

Pose de lignes séparées

Lors de l'installation de systèmes photovoltaïques, un cheminement correct des câbles joue un rôle décisif pour garantir la sécurité et éviter les dysfonctionnements.

Il est particulièrement important de faire la distinction entre la séparation des lignes de courant alternatif (AC) et de courant continu (DC) d'une part, et la séparation des lignes protégées et non protégées dans les différentes zones de protection contre la foudre d'autre part

1 Objectif de la fiche d'information

Pour le développement du photovoltaïque, il est décisif de garantir non seulement une exploitation économique, mais aussi et surtout la qualité et la sécurité des installations. Dans ce contexte, la pose de lignes dans les règles de l'art apporte une contribution essentielle à la qualité exigée par le client. La présente fiche technique „Pose séparée des lignes“ offre des informations complémentaires aux normes en vigueur et aide les entreprises de planification ainsi que les entreprises d'installation à mettre en œuvre ces exigences.

2 Principes de base de la pose de lignes séparées

Il convient de distinguer fondamentalement deux types de pose de lignes séparées. Les objectifs de protection sont en conséquence différents. La distinction est importante, car les mesures nécessaires sont très différentes.

2.1 Séparation des lignes AC et DC dans la même zone de protection contre la foudre (ZPF)

Il s'agit ici de séparer les lignes car elles transportent différents types de courant. La pose séparée des lignes se fait dans la même zone de protection contre la foudre (ZPF). C'est pourquoi il n'est pas nécessaire de respecter des distances de séparation liées à la protection contre la foudre. Il s'agit de faire en sorte que

- les **lignes ne soient pas confondues**
- qu'il y ait une **séparation d'ordre**
- **les perturbations dues au couplage inductif** soient évitées.

Le couplage inductif décrit le phénomène par lequel une ligne à courant alternatif (AC) génère un champ magnétique alternatif qui peut induire une tension dans une ligne proche. Lorsque des lignes AC et DC sont posées en parallèle, le champ magnétique alternatif de la ligne AC peut agir sur la ligne DC et y générer des tensions non souhaitées. Le couplage inductif dépend essentiellement de la distance et de la longueur du parallélisme des deux lignes. Les croisements de lignes à angle droit entraînent peu de couplage inductif.

2.2 Séparation des lignes protégées et non protégées

Une installation PV ne rend pas automatiquement un bâtiment soumis à la protection contre la foudre. Toutefois, les installations PV sur ou à proximité de bâtiments équipés d'un système de protection extérieur contre la foudre (SPF) doivent être prises en compte dans le système de protection contre la foudre et être équipées de dispositifs de protection contre les surtensions (SPD) (NIBT 7.12.4.4.3). Les bâtiments soumis à la protection contre la foudre sont définis par l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI). Sont notamment soumis à l'obligation de protection

contre la foudre les grands bâtiments, les bâtiments publics, les bâtiments importants et les bâtiments présentant un danger potentiel (p. ex. les stations-service).

Les lignes „protégées“, c'est-à-dire protégées par SPD, et les lignes „non protégées“ de n'importe quel circuit électrique doivent être posées séparément et ne peuvent en aucun cas être posées en parallèle dans le même tuyau, canal ou tracé. Ici, peu importe qu'il s'agisse de lignes AC ou DC. Les distances de séparation doivent être importantes et calculées conformément à la distance de séparation selon la norme NIBT 4.2.2.3.12.

3 Exigences relatives à la séparation des lignes AC et DC dans la même zone de protection contre la foudre

3.1 Séparation avec des tubes et des canaux

Un couplage inductif de la ligne AC vers la ligne DC peut se produire lorsqu'un champ magnétique variable ou des surtensions transitoires dues à des commutations importantes se produisent dans le câble AC. Dans le cas d'une installation photovoltaïque dans une maison individuelle, cela se produit généralement moins souvent et une séparation physique des conduites par des tuyaux, des canaux en plastique, ou au moyen d'un séparateur, est suffisante. Pour réduire les champs magnétiques et électriques, les conducteurs actifs sont protégés par des tubes ou des canaux métalliques fermés.

Il est possible de séparer les lignes AC et DC en les plaçant dans des tubes ou des gaines distincts. Les lignes AC et DC peuvent être posées dans le même chemin de câbles si elles sont clairement séparées l'une de l'autre.

Une séparation claire

- empêche la superposition des ondes (interférences)
- facilite l'entretien
- aide à résoudre les problèmes

La norme NIBT 4.4.4. contient des exigences et des recommandations afin d'éviter ou de réduire les perturbations électromagnétiques. Il convient de tenir compte de ces exigences, en particulier pour les câbles de technologie de l'information et les câbles de puissance. Les exemples de la figure 1 concernant la séparation des câbles de puissance et des câbles informatiques peuvent être appliqués par analogie à la séparation des lignes AC et DC.

- Les lignes AC et DC ne doivent pas être regroupées dans le même faisceau de câbles.
- Les faisceaux de câbles individuels doivent être séparés électromagnétiquement les uns des autres par un espacement et des séparateurs.

1: en faisceau (p. ex. câble)

2: Couverture

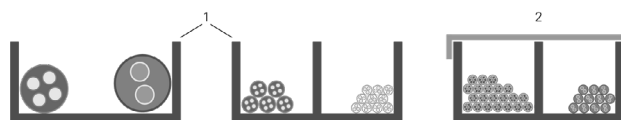


Figure 1 : NIBT 2025 4.4.4 Figure 22, exemple de séparation et d'isolement mécanique, application par analogie pour les lignes AC et DC



Figure 2 : Vue avec des canaux ouverts, ASCE



Figure 3 : Maison individuelle, CKW

Dans les bâtiments commerciaux ou industriels, des tracés séparés sont généralement installés en raison du grand nombre de câbles de chaîne vers l'onduleur et de la séparation ordonnée des lignes AC et DC. Le couplage inductif dépend essentiellement de la distance entre les deux lignes et de la longueur du tracé parallèle des lignes. Des distances aussi grandes que possible sur le tracé des câbles ou l'utilisation de cloisons métalliques contribuent à maintenir le couplage à un faible niveau.



Figure 4 : Commerce et industrie, CKW

3.2 Marquage

Comme les lignes DC sont sous tension même lorsqu'elles sont déconnectées et qu'elles doivent donc toujours être considérées comme étant sous tension, elles doivent être marquées de manière permanente.

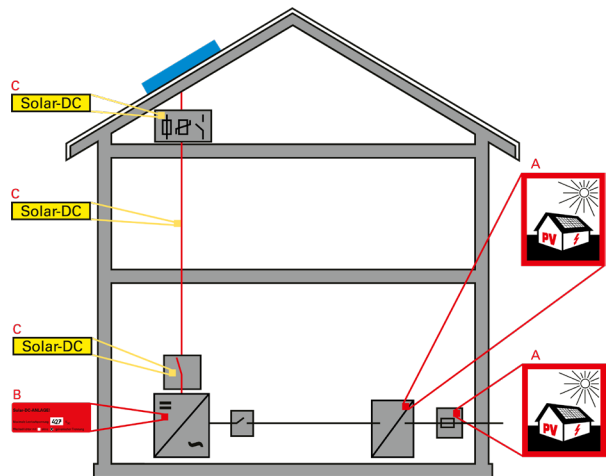


Figure 5 : Marquages/étiquettes d'avertissement pour les installations PV, NIBT



Illustration 6 : Autocollant d'avertissement pour les lignes DC, Swissolar

3.3 Réduction des champs magnétiques et électriques

Les mesures suivantes devraient être mises en œuvre aussi bien pour les installations équipées d'un système de protection contre la foudre extérieure que pour celles qui en sont dépourvues :

- Poser les câbles de la branche DC en parallèle avec le conducteur PE ou, idéalement, les torsader.
- utiliser des canaux métalliques fermés
- Réduire autant que possible les boucles de conducteurs dans le câblage DC.

Afin de minimiser les effets d'induction, la surface des boucles de conducteurs dans le câblage DC

d'une installation PV doit être maintenue aussi petite que possible. Pour ce faire, les pôles positif et négatif des lignes DC doivent être posés à proximité l'un de l'autre. Cela permet de réduire la surface de boucle responsable du couplage inductif.

Une surface de boucle plus petite réduit le risque que des surtensions atmosphériques soient couplées dans le système. Le champ magnétique généré par la foudre peut ainsi induire moins efficacement des tensions dans les lignes. Cette mesure contribue largement à réduire le risque de dommages dus aux surtensions induites et à augmenter la fiabilité globale de l'installation PV.

Il est impératif que les câbles de chaîne introduits dans le bâtiment soient également posés parallèlement au conducteur d'équipotentialité après une protection contre les surtensions (SPD).

Les variantes d'installation présentées dans la NIBT, chapitre 7.12, recommandent même un entourage concentrique des lignes PV. Il faut ainsi s'attendre à des courants de foudre partiels au niveau de la canalisation métallique des lignes DC (installation PV dans la ZPF 0A). Le courant de foudre partiel se répartit sur tous les conducteurs qui sont introduits dans le bâtiment.

Cela concerne tous les systèmes qui entrent dans le bâtiment depuis la zone de protection contre la foudre ZPF 0A, comme par exemple

- Lignes à basse tension et à très basse tension
- Câbles pour la collecte de données environnementales
- Pyranomètre
- Lignes de données pour la transmission des données de l'onduleur, etc.

4 Séparation des lignes protégées et non protégées

Lors du câblage, il faut veiller à ce que les lignes non protégées de la zone de protection contre la foudre ZPF0 soient posées séparément des lignes qui sont protégées par un dispositif de protection contre les surtensions.

La zone de protection contre la foudre ZPF0 est la zone qui est menacée par le champ électromagnétique non amorti de la foudre. Les systèmes internes peuvent être exposés à la totalité ou à une partie du courant de foudre.



Figure 7 : Lignes protégées et non protégées, AESC

4.1 Systèmes de canalisation, chemins de câbles

Il convient d'utiliser des goulottes ou des chemins de câbles séparés afin de séparer les lignes non protégées - c'est-à-dire celles qui ne sont pas protégées par des dispositifs de protection contre les surtensions (SPD) - des lignes protégées et d'éviter les couplages indésirables. En outre, comme nous l'avons déjà mentionné, il faut également veiller à ce que les lignes AC et DC ainsi que les lignes de communication soient posées séparément.

4.2 Protection contre les surtensions atmosphériques

Les surtensions atmosphériques sont provoquées par la foudre dans l'environnement ou par des charges électrostatiques dans les nuages.

La protection contre les surtensions (protection interne contre la foudre) est décrite en détail dans la fiche technique Swissolar Photovoltaïque n° 3 „Mise à la terre, protection contre la foudre et les surtensions“.

5 Planification de la pose des lignes

Le tracé séparé des lignes doit être intégré très tôt dans la planification. Pour la zone du site de l'onduleur où les lignes AC et DC se rejoignent, il est recommandé d'établir une vue détaillée et une coupe.

Ces représentations doivent inclure tous les équipements pertinents tels que les onduleurs, les interrupteurs, les boîtiers de raccordement des générateurs PV (GAK), les appareils de communication, etc. ainsi que tous les câbles. Cela inclut

- Canalisations, tuyaux et passages de câbles
- Points de mise à la terre et équipotentialité
- Câbles AC et DC
- Lignes de communication

6 Résumé et informations complémentaires

6.1 Points clés importants de la gestion séparée des lignes

- Les lignes AC et DC situées dans la même zone de protection contre la foudre ne doivent pas avoir de distance de protection.
- Pour les lignes protégées et non protégées, il faut généralement éviter de les mettre en parallèle, et les distances de séparation doivent être calculées en fonction de la situation.
- Les systèmes métalliques fermés sont un moyen simple de réduire le couplage inductif et les champs électromagnétiques.
- Une planification minutieuse facilite la mise en œuvre et contribue largement au respect des mesures de protection nécessaires.

6.2 Informations complémentaires

- Fiche technique Swissolar Photovoltaïque n° 3 „Mise à la terre, protection contre la foudre et les surtensions“.
- Cours Swissolar : Bases de la protection contre la foudre
- Cours Swissolar : Mise à la terre, équipotentialité et protection contre la foudre

- Norme d'installation à basse tension SN 411000
- SN 414022:2024 Systèmes de protection contre la foudre
- Directive de protection incendie AEA1 Systèmes de protection contre la foudre
- CLC/TS 50539-12 Parafoudres basse tension
- Parafoudres pour applications spécialisées, y compris la tension continue - Partie 12 : Sélection et principes d'application - Parafoudres destinés à être utilisés dans les installations photovoltaïques

7 Abréviations

- AC** (Alternating Current, courant alternatif)
- DC** (Direct Current, courant continu)
- PV** (photovoltaïque)
- OIBT** (Ordonnance sur les installations à basse tension)
- NIBT** (norme d'installation à basse tension SN 411000)
- ESTI** (Inspection fédérale des installations à courant fort)
- GAK** (boîte de jonction de générateur)
- STC** (conditions d'essai standard)
- SPA** (compensation du potentiel de protection)
- SPD** (Surge Protection Device, dispositif de protection contre les surtensions)
- LPZ** (Lightning Protection Zone, zone de protection contre la foudre (ZPF))
- LEMP** (Lightning-Electromagnetic-Pulse, décharge de foudre)

Remarque

La présente fiche d'information a été rédigée avec le plus grand soin. Aucune garantie n'est donnée quant à l'exactitude, l'exhaustivité et l'actualité de son contenu. Il ne dispense notamment pas de consulter et de suivre les recommandations, normes et prescriptions pertinentes et actuelles. La présente fiche d'information sert exclusivement à des fins d'information. Nous déclinons expressément toute responsabilité pour les dommages résultant de la consultation ou du respect de cette fiche.

Les droits d'auteur sont détenus par Swissolar.

04/2025/ fiche technique N.21019f

Avec le soutien de



En collaboration avec

