

PREVENTION DES ACCIDENTS CAUSES PAR LA FOUDRE :

QU'EST-CE QUI FONCTIONNE ?

La détection locale de orages électriques peut prévenir les accidents liés à la foudre. Les orages électriques peuvent causer la mort et des blessures aux personnes. Le risque est accru pour les personnes travaillant dans des espaces ouverts. En plus des pertes de vie et de santé, la foudre provoque des dommages aux biens, aux infrastructures, à l'industrie, aux systèmes de communication et au patrimoine culturel. Les coups de foudre sont à l'origine de nombreux incendies de forêt, de pannes de lignes électriques et peuvent également provoquer des catastrophes environnementales.

Le déploiement de mesures de prévention et de protection contre la foudre a permis de réduire continuellement le nombre de personnes tuées ou blessées par la foudre. Les mesures préventives sont des actions temporaires qui sont mises en place lorsqu'une alerte de risque de foudre est reçue et sont désactivées une fois le danger passé. Par exemple, l'évacuation du personnel, l'arrêt ou le report d'activités dangereuses, etc. Pour adopter ces mesures temporaires, il faut mettre en place un système fiable de détection des orages¹. Nous décrivons ci-après les types de détecteurs qui existent, leurs avantages et leurs inconvénients et, surtout, s'ils sont valables à des fins préventives.

DETECTEURS D'ORAGES SE BASANT SUR LES CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES : A QUOI SERVENT-ILS ?

Les détecteurs d'orages se basant sur le champ électromagnétique mesurent les radiations électromagnétiques **produites par la foudre**. En d'autres termes, il faut qu'une première décharge se produise, soit de nuage à nuage, soit de nuage à sol, pour qu'ils émettent leur alerte de risque de foudre. Par conséquent, ces systèmes sont utiles pour **l'analyse des événements passés**, mais ils ne sont pas toujours adaptés à la prise de mesures préventives.

Les détecteurs se basant sur le champ électromagnétique ont traditionnellement été utilisés pour localiser les orages électriques. L'un de ces détecteurs électromagnétiques actuels (également appelé LLS, Lightning Location System) doit être capable d'enregistrer par catégorie distincte tous les éclairs nuage-sol de toute polarité et les décharges nuage-nuage, ainsi que de les localiser dans une zone donnée². De plus, ces détecteurs d'orages peuvent mesurer l'intensité et le type de foudre, et également suivre les cellules orageuses et l'évolution de la structure de charge électrique en temps réel^{3,4}.

Les LLS basent leur alarme de risque de foudre sur la distance entre les précédentes décharges de foudre et la cible à protéger. Ainsi, ils partent du principe qu'une décharge proche de la zone à protéger signifie que les prochains coups de foudre se produiront dans cette zone. Si la décharge est plus éloignée, le risque de foudroiement de la cible est moindre. En revanche, si le premier coup de foudre de l'orage tombe sur la cible elle-même, il n'y aura pas d'alarme préalable et aucune action préventive ne sera déclenchée necessarias.

Selon une étude de 2005⁵, 54% des victimes touchées par la foudre n'ont pas été averties de la menace car il n'y avait pas d'éclair **avant la foudre** dans un rayon de 20 km autour de celle-ci. En d'autres occasions, il y a eu **moins de 3 coups de foudre dans une période de 2 minutes** avant que la personne ne soit frappée par la foudre, de sorte que les victimes n'ont pas eu suffisamment de temps de réaction pour chercher un abri approprié.



CHAMP ELECTROMAGNETIQUE VS CHAMP ELECTROSTATIQUE

Contrairement aux détecteurs d'orages se basant sur le champ électromagnétique, les capteurs de champ électrostatique sont capables de détecter la formation d'orages au-dessus de la zone à protéger et donc d'émettre une alarme de risque suffisamment à l'avance pour prendre des mesures préventives.

Dans la norme IEC 62793:2020 sur les systèmes d'alerte d'orage, quatre phases dans l'évolution d'un orage sont établies :



PHASE 1 (INITIALE)

Une augmentation du champ électrostatique se produit.



PHASE 2 (DE CROISSANCE)

La foudre se produit entre les nuages ou à l'intérieur d'un même nuage (Éclairs).



PHASE 3 (DE MATURITÉ)

Cette étape se caractérise par la présence d'éclairs à la fois



PHASE 4 (DE DISSIPATION)

il y a une diminution des décharges et du champ électrique atmosphérique.

Les détecteurs d'orages basés sur les champs électromagnétiques peuvent détecter les phases 2, 3 et 4 mais pas la phase 1. Ils peuvent localiser les orages à grande distance là où des décharges se produisent déjà.

Les détecteurs basés sur le champ électrostatique sont les seuls à détecter toutes les phases d'un orage, car la mesure du champ électrostatique atmosphérique est le seul indicateur direct et sans ambiguïté du risque de décharge de la foudre avant qu'elle ne se produise. La détection par mesure du

champ électrostatique local constitue la seule protection préventive solide car elle surveille la formation progressive d'un orage électrique, de la phase initiale jusqu'au beau temps, comme le définit la norme IEC 62793:2020.

Le seul indicateur direct et sans équivoque du risque de foudre est le champ électrostatique.

De plus, les détecteurs d'orages basés sur le champ électromagnétique utilisent un compte à rebours à partir de la dernière décharge détectée pour déterminer qu'il n'y a pas de risque de foudroiement : si aucune décharge ne se produit dans un certain délai, l'alarme est arrêtée. Toutefois, il peut y avoir des cas où le risque est toujours présent et où une décharge se produit juste après le délai défini, ou même où l'alarme est prolongée plus longtemps que nécessaire, ce qui peut entraîner des pertes financières importantes.

En résumé, le seul système qui permet de prévoir le risque réel de coups de foudre sont les détecteurs d'orages qui se basent sur la mesure du champ électrostatique, capable de détecter toutes les phases de l'orage en indiquant à la fois sa formation ou son approche et sa dissipation ou son éloignement. Les capteurs de champ électrostatique permettent de prendre des mesures préventives se basant sur la mesure objective du champ électrostatique ambiant. Les détecteurs basés sur le champ électromagnétique, en revanche, puisqu'ils basent leur alerte du risque sur la proximité ou l'éloignement d'une décharge précédente, ne sont pas toujours utiles à des fins préventives, bien qu'ils permettent de localiser et d'analyser la foudre une fois que celle-ci a frappé.

La détection par la mesure du champ électrostatique local fournit la seule protection préventive solide car elle surveille la formation progressive d'un orage depuis la phase initiale jusqu'au beau temps tel que cela est défini dans la norme IEC 62793:2020.

ATSTORM, LE MEILLEUR DES DEUX TECHNOLOGIES

ATSTORM, développé et breveté par Aplicaciones Tecnológicas, est un système local d'alertes pour la prévention des risques d'orages électriques. Il se compose de capteurs de champ électrostatique, entièrement électroniques et sans pièces mobiles. Le système peut détecter les fluctuations du champ électrique des orages qui se forment sur la cible et/ou les orages actifs jusqu'à un rayon de 20 km. Cette technologie permet d'être prévenu plusieurs minutes à l'avance avant que le premier coup de foudre ne soit détecté par les relevés de champs électromagnétiques.

ATSTORM intègre également un capteur électromagnétique en complément pour surveiller l'approche de l'orage jusqu'à un rayon de 40 kilomètres. De cette façon, la zone de surveillance est étendue et un état de pré-alerte peut être défini pour les orages actifs éloignés s'approchant de la cible à protéger.



La prévention des coups de foudre est possible si on dispose d'un détecteur d'orages qui fournit à tout moment des informations fiables et précises sur le risque de formation ou d'approche d'orages au-dessus de la cible. Pour plus d'informations, vous pouvez contacter notre équipe d'experts en cliquant sur ce [lien](#).

ATSTORM base son alerte sur la mesure du champ électrostatique, bien qu'il dispose également d'un capteur électromagnétique qui élargit sa zone de surveillance et permet de définir un état de pré-alerte.

Références :

1. Tamborero, J. M. & Polo, S. NTP-1.084: Prevención de riesgos laborales originados por la caída de rayos. (2017).
2. Rakov, V. A. Electromagnetic Methods of Lightning Detection. *Surv. Geophys.* 34, 731–753 (2013).
3. Cooper, M. A. & Holle, R. L. *Reducing Lightning Injuries Worldwide*. Springer Natural Hazards (2019).
4. Nag, A., Murphy, M. J., Schulz, W. & Cummins, K. L. Lightning locating systems: Insights on characteristics and validation techniques. *Earth and Space Science* vol. 2 65–93 (2015).
5. Lengyel, M. M., Brooks, H. E., Holle, R. L. & Cooper, M. A. Lightning casualties and their proximity to surrounding cloud-to-ground lightning. *85th AMS Annu. Meet. Am. Meteorol. Soc. - Comb. Prepr.* 3185–3191 (2005)