

Pôle de Modélisation du climat de l'IPSL

JL Dufresne / MA Foujols / T Dubos / O Marti/ S Denvil, IPSL

L'histoire de la modélisation numérique de l'atmosphère commence avec celle des ordinateurs. Dès les débuts, la structure des calculs dépend étroitement de celle du matériel (mémoire limitée sur les machines des années 70 p.ex.). Même si les machines sont devenues plus généralistes, cet aspect est resté fort. Par exemple les modèles du système Terre ont été entièrement vectorisés dans les années 1980, puis parallélisés.

Un fait récent nouveau est l'évolution rapide des architectures de calcul. Malgré la caractéristique commune d'être de plus en plus massivement parallèles ces architectures sont diverses et il n'y a pas de garantie de portabilité des performances. Même entre deux générations de GPU du même constructeur les stratégies d'optimisation changent de façon importante. Au travail de parallélisation s'ajoute un travail d'optimisation pour chaque machine, dont le retour sur investissement est éphémère car une machine dure 3 ans.

L'avènement du calcul massivement parallèle rend inévitable de reprendre à la base une partie des codes de calcul. Ce travail amont a été initié à l'IPSL pour la composante atmosphérique avec le projet DYNAMICO. Il a donné lieu à une version '0', adaptée au calcul massivement parallèle et validée par intercomparaison avec d'autres modèles lors de l'atelier DCMIP (NCAR, 2012).

L'expérience du projet DYNAMICO montre que la modélisation doit être pensée comme un ensemble physique / maths / numérique / info / plateforme. Cet ensemble doit remonter jusqu'à la 'physique', i.e. la formulation conceptuelle du modèle car les choix informatiques dépendent de choix numériques eux-mêmes dépendant de choix physiques. Il doit aller jusqu'à la plateforme de modélisation pour que l'investissement contribue à un outil largement utilisable scientifiquement. Ce type travail nécessiterait des cadres et des encouragements spécifiques à inventer : appels d'offre, groupe de travail, ateliers, équipes aux interfaces physique / maths / numérique / info.

La plate-forme de modélisation du climat de l'IPSL est développée depuis plus de deux décennies par le pôle de modélisation du climat de l'IPSL, fédérant 80 scientifiques répartis dans les différents laboratoires de l'IPSL. L'historique des modèles IPSL est disponible ici : <http://icmc.ipsl.fr/index.php/icmc-models> et la documentation technique de la version courante là : <https://forge.ipsl.jussieu.fr/igcmg/wiki/platform/en/documentation> Cette plate-forme permet, sur les centres de calcul usuels :

- de récupérer des configurations de référence :
 - modèle incluant toutes les composantes : atmosphère, surfaces continentales, océan, glace de mer, biogéochimie et chimie
 - modèles forcés incluant seulement quelques composantes : par exemple atmosphère-surfaces continentales
- de compiler :
 - les sources des différentes composantes
 - les interfaces de couplage (océan-atmosphère) et le coupleur
- de réaliser une expérience type fournie (y compris fichiers entrée)
- de suivre son exécution
- de produire et stocker des résultats bruts
- de produire, stocker et rendre accessible des ATLAS et analyses systématiques

Elle évolue pour inclure très régulièrement les nouveaux développements scientifiques et techniques. Le développement de la 6ème génération de cette plate-forme constitue un axe majeur du projet ANR CONVERGENCE (2013-2017) <http://convergence.ipsl.fr/>

À noter : le nouveau coeur dynamique : DYNAMICO a été conçu pour exploiter un parallélisme plus massif d'un ordre de grandeur supérieur au parallélisme actuel, à résolution identique.

Malgré les difficultés inhérentes à la mise en œuvre des moyens de calcul « extrêmes » il paraît indispensable de poursuivre le financement de moyens de calcul de haut niveau (incluant calcul/données/réseau/expertise/support) sur l'ensemble des Tiers 0 1 et 2 de l'écosystème HPC français.

De plus en plus, la nécessité de privilégier des méthodes qui se prêtent à une implémentation efficace est prise en compte par les mathématiciens, les physiciens. Favoriser cette culture du calcul scientifique, en valoriser la maîtrise et la prise en compte par les non-informaticiens est souhaitable pour permettre la collaboration sur ces sujets. Néanmoins il y a une différence entre une culture du calcul scientifique, qui permet de tenir compte de ces contraintes (parmi d'autres) dès la conception (physique, mathématique, numérique) et une expertise dans le domaine qui reste une ressource rare et indispensable pour implémenter les modèles et valider la pertinence des choix de conception.

La participation aux projets internationaux comme CMIP5, CORDEX et les prochains MIP demande de réaliser des simulations en suivant un protocole rigoureux, en monopolisant une part significative des ressources calcul (SX9 , 48 processeurs, dédié de 2009 à 2012) et de mettre les résultats à disposition de la communauté scientifique et, pour certains, aux entreprises. Un effort important a été porté sur la description de ces résultats dans les métadonnées associées. ESGF représente la fédération internationale de l'ensemble des portails d'accès et noeuds de distribution des résultats, permettant cela. Dans le même temps les analyses sérieuses s'appuient sur l'analyse des résultats de plusieurs modèles. A l'IPSL, c'est le projet Prodiguer qui a organisé cela en diffusant les résultats IPSL et en rapatriant, en local et près du serveur de calcul local, les résultats des autres groupes de modélisation.