HAL open science

Crises environnementales : la modélisation au service de la gestion

Olivier Favez, Augustin Colette

▶ To cite this version:

Olivier Favez, Augustin Colette. Crises environnementales : la modélisation au service de la gestion. Rapport Scientifique INERIS, 2011, 2010-2011, pp.60-62. ineris-01869390

HAL Id: ineris-01869390
https://ineris.hal.science/ineris-01869390

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.

Contributeurs

Olivier Favez

Augustin Colette

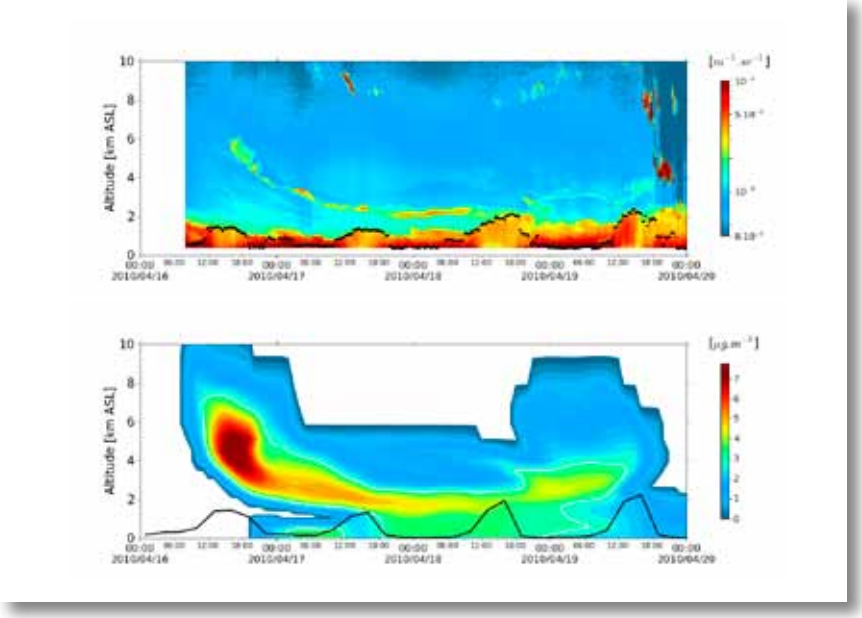
Crises environnementales

La modélisation au service de la gestion

Printemps 2010 : l'Europe est perturbée par l'éruption du volcan islandais Eyjafjallajökull, dont les émissions de cendres entraînent la fermeture de la grande majorité de l'espace aérien pendant plusieurs jours. Parallèlement à la mobilisation des VAAC *(Volcanic Ash Advisory Center)* européens, notamment Météo France et le UK met.office, en charge de l'appui à l'aviation civile, le ministère français chargé de l'écologie sollicite une réaction immédiate de l'INERIS, notamment pour une évaluation en temps réel de l'altération possible de la qualité de l'air en France et de ses éventuelles conséquences pour les populations.

Figure 1

Série temporelle du profil vertical de rétrodiffusion lidar (haut) et de concentration de traceurs modélisée (bas) entre les 16 et 20 avril 2010 au-dessus du site d'observation du SIRTA (2.2E, 48.7 N). La ligne noire représente la variation diurne de la couche limite atmosphérique.



Les énormes progrès réalisés ces dernières années dans le domaine de la modélisation et de l'observation de la composition de l'atmosphère ont permis à l'INERIS de mettre rapidement en place une cellule de crise pour répondre à cette sollicitation. Il fut ainsi possible (1) de prévoir et d'anticiper le déplacement du panache de cendres par la mise en œuvre d'un modèle de dispersion, (2) de valider les prévisions alors que le panache était encore à une certaine distance du territoire Français par comparaison avec les mesures *in situ* disponibles, (3) de confronter ces résultats avec des données de télédétection et d'observation de l'atmosphère depuis le sol, et (4) de discriminer et d'évaluer l'impact du panache de cendres sur la qualité de l'air à la surface du territoire français, de manière quantitative en temps quasi réel. Ce travail n'aurait pu aboutir sans la consultation de partenaires scientifiques français et européens (notamment le NILU en Norvège), mobilisés par le caractère exceptionnel de l'événement et détenteurs de données complémentaires auxquelles confronter nos résultats.

Le modèle CHIMERE, codéveloppé par l'INERIS et le CNRS, est utilisé quotidiennement pour la prévision de la qualité de l'air en France et en Europe dans le système PREV'AIR (www.prevair.org). Dès le début des événements, il a été adapté par l'INERIS pour fonctionner sur un domaine étendu incluant l'Islande, et tenir compte d'un terme-source spécifique correspondant aux émissions du volcan : traceurs passifs (poussières terrigènes dont la composition a pu être déterminée par des prélèvements réalisés sur le volcan) en quantité et altitude

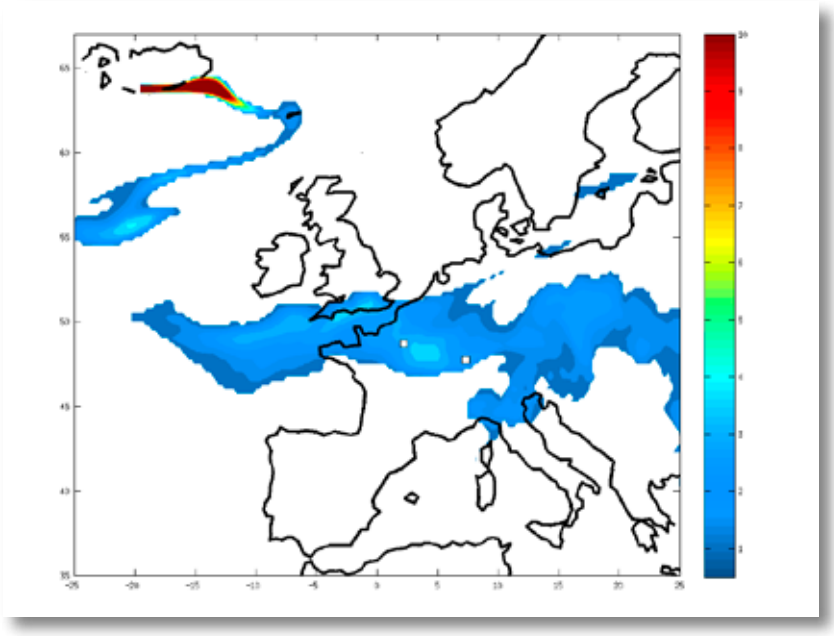


Figure 2
Étendue du panache volcanique simulée par le modèle de chimie-transport CHIMERE pour la journée du 18 avril 2010.

prescrites par des mesures *in situ* et des données de télédétection. Grâce à son implication dans les projets européens tels que le volet MACC *(Modelling Atmospheric Composition and Climate)* du GMES *(Global Monitoring for Environmental Security)*, l'INERIS avait accès aux prévisions météorologiques les plus sophistiquées du Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (ECMWF). Cette donnée a permis de mieux contraindre le calcul de l'évolution du panache. L'estimation de la quantité de matière émise par le volcan, donnée clé pour la mise en œuvre des modèles, a pu être acquise auprès d'organismes scientifiques et techniques impliqués dans la gestion de crise tels que l'Institut de physique du globe. Un second modèle, FLEXPART (développé au NILU), de nature totalement différente car reposant sur une approche Lagrangienne qui modélise le tracé des trajectoires des particules émises, fut aussi déployé par l'INERIS du fait de sa simplicité et de sa rapidité de mise en œuvre. Ce deuxième type d'outil présente une très faible diffusivité numérique, il est donc particulièrement adapté au suivi à longue distance de panaches de pollution isolés.

La confrontation des modèles et des analyses de sensibilité réalisée dans un contexte de gestion de crise (avec mise à jour régulière des données d'entrée et des simulations) a conduit l'INERIS à affirmer que le panache de cendres risquait d'affecter le territoire national à partir du 16 avril 2010 avec un impact maximal potentiel, sur la qualité de l'air ambiant, sur la moitié nord du pays.

Ces prévisions ont bien été confirmées par les observations LIDAR *(Light Detection and Ranging)* du site d'observation de l'Institut Pierre-Simon Laplace (SIRTA, École polytechnique) avec lequel l'INERIS entretient une collaboration de longue date. On voit ainsi sur les données de télédétection de la figure 1, le passage en altitude de la couche de cendres, descendant progressivement jusqu'à se mélanger à l'air de la couche limite que nous respirons. Sur la même figure, les résultats du modèle ont aussi été reportés, pour comparaison. On voit clairement que la couche est bien modélisée – bien que légèrement trop épaisse – en particulier, la prévision avait bien anticipé l'heure et la localisation de l'impact à la surface.

Ces résultats ont aussi été corroborés par l'analyse chimique d'échantillons atmosphériques prélevés dans le cadre du programme « CARA ». Ce programme est géré par le Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA), dont l'INERIS est l'un des membres[1], avec l'appui local des Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA). Il fut mis en place en 2007, suite aux forts épisodes de pollution particulaire qui eurent lieu au printemps, pour disposer d'une information sur la composition chimique des particules en situation d'épisode générant de fortes concentrations de particules. Ce dispositif a été activé dès le 16 avril 2010 afin de discriminer et de quantifier parmi les particules impactant la qualité de l'air en France en cette période, celles issues du volcan, et ce en différents points du territoire.

Sur la base des modélisations du panache par CHIMERE (figure 2), ainsi que des mesures en continu des concentrations en particules par les AASQA, le rapatriement et l'analyse →

Références

[1] Colette A., Favez O., Meleux F., Chiappini L., Haeffelin M., Morille Y., Malherbe L., Papin A., Bessagnet B., Menut L., Leoz E., Rouïl L., *Assessing in near real time the impact of the April 2010 Eyjafjallajokull ash plume on air quality*, Atmospheric Environment, Volume 45, Issue 5, February 2011, pp. 1217-1221, ISSN 1352-2310, DOI: 10.1016/j.atmosenv.2010.09.064 http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231010008502

Note

1. Avec l'école des Mines de Douai et le Laboratoire national d'essais.

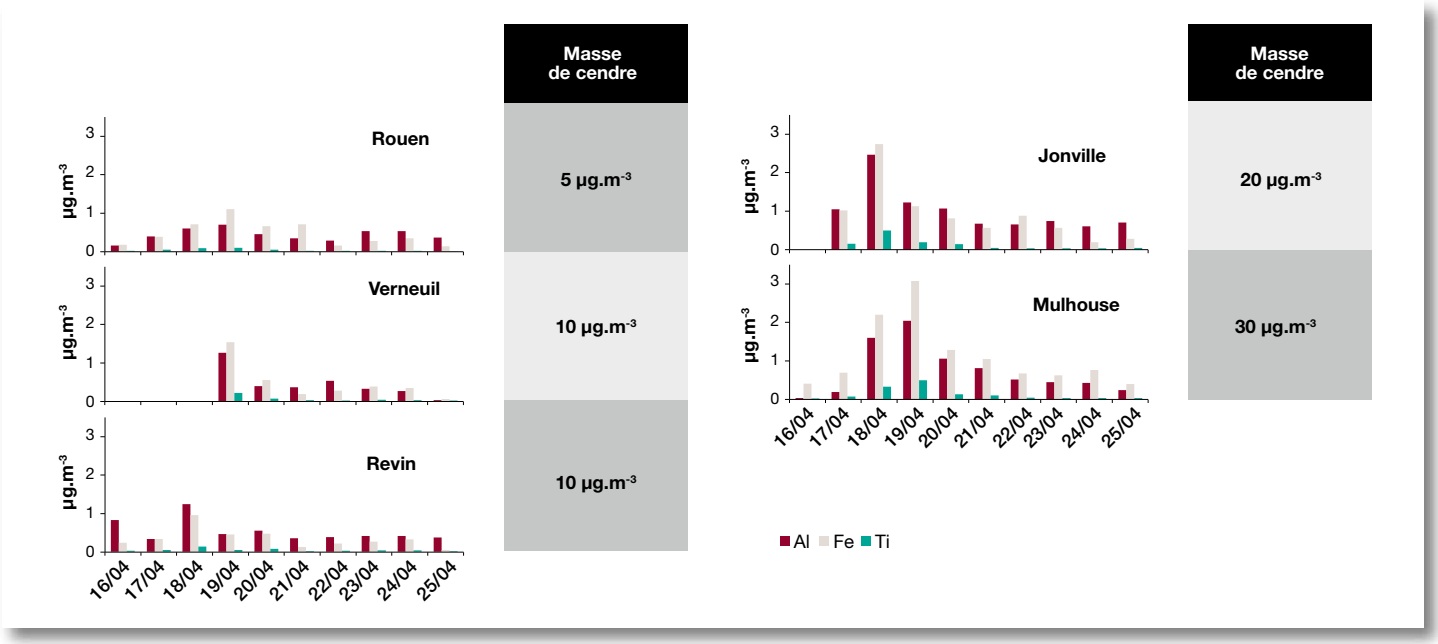


Figure 3
Masse de métaux (aluminium, fer, titane) dans les particules déposées et estimation (à droite) de la masse totale de cendres.

→ chimique d'échantillons prélevés sur cinq sites du nord de la France (de la Normandie à l'Alsace) ont été organisés en urgence par le LCSQA et l'INERIS. À partir de la connaissance de la composition des cendres à l'émission, différents métaux considérés comme de bons traceurs de l'activité de l'Eyjafjallajökull, ont été plus particulièrement recherchés dans les analyses chimiques du programme CARA. Des « surconcentrations » de fer, titane et aluminium ont bien été repérées (figure 3) révélant un impact des émissions particulaires volcaniques sur la qualité de l'air relativement limité dans l'espace (essentiellement nord-est de la France) et dans le temps (surtout les 18 et 19 avril), mais pouvant atteindre jusqu'à 50 % des 60 à 70 µg/m³ observés localement. Les prévisions des modèles se sont ainsi trouvées confirmées par l'observation.
Ce travail a été communiqué en temps réel au ministère chargé de l'écologie, et a fait l'objet d'une conférence de presse de Mme Jouanno, ministre à l'époque, qui s'est déroulée sur le site de l'INERIS à Verneuil-en-Halatte. Les résultats ont aussi été valorisés par une publication dans une revue spécialisée à comité de lecture (*Atmospheric Environment*) parue dès septembre 2010, démontrant la réactivité de l'INERIS et l'approbation de la méthodologie mise en œuvre par la communauté scientifique.

Au-delà de l'évaluation de l'apport du nuage de cendres sur la qualité de l'air, cet événement illustre l'intérêt de la mise en œuvre d'approche d'évaluation combinant observation, analyse et modélisation. Il illustre la complémentarité d'un réseau d'observation tel que celui des AASQA ou le programme CARA et des systèmes de prévisions de la composition de l'atmosphère tels que ceux mis en œuvre par l'INERIS pour assister la prise de décision dans la gestion des épisodes de pollution atmosphérique, et informer le public.
Depuis avril 2010, une approche similaire a été mise en œuvre à deux reprises : lors des intenses feux de forêt ayant touché la Russie au cours de l'été 2010 et lors de l'éruption du Grimsvötn, autre volcan islandais, en mai 2011. Aucun de ces événements n'a eu d'impact comparable au panache de l'Eyjafjallajökull sur la qualité de l'air en France, mais ils ont permis de prouver de nouveau la mobilisation des équipes de l'INERIS dans la documentation de situations exceptionnelles.

ABSTRACT

The eruption of the Eyjafjallajökull in April 2010 in Iceland released a considerable amount of fine ash into the European atmosphere leading to an unprecedented disruption of air traffic. While that disruption was making the headlines, INERIS – in its role of technical support to the French Ministry of Environment – was solicited to provide a detailed assessment of potential impacts on air quality. A core of scientists of the institute representing expertises as diverse as chemistry-transport modelling forecasts, remote sensing, in-situ monitoring, assistance to policy makers and environmental crisis communication was put together within hours. Such a reactivity and expertise in the field of environmental forecasting and monitoring could only be achieved thanks to the implication of INERIS in various research and operational initiatives such as the design and operation of the PREV'AIR forecasting system, the Global Monitoring for Environmental Security Programme of the European Commission, as well as the aerosol chemical characterization program (CARA) of the national reference laboratory for air quality monitoring (LCSQA).
The CHIMERE model issued its first forecasts a few hours after the eruption started. These forecasts were soon validated against remote sensing observations of the plume and showed a potential impact at the surface in Northern France. In-situ sampling and dedicated analysis of airborne trace metals confirmed that up to half of the 60-70 µg/m³ of coarse particulate matter could be attributed to the Eyjafjallajökull ash plume locally.