

## Menu : La société

### Sous menu : Réseau

#### *Le réseau Météorage : c'est quoi ?*

Les services fournis par Météorage à ses clients utilisent les informations recueillies en temps réel par le réseau national de localisation des impacts de foudre, plus communément appelé "réseau Météorage". Ce réseau est opérationnel depuis 1987.

Ce réseau est aujourd'hui composé de 18 capteurs appartenant à Météo France, répartis de façon homogène sur l'ensemble du territoire français afin d'en assurer la couverture. Pour, étendre cette couverture aux régions frontalières, Météorage a passé des accords avec certains propriétaires de réseaux voisins (Italie, Espagne et Bénélux) afin de pouvoir recevoir et utiliser les mesures de leurs capteurs limitrophes. Au total le réseau Météorage comporte donc 30 capteurs.

Ces capteurs sont interconnectés en permanence à un ordinateur central basé à Pau. Il analyse et traite en temps réel les informations issues des capteurs afin de déterminer la localisation et les caractéristiques des [arcs en retour](#) détectés.

Les capteurs utilisent la technologie [IMPACT](#) mise au point par le fabricant, la société Vaisala-Global Atmospheric Inc.

#### *Comment fonctionne un capteur IMPACT ?*

Chaque capteur mesure en permanence les champs électrique et magnétique environnants grâce à un jeu d'antennes. La bande passante des antennes est limitée aux fréquences comprises entre 0,4 et 400kHz.

Chaque signal électromagnétique, dont l'amplitude dépasse le seuil de détection minimal du capteur (environ 0,3 V/m), est daté à la microseconde près grâce à une horloge de précision synchronisée par GPS ([Global Positioning System](#)) avant d'être analysé en temps réel.

La mesure du champ magnétique sert à déterminer la direction de la source du signal, c'est à dire de l'éclair. La mesure du champ électrique permet de connaître la polarité, l'amplitude crête du courant d'arc ainsi que le temps de montée et la largeur d'impulsion.

Afin d'éliminer les signaux parasites qui pourraient nuire au fonctionnement global du système, le capteur réalise un filtrage des mesures. Il compare la forme de chaque signal enregistré à un gabarit correspondant à la signature d'un arc en retour et élimine toute impulsion qui ne correspond pas. C'est ce filtrage qui permet d'éliminer volontairement les informations propres aux éclairs [intra-nuage](#).

Les informations recueillies sont immédiatement envoyées au ordinateur central.

#### *Comment le système localise-t-il un éclair ?*

Lorsqu'un arc en retour se produit, il génère une impulsion électromagnétique dont le signal se propage concentriquement au point d'impact de l'éclair. Les fréquences les plus basses de ce signal peuvent parcourir plusieurs centaines de kilomètres..

Au passage de cette impulsion, la valeur du champ électromagnétique local va augmenter suffisamment pour que le signal soit détecté et mesuré par plusieurs capteurs du réseau. Les mesures de direction et de temps d'arrivée effectuées sont envoyées au calculateur central en temps réel.

Le calculateur va comparer la datation de chaque mesure afin de constituer un groupe de mesures qui appartiennent au même événement. Ces mesures sont ensuite traitées par un algorithme de localisation, basé sur la méthode IMPACT, qui détermine la localisation de l'arc en retour. Cette localisation est le produit d'une optimisation statistique (méthode des moindres carrés) qui permet de minimiser les erreurs de mesure et de produire des localisations de grande précision. Lorsque la localisation est trouvée, le calculateur détermine l'amplitude et la polarité du courant d'arc.

Les arcs en retour sont regroupés en flash suivant leur datation et position par rapport aux autres.

Le calculateur effectue l'ensemble des calculs en temps réel.

### *Quelles sont les performances du réseau ?*

Les performances d'un réseau de détection des impacts de foudre sont caractérisées par deux paramètres principaux : l'efficacité de détection et la précision de localisation.

L'efficacité de détection : est fonction de plusieurs facteurs tels que : le nombre de capteurs et leur technologie, la configuration géométrique du réseau et l'intensité du courant d'arc des éclairs.

Elle est définie par le rapport du nombre d'impacts de foudre localisés par le réseau sur le nombre d'impacts qui se sont réellement produits. Ce dernier nombre étant bien évidemment très difficile à connaître à l'échelle d'un réseau entier, l'efficacité de détection est bien souvent estimée par des simulations numériques mettant en œuvre des modèles mathématiques de réseau plus ou moins complexes. le nombre d'impacts qui se sont réellement produits. On parle alors d'efficacité de détection théorique.

Cependant, des études scientifiques basées sur des observations locales d'orages (photographies, enregistrements vidéo...), ont permis de caractériser l'efficacité de détection réelle d'une partie du réseau. Il est intéressant de constater que les valeurs réelles confirment les valeurs théoriques. L'efficacité de détection de flashes moyenne sur la France est de 90%.

La précision de localisation : est fonction du nombre de capteurs qui ont détecté l'éclair et de la qualité des mesures effectuées.

Elle est définie par l'écart de distance qui sépare la localisation réalisée par le réseau de la position réelle de l'impact. Il est quasiment impossible de connaître la position et la date exacte de chacun des impacts qui se produisent sur le territoire. Cependant, pour chaque localisation réalisée, le calculateur estime la précision de localisation théorique

Dans certains cas particuliers des observateurs ont pu enregistrer la date et la position précise d'impacts. La comparaison entre ces informations « terrain » et les localisations calculées par Météorage a permis de vérifier la cohérence du  $\frac{1}{2}$  grand axe de l'ellipse de confiance. La précision de localisation moyenne du réseau est de 1 km.

Glossaire :

- IMPACT :** Méthode de localisation développée par Global Atmospheric Inc, en 1990. Elle combine les méthodes classiques de triangulation et de différence de temps d'arrivée.
- Flash :** Terme anglo-saxon qui désigne l'éclair lumineux vu par un observateur humain lors d'un orage. Un flash est composé d'une ou de plusieurs décharges électriques successives appelées arcs en retour. La durée d'un flash n'excède généralement pas une seconde.
- Arc en retour :** Désigne le phénomène qui produit le courant intense qui circule dans toute décharge entre le nuage et le sol. Il peut se produire plusieurs arcs lors d'un éclair Nuage-Sol. Quelque fois, l'œil humain peut pas discerner un léger scintillement de l'éclair, dû à la présence de plusieurs arcs en retour.
- Intra-nuage :** Désigne les éclairs qui se produisent entre deux nuage ou à l'intérieur d'un même nuage. Ces éclairs restent dans l'atmosphère sans jamais toucher le sol.
- Nuage-sol :** Désigne les éclairs qui se produisent entre le sol et le nuage. Ces éclairs sont généralement destructeurs.
- Ellipse de confiance :** Délimite la région de probabilité dans laquelle la localisation à 50% de chance de se trouver. L'ellipse est centrée sur la localisation de l'arc en retour. Ce paramètre sert à évaluer la précision de localisation.
- Triangulation :** Technique de localisation d'une source d'émission radio basée sur la mesure des directions angulaires vues par au moins 2 capteurs. Le point d'intersection des directions représente la localisation de la source.
- Différence de temps d'arrivée :** Technique de localisation d'une source d'émission radio basée sur la mesure des temps d'arrivée des signaux radio. La vitesse de propagation des signaux étant finie (approximativement égale à la vitesse de la lumière), les capteurs ne vont pas enregistrer la même datation. L'exploitation des différences de temps relatives par couple de capteurs permet de tracer une hyperbole définissant l'ensemble des solutions possibles de localisation. Le point d'intersection des hyperboles de chaque couple de capteurs représente la localisation de la source.