

TRACCS-PC7 – IMPRESSION-ESM

IMproving the physical PProceSS representatIOn in ESMs



Coordinateurs : R. Roehrig, M. Vancoppenolle, N. Jourdain

Partenaires : Météo-France (CNRM), CNRS (IPSL, IGE) et CEA (LSCE), 40+ collaboratrices et collaborateurs

Objectifs

Améliorer la représentation des processus physiques dans les deux modèles de système Terre (ESM) français

- en élaborant de **nouveaux modèles théoriques** de ces processus ;
- en tirant bénéfice des **observations** les plus récentes et la **modélisation à haute résolution ou haute complexité** ; et
- en explorant le potentiel de l'intelligence artificiel, afin de
- Mieux **modéliser** et **comprendre** le Système Terre
- Ajuster la **complexité** des modèles pour plus de performance et d'efficacité
- Augmenter la **confiance** dans les simulations climatiques
- Fournir une **information climatique** de meilleure **qualité**
- Former la future génération** d'experts en modélisation climatique

Résultats et faits marquants (2023-2025)

- Financement** de 1 CDI, 5 CDD, 2 thèses, 3 stages.
- Préparation des **modèles de système Terre** du CNRM-CERFACS et de l'IPSL pour l'**Assessment Fast Track** et CMIP7-science.
- Contribution, soutien à plusieurs groupes de travail nationaux**
 - Modélisation de l'atmosphère (DEPHY),
 - Interactions continent-atmosphère (ANR MOSAI),
 - Modélisation de la neige dans les modèles de climat,
 - Modélisation de l'océan et la banquise (groupe NEMO-SI3).
- Organisation d'une **réunion internationale sur les interactions océan-banquise-iceberg** (juin 2025, synthèse de Vancoppenolle et al., sous presse) et d'un **atelier national « Neige »** (nov. 2025, Amory, Menegoz et al.) ; présentation d'IMPRESSION-ESM lors de la réunion annuelle du WCRP-WGNE (nov. 2024).
- 9 articles publiés, 7 soumis, nombreuses communications scientifiques et quelques actions de vulgarisation.
- Fortes collaborations avec les PC6 QUINTET et PC9 ISCLIM.

Travaux en cours

Atmosphère – Représentation des nuages convectifs (variabilité sous maille de l'eau, enclumes des systèmes convectifs), des nuages de phase mixte, des précipitations, de la transition convection peu profonde à profonde, de la turbulence de couche limite, de la **sursaturation par rapport à la glace (Fig. 1)**.

Surfaces continentales – Revisite du couplage continent-atmosphère en présence d'hétérogénéité de surface.

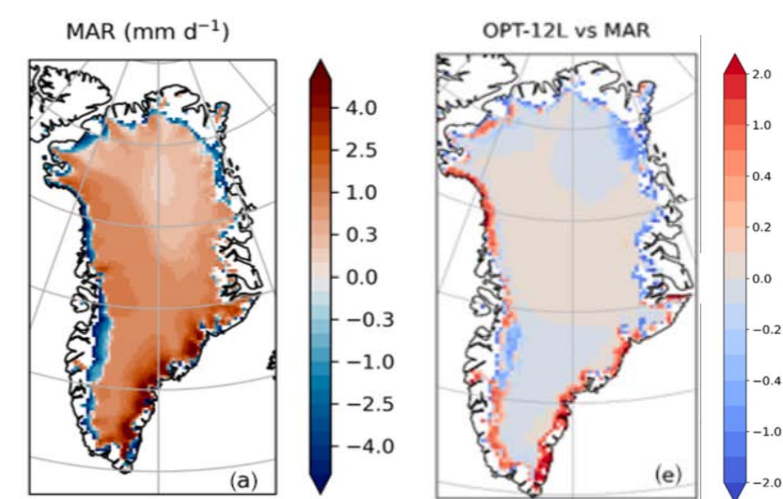


Figure 2. Bilan de masse à la surface du Groenland simulé par MAR et ORCHIDEE-ICE (différence à MAR – Charbit et al. 2024)

Neige – **Neige sur calotte (Fig. 2)**, albédo de la neige, neige soufflée, mise en place de cas d'étude.

Océan – Représentation des tourbillons méso-échelle et de leur impact sur le système climatique.

Banquise – représentation de la salinité dans la banquise, neige sur banquise, formation de la **banquise côtière en Antarctique et impact sur les polynies (Fig. 3)**.

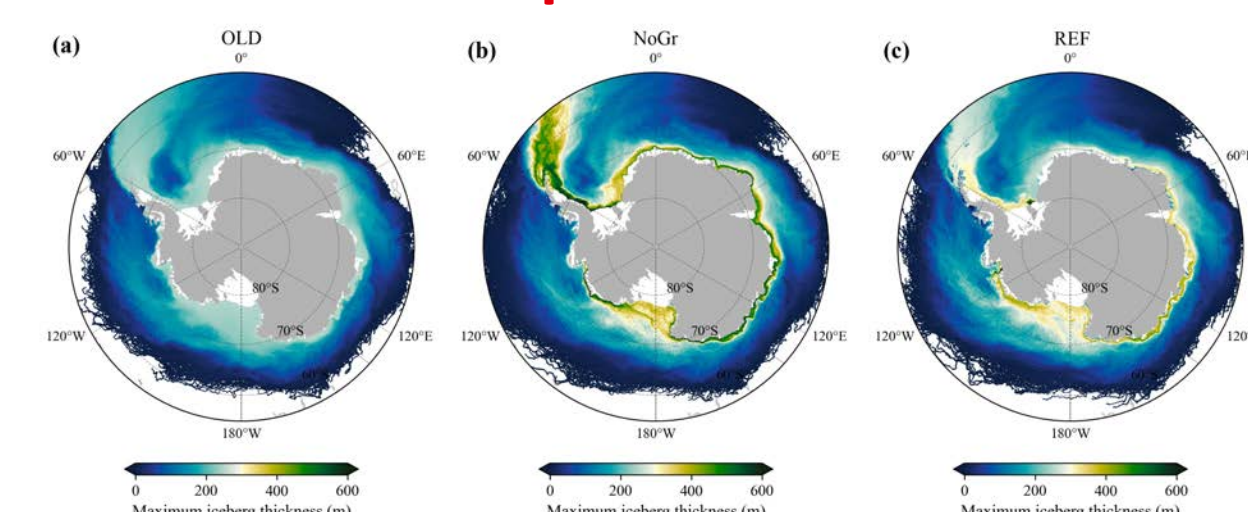


Figure 4. Climatologie des icebergs dans l'Océan Austral : ancienne représentation, épaisseur déterminée par l'épaisseur des plateformes de glace et nouvelle version avec ancrage (Olivé-Abelló et al. 2025)

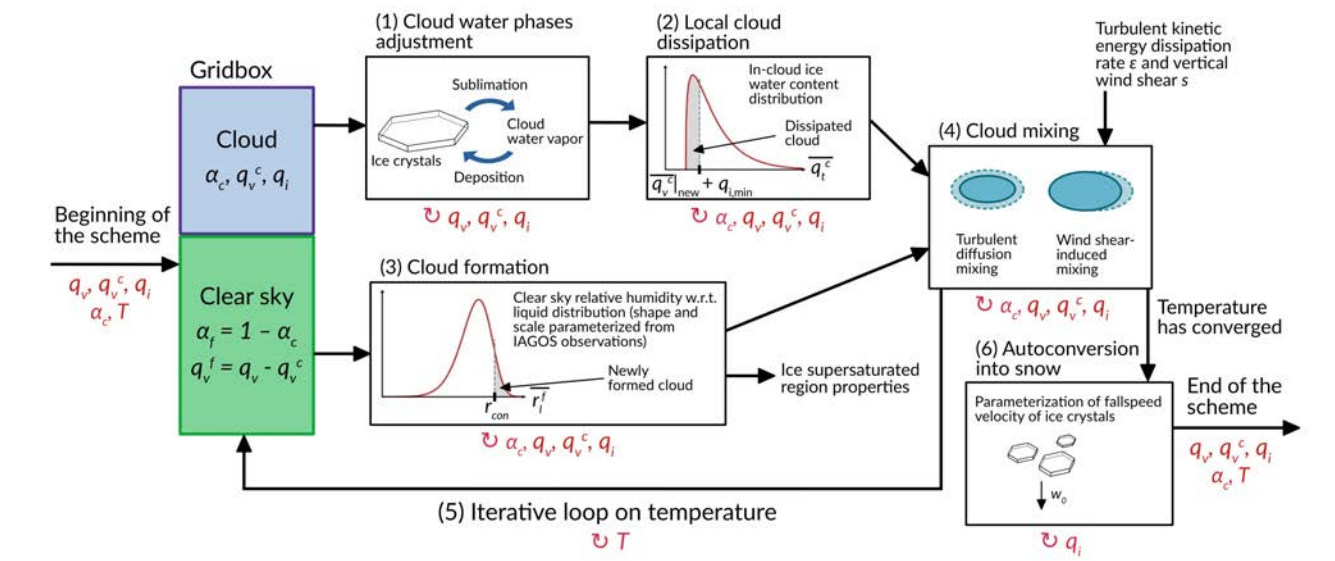


Figure 1. Nouvelle paramétrisation des cirrus dans LMDZ, tenant compte de la sursaturation par rapport à la glace (Borella et al. 2025).

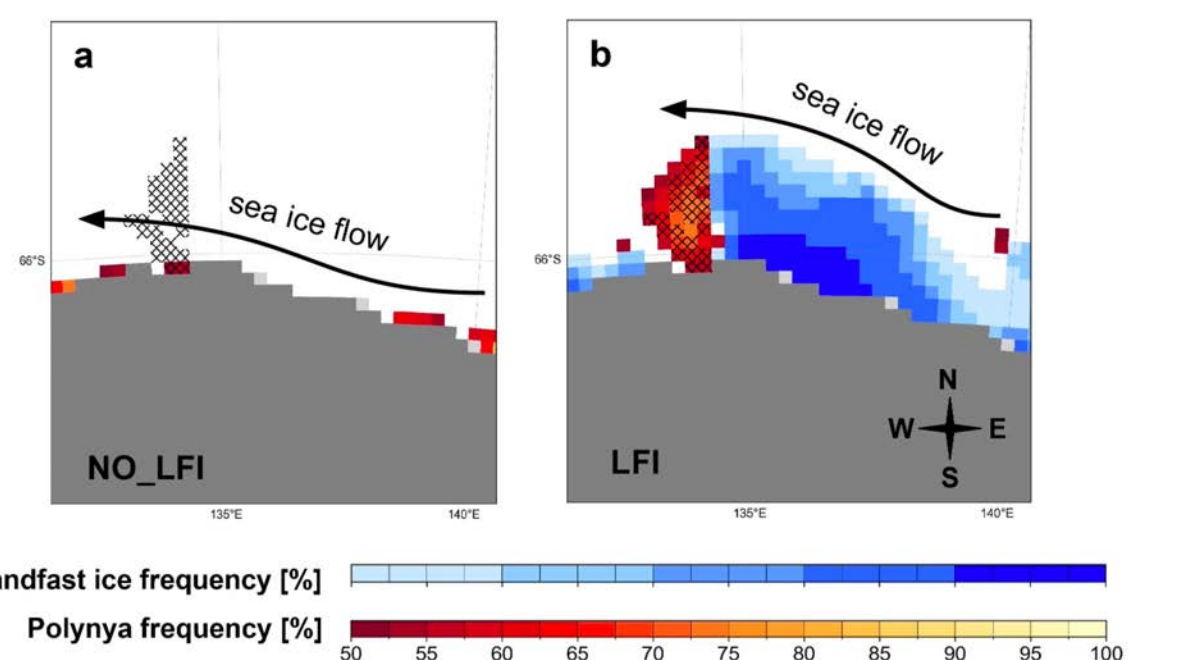


Figure 3. Polynie de Dibble (Antarctique): simulation sans et avec représentation de la banquise côtière (Pirlet et al. 2025)

Interactions océan-atmosphère – algorithme numérique de couplage (Schwarz)

Interactions océan-glace de mer-iceberg – **ancrage des icebergs (Fig. 4)** et impacts sur la formation de la banquise et des polynies et sur les sources d'eau douce dans l'Océan Austral.

Prochaines étapes

Poursuivre et consolider les développements en cours.

Finaliser les **version CMIP7** des ESMs du CNRM-CERFACS et de l'IPSL.

Aborder de **nouveaux processus**, notamment

- organisation de la convection**,
- Interactions entre **bathymétrie** et dynamique océanique,
- nouvelle rhéologie et thermodynamique de la glace de mer.

Poursuivre la **formation des futurs modélisateurs du système climatique**.

Impacts

Amélioration du réalisme des ESMs français.

Contribution à l'**Assessment Fast Track** puis à **CMIP7-Science**.

Représentation plus fine des processus climatiques.

Renforcement des **compétences nationales**.