

# De l'eau dans l'air



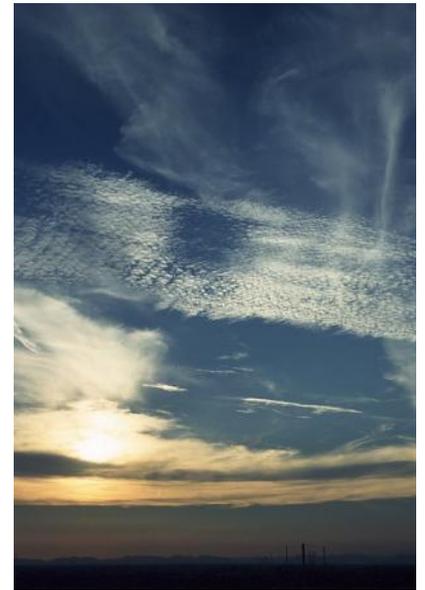
Météo à l'école

5 juin 2012

# Plan de la présentation

- 1 – Les nuages
- 2 – Les précipitations
- 3 – Les suspensions d'hydrométéores: brumes et brouillards

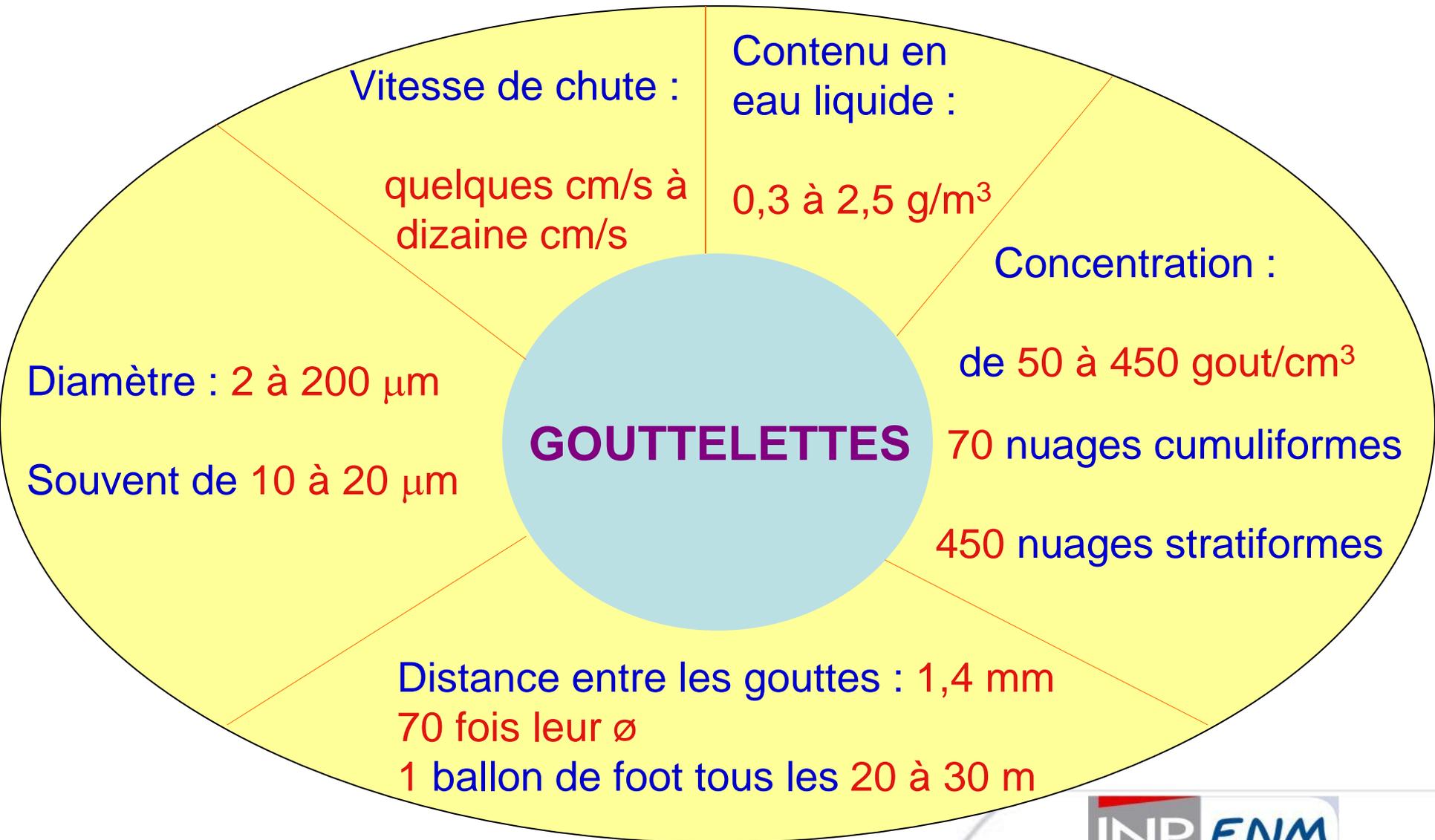
# LES NUAGES



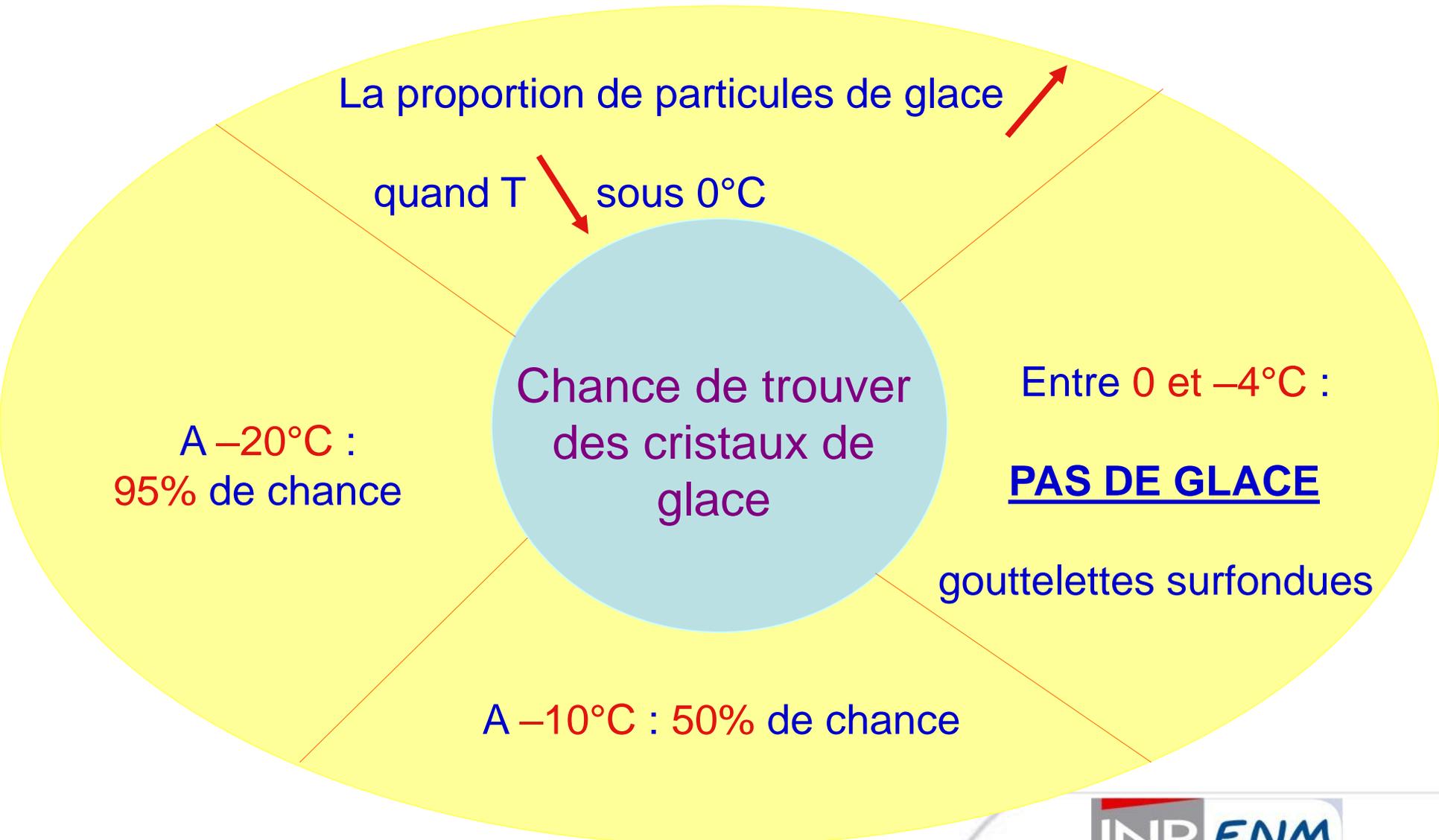
# C'est fait de quoi un nuage ?

- De gouttelettes d'eau
- De cristaux de glace
- De particules solides
- Acides liquides

# Les gouttelettes d'eau



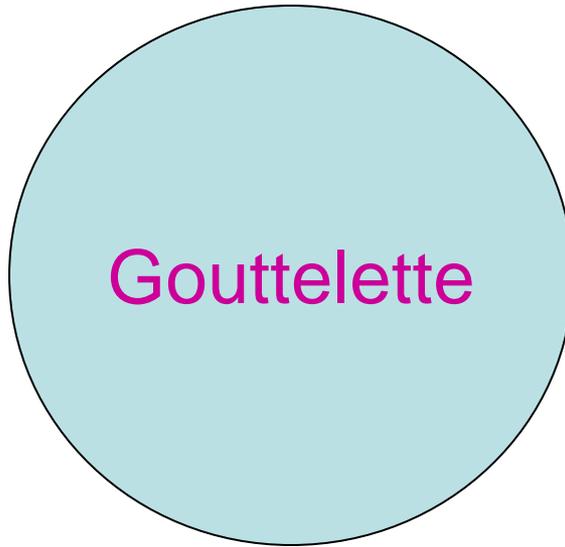
# Les cristaux de glace



# Papa, comment ça tient en l'air les nuages ???



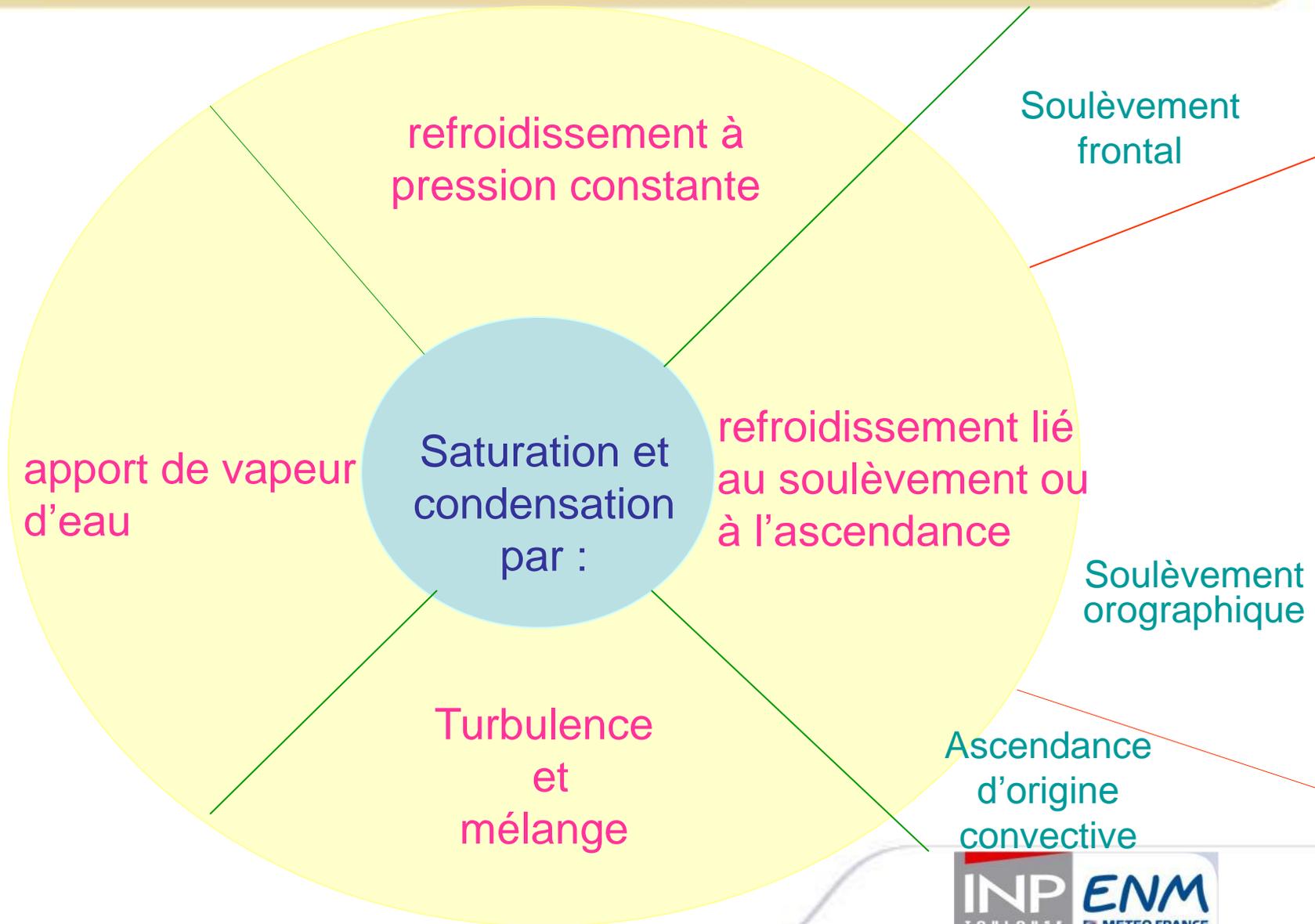
**Isaac NEWTON**



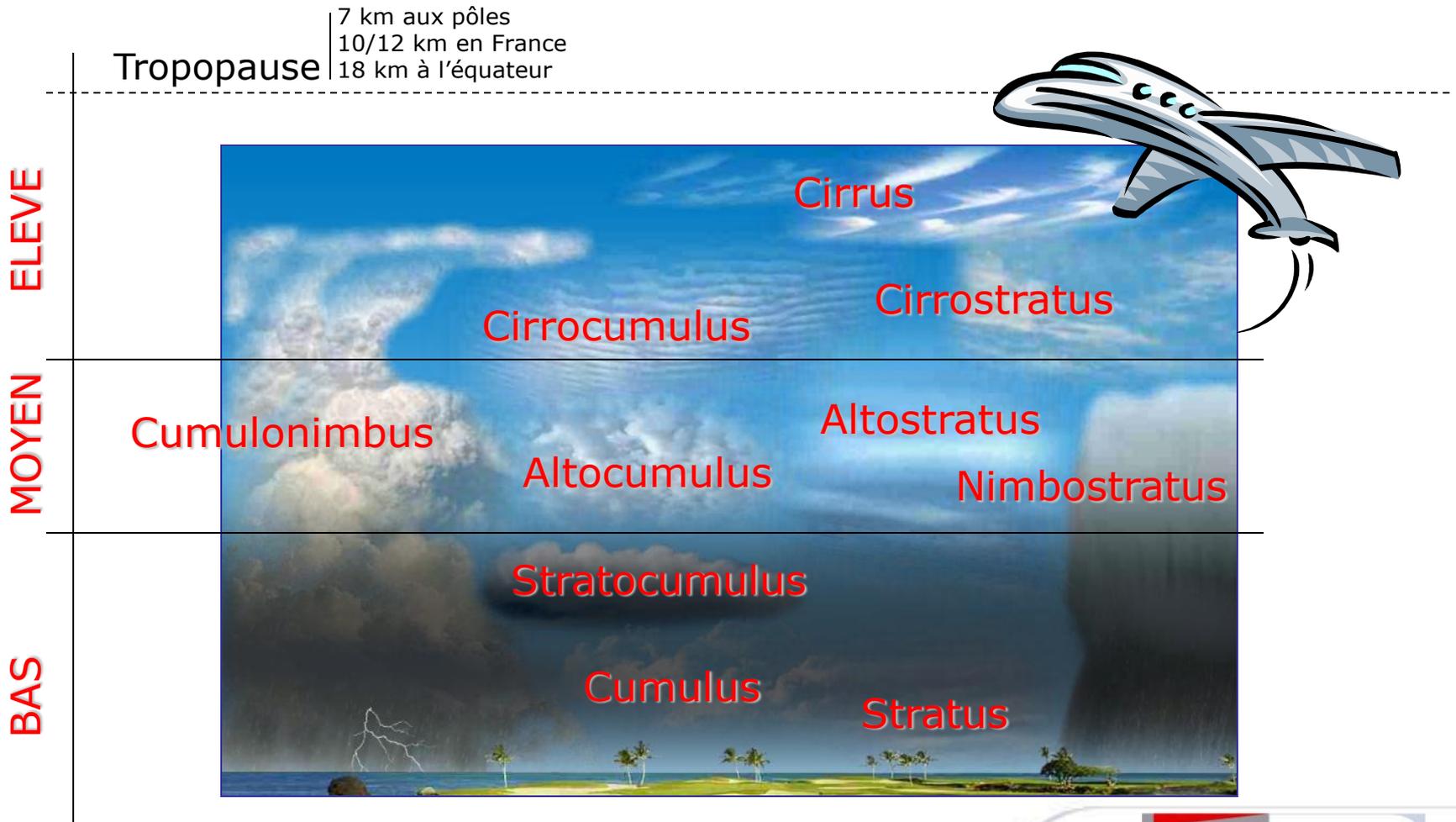
***Ascendance***

**=**

# Formation des nuages

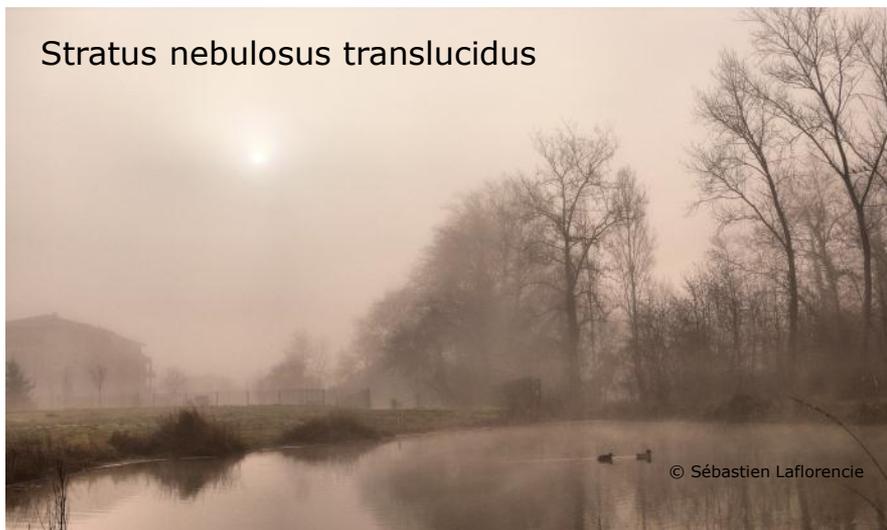


# La Troposphère



# Les nuages bas

0 0 0 0 m à 2 5 0 0 m



# Les nuages moyens

2 0 0 0 m à 7 0 0 0 m



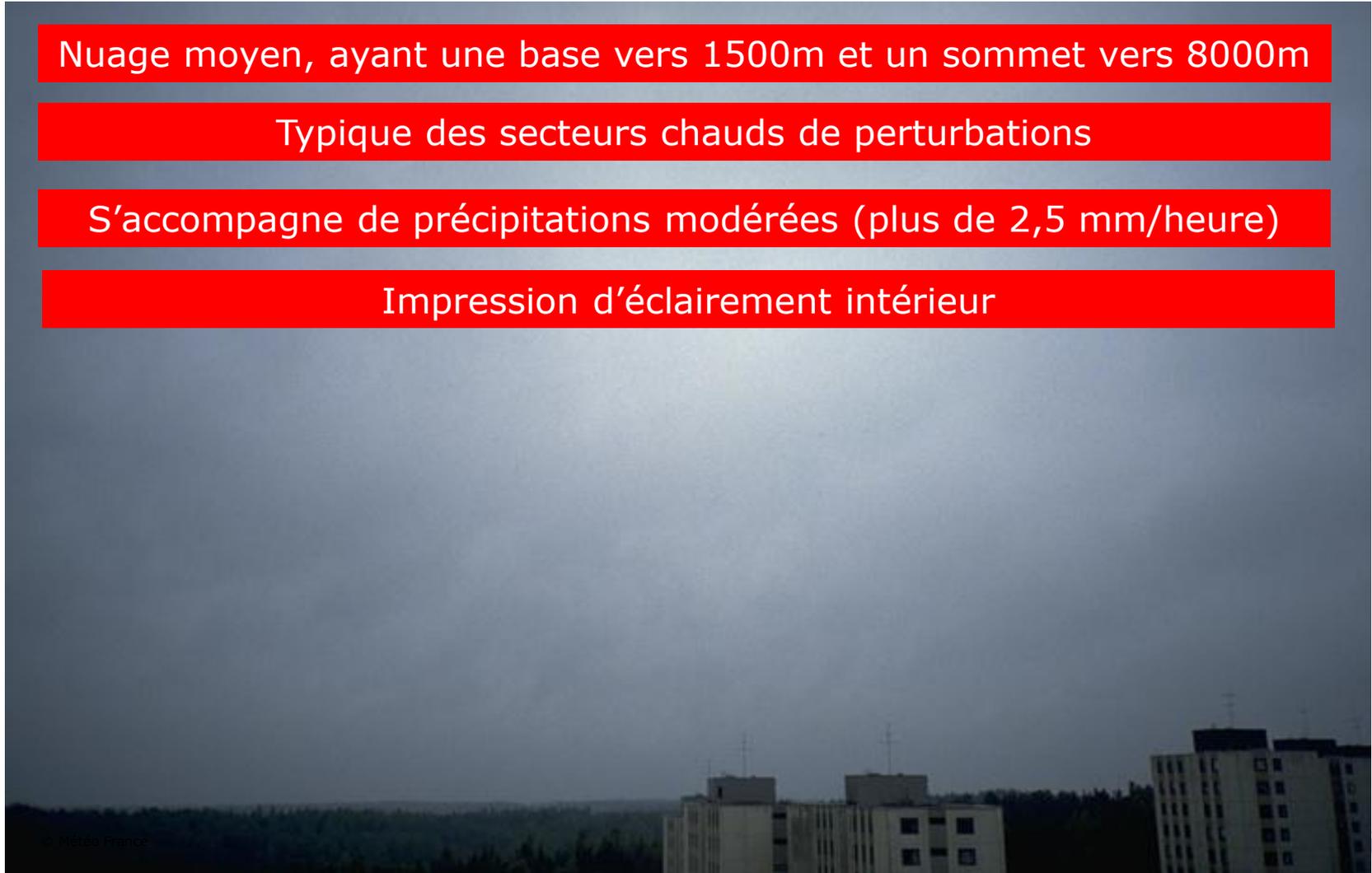
# Cas particulier: le nimbostratus

Nuage moyen, ayant une base vers 1500m et un sommet vers 8000m

Typique des secteurs chauds de perturbations

S'accompagne de précipitations modérées (plus de 2,5 mm/heure)

Impression d'éclairement intérieur



# Les nuages élevés

7 0 0 0 m

à

1 3 0 0 0 m



# Cas particulier: le cumulonimbus



Très forte extension verticale  
Entre 300m et 13000

Composé d'eau liquide (à T° positive et négative)  
et de cristaux de glace

Provoque averses, fortes rafales de vent et  
phénomènes électriques

# Cas particulier: le cumulonimbus

Cumulonimbus praecipitacio arcus

© Sébastien Laflorencie



Borderouge nord (Toulouse) - 11 juin - 18h15

# Cas particulier: le cumulonimbus

© Sébastien Laflorencie



Cumulonimbus capillatus praecipitacio et parhélie

Balma - 11 juin - 20h30

# Cas particulier: le cumulonimbus

© Sébastien Laflorencie



- Cumulonimbus capillatus incus pileus velum -

# Cas particulier: le cumulonimbus

© Sébastien Lafflorencie

Jusqu'à 13km  
d'épaisseur

Jusqu'à 15km  
d'envergure

© Sébastien Lafflorencie

1 milliard de tonnes

10000 camions  
citernes d'eau



4000 tonnes  
de précipitations  
par seconde

# Cas particulier: le cumulonimbus

Toulouse, 5 août 2008 à 22h

© Sébastien Laflorencie



Toulouse, 10 mai 2010 à 23h

© Sébastien Laflorencie



**Record français de taille de grêlon:  
972 g le 11 septembre 1958 à Strasbourg**

**Record mondial de taille d'agglomérât:  
7 kg en Espagne, en 2000**

© Sébastien Laflorencie

Toulouse, 25 mai 2009 à 19h



# Genèse de la précipitation: grossissement de la particule

## Par températures négatives

### **Effet Bergeron**

*météorologue Suédois / 1891-1977*

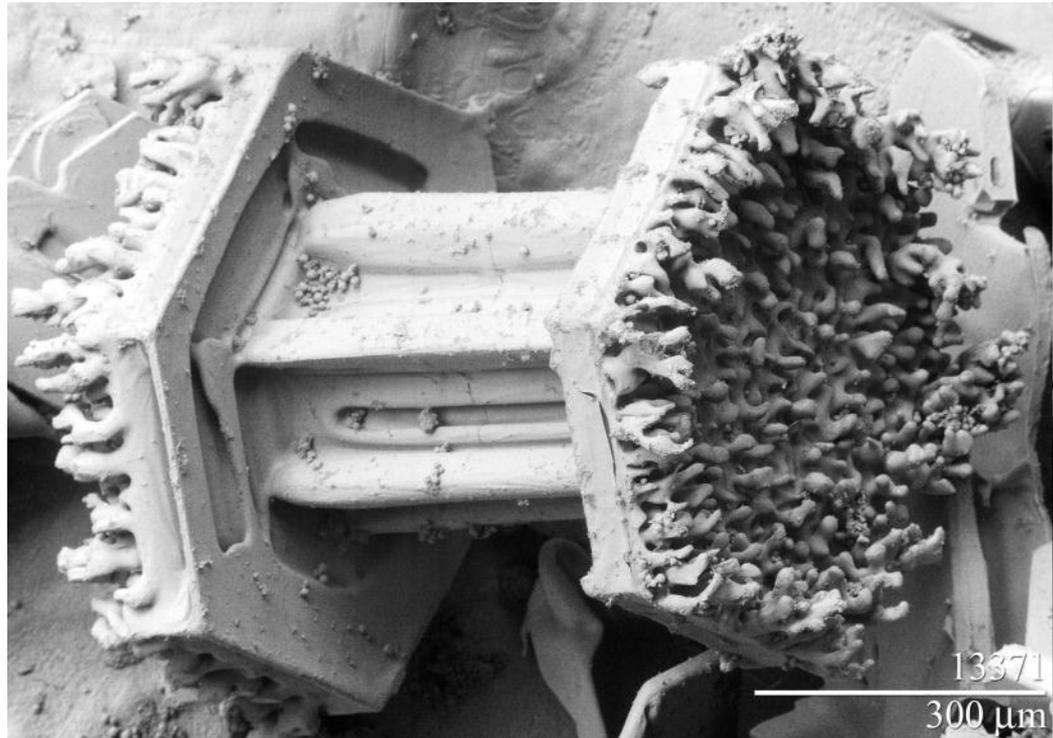
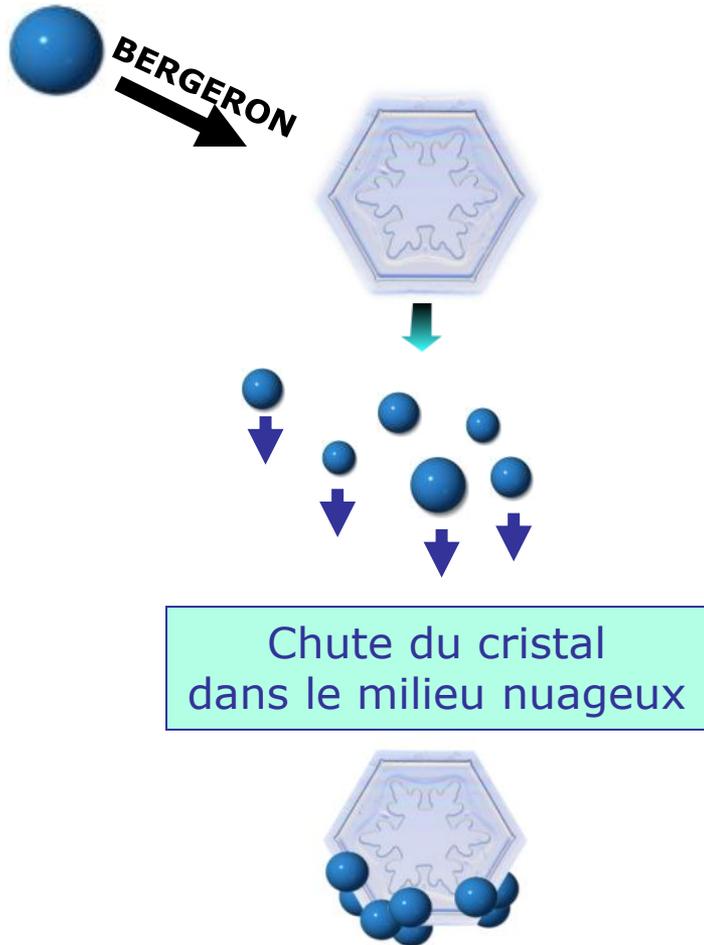
- 97% des nuages précipitants ont des températures négatives dans leur partie supérieure. On y rencontre donc **cristaux de glace** et **gouttelettes d'eau surfondue**.



L'effet Bergeron favorise la croissance du cristal jusqu'à 100  $\mu\text{m}$  mais ce processus n'est pas dominant compte tenu de sa lenteur.

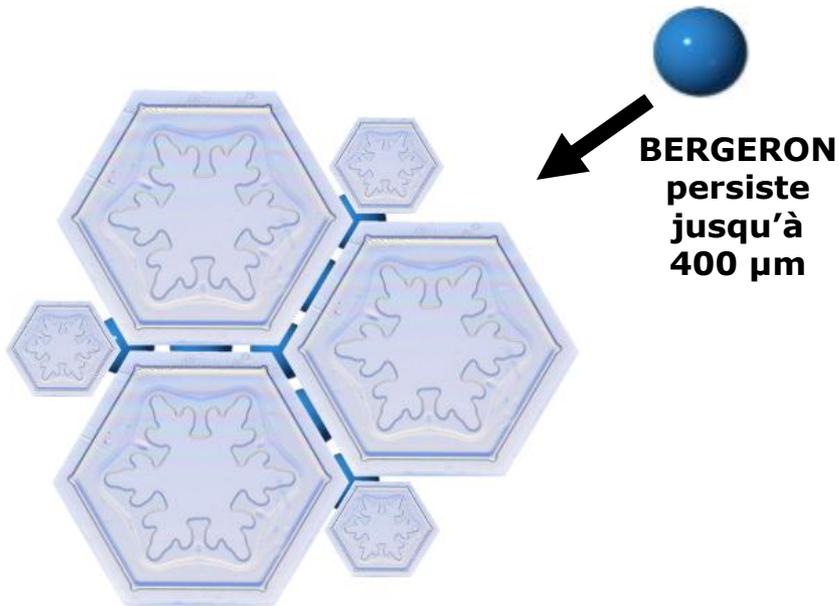
**Il faut donc considérer un processus plus rapide.**

# La neige



**GIVRAGE PAR ACCRETION D'EAU  
SURFONDUE SUR LE CRISTAL INITIAL**

# La neige



Soudure des cristaux  
grâce à l'eau surfondue  
**Phénomène d'Agrégation**

# La neige

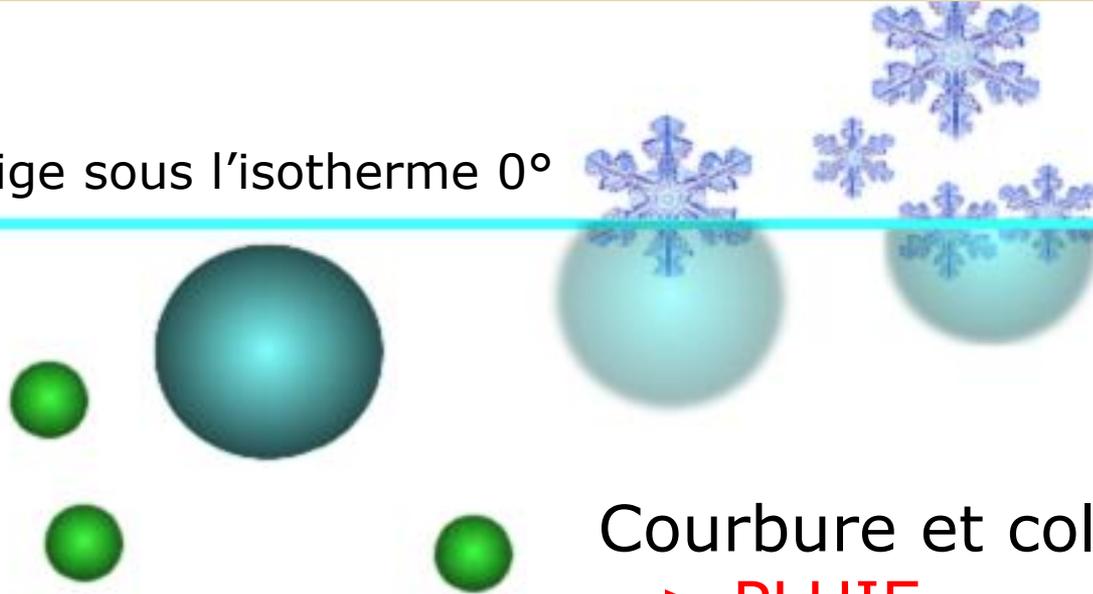
**Par AGGLOMERATION  
d'une 50aine de cristaux,  
formation d'un FLOCON DE  
NEIGE**

La neige  
tombe sous

As – Ns – Sc – Cu – Cb – St

# La pluie

Fonte de la neige sous l'isotherme 0°

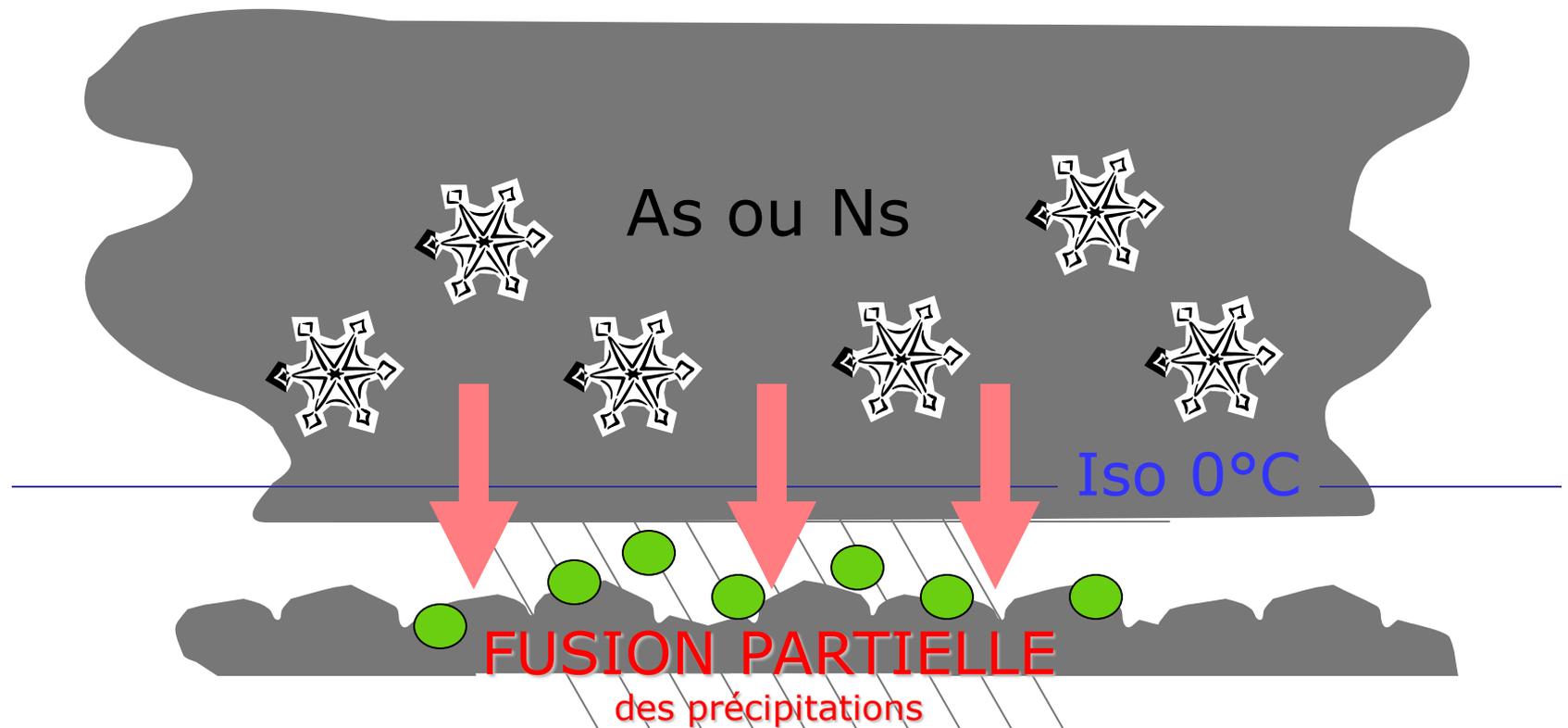


Courbure et collection  
--> **PLUIE**

La pluie  
tombe sous

As - Ns - Sc - Cu - Cb - rarement d'Ac

# Le granule de glace



**CONGELATION**  
totale ou partielle



**Pluie mêlée  
de granules**  
Opaques ou transparents



**RISQUE DE  
PRECIPITATIONS  
VERGLACANTES**

**il rebondit sur le sol, on peut  
entendre le bruit de l'impact.**

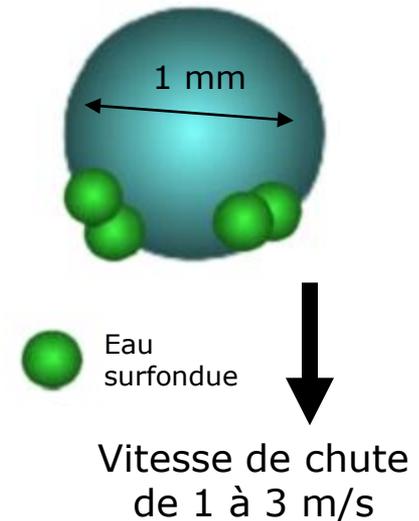


# La neige en grains



Particule plate ou allongée  
blanche ou opaque

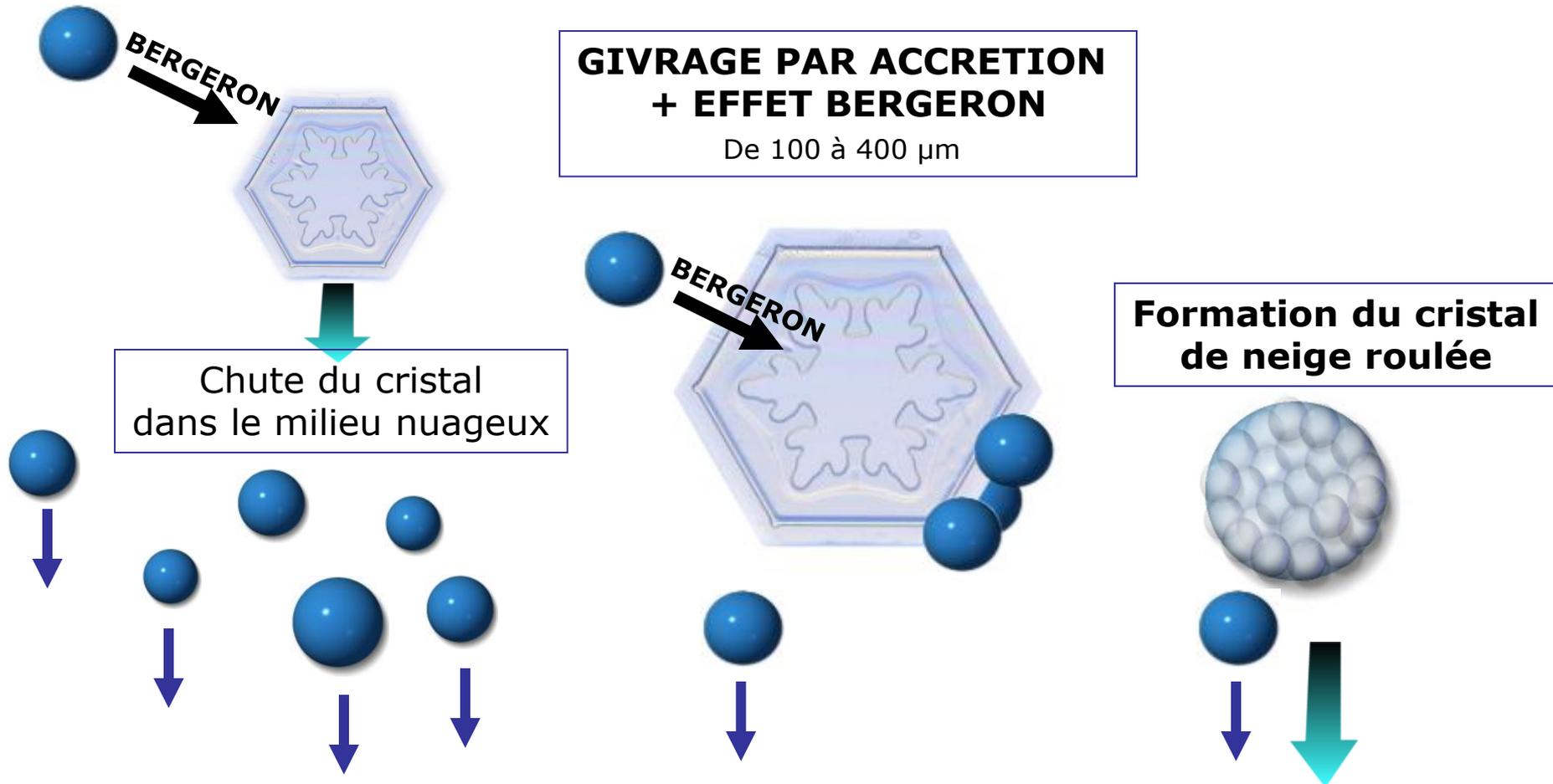
Elle tombe sous St  
ou brouillard



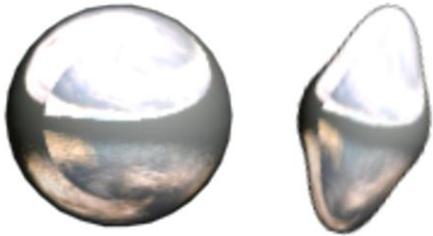
Particules formées par **COALESCENCE** de  
gouttelettes surfondues pendant leur chute.

Elle peut être mélangée à de la bruine verglaçante,  
**le cristal ne rebondit pas sur le sol et ne se brise pas.**

# La neige roulée



# La neige roulée

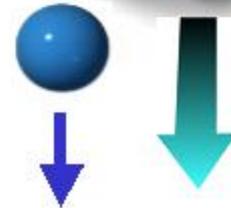
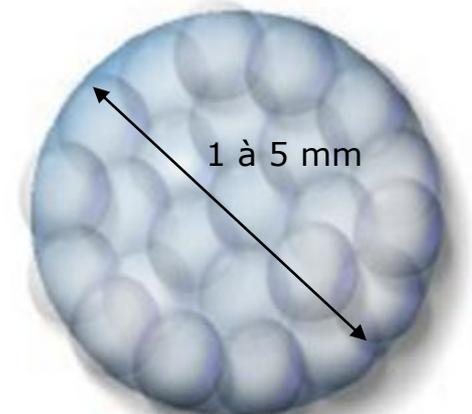


Conique ou sphérique  
blanche ou opaque

Elle tombe sous Sc,  
Cu con et cb

Souvent mélangé à de la pluie ou de la neige,  
**le cristal rebondit sur le sol et se brise.**

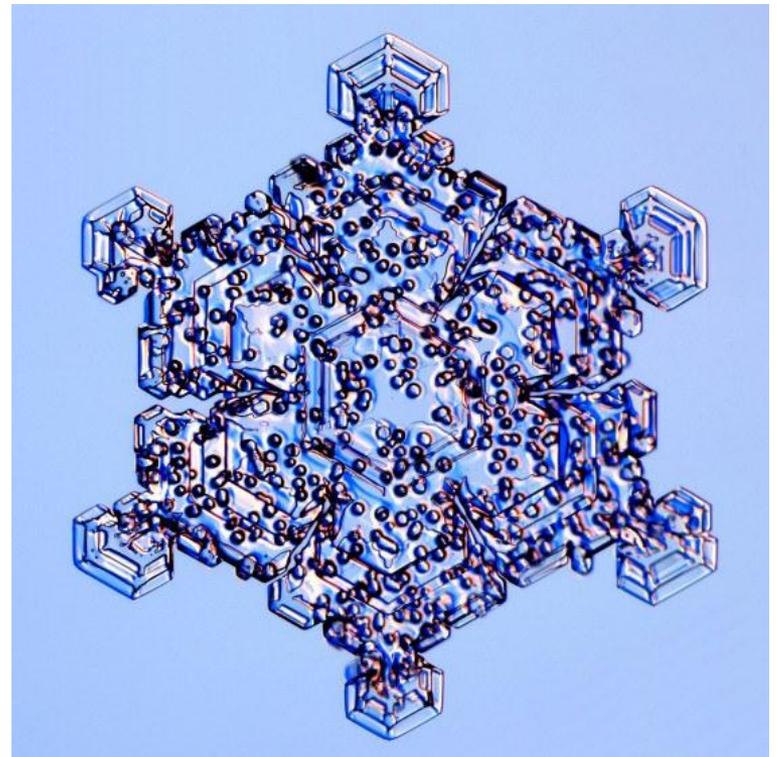
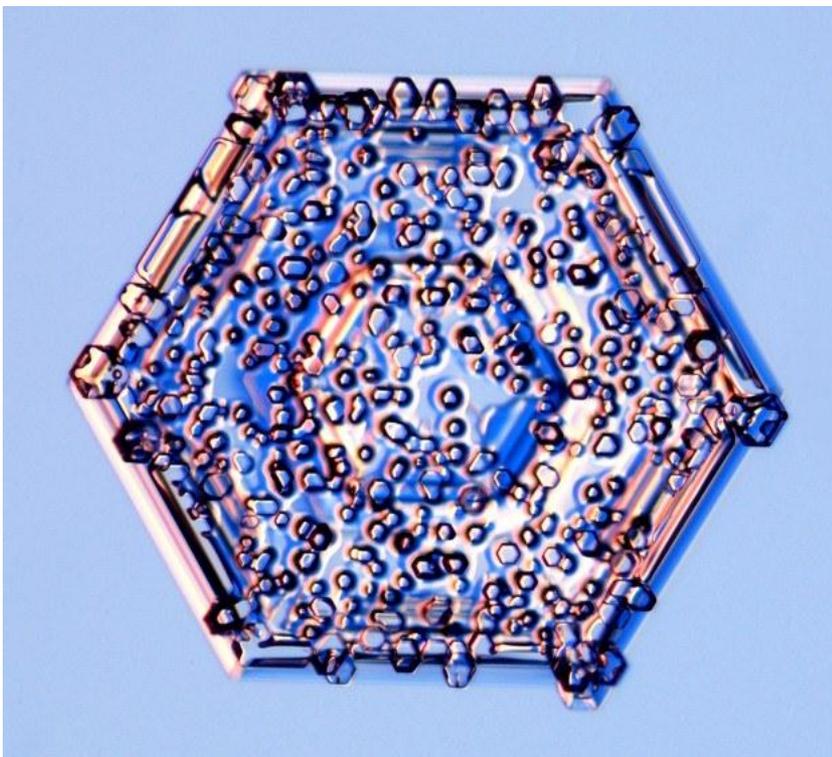
**1er stade de formation de la grêle**



Vitesse de chute de 2 à 2,5 m/s  
soit 9 km/h

# La neige roulée

- le givrage -

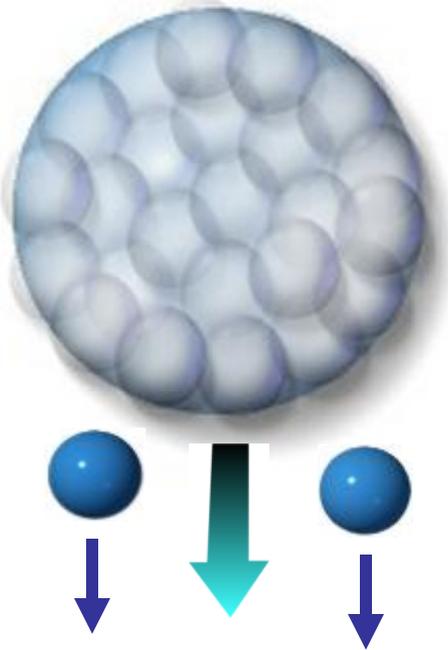


**- cristal de neige roulée -**



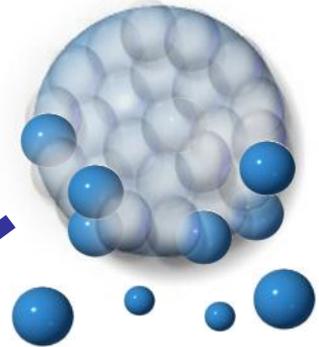
# Le grésil

Poursuite du givrage

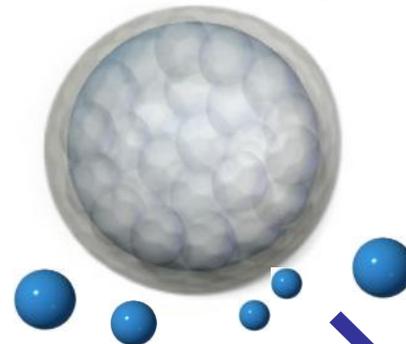


Tombe du Cb

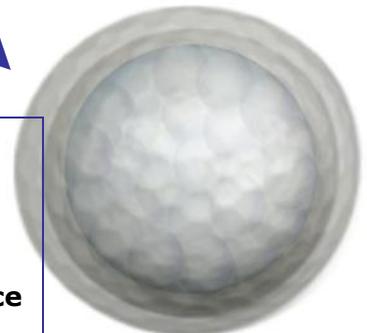
Formation  
du grésil



Poursuite du  
givrage  
⇒ **GRESIL**  
1 couche de glace



Poursuite du  
givrage  
⇒ **GRELE**  
En moyenne 5 couches de glace  
(jusqu'à 20)



# La grêle

Particule de glace formée par **accrétion d'eau surfondue** formant de 5 à 20 couches de glace sur du grésil.



Tombe du Cb  
**Sous forme d'averse**



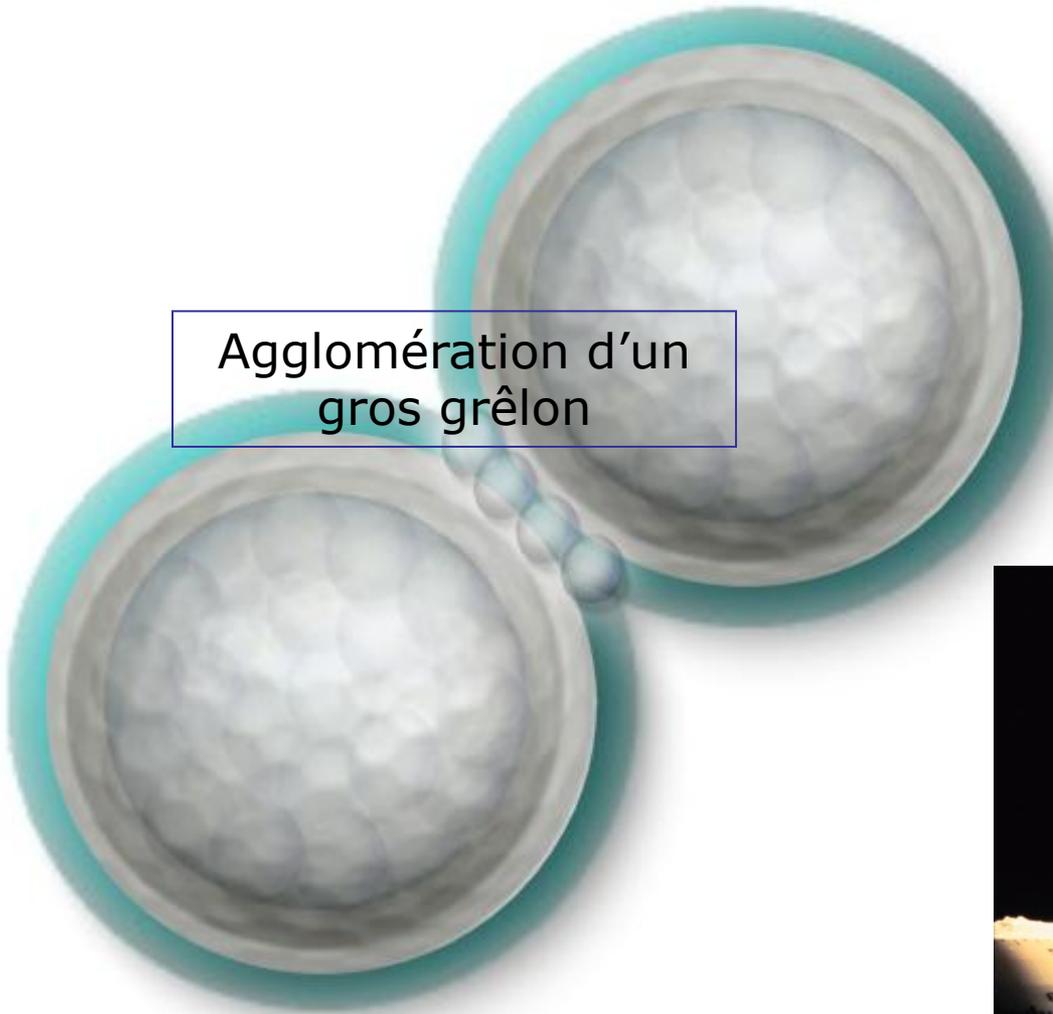
Chute jusqu'à 30 m/s

$\varnothing < 5 \text{ à } 150 \text{ mm}$

Particule transparente ou opaque  
De forme sphérique, conique  
ou irrégulière

# La grêle

Agglomération d'un  
gros grêlon



21 juillet 2006



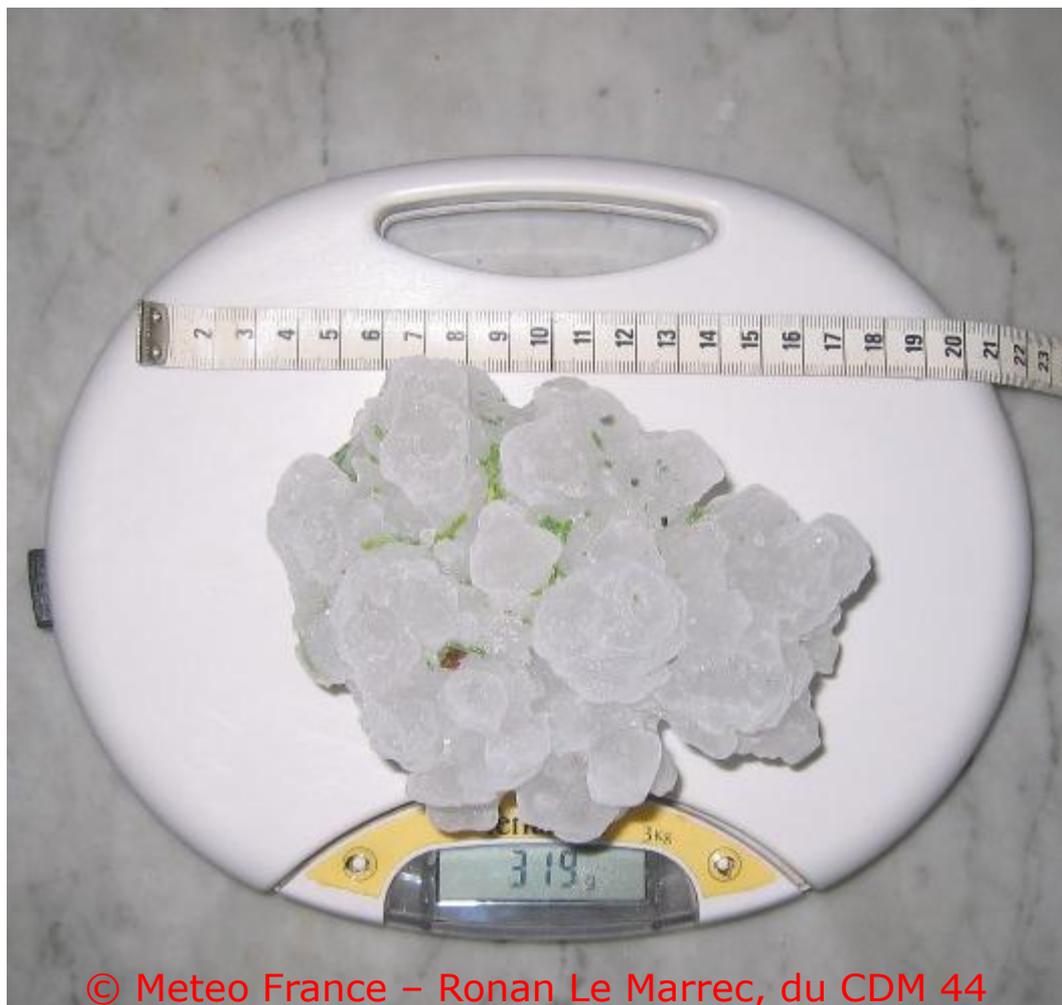
© Meteo France – Ronan Le Marrec, du CDM 44

21 juillet 2006



© Météo France – Ronan Le Marrec, du CDM 44

21 juillet 2006

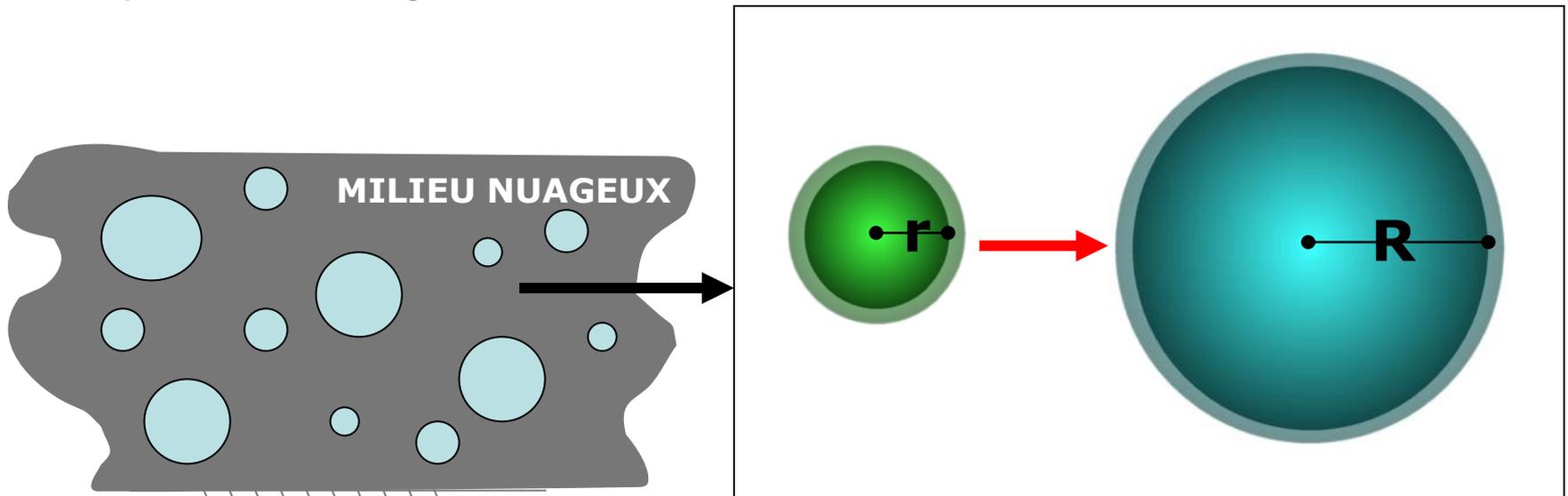


© Météo France – Ronan Le Marrec, du CDM 44

# Genèse de la précipitation: grossissement de la particule

## Par températures positives

- Le grossissement des gouttelettes est possible à température positive, même s'il est plus lent que par température négative.



Proximité entre petites et grosses gouttes constitutives du milieu nuageux

→ Transfert de vapeur d'eau,  
EFFET DE COURBURE

# La bruine

## ⇒ **EFFET DE COURBURE** *Formation de la bruine*

Transfert de vapeur de la petite goutte vers la plus grosse.

La tension de vapeur saturante, au voisinage de la gouttelette, diminue quand son rayon augmente.

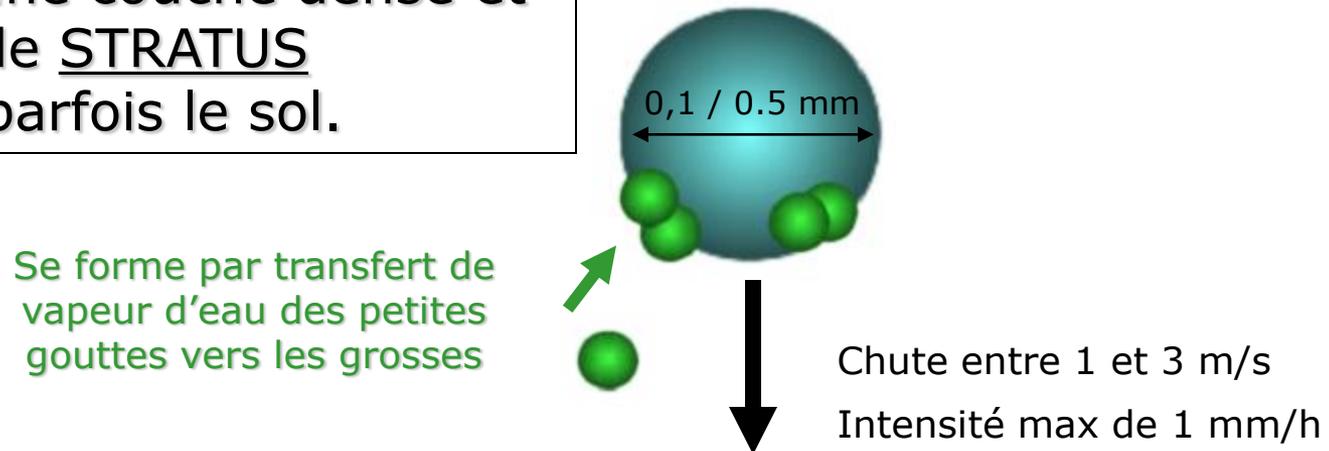
$$e_{wr} > e_{wR}$$

On atteint 50  $\mu\text{m}$  en 5h et 200  $\mu\text{m}$  en 40h

# La bruine

Précipitation uniforme caractérisée par de  fines gouttes d'eau très rapprochées

Tombe d'une couche dense et continue de STRATUS touchant parfois le sol.



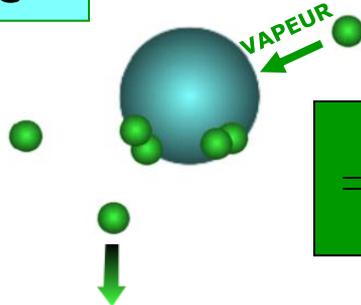
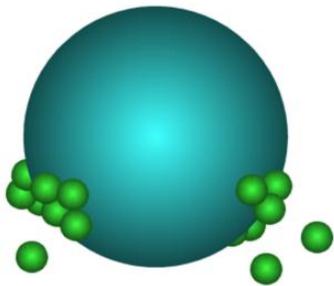
**Elle se dépose sans s'étaler sur les surfaces sèches**  
**Réduction toujours sensible de la visibilité**  
**Quand elle est surfondue elle peut être verglaçante**  
**Elle n'impacte pas une surface liquide**

# Vers la pluie: la collection

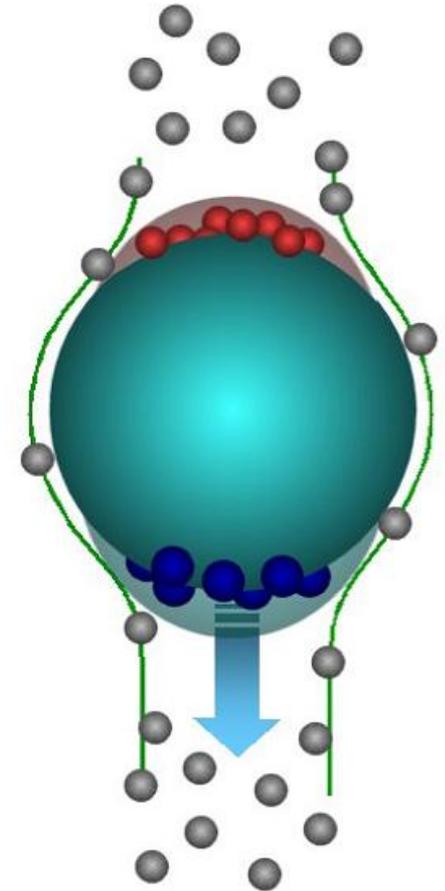
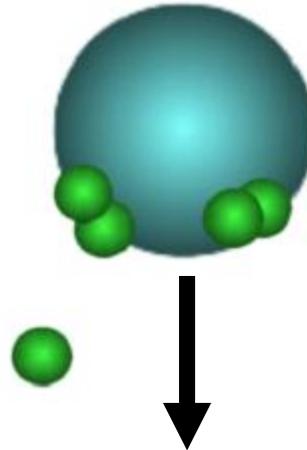
La goutte chutant dans le milieu nuageux, des chocs avec d'autres gouttes vont favoriser son grossissement.

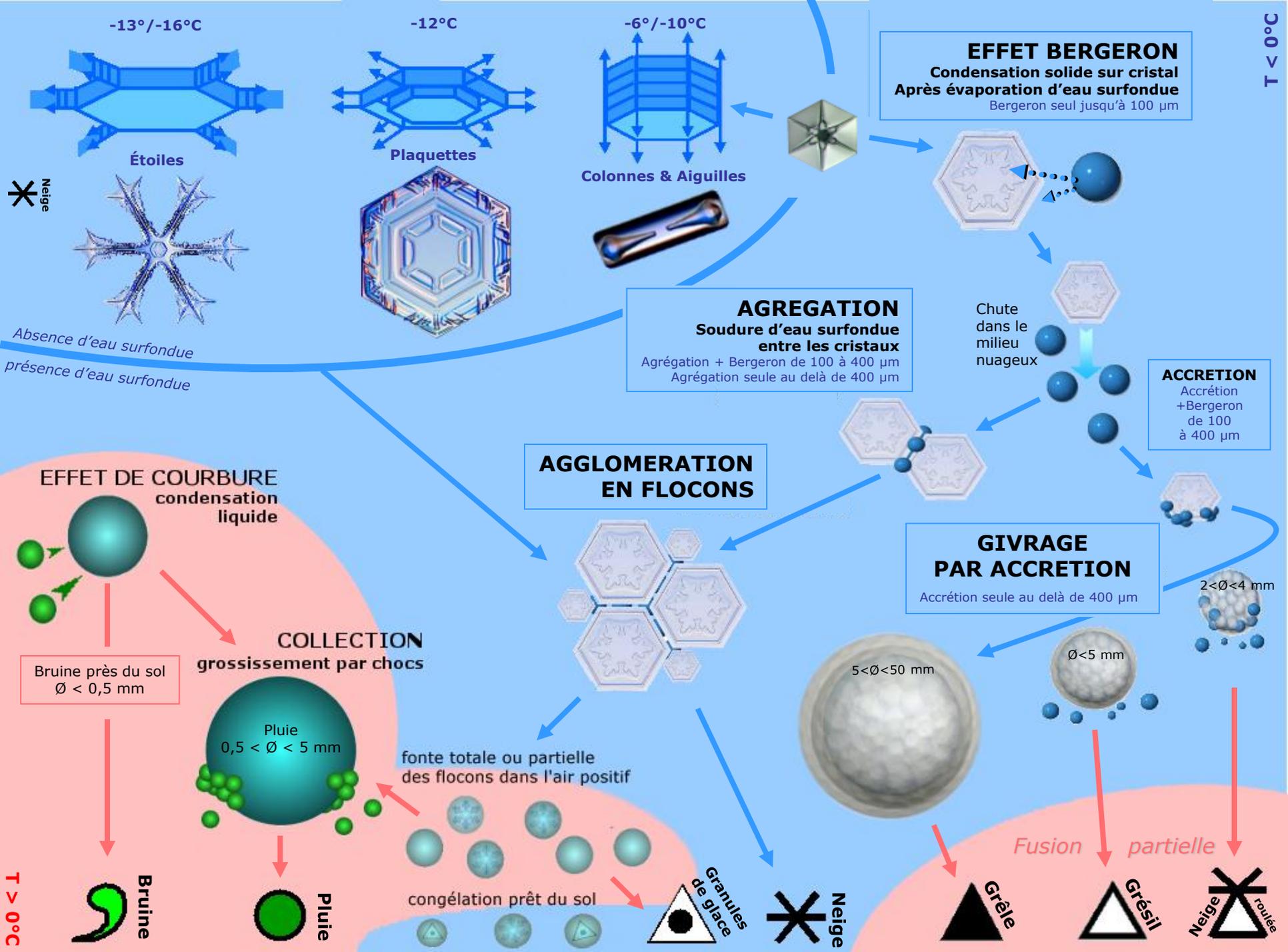
A partir de  $500 \mu\text{m}$   
apparition des gouttes de pluie.

Au delà de  $400 \mu\text{m}$   
⇒ COLLECTION seule

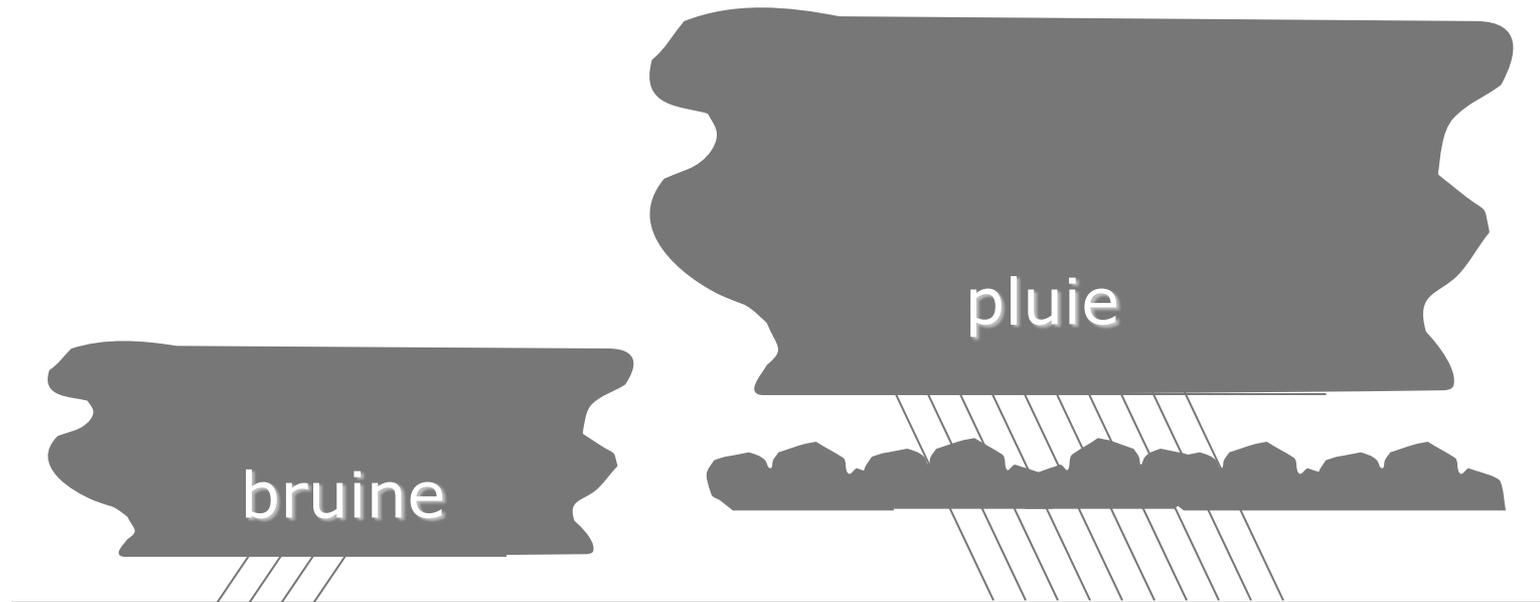


De  $100$  à  $400 \mu\text{m}$   
⇒ EFFET DE COURBURE  
+ COLLECTION





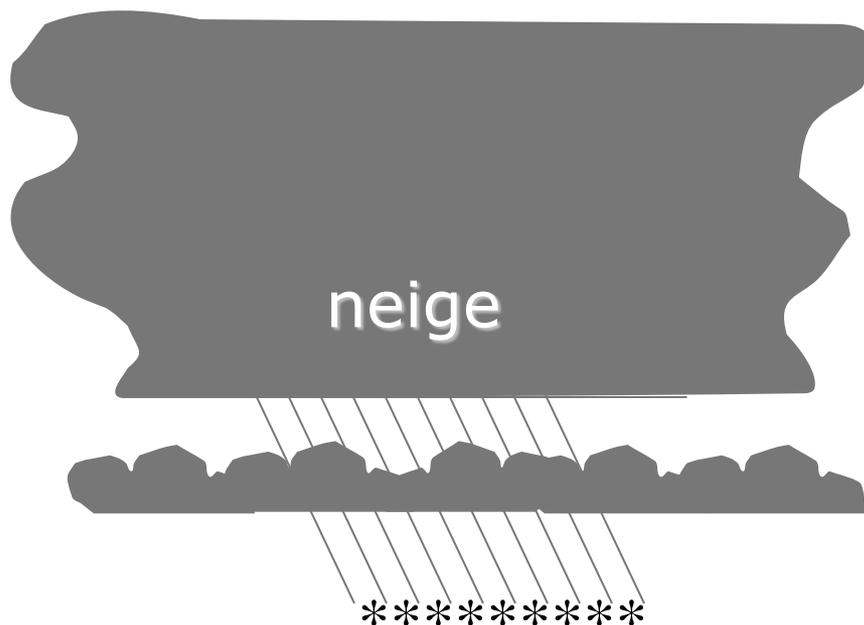
## - l'intensité d'une précipitation -



Faible < 0,1 mm/h  
0,1 <= Modérée < 0,5 mm/h  
0,5 mm/h <= Forte

Faible < 2,5 mm/h  
2,5 <= Modérée < 10 mm/h  
10 mm/h <= Forte

## - l'intensité d'une précipitation -



Faible < 1 mm/h

1 <= Modérée < 5 mm/h

5 mm/h <= Forte

# Brouillard de rayonnement

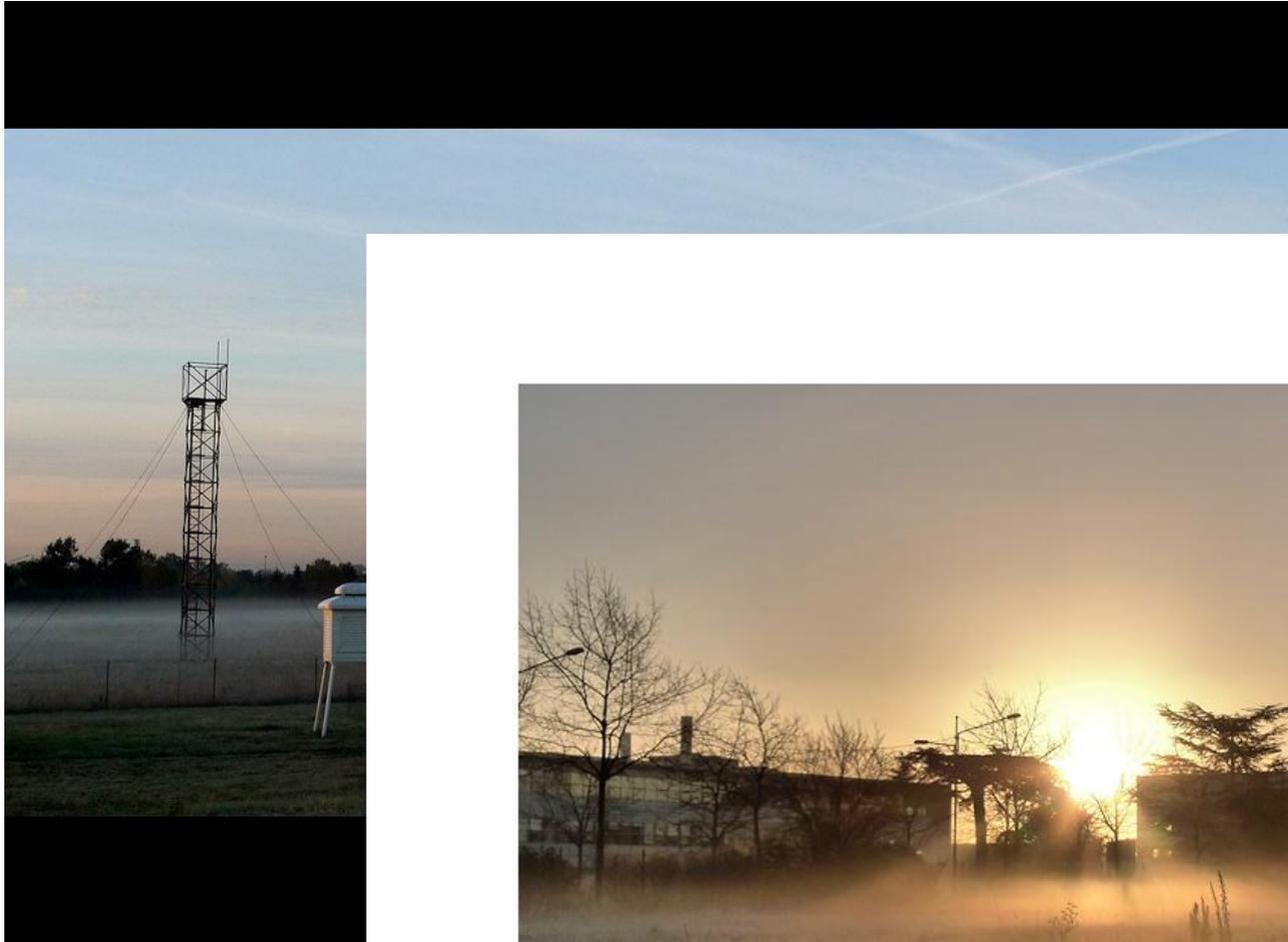
Ce brouillard se forme à la suite du refroidissement radiatif du sol (refroidissement nocturne) qui par contact refroidit l'air ambiant.

C'est le brouillard le plus courant, observé de principalement de l'automne au printemps.

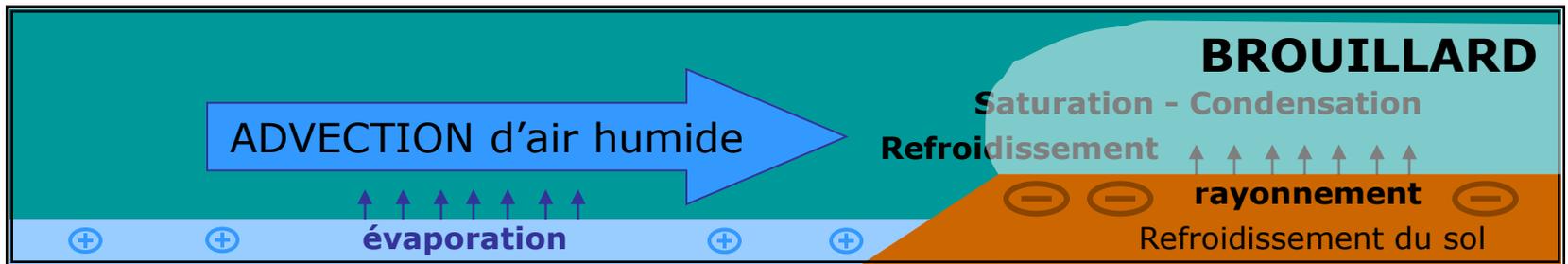
## Conditions météorologiques favorables à sa formation:

- ciel clair ou peu nuageux la nuit
- forte humidité de l'air
- 1 à 2 m/s de vent
- situation anticyclonique ou marais barométrique

# Brouillard de rayonnement



# Brouillard d'advection



Conditions météorologiques favorables à sa formation:

- $T_{\text{air}} - T_{\text{sol}} > 10^{\circ}\text{C}$
- forte humidité de l'air
- 4 à 7 m/s de vent

# Brouillard d'advection



# Brouillard de détente

Ce brouillard se forme à la suite d'une élévation en altitude au contact d'un relief.  
**La détente (baisse de pression) est un facteur de refroidissement.**

La particule ainsi détendue ne peut contenir plus de vapeur d'eau, **le point de condensation est atteint.**

Ce brouillard est principalement observé en hiver.

Si sa formation est suivie d'un forcissement du vent, la couche évolue en **STRATUS**.

# Brouillard de détente



**MERCI POUR VOTRE ATTENTION,**

**DES QUESTIONS ?**