

Le projet LMDZ : état des lieux, enjeux, priorités

I. Développement de LMDZ : état des lieux

II. Etudes régionales avec LMDZ

III. Organisation du travail autour du modèle

IV. Evolutions prochaines

I. Point sur le développement du modèle LMDZ : quelques jalons

1990-1999 : Versions planétaires. Développement de la version terrestre

2000-2005 : préparation de la version LMDZ4. Participation à CMIP3

- Portage de la physique de l'ancien modèle (LMD4/5 participe à IPCC AR3)
 - Inclusion des traceurs
 - Schéma d'Emanuel & Grandpeix pour la convection + Bony & Emanuel pour les nuages
 - Paramétrisation effet du relief (Lott)
 - Couplage surface (Li, Dufresne)
 - Travail en parallèle sur les thermiques, les poches froides, la convection
 - Ajustement du modèle pour CMIP3 et réalisation des simulations
- Effort sur les entrées/sorties

2005-2009 : Nouveaux horizons

- Participation active de l'équipe de développement à AMMA
- Mise au point de la nouvelle physique (Rio et al.)
- Utilisation massive de configurations zoomées/ guidées/ avec nidification double sens
- Parallélisation

2009-2011 : Préparation CMIP5

- Changement de configuration : 39 niveaux (dont stratosphère) + raffinement en latitude
- Réglage de la configuration ancienne physique : LMDZ5 (pour IPSLCM5A)
- Premières simulations globales à 30 km de résolution
- Préparation du modèle nouvelle physique : LMDZ5NP (pour IPSLCM5B)
- Rationalisation de la gestion du développement LMDZ

I. Point sur le développement du modèle LMDZ : mise au point de LMDZ5 (IPSLCM5A)

Changement de la résolution verticale et extension à la stratosphère : Au bout du compte

😊 Meilleure climatologie en basse stratosphère

😊 Possibilité d'utiliser la même configuration en climat et en couplage avec la chimie stratosphérique !

Augmentation de la résolution horizontale :

😊 Diminution des biais froids à 40N et 40S (plus sensible à la résolution latitudinale)

😊 Les jets s'éloignent de l'équateur (les deux sont intimement liés)

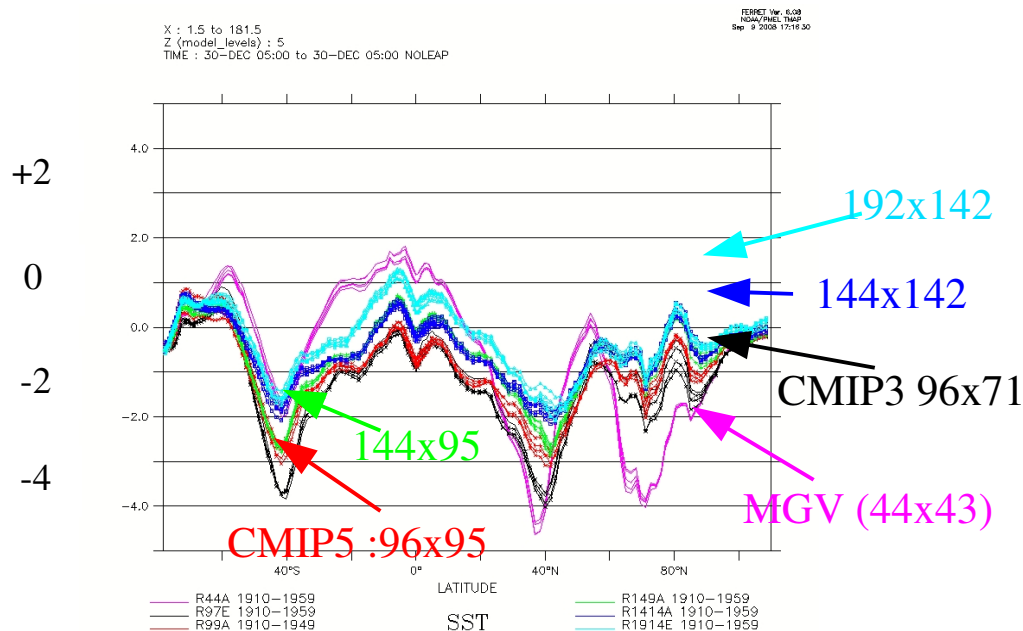
😊 Réchauffement global : rétroaction nuage (tropiques) et vapeur d'eau (moyennes latitudes)

😊 Meilleure advection méridienne océanique (Pisces, Bopp)

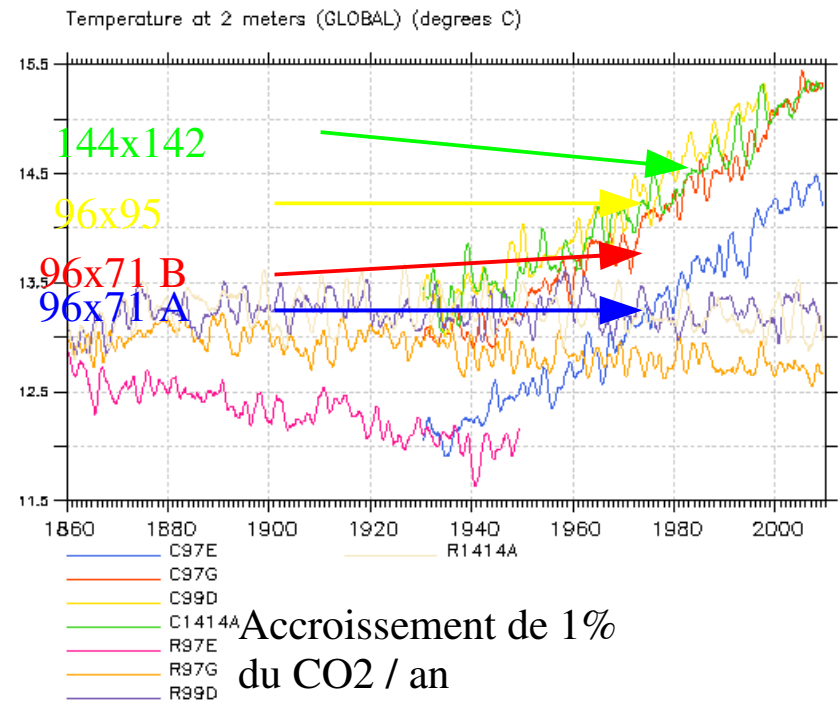
😞 Détérioration de Enso (trop fort) du fait d'amélioration du feedback Bjerkness (Guilyardi)

😞 Détérioration du cycle saisonnier des SSTs à l'équateur

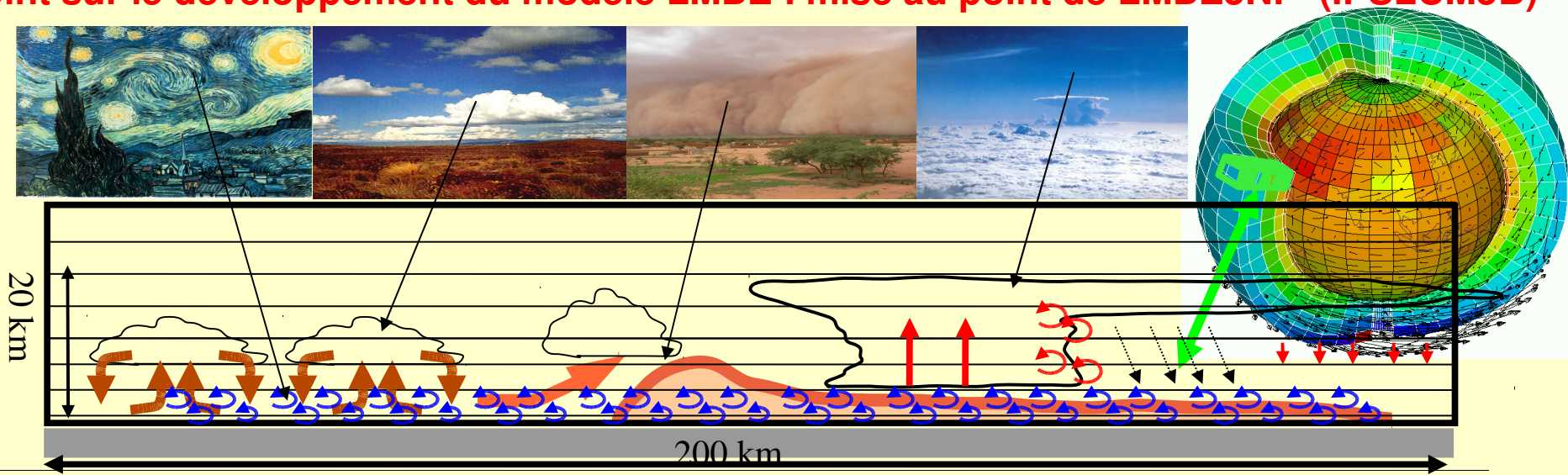
Moyenne zonale SST modèle-Levitus



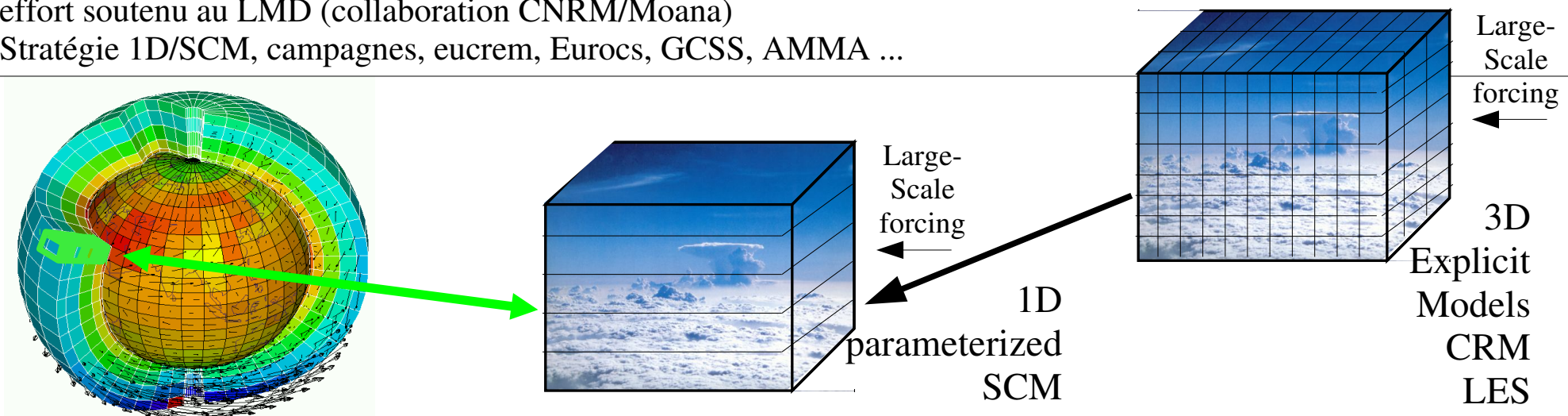
ATM_lmdz_t2m_global_ave.nc



I. Point sur le développement du modèle LMDZ : mise au point de LMDZ5NP (IPSLCM5B)



Nouvelle physique : Capitalisation de 20 ans de recherche dans la communauté nationale et internationale et d'un effort soutenu au LMD (collaboration CNRM/Moana)
 Stratégie 1D/SCM, campagnes, eucem, Eurocs, GCSS, AMMA ...



- rupture dans le mode de développement/évaluation (processus/holistique)
- arrivée de Catherine Rio
- disponible par un simple changement de physiq.def sur la version trunk

I. Point sur le développement du modèle LMDZ : Autres évolutions depuis l'AR4

- 😊 Ré-écriture de l'interface surfaces continentales et couplage océan avec prise en compte des courants dans les tensions de vent (Ghattas, Dufresne, Caubel)
- 😊 Ré-écriture de la gestion de l'écriture des fichiers hist...nc (Idelkadi)
- 😊 Parallélisation MPI-Open MP (Meurdessoif)
- 😊 Portage du simulateur COSP (Idelkadi, Dufresne et. al.)
- 😊 Travail sur les climatologies et les diagnostics (Musat, Idelkadi)
- 😊 Tests systématiques de réglage (Denvil, Hourdin)
- 😊 Lecture des champs d'aérosols et d'ozone (Denvil, Guez, Ghattas, Cozic, Fairhead)
- 😊 Nouveau calendrier (Fairhead)
- 😊 Versions 1D, compatibles Arpege (Lefebvre) ou LMDZ (Grandpeix, Cheruy, Musat et al.)
- 😊 Gestion des sources et tests systématiques (Fairhead):
 - Dev : évolution quotidienne à hebdomadaire
 - Testing : dev figée pour la mise au point de l'ESM
 - Prod : production de simulations

I. Point sur le développement du modèle LMDZ : Premières versions de LMDZ-Orchidee11

Test de la nouvelle hydrologie au Sirta (simulations guidées zoomées)

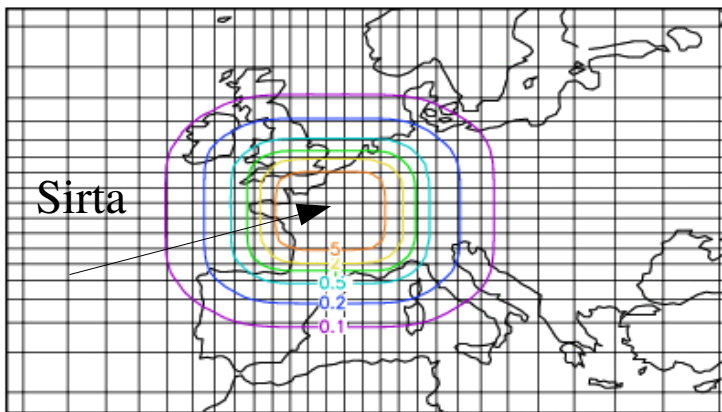
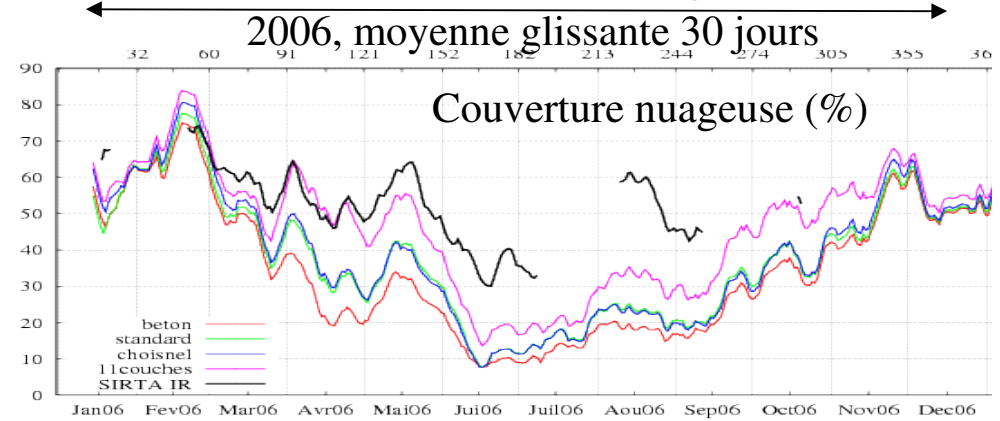
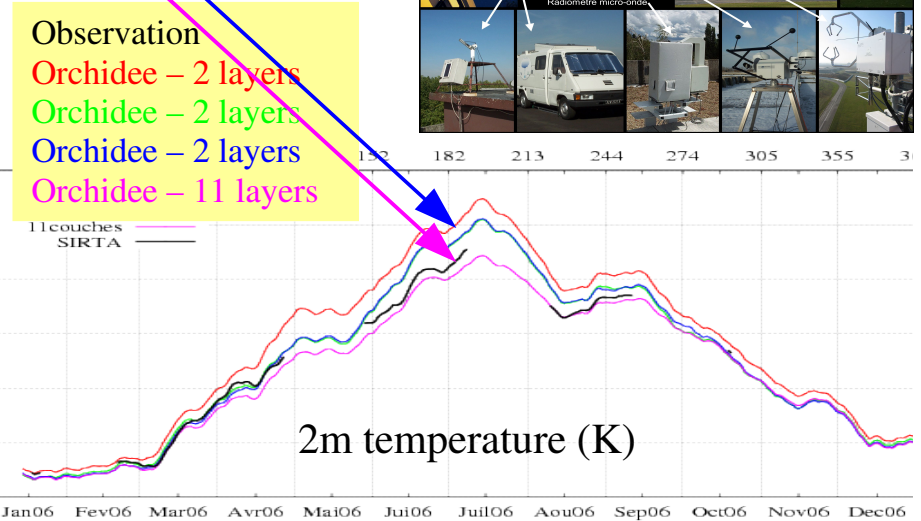
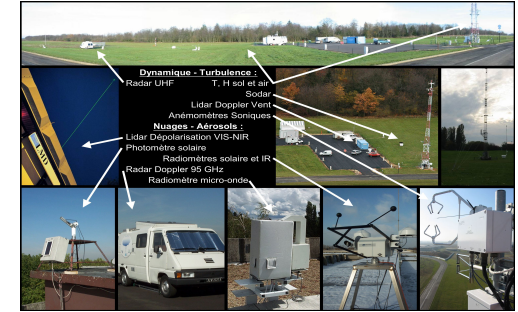
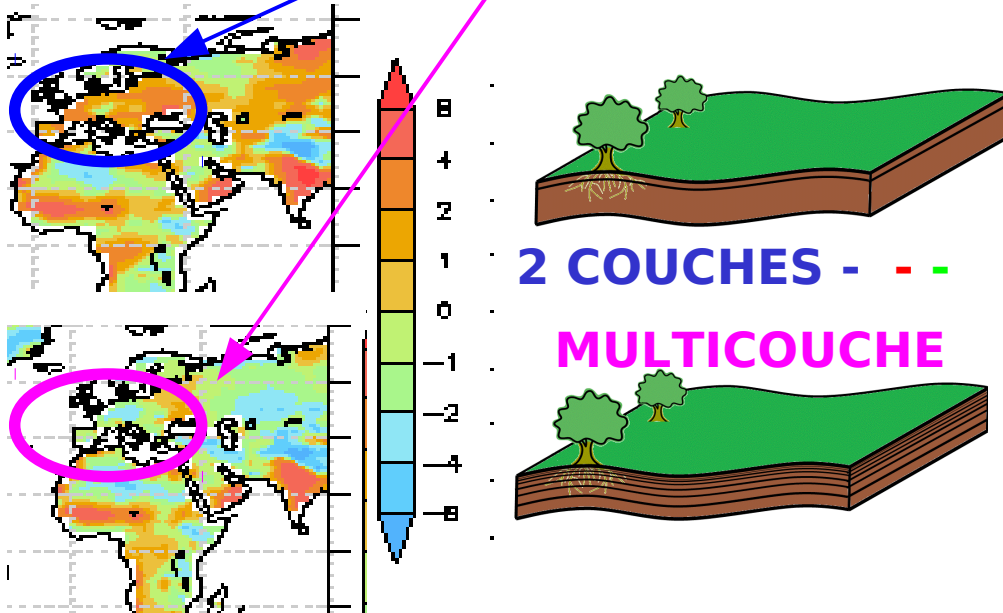
Aurélien Campoy, Agnès Ducharne, Frédéric Hourdin, Frédérique Cheruy, Marital Mancip, Jan Polcher

Le « 11 couches » corrige un biais chaud en maintenant de l'évaporation l'été

Effet identique en **mode climatique** global ou zoomé/guidé

Forte rétroaction surface/nuages/rayonnement (canicules)

Mise en place d'un groupe de travail piloté par Agnès Ducharne



I. Point sur le développement du modèle LMDZ : chimie/aérosols

Inca (chimie, aérosols, SACS, ...)

Reprobus (Strato)

Radio éléments naturelles (Surveillance des essais)

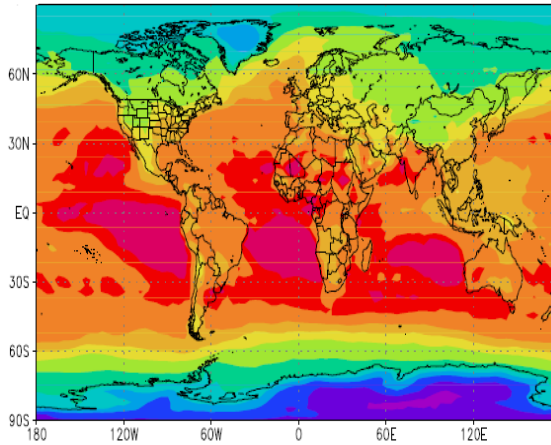
Les calculs avec LMDZ ont été utilisés pour forcer les runs IPCC
(cohérence)

Attentes sur des configurations plus fines (horizontales et verticales) avec la
nouvelles physique.

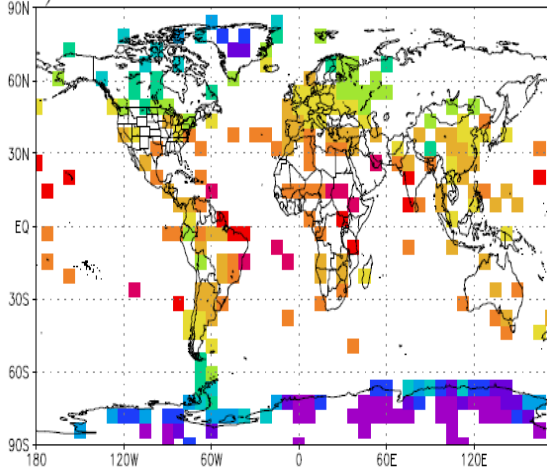
Le CEA/DAM a déjà fait pas mal de chose là dessus.

I. Point sur le développement du modèle LMDZ : LMDZ-orchidee version isotopique

LMDZ-ORCHIDEE-iso



a) données



-40 -35 -30 -25 -20 -15 -10 -7 -5 -3 -2

$\delta^{18}O$ de la précipitation (‰)

Camille Risi & Sandrine Bony :

Développement

Notamment

- Convection
- Hydrologie
- coloration (tagging)

Données in-situ:

In-situ data in Hawaii, collocated

Galewski et al 2007

■ data ---LMDZ

Données satellites:

ACE data, collocated, smoothed

— data ---LMDZ

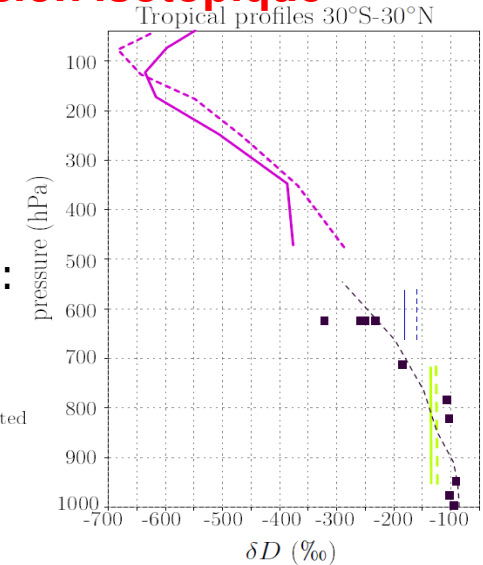
— profiles ---LMDZ

TES data, 600hPa, kernel smoothed, collocated

— data ---LMDZ

SCIAMACHY, total column, collocated

— data ---LMDZ



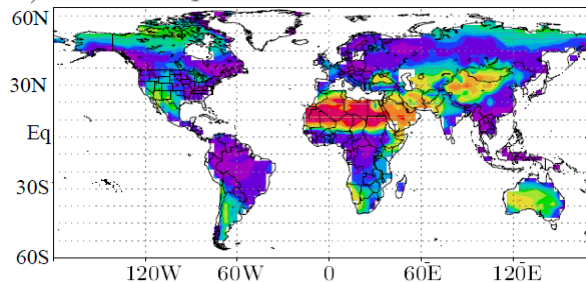
Enjeux :

- Variabilité climatique / enregistrements paléo-climatiques
- Contrainte sur la physique des modèles (nuages, pluie, transport, recyclage ...)

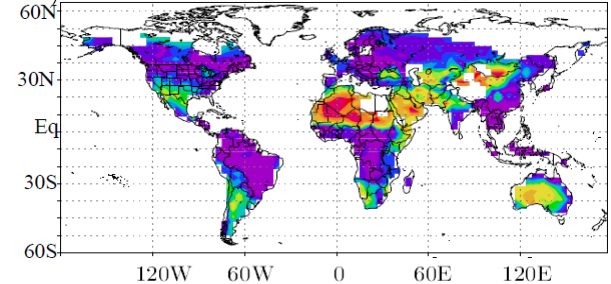
Potentiel des isotopes de l'eau pour contraindre les schémas de surface

Fig : proportion de précipitation recyclée par rapport à l'évaporation de sol nu.

c) simulé par LMDZ-ORCHIDEE



d) estime par les isotopes



1 3 5 7 10 15 20 30 50 70 90 95

%

I. Point sur le développement du modèle LMDZ : Simulations haute résolution

Réalisation de simulations de quelques dizaines d'années avec le modèle couplé.

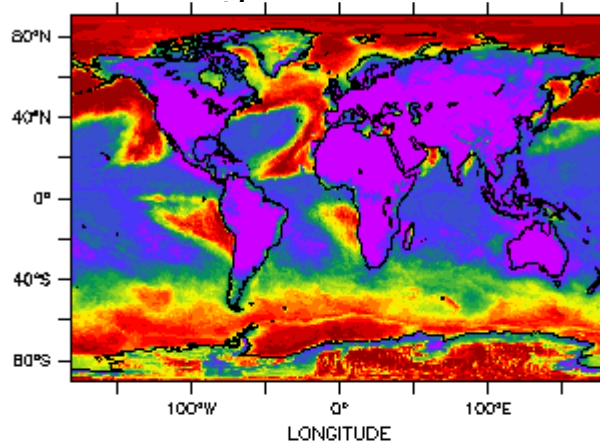
→ Effort très importants sur la parallélisation du coeur dynamique actuel

→ ... et sur la transparence de la parallélisation de la partie physique

(Yann Meurdesoif)

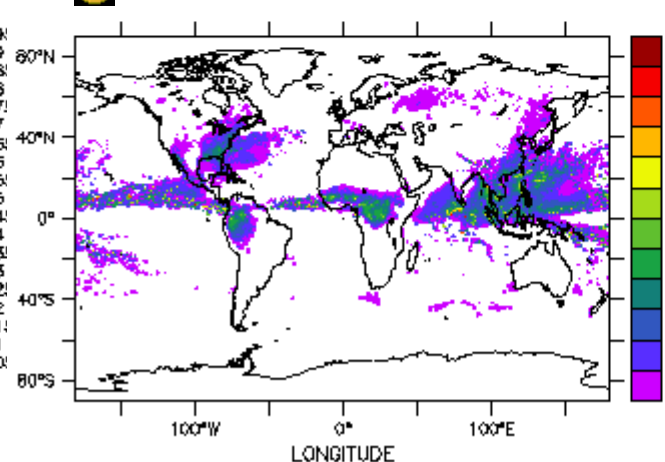
Simulations avec la nouvelle physique ! Heurs et malheurs.

😊 Nuages bas



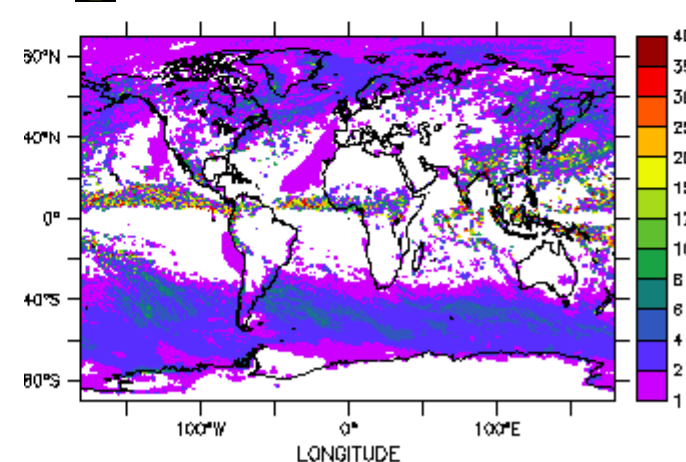
Low-level cloudiness (-)

😬 Pluies convectives



86400*PLUC[L=@AVE]

😞 Pluies grande échelle



86400*PLUL[L=@AVE]

Développement des nouveaux coeurs.

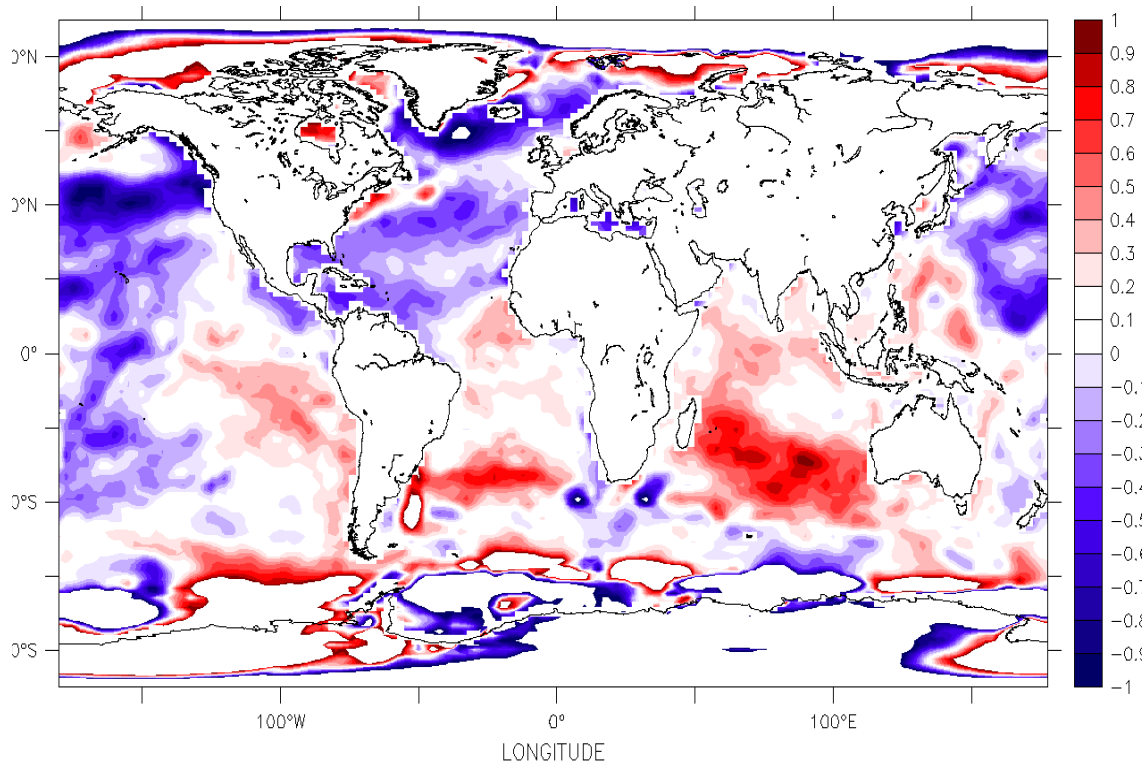
II. Etudes régionales : la sécheresse sahélienne

La sécheresse des années 70-80 :

Quelle part peut être expliquée par le forçage par les températures de surface de l'océan (SSTs) ?

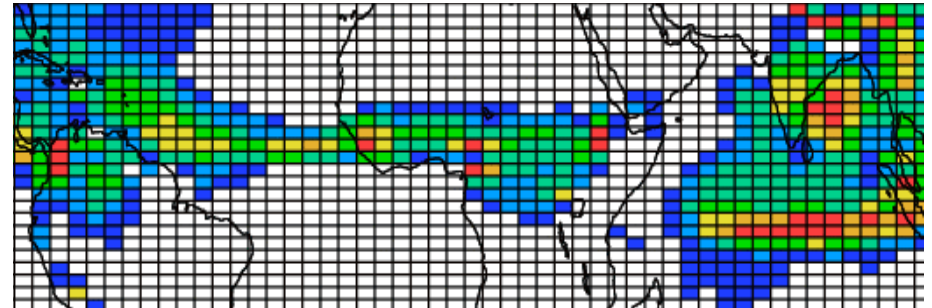
- Série de simulations de sensibilité
- Forcées par le cycle saisonnier moyen d'une décennie : [1975-1985] - [1955-1965]
- Ensemble de simulations de plusieurs 100aines d'années

Δ SST : [1975-1985] - [1955-1965]

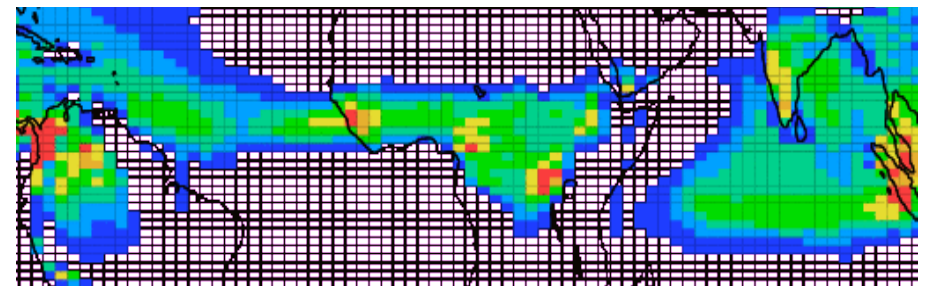


3 Grilles

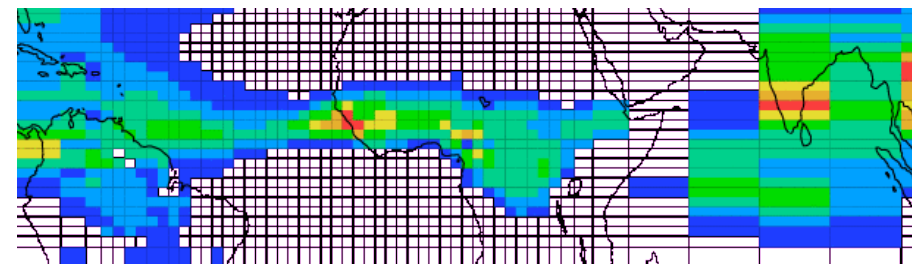
Grille standard (LR, 96x95x39)



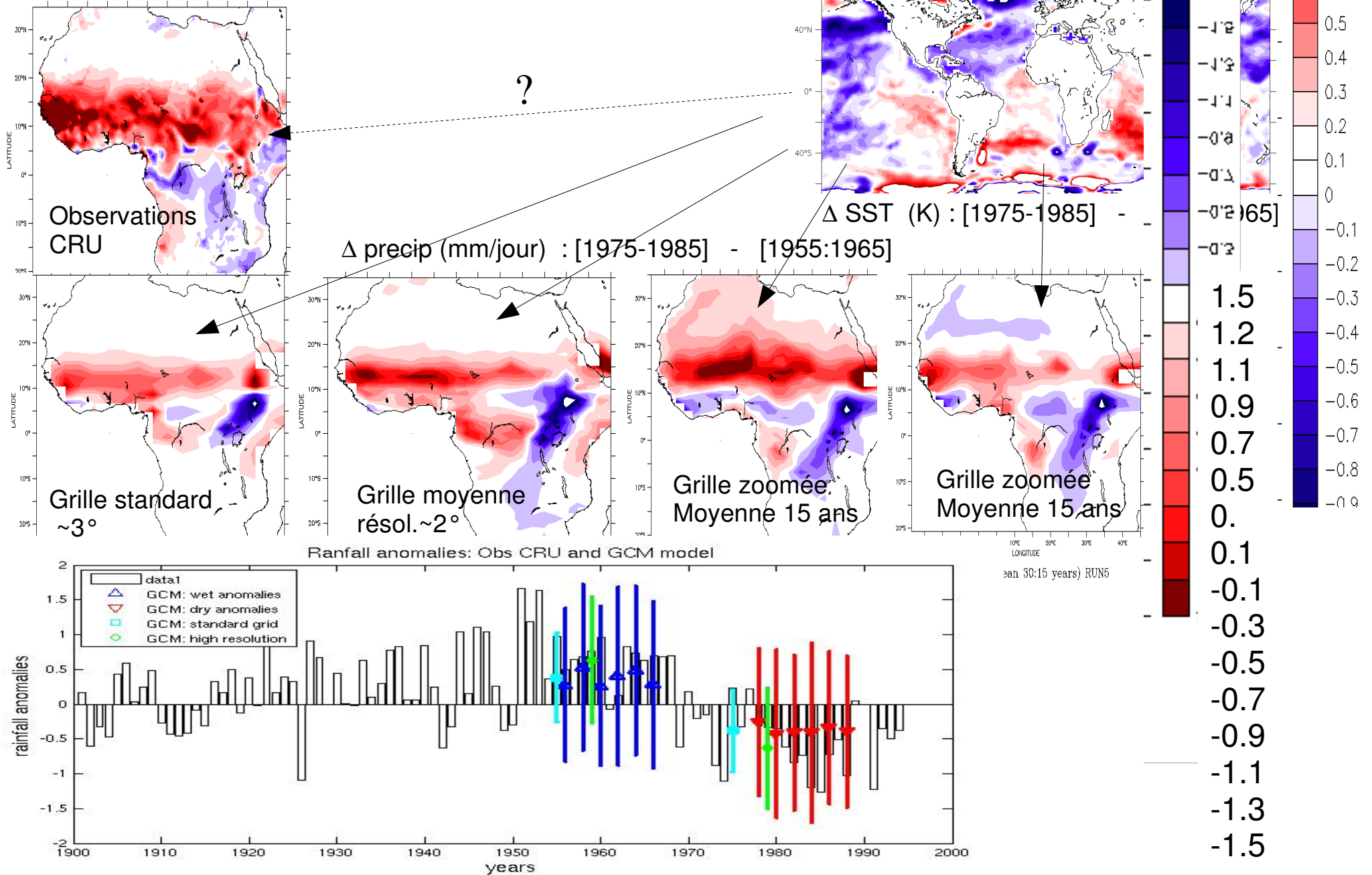
Grille régulière moyenne (MR, 144x142x39)



Grille zoomée légère (LPAOSF, 64x48x19)



II. Etudes régionales : la sécheresse sahélienne



II. Etudes régionales : étude de processus

Etude du cycle de vie de la convection (thèses Mohamed Ly et Youssouph Sane)

Equipes : MGCC/CEET

Utilisation du guidage :

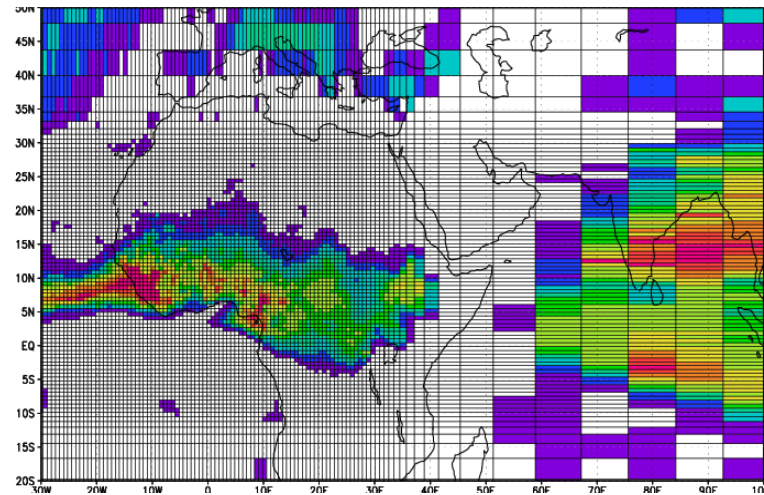
$$\frac{\partial X}{\partial t} = M(X) + \frac{X^a - X}{\tau}$$

Guidage u et v partout

Pour contraindre la

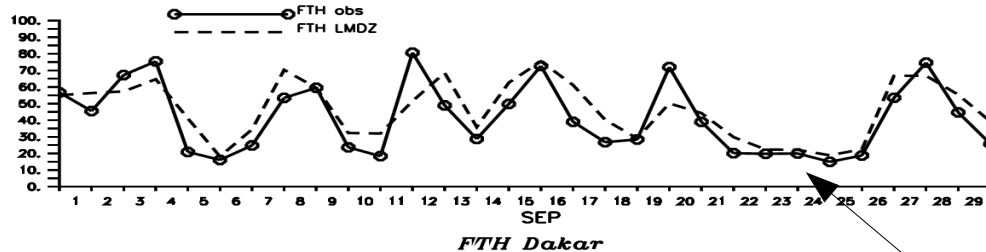
« grande échelle »

$\tau = \text{qq heures}$

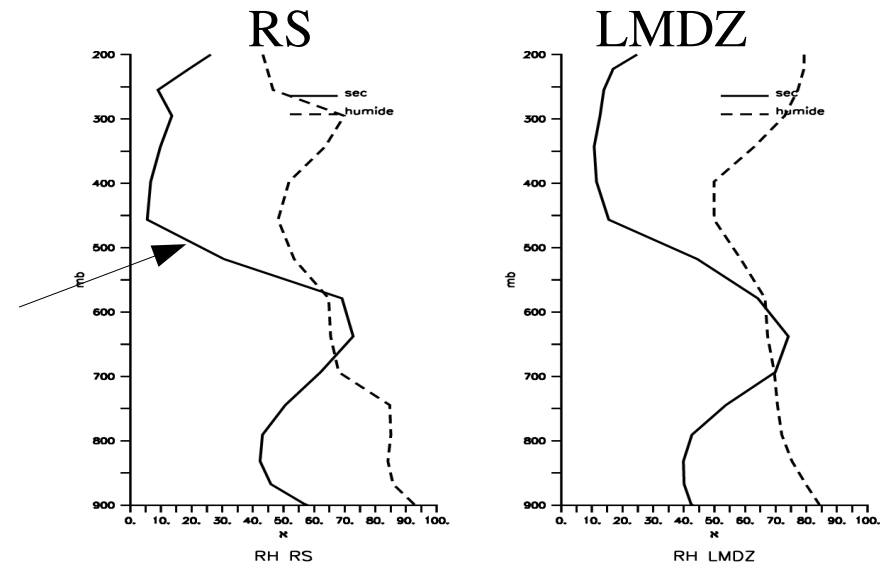


Humidité relative ~ 400 hPa

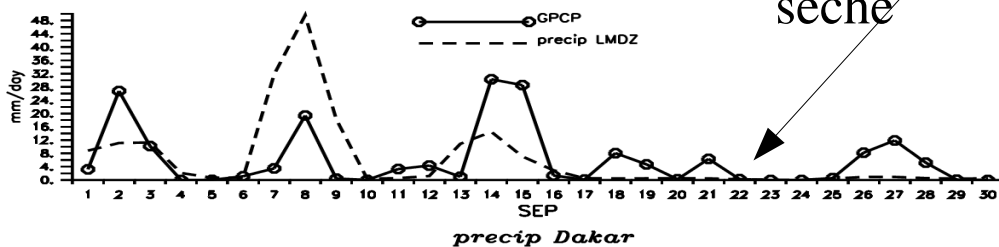
Canal vapeur d'eau MSG (FTH)



Radiosondages Humidité relative



Précipitation



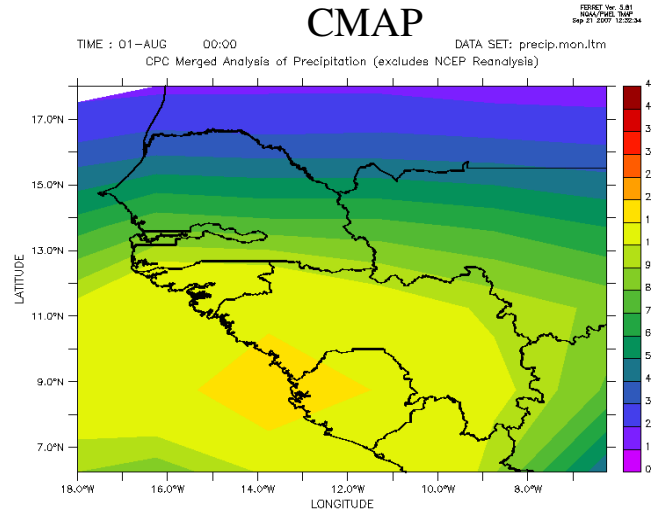
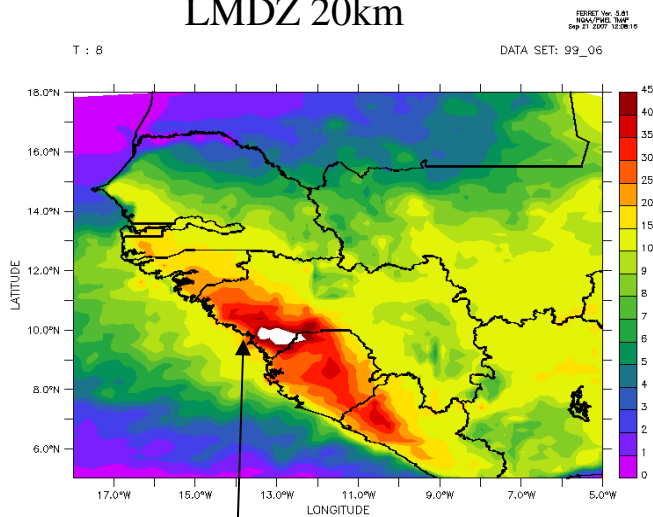
Intrusion sèche

II. Etudes régionales : « impacts »

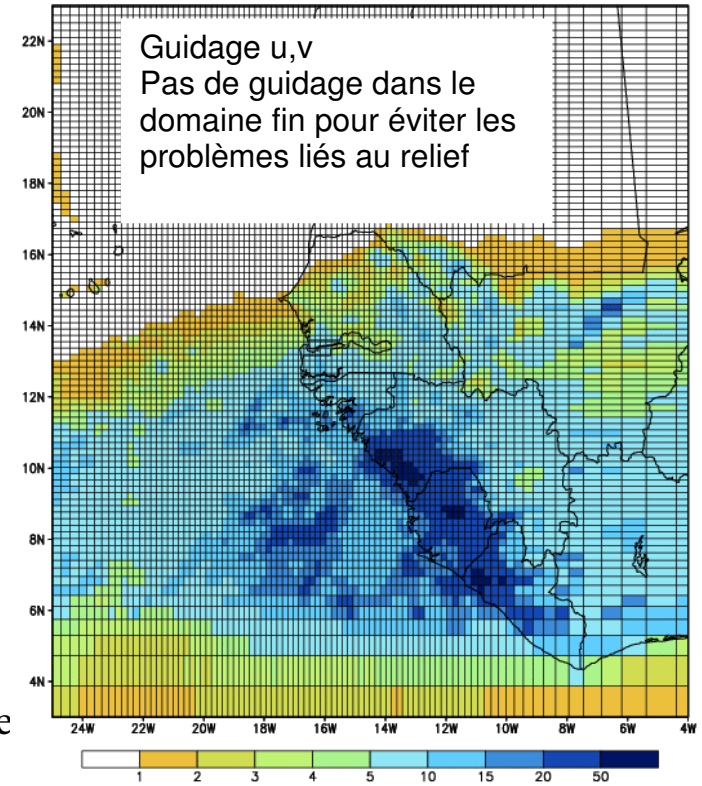
Précipitation au mois d'août (mm/jour)

LMDZ 20km

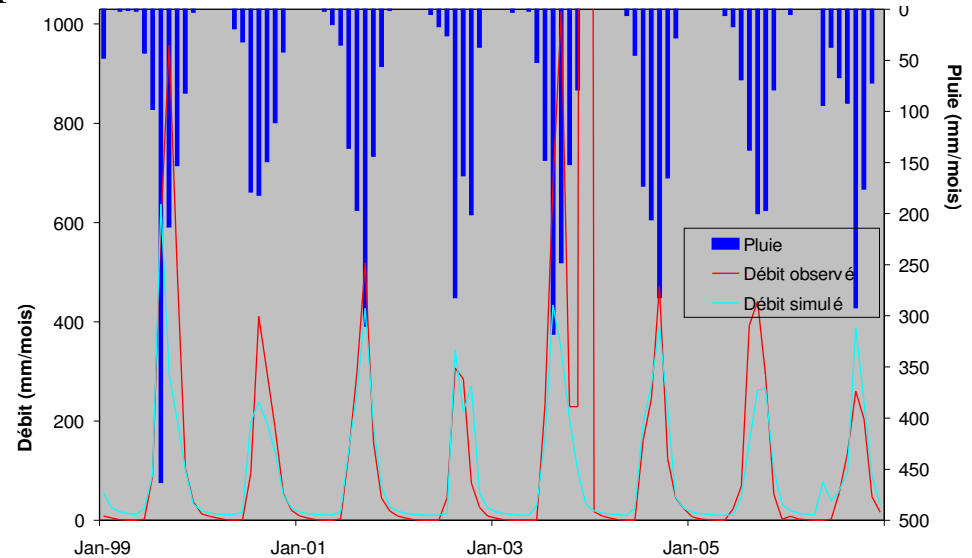
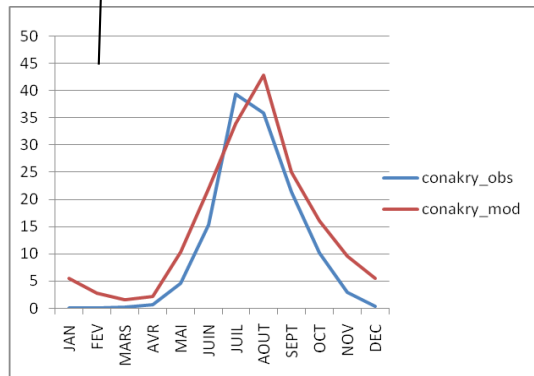
CMAP



Average Monthly Rate of Precipitation (mm/day)



Simulation du débit de la Faleme de pluies de LMDZ



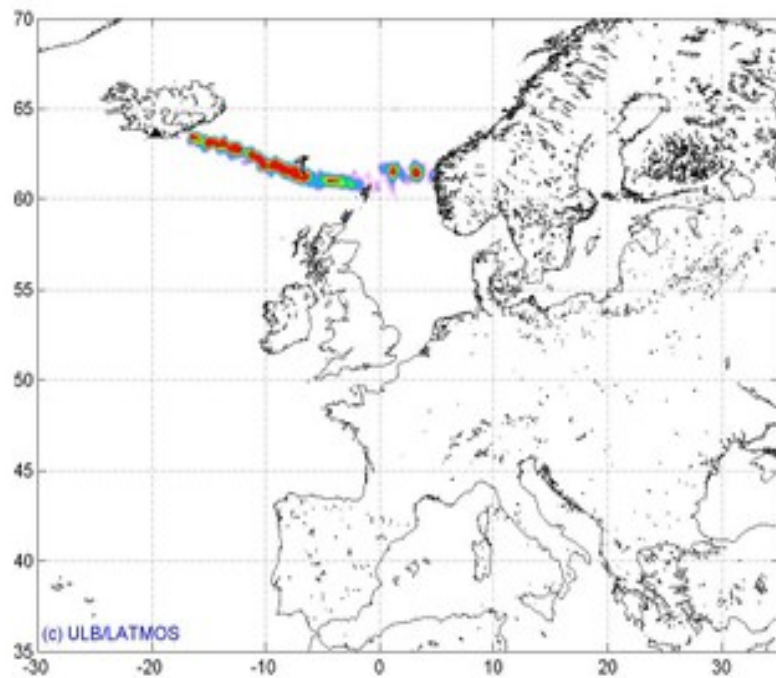
Débit à la station de Kidira

Collaboration avec
Sousou Sambu (UCAD)
et LPAOSF.

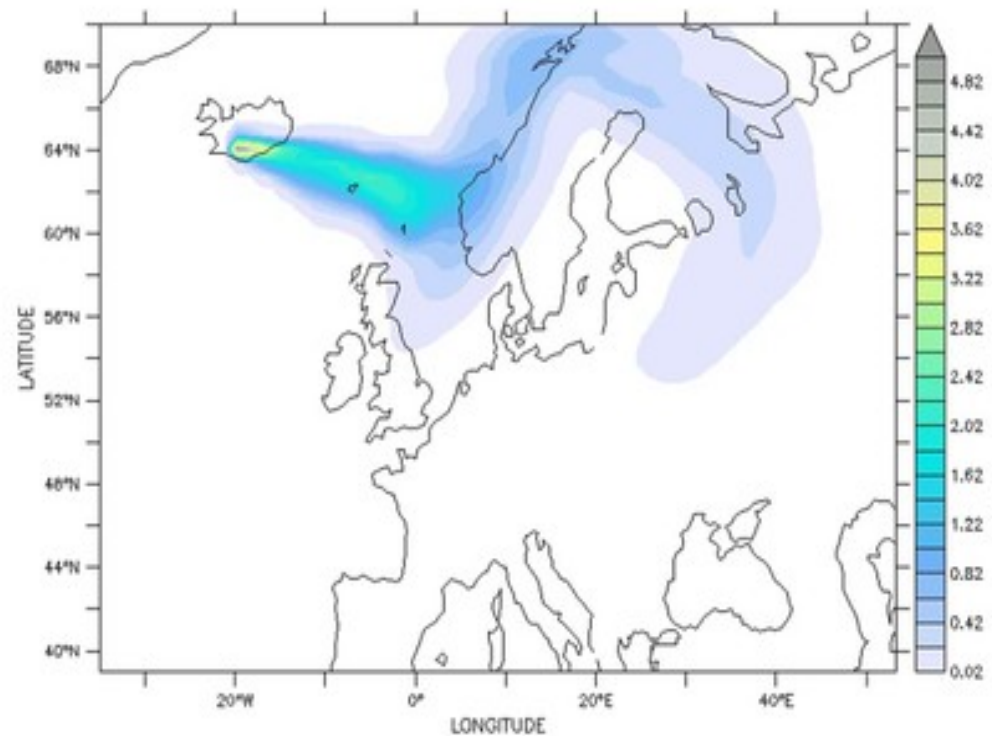
Thèse de Lamine Mbaye

Autres utilisations guidées/zoomées

- Evaluation au Sirta
- Nidification aller/retour
- Campagne Vocals
- Transport et chimie/transport
- Surveillance de l'environnement

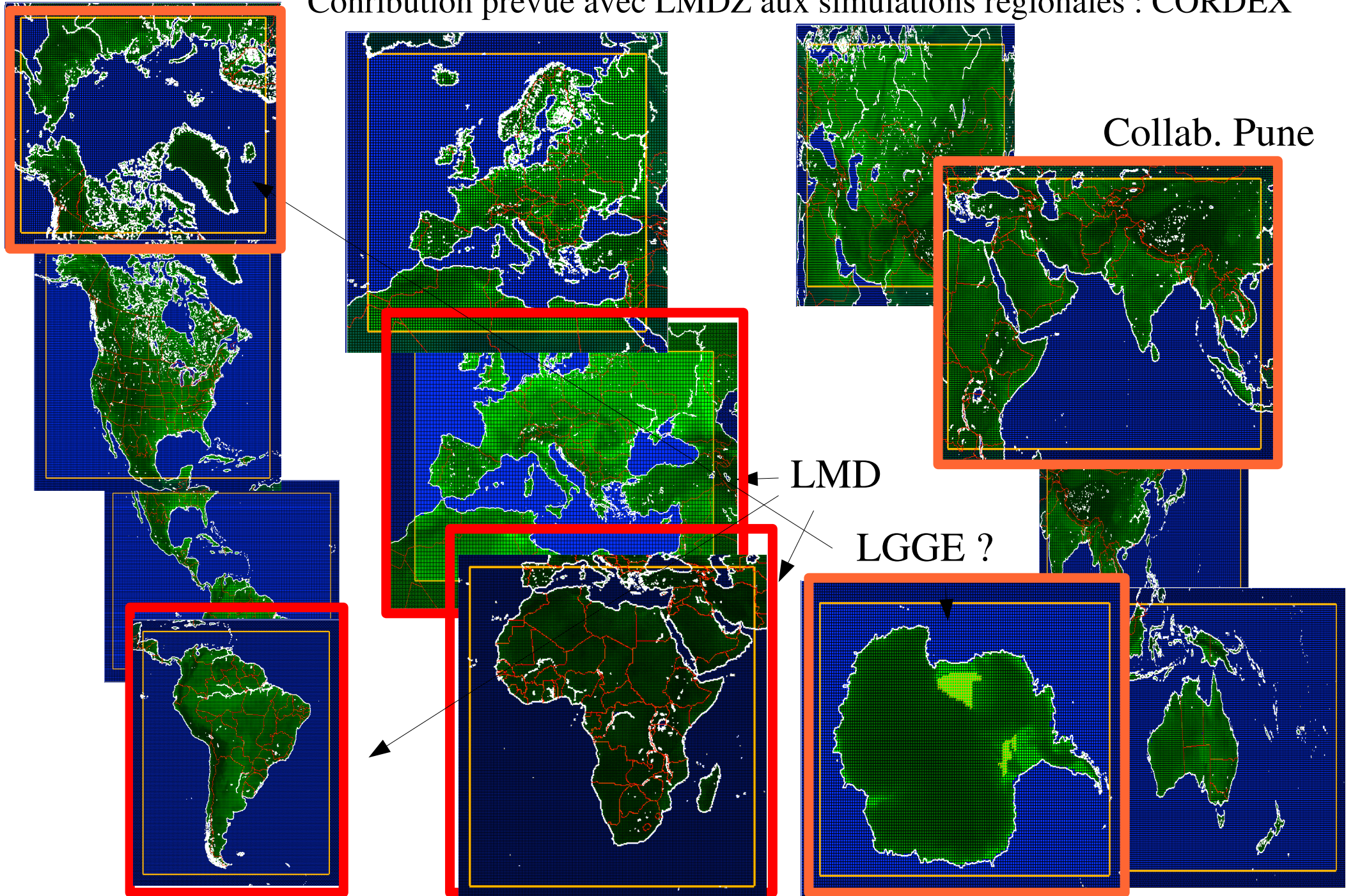


Eruption du volcan Eyjafjöll - IASI radiance Index - 15/04/2010 10h UTC



Modèle du nuage du volcan Eyjafjöll modélisé avec LMDZ - 15/04/2010 9h UTC

Contribution prévue avec LMDZ aux simulations régionales : CORDEX



III. Organisation du projet LMDZ : l'équipe de développement

Une réunion toute les semaines, le lundi de 12:00 à 13:?? : POInt Hebdomadaire LMDZ

Réunit les ingénieurs du cercle le plus interne des développeurs / testeurs

Laurent Fairhead : responsable de la Boite à Outil Lmdz

Ionela Musat : responsable de l'évaluation

Abderrahamne Idelkadi : responsable des simulations de référence et outils de post traitement.

Josefine Ghattas : responsable des aspects traceurs, interface avec l'ESM (+ versions zoomées/guidées).

Marie-Pierre Lefebvre : tests 1D, Dephy

Véronique Fabart : aspect communication, gestion de projet ...

Lionel Guez : aspect strato, liens avec l'ENS

Lidia Mellul : simulations Cordex Afrique de l'Ouest

Ehouarn Millour : versions planétaires.

Episodiquement :

Yann Meurdesoif : parallélisation

Sébastien Denvil et Marie-Alice Foujols : lien ESM

Chercheurs impliqués dans les réunions du Poihl

De manière régulière : **Jean-Yves Grandpeix, Catherine Rio et Frédéric Hourdin**

Un peu plus épisodique : **Francis Codron, Frédérique Cheruy, Jean-Louis Dufresne, Sandrine Bony**

Au delà du POIHL : François Lott, Gerhard Krinner, Thomas Dubos, ...

→ **Suivi des versions, simulations de référence et ajustement, contrôle qualité**

→ **Discussion des priorités de développement**

→ **Suivi et répartition du travail autour du modèle**

<http://lmdz.lmd.jussieu.fr/comptes-rendus/cr-reunions-hebdomadaires>

Composition du comité de pilotage

Nom	Domaine de responsabilité
Frédéric Hourdin	Développement
Laurent Fairhead	Outils
Jean-Louis Dufresne	Applications climatiques
François Forget	Applications en planétologie
Véronique Fabart	Coordination, communication

Composition du conseil scientifique

Nom	Laboratoire
Pascale Braconnot	LSCE
Claude Frankignoul	Locean
Gerhard Krinner	LGGE
Katia Laval	LMD
Franck Lefèvre	Latmos
Bernard Legras	LMD
Gilles Ramstein	LSCE
Pascal Rannou	GSMA
(à solliciter)	Météo-France

III. Organisation du projet LMDZ : l'équipe de développement

Interlocuteurs ESM

Conseil scientifique : membres extérieurs

Garantie des interfaces avec l'ESM avec désignation de responsables

Arnaud Caubel : Couplage avec l'ocean via Oasis

Anne Cozic : Couplage avec Inca

Sebastien Denvil : Lien avec la distribution documentee desresultats

Marie-Alice Foujols : Compatibilite avec la plateforme couplee

Martial Mancip : Couplage avec Orchidee

Marion Marchand : Couplage avec Reprobus

Réunion annuelle des utilisateurs sur 2 jours :

-> Echange sur les projets et évaluations. Retour des utilisateurs

-> Discussion des évolutions.

Responsables : Véronique Fabart et Ionela Musat

IV. A venir : Evolution du contenu physique

1. Nouveau bloc couche limite – convection – nuages (nouvelle physique)

ON DISPOSE D'UN NOUVEAU CADRE DE TRAVAIL.

- Convection /relief (Jean-Yves Grandpeix, Jingmei Yu, Alain Lahelec)
 - glace dans la convection (Arnaud Jam, Jean-Yves Grandpeix)
 - Modèle micro-physique pour échanges tropo/strato (Marine Bonazzola, Bernard Legras)
 - entrainement air troposphérique dans la convection (Jean-Yves Grandpeix, Abderrahmane Idelkadi)
 - couplage avec la couche limite (Nicolas Rochetin, Jean-Yves Grandpeix)
 - strato-cumulus (Arnaud Jam)
 - couches limites polaires (Dome-C, Jean-François Rysman, Alain Lahellec, Christophe Genthon, et. al)
 - Ondes de gravité non orographiques (Pauline Maury, François Lott)
 - Calcul des tensions de vents de surface océaniques en lien avec les bourrasques (Pascale Braconnot, et al.)
 - Couche de surface océanique (Jean-Philippe Duvel, Hugo Bellanger)
 - Couches limites convectives semi-arides sur Terre et sur Mars.
- Gros « + » sur les couvertures nuageuses basses et moyennes.
 - Transport / aérosols / radio-éléments (2 thèses en cours , besoin missions longues)
Recrutement Catherine Rio
Projets Dephy (national) et Euclipse. Plusieurs thèses en cours au LMD.

Réunions hebdomadaires le mardi

IV.. A venir : Evolution du contenu physique

1. Faire aboutir la version du couplé nouvelle physique + publications LMDZ5 et LMDZ5NP

2. Rayonnement RRTM (+ 6 bandes SW) :

Utilisable et testé en 1D sur les dernières versions (dev) de LMDZ.

En cours : passage au 3D. Besoins d'optimisation ?

3. Hydrologie et couplage à la surface

Groupe de travail en cours autour de l'évaluation des différentes versions de l'hydrologie. Passage au 11 couche +

4. Extension résolution verticale ? Vers 80-150 niveaux ?

5. Traceurs, aérosols, isotopes

Josefine Ghattas

Radio-élément, surveillance des essais nucléaires (Philippe Heinrich, Anthony Jamelot)

Lessivage (Collab LA Céline Marie, Romain Pilon, Jean-Yves Grandpeix).

Aérosols dans la nouvelle physique : soulèvement (Mouissa Gueye, Jean-Louis Dufresne), lessivage (Romain Pilon)

Volcans (Frédérique Cheruy)

Modèle thermodynamique de feux (Catherine Rio)

Isotopes en standard dans LMDZ (Camille Risi, Sandrine Bony, Josefine Ghattas)

IV. LMDZ : Nouvelles configurations, haute résolution, régional, nouveaux coeurs

1. Haute résolution :

- Mettre à disposition la nouvelle version du coeur parallèle pour les hautes résolutions.
- Besoin d'un travail spécifique sur les orages points de grille (et le réglage en général). Projet en cours.

2. Mise à disposition des configurations idéalisées

- 1D
- Aqua-planètes/ terra-planètes/ 2D/ Equations de Saint Venant

3. Configurations régionales

- Participation à l'exercice Cordex avec LMDZ-zoomé (Afrique, Inde, Med., Europe, Argentine, Poles ?)
- Mise à disposition des outils de nidification aller-retour ?
- Développement d'une **version aire limité WRF- physique LMDZ**
- Développement d'une **version aire limité LMDZ – dynamique de MAR**
- Automatisation des chaînes quasi temps réel

4. Entrées/Sorties

- Bascule sur des **entrées/sorties parallèles**.
- Discussion autour de l'interface de contrôle.
Besoin de discussion et travail. Après lancement AR5 nouvelle physique.

5. Nouveaux coeurs

- Groupe de travail en place (LMD-ENS, mathématiciens, LMD-Jussieu, +LSCE (Yann))
- Développement d'un noyau icosaédrique. Projet Franco-Indien. G8. Thèses.

Positionnement national et international. Forces et faiblesses.

Très utilisé à l'IPSL + Grenoble + Afrique + Inde + Planètes

Articulation avec l'ESM. Poids et intérêt des exercices CMIP

Régional :

Sur les outils, L'IPSL ne peut pas se permettre de dupliquer l'effort du pôle modélisation
Quelle organisation autour des configurations régionales de LMDZ ?

Demande de licence Cecill

En cours au CNRS ... depuis 2 ans

Demande de labélisation

Très bien reçue par le comité adhoc. Mais pas retenue. Pas assez « outil national »
Nous a permis de formaliser le mode d'organisation
→ Affichage comme outil IPSL ? Osu UPMC ?

Dynamique nationale :

Projet **Dephy**, pour le développement des physiques des modèles de climat (Marie-Pierre Lefèbvre) 50/50 LMD/CNRM
Discussion avec le CNRM autour des infra-structures de modélisation.
La montée en puissance de EC-Earth

Poids et apport des aspects planétaires

Equipe de développement sous dimensionnée, notamment côté chercheurs :

Fournir un cadre permettant d'impliquer plus largement les collaborateurs dans **le développement du modèle distribué**.
Possiblement en bonne voie (nouvelle dynamique, convection, échanges tropo-strato, ...).
Recrutement Camille Risi fortement souhaité. Décharger certaines personnes clefs d'autres casquettes.

Représentants utilisateurs

Physique du climat, changements climatiques et variabilité :

- Sensibilité climatique et modélisation des isotopes de l'eau : **Sandrine Bony**
- Changement climatique récent et futur : **Jean-Louis Dufresne**
- Inde et variabilité tropicale : **Jean-Philippe Duvel**
- Paléoclimat : **Masa Kagayema**

Etude des climats régionaux, cycle de l'eau

- Régions polaires : **Christophe Genthon -> Francis Codron**
- France/Europe : **Frédérique Cheruy**
- Chine/Amérique du sud, versions zoomées : **Laurent Li**
- Mousson africaine : **Serge Janicot**

Végétation, usage des sols, cycle du carbone

- Usage des sols : **Nathalie de Noblet**
- Cycle du carbone : **Patricia Cadule**

Dynamique, stratosphère

- Dynamique des moyennes latitudes : **Francis Codron**
- Dynamique stratosphérique et effet du relief : **François Lott**

Composition atmosphérique

- Chimie troposphérique : **Sophie Szopa**
- Chimie stratosphérique et transport grande échelle : **Slimane Bekki**
- Aérosols : **Yves Balkanski**

Surveillance de l'environnement

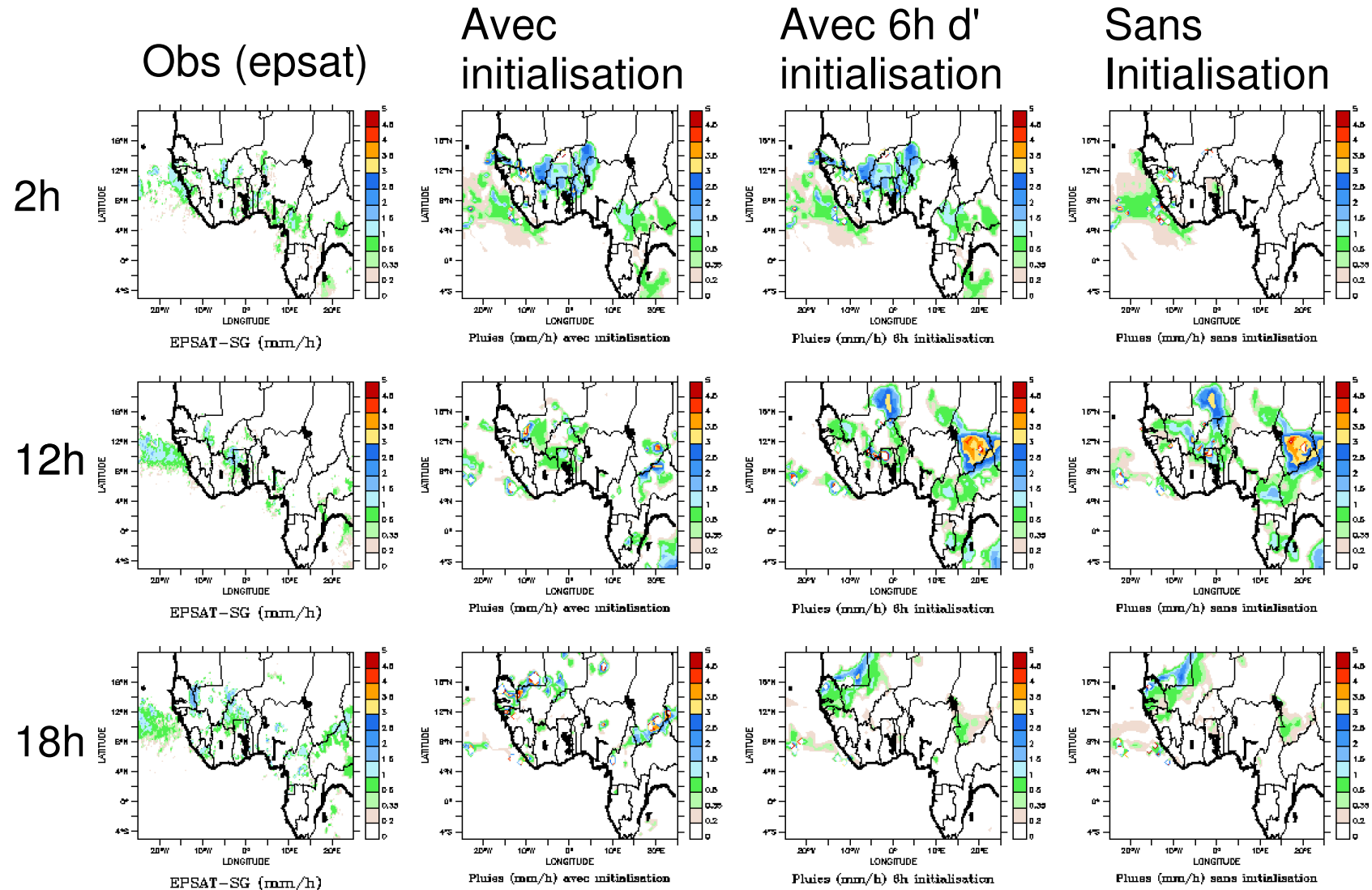
- Surveillance et analyse de la radioactivité atmosphérique : **Philippe Heinrich**
- Transport et inversion des sources de CO₂ : **Philippe Bousquet**

Planètes

- Mars et autres planètes hors Venus, Titan : **François Forget**
- Venus : **Sébastien Lebonnois**
- Titan : **Pascal Rannou**

Plus loin dans le guidage

- + utilisation d'un seuil sur l'OLR (230 K en TB) pour déclencher la convection
- Rendu possible par les nouvelles paramétrisations
- On espère obtenir ensuite un auto-entretien par les poches froides



A suivre ...

II. Organisation du projet LMDZ : Gestion des sources

trois niveaux de robustesse

Prod : version de production pour des simulations longues et pérennes (CMIP et autres)

On ne corrige que des bugs ou des choses indispensables à la réalisation des simulations
une pour IPSLCM5A
Une prochaine pour IPSLCM5B

Testing : toutes les 2 semaines à 2 mois.

Versions conseillées pour des utilisateurs « expérimentés » ou peu soucieux de continuité
Un minimum de tests réalisés.

Unstable : pour les développeurs, change plusieurs fois par semaine, bugs fréquents

La testing correspond à des points sur la branche principale (trunk) de développement

La unstable correspond à la version courante de cette même trunk

La version Prod à des branches.

II. Organisation du projet LMDZ : Réglage des simulations et suivi des simulations de référence

1. Utilisation des outils IPSL

2. Scripts automatiques adhoc pour le réglage de la composante atmosphérique.

Pages web disponibles.

De plus en plus :

Réglage simultané en 1D (Eurocs, Bomex, EurocsFG, toga long, Rico) et 3D.

II. Organisation du projet LMDZ : Distribution des sources

1. Via modipsl

2. via un outil de configuration autonome (utilisant quand même l'arborescence modipls, iopsl).

Install.sh : récupère LMDZ sur votre PC, le compile et le lance.

3. distribution du 1D propre à LMDZ ou de Arpege1D.