

Modélisation de la conversion du NO en NO₂

Annexe H – Modélisation de la conversion du NO en NO₂

Les oxydes d'azote (NO_x=NO+NO₂) émis par les vaporisateurs de GNL et les méthaniers subissent des transformations chimiques dans l'atmosphère. À l'émission, les proportions typiques de NO et de NO₂ sont respectivement de 90% et 10%. Dans l'atmosphère, le NO réagit avec l'ozone ambiant pour former du NO₂. Sous l'action du rayonnement solaire, ce dernier se dissocie en NO en libérant un atome d'oxygène qui formera de l'ozone (O₃) en s'unissant à une molécule d'oxygène (O₂).

Les normes de qualité de l'air ambiant au règlement sur la qualité de l'atmosphère touchent le NO₂ seulement. La méthode présentée ci-après permet d'estimer la conversion du NO en NO₂ dans l'atmosphère en fonction de la distance de la source et du rayonnement solaire.

Jansenn et al. (1988, 1991) ont présenté le rapport NO₂/NO_x dans les panaches de centrales thermiques en fonction de la distance de la source à partir de la modélisation des réactions chimiques dans les panaches et de mesures à même le panache. Hanrahan (1999) a aussi présenté des résultats similaires lors de l'évaluation de la « *Plume Volume Molar Ratio Method* » pour déterminer le ratio NO₂/NO_x dans les panaches de sources reliées à la combustion de carburants.

Pour une distance jusqu'à environ 2 km de la source, tous les ratios NO₂/NO_x observés rapportés par Jansenn (1991) et Hanrahan (1999) sont de moins de 10%, et ce, même pour les niveaux d'ozone ambiant les plus élevés. Les taux de conversion modélisés étaient légèrement plus élevés dans l'étude de Hanrahan, puisqu'il supposait un ratio initial de NO₂/NO_x de 10%. Jansenn conclut que la formation de NO₂ dans les panaches issus de la combustion est très lente la nuit.

Jansenn (1988) a dérivé une relation simple pour le ratio NO₂/NO_x moyen intégré sur la largeur du panache durant le jour :

$$\text{NO}_2/\text{NO}_x = A (1 - e^{-\alpha x})$$

où "x" est la distance de la source en kilomètres, "A" et "α" sont classifiés en fonction de la concentration atmosphérique d'ozone, de la vitesse du vent et des saisons (radiation solaire).

Cette équation est recommandée par le MDDEP dans son *Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique (Leduc, 2005)*.

L'équation ci-dessus a été appliquée aux résultats horaires du modèle ISC3-PRIME pour chaque récepteur en posant les hypothèses additionnelles suivantes :

- Pour le jour, les valeurs de "A" et "α" sont fixées à 0,88 et 0,35 respectivement. Ces valeurs correspondent aux conditions d'été (forte radiation solaire et turbulence élevée), à de fortes concentrations d'ozone (60-120 ppb, 120-240 µg/m³) et une vitesse de vent à hauteur du panache entre 5 et 15 m/s selon la classification de Janssen.
- Pour la nuit, aucune relation n'est fournie par Janssen. Les valeurs "A" et "α" ont été fixées à 1,0 et 0,07 respectivement. En l'absence de photodissociation de NO₂ durant la nuit, la valeur de la constante « A » a été fixée à 1,0 afin de permettre une conversion totale à une grande distance de la source. La valeur de 0,07 pour "α" correspond aux conditions d'hiver

(faible radiation solaire, donc faible turbulence et mélange), des concentrations relativement élevées d'ozone pour la nuit (30-40 ppb, 60-80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et une vitesse de vent à hauteur du panache entre 5 et 15 m/s.

- Pour les conditions de jour et de nuit, un taux de conversion minimal de 15 % a été appliqué.

Le ratio de conversion correspondant en fonction de la distance est présenté dans le graphique de la page suivante. Ces ratios représentent la conversion du NO en NO₂ lorsque la concentration d'ozone ambiant est très élevée et ils ont été appliqués durant toute la durée de la modélisation (5 ans), surestimant la formation de NO₂ lorsque les concentrations d'ozone sont faibles ou moyennes.

RÉFÉRENCES

Hanrahan, P.L., 1999, The Plume Volume Molar Ratio Method for Determining NO₂/NO_x Ratios in Modeling - Part II: Evaluation Studies, *J. Air & Waste Manage. Assoc.*, Vol. 49, pp.1332-1338.

Janssen, L.H.J.M. et al., 1988, A Classification of NO Oxidation Rates in Power Plant Plumes Based on Atmospheric Conditions, *Atmospheric Environment*, Vol. 22, No. 1, pp. 43-53.

Janssen, L.H.J.M. et al., 1991, Measurements and modelling of reactions of Nitrogen Oxides in Power-Plant Plumes at Night, *Atmospheric Environment*, Vol. 25A, No. 5/6, pp. 829-840.

Leduc, R., 2005. Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique, Québec, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Envirodoq no ENV/2005/0072, rapport no QA/49, 38p.



