

Evolution du contenu physique du modèle LMDZ

3 octobre 2023

Frédéric pour l'équipe LMDZ

I. Evolution du modèle avant CMIP7

II. Stratégie pour CMIP7

III. Cœur dynamique

IV. Paramétrisations physiques

Le moment de définir une ou des nouvelles configurations pour CMIP7

Pour une mise en production (version figée) début ou mi 2025 sans doute

Présentation conçue en partie comme une présentation de suivi du travail de mise en place des nouvelles configurations, amenée à être mise à jour

Stratégie : développement continu et rétro compatibilité

On peut faire tourner les anciennes physiques avec les nouvelles sources.

Rétro compatibilité pas garantie au bit près mais on retrouve des résultats très similaires en faisant tourner les anciens **physiq.def_[VERSION]** disponibles dans :

- modips1/models/LMDZ/DefList et dans
- 1D/INPUT/PHYS pour le 1D.

Essentiel pour publication / recherche / science reproductible et être capable de revenir à la source d'un problème identifié dans le modèle

[VERSION]s CMIP5 (LR : 96x95, MR : 144x142)

- **5A - L39** Héritée de LMDZ4. Dite "ancienne physique". Version robuste, assez bien réglée, avec une très faible variabilité des pluies.
- **5B - L39** La première version dite "nouvelle physique" avec thermiques, et poches froides et couplage (Rio. et al. 2010). Version intéressante d'un point de vue physique mais mal réglée. Ne plus l'utiliser.

[VERSION]s CMIP6 (LR : 144x142, MR : 256x256) :

- **6A - L79** La version "nouvelle physique" de CMIP6. Un certain nombre de corrections (de bugs ou de choix physiques) par rapport à la 5B et une longue phase de tuning manuel.

Verssion post CM6 :

[VERSION]s **CMIP6 avec corrections** (LR : 96x95, MR : 144x142)

- **NPv6.2** : - **L79** version du projet QUEST ; par rapport à 6A,
cdnc_min=10.,ok_bug_split_th=n,keepbug_ice_frac=n
- **NPv6.3** - **L79** par rapport à 6.2 tau_gl=2, flag_wk_check_trgl=n,
iflag_wk_check_trgl=2, iflag_alp_wk_cond=1

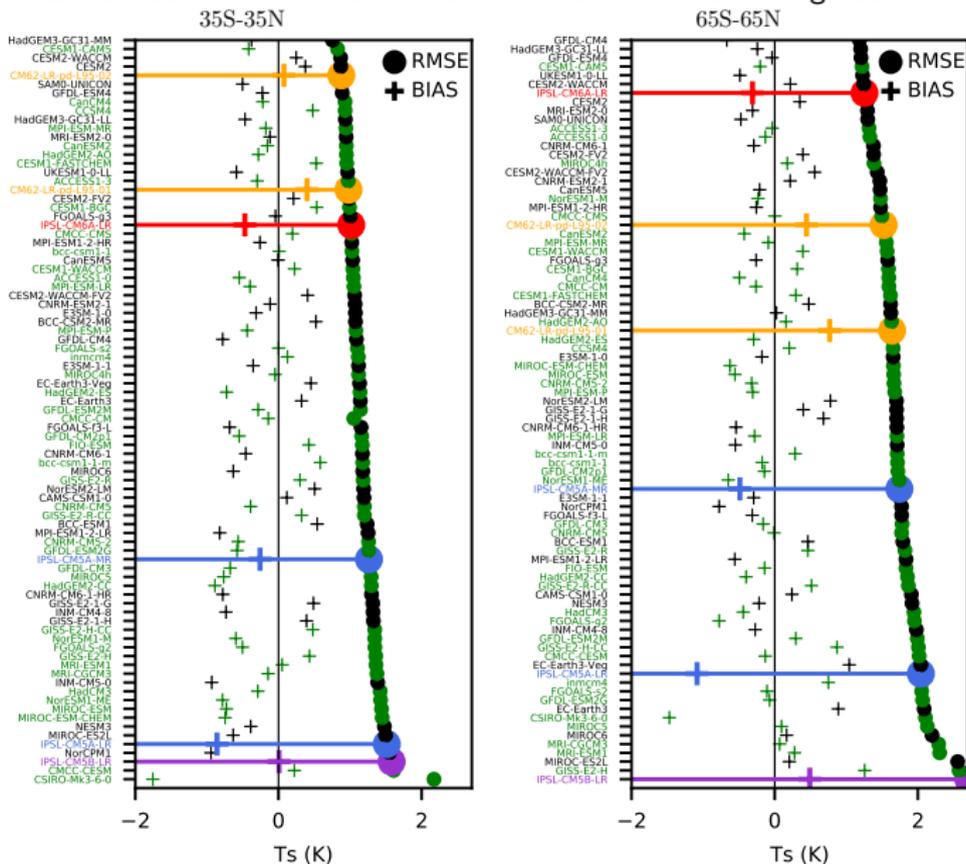
[VERSION]s **issues d'un tuning automatique** avec les outils d'"History matching" avec "Iterative refocussing" mise en avant dans HighTune (LR : 96x95, MR : 144x142)

- **ECSexp1 à 4** - **L79** "BEST" résultant du tuning de la version QEST avec des ECS variant de 3.7 à 5.4 [1].
- **L95Best1PartII** - **L95** La première version avec neuf paramètres retunés avec 30 vagues de préconditionnement 1D et 2 vagues 3D [2]
- **LUDO1 et 2** - **L95** Tuning avec physique "Ludo". A éviter.
- **NPv7.0.1** - **L95** En cours de tuning par Ionela avec physique "Ludo" et nouveau schéma de condensation grande échelle, lscp.F90 remplaçant fisrtilp.F90.

[1] Hourdin, F et al., Science Advances, 2023, Vol 9, Issue 29, DOI : 10.1126/sciadv.adf2758.

[2] Hourdin, F et al., James, vol. 13, no. 6, 2021. doi :10.1029/2020MS002225.

Erreurs sur les SST saisonnières dans les différentes configurations



Priorités d'amélioration pour CMIP7 (1/2)

Guide pour le choix des priorités :

- 1) identifier les principaux défauts pour les améliorer.
- 2) Se donner les moyens de ne pas perdre les qualités du précédent. Avec le tuning : identifier les métriques nécessaires et suffisantes
- 3) Mettre en place une stratégie pour inclure les priorités (penser recherche/publications)

Les principales qualités : A COMPLETER

- cycle diurne de la convection (depuis 5B)
- couverture nuageuse basse
- faibles erreurs sur les SSTs dans le couplé
- bonne répartition des pluies continentales
- biais de température

Le tour des principaux défauts : A COMPLETER

Convection/pluie :

- le principal est sans doute la quantité extrême de pluies sur les îles du continent maritime
- Une ITCZ trop intense, notamment à l'Est des océans
- Des pluies qui ne s'arrêtent pas suffisamment sur les océans (pas assez intermittente)
- Des couvertures nuageuses de 100% sur des cas de convection profonde

Priorités d'amélioration pour CMIP7 (2/2)

Le tour des principaux défauts (suite) : A COMPLETER

Schéma numérique et pas de temps :

- Le schéma numérique TKE+thermique est très stable mais induit un biais sec en surface (en grande partie résolu, cf présentation)
- Sensibilité au fait d'appeler la convection
- Stabilité du schéma de la TKE
- Condensation grande échelle / auto-conversion

Climat continental :

- biais de température continentaux (piste z0, rsol, ECrad, ...)

Nuages :

- Mauvaise répartition de phase avec notamment trop de glace dans les nuages des moyennes et hautes latitudes.
- Manque de stratocu à la côte (décalés au large)
- Nuages en situation de convection profonde
- Est-on capable d'avoir le bon rayonnement pour le bons nuages hauts ?

Que vise-t-on en terme de nombre de configurations ?

Une configuration = 1 grille + 1 contenu physico/numérique + 1 jeux de paramètres

Utilisation systématique des outils HighTune pour le choix des paramètres.

Proposition actuelle à discuter

1) Partir comme pour CMIP5 sur deux configurations physiques :

- **7A** avec une physique robuste et bien réglée/évaluée (6 mois ?)
- **7B** enrichie et exploratoire (un an ?).

2) Générer un **ensemble issu d'une exploration paramétrique** semi automatique avec les outils HighTune afin d'explorer l'incertitude paramétriques du changement climatique.

- Nécessite à chaque fois 300 ans de complément du spinup pré-industriel + 150 ans de contrôle + 100 ans de climat futur + 400 ans d'"abrput 4 CO2"
- Nécessite une configuration légère.

Développements réalisés et en cours

Passage à Dynamico à la place de "lon-lat"

- Nettement plus rapide
- Pas de filtre aux pôles
- parallélisation : LMDZ-ico \gg LMDZ-lonlat

Comparaison ico/lon-lat :

Grille	résolution (km)	δt (min)	colonnes phys.
144x142	280-140	2.14	20500
nbp40	200	7.5	16000
nbp40	100	3.2	64000

- On retrouve le modèle mais il faut aller à plus haute résolution qu'en dynamique latitude-longitude pour avoir une position équivalente des jets
- Des températures différentes sur l'Antarctique sans doute liées à des problèmes de traitement de l'orographie sous maille
- Une version humide existe

Priorités/étapes pour CMIP7

- Dynamico dans **7A** et **7B**
- Ensemble paramétrique avec Dynamico nbp40 et nbp80 ET lon-lat pour préparer le choix de résolution et les futures versions LMDZ-ico
- Instruire la question des pas de temps. Environ 15 minutes pour la physique.

Rayonnement :

Développements réalisés et en cours

- Travail en cours (Abderrahmane, Maelle, Najda, Frédéric), interactions R. Hogan
- Travail sur les aérosols (Lionel, Abderrahmane, Olivier).
- On part sur ECCKD pour les gaz. Plus récent et plus rapide.
- Tripleclouds par défaut : Le plus proche de l'actuel avec 3 compartiment (ciel clair, nuages fins, épais)
- Spartacus : première code radiatif avec effet 3D des nuages

Priorités/étapes pour CMIP7

7A : Tuner ECCKD+Tripleclouds

7B : Spartacus? Paramétrisation des paramètres de ECRad.

————— Tuning —————

7.0.2 : ECCKD + Tripleclouds si aérosols disponibles

————— Travail —————

Spartacus, thèse Maelle (Najda et FH) :

- Evaluation 1D-vs-LES/sur site/globale
- Paramétrisation des paramètres spécifiques d'ECRAD (hétérogénéité, taille, recouvrement)

Travail sur le coût et l'optimisation.

Nuages / PDFs

Développements réalisés et en cours

- Travail sur les distributions sous-maille en cas de convection profonde (thèse de Louis). ATTENTION : pour la convection on travaille en qt alors que c'est s qu'on voudrait.
- Nuages froids : travaillé avec une variable supplémentaire pour la glace.
- Test d'autres formes de PDFs pour les nuages hauts permettant des assymétries négatives (thèse Audran). Traitement de la sursaturation par la PDF.
- Auto-conversion : tester d'autres approches.
- Phase : (thèse Lea) Nouvelles paramétrisations très pragmatiques. Séparer la phase glace de la phase vapeur + liq (y compris pour la convection profonde).
- Phase glace pronostique : sans ré-évaporation au début du pas de temps.

Priorités/étapes pour CMIP7

7A Ludo (après corrections de bugs par Etienne) ET nouveau traitement numérique de l'auto-conversion.

7B phase mixte (Léa), sursaturation (Audran), auto-conversion modifiée ...

————— Tuning —————

7.0.1 : Ludo et nouveau lscp.F90

7.0.2 : nouveau traitement numérique de l'auto-conversion

————— Travail —————

Publication en cours sur les ratqs interactifs pour la convection peu profonde. Etendre à la convection profonde et trouver une solution pour les zones hors convection.

Modèle thermique

Développements réalisés et en cours

- Travail sur le schéma numérique des thermiques (FredHo. Prêt)
- Transport de la TKE par les thermiques (testé à Fréjus)
- Travail en stand-by dans l'atelier downdrafts (Maëlle Etienne Fred Catherine Fleur Florent)

Priorités/étapes pour CMIP7

7A schéma numérique modifié

7B downdrafts, couplage avec la TKE ?

————— Tuning —————

7.0.2 Modification pour pas de temps longs
si tests en cours concluants

Pbl_surface / splitting ...

Développements réalisés et en cours

- Nouveau schéma de TKE : écrit en atelier. Typiquement à quelques mois. Réflexion sur le numérique Problème d'oscillations sur Gabls1
- Neige soufflée (thèse Valentin). Pas d'enjeu à le mettre dans des simulations CMIP. Rapport (amélioration climatique) / (coût numérique amélioration faible)
- Réécriture de pbl_surface : interaction entre contenu physique et réécriture informatique.
- Impact du cisaillement sur la longueur de mélange
- Possibilité d'inclure la diffusion verticale et l'advection horizontale de la TKE.

Priorités/étapes pour CMIP7

7A Nouveau schéma de turbulence

7B Autres améliorations à discuter

————— Tuning —————

7.0.2 Nouveau schéma ?

Convection profonde

Développements réalisés et en cours

- Ejection des précipitations liquides (Catherine) : à tester (ATELIER)
- Extinction de la convection profonde quitte à jouer avec un seuil sur les poches
- Nouvelle formulation du `s_trig` : pour le déclenchement de la convection profonde (Catherine, Nicolas, Jean-Yves, Frédéric)
- Convection profonde sur les montagnes et les îles (thèse Nathan Philipot, LGGE/NCRM)
- Demande : avoir une estimation de la répartition liquide/glace en sortie de la convection profonde
- Corriger les bugs identifiés par Nicolas en 2007 si pas déjà fait.

Priorités/étapes pour CMIP7

7A Paramétrisation de `s_trig`, éjection des précipitations et extinction de la convection

7B éjection des précipitations, autres

————— Tuning —————

7.0.2 : inclure `s_trig` dans les paramètres si pas déjà fait.

Poches froides

Développements réalisés et en cours

- Version améliorée de la représentation des poches (thèse de Lamine, Jean-Yves, FH)
- Dynamique de population (Jean-Yves, Atelier post Roffiac) : en cours de développement / test (vs deux constantes une sur continent et l'autre sur océan)
- Splitting de la couche limite entre les poches et l'extérieur des poches. Marche sur océans et pas sur continents.
- Travail sur les rafales (thermiques - Adriana - et poches - Lamine et Jean-Yves)
- faire en sorte que les poches froides s'éteignent sur océan. En tenant compte du shear dans la Ale des poches par exemple, ou de leur hauteurs (moins actives si peu épaisses).

Priorités/étapes pour CMIP7

7A Poches améliorées

7B Splitting et dynamique de population

————— Tuning —————

7.0.2 poches améliorées

————— Travail —————

Savoir arrêter les poches sur l'océan.

Couplages à la surface

Développements réalisés et en cours

Côté orchidée :

- Longueurs de rugosité : utiliser des prescriptions différentes (thèse Khadija)
- résistance des sols à l'évaporation : rsol.
- Nouveau routage
- Travaux sur la neige (12 couches)

Côté LMDZ :

- Nouvelles fonctions de stabilité (thèse Pierre Tiengou en lien avec l'atelier TKE)
- Supprimer les landice de LMDZ et c'est orchidée qui gère les calottes (fait mais problème d'initialisation de la neige)
- Problème de "damier" en lonlat et dynamico

Priorités/étapes pour CMIP7

7A A définir

7B

————— Tuning —————

Des choses à inclure dans le prochain tuning ?