

Note technique

ANALYSE DE SENSIBILITE AUX EMISSIONS DU CHAUFFAGE AU BOIS

Bertrand BESSAGNET, Jérôme DREVET, Florian COUVIDAT

SYNTHESE

Le chauffage au bois représente une part prépondérante des émissions du secteur résidentiel. Cette note présente les résultats d'un test réalisé avec le modèle de qualité de l'air CHIMERE à 4km de résolution pour montrer l'impact d'une augmentation des émissions en particules du chauffage au bois sur les concentrations en PM_{10} . Ce test est réalisé sur trois mois d'hiver de janvier à mars 2010. Ces résultats montrent clairement l'apport d'une augmentation des émissions sur les simulations des concentrations en particules permettant logiquement de débiaiser le modèle pendant l'hiver en dégradant très peu les corrélations spatio-temporelles. Ces corrélations sont même améliorées en Aquitaine. Ce test valide l'hypothèse d'une sous-estimation des inventaires d'émissions issues des feux de bois mais n'explique pas totalement la forte sous-estimation hivernale.

1. CONTEXTE

Le chauffage au bois représente une part prépondérante des émissions du secteur résidentiel. Ce secteur représente environ 50% des émissions primaires de PM_{2.5}, cette contribution ayant peu varié de 1990 à 2013 (Figure 1). Sur la période 1990-2013, les émissions ont été réduites de plus d'un facteur 2, certaines variations inter-annuelles étant liées aux conditions météorologiques.

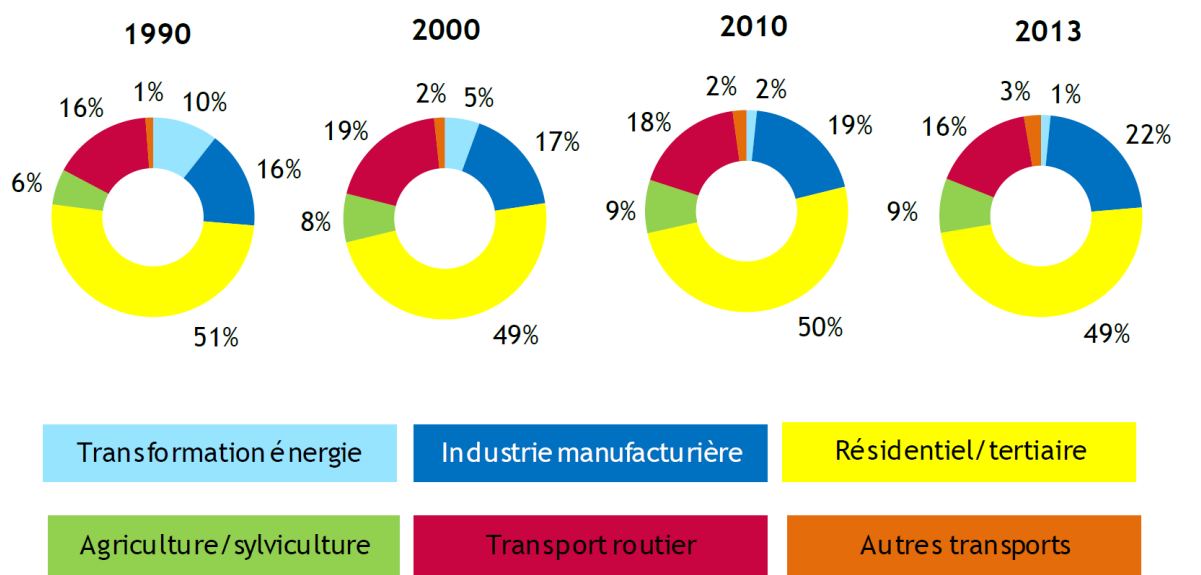


Figure 1 : Contribution aux émissions de PM_{2.5} (Source : CITEPA, 2015)

L'utilisation du bois est très fréquente dans certaines régions comme le Sud-Ouest, l'Est de la France les régions forestières généralement. Les données de l'inventaire national spatialisé montrent clairement que la quantité de particules émises par habitant pour le secteur résidentiel diminue lorsque la densité de population augmente (Figure 2).

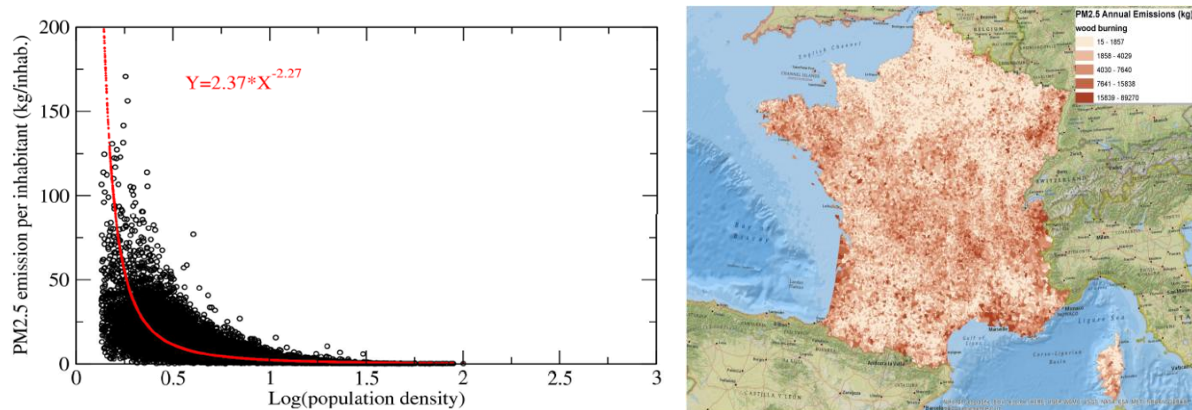


Figure 2 : A gauche, émissions de PM_{2.5} *per capita* issues du secteur résidentiel en fonction de la densité de population (Terrenoire et al., 2015); A droite, répartition géographique des émissions de PM_{2.5} issues du chauffage au bois (données issues de l'Inventaire National Spatialisé).

Il existe de grandes sources d'incertitudes sur les émissions liées au chauffage au bois, ces incertitudes sont liées à l'activité difficile à recenser (quantité de bois utilisé), mais surtout

au facteur d'émission attribué à chaque équipement (foyer ouvert, poêle, etc...) en fonction du type d'essence brûlée.

Dans une publication récente de Denier van Der Gon et al. (2015), il a été montré que les émissions du chauffage au bois en Europe pouvaient être rehaussées d'un facteur 1.5 à 3 si l'on prend en compte dans les émissions organiques de particules les espèces semi-volatiles (SVOC), espèces pouvant rapidement s'oxyder pour former des aérosols organiques secondaires. Dans cette étude, les auteurs montrent que l'utilisation d'un modèle de chimie transport utilisant cet inventaire permet d'améliorer nettement les performances du modèle en comparant les concentrations en matière organique observées et modélisées.

Cette note présente les résultats d'un test réalisé avec le modèle de qualité de l'air CHIMERE à 4km de résolution sur la France pour montrer l'impact d'une augmentation des émissions de particules issues du chauffage au bois sur les concentrations en PM₁₀. Ce test est réalisé sur trois mois d'hiver de janvier à mars 2010. Les données de l'inventaire national spatialisé ont été utilisées. Une simulation de référence a été effectuée avec les émissions officiellement déclarées et une simulation notée WX3 a été réalisée en multipliant par 3 les émissions de particules du chauffage au bois pour analyser l'impact de potentielles sous-estimations des émissions sur les performances du modèle. Les possibles réactions chimiques et phénomènes d'évaporation des émissions de SVOC à l'émission ne sont pas pris en compte dans cette étude, ces émissions de SVOC n'étant pas bien caractérisées.

2. RESULTATS

L'écart entre la simulation WX3 et la simulation de référence fait apparaître les principales zones impactées par le chauffage au bois, notamment l'Alsace, la région Rhône-Alpes, la vallée de la Garonne (Figure 3). Ces différences de concentrations en PM₁₀ peuvent atteindre jusqu'à 8-10 $\mu\text{g m}^{-3}$ dans les Alpes en moyenne sur la période simulée. En Île-de-France également des écarts moyens de 4 $\mu\text{g m}^{-3}$ sont observés sur la période de simulation. La Figure 4 montre une série temporelle agrégée sur l'ensemble des stations de fond en France. Le biais est logiquement réduit dans la simulation WX3 alors que la corrélation est très légèrement dégradée.

Dans le cadre des activités menées avec AIRAQ, les résultats ont été plus spécifiquement analysés en région Aquitaine (Figure 5). Dans cette région le biais est également amélioré avec également une amélioration de la corrélation à la station 31001 au centre de Bordeaux.

Ces résultats montrent clairement l'intérêt d'une augmentation des émissions sur les simulations des concentrations en particules permettant logiquement de débiaiser le modèle pendant l'hiver en dégradant très peu les corrélations spatio-temporelles. Ces corrélations sont même améliorées en Aquitaine. Ce test valide l'hypothèse d'une sous-estimation des inventaires d'émissions issues des feux de bois mais n'explique pas totalement la forte sous-estimation hivernale.

Trois hypothèses doivent être envisagées par la suite, (i) le facteur de sous-estimation des émissions dues au chauffage au bois est encore plus important, (ii) d'autres secteurs d'activité sont responsables de ces sous-estimations (rôle du trafic routier ?) et (iii) certains processus physiques et chimiques sont encore mal pris en compte dans les modèles. Ce dernier point sera notamment amélioré grâce à la nouvelle version du modèle d'aérosol de CHIMERE incluant une chimie des aérosols secondaires plus complexe prévu dans la version 2016 du modèle CHIMERE.

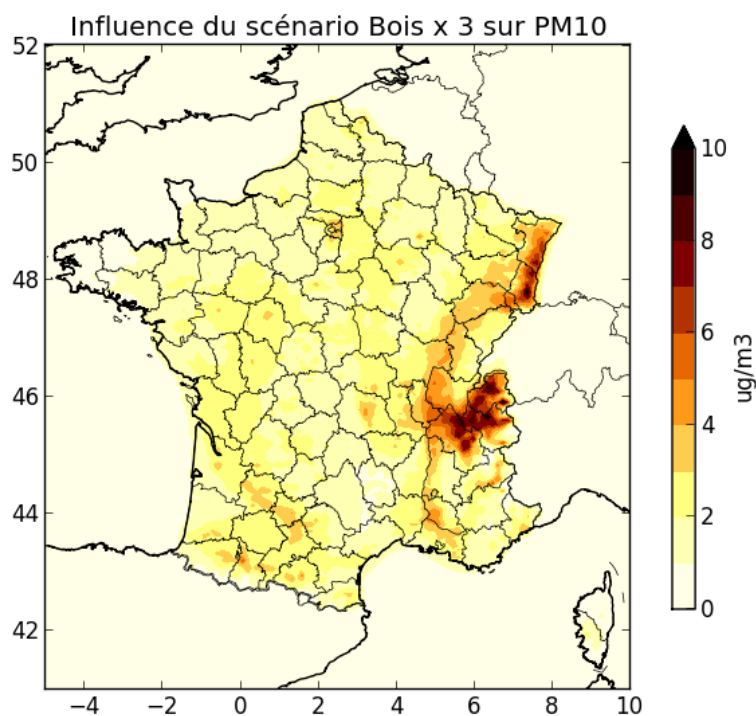


Figure 3 : Ecart moyen en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la période Jan-Mars 2010 pour les PM_{10} entre la simulation où les émissions de chauffage au bois ont été multipliées par 3 et la simulation de référence.

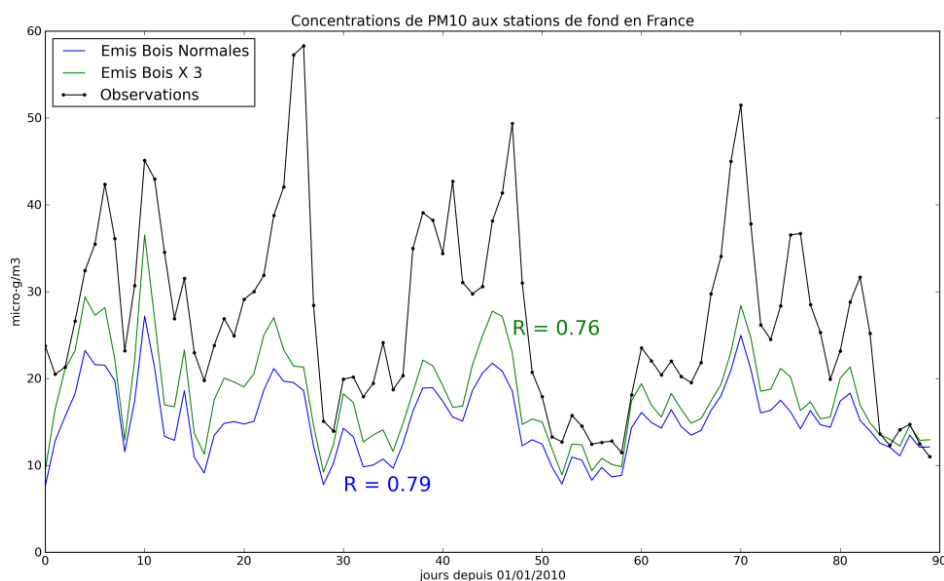


Figure 4 : Série temporelle des concentrations en PM_{10} sur Jan-Mars 2010, observée en noir et modélisée pour les deux scénarios simulés en bleu et vert. Toutes les stations de fond (urbaines et rurales) ont été agrégées dans le calcul.

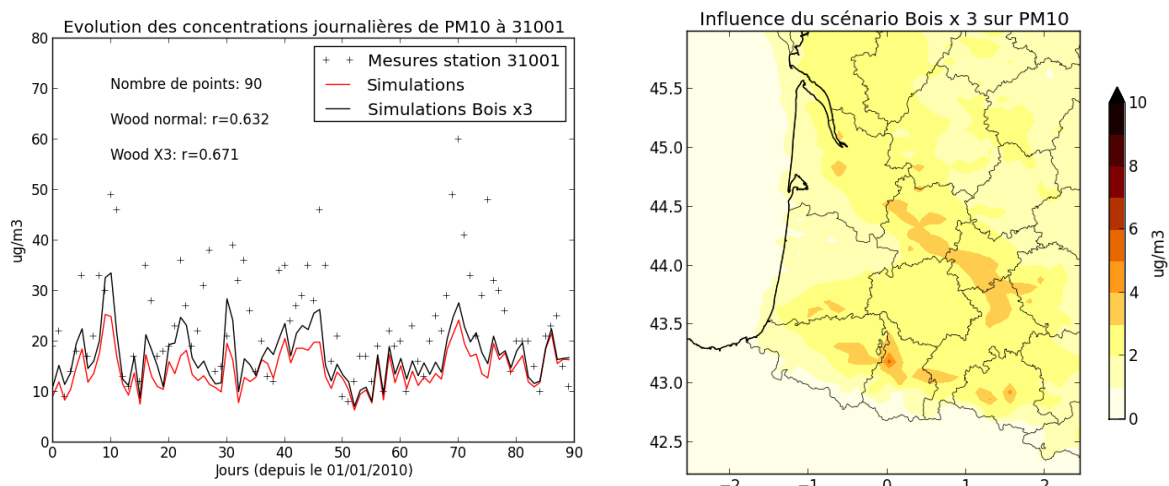


Figure 5 : Evolution de l'écart moyen en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la période Jan-Mars 2010 pour les PM_{10} entre la simulation où les émissions de chauffage au bois ont été multipliées par 3 et la simulation de référence à la station urbaine de fond Grand Parc à Bordeaux.

3. REFERENCES

Denier van der Gon, H. A. C., Bergström, R., Fountoukis, C., Johansson, C., Pandis, S. N., Simpson, D., and Visschedijk, A. J. H.: Particulate emissions from residential wood combustion in Europe – revised estimates and an evaluation, *Atmos. Chem. Phys.*, 15, 6503-6519, doi:10.5194/acp-15-6503-2015, 2015.

CITEPA, 2015. Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France – Format SECTEN.

Terrenoire, E., Bessagnet, B., Rouïl, L., Tognet, F., Pirovano, G., Létinois, L., Beauchamp, M., Colette, A., Thunis, P., Amann, M., and Menut, L.: High-resolution air quality simulation over Europe with the chemistry transport model CHIMERE, *Geosci. Model Dev.*, 8, 21-42, doi:10.5194/gmd-8-21-2015, 2015.