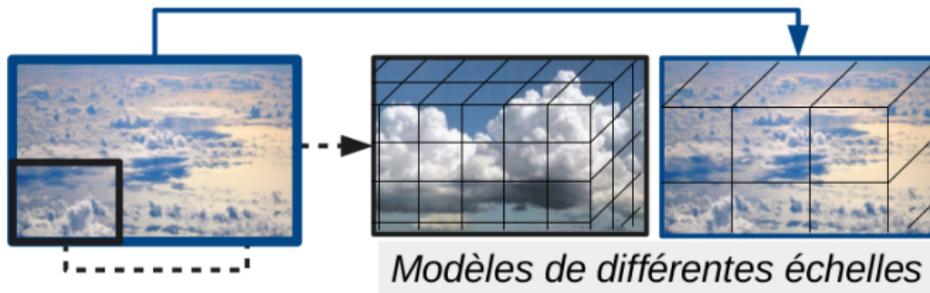


Effets radiatifs des nuages de couche limite Quel schéma de rayonnement pour quelle échelle ?

Najda VILLEFRANQUE

Fleur COUVREUX (CNRM) & Richard FOURNIER (LAPLACE)



1 Description du sujet de thèse

- Contexte, motivations
- Plan de travail

2 Résultats préliminaires

- Côté nuages...
- Côté transfert radiatif...

1 Description du sujet de thèse

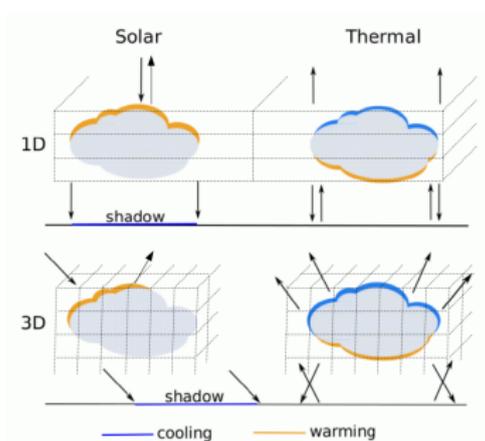
- Contexte, motivations
- Plan de travail

2 Résultats préliminaires

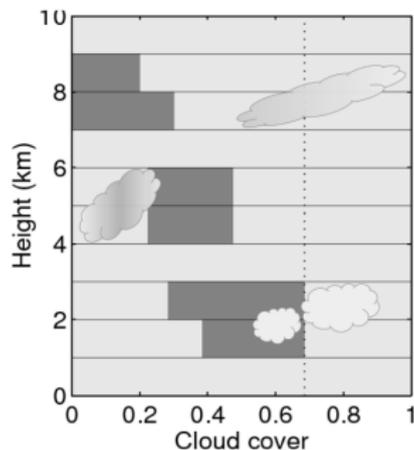
- Côté nuages...
- Côté transfert radiatif...

Effets radiatifs des nuages : contexte et motivations

- Nuage : élément clé du système climatique
- Défauts de la représentation des nuages bas dans les modèles
⇒ dispersion des projections
- Schémas de rayonnement : 1D (plans parallèles, colonnes indépendantes) vs 3D
- Hypothèses 1D : recouvrement, hétérogénéité sous maille



Effets radiatifs 1D vs 3D



Recouvrement

Effets radiatifs des nuages : contexte et motivations

- Nuage : élément clé du système climatique
- Défauts de la représentation des nuages bas dans les modèles
⇒ dispersion des projections
- Schémas de rayonnement : 1D (plans parallèles, colonnes indépendantes) vs 3D
- Hypothèses 1D : recouvrement, hétérogénéité sous maille

Peut-on quantifier les effets radiatifs 3D et leur impact sur la dynamique nuageuse ?
À quelle échelle est-il pertinent de les prendre en compte ?

1 Description du sujet de thèse

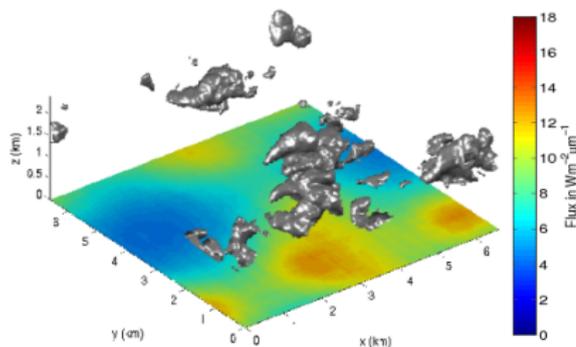
- Contexte, motivations
- Plan de travail

2 Résultats préliminaires

- Côté nuages...
- Côté transfert radiatif...

- Année 1 : **Évaluation des effets radiatifs 3D de quelques scènes nuageuses**
 - LES pour quelques cas d'étude cumulus (ARM, BOMEX, RICO) + étude statistique des nuages
 - Calcul offline des flux radiatifs à différentes échelles dans les champs 3D LES à partir d'un code radiatif 3D Monte Carlo

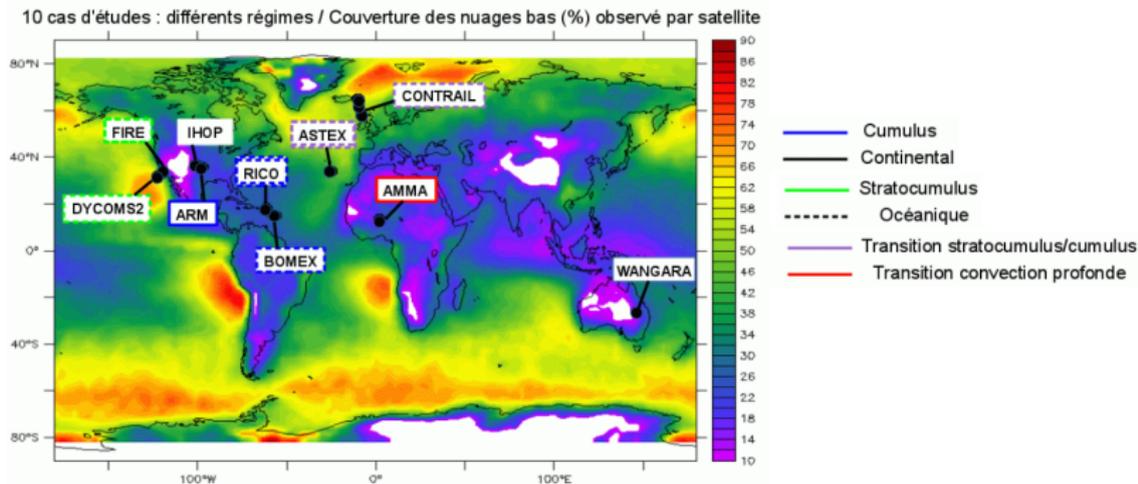
$$\overline{F^{\uparrow\downarrow}}(z) = \int_{\Delta t} \int_{\infty} \int_{\Delta x} \int_{2\pi} I(z, \mathbf{\Omega}, \mathbf{x}, \nu, t) d\mathbf{\Omega} d\mathbf{x} d\nu dt$$



S. Schafer

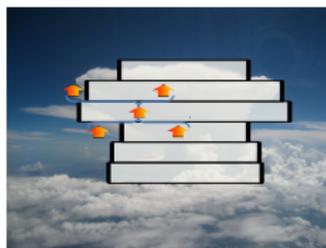
Programme des travaux de thèse

- Année 1 : **Évaluation des effets radiatifs 3D de quelques scènes nuageuses**
- Année 2 : **Étude des effets radiatifs 3D pour 10 cas de nuages bas**
 - Évaluation de l'importance des effets 3D radiatifs (nuage vs clear sky, cumulus vs stratocumulus...)
 - Tests de sensibilité au type de nuage, microphysique, résolution...

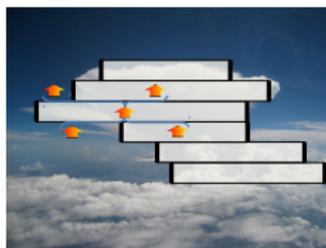


Programme des travaux de thèse

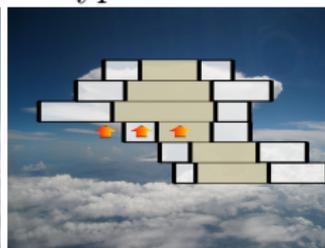
- Année 1 : **Évaluation des effets radiatifs 3D de quelques scènes nuageuses**
- Année 2 : **Étude des effets radiatifs 3D pour 10 cas de nuages bas**
- Année 3 : **Revisite des codes radiatifs et des hypothèses utilisés dans les modèles**
 - Évaluation et comparaison des schémas de rayonnement des modèles de la communauté météo / climato
 - Évaluation de la pertinence d'un code radiatif 3D (apport vs coût) et pour quels modèles i.e. quelles échelles
 - Réflexion sur l'amélioration des hypothèses 1D



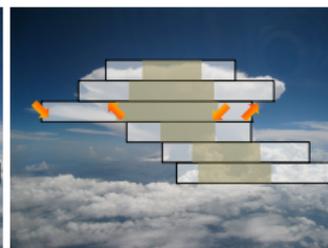
Maximum overlap
(R. Hogan)



Realistic overlap



TripleClouds



Spartacus

1 Description du sujet de thèse

- Contexte, motivations
- Plan de travail

2 Résultats préliminaires

- Côté nuages...
- Côté transfert radiatif...

Description des cas

Simulations LES des cas ARM, BOMEX, RICO

- Domaines : 6.4 km x 6.4 km x 4 km
- Conditions aux bords : cycliques
- Résolution spatiale : mailles cubiques de 25m de côté
- Fréquence output : 1 toutes les 5 minutes

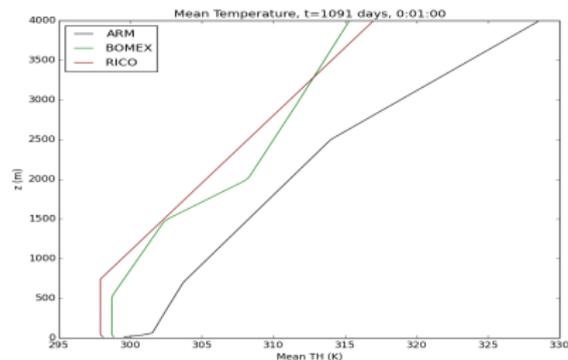
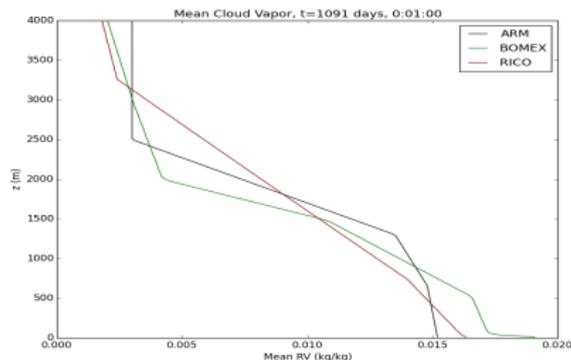


FIGURE 1 – Profils initiaux vapeur d'eau et température

Présentation des cas

CAS	Référence	Type	Durée	Flux
ARM	Brown 2002	Continent	15h	Diurne
BOMEX	Siebesma et al. 2003	Océan	16h	Constant
RICO	Vanzantel et al. 2011	Océan	24h	Température

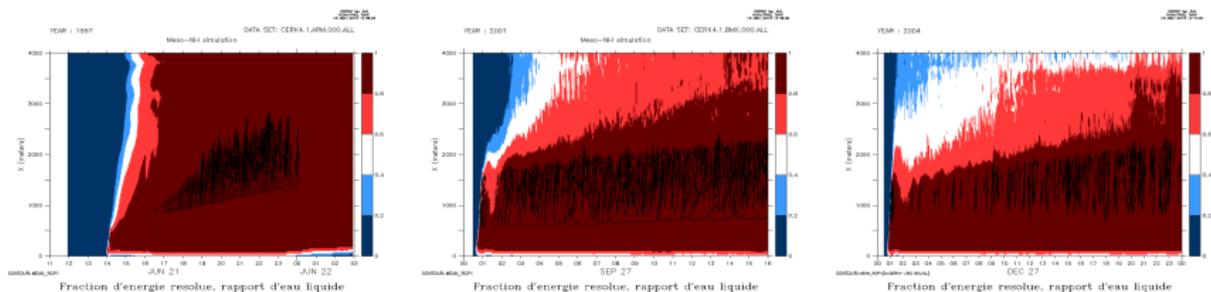


FIGURE 2 – Résolution énergie turbulente, eau liquide

Méthode pour identifier et caractériser les nuages en 3D, $\forall t^n$

- **Critère seuil** : rapport de mélange d'eau liquide ≥ 1 mg/kg
- **Identification et numérotation** de chaque nuage ≥ 125000 m³
- **Calcul et écriture** dans un fichier de données, \forall nuage :
 - **Caractéristiques morphologiques** : volume, hauteurs, bases et tops, aires... projetée, min, max, moy et écart type
 - **Caractéristiques thermo / météo** : température, pression, rapports de mélange (vapeur, eau liquide), vents... min, max, moy et écart type
- Pour la suite, idée de suivre les nuages dans le temps pour étudier leurs cycles de vie (sorties plus fréquentes, tracking 2D par projection au sol)

Snapshots 3D des nuages identifiés

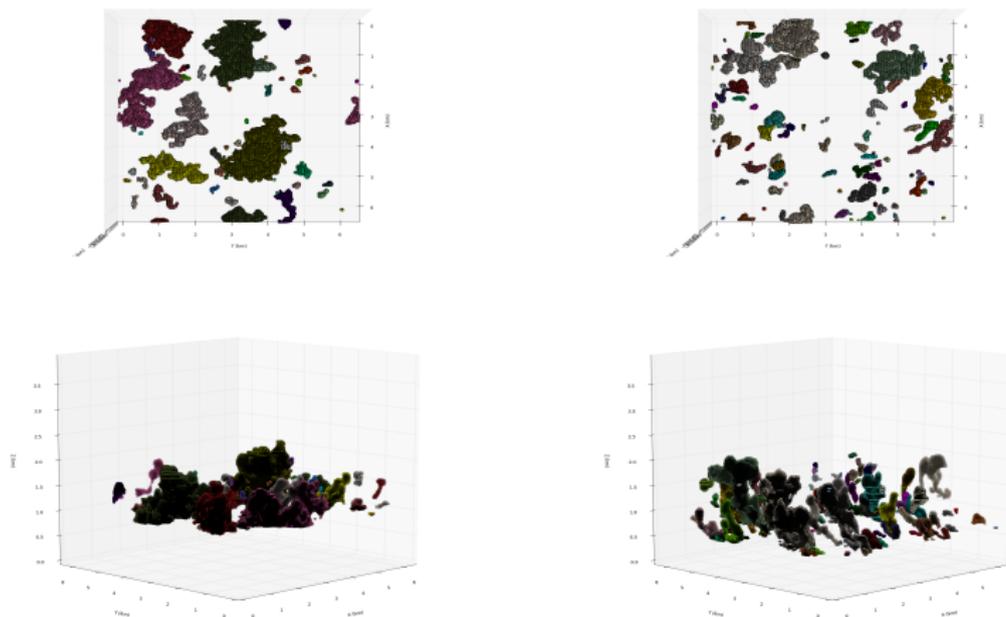
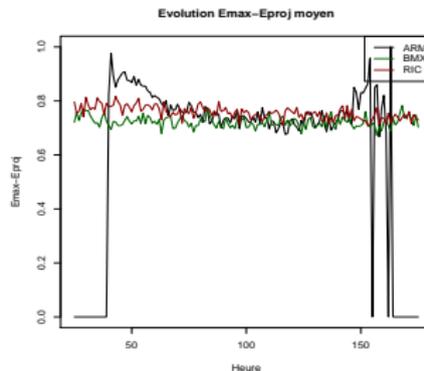
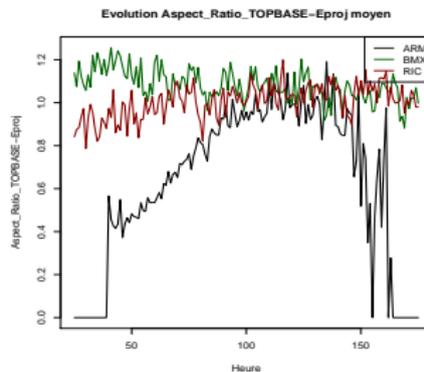
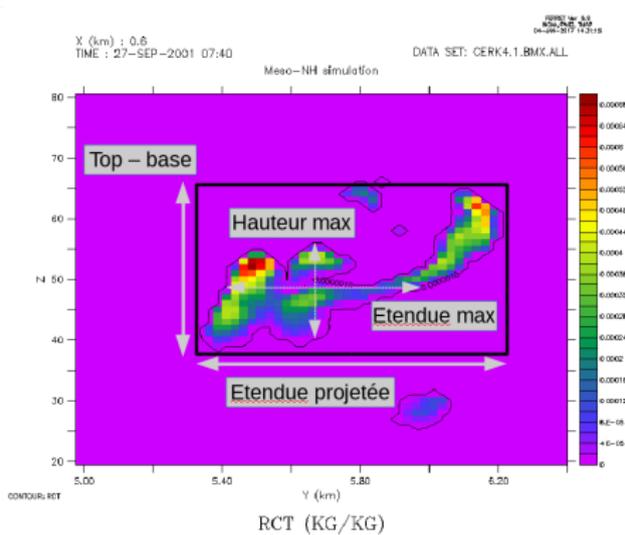


FIGURE 3 – Gauche : ARM (1910 UTC). Droite : BOMEX.
Haut : vue de haut. Bas : vue de face. À 7h40 de simulation.

Quelques statistiques : rapport d'aspect et morphologie



1 Description du sujet de thèse

- Contexte, motivations
- Plan de travail

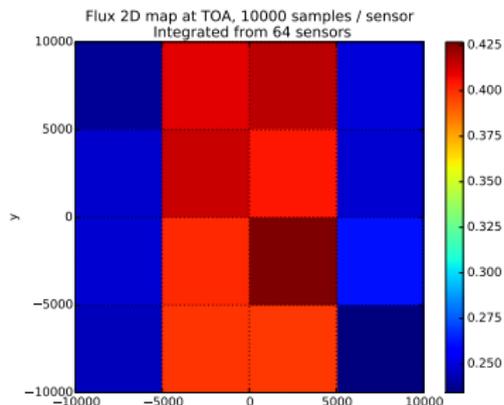
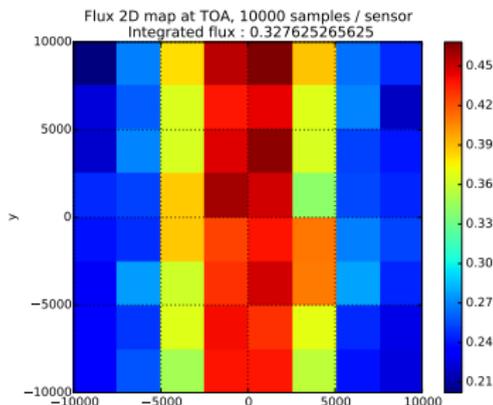
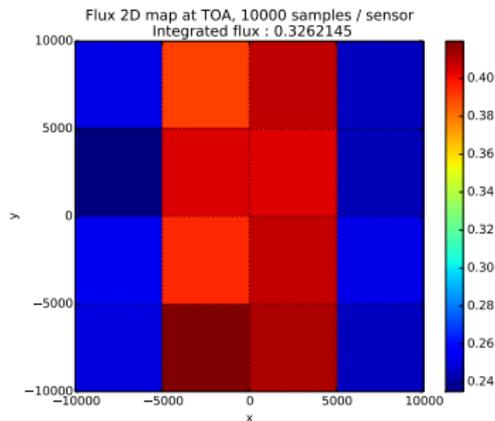
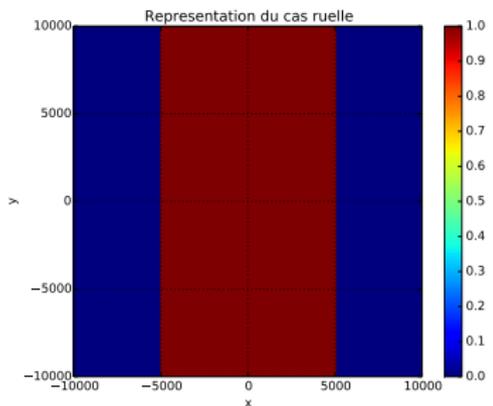
2 Résultats préliminaires

- Côté nuages...
- Côté transfert radiatif...

- Co-direction LAPLACE \Rightarrow Collaboration Mésos-Star
- Code opérationnel de calcul de transfert radiatif dans l'atmosphère
- Cas de nuages idéalisés déjà validés par exemple cubique ou infini

- ① Prise en main du code avec simplifications : seulement SW, coefficient de scattering constant (pas de diffusion de Mie), étude du cas ruelle de nuage
- ② Accéder aux champs 3D LES pour avoir un coefficient de scattering dépendant du rapport de mélange en eau liquide dans la scène nuageuse \Rightarrow influence de l'hétérogénéité des nuages en eau liquide sur le transfert radiatif
- ③ Premiers calculs de sensibilité au coefficient de scattering

Le cas ruelle de nuage. $\tau = 18$. $F_1 = 0.346 \text{ Wm}^{-2}$



Validation de l'accès aux données LES

Création d'un fichier NetCDF de même structure que les simus LES mais représente la même ruelle de nuage que dans le cas précédent

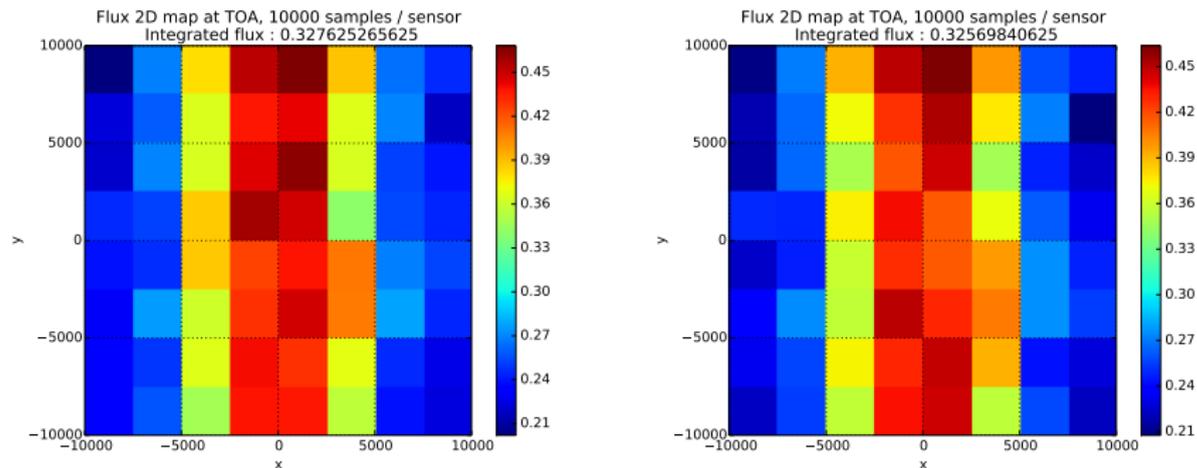


FIGURE 4 – Map 2D pour 8x8 capteurs.

Gauche : k_s fixé dans le code. Droite : k_s calculé en accédant aux données netCDF