

# **Groupement de Recherche DEPHY**

**Développement et Evaluation des PHYsiques  
des modèles atmosphériques**

# Le groupement de recherche

Le Groupement de recherche est un regroupement d'unités relevant ou non du seul CNRS, autour d'un objectif scientifique avec une mise en commun totale ou partielle de leurs moyens.

Durée: 5 ans

Evaluation par la section 19

Lettre de soutien des organismes financeurs

## **Calendrier:**

Dépôt dossier: fin février

Evaluation: session de printemps

Collecte des signatures: avant l'été

Début du GDR (si accepté): Janvier 2019

# DEPHY

## 3 **objectifs** principaux

- Amélioration constante des modèles méso-échelle, de prévision et de climat
- Rapprochement des communautés de l'observation, des modèles haute résolution, de la prévision du temps et du climat
- Mutualisation des codes, des outils, des méthodologies au sein de la communauté française de développement des modèles

Par rapport aux exercices précédents:

- Davantage d'ateliers de travail
- Davantage de mutualisation
- Amélioration des modèles méso-échelle et des LES utilisés jusque là comme référence pour le développement de la physique des modèles grande-échelle (développer de nouvelles synergies autour de la microphysique, le rayonnement, la surface)

# Structure du GDR

Thème 1: **Turbulence et couplages à la surface**

Thème 2: **Transport**

Thème 3: **Interactions nuages/rayonnement**

Axe transverse: **Réduction des erreurs systématiques des modèles**

Pour chaque thème/axe, on identifie:

- Deux enjeux
- Une méthodologie privilégiée
- Des opportunités de mutualisation
- Des réunions spécifiques

# Thème 1: Turbulence et couplages à la surface

## Enjeu 1: Revisiter la théorie

### **Formulation des flux de surface:**

Formulations bulk, différenciation entre flux turbulent et flux d'énergie (liens avec la définition de l'enthalpie), validité des formulations dans les simulations LES

### **Paramétrisation de la TKE:**

Révision des codes de turbulence en général, pour toutes conditions de stabilité, paramétrisation du nombre de Lewis, interactions TKE/convection

# Thème 1: Turbulence et couplages à la surface

## Enjeu 1: Revisiter la théorie

### **Formulation des flux de surface:**

Formulations bulk, différenciation entre flux turbulent et flux d'énergie (liens avec la définition de l'enthalpie), validité des formulations dans les simulations LES

### **Paramétrisation de la TKE:**

Révision des codes de turbulence en général, pour toutes conditions de stabilité, paramétrisation du nombre de Lewis, interactions TKE/convection

## Enjeu 2: Prise en compte de l'effet des hétérogénéités sous-maille sur les flux et la turbulence de couche limite

### **Hétérogénéités sur surfaces continentales :**

Effets de la végétation haute, hétérogénéités de température ou d'humidité, sens d'une rugosité moyenne, représentativité des données sol sur une maille de GCM

### **Effets sous-maille:**

Bourrasques, vagues, warm layers (liens ANR COCOA), soulèvement de poussières, brises

# Thème 1: Turbulence et couplages à la surface

## Méthodologie: **Evaluation des modèles avec les données sur sites**

1. Mise en place de comparaisons systématiques entre modèles et données sur sites sur des périodes de temps longues (SIRTA, Meteopole-flux, Lannemezan, ARM, bouées)
2. Extraire des observations des relations pertinentes pour les paramétrisations
3. Implication des modèles dans les campagnes de mesures  
Campagne de mesures sur la représentativité des mesures sur sites à l'échelle d'une maille de modèle (ACTRIS), Projet APPLICATE (Year of polar prediction) pour l'étude du rôle de l'humidité des sols sur surface enneigée, campagne EUREC4A sur les cumulus d'alizés.

# Thème 1: Turbulence et couplages à la surface

## Méthodologie: **Evaluation des modèles avec les données sur sites**

1. Mise en place de comparaisons systématiques entre modèles et données sur sites sur des périodes de temps longues (SIRTA, Meteopole-flux, Lannemezan, ARM, bouées)
2. Extraire des observations des relations pertinentes pour les paramétrisations
3. Implication des modèles dans les campagnes de mesures  
Campagne de mesures sur la représentativité des mesures sur sites à l'échelle d'une maille de modèle (ACTRIS), Projet APPLICATE (Year of polar prediction) pour l'étude du rôle de l'humidité des sols sur surface enneigée, campagne EUREC4A sur les cumulus d'alizés.

## **Mutualisation:**

- Outil de comparaisons systématiques modèles/données sur sites
- Uniformisation des fichiers à comparer
- Partage des observations et des simulations

## **Réunions:**

- Mise en place de comparaisons systématiques entre modèles et données sur sites
- Analyse des comparaisons entre modèles et données sur sites sur une question particulière (vague de chaleur, biais de surface, couche limite stable,...)

## Thème 2: Transport

### Enjeu 1: **Représentation des interactions entre convection peu profonde et profonde**

#### **Convection peu profonde:**

Evaluation des schémas en flux de masse sur tous les cas d'étude disponibles (couche limite sèche, cumulus, stratocumulus, transitions), échanges sur les formulations d'entraînement, de déentraînement, la fermeture, ...

#### **Co-existence de convection peu profonde et profonde:**

Approche séparée versus unifiée: comment gérer les interactions entre 2 schémas?

Comment rendre les hypothèses d'un schéma unifié valable dans les 2 modes de convection?

Approches stochastiques

Question de la conservation de l'eau et de l'énergie

## Thème 2: Transport

### Enjeu 1: **Représentation des interactions entre convection peu profonde et profonde**

#### **Convection peu profonde:**

Evaluation des schémas en flux de masse sur tous les cas d'étude disponibles (couche limite sèche, cumulus, stratocumulus, transitions), échanges sur les formulations d'entraînement, de déentraînement, la fermeture, ...

#### **Co-existence de convection peu profonde et profonde:**

Approche séparée versus unifiée: comment gérer les interactions entre 2 schémas?

Comment rendre les hypothèses d'un schéma unifié valable dans les 2 modes de convection?

Approches stochastiques

Question de la conservation de l'eau et de l'énergie

### Enjeu 2: **Vers la représentation de l'organisation méso-échelle des systèmes convectifs**

#### **Paramétrisation des poches froides :**

Implémentation de la paramétrisation des poches froides dans ARPEGE, équation d'évolution de la densité de poches, propagation d'une maille à l'autre

#### **Paramétrisation des enclumes:**

Articulation schéma de convection profonde/condensation grande-échelle, auto-adaptabilité à la résolution

## Thème 2: Transport

Méthodologie: **Comparaisons modèles 1D/simulations haute résolution**

1. Mise en place de cas d'étude idéalisés ou réalistes

Format commun, cas couplés, nouveaux cas

2. Analyses conditionnelles et approches objet dans les LES/CRM

Détection des différents types nuageux, des poches froides, ...

3. Outils de comparaisons systématiques 1D/LES

## Thème 2: Transport

Méthodologie: **Comparaisons modèles 1D/simulations haute résolution**

1. Mise en place de cas d'étude idéalisés ou réalistes

Format commun, cas couplés, nouveaux cas

2. Analyses conditionnelles et approches objet dans les LES/CRM

Détection des différents types nuageux, des poches froides, ...

3. Outils de comparaisons systématiques 1D/LES

### **Mutualisation:**

- Outils permettant la réalisation de simulations 1D sur tous les cas d'étude disponibles,
- Outils de comparaisons systématiques à des sorties de simulations haute résolution réalisées avec le modèle MESONH.
- Echanges d'hypothèses et de paramétrisations

### **Réunions:**

- Une réunion sur la caractérisation des structures dans les simulations LES/CRM, à l'aide de traceurs (dont isotopes) ou d'approches objet.
- Discussion autour des schémas de convection peu profonde
- Discussion autour de comparaisons 1D/LES sur un cas idéalisée en équilibre radiatif/convectif.

## **Thème 3: Interactions nuages/rayonnement**

**Enjeu 1: Réduire les compensations d'erreurs dans la simulation de l'effet radiatif des nuages**

**Calcul de la fraction nuageuse:**

Distributions utilisées pour les schémas de nuages

**Géométrie des nuages:**

Hétérogénéités horizontales et verticales à différentes échelles

**Microphysique des nuages:**

Quelle complexité?, phases mixtes, sursaturation, aérosols

## **Thème 3: Interactions nuages/rayonnement**

### **Enjeu 1: Réduire les compensations d'erreurs dans la simulation de l'effet radiatif des nuages**

#### **Calcul de la fraction nuageuse:**

Distributions utilisées pour les schémas de nuages

#### **Géométrie des nuages:**

Hétérogénéités horizontales et verticales à différentes échelles

#### **Microphysique des nuages:**

Quelle complexité?, phases mixtes, sursaturation, aérosols

### **Enjeu 2: Etude de l'effet du rayonnement sur le cycle de vie des nuages**

#### **Cycle de vie du brouillard**

#### **Cycle de vie des enclumes:**

Articulation schéma de convection profonde/condensation grande-échelle, auto-adaptabilité à la résolution

#### **Organisation des structures nuageuses:**

Influence des effets radiatifs 3D sur l'organisation des nuages

## Thème 3: Interactions nuages/rayonnement

### Méthodologie: **Approches théoriques**

#### 1. Evaluation des codes radiatifs

Cadres d'évaluation OD, application d'un code Monte Carlo sur les sorties des champs LES

2. Développement de modèles conceptuels à partir d'observations et de simulations haute résolution (modèle conceptuel pour le cycle de vie des enclumes, de l'organisation des nuages)

# Thème 3: Interactions nuages/rayonnement

## Méthodologie: **Approches théoriques**

### 1. Evaluation des codes radiatifs

Cadres d'évaluation 0D, application d'un code Monte Carlo sur les sorties des champs LES

2. Développement de modèles conceptuels à partir d'observations et de simulations haute résolution (modèle conceptuel pour le cycle de vie des enclumes, de l'organisation des nuages)

## **Mutualisation:**

- Mise a disposition des calculs radiatifs de référence sur des scènes 3D identifiées et des profils moyens de la LES pour cas tests des modèles
- Partage de cadres d'évaluation adaptés (0D, 1D)

## **Réunions:**

- Groupe de discussions sur les interactions convection/rayonnement
- Réunion pour évaluation des codes radiatifs sur les cas de référence du projet High-Tune

## **Axe transverse: Réduction des erreurs systématiques**

**Enjeu 1: Comprendre comment les défauts des paramétrisations identifiés à l'échelle locale se répercutent à l'échelle globale**

### **Défauts des paramétrisations des flux de surface et de la couche limite:**

Impact sur les biais continentaux, de SST, sur la représentation des extrêmes, sur la représentation du bilan d'énergie

### **Défauts des paramétrisations de la convection nuageuse:**

Impact sur la double ITCZ, la représentation des moussons, de la MJO

### **Défauts sur la représentation des nuages:**

Impact sur la simulation des nuages dans les régions d'alizés, de stratocumulus, et sur la circulation simulée

## **Axe transverse: Réduction des erreurs systématiques**

**Enjeu 1: Comprendre comment les défauts des paramétrisations identifiés à l'échelle locale se répercutent à l'échelle globale**

**Défauts des paramétrisations des flux de surface et de la couche limite:**

Impact sur les biais continentaux, de SST, sur la représentation des extrêmes, sur la représentation du bilan d'énergie

**Défauts des paramétrisations de la convection nuageuse:**

Impact sur la double ITCZ, la représentation des moussons, de la MJO

**Défauts sur la représentation des nuages:**

Impact sur la simulation des nuages dans les régions d'alizés, de stratocumulus, et sur la circulation simulée

**Enjeu 2: Départager le rôle des paramétrisations physiques versus celui du tuning des paramètres dans les biais**

**Tuning automatique:**

Exploration systématique de l'espace des climats possibles pour un jeu de paramétrisations donné

**Identification des compensations d'erreurs:**

Mise en place d'approches hiérarchiques (1D, guidé, climatique, couplé)

## Axe transverse: Réduction des erreurs systématiques

Méthodologie: **Hiérarchie de modèles et outils de tuning automatique**

1. Hiérarchie de modèles et expériences de sensibilité
2. Evaluation orientée processus:  
LES, observations sur sites, satellites
3. Développement d'outils de tuning automatique :  
définir des plages de variation des paramètres réalistes pour la prévision d'ensemble,  
mettre en place des métriques pertinentes (potentiellement différentes en climat et en PNT),  
explorer la sensibilité aux paramètres et tester les limites des paramétrisations: en 1D puis en 3D

## **Axe transverse: Réduction des erreurs systématiques**

Méthodologie: **Hiérarchie de modèles et outils de tuning automatique**

1. Hiérarchie de modèles et expériences de sensibilité
2. Evaluation orientée processus:  
LES, observations sur sites, satellites
3. Développement d'outils de tuning automatique :  
définir des plages de variation des paramètres réalistes pour la prévision d'ensemble,  
mettre en place des métriques pertinentes (potentiellement différentes en climat et en PNT),  
explorer la sensibilité aux paramètres et tester les limites des paramétrisations: en 1D puis en 3D

### **Mutualisation:**

- Outils de tuning automatique (lien ANR High-Tune)
- Partage des diagnostics orientés processus

### **Réunions:**

- Réunion de mise en place des outils de tuning automatique 1D/LES (lien ANR High-Tune)
- Application des émulateurs aux modèles 3D.

## GDR DEPHY: Gouvernance

Comité de pilotage:

Catherine Rio (CNRM)

Marie-Pierre Lefebvre (Météo-France/LMD)

Représentant LMDZ: Frédéric Hourdin (LMD)

Représentant ARPEGE-Climat: Romain Roehrig (CNRM)

Représentant ARPEGE-PNT: Yves Bouteloup, François Bouysse (CNRM)

Représentant MESONH: ?

Représentant modèles/données sur sites: Frédérique Cheruy (LMD), Guylaine Canut (CNRM),  
Jean-Baptiste Madeleine (LMD)

Représentant LES: Fleur Couvreur (CNRM)