

Demande de prolongement du projet LEFE/MEDDE DEPHY2

Coordination: Catherine Rio (CNRM), Marie-Pierre Lefebvre (Météo-France/LMD)

Comité de pilotage: Frédéric Hourdin (LMD), François Bouyssel (CNRM), Hubert Gallée (LGGE), Yves Bouteloup (CNRM), Jean-Baptiste Madeleine (LMD), Fleur Couvreur (CNRM), Frédérique Cheruy (LMD), Romain Roehrig (CNRM), Jean-Yves Grandpeix (LMD), Jean-Pierre Chaboureau (LA)

Rappel des principes et des résultats essentiels

Le projet DEPHY2 a pour vocation de structurer la communauté française autour de l'amélioration des paramétrisations physiques à l'œuvre dans les différents modèles atmosphériques développés dans les laboratoires nationaux. Il regroupe des spécialistes des observations et de la modélisation à fine échelle, des développeurs de paramétrisations, des chercheurs travaillant sur la prévision numérique du temps ou l'étude du climat, soit au total une cinquantaine de participants de neuf laboratoires différents (CNRM, LMD, LGGE, LA, LSCE, GET, LEGOS, METIS, ATMOS). Les actions visent le développement et l'amélioration des modèles globaux ARPEGE et LMDZ, à aire limitée AROME et MAR, et du modèle non-hydrostatique MESO-NH.

L'amélioration du contenu physique des modèles atmosphériques passe par la compréhension fine des processus que l'on souhaite représenter (turbulence, convection, nuages) à l'aide de modèles haute résolution les résolvant explicitement et par leur mise en équations sous forme de paramétrisations, objectifs qui étaient déjà au cœur du projet initial DEPHY. Le projet DEPHY2 s'attaque en plus aux questions relatives aux couplages entre les paramétrisations physiques et leur environnement: couplages entre la turbulence ou la convection et les nuages, couplages entre les processus de couche limite et la surface, couplages entre la convection profonde et la circulation de grande-échelle. Ceci avec deux objectifs à long terme: la réduction des biais/erreurs des modèles et une meilleure compréhension des interactions entre processus locaux à l'échelle sous-maille et le temps ou le climat simulé.

Sur les 7 ans de coordination, le programme DEPHY a permis:

1/ **Des avancées scientifiques:** développement de nouvelles paramétrisations qui ont été implémentées dans les modèles de prévision opérationnels ainsi que dans les modèles participant à l'exercice CMIP5 puis CMIP6. Ces développements ont mené à la réduction de certains biais en lien avec la turbulence de couche limite et l'hydrologie du sol comme le biais chaud continental en été aux moyennes latitudes et le biais chaud de SST sur les bords est des océans. DEPHY2 c'est aussi une trentaine d'articles entre 2014 et 2016, 12

thèses et de nombreuses communications aux Ateliers de Modélisation ainsi qu'à l'international (voir http://www.lmd.jussieu.fr/~mpllmd/dephy2_et_apres/publis_theses_2014_2016.pdf).

2/ **Des réalisations concrètes concernant le partage des outils:** création de fichiers de forçage communs permettant de faire tourner différents modèles sur les mêmes cas d'étude, mise en place de comparaisons entre les sorties des modèles à différentes échelles et les données des observatoires, rapprochement entre les communautés de l'atmosphère et de la surface via en particulier des cas d'étude 1D couplés, développement de nouveaux cas d'étude 1D, échanges de paramétrisation et insertion de la physique du modèle MAR dans l'infrastructure de LMDZ.

3/ **Une animation scientifique et un incubateur de projets:** Une réunion plénière globale et une réunion thématique sont organisées chaque année. L'ensemble des documents relatifs à DEPHY2 (exposés, compte-rendus de réunion) sont disponibles sur <http://www.lmd.jussieu.fr/~mlefebvre/dephy2.html>. Plusieurs ANRs récemment acceptées ont été en partie ou totalement alimentés par des réflexions menées dans le cadre de DEPHY: APRES3 (sur les précipitations en Antarctique), COCOA (sur les flux air-mer), HIGH-TUNE (sur l'amélioration de la représentation des nuages de couche limite). Le nouveau cas d'intercomparaison GASS (GEWEX Atmospheric System Studies) GABLS4 qui repose sur les observations de Dôme C est piloté au niveau français et issu de discussions de DEPHY.

Des actions à finaliser d'ici la fin du projet

Les actions engagées dans le cadre de DEPHY2 sont des actions de longue haleine qui s'inscrivent dans la durée et rédiger un nouveau projet deux ans seulement après la réunion de lancement du projet à Banyuls nous paraît prématuré. Nous souhaiterions renforcer ou mener à terme un certain nombre d'actions d'ici la fin du projet. Concernant le partage des outils, il s'agit d'étendre le format de forçage commun à tous les cas 1D, de définir un format commun de fichiers de sortie pour faciliter la comparaison des modèles entre eux et de systématiser les intercomparaisons modèles/données sur les sites d'observations tout en identifiant les questions scientifiques qu'elles permettent d'aborder. Cette année correspond également à la finalisation des versions des modèles de climat pour CMIP6, et donc à une période d'évaluation intensive des simulations incluant certains des développements de DEPHY2, ce qui permettra d'identifier les réussites mais aussi les limitations des nouvelles approches et d'aider à fixer les priorités pour les années futures. Enfin, la question d'un financement pérenne du projet DEPHY étant posée par le comité LEFE (en réponse à la lettre d'intention du printemps 2016), nous souhaitons profiter des discussions de la prospective INSU pour faire avancer les réflexions concernant la meilleure façon de financer ce type de projet, à vocation d'incubateur de projet et d'animation au long cours d'une communauté large autour d'une thématique clé de nos disciplines.

Vers DEPHY3

En parallèle de ces actions à finaliser un certain nombre de problématiques émergent déjà en vue de l'évolution du projet vers sa troisième phase.

Concernant le partage des outils, il est question de développer un outil permettant de faire tourner automatiquement tous les cas 1D avec toutes les versions de modèles ainsi qu'une plateforme commune de comparaison automatique des sorties 1D avec le modèle MESONH. Quant aux comparaisons des sorties de modèles avec les observations sur sites elles impliquent d'approfondir la question de la représentativité des données sur sites à l'échelle d'une maille de modèle. Il faudra également se donner les moyens de réaliser et d'exploiter des simulations LES/CRM sur de grands domaines (avec traceurs) notamment pour l'étude des interactions entre la convection et la circulation de grande-échelle. Enfin, le rapprochement avec la communauté des satellites pour l'évaluation des modèles à l'échelle des processus, pour la convection profonde et la microphysique nuageuse notamment, doit se renforcer à l'instar des collaborations déjà initiées dans le cadre du GDR Megha-Tropiques ou du projet international PROES.

Concernant les questions scientifiques, une thématique émergente est celle des interactions entre les nuages et le rayonnement en lien avec le projet ANR HIGH-TUNE qui vient d'être accepté. Une composante du projet est d'utiliser le cadre modèles 1D/LES pour ajuster les paramètres incertains utilisés dans les paramétrisations en mettant en place des outils de tuning automatique. Les effets

radiatifs des nuages de couche limite seront étudiés en appliquant des codes radiatifs sophistiqués aux sorties de simulations LES. Ces calculs permettront d'estimer l'importance des effets 3D associés aux nuages mais serviront aussi de référence pour évaluer les schémas radiatifs des différents modèles ainsi que les hypothèses concernant les distributions verticales et horizontales des nuages et leur propriétés optiques, éléments clés pour le calcul radiatif. L'amélioration de la représentation des couches limites stables sera un enjeu fort du nouveau projet avec potentiellement la mise en place d'une campagne de mesure dédiée impliquant les différents sites de mesure nationaux (SIRTA, Lannemezan, Météo-France). Un objectif sera aussi d'utiliser les comparaisons modèles/observations sur sites afin d'attaquer des mécanismes à l'échelle climatique, comme par exemple sur le thème des vagues de chaleur. Une attention particulière sera portée sur la reformulation des flux de surface océaniques, en lien avec l'ANR COCOA. Le développement des schémas de convection sera toujours un objectif majeur avec l'amélioration de composantes clés comme le déclenchement, la prise en compte de l'effet des brises ou la représentation des circulations à méso-échelle dans les systèmes convectifs organisés. Un enjeu de plus en plus pressant sera d'introduire des composantes stochastiques aux schémas de convection (peu profonde et profonde) tout en assurant leur auto-adaptabilité à la résolution utilisée et de progresser sur notre compréhension des interactions entre la convection et la circulation résolue par un modèle. Enfin notons que certaines des questions qu'on se pose aujourd'hui sur les paramétrisations ont atteint un degré de raffinement qui nécessite de reconsidérer certains aspects des paramétrisations mises en œuvre dans les LES utilisées comme référence dans beaucoup d'étude. C'est le cas notamment en ce qui concerne les calculs radiatifs évoqués plus haut mais aussi la formulation pertinente pour le calcul des flux de surface lorsqu'on descend à fine résolution.

En pratique pour 2017

La réunion de lancement du projet DEPHY2, organisée en septembre 2014, avait été l'occasion de synthétiser les évolutions récentes des paramétrisations de la couche limite, la convection profonde, les nuages et les flux de surface et les diverses méthodologies requises lors du développement de paramétrisations.

Nous souhaiterions bénéficier d'un financement pour l'organisation d'un même type de réunion avec comme objectif de synthétiser les avancées apportées par le projet DEPHY2 et de discuter des nouveaux enjeux autour du développement des paramétrisations. L'idée serait d'en faire une réunion ouverte à des personnes extérieures au projet afin de faire émerger des idées nouvelles et des collaborations potentielles. La réunion se terminera par une réflexion sur la suite à donner au projet DEPHY d'un point de vue pilotage et financement. En effet, Isabelle Beau vient de quitter le CNRM, Catherine Rio de muter du LMD au CNRM et un renouvellement partiel du comité de pilotage est souhaitable pour assurer l'implication et le dynamisme de ses membres dans la durée. De plus, le programme LEFE qui soutient le projet DEPHY depuis maintenant 7 ans ne le garantit plus. Une possibilité serait de s'orienter vers la création d'un GDR, mais d'autres solutions pour faire vivre ce type de projet émergeront peut-être de la prospective INSU prévue à l'automne. Un soutien de 15k€ permettra d'organiser une réunion similaire à la réunion de lancement et de réunir 40 personnes pendant 3 jours. Un financement supérieur ou une aide extérieure seraient souhaitables afin d'étendre cette réunion à de nouveaux acteurs potentiels et de la prolonger d'un jour ou deux.

	Lundi midi – mercredi midi ~40 pers
Trajets	6555€
Chambres	4680€
Repas	2925€
Pauses café	468€
Location salles/amphithéâtre	250€
Montant total demandé	14878€

En pratique, le montant sera réparti entre le CNRM et le LMD qui se chargeront d'organiser la réunion et de redistribuer les crédits correspondants aux ETP sur les autres laboratoires.

Liste des contributeurs et ETP :

Nom	Labo	% Temps
BAZILE ERIC	CNRM	30
BELAMARI SOPHIE	CNRM	10
BOONE AARON	CNRM	5
BOUIN MARIE NOELLE	CNRM	20
BOUNIOU DOMINIQUE	CNRM	20
BOUTELOUP YVES	CNRM	25
BOUYSEL FRANCOIS	CNRM	25
CANUT GUYLAINE	CNRM	10
COUVREUX FLEUR	CNRM	50
DECHARME BERTRAND	CNRM	10
DOUVILLE HERVE	CNRM	5
GIORDANI HERVE	CNRM	10
GUEREMY JEAN FRANCOIS	CNRM	10
GUICHARD FRANCOISE	CNRM	10
HONNERT RACHEL	CNRM	25
LAC CHRISTINE	CNRM	10
LAFORE JEAN PHILIPPE	CNRM	25
LE MOIGNE PATRICK	CNRM	10
LEBEAUPIN BROSSIER CINDY	CNRM	5
MARQUET PASCAL	CNRM	10
MARTIN ERIC	CNRM	5
PACI ALEXANDRE	CNRM	5
PHILIP ALEXANDRE	CNRM	60
PIRIOU JEAN-MARCEL	CNRM	30
POLLACK DAVID	CNRM	10
RIETTE SÉBASTIEN	CNRM	10
RIO CATHERINE	CNRM	60
ROCHETIN NICOLAS	CNRM	35
ROEHRIG ROMAIN	CNRM	50
SEITY YANN	CNRM	10
VOLDOIRE AURORE	CNRM	5
KERGOAT LAURENT	GET	10
DUPONT JEAN CHARLES	IPSL	5
HAEFFELIN MARTIAL	IPSL	5
CHABOUREAU JEAN PIERRE	LA	10
DAUHUT THIBAUT	LA	90
LOHOU FABIENNE	LA	10
LOTHON MARIE	LA	10
MARI CELINE	LA	10
MULLER CAROLINE	LadHyX	10
CHIRIACO MARJOLAINE	LATMOS	5
ROCCA REMY	LEGOS	5
GALLEE HUBERT	LGGE	10
GENTHON CHRISTOPHE	LGGE	10
AIT MESBAH SONIA	LMD	60
BONY SANDRINE	LMD	10

BOUCHER OLIVIER	LMD	10
CHERUY FREDERIQUE	LMD	40
COPPIN DAVID	LMD	65
DUFRESNE JEAN-LOUIS	LMD	25
FITA LLUIS	LMD	20
GRANDPEIX JEAN YVES	LMD	50
HOURDIN FREDERIC	LMD	40
JAM ARNAUD	LMD	40
LEFEBVRE MARIE-PIERRE	LMD	90
MADELEINE JEAN BAPTISTE	LMD	50
MELLUL LIDIA	LMD	40
MUSAT IONELA	LMD	20
RISI CAMILLE	LMD	5
SEZE GENEVIEVE	LMD	10
SIMA ADRIANA	LMD	10
SPIGA AYMERIC	LMD	5
BRACONNOT PASCALE	LSCE	10
DUCHARNE AGNES	METIS	10

Total : 15 ETP