

Description du projet

Camille Risi
Camille.Risi@lmd.ipsl.fr

February 20, 2025

1 Information générale

Titre du projet: Organisation méso-échelle de la convection: mécanismes et impact sur son environnement

Numéro de dossier: **AD010113368**

La période d'allocation de la précédente demande dynamique s'arrête le 2025-02-20. Je renouvelle donc ma demande d'accès dynamique pour l'année 2025.

Demande: **50 000 heures CPU sur Irène Rome, 1To de stockage**

2 Estimation des ressources

Nous réalisons des simulations idéalisées en équilibre radiatif-convectif sur océan avec le modèle résolvant les nuages SAM (section 4). Nous avons constaté que 50 jours de simulations suffisent pour atteindre cet équilibre et avoir suffisamment d'instantants à analyser. Pour une simulation typique sur un domaine de 128x128x96 points de grille, avec 128 processeurs, la simulation prend environ 5 000 heures CPU et 2 Go de stockage sur Irène Rome.

3 Justification scientifique

3.1 Quels facteurs contrôlent l'organisation ou non de la convection en lignes de grain?

Cette demande s'intègre dans le cadre des travaux sur l'organisation à méso-échelle de la convection, c'est-à-dire la façon dont les orages s'organisent, ou pas, pour former des amas plus ou moins gros comme des cyclones tropicaux ou des lignes de grain. L'objectif est de comprendre les processus d'organisation, mais aussi de représenter les facteurs et les conséquences de l'organisation à méso-échelle de la convection dans le modèle de circulation générale LMDZ, dont les mailles sont trop grossières pour représenter explicitement cette organisation.

Malek Segueni a commencé sa thèse en octobre 2025, co-encadré par Nicolas Rochetin et moi-même, sur les mécanismes d'organisation de la convection en lignes de grain, et sa représentation dans LMDZ. L'hypothèse qu'il explore est le fait que l'organisation soit contrôlée par la densité de poches froides. Il exploite le jeu de simulations qui ont déjà tournées sur Irène les années précédentes ([Risi et al., 2023], voir rapport d'activité). Il aura besoin de compléter ce jeu de données, et de prolonger certaines simulations avec une fréquence de sorties plus fortes.

Pour cela, nous demandons de quoi réaliser une dizaine de simulations: 10 x 5 000 heures ~ 50 000 heures.

Ce travail devrait aboutir à une compréhension des mécanismes suffisante pour implémenter dans LMDZ un diagnostic de l'organisation de la convection qui repose sur la dynamique de population des poches froides. Ce travail se fait en collaboration avec Jean-Yves Grandpeix, qui développe le modèle de poches froides [Grandpeix and Lafore, 2010, Grandpeix et al., 2010] et de dynamique de population de ces poches dans LMDZ.

3.2 Test d'un simulateur C2OMODO

La mission spatiale C2OMODO permettra de mettre en orbite en 2028 un tandem de radiomètres microondes passifs à différentes fréquences qui permettront d'étudier la convection. La doctorante Natacha Kaminski, coencadrée par Hélène Brogniez et Frédéric Chevalier au LSCE, développent un algorithme pour restituer le profil de vitesse verticale à partir des futures mesures C2OMODO. Pour tester cet algorithme, elle a besoin de sorties de simulations résolvant les nuages simulant différents types d'orages. Plusieurs simulations seront donc prolongées, avec des sorties toutes

les 10 secondes sur 1h. C’est Malek Segueni qui lancera ces simulations. Ces simulations seront courtes mais coûteuses en stockage.

4 Le modèle SAM

Site web: <http://rossby.msrc.sunysb.edu/~marat/SAM.html>

Le modèle SAM [Khairoutdinov and Randall, 2003] est un modèle permettant de faire des simulations résolvant les nuages (résolution horizontale de quelques kilomètres) ou les gros tourbillons (résolutions horizontale de quelques dizaines à centaines de mètres).

Il résout les équations de conservation anélastique de la quantité de mouvement et de l’humidité (vapeur d’eau, liquide de nuage, glace de nuage, liquide de précipitation, neige et agrégats). Nous utiliseront des domaines doublement périodiques avec des résolutions et tailles de domaine variables.

Avec 96 niveaux verticaux, la résolution verticale sera d’environ 50 m dans les basses couches, et augmentera jusqu’à 500 m dans la troposphère libre. Le sommet du domaine (tiers supérieur) comporte une couche d’éponge pour absorber les ondes de gravité, qui sinon rempliraient le domaine de façon irréaliste.

Le code peut être parallélisé en openMP ou MPI, mais sur Irène, nous utilisons MPI sur 64 ou 128 processeurs.

References

- [Grandpeix and Lafore, 2010] Grandpeix, J.-Y. and Lafore, J.-P. (2010). A density current parameterization coupled with Emanuel’s convection scheme. Part I: The models. *J. Atm. Sci.*, 67:881–897.
- [Grandpeix et al., 2010] Grandpeix, J.-Y., Lafore, J.-P., and Cheruy, F. (2010). A density current parameterization coupled with Emanuel’s convection scheme Part II: 1D simulations. *J. Atm. Sci.*, 67:898–922.
- [Khairoutdinov and Randall, 2003] Khairoutdinov, M. and Randall, D. A. (2003). Cloud resolving modeling of the ARM summer 1997 IOP: Model formulation, results, uncertainties, and sensitivities. *J. Atm. Sci.*, 60(4):607–625, DOI: <https://doi.org/10.1175/1520-0469>.
- [Risi et al., 2023] Risi, C., Muller, C., Vimeux, F., Blossey P N, G., Dufaux, C., and Abramian, S. (2023). What controls the mesoscale variations in water isotopic composition within tropical cyclones and squall lines? cloud resolving model simulations. *J. Adv. Model. Earth Sci.*, 15 (4):e2022MS003331.