

Description du projet 2023

Camille Risi
Camille.Risi@lmd.ipsl.fr

21 mars 2023

Table des matières

1	Information générale	1
2	Les modèles	1
2.1	LMDZ	1
2.2	ORCHIDEE	2
2.3	DYNAMICO	2
3	Estimation des ressources	2
4	Justification scientifique	2
4.1	Pluies tropicales	3
4.2	Climats polaires	3
4.3	Isotopes de l'eau	4
4.4	Couplage avec ORCHIDEE	4
4.5	Amélioration du code radiatif de LMDZ	5
5	Lien avec autres projets	5

1 Information générale

- Titre du projet : Modélisation du climat : cycle de l'eau et variabilité climatique
- Numéro de dossier : AD010107632R1
- Demande : 481 000 heures CPU sur Jean-Zay, 18 To de stockage sur Jean-Zay.
- La période d'allocation de la précédente demande dynamique s'arrête le 2 mai 2023, mais nous avons déjà consommé toute notre allocation. Nous renouvelons donc dès à présent notre demande d'accès dynamique.

2 Les modèles

2.1 LMDZ

Site web : <https://lmdz.lmd.jussieu.fr/>

LMDZ est modèle de circulation général atmosphérique développé au LMD. Il constitue la composante atmosphérique du modèle couplé de l'IPSL [Mignot et al., 2021] et est un outil d'étude de l'atmosphère et du climat pour plusieurs équipes en France et à l'étranger.

2.2 ORCHIDEE

Site web : <https://orchidee.ipsl.fr/>

ORCHIDEE est le modèle de surface continentale développé à l'IPSL [Krinner et al., 2005]. Il constitue la composante continentale du modèle couplé de l'IPSL. Il est utilisé seul ou couplé à LMDZ pour la compréhension des processus hydrologiques continentaux et des couplages sol-atmosphère.

2.3 DYNAMICO

Site web : <https://www.lmd.ipsl.fr/modelisations/dynamico/>

Pour la première année, ce projet demande du temps de calcul pour le modèle DYNAMICO. Il s'agit d'un nouveau coeur dynamique non-hydrostatique fonctionnant sur une grille icosaédrique, ce qui lui permet de faire de la modélisation régionale à fine résolution. Il est utilisé ici sur des domaines limités, comme modèle régional, par exemple sur la Terre Adélie où il permettra des simulations avec une résolution de 10km.

Pour les 3 modèles, les codes sont rédigés en fortran. Ils sont parallélisé en openMP ou MPI et tournent sur 64 ou 128 processeurs selon les résolutions.

3 Estimation des ressources

Ce projet utilise la version **LMDZ6**, qui a été utilisée pour CMIP6. Elle inclue de nombreuses améliorations dans les paramétrisations de la convection et de nuages, ainsi qu'un nouveau réglage [Hourdin et al., 2019, Hourdin et al., 2020]. Les ressources consommées dépendent de la résolution horizontale et verticale de la simulation.

- La **résolution horizontale** est définie par la grille : par exemple, une grille 144x142 signifie qu'il y a 144 points en longitude (2.5° de résolution), 142 points en latitude (1.25° de résolution). Les résolutions standard sont VLR (very low resolution, 95x96), LR (low resolution, 144x142) ou MR (medium resolution, 280x280).
- La **résolution verticale** est définie par le nombre de points sur la verticale : 39 ou 79.

Les ressources consommées dépendent aussi de la configuration dans laquelle LMDZ est utilisé :

- LMDZ peut-être **couplé à ORCHIDEE** (LMDZ-OR) ou non.
- La grille peut être étirée afin de **zoomer** sur une région donnée. Les configurations zoomées sont généralement plus coûteuses.
- Les isotopes de l'eau peuvent être activés : le temps de calcul est alors multiplié par 3 environ.
- LMDZ6 peut utiliser le coeur dynamique classique de LMDZ, ou le nouveau coeur dynamique DYNAMICO, et tourner sur un domaine limiter.

Le tableau 1 résume les ressources consommées pour différentes configurations de LMDZ utilisées dans ce projet.

L'espace de stockage nécessaire dépend de la fréquence et de la quantité des sorties que chacun souhaite. C'est donc très variable d'une étude à l'autre.

4 Justification scientifique

Ce projet concerne l'**amélioration du modèle atmosphérique LMDZ**, de son **utilisation pour l'étude des processus atmosphériques**, et du maintien de sa version couplée avec le modèle de surface continentale ORCHIDEE :

1. Pluies tropicales
2. Climats polaires

Modèle	Grille horizontale	Grille verticale	Configuration	Thème où cette configuration est utilisé	Temps de calcul CPU par an
LMDZ6	144x142 (LR)	79	couplé à ORCHIDEE	Pluies tropicales ; Climats polaires	750 h
LMDZ6	95x96 (VLR)	39	couplé à ORCHIDEE	Amélioration du code radiatif	450 h
LMDZ6	95x96 (VLR)	79	non couplé, avec isotopes de l'eau	Isotopes de l'eau	1000 h
LMDZ6	144x142 (LR)	79	non couplé, avec isotopes de l'eau, zoomé sur le Tibet	Isotopes de l'eau	1500 h
LMDZ6	256x256 (MR)	79	non couplé, avec isotopes de l'eau	Isotopes de l'eau	2000 h
DYNAMICO-LMDZ6	10km	79	couplé à ORCHIDEE, aire limitée sur la Terre Adélie	Climats polaires	1500 h

TABLE 1 – Temps de calcul, en heures CPU par an, que prennent les différentes versions de LMDZ pour différentes résolutions horizontales et verticales et différentes configurations prévues dans cette demande.

3. Isotopes de l'eau
4. Couplage avec ORCHIDEE
5. Amélioration du code radiatif de LMDZ

La demande pour chacun de ces 4 thèmes est détaillée dans le tableau 2.

4.1 Pluies tropicales

Catherine Rio, Frédéric Hourdin, Jean-Yves Grandpeix

L'amélioration de la représentation de la distribution et la variabilité des précipitations tropicales est un enjeu majeur des futures versions du modèle LMDZ. Des séries de simulations d'une durée de 3 ans sont réalisées afin d'analyser la sensibilité de la distribution et de la variabilité des précipitations tropicales aux paramétrisations physiques utilisées dans LMDZ, dans des configurations réalistes (de type AMIP), aqua-planète et terra-planète.

Pour l'année 2023-2024, nous effectuerons de nouveaux jeux de simulations pour mieux comprendre l'effet des processus convectifs sur la circulation de grande-échelle, la distribution et la variabilité des précipitations, dans les différentes configurations, en résolution 144x142x79, avec un focus particulier sur le rôle respectif de la convection peu profonde et de la convection profonde.

$$\Rightarrow \text{Demande} = 15 \text{ simulations} \times 3 \text{ ans} \times 750\text{h} = 34\ 000\text{h heures CPU sur Jean-Zay, 4 To stockage}$$

4.2 Climats polaires

Étienne Vignon, Valentin Wiener (doctorant), Jean-Baptiste B Madeleine

thème	calcul CPU sur Jean-Zay (k heures CPU)	stockage sur Jean-Zay (To)
Total	481	18
pluies tropicale	34	5
climats polaires	97	2
isotopes de l'eau	205	5
couplage avec ORCHIDEE	100	5
amélioration du code radiatif dans LMDZ	45	1

TABLE 2 – Tableau résumant les demandes de temps de calcul et de stockage à l’IDRIS.

Pour l’année 2023-2024, nous prévoyons de poursuivre le développement et d’évaluer plus en profondeur la paramétrisation de neige soufflée. Des travaux sur l’amélioration de la paramétrisation des chutes de neiges dans le modèle sont également prévus.

– *3 simulations R144x142x79 sur 10 ans : $3 \times 10 \times 750h = 22\ 000h$*

Par ailleurs, nous souhaitons mettre en place de façon automatique l’évaluation et la calibration de DYNAMICO-LMDZ sur les vents catabatiques et les précipitations en Antarctique en bénéficiant des nouvelles configurations légères à aire limitée.

– *5 simulations avec DYNAMICO-LMDZ6 à 10km de résolution sur 10 ans : $5 \times 10 \times 1500 = 75\ 000$*

\Rightarrow *Demande = 97 000h heures CPU sur Jean-Zay, 2 To stockage*

4.3 Isotopes de l’eau

Camille Risi, Sébastien Nguyen, David Cugnet, Di Wang (doctorante), Cécile Agosta, Niels Dutrievoz (doctorant)

Nous demandons des heures afin d’effectuer :

– Une simulation AMIP guidée de référence, de 1979 à 2022, avec LMDZ6 VLR. Celle-ci sera utilisée pour de nombreuses applications.

50 ans \times 1000h + 10 000 h pour le débogage = 60 000h

– Une simulation AMIP guidée de référence avec LMDZ6 LR zoomée sur le plateau Tibétain, pour diverses applications régionales dans cette région (comparaison aux observations par drone dans le cadre de la thèse de Di Wang, comparaison aux observations avion dans le cadre de la collaboration avec l’U. Chicago, comparaison aux observations in-situ dans le cadre de la visite au laboratoire du professeur Shengjie Wang).

30 ans \times 1500 h + 10 000 h pour le débogage = 55 000h

– Une simulation AMIP guidée avec LMDZ6 MR pour pour aider à l’interprétation du signal isotopique en Antarctique après évaluation de la simulation.

40 ans \times 2000 h + 10 000 h pour le débogage = 90 000 h

\Rightarrow *Demande = 205 000h heures CPU sur Jean-Zay, 5 To stockage*

4.4 Couplage avec ORCHIDEE

Josefine Ghattas

Des simulations routinières sont lancées pour vérifier le fonctionnement du modèle et évaluer au jour-le-jour les configurations forcées et couplées à LMDZ. On effectue des simulations courtes mais aussi des simulations plus longues pour permettre une évaluation scientifique des modèles.

– Simulations forcées :

10 000 heures CPU et 3 To sur Jean-Zay

– Simulations couplées LMDZ6-OR LR :

100 ans \times 750h + 15 000 heures pour le débogage = 90 000h sur Jean-Zay, 2 To sur Jean-Zay

\implies *Demande : 100 000 heures CPU sur Ada, 5 To sur Jean-Zay*

4.5 Amélioration du code radiatif de LMDZ

Abderrahmane Idelkadi, Jean-Louis Dufresne, Frédéric Hourdin, Olivier Boucher

Des tests seront encore nécessaire pour tester le nouveau modèle radiatif ECRAD dans LMDZ. Nous souhaitons réaliser une dizaine de tests avec LMDZ6 VLR :

20 \times 5 ans \times 450h = 45 000h sur Jean-Zay, 1 To sur Jean-Zay

5 Lien avec autres projets

Ce projet est très lié aux projets en accès réguliers suivants :

– 01 239 (rces), qui utilise LMDZ pour des études de climats régionaux.

– genCMIP6, consacré à la mise au point et le réglage de la prochaine version de LMDZ. Le projet rlm6 se différencie de ce projet en explorant des pistes de développement très en amont, alors que geCMIP6 est plus opérationnel.

Références

- [Hourdin et al., 2019] Hourdin, F., Jam, A., Rio, C., Couvreur, F., Sandu, I., Lefebvre, M.-P., Brient, F., and Idelkadi, A. (2019). Unified parameterization of convective boundary layer transport and clouds with the thermal plume model. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 11(9) :2910–2933.
- [Hourdin et al., 2020] Hourdin, F., Rio, C., Grandpeix, J.-Y., Madeleine, J.-B., Cheruy, F., Rochetin, N., Jam, A., Musat, I., Idelkadi, A., Fairhead, L., et al. (2020). Lmdz6a : The atmospheric component of the ipsl climate model with improved and better tuned physics. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 12(7) :e2019MS001892.
- [Krinner et al., 2005] Krinner, G., Viovy, N., de Noblet-Ducoudre, N., Ogee, J., Polcher, J., Friedlingstein, P., Ciais, P., Sitch, S., and Prentice, I. C. (2005). A dynamic global vegetation model for studies of the coupled atmosphere-biosphere system. *Glob. Biogeochem. Cycles*, 19.
- [Mignot et al., 2021] Mignot, J., Hourdin, F., Deshayes, J., Boucher, O., Gastineau, G., Musat, I., Vancoppenolle, M., Servonnat, J., Caubel, A., Chéruy, F., et al. (2021). The tuning strategy of ipsl-cm6a-lr. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 13(5) :e2020MS002340.