



Rencontres R&D - 29 novembre 2021

COMPOSITION ATMOSPHERIQUE

La qualité de l'air

Présentation du dispositif national de surveillance de la qualité de l'air

Frédéric Meleux - INERIS

Présentation des moyens spécifiques mis en œuvre sur le territoire pour la surveillance de la qualité de l'air. De la mesure à la modélisation, des outils suivent et aident à comprendre l'évolution de la qualité de l'air dans le but d'agir pour diminuer l'exposition des populations aux polluants dans l'air.

Agrégation séquentielle de modèles pour la prévision de la qualité de l'air

Cyril Joly - AIRPARIF

L'agrégation séquentielle de prédicteurs est un ensemble de techniques particulièrement adapté à la qualité de l'air, domaine où de nombreux modèles de chimie-transport sont mis en œuvre quotidiennement par diverses organisations. Airparif opère une telle agrégation depuis plusieurs mois et fournit cette aide à la décision aux prévisionnistes de plusieurs Aasqas.

Qualité de l'air : contribution opérationnelle de Météo-France

Joaquim Arteta - DESR/GMGEC/PLASMA et **Gäelle Collin** - DSM/CS/ENV

Aperçu de la contribution de Météo-France à la prévision de la qualité de l'air. Seront notamment abordés le processus de développement et de transfert à l'opérationnel du modèle de transport-chimie MOCAGE ainsi que les usages des prévisions fournies.

Prévision de la qualité de l'air à l'échelle globale avec les 3 configurations chimiques de l'IFS

Sophie Pelletier-Belamari - DESR/GMGEC/COMETS

Dans le cadre du projet C-MS42, composante dédiée à la modélisation des gaz réactifs à l'échelle globale du programme européen Copernicus Atmosphere Monitoring Service, trois modules de chimie ont été implémentés dans le modèle opérationnel de prévision C-IFS du Centre Européen. Ces trois configurations chimiques notées IFS(CB05-BASCOE), IFS(MOZART) et IFS(MOCAGE) ont récemment été mises en œuvre afin de simuler l'évolution de la composition chimique à l'échelle globale en 2019-2020, dans des conditions quasi temps réel et sans assimilation de données. Les résultats présentés dans cet exposé portent sur l'évaluation de la performance des membres individuels de ce mini-ensemble mais également de la médiane construite à partir de ces trois membres en terme de représentation de la qualité de l'air. Cette évaluation se focalise plus particulièrement sur la représentation de quatre polluants principaux que sont l'ozone, le monoxyde de carbone, le dioxyde de soufre et le dioxyde d'azote

par comparaison à une sélection d'observations de surface et profils verticaux pour trois régions spécifiques du globe (en Europe, Chine et USA).

La conclusion générale de ce travail est que ce mini-ensemble fournit une gamme crédible de concentrations modélisées pour ces quatre polluants, avec un écart qui varie selon le gaz trace, la saison et la région. En règle générale, l'incertitude liée au modèle est de 25 %. L'analyse des avantages potentiels de cette approche de mini-ensemble de chimie pour la modélisation de la composition atmosphérique globale indique par ailleurs que cette approche est pertinente lorsque la variabilité de la quantité observée est effectivement liée à l'incertitude due à la modélisation de la chimie, comme c'est le cas pour l'ozone. En revanche, pour les autres gaz à l'état de traces qui sont directement émis, le bénéfice semble trop faible, ce qui suggère que davantage d'aspects (notamment l'émission, le dépôt) devraient être inclus dans la définition de l'ensemble.

Autres aspects des aérosols

Étude expérimentale des aérosols et son intégration aux modèles de climat, qualité de l'air et prévision du temps

Cyrielle Denjean - DESR/GMEI/MNPCA

Omniprésents dans l'atmosphère, les aérosols jouent un rôle important à la fois sur les problématiques d'évolution climatique et de prévision météorologique à travers leur capacité à interagir avec le rayonnement et nuages, et sur celles liées à l'amélioration de la qualité de l'air comme principal agent responsable des dépassements des seuils réglementaires. La présentation passe en revue, sur quelques cas d'étude, les recherches expérimentales par mesures in-situ menées au CNRM sur les aérosols. On évoquera les protocoles expérimentaux spécifiques mis en œuvre sur le terrain et les développements instrumentaux réalisés dans le but de mieux connaître les propriétés des aérosols au cours de leur cycle de vie. On montrera l'apport de ces mesures pour développer des paramétrisations à la fois pertinentes et simplifiées dans les modèles atmosphériques.

Lidars aérosols à Météo-France : de la mesure à l'exploitation au sein d'un modèle de chimie transport

Sylvain Aubert - DSO/DOA et **Laaziz El Amraoui** - DEST/GMGEC/PLASMA

L'assimilation des produits d'aérosols est une thématique importante pour Météo-France avec de multiples applications allant de la prévision de la qualité de l'air jusqu'à la prévision des cendres volcaniques dans le cadre des responsabilités de Météo-France en tant que VAAC (Volcanic Ash Advisory Centre).

Suite à l'éruption du volcan islandais de 2010 qui a provoqué de fortes perturbations du trafic aérien sur l'Europe, Météo-France a décidé d'installer un réseau de lidars aérosols miniMPL sur le territoire français pour détecter et quantifier le transport de l'aérosol volcanique en cas d'éruption majeure. Les lidars aérosols permettent en effet une caractérisation résolue en distance des aérosols sur la colonne atmosphérique. Pour obtenir une donnée utilisable, la mesure brute doit passer par différentes étapes de correction puis par une calibration réalisée au sein du hub E-profile, programme d'observation d'EUMETNET. D'un autre côté, Le CNRM a développé une chaîne d'assimilation en mode pré-opérationnel capable d'assimiler ces données afin d'améliorer la représentation de la distribution tridimensionnelle des différents types d'aérosols y compris l'aérosol volcanique. Cette chaîne d'assimilation passera en mode opérationnel très prochainement. Elle pourra à terme servir à alimenter le modèle MOCAGE-Accident en cas d'éruption volcanique. Le produit assimilé permettra ainsi de mieux prévoir la dispersion des cendres et de mieux estimer leur concentration.

Les aérosols et le changement climatique

Pierre Nabat - DESR/GMGEC/MOSCA

Les aérosols, provenant à la fois de sources naturelles et anthropiques, jouent un rôle essentiel dans le système climatique. En effet, de par leurs propriétés microphysiques et optiques, ils sont capables d'interagir avec le rayonnement et les nuages, et d'influencer l'évolution du climat à plusieurs échelles spatio-temporelles. A l'échelle globale, leur effet net produit un refroidissement, contrebalançant ainsi partiellement le réchauffement induit par les gaz à effet de serre. Cependant, la quantification du forçage total des aérosols est encore soumise à de grandes incertitudes, en particulier la contribution de leurs interactions avec les nuages. A l'échelle régionale, l'évolution des émissions anthropiques depuis le milieu du XXème siècle a contribué de manière significative aux tendances climatiques observées. Dans le futur, la diminution des émissions anthropiques d'aérosols continuera à moduler le changement climatique. On présentera ici une synthèse de ces principales conclusions concernant le rôle des aérosols dans le changement climatique, publiées dans le dernier rapport du groupe I du GIEC paru en août 2021. Ces résultats seront notamment illustrés à travers différentes études auquel le groupe GMGEC du CNRM a participé grâce à l'utilisation des modèles CNRM-ESM et CNRM-RCSM incluant le schéma interactif d'aérosols TACTIC développé au GMGEC.

Gaz à effet de serre et trou d'ozone

Les sources du protoxyde d'azote estimées par l'observation spatiale

Philippe Ricaud – DESR/GMGEC/COMETS et **Jean-Luc Attié** - LAERO

Le protoxyde d'azote (N₂O) est le troisième plus important gaz à effet de serre. Les émissions mondiales de N₂O ont augmenté de 0,25-0,30% par an entre 2007 et 2016 et la majorité des scénarios socio-économiques prévoient une augmentation jusqu'en 2100. Sur le total des émissions mondiales, ~57% sont naturelles et ~43% sont anthropiques dominées par l'agriculture (~52%). L'estimation des émissions de N₂O par des approches basées sur la modélisation (modèles empiriques, inventaires) souffre de grandes incertitudes. Des approches basées sur l'observation ont aussi été proposées pour des estimations plus précises en utilisant des données (sol et spatiales) sur le N₂O atmosphérique assimilées dans des modèles de chimie-transport. Depuis 2008, des mesures effectuées par des instruments satellitaires tels que IASI permettent de documenter le N₂O (colonne totale et haute troposphère). Tout d'abord, nous évaluerons les observations de N₂O de IASI effectuées avec un outil développé à Toulouse conjointement entre le CNRM et le LAERO. Ensuite, nous présenterons les résultats préliminaires obtenus dans l'estimation des sources de N₂O à l'échelle globale. Enfin, nous détaillerons le projet spatial MIN2OS proposé à l'ESA dans le but d'obtenir des sources de N₂O avec une grande précision.

Le CO₂ et le trou d'ozone

Béatrice Josse - DESR/GMGEC/COMETS et **Christine Delire** - DESR/GMGEC/EST

D'une part, le rôle du CO₂ en tant que gaz à effet de serre majeur sera décrit, depuis les émissions jusqu'à l'impact sur le climat global à des échelles de temps de plusieurs siècles. D'autre part, l'évolution de la couche d'ozone et du 'trou' associé en lien avec les activités humaines sera présentée depuis les années 1960 jusqu'en 2100. Pour les deux composés CO₂ et ozone, les modèles et outils mis en œuvre pour aboutir à une analyse globale seront brièvement décrits, ainsi que les projets passés et futurs sur lesquels s'adosent ces analyses.