

**CELLULE INTERREGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT (CELINE)**

*Informing you on ambient air quality in the Belgian Regions*

Avenue des Arts 10-11, 1210 Bruxelles

tel: 02/227.57.02 - fax: 02/227.56.99

**Site internet : <http://www.irceline.be>**



VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ



BRUXELLES ENVIRONNEMENT  
LEEFMILIEU BRUSSEL

-1888-2018



Ministère de la Région wallonne

**Simulation de l'impact de mesures  
à court terme prises sur le trafic  
lors de l'épisode d'ozone du 1 au 13 août 2003**

---

Frans Fierens  
Gerwin Dumont  
Olivier Brasseur

IRCEL-CELINE  
Avenue des Arts 10-11  
1210 Bruxelles

Mars 2007

## A. Objectif

Le présent document a pour objectif d'évaluer l'impact de mesures de court terme prise sur le trafic en Belgique sur les concentrations en ozone lors d'un épisode.

La période de référence choisie pour cette étude concerne l'épisode d'ozone du 1 au 13 août 2003 au cours duquel l'Europe de l'ouest a connu une exceptionnelle vague de chaleur.

## B. Modélisation

L'estimation des impacts sur les concentrations en ozone est réalisé à l'aide du modèle BelEUROS spécialement développé pour évaluer les scénarios d'émissions.

Ce modèle reçoit comme entrée :

- les émissions de l'année 2002 ;
- les analyses météorologiques de la période étudiée en 2003.

La résolution spatiale du modèle est fixée à 15 km sur la Belgique. La simulation porte sur la période du 15 juillet au 15 août 2003. Celle-ci est plus étendue que l'épisode d'ozone proprement dit, de manière à ce que la phase d'initialisation et de mise en régime du modèle n'interfère pas avec l'épisode en question.

## C. Scénarios d'émissions

Trois scénarios d'émissions ont été considérés :

- **T-30** : *réduction des émissions du trafic, en ramenant celles-ci au niveau des émissions du weekend. Ceci implique une réduction de 30% des NOx et de 20% des COV émis par le trafic ;*
- **T-100** : *suppression complète des émissions du trafic ;*
- **S-100** : *suppression complète de toutes les sources d'émissions en Belgique.*

L'épisode d'ozone porte sur la période du 1 au 13 août 2003. Les scénarios de réduction des émissions ont été pris en compte 3 jours avant le début de l'épisode, c'est-à-dire à partir du 29 juillet 2003.

## D. Validation de la simulation BelEUROS de référence

Avant d'évaluer les scénarios d'émissions, il est utile de vérifier la qualité de la simulation de référence.

Les figures 1 et 2 montrent les valeurs moyennes observées et simulées des concentrations horaires d'ozone au cours de la période du 1 au 15 août 2003. L'examen de ces résultats montre que le modèle BelEUROS a bien reproduit la distribution spatiale des concentrations maximales journalières en ozone. En particulier, les valeurs les plus élevées ont bien été atteintes dans le sud du pays, ce qui est en accord avec les températures plus élevées qui y ont été observées. Dans cette simulation, le modèle tend à surestimer légèrement les concentrations en Campine et à produire une légère sous-estimation en Flandre Occidentale et Orientale, mais ces écarts demeurent dans des proportions acceptables pour les besoins de l'étude.

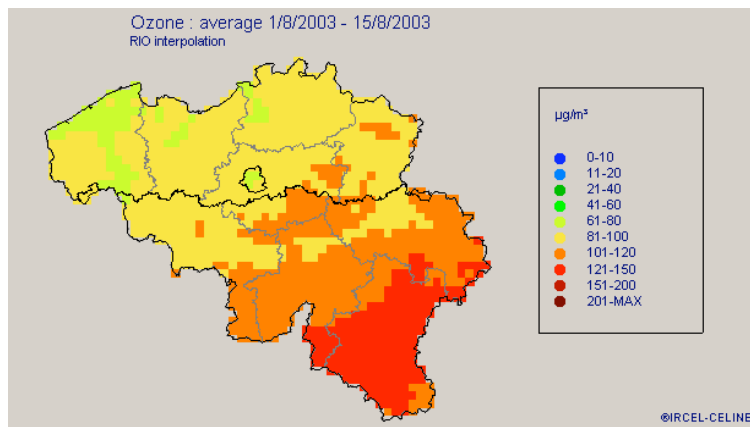


Figure 1 : moyenne des concentrations horaires d'ozone **observées** au cours de la période du 1 au 15 août 2003. L'interpolation spatiale est obtenue à partir de la technique d'interpolation RIO (Hooyberghs et al., 2006). Les concentrations sont indiquées en microgrammes/m<sup>3</sup>.

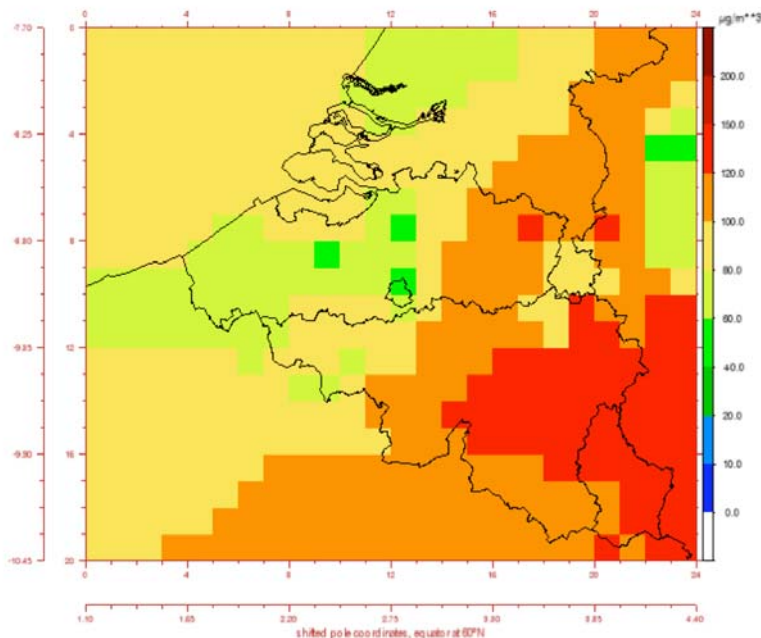


Figure 2 : moyenne des concentrations horaires d'ozone **simulées** au cours de la période du 1 au 15 août 2003. Les concentrations sont indiquées en microgrammes/m<sup>3</sup>.

La figure 3 représente les évolutions observée et simulée des moyennes spatiales des concentrations horaires d'ozone en Belgique. Au cours de la période d'intérêt pour la prise de mesures, débutant le 29 juillet 2003, il apparaît que le modèle BelEUROS présente un accord satisfaisant avec les observations. L'analyse des séries temporelles permet d'aboutir aux statistiques suivantes :

- Moyenne des concentrations observées : 79.4 µg/m<sup>3</sup>
- Moyenne des concentrations simulées : 76.8 µg/m<sup>3</sup>
- Erreur RMS (root mean square error) : 27.5 µg/m<sup>3</sup>
- Coefficient de corrélation R : 0.80

### ozone 2003 : 15/7 - 15/8

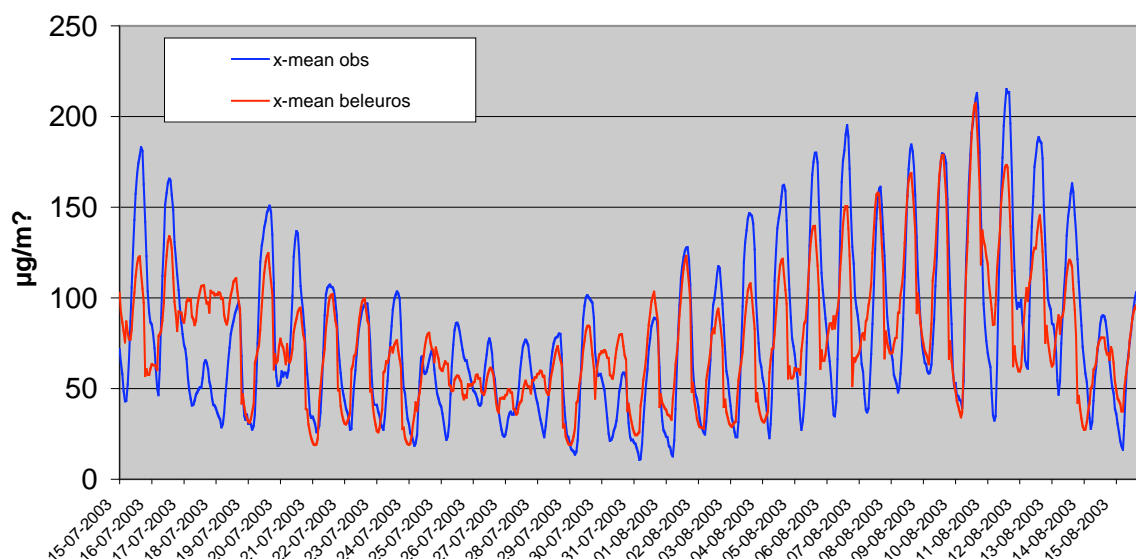


Figure 3 : Evolutions observée (bleu) et simulée (rouge) des moyennes des concentrations horaires d'ozone en Belgique. La période représentée, du 15 juillet au 15 août 2003, concerne la totalité de la simulation BelEUROS.

## E. Evaluation des scénarios d'émissions

La figure 4 montre l'impact d'une réduction du trafic sur les concentrations simulées en ozone. Que l'on considère les scénarios T-30 (réduction partielle du trafic) ou T-100 (suppression totale du trafic), toute réduction du trafic se solde, à court terme et en moyenne sur le pays, par une augmentation des concentrations en ozone.

### scenarios ozone 2003 : 15/7 - 15/8

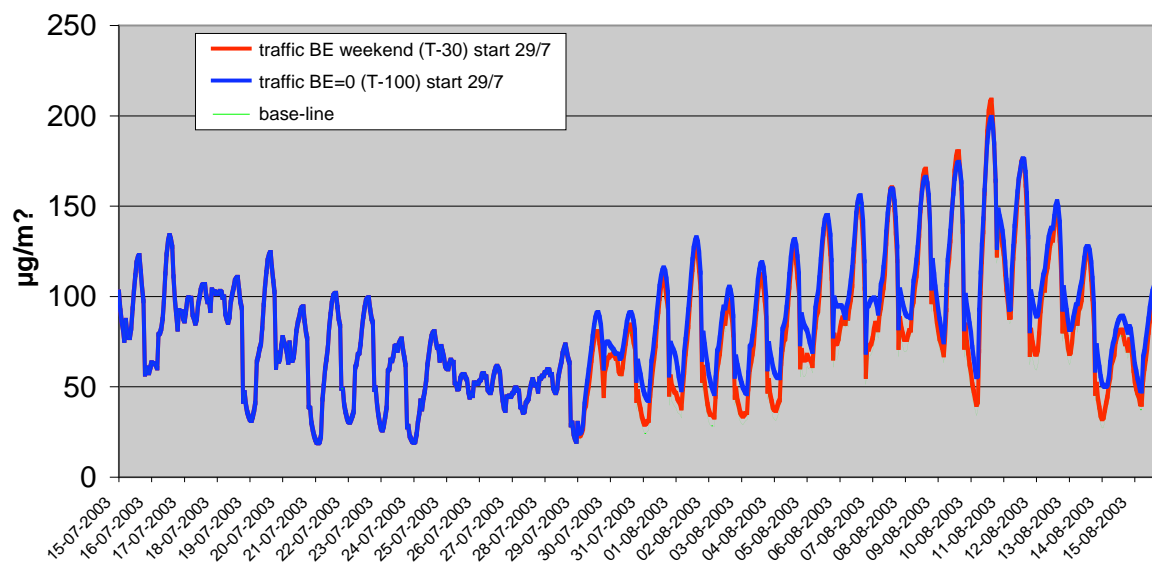


Figure 4 : Evolutions des moyennes des concentrations horaires d'ozone en Belgique. La simulation de référence (base line) est indiquée en trait vert, les scénarios T-30 et T-100 sont représentés respectivement en traits rouge et bleu. La période considérée, du 15 juillet au 15 août 2003, concerne la totalité de la simulation BelEUROS.

La figure 5 présente, pour les 3 scénarios envisagés, la répartition spatiale des différences relatives sur les concentrations moyennes d'ozone et sur les AOT60-max8h. Rappelons que l'AOT60-max8h est un indicateur d'impact d'ozone sur la santé humaine. Il est déterminé par la somme cumulée sur l'année des différences entre le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures supérieur à  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et le seuil de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

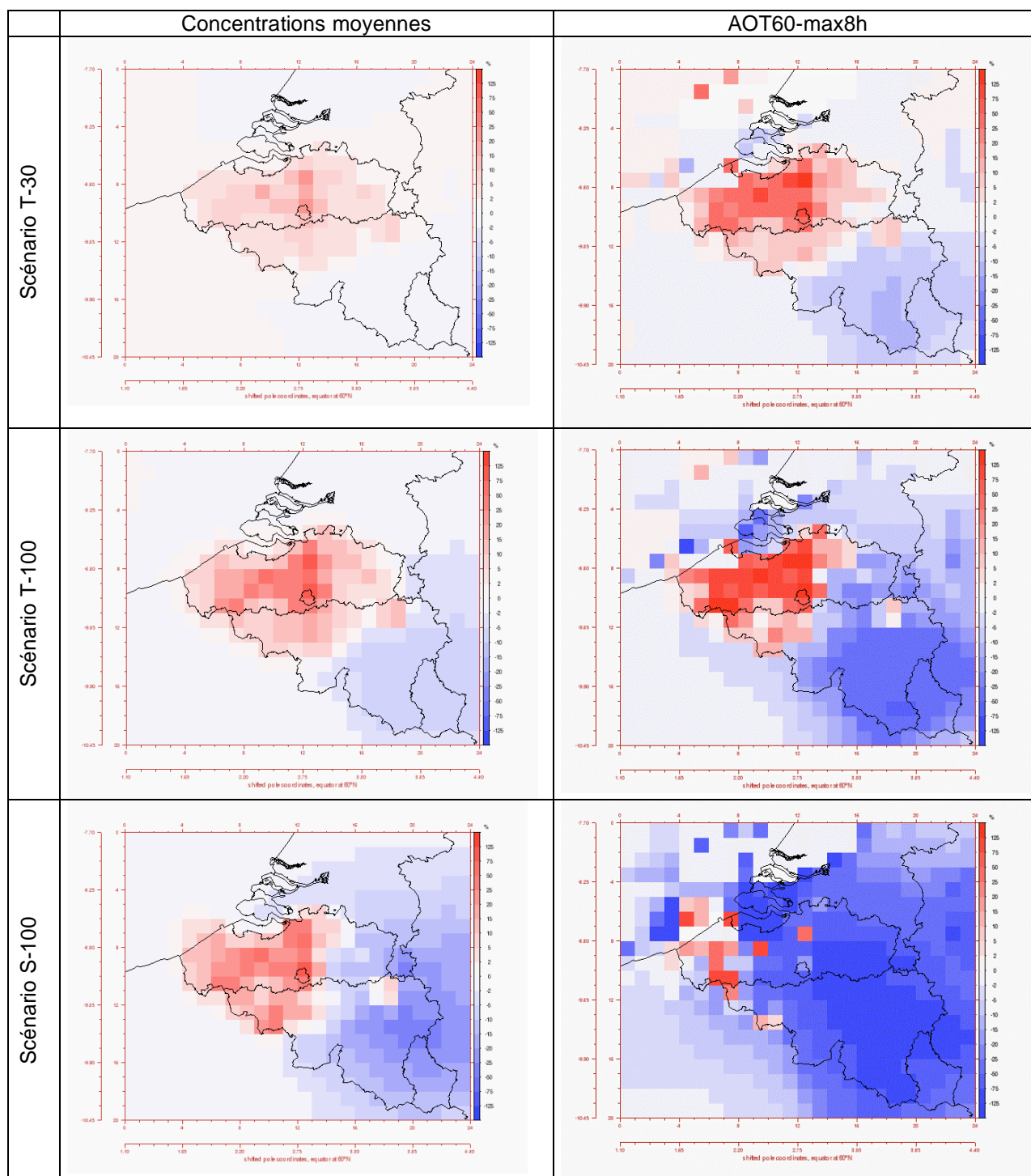


Figure 5 : Différences relatives (en %) entre les scénarios T-30, T-100, S-100 et la simulation de référence en considérant la période du 1 au 15 août 2003. Les graphiques repris dans les colonnes de gauche et de droite correspondent respectivement aux différences relatives calculées sur base des moyennes des concentrations horaires d'ozone et des AOT60-max8h. La couleur rouge traduit une augmentation par rapport à la simulation de référence, le bleu signifie une diminution.

Le tableau 1 résume, à l'échelle de la Belgique, l'impact moyen des scénarios considérés sur les concentrations moyennes et l'AOT60-max8h.

Scénario	Moyenne	AOT60-max8h
T-30	+ 3%	+ 11%
T-100	+ 10%	+ 20%
S-100	+ 7%	- 67%

Tableau 1 : Différences relatives (en %), en moyenne pour la Belgique, entre les scénarios T-30, T-100, S-100 et la simulation de référence en considérant la période du 1 au 15 août 2003. Les colonnes du centre et de droite correspondent respectivement aux différences relatives calculées sur base des moyennes des concentrations horaires d'ozone et des AOT60-max8h.

L'examen des scénarios T-30 et T-100 révèle une augmentation des concentrations moyennes et des AOT60-max8h au nord du sillon Sambre et Meuse (plus de 80% de la population belge habite dans cette zone). Cette augmentation est plus marquée en Région bruxelloise et dans les provinces d'Anvers, Brabant Flamand et Flandre Orientale. Dans le sud du pays, on note au contraire une tendance à la diminution des concentrations en ozone, plus importante pour le scénario T-100.

Le scénario S-100 (suppression des toutes les émissions en Belgique) est plus contrasté. Il donne également lieu à une augmentation des concentrations moyennes au cours de l'épisode, principalement dans l'ouest du pays. Par contre, la suppression des émissions belges a un impact positif marqué sur l'AOT60-max8h dans la plupart des régions, exception faite du nord-ouest du pays. Ceci signifie que, dans ce cas de figure, les concentrations maximales en ozone sont moins élevées, mais cette réduction est compensée par une augmentation des valeurs minimales.

## F. Evaluation des impacts sur la mortalité

Les résultats de modèle peuvent être exploités pour estimer l'impact de l'ozone sur la mortalité. Le risque relatif pris en considération pour l'estimation indiquée dans le tableau 2 est basé sur l'étude de Fischer et al. (2004). A l'échelle du pays, les estimations obtenues montrent que seul le scénario S-100 possède un impact positif sur la santé. En raison de l'augmentation des concentrations en ozone qu'ils entraînent, les scénarios T-30 et T-100 sont à l'origine d'une augmentation de la mortalité (associée spécifiquement à l'ozone) estimée.

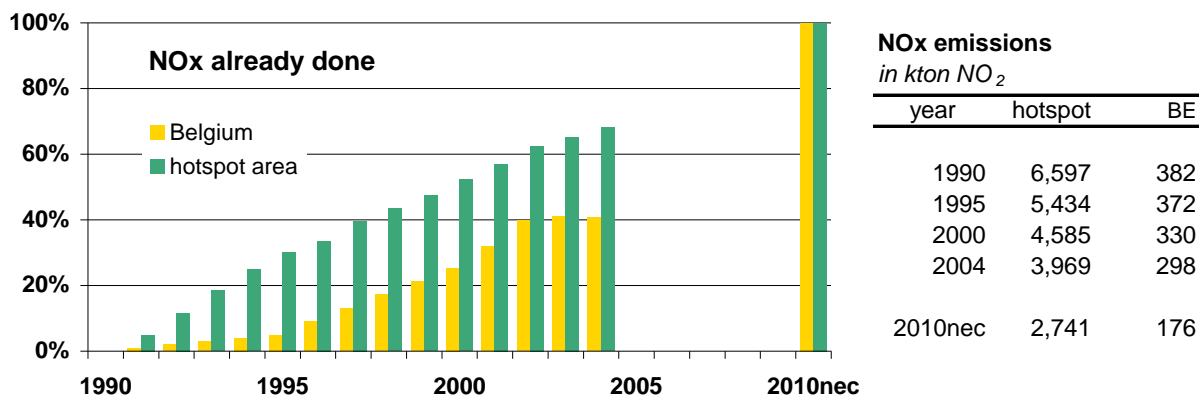
Simulation	Nombre de décès associés à l'ozone		Estimation basse		Estimation haute	
	Total	Différence	Total	Différence	Total	Différence
Référence	216		155		275	
T-30	223	+7	160	+5	284	+9
T-100	233	+17	167	+12	297	+22
S-100	205	-11	146	-9	261	-14

Tableau 2 : Estimation de la mortalité en Belgique associée spécifiquement à l'ozone pour les simulations de référence, T-30, T-100 et S-100. Ce tableau comporte également des estimations basse et haute de la mortalité (interval de confiance de 95%).

## G. Résumé et mesures durables

Trois scénarios de réduction d'émissions à court terme ont été évalués. L'application du modèle BelEUROS à l'épisode d'ozone du 1 au 13 août 2003 a mis en évidence les constatations suivantes :

1. **Les mesures de réduction partielle (scénario T-30) ou totale (scénario T-100) du trafic, mises en oeuvre 3 jours avant un épisode d'ozone et pour toute la durée de l'épisode, s'avèrent contre-productives en Belgique.** De telles mesures se traduiraient en effet par une augmentation de l'exposition à l'ozone au nord du sillon Sambre et Meuse. Seul le sud du pays bénéficierait d'un effet positif. A l'échelle du pays, la réduction du trafic sur le court terme entraînerait une légère augmentation de la mortalité.
2. Les mesures de suppression totale des émissions en Belgique (scénario S-100), mises en oeuvre 3 jours avant un épisode d'ozone, sont plus contrastées. Si elles entraînent une augmentation des concentrations moyennes d'ozone, l'exposition aux concentrations élevées se voit significativement réduite, ce qui se traduit par une réduction de la mortalité estimée. Cette conclusion doit cependant être nuancée par le caractère utopiste de ce scénario.
3. Les scénarios T-30 et T-100 montrent clairement que les mesures de court terme prises sur le trafic n'ont pas un pouvoir de réduction significatif des concentrations en ozone. **Les seules mesures efficaces permettant d'atteindre une réduction significative de l'ozone sont des mesures structurelles qui doivent être :**
  - **drastiques** : en raison des concentrations de fond élevées en oxydes d'azote que l'on observe actuellement, seule une forte réduction (de l'ordre 50 %) des précurseurs pourra conduire à une diminution significative des concentrations d'ozone ;
  - **durables** : des mesures de courte durée n'entraînent pas de modification significative des concentrations de fond des précurseurs et -comme démontré ci-dessus- sont contre-productif. Il est donc impératif d'agir dans la durée ;
  - **européennes** : 65% des précurseurs provenant des pays voisins, les mesures de réduction des précurseurs doivent également s'appliquer à ces pays.



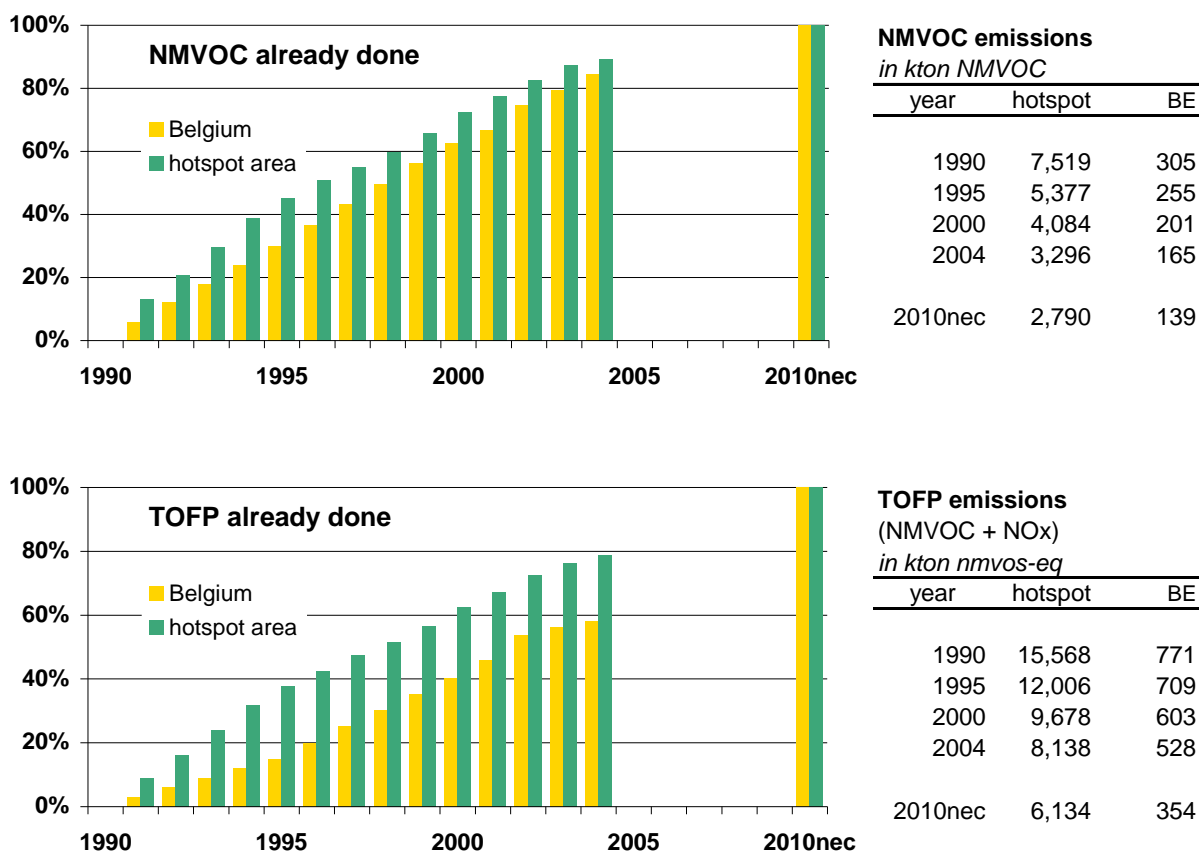


Figure 6 : Evolution des émissions d'oxydes d'azote (**NOx**), composés organiques volatils (**NMVOC**) et la somme des précurseurs d'ozone pondérés par leur potentiel de formation d'ozone (**TOFP**: Total Ozone Formation Potential) de 1990 à 2004. Par rapport aux émissions de 1990 et compte tenu des objectifs à atteindre à l'horizon 2010 dans le cadre de la directive NEC, les graphiques représentent le pourcentage des réductions déjà réalisées : le niveau 0% est le point de départ et fait référence aux émissions de 1990, le niveau 100% représente l'objectif à atteindre en 2010. Ces valeurs sont indiquées en jaune pour la Belgique et en vert pour la zone « hotspot » (i.e. territoire entourant la Belgique et dont le transport transfrontière de précurseurs influence les concentrations d'ozone en Belgique). Les tableaux détaillent les valeurs numériques (en kTon) des figures correspondantes. Source: EMEP <http://webdab.emep.int/> (7 January 2007)

L'application de ces mesures structurelles s'inscrit dans le cadre de la directive NEC visant à limiter les plafonds d'émissions, notamment des oxydes d'azote et des composés organiques volatils qui constituent les précurseurs d'ozone. Par rapport aux émissions de référence de 1990, elle implique la réduction d'environ 50% des précurseurs d'ozone à l'horizon 2010, ce qui devrait considérablement réduire l'ozone. La figure 6 montre le chemin parcouru en Belgique en terme de réductions d'émissions réalisées entre 1990 et 2004 :

- En ce qui concerne les oxydes d'azote (NOx), il apparaît d'ores et déjà peu probable que la Belgique puisse satisfaire ses engagements en 2010, au contraire de la zone « hotspot » (c'est-à-dire le territoire entourant la Belgique et dont le transport transfrontière de précurseurs influence les concentrations d'ozone en Belgique) qui devrait être en mesure de respecter les objectifs fixés.
- La situation apparaît plus favorable pour les composés organiques volatils (NMCOV) et il semble très probable que la Belgique puisse atteindre les objectifs fixés.



## H. Références

- CELINE-IRCEL : banque de données interrégionale de la qualité de l'air et modélisations avec le model belEUROS (<http://www.irceline.be>).
- MIRA-T achtergronddocument fotochemie (<http://www.milieurapport.be>)
- Fischer P., Brunekreef B., Lebret E. (2004) Air pollution related deaths during the 2003 heat wave in the Netherlands, *Atmospheric Environment* **38**, 1083-1085.
- Hooyberghs J., Mensink C., Dumont G., Fierens F. (2006) : Spatial interpolation of ambient ozone concentrations from sparse monitoring points in Belgium, *Journal of Environmental Monitoring* **8**, 1129-1135.
- EMEP (<http://www.emep.int>)