

## Contribution française au projet international POLARCAT (*POLar study using Aircraft, Remote sensing, surface measurements and models, of Climate, chemistry, Aerosols and Transport*)

Auteurs: K. Law et G. Ancellet

### Objectifs du projet

Ce projet est la contribution française à l'activité POLARCAT dans le cadre de l'Année Polaire Internationale. Il a représenté une composante importante de POLARCAT grâce au déploiement de mesures aéroportées des polluants gazeux et particulaires au Nord de l'Europe, au Groenland et en Sibérie. L'objectif général a été d'améliorer notre compréhension des mécanismes de transport des polluants à longue distance et de leur impact sur l'Arctique. L'accent a ainsi été mis sur les concentrations d'aérosols, d'ozone ainsi que leur précurseurs résultant des sources anthropiques et des feux de forêts boréaux. Les 4 principales questions à élucider sont :

**Quantification des régimes de transport** entre moyennes latitudes et arctique avec une focalisation sur le transport vers l'Europe du Nord au printemps et vers le Groenland ou la Sibérie en été

**Interactions aerosol-nuages** pour améliorer la quantification de l'impact des propriétés de l'aérosol sur les propriétés des nuages (durée de vie, propriétés optiques). L'accent sera mis sur les processus à l'origine des nuages de glace ou en phase mixte.

**Améliorer la compréhension du rôle des feux de forêts boréaux** en Sibérie et au Canada comme source de pollution en Arctique ainsi que leur impact relatif par rapport aux émissions anthropiques des moyennes latitudes.

**Valider les observations satellite en Arctique**, principalement les produits nuage et aerosol de CALIOP et les mesures de composés gazeux de IASI (O<sub>3</sub>, CO)

Ce projet a bénéficié de 2 projets ANR entre 2007 et 2014 (POLARCAT et CLIMSLIP), d'un soutien du CNES pour la validation CALIPSO et IASI, de l'INSU au travers du programme LEFE et l'IPEV pour la campagne printemps 2008 à Kiruna.

### Plan de travail : analyse de mesures aéroportées et d'observations satellite et modélisation

POLARCAT-France a réalisé avec succès 2 campagnes avec l'ATR-42: Kiruna, au nord de Suède en Avril 2008 et au Groenland en Juillet 2008. Ces campagnes sont complémentaires de celles effectuées avec un avion russe en Sibérie en Juillet 2008 et en Avril 2010. L'ATR-42, équipé de mesures in-situ des aérosols et des nuages ainsi que d'un lidar aerosol lidar collecta de nouvelles mesures sur les propriétés des nuages et des aérosols au printemps. En été, l'ATR-42 a été équipé aussi de mesure d'ozone (lidar et in-situ), de CO et de mesures de la composition chimique de l'aérosol. Les vols de l'ATR-42 au Groenland ont été conduits en coordination avec ceux d'un avion allemand volant à plus haute altitude (DLR) et d'avions américains basés au Canada pour des survols des feux boréaux. Les vols YAK ont permis grâce à une boucle au dessus de la Sibérie une surveillance des feux asiatiques et du transport depuis la Chine. La validation des mesures satellite (CALIPSO/IASI) a été conduite pour les 2 saisons. Les mesures avion de POLARCAT-France ont été utilisées pour valider des simulations numériques de la composition chimique de l'atmosphère arctique avec le modèle de climat IPSL LMDz-INCA. Une analyse Lagrangienne permettant de simuler l'évolution de l'aérosol et des concentrations d'ozone est aussi possible en utilisant les échantillonnages multiples des masses d'air entre les régions sources et l'Arctique. A modèle de microphysique des nuages a aussi permis d'étudier les propriétés des nuages arctiques.

Un second projet ANR CLIMSLIP a permis l'exploitation des ces données aéroportées pour évaluer les performances des modèles de la composition chimique et du transfert radiatif en utilisant des modèles régionaux (WRF-Chem, CHIMERE) et globaux (LMDz-INCA)

### Résultats

Le projet POLARCAT a permis la constitution d'une base de données unique sur la composition de l'atmosphère Arctique (aérosol, ozone et ses précurseurs gazeux) en réponse à un impact des activités humaines et des feux de forêt boréaux. Au printemps et en été, l'analyse des données avions et satellite a permis d'identifier des couches de pollution transportées depuis l'Asie, et pour le cas du Groenland avec un fort impact de l'Amérique du Nord jusqu'à des latitudes de 70°N. Une persistance plus forte que prévue des couches d'aérosols a été observée au printemps avec des conséquences sur les interactions nuage-aérosol (albédo). Le nombre de nuages glacés est aussi plus important que celui prévu par les théories actuelles de formation de la glace. En été, les concentrations d'ozone sont fortement dépendantes des transports depuis les moyennes latitudes, Asie notamment, avec un réactivité photochimique persistante au dessus de l'Arctique.

Dans le cadre du projet CLIMSLIP, des avancées ont pu être obtenues sur la modélisation de la production photochimique d'ozone dans les panaches de pollution, des sources de méthane en Arctique, de l'albédo de la neige et du forçage radiatif direct et indirect des aérosols. Les résultats des simulations numériques ont contribué à l'intercomparaison des modèles en arctique (POLMIP). De nouvelles observations au sol à Svalbard (BC, propriétés des nuages) et campagnes aéroportées en Sibérie ont été combinées avec les observations satellite pour évaluer la composition chimique de l'arctique. CLIMSLIP a contribué au rapport AMAP de l'Arctic Council qui résume notre connaissance actuelle sur le rôle des espèces comme l'ozone le BC ou les aérosols. Ce rapport alimente les discussions de l'Arctic Council, où la France siège comme observateur, sur la réduction des émissions pour ralentir le

réchauffement de l'Arctique. CLIMSLIP a aussi contribué à la création d'une nouvelle initiative sur la pollution de l'air en Arctique (PACES: air Pollution in the Arctic: Climate, Environment, Societies) soutenue par IGAC/IASC.

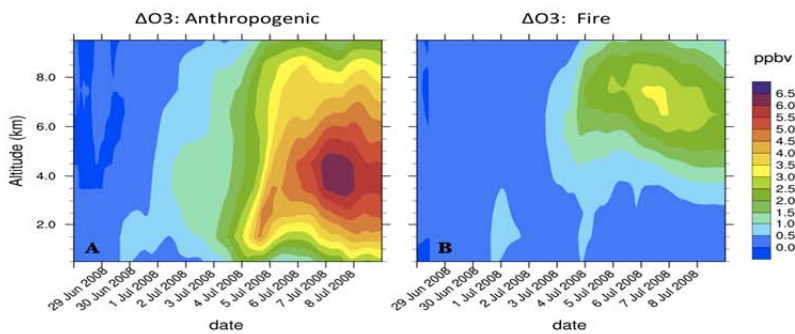


Fig. 1: Modélisation de l'augmentation d'ozone en ppbv dû aux sources anthropiques (gauche) et aux feux de biomasse (droite) transportés de l'Amérique du Nord vers le Groenland en Juillet 2008 (Thomas et al., Atmos. Chem. Phys., 2013).

## Production scientifique

Les observations du projet sont disponibles sur le site (<http://climserv.ipsl.polytechnique.fr/arcticportal/>) du LABEX IPSL.

POLARCAT a initié plusieurs partenariats: collaborations au sein de nouveaux projets EU (ECLIPSE, ACCESS), AWI/Canadian groupes (NETCARE project), avec la Russie (IAO à Tomsok) et l'Autriche (Université Innsbruck).

Les résultats du projet ont été publiés dans 30 articles de rang A et de nombreux actes de conférence et 5 thèses sont basés sur les résultats du projet. POLARCAT et CLIMSLIP ont employé 7 jeunes chercheurs dont 3 ont obtenus un poste permanent (1 CNRS, 2 secteur privé).

Les projets POLARCAT et CLIMSLIP sont des projet de recherche fondamentale coordonné par le LATMOS (K. Law and G. Ancellet). Il associe aussi les laboratoires LAMP, LSCE, LGGE et LMD. Ils ont bénéficié d'une aide ANR de 1 M€ pour un coût global de l'ordre de 5 M€.

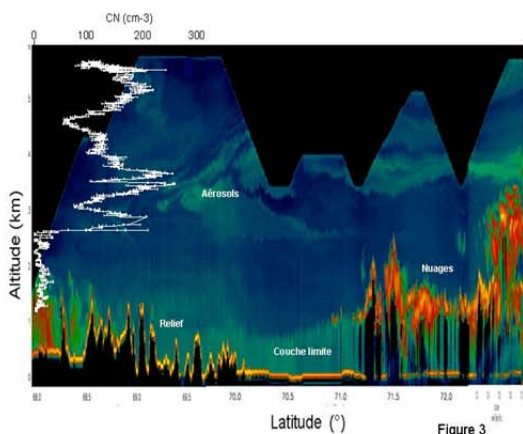


Figure 3

Fig 2 Observations au nord de la Suède en Avril 2008 par le lidar Aérosol de l'ATR-42 de feux printaniers transportés à travers l'Arctique depuis la Sibérie. La courbe en blanc représente les concentrations d'aérosol mesurées in-situ par l'avion. Les couches d'aérosols (en vert) observées au dessus de 2 km d'altitude ont différentes origines (Emissions anthropiques asiatiques, feux de forêts en Sibérie, aérosol minéral désertique). Adapté à partir de Adam de Villiers et al.

(2010).

## Production scientifique du projet POLARCAT

**I ) Publications de l'ACP - Special Issue POLARCAT (Polar Study using Aircraft, Remote Sensing, Surface Measurements and Models, of Climate, Chemistry, Aerosols, and Transport) Editor(s): A. Stohl, K. Law, J. W. Bottenheim, P. Monks, and P. Quinn**

Seules les publications utilisant les mesures SAFIRE sont incluses

Wildfire smoke in the Siberian Arctic in summer: source characterization and plume evolution from airborne measurements

J.-D. Paris, A. Stohl, P. Nédélec, M. Yu. Arshinov, M. V. Panchenko, V. P. Shmargunov, K. S. Law, B. D. Belan, and P. Ciais  
Atmos. Chem. Phys., 9, 9315-9327, 2009

Airborne measurements of aerosol optical properties related to early spring transport of mid-latitude sources into the Arctic

R. Adam de Villiers, G. Ancellet, J. Pelon, B. Quennehen, A. Schwarzenboeck, J. F. Gayet, and K. S. Law  
Atmos. Chem. Phys., 10, 5011-5030, 2010

IASI carbon monoxide validation over the Arctic during POLARCAT spring and summer campaigns

M. Pommier, K. S. Law, C. Clerbaux, S. Turquety, D. Hurtmans, J. Hadji-Lazaro, P.-F. Coheur, H. Schlager, G. Ancellet, J.-D. Paris, P. Nédélec, G. S. Diskin, J. R. Podolske, J. S. Holloway, and P. Bernath  
Atmos. Chem. Phys., 10, 10655-10678, 2010

Episodes of cross-polar transport in the Arctic troposphere during July 2008 as seen from models, satellite, and aircraft observations

H. Sodemann, M. Pommier, S. R. Arnold, S. A. Monks, K. Stebel, J. F. Burkhart, J. W. Hair, G. S. Diskin, C. Clerbaux, P.-F. Coheur, D. Hurtmans, H. Schlager, A.-M. Blechschmidt, J. E. Kristjánsson, and A. Stohl  
Atmos. Chem. Phys., 11, 3631-3651, 2011

Airborne DOAS measurements in Arctic: vertical distributions of aerosol extinction coefficient and NO<sub>2</sub> concentration

A. Merlaud, M. Van Roozendael, N. Theys, C. Fayt, C. Hermans, B. Quennehen, A. Schwarzenboeck, G. Ancellet, M. Pommier, J. Pelon, J. Burkhart, A. Stohl, and M. De Mazière  
Atmos. Chem. Phys., 11, 9219-9236, 2011

Source identification and airborne chemical characterisation of aerosol pollution from long-range transport over Greenland during POLARCAT summer campaign 2008

J. Schmale, J. Schneider, G. Ancellet, B. Quennehen, A. Stohl, H. Sodemann, J. F. Burkhart, T. Hamburger, S. R. Arnold, A. Schwarzenboeck, S. Borrmann, and K. S. Law  
Atmos. Chem. Phys., 11, 10097-10123, 2011

Physical and chemical properties of pollution aerosol particles transported from North America to Greenland as measured during the POLARCAT summer campaign

B. Quennehen, A. Schwarzenboeck, J. Schmale, J. Schneider, H. Sodemann, A. Stohl, G. Ancellet, S. Crumeyrolle, and K. S. Law  
Atmos. Chem. Phys., 11, 10947-10963, 2011

In-situ observation of Asian pollution transported into the Arctic lowermost stratosphere

A. Roiger, H. Schlager, A. Schäfler, H. Huntrieser, M. Scheibe, H. Aufmhoff, O. R. Cooper, H. Sodemann, A. Stohl, J. Burkhardt, M. Lazzara, C. Schiller, K. S. Law, and F. Arnold  
Atmos. Chem. Phys., 11, 10975-10994, 2011

Analysis of ozone and nitric acid in spring and summer Arctic pollution using aircraft, ground-based, satellite observations and MOZART-4 model: source attribution and partitioning  
C. Wespes, L. Emmons, D. P. Edwards, J. Hannigan, D. Hurtmans, M. Saunois, P.-F. Coheur, C. Clerbaux, M. T. Coffey, R. L. Batchelor, R. Lindenmaier, K. Strong, A. J. Weinheimer, J. B. Nowak, T. B. Ryerson, J. D. Crouse, and P. O. Wennberg  
Atmos. Chem. Phys., 12, 237-259, 2012

Assimilation of IASI satellite CO fields into a global chemistry transport model for validation against aircraft measurements  
A. Klonecki, M. Pommier, C. Clerbaux, G. Ancellet, J.-P. Cammas, P.-F. Coheur, A. Cozic, G. S. Diskin, J. Hadji-Lazaro, D. A. Hauglustaine, D. Hurtmans, B. Khatatov, J.-F. Lamarque, K. S. Law, P. Nédélec, J.-D. Paris, J. R. Podolske, P. Prunet, H. Schlager, S. Szopa, and S. Turquety  
Atmos. Chem. Phys., 12, 4493-4512, 2012

Analysis of IASI tropospheric O<sub>3</sub> data over the Arctic during POLARCAT campaigns in 2008  
M. Pommier, C. Clerbaux, K. S. Law, G. Ancellet, P. Bernath, P.-F. Coheur, J. Hadji-Lazaro, D. Hurtmans, P. Nédélec, J.-D. Paris, F. Ravetta, T. B. Ryerson, H. Schlager, and A. J. Weinheimer  
Atmos. Chem. Phys., 12, 7371-7389, 2012  
Abstract Final Revised Paper (PDF, 11659 KB) Discussion Paper (ACPD)

Pollution transport from North America to Greenland during summer 2008  
J. L. Thomas, J.-C. Raut, K. S. Law, L. Marelle, G. Ancellet, F. Ravetta, J. D. Fast, G. Pfister, L. K. Emmons, G. S. Diskin, A. Weinheimer, A. Roiger, and H. Schlager  
Atmos. Chem. Phys., 13, 3825-3848, 2013

Transport of aerosol to the Arctic: analysis of CALIOP and French aircraft data during the spring 2008 POLARCAT campaign  
Ancellet G., Pelon J., Blanchard Y., Quennehen B., Bazureau A., Law K. S., Schwarzenboeck A.  
Atmospheric Chemistry and Physics 14, 5 (2014) 8235-8254 - hal-00955784 -

## **II) Autres publications non incluses dans l'issue spéciale ACP**

Comparison of airborne in-situ, airborne radar-lidar, and spaceborne radar-lidar retrievals of polar ice cloud properties sampled during the POLARCAT campaign  
Delanoë J., Protat A., Jourdan O., Pelon J., Papazzoni M., Dupuy R., Gayet J.-F., Jouan C.  
Journal of Atmospheric and Oceanic Technology 30, 1 (2013) 57-73

Anthropogenic and forest fire pollution aerosol transported to the Arctic: observations from the POLARCAT-France spring campaign  
Quennehen, B. and Schwarzenboeck, A. and Matsuki, A. and Burkhardt, J. F. and Stohl, A. and Ancellet, G. and Law, K. S.  
Atmospheric Chemistry and Physics, 12, 14, 6437-6454, doi 10.5194/ acp-12-6437-2012, 2012

Source contributions to Northern Hemisphere CO and black carbon during spring and summer 2008 from POLARCAT and START08/preHIPPO observations and MOZART-4  
Tilmes, S. and Emmons, L. K. and Law, K. S. and Ancellet, G. and Schlager, H. and Paris, J.-D. and Fuelberg, H. E. and Streets, D. G. and Wiedinmyer, C. and Diskin, G. S. and Kondo, Y. and Holloway, J. and Schwarz, J. P. and Spackman, J.

R. and Campos, T. and N'ed'elec, P. and Panchenko, M. V.,  
Atmospheric Chemistry and Physics Discussions, 11, 2, 5935-5983, doi 10.5194/  
acpd-11-5935-2011, 2011

On the relationship between Arctic ice clouds and polluted air masses over the  
North Slope of Alaska in April 2008

Jouan, Caroline and Pelon, Jacques and Girard, E. and Ancellet, Gérard and  
Blanchet, J. P. and Delanoë, Julien

Atmospheric Chemistry and Physics, 14, 3, 1205-1224, doi 10.5194/ acp-14-1205-  
2014, 2014.

Aerosol layers from the 2008 eruptions of Mount Okmok and Mount Kasatochi: In-  
situ UT/LS measurements of sulfate and organics over Europe

Schmale and J. and J. Schneider and T. Jurkat and C. Voigt and H. Eichler and M.  
Rautenhaus and M. Lichtenstern and H. Schlager and G. Ancellet and F. Arnold and  
M. Gerding and I. Mattis and M. Wendisch and S. Borrmann

J.Geophys.Research D, 115, doi 10.1029/2009JD013628, 2010

Arctic Air Pollution: New Insights From POLARCAT-I PY

Law K. S., Stohl A., Quinn P. K., Brock C., Burkhardt J., Paris J.-D., Ancellet  
G., Singh H. B., Roiger A., Schlager H. et al

bulletin of the american meteorological Society (2014) (inpress)

Multi-model study of chemical and physical controls on transport of  
anthropogenic and biomass burning pollution to the Arctic

Monks S.A., Arnold S.R., Emmons L.K., Law K. S., Turquety S., Duncan B.N.,  
Flemming J., Huijnen V., Tilmes S., Langner J. et al

Atmospheric Chemistry and Physics Discussions 14, 18 (2014) 25051-25082

### III Thèses :

Auby A.

Modélisation à haute résolution du transport de polluants à longue distance  
Thèses. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI (19/01/2012), Kathy Law;  
François Ravetta (Dir.)

Adam De Villiers R.

Analyse des propriétés optiques des aérosols observés en Arctique pendant la  
campagne de printemps de l'API/POLARCAT.  
Thèses. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI (29/03/2011), Gérard  
Ancellet; Jacques Pelon (Dir.)

Pommier M.

Caractérisation de la pollution dans la troposphère arctique : utilisation des  
données satellitaires et aéroportées dans le cadre de la campagne API/POLARCAT  
Thèses. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI (21/01/2011), Cathy Clerbaux  
et Kathy Law (Dir.)

Jouan C.

Les nuages de glace en Arctique : Mécanismes de formation

Thèses. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II (26/04/2013), Jacques  
Pelon, Eric Girard (Dir.)

B. Quennehen

Etude des aérosols transportés en Arctique à partir des mesures aéroportées  
(ATR-42) du LaMP durant le projet POLACART

Thèses. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II (14/12/2011), A.  
Scharwzenboek (Dir.)

Julia Schmale

"Aircraft-based in-situ aerosol mass spectrometry: Chemical characterization and

source identification of submicron  
particulate matter in the free and upper troposphere and lower stratosphere”  
Dissertation at the Max Planck Institute for Chemistry, Department of Particle  
Chemistry, Mainz, Germany, 2011,

MIOCHE, G.,

Validation des produits d'inversion des observations satellitaires CALIPSO et  
CloudSat pour la caractérisation des propriétés optiques et microphysiques des  
nuages de glace et en phase mixte

Thèse de l'Université Blaise Pascal; Clermont-Ferrand, Soutenue le 30 mars 2010  
(Directeurs de Thèse Gayet, J.-F. ; Schwarzenböck, A.)

#### **IV Acte de Colloques (probablement beaucoup plus....)**

2013

Model Evaluation with Aircraft Campaign Data: Examples from the POLARCAT Model  
Intercomparison Project (POLMIP)

Emmons L.K., Tilmes S., Arnold S.R., Monks S.A., Law K. S., Thomas J. L.,  
Bouarar I., Raut J.-C., Turquety S., Duncan B. et al  
CCMI (Chemistry-Climate Model Initiative) Workshop,, Boulder : United States  
(2013) - hal-00833575 - (Communications sans actes)

Transport of anthropogenic and biomass burning aerosols from Europe to the  
Arctic during spring 2008. (poster)

Marelle L., Raut J.-C., Law K. S., Ancellet G., Quennehen B., Schwarzenboeck A.  
The Arctic Science Summit Week (ASSW) 2013, Krakow : Poland (2013) - hal-  
00833324 - (Communications sans actes)

Transport and chemistry of anthropogenic pollution and boreal forest fire  
emissions to the Arctic during summer 2008

Thomas J. L., Raut J.-C., Law K. S., Marelle L., Ancellet G., Ravetta F., Fast  
J. D., Pfister G., Emmons L. K., Diskin G. S. et al  
EGU General Assembly 2013, Vienna : Autriche (2013) - hal-00833282 -  
(Communications sans actes)

2012

Evaluation of modeled vertical aerosol distributions over Europe using in-situ  
and satellite data

Quennehen B., Raut J.-C., Law K. S., Thomas J., Ancellet G., Bazureau A., Pelon  
J.

IGAC 2012: Atmospheric Chemistry in the Anthropocene, Beijing : China (2012) -  
hal-00832857 - (Communications sans actes)

Transport of Anthropogenic Pollution and Boreal Forest Fire Emissions to the  
Arctic during Summer 2008

Raut J.-C., Thomas J., Law K. S., Ancellet G., Rasch P., Fast J., Pfister G.,  
Emmons L.

IPY (International Polar Year) Conference, Montreal : Canada (2012) - hal-  
00832480 - (Communications sans actes)

2011

Transport of anthropogenic pollution and boreal forest fire emissions to the  
Arctic during summer 2008

Thomas J., Raut J.-C., Law K. S., Ancellet G., Fast J., Pfister G., Emmons L.,  
Wiedinmyer C., Rasch P.

ACCENT Plus Symposium, Urbino : Italie (2011) - hal-00666301 - (Communications  
sans actes)

Photochemical processing during long-range transport using Eulerian and  
Lagrangian Approaches

Auby A., Raut J.-C., Law K. S.  
AGU Chapman Conference on Advances in Lagrangian Modeling of the Atmosphere,  
Grindelwald : Suisse (2011) - hal-00665970 - (Communications sans actes)

Pollution transport to the Arctic  
Law K. S., Thomas J., Raut J.-C., Fast J., Rasch P., Arnold S., Monks S., Emmons  
L., Ravetta F., Ancellet G. et al  
IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics) XXV General Assembly,  
Melbourne : Australie (2011) - hal-00665994 - (Communications sans actes)

Pollution transport pathways to the Arctic during summer 2008  
Thomas J., Raut J.-C., Law K. S., Ancellet G., Rasch P., Fast J.  
AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Program) Meeting; The Arctic as a  
Messenger for Global Processes: Climate Change and Pollution, Copenhagen :  
Danemark (2011) - hal-00666021 - (Communications sans actes)

Pollution transported to the Arctic during the POLARCAT-France spring and summer  
campaigns: source regions and aerosol properties. (poster)  
Quennehen B., Schwarzenboeck A., Matsuki A., Schmale J., Sodemann H., Ancellet  
G., Schneider J., Stohl A., Pelon J., Law K. S.  
European Geosciences Union General Assembly, Vienna : Autriche (2011) - hal-  
00675357 - (Communications sans actes)

2010

Pollution observed by the IASI remote sensor and calculated by LMDz-INCA model  
Pommier M., Clerbaux C., Law K. S., Turquety S., Hadji-Lazaro J., Hurtmans D.,  
Coheur P.-F., Szopa S.  
Workshop POLARCAT-France,, Paris : France (2010) - hal-00816637 -  
(Communications sans actes)

Identification of aerosol transport pathways in the Arctic region in early  
spring from semi-lagrangian tracer advection in Polar-WRF model  
Raut J.-C., Law K. S., Ancellet G., Pelon J., Adam De Villiers R., Turquety S.,  
Rasch P., Fast J., Ghan S.  
International Global Atmospheric Chemistry (IGAC) Conference, Halifax : Canada  
(2010) - hal-00666310 - (Communications sans actes)

IASI carbon monoxide validation over the Arctic  
Pommier M., Law K. S., Clerbaux C., Turquety S., Hadji-Lazaro J., Hurtmans D.,  
Coheur P.-F., Schlager H., Ancellet G., Paris J.-D. et al  
2nd IASI International Conference, Sévrier : France (2010) - hal-00476282 -  
(Communications sans actes)

2009

Carbon monoxide transport in the Arctic: A joint study using IASI satellite and  
aircraft data in spring and summer 2008  
Pommier M., Law K. S., Clerbaux C., Turquety S., Hadji-Lazaro J., Hurtmans D.,  
Coheur P.-F., Schlager H., Ancellet G., Paris J.-D. et al  
2009 AGU Fall Meeting, San Francisco : États-Unis (2009) - hal-00440838 -  
(Communications sans actes)

Pollution impacts on Arctic O<sub>3</sub> and CO distributions during POLARCAT summer  
campaign: comparison satellite vs aircrafts measurements  
Pommier M., Law K. S., Clerbaux C., Turquety S., Schlager H., Ancellet G., Paris  
J.-D., Nédelec P., Weinheimer A.J., Diskin G.S. et al  
Workshop POLARCAT-ARCTAS, New Hampshire : États-Unis (2009) - hal-00446939 -  
(Communications sans actes)

Study of Arctic aerosol particle properties from ATR-42 aircraft in situ  
measurements during two POLARCAT campaigns conducted in 2008 during arctic

spring and summer.

Quennehen B., Schwarzenboeck A., Gayet J.-F., Gourbeyre C., Doussière F., Pelon J., Law K. S., Schmale J.

EGU General Assembly, Vienna : Autriche (2009) - hal-00675321 - (Communications sans actes)

Pollution impacts on Arctic O<sub>3</sub> and CO distributions during POLARCAT summer campaign

Pommier M., Law K. S., Clerboux C., Turquety S., Schlager H., Ancellet G., Paris J.-D., Nédélec P., Weinheimer A.J., Diskin G.S.

EGU General Assembly, Vienna : Autriche (2009) - hal-00439355 - (Communications sans actes)