

# Modélisation 3D des nuages et des précipitations à microphysique détaillée

*Mathieu Leporini, Delphine Leroy,  
Andrea Flossmann et Wolfram Wobrock*

***Laboratoire de Météorologie-Physique (LaMP)  
- Observatoire de Physique du Globe - CNRS-  
Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand***

- Quelle est la raison pour la sous-estimation des pluies cévenoles ?

Description  
dynamique

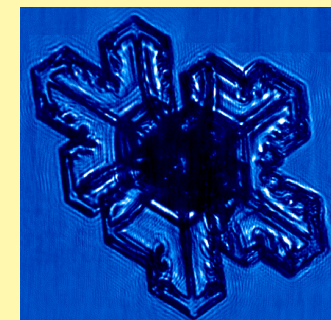
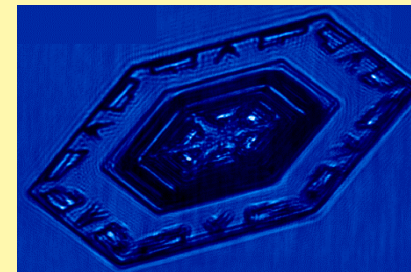
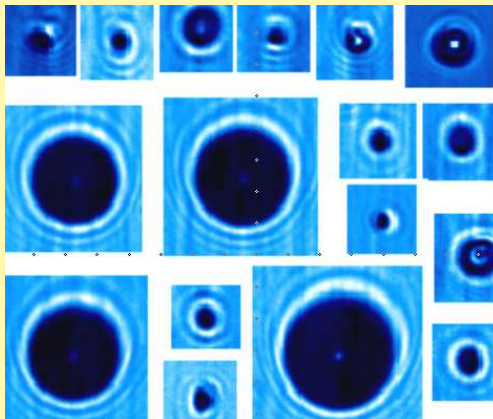
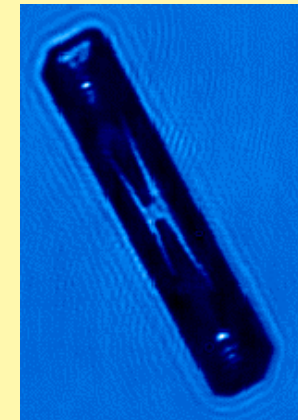
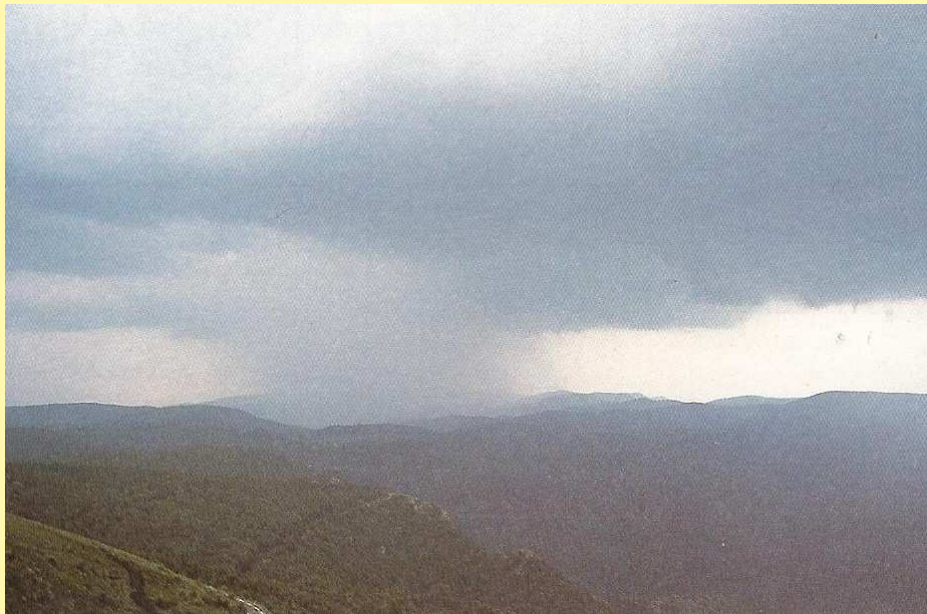
?

Incertitudes des champs  
atmosphériques initiaux

?

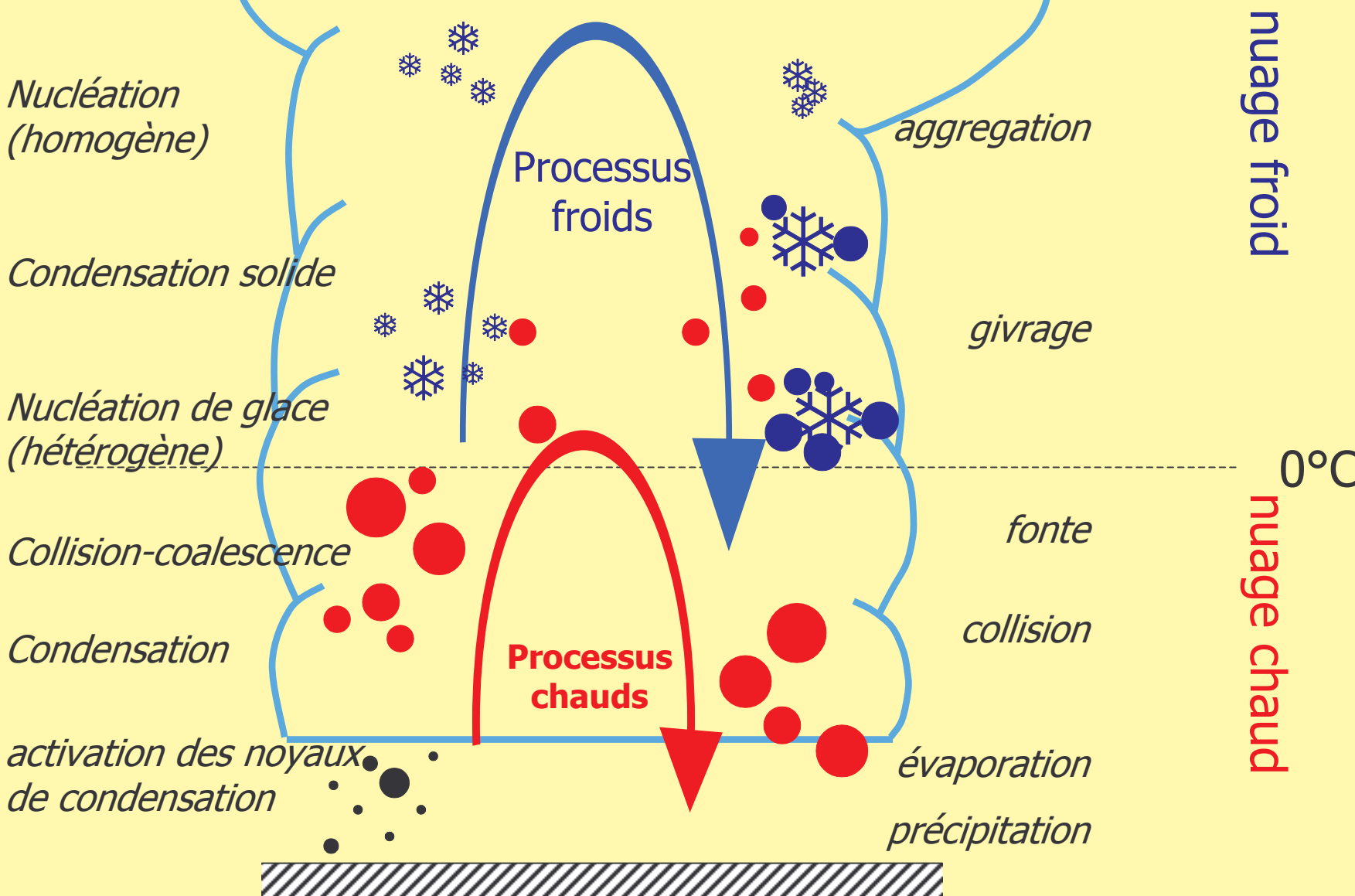
Description  
microphysique

?



**Cloud  
Particles  
Imager**

# Mécanismes de la précipitation



*Nucléation (homogène)*

*Condensation solide*

*Nucléation de glace (hétérogène)*

*Collision-coalescence*

*Condensation*

*activation des noyaux de condensation*

**Processus froids**

**Processus chauds**

*aggregation*

*givrage*

*fonte*

*collision*

*évaporation  
précipitation*

**nuage froid**

**0°C  
nuage chaud**

## Description microphysique dans les modèles méso-échelles:

*prévision de*

- *l'eau nuageuse*
- *l'eau de pluie*
- *la glace primaire*
- *la neige*
- *grêlons, grêle*

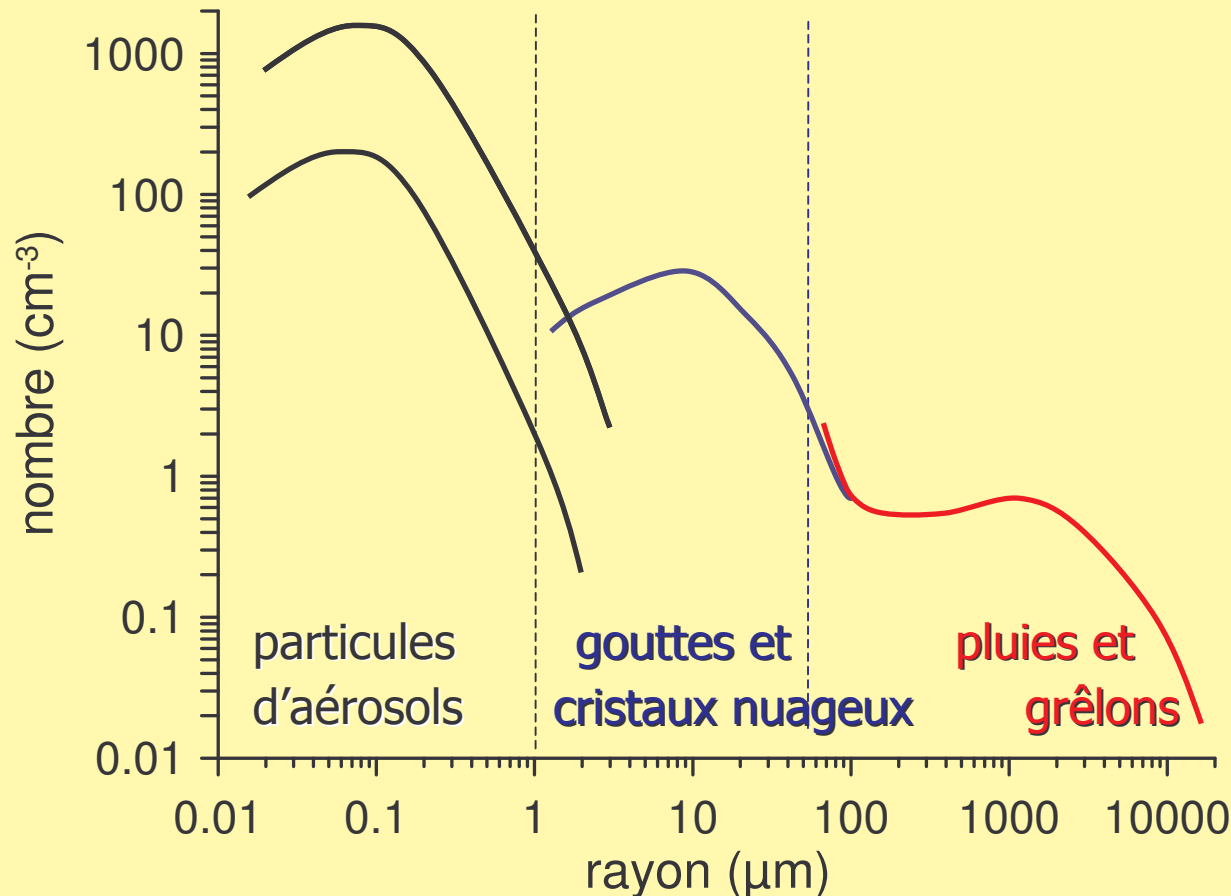
Dans un schéma explicite, on distingue 2 types de processus:

- I) formation de l'eau et de la glace  
*(condensation, évaporation, sublimation)*
- II) les interactions entre les différents réservoirs  
*(collision - coalescence, givrage, aggrégation, break-up, ...)*

**Description détaillée:**

*prévision du*

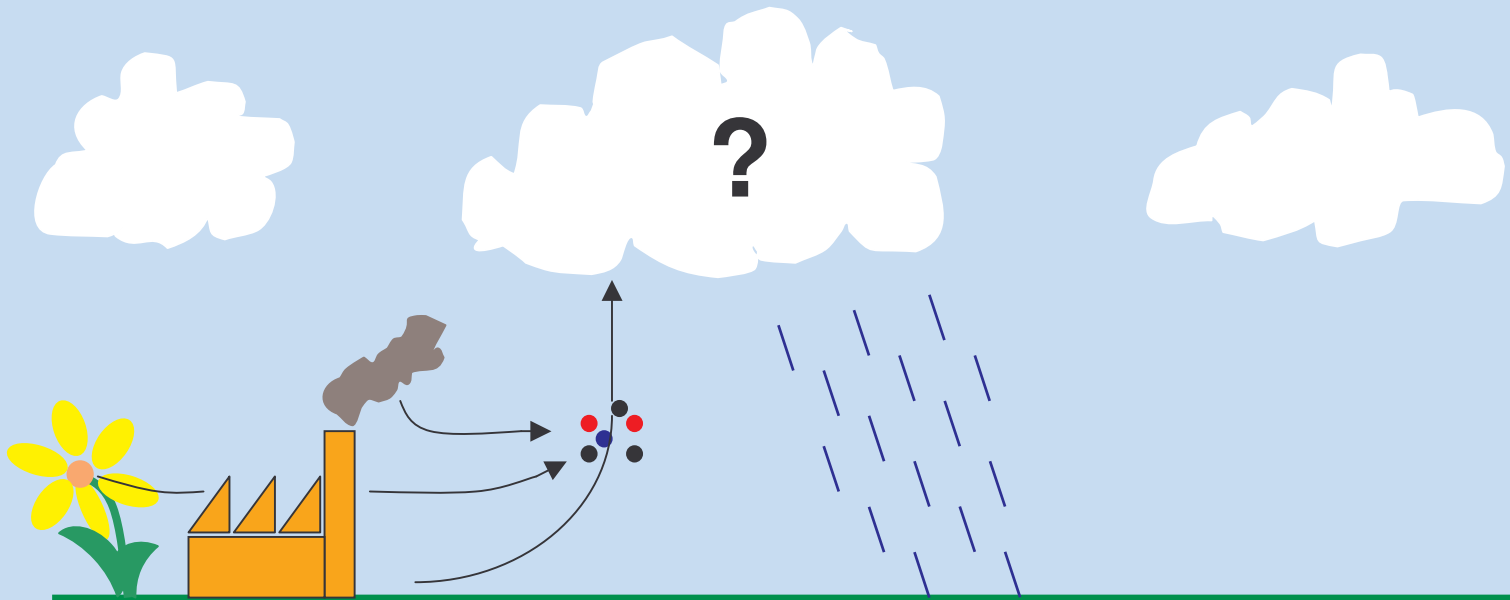
- *spectre des noyaux de condensation*
- *spectre des gouttes*
- *spectre des cristaux, flocons, grêlons*



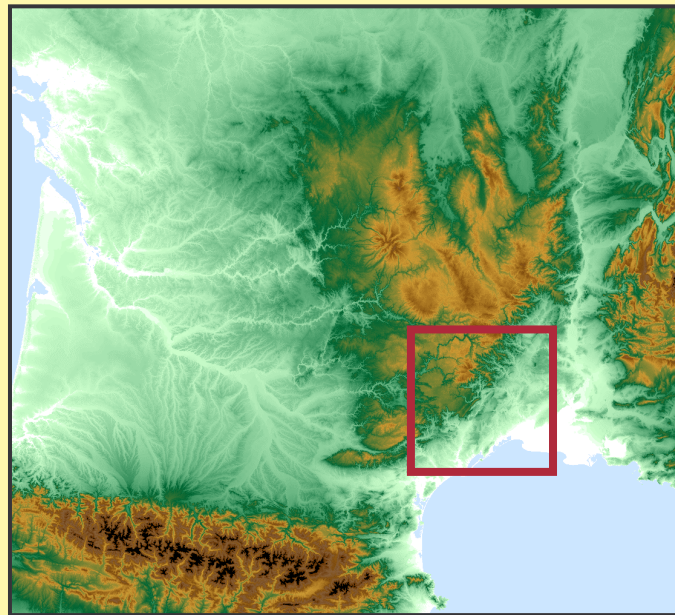
*discrétiser les spectres  
= 120 - 200 variables  
pronostiques*

# L'influence du spectre d'aérosols sur la formation de la précipitation pour un cas de convection moyenne

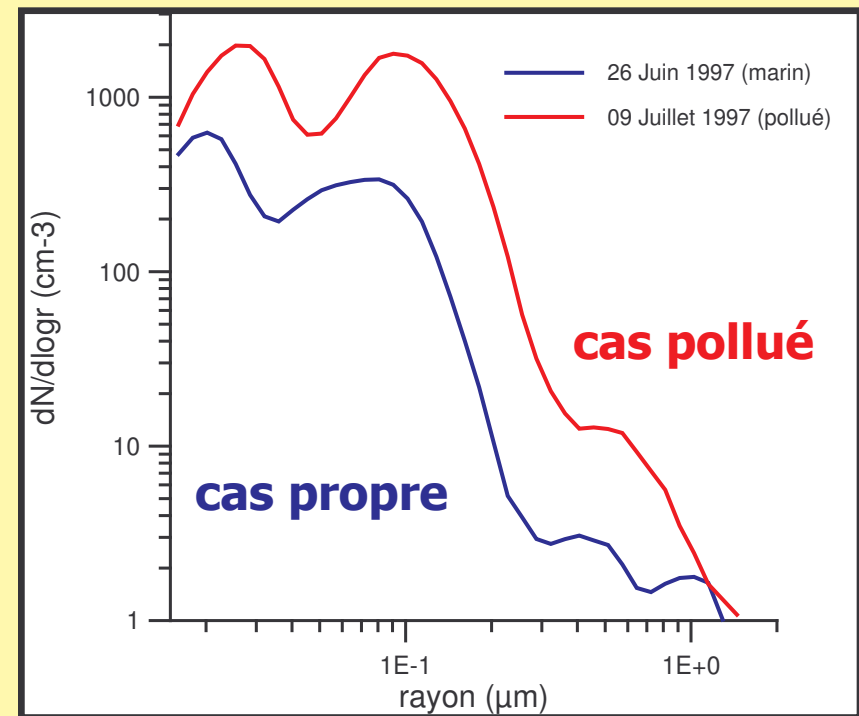
Cas idéalisé (thèse M. Leporini, 2005)



# Simulations sur le relief des Cévennes

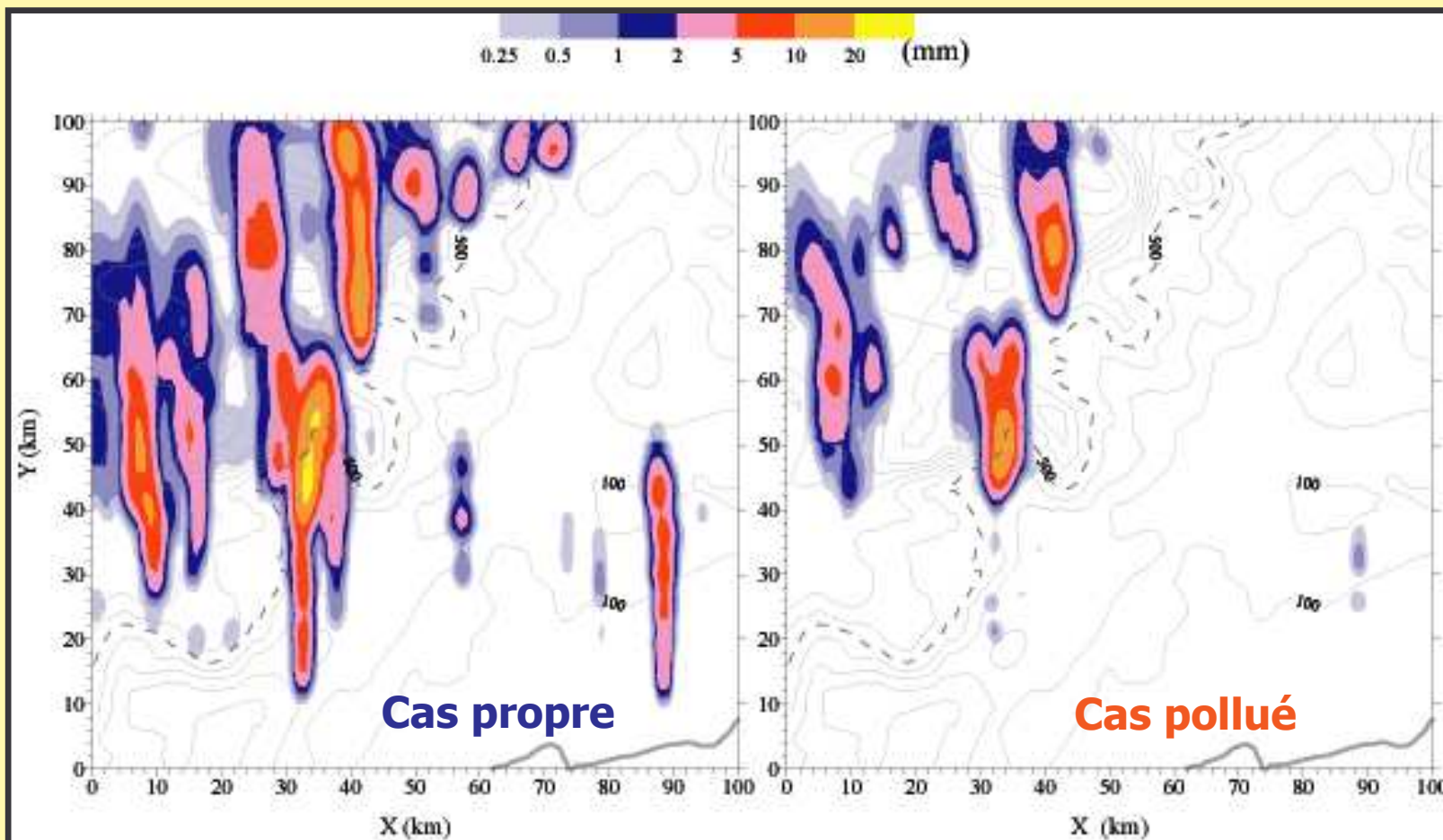


## Conditions initiales microphysiques



$\Delta t$	$\Delta x$	$\Delta y$	$N_x$	$N_y$	$N_z$
3 s	1 km	1 km	100 pts	100 pts	50 pts

## Cumul de pluie au sol après 2,5 h de simulation



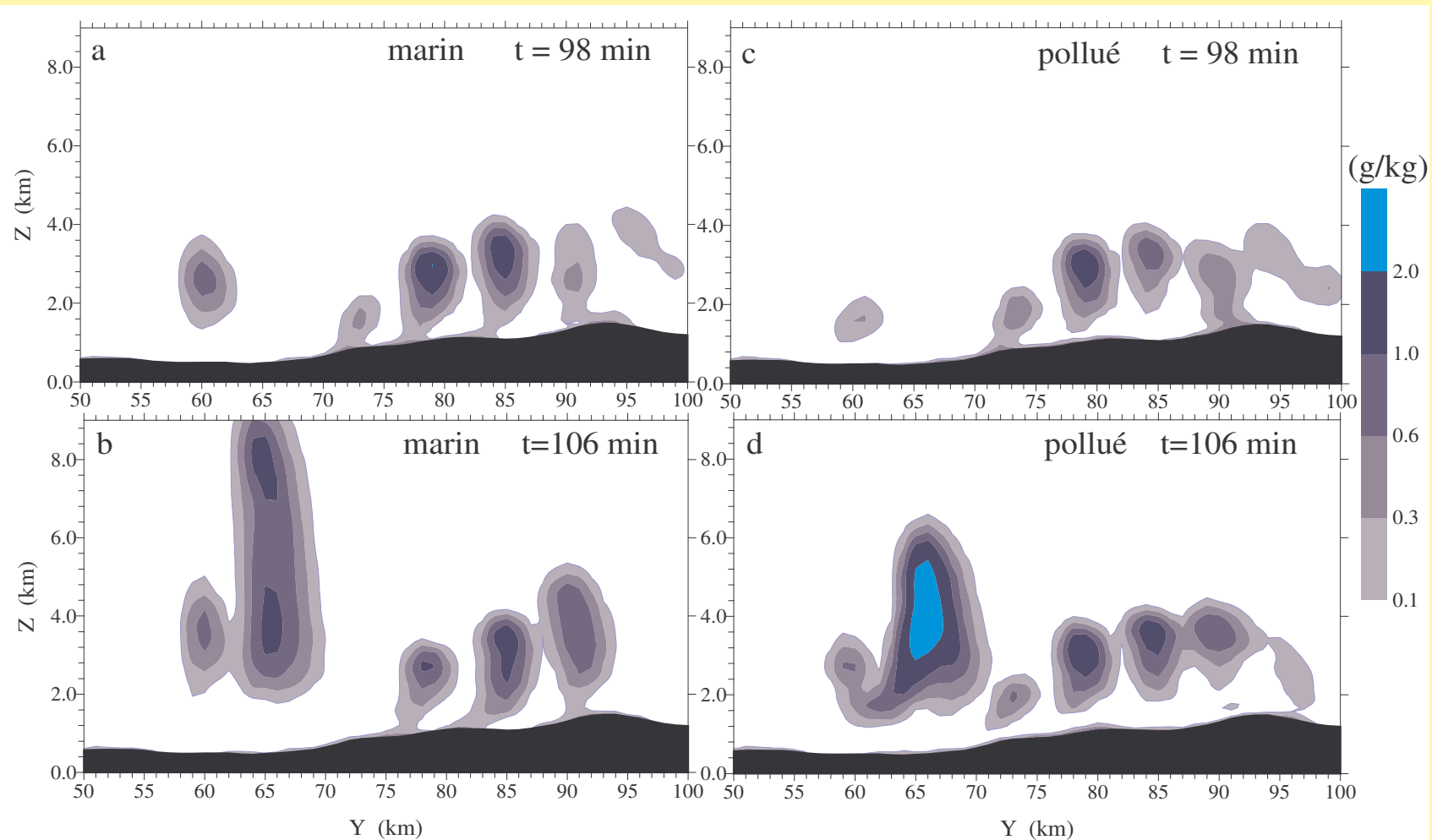
### Organisation en bandes pluvieuses

Augmentation de la concentration en particules d'aérosols

← **Diminution du cumul de précipitations**

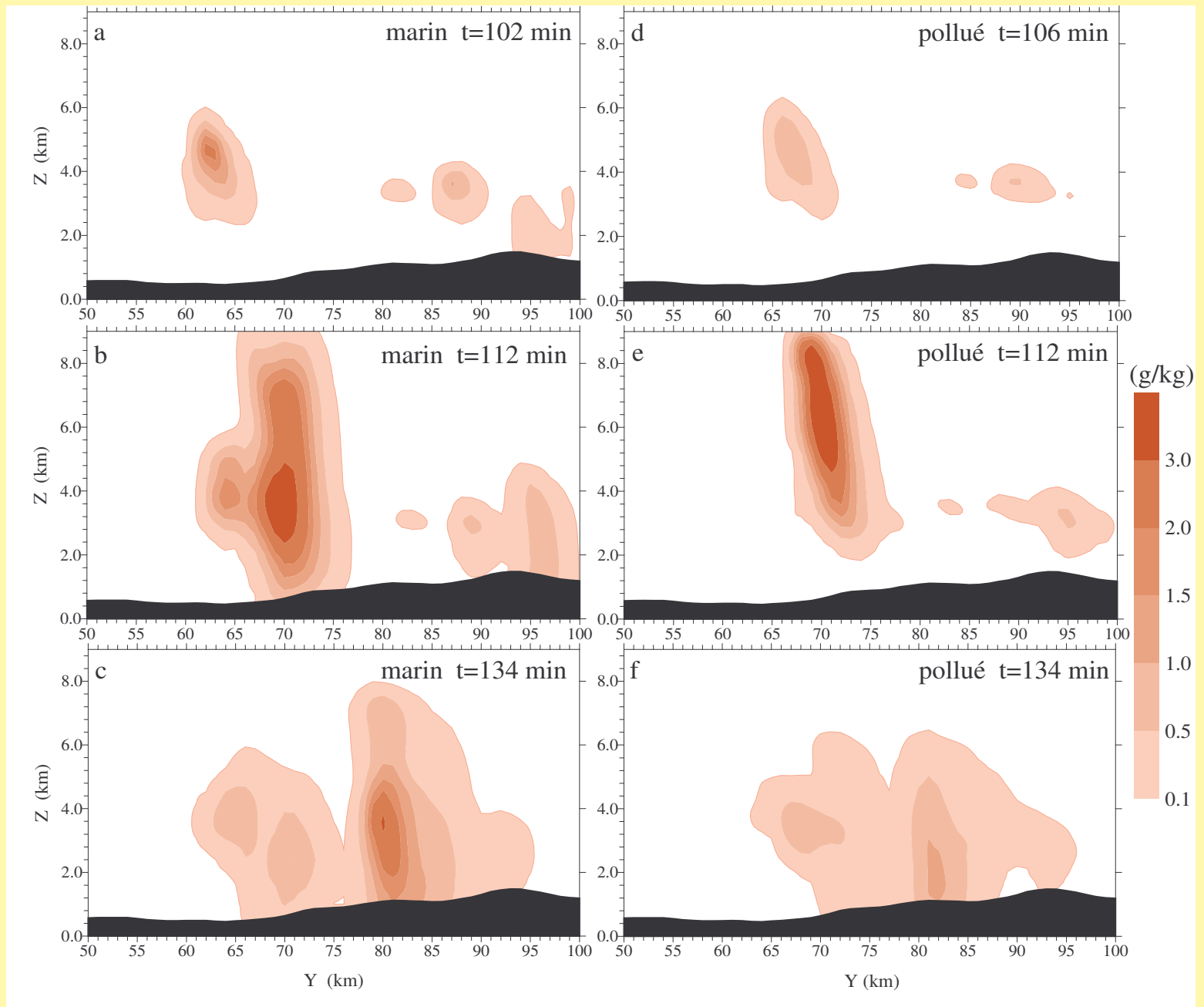
→ **Modification de la localisation des bandes pluvieuses**

# Suivi d'une cellule convective



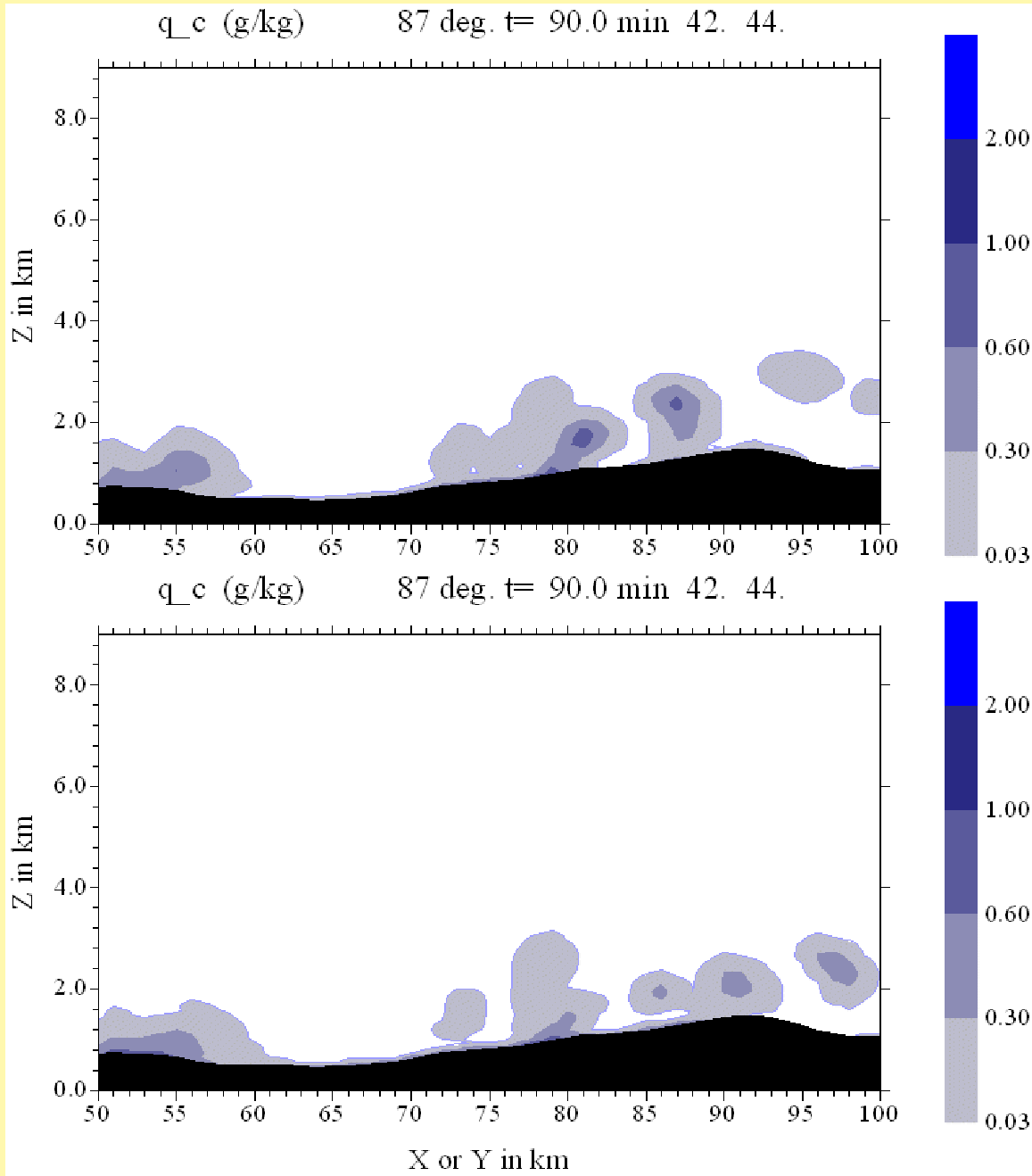
**l'eau nuageuse**

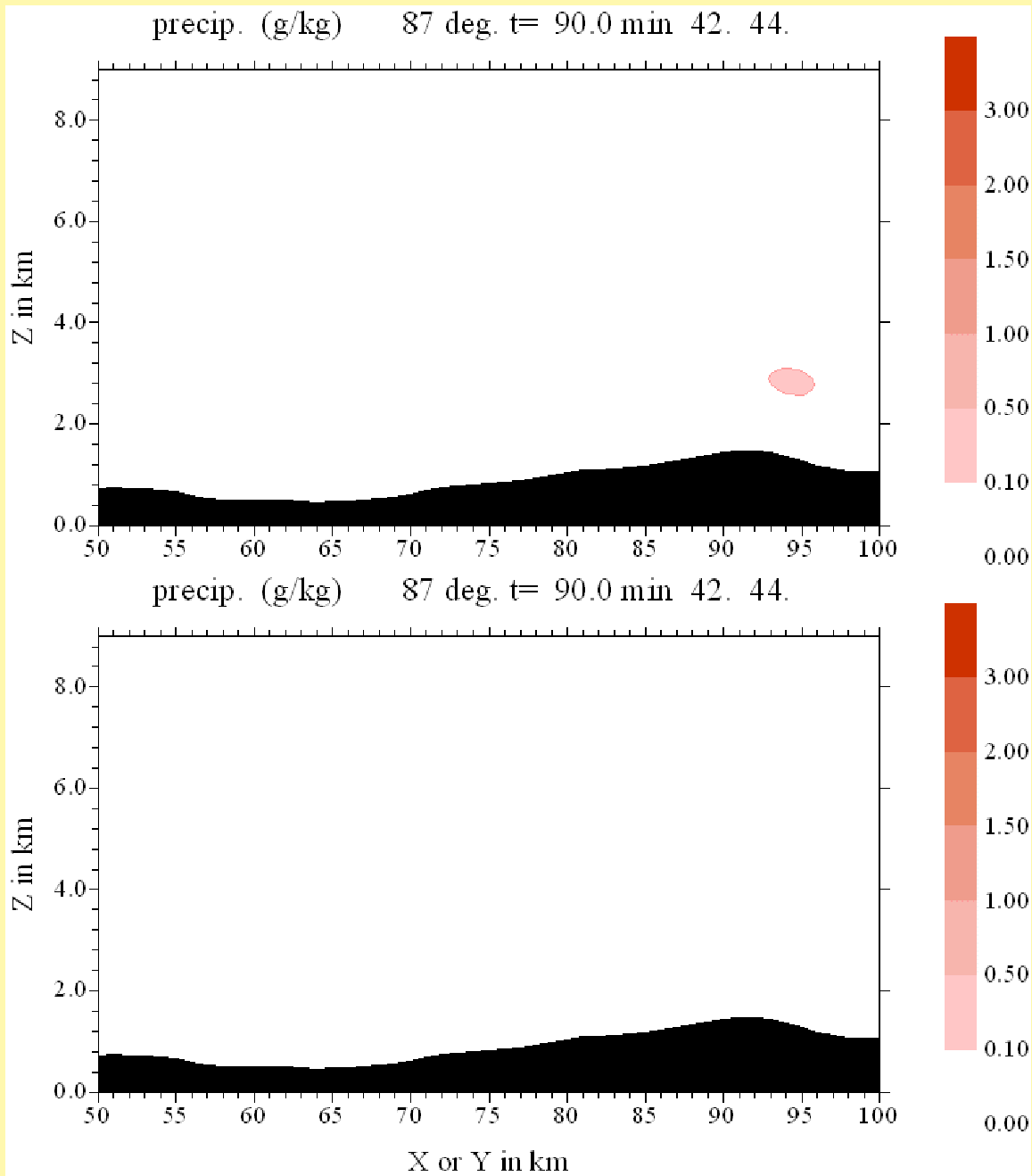
# Suivi d'une cellule convective



**l'eau de  
pluie**

# l'eau nuageuse



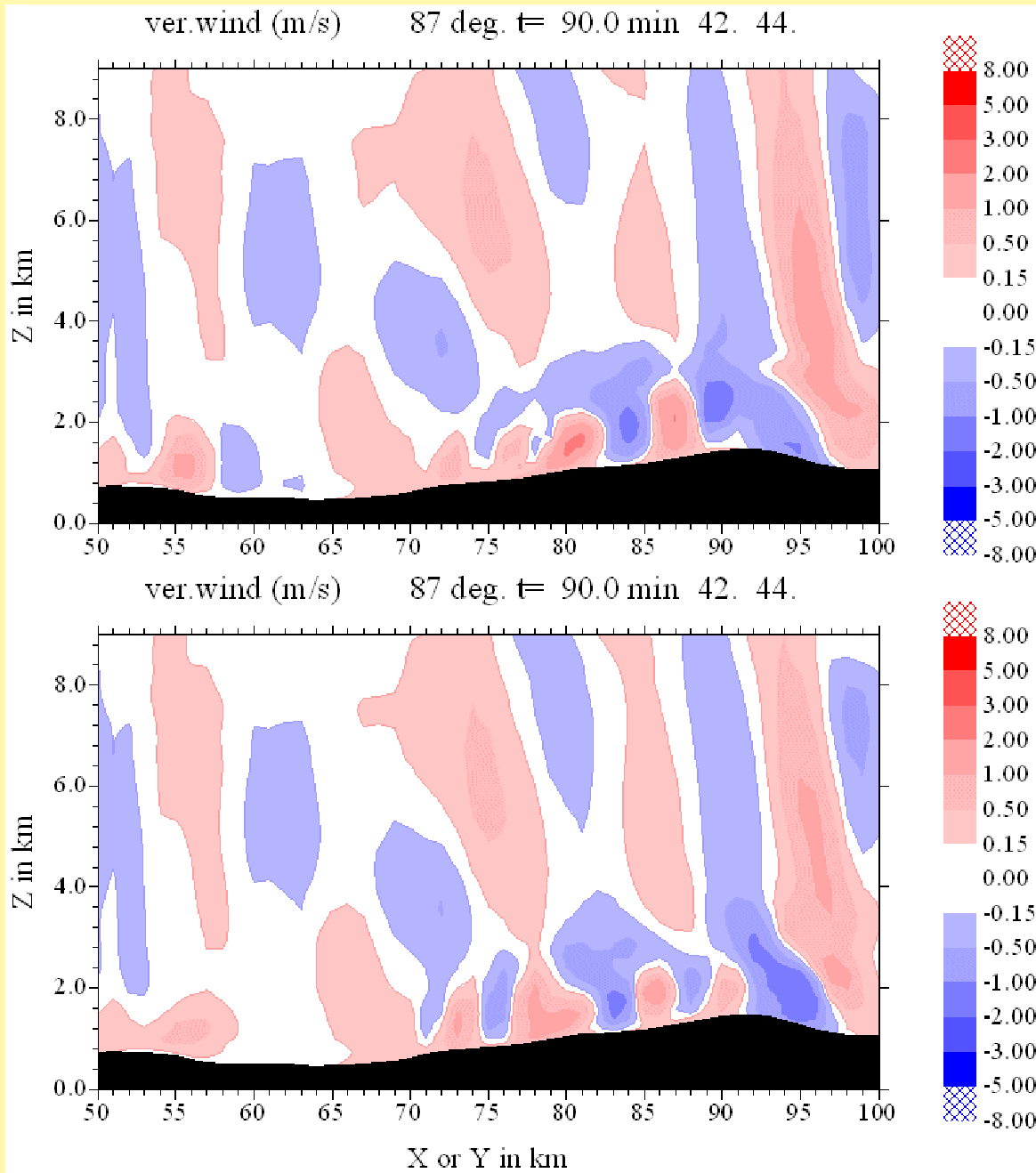


**l'eau de pluie**

marin

pollué

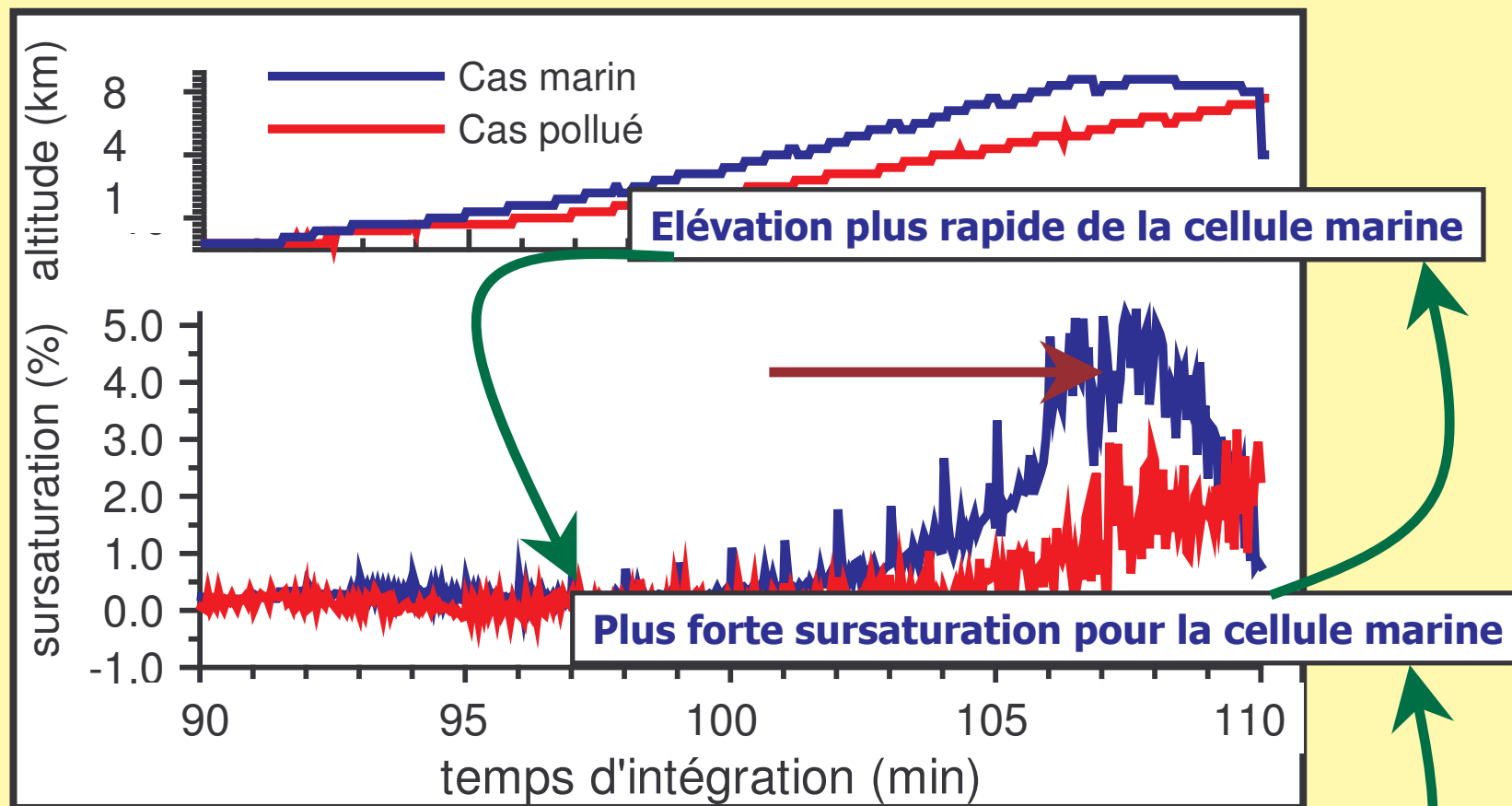
# vent vertical



marin

pollué

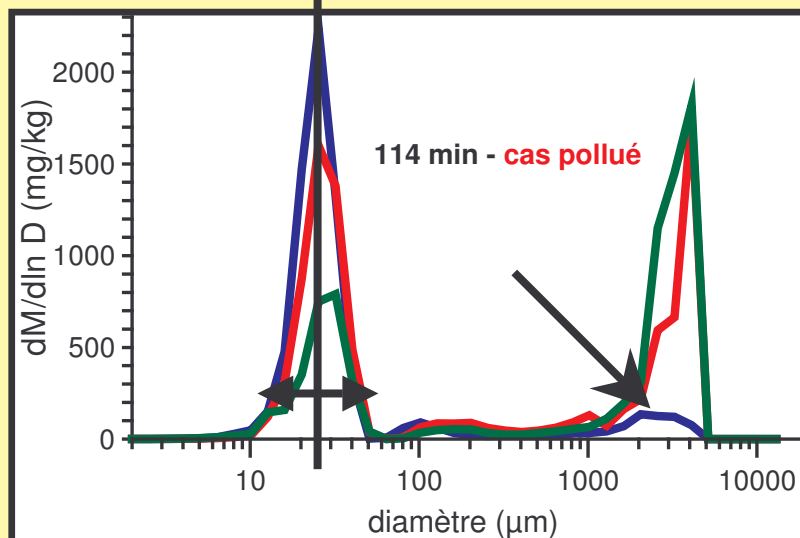
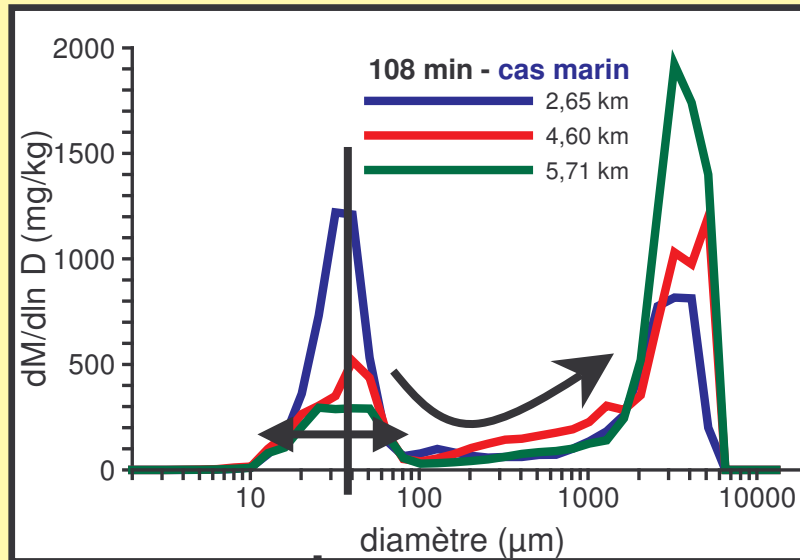
## Rétroaction des aérosols sur la dynamique



**Concentration en gouttelettes plus faible pour la cellule marine**

# Comparaison des spectres dimensionnels

## Avant la phase de précipitations maximales



**Processus de collision coalescence**

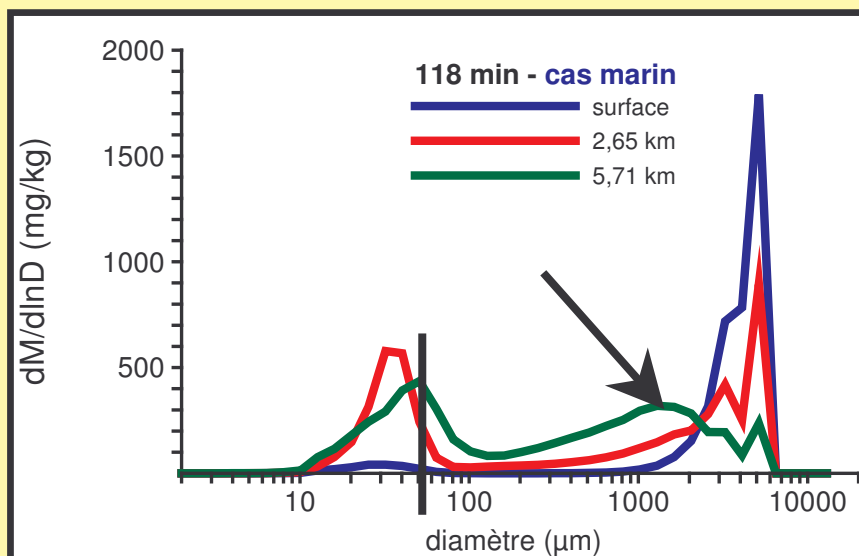
**Gouttes nuageuses plus petites et plus nombreuses**



**Retarde la formation de gouttes de pluie**

# Comparaison des spectres dimensionnels

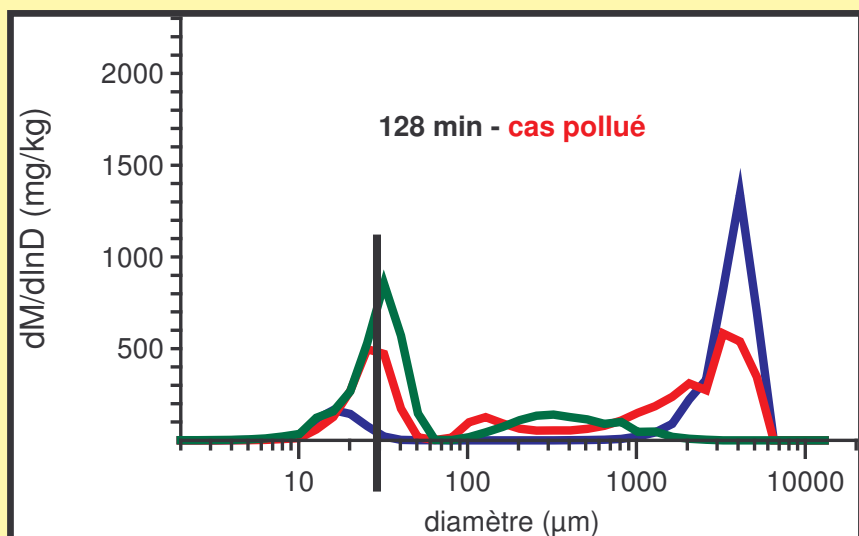
Pendant la phase de précipitations maximales



**Gouttes nuageuses plus petites**



**Pas d'alimentation du réservoir de gouttes de pluie**

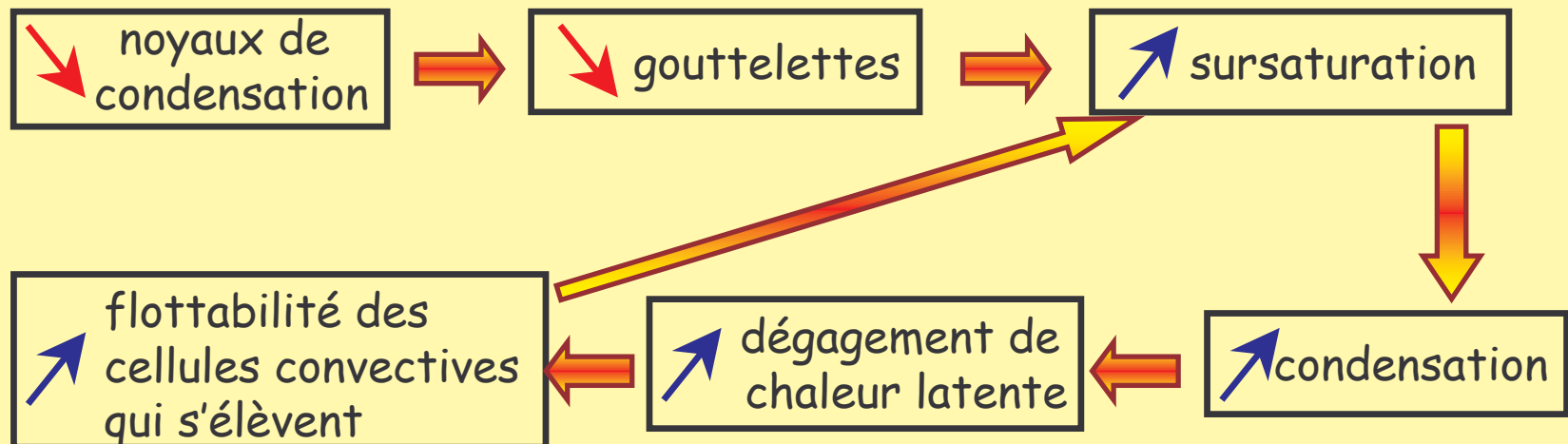


**Résultats cohérents avec les études microphysiques existantes**

## Conclusions

- Augmentation de la concentration en particules d'aérosols entraîne:
- diminution du cumul des précipitations  
modification de la localisation des précipitations
  - augmentation du nombre de gouttelettes nuageuses  
diminution de la taille moyenne des gouttelettes nuageuses

### *- Influence de la microphysique sur la dynamique:*



## **Travaux en cours :**

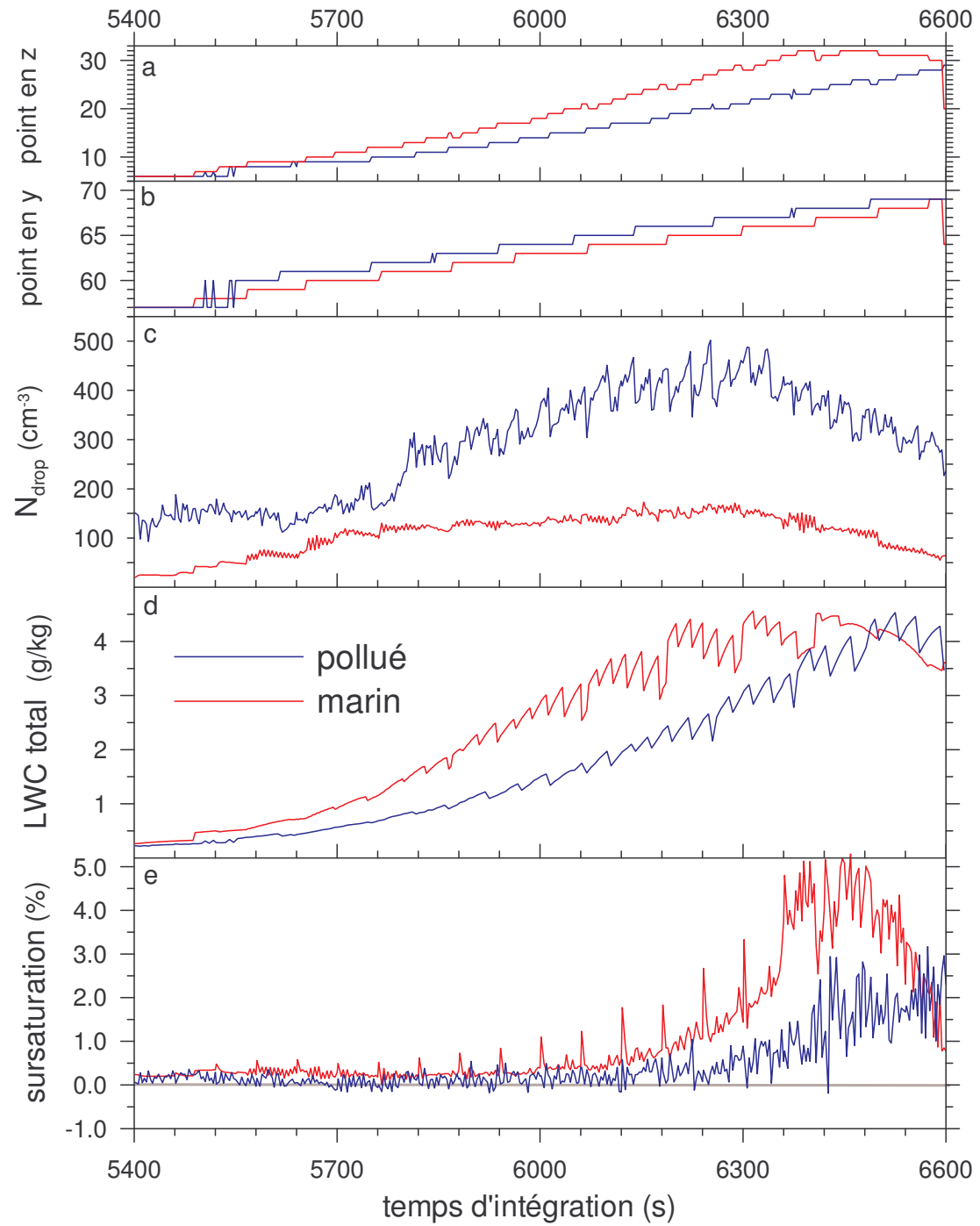
- \* cas réel (Cévennes, 1987)  
et comparaison avec les modèles paramétrés
- \* l'ajout des spectres de glace (thèse de D. Leroy)

Le processus clé pour la formation d'un nuage:  
= processus de *condensation* et *cond. solide*  
de la vapeur d'eau

Traitement dans les modèles par:

*«ajustement de la sursaturation»*

= toute la masse de la vapeur d'eau  $>$  la masse de vapeur à 100%  
est transformée en eau nuageux



# sursaturation simulée

cas marin à 106 min.

