

1 Description.

Exercice extrait de l'avant-projet du BTS électrotechnique session 2009...

1.1 Présentation.

La topographie du réseau est la suivante :

Alimentation HT sur le site de l'usine. Schéma IT à neutre isolé. Parafoudre de type 1 pour lequel $I_k=40$ kA déjà installé dans le TGBT au niveau de l'usine, la société des sources de Soultzmatt est installée dans le Haut-Rhin (68),

Alimentation des puits à partir du TGBT en souterrain. Le puits L4 se trouve en zone montagneuse, sur un site exposé à la foudre, le matériel installé dans les puits (variateur, automate, instrumentation) est coûteux et sensible aux surtensions. Sa détérioration conduirait à une indisponibilité du puits L4 pouvant amener à une interruption partielle de la production de l'usine mais sans risque pour la sécurité des personnes.

2 Justification et choix d'un parafoudre :

2.1 Analyse du risque (selon UTE C15-443) :

Le guide UTE C15-443 donne une méthode d'analyse du risque. La première approche est strictement normative et indique quand un parafoudre est obligatoire.

Elle apparaît sur le « tableau 1 » du document ressource C51.

2.1.1 D'après ce tableau, un parafoudre est-il obligatoire ? On justifiera la réponse.

Même dans les cas où un parafoudre n'est pas obligatoire, la norme indique une méthode d'évaluation du risque intégrant également des critères économiques.

Dans notre cas, le surcoût dû à la mise en place de la protection foudre est estimé à 500 €. L'ordre de grandeur du coût des équipements en place est 10 000 €.

2.1.2 A partir de la méthode d'évaluation des risques présentée en document ressource C51, déterminer en justifiant la réponse si un parafoudre est peu utile, utile, ou obligatoire.

2.2 Choix du parafoudre :

On choisira un parafoudre fixe, avec un niveau de protection $U_p=1000$ V (document ressource C52 : pour le guide de choix, et page 14/14 pour les caractéristiques et références précises des parafoudres correspondants). Le parafoudre déjà installé dans le TGBT est le parafoudre de tête, et le parafoudre à choisir installé dans le puits est le parafoudre de protection fine.

Dans le premier tableau, $N_g=N_k$ (niveau kéraunique/10).

2.2.1 Donner la référence du parafoudre.

3 Annexes.

3.1 Documents ressource C51

3.1.1 Méthode d'évaluation du risque

Le niveau d'exposition aux surtensions de foudre F est évalué par la relation : $F=N_k(1,6+2L_{BT}+\delta)$ pour laquelle :

- N_k : niveau kéraunique local (voir carte page précédente)
- L_{BT} : longueur de la ligne aérienne quand elle existe, zéro sinon
- δ : coefficient selon tableau :

Situation de la ligne aérienne BT et du bâtiment	Complètement entouré de structures	Quelques structures à proximité	Terrain plat ou découvert	Site montagneux
δ	0	0,5	0,75	1

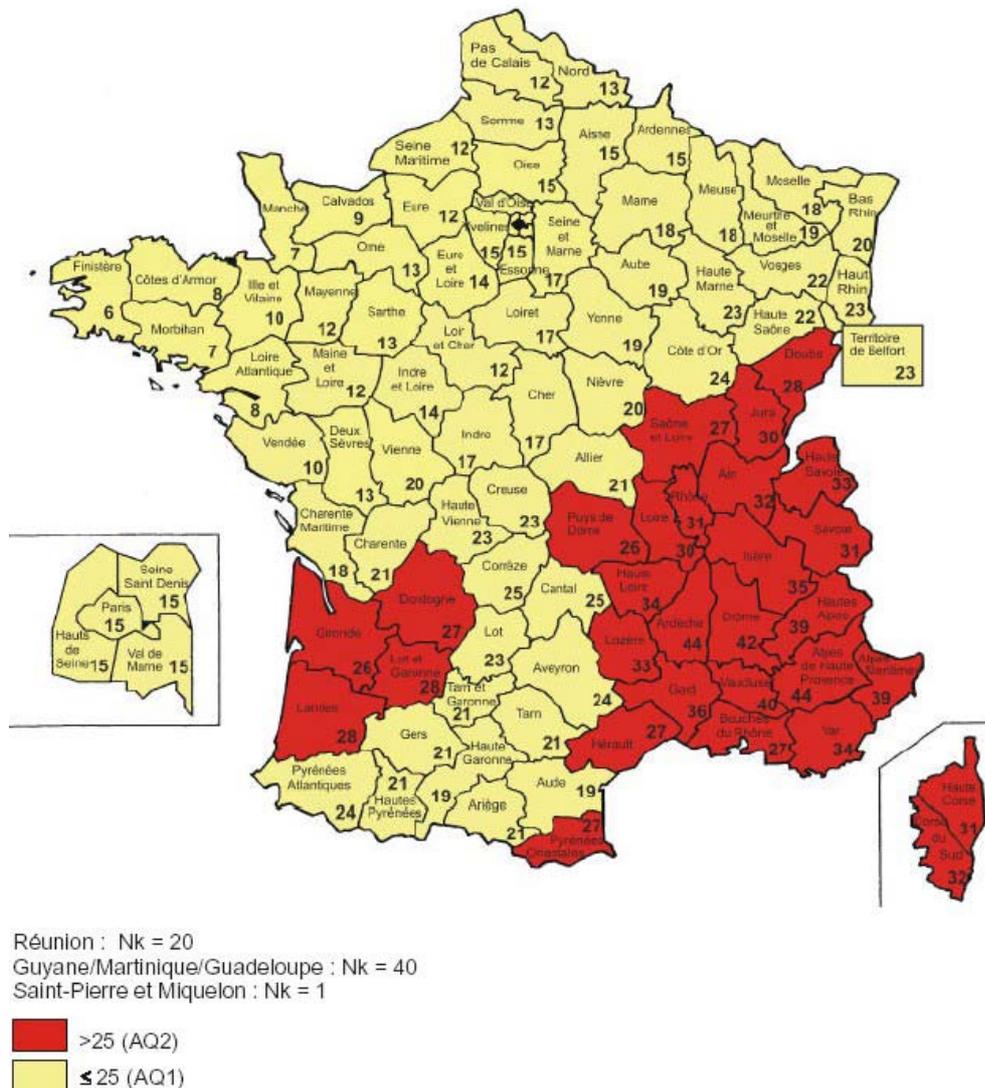
L'évaluation des conséquences des perturbations dénommée G est donnée par la relation : $G=M+I+P$ pour laquelle :

- M : prix du matériel : 1 pour un matériel de prix faible (équivalent au coût de la mise en place de la protection foudre), 2 pour un matériel de prix moyen (ordre de grandeur 5 fois la mise en place de la protection foudre), 3 pour un matériel de prix élevé (supérieur à 10 fois la mise en place de la protection foudre)
- I : coût de l'indisponibilité du matériel : 1 pour une indisponibilité sans incidence sur l'activité, 2 pour une indisponibilité entraînant une interruption partielle de l'activité, 3 pour une indisponibilité entraînant une interruption totale ou une conséquence économique inacceptable
- P : conséquences de l'indisponibilité du matériel sur la sécurité des personnes : 0 pour une indisponibilité sans incidence, 5 pour une indisponibilité avec incidence.

A partir des 2 estimations F et G , l'intérêt d'installer une protection peut être évalué comme indiqué dans le tableau :

	$F \leq 20$	$20 < F \leq 40$	$40 < F \leq 80$	$F > 80$
$G > 6$	Utile	Obligatoire	Obligatoire	Obligatoire
$G = 5$ ou 6	Utile	Utile	Obligatoire	Obligatoire
$G = 3$ ou 4	Peu utile	Utile	Utile	Obligatoire
$G \leq 2$	Peu utile	Peu utile	Peu utile	Utile

3.1.2 Niveaux kérauniques



3.1.3 Règles de protection (UTE C15-443) : tableau 1.

Caractéristiques et alimentation du bâtiment	Densité de foudroiement (N_g) Niveau kéraunique (N_k)	
	$N_g \leq 2,5$ $N_k \leq 25$ (AQ1)	$N_g > 2,5$ $N_k > 25$ (AQ2)
Bâtiment équipé d'un paratonnerre	Obligatoire ⁽²⁾	Obligatoire ⁽²⁾
Alimentation BT par une ligne entièrement ou partiellement aérienne ⁽³⁾	Non obligatoire ⁽⁴⁾	Obligatoire ⁽⁵⁾
Alimentation BT par une ligne entièrement souterraine	Non obligatoire ⁽⁴⁾	Non obligatoire ⁽⁴⁾
L'indisponibilité de l'installation et/ou des matériels concerne la sécurité des personnes ⁽¹⁾	Selon analyse du risque	Obligatoire

3.2 Document ressource C52

3.2.1 Choix d'un parafoudre.

Installation du parafoudre dans un bâtiment sans paratonnerre

résidentiel						
situation géographique	urbain			rural		
densité de foudroiement (N_g)	$\leq 0,5$	$0,5 < N_g < 1,6$	$\geq 1,6$	$\leq 0,5$	$0,5 < N_g < 1,6$	$\geq 1,6$
I_{max} (kA) protection de tête	15 (1)	15	15	15	30-40	65
I_{max} (kA) protection fine si : U_p trop élevé et/ou d \geq à 30 m					8	8

tertiaire/industriel (3)						
continuité de service de l'exploitation	pas nécessaire		partielle		obligatoire	
conséquence (économique) d'un coup de foudre sur les équipements à protéger	faible		élevée		très élevée	
densité de foudroiement (N_g)	$\leq 0,5$	$0,5 < N_g < 1,6$	$\geq 1,6$	$\leq 0,5$	$0,5 < N_g < 1,6$	$\geq 1,6$
I_{max} (kA) protection de tête	15	15	30-40	15	30-40	65
I_{max} (kA) protection fine si : U_p trop élevé et/ou $d \geq$ à 30 m			8		8	8

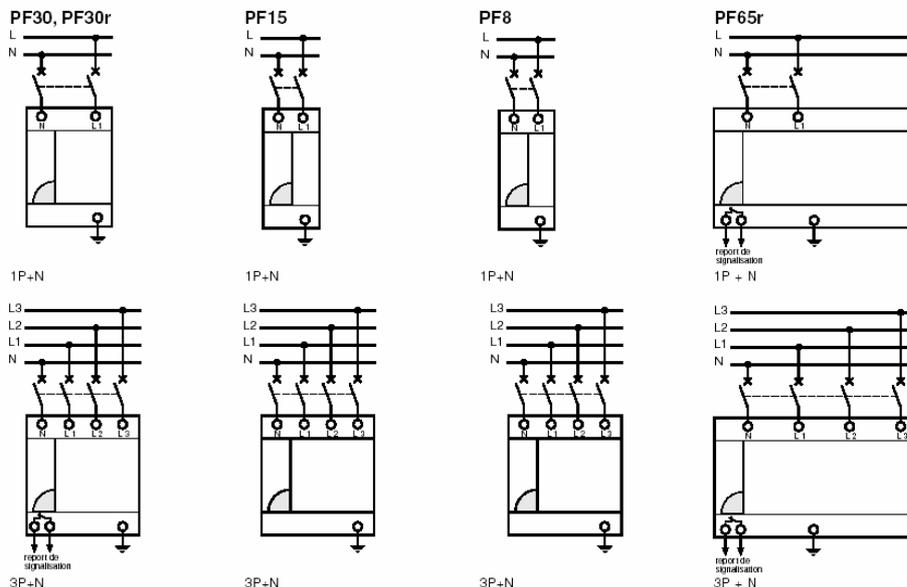
- (1) Conseillé.
- (2) d = distance entre parafoudre de tête et récepteurs de tête.
- (3) En secteur tertiaire/industriel le coût des équipements à protéger étant plus élevé, le préjudice lié à la foudre est plus important.

Choix en fonction des schémas des liaisons à la terre

schémas des liaisons à la terre	TT	TN-S	TN-C	IT neutre distribué	IT neutre non distribué
parafoudres débrochables					
PRD	MC (1) $U_c = 440$ V		1P 3P		3P
	MC (1) MD (2) $U_c = 440/275$ V	1P+N 3P+N	1P+N 3P+N	1P+N 3P+N	
parafoudres fixes					
PF 30-65 kA	MC (1) $U_c = 440$ V	1P+N 3P+N	1P+N 3P+N	1P+N 3P+N	
PF 8-15 kA	MC (1) MD (2) $U_c = 440/275$ V	1P+N 3P+N	1P+N 3P+N	1P+N 3P+N	
PE	MC (1) $U_c = 440$ V		1P 3 x 1P		3 x 1P

- (1) La protection en mode commun (MC) correspond à la protection des récepteurs entre phase-terre et neutre-terre.
- (2) La protection en mode différentiel (MD) correspond à la protection des récepteurs entre phase-neutre.
- Tous les parafoudres monophasés et triphasés de la gamme PRD ainsi que les PF8 et PF15 intègrent le mode commun et le mode différentiel.
- Leur installation est particulièrement adaptée aux schémas de liaison TT et TN-S.

3.2.2 Brochages.



3.2.3 Parafoudre pour réseau basse tension 400 V.

Parafoudre pour réseaux Basse Tension (230/400 V)



Parafoudres débrochables

protection de tête	de tête	fine	nombre de pôles	niveau de protection à In Up (V)	courant nominal de charge In (kA) (onde 8/20)	courant maximal de décharge I _{max} (kA) (onde 8/20)	schéma de liaison à la terre	réf.
PRD65r (1)	1P		1P	2000	20	65	TN-C	16555
	1P+N		1P+N	1200	20	65	TT, TN-S, IT neutre distribué	16557
	3P		3P	2000	20	65	TN-C, IT neutre non distribué	16558
PRD40r (1)	1P		3P+N	1200	20	65	TT, TN-S, IT neutre distribué	16559
	1P+N		1P	1800	15	40	TN-C	16560
	3P		1P+N	1200	15	40	TT, TN-S, IT neutre distribué	16562
PRD40	1P		3P	1800	15	40	TN-C, IT neutre non distribué	16563
	1P+N		3P+N	1200	15	40	TT, TN-S, IT neutre distribué	16564
	3P		1P	1800	15	40	TN-C	16565
PRD15	1P		1P+N	1200	15	40	TT, TN-S, IT neutre distribué	16567
	1P+N		3P	1800	15	40	TN-C, IT neutre non distribué	16568
	3P		3P+N	1200	15	40	TT, TN-S, IT neutre distribué	16569
PRD8	1P		1P	1800	5	15	TN-C	16570
	1P+N		1P+N	1200	5	15	TT, TN-S, IT neutre distribué	16572
	3P		3P	1800	5	15	TN-C, IT neutre non distribué	16573
	1P		3P+N	1200	5	15	TT, TN-S, IT neutre distribué	16574
	1P+N		1P	1800	2	8	TN-C	16575
	3P		1P+N	1200	2	8	TT, TN-S, IT neutre distribué	16577
	1P		3P	1800	2	8	TN-C, IT neutre non distribué	16578
	1P+N		3P+N	1200	2	8	TT, TN-S, IT neutre distribué	16579

Parafoudres fixes

protection de tête	de tête	fine	nombre de pôles	niveau de protection de In Up (V)	courant nominal de charge In (kA) (onde 8/20)	courant maximal de décharge I _{max} (kA) (onde 8/20)	schéma de liaison à la terre	réf.
PF65r (1)	1P+N		1P+N	2000	20	65	TT, TN-S, IT neutre distribué	15684
	3P+N		3P+N	2000	20	65	TT, TN-S, IT neutre distribué	15685
PF30r (1)	1P+N		1P+N	1800	10	30	TT, TN-S, IT neutre distribué	15689
	3P+N		3P+N	1800	10	30	TT, TN-S, IT neutre distribué	15690
PF30	1P+N		1P+N	1800	10	30	TT, TN-S, IT neutre distribué	15687
	3P+N		3P+N	1800	10	30	TT, TN-S, IT neutre distribué	15688
PF15	1P+N		1P+N	1800	5	15	TT, TN-S, IT neutre distribué	15692
	1000		1P+N	1000	2	8	TT, TN-S, IT neutre distribué	15692
	1800		3P+N	1800	5	15	TT, TN-S, IT neutre distribué	15693
	1000		3P+N	1000	2	8	TT, TN-S, IT neutre distribué	15693
PF8	1P+N		1P+N	1500	2	8	TT, TN-S, IT neutre distribué	15695
	1500		3P+N	1500	2	8	TT, TN-S, IT neutre distribué	15696
	1000		3P+N	1000	2	8	TT, TN-S, IT neutre distribué	15696
PE65	1P		1P	2000	20	65	TN-C, IT neutre non distribué	15683
PE40	1P		1P	1800	10	40	TN-C, IT neutre non distribué	15686
PE15	1P		1P	1800	5	15	TN-C, IT neutre non distribué	15691
PE8	1P		1P	1500	2	8	TN-C, IT neutre non distribué	15694

Conforme : NF C 61740.95 et CEI 61643-11 class 2 test.
(1) Parafoudres avec report de signalisation.



Multipolaires



Unipolaires

Choix du disjoncteur de déconnexion

Le dispositif de déconnexion est indispensable (NF C 15100 sections 443 et 534 et guide UTE - 15443).

Le dispositif de déconnexion choisi est un disjoncteur car il répond totalement à l'essai de fonctionnement du courant nominal sous onde 8/20 de la norme NF C 61740/95. Il a été défini :

■ pour s'ouvrir si l'énergie de surtension a détruit le parafoudre (signalant ainsi la fin de vie du parafoudre)

■ pour supporter les énergies rencontrées lors de phénomènes de foudre.

Le choix se fait en fonction de l'I_{cc} de l'installation au point où le disjoncteur est installé.

courant maximum de décharge des parafoudres	disjoncteur de déconnexion		
	calibre	courbe	gamme
8-15-30-40 kA	20 A	C	C60
65 kA	50 A	C	C60-C120