

Rapport d'activité 2024-2025

Camille Risi
Camille.Risi@lmd.ipsl.fr

May 4, 2025

Contents

1	Vue d'ensemble du projet et bilan de notre consommation	1
1.1	Vue d'ensemble	1
1.2	Bilan de notre consommation	1
2	Résultats scientifiques	2
2.1	Pluies tropicales	2
2.2	Climats polaires	2
2.3	Isotopes de l'eau	3
2.4	Simulations non prévues initialement	5

1 Vue d'ensemble du projet et bilan de notre consommation

1.1 Vue d'ensemble

Depuis plus de 15 ans, ce projet était hébergé à l'IDRIS. Il regroupe différentes études liées à la modélisation du climat, au cycle de l'eau et à la variabilité climatique. Le but est de mieux comprendre et de mieux modéliser les processus atmosphériques dans LMDZ, modèle de circulation général atmosphérique développé au LMD. Il est organisé en 3 thèmes (tableau 1).

1.2 Bilan de notre consommation

L'an dernier, nous avons demandé 150 000 heures sur Jean-Zay à l'IDRIS, et la totalité avait été alloué. Au 27 avril 2025, nous avons consommé 189 000 heures, soit une surconsommation de 28%.

Cette sur-consommation s'explique par l'utilisation de ce projet pour des simulations qui n'étaient pas initialement prévues dans la demande (section 2.4).

thème	heures allouée (k heures CPU)	heures consommées au 20 janvier 2024 (k heures CPU)
pluies tropicale	20	15
climats polaires	50	36
isotopes de l'eau	80	7
non prévu	0	131
Total	150	189

Table 1: Tableau comparant les heures de calcul initialement allouées et consommées sur Jean-Zay au 27 avril 2026.

2 Résultats scientifiques

2.1 Pluies tropicales

Catherine Rio, Frédéric Hourdin, Jean-Yves Grandpeix

Demande = 20 000 h. Consommation = 15 000 h CPU sur Jean-Zay

Le critère de déclenchement du schéma de convection profonde est un élément clé de la représentation de la variabilité des précipitations dans LMDZ, en contrôlant la fréquence d'activation de la convection profonde et des pluies convectives. Dans la version CMIP6 de LMDZ, ce critère de déclenchement dépend d'une taille seuil, fixée à une constante, que doit excéder un thermique de couche limite à la base des nuages. Une formulation a été proposée pour faire plutôt dépendre le déclenchement d'une altitude seuil atteinte par un nuage de convection peu profonde, dont on déduit la taille seuil précédente par des critères géométriques, de sorte que celle-ci s'auto-adapte à différents environnements.

Cette formulation a été testée en 3D dans différentes configurations, en réalisant des tests de sensibilité à cette altitude seuil (entre 2000m et 8000m), dans des simulations climatiques avec SST forcée et des simulations idéalisées de type aqua-planète. L'objectif est d'inhiber plus fréquemment la convection profonde.

La Fig. 1 illustre l'effet de la nouvelle formulation sur la variabilité jour à jour des précipitations dans les Tropiques. Les résultats montrent que la variabilité des précipitations est très sensible au critère de déclenchement utilisé. Le déclenchement moins fréquent de convection profonde mène à un impact trop faible de celle-ci dans le modèle, qui est compensé par une intensité plus forte de la condensation dite de grande-échelle, qui explique en partie la forte augmentation de la variabilité jour à jour. La variabilité des précipitations étant fortement surestimée avec la nouvelle formulation du déclenchement, l'enjeu est maintenant d'ajuster la contribution relative du schéma de convection profonde et de celui de condensation grande-échelle, en revisitant la fermeture du schéma de convection profonde, pour rendre celle-ci plus intense lorsqu'elle est active.

2.2 Climats polaires

Étienne Vignon, Valentin Wiener (thèse), Léa Raillard (thèse), Jean-Baptiste Madeleine, Nicolas Chiabrando (stage)

Demande = 50 000 h. Consommation = 36 000 h CPU sur Jean-Zay

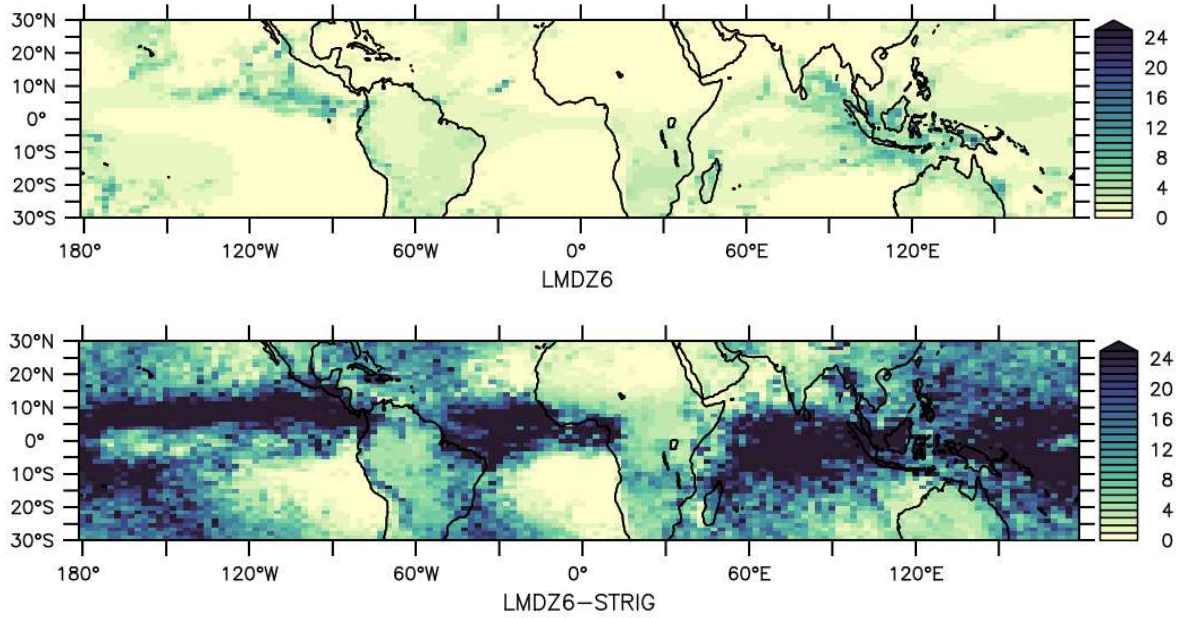


Figure 1: Variabilité jour à jour des précipitations dans les Tropiques (en mm/jour), dans la version LMDZ6 (haut) dans laquelle le déclenchement dépend d’une taille seuil à la base des nuages de couche limite, et dans LMDZ6-STRIG (bas), dans laquelle le déclenchement dépend d’une altitude seuil atteinte par un nuage peu profond (ici 6000m).

L’année écoulée a permis de finaliser le travail de développement de la paramétrisation de la neige soufflée par le vent en Antarctique dans LMDZ. Ce travail a en grande partie été réalisé lors du stage de master de Nicolas Chiabrando au printemps et à l’été dernier. Nous avons lancé des ensembles de simulations sur la région de la Terre Adélie que nous avons évaluées avec des observations in situ à deux stations d’observation. La figure 2 montre une carte du flux de neige soufflée tel que simulé par le modèle et la position des deux stations (fig 2a) et une coupe altitude-latitude de la concentration de neige soufflée par le modèle (fig 2b). Les patterns spatiaux du flux simulé sont en cohérence avec des études précédentes utilisant des modèles à plus haute résolution et l’épaisseur du nuage de neige soufflé est cohérent avec des observations lidars (non illustrées ici) collectées à la côte de la calotte.

Des simulations globales ont également été réalisées sur une période de 10 ans pour évaluer l’effet de la neige soufflée dans le modèle sur le climat à l’échelle de la calotte et à l’échelle globale. La figure 3 montre les effets principaux à savoir une augmentation de la couverture nuageuse et de l’humidité relative sur le pourtour antarctique. L’effet de la paramétrisation sur la simulation du bilan de masse de surface a également été quantifié.

L’ensemble de ce travail a été synthétisé dans un article scientifique sur le point d’être soumis à *Geoscientific Model Development*.

2.3 Isotopes de l’eau

Camille Risi, Sébastien Nguyen, Xiaohe Huan (doctorante)

Demande = 80 000h. Consommation: 7 000 heures CPU sur Jean-Zay

Les isotopes stables de l’eau (HDO , $H_2^{18}O$, $H_2^{17}O$) peuvent être utilisés pour mieux comprendre les processus hydrologiques et atmosphériques et mieux évaluer leur représentation dans les modèles de climat.

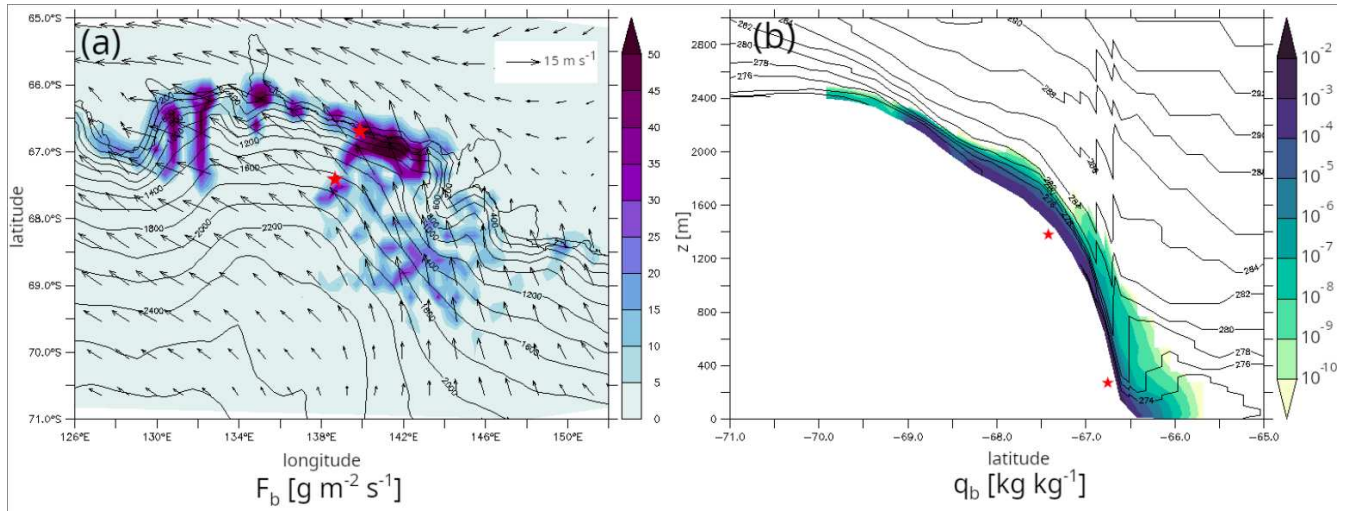


Figure 2: (a) Carte du flux de neige soufflée instantané tel que simulé au premier niveau modèle par le modèle LMDZ (dans sa version ICOLMDZ couplée avec le coeur dynamique DYNAMICO et dans une configuration régionale à aire limitée sur la Terre Adélie). (b) Coupe altitude-latitude de la concentration de neige soufflée simulée au même instant. Les étoiles rouges indique la position des stations de mesure.

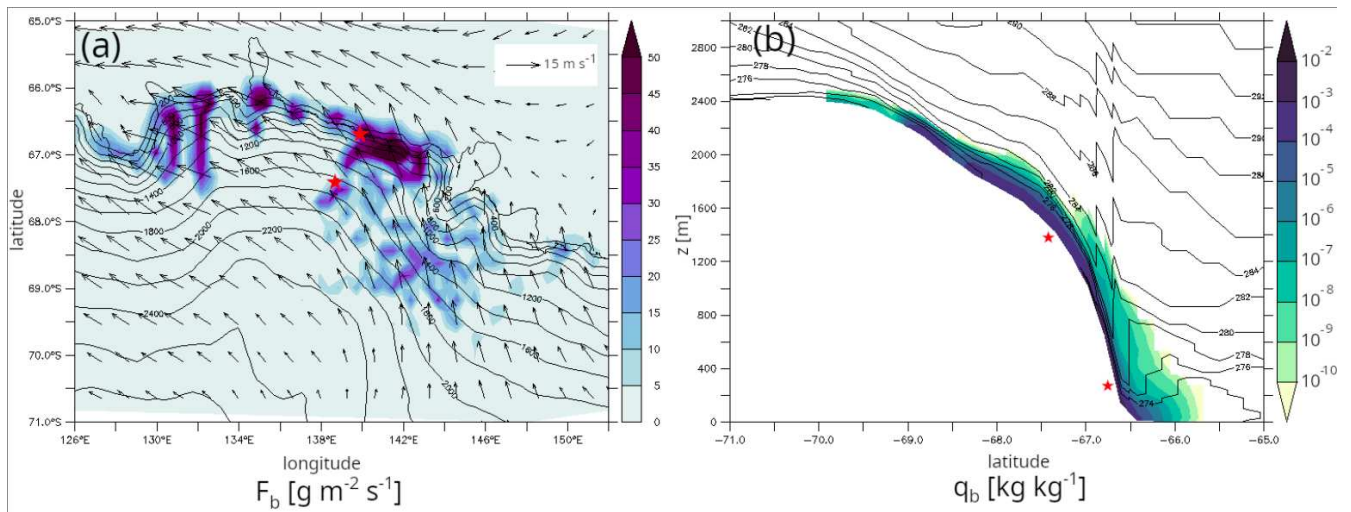


Figure 3: Différence de couverture nuageuse (a) et d'humidité relative en surface (b), en moyenne sur 10 ans, entre une simulation globale ICOLMDZ avec neige soufflée et la simulation de contrôle sans neige soufflée.

Ils sont implémentés dans le modèle LMDZ depuis 2008.

Cette année, la plupart des simulations qu'on avait prévu de faire ont finalement été réalisées sur Irène au TGCC, de peur de trop consommer à l'IDRIS. Les simulations réalisées à l'IDRIS cette année sont dans le cadre de la thèse de Xiaohe Huan. Xiaohe étudie les interactions entre la dynamique atmosphérique et la glace de mer en Arctique, dans un contexte de réchauffement climatique. Une des questions qui l'intéresse est l'impact du déclin de la glace de mer en Arctique sur les changements de pluie dans cette région. Pour cela, elle trace l'eau évaporée sur différentes régions océaniques pour quantifier l'importance relative des changements d'évaporation sur différentes régions sur les changements de pluie. Ceci utilise la fonctionnalité de water tagging de LMDZ implémentée en même temps que les isotopes de l'eau [Risi et al., 2010]. Le débogage ayant pris plus de temps que prévu, Xiaohe n'est pas encore arrivé au stade de la réalisation des simulations longues prévues.

2.4 Simulations non prévues initialement

- Des tests de sensibilité visaient à résoudre un bug constaté dans les températures à 2m du modèle.
- Tests de sensibilité dans des simulations guidées-zoomées sur le SIRTa visaient à tester l'influence des propriétés de la surface sur le cycle diurne de la température
- Un script standard d'installation de LMDZ, LMDZ_Setup.sh, supposait par défaut qu'on voulait consommer sur ce projet. Plusieurs simulations ont été réalisées par erreur sur ce projet. Ce problème est maintenant corrigé.

References

[Risi et al., 2010] Risi, C., Bony, S., Vimeux, F., Frankenberg, C., and Noone, D. (2010). Understanding the Sahelian water budget through the isotopic composition of water vapor and precipitation. *J. Geophys. Res.*, 115, D24110:doi:10.1029/2010JD014690.