

Outils de tuning appliqués à une paramétrisation du rayonnement

Najda Villefranque^{1,2}, Fleur Couvreur¹, Richard Fournier², Robin Hogan³, Frédéric Hourdin⁴, Daniel Williamson⁵ & HIGH-TUNE team

18 Octobre 2019, Journées HIGH-TUNE

¹ Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM/GMME, Toulouse)

² Laboratoire PLAsma et Conversion d'Énergie (LAPLACE/GREPHE, Toulouse)

³ Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Terme (CEP, Reading)

⁴ Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD, Paris)

⁵ University of Exeter, UK

Introduction

Exploration à la main

Tuning automatique

Conclusions

Introduction

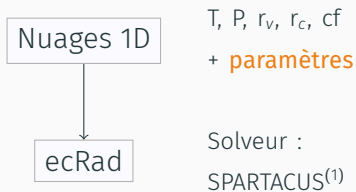
Motivations et objectifs

- Objectif final HIGH-TUNE : tuner les paramétrisations de la couche limite en visant une cible radiative
 - Besoin de références radiatives sur les cas nuageux
 - **Besoin de caractériser les schémas de rayonnement**

Ici $\Rightarrow$ Exploration offline du comportement d'une param radiative, focus représentation approchée des nuages

- **Sensibilité** flux de surface aux différents paramètres ?
- **Relation** flux de surface / angle solaire / paramètres ?
- Paramètres contraints par **diagnostic vs tuning** ?

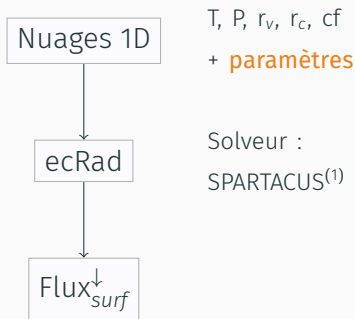
- Paramétrisation à calibrer : ecRad (Hogan and Bozzo, 2018)



(1) Hogan and Shonk (2013); Schäfer et al. (2016); Hogan et al. (2016, 2019)

Méthodologie

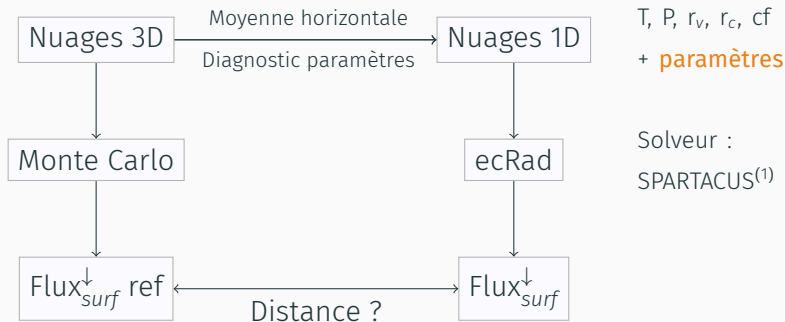
- Paramétrisation à calibrer : ecRad (Hogan and Bozzo, 2018)
- Métriques cibles : flux $\downarrow$ en surface, $\neq$ angles solaires



(1) Hogan and Shonk (2013); Schäfer et al. (2016); Hogan et al. (2016, 2019)

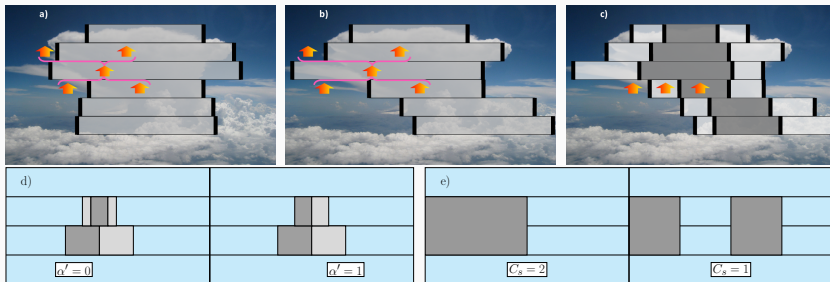
Méthodologie

- Paramétrisation à calibrer : ecRad (Hogan and Bozzo, 2018)
- Métriques cibles : flux $\downarrow$ en surface, $\neq$ angles solaires
- Références : calculs Monte Carlo dans des champs 3D LES



(1) Hogan and Shonk (2013); Schäfer et al. (2016); Hogan et al. (2016, 2019)

Paramètres d'intérêt : résumé le milieu nuageux 3D en 1D



- a) Overlap maximum ($\alpha = 1$)
- b) Overlap réaliste ($0 < \alpha < 1$)
- c) Hétérogène ($f_{sd} > 0$)
- d) Overlap des hétérogénéités (α')
- e) Taille de nuages (C_s)

Recouvrement (α, α')

$$C = \alpha C_{max} + (1 - \alpha) C_{rand}$$

Hétérogénéité (f_{sd}) :

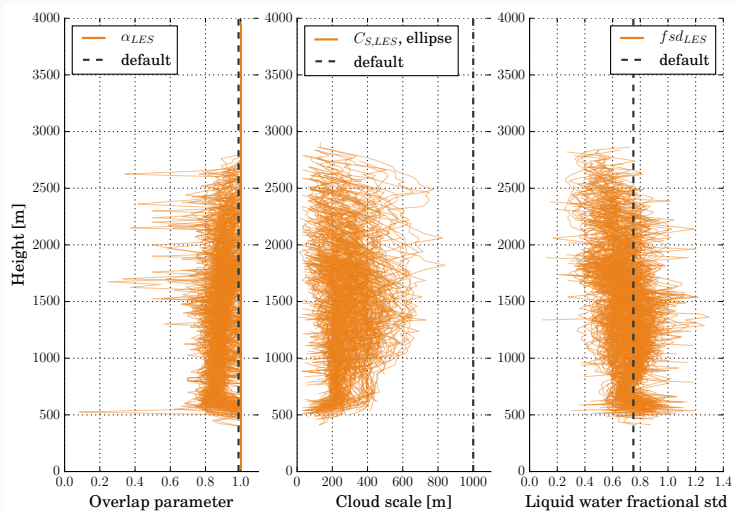
$$r_{c,thin} = q_{16}(pdf(r_{c,mean}, f_{sd}))$$

Taille de nuage (C_s) :

$$f_{thin \leftrightarrow clear} \sim 1/C_s$$

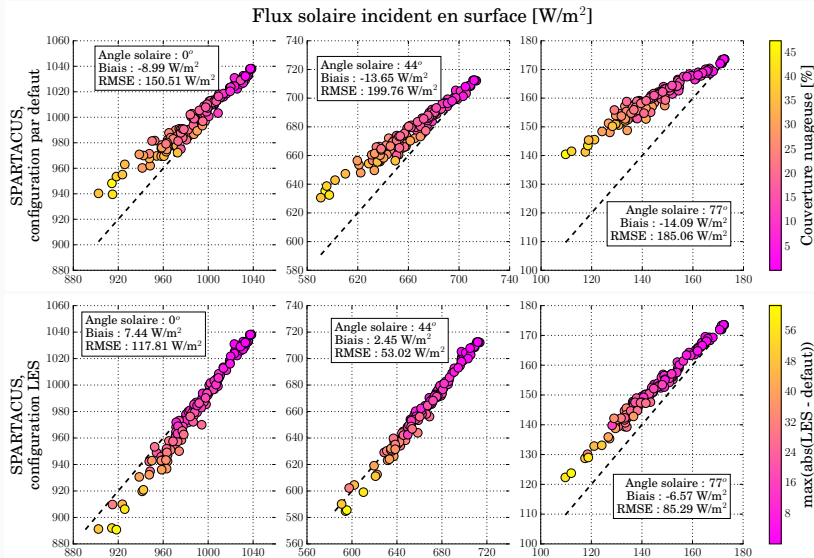
Exploration à la main

Paramètres par défaut et calculés dans les champs LES



Calculés dans de nombreuses scènes de cumulus

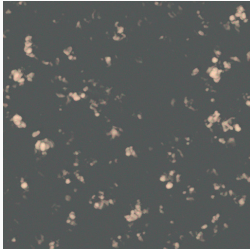
Réponse de SPARTACUS pour un changement de paramètres



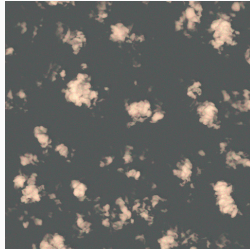
Calcul de référence Monte Carlo (un point = une scène)

Tuning automatique

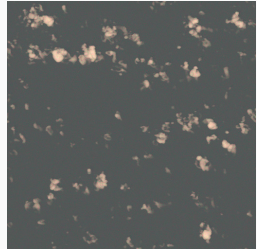
Scènes pour le tuning automatique



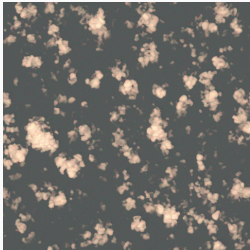
L12km RICO 008



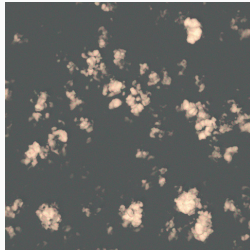
L12km ARMCu 008



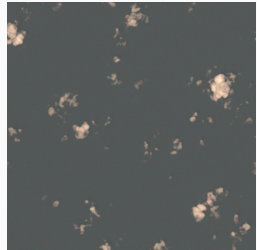
L12km BOMEX 008



L12km SCMS 005

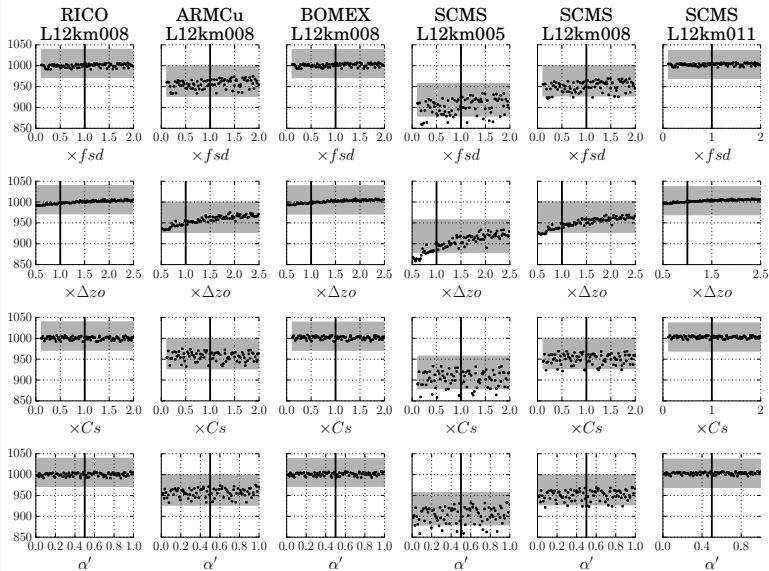


L12km SCMS 008

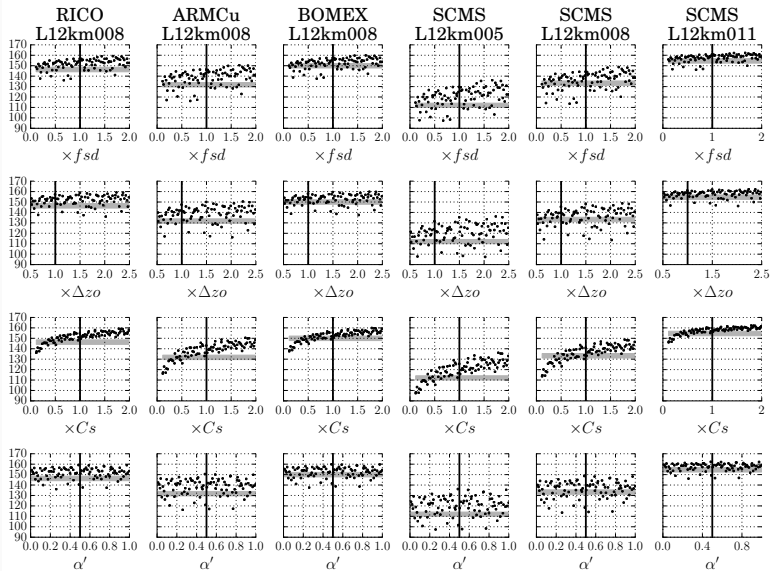


L12km SCMS 011

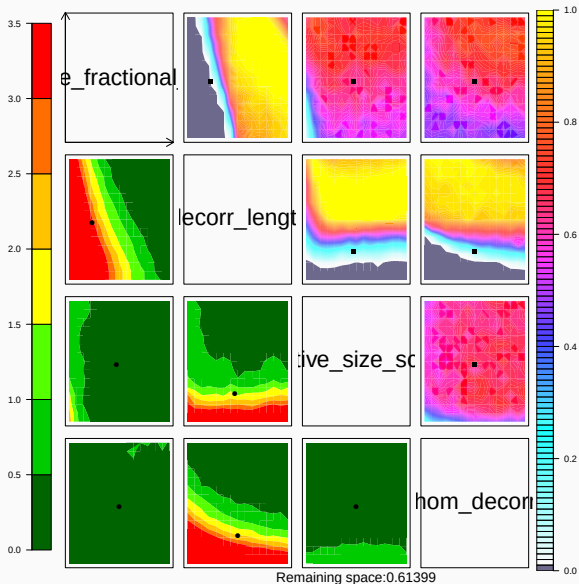
Résultats des simulations ecRad : angle solaire 0°



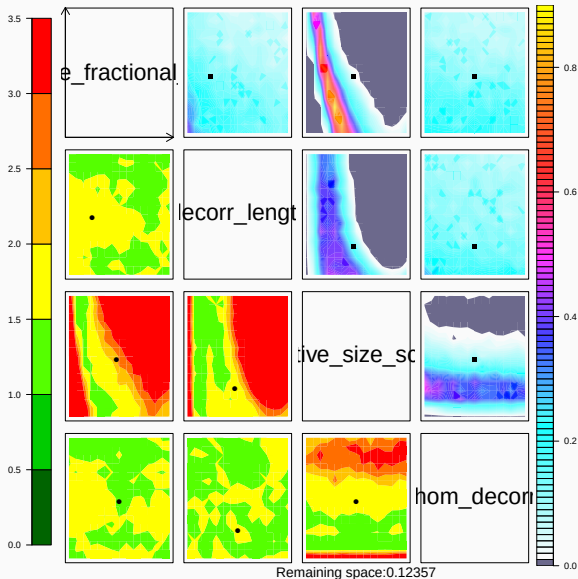
Résultats des simulations ecRad : angle solaire 77°



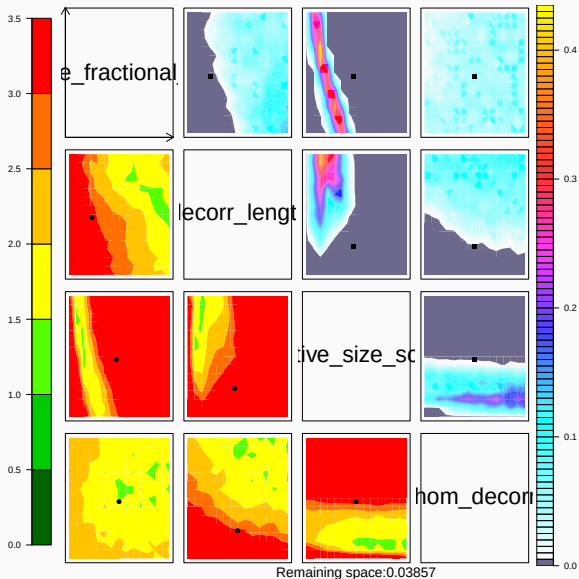
Résultats du tuning pour une vague : angle solaire 0°



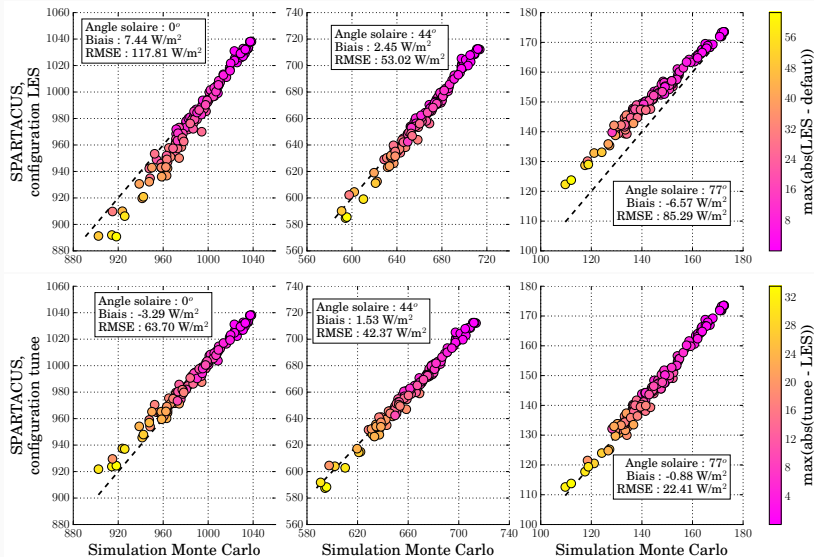
Résultats du tuning pour une vague : angle solaire 77°



Résultats du tuning pour une vague : angles 0, 44 et 77



Impact du tuning sur toutes les autres scènes ?



$$fsd \times 0.91, \alpha^{0.41}, C_s \times 0.46, \alpha' = 0.78$$

Conclusions

Conclusions et suite

- Exploration de SPARTACUS (ecRad “3D”) offline
- Paramètres “géométrie nuageuse”
 - par défaut, biais $\approx 15 \text{ Wm}^{-2}$
 - diagnostiqué dans les champs 3D, biais $\approx 7 \text{ Wm}^{-2}$
 - modifié par le tuning, biais $\approx 3 \text{ Wm}^{-2}$
- Les paramètres diagnostiqués dans les LES $\neq$ NROY space
- Le tuning améliore toutes les scènes et tous les angles !
- Diminution hétérogénéité, couverture, diamètre effectif
- A vérifier sur d'autres métriques e.g. profils de chauffage ?

References

- Brown, A., Cederwall, R., Chlond, A., Duynkerke, P., Golaz, J.-C., Khairoutdinov, M., Lewellen, D. C., Lock, A. P., MacVean, M. K., Moeng, C.-H., Neggers, R. A. J., Siebesma, A. P., and Stevens, B. (2002). Large-eddy simulation of the diurnal cycle of shallow cumulus convection over land. *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, 128:1075–1093.
- Hogan, R. J. and Bozzo, A. (2018). A flexible and efficient radiation scheme for the ECMWF model. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*.

- Hogan, R. J., Fielding, M. D., Barker, H. W., Villefranque, N., and Schäfer, S. A. K. (2019). Entrapment: An important mechanism to explain the shortwave 3d radiative effect of clouds. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 76(7):2123–2141.
- Hogan, R. J., Schäfer, S. A. K., Klinger, C., Chiu, J. C., and Mayer, B. (2016). Representing 3-D cloud radiation effects in two-stream schemes: 2. Matrix formulation and broadband evaluation. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 121(14):2016JD024875.
- Hogan, R. J. and Shonk, J. K. P. (2013). Incorporating the Effects of 3d Radiative Transfer in the Presence of Clouds into Two-Stream Multilayer Radiation Schemes. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 70(2):708–724.

- Neggers, R., Duynkerke, P., and Rodts, S. (2003). Shallow cumulus convection : A validation of large-eddy simulation against aircraft and Landsat observations. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 129:2671–2696.
- Schäfer, S. A. K., Hogan, R. J., Klinger, C., Chiu, J. C., and Mayer, B. (2016). Representing 3-D cloud radiation effects in two-stream schemes: 1. Longwave considerations and effective cloud edge length. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 121(14):2016JD024876.
- Siebesma, A. P., Bretherton, C. S., Brown, A., Chlond, A., Cuxart, J., Duynkerke, P. G., Jiang, H., Khairoutdinov, M., Lewellen, D., Moeng, C.-H., Sanchez, E., Stevens, B., and Stevens, D. E. (2003). A large eddy simulation intercomparison study of shallow cumulus convection. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 60(10):1201–1219.

vanZanten, M. C., Stevens, B., Nuijens, L., Siebesma, A. P., Ackerman, A. S., Burnet, F., Cheng, A., Couvreux, F., Jiang, H., Khairoutdinov, M., Kogan, Y., Lewellen, D. C., Mechem, D., Nakamura, K., Noda, A., Shipway, B. J., Slawinska, J., Wang, S., and Wyszogrodzki, A. (2011). Controls on precipitation and cloudiness in simulations of trade-wind cumulus as observed during rico. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 3(2).