNEXE 6)	12

7.5	SEPARATION PAR DISPOSITIFS LIMITEURS (CELLULES DE POLARISATION RESP. DIODES ANTIPARALLELES) (ANNEXE 7)	13
7.6	MESURES PREVENTIVES CONTRE LES COURANTS DUS A DES MACROELEMENTS AU MOYEN D'UNE ISOLATION DOUBLE OU RENFORCEE (ISOLATION SPECIALE) OU DE MATERIELS ELECTRIQUES A TRES BASSE TENSION	13
8.	PROTECTION CONTRE LA Foudre LPS	14
8.1	GENERALITES	14
8.2	SEPARATION DE TUYAUTERIES	14
9.	CHARGES ELECTROSTATIQUES	14
9.1	GENERALITES	14
9.2	MESURES DE PROTECTION	14
10.	PROTECTION CONTRE LA CORROSION	14
10.1	GENERALITES	14
11.	INSTALLATIONS AUTOPRODUCTRICES (IAP)	15
11.1	GENERALITES	15
11.2	MESURES	15
11.3	MISE A LA TERRE	15
12.	DIRECTIVES RELATIVES A LA CONSTRUCTION DES STATIONS D'EPURATION	15
12.1	GENERALITES	15
12.2	ELECTRODE DE TERRE	15
12.3	POINTS DE SEPARATION GALVANIQUE	16
12.4	PASSAGES ENTRE LES ZONES EXPLOSIVES ET LES ZONES NON EXPLOSIVES D'UNE INSTALLATION (ANNEXE 10)	16
13.	DIVERS	16
13.1	PRESCRIPTIONS RELATIVES A L'EXPLOITATION	16
13.2	INSTALLATIONS DE TELECOMMUNICATION	16

Annexe 1 Mise à la terre des armoires de commande électroniques

Annexe 2 Equipotentialité

Annexe 3 Séparation avec flasques isolants ou appuis intermédiaires

Annexe 4 Séparation de chaque récepteur par un transformateur de séparation

Annexe 5 Séparation de plusieurs récepteurs par un seul transformateur de séparation

Annexe 6 Séparation par disjoncteurs de protection à courant différentiel-résiduel (DDR) avec $I_n > 30$ mA et électrode de terre séparée

Annexe 7 Séparation par dispositifs limiteurs (cellules de polarisation resp. diodes antiparallèles)

Annexe 8 Protection contre la foudre de l'installation avec introduction isolée d'une conduite, liaison équipotentielle de protection incluse

Annexe 9 Traversée isolée d'une conduite avec éclateur (détail de l'annexe 8)

Annexe 10 Exemples de traversées étanches pour câbles et tuyauteries

1. Introduction

Pour éviter les problèmes de corrosion dans les stations d'épuration des eaux usées, des recommandations C6 concernant la protection contre la corrosion des installations d'eaux usées a été publiée en 1990. Les mesures de protection mentionnées nécessitent une coordination avec les installations électriques. Les possibilités d'exécution d'installations électriques ont été décrites dans les directives De STEP élaborées en parallèle. Les deux documents ont été maintenant révisés pour s'adapter au niveau de la technique.

La version révisée des « Directives concernant les installations électriques dans les stations d'épuration d'eaux usées (De STEP) » doit montrer aux planificateurs électriciens et aux installateurs-électriciens les différentes possibilités de réalisations d'installations et remplacent les prescriptions actuellement en vigueur. Cette directive a été adaptée aux besoins de protection contre la corrosion.

Remarque

Les « Recommandations concernant la protection contre la corrosion des installations d'eaux usées » C6 de la SGK peuvent être obtenues auprès de la :

Société suisse pour la protection contre la corrosion (SGK)
Technoparkstrasse 1, 8005 Zürich
Tél. 044 213 15 90
Fax 044 213 15 91
www.sgk.ch

La mise au point de ces directives a été réalisée par :

- Bindschedler Daniel, Société suisse pour la protection contre la corrosion SGK
- Bühler Dieter, Bureau d'ingénieurs, TBF+ Partner AG
- Moser André, Inspection fédérale des installations à courant fort ESTI

2. Généralités

2.1 Objectif

Les présentes directives sont basées sur la Loi fédérale concernant les installations électriques à faible et fort courant (Loi sur les installations électriques, LIE, RS 734.0), sur l'Ordonnance sur les installations électriques à courant fort (Ordonnance sur le courant fort, OCF, RS 734.2) ainsi que sur la norme sur les installations électriques à basse tension (NIBT) SEV 1000 et les directives pour les installations de télécommunication (RIT) de l'USIE. Il est tenu compte en particulier de la compensation de potentiel et des risques de corrosion.

Ces directives servent à éviter des forts courants de terre non admissibles sur des éléments d'installations, qui peuvent avoir pour conséquence des réchauffements locaux ou des risques élevés de corrosion.

2.2 Domaine d'application

Ces directives s'appliquent à la construction, à l'exploitation et à l'entretien des installations électriques des stations menacées de corrosion dans les domaines de l'eau potable et des eaux usées. Elles prennent en considération la protection des personnes et des choses en ce qui concerne l'alimentation électrique à partir du réseau public ou des installations autoproductrices (IAP), les parties d'installations menacées de corrosion, les réseaux de signalisation et réseaux téléphoniques publics ainsi que les installations de protection contre la foudre. Elles sont applicables :

- aux nouvelles installations électriques,
- aux modifications et extensions d'installations électriques existantes,
- aux parties d'installations électriques ne présentant plus une sécurité suffisante pour les personnes et les choses.

2.3 Prescriptions en vigueur

Les présentes directives sont basées sur :

- Loi fédérale concernant les installations électriques à faible et fort courant (Loi sur les installations électriques, LIE, RS 734.0)
- Ordonnance sur les installations électriques à courant fort (Ordonnance sur le courant fort, OCF, RS 734.2)
- Ordonnance sur les matériels électriques à basse tension (OMBT, RS 734.26)
- Ordonnance sur les installations électriques à basse tension (Ordonnance sur les installations à basse tension, OIBT, RS 734.27)
- Ordonnance sur les installations électriques à courant faible (Ordonnance sur le courant faible, RS 734.1)
- Normes sur les installations électriques à basse tension (NIBT) SEV 1000
- Principes selon SEV 4113 : Terres de fondation
- Règles selon SEV 3755 «Mise à la terre comme mesure de protection dans les installations électriques à courant fort »

- Exploitation d'installations autoproductrices (IAP) en parallèle avec le réseau à basse tension (ESTI No. 219), versions actuelles
- Principes selon SEV 4022 : Système de protection contre la foudre (LPS)
- Prévention des explosions : principes, prescriptions minimales, zones (SUVA 2153)
- C2: «Directives pour la protection contre la corrosion des installations métalliques enterrées», SGK
- C3: «Directives pour la protection contre la corrosion provoquée par les courants vagabonds d'installations à courant continu» SGK
- C5: «Directives concernant l'étude de projets, l'exécution et l'exploitation de la protection cathodique des réservoirs en acier enterrés» SGK
- C6: «Recommandations concernant la protection contre la corrosion des installations d'eaux usées» SGK
- Directives concernant les mesures de protection contre les effets dangereux du courant électrique dans les dépôts de carburants avec ou sans raccordement ferroviaire (WeT) ESTI No. 503 (en all.)
- Directives pour les installations de télécommunication (RIT) USIE
- Directives concernant le gaz liquéfié SSIGE

2.4 Devoir d'entretien et de contrôle

Le devoir d'entretien et de contrôle des installations électriques selon les prescriptions s'arrête pour le fournisseur d'énergie (exploitant de réseau) aux limites de la propriété (bornes d'entrée du coupe-surintensité général). L'entretien incombe au propriétaire de l'installation. L'installation doit être, selon l'OIBT, contrôlée par un organe de contrôle indépendant.

2.5 Obligation d'annonce

Les modifications et les ajouts des installations effectués après le contrôle de réception doivent être consignés dans un registre. Celui-ci doit être présenté à l'organe de contrôle lors du contrôle périodique.

Lorsque des délais sont notés dans le rapport de contrôle, l'élimination des défauts constatés doit être annoncée à l'organe de contrôle.

2.6 Terminologie

Les définitions des termes utilisés sont contenues dans les documents mentionnés sous 2.3 « Prescriptions en vigueur ».

3. Principes

3.1 Influences

Des installations à courant fort, en particulier les lignes à très haute tension, mais aussi les autres installations à haute ou à basse tension des fournisseurs d'énergie, des chemins de fer ou des installations de protection contre la foudre peuvent influencer dangereusement les stations d'épuration d'eau ou parties de celles-ci. Dans certaines parties, de dangereuses tensions de contact peuvent se produire ainsi qu'entraîner des risques d'incendie ou d'explosion.

Ces risques sont susceptibles de se propager également aux réseaux locaux de distribution du fournisseur d'énergie, aux réseaux de distribution d'eau, aux réseaux publics de téléphone, etc.

C'est pourquoi il faut prévenir les manifestations de ces risques électriques dans leurs genres et effets.

3.2 Détermination des zones Ex

Pour les parties des installations où il existe un danger d'explosion, des plans des zones explosives doivent être établis (documents relatifs à la protection contre les explosions selon la SUVA 2153 + Atex 137).

Il incombe au gestionnaire de déterminer les atmosphères explosives et leurs répartitions en zones. Pour cela, il peut faire appel à la SUVA et aux autorités cantonales compétentes de prévention des incendies, en collaboration avec les organes compétents pour la sécurité au travail (SUVA 2153), directive européenne 1999/92/CE.

3.3 Distances de sécurité par rapport aux installations à courant fort et aux croisements de tiers

Pour les distances de sécurité à respecter entre les digesteurs, les réservoirs à gaz, etc., et les installations à courant fort et les croisements, il faut appliquer « l'Ordonnance sur les lignes électriques » (OLEI, RS 734.31).

3.4 Mesures de protection contre la corrosion

Pour les parties d'installations dans lesquelles existe un risque de corrosion dû à la formation de macroéléments ou à des courants vagabonds, des séparations galvaniques peuvent être mises en place, par manchons ou brides isolantes. Les appareils électriques dans les zones séparées doivent être alimentés par des dispositifs adéquats, comme par ex. des transformateurs de séparation ou des appareils à isolation double ou renforcée (isolation spéciale). En outre, on peut utiliser des unités de démarcation, p. ex. des cellules de polarisation ou des diodes antiparallèles qui bloquent les courants de macroéléments provoquant la corrosion. De tels dispositifs doivent répondre aux prescriptions de « l'Ordonnance sur les matériels électriques à basse tension » (OMBT).

3.5 Disposition des installations électriques et séparations

Les stations transformatrices, les installations de distribution, les transformateurs de séparation, les introductions de raccords téléphoniques, etc., ne doivent pas être construits dans des zones explosives.

Il faut éviter dans la mesure du possible d'installer des armoires de distribution et de commande, etc., dans des zones où l'atmosphère est chargée d'hydrogène sulfuré (H_2S) ou d'ammoniaque (NH_3). En effet, l'hydrogène sulfuré corrode les contacts en cuivre ou en argent non protégés, ce qui peut provoquer des dommages aux installations et aux commandes électriques.

Si, malgré tout, de telles armoires doivent être montées dans une atmosphère agressive, celles-ci doivent être ventilées avec de l'air extérieur purifié (surpression).

Les séparations galvaniques dans les tuyauteries ne doivent pas être placées dans des zones Ex 0, 20.

3.6 Principes d'application des mises à la terre et des dispositifs de protection contre la foudre

Les règles de la SEV 3755 « Mise à la terre comme mesure de protection dans les installations électriques à courant fort » servent de base pour l'application des mises à la terre.

D'une façon générale, les fers à béton des constructions de bâtiments et de bassins qui sont en contact avec la terre doivent être utilisés comme électrodes de terre. Aux endroits appropriés, il faut prévoir des barres de liaison pour raccorder les lignes de liaison équipotentielle et les paratonnerres (Principes de la SEV : Terres de fondation, SEV 4113.). Les raccords doivent être effectués avec des composants résistants à la corrosion disponibles sur le marché, en acier inoxydable par exemple.

En l'absence de fondations directement en contact avec la terre, des bandes ou des piquets de terre enterrés, p. ex du cuivre, peuvent être utilisés comme électrodes de terre (SEV 4113).

Pour les constructions qui doivent être protégées contre la foudre, le parafoudre doit être installé selon les principes de la SEV (SEV 4022).

3.7 Construction et mise à la terre de tableaux avec éléments électroniques

En raison d'une généralisation croissante de systèmes de bus, de commandes avec périphérique décentralisé, de convertisseurs de fréquence, etc., la plupart des tableaux comportent des éléments électroniques qui par nature réagissent plus sensiblement aux influences électromagnétiques que les simples composants de puissance. Pour réduire le plus possible toute nuisance, il convient d'espacer les composants de puissance et les composants électroniques, d'effectuer aussi dans les armoires une séparation équipotentielle du câblage, de mettre à la terre tous les composants et de monter les blindages. La mise à la terre des armoires elle-même doit être faite en étoile d'un point central de mise à la terre dans chaque local électrique resp. dans chaque distribution. La mise à la terre en étoile permet d'éviter la formation de boucles de mise à la terre.

Les blindages des câbles doivent être posés conformément aux prescriptions du fabricant et aux directives CEM sur la plus grande surface possible et reliés le plus directement possible à la terre. Par principe, les blindages des câbles doivent être connectés des deux côtés.

De ce fait cependant, des boucles de mise à la terre peuvent apparaître et provoquer des nuisances électromagnétiques plus grandes que par la connexion d'un côté uniquement. C'est pourquoi une éventuelle analyse peut être nécessaire. Des dispositions purement en étoile ne sont souvent pas réalisables en pratique, si bien qu'il faut utiliser des systèmes interconnectés (annexe 1). En plus, dans les intervalles en hauteur ou en longueur d'environ 10 m au maximum, il faut installer d'autres connexions protectrices de liaison équipotentielle entre les installations conductrices et le paratonnerre extérieur. S'il n'y a aucune interconnexion naturelle des dérivations (comme c'est le cas dans le béton armé ou les bâtiments à ossature métallique), il faut alors relier aussi toutes les dérivations entre elles à chaque liaison équipotentielle de protection.

3.8 Choix des matériels d'installation

Il faut éviter dans la mesure du possible de monter des installations électriques dans les zones Ex 0, 20. Si une installation électrique est indispensable (p. ex. surveillances de niveaux, sondes de température, etc.), elle doit présenter un degré de sécurité particulièrement élevé, p. ex. la sécurité intrinsèque «i» EN 60079-11.

4. Raccordement aux réseaux de distribution

4.1 Genre de raccordement

L'alimentation de l'installation ne doit se faire que par câble souterrain. Les câbles à haute et à basse tension doivent être pourvus d'une armure et d'une gaine isolante externe. Les câbles sans gaine isolante externe doivent être tirés dans des tubes en matière synthétique.

4.2 Raccordement à haute tension

Emplacement de la station transformatrice. La station transformatrice doit être placée :

- a. hors des zones explosives,
- b. de manière qu'aucune conduite d'eau et de gaz ne traverse les locaux à haute tension,
- c. de façon que l'air pollué (p ex. H₂S) ne puisse pratiquement pas pénétrer dans les locaux à haute tension,
- d. de façon à respecter les prescriptions de l'ordonnance RNI.

4.3 Raccordement à basse tension

Le coupe-surintensité général doit être disposé dans un local sec et non exposé aux explosions, près de l'entrée de câble.

4.4 Mesures de protection contre les surtensions atmosphériques

Le parafoudre doit être installé conformément au concept de protection des zones exposé dans la EN 62305-4 (SEV 4022 et NIBT SEV1000).

5. Réalisation des installations à basse tension

5.1 Normes valables

Est valable la norme sur les installations à basse tension de la SEV, NIBT 1000, avec les dispositions complémentaires.

5.2 Equipotentialité

Doivent être incluses dans le système équipotentiel toutes les parties en matériau conducteur non destinées à conduire du courant – telles que les boîtiers, les carters des récepteurs d'énergie et des appareils ainsi que les conduites métalliques de plus de 6 m de longueur, les armatures de câble et les constructions métalliques d'une superficie supérieure à 1 m² (une seule face), etc. – qui doivent être reliées entre elles et mises à la terre. Dans les zones explosives, la longueur est réduite à 3 m et la superficie à 0,5 m² (annexe 2).

A l'intérieur des bâtiments, la conductibilité du conducteur principal d'équipotentialité doit être égale à celle d'un conducteur en cuivre de 6 mm² au moins et de 25 mm² au maximum. A l'extérieur, la section minimum équivalente est de 10 mm² si elle est reliée à la protection contre la foudre (annexe 2).

Les liaisons équipotentielle ne doivent être établies que lorsqu'elles ne court-circuitent pas des séparations galvaniques.

6. Séparation galvanique

6.1 But voir C6 5.4.1.

Les dommages dus à la formation de macroéléments par des cathodes externes peuvent être en principe évités en effectuant une séparation galvanique entre les différentes parties à potentiels de corrosion différents.

Dans un système de protection cathodique classique, une séparation galvanique est nécessaire entre les parties à protéger et le reste de l'installation pour empêcher le passage du courant de protection sur les structures secondaires métalliques (p. ex. installations de mise à la terre, fers à béton).

6.2 Exemples concrets de séparations galvaniques

Pour les parties d'installations menacées de corrosion, des mesures appropriées de protection contre la corrosion sont nécessaires (voir SGK C6). Il peut être judicieux de prévoir des séparations galvaniques par exemple dans les parties d'installations suivantes :

- les panneaux racleurs, les désableurs et les bassins de décantation
- les élévateurs hélicoïdaux des eaux usées et des boues
- les tuyauteries d'aspiration et les moteurs des évacuateurs
- les pompes immergées et tuyauteries dans les puits (pompe de puisards)
- les batardeaux de séparation
- la robinetterie en fonte dans les conduites en acier inox

Nous recommandons de planifier à temps les séparations, le cas échéant avec l'aide de spécialistes de la corrosion.

7. Réalisation des séparations galvaniques

7.1 Généralités

Le concept de protection contre la corrosion et le concept électrique doivent être coordonnés.

Pour les concepts, les exigences, les réalisations de séparations galvaniques et les contrôles, voir C6 de la SGK, chapitre 5.4.

7.2 Séparation électrique par un transformateur de séparation ou des dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel (DDR) de 10 mA pour chaque récepteur (annexe 4)

Les récepteurs électriques, tels que p. ex. les pompes électriques, les robinets-vannes électriques, etc., destinés à être séparés des conduites ou systèmes mis à la terre, peuvent être raccordés individuellement par l'intermédiaire de transformateurs de séparation (rapport de transformation 1:1), mais alors les conduites doivent être séparées par des brides d'isolation ou des pièces isolantes et les récepteurs électriques fixés entièrement isolés sur du béton armé (selon l'annexe 3).

La commande électrique de l'appareil peut être raccordée du côté primaire ou secondaire du transformateur de séparation.

Pour les récepteurs plus petits, on peut utiliser un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel (DDR) de 10 mA à la place d'un transformateur de séparation. Pour ce courant de déclenchement nominal du dispositif de protection à courant différentiel-résiduel (DDR), il n'est pas nécessaire de poser le conducteur de protection. Celui-ci ne doit pas non plus être raccordé afin d'éviter toute connexion du récepteur à la terre. Dans un environnement humide du récepteur, le dispositif de protection à courant différentiel-résiduel (DDR) peut déclencher. Dans de telles conditions, il faut utiliser une autre solution.

7.3 Séparation de plusieurs récepteurs par un seul transformateur de séparation (annexe 5)

Remarque :

Les récepteurs doivent avoir un potentiel de corrosion similaire.

Il est possible de séparer galvaniquement plusieurs récepteurs isolés de la tuyauterie au moyen d'un seul transformateur de séparation (rapport de transformation 1 : 1) à condition de prévoir un dispositif de surveillance de l'isolement. Dans ce cas également, les conduites doivent être pourvues de brides d'isolation ou de pièces isolantes et les récepteurs fixés entièrement isolés sur du béton armé.

Les parties conductrices des récepteurs doivent être reliées entre elles par des conducteurs d'équipotentialité non mis à la terre. Ces conducteurs d'équipotentialité ne doivent être reliés à aucune partie conductrice d'objets, à aucun conducteur de protection ou conducteur d'équipotentialité de protection appartenant à une autre partie de l'installation.

En cas de défaut, ce système d'équipotentialité ne doit présenter aucune tension supérieure à 50 V par rapport aux autres systèmes équipotentiels. Si cette exigence ne peut être satisfaite, les séparations galvaniques devront être recouvertes d'une couche isolante comme moyen de protection contre les contacts fortuits.

La protection des personnes doit être constamment assurée ; c'est pourquoi il faut installer des coupe-surintensité au secondaire du transformateur de séparation.

7.4 Séparation par dispositif de protection à courant différentiel-résiduel (DDR) et une électrode de terre séparée (annexe 6)

Remarque :

Les récepteurs raccordés à une électrode de terre séparée doivent présenter un potentiel de corrosion similaire.

Les récepteurs électriques qui doivent être séparés des tuyauteries peuvent être raccordés à une électrode de terre séparée par l'intermédiaire d'un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel (DDR), mais, dans ce cas, les tuyauteries doivent également être séparées avec des brides d'isolation ou des pièces isolantes et il faut fixer les récepteurs électriques entièrement isolés sur le béton armé.

L'électrode de terre séparée doit être réalisée de façon que les conditions de protection en cas de défaut soient respectées et que la tension de 50 volts ne soit pas dépassée. La valeur maximale de la résistance de terre doit être calculée comme suit :

$$R_E \text{ (ohm)} \leq \frac{50 \text{ (V)}}{I_n \text{ (A)}}$$

Ces valeurs sont pour :

30 mA	1650 ohms
100 mA	500 ohms
300 mA	165 ohms

Ces valeurs maximales ne doivent en aucun cas être dépassées, même lorsque le terrain est desséché. C'est pourquoi il va de soi que la résistance de terre doit être aussi faible que possible.

Les électrodes de terre séparées doivent être constituées par du ruban ou des pieux en acier zingué pour éviter la formation de macroéléments avec l'objet à protéger.

La section minimale des rubans d'acier zingué enfouis dans le sol doit être de 75 mm².

Toutes les parties conductrices des récepteurs doivent être reliées à l'électrode de terre séparée par des conducteurs isolés, c'est-à-dire que la barre de terre et les conducteurs la reliant aux récepteurs doivent être isolés. Ils ne doivent présenter aucune liaison avec des parties conductrices d'objets ou avec des conducteurs de protection ou d'équipotentialité appartenant à d'autres parties de l'installation.

En cas de défaut, la tension de contact de la prise de terre séparée ne doit pas dépasser 50 V. Si cette exigence ne peut être satisfaite, les composants séparés galvaniquement devront être recouverts d'une couche isolante comme moyen de protection contre les contacts fortuits.

7.5 Séparation par dispositifs limiteurs (cellules de polarisation resp. diodes antiparallèles) (annexe 7)

Dispositif limiteur (DL)

Dispositif de protection devenant conducteur en cas de dépassement d'une tension de déclenchement définie, tel que les cellules de polarisation et les systèmes à diodes et à condensateur. Pour la protection extérieure contre la foudre, on peut aussi installer des éclateurs.

Remarques :

Les récepteurs raccordés à un dispositif limiteur doivent présenter un potentiel de corrosion similaire.

Pour le dimensionnement du dispositif limiteur, la différence de tension entre les points de raccordement en exploitation normale doit être prise en compte.

Les diodes doivent être dimensionnées aussi bien pour l'exploitation que pour le cas de court-circuit.

Il ne faut utiliser que celles qui sont électroconductrices en cas de défaut. Pour les diodes au silicium, on peut partir d'une tension de déclenchement de 0,4 V. Des tensions de déclenchement plus hautes, par ex. pour des installations protégées cathodiquement, peuvent être atteintes par l'intermédiaire de couplages en série.

Les cellules de polarisation et les dispositifs limiteurs à diodes sont en mesure de conduire les courants causés par la foudre.

Les récepteurs électriques qui doivent être séparés galvaniquement des conduites peuvent être directement raccordés au réseau. Seul le conducteur de protection est mis à la terre par l'intermédiaire d'une cellule de polarisation ou des diodes antiparallèles.

Pour les moteurs équipés de convertisseurs de fréquence, l'utilisation de dispositifs limiteurs avec condensateurs pour dériver la tension parasite à haute fréquence est nécessaire. Dans ces cas, il est recommandé d'utiliser des dispositifs limiteurs avec tensions de transmission élevées.

Il faut spécialement tenir compte des circonstances quand des composants doivent être raccordés par des câbles blindés. C'est par exemple le cas pour les convertisseurs de fréquence équipés d'une connexion bus. En pareil cas, il faut veiller à ce que la séparation galvanique obtenue avec un dispositif limiteur ne soit pas court-circuitée par l'écran de la connexion bus. Cela peut être évité en utilisant un élément séparateur galvanique dans le câble de bus (formation de boucles).

Les cellules de polarisation doivent être installées dans des endroits bien aérés (protection par revêtement contre les influences extérieures) et à l'abri des intempéries (soleil, pluie, neige).

Pour la planification, le montage, l'entretien et le contrôle, il faut suivre le manuel d'utilisation du fabricant (instructions).

7.6 Mesures préventives contre les courants dus à des macroéléments au moyen d'une isolation double ou renforcée (isolation spéciale) ou de matériels électriques à très basse tension

Pour éviter la mise en place de séparations galvaniques, il est possible aussi d'utiliser des appareils doublement isolés. Pour ceux-ci, il n'y a pas besoin de liaison de conducteurs de protection et les liaisons par le conducteur de protection sont supprimées. Ces appareils, comme par exemple les petits moteurs, les vannes, les appareils de commande et de réglage, etc., sont disponibles dans le commerce.

Le conducteur de protection est également superflu lorsque les commandes sont faites à des très basses tensions jusqu'à 50 V maximum.

Mais ces types de réalisation exigent une planification précoce et sérieuse en collaboration avec des spécialistes de la corrosion et de l'électrotechnique.

8. Protection contre la foudre LPS

8.1 Généralités

Les objets situés dans des zones explosives doivent être équipés d'un système de protection contre la foudre mis en place selon les recommandations de la SEV en la matière (SEV 4022).

Tous les points de connexion et d'assemblage vissés des systèmes antifoudres doivent être assurés contre le desserrage.

8.2 Séparation de tuyauteries

Si des séparations galvaniques de tuyaux sont nécessaires dans des zones explosives, les éléments isolants doivent être protégés par des éclateurs antidéflagrants (annexes 8 et 9).

Pour éviter que des surfaces mises à des potentiels différents puissent être touchées simultanément, les joints isolants doivent être placés aussi près que possible du point de traversée du mur. De plus, la portion de tuyau entre la paroi et le joint isolant doit être recouverte d'une protection contre les contacts (annexes 8 et 9).

9. Charges électrostatiques

9.1 Généralités

Dans les zones explosives, les dommages dus à des charges électrostatiques doivent être évités.

9.2 Mesures de protection

Toutes les parties conductrices qui ne servent pas à conduire du courant, mais qui peuvent se charger électriquement, doivent être incluses dans la liaison equipotentielle.

Les revêtements de sol dans les zones explosives ne doivent pas présenter une résistance de fuite supérieure à 10^8 ohms (100 mégohms).

Et les tuyaux de transvasage 10^6 ohms (1 mégohm)

BGR 132/TRBS 2153

10. Protection contre la corrosion

10.1 Généralités

Pour protéger les installations contre les influences de courants parasites, comme ceux des macroéléments ou les courants vagabonds, etc., il y a lieu de prévoir éventuellement une protection cathodique en plus des séparations galvaniques de certaines parties d'installation.

La tension aux bornes des redresseurs utilisés pour la protection cathodique ou la correction de potentiel ne doit pas dépasser 50 volts.

En ce qui concerne la formation de macroéléments entre l'armure du béton et les conduites enterrées, il faut respecter les directives C2 et C6 de la Société suisse de protection contre la corrosion (SGK).

11. Installations autoproductrices (IAP)

11.1 Généralités

Pour les stations d'épuration qui disposent aussi d'installations autoproductrices propres IAP, il faut respecter les mesures suivantes.

11.2 Mesures

Les installations autoproductrices mobiles ou stationnaires ne doivent pas être placées dans des zones explosives.

Pour les installations autoproductrices pouvant être mises en parallèle avec le réseau à basse tension, il faut appliquer les directives de l'ESTI relatives à la « Mise en parallèle d'installations autoproductrices (IAP) avec le réseau basse tension », ESTI No. 219.

11.3 Mise à la terre

Le point neutre du système des installations autoproductrices stationnaires doit être mis à la terre dans le tableau (au moyen d'un sectionneur de neutre).

12. Directives relatives à la construction des stations d'épuration

12.1 Généralités

Les projets de construction de stations d'épuration doivent tenir compte des directives particulières détaillées ci-après.

12.2 Electrode de terre

Les électrodes de terre de stations d'épuration à utiliser sont celles mentionnées sous le chiffre 3.6. En font partie les fers à béton des bâtiments de surface ainsi que ceux des cuves bétonnées, etc. Toutes les autres parties métalliques doivent être reliées à ces ferraillements. Mais il faut constituer des groupes déconnectables pour pouvoir procéder à des mesures de résistance de terre.

La résistance de passage à la terre doit être aussi faible que possible afin que les influences dues à un défaut à la terre dans une installation à haute tension ne provoquent pas des tensions de contact et de pas supérieures à 50 V (cf. « Mise à la terre comme mesure de protection dans les installations électriques à courant fort », SEV 3755). Dans ce système de protection, toutes les conduites d'eau fraîche ou d'eaux usées, les armures de câbles, les conducteurs neutres et de protection de l'installation doivent être reliés aux fers d'armure du béton. De cette manière, l'équipotentialité est en même temps assurée.

Comme électrodes de terre, il ne faut utiliser sous terre que des matériaux selon les principes de la SEV 4113 Tableau 6.2 Matériaux Terre de fondation.

12.3 Points de séparation galvanique

Les points de séparation dans les tuyauteries doivent être réalisés de manière qu'il n'y ait pas de risque de contact fortuit ou de pontage. Les joints isolants ne doivent pas être recouverts de peinture conductrice.

12.4 Passages entre les zones explosives et les zones non explosives d'une installation (annexe 10)

Les traversées de câbles, conduites d'eau et autres entre les zones de l'installation explosives et non explosives doivent être suffisamment étanches et ignifuges. Ces traversées doivent pouvoir empêcher qu'une atmosphère explosive puisse passer d'une zone explosive dans une zone non explosive.

Ces traversées peuvent être réalisées comme suit :

- obturation à l'aide de sable
- obturation à l'aide de matériaux de remplissage difficilement combustibles
- étanchéité au moyen de joints spéciaux disponibles dans le commerce

13. Divers

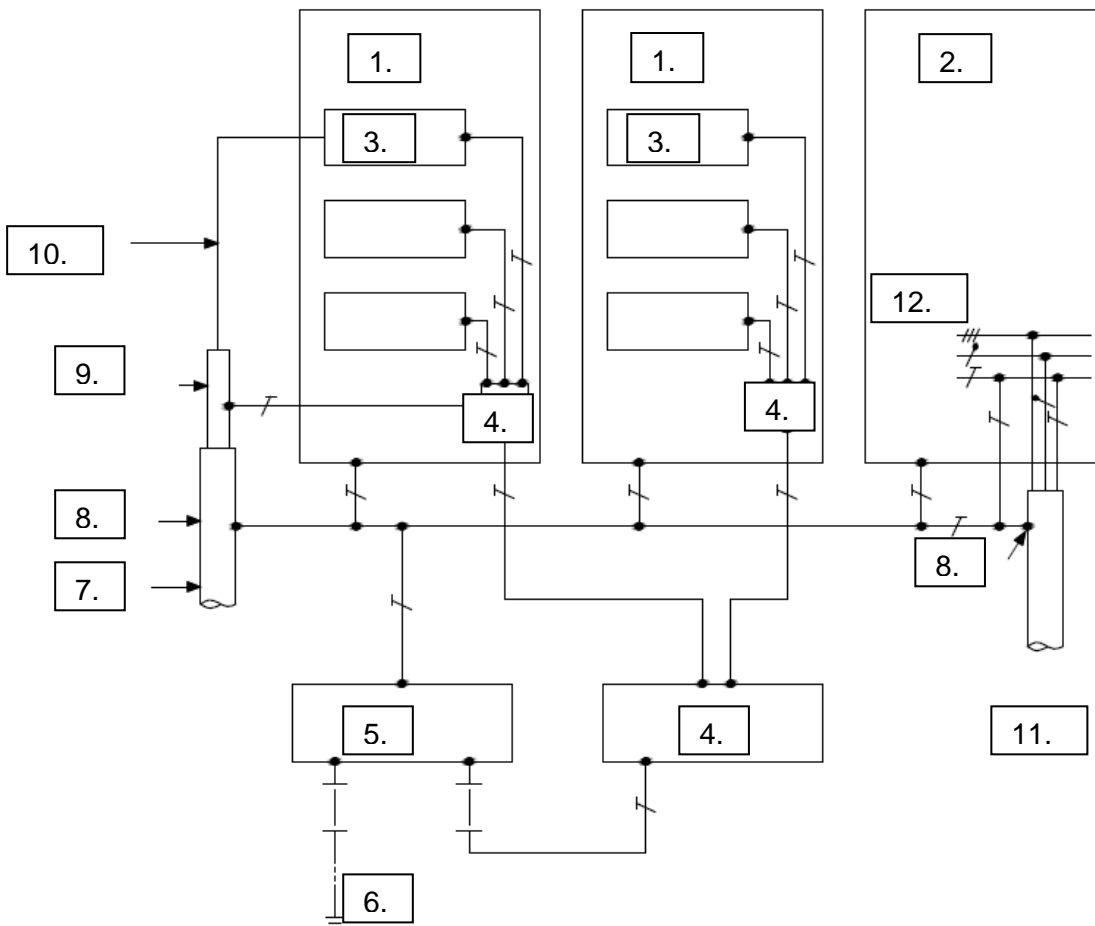
13.1 Prescriptions relatives à l'exploitation

L'exploitant de la station d'épuration est responsable de l'instruction du personnel et de l'application des prescriptions.

13.2 Installations de télécommunication

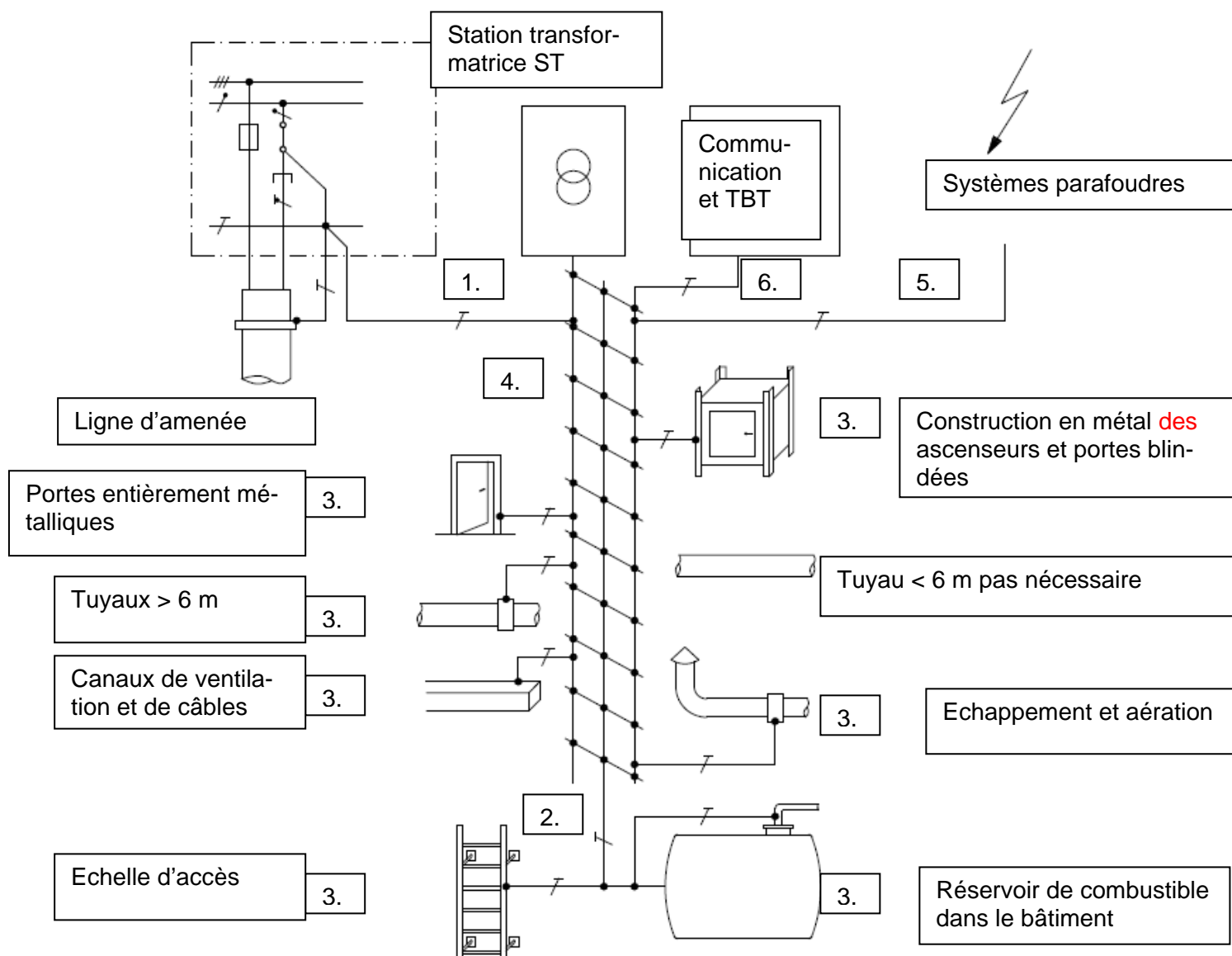
Les installations de télécommunication doivent être conformes aux « Directives pour les installations de télécommunication (DIT) de l'USIE ».

Annexe 1 : Mise à la terre des armoires de commande électroniques



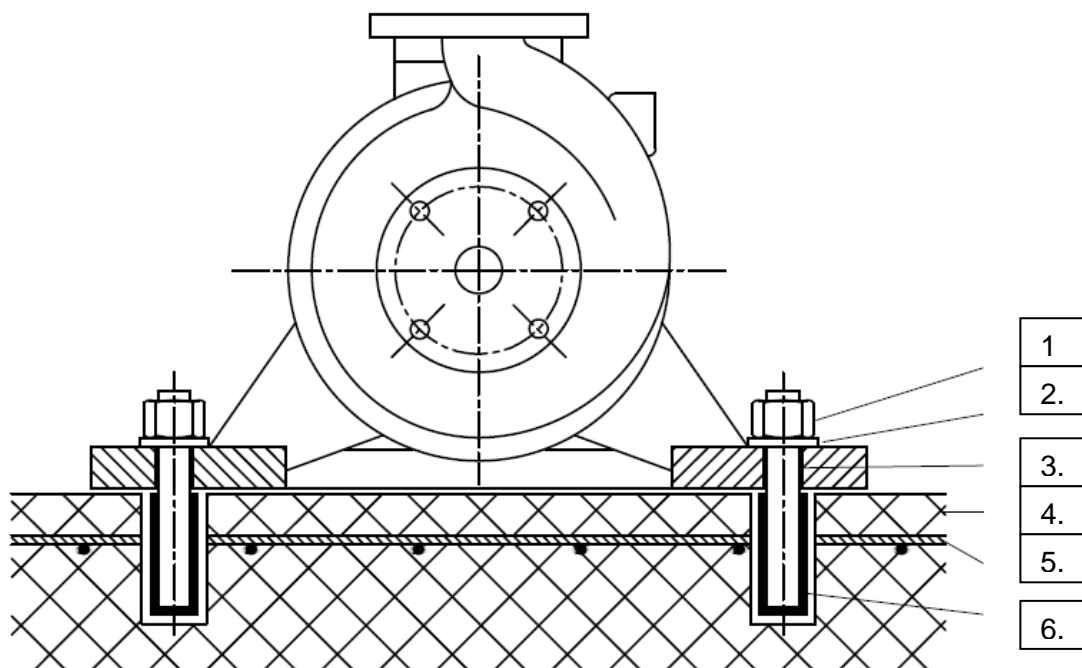
No.	Abréviation	Désignation
1.		Armoire de commande
2.		Distribution BT
3.		Bâti CPE
4.	EE	Barre de liaison équipotentielle électronique isolée du châssis
5.	B	Barre de liaison équipotentielle de protection
6.	T	Électrode de terre de fondation
7.	TBT	Câble de commande système à très basse tension
8.		Gaine protectrice avec armature
9.		Blindage
10.		Conducteur
11.	CLT	Câble de réseau
12.	TN-S	Lignes L1.2.3, N, PE

Annexe 2 : Equipotentialité



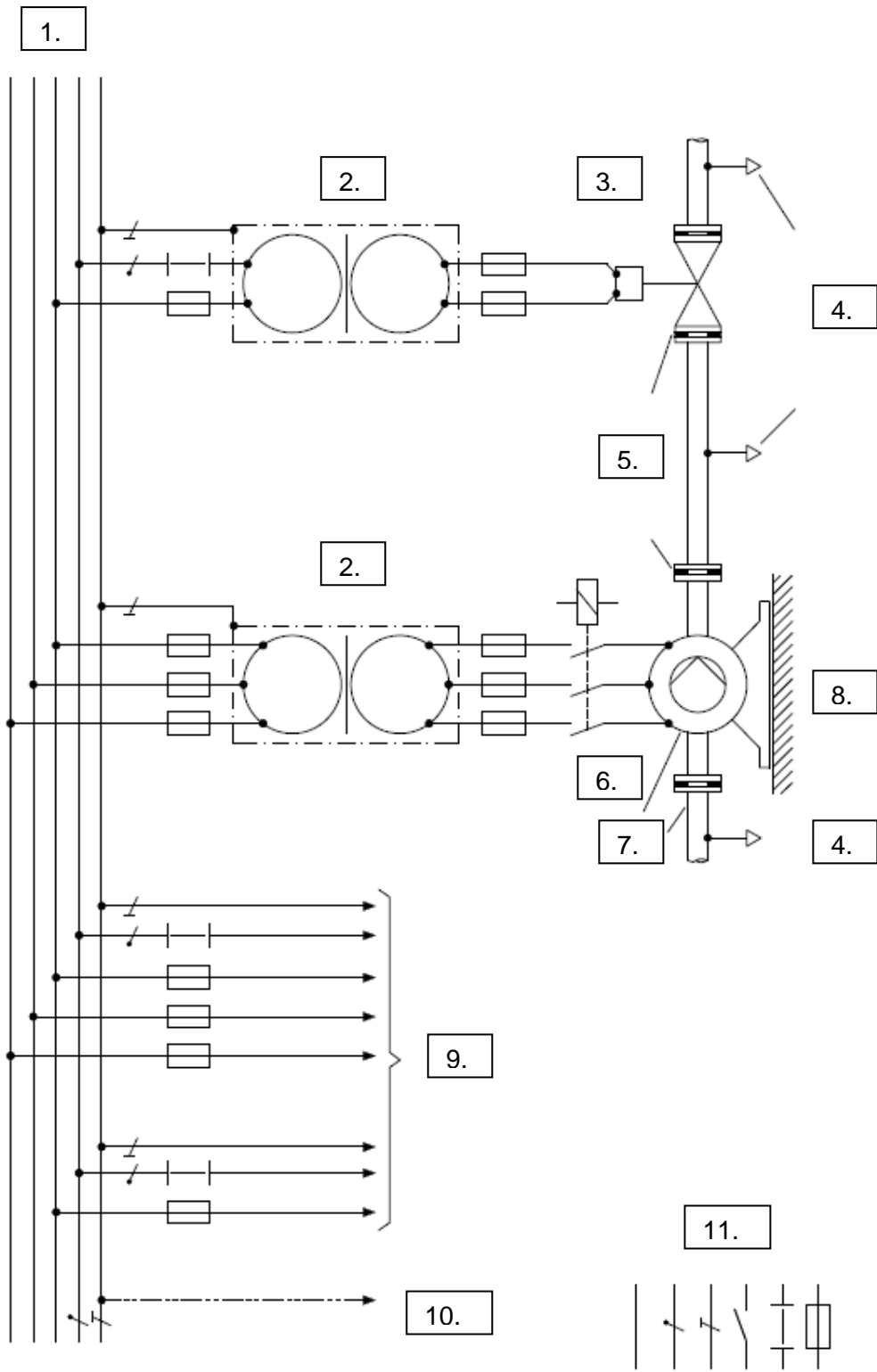
No.	Désignation
1.	Ligne de terre min. 16 mm ² , max. 50 mm ²
2.	Liaison équipotentielle de protection min. 6, max. 25 mm ² Avec raccord au système parafoudre min. 10 mm ²
3.	Raccordements aux armatures de terre de fondation comme Pos 2.
4.	Electrode de terre de fondation Cu 50 mm ² , Fe 75 mm ²
5.	Liaison mise à la terre installation à haute tension avec protection contre la foudre LPS Cu 25 mm ² Conducteur T Cu
6.	Liaison distributeur de communication 2,5 mm ² Conducteur T Cu

Annexe 3 : Séparation avec flasques isolants ou appuis intermédiaires



No.	Désignation
1.	Ecrou
2.	Rondelle
3.	Vis
4.	Béton
5.	Fers à béton
6.	Mortier de résine synthétique/cheville isolante

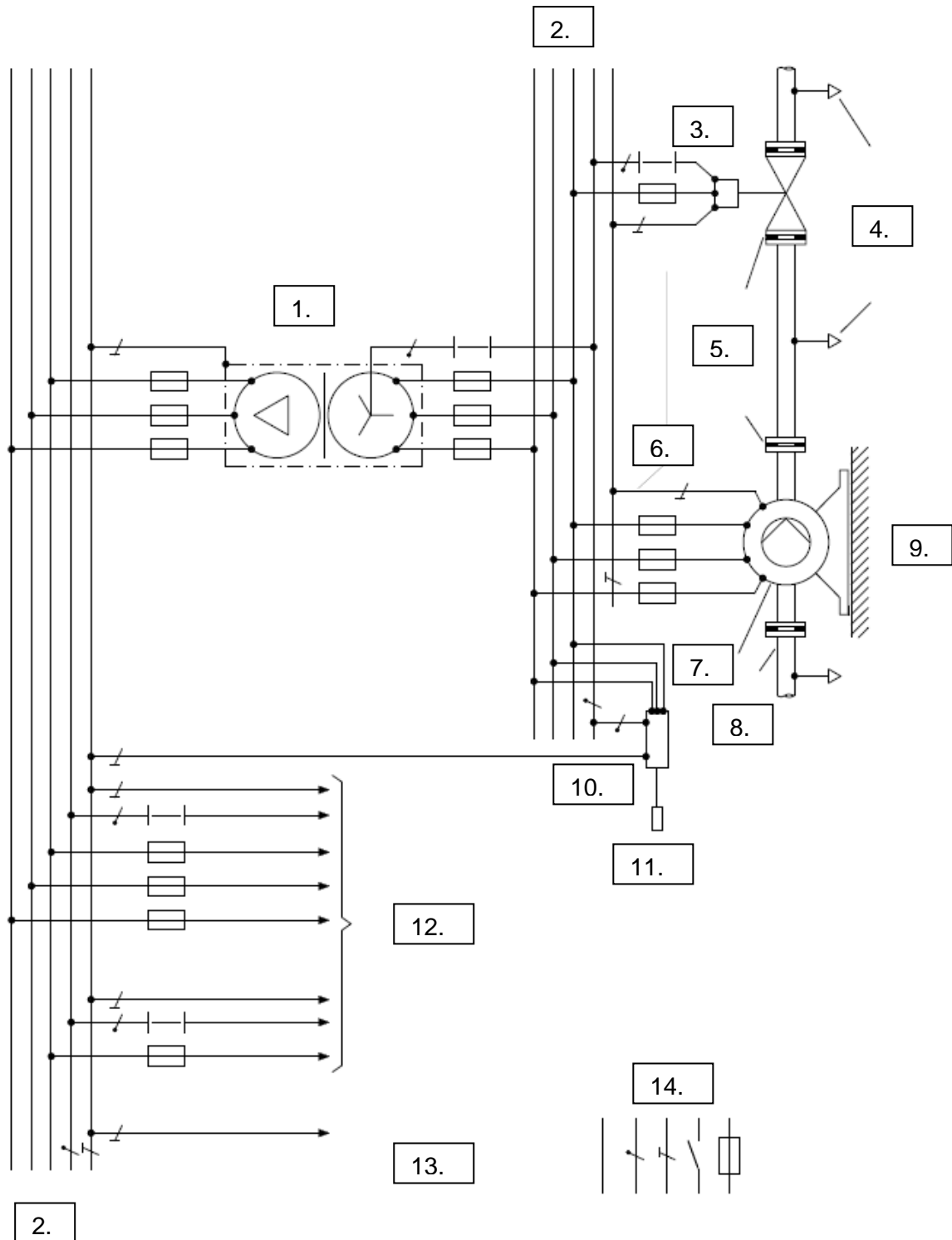
Annexe 4 : Séparation de chaque récepteur par un transformateur de séparation



Légende de l'annexe 4 :

No.	Désignation
1.	L 1, 2, 3, conducteur neutre, conducteur de protection
2.	Transformateur de séparation ou DDR 10 mA sans PE
3.	Vanne électrique
4.	Liaison équipotentielle de protection
5.	Brides isolantes
6.	Pompe électrique
7.	Conduite
8.	Fixation isolante de la pompe selon l'annexe 3
9.	Récepteurs généraux
10.	Electrode de terre de fondation, liaison équipotentielle de protection
11.	Conducteurs extérieurs, conducteur de neutre, conducteur de protection, interrupteur, sectionneur de neutre, coupe-surintensité

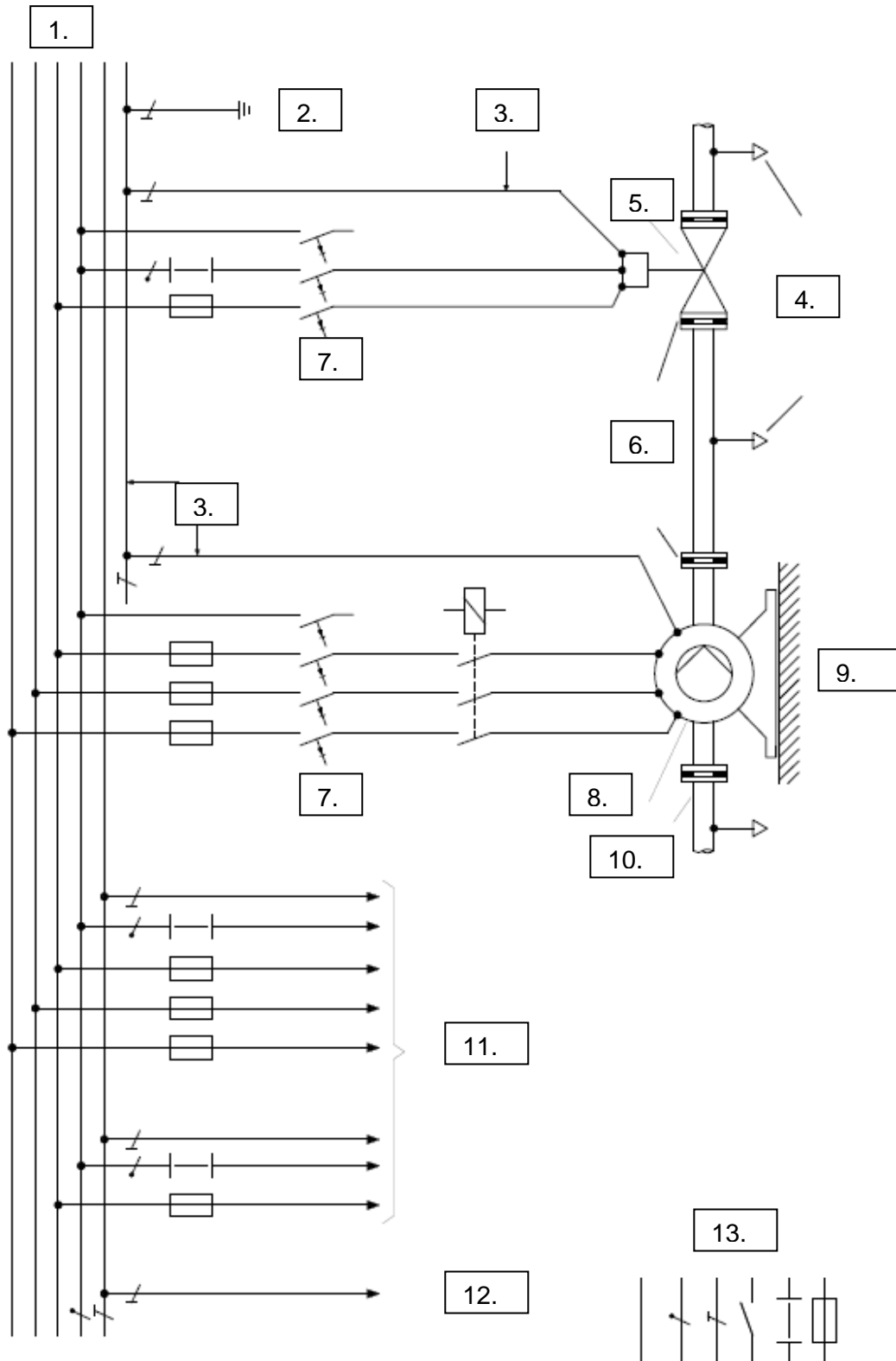
Annexe 5 : Séparation de plusieurs récepteurs par un seul transformateur de séparation



Légende de l'annexe 5 :

No.	Désignation
1.	Transformateur de séparation
2.	L 1, 2, 3, conducteur neutre, conducteur de protection 3x 230/400 V
3.	Vanne électrique
4.	Liaison équipotentielle de protection
5.	Brides isolantes
6.	Conducteur d'équipotentialité isolé
7.	Pompe électrique
8.	Conduite
9.	Fixation isolante de la pompe selon l'annexe 3
10.	Surveillance d'isolement
11.	Signalisation, optique ou acoustique
12.	Récepteurs généraux
13.	Electrode de terre de fondation, liaison équipotentielle de protection
14.	Conducteurs extérieurs, conducteur de neutre, conducteur de protection, interrupteur, sectionneur de neutre, coupe-surintensité

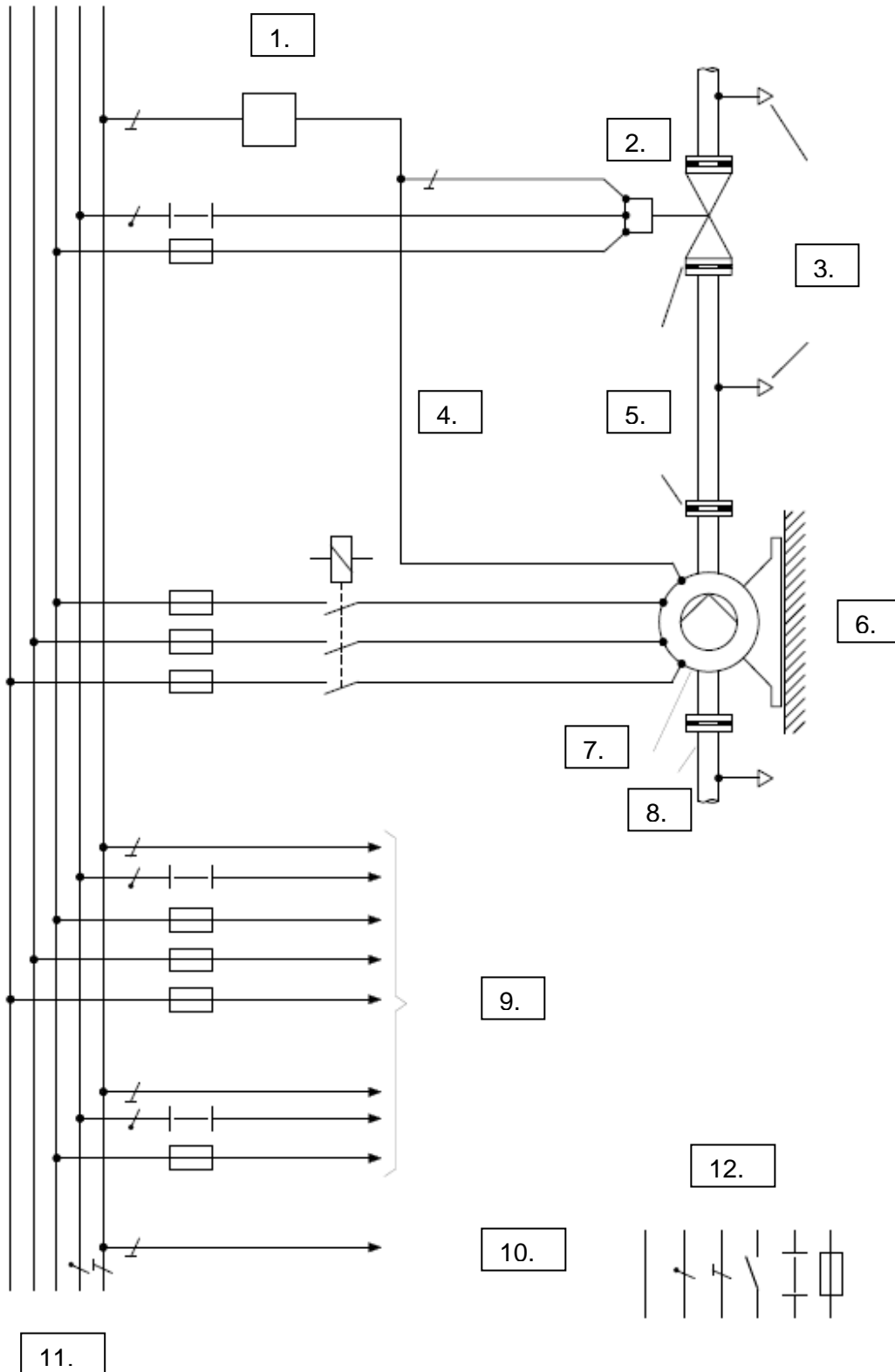
Annexe 6 : Séparation par disjoncteurs de protection à courant différentiel-résiduel (DDR) avec $I_n > 30 \text{ mA}$ et électrode de terre séparée



Légende de l'annexe 6 :

No.	Désignation
1.	L 1, 2, 3, conducteur neutre, conducteur de protection 3x 230/400 V
2.	Electrode de terre séparée en acier inoxydable A4
3.	Pose isolée
4.	Liaison équipotentielle de protection
5.	Vanne électriques
6.	Brides isolantes
7.	DDR 30 mA
8.	Pompe électrique
9.	Fixation isolante de la pompe selon l'annexe 3
10.	Conduite
11.	Récepteurs généraux
12.	Electrode de terre de fondation, liaison équipotentielle de protection
13.	Conducteurs extérieurs, conducteur de neutre, conducteur de protection, interrupteur, sectionneur de neutre, coupe-surintensité

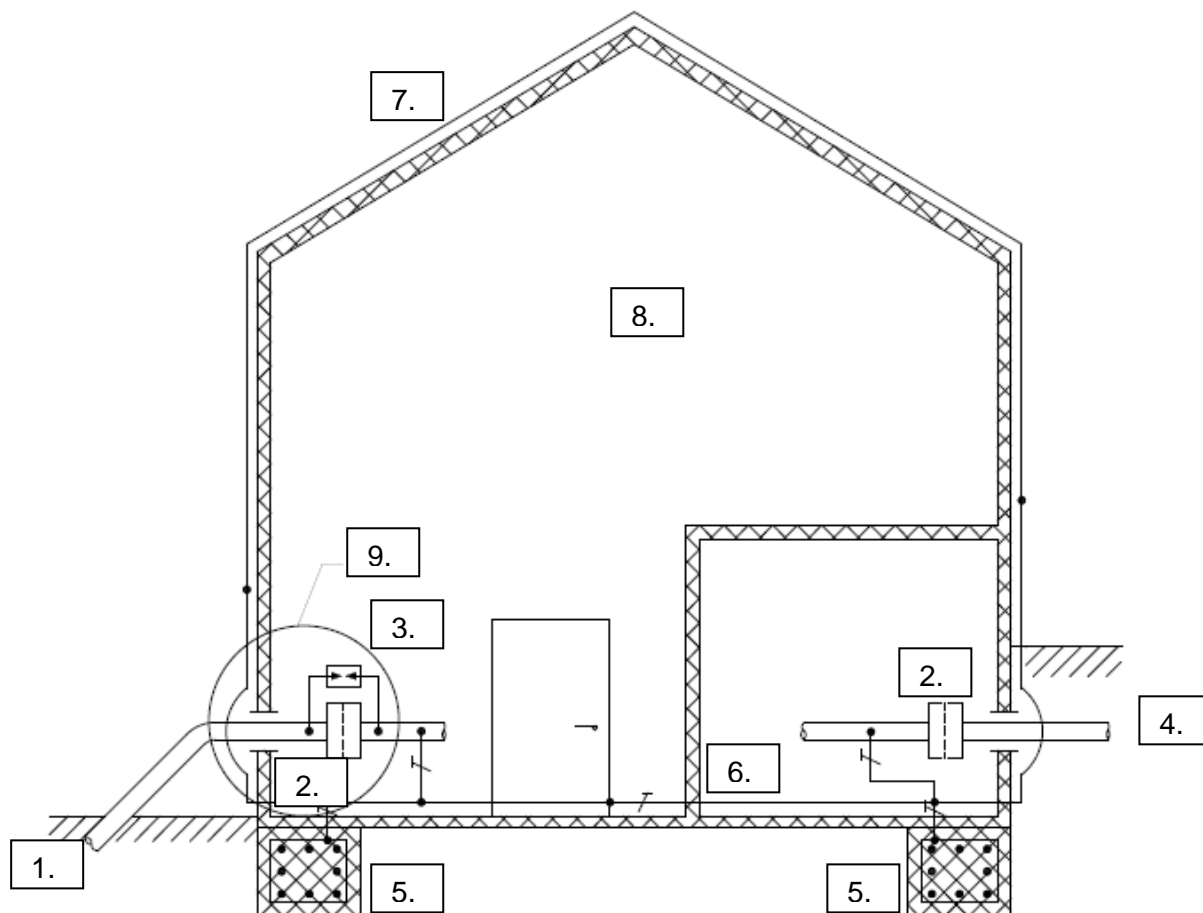
Annexe 7 : Séparation par dispositifs limiteurs (cellules de polarisation resp. diodes anti-parallèles)



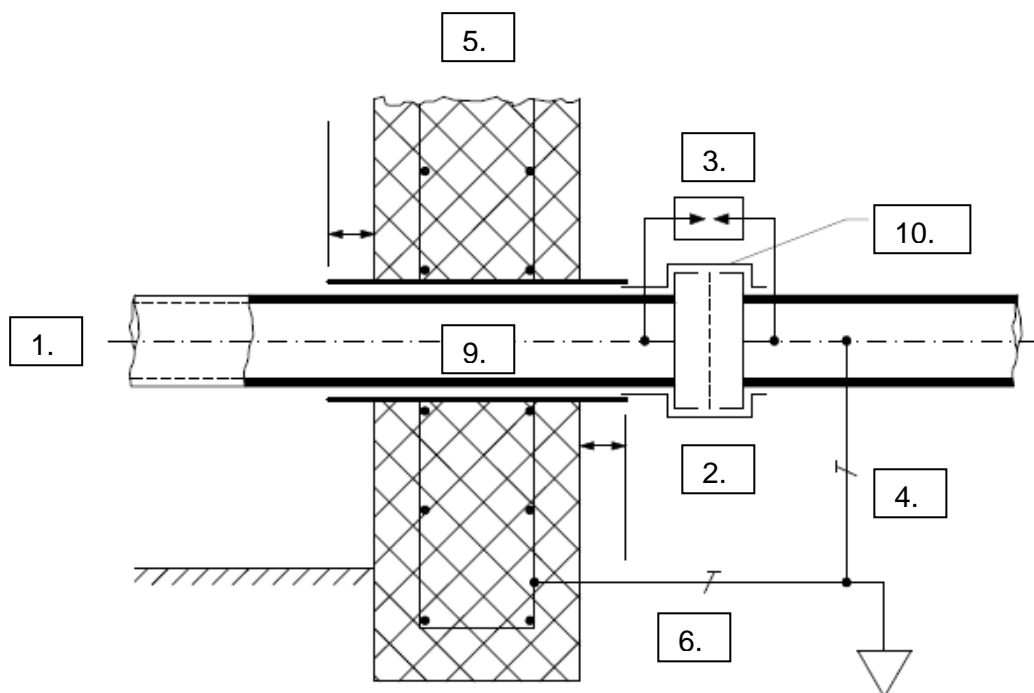
Légende de l'annexe 7 :

No.	Désignation
1.	Dispositifs limiteurs
2.	Vanne électrique
3.	Liaison équipotentielle de protection
4.	Conducteur de protection
5.	Brides isolantes
6.	Fixation isolante de la pompe selon l'annexe 3
7.	Pompe électrique
8.	Conduite
9.	Récepteurs généraux
10.	Electrode de terre de fondation, liaison équipotentielle de protection
11.	L 1, 2, 3, conducteur neutre, conducteur de protection 3x 230/400 V
12.	Conducteurs extérieurs, conducteur de neutre, conducteur de protection, interrupteur, sectionneur de neutre, coupe-surintensité

Annexe 8 : Protection contre la foudre d'une installation avec introduction isolée d'une conduite, liaison équipotentielle incluse



No.	Désignation
1.	Conduite
2.	Élément isolant
3.	Eclateur Ex
4.	Conduite d'eau du réseau local séparée par pièce isolante et isolée électriquement
5.	Electrode de terre de fondation
6.	Liaison équipotentielle de protection
7.	Protection contre la foudre LPS
8.	Bâtiment
9.	Détail voir annexe 9

Annexe 9 : Traversée isolée d'une conduite avec éclateur (détail de l'annexe 8)

No.	Désignation
1.	Conduite
2.	Pièce isolante
3.	Eclateur Ex
4.	Conducteur d'équipotentialité de protection
5.	Electrode de terre de fondation
6.	Conducteur de terre
9.	Traversée isolée par le mur du bâtiment, p.ex. bande polyéthylène autocollante (si l'étanchéité n'est pas exigée)
10.	Peinture isolante

Annexe 10 : Exemples de traversées étanches pour câbles et tuyauteries

