



Protection foudre intégrée
dans le béton



Fondation de terre

L'intégré béton Un système sans entretien

Une installation de protection foudre intégrée dans le béton constitue pour les nouveaux bâtiments une solution viable financièrement prenant en compte des exigences d'esthétisme croissantes, tout en garantissant la sécurité et les fonctionnalités d'un bâtiment, comme par exemple:

- la protection des personnes,
- les systèmes électriques (alimentation en énergie),
- les systèmes électroniques (réseaux de données),
- la protection contre la foudre,
- la protection contre les surtensions (parafoudre),
- la compatibilité électromagnétique (CEM)
- la mise à la terre des antennes.

En ce qui concerne la protection des personnes et la sécurité de l'exploitation, ces installations obéissent à des exigences très précises définies dans les réglementations nationales.

La planification et la conception d'un système de protection foudre intégré au béton doivent être effectuées avec une attention particulière. Par conséquent, la phase de planification doit se faire en étroite collaboration avec les architectes, les génies civilistes et les bureaux d'études.

Fonctionnement de l'intégré béton

Un système de protection intégré au béton à une utilisation sur tout le bâtiment. Il est inséré dans le béton et est recouvert d'au moins 5 cm.

Ainsi, avec cette mesure, deux exigences sont remplies :

- Le béton empêche la corrosion du matériel
- L'humidité du béton côté extérieur, permet une liaison électrique conductrice entre les systèmes mentionnés ci-dessus et le sol.

Cependant, il existe différentes méthodes de construction, qui sont susceptibles d'annuler la continuité électrique avec la terre. Le point de prise de terre a été développé pour répondre à cette exigence puisqu'installé à fleur du béton, il permet de résoudre ce problème.



Point de prise de terre



Raccordement à la Terre - Renforcement

Références normatives

Pour chaque nouvelle construction, la prise de terre doit respecter la norme NF C 15-100 ainsi que les conditions de raccordement techniques pour les gestionnaires des réseaux de distribution (GRD).

Lors de la mise en œuvre d'un système de protection contre la foudre sur un nouveau bâtiment, nous trouvons des exigences complémentaires dans la norme NF EN 62305- 3. Il est possible de retrouver les prérequis sous l'aspect de la compatibilité électromagnétique (CEM) dans la norme NF EN 62305-4.

Si par exemple des installations informatiques importantes ont été prévues dans un bâtiment, on exigera alors une largeur de maille réduite. Les prérequis formulés par les fournisseurs de systèmes (électronique/de réseaux) concernant la résistance de terre doivent être également respectés et pris en compte lors de la planification du réseau de prise de terre.

Pour les bâtiments abritant des postes de distribution moyenne tension, on prendra également en compte la norme NF C 13-100. À cause des courants de court-circuit élevés (50 Hz), il est possible que la section du conducteur de terre doit être augmentée ainsi que des exigences supplémentaires requises pour les bornes et connecteurs.

Conception du système

Le système de protection intégré dans le béton répond à des caractéristiques de sécurité importantes et est une partie du système électrique. La mise en place et l'élaboration des plans d'un tel système doivent être réalisées par un spécialiste de la protection contre la foudre. La continuité ne peut être mesurée que par un spécialiste de la protection foudre, reconnu comme compétent.

⁴⁾ NF EN 62305-3 : Protection contre la foudre – Partie 3: Dommages physiques sur les structures et risques humains

⁵⁾ NF EN 62305-4 : Protection contre la foudre – Partie 4: Réseaux de puissance et de communication dans les structures

⁶⁾ NF C 13-100 : Postes de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimentés par un réseau de distribution publique HTA (jusqu'à 33 kV)



Barre de raccordement en INOX (V4A) résistant à la corrosion



Point de prise de terre

Composants et versions des fondations de terre

Fondation de terre

La prise de terre, se compose d'une boucle et est incorporée le long des bords extérieurs du bâtiment. Pour les grands bâtiments l'interconnexion doit se faire sur une maille de 20mx20m maximum (Page 14, Figure 5). Avec ces connexions l'armature métallique du béton agit comme „une cage maillée“ et donc assure une meilleure résistance de contact. De ce fait, une faible impédance est obtenue.

Si l'on est sur du béton étanche avec utilisation de feuille plastique antichoc (draps alvéolés), un point de prise de terre sera installé à l'extérieur de la fondation.

Boucle de terre

Le système de mise à la terre de type B est posé dans le sol et forme une boucle fermée autour de la structure. Les grands bâtiments doivent respecter une largeur de maille de 20mx20m. Si un système de protection foudre est prévue sur le bâtiment, le maillage doit être au maximum de 10mx10m. Cette dimension réduite est recommandée pour tous les bâtiments afin de pouvoir assurer une mise à niveau du système de protection foudre.

Équilibrage de potentiel

La protection contre la foudre représente une extension de l'équilibrage de potentiel. Celle-ci est reliée à la barre principale de terre (BPT) de l'installation. L'équilibrage de potentiel désigne la partie intérieure du système de protection contre la foudre. Lors d'un impact sur le système de protection contre la foudre ou sur les services entrants, tous les conducteurs pénétrants doivent avoir une liaison fiable avec le système d'équilibrage de potentiel. On évite ainsi qu'il se produise des étincelles.

Ainsi, le point de prise de terre permet d'équilibrer le potentiel, il doit être connecté à intervalles réguliers avec la boucle de terre. Dans les bâtiments sans système de protection contre la foudre, la distance maximale est de 20m.



Prise de terre de type B en INOX V4A



Liaison équipotentielle

Raccordements à la prise de terre

Lors de chaque installation de la prise de terre, on effectuera au moins une interconnexion avec la barre principale de terre (BPT). Lors de la planification, d'autres raccordements à la prise de terre en fondation devront être prévus :

- l'équilibrage de potentiel,
- les installations métalliques comme par exemple les ascenseurs, les supports en acier, les éléments en façade,
- les conducteurs de descente du système de protection foudre,
- les gouttières,
- les connexions à la boucle de terre, p.ex. en cas de cuve blanche ou d'isolation périphérique des fondations,
- les mesures CEM,
- les extensions architecturales,
- les chemins de câbles ou canaux de liaison vers d'autres constructions,
- les mesures supplémentaires de prise à la terre,

Les barres de raccordement vers l'intérieur doivent avoir à partir du point d'introduction une longueur de 1,5 m et vers l'extérieur elles doivent également atteindre 1,5 m à partir du niveau du sol. Il arrive fréquemment que des barres de raccordement soient sectionnées par inadvertance par des personnes non qualifiées, barres qui ne peuvent alors être réparées qu'au prix d'efforts considérables et de coûts élevés. C'est pourquoi les barres de raccordement seront pourvues d'un marquage bien visible pendant la phase de construction. Grâce au capuchon de protection, il est possible de réaliser un marquage clair et de garantir ainsi une protection contre les accidents (p.ex. lors d'un ébavurage).

Lors de l'installation des pièces de raccordement, le nombre de pièces doit être vérifié.



Application d'un écarteur avec raccord de croisement en INOX V4A



Boucle de terre INOX V4A

Choix des matériaux

Les conducteurs, qui sont une partie intégrante du système de protection contre la foudre, doivent être choisis conformément à la norme NF EN 62561-2. Cette conformité est la seule garantie que les éléments installés contribuent à la pérennité de votre installation.

Fonction du conducteur / liaison à la terre

En intégrant le conducteur dans au moins 5 cm de béton, plus aucune corrosion n'est possible.

Les conducteurs de la prise de terre en fondation devront répondre aux exigences de section décrites dans le Tableau 7 de la norme NF EN 62305-3 :

Exemple :

- Conducteur Cuivre torsadé ou plein (50 mm²)
- Conducteur rond en acier (diamètre min. 10 mm) ou
- Conducteur plat en acier (de dimensions min. 30 x 3,5 mm)

L'acier peut être galvanisé ou non galvanisé. Pour des constructions avec un poste de transformation, il peut être nécessaire de prévoir pour la prise de terre des conducteurs avec des sections plus grandes (courants de court-circuit 50 Hz).

Pour des exigences particulières, l'acier ou le cuivre peut être remplacé par de l'INOX V4A, matériau n°1.4571/1.4404 ou similaire. Lors de l'utilisation de ces matériaux, une attention particulière doit être apportée sur la corrosion de l'acier doux. L'expérience montre cependant qu'un matériau inséré dans le béton est étanche à l'air et que le pH élevé du béton empêche toute corrosion significative.

Boucle de terre

Cette boucle de terre est posée dans le sol et est soumise à une contrainte élevée à la corrosion. Pour cette raison, elles sont principalement en INOX dont la teneur en molybdène > 2% par exemple le V4A, matériau n° 1.4571 / 1.4404, ou matériaux cuivrés.

Les dimensions sont:

- Conducteur rond en acier (diamètre min. 10 mm)
- Conducteur plat en acier (de dimensions min. 30 x 3,5 mm)
- Conducteur en cuivre torsadé (nu ou galvanisé) au moins 50 mm²

Pour des constructions avec poste de transformation, il peut être nécessaire de prévoir pour la prise de terre des sections plus grandes (courants de court-circuit 50 Hz).



Borne de croisement



Point de prise de terre.

Bornes et raccords mécaniques

Les raccordements réalisés aussi bien vers l'extérieur que vers l'intérieur doivent être conçus de manière à résister à la corrosion.

Ces éléments de raccordement appropriés sont p.ex.:

- Les points de prise de terre
- Les conducteurs en INOX avec une teneur en molybdène > 2%, par exemple le V4A, matériau n° 1.4571 / 1.4404, en rond de 10 mm ou en ruban d'au moins 30 mm x 3,5 mm
- Le conducteur en acier galvanisé rond de 10 mm sous gaine plastique
- Le conducteur en cuivre torsadé (nu ou étamé) au moins 50 mm²

Pour le raccordement à la prise de terre ou à l'équilibrage de potentiel, les points de prise de terre ont fait leurs preuves dans le passé. Ils permettent de créer des raccordements ou des passages résistants à la corrosion. En les intégrant au coffrage (posés à plat sur la paroi), ceux-ci ne peuvent pas être „sectionnés“, permettant ainsi de réaliser des raccordements ultérieurement. Pour les pénétrations murales spéciales, une version testée à la pression de l'eau doit être utilisée.

Lors de l'utilisation d'acier rond avec gaine plastique, il est nécessaire d'apporter un soin tout particulier au montage du fait du danger de rupture de la gaine plastique sous l'effet des basses températures ou en cas d'éventuelles sollicitations mécaniques lors du remblayage avec des cailloux.

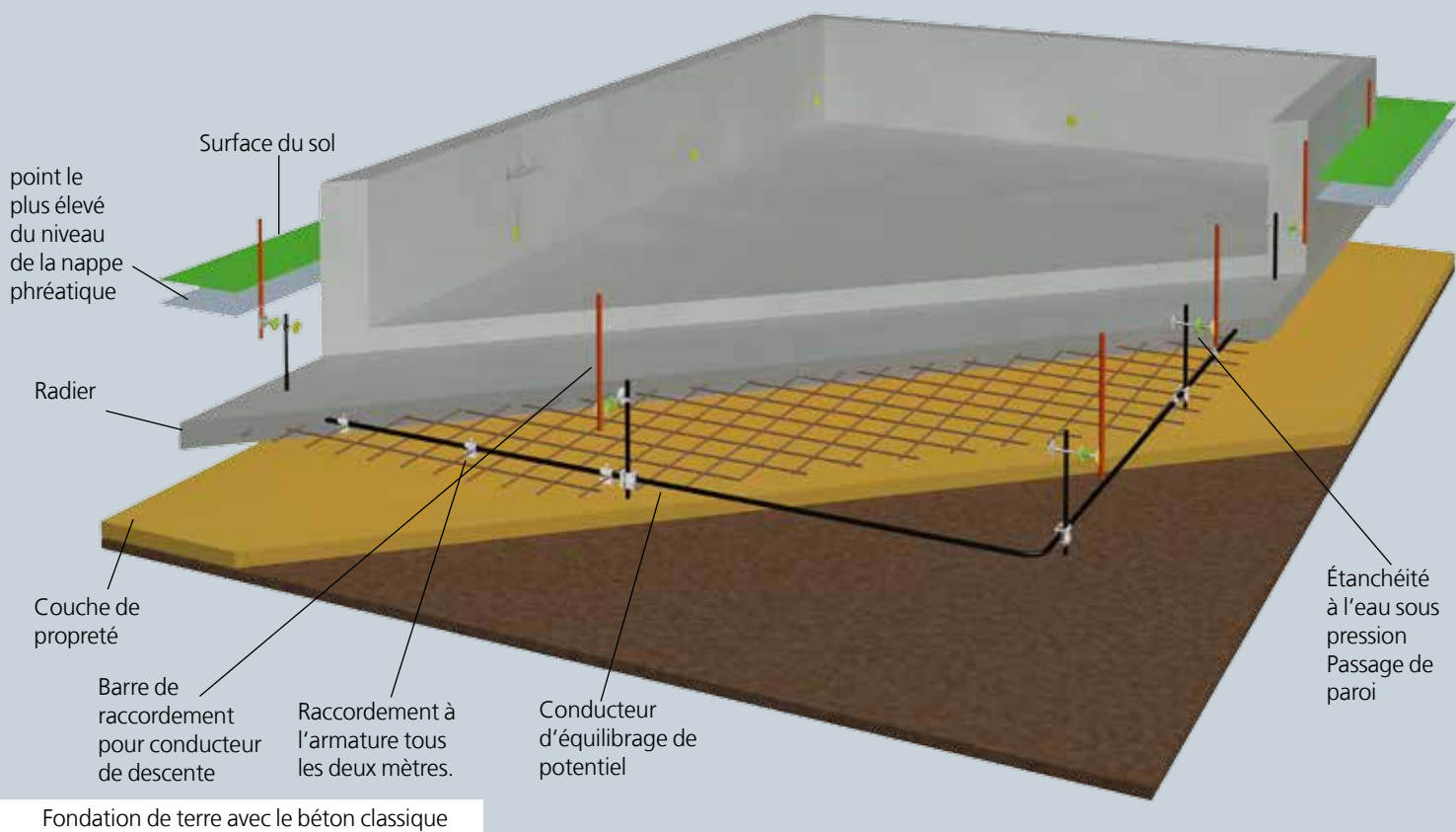
Ce danger n'existe pas si l'on utilise de l'INOX (V4A).

On peut utiliser pour ce fait, des raccords mécaniques vissés qui doivent être serrés au couple. Ces connexions seront réalisées grâce à des bornes conformes à la norme NF EN 62561-1. Les bornes et les connecteurs correspondants sont marqués avec le symbole „Testé“ dans notre catalogue „Protection contre la foudre / Mise à la terre“.

Si les connexions sont faites dans le sol, ces points terminaux peuvent être également enveloppés dans une bande anticorrosive. Cela contribue à la fiabilité du contact.

Les connexions soudées comme alternatives exigent l'approbation de l'ingénieur génie civiliste et une maîtrise de la part du monteur sur lequel reposera la qualité des soudures et leur taille.

Les conditions d'utilisation de la soudure (humidité ...) et la gestion de la durée de vie des moules utilisés ainsi que la mise à disposition sur place de l'appareil et des outils de soudage nécessaires constituent autant de contraintes pour assurer la fiabilité de cette solution.



Fondation de terre avec le béton classique

Exemples pratiques pour les différents types de fondation

Fondations renforcées / Plaques de fondation

Cette boucle autour de la fondation doit être reliée au moins tous les deux mètres via des bornes au ferrailage du béton. Pour les grands bâtiments, on peut effectuer un maillage de 20 m x 20 m (page 14, figure 5).

Pour des maisons, la boucle de terre doit être effectuée individuellement à chaque bâtiment. Les limites de propriété doivent être considérées (page 14, figure 6).

L'électrode de terre de fondation ne doit pas être posée au travers de joints de dilatation. En de tels endroits, à proximité des parois, elles peuvent être extraites et, en cas de parois en béton par exemple, être reconnectées au moyen de points de prise de terre et de tresses de pontage.

Pour des radiers de plus grandes dimensions, les mailles installées peuvent également passer par les joints de dilatation (sections ou joints de séparation) sans qu'une extraction soit nécessaire. On peut utiliser dans ce cas des rubans de dilatation spéciaux pour béton au moyen de blocs de Styropor et de connexion souples intégrées.

Le ruban de dilatation sera intégré au béton du radier de telle manière que le bloc de Styropor se trouve dans une section et que l'autre extrémité soit amenée de manière détendue vers la section suivante.

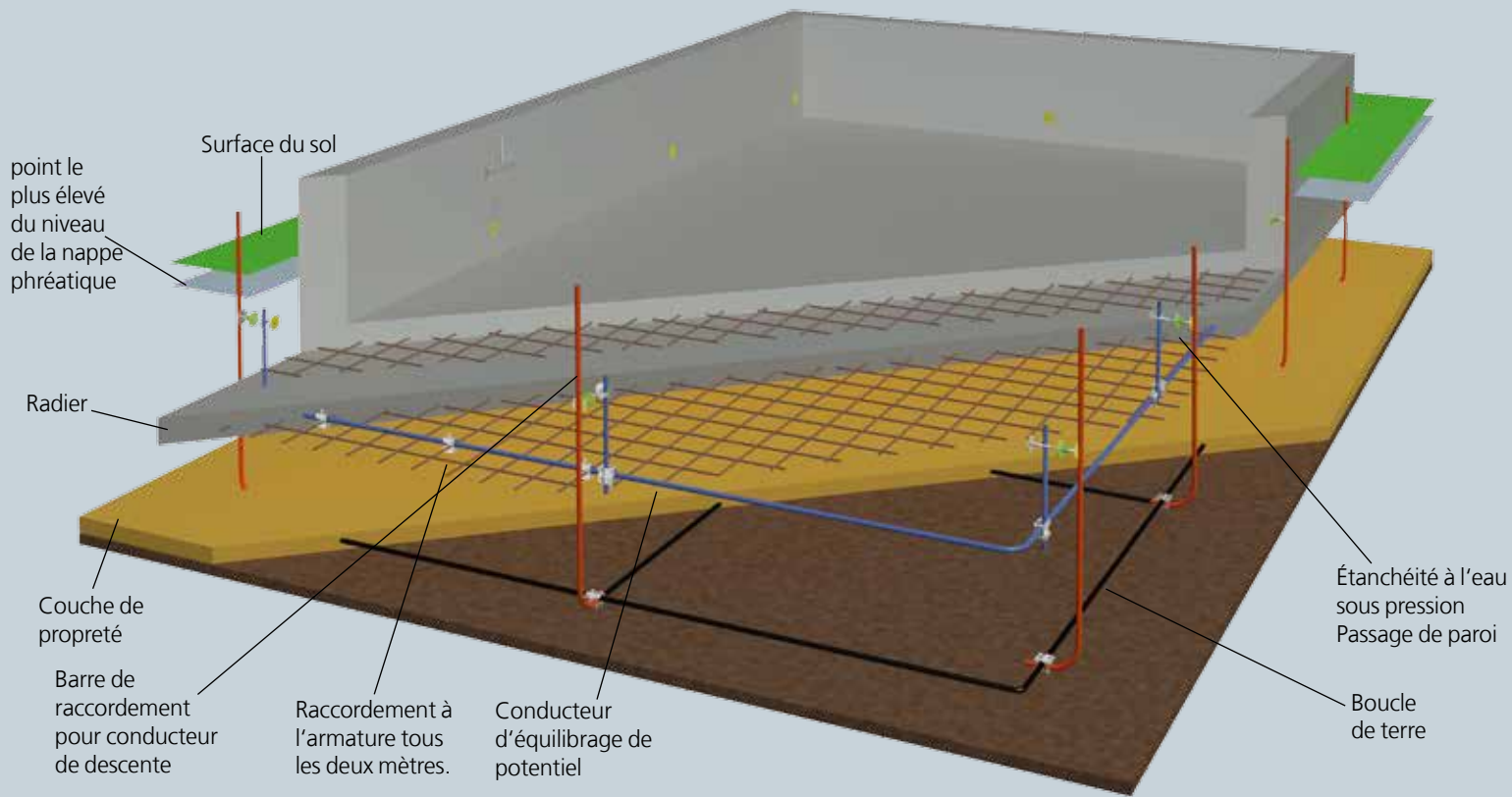
Installation de la bande d'acier

Afin de recouvrir complètement le conducteur d'acier d'au moins 5 cm de béton, celle-ci doit être insérée verticalement. Si cette recommandation est ignorée, la position du conducteur pourra changer lors du coulage du béton.

Les méthodes modernes de coulage du béton dans une fondation en béton armé avec vibrage et compactage permettent de garantir que, même en cas de montage horizontal du conducteur, le béton coule et le noie de toute part de manière à assurer une bonne résistance à la corrosion. Un montage du ruban plat sur l'arête supérieure en cas de compactage mécanique n'est donc plus nécessaire.

Feuilles pour radiers

Très fréquemment on dépose sur la couche de propreté des feuilles de polyéthylène d'une épaisseur d'environ 0,3 mm comme couche de séparation. Ces feuilles sont posées en chevauchement et ne constituent pas une étanchéité à l'eau. Elles n'ont en général qu'une faible influence sur la résistance de terre et peuvent de ce fait être négligées. La prise de terre en fondation peut ainsi être posée dans le béton du radier.



Fondation de terre et conducteur d'équilibrage de potentiel

Fondation avec une résistance de terre accrue

Il faut mettre en place des mesures complémentaires pouvant passer par l'installation de prise de Terre type A (piquet de terre) ou installer une boucle de terre supplémentaire. La plaque de fondation ou le ferrailage du béton ont également la fonction de liaison équipotentielle.

Boucle de terre

La boucle en fond de fouille doit être posée dans la zone de fondation ou d'excavation. Une largeur de maille au maximum de 20 x 20 m doit être respectée. Si un système de protection contre la foudre a été défini, le maillage devra être au maximum de 10 x 10 m. Cette dimension réduite est recommandée pour chaque bâtiment afin de prévoir une modernisation future. Pour des besoins particuliers avec l'utilisation du bâtiment, un maillage inférieur peut être requis. Lors de la construction d'un bâtiment avec un système de protection contre la foudre selon la norme NF EN 62305-4, une largeur de maille de 5 x 5 m maximum peut être nécessaire.

Dans la surface d'installation de la boucle en fond de fouille, il faudra regarder à ce que le contact avec la terre soit uniforme. Par conséquent, l'installation se fait en France à une profondeur minimale de 0.5m. Un bon contact dans le sol doit être maintenu.

Conducteur d'équilibrage de potentiel

Le conducteur d'équilibrage de potentiel est mis en œuvre comme une boucle fermée le long des bords extérieurs de la construction en béton et est relié électriquement à l'armature métallique de l'édifice, au moins tous les deux mètres. Pour les grands bâtiments, des liaisons transversales supplémentaires peuvent être utilisées, une largeur de maille de 20 x 20 m maximum doit être respectée.

Le conducteur d'équilibrage de potentiel doit être raccordé au fond de fouille à intervalles réguliers. Dans un bâtiment sans protection contre la foudre cette liaison se fait tous les 20 m maximum, en commençant de préférence dans un coin. Un bâtiment avec un système de protection contre la foudre cette liaison se fait au moins tous les 10 m.

Afin de relier ces composants, des points de pénétration dans la construction sont nécessaires. Pour empêcher la pénétration de l'eau, ceux-ci peuvent être étanches. Des points de terre spéciaux peuvent également être mis en œuvre.

¹⁾ NF EN 62305-4 : Protection contre la foudre, Partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures



Fondations isolées avec barre de raccordement

Quelle: W.Wettingfeld GmbH & Co.KG



Béton avec fibre d'acier

Exemples pratiques de différents types de fondation

Fondations isolées

Chaque fondation isolée doit être munie d'une électrode de terre d'une longueur minimale de 2.5 m et doit être connectée à l'armature en plusieurs points. Pour établir la liaison équipotentielle entre les fondations isolées, la prise de terre doit être reliée par une échelle, qui répond aux exigences des boucles de terre. Les conducteurs de liaison peuvent être acheminés à la surface du sol, mais depuis peu ce conducteur peut être isolé de la terre.

Pour ces fondations isolées, réalisées par exemple en béton possédant une résistance élevée à la pénétration d'eau (béton étanche), on installera une boucle de terre en INOX (V4A) directement dans la terre avec une largeur de maille inférieure à 20 x 20 m.

Fondation sans armature

Pour les fondations sans armature, par exemple pour les fondations en rigole de maisons d'habitation, des écarteurs doivent être utilisés. C'est uniquement en posant des écarteurs tous les 2 m environ qu'il est possible de garantir une position „relevée“ pour l'électrode de terre de fondation et de faire en sorte qu'elle soit entourée de toutes parts d'au moins 5 cm de béton.

Béton à fibre d'acier

Les fondations sont renforcées par des fibres d'acier, de ce fait on ne peut pas vérifier la continuité électrique de celles-ci. Ces fondations doivent donc être considérées comme non armées. Ces fondations sont couramment utilisées dans les grands bâtiments industriels. Il est donc nécessaire d'installer une maille dans le béton inférieure à 20 x 20 m. Il devra être connecté en plusieurs points à la liaison équipotentielle du bâtiment.



Application d'un écarteur avec borne de croisement

Maillage de terre renforcé avec le ferrailage

Si, la création d'une armature dans la fondation avec un mur en béton sans armature ne convient pas, la fondation en terre peut être recouverte d'un couvercle en béton d'au moins 5 cm. Ainsi, les exigences sont remplies en termes d'équilibrage de potentiel.

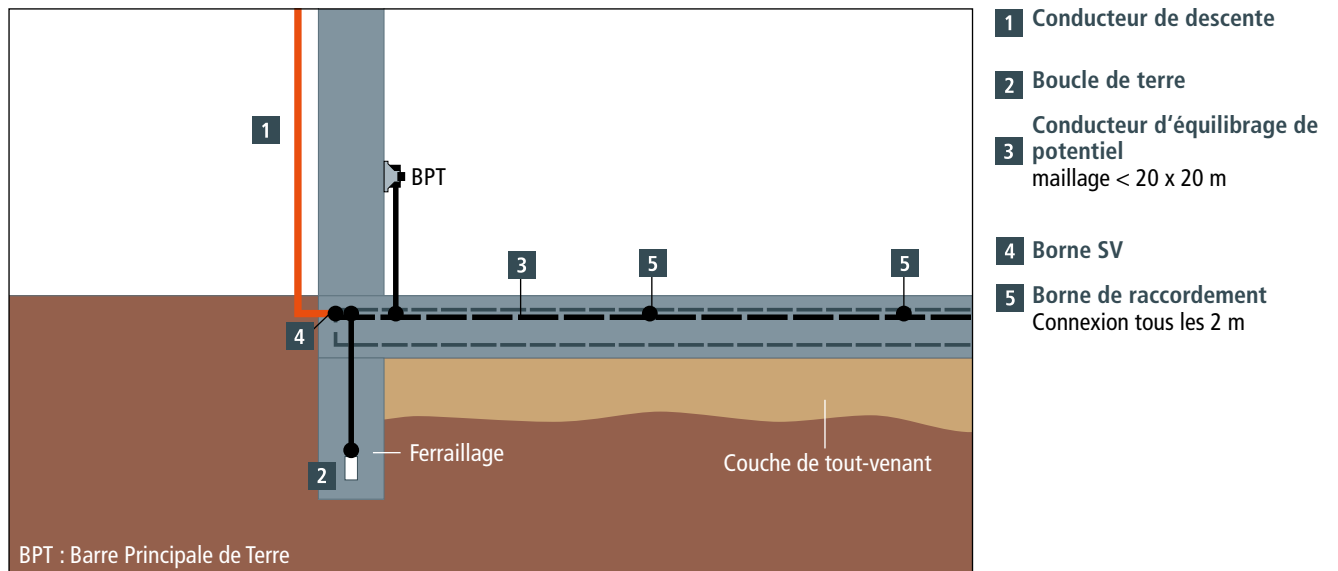
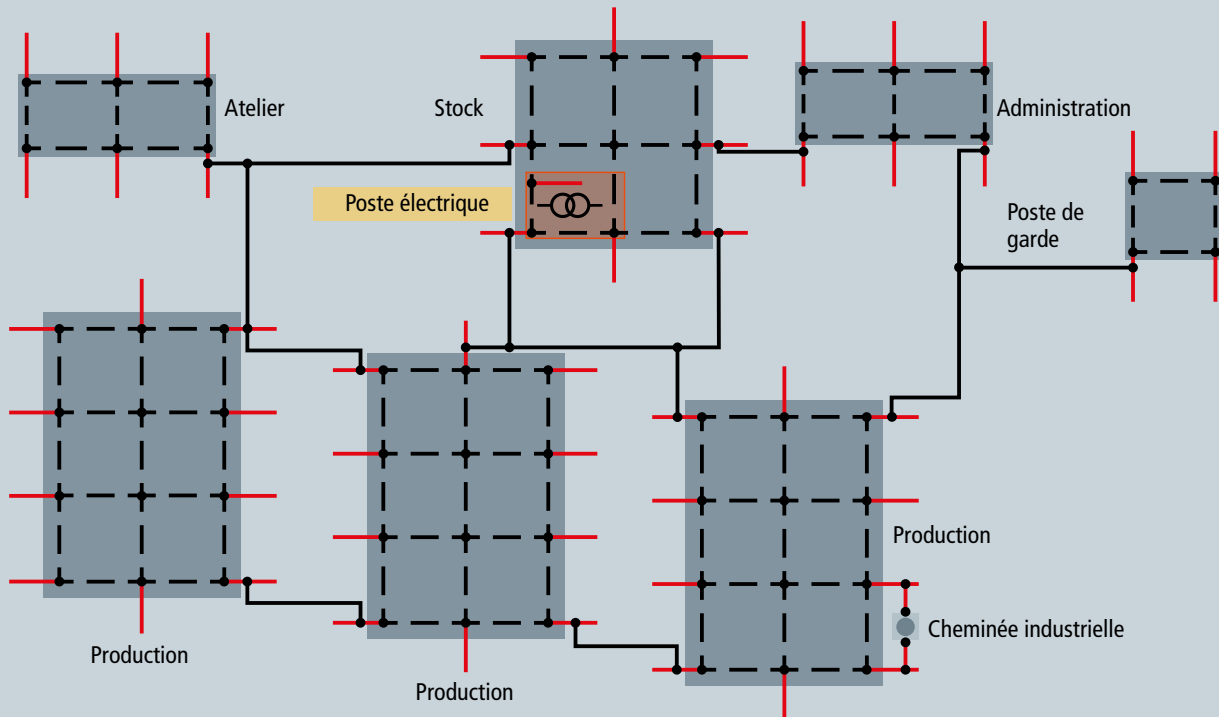


Figure 1 : Maillage de terre renforcé avec le ferrailage



Réseau de terre d'un site industriel

Si une construction importante est constituée de plusieurs bâtiments et s'il existe entre celles-ci des conducteurs de liaisons électriques ou électroniques, il est possible de réduire la résistance de terre (globale) en réunissant les différents réseaux de terre.

De plus, les différences de potentiel entre bâtiments seront sensiblement réduites. Et dans ce cas la sollicitation des câbles électriques et informatiques sera elle-même sensiblement réduite.

La connexion des différents réseaux de terre des bâtiments entre eux créera un réseau maillé. Le réseau maillé de terre sera à construire de telle manière à intégrer les conducteurs de descente verticaux du système de protection contre la foudre.

En cas d'impact de foudre, les différences de potentiel entre bâtiments seront d'autant plus réduites que les mailles du réseau de terre seront plus serrées. Ceci dépend de la surface totale de la construction. Les largeurs de mailles allant de 20 m x 20 m jusqu'à 40 m x 40 m se sont révélées économiquement les plus avantageuses.

S'il existe p.ex de hautes cheminées (points d'impact privilégiés), les connexions autour de la partie concernée devraient être disposées plus densément et en fonction des possibilités être montées en étoile avec des liaisons transversales en anneau. Lors de la sélection du matériau pour les conducteurs du réseau maillé de terre, on tiendra compte de la corrosion. C'est pourquoi il est recommandé dans ce cas d'utiliser dans le béton de l'acier zingué, et dans la terre de l'INOX (V4A), matériau n° 1.4571.

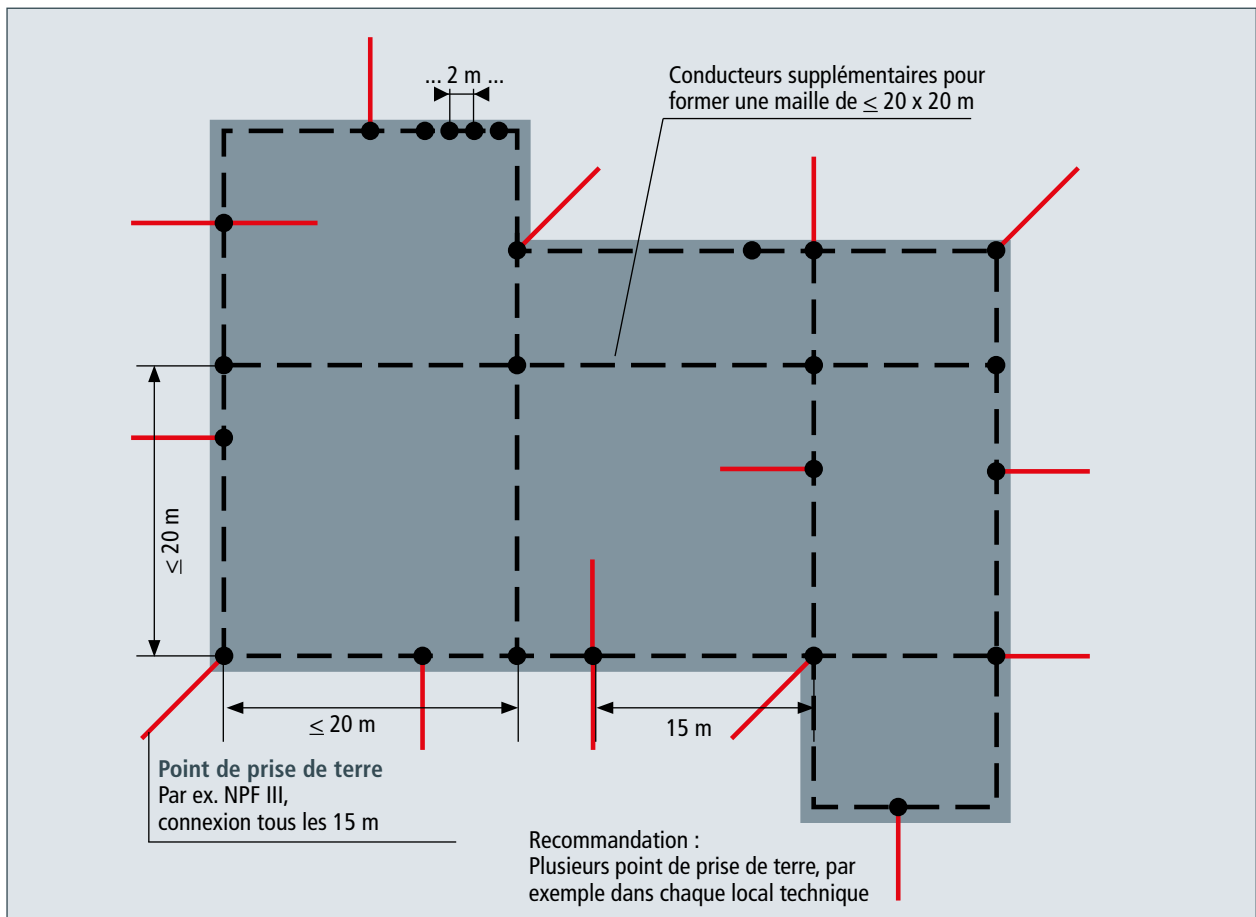


Figure 2: La Terre de fondation sous forme de maillage pour un grand bâtiment

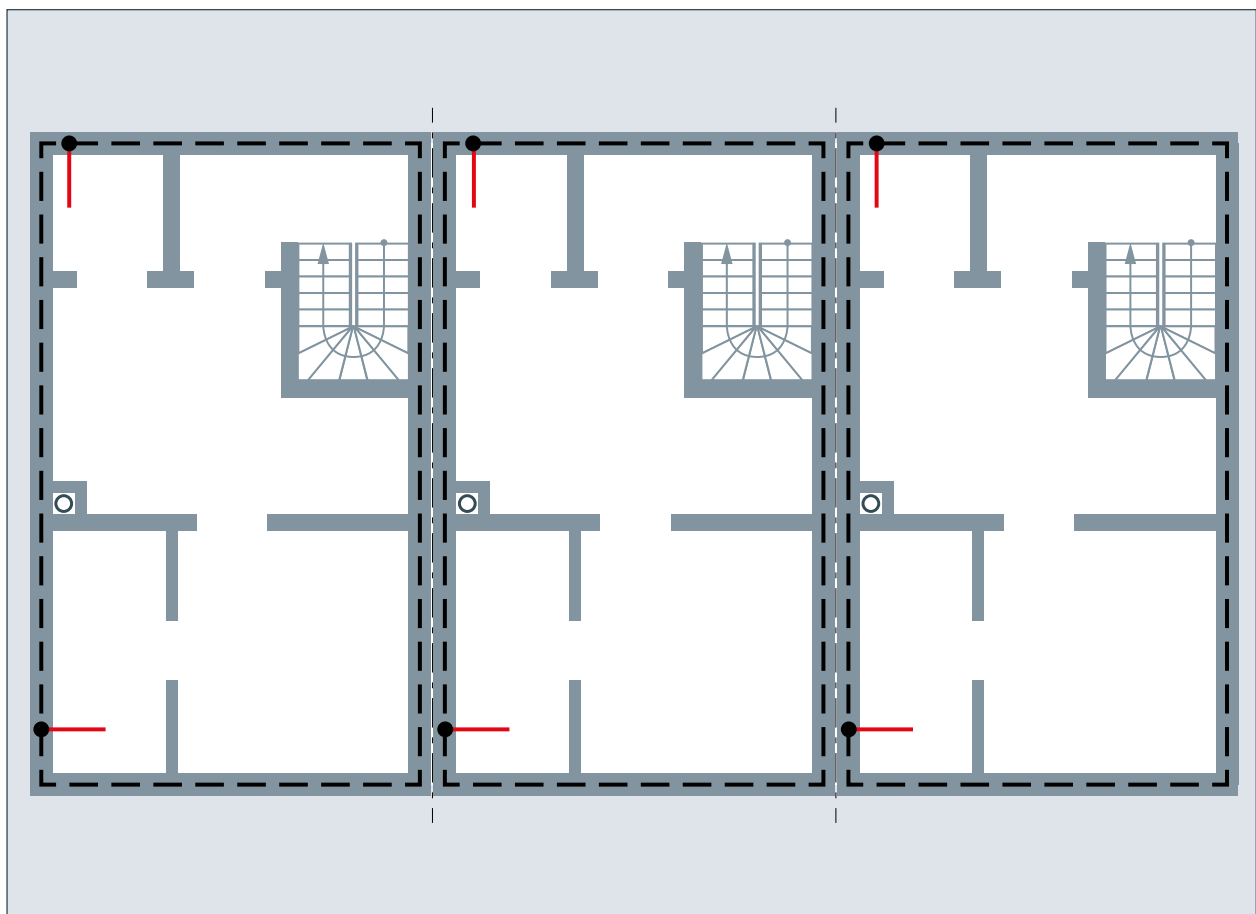


Figure 3: Electrodes de terre dans les fondations des maisons

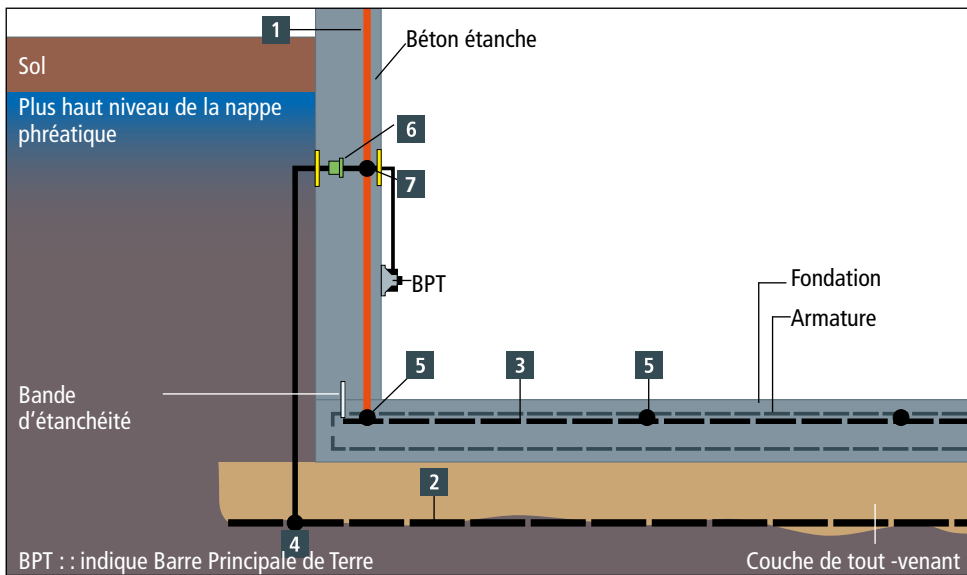


Figure 4: Béton étanche

- 1 Conducteur de descente
- 2 Boucle de terre résistant à la corrosion
Maillage $\leq 10 \times 10$ m
- 3 Masses fonctionnelles
Maillage $\leq 20 \times 20$ m
- 4 Traverse
- 5 Borne de raccordement
Connexion tous les 2 mètres
- 6 Passage de paroi
Étanche à l'eau
- 7 Borne MV

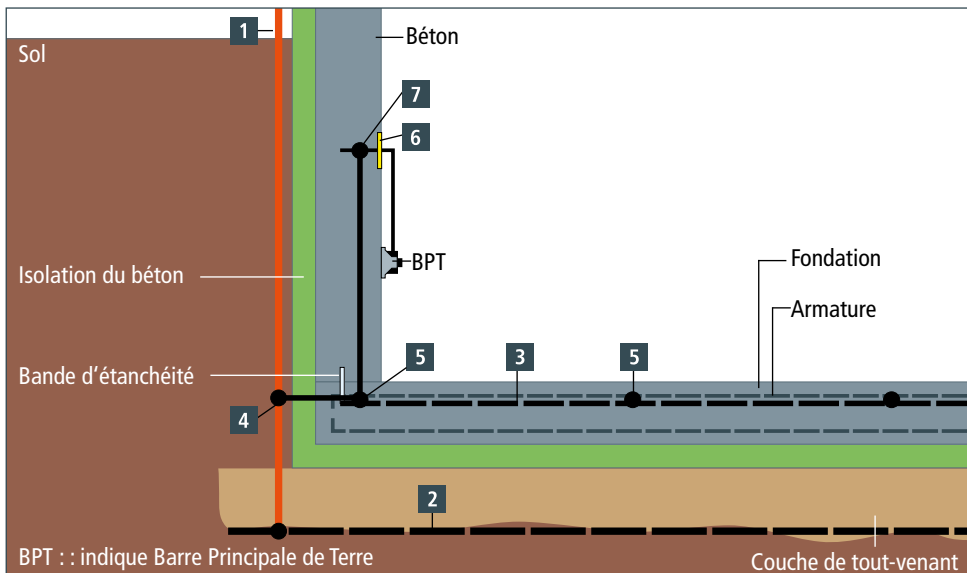


Figure 5: L'isolation complète du béton

- 1 Conducteur de descente
- 2 Boucle de terre résistant à la corrosion
Maillage $\leq 10 \times 10$ m
- 3 Masses fonctionnelles
Maillage $\leq 20 \times 20$ m
- 4 Borne SV
- 5 Borne de raccordement
Connexion tous les 2 mètres
- 6 Point de prise de terre fixe
- 7 Borne MV

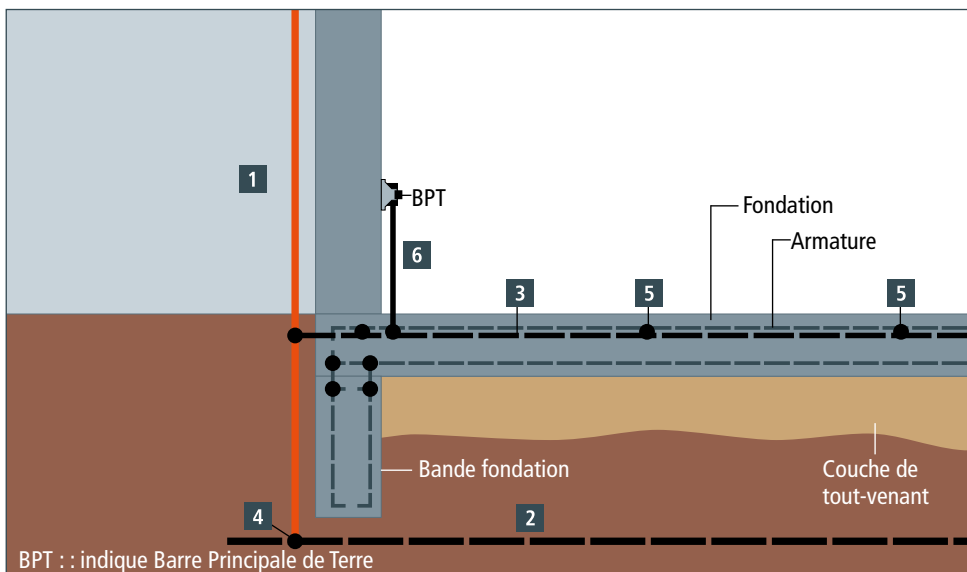


Figure 6: Mode de réalisation avec plaque de fond renforcée et bande de fondation dans le béton armé étanche à l'eau

- 1 Conducteur de descente
- 2 Boucle de terre résistant à la corrosion
Maillage $\leq 10 \times 10$ m
- 3 Masses fonctionnelles
Maillage $< 20 \times 20$ m
- 4 Borne SV
- 5 Borne de raccordement
Connexion tous les 2 mètres
- 6 Point de prise de terre

Exigences pour les composants destinés à la protection extérieure contre la foudre

Les composants de protection utilisés pour l'installation de systèmes extérieurs de protection contre la foudre doivent satisfaire à certains critères mécaniques et électriques pour garantir une fiabilité et pérennité. Ces critères sont définis dans la série de normes NF EN 62561. La norme NF EN 62305 impose l'utilisation de composants conformes à la série de norme NF EN 62561.

Test des composants conventionnels de protection contre la foudre.

Les composants métalliques de protection contre la foudre (bornes, conducteurs, pointes de captures, électrodes de terre) exposés aux intempéries doivent être soumis avant le test à un vieillissement artificiel afin de prouver leur capacité d'utilisation pour de telles applications. Le vieillissement artificiel et le test de composants métalliques doivent se dérouler en deux étapes conformément aux normes NF EN 60068-2-52 [6] et EN ISO 6988 [7].

Exposition naturelle aux intempéries et sollicitation à la corrosion des composants de protection contre la foudre

1re étape : traitement au brouillard salin

Ce test est destiné aux composants ou appareils qui ont été conçus pour résister à des sollicitations en atmosphère saline. Le dispositif de test (**Fig. 7**) se compose d'une chambre humide dans laquelle les échantillons à tester sont exposés pendant plus de 3 jours à un degré de sévérité 2. Le degré de sévérité 2 se compose de trois phases d'aspersion de 2 h chacune avec une solution de chlorure de sodium (NaCl) à 5 % sous une température comprise entre 15 °C et 35 °C, suivies à chaque fois d'un stockage en atmosphère humide de 20 à 22 h avec une humidité relative de l'air de 93 ± 2 -3 % et sous une température de 40 ± 2 °C selon NF EN 60068-2-52.

2e étape : traitement sous atmosphère humide riche en soufre

Ce test est une procédure destinée à évaluer la résistance de matériaux ou d'objets soumis à une humidité condensée riche en dioxyde de soufre selon la norme EN ISO 6988.

Le dispositif de test (**Fig. 8**) se compose d'une enceinte d'essais dans laquelle les échantillons à tester sont traités durant sept cycles dans une concentration de dioxyde de soufre pour une fraction volumique de 667×10^{-6} ($\pm 24 \times 10^{-6}$). Chaque cycle dure 24h. Il se compose d'un temps d'échauffement de 8 h sous une température de 40 ± 3 °C dans une atmosphère humide saturée et d'une pause de 16 h. L'atmosphère humide riche en dioxyde de soufre est ensuite remplacée.

Le vieillissement ou conditionnement vaut aussi bien pour des composants placés à l'air libre que pour des composants placés dans la terre. Pour les composants placés dans la terre, des prérequis et des mesures supplémentaires doivent être pris en compte. Dans ce cas, aucune borne ou aucun conducteur en aluminium ne sera posé dans la terre. Si de l'acier inoxydable est placé dans la terre, celui-ci devra être fortement allié, par exemple de l'INOX V4A. Il

n'est pas nécessaire de procéder à un conditionnement des composants destinés uniquement à des applications intérieures, comme par exemple les barres d'équilibrage de potentiel. Cela peut être également le cas pour des composants noyés dans du béton. C'est la raison pour laquelle les composants noyés dans du béton sont souvent en acier (noir) non zingué.

Dispositifs de capture / pointes de captures

Les dispositifs de capture d'un système de protection contre la foudre ont pour fonction d'empêcher les impacts de foudre directs sur le structure à protéger. Comme dispositif de capture, on utilise principalement des pointes de captures disponibles en différentes versions. Elles peuvent atteindre 1 m de longueur (par exemple sur des plats béton placés sur des constructions à toits plats) et jusqu'à 25 m pour les variantes les plus longues (mâts télescopiques de protection contre la foudre), par exemple pour des installations de production de biogaz.



Fig. 7 : coffre d'aspersion de solution saline



Fig. 8 : contrôleur de pollution atmosphérique de Kesternich

Selon la norme NF EN 62561 sont spécifiés pour les pointes de captures les sections minimales et les matériaux autorisés avec leurs caractéristiques électriques et mécaniques correspondantes. Pour les pointes de captures de hauteurs plus importantes, la résistance au flambage de la pointe de capture ainsi que la stabilité d'un système complet (pointe de capture sur trépied) doivent être justifiées par un calcul statique. Les sections et matériaux nécessaires seront alors sélectionnés sur la base de ces calculs. Comme base de calcul, on tiendra compte également des vitesses de vent régnant dans la zone concernée.

Vérification des éléments de raccordement / connexion

Les éléments de raccordement mécanique, appelés le plus communément bornes, sont utilisés dans les solutions de protection contre la foudre pour relier entre eux des conducteurs (conducteur de descente, conducteur de capture, barre de terre) ou pour les interconnecter à une installation. En fonction du type de borne et de son matériau, une gamme extrêmement large est disponible permettant de réaliser un grand nombre de combinaisons de bornes. Le type de conducteur et les différentes combinaisons de matériaux possibles sont à cet effet déterminants. Par type de câblage, on entend la possibilité pour une borne d'être connectée à un ou plusieurs conducteurs par une disposition en croix ou parallèle. Lors de la décharge d'un courant de foudre, des forces électrodynamiques et thermiques sont générées, forces qui agissent sur la borne et qui doivent être absorbées par celle-ci. Les forces résultantes sont fortement dépendantes du type de conducteur ainsi que de la connexion de serrage.

	Acier	Alum.	Cuivre	INOX	Titane	Etain
Acier (St/tZn)	oui	oui	non	oui	oui	oui
Alum.	oui	oui	non	oui	oui	oui
Cuivre	non	non	oui	oui	non	oui
INOX	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Titane	oui	oui	non	oui	oui	oui
Etain	oui	oui	oui	oui	oui	oui

Tableau 1 : combinaison de matériaux pour dispositifs de capture et conducteurs de descente entre eux, avec des parties de construction

La figure 7 illustre des matériaux pouvant être combinés sans qu'une corrosion due au contact ne soit provoquée. Lors d'une décharge du courant de foudre, la combinaison de différents matériaux entre eux et leurs différentes résistances mécaniques et thermiques ont des effets différents sur les éléments de raccordement. Ceci est particulièrement frappant pour des éléments de raccordement en acier inoxydable (INOX) dans lesquels de hautes températures sont générées lors du passage du courant de foudre à cause de leur faible conductivité. C'est pourquoi toutes les bornes doivent être soumises à un test de courant de foudre en laboratoire conformément à la norme NF EN 62561. Afin de tester le cas le plus critique, il est nécessaire, en plus des différentes dispositions des conducteurs, de tester également les différentes combinaisons de matériaux offertes par les fabricants.

Le déroulement des tests par l'exemple d'une borne MV

Il est d'abord nécessaire de déterminer le nombre de combinaisons de test à effectuer. La borne MV dont il est question est en acier inoxydable (INOX) et peut ainsi,

comme indiqué dans le **tableau 1**, être combinée avec des conducteurs en acier, en aluminium, en INOX et en cuivre. De plus, le raccordement peut être réalisé en disposition parallèle ou en croix. Il doit également être testé. Ainsi pour la borne MV en question, on obtient pour le test huit combinaisons possibles (**Fig. 9 et 10**).



Fig. 9 : composants à l'état neuf et après le vieillissement artificiel

Fig. 10 : combinaisons de test pour borne MV (disposition parallèle et en croix)



D'après la norme NF EN 62561, chaque combinaison doit être testée avec trois échantillons ou montages d'essai correspondants. Ainsi, 24 échantillons seront testés pour cette borne MV afin de couvrir le spectre complet des possibilités. Chaque échantillon sera monté conformément aux normes en respectant le couple de serrage correspondant et, comme décrit plus haut, sera vieilli artificiellement au moyen d'un traitement par brouillard salin et par atmosphère humide riche en soufre. Pour le test électrique subséquent, les échantillons devront être fixés à une plaque isolante (**Fig. 11**). Trois impulsions du courant de foudre de forme ondulatoire 10/350 μ s de 50 kA (décharge normale) et 100 kA (décharge haute) seront appliquées sur chaque échantillon. Après la décharge du courant de foudre, les échantillons ne doivent pas présenter de détérioration perceptible. La résistance de contact (mesurée sur la borne) pour une borne en acier inoxydable ne doit pas dépasser 2,5 m Ω et pour d'autres matériaux 1 m Ω . De même, le couple de desserrage exigé doit encore exister. Pour chaque combinaison de test, un rapport de test du fabricant sera établi. Un rapport détaillé qui pourra être mis à disposition en version simplifiée sur demande par le fabricant, ou qui pourra être téléchargé sur notre site internet : www.dehn.fr au niveau de l'onglet : caractéristiques des produits (**Fig. 12**). Pour l'installateur d'un système de protection contre la foudre, cela signifie que les éléments de raccordement doivent pouvoir être sélectionnés sur le lieu d'installation en fonction de la décharge prévue (Haute ou Normale). Ainsi, par exemple pour une pointe de capture (courant de foudre complet), on utilisera une borne pour décharge H (100 kA) et pour une maille ou pour une barre de terre (courant de foudre déjà repart), on utilisera une borne pour décharge N (50 kA).

Conducteurs

La norme NF EN 62561-2 pose également des exigences concrètes aux conducteurs tels que les conducteurs de capture et les conducteurs de descente ou aux électrodes de terre, par exemple aux boucles de terre, telles que :

- caractéristiques mécaniques (résistance minimale à la traction, déformation minimale à la rupture),
- caractéristiques électriques (résistance spécifique maximale) et
- caractéristiques anticorrosion (vieillesse artificielle comme décrit plus haut).

Les caractéristiques mécaniques doivent être testées et respectées. **La Fig. 13** illustre le montage destiné au test de résistance à la traction pour des conducteurs ronds (par ex. en aluminium). En particulier pour des matériaux plaqués comme l'acier zingué (St/Zn), la qualité du revêtement (lisse, d'un seul tenant) ainsi que l'épaisseur minimale et l'adhérence au matériau de base sont importants et doivent être testés.

Cet essai est décrit dans les normes sous le terme d'essai de flexion. À cet effet, un angle de 90° doit être plié avec un diamètre quintuple par rapport à celui du conducteur. L'échantillon ne doit alors pas présenter d'arêtes vives, de cassures ou d'écaillures. De plus, on exige des matériaux pour conducteurs à ce qu'ils se laissent usiner simplement et facilement lors du montage de systèmes de protection contre la foudre. Ainsi les conducteurs ronds ou plats (emballés en rouleaux) doivent pouvoir être facilement redressés à l'aide d'une machine à redresser (rouleaux redresseurs) ou par torsion (à tourner sur soi). De plus, la pose ou le pliage des matériaux dans une construction ou dans la terre doit être simple à réaliser. Ces exigences issues de la norme sont des caractéristiques de produits importantes qui doivent être décrites dans la documentation. Ces informations peuvent être obtenues à partir des fiches techniques de produits établies par le fabricant.

Électrode de terre / Piquet de terre

Les piquets de terre assemblables de DEHN sont fabriqués en acier spécial et zingués au feu au grand bain ou en acier inoxydable fortement allié (INOX V4A ; matériau n° 1.4571). La particularité de ce piquet de terre réside dans un point de couplage qui permet de connecter entre eux les éléments du piquet de terre sans un agrandissement du diamètre. Chaque élément dispose à une extrémité d'un trou, alors que l'autre extrémité est équipée d'un téton.

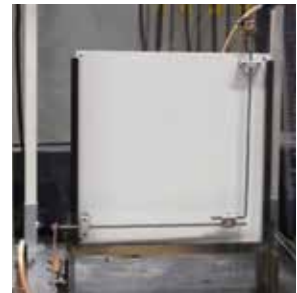
Dans la norme NF EN 62561, il est fait mention des exigences qui doivent être remplies par les électrodes de terre. Les exigences à respecter concernent le matériau, la géométrie, les dimensions minimales ainsi que les caractéristiques mécaniques et électriques. Ces exigences sont décrites sous forme de tableaux de valeurs. Les points faibles des piquets de terre sont les points de couplage par lesquels les éléments sont connectés entre eux. C'est pourquoi la norme NF EN 62561 prescrit d'améliorer le test de qualité de ces points de couplage en prévoyant des tests mécaniques et électriques supplémentaires.

Le test s'effectue par un guidage du piquet sur une plaque en acier comme surface d'impact. À ce dispositif d'essai est fixé l'échantillon, constitué par deux éléments de piquet assemblés de 500 mm de longueur chacun. Pour chaque type d'électrode de terre, trois échantillons sont nécessaires. À l'extrémité supérieure de l'échantillon, on génère sur l'échantillon une contrainte de choc durant deux minutes à l'aide d'un marteau vibrant disposant d'un insert pour

marteau adéquat. Le nombre de coups produits par le marteau doit atteindre $2000 \pm 1000 \text{ min}^{-1}$ et l'énergie de frappe d'un seul coup $50 \pm 10 \text{ [Nm]}$.

Si après le test de frappe les points de couplage n'ont pas subi de détériorations perceptibles, il s'ensuit également un vieillissement artificiel par un traitement au brouillard salin et à l'atmosphère humide riche en soufre. Les points de couplage sont ensuite soumis à trois impulsions du courant de foudre de forme ondulatoire de $10/350 \mu\text{s}$ avec 50 kA et 100 kA. La résistance de contact (mesurée au-dessus du point de couplage) ne doit pas dépasser $2,5 \text{ m}\Omega$ pour des piquets de terre en acier inoxydable. Afin de vérifier que la connexion est encore suffisamment solide après la décharge du courant de foudre, la solidité de l'accouplement sera testée au moyen d'une machine d'essai de traction.

Fig. 11 : échantillon fixé à une plaque isolante (borne MV) pour le test dans le laboratoire de décharges électriques



Herstellerprüfbericht

Prüfung nach DIN EN 62561-1 (VDE 0185-561-1)
MV-Klemme Art.-Nr. 390 050 Werkstoff: St/Zn
Für statisch-mechanische Belastung (900 N) geeignet.



Anwendung: oberirdisch		Anwendung: geschützter Bereich	
Angewandter Leiter	Prüfergebnis	Angewandter Leiter	Prüfergebnis
Leiter (1): St/Al	H	Leiter (1): St/Al	N
Leiter (2): St/Al	H	Leiter (2): St/Al	N
Leiter (1): St/Al	H	Leiter (1): St/Al	N
Leiter (2): St/Al	H	Leiter (2): St/Al	N
Leiter (1): St/Al	H	Leiter (1): St/Al	N
Leiter (2): St/Al	H	Leiter (2): St/Al	N
Leiter (1): St/Al	H	Leiter (1): St/Al	N
Leiter (2): St/Al	H	Leiter (2): St/Al	N

Legende
Blitzstromtragfähigkeit Klasse H 100 kA (10/350 μs)
Blitzstromtragfähigkeit Klasse N 50 kA (10/350 μs)
Geschützter Bereich ist z.B. Klemme im Beton oder PWS im Gebäude installiert
Detaillierte Angaben zu den Prüfbedingungen können bei Bedarf angefordert werden.

Fig. 12 : rapport de test simplifié de la part du fabricant

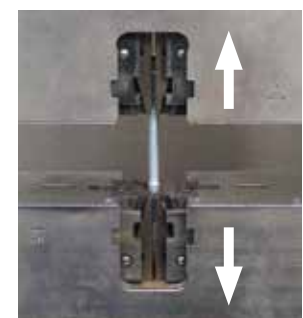


Fig. 13 : test de traction sur un conducteur

Pour installer un système de protection contre la foudre, il est nécessaire d'utiliser des composants conformes aux normes. La personne chargée de l'installation du parafoudre doit choisir et installer les composants en conformité avec les exigences sur place. En plus des exigences mécaniques, il faut aussi tenir compte et respecter les conditions électriques de la technologie actuelle de protection contre la foudre.



Charge admissible en courant 50 Hz pour les conducteurs de terre, connexion de l'équilibrage de potentiel

Dans une installation électrique, les équipements d'exploitation des différents systèmes électriques travaillent ensemble :

- Technique haute tension (systèmes HT)
- Technique moyenne tension (systèmes MT)
- Technique basse tension (systèmes BT)
- Technique informatique (systèmes IT)

La base d'une collaboration fiable entre les différents systèmes réside dans la création d'une installation de mise à la terre commune et d'un système d'équilibrage de potentiel commun. Il est primordial que tous les conducteurs, bornes et connecteurs soient spécifiés en fonction des applications.

Pour les bâtiments abritant des transformateurs, la norme suivante doit être respectée :

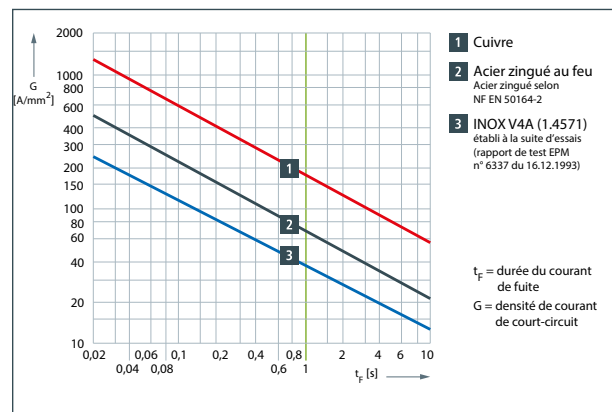
- NF C 13-100¹⁾
- NF EN 50522²⁾

Les matériaux des conducteurs et les éléments de connexion qui seront utilisés dans les systèmes HT, MT et BT devront pouvoir résister aux sollicitations des courants 50 Hz. En raison des courants de court-circuit (50 Hz) à prévoir, les sections des mises à la terre pour les différentes installations ou bâtiments devront être calculées en conséquence. Les courants de court-circuit ne doivent pas conduire à un échauffement excessif des éléments de la construction. Il y a des exigences particulières de l'exploitant du réseau, sur la base de :

- La durée du courant de défaut (d'arrêt) avec une seconde
- La température maximale admissible de 300°C des matériaux utilisés (conducteur, composants et bornes de connexion)

Ce qui détermine la section du conducteur de terre ce sont

les matériaux et la densité de courant G (A/mm²) en fonction de la durée du courant de fuite.

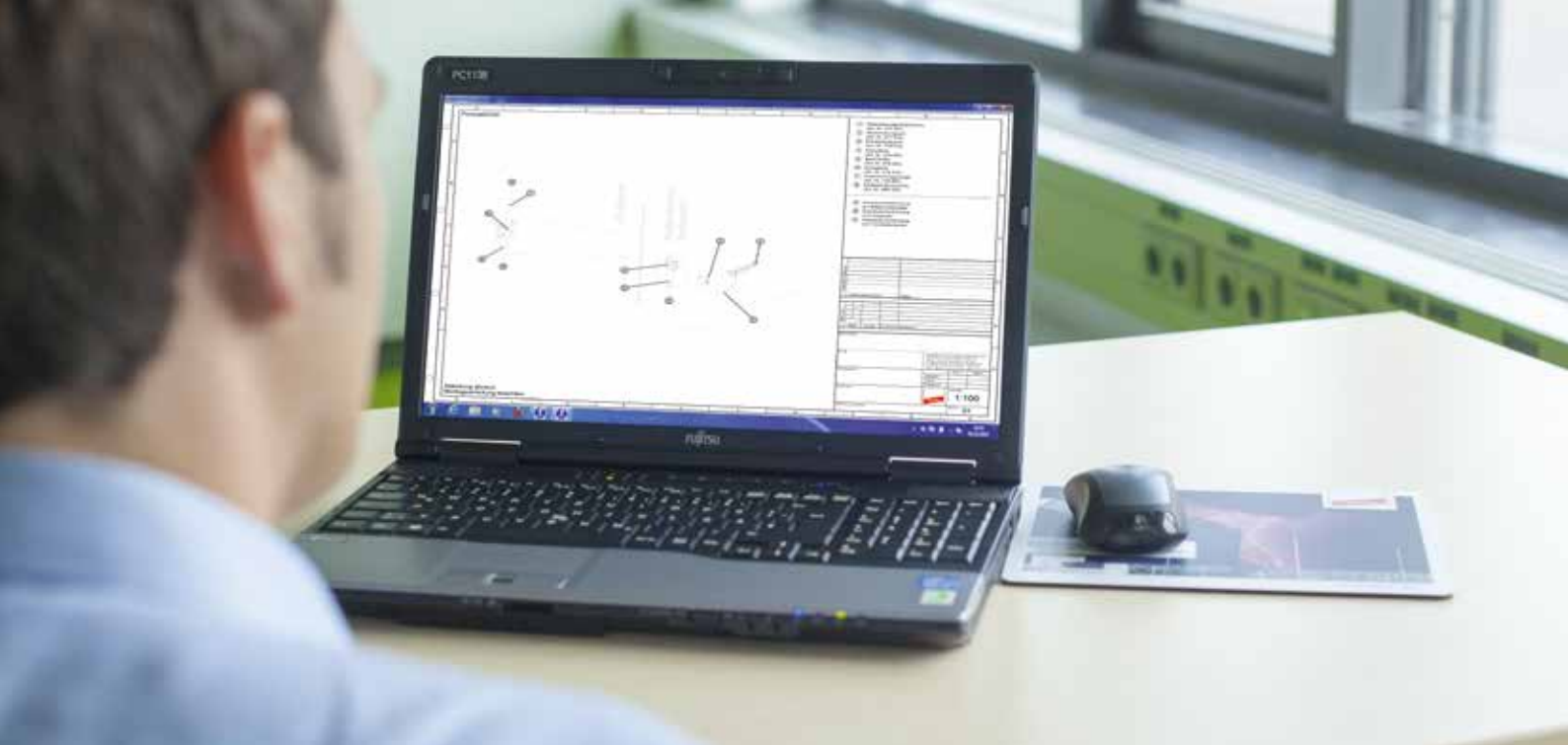


Le graphique ci-dessus montre la densité de courant de court-circuit 50 Hz (G) autorisée pour des conducteurs en cuivre, acier et acier inoxydable fortement allié INOX (V4A) (matériau n° 1.4571).

Les valeurs détaillées pour le courant de court-circuit (I_k) pour une durée d'écoulement de 1 s concernant le conducteur de mise à la terre, l'électrode de terre de profondeur et les différents éléments de connexion ou bornes peuvent être extraites du catalogue principal de protection contre la foudre ou des fiches techniques du produit (www.dehn.fr)



Les produits et services



Les services DEHN

1. Labo - choc foudre

Disposant d'équipements de tests de choc foudre parmi les plus performants au monde, DEHN propose de les mettre à votre disposition pour valider les choix de protections in situ de vos équipements sensibles et stratégiques et de ce fait de valider de manière ultime leur tenue à vos exigences les plus élevées ou les adapter à vos cas particuliers.

2. Formation*

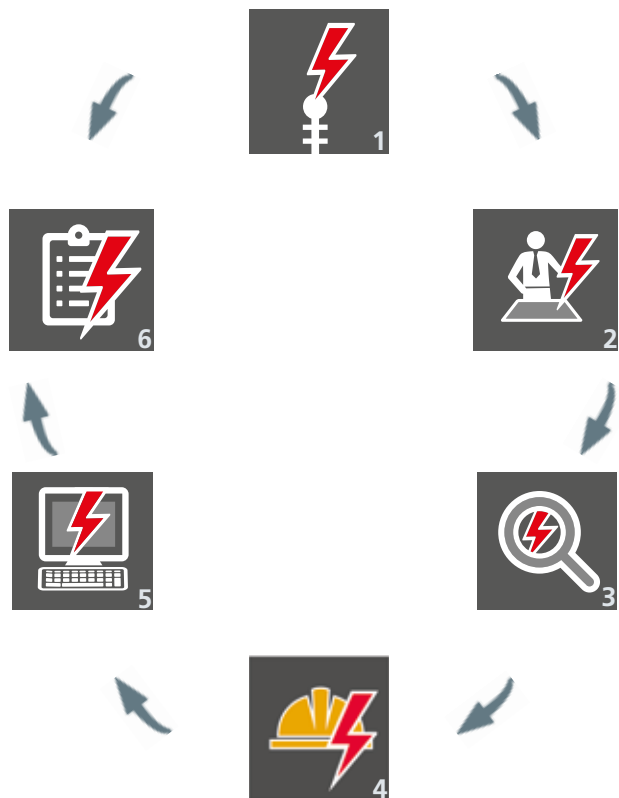
Reconnu en tant que prestataire de formation, DEHN France propose sous forme de stages intra entreprises un catalogue de programmes regroupant toutes les spécificités de la protection foudre et surtensions.

3. Analyse du risque*

Partie intégrante de l'étude de danger pour les ICPE, l'évaluation du risque foudre, grâce à notre logiciel DEHNsupport, permettra la détermination du niveau de protection foudre de vos installations et servira de base au dimensionnement de la protection dans l'étude technique

4. Assistance technique

DEHN propose un service d'assistance technique pour vous accompagner tout au long de votre projet. En mettant à votre disposition notre savoir-faire et notre expérience dans le domaine de la protection contre la foudre, DEHN vous accompagne dans la définition et la réalisation de votre système de protection contre la foudre.











5. Vérification*

Étape importante à l'issue de tout nouveau projet, DEHN vous accompagne dans la vérification initiale des installations de protection foudre et surtensions, et veille à leur conformité, aux normes, guides et référentiels en vigueur.

6. Étude technique*





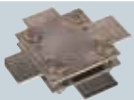



Complément indispensable de l'ARF, l'étude technique réalisée par DEHN FRANCE permet le design précis des concepts et solutions de protection dans le respect des normes et guides en vigueur.









Les composants que nous pouvons utiliser :

Conducteurs	Description	Matériau	Ø Conducteur	Poids / longueur env.	Référence
 	Conducteur rond en acier galvanisé = épaisseur moyenne 50µm (rd. 350 g/m ²)	St/tZn	Ø 10 mm	50 kg / 81 m 18 kg / 30 m	800 010 800 310
 	Conducteur rond en acier inoxydable conforme à la norme NF EN 62561-2, l'acier inoxydable no 1.4571 (V4A) est le matériau à utiliser dans la terre (Rd 10 mm).	Inox (V4A)	Ø 10 mm	50 kg / 81 m 12 kg / 18 m 31 kg / 50 m	860 010 860 020 860 050
 	Conducteur plat en acier conforme à la norme NF EN 62561-2	St/tZn	30 x 3,5 mm	42 kg / 50 m 21 kg / 25 m	810 335 852 335
 	Conducteur plat en acier inoxydable conforme à la norme NF EN 50164-2, l'acier inoxydable no 1.4571 (V4A) est le matériau à utiliser dans la terre.	Inox (V4A)	30 x 3,5 mm	21 kg / 25 m 50 kg / 60 m	860 325 860 335

Bornes	Description	Matériau	Plage de serrage en mm	Référence
--------	-------------	----------	------------------------	-----------

Bornes de croisement pour connexions hors sol et enterrées

 	Pour la connexion de conducteurs en T avec plaquette intermédiaire pour conducteurs ronds et plats	St/tZn Inox (V4A)	Rd / Rd 8-10 Rd / Fl 8-10 / 30 Fl / Fl 30 / 30	319 201 319 209
 	Conducteurs ronds et plat sans plaquette intermédiaire	St/tZn Inox (V4A)	Rd / Fl 8-10 / 30 Fl / Fl 30 / 30	318 201 318 209
		St/tZn Inox (V4A)	Rd / Rd 8-10 Rd / Fl 8-10 / 30 Fl / Fl 30 / 30	318 251 318 219
 	Conducteurs plats sans plaquette intermédiaire	St/tZn Inox (V4A)	Fl / Fl 30 / 30	318 033 318 233
 	Sans plaquette intermédiaire	St/tZn Inox (V4A)	Rd / Fl 8-10 / 30 Fl / Fl 30 / 30	318 205 318 239

Points de prise de terre	Description	Matériau plaque	Matériau axe	Raccordement Filetage	Référence
 	Type M avec axe de raccordement (l = 195 mm, Ø10 mm)	Inox (V4A) Inox (V4A)	St/tZn Inox	M10 / 12 M10 / 12	478 011 478 019
 	Type K avec bague en plastique et axe de raccordement (l = 195 mm, Ø10 mm)	Inox (V4A)	St/tZn	M10 / 12	478 200
 	Type M avec axe de raccordement pressé (l = 180 mm, Ø10 mm) Référence 478 049 avec certificat UL	Inox (V4A) Inox (V4A)	St/tZn INOX	M10 / 12 M10 / 12	478 041 478 049
 	Type M avec raccord MV pour conducteurs ronds 8-10 mm, encombrement réduit dans le coffrage	Inox (V4A)	–	M10 / 12	478 112


Les composants que nous pouvons utiliser :

Raccords de connexion	Description	Plage de serrage Rd / FI	Matériau Borne	Référence
-----------------------	-------------	-----------------------------	----------------	-----------


Raccords de connexion à tige fileté pour la connexion de conducteurs ronds ou plats aux points de prise de terre avec filetage M10/12 (p.ex. Référence 478 011, 478 200).

	Filetage M10 exécution lourde	7-10 / 30-40 mm 7-10 / 30-40 mm	St/tZn/Inox Inox (V4A)	478 141 478 149
	Exécution légère	8-10 / 30 mm	Inox (V4A)	478 129


Passages de toiture et de mur	Description	Matériau	Diamètre	Référence
-------------------------------	-------------	----------	----------	-----------

	Passage de toiture et de mur	Inox (V4A)	100 – 300 mm 300 – 500 mm 500 – 700 mm	478 410 478 430 478 450
-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------	------------	----------------------------------------------	----------------------------------------------------

Passage de paroi étanche à l'eau pour cuve blanche convient pour une traversée de paroi étanche à l'eau sous pression, p.ex. pour connecter la boucle de terre avec le rail d'équilibrage de potentiel ou le conducteur d'équilibrage de potentiel des fondations. L'essai d'étanchéité avec 1 bar représente la situation d'encastrement d'un bâtiment ayant une profondeur de 10 m par rapport à la nappe phréatique. Testé à une pression d'air comprimé de 5 bar selon NF EN 62561-5



	Passages de paroi étanche à l'eau	Plaque: Inox (V4A) Axe: St/tZn	200 – 300 mm 300 – 400 mm 400 – 500 mm	478 530 478 540 478 550
------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------------------	----------------------------------------------------

Manchette d'étanchéité	Description	Matériau	Diamètre	Référence
------------------------	-------------	----------	----------	-----------


	Manchette d'étanchéité	Clastomère thermoplastique	105 mm / 10 mm 119 mm / 30x3,5 mm	478 598 478 599
-------------------------------------------------------------------------------------	------------------------	----------------------------	--------------------------------------	----------------------------------

Bornes de connexion	Description	Matériau	Plage de serrage	Référence
---------------------	-------------	----------	------------------	-----------

Bornes de connexion pour armatures pour le raccordement de treillis pour béton armé ou d'armatures composées de conducteurs ronds ou plats Disposition: (II) = parallèle (+) = croisée

	pour connexions en T, croisées ou parallèles	St/tZn	Rd / Rd (+) 6-10 / 6-10 Rd / FI (+) 6-10 / 30 FI / FI (II) 30 / 30	308 025
	Pour connexions en T et croisées Plage de serrage	St/tZn	Rd / FI (+) 6-10 / 30 FI / FI (+ / II) 30 / 30	308 026
	Pour connexions en T, croisées ou parallèles	St/blank	Rd / FI (+) 6-22 / 40	308 030

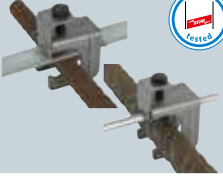

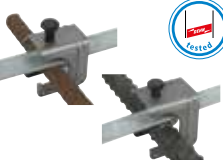

Bornes de connexion	Description	Matériau	Plage de serrage	Référence
---------------------	-------------	----------	------------------	-----------

	Pour connexions en T ou parallèles Référence 308 040 avec certificat UL	St/tZn St/blank	Rd / Rd (+/II) 8-16 / 15-25 Rd / Rd (+/II) 8-16 / 15-25	308 041 308 040
-------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------	--------------------	------------------------------------------------------------------	----------------------------------

Les composants que nous pouvons utiliser :





Borne de connexion pour terre de fondation et armature	Description	Matériau	Plage de serrage mm	Référence
--------------------------------------------------------	-------------	----------	---------------------	-----------

Bornes pour le raccordement de conducteurs ronds et plats aux fondations en béton, aux treillis soudés pour béton armé ou aux armatures.

	 Borne à étrier de pression pour raccordement en T, perpendiculaire et parallèle	St/tZn	Rd / Rd 6-20 / 6-10 Rd / Fl 6-20 / 30x3-4 Fl / Fl 30x3-4 / 30x3-4	308 031
			Rd / Rd 20-32 / 6-10 Rd / Fl 20-32 / 40x4-5	308 036
	 Borne de raccordement sans étrier de pression pour raccordement perpendiculaire	St/blank	Rd / Fl (+) 6-20 / 30x3-4 mm Fl / Fl (+) 30x3-4 / 30x3-4 mm	308 032
			Rd / Fl (+) 20-32 / 30x3-40x5 mm	308 037





Bornes de raccordement pour armatures	Description	Matériau	Plage de serrage mm	Référence
---------------------------------------	-------------	----------	---------------------	-----------

Bornes de connexion avec fixation des points de prise de terre pour la connexion de l'armature avec le dispositif de serrage. Pour conducteurs ronds ou pour points de prise de terre avec fixation au coffrage.

	 pour petits diamètres	St/blank	Rd / Rd (+/II) 6-22 / 6-10 Rd / Fl (+) 6-22 / 40	308 035
	 Borne à étrier pour de grands diamètres, avec deux dispositifs de serrage supplémentaires	St/blank	Rd / Rd (+/II) 16-48 / 6-10 Rd / Fl (II) 16-48 / 30-40	308 046




Bornes de raccordement pour armatures	Description	Matériau	Plage de serrage mm	Référence
---------------------------------------	-------------	----------	---------------------	-----------

Clips de connexion pour armatures pour le raccordement de treillis pour béton armé ou d'armatures composées de conducteurs ronds ou plats
Disposition: (II) = parallèle

	 pour des conducteurs ronds	St/blank	Rd / Rd (II) 6 / 10 Rd / Rd (II) 8 / 10 Rd / Rd (II) 10 / 10 Rd / Rd (II) 12 / 10	308 130 308 131 308 132 308 133
	 pour des conducteurs plats	St/blank	Rd / Fl (II) 6 / 30 x 3-4 Rd / Fl (II) 8 / 30 x 3-4 Rd / Fl (II) 10 / 30 x 3-4 Rd / Fl (II) 12 / 30 x 3-4	308 140 308 141 308 142 308 143

Bornes de raccordement pour armatures	Description	Matériau	Plage de serrage mm	Référence
---------------------------------------	-------------	----------	---------------------	-----------

Bornes de connexion avec vis à tête cassante pour armatures pour le raccordement de treillis pour béton armé ou d'armatures composées de conducteurs ronds ou plats
Disposition: (II) = parallèle (+) = croisée

	  Pour connexions en T ou parallèles	St/blank	Rd / Rd (+/II) 8-16 / 15-25	308 040
-------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------	-----------------------------	----------------

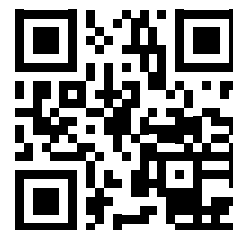


Protection antisurtension
Protection contre la foudre / Mise
à la terre
Protection contre les risques
électriques
DEHN protège.

DEHN FRANCE
SARL

30 route de Strasbourg
F - 67550
Vendenheim
France

Tél : 03 90 20 30 20
Fax : 03 90 20 30 29
info@dehn.fr
www.dehn.fr



www.dehn.fr



Suivez-nous sur Facebook, LinkedIn,
YouTube, Google+

actiVsense, BLITZDUCTOR, BLITZPLANER, DEHN, DEHN Logo, DEHNbloc, DEHNcare, DEHNfix, DEHNgrip, DEHNguard, DEHNport, DEHNquick, DEHNrapid, DEHNshield, DEHNSnap, DEHNventil, HVI, LifeCheck, Red/Line sont des marques allemandes, des marques communautaires (EU) et/ou sont des marques déposées dans d'autres pays. Nous déclinons toutes responsabilités en cas de modifications techniques, fautes d'impression et erreurs. Les illustrations ne sont pas contractuelles.