

**GUIDE D'ESTIMATION DE  
LA CONCENTRATION DE DIOXYDE D'AZOTE (NO<sub>2</sub>)  
DANS L'AIR AMBIANT  
LORS DE L'APPLICATION DES MODÈLES DE DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE**

**Août 2008**

*Développement durable,  
Environnement  
et Parcs*

**Québec** 

## ÉQUIPE DE PRODUCTION

---

Auteur : Yvon Couture

Mise en page : Lise Couture

Unité administrative : Direction du suivi de l'état de l'environnement

---

COUTURE, Y., 2008. *Guide d'estimation de la concentration de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) dans l'air ambiant lors de l'application des modèles de dispersion atmosphérique*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-53731-1 (PDF), 7 pages.

**Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2008**

**ISBN 978-2-550-53731-1 (PDF)**

**© Gouvernement du Québec, 2008**

## RÉSUMÉ

Le présent guide sert à orienter la démarche de l'utilisateur dans la détermination des concentrations de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) dans l'air ambiant à la suite d'une modélisation atmosphérique. Bien que ce guide ait été principalement conçu pour le cas particulier des centrales thermiques, on peut appliquer de façon plus générale la méthode qu'il présente à toute source fixe d'oxyde d'azote.

Ce guide a été élaboré en fonction de l'état des connaissances scientifiques actuelles. Il peut donc être sujet à des changements ou à des modifications, sans préavis.

Toute personne désireuse de faire des commentaires ou des suggestions quant au contenu du guide peut les communiquer à l'adresse suivante :

[info@mddep.gouv.qc.ca](mailto:info@mddep.gouv.qc.ca)

---

## TABLE DES MATIÈRES

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>OBJECTIF .....</b>	<b>1</b>
<b>SOURCES .....</b>	<b>1</b>
<b>RÉACTIONS CHIMIQUES DANS L'AIR AMBIANT (NO-NO<sub>2</sub>-O<sub>3</sub>) .....</b>	<b>2</b>
<b>ESTIMATION DES CONCENTRATIONS DE NO<sub>2</sub> .....</b>	<b>2</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>7</b>

## INTRODUCTION

Les centrales thermiques, la circulation automobile, le chauffage en général, y compris le chauffage au bois, et certaines activités industrielles font appel à la combustion à haute température. Ce type de combustion produit une réaction entre une molécule d'azote et une molécule d'oxygène, entraînant l'émission de monoxyde d'azote (NO) dans l'air ambiant. Dans l'atmosphère, le NO est transformé relativement rapidement en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>).

Les émissions d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) dans l'air ambiant jouent un rôle important dans la formation de l'ozone, l'un des principaux constituants du smog estival, et dans la formation des précipitations acides. Sur le plan de la santé, le NO<sub>2</sub> est un gaz irritant qui pénètre profondément dans les voies respiratoires et qui peut entraîner, à fortes concentrations, des altérations de la fonction pulmonaire (World Health Organization, 2000).

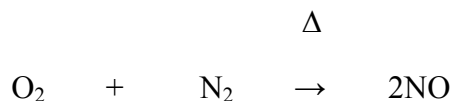
Certains appareils mesurent les concentrations de NO ou de NO<sub>2</sub> dans l'air ambiant. Cependant, il est quelquefois nécessaire d'évaluer le taux de conversion du NO en NO<sub>2</sub>, notamment lorsqu'on doit prédire les impacts d'une nouvelle source d'émission par modélisation de la dispersion atmosphérique (Leduc, 2005).

## OBJECTIF

Le présent guide a pour objectif de fournir aux acteurs concernés un outil visant à faciliter et à uniformiser le travail d'estimation des concentrations de NO<sub>2</sub> dans l'air ambiant, qu'il s'agisse d'une estimation horaire, quotidienne ou annuelle, et ainsi de permettre de vérifier le respect des normes ou des critères relatifs à l'air ambiant.

## SOURCES

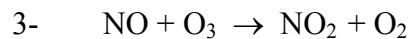
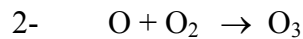
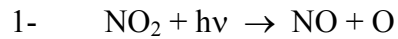
Une partie du NO<sub>2</sub> que l'on trouve dans l'atmosphère provient de certains phénomènes naturels tels que les feux des forêts, les éruptions volcaniques, l'activité biologique dans les sols et l'oxydation atmosphérique de l'ammoniac. L'apport le plus important vient toutefois de l'activité humaine, plus précisément des systèmes de combustion, lesquels génèrent des oxydes d'azote : NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O (protoxyde d'azote), N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (pentoxyde d'azote), etc. L'appellation NO<sub>x</sub> est utilisée pour désigner deux de ces oxydes, soit le NO et le NO<sub>2</sub>. Généralement, les émissions d'oxydes d'azote sont constituées principalement de NO.



Aussitôt formé, le NO peut se transformer dans l'atmosphère relativement rapidement, lorsqu'il se trouve en présence d'agents oxydants, pour donner du NO<sub>2</sub>. De façon générale, le rapport NO/NO<sub>2</sub> est de 9/1 à l'émission, mais la proportion peut varier selon la température de combustion.

## RÉACTIONS CHIMIQUES DANS L'AIR AMBIANT (NO-NO<sub>2</sub>-O<sub>3</sub>)

L'action du rayonnement solaire sur le NO<sub>2</sub>, par réaction photochimique, conduit à la formation d'ozone. En première approximation, le taux de conversion du NO en NO<sub>2</sub> est fonction de la concentration ambiante d'ozone. Les trois réactions ci-dessous sont donc liées de façon à créer un état photostationnaire où les réactions sont en équilibre, de telle sorte que la disparition d'une espèce entraîne la formation de l'autre et vice versa.



Ces réactions sont influencées par les facteurs météorologiques tels que l'intensité du rayonnement solaire, la température et la vitesse du vent.

À une certaine distance de la source, et dans une atmosphère peu polluée par d'autres contaminants dont le monoxyde de carbone (CO), le méthane (CH<sub>4</sub>) ou des composés organiques volatils (COV), un état stationnaire s'établit. À ce moment, on peut dire qu'il n'y a plus de formation d'ozone proprement dit. Lorsque les concentrations de ces autres espèces deviennent importantes, l'état stationnaire décrit précédemment peut être perturbé par des espèces oxydantes, telles que des radicaux (hydroxyle ou alkoxy), entraînant des réactions compétitives complexes que nous ne décrivons pas ici, ayant fait le choix d'adopter une démarche simple et conservatrice.

## ESTIMATION DES CONCENTRATIONS DE NO<sub>2</sub>

Dans le cas de sources émettrices de NO<sub>x</sub>, le promoteur doit démontrer qu'il respecte les normes ou les critères relatifs à l'air ambiant pour le NO<sub>2</sub>. À cette fin, il doit estimer les concentrations horaires, quotidiennes (24 h) et annuelles de NO<sub>2</sub> en utilisant un modèle de dispersion atmosphérique. À la suite de cet exercice, il pourra effectuer la démarche proposée ci-après en vue d'améliorer la précision de son estimation.

Afin d'évaluer le respect des normes, le promoteur doit ajouter le niveau ambiant à la valeur obtenue.

### Étape 1 – Conversion totale

Cette méthode est la plus simple, et le résultat, le plus conservateur. En effet, on suppose que tout le NO émis est converti en NO<sub>2</sub> ([NO<sub>2</sub>] = [NO<sub>x</sub>]). Si, à ce moment, après l'ajout du niveau ambiant, la concentration de NO<sub>2</sub> respecte la norme, la démarche s'arrête là. Si

la valeur de NO<sub>2</sub> pour la période choisie ne respecte pas la norme, alors on passe à l'étape 2.

### Étape 2 – Méthode OLM (*Ozone Limiting Method*)

Dans cette méthode, on utilise les concentrations ambiantes d'ozone pour déterminer les concentrations de NO<sub>2</sub> formé.

De cette façon :

- si la concentration (parties par million [ppm]) de NO est inférieure à celle de l'ozone ( $[NO] < [O_3]$  ou, plus précisément,  $[O_3] > 0,9 [NO_x]$ ), alors on suppose que tout le NO est converti en NO<sub>2</sub> :  $[NO_2] = [NO_x]$ ;
- si la concentration (ppm) de NO est supérieure à celle de l'ozone ( $[NO] > [O_3]$ ), alors une concentration de NO égale à la concentration (ppm) de l'ozone est convertie en NO<sub>2</sub> :  $[NO_2] = [O_3] + 0,1 [NO_x]$ .

Les niveaux ambiants d'ozone sont donc nécessaires pour utiliser cette technique. Trois possibilités s'offrent au promoteur :

- le promoteur utilise en premier lieu les données les plus récentes (cinq dernières années) relatives au secteur étudié. Pour ce faire, les niveaux ambiants d'ozone doivent être bien documentés. Le promoteur devra justifier le choix de la station ou des stations retenues et ce choix devra être validé par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP);
- le promoteur utilise des données d'une région qui présente des caractéristiques similaires au milieu étudié (urbain, industriel, rural, suburbain, etc.) **tout en évitant celles qui sont influencées de façon importante par la circulation automobile**. Le choix du promoteur devra être validé par le MDDEP;
- sur demande, la Direction du suivi de l'état de l'environnement du MDDEP peut fournir des valeurs « par défaut », soit horaires, quotidiennes ou annuelles, aux fins de l'exercice.

### Étape 3 – Conversion du NO selon la méthode de Hanrahan

Si, à la suite de la deuxième étape, les valeurs de NO<sub>2</sub> dépassent encore les normes, le promoteur doit alors passer à une troisième approche d'estimation du NO<sub>2</sub>.

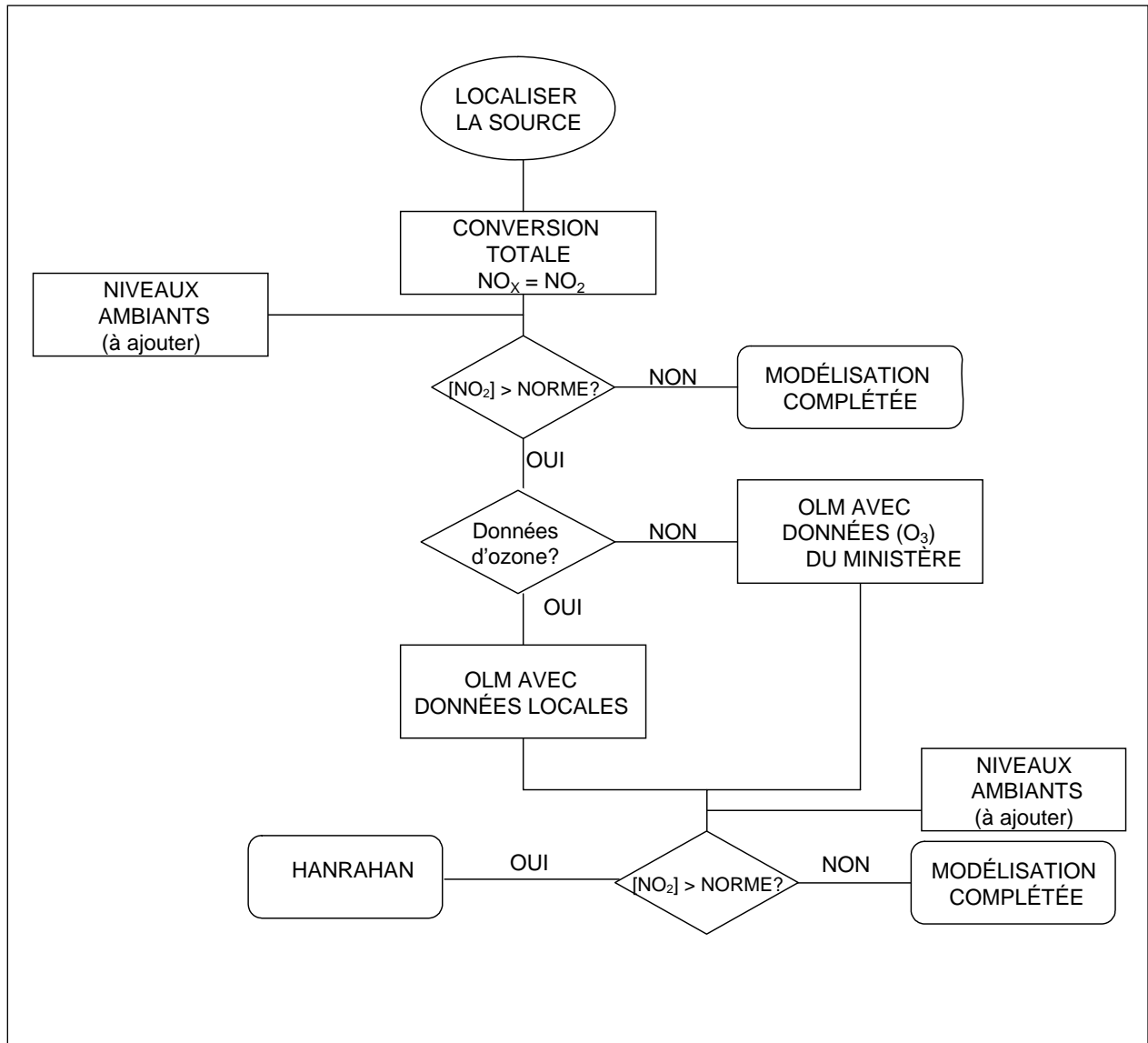
Le promoteur utilise la méthode de Hanrahan (PVMR : *Plume Volume Molar Ratio Method*) (1999). La méthode de Hanrahan intègre la notion de vitesse de diffusion du panache dans l'air ambiant. Le modèle de Hanrahan décrit bien la situation à proximité des sources d'émission (de 0 à 1 km).

### **Niveaux ambiants**

De façon générale, lors d'une modélisation, on demande d'utiliser les valeurs maximales des niveaux ambiants pour s'assurer d'une estimation conservatrice lors de l'évaluation des impacts d'un projet. Dans le cas du NO<sub>2</sub>/O<sub>3</sub>, cette façon de faire (O<sub>3</sub> max. et NO<sub>2</sub> max.) peut mener à une surestimation de la situation réelle ayant pour conséquence un dépassement des normes. Si un tel cas se présente, le promoteur doit contacter le MDDEP\* pour obtenir des niveaux ambiants davantage représentatifs.

\* Le Service des avis et des expertises de la Direction du suivi de l'état de l'environnement.





### Approche décisionnelle



## **BIBLIOGRAPHIE**

HANRAHAN, Patrick L., 1999. *The Plume Volume Molar Ratio Method for Determining NO<sub>2</sub>/NO Ratios in Modeling – Part1: Methodology*, Journal of the Air & Waste Management Association, vol. 49, p. 1324-1331, *Part-2: Evaluation Studies*, Journal of the Air & Waste Management Association, vol 49, p. 1332-1338.

IDRISS, A., 2003. *Air Quality Model Guideline*, Edmonton, Science and Standards Branch, Alberta Environment, mars [Le schéma décisionnel a été inspiré de ce document].

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 [<http://www.menv.gouv.qc.ca/air/criteres/index.htm>].

WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2000. *Air quality guidelines for Europe*, Second Edition, Copenhagen, World Health Organization, Regional Office for Europe, chap. 7.1. [[http://www.euro.who.int/InformationSources/Publications/Catalogue/20010910\\_6](http://www.euro.who.int/InformationSources/Publications/Catalogue/20010910_6)].