



Estimating the low cloud-radiative feedback in a perturbed climate from steady-states of Scu-topped boundary layers

S. Dal Gesso, P. Siebesma, R. Neggers, S. de Roode

KNMI, Royal Netherlands Meteorological Institute TUD, Delft University of Technology

6 April 2012 - EUCLIPSE WP3 meeting

SCM results

Conclusions and outlook

Introduction and motivations



Dufresne and Bony, 2008



< ロ > < 同 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < 回 > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ > < □ >

IPCC report, 2007

Steady-states solution of Scu-topped BL

S. Dal Gesso

SCM results

Conclusions and outlook

Introduction and motivations







IPCC report, 2007

Possible approches:

- 1. transition cases (ASTEX, composite cases)
- 2. single-site strategy (Testbed)
- 3. steady-states (CGILS)

A new framework



< ≣⇒

A new framework



Idea: new framework for mapping the entire phase space



- 1. Which are the conditions which arise marine boundary layer clouds deepening or breakup?
- 2. What is the effect of perturbed large scale conditions which are intended to mimic climate change?

Outline

- description of the framework;
- MLM guideline;
- perturbed climate experiments;
- SCM results;
- conclusions and outlook.





Image: Second Stevens, 2011 A grad Stevens, 2011 A grad Grad Stevens, 2011 A grad Stevens,



Image: a log and stevens, 2011 → Q Q





MLM background

Phase space definition:

$$\Delta \theta_l = \theta_l (z = 3000m) - \theta_{lsurf}$$

$$\Delta q_t = q_t(z = 3000m) - q_{tsurf}$$



$$q_{tML} = q_{t0} + \frac{w_e}{C_d | U | + w_e} (q_{tFT} - q_{t0})$$

$$\theta_{IML} = \theta_{I0} + \frac{w_e \theta_{IFT} - \theta_{I0} - \Delta F_{rad} / \rho c_p}{C_d |U| + w_e}$$

< 17 ▶

э

< ≣⇒

3

MLM background



$$\bar{w}(z_i) = w_e$$



P

Steady-states solution of Scu-topped BL

≣⇒

MLM background



$$LWP = \frac{1}{2}\Gamma_q(z_i - z_b)^2$$

≣ ▶

< 17 ▶

Perturbed climate set-up



Steady-states solution of Scu-topped BL

≣≯

Conclusions and outlook

MLM background





< 17 ▶

≣⇒

Conclusions and outlook

MLM background





P

Steady-states solution of Scu-topped BL

≣ ▶

Conclusions and outlook

MLM background



$$LWP = \frac{1}{2}\Gamma_q(z_i - z_b)^2$$

≣⇒

< 17 >

SCM results

Conclusions and outlook

Control (CTL) SCM results



CTL SCM results



≣⇒

< 同 ▶

CTL SCM results



≣ ▶

CTL SCM results



Steady-states solution of Scu-topped BL

S. Dal Gesso

≣⇒

< 同 ▶

CTL SCM results



э

<ロ> <同> <同> < 同> < 同>

CTL SCM results



≣ ▶

P

Perturbed climate (PC) SCM results



LWP

18.0 20.0

-6.0

-7.0

-8.0

-9.0

-10.0

∆qt (g∕kg)

Perturbed climate (PC) SCM results



Cloud feedback



 $(SW_{ToA} + LW_{ToA})$

Conclusions and outlook

Conclusions:

- new framework for mapping the entire phase space: applicability:
 - ➔ to gain knowledge about stratocumulus to cumulus transition;
 - ➔ to evaluate boudary layer parametrizations in GCMs;
 - → to help to understand differences in low cloud-climate radiative feedback as prognosed by different climate models;
- $\Delta \theta_l$ and Δq_t capture well the cloud regime;
- negative cloud feedback in the stratocumulus dominated region of the phase space;
- positive feedback due to earlier transition.

< ∃ >

Conclusions and outlook

Conclusions:

- new framework for mapping the entire phase space: applicability:
 - ➔ to gain knowledge about stratocumulus to cumulus transition;
 - ➔ to evaluate boudary layer parametrizations in GCMs;
 - → to help to understand differences in low cloud-climate radiative feedback as prognosed by different climate models;
- $\Delta \theta_l$ and Δq_t capture well the cloud regime;
- negative cloud feedback in the stratocumulus dominated region of the phase space;
- positive feedback due to earlier transition.

Outlook:

- \Rightarrow sensitivity study: different entrainment parametrization
- ⇒ comparison with LES results
- ⇒ future intercomparison study

< ロ > < 同 > < 回 > < 回 > < □ > <

Introduction	Framework description	MLM guideline	Perturbed climate	SCM results	Conclusions and outlook
--------------	-----------------------	---------------	-------------------	-------------	-------------------------

Thank you!

Steady-states solution of Scu-topped BL

<ロ> <同> <同> < 同> < 同>