

# LA GRÊLE

## Définition

La **grêle** constitue une précipitation de **grêlons**.

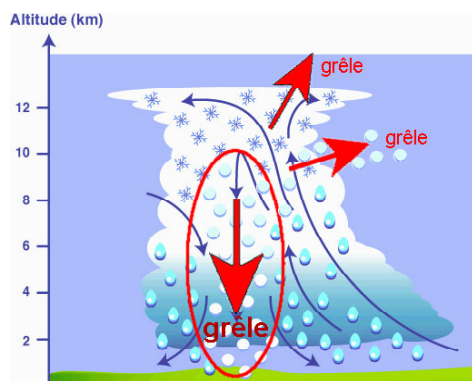
Le **grêlon** :

- **particule de glace** d'un diamètre généralement compris entre **5 et 50 millimètres**, certains peuvent atteindre les 15 cm.
- **masse volumique** de l'ordre de 0,85 à 0,90 g/cm<sup>3</sup>. La masse des plus gros peut avoisiner le kilogramme.



## Formation

La condition première à l'apparition de grêlons est la présence de quantité importante d'**eau liquide en surfusion** rencontrée au sein des **puissants mouvements verticaux ascendants** que l'on retrouve au niveau d'un **cumulonimbus**.



Moins de **10%** des cumulonimbus donnent de la grêle atteignant le sol mais on peut estimer qu'un pourcentage beaucoup plus important fabrique de la grêle sans que celle-ci ait le temps d'atteindre le sol.

Plus rarement des grêlons peuvent être **éjectés latéralement**, notamment dans la partie supérieure du nuage sous l'enclume, et **verticalement** par le sommet.

## Situations météorologiques favorables

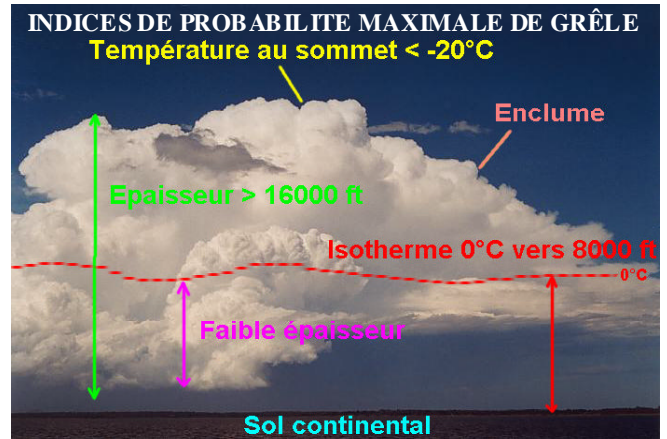
La grêle est toujours définie comme étant liée à la présence d'un **cumulonimbus**. En réalité, les limites ne sont pas aussi tranchées et la production de grêlons peut se réaliser bien avant que le stade de cumulonimbus soit atteint. La prudence est donc de mise face à un **cumulus congestus** (TCU) ou un **altocumulus castellanus** bien développé verticalement.

## Des indices de grêle

Quelques indices basés sur des éléments statistiques et des méthodes empiriques permettent d'appréhender le « risque » de grêle :

### Probabilité maximale en région tempérée:

- de la **fin du printemps** au **début de l'été**,
- au-dessus des **régions continentales** plutôt que maritimes,
- nuage **épais** (au moins 16000 ft),
- température au sommet **froide** (inférieure à  $-20^{\circ}\text{C}$ ),
- partie sommitale au stade de l'**enclume**,
- influence de la hauteur de l'**isotherme  $0^{\circ}\text{C}$**  (grêlons les plus gros pour un iso  $0^{\circ}\text{C}$  voisin de 8000 ft),
- **entre 11500 et 35000 ft** zone de formation des grêlons (cellule grêligène),
- **cisaillement du vent** entre les basses couches et le sommet de la troposphère, **un vent fort vers la tropopause** ou des conditions anticycloniques (divergence) d'altitude.

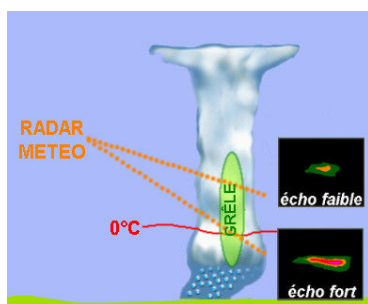


## Moyens d'observation embarqués

Seul le **radar météorologique** permet de « visualiser » la présence de grêle.

Nombreux **problèmes d'interprétation** du signal reçu car la grêle selon sa composition est un **très inégal réflecteur** du signal radar :

- un grêlon **entièrement constitué de glace** offre une **réflectivité radar très faible**,
- **recouvert d'une pellicule d'eau** par fusion, la **réflectivité augmente** rapidement jusqu'à devenir identique à celle d'une goutte de pluie de même dimension.
- il est difficile si ce n'est **impossible de distinguer les grêlons de petites tailles des gouttes de pluie**.
- Par contre, un signal radar très fort appelé « **bande brillante** » peut être la signature d'une **zone de gros grêlons** surtout si celui-ci est rencontré **au voisinage de l'isotherme  $0^{\circ}\text{C}$** .



Ce qui explique qu'en vol, le **balayage vertical** (par une fonction appelée **TILT**) du radar météo embarqué est fortement recommandé pour détecter une zone de grêle.

De manière générale, tout indice d'une **manifestation orageuse de forte intensité** dans l'environnement proche (présence de CB bien développé, activité électrique, forte turbulence, forte précipitation,...) doit laisser supposer la **présence de grêle**.

Tout équipage qui rencontre au cours de son vol de la grêle doit impérativement et immédiatement en informer les services compétents par un message **AIREP SPECIAL**

## Signalisation par les services météorologiques

### Observation et prévision au sol

*Messages d'observation d'aérodrome METAR et SPECI*

Ex. : METAR LFBO 131500Z 21012KT 6000 **TSGRRA** FEW010 BKN015**CB** 25/22 Q1005=

*Messages de prévision d'aérodrome TAF*

Ex. : TAF LFBO 131100Z 131221 20004KT CAVOK BECMG1416 SCT020**CB** SCT100 TEMPO 1518 24015G35KT 5000 **TSGRRA** BKN015**CB**=

**CB** cumulonimbus au-dessus du terrain ou à proximité

**TS** orage (activité électrique) au-dessus du terrain ou à proximité

**GR** grêle au lieu d'observation

### Observation et persistance ou prévision en route

*Messages SIGMET*

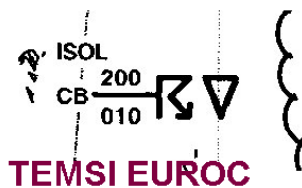
LFMM SIGMET NR 2 VALID 270800/271200 LFMM

FIR MARSEILLE **EMBD TS GR** OBS ON MAR BTN FRANCE AND CORSICA TOPS FL360 MOVE NE INTSF=

Le code **GR** indique l'observation et la persistance ou la prévision de grêle en route

### Prévision en route

*Cartes de temps significatif TEMSI ou SIGWX*



Le symbole  ou la mention **CB** implique turbulence, givrage modérés ou forts et **grêle**.



Le symbole **Δ** indique une prévision de grêle en surface (uniquement sur les TEMSI basses altitudes).

### Observation satellite et radar

L'image satellite, que ce soit dans les domaines du visible ou de l'infrarouge, **ne permet pas la détection explicite de la grêle**. Cependant, **un météorologiste qualifié** peut détecter des **indices d'occurrence** de grêle fonctions de la dynamique des cellules orageuses et de leur intensité. La

présence d'un radar météorologique au sol peut donner une information complémentaire sur l'activité de ces cellules mais uniquement dans les basses couches de l'atmosphère.

### Conséquences aéronautiques

Les **dégâts** sont en rapport avec la **vitesse de chute** des grêlons et donc de leur taille :

- avec un diamètre de 2 cm,  $v_z = 75$  km/h,
- avec un diamètre de 5 cm :  $v_z = 115$  km/h
- avec un diamètre de 10 cm :  $v_z = 160$  km/h

Un cumulonimbus peut fabriquer en quelques minutes quelques **300 milliards de grêlons** représentant une masse totale de **50.000 tonnes de glace**.

Les dégâts peuvent être:

- l'arrêt voir la **destruction des moteurs**,  
→ La certification JAR-E 790 impose aux turboréacteurs de pouvoir ingérer pendant moins de 5 secondes et à pleine puissance dix grêlons de 25 mm et dix de 50 mm par m<sup>2</sup> de surface sans qu'aucune perte de poussée ne soit tolérée.
- la **perte des moyens de communication** par le bris des antennes,
- le **bris des vitres** du cockpit,
- le **bosselage de la cellule** et de toutes les surfaces exposées à la grêle notamment au niveau du bord d'attaque des ailes.

