

Note d'informations aux professionnels de la protection contre la foudre

Paris, le 14 mars 2023

Objet : Choix des déconnecteurs pour les parafoudres BT de Type 1 et 2

Afin de rappeler les règles de choix et de définir les bonnes pratiques de l'usage des déconnecteurs pour les parafoudres de type 1 et 2 pour réseau Basse Tension, il est apparu nécessaire de diffuser une note aux professionnels QUALIFOUDRE. **La présente note remplace la version précédente diffusée le 17 décembre 2013. Elle apporte des précisions complémentaires en tenant compte des évolutions technologiques et normatives sur le sujet. Elle apporte également des informations pour le choix des parafoudres de Type 2.**

Cette note n'a pas pour objet de préciser la manière dont la protection est dimensionnée lors de l'étude technique. Il s'agit de donner les informations indispensables à l'installateur et au vérificateur pour que la protection mise en œuvre soit efficace.

Ce sujet très technique est abordé en deux parties :

- I. Description des différentes configurations et efficacité obtenue.**
- II. Information destinée à l'utilisateur.**

Il est important de statuer sur l'état de la protection vis-à-vis des trois critères ci-dessous :

- L'**efficacité de la protection**,
- la **sécurité électrique**,
- la **continuité de service**.

Il ne s'agit pas de nouvelles façons de faire mais l'application des règles de l'art déjà définies dans les documents techniques et notamment la norme IEC 61643-12 de 2020.

Ces règles techniques doivent être appliquées par les professionnels QUALIFOUDRE (bureaux d'études, installateurs, vérificateurs) à partir du 30 mars 2023.

Olivier HYVERNAGE
Responsable affaires QUALIFOUDRE
INERIS

I. Description des différentes configurations et efficacité obtenue

a) Sélection du déconnecteur par l'installateur

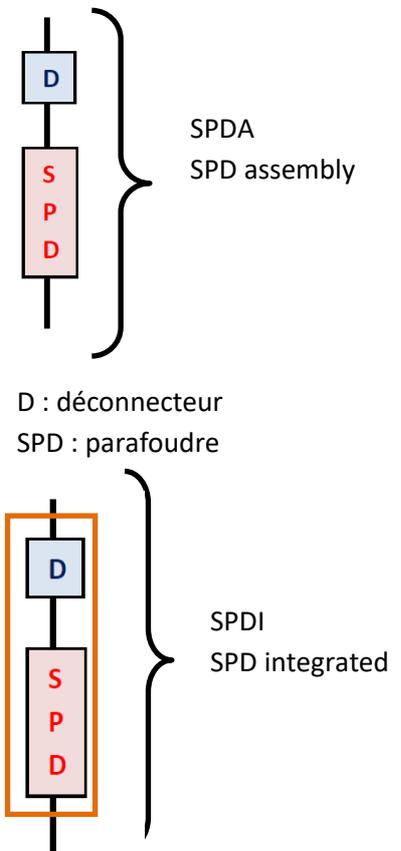
Les parafoudres (SPD) et leur déconnecteur (D) forment un ensemble (que l'on appelle désormais SPDA pour SPD assembly) qui doit supporter l'essai de fonctionnement comprenant un pré-conditionnement et des impulsions ainsi que les essais de comportement en court-circuit en cas de fin de vie du parafoudre (NF EN 61643-11). A cet effet, le constructeur du parafoudre indique dans sa documentation technique le calibre maximal admissible du déconnecteur et c'est ce déconnecteur qui est fourni par le constructeur pour réaliser les essais de qualification de ses parafoudres. C'est donc ce déconnecteur qu'il convient d'utiliser normalement avec le parafoudre pour garantir l'efficacité de la protection foudre (dans les conditions d'essais de la norme parafoudre). Le constructeur du parafoudre précise parfois plusieurs modèles possibles de déconnecteurs (fusible et/ou disjoncteur le plus souvent).

Le déconnecteur thermique est généralement intégré dans le parafoudre et n'est pas l'objet de la présente note. Le déconnecteur pour le courant de court-circuit (par exemple disjoncteur ou fusible) peut aussi être intégré dans le parafoudre.

Le déconnecteur pour le courant de court-circuit (par exemple disjoncteur ou fusible) peut aussi être intégré dans le parafoudre : cette configuration est dénommée « SPDI » (Parafoudre intégrant tous ses déconnecteurs).

Le déconnecteur associé aux parafoudres est décrit précisément par le constructeur. C'est par exemple, un disjoncteur de marque x de calibre y et de référence z. Il ne s'agit pas de n'importe quel disjoncteur de calibre y. Pour les fusibles, il est généralement admis que le calibre et la courbe de fusion suffisent à déterminer ce déconnecteur. Quand le déconnecteur est intégré dans le boîtier du parafoudre (SPDI), la tenue aux surtensions de l'ensemble parafoudre-déconnecteur est garantie par le constructeur et l'installation est généralement moins dépendante des problèmes potentiels d'installation. Toutefois, les problèmes ayant rapport avec la sélectivité entre protections amont et le déconnecteur du parafoudre ne sont pas nécessairement résolus si les spécifications de ce déconnecteur intégré ne sont pas connues.

Les situations sont donc différentes selon que le déconnecteur est intégré dans le parafoudre ou externe.



Dans le cas d'un déconnecteur externe, les règles de coordination (sélectivité entre protections contre les surintensités) et de sécurité électrique (NFC15-100) peuvent conduire à ne pas pouvoir utiliser le calibre maximal du déconnecteur indiqué dans la documentation mais un déconnecteur de plus petit calibre conduisant à une modification de l'efficacité de la protection, notamment une tenue aux surtensions plus petite qu'attendue pour le SPDA. C'est souvent le cas pour les parafoudres de Type 1 et par contre le choix du déconnecteur pour un parafoudre de Type 2 est généralement plus simple. La présente note porte donc principalement sur le cas des parafoudres de Type 1 mais quand c'est utile donne des informations pour les parafoudres de Type 2.

Trois critères sont à prendre en compte dans l'analyse de l'efficacité du SPD en cas de choc de foudre et en cas de fin de vie :

- Efficacité de la protection : est-ce que le parafoudre va bien protéger lorsqu'il sera soumis au choc de foudre maximal pour lequel il a été défini, du fait de la sélection d'un déconnecteur différent (calibre plus petit en général) de celui préconisé dans la notice « constructeur » du parafoudre ?
- Sécurité électrique : est-ce qu'il y a un risque de dommage à l'installation en fin de vie du parafoudre ?
- Continuité de service : est-ce que la continuité de service (c'est-à-dire le maintien de l'alimentation électrique de l'installation et de l'équipement à protéger) est obtenue :
 - o lorsque le parafoudre sera soumis au choc de foudre maximal ?
 - o en fin de vie du parafoudre ?

La réponse à chacune de ces questions peut-être : « OUI », « NON », « OUI dans certains cas », « NON dans certains cas » ou encore « ON NE SAIT PAS ».

Tous les cas sont possibles et il est indispensable que le dossier d'exécution (ou DOE dossier d'ouvrage exécuté) de l'installateur indique clairement l'état de la protection vis-à-vis de ces trois critères. Ceci permet d'informer le client final (exploitant, utilisateur) lorsque la protection mise en place n'offre pas l'efficacité définie dans les études (ARF, ET).

Efficacité de la protection (continuité de protection) :

Si le déconnecteur est celui préconisé par le constructeur du parafoudre dans sa documentation technique c'est qu'il a réalisé les essais de la norme parafoudre sur cet assemblage (SPD+D = SPDA). Dès lors l'efficacité de la protection est obtenue. Par contre, si D a un calibre plus petit, il aura en général une tenue au courant de foudre plus petite qu'attendue et dès lors l'efficacité de la protection ne sera pas totale. L'ouverture du déconnecteur est bien plus lente que la durée du choc de foudre. La surtension passera donc dans le parafoudre puis le déconnecteur va s'ouvrir. Comme 80% des chocs de foudre sont multiples, la surtension suivante arrivera après l'ouverture de D mais avant que D puisse être changé ou réarmé et dès lors la surtension poursuivra son chemin sans passer par le parafoudre déconnecté et donc la protection ne sera plus assurée dès qu'on dépasse la tenue du déconnecteur D installé.

Sécurité électrique :

Si le déconnecteur est celui préconisé par le constructeur du parafoudre dans sa documentation technique ou s'il a un calibre plus petit, il protégera efficacement le parafoudre dès lors que son pouvoir de coupure est supérieur au courant de court-circuit au point d'installation du parafoudre.

Nota : lorsque le parafoudre est en aval du DPSI et quand la tenue du DPSI sur courant de foudre n'est pas connue, il n'est pas possible de statuer entièrement sur la sécurité électrique.

Continuité de service :

Si le dispositif de protection contre les surintensités (DPSI), situé en amont du parafoudre et le déconnecteur D du parafoudre sont coordonnés électriquement, D ouvrira en premier en cas de défaut et donc l'alimentation ne sera pas perdue. Si par contre, c'est le DPSI qui ouvre en premier, la continuité de service n'est plus obtenue.

Dans le cas d'un déconnecteur intégré dans le parafoudre (SPDI) la situation est plus simple car le déconnecteur ayant servi aux essais et celui qui sera utilisé dans l'installation sera par nature le même. L'efficacité de la protection est donc garantie comme la sécurité de l'installation (si toutefois le DPSI n'est pas endommagé par le choc de foudre). Par contre, soit le déconnecteur intégré est connu et alors on peut évaluer la sélectivité et donc la continuité de service, soit celui-ci n'est pas connu et dès lors la réponse est « On ne sait pas »

b) Tenue au courant de foudre des fusibles et disjoncteurs

La tenue des fusibles gG au courant de foudre est donnée dans la norme IEC 61643-12 de 2020 :

Choix des déconnecteurs pour les parafoudres BT de Type 1 et 2
 INERIS/QUALIFOUDRE 14/03/2023

Capacités de tenue des fusibles gG en fonction des essais de fonctionnement et des essais supplémentaires de fonctionnement en charge		
Courant assigné du fusible (en A)	In maximal pour parafoudre Type 2 (en kA)	Iimp maximal pour parafoudre Type 1 (en kA)
8	1,2	0,3
10	1,5	0,3
12	2,1	0,5
16	3,1	0,7
20	4,6	1,0
25	6,4	1,4
32	9,9	2,2
40	12,5	2,8
50	15	3,4
63	19	4,2
80	25	5,6
100	33	7,3
125	42	9,6
160	57	13
200	72	16
224	83	19
250	96	22
315	123	28
400	157	35
500	200	45
630	267	60

Nota 1 : Il convient de noter que les valeurs sont applicables à tous les types de fusibles gG, quelles que soient leurs dimensions, mais elles ne sont pas applicables à d'autres caractéristiques de fusible. Bien entendu, elles peuvent servir à des fins d'estimations sur la base de calculs comparatifs. Il est néanmoins nécessaire de vérifier séparément les autres caractéristiques des fusibles en appliquant l'essai de fonctionnement en service complet des parafoudres comme cela est indiqué dans l'IEC 61643-11.

Nota 2 : Des fusibles spécifiquement développés pour être associés aux parafoudres (SFD « SPD Fusing Disconnectors » selon IEC 61643-12) et spécifiquement testés en onde de foudre peuvent être également utilisés. Ils devront néanmoins déclarer un calibre assigné et si nécessaire la courbe temps-courant pour assurer la sélectivité avec le DPSI en amont.

Nota 3 : la plupart des données expérimentales utilisées pour ce tableau pour les courants de choc 10/350 µs (parafoudre Type 1) sont basées sur des fusibles NH. Toutefois, certains essais réalisés sur quelques fusibles de type cylindrique ont confirmé les capacités de tenue mentionnées ci-dessus pour des fusibles cylindriques.

La tenue au courant de foudre des disjoncteurs est synthétisée dans le tableau ci-dessous, issu également de la norme IEC 61643-12 :

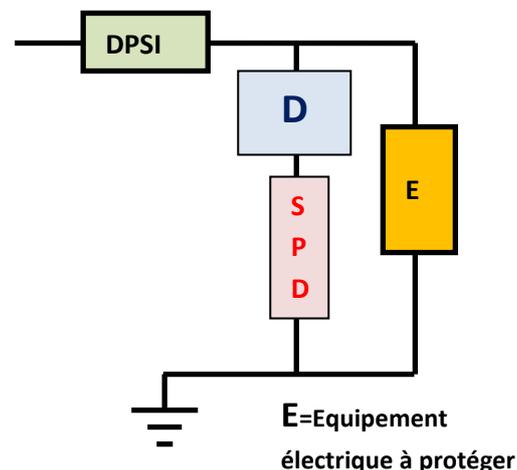
Courant assigné (en A)	0-80	80-...
Tenue au courant de choc (8/20) – parafoudre Type 2	En règle générale, les disjoncteurs présentent une tenue bien plus importante que les fusibles (2 fois plus élevée)	En règle générale, les disjoncteurs présentent une tenue plus importante que les fusibles (30 % à 50 % de plus)
Tenue au courant de foudre (10/350) – parafoudre Type 1	Aucune véritable déclaration n'est possible, ceci n'étant pas lié au courant assigné des disjoncteurs, mais dans une plus large mesure à leur technologie. La tenue au courant de foudre peut être inférieure ou supérieure à celle des fusibles	

Nota : Certains disjoncteurs ont une tenue au courant de foudre déclarée, auquel cas le tableau ci-dessus ne s'applique pas.

c) Calibre et positionnement du déconnecteur par rapport à l'installation électrique

Le calibre du déconnecteur est parfois plus élevé que celui du Dispositif de protection contre les surintensités de l'installation (appelé ici DPSI).

Nota : dans certaines installations le DPSI peut être l'AGCP (Appareil Général de Commande et de Protection) en tête d'installation. Ceci est d'autant plus probable que le parafoudre est de Type 1 lequel nécessite un déconnecteur de calibre élevé pour garantir la tenue au courant de foudre attendu. Cette situation se présente lorsque le parafoudre assure l'équipotentialité d'une ligne qui pénètre dans un bâtiment (en présence d'un Système de Protection Foudre par exemple).



Le déconnecteur doit être celui requis dans la notice d'installation du parafoudre. Quand le déconnecteur a un calibre plus élevé que celui du DPSI placé en amont, il peut être remplacé par un autre de calibre plus petit que celui utilisé lors des essais de qualification. Ceci est possible à condition que le constructeur l'ait prévu et que ce soit clairement autorisé dans la notice d'installation du parafoudre (généralement c'est indiqué par la notion d'un calibre maximal, présupposant que tout calibre plus petit protégera efficacement le parafoudre dès lors qu'il a le bon pouvoir de coupure). Le déconnecteur D peut être également omis si le DPSI est déclaré comme déconnecteur pouvant être associé avec le parafoudre d'après la notice du constructeur. Par contre, ceci peut avoir des conséquences sur la protection foudre et sur la continuité de service.

Plusieurs configurations d'installation peuvent se présenter. Il convient de détailler les cas ci-dessous :

d) Divers cas possibles

CAS 1 : Parafoudre et son déconnecteur recommandés installés en amont du DPSI
 (cas très rarement réalisable)

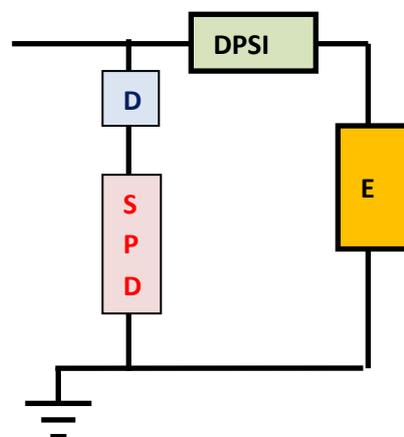
Le parafoudre et le déconnecteur recommandés par le constructeur sont installés en amont du DPSI de l'installation. Dès lors, la tenue du parafoudre et de son déconnecteur, pour les caractéristiques liées à la foudre, est bien celle attendue. Le parafoudre protège l'installation y compris le DPSI. C'est la situation idéale vis-à-vis de la protection contre la foudre.

Il convient toutefois de noter que cette installation peut ne pas être autorisée dans certains installations

En outre, en cas de défaut du parafoudre le courant de défaut à la terre peut être coupé par D en un temps plus long qu'autorisé (ceci dépend du point d'installation et du schéma de liaison à la terre) et ceci peut conduire à des situations dangereuses vis-à-vis des contacts indirects. Les conséquences d'un défaut du parafoudre doivent donc être analysées et le parafoudre choisi en conséquence (se reporter aux normes en vigueur).

Le couple parafoudre-déconnecteur doit garantir la sécurité électrique de l'installation et des personnes vis-à-vis de défauts à la terre et des courts-circuits. Ce cas n'est possible que lorsque les conditions suivantes sont remplies :

- Le parafoudre de Type 1 doit avoir une tenue minimale au courant de foudre affichée de $I_{imp} = 12,5 \text{ kA}$ (forme onde 10/350 μs) en présence de paratonnerre.
 Nota : dans cette note, le courant de foudre calculé $I_{imp \text{ calc}}^1$ est la valeur à prendre en compte pour la tenue du déconnecteur et pas forcément le I_{imp} de la plaque signalétique du parafoudre qui peut être plus grand.
- Le choix du déconnecteur doit être fait en respectant les règles habituelles d'installation de la norme NF C 15-100.
- Le parafoudre doit être conforme à la NF EN 61643-11 et déclaré par le constructeur comme étant utilisable en amont du DPSI.
- Le parafoudre et son déconnecteur doit tenir les contraintes de court-circuit du point d'installation, ce qui implique que le déconnecteur est compatible avec le courant de court-circuit présumé (I_p) de l'installation.
- L'ensemble parafoudre et déconnecteur ne doit pas présenter de courant de fuite à la terre et doit garantir une fin de vie en circuit ouvert vis-à-vis de la terre (tous câbles actifs confondus). Ce fonctionnement doit être déclaré par le constructeur.



Efficacité de la protection	Sécurité électrique	Continuité de service en cas de choc de foudre	Continuité de service en cas de défaut du parafoudre
OUI	OUI	OUI	OUI

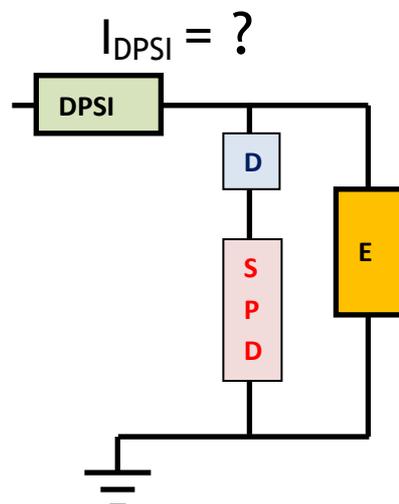
¹ Le courant I_{imp} calculé lors de l'étude technique est appelé $I_{imp \text{ calc}}$ dans cette note.

CAS 2 : Parafoudre et son déconnecteur recommandés installés en aval du DPSI (Tenue du DPSI au courant de foudre non connue)

(cas le plus fréquent car on ne connaît que très rarement la tenue du DPSI au courant de foudre. La tenue au courant de foudre du DPSI ne fait pas partie des exigences des DPSI en général)

Le parafoudre et le déconnecteur recommandés par le constructeur sont installés en aval du DPSI de l'installation. Mais la tenue du DPSI au courant de foudre n'est pas connue. La tenue de l'installation peut être alors limitée par la tenue de ce DPSI (tenue appelée ici I_{DPSI}).

Il est possible que la tenue au courant de foudre du DPSI soit plus faible que celle requise par le cahier des charges et/ou l'Etude Technique. Dans ce cas, la tenue aux caractéristiques attendues de la foudre de l'installation n'est plus celle attendue. Il faut tout de même noter que la protection contre les surtensions sera effective même s'il y a un risque de perte de l'alimentation électrique. Ce constat doit être rapporté à l'utilisateur par l'installateur. L'utilisateur pourra se rapprocher du bureau d'étude pour analyser le risque encouru.



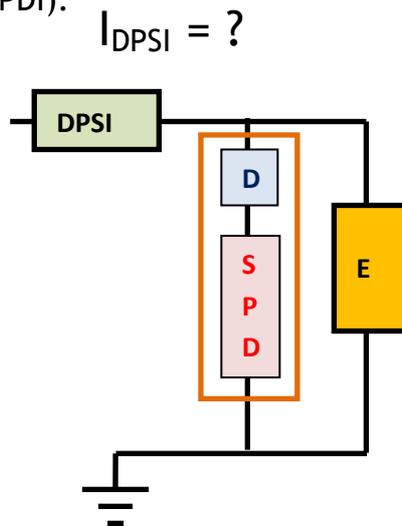
Efficacité de la protection	Sécurité électrique	Continuité de service en cas de choc de foudre	Continuité de service en cas de défaut du parafoudre
OUI	OUI - en général sauf si le DPSI est détruit de façon dangereuse	ON NE SAIT PAS - ceci dépend de la tenue du DPSI au courant de foudre qui est inconnue	OUI si le DPSI et le déconnecteur D du parafoudre sont coordonnés électriquement NON sinon

CAS 3 : Parafoudre avec déconnecteur intégré (SPDI).

Le parafoudre et son déconnecteur intégré (SPDI) sont installés en aval du DPSI de l'installation.

Mais la tenue du DPSI au courant de foudre n'est pas connue. La tenue de l'installation peut être alors limitée par la tenue de ce DPSI (tenue appelée ici I_{DPSI}).

Il est possible que la tenue au courant de foudre du DPSI soit plus faible que celle requise par le cahier des charges et/ou l'Etude Technique. Dans ce cas, la tenue aux caractéristiques attendues de la foudre de l'installation n'est plus celle attendue. Il faut tout de même noter que la protection contre la surtension sera effective même s'il y a un risque de perte de l'alimentation électrique. Ce constat doit être rapporté à l'utilisateur par l'installateur. L'utilisateur pourra se rapprocher du bureau d'étude pour analyser le risque encouru.



Efficacité de la protection	Sécurité électrique	Continuité de service en cas de choc de foudre	Continuité de service en cas de défaut du parafoudre
OUI	OUI en général - sauf si DPSI est détruit de façon dangereuse	ON NE SAIT PAS - ceci dépend de la tenue du DPSI au courant de foudre qui est inconnue	OUI si le DPSI et le déconnecteur D interne du parafoudre sont coordonnés électriquement NON sinon

II. Information destinée à l'utilisateur

Pour les installations sensibles (exemples : INB, INBS, ICPE) et plus généralement lorsque la protection contre la foudre a un caractère obligatoire (réglementaire), il est indispensable que le dossier d'exécution (ou DOE dossier d'ouvrage exécuté) produit par l'installateur indique clairement l'état de la protection vis-à-vis des trois critères ci-dessous :

- ✓ L'efficacité de la protection (continuité de protection),
- ✓ la sécurité électrique
- ✓ la continuité de service.

De plus, le client final (exploitant, utilisateur) doit être informé lorsque la protection mise en place n'offre pas l'efficacité définie dans les études (ARF, ET).