

On considère en général la distance de séparation avec des éléments métalliques à proximité de la descente à l'extérieur du bâtiment en toiture (aérotherme, skydôme) ou en façade (éclairages extérieurs) mais cette distance de séparation peut s'appliquer par rapport à des éléments internes à la structure lorsque les matériaux de construction ne peuvent être considérés comme un écran métallique. C'est notamment le cas des constructions traditionnelles (ex : charpente bois + tuiles terre cuite, maçonnerie parpaing ou pierres). Dans ce cas il convient de se préoccuper des équipements électriques et structures métalliques internes au bâtiment situé derrière la paroi où est fixée la descente.

Une éventuelle liaison équipotentielle entre une descente de paratonnerre et des éléments internes du bâtiment est évidemment peu souhaitable.

Contexte normatif

Le calcul de distance de séparation permet d'établir un critère pour choisir de réaliser l'éventuelle liaison équipotentielle nécessaire pour éviter les étincelles.

Des formules du même type apparaissaient dans les anciennes normes en vigueur en France (NFC17-102 :1995 et NFC17-100 :1997) mais le critère correspondant était appelé distance de sécurité. Le principe est resté le même dans les normes en vigueur (NF EN 62305-3 et NFC17-102 :2011) actuellement mais certains coefficients ont des valeurs différentes.

On calcule une distance de séparation en un point particulier en fonction de coefficients reliés à des caractéristiques de l'installation paratonnerre puis on compare cette distance à l'écartement physique entre les éléments du système de protection foudre (descentes et pointes notamment).

- Si la distance de séparation est inférieure à la distance physique, il n'y a pas de risque d'amorçage.
- Si la distance de séparation est supérieure à la distance physique, il y a risque d'amorçage et il convient de prendre les mesures nécessaires pour le réduire. Ces mesures peuvent être un éloignement du conducteur de descente ou de l'élément du bâtiment, un ajout de liaisons équipotentielle de foudre directe ou via un éclateur voire l'utilisation de conducteurs de descente isolés.

Le principe du calcul de la distance de séparation est le suivant ;

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} I \quad (\text{m}) \quad (3)$$

avec

- k_i dépend du niveau de protection choisi (voir Tableau 3) ;
- k_m dépend du matériau d'isolation électrique (voir Tableau 4) ;
- k_c dépend du courant de foudre qui s'écoule dans les conducteurs de descente et de terre ;
- I est la longueur, en mètres, le long des dispositifs de capture et des conducteurs de descente entre le point où la distance de séparation est prise en considération et le point de la liaison équipotentielle la plus proche.

NOTE La longueur I le long du dispositif de capture peut être ignorée pour les structures à toiture métallique continue agissant comme dispositif de capture naturel.

Le premier coefficient k_i peut prendre trois valeurs différentes en fonction du niveau de protection :

Tableau 3 – Valeurs du coefficient k_i

Niveau de protection	k_i
I	0,08
II	0,06
III et IV	0,04

Le second coefficient k_m dépend du matériau d'isolation électrique, la conséquence directe et le doublement de la distance de séparation lorsque l'on considère celle-ci à travers des matériaux de construction.

Matériau	k_m
Air	1
Béton, briques	0,5

NOTE 1 Si plusieurs matériaux isolants sont en série, une bonne pratique est de choisir la valeur la plus faible de k_m .

NOTE 2 L'utilisation d'autres matériaux isolants est à l'étude.

Le troisième coefficient k_c est celui relatif au partage des courants. Il est influencé par le nombre de descentes raccordées au paratonnerre ainsi que par le type et la valeur des prises de terre raccordées à ces descentes.

Nombre de conducteurs de descente n	k_c	
	Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B
1	1	1
2	0,75 c)	1 ... 0,5 a)
3	0,60 b,c)	1 ... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)
4 et plus	0,41 b,c)	1 ... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)

a) Voir l'Annexe E

b) Si les conducteurs de descente sont connectés horizontalement par un ceinturage, la distribution de courant est plus homogène dans la partie inférieure et k_c est réduit. Cela est particulièrement applicable aux structures élevées.

c) Ces valeurs sont valables pour de simples électrodes présentant des valeurs comparables de résistance. Si ces résistances sont très différentes, il est pris $k_c = 1$.

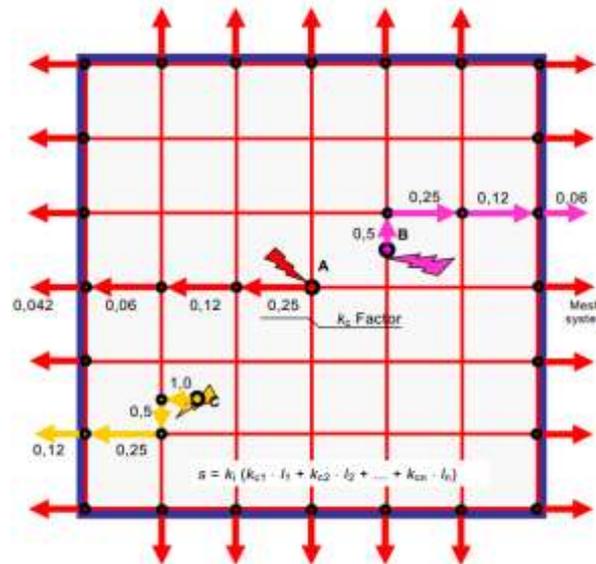
NOTE D'autres valeurs de k_c peuvent être utilisées si des calculs détaillés sont effectués.

Tableau 5 de NFC17-102 :2011

Enfin le coefficient « l » est la longueur de cheminement le long de la descente jusqu'à la terre paratonnerre.

NB : Dans le cas de la norme NFEN62305-3 pour application en cas d'utilisation de pointes simple ou de cage maillée les valeurs prescrites pour k_c diffèrent.

Le calcul du coefficient k_c peut être adapté au plus proche à la configuration du système de protection foudre au prix de calcul parfois long et difficile à représenter notamment pour prendre en compte tous les points d'impacts possibles et ce pour une différence sur le résultat pouvant se jouer à quelques centimètres.



Exemple de calcul de coefficient k_c pour une cage maillée.

Ainsi la distance de séparation est croissante au fur et à mesure que l'on se rapproche de la pointe ou des dispositifs de capture.

La figure 5 de NFC17-102 :2011 est la plus explicite sur ce point.

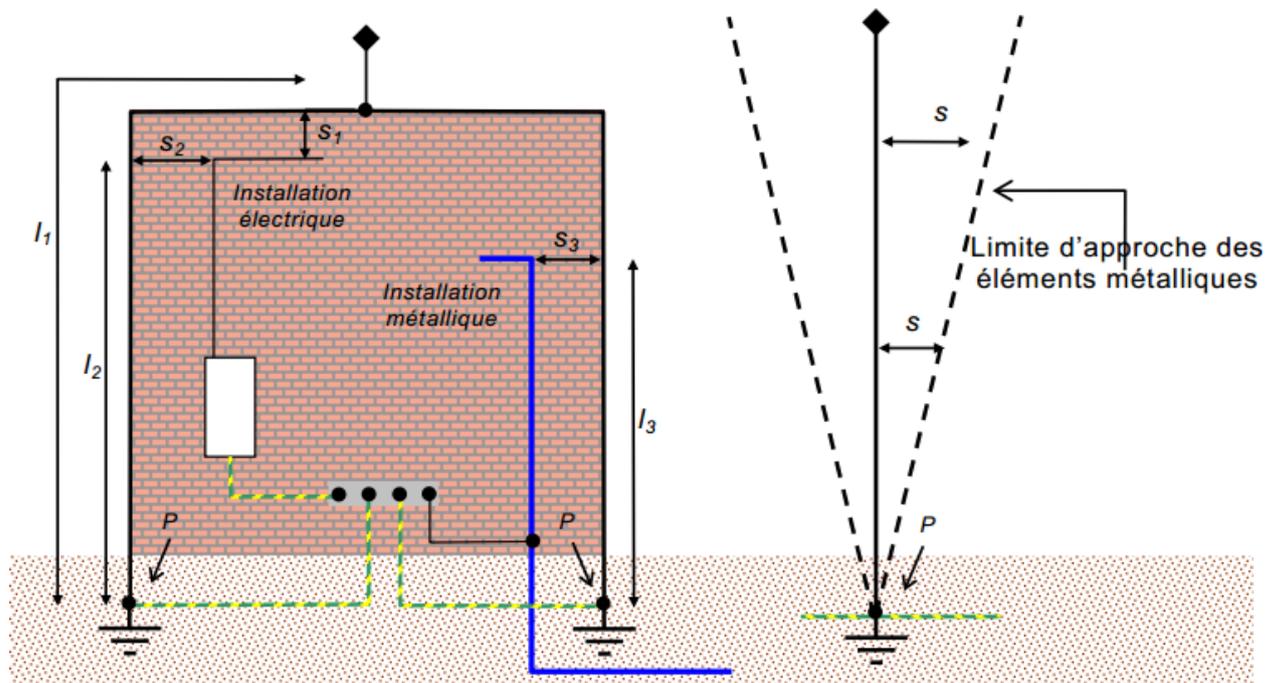
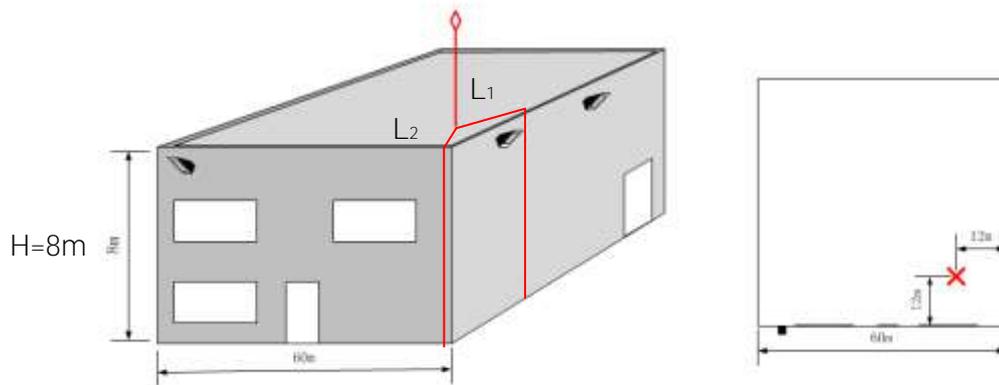


Figure 5 – Illustrations de la distance de séparation en fonction de la longueur considérée et augmentation de la différence de potentiel en fonction de la distance au point d'équipotentialité le plus proche (P)

Application numérique avec un PDA :



En considérant un PDA de niveau de protection IV, des prises de terre de type A de valeurs équivalentes, une longueur L_1 et L_2 de 16m la distance de séparation avec des éléments extérieurs à proximité des descentes sera de :

Au pied de la pointe : $s = 0.04 \times 0.75 \times 24 / 1 = 0.72\text{m}$

Au niveau de l'acrotère : $s = 0.04 \times 0.75 \times 8 / 1 = 0.24\text{m}$

Ainsi dans le cas présenté si la descente est installée à moins de 24cm de l'éclairage extérieur présent en façade la distance de séparation n'est pas respectée. Plusieurs solutions sont possibles :

- Eloigner la descente pour respecter la distance de séparation.
- Faire une liaison équipotentielle entre le châssis du luminaire et la descente et ajouter des parafoudres sur le circuit électrique concerné au plus près de la pénétration des câbles dans le bâtiment.
- Utiliser du câble isolé ayant des caractéristiques permettant de justifier d'une séparation équivalente

Une application possible du calcul de distance de séparation est la justification de l'absence de risque d'étincelle de contournement lorsque que la fixation de la descente nécessite de ne pas emprunter un chemin rectiligne (exemple : passage d'acrotères).

Dans ce cas la longueur à prendre en compte est la longueur le long du cheminement contournant l'obstacle.

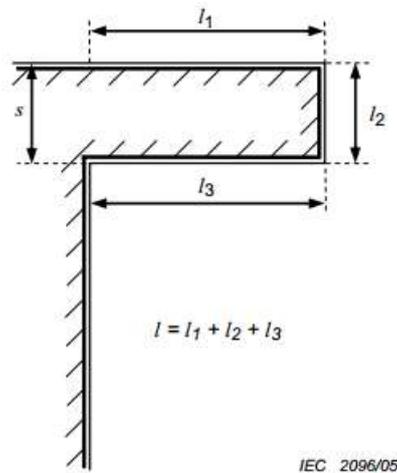


Figure 1 – Boucle d'un conducteur de descente

Une application au passage d'un acrotère pourrait être la suivante :

Passage d'un acrotère de 1m de haut avec mur d'épaisseur 30cm.

Longueur du cheminement entre les 2 points de référence : $1+1+0.3 = 2.3\text{m}$

Niveau de protection maxi IV => coefficient $K_i = 0.04$

Pas de prise en compte des éventuels partage de courant ($K_c = 1$).

Prise en compte du coefficient matière si acrotère béton non armé ($K_m = 0.5$)

La distance de séparation au niveau de référence est de 0.184m donc aucun risque d'amorcer à travers l'acrotère s'il fait plus de 20cm d'épaisseur.

L'interprétation d'ADEE electronic

Si la proximité d'une descente de paratonnerre avec des circuits électriques à l'intérieur du bâtiment au travers d'une paroi ne pouvant être considérée comme un écran provoque des surtensions induites une éventuelle liaison équipotentielle avec un chemin de câble provoquerait une circulation de courant dans l'installation qu'il est préférable d'éviter.

Le cas des parois de type bardage métallique, bac acier ou voiles en béton armé est parfois difficile à appréhender si un revêtement est présent (cas des toitures terrasses avec étanchéité).

Le calcul de distance de séparation proposé dans les textes normatifs permet de prendre une décision sur une base technique objective et permet de se justifier par la suite dans les situations où l'application de la norme est réglementée.

S'il est difficile parfois de faire ce calcul dans des cas complexes, il est possible d'utiliser les valeurs par défaut proposées par la norme pour le coefficient k_c quitte à obtenir une valeur par excès. A contrario, l'application d'un principe empirique du type « il faut raccorder à la descente tous les éléments métalliques situés à moins de 1m » peut parfois conduire à des situations risquées pour les équipements voire pour les personnes situées à l'intérieur de la structure.

En cas d'absence de connaissance du niveau de protection, on peut considérer un niveau I cela a pour conséquence de majorer la distance de séparation d'un rapport 2 au maximum. En cas

d'absence de connaissance du coefficient de partage des courants utilisé, on peut considérer une valeur de 1 cela a pour conséquence de majorer la distance de séparation d'un rapport 1.5 à 2 dans les cas habituels. Le cumul de ces 2 absences d'informations peut donc conduire à une surévaluation d'un rapport 3 ou 4 dans les cas courants.

La formule simplifiée $s = 0.08 \times I$ permet néanmoins de limiter les distances de séparation appliquées pour les petites structures.

Ainsi il est indispensable de connaître le principe et de savoir calculer ces distances de séparation car il est toujours préférable d'éviter de faire les liaisons équipotentielles entre une descente de paratonnerre et des éléments métalliques internes ou externes du bâtiment.