



# Évolutions de la microphysique Arpege

Atelier de Modélisation de l'Atmosphère, DEPHY 2017

---

Yves Bouteloup

CNRM-UMR3589 (Météo-France/CNRS)

2 février 2017

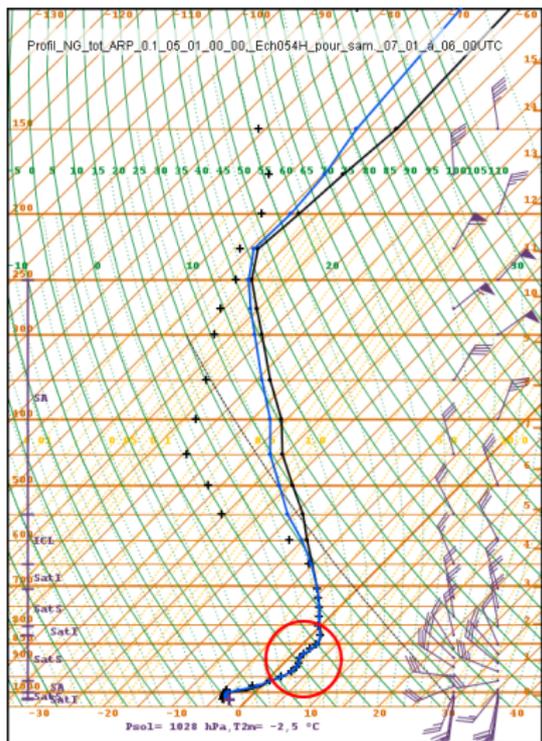


# Plan

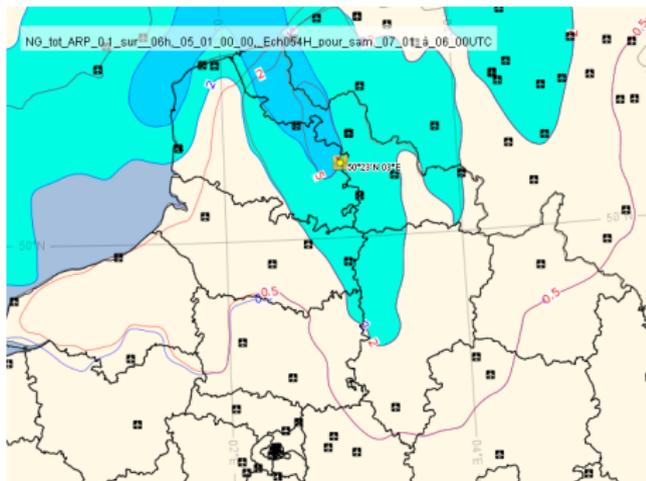
---

- 1 Introduction
- 2 La microphysique d'ARPEGE PNT et CLIMAT
- 3 Évolutions en cours de test du schéma de "Lopez"
- 4 Description des premiers tests en 1D avec MUSC
- 5 Impacts en 3D sur le cas du 7 janvier
- 6 Conclusion et perspectives

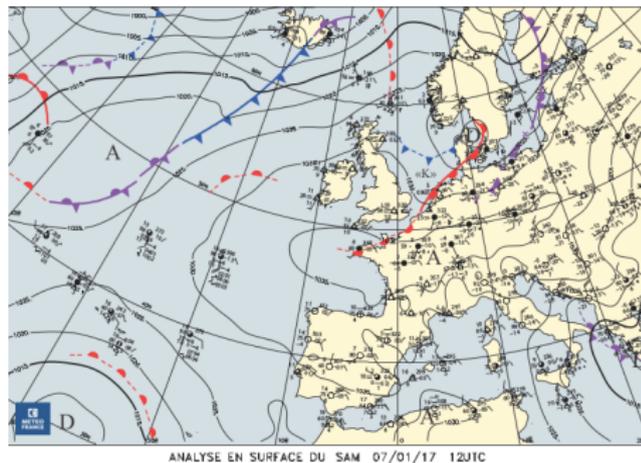
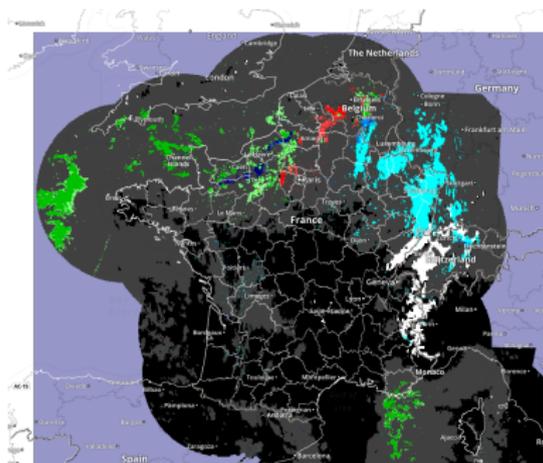
# Pluie verglaçante du 7 janvier 2017



## Prévision ARPEGE échéance 54h (Cas signalé par Michaël Kreitz)



# Pluie verglaçante du 7 janvier 2017



# La microphysique d'ARPEGE PNT et CLIMAT

---

## Qualités

- Schéma issu de Lopez (2002) mais qui a déjà beaucoup évolué
- Schéma pronostique simple peu couteux
- Algorithmique performante adaptée aux grands pas de temps
- Les processus résolus le sont "proprement" (mêmes formulations que ICE3)

## Faiblesses

- Changement de phase pluie/neige brutal à 0°C
- Regel de la pluie en neige (pas de graupel ni de pluie verglaçante)
- Schéma utilisé maintenant dans la convection profonde PCMT

# Adapter ICE3 ou faire évoluer "Lopez" ?

---

## Arguments en faveur d'une adaptation d'ICE 3

- Schéma utilisé dans AROME et Méso-NH
- LIMA (schéma à deux moments) est une évolution d'ICE3
- Travail en cours de Sébastien Riette pour diminuer la sensibilité au pas de temps

## Arguments en défaveur d'une adaptation d'ICE 3

- Schéma relativement coûteux
- Très grande sensibilité au pas de temps
- Algorithmique séquentielle pas du tout adaptée aux grands pas de temps

# Situation actuelle du schéma de "Lopez"

## Microphysique de "Lopez" en résumé

- 5 variables pronostiques ( $q_v, q_l, q_i, q_r, q_s$ )
- Auto-conversion (Kessler 1969)
- Agrégation, collection, riming
- Évaporation, sublimation, fonte, regel
- Sédimentation statistique

Fonte et regel parfaitement symétriques :

$$\Delta q_{r/s} = \text{Min} \left( q_{r/s}, \frac{C_p \Delta T}{L} \right)$$

# Modifications en cours de test

- Introduction d'une nouvelle variable pronostique "graupel"
- Fonte et regel plus progressifs via une fonction spécifique à chaque hydrométéore

## fonte

$$\Delta_{fonte} = \text{Min} \left( q_s f_s(T, \dots) + q_g f_g(T, \dots), \frac{C_p \Delta T}{L} \right)$$

$$\begin{cases} \Delta q_s = \frac{q_s f_s(T, \dots)}{q_s f_s(T, \dots) + q_g f_g(T, \dots)} \Delta_{fonte} \\ \Delta q_g = \frac{q_g f_g(T, \dots)}{q_s f_s(T, \dots) + q_g f_g(T, \dots)} \Delta_{fonte} \end{cases}$$

$$\begin{cases} q_s^+ = q_s^- - \Delta q_s \\ q_g^+ = q_g^- - \Delta q_g \\ q_r^+ = q_r^- + \Delta q_s + \Delta q_g \end{cases}$$

## regel

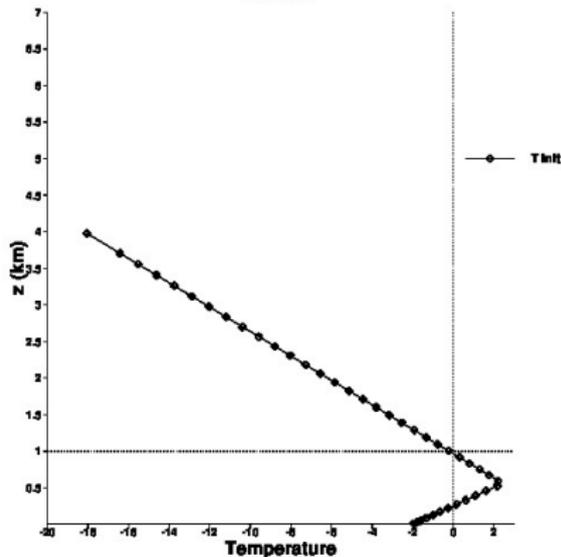
$$\Delta q_r = \text{Min} \left( q_r f_r(T, \dots), \frac{C_p \Delta T}{L} \right)$$

$$\begin{cases} q_r^+ = q_r^- - \Delta q_r \\ q_g^+ = q_g^- + \Delta q_r \\ q_s^+ = q_s^- \end{cases}$$

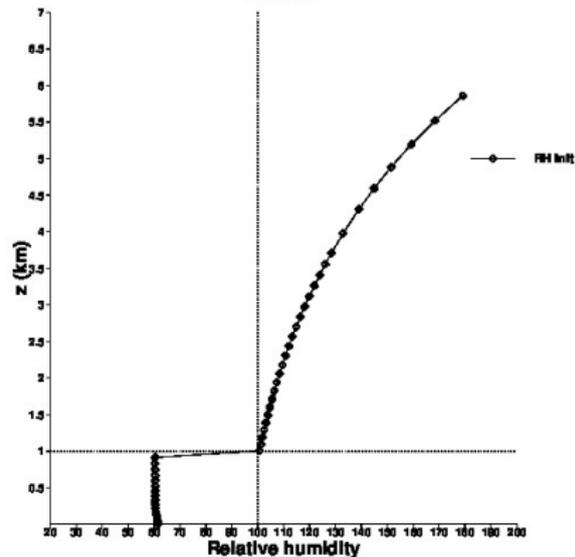
# Le cas académique utilisé

## Profils initiaux

Temperature (PT)  
MUSC  
Initial state



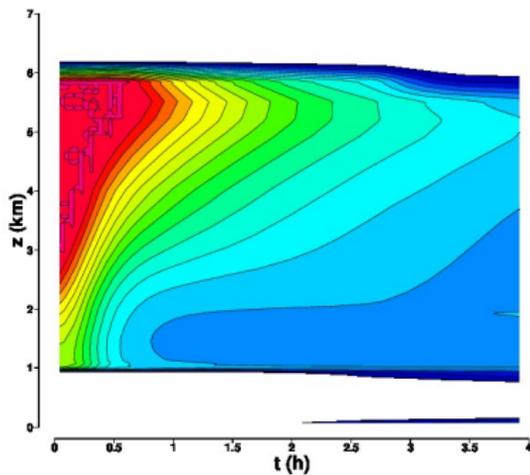
Relative humidity (RH)  
MUSC  
Initial state



# Évolution fraction nuageuse et température

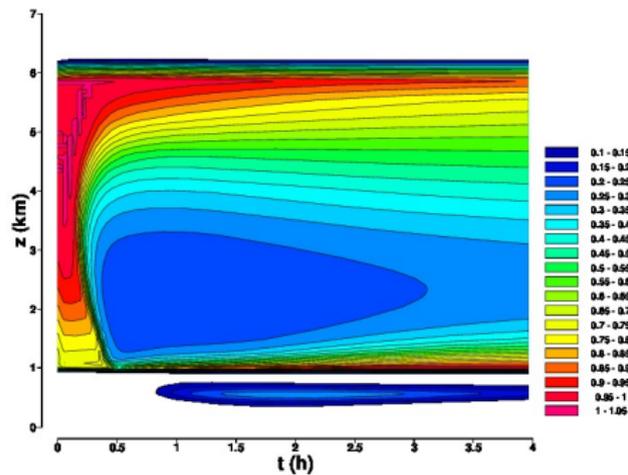
## Fraction nuageuse

Fraction nuageuse (ARPEGE\_REF) (0/1)  
MUSC



ARPEGE

Fraction nuageuse (AROME\_REF) (0/1)  
MUSC

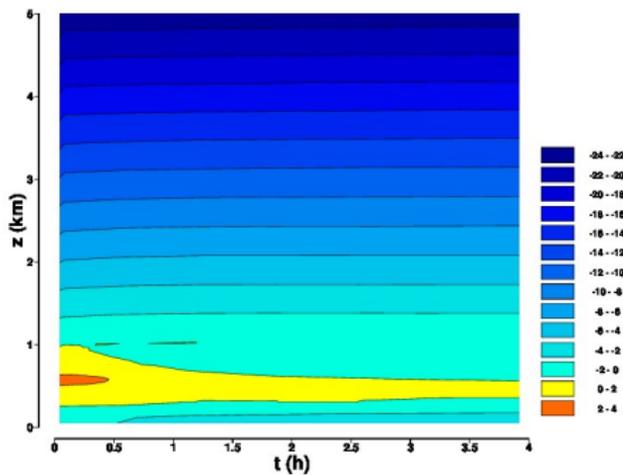


AROME  
( $\sigma_s = 8.10^{-5}$ )

# Évolution fraction nuageuse et température

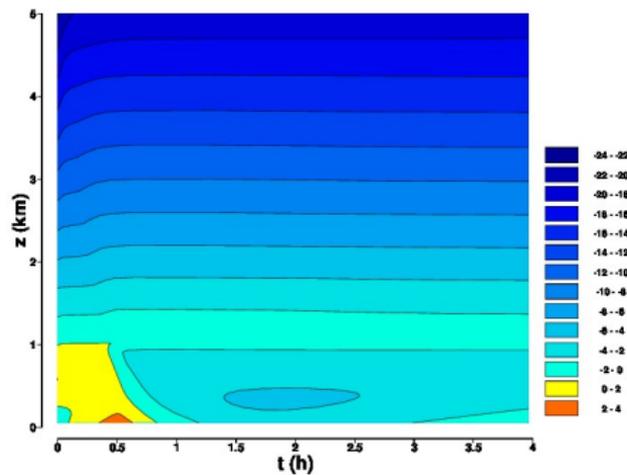
## Température

Temperature (ARPEGE\_REF) (K)  
MUSC



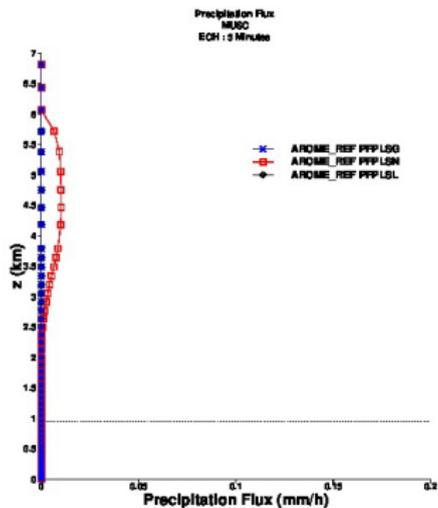
ARPEGE

Temperature (AROME\_REF) (K)  
MUSC

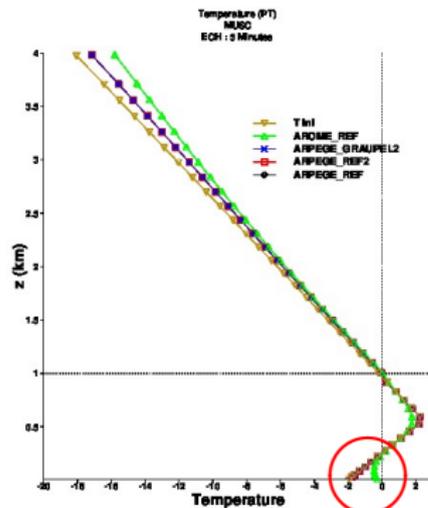


AROME

# Comparaison AROME/ARPEGE

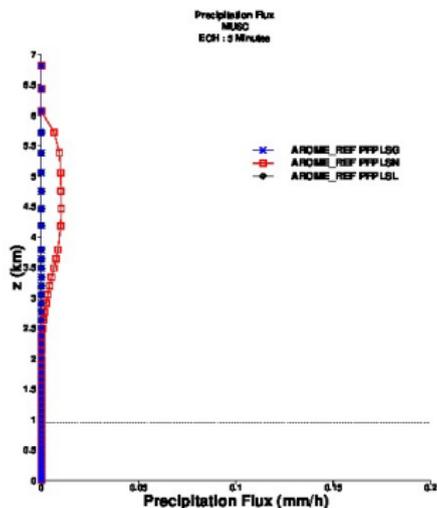


Flux AROME 5 minutes

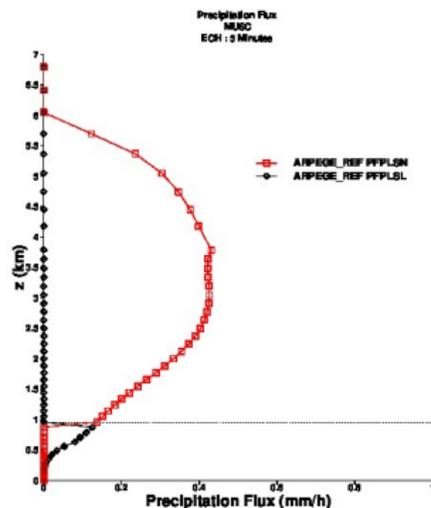


Tempe 5 minutes

# Comparaison AROME/ARPEGE

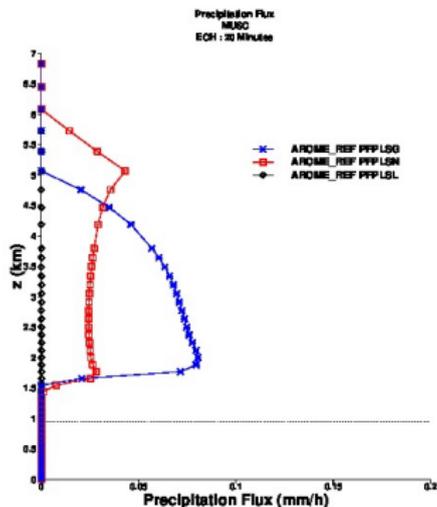


Flux AROME 5 minutes

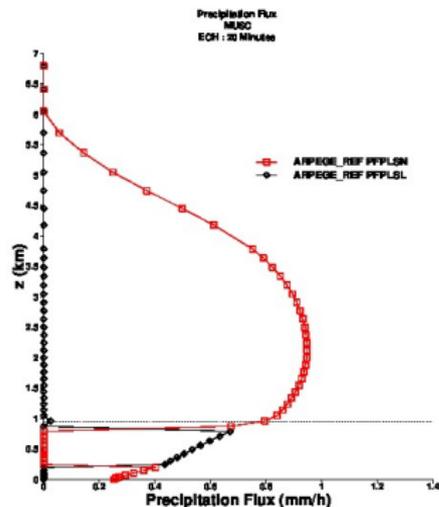


Flux ARPEGE 5 minutes

# Comparaison AROME/ARPEGE

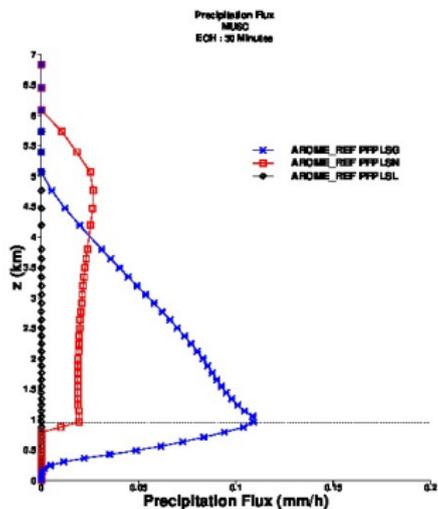


Flux AROME 20 minutes

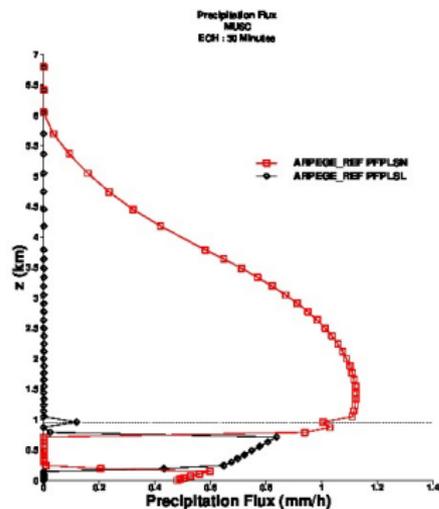


Flux ARPEGE 20 minutes

# Comparaison AROME/ARPEGE

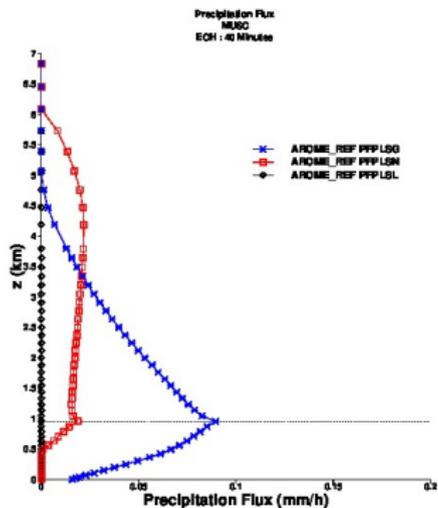


Flux AROME 30 minutes

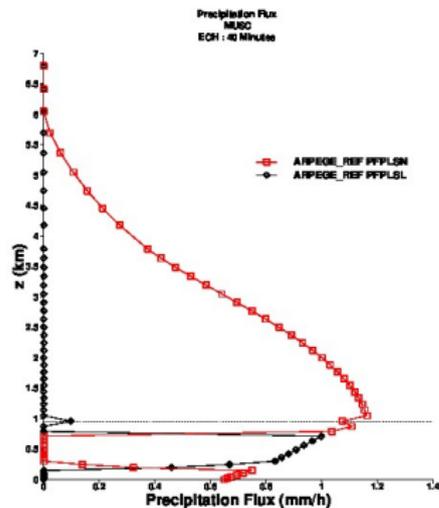


Flux ARPEGE 30 minutes

# Comparaison AROME/ARPEGE

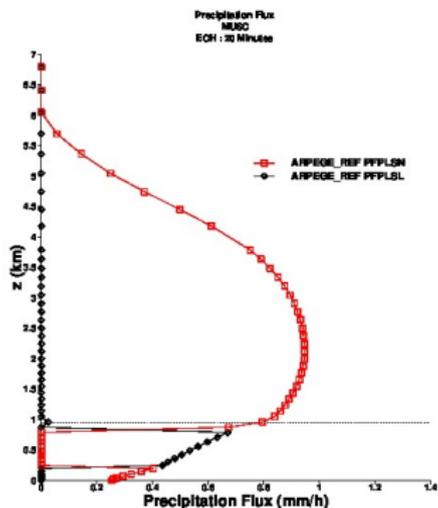


Flux AROME 40 minutes

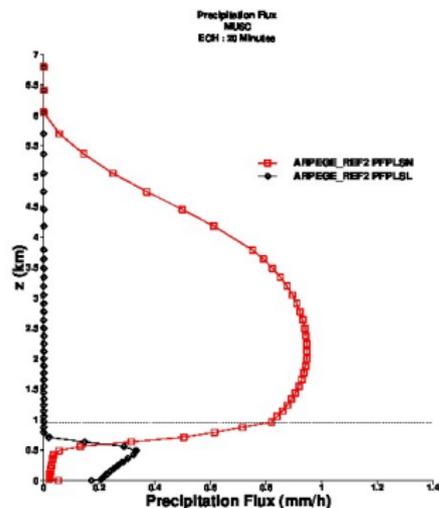


Flux ARPEGE 40 minutes

# Impact des modifications d'ARPEGE en 1D

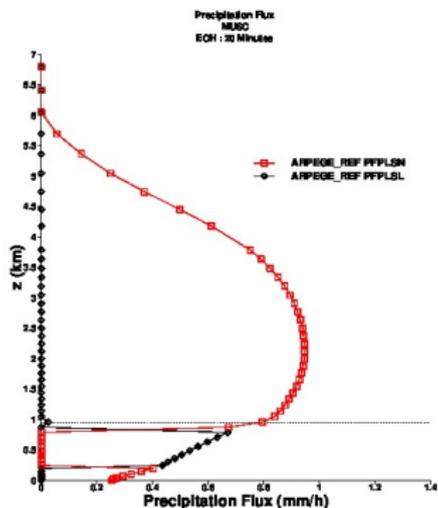


Flux ARPEGE 20 minutes

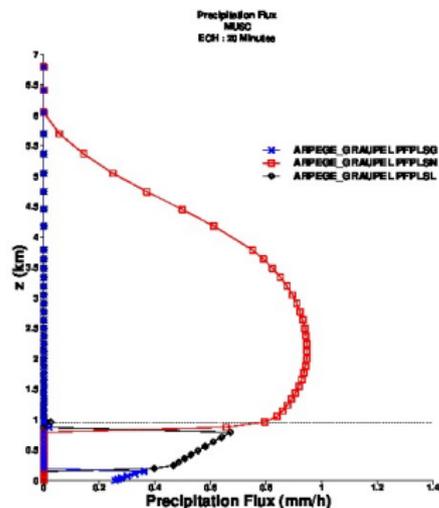


Flux ARPEGE smooth 20 minutes

# Impact des modifications d'ARPEGE en 1D

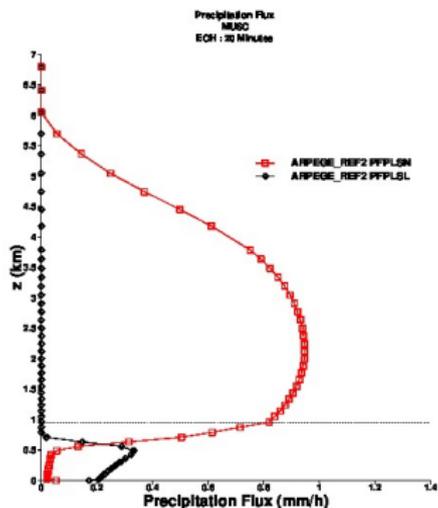


Flux ARPEGE 20 minutes

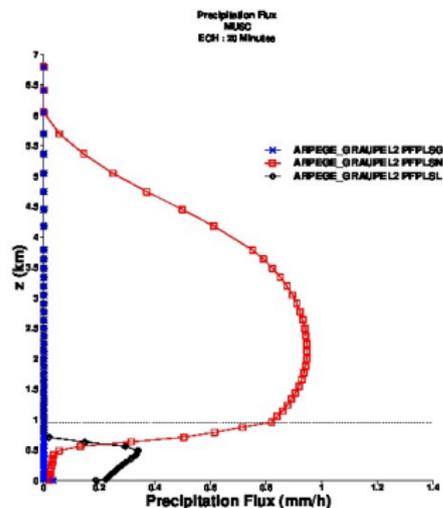


Flux ARPEGE graupel 20 minutes

# Impact des modifications d'ARPEGE en 1D

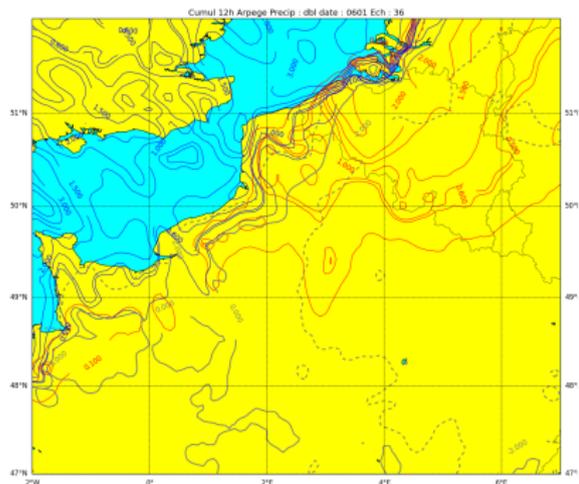


Flux ARPEGE smooth 20 minutes

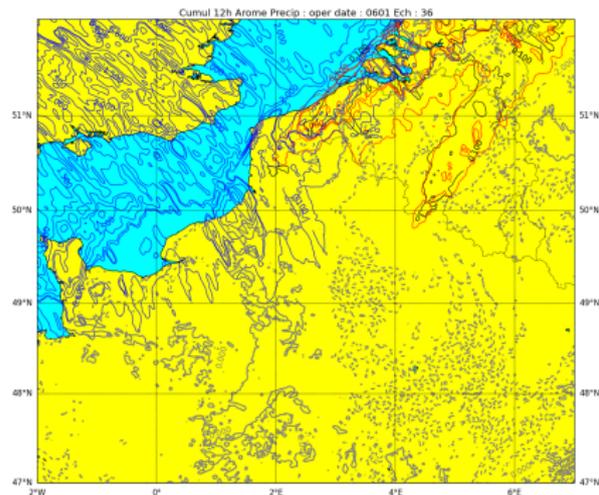


Flux ARPEGE graupel smooth 20 minutes

# Impact sur le cas du 7 janvier

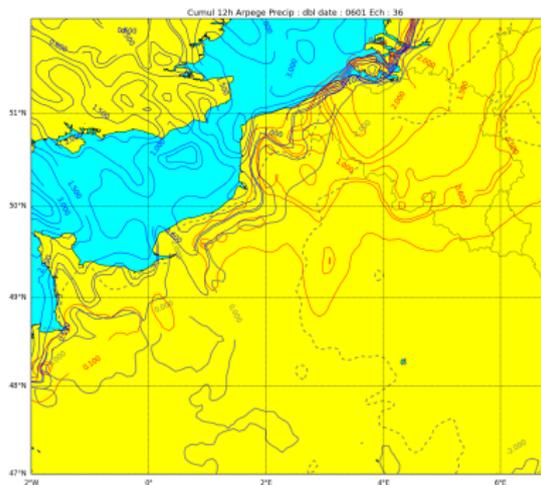


ARPEGE

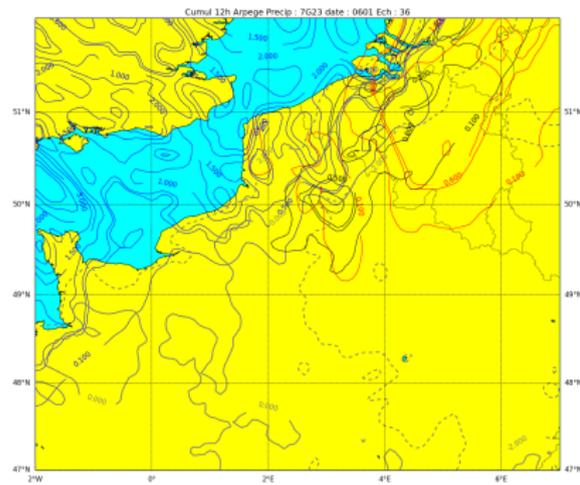


AROME

# Impact sur le cas du 7 janvier



ARPEGE



ARPEGE new

## Conclusion et perspectives

---

- Sans doute des problèmes avec la surface en 1D avec AROME
- Intensité des précipitations très différentes sur le cas 1D entre ARPEGE et AROME
- AROME semble produire trop de graupel et trop tôt
- Dans ARPEGE, des fonctions de fonte/regel plus douce apportent déjà beaucoup
- Le codage simple des graupel dans ARPEGE semble faire ce qu'on voulait
- D'autres formulations des fonctions fonte/regel vont être testées
- Ajout d'autres processus pour le graupel que gel, fonte et évaporation
- Il reste à coder une variable "graupel convectif" et analyser l'impact dans PCMT
- Puis, étudier la possibilité d'avoir des réglages spécifiques de la micro-physique pour la partie convective.