Épisodes de pollution particulaire en Europe au printemps 2007

Bertrand Bessagnet

▶ **To cite this version:**

Bertrand Bessagnet. Épisodes de pollution particulaire en Europe au printemps 2007. Rapport Scientifique INERIS, 2008, 2007-2008, pp.65-66. ineris-01869200

HAL Id: ineris-01869200
https://ineris.hal.science/ineris-01869200

Submitted on 6 Sep 2018

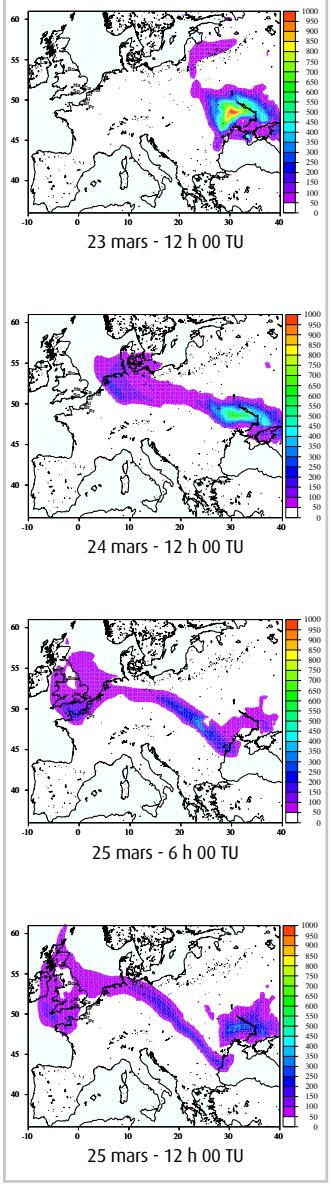
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Épisodes de pollution particulaire en Europe au printemps 2007

> BERTRAND BESSAGNET

#1



> Évolution du panache de poussières ukrainiennes (concentrations en µg m^{-3}) du 23 mars au 25 mars 2007 – L'événement a débuté en fin de matinée le 23 mars 2007 en Ukraine.

ÉPISODE DE POUSSIÈRE DU 23 AU 25 MARS 2007 EN EUROPE

Le 23 mars 2007, une tempête en Ukraine a soulevé un panache de poussières par érosion éolienne des terres agricoles [1]. Les terres arables ukrainiennes sont des sols facilement érodables (tchernoziom), ces sols ayant, de plus, subi une sécheresse inhabituelle durant les trois semaines précédant l'événement. Ce panache, essentiellement composé de poussières minérales, s'est rapidement dirigé vers l'Europe de l'Ouest grâce à un flux d'Est soutenu. Les concentrations en PM_{10} occasionnées par cet événement approchaient les 1400 µg m^{-3} en Slovaquie et 500 µg m^{-3} en Allemagne. Lors de l'arrivée du panache sur le Nord de la France dans la nuit du 24 au 25 mars 2007, les concentrations ont augmenté brutalement pour atteindre 150 à 200 µg m^{-3} soit environ 10 fois plus que le niveau de fond généralement observé. Le panache a pu être détecté jusqu'en Irlande du Nord. En France, le panache s'est déplacé de l'extrême Nord de la France vers le Nord de la Bretagne en suivant la Manche, il a frôlé la région parisienne avec une très légère augmentation des concentrations sur l'Ouest de l'Ile-de-France.

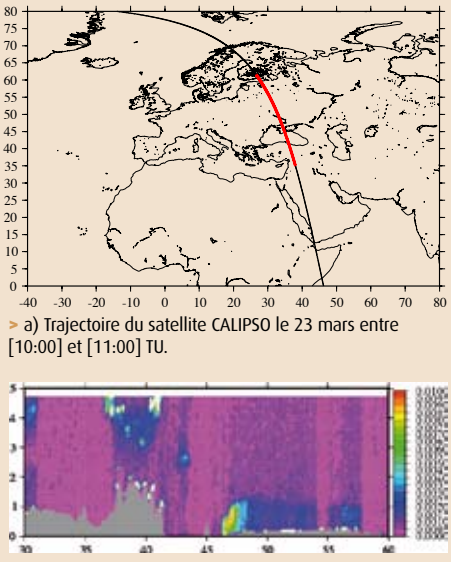
La figure 1 montre l'évolution, simulée par le modèle de qualité de l'air CHIMERE, des concentrations en PM_{10} en Europe du 23 au 25 mars 2007 [2].

Le satellite CALIPSO équipé du Lidar CALIOP est passé le 23 mars 2007 entre 10:00 et 11:00 TU au-dessus de l'Ukraine (figure 2a). Le Lidar permet de détecter la présence d'épisode de pollution et de déterminer le profil vertical de l'atmosphère. La présence de fortes concentrations de particules au-dessus de l'Ukraine a permis de valider l'hypothèse avancée sur l'origine ukrainienne de cet événement de poussières et d'écarter l'hypothèse d'une intrusion de poussières sahariennes. C'est la première fois que l'on met clairement en évidence un tel épisode ayant pour origine l'Europe (figure 2b).

ÉPISODE DE NITRATE D'AMMONIUM AU PRINTEMPS 2007

À plusieurs reprises durant le début du printemps 2007, de nombreux épisodes de particules se sont produits en France. Les concentrations mesurées ont atteint fréquemment les 80 à 120 µg m^{-3} en moyenne journalière dans des sites ruraux ou urbains. Depuis le 1er Janvier 2007, les réseaux de surveillance de la qualité de l'air fournissent des données PM_{10} corrigées par une méthode définie par le LCSQA (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air, **www.lcsqa.org**). Cette méthode utilise des sites de références équipés de couples TEOM-TEOM/FDMS qui permettent d'estimer la fraction volatile des particules. Cette fraction est ajoutée à l'ensemble des mesures fournies par les TEOM situées dans la zone des sites de référence. En effet, avant le 1er Janvier 2007, le système de mesures de PM_{10} évaporait la quasi-totalité de la partie volatile des PM_{10}.

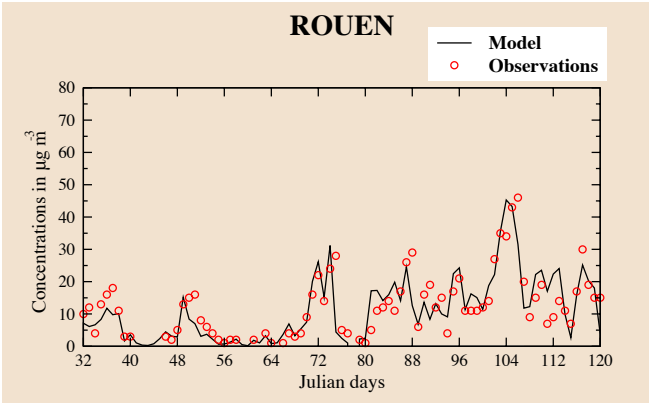
#2



> a) Trajectoire du satellite CALIPSO le 23 mars entre [10:00] et [11:00] TU.

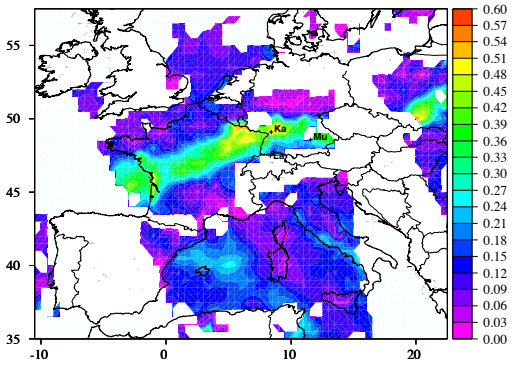
> b) Signal retro-diffusé capté par le Lidar CALIOP embarqué sur le satellite CALIPSO ; on voit très nettement se développer un panache au-dessus de l'Ukraine dans la couche limite entre les latitudes 45 et 50 °N.

#3



> Évolution des concentrations journalières en nitrate d'ammonium estimées par observation et simulées par le modèle.

#4



> Épaisseur optique observée par satellite (instrument POLDER) le 14 mars 2007 à [13:00] – (image fournie par le Laboratoire d'Optique Atmosphérique). Les sites de Karlsruhe (Ka), Munich (Mu) et Laegeren (La) équipés de photomètres montrent clairement la présence de particules fines dans l'atmosphère.

Il a été montré par ailleurs, grâce à des analyses chimiques, que la quasi totalité de la fraction volatile est constituée de nitrate d'ammonium. Cette espèce est formée à partir d'ammoniac émis principalement par le secteur agricole et d'acide nitrique formé par oxydation des oxydes d'azote: $NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$. L'humidité et la température sont des facteurs déterminants dans sa formation. Le nitrate d'ammonium ainsi formé participe à la formation de particules fines. Les principaux épisodes ont eu lieu autour des 15 mars, 29 mars et 15 avril 2007.
La figure 3 montre les concentrations en nitrate d'ammonium observées et simulées par le modèle CHIMERE durant le printemps 2007 à Rouen. Le modèle montre une bonne corrélation temporelle, il détecte les fortes concentrations au bon moment. Il est à noter que certains jours, le nitrate d'ammonium peut représenter entre 40 et 50 µg m^{-3} en moyenne journalière soit 80 à 90 % des PM_{10}, le seuil étant fixé à 50 µg m^{-3} pour les concentrations en PM_{10} journalières. La figure 4 montre l'extension spatiale de tels épisodes, l'épaisseur optique permet d'évaluer qualitativement leur structure.

SUMMARY

A dust event was observed in Europe on March 23-25, 2007. Surface observations in Central Europe showed huge concentrations values of particulate matter. Lidar measurements and surface stations in Eastern Europe diagnosed a dust event originating from Ukraine related to chernozemic erodible lands. Using new surface and satellite measurements with modeling results, it is demonstrated that the finally huge surface concentrations recorded in the Netherlands, Belgium and the North of France were mostly due to the extremely rare Ukraine dust event whereas Saharan dust events usually produce only mid-troposphere plumes. Over Western Europe the model reproduces the observed PM concentration peaks up to 200 µg.m^{-3} with a large contribution of Ukraine dust, up to 170 µg.m^{-3}.
Most generally, in Spring 2007, several particulate matter episodes occurred over the Western part of Europe as shown by ground base and satellite measurements. In March and April, 2007, daily PM10 concentrations often exceeded the regulatory public information threshold (50 µg.m^{-3}). These events were largely due to high amonium nitrate contents in particles, concomintant to high air temperatures favoring ammonia volatilization from soil. From January 1st, 2007, France has set up a method to correct PM observations issued from automated devices (TEOM). Such devices evaporate the volatile fraction of particles and a correction factor is usually applied in Europe, but this method fails to capture some of the highest PM concentrations. The chemistry transport model CHIMERE fairly reproduces the temporal evolution of amonium nitrate concentrations.

[RÉFÉRENCES

[1] Birmili W., Schepanski K., Ansmann A., Spindler G., Tegen I., Wehner B., Nowak A., Reimer E., Mattis, I., Muller K., Bruggemann E., Gnauk T., Herrmann H., Wiedensohler A., Althausen D., Schladitz A., Tuch T., Loschau G. (2008), *A case of extreme particulate matter concentrations over Central Europe caused by dust emitted over the southern Ukraine, Atmos.* Chem. Phys., 8, 997–1016.
[2] Bessagnet B., Menut L., Aymoz G., Chepfer H. and Vautard R. (2008), *Modeling dust emissions and transport within Europe: the Ukraine March 2007* event. Journal of Geophysical Research, Vol. 113, D15202, doi:10.1029/2007JD009541.