

# INCA : INteractions avec la Chimie et les Aérosols

Document de Travail

## 1 Description du modèle

**Généralités.** L'objectif de ce groupe de travail est de mettre au point une version transport du modèle de circulation générale LMDz permettant de simuler interactivement les gaz à effet de serre de longue durée de vie ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , (H)CFC), la chimie de l'ozone troposphérique et stratosphérique ainsi que les différents types d'aérosols (soufrés, carbonés, minéraux, sels marins). Pour ce faire, un modèle de chimie – aérosols et émissions INCA (INteractions avec la Chimie et les aérosols) a été mis au point. LMDz-INCA permet de simuler l'évolution de la composition chimique de l'atmosphère sous l'effet des activités humaines et son impact sur le climat. Plusieurs versions du modèle INCA sont actuellement en phase d'utilisation, d'évaluation ou de développement. La mise au point d'outils de rétrotrajectoires, de modélisation inverse et d'assimilation de données chimiques dans LMDz-INCA sont également en développement au sein de l'IPSL.

**Les différentes configurations utilisant le modèle INCA.** Il s'agit de la version parallèle du modèle INCA (INCA3). Ces configurations sont exploitables à l'aide de l'outil modipls de l'IPSL

- *LMDz4-INCA3.CH4* : Chimie gazeuse simplifiée ( $\text{CH}_4$ -CO- $\text{NO}_x$ - $\text{O}_3$ )
- *LMDz4-INCA3.NMHC* : Prise en compte les hydrocarbures non-méthanique (NMHC)
- *LMDz4-INCA3.CH4\_AER* : Chimie du méthane et aérosols (S, BC, OC, dust, seasalt)
- *LMDz4-INCA3.NMHC\_AER* : Prise en compte des hydrocarbures non méthanique et des aérosols (S, BC, OC, dust, seasalt)
- *LMDz4-INCA3.AER* : Aérosols (S, BC, OC, dust, seasalt) avec chimie fixée (les espèces oxydantes sont lues)
- *LMDz4-INCA3.GES* : Les espèces oxydantes sont lues et les traceurs inertes sont calculés (Rn222, Pb210, Be7, Be10, C14,  $\text{CO}_2\text{FF}$ ,  $\text{CO}_2\text{BIO}$ ,  $\text{CO}_2\text{OCE}$ , ...)
- *LMDz4-INCA3.STRAT* : Version CH4 et chimie stratosphérique (Cl, Br, PSC), 50 niveaux
- *IPSL\_ESM\_V1* : Modèle couplé avec les aérosols (S, BC, OC, dust, seasalt)

A ces configurations s'ajoute IPSL-ESM-GES (Modèle couplé avec le cycle du  $\text{CO}_2$ ) qui utilise la version INCA2 du modèle.

### Développeurs et utilisateurs du modèle (2004-2008)

Chimie troposphérique+stratosphérique : D. Hauglustaine, S. Szopa, J. Lathière, B. Koffi, D. Caro, F. Jegou, L. Jourdain, Y. Li (LSCE), I. Bouarar, S. Turquety, M. Pham, A. Bazureau (SA)

Aérosols : M. Schulz, Y. Balkanski, S. Guibert, S. Generoso, N. Huneus, C. Textor, C. Deandreis, K. Tsigaridis, J. Griesfeller (LSCE)

Version traceurs inertes et inversions : Ph. Bousquet, Ph. Peylin, C. Carouge, L. Klenov, J. Turnbull, P. Cadule (LSCE)

Application IASI : C. Clerbaux (SA), A. Klonecki (Noveltis)

*Ingénierie* : A. Cozic, Y. Meurdesoif, O. Bouizi (LSCE) MA. Filiberti (IPSL)

## **2 Différents domaines d'application**

**Etudes de la composition atmosphérique (passée présente et future) (RETRO, QUANTIFY, TRADEOFF, Photocomp)**

*Didier Hauglustaine, Sophie Szopa, Yves Balkanski, Brigitte Koffi, Dimitri Caro, Juliette Lathière (LSCE)*

Etude de l'impact des différents moyens de transport (terrestre, maritime, aérien) sur la chimie troposphérique et sur les aérosols avec le modèle LMDz-INCA et évolution passée et future de la composition chimique de l'atmosphère (incluant les aérosols)

**Interaction Aérosols-Climat (passé, présent et futur)**

*Céline Deandreis, Yves Balkanski, Nicolas Huneeus, Michael Schulz, Sara Nottelmann, Christiane Textor (LSCE), Hélène Castebrunet (LGGE)*

Evolution et caractérisation des aérosols et étude de leur distribution dans la troposphère. Couplage avec le modèle système terre.

**Assimilation (gaz) (IASI)**

*Didier Hauglustaine, Sophie Szopa (LSCE), Solène Turquety, Cathy Clerbaux (SA), Andrzej Klonecki (NOVELTIS)*

**Chimie hétérogène**

*Yves Balkanski, Kostas Tsigaridis (LSCE)*

**Forçage radiatif des aérosols (direct et indirect)**

*Yves Balkanski, Michael Schulz, Céline Deandreis (LSCE), Frederic Fluteau (IPG)*

**Couplage LMDz-INCA/CHIMERE**

*Sophie Szopa (LSCE)*

Utilisation des résultats de la prévision pour fournir des conditions aux limites pour le modèle Chimere

**Etude des interactions chimie-climat dans la stratosphère (SCOUT\_O3)**

*Didier Hauglustaine, Fabrice Jegou (LSCE), Franck Lefèvre, Slimane Bekki (SA)*

Création d'une version stratosphérique du modèle avec 50 niveaux et chimie de la stratosphère. Application à l'étude de la formation du trou d'ozone et à son évolution future.

**Plateforme de prévision et accompagnement campagne terrain**

*Sophie Szopa, Anne Cozic, Didier Hauglustaine, Michael Schulz (LSCE), Solène Turquety(SA)*

Réalisation d'une chaîne temps réel du modèle ayant notamment pour objectif de servir de support aux campagnes de mesures. Cette chaîne prend en compte les flux sur la base de données satellites en temps réel.

**Inter-comparaison modèles/données (CREATE, AEROCOM)**

*Michael Schulz, Sarah Guibert, Christiane Textor, Jan Griesfeller (LSCE)*

Comparaison des sorties de LMDz-INCA avec les observations relevées par les réseaux de mesures en aérosol existant sur le globe et extension à l'évaluation de 16 modèles.

## Transport des traceurs inertes et du CO2

Philippe Bousquet, Ludmila Klenov, Claire Carouge, Peter Rayner, Patricia Cadule (LSCE)

### 3 Evolutions majeures au cours des 4 dernières années

#### Chimie & Aérosols :

- Prise en compte des effets directs et indirects des aérosols sur le climat
- Schéma de formation des aérosols organiques secondaires
- Evolution du modèle aérosol multicomposante
- Chimie hétérogène étendue à toutes les surfaces de l'aérosol

#### Ingénierie :

- Merge des différentes versions du modèle INCA
- Développement de la version parallèle du modèle
- Compilation avec l'outil fcm
- Passage à Subversion pour la gestion des versions du modèle
- Mise en place d'un site web <http://www-lscea.inca.cea.fr/>
- Création d'une chaîne de prévision en temps réel
- Ecriture d'une documentation technique

### 4 Projets et chantiers en cours

- Modèle avec la chimie stratosphérique (LMDz-INCA.CH4STRAT)
- Version haute résolution
- Couplage des émissions biogéniques (LMDz-ORCHIDEE-INCA)
- Modèle couplé système terre avec interaction des aérosols sur le climat (IPSL\_ESM\_V1)
- Modèle couplé système terre avec transport interactif du CO2 (IPSL\_ESM\_GES)
- Nouveau schéma chimique
- Finalisation des ATLAS pour le modèle
- Cycle de l'azote avec phase aérosol
- Ajustement des processus de distribution verticale (scavenging, convection, hauteur d'injection, mélange dans couche limite)
- Etude de l'évolution de l'aérosol et de la chimie entre 1980 et 2010

### 5 Projets européens et nationaux

Nom du projet	
<b>ACCENT-Photocomp</b>	Tropospheric changes since preindustrial times and under 2030 several anthropogenic emission scenarios
<b>RETRO</b>	Reanalysis of the Tropospheric chemical composition over the past 60 years
<b>EUCAARI</b>	Aerosol Cloud Climate and Air Quality Interactions
<b>GEOMON</b>	Monitoring of Earth observations
<b>CREATE</b>	Construction, use and delivery of a European aerosol database
<b>PHOENICS</b>	Particles of Human Origin Extinguishing Natural solar radiation In Climate Systems

<b>SCOUT-O3</b>	Stratospheric-Climate Links with Emphasis on the Upper Troposphere and Lower Stratosphere
<b>QUANTIFY</b>	Quantifying the Climate Impact of Global and European Transport Systems
<b>GEMS</b>	Global and regional Earth-system (Atmosphere) Monitoring using Satellite and in-situ data
<b>CNES</b>	Calipso
<b>METRIC</b>	Metrics of Climate Change
<b>N-TWO-O</b>	Network study – to improve Top-down and bottom-up modeling of the global Warming potential of N <sub>2</sub> O emissions - Operationally
<b>HYMN</b>	Hydrogen, Methane and Nitrous oxide
<b>AMMA</b>	Analyse multidisciplinaire de la mousson africaine
<b>MINATROC</b>	Mineral dust aerosol and tropospheric chemistry
<b>AEROCOM</b>	Aerosol Model Intercomparison Initiative
<b>IASI</b>	Infrared Atmospheric Sounding Interferometer
<b>ACCENT</b>	Atmospheric composition change the European network of excellence
<b>CICLE</b>	Calcul intensif pour le climat et l'environnement
<b>HTAP</b>	Hemispheric Transport of Air Pollution
<b>AC&amp;C</b>	IGBP-IGAC/WCRP-SPARC Atmospheric Chemistry and Climate Initiative
<b>TRADE_OFF</b>	Impact of aircraft emissions on climate

## Travaux

### **HDR :**

- **Didier Hauglustaine** (LSCE), 2004, Modélisation globale de l'évolution de l'ozone troposphérique sous l'effet des activités humaines et de son impact sur le climat
- **Michael Schulz** (LSCE), 2007, Constraining Model Estimates of the Aerosol Radiative Forcing

### **Thèses :**

- **Sylvia Généros** (LSCE), 2004, Etude des interactions entre aérosols et climat : assimilation des observations spatiales de POLDER dans LMDz-INCA
- **Juliette Lathière** (LSCE), 2005, Evolution des émissions de composés organiques et azotés par la biosphère continentale dans le modèle LMDz-INCA-ORCHIDEE, thèse de doctorat de l'université Paris VI.
- **Hélène Castebrunet** (LGGE), 2007, Modélisation des interactions climat – aérosols – chimie du soufre atmosphérique aux hautes latitudes Sud.
- **Céline Déandréis** (LSCE), 2008, Impact de l'aérosol anthropique sur les changements climatiques futurs
- **Idir Bouarar** (SA), en cours, impact de la mousson africaine sur la composition atmosphérique à l'échelle globale et régionale. Préparation et exploitation de la campagne AMMA

### **Stages :**

- **Idir Bouarar** (SA), 2005, Evaluation du Modèle LMDz-INCA à l'aide des observations du programme aéroporté MOZAIC
- **Sara Nottelmann** (LSC), 2008, Introduction des aérosols dans le modèle couplé de l'IPSL: analyse de leur influence sur le climat présent

## 6 Publications de rang A sur le modèle INCA

### Publications de rang A sur le modèle INCA

(2001)

Jourdain, L. et D. A. Hauglustaine, The global distribution of lightning NO<sub>x</sub> simulated on-line in a general circulation model, *Phys. Chem. Earth*, 26, 585-591, 2001.

(2003)

Brunner, D., J. Staehelin, H. L. Rogers, M. O. Köhler, J. A. Pyle, D. A. Hauglustaine, L. Jourdain, T. K. Berntsen, M. Gauss, I. S. A. Isaksen, E. Meijer, P. van Velthoven, G. Pitari, E. Mancini, V. Grewe, et R. Sausen, An evaluation of the performance of chemistry transport models by comparison with research aircraft observations. Part 1: concepts and overall model performance, *Atmos. Chem. Phys.*, 3, 1606-1631, 2003.

Roelofs, G. J., A. S. Kentarchos, T. Trickl, A. Stohl, W. J. Collins, R. A. Crowther, D. A. Hauglustaine, A. Klonecki, K. S. Law, M. G. Lawrence, R. von Kuhlmann, et M. van Weele, Intercomparison of tropospheric ozone models: ozone transports in a complex tropopause folding event, *J. Geophys. Res.*, 108, D12, 10.1029, 2003.

(2004)

Bauer, S., Y. Balkanski, M. Schulz, D. A. Hauglustaine, et F. Dentener, Heterogeneous chemistry on mineral aerosol surfaces : a global modelling study on the influence on tropospheric ozone chemistry and comparison to observations, *J. Geophys. Res.*, 109, D02304, doi:10.1029/2003JD003868, 2004.

Hauglustaine, D. A., F. Hourdin, S. Walters, L. Jourdain, M.-A. Filiberti, J.-F. Lamarque, et E. A. Holland, Interactive chemistry in the Laboratoire de Météorologie Dynamique general circulation model : description and background tropospheric chemistry evaluation, *J. Geophys. Res.*, 109, D04314, doi:10.1029/2003JD003957, 2004.

(2005)

Berntsen, T.K., J.S. Fuglestedt, M.M. Joshi, K.P. Shine, N. Stuber, M. Ponater, R. Sausen, D.A. Hauglustaine, and L. Li, Response of climate to regional emissions of ozone precursors: sensitivities and warming potentials, *Tellus Series B-Chemical and Physical Meteorology*, 57 (4), 283-304, 2005.

Bousquet, P., D.A. Hauglustaine, P. Peylin, C. Carouge, and P. Ciais, Two decades of OH variability as inferred by an inversion of atmospheric transport and chemistry of methyl chloroform, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 5, 2635-2656, 2005.

Brunner, D., J. Staehelin, H.L. Rogers, M.O. Kohler, J.A. Pyle, D.A. Hauglustaine, L. Jourdain, T.K. Berntsen, M. Gauss, I.S.A. Isaksen, E. Meijer, P. van Velthoven, G. Pitari, E. Mancini, V. Grewe, and R. Sausen, An evaluation of the performance of chemistry transport models - Part 2: Detailed comparison with two selected campaigns, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 5, 107-129, 2005.

Folberth, G., D.A. Hauglustaine, P. Ciais, and J. Lathiere, On the role of atmospheric chemistry in the global CO<sub>2</sub> budget, *Geophysical Research Letters*, 32 (8), 2005.

Guibert, S., V. Matthias, M. Schulz, J. Bosenberge, R. Eixmann, I. Mattis, G. Pappalardo, M.R. Perroneg, N. Spinelli, and G. Vaughan, The vertical distribution of aerosol over Europe - synthesis of one year of EARLINET aerosol lidar measurements and aerosol transport modeling with LMDzT-INCA, *Atmospheric Environment*, 39 (16), 2933-2943, 2005.

Hauglustaine, D.A., J. Lathiere, S. Szopa, and G.A. Folberth, Future tropospheric ozone simulated with a climate-chemistry-biosphere model, *Geophysical Research Letters*, 32 (24), 2005

Lamarque, J.F., J.T. Kiehl, G.P. Brasseur, T. Butler, P. Cameron-Smith, W.D. Collins, W.J. Collins, C. Granier, D. Hauglustaine, P.G. Hess, E.A. Holland, L. Horowitz, M.G. Lawrence, D. McKenna, P. Merilees, M.J. Prather, P.J. Rasch, D. Rotman, D. Shindell, and P. Thornton, Assessing future nitrogen deposition and carbon cycle feedback using a multimodel approach: Analysis of nitrogen deposition, *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 110 (D19), 2005.

Pham, M., O. Boucher, and D. Hauglustaine, Changes in atmospheric sulfur burdens and concentrations and resulting radiative forcings under IPCC SRES emission scenarios for 1990-2100, *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 110 (D6), 2005.

Pierangelo, C., M. Mishchenko, Y. Balkanski, and A. Chedin, Retrieving the effective radius of Saharan dust coarse mode from AIRS, *Geophysical Research Letters*, 32 (20), 2005

Sausen, R., I. Isaksen, V. Grewe, D. Hauglustaine, D.S. Lee, G. Myhre, M.O. Kohler, G. Pitari, U. Schumann, F. Stordal, and C. Zerefos, Aviation radiative forcing in 2000: An update on IPCC (1999), *Meteorologische Zeitschrift*, 14 (4), 555-561, 2005.

Umann, B., F. Arnold, C. Schaal, M. Hanke, J. Uecker, H. Aufmhoff, Y. Balkanski, and R. Van Dingenen, Interaction of mineral dust with gas phase nitric acid and sulfur dioxide during the MINATROC II field campaign: First estimate of the uptake coefficient  $\gamma(\text{HNO}_3)$  from atmospheric data, *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 110 (D22), 2005.

## (2006)

Bousquet, P., P. Ciais, J.B. Miller, E.J. Dlugokencky, D.A. Hauglustaine, C. Prigent, G.R. Van der Werf, P. Peylin, E.G. Brunke, C. Carouge, R.L. Langenfelds, J. Lathiere, F. Papa, M. Ramonet, M. Schmidt, L.P. Steele, S.C. Tyler, and J. White, Contribution of anthropogenic and natural sources to atmospheric methane variability, *Nature*, 443 (7110), 439-443, 2006.

Dentener, F., D. Stevenson, K. Ellingsen, T. van Noije, M. Schultz, M. Amann, C. Atherton, N. Bell, D. Bergmann, I. Bey, L. Bouwman, T. Butler, J. Cofala, B. Collins, J. Drevet, R. Doherty, B. Eickhout, H. Eskes, A. Fiore, M. Gauss, D. Hauglustaine, L. Horowitz, I.S.A. Isaksen, B. Josse, M. Lawrence, M. Krol, J.F. Lamarque, V. Montanaro, J.F. Muller, V.H. Peuch, G. Pitari, J. Pyle, S. Rast, J. Rodriguez, M. Sanderson, N.H. Savage, D. Shindell, S. Strahan, S. Szopa, K. Sudo, R. Van Dingenen, O. Wild, and G. Zeng, The global atmospheric environment for the next generation, *Environmental Science & Technology*, 40 (11), 3586-3594, 2006c.

Dentener, F., J. Drevet, J.F. Lamarque, I. Bey, B. Eickhout, A.M. Fiore, D. Hauglustaine, L.W. Horowitz, M. Krol, U.C. Kulshrestha, M. Lawrence, C. Galy-Lacaux, S. Rast, D. Shindell, D. Stevenson, T. Van Noije, C. Atherton, N. Bell, D. Bergman, T. Butler, J. Cofala, B. Collins, R. Doherty, K. Ellingsen, J. Galloway, M. Gauss, V. Montanaro, J.F. Muller, G. Pitari, J. Rodriguez, M. Sanderson, F. Solmon, S. Strahan, M. Schultz, K. Sudo, S. Szopa, and O. Wild, Nitrogen and sulfur deposition on regional and global scales: A multimodel evaluation, *Global Biogeochemical Cycles*, 20 (4), 2006a.

Folberth, G.A., D.A. Hauglustaine, J. Lathiere, and F. Brocheton, Interactive chemistry in the Laboratoire de Meteorologie Dynamique general circulation model: model description and

impact analysis of biogenic hydrocarbons on tropospheric chemistry, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 6, 2273-2319, 2006.

Gauss, M., G. Myhre, I.S.A. Isaksen, V. Grewe, G. Pitari, O. Wild, W.J. Collins, F.J. Dentener, K. Ellingsen, L.K. Gohar, D.A. Hauglustaine, D. Iachetti, J.F. Lamarque, E. Mancini, L.J. Mickley, M.J. Prather, J.A. Pyle, M.G. Sanderson, K.P. Shine, D.S. Stevenson, K. Sudo, S. Szopa, and G. Zeng, Radiative forcing since preindustrial times due to ozone change in the troposphere and the lower stratosphere, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 6, 575-599, 2006.

Kaplan, J.O., G. Folberth, and D.A. Hauglustaine, Role of methane and biogenic volatile organic compound sources in late glacial and Holocene fluctuations of atmospheric methane concentrations, *Global Biogeochemical Cycles*, 20 (2), 2006.

Kinne, S., M. Schulz, C. Textor, S. Guibert, Y. Balkanski, S.E. Bauer, T. Berntsen, T.F. Berglen, O. Boucher, M. Chin, W. Collins, F. Dentener, T. Diehl, R. Easter, J. Feichter, D. Fillmore, S. Ghan, P. Ginoux, S. Gong, A. Grini, J.E. Hendricks, M. Herzog, L. Horowitz, L. Isaksen, T. Iversen, A. Kirkavag, S. Kloster, D. Koch, J.E. Kristjansson, M. Krol, A. Lauer, J.F. Lamarque, G. Lesins, X. Liu, U. Lohmann, V. Montanaro, G. Myhre, J.E. Penner, G. Pitari, S. Reddy, O. Seland, P. Stier, T. Takemura, and X. Tie, An AeroCom initial assessment - optical properties in aerosol component modules of global models, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 6, 1815-1834, 2006.

Krinner, G., O. Boucher, and Y. Balkanski, Ice-free glacial northern Asia due to dust deposition on snow, *Climate Dynamics*, 27 (6), 613-625, 2006.

Rivier, L., P. Ciais, D.A. Hauglustaine, P. Bakwin, P. Bousquet, P. Peylin, and A. Klonecki, Evaluation of SF<sub>6</sub>, C<sub>2</sub>Cl<sub>4</sub>, and CO to approximate fossil fuel CO<sub>2</sub> in the Northern Hemisphere using a chemistry transport model, *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 111 (D16), 2006.

Schulz, M., C. Textor, S. Kinne, Y. Balkanski, S. Bauer, T. Berntsen, T. Berglen, O. Boucher, F. Dentener, S. Guibert, I.S.A. Isaksen, T. Iversen, D. Koch, A. Kirkevag, X. Liu, V. Montanaro, G. Myhre, J.E. Penner, G. Pitari, S. Reddy, O. Seland, P. Stier, and T. Takemura, Radiative forcing by aerosols as derived from the AeroCom present-day and pre-industrial simulations, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 6, 5225-5246, 2006.

Schwarz, J.P., R.S. Gao, D.W. Fahey, D.S. Thomson, L.A. Watts, J.C. Wilson, J.M. Reeves, M. Darbeheshti, D.G. Baumgardner, G.L. Kok, S.H. Chung, M. Schulz, J. Hendricks, A. Lauer, B. Karcher, J.G. Slowik, K.H. Rosenlof, T.L. Thompson, A.O. Langford, M. Loewenstein, and K.C. Aikin, Single-particle measurements of midlatitude black carbon and light-scattering aerosols from the boundary layer to the lower stratosphere, *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 111 (D16), 2006.

Shindell, D.T., G. Faluvegi, D.S. Stevenson, M.C. Krol, L.K. Emmons, J.F. Lamarque, G. Petron, F.J. Dentener, K. Ellingsen, M.G. Schultz, O. Wild, M. Amann, C.S. Atherton, D.J. Bergmann, I. Bey, T. Butler, J. Cofala, W.J. Collins, R.G. Derwent, R.M. Doherty, J. Drevet, H.J. Eskes, A.M. Fiore, M. Gauss, D.A. Hauglustaine, L.W. Horowitz, I.S.A. Isaksen, M.G. Lawrence, V. Montanaro, J.F. Muller, G. Pitari, M.J. Prather, J.A. Pyle, S. Rast, J.M. Rodriguez, M.G. Sanderson, N.H. Savage, S.E. Strahan, K. Sudo, S. Szopa, N. Unger, T.P.C. van Noije, and G. Zeng, Multimodel simulations of carbon monoxide: Comparison with observations and projected near-future changes, *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 111 (D19), 2006.

Stevenson, D.S., F.J. Dentener, M.G. Schultz, K. Ellingsen, T.P.C. van Noije, O. Wild, G. Zeng, M. Amann, C.S. Atherton, N. Bell, D.J. Bergmann, I. Bey, T. Butler, J. Cofala, W.J. Collins, R.G. Derwent, R.M. Doherty, J. Drevet, H.J. Eskes, A.M. Fiore, M. Gauss, D.A. Hauglustaine, L.W. Horowitz, I.S.A. Isaksen, M.C. Krol, J.F. Lamarque, M.G. Lawrence, V. Montanaro, J.F. Muller,

G. Pitari, M.J. Prather, J.A. Pyle, S. Rast, J.M. Rodriguez, M.G. Sanderson, N.H. Savage, D.T. Shindell, S.E. Strahan, K. Sudo, and S. Szopa, Multimodel ensemble simulations of present-day and near-future tropospheric ozone, *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 111 (D8), 2006.

Szopa, S., D.A. Hauglustaine, R. Vautard, and L. Menut, Future global tropospheric ozone changes and impact on European air quality, *Geophysical Research Letters*, 33 (14), 2006.

Textor, C., M. Schulz, S. Guibert, S. Kinne, Y. Balkanski, S. Bauer, T. Berntsen, T. Berglen, O. Boucher, M. Chin, F. Dentener, T. Diehl, R. Easter, H. Feichter, D. Fillmore, S. Ghan, P. Ginoux, S. Gong, J.E. Kristjansson, M. Krol, A. Lauer, J.F. Lamarque, X. Liu, V. Montanaro, G. Myhre, J. Penner, G. Pitari, S. Reddy, O. Seland, P. Stier, T. Takemura, and X. Tie, Analysis and quantification of the diversities of aerosol life cycles within AeroCom, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 6, 1777-1813, 2006.

Van Noije, T.P.C., H. J. Eskes, F. J. Dentener, D. S. Stevenson, K. Ellingsen, M. G. Schultz, O. Wild, M. Amann, C. S. Atherton, D. J. Bergmann, I. Bey, K. F. Boersma, T. Butler, J. Cofala, J. Drevet, A. M. Fiore, M. Gauss, D. A. Hauglustaine, L. W. Horowitz, I. S. A. Isaksen, M. C. Krol, J.-F. Lamarque, M. G. Lawrence, R. V. Martin, V. Montanaro, J.-F. Müller, G. Pitari, M. J. Prather, J. A. Pyle, A. Richter, J. M. Rodriguez, N. H. Savage, S. E. Strahan, K. Sudo, and S. Szopa, Multi-model ensemble simulations of tropospheric NO<sub>2</sub> compared with GOME retrievals for the year 2000, *Atmospheric Chemistry and Physics*, vol. 6, pp. 2943-2979, 2006.

Yu, H., Y.J. Kaufman, M. Chin, G. Feingold, L.A. Remer, T.L. Anderson, Y. Balkanski, N. Bellouin, O. Boucher, S. Christopher, P. DeCola, R. Kahn, D. Koch, N. Loeb, M.S. Reddy, M. Schulz, T. Takemura, and M. Zhou, A review of measurement-based assessments of the aerosol direct radiative effect and forcing, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 6, 613-666, 2006.

### (2007)

Balkanski, Y., M. Schulz, T. Claquin, and S. Guibert, Reevaluation of Mineral aerosol radiative forcings suggests a better agreement with satellite and AERONET data, *Atmos. Chem. Phys.*, Vol 7, pp 81-95, 2007.

Dufour, G., S. Szopa, D.A. Hauglustaine, C.D. Boone, C.P. Rinsland, and P.F. Bernath, The influence of biogenic emissions on upper-tropospheric methanol as revealed from space, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 7 (24), 6119-6129, 2007.

Eyring, V., D.S. Stevenson, A. Lauer, F.J. Dentener, T. Butler, W.J. Collins, K. Ellingsen, M. Gauss, D.A. Hauglustaine, I.S.A. Isaksen, M.G. Lawrence, A. Richter, J.M. Rodriguez, M. Sanderson, S.E. Strahan, K. Sudo, S. Szopa, T.P.C. van Noije, and O. Wild, Multi-model simulations of the impact of international shipping on Atmospheric Chemistry and Climate in 2000 and 2030, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 7, 757-780, 2007.

Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Berntsen, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D.C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz, and R.V. Dorland, Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing, in *The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, and H.L. Miller, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007.

Generoso, S., F.M. Breon, F. Chevallier, Y. Balkanski, M. Schulz, and I. Bey, Assimilation of POLDER aerosol optical thickness into the LMDz-INCA model: Implications for the Arctic aerosol burden, *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 112 (D2), 2007.



Szopa, S., and D.A. Hauglustaine, Relative impacts of worldwide tropospheric ozone changes and regional emission modifications on European surface-ozone levels, *Comptes Rendus Geoscience*, 339 (11-12), 709-720, 2007.

Szopa, S., D.A. Hauglustaine, and P. Ciais, Relative contributions of biomass burning emissions and atmospheric transport to carbon monoxide interannual variability, *Geophysical Research Letters*, 34 (18), 2007.

Textor, C., M. Schulz, S. Guibert, S. Kinne, Y. Balkanski, S. Bauer, T. Berntsen, T. Berglen, O. Boucher, M. Chin, F. Dentener, T. Diehl, J. Feichter, D. Fillmore, P. Ginoux, S. Gong, A. Grini, J. Hendricks, L. Horowitz, P. Huang, I.S.A. Isaksen, T. Iversen, S. Kloster, D. Koch, A. Kirkevåg, J.E. Kristjansson, M. Krol, A. Lauer, J.F. Lamarque, X. Liu, V. Montanaro, G. Myhre, J.E. Penner, G. Pitari, M.S. Reddy, O. Seland, P. Stier, T. Takemura, and X. Tie, The effect of harmonized emissions on aerosol properties in global models - an AeroCom experiment, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 7 (17), 4489-4501, 2007.

West, J.J., S. Szopa, and D.A. Hauglustaine, Human mortality effects of future concentrations of tropospheric ozone, *Comptes Rendus Geoscience*, 339 (11-12), 775-783, 2007.

## (2008)

Aumont, O., L. Bopp, and M. Schulz, What does temporal variability in aeolian dust deposition contribute to sea-surface iron and chlorophyll distributions?, *Geophys. Res. Lett.*, 35, L07607, doi:10.1029/2007GL031131, 2008.

Turquety, S., Clerbaux, C., Law, K., Coheur, P.-F., Cozic, A., Szopa, S., Hauglustaine, D. A., Hadji-Lazaro, J., Gloudemans, A. M. S., Schrijver, H., Boone, C. D., Bernath, P. F., and Edwards, D. P.: CO emission and export from Asia: an analysis combining complementary satellite measurements (MOPITT, SCIAMACHY and ACE-FTS) with global modeling, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 8, 1709-1755, 2008

### **Publications in press/submitted**

Deandreis, C., Y. Balkanski, J. L. Dufresne, Impact of the temporal variability of sulphate aerosol in the assessment of the direct and indirect effects: analysis of radiative forcings and temperature response, soumis à *J. Geophys. Res.*.

Ndour, M., B. D'anna, C. George, O. Ka, Y. Balkanski, J. Kleffmann, K. Stemmler And M. Ammann, Impact of the photocatalytic properties of mineral dust on atmospheric composition, in press, *Geoph. Res. Let.*.

Halenka, Uherek, Balkanski, Borken, Gauss, Juda-Rezler, Lelieveld, Melas, Rypdal, Schmid, Land Transport Assessment, "Assessment of the climate impact on land transport", soumis.

Tsigaridis, K., Y. Balkanski, M. Schulz, Error estimation of aerosol optical properties due to uncertainties on the representation in global models, soumis à *Atmos. Chem.Phys.*.

## **7 Sites web**

### **Sites web**

<http://www-lsceinca.cea.fr/>

[http://www-lsceinca.cea.fr/welcome\\_real\\_time.html](http://www-lsceinca.cea.fr/welcome_real_time.html)

## Evaluation

[http://nansen.ipsl.jussieu.fr/cgi-bin/AEROCOM/retro/retro\\_annualrs.pl](http://nansen.ipsl.jussieu.fr/cgi-bin/AEROCOM/retro/retro_annualrs.pl)

[http://nansen.ipsl.jussieu.fr/cgi-bin/AEROCOM/aerocom/surfobs\\_annualrs.pl](http://nansen.ipsl.jussieu.fr/cgi-bin/AEROCOM/aerocom/surfobs_annualrs.pl)