



**Bertrand
BESSAGNET**

IMPACT DES INCENDIES DE FORÊTS RUSSES D'AOÛT 2010 SUR LA QUALITÉ DE L'AIR ET LES PROPRIÉTÉS DE L'ATMOSPHÈRE

Références

[1] Turquety S., Menut L., Bessagnet B., Anav A., Viovy N., Maignan F., et Wooster M., APIFLAME V1.0, high resolution fire emission model and application to the Euro-Mediterranean region, 2014, *Geoscientific Model Development*, 7, pp 587-612

[2] Péré J.-C., Bessagnet B., Mallet M., Vaquet F., Chiapello I., Minvielle F., Pont V. et Menut L., Direct radiative effect of the Russian wildfires and its impact on air temperature and atmospheric dynamics during August 2010, 2014, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 14 (4): p. 1999-2013

L'impact des feux de forêts et des feux de biomasses de grande échelle sur la qualité de l'air est bien reconnu. Ils constituent une source importante de composés chimiques gazeux et particulaires susceptibles d'affecter non seulement la qualité de l'air mais aussi les propriétés chimiques de l'atmosphère, et donc plus globalement sa température et sa dynamique. Ces polluants sont des gaz à effet de serre (CO_2 , CH_4) mais aussi des oxydes d'azote (NO_x), des composés organiques volatils (COV) et surtout des particules (PM). Selon sa composition (qui dépend de la nature des végétaux brûlés, de l'intensité du feu...) le panache issu de ces feux affecte la qualité de l'air dans les territoires environnants et parfois à très grande distance (plusieurs milliers de kilomètres) en élevant les niveaux de pollution particulaire ou en contribuant à la formation de polluants secondaires tels que l'ozone ou certaines particules.

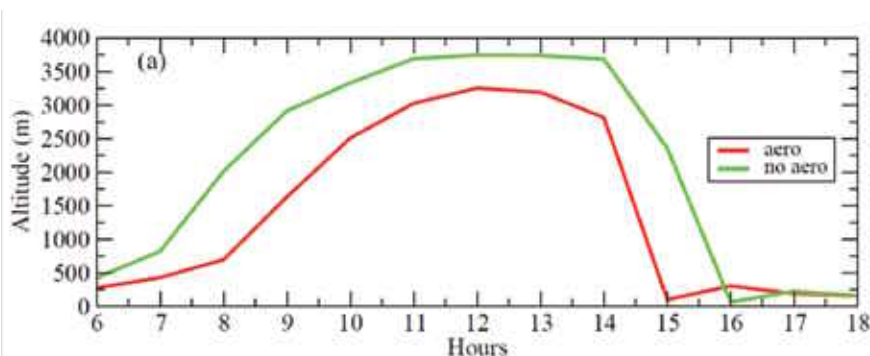
Qualité de l'air

Ces phénomènes sont assez largement étudiés depuis plusieurs années (les incendies au Portugal de 2003 constituent une excellente base de références) et continuent de faire

l'objet de l'attention particulière des chercheurs et modélisateurs de la qualité de l'air. En effet, ils disposent désormais de nouveaux moyens d'observations, les satellites, qui permettent d'accéder à une évaluation des émissions, et de leur évolution spatio-temporelle. L'influence de ces panaches d'incendies sur la qualité de l'air peut être telle que cette connaissance est indispensable pour bien prédire les épisodes de pollution particulaire. Ainsi, afin d'améliorer les performances du système PREV'AIR, l'INERIS s'est investi dans le projet APIFLAME, financé par le programme PRIMEQUAL⁽¹⁾, et coordonné le Laboratoire de météorologie dynamique de l'Institut Pierre Simon Laplace (IPSL). Dans ce projet, l'observation satellite (MODIS) des surfaces brûlées et des incendies a permis de reconstruire un inventaire d'émissions et d'intégrer cette nouvelle source dans le modèle de chimie-transport CHIMERE que l'INERIS co-développe avec l'IPSL, et qui est mis en œuvre dans le système national de prévision de la qualité de l'air PREV'AIR (www.prevaire.org). Ces résultats sont détaillés dans Turquety et al. (2014) [1]. L'INERIS poursuit ses travaux sur le sujet, en utilisant notamment les

Figure 1

Évolution de la hauteur de la couche limite atmosphérique simulée avec (en rouge) et sans (en vert) prendre en compte la présence d'aérosols générés par les incendies à Moscou le 8 août 2010 (Source : Péré et al., 2014)



During mid-July to mid-August 2010, the western part of Russia was affected by a strong heatwave episode favourable to the development of numerous wildfires. When analysing the Russian meteorological situation, particularly the time series of temperature we became convinced that the huge PM concentrations were responsible for an attenuation of the maximum temperature in Moscow. The research performed with the LOA (Laboratoire d'Optique Atmosphérique) showed a strong impact of particulate matter concentrations on the meteorology with a reduction of the solar radiations close to the ground and then a stabilization of the atmosphere and lower temperatures. The feedback on meteorology increased the PM concentrations in the low troposphere.

produits nouvellement proposés par le projet MACC-II du programme européen Copernicus de surveillance de l'environnement : des prévisions quotidiennes et mondiales d'émissions de feux (http://www.gmes-atmosphere.eu/about/project_structure/input_data/d_fire/).

Influence sur le climat

Mais les émissions de feux de forêts de grande ampleur peuvent également affecter les propriétés intrinsèques de l'atmosphère, et ainsi influencer le climat, soit directement par l'émission de gaz à effet de serre et des aérosols, soit indirectement en agissant sur les propriétés microphysiques des nuages. En interagissant avec le rayonnement solaire, les particules modifient l'équilibre radiatif de la Terre. Leur impact radiatif varie selon leur nature, et peut être à l'origine d'évolutions significatives sur les précipitations, la température, et la dynamique de l'atmosphère. C'est ce que l'INERIS

a investigué à une échelle plus locale dans une étude ciblée sur les importants incendies de forêt qui ont ravagé une part de la Russie occidentale durant l'été 2010. Ils furent à l'origine de niveaux de particules extrêmement élevés dans ces régions (plusieurs centaines de $\mu\text{g}/\text{m}^3$), mais dans ce cas l'Institut s'est plutôt intéressé à la modélisation des propriétés optiques et chimiques des aérosols et à leur effet sur le climat régional (température, et dynamique atmosphérique). Ce travail, réalisé en collaboration avec le Laboratoire d'optique atmosphérique, est basé sur un couplage du modèle CHIMERE avec le modèle météorologique WRF ^[2]. Les simulations d'aérosols et de leurs propriétés optiques ont été évaluées en 3D à l'aide des observations satellites disponibles (POLDER et lidar CALIOP embarqué). Elles montrent une réduction significative du rayonnement solaire (jusqu'à 80-150 W/m^2) dans les zones sous influence du panache des incendies en Europe de l'Est, et une réduction de la température

de 0,6 à 2,6 °C à la surface du sol. Le gradient thermique a donc été affecté, ce qui a conduit à stabiliser l'atmosphère, réduire la couche limite atmosphérique (de 13 à 65 %) et donc à favoriser le piégeage des particules près du sol *Figure 1*, et augmenter ainsi significativement leurs concentrations de +9 à +100 % sur les concentrations en PM_{10} début août 2010 *[2]*. Cette réduction du rayonnement solaire incident diminue ainsi la température dans les basses couches de l'atmosphère *Figure 2*; ce couplage permet d'obtenir des simulations de température plus proches des observations. Comprendre et bien simuler l'influence des sources sur la dynamique atmosphérique s'avère indispensable pour bien prédire la qualité de l'air.

^[1] Programme de recherche inter-organismes pour une meilleure qualité de l'air, financé par le ministère en charge de l'écologie et l'ADEME.

^[2] Weather Research and Forecasting Model du National Center for Atmospheric Research (US)

Figure 2

Impact de la présence des aérosols sur la température de surface à Moscou entre le 5 et 12 août 2010. Comparaison de simulations avec et sans impact des aérosols sur le bilan radiatif (respectivement « aero » et « no aero » sur le graphe) comparées aux observations. (Source : Péré et al., 2014)

