



**FRANCE<sup>®</sup>**  
**PAR TONNERRES**

LA RÉFÉRENCE



# IONIFLASH **MACH<sup>®</sup>** NG

Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage

 Brevet international, technologie et fabrication françaises



## 40 années d'expérience pour vous conseiller

dans vos projets de prévention et de protection contre la foudre et les dommages électriques.



### LA QUALITE DU CONTACT ET LA REACTIVITE D'UNE EQUIPE A VOTRE ECOUTE

- Un service d'assistance technique dédiée aux clients
- Des réponses fiables et réactives sous 24 à 48 heures
- Expédition des produits dans un délai de 24 à 48 heures

### UNE ENTREPRISE ECO-RESPONSABLE

- Résultats : d'empreinte carbone

PÉRIMÈTRE	Résultats IONIFLASH MACH (T eq CO <sub>2</sub> )	Résultats IONIFLASH MACH + accessoires (T eq CO <sub>2</sub> )
Restreint	99,2	115,2
Cycle de vie	93,6	109,6
Global	151,2	167,2

- Résultats par paratonnerre

PÉRIMÈTRE	Résultats IONIFLASH MACH (kg eq CO <sub>2</sub> /unité)	Résultats IONIFLASH MACH + accessoires (kg eq CO <sub>2</sub> /unité)
Restreint	33	38
Cycle de vie	31	37
Global	50	58

Données collectées dans le cadre du Bilan Carbone 2008/2009 de France Paratonnerres

# PARATONNERRES A DISPOSITIF



MACH NG15



MACH NG25

## LA FIABILITE DU IONIFLASH MACH<sup>®</sup> NG

### Cinq solutions adaptées à tous vos projets

- Efficacité supérieure démontrée (résultats Laboratoires H.T. sur demande)
- Double sécurité grâce aux deux éclateurs dimensionnés pour avoir une plage de fonctionnement adapté au spectre fréquentiel de la foudre (0 à 10 MHz)
- Continuité électrique et physique de la pointe du IONIFLASH jusqu'à la terre
- Dispositif fiable et autonome, même en conditions climatiques extrêmes
- Outils d'appui à l'étude et d'installation (logiciel IONEXPERT 4000®, Dispositifs de tests opérationnels IONICHECK®, compteur d'impulsions IONICOUNT®)
- **Garantie 10 ans, Durée de vie 35 ans : INOX 316 L, carénage protecteur**
- Empreinte carbone la plus faible 33kg eq. CO<sub>2</sub>/unité
- Testé conformément aux normes NFC 17-102 ed. 2011, EN 50164-1, IEC 60060-1, UNE 21186, fabrication conforme à la norme ISO 9001-2015

Fonctionnement du IONIFLASH MACH<sup>®</sup> voir Fiche technique

# D'AMORÇAGE IONIFLASH MACH® NG



MACH NG30

MACH NG45

MACH NG60

## France Paratonnerres est mondialement reconnue pour son expertise,

et la qualité de ses produits depuis plus de 40 ans. Inventeur et producteur d'une technologie de dernière génération :

Le Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage IONIFLASH MACH® NG.

### POLE RECHERCHE

- Recherche appliquée
- Tests in situ
- Expertise d'incidents

### BUREAU D'ETUDE

- Analyses de risque foudre
- Etudes Techniques
- Vérifications d'installations
- Formations (Agréées Gouvernement)

### POLE DEVELOPPEMENT

- Membre des Comités de normalisation (AFNOR-UTE / CENELEC / CEI)
- Acteur dans le monde de la recherche scientifique
- Conférences Internationales, workshops, revues
- Partenariats Laboratoires

### SERVICE PRODUCTION/TECHNIQUE

- Etudes et Productions de solutions spécifiques adaptées aux problèmes complexes
- Dépose, démantèlement, entreposage de paratonnerres radioactifs, autorisation ASN

### DEPARTEMENT COMMERCIAL

- Equipe Trilingue
- Rigueur, fiabilité de service
- Réactivité

### QUALITE

- ISO 9001
- Qualifoudre

### PRESENCE INTERNATIONALE

- Dans plus de **70** pays

# NOS REFERENCES

## 40 ANNÉES D'EXPÉRIENCE : DES RÉFÉRENCES PRESTIGIEUSES

Plus de 20 000 sites protégés, dont par exemple :



Cathédrale Notre Dame - Paris - France



Centrale photovoltaïque - France



Aéroport d'Amman - Jordanie



Pas de tir fusée Ariane 5 - Kourou - Guyane



La Cité Interdite - Pékin - Chine



Navire câblier - Atlantique

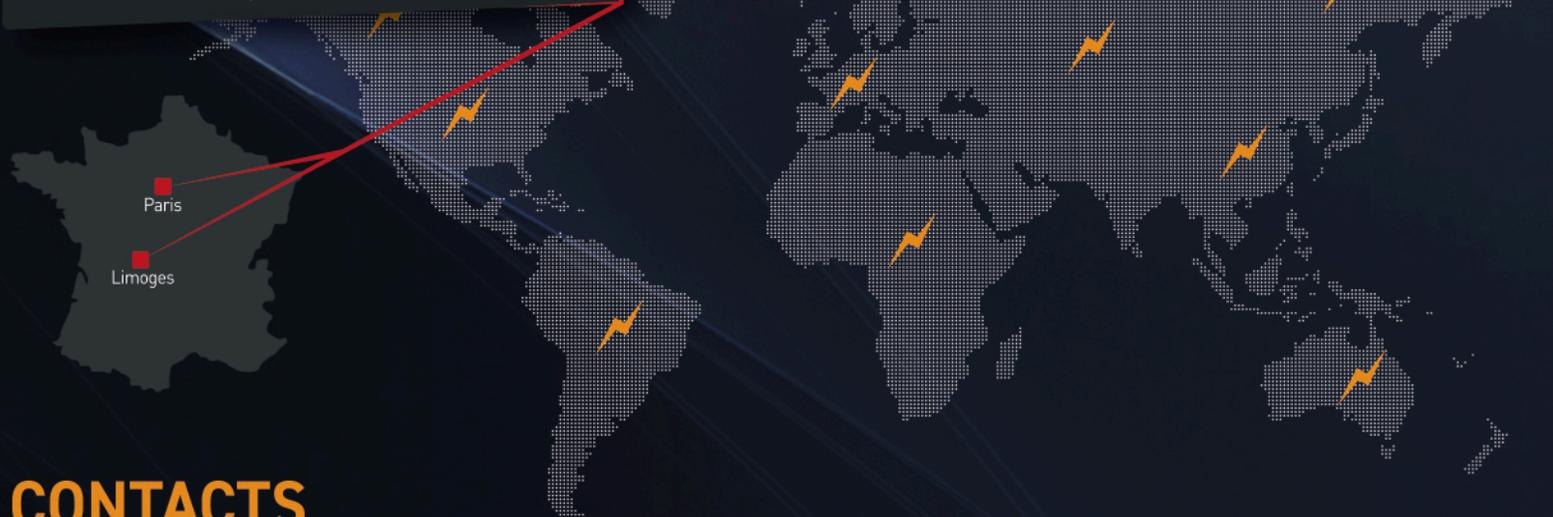
# FRANCE PARATONNERRES PARTOUT DANS LE MONDE

## SITUATION GEOGRAPHIQUE



France Paratonnerres est située à Limoges (87),  
à 1 H de Paris en avion, à 3 H de Paris en train.

France Paratonnerres dispose d'un Bureau d'Études de Recherche et Développement et consacre un budget significatif pour l'innovation, au travers de partenariats étroits noués avec des laboratoires scientifiques et des centres de recherche.



## CONTACTS

Parc Ester Technopole  
9, rue Columbia  
87068 LIMOGES  
FRANCE  
T. +33 (0) 555 575 253



[contact@france-paratonnerres.com](mailto:contact@france-paratonnerres.com)  
[www.france-paratonnerres.com](http://www.france-paratonnerres.com)

## DISTRIBUTEUR

## LA Foudre : PHENOMENE NATUREL

La foudre est un phénomène naturel, qui se manifeste de manière violente et imprévisible avec une récurrence accrue dans certaines régions du globe. Elle contribue à l'équilibre électrique de la planète.



## LES CONSEQUENCES

Outre les nombreux accidents mortels, la foudre engendre des milliards d'euros de pertes pour l'économie des pays.



## LA SOLUTION

Le IONIFLASH : Les efforts en R&D de France Paratonnerres ont permis de développer et d'améliorer les performances de sa technologie par la mise au point du IONIFLASH MACH®. (Brevet déposé)

# PREMIERE TECHNOLOGIE MONDIALE A OPTIMISATION SPHERIQUE BREVETEE



Le IONIFLASH MACH® est le premier P.D.A. de l'histoire de la protection contre la foudre, qui transpose les derniers résultats de recherche et essais en conditions réelles de foudre. De longs travaux de recherche [1] ont mis en évidence la supériorité de comportement d'une pointe arrondie, comparée à une pointe effilée, positionnées dans les mêmes conditions, en laboratoire [2] et en conditions réelles de foudre [3,4] :

La pointe arrondie démontre une efficacité très supérieure.

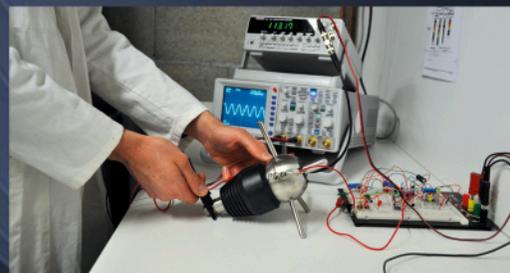
Grâce à la conception du IONIFLASH MACH®, la concentration et la maîtrise des lignes de champ au sommet du paratonnerre vont considérablement amplifier et réguler [2] l'ionisation, facteur déclenchant de la propagation du leader ascendant.

Le processus d'attachement du leader ascendant, avec le traceur descendant de la foudre s'en trouve intensifié, synchroniquement alimenté par l'éclateur principal, et l'éclateur auxiliaire.

L'extrémité du IONIFLASH MACH® en ellipsoïde de révolution, et la conception de ses éclateurs, fonctionnant en conditions climatiques extrêmes, démontrent [4,5] le caractère précurseur, et régulier de propagation du traceur leader ascendant du IONIFLASH MACH®, connectant et assurant la capture du traceur descendant jusqu'à la terre.

En effet, pour un niveau de champ électromagnétique donné, les pointes effilées produisent trop de charges par rapport aux pointes arron-

dies. Cet excédent agglutiné en un plasma, va alors contribuer à masquer la pointe effilée des effets du traceur descendant, et réduire très fortement le processus d'attachement et la capture du traceur descendant. Ainsi est démontrée la supériorité de l'extrémité sphérique du IONIFLASH MACH®.



- [1] Brevets Internationaux France Paratonnerres (1987, 2009)
- [2] Center National of Research Laboratory – Tests under new standard NFC 17-102 2011. (M.Troutat)
- [3] Institute of Mining and Technology New Mexique C.B. Moore, William Rison, James Mathis and Graydon Aulich "Lightning rod Improvement studies"
- [4] France TELECOM – Essais en conditions réelles sur Pylone hertzien de 70 m Alt. 819 m. "Contribution au débat sur les paratonnerres ionisants" (Ing. M.Damour)
- [5] SAS France Paratonnerres – In situ tests of IONIFLASH at SUPERBESSE – (A.Mottin)

### Contribution au débat sur l'efficacité des paratonnerres ionisants

Michel DAMOUR  
Centre de construction des lignes de Guines  
France Télécom

*Un nouveau type de paratonnerre ionisant, activé par la montée en tension de l'atmosphère, a été essayé pendant un an, en concurrence avec un paratonnerre à tige effilée de type classique. Après un rappel des principes de la protection par paratonnerre, l'article décrit le matériel en cause et donne les résultats des essais effectués ainsi que les conclusions que l'on peut en tirer.*

Les paratonnerres constituent la protection classique contre les coups de foudre directs, ou les canalisant en dehors des équipements à protéger, à condition que les avaries occasionnées de foudre soient correctement soignées par des prises de terre adaptées [1], [2]. D'où l'idée d'améliorer leur efficacité.

Le décharge ascendante, dite « de capture », joue un rôle non négligeable dans le mécanisme d'impact de la foudre. D'où les efforts actuels en vue de rechercher dans quelles conditions le déclenchement de cette décharge ascendante pour être « soignée » afin d'améliorer la protection par paratonnerre.

La plupart des travaux ont consisté à proposer des pointes ou se forme un « anneau initial » artificiellement déclenché. Le but de cet article est de présenter un tel dispositif, expérimenté pendant un an sur une tour hertzienne de France Télécom.

**Approche de la protection par paratonnerre**

Si l'on ne dispose d'aucun système de protection, le point d'impact n'est pas maîtrisé et les objets considérables sont susceptibles de se produire.

**Le modèle « électrostatique »**

Il s'agit pour but la pondération des points d'impacts les plus probables de la foudre. Il définit essentiellement une distance  $D$ , dite distance d'amorçage, qui s'exprime à l'aide du modèle de Whipple [3]

$$D = 10^{0.6I}$$

$D$  : en mètres.  
 $I$  : valeur de crête du courant de foudre en kA.

14, RGE - N° 291 - Juillet 1991

Distance d'amorçage en fonction de courant de crête						
I (kA)	10	20	50	75	100	150
D (m)	46	73	112	175	206	293

Selon le modèle simple proposé, l'objet qui se trouve en premier à la distance d'amorçage  $D$  de la pointe du traceur constituera le point d'impact du coup de foudre (Fig. 1).

**Création d'un paratonnerre**

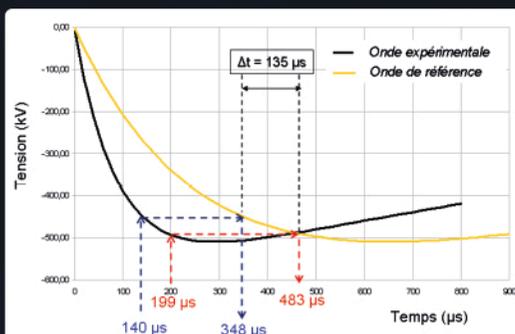
Des essais réalisés aux laboratoires « Langmuir » à New-Mexico, pour étudier les phénomènes d'effet de pointe, ont mis en évidence que les capteurs conventionnels (à pointe ou empilés) ne fonctionnent pas leur rôle de protection des structures au-dessus desquelles ils étaient installés et ne prévenaient pas le chemin préférentiel vers la terre pour les courants de foudre dans les voisinages. Les capteurs les plus efficaces seraient être ceux dont l'extrémité était émoussée.

Cette extrémité doit être au moins à 1,50 m au-dessus de tout élément conducteur proche.

Un paratonnerre à tige ne peut « capter » un traceur descendant que à son extrémité est, comparée aux autres objets qu'il doit protéger, le premier point relié au sol qui se trouve à la distance d'amorçage  $D$  par précédenance. La distance de protection de paratonnerre est limitée et elle est fonction de l'intensité du courant.

**Amélioration de l'efficacité d'un paratonnerre**

Tout procédé qui favorise la création et le développement de l'arête latérale ascendante tend à augmenter l'efficacité du paratonnerre.



Résultat essais Laboratoire NFC 17-102

Résultats publiés dans IEEE

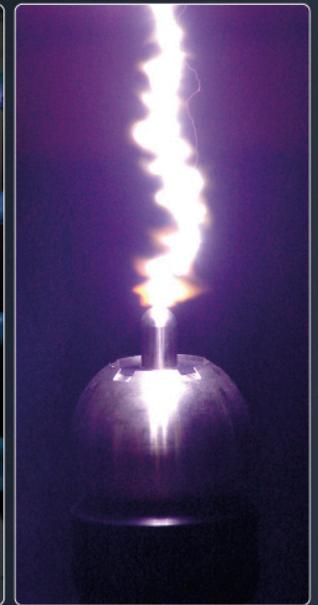
# LES TESTS EN LABORATOIRES

## PRINCIPAUX TESTS

Le Premier PDA qui présente la double performance de conformité à tous les tests de la NFC 17-102 ed .2011, et aux tests IEC.

- La norme NFC 17-102 édition 2011, est la norme de référence européenne pour la prescription et l'installation des P.D.A..
- L'annexe C de la NFC 17-102 requiert obligatoirement **une séquence complète de tests consécutifs** effectués sur le même paratonnerre, en conformité notamment avec la série des normes EN 50164, EN 62305.
- La norme électrique IEC 60060-1, prescrit le **test d'isolement** en conditions de pluie, applicable aux équipements haute tension.

Ces essais ont été caractérisés à l'extérieur de France Paratonnerres, auprès de **Laboratoires indépendants, gouvernementaux, ou accrédités COFRAC.**



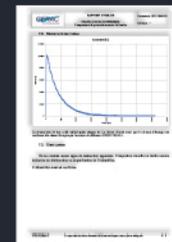
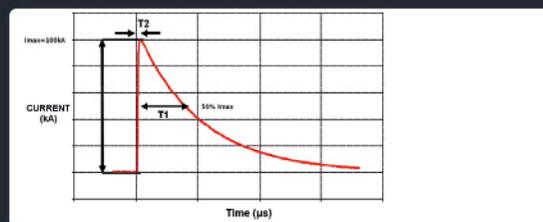
## SEQUENCE D'ESSAIS

suivant NFC 17-102 Ed. 2011 (Annexe C)

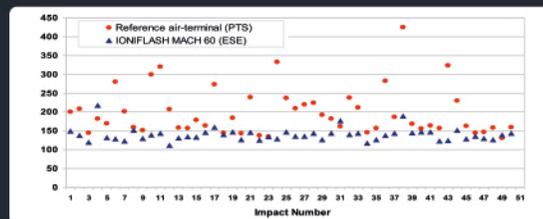


## RESULTATS ET RAPPORTS D'ESSAIS

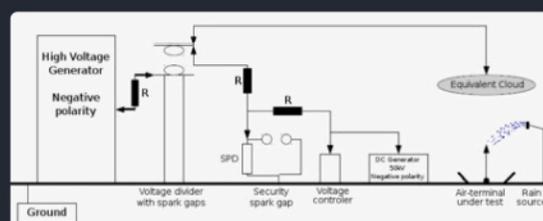
Test suivant **EN 50164/1**, prescrit par **NFC 17-102 ed.2011**  
Essais en courant 100 kA (onde 10/350)



Test avancé à l'amorçage suivant **EN 61180-1**, prescrit par **NFC 17-102 ed. 2011**



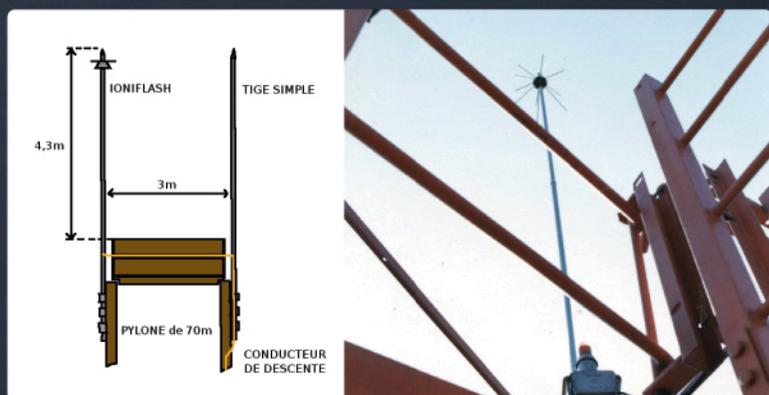
Test d'isolement suivant **IEC 60060-1**



# LES RETOURS D'EXPERIENCES

## TESTS IN SITU - Essais en conditions réelles de foudre

Plusieurs campagnes d'essais ont été réalisées de 1988 à 2011 en France et à l'étranger, dont deux se poursuivent. Les résultats des premiers essais (ci-dessous), sur le IONIFLASH ont fait l'objet de publications disponibles auprès de IEEE.



PDA comparé au PTS

### TEST IN SITU FRANCE TELECOM

**SITE PUYBEAUBIER – ALT. 879 M – JUIN 1988**

Pylône hertzien de 70 m site très foudroyé : Installation du PDA IONIFLASH® et d'une tige simple distants de 3 mètres, et à une hauteur commune de 4,30 mètres au sommet du pylône.

Résultats relevés par France Telecom : **Plusieurs Impacts sur IONIFLASH – 0 impacts sur PTS**



PDA en conditions climatiques sévères

### TEST IN SITU STATION HAUTE

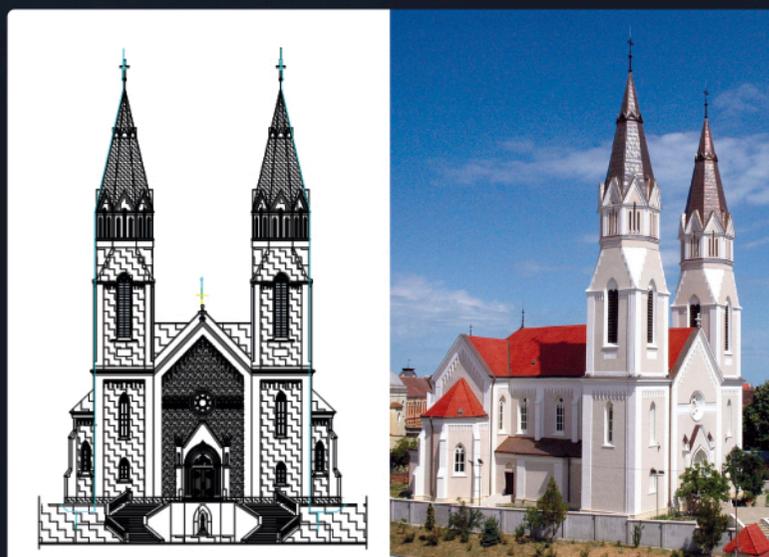
**SITE SUPERBESSE (FRANCE) – ALT. 1804 M – AVRIL 2009**

**Objectif :** Valider les performances des matériaux et du comportement du IONIFLASH MACH® en conditions climatiques très sévères :

- Vents → 150 km/h
- Températures : + 40°C/-35°C
- Installation sur Pylone Radiotélécommunication hauteur : 15 m

La résistance mécanique et en température des matériaux du IONIFLASH MACH® est parfaite.

Le compteur d'impulsions IONICOUNT® enregistre les événements.



PDA comparé au PTS

### TEST IN SITU

**EGLISE SATU MARE (ROUMANIE) – JUIN 2011**

**Objectif :** Observer l'avance à l'amorçage du IONIFLASH MACH® face à une tige simple, installée dans les memes conditions.

Eglise constituée de 2 flèches : IONIFLASH MACH® installé à équidistance face au PTS (dimensionné tel que défini dans la norme NFC 17-102). Le compteur d'impulsions IONICOUNT® enregistre les événements.

## RAYON DE PROTECTION

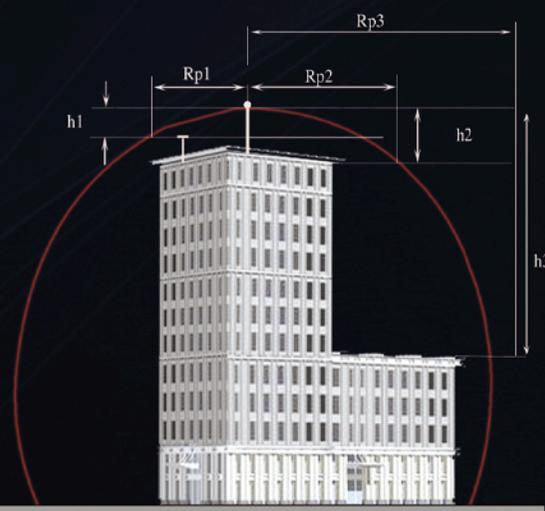
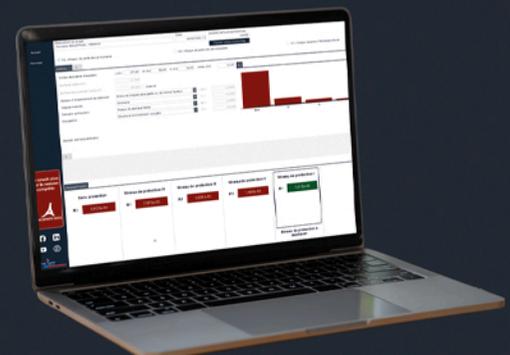
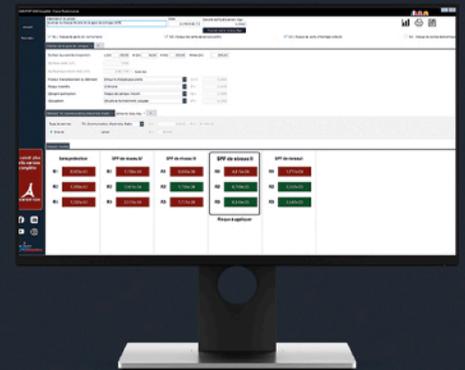
Le rayon de protection (Rp) d'un PDA dépend de la hauteur (h) à laquelle il est installé par rapport à la surface à protéger, de son avance à l'amorçage (Δt) et du niveau de protection choisi.

Hauteur(h) en mètres		2	3	4	5	6	10	15	20	30	45	60
Niveau I	<b>MODELES</b>											
	IONIFLASH MACH NG15	13	19	25	32	32	34	35	35	34	24	
	IONIFLASH MACH NG25	17	25	34	42	43	44	45	45	44	37	21
	IONIFLASH MACH NG30	19	29	38	48	48	49	50	50	49	43	30
	IONIFLASH MACH NG45	25	38	51	63	63	64	65	65	64	60	51
	IONIFLASH MACH NG60	31	47	63	79	79	79	80	80	79	76	69
Niveau II	<b>MODELES</b>											
	IONIFLASH MACH NG15	15	22	30	37	38	40	42	44	45	42	34
	IONIFLASH MACH NG25	20	29	39	49	49	51	53	54	55	53	46
	IONIFLASH MACH NG30	22	33	44	55	55	57	58	59	60	58	52
	IONIFLASH MACH NG45	28	42	57	71	71	72	73	74	75	73	69
	IONIFLASH MACH NG60	35	52	69	86	87	88	89	89	90	89	85
Niveau III	<b>MODELES</b>											
	IONIFLASH MACH NG15	18	27	36	45	46	49	52	55	58	60	58
	IONIFLASH MACH NG25	23	34	46	57	58	61	63	65	68	70	68
	IONIFLASH MACH NG30	25	38	51	63	64	66	69	71	73	75	73
	IONIFLASH MACH NG45	32	48	64	81	81	83	85	86	89	90	89
	IONIFLASH MACH NG60	39	58	78	97	97	99	101	102	104	105	104
Niveau IV	<b>MODELES</b>											
	IONIFLASH MACH NG15	20	31	41	51	52	56	60	63	69	73	75
	IONIFLASH MACH NG25	26	39	52	65	66	69	72	75	80	84	85
	IONIFLASH MACH NG30	28	43	57	71	72	75	78	81	85	89	90
	IONIFLASH MACH NG45	36	54	72	89	90	92	95	97	101	104	105
	IONIFLASH MACH NG60	43	64	85	107	107	109	111	113	116	119	120

Le niveau de protection est déterminé à l'aide de la norme EN 62-305-2, NF C 17-102 ed.2011 et à l'aide du guide UTE 17 108. Si le site présente un risque pour l'environnement, le rayon de protection doit être réduit de 40%.

## IONEXPERT4000

IONEXPERT 4000 développé par France Paratonnerres vous permet d'effectuer l'analyse de risque de foudre.



Pour  $2m \leq h \leq 5m$

$$Rp(h) = h \times \frac{Rp(5)}{5}$$

Pour  $h \geq 5m$

$$Rp(h) = \sqrt{h(2r - h) + \Delta(2r + \Delta)}$$

où :

Rp (h) (m) correspond au rayon de protection à une hauteur h donnée.

h (m) correspond à la hauteur de l'extrémité du PDA sur le plan horizontal, jusqu'au point le plus éloigné de l'objet à protéger.

- r (m) = 20m pour le niveau de protection I
- 30m pour le niveau de protection II
- 45m pour le niveau de protection III
- 60m pour le niveau de protection IV

L'expérience sur le terrain montre que Δ est égal à l'efficacité obtenue pendant les essais d'évaluation du PDA.

$$\Delta (m) = \Delta T(\mu s) \times 10^6$$

ΔT = Temps d'avance à l'amorçage du PDA obtenu par les test en laboratoire.