

Grandes bases de données sur le système climatique

20 février 2012

Hervé Le Treut, Marie-Alice Foujols, Sébastien Denvil

foujols@ipsl.jussieu.fr

Plan

- Le contexte international, Européen et Français
- Présentation du pôle de modélisation de l'IPSL
- Modèle couplé IPSL-CM5
- Réalisation des simulations CMIP5 à l'IPSL

Organisations mondiales

- L'Organisation Météorologique Mondiale
 - Programmes :
 - World Climate Research Programme (WCRP), ...
 - Groupes de travail :
 - Working Group on Coupled Modelling (WGCM)
 - Working Group on Numerical Experimentation (WGNE),
...
 - Coupled Model Intercomparison Project : CMIP

Pas d'argent mais une structure de coopération internationale

Organisations mondiales

- L'OMM et le Programme pour l'Environnement des Nations Unies :

En 1988 : Création du GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

- Publication de rapports d'évaluation des connaissances tous les 5-6 ans :
 - 1990, 1995, 2001, 2007, ... **2013**

- Conférences internationales :
 - Doha ces jours-ci,
 - Suite du protocole de Kyoto au delà de 2012

Niveau Européen

- ENES
 - European Network for Earth System modeling
 - isENES1 (2007-2013) , isENES2(2013-2017)
 - Rapport de prospective
 - Voir exposé S Joussaume SuperComputing 2012
- Nombreux projets scientifiques FP7
- Prace : soutien mutuel, participation au Scientific Use Cases



ENES
<http://enes.org>



A network of European groups in climate/Earth system modeling
Launched in 2001 (MOU)

Ca 50 groups from academic, public and industrial world

Main focus :
discuss strategy
to accelerate progress in
climate/Earth system
modelling and understanding

Several EU projects

Collaboration with PRACE

IS-ENES
Infrastructure for ENES

European projects
2007-2013; 2013-2017

Infrastructure
Models & their environment
Model data (ESGF)
Interface with HPC
ecosystem

Users :
The ENES community
Regional climate models
Impact studies

Niveau Français

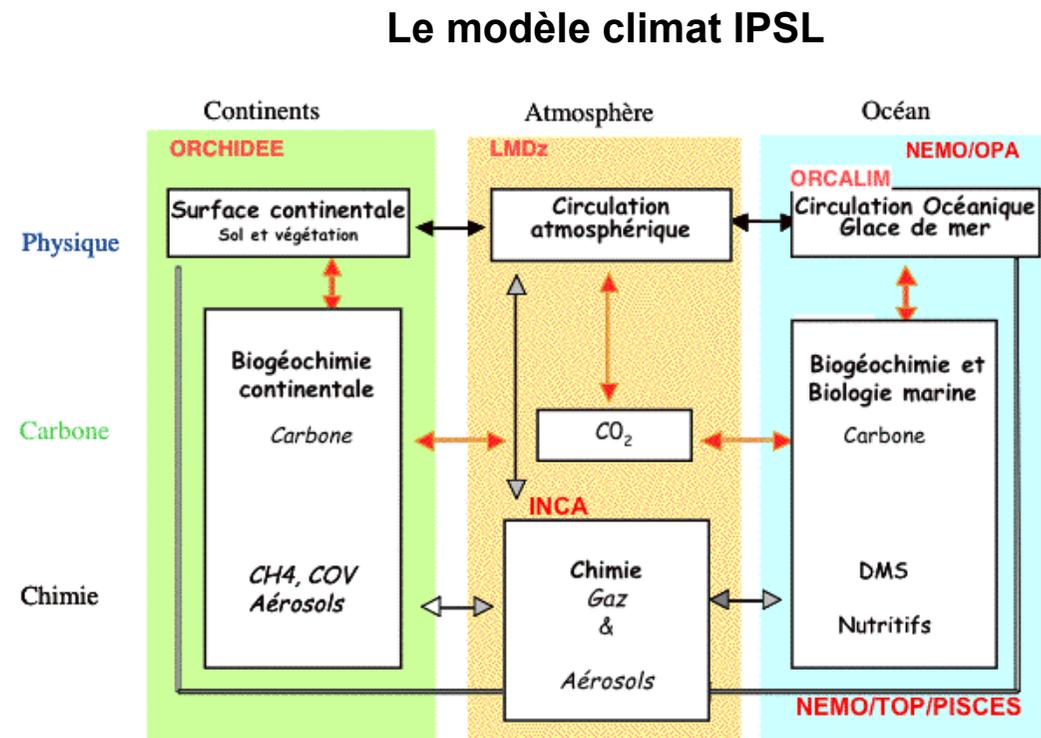
- Institut National des Sciences de l'Univers (INSU) : coordination inter-organismes
 - CNRS, CEA, Météo France , Universités, ...
- MissTerre :
 - coordination IPSL, CERFACS, M France
- Conférence de presse février 2012 :
Voir :<https://www.ipsl.fr/Actualites/Actualites-scientifiques/Changement-climatique-les-nouvelles-simulations-francaises-pour-le-prochain-rapport-du-GIEC>
- Nombreux projets ANR

Plan

- Le contexte international, Européen et Français
- Présentation du pôle de modélisation de l'IPSL
- Modèle couplé IPSL-CM5
- Réalisation des simulations CMIP5 à l'IPSL

Le pôle de modélisation du climat

- **80 personnes**, coordinateur **Jean-Louis Dufresne**, dir adj IPSL
- Missions :
 - **Fédérer les études** multidisciplinaires (scientifiques ou techniques) faisant intervenir les composantes du modèle de l'IPSL
 - Identifier et coordonner les **simulations de référence**
 - Fédérer et rationaliser les moyens, les **développements techniques**
 - **Animation scientifique**
- Modèle climat :
 - Atmosphère
 - Océan et glace de mer
 - Surfaces continentales
 - Cycle du carbone
 - Chimie
- **IPSLCM5**
- Earth System Model



Organisation

Resp: J-L Dufresne; Bureau: L. Bopp, MA Foujols, J. Mignot

Comité de pilotage

Modeling platform (IPSL-ESM) Arnaud Caubel (LSCE) - Marie-Alice Foujols (IPSL)
Atmospheric and surface physics and dynamics (LMDZ) Frédéric Hourdin (LMD) - Laurent Fairhead (LMD)
Ocean and sea ice physics and dynamics (NEMO, LIM) C. Ethé (IPSL) - Claire Lévy - Gervan Madec (LOCEAN)
Atmosphere and ocean interactions (IPSL-CM, different resolutions) Sébastien Masson (LOCEAN) - Olivier Marti (LSCE)
Atmospheric chemistry and aerosols (INCA, INCA_aer, Reprobus) Anne Cozic (LSCE) - M. Marchand (LATMOS)
Biogeochemical cycles (PISCES) Laurent Bopp (LSCE) - Patricia Cadule (IPSL)
Continental processes (ORCHIDEE) Philippe Peylin (LSCE) - Josefine Ghattas (IPSL)
Data Archive and Access Requirements Sébastien Denvil (IPSL) - Karim Ramage (IPSL)

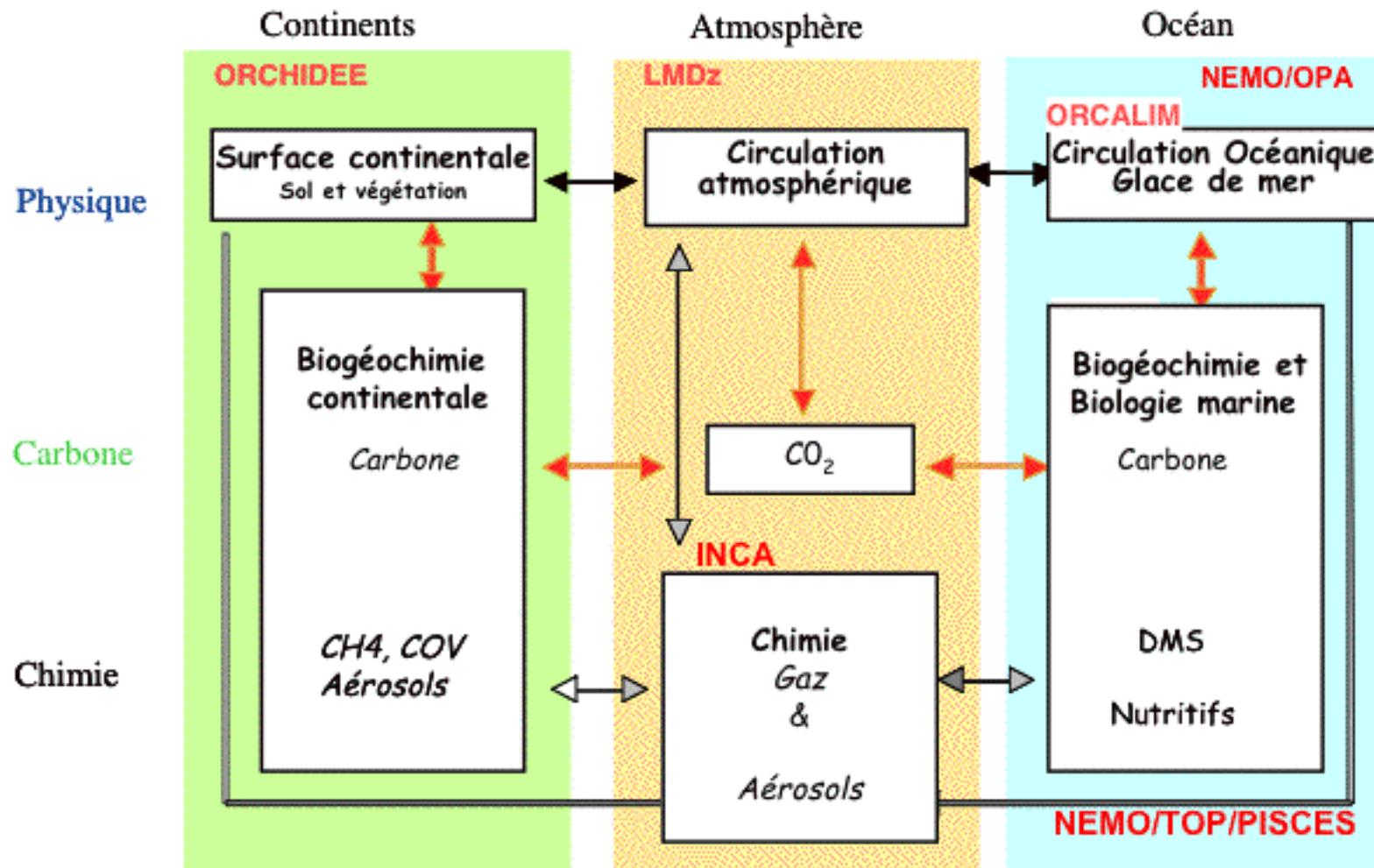
Current and future climate changes Jean-Louis Dufresne (LMD) - Olivier Boucher (LMD)
Paleoclimate and last millennium Pascale Braconnot - Masa Kageyama (LSCE)
“Near-term” prediction (seasonal to decadal) Eric Guilyardi (LOCEAN) - Juliette Mignot (LOCEAN)
Regional climates Robert Vautard (LSCE), Laurent Li (LMD)

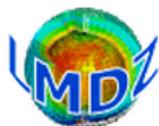
Evaluation of the models, present-day and future climate change analysis Sandrine Bony (LMD) - Patricia Cadule (IPSL) - Marion Marchand (LATMOS) - Juliette Mignot (LOCEAN)

Plan

- Le contexte international, Européen et Français
- Présentation du pôle de modélisation de l'IPSL
- Modèle couplé IPSL-CM5
- Réalisation des simulations CMIP5 à l'IPSL

Le modèle climat de l'IPSL : IPSLCM5





[Se connecter](#)

Recherche

Seulement dans le dossier courant

[Accueil](#)

[Actualités](#)

[Le projet LMDZ](#)

[Développeurs](#)

[Utilisateurs](#)

[Communication](#)

[Membres](#)

Le projet LMDZ

[Présentation](#)

[Résultats](#)

[Applications](#)

[Produits](#)

[Organisation](#)

[Réunion utilisateurs](#)

[Formation](#)

[Qui utilise LMDZ ?](#)

Utilisateurs

[Guides](#)

[Manuel de référence](#)

[Distribution du modèle](#)

[Outils](#)

[SOS-LMDZ](#)

[FAQ](#)

Développeurs

[Notes techniques](#)

[CR de réunions](#)

[Groupes de travail](#)

[Outils](#)

Vous êtes ici : [Accueil](#)

LMDZ : le Modèle de Circulation Générale du LMD

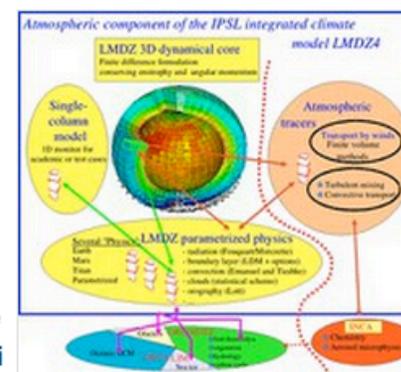
LMDZ est un modèle de circulation générale atmosphérique développé depuis les années 70 au Laboratoire de Météorologie Dynamique, avec des variations donnant des versions terrestres et planétaires (Mars, Titan, Vénus, exoplanètes). (LMD est le sigle du laboratoire, le "Z" de LMDZ est pour "zoom".)

Dans sa version terrestre, LMDZ est la composante atmosphérique du "Modèle intégré de climat" de l'IPSL, dont le développement est coordonné par le "pôle modélisation" et qui est impliqué dans l'énorme effort de recherche international sur l'évolution future du climat.

Du côté des planètes, les versions de LMDZ ont été développées en grande partie en lien avec l'exploration spatiale du système solaire, et plus récemment avec la recherche de planètes extra-solaires.

LMDZ est avant tout un outil de recherche. Un souci récurrent dans le développement de LMDZ est le fait de privilégier la légèreté et la souplesse.

Un travail constant est effectué sur l'évaluation des performances climatiques du modèle. LMDZ permet aussi la simulation d'observations par satellites (RTTOV, ISCCP, CALIPSO ...) et il peut être utilisé en mode semi-opérationnel : versions zoomées guidées temps réel ou non, transport de polluant et rétro-transport, etc.



Accès rapide

[SOS-LMDZ](#)

[Téléchargements](#)

[Distribution du modèle](#)

[Publication de référence](#)

[Enquête sur les utilisateurs de LMDZ : résultats](#)

[Formation LMDZ : 26, 27, 28 novembre 2012](#)

1. Introduction

Les couches de LMDZ :

Les apparences :

→ Météorologie, climat, composition atmosphérique

Les théories :

- Mécanique des fluides
- Interactions rayonnement/matière
- Changements de phase
- Chimie

Mathématiques

- Navier-Stokes (Equations primitives)
- Lois thermodynamiques
- Transfert radiatif

Numérique

- Discrétisation en points de grille
- Différences finies et volumes finis
- Importance de la garantie d'un certain nombre de lois de conservation.

Informatique

- Fortran / Linux
- Calcul haute performance
- Modularité
- Souplesse / Multi-configuration

What is NEMO?

NEMO (Nucleus for European Modelling of the Ocean) is a state-of-the-art modeling framework for oceanographic research, operational oceanography seasonal forecast and climate studies.

NEMO includes:

- › 5 major components
 - › the blue ocean (ocean dynamics, NEMO-OPA)
 - › the white ocean (sea-ice, NEMO-LIM)
 - › the green ocean (biogeochemistry, NEMO-TOP) ;
 - › the adaptative mesh refinement software (AGRIF) ;
 - › the assimilation component NEMO_TAM
- › some reference configurations allowing to set-up and validate the applications ;
- › a set of scripts and tools (including pre- and post-processing) to use the system.

NEMO is used by a large community: 240 projects in 27 countries (14 in Europe, 13 elsewhere), 350 registered users (numbers for year 2008). See "[NEMO Projects](#)"

NEMO is available under the CeCILL license (public license).

To gain access to the system, you need to register ([click here](#) or on "Register" in top right panel).

The evolution and reliability of NEMO are organised and controlled by a European Consortium created in 2008 between

- › [CNRS \(France\)](#),
- › [Mercator-Ocean \(France\)](#),
- › [NERC \(UK\)](#)
- › [UKMO \(UK\)](#). , and since 2011
- › [CMCC \(Italy\)](#)
- › [INGV\(Italy\)](#)

"Purpose of the Consortium

The purpose of this Agreement is to set up appropriate arrangements for the successful and sustainable development of the NEMO System as a well-organised, state-of-the-art ocean model code system suitable for both research and operational work."

Text of the Consortium Agreement is here:

News

- [2012 NEMO Users meeting](#)
2012 NEMO Users meeting 22-23 May 2012
- [NEMO release nemo_v_3_4](#)
Annoucement of nemo_v3_4 13 February 2012
- [NEMO Consortium](#)
INGV and CMCC new members
- [2011 NEMO Users meeting](#)
2011 NEMO Users meeting 29-30 June 2011

<< **November** >>

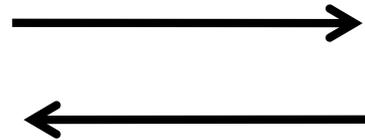
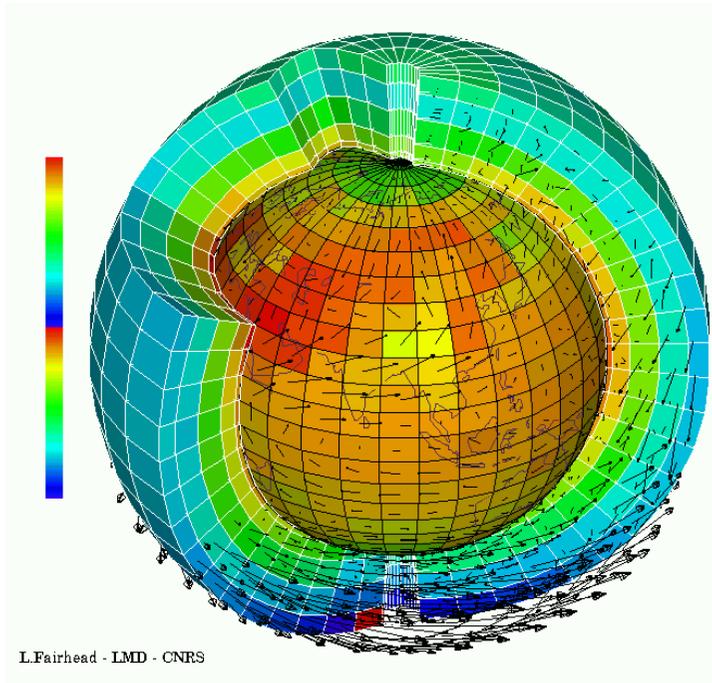
Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

Gallery

North pole meshmask

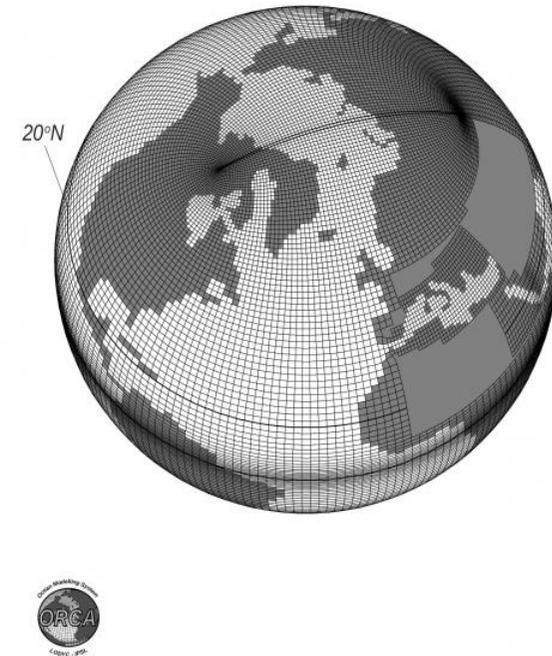
Les grilles horizontales

Atmosphère et surf. continentale
(LMDZ - ORCHIDEE)



coupleur
(OASIS)

ORCA mesh



Résolutions:

Atm: $3.75^\circ \times 2.5^\circ$ (~350 km)

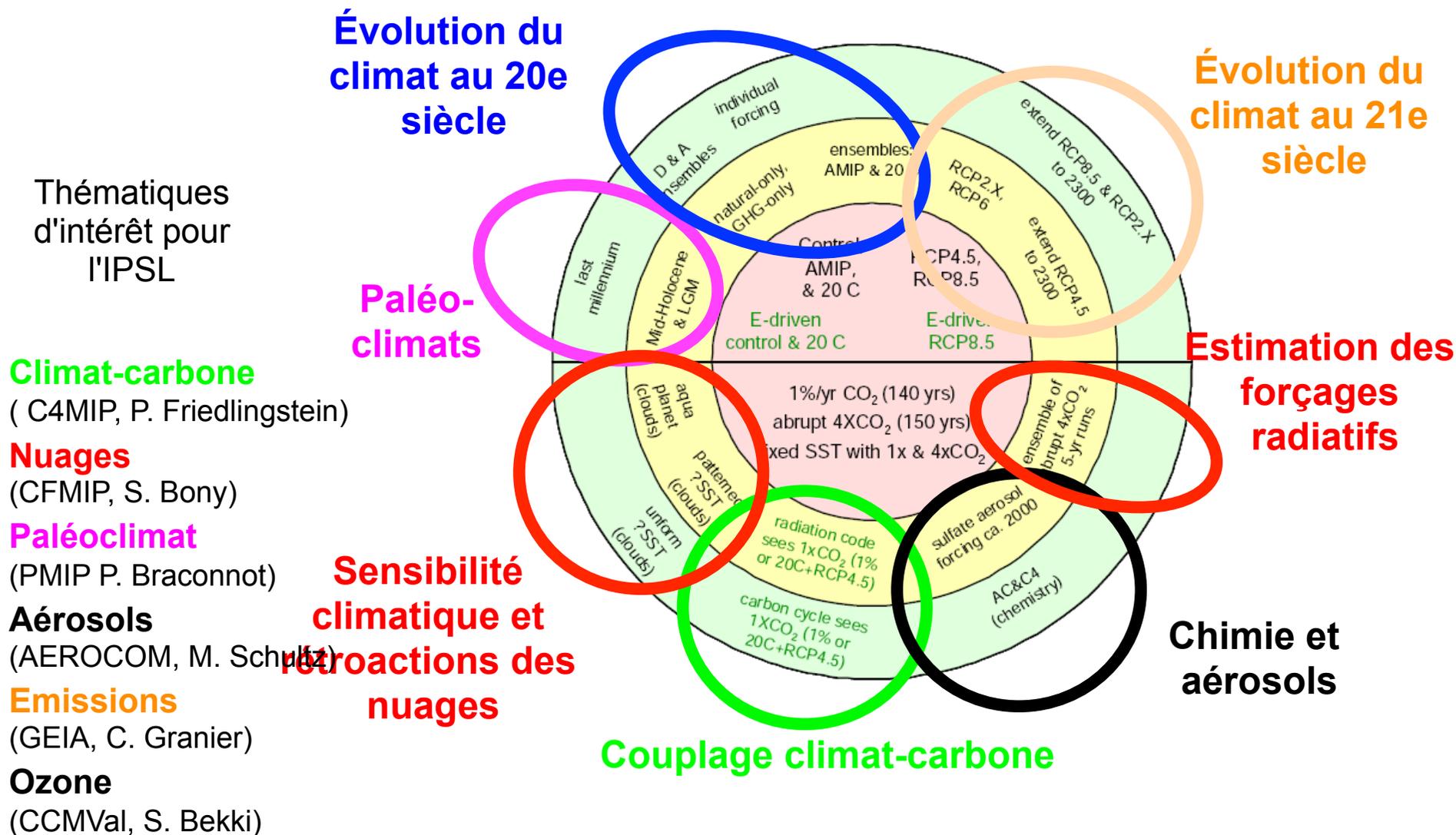
Oce: $2^\circ \times 2^\circ$ reserré à l'équateur

Océan et glace de mer
(ORCA-LIM)

Plan

- Le contexte international, Européen et Français
- Présentation du pôle de modélisation de l'IPSL
- Modèle couplé IPSL-CM5
- Réalisation des simulations CMIP5 à l'IPSL

Simulations centennales proposées par CMIP5 pour la préparation du 5^e rapport du GIEC



Modèles de l'IPSL pour CMIP5

LMDZ-ORCHIDEE-ORCA-LIM-PISCES-INCA-REPROBUS-OASIS

IPSL-CM5A

Modèle intégré du système
Terre (ESM)

IPSL-CM5B

Idem IPSL-CM5A, avec modèle
atmosphérique LMDZ5B

IPSL-CM5A-LR

Basse résolution
atm: 3.75°x2°L39
oce: 2° L31

IPSL-CM5A-MR

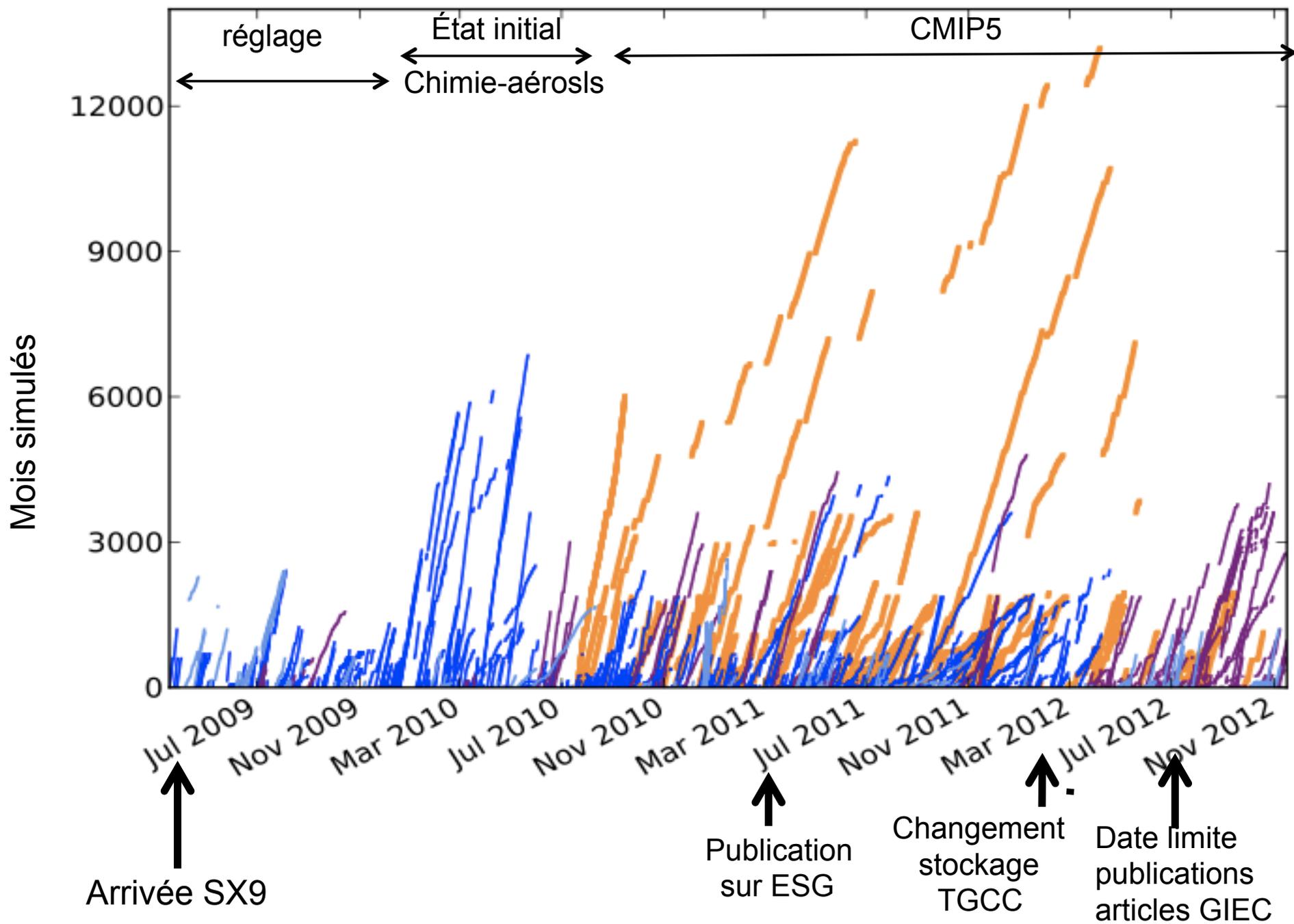
Moyenne résolution
atm: 2.5°x1.25°L39
oce: 2° L31

IPSL-CM5B-LR

Basse résolution
atm: 3.75°x2°L39
oce: 2° L31

Simulations réalisées avec IPSL-CM5

Simulations	CM5A-LR		CM5A-MR		CM5B-LR	
	# Yr	#Expe	# Yr	#Expe	# Yr	#Expe
piControl+historical+AMIP	2900	16	1260	8	490	4
Paleo	3000	3	-	-	500	1
Future climate projections	2200	16	800	4	200	2
Carbon emission	800	8	140	1	-	-
Diagnostic & understanding	1750	22	280	2	510	9
Detection and attribution	4800	30	960	6	-	-
Others	4400	35	-	-	-	-
Total	19850	130	3440	21	1700	16



Evolution :

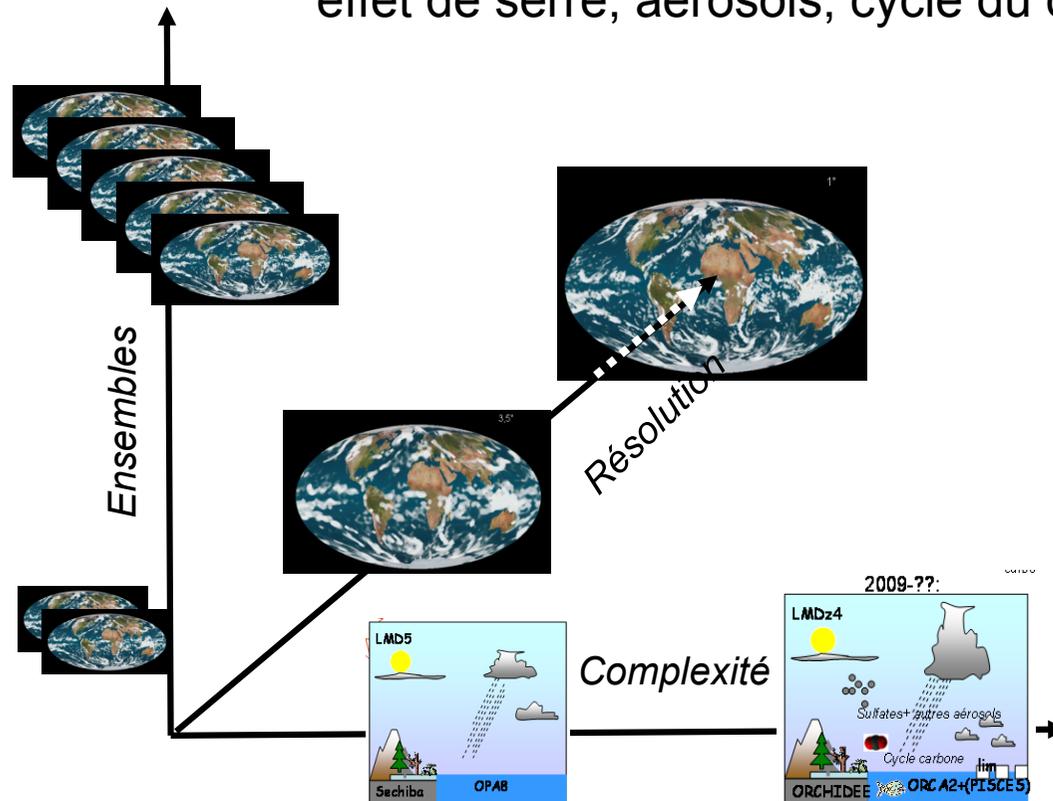
- Physique : **nouvelle physique** LMDZ
- Plus de **résolutions**, Pulsation et S Masson
- Des **ensembles**, S Denvil tests actuels
- Des simulations **plus longues**, P Braconnot
- Des **modèles plus complexes** à bon escient: ajout de la chimie A Cozic
- **Plus grand nombre de processeurs** : cœur dynamique de LMDZ sur grille icosaédrique, Y Meurdesoif
- **Optimisations des IO**, XIOS, Y Meurdesoif
- Optimisation de l'ensemble de la chaîne: modipsl /libIGCM, ...

➔ Contraintes ressources calcul, données, réseau

Quelques Enjeux pour les simulations climatiques

Des questions de plus en plus précises impliquant :

- de nombreuses échelles de temps et d'espace (global au local, quelques années à quelques décennies)
- Evolution des caractéristiques de la météorologies et de la variabilité climatique (heure à décennale)
- Couplages entre le climat et les cycles biogéochimiques (gaz à effet de serre, aérosols, cycle du carbone, utilisation des terres,...)



GIEC (simulations coordonnées) :

Ensembles de projections climatiques suivant différents scénarios socioéconomiques

- À 3° de résolution : **380 cœurs** pendant 2 ans (exercice actuel)
- À 2° de résolution : **840 cœurs** pendant 2 ans (exercice en cours)
- À 1/3° de résolution : **50000 cœurs** pendant 2 ans (à venir?)

Merci pour votre attention!