

Paramétrisation des nuages de phase mixte dans LMDZ

Ateliers DEPHY, mai 2022

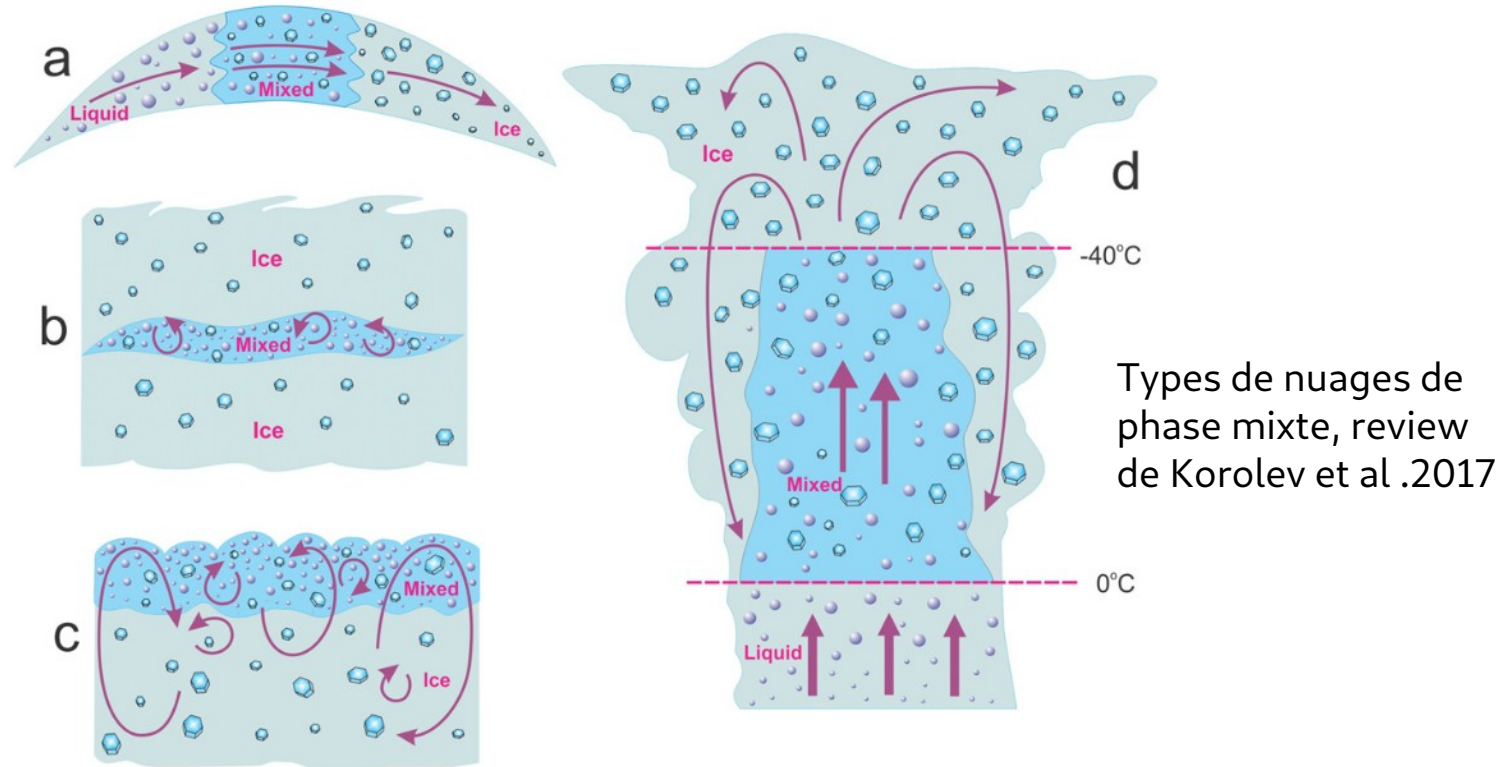
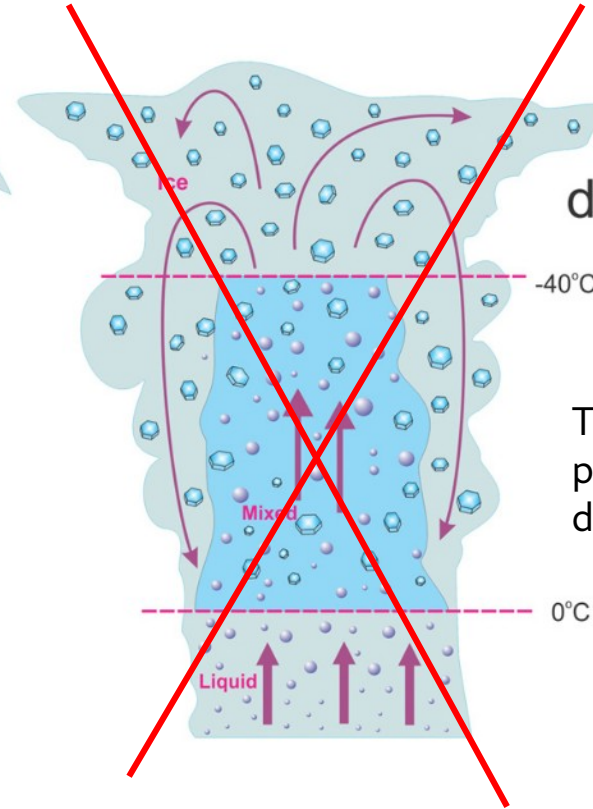
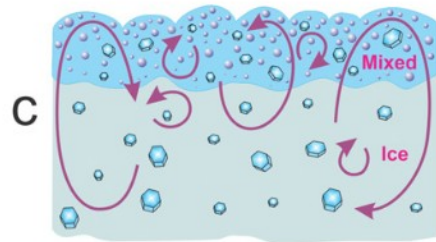
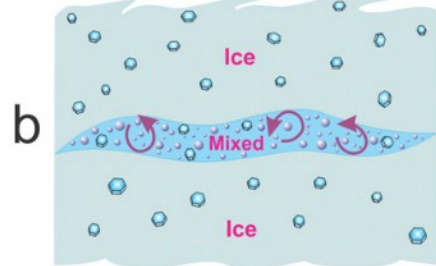
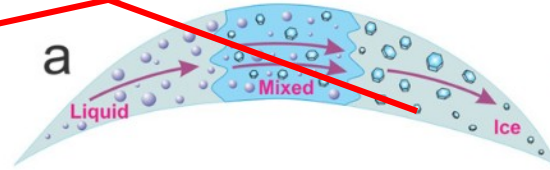


FIG. 5-28. Conceptual model of the effect of dynamic forcing on the formation of the mixed-phase in different types of cloud: (a) Wave clouds, Ac lent; (b) frontal cloud, Cs-Ns; (c) boundary layer clouds, St-Sc; and (d) deep convective clouds, Cb, convective storms.

Paramétrisation des nuages de phase mixte dans LMDZ

Ateliers DEPHY, mai 2022

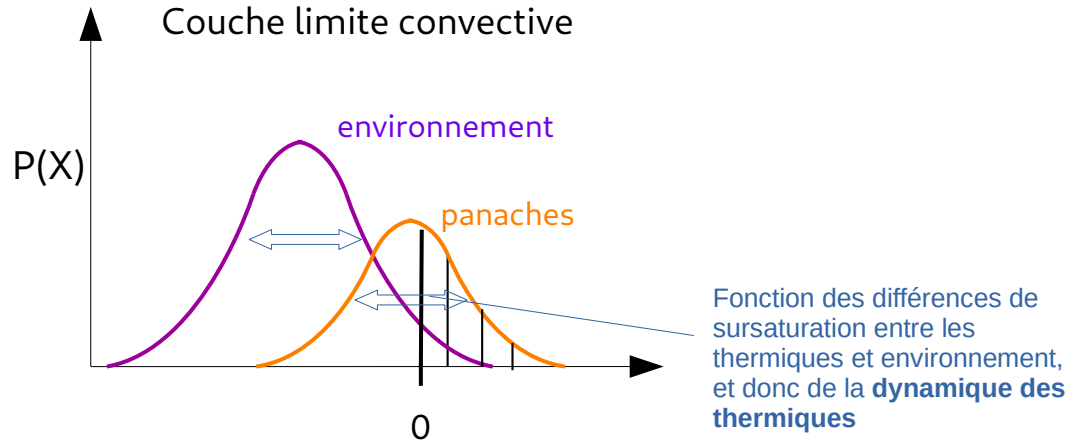
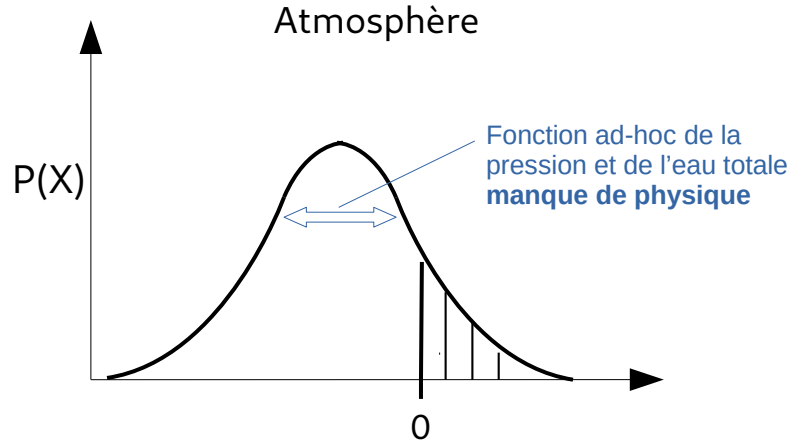


Types de nuages de phase mixte, review de Korolev et al .2017

FIG. 5-28. Conceptual model of the effect of dynamic forcing on the formation of the mixed-phase in different types of cloud: (a) Wave clouds, Ac lent; (b) frontal cloud, Cs-Ns; (c) boundary layer clouds, St-Sc; and (d) deep convective clouds, Cb, convective storms.

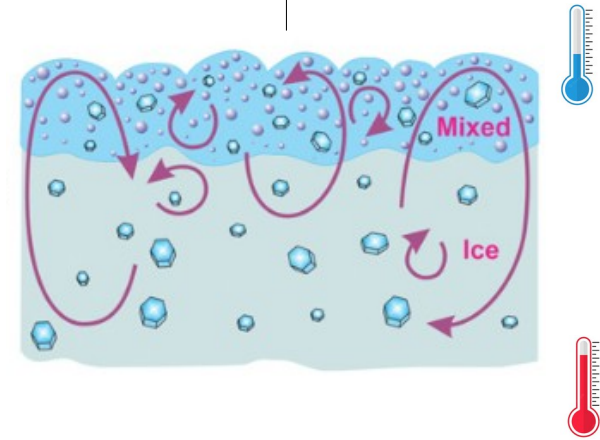
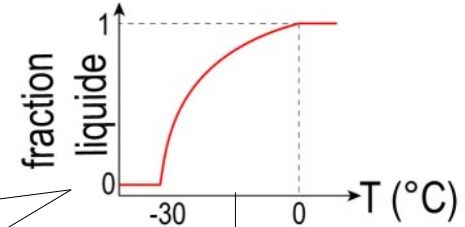
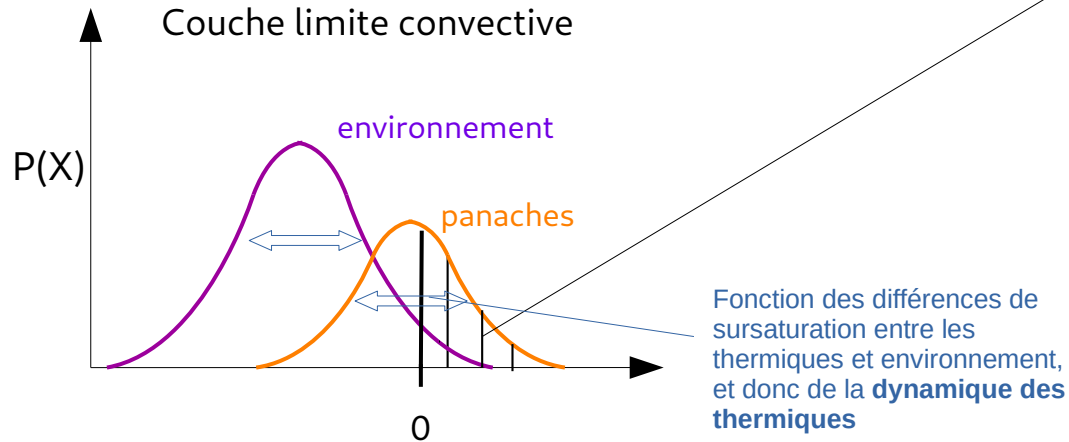
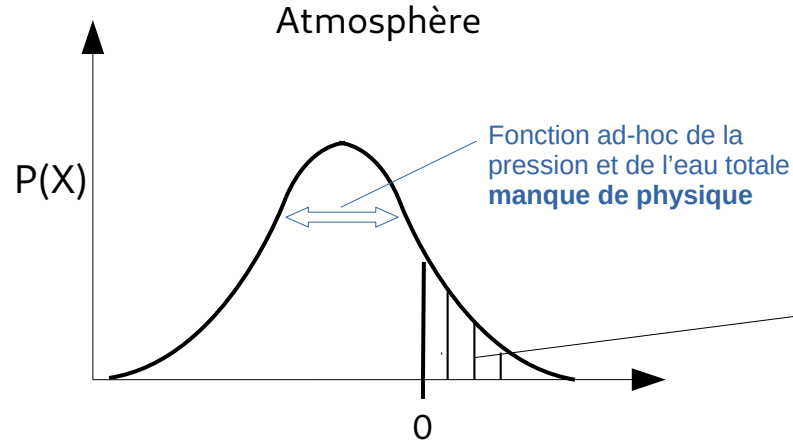
Paramétrisation actuelle dans LMDZ

distribution sous-maille de la sursaturation $X \sim q - q_{\text{sat, ICE}}$



Paramétrisation actuelle dans LMDZ

distribution sous-maille de la sursaturation $X \sim q - q_{\text{sat, ICE}}$



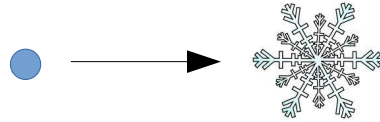
Dépendance à la température **paradoxale** mais surtout qui ne traduit aucunement la **physique des nuages de phase mixte**

Création et maintien de phase liquide à $T < 0^\circ\text{C}$

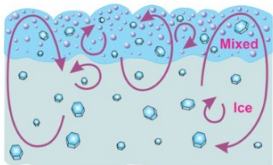
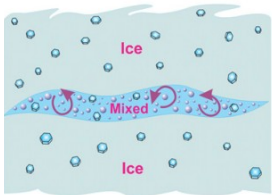
Atteindre la saturation / liquide
($e \geq e_{sl}$)

→ mécanisme de refroidissement (dynamique au sein des ascendances **turbulentes**)

A $T < 0^\circ\text{C}$, $e_{si} < e_{sl}$
Processus de Bergeron



Condition 1:
Ascendances turbulentes
« suffisamment » fortes



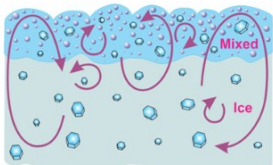
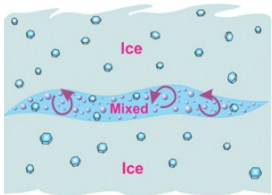
Condition 2:
faible concentration
en glace
(et en noyaux
glaciogènes)

Création et maintien de phase liquide à $T < 0^{\circ}\text{C}$

Atteindre la saturation / liquide
($e \geq e_{sl}$)

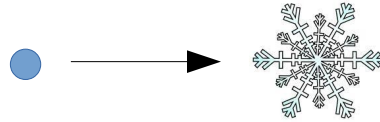
→ mécanisme de refroidissement (dynamique au sein des ascendances turbulentes)

Condition 1:
Ascendances turbulentes
« suffisamment » fortes



Korolev & Mazin 2003

A $T < 0^{\circ}\text{C}$, $e_{si} < e_{sl}$
Processus de Bergeron



Condition 2:
faible concentration
en glace
(et en noyaux
glaciogènes)

Création et croissance des cristaux de glace

Nucléation des cristaux
(congélation de gouttelettes liquide + aerosols
INP)

Croissance par déposition de vapeur (Bergeron)

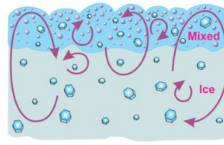
Autres processus microphysiques (givrage,
agrégation, SIP, ...)



Phase **liquide** dépend directement de la **dynamique turbulente**
Phase **glace** très dépendante de la **microphysique**

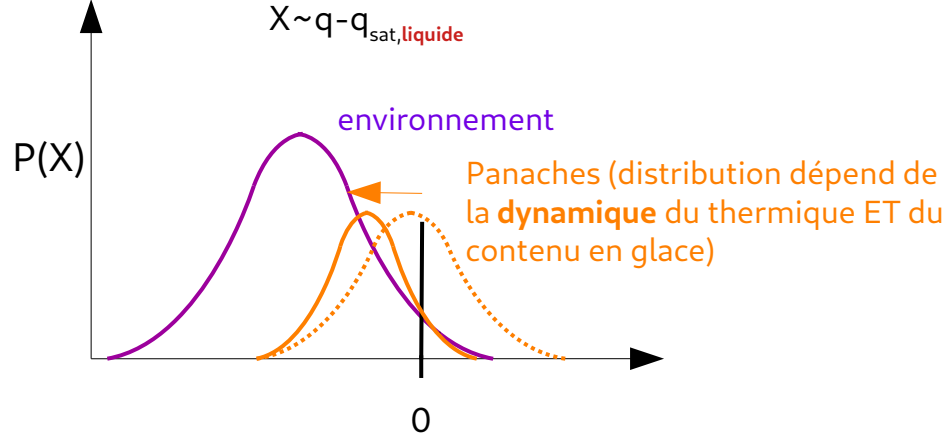
Ébauche de param pour nuages de couche limite convective (en cours)

vision **stationnaire**



Inspiré de la param actuelle des nuages des thermiques

Contenu en gouttelettes liquides :



Contenu en cristaux de glace diagnostiqué à partir d'une équation de conservation (**microphysique**)

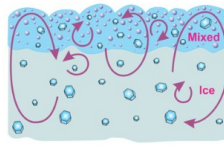
$$\rho \frac{\partial x_{th} q_{i,th}}{\partial t} = 0 = \underbrace{-\frac{\partial f_{th} q_{i,th}}{\partial z}}_{\text{vertical advection}} - \underbrace{\rho \frac{q_{i,th}}{\tau_{det}}}_{\text{detrainment}} + \underbrace{\rho \frac{q_{i,env}}{\tau_{ent}}}_{\text{entrainment}} + \underbrace{\rho x_{th} \frac{q_{i,th}}{\tau_{rim}}}_{\text{riming}} + \underbrace{\rho x_{th} \frac{q_{i,th}^{1/3}}{\tau_{dep}^*}}_{\text{vapor deposition}} - \underbrace{\frac{\partial P_i}{\partial z}}_{\text{precipitation}}$$

Premiers résultats encourageants mais travail sur numérique



Ébauche de param pour nuages de couche limite convective (en cours)

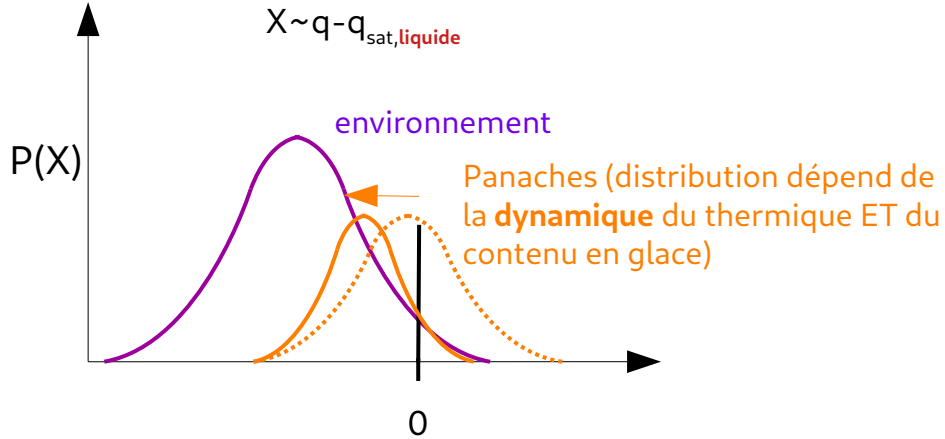
vision stationnaire



Inspiré de la param actuelle des nuages des thermiques

Contenu en gouttelettes liquides :

$$X \sim q - q_{\text{sat, liquide}}$$



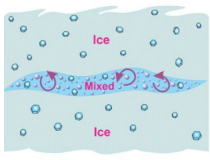
Contenu en cristaux de glace diagnostiqué à partir d'une équation de conservation (**microphysique**)

$$\rho \frac{\partial x_{th} q_{i,th}}{\partial t} = 0 = \underbrace{-\frac{\partial f_{th} q_{i,th}}{\partial z}}_{\text{vertical advection}} - \underbrace{\rho \frac{q_{i,th}}{\tau_{det}}}_{\text{detrainment}} + \underbrace{\rho \frac{q_{i,env}}{\tau_{ent}}}_{\text{entrainment}} + \underbrace{\rho x_{th} \frac{q_{i,th}}{\tau_{rim}}}_{\text{riming}} + \underbrace{\rho x_{th} \frac{q_{i,th}^{1/3}}{\tau_{dep}^*}}_{\text{vapor deposition}} - \underbrace{\frac{\partial P_i}{\partial z}}_{\text{precipitation}}$$

Premiers résultats encourageants mais travail sur numérique



Param pour nuages frontaux



→ proposition de sujet de thèse

→ estimation de la fraction liquide en fonction des propriétés sous-maille et en particulier de la TKE (influence de la dynamique turbulente)

A Physically Based Subgrid Parameterization for the Production and Maintenance of Mixed-Phase Clouds in a General Circulation Model

K. FURTADO, P. R. FIELD, I. A. BOUTLE, C. J. MORCRETTE, AND J. M. WILKINSON

Met Office, Exeter, United Kingdom

(Manuscript received 15 January 2015, in final form 10 September 2015)

Développement, évaluation, comparaisons aux observations

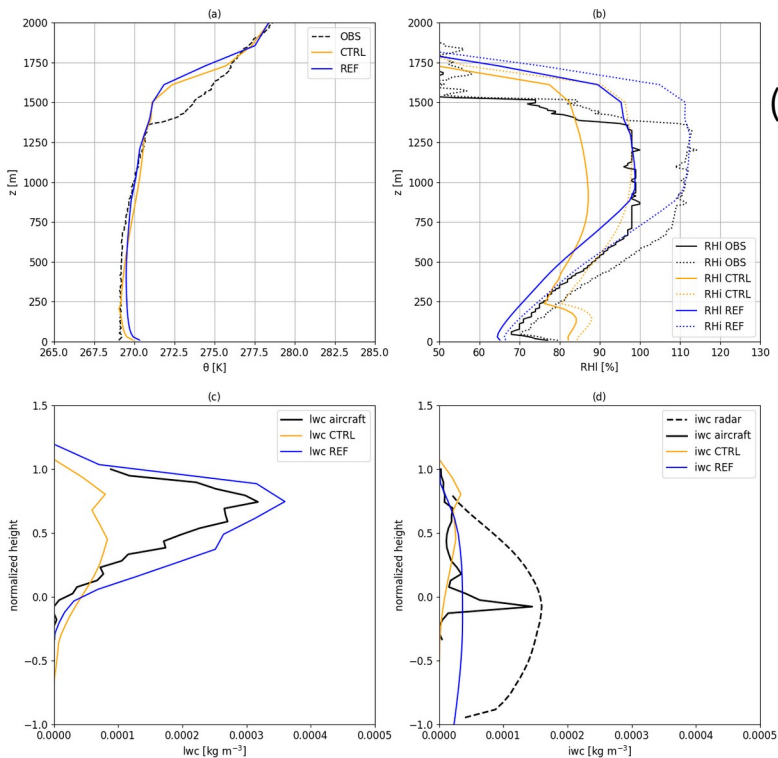


Nouveaux cas 1D format

DEPHY

(MPACE, ISDAC)

nuages de couche limite Arctique



+ calibration via outils High Tune

Projet CYCLONICE

Nuages de phase mixte – cyclones en Arctique

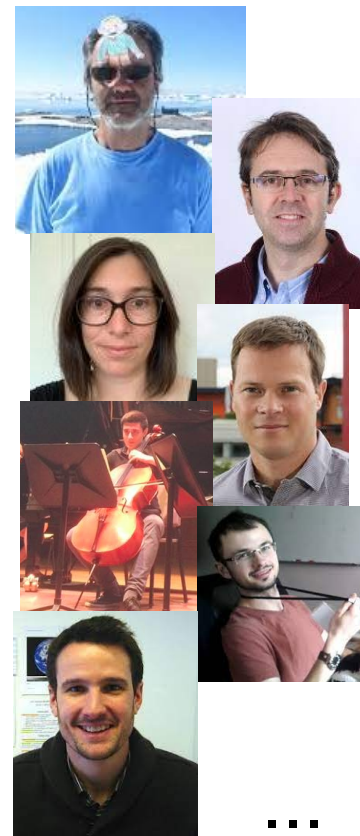
Campagne Svalbard Août 2022

Stage de master 2 de Lukas Hoffman (comparaison LMDZ, ARPEGE, ERA5 avec DARDAR)



...

Projet AWACA
Nuages et précipitations en Antarctique



...