

# *Les polluants atmosphériques*

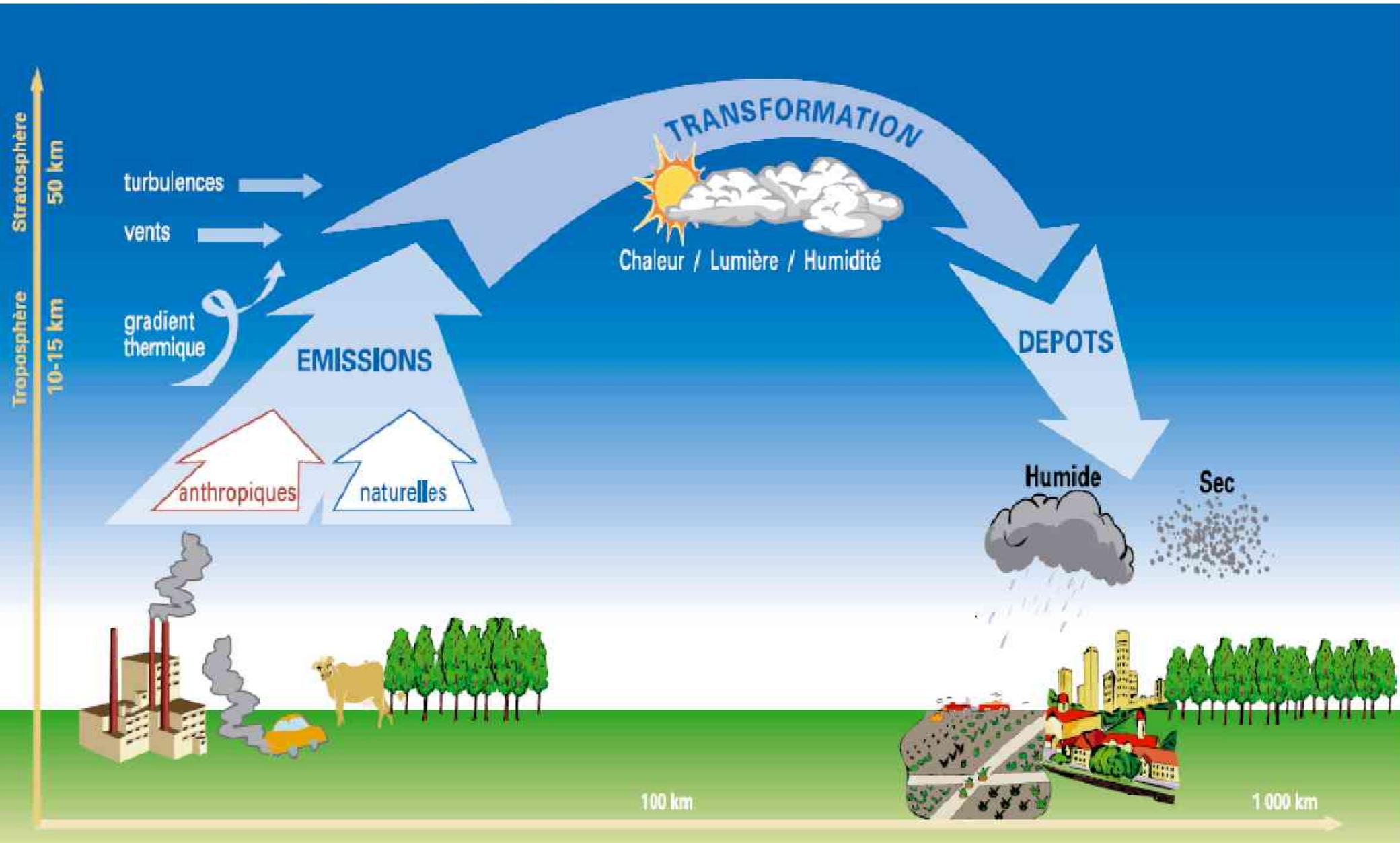
- \* *Les principaux polluants qui retentissent sur la santé*  
(Particules – Ozone - Oxydes d'Azote -Benzène) p 2-5
  - \* *Durée de vie des polluants* p 6
  - \* *Origine des émissions, devenir* p 7-10
  - \* *Particules* p 11-13
  - \* *L'Ozone* p 14-18
  - \* *Le Benzène* p 19-20
  - \* *Le CO à Toulouse* P 21
  - \* *Volumes des émissions de polluants et leur mesures dans l'atmosphère* p 21-24
  - \* *Mesures des polluants: indice Atmo et ses pièges* p 24-27
  - \* *Notion de pollution à court terme (pics) et à long terme (niveau de base annuel)* p 28
  - \* *Transports et pollution de l'air* p 29
- 
-

# Ensemble de la pollution atmosphérique

Les grands problèmes de pollution atmosphérique	Principaux polluants concernés	Principaux impacts	Echelle d'espace	Echelle de temps
pollutions urbaines et industrielles	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , COV, poussières,...	santé, matériaux	locale	heures
pollution acide pollution photochimique eutrophisation	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , NH <sub>3</sub>	dommages sur les écosystèmes	régionale (>100 km)	jours
amincissement de la couche d'ozone, effet de serre	CFC, NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, O <sub>3</sub>	climat, biosphère,	planétaire	années

# Emission (*Troposphère 7-10Km: Nox SO2 NH3 HCL*) et transformation des polluants (*Stratosphère 10-50Km: Sulfates Nitrates solides et Acide Sulfurique et Nitrique liquides*)

Emissions, transformation et dépôts de polluants. Source : Ademe



# Pollution et risque cardio-vasculaire et respiratoire

## I - Polluants provenant de la circulation

-*Les Nox (NO + NO<sub>2</sub>)* proviennent des **véhicules pour 70%**, chauffage pour le reste

-*Les particules fines* proviennent de l'industrie, des chauffages (fuel, bois, charbon), mais **les plus nocives** (fines < 2,5 µm) **sont émises par les diesels et certaines sont cancérigènes** (celles qui véhiculent certains **hydrocarbures polycycliques**: HAP)

-*L'ozone polluant secondaire* (interactions entre le NO<sub>2</sub>, le CO, les hydrocarbures des véhicules, des solvants, des composés organiques volatiles, avec le rayonnement solaire); **il est plus élevé en dehors des zones urbaines** car il est détruit par le monoxyde d'azote (circulation)

---

---

# Pollution et risque cardio-vasculaire et respiratoire

## II - Polluants provenant de la circulation

- Le **SO<sub>2</sub> polluant industriel** est moins préoccupant depuis la fermeture de la centrale thermique
  - Les **composés organiques volatiles (COV)** avec **le benzène, cancérigène préoccupant, car pas assez étudié à long terme** (Il est rejeté malgré l'utilisation des pots catalytiques par les véhicules avec carburant sans plomb)
  - Les **COV contribuent pour beaucoup à la formation de l'Ozone**
- 
-

# *Durée de vie des polluants*

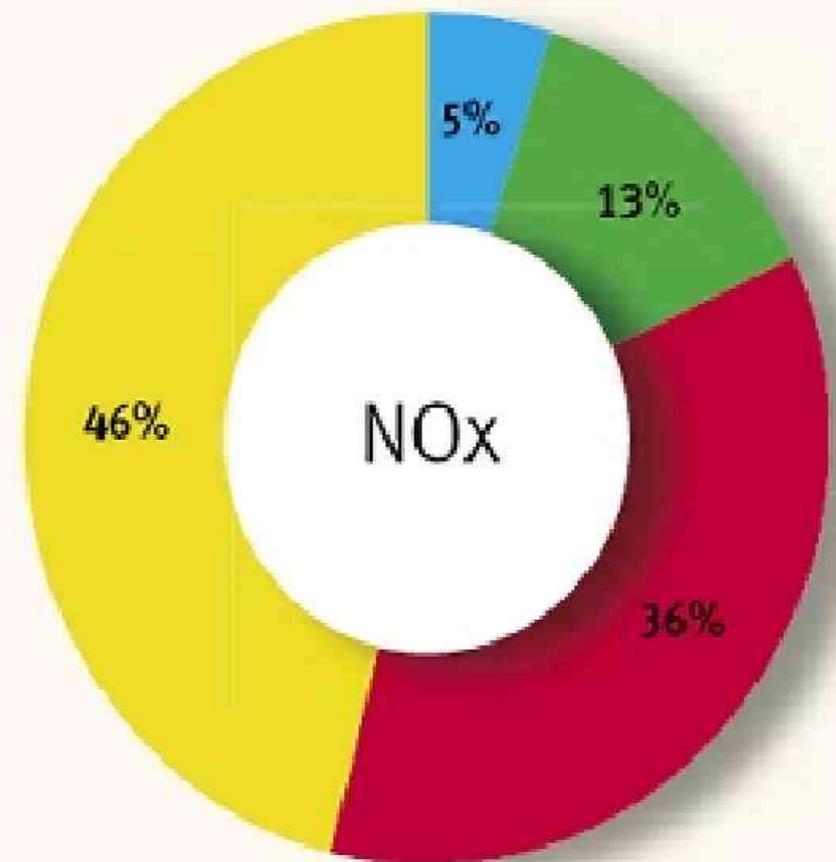
**Les Nox stagnent quand il fait chaud  
et se dissipent plus vite avec le froid**

Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> )	: 1.5 jours
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	: 5 jours
Fines particules	: semaines
Composés organiques volatils COV	: 0.5 à 60 jours
Monoxyde de carbone (CO)	: 2 mois

# Origine des NOx

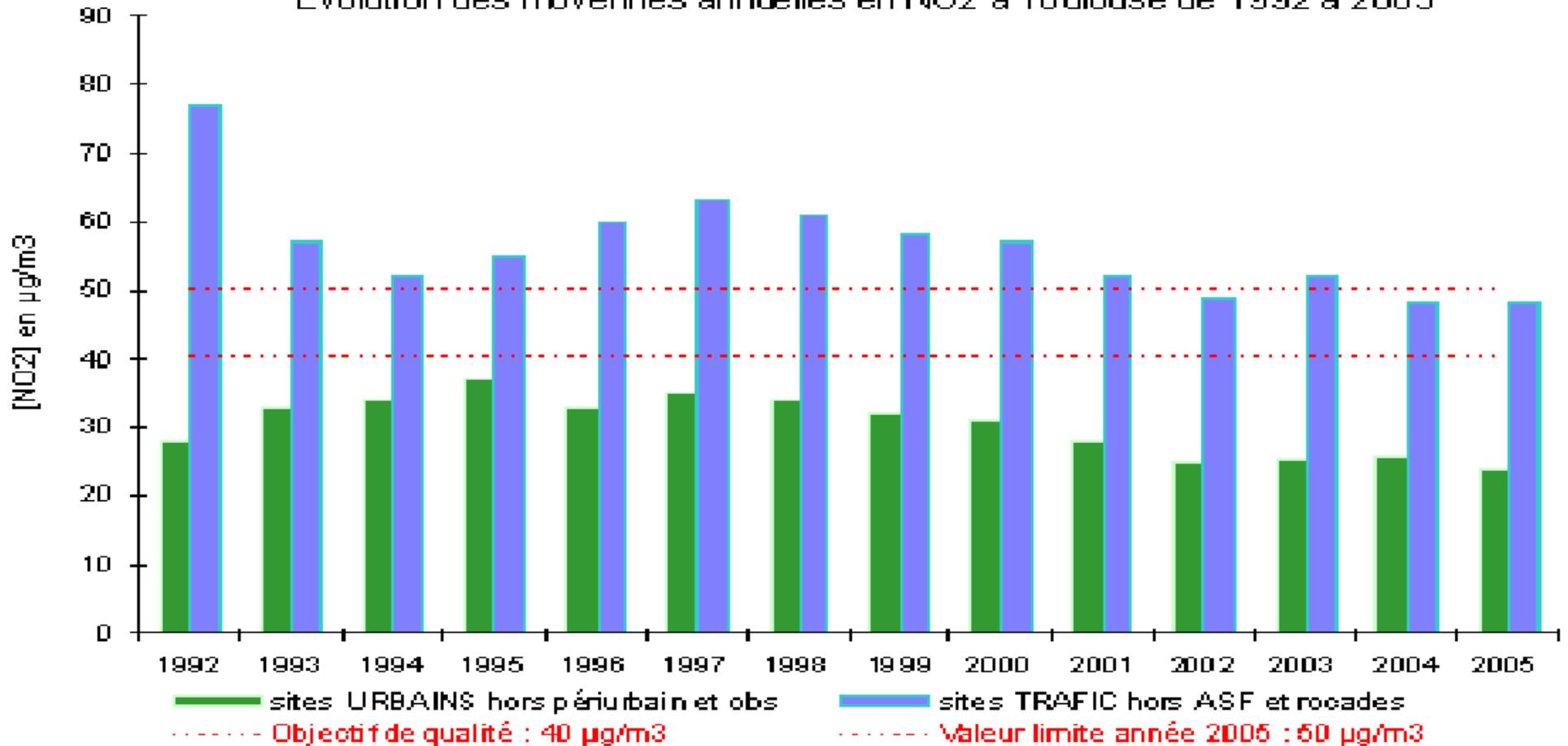
Les sources les plus importantes d'oxydes d'azote en Belgique sont (chiffres de 2001, source CELINE):

- LA CIRCULATION ROUTIÈRE;
- LES INSTALLATIONS DE COMBUSTION INDUSTRIELLES ET AUTRES;
- LES CENTRALES ÉLECTRIQUES;
- AUTRES.



# Toulouse: évolution du NO<sub>2</sub>

Evolution des moyennes annuelles en NO<sub>2</sub> à Toulouse de 1992 à 2005

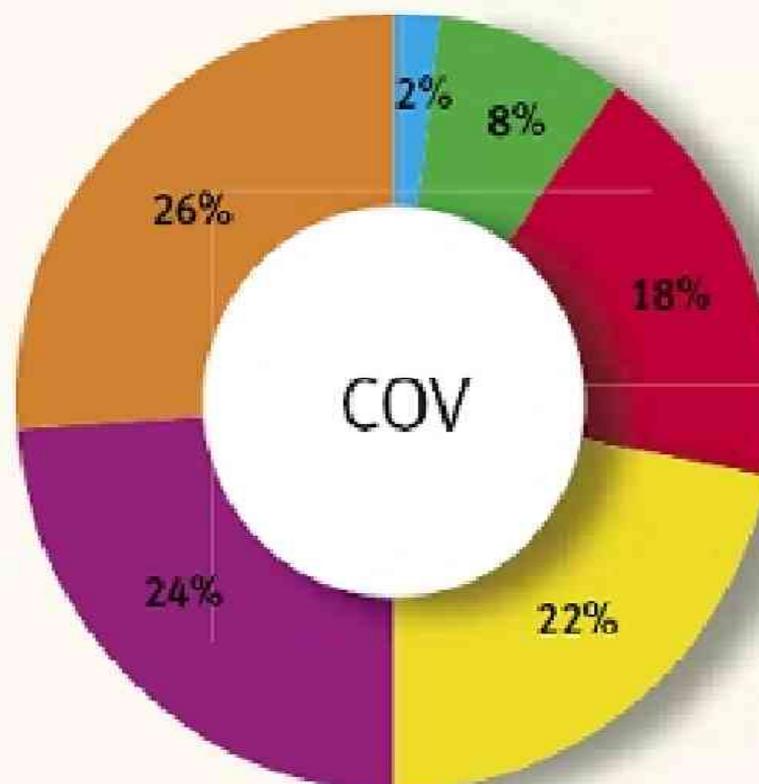


**A Toulouse comme partout les NO<sub>x</sub> ne baissent pas**

# Origine des Composés Organiques Volatiles

Les sources les plus importantes de composés organiques volatils (dus aux activités humaines) sont, dans notre pays (chiffres de 2001, source CELINE):

- LES MODES DE PRODUCTION INDUSTRIELS;
- LA CIRCULATION ROUTIÈRE;
- L'UTILISATION DE PRODUITS SOLVANTS VOLATILS;
- LES FORÊTS ET LES EXPLOITATIONS AGRICOLES;
- LE RAFFINAGE ET LA DISTRIBUTION DE COMBUSTIBLES FOSSILES;
- AUTRES.



# Parmi les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques: les 16 classés polluants prioritaires par l'US EPA

Nom	Abréviation	Nombre de cycles	Formule Brute	Masse (g. mol <sup>-1</sup> )	Potentiel Cancérogène*
Naphtalène	NAPH	2	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	128	–
Acénaphtylène	ACY	3	C <sub>12</sub> H <sub>8</sub>	152	–
Acénaphthène	ACE	3	C <sub>12</sub> H <sub>10</sub>	154	Nd
Fluorène	FLUO	3	C <sub>13</sub> H <sub>10</sub>	166	–
Phénanthrène	PHEN	3	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>	178	–
Anthracène	ANTH	3	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>	178	+
Fluoranthène	FLRT	4	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub>	202	–
Pyrène	PYR	4	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub>	202	–
Benzo(a)anthracène	B(a)A	4	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	228	++
Chrysène	CHRYS	4	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	228	–
Benzo(b)fluoranthène	B(b)F	5	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	252	+++
Benzo(j)fluoranthène	B(k)F	5	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	252	++
Benzo(a)pyrène	B(a)P	5	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	252	+++
Indénolo(1,2,3-cd)pyrène	INDENO	5	C <sub>22</sub> H <sub>12</sub>	276	++
Benzo(ghi)pérylène	B(ghi)P	6	C <sub>22</sub> H <sub>12</sub>	276	–
Dibenzo(ah)anthracène	DB(ah)A	5	C <sub>22</sub> H <sub>14</sub>	278	++

\* +++ : très fort, ++ : fort, + : faible, – : nul, ndl : évaluation non disponible

Liste des 16 HAP classés comme polluants prioritaires par l'US EPA.

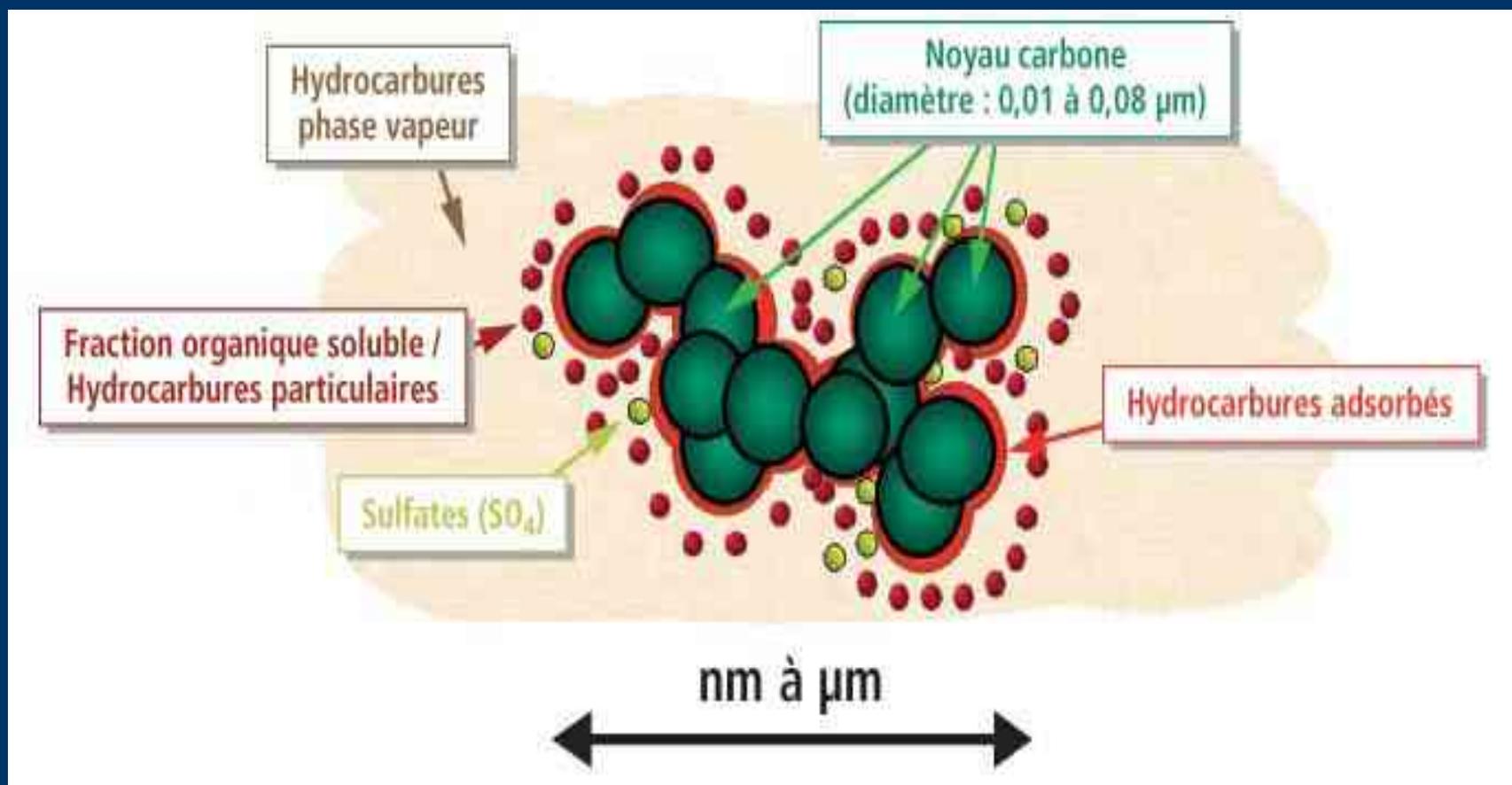
# *Particules naissance, composition*

- Les particules sont **émises directement dans l'air** (primaires) ou bien **se forment dans l'atmosphère à partir des gaz** : SO<sub>2</sub>, Nox et NH<sub>3</sub>
  - Les particules **proviennent surtout des véhicules diesels**, de l'usure des freins, des pneus, de la poussière soulevée par le trafic
  - Elles sont composées de **carbone**, d'**hydrocarbures adsorbés** (liquides et solides), de tous types, de composés soufrés, minéraux, et de métaux variés
- 
-

# *Particules: naissance, composition*

- 1gr de **poussière de pneu** contient **200 µg de HAP** et de nombreux **métaux lourds**: Cadmium, Chrome, Cuivre, Nickel, Plomb, Zinc
  - Les particules sont **élevées dans les centres villes avec trafic** et **doublent près des autoroutes** ou voies rapides; par contre, en centre ville le taux diminue la nuit alors que sur autoroute il ne diminue pas malgré la baisse du trafic
- 
-

# *Particules de diesel:* *Noyau de carbone + Hydrocarbures liquides et solides*



# *L'Ozone polluant secondaire dangereux même en dessous du seuil de qualité de l'ORAMIP*

*L'Ozone troposphérique « mauvais ozone »*, variété gazeuse de l'oxygène, plus lourd que l'Air, se forme *au dessus de la surface de la terre*, provient d'une *réaction chimique* impliquant :

- \* le monoxyde d'azote* (trafic routier),
  - \* les composés organiques volatiles* (COV:circulation, industrie, solvants)
  - \* avec l'action du soleil sur un air stagnant*
- 
-

# ***l'Ozone***

- ***La concentration de fond a doublé*** pendant le XXème siècle ***et augmente de 1% par an***
  - L'action à court terme lors des pics est peu efficace, ***seule est utile la réduction des précurseurs*** (surtout les COV, la diminution des NOx pouvant dans un premier temps augmenter l'ozone)
- 
-

# Production et destruction d'Ozone

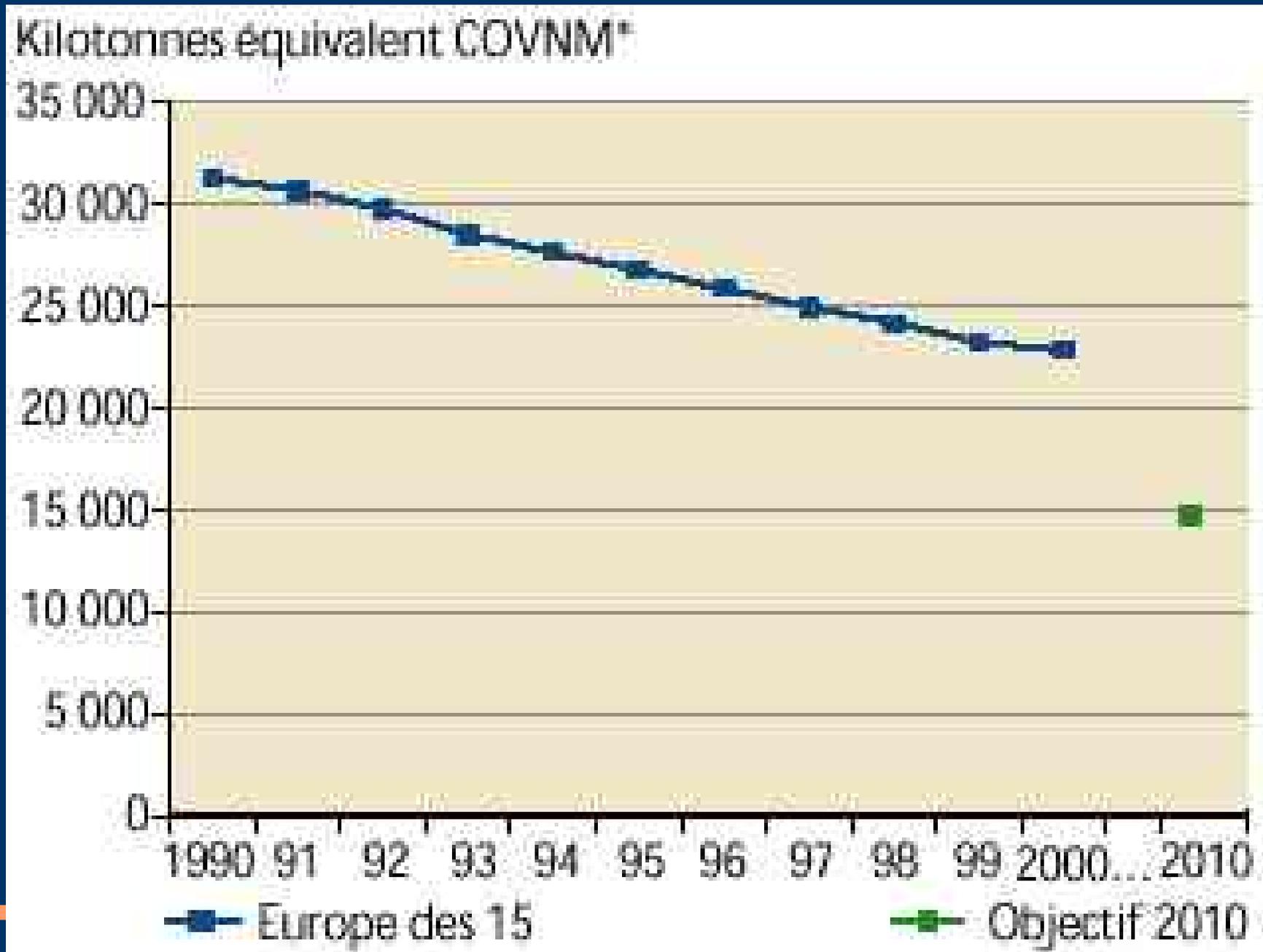
## Elle dépend du rapport COV / NO<sub>x</sub>

Schéma simplifié des processus de production et de destruction de l'ozone

Concentrations en oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> )	Faibles	Moyennes	Fortes
Types de zones	Rurales	Périurbaines	Urbaines, Industrielles
Processus dominant	Production d'O <sub>3</sub>	Moyenne production d'O <sub>3</sub>	Destruction d'O <sub>3</sub>
Concentrations en ozone (O <sub>3</sub> )	+	+	-

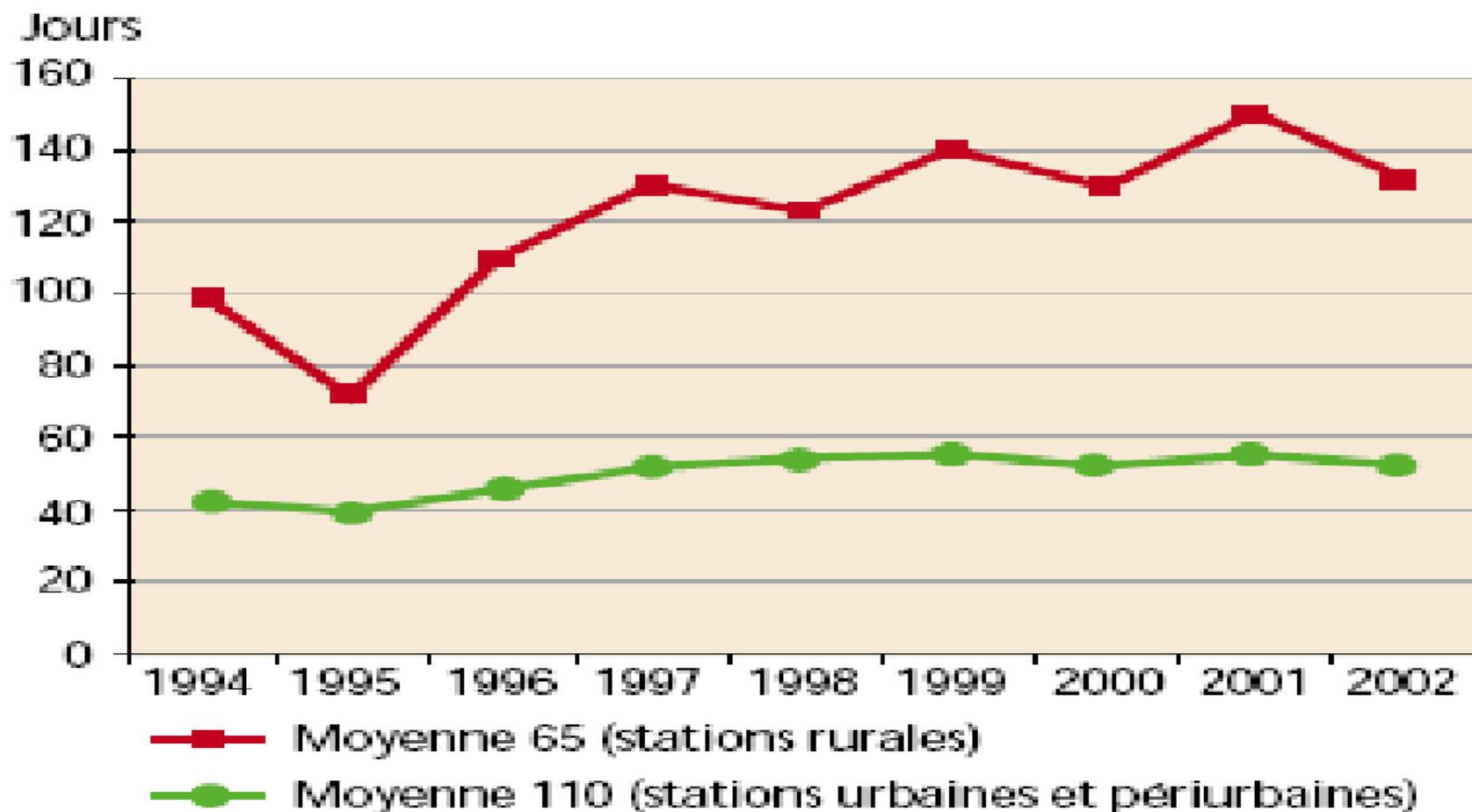
Le rapport COV/NO<sub>x</sub> joue un rôle prépondérant dans les processus de production et de destruction d'O<sub>3</sub>. Plus le rapport est important (concentrations en COV plus élevées que les NO<sub>x</sub>), plus il y a production d'ozone (zone rurale). À l'inverse, en zone urbaine, la proximité des émetteurs engendre de fortes concentrations en NO<sub>x</sub>, détruisant l'ozone.

# Potentiel de production d'Ozone par ses précurseurs en Europe de 1990 à 2010



# Augmentation des journées dépassant le seuil de protection pour les taux d'Ozone

*Les dépassement des seuils de concentrations d'ozone pour la protection de la santé et de la végétation en France (1994-2002)*



Source : Ademe, BDQA - AASQA.

# *Benzène: réduction par action sur les véhicules et le carburant, mais!*

\* *Réglementation Européenne :*

**10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  en moyenne annuelle

\* *Objectif de qualité en France :*

**2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  en moyenne annuelle

\* *OMS :* limite journalière de **25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

---

---

# *Benzène: relevés en France*

*\*OMS* : limite journalière de **25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

Relevés extérieurs en France *entre 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$*  (site urbain de fond *et plus de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$*  (site à proximité de trafic), pouvant atteindre en *moyenne horaire 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$*

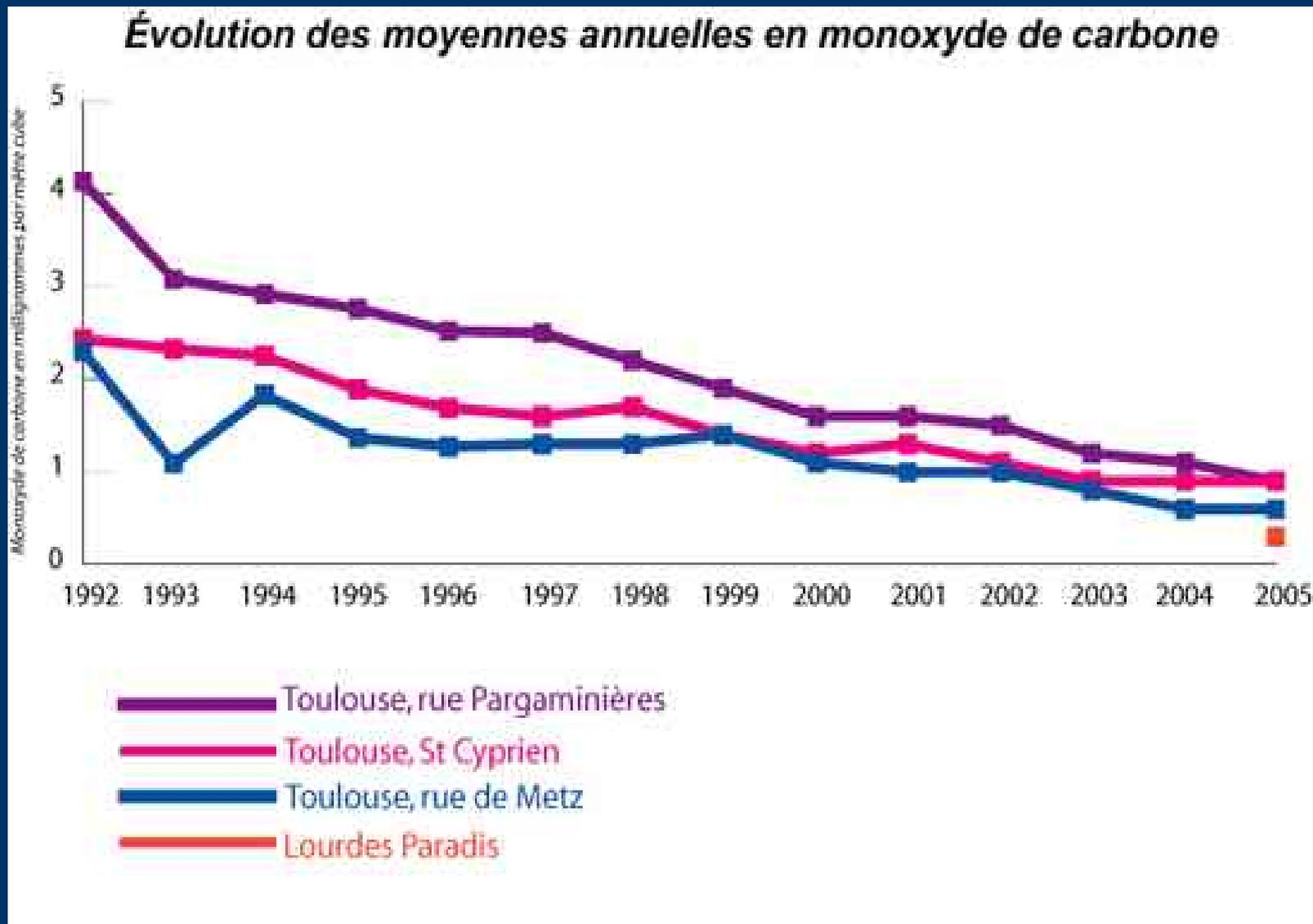
**L'objectif de qualité est encore dépassé sur les sites de proximité industrielle et de trafic**

---

---

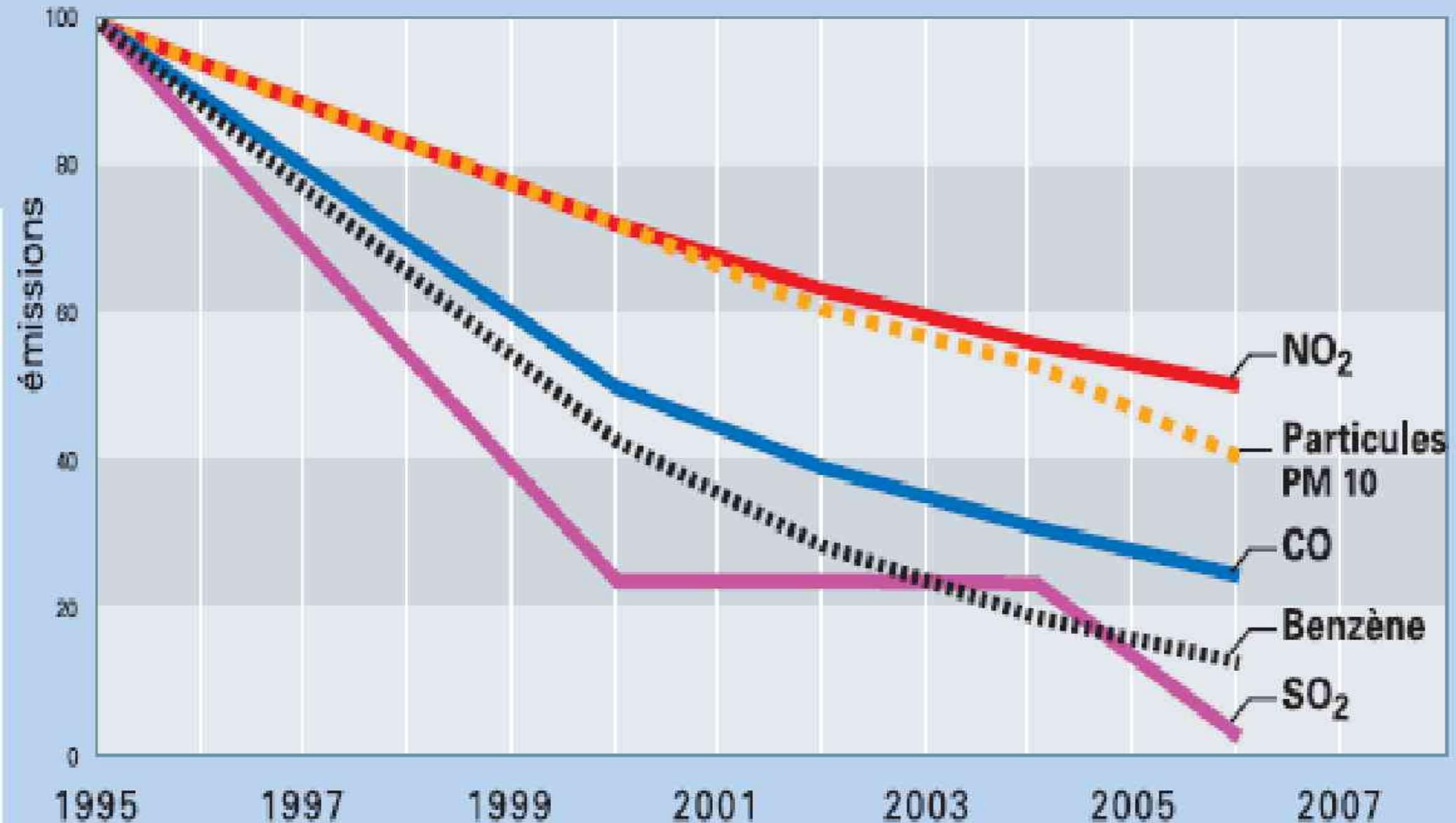
# TOULOUSE: Monoxyde de carbone (CO)

Dangereux pour les femmes enceintes et les nouveaux nés



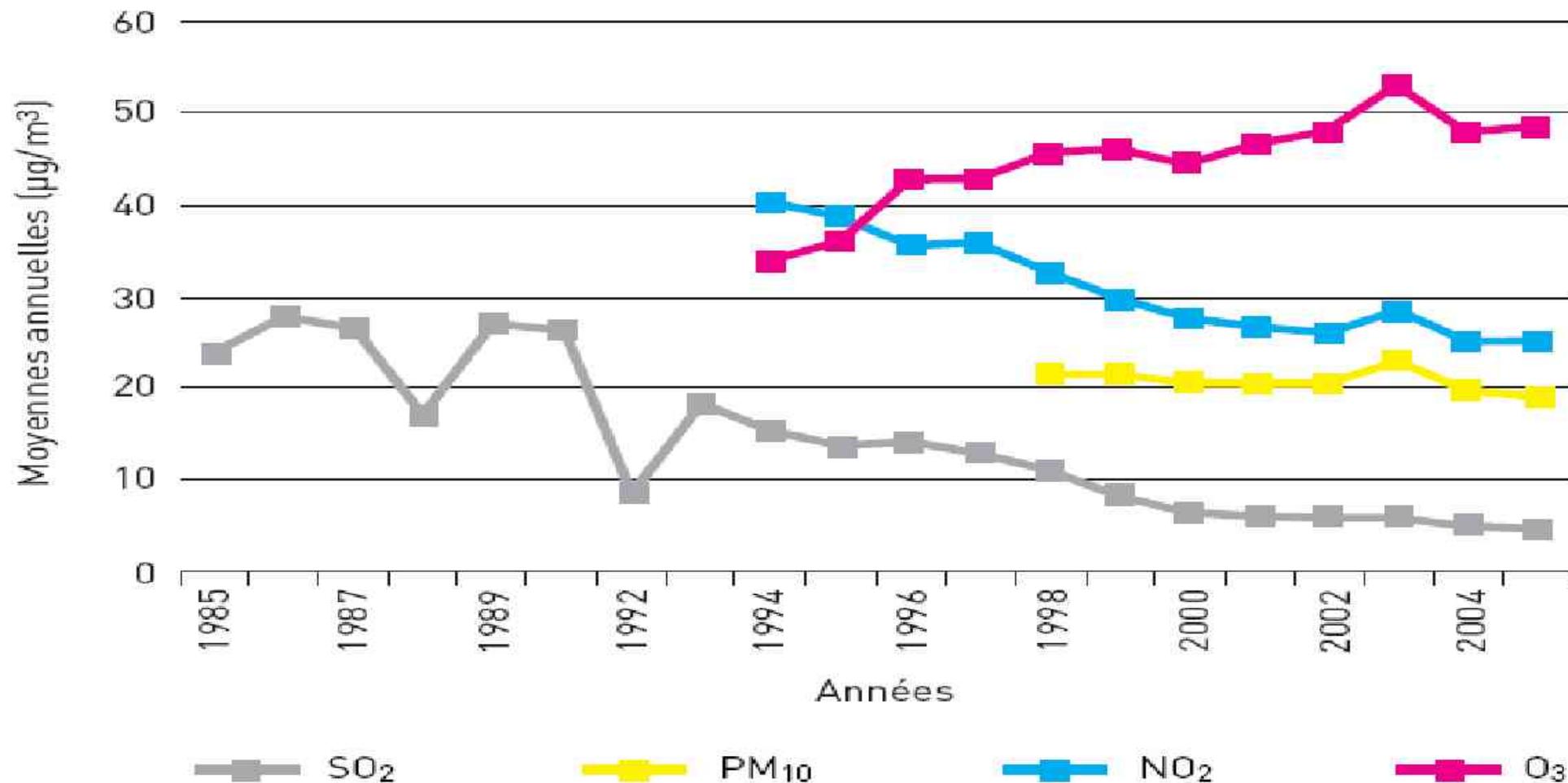
# Evolution de l'émission des polluants du parc automobile

Ademe



# Evolution de la pollution: stagnation des particules et montée de l'Ozone (ADEME)

Évolution des moyennes annuelles pour les sites urbains et périurbains



# Indice Atmo: 5 = Moyen

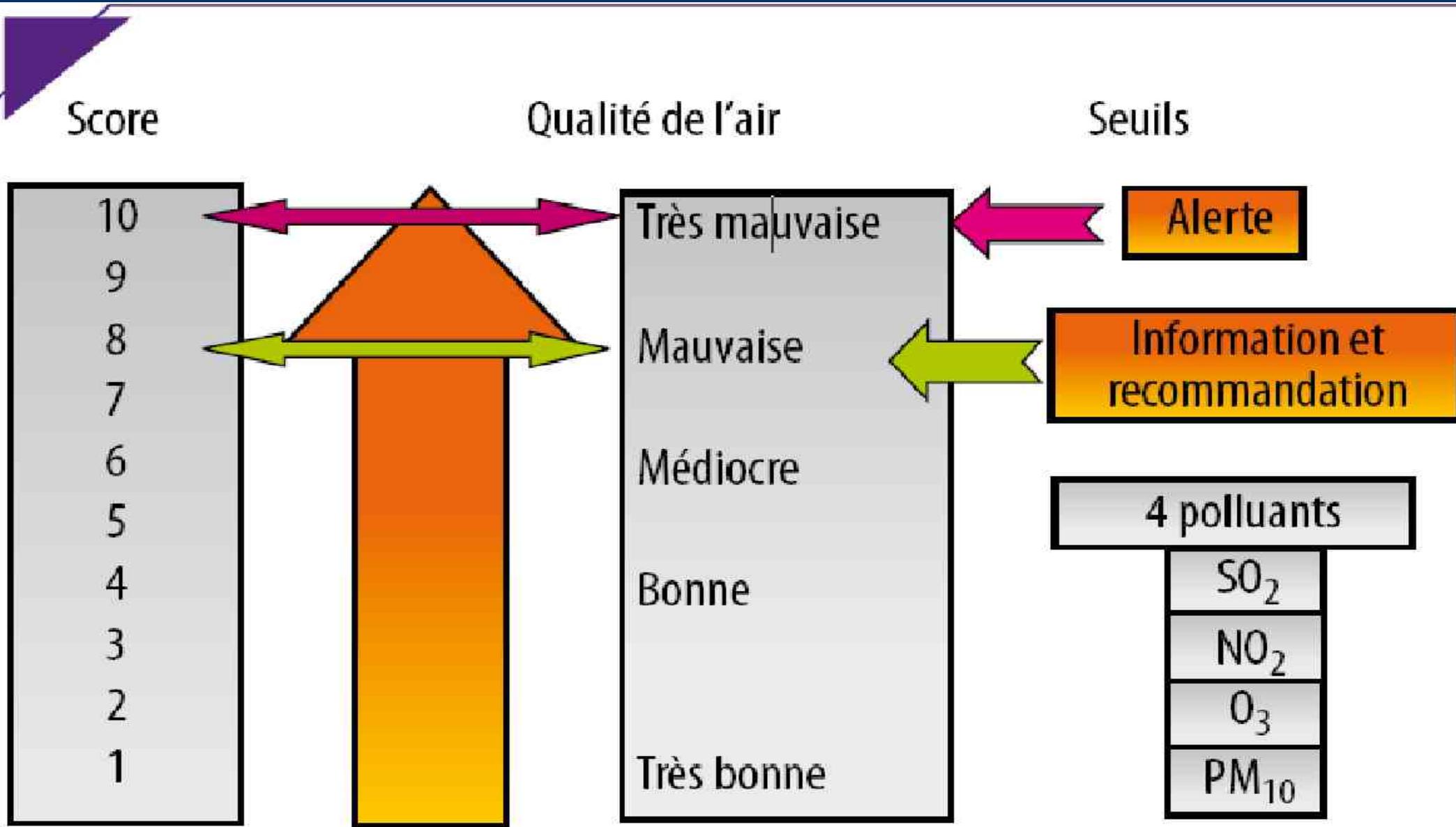


Figure 2. Indice ATMO.

# Echelles des polluants et indice ATMO

En jaune les taux provoquants des effets nets et prouvés sur la santé

Indices	Échelle PM <sub>10</sub>	Échelle SO <sub>2</sub>	Échelle NO <sub>2</sub>	Échelle O <sub>3</sub>
	[moyenne des moyennes journalières]	[moyenne des maxima horaires]		
1	0 à 9 µg/m <sup>3</sup>	0 à 39 µg/m <sup>3</sup>	0 à 29 µg/m <sup>3</sup>	0 à 29 µg/m <sup>3</sup>
2	10 - 19	40 - 79	30 - 54	30 - 54
3	20 - 29	80 - 119	55 - 84	55 - 79
4	30 - 39	120 - 159	85 - 109	80 - 104
5	40 - 49	160 - 199	110 - 134	105 - 129
6	50 - 64	200 - 249	135 - 164	130 - 149
7	65 - 79	250 - 299	165 - 199	150 - 179
8	80 - 99	300 - 399	200 - 274	180 - 209
9	100 - 124	400 - 499	275 - 399	210 - 239
10	≥ 125	≥ 500	≥ 400	≥ 240

Tableau 1 : échelle<sup>(1)</sup> des sous-indices utilisés pour l'indice ATMO en 2005 (arrêté du 22 juillet 2004). Les échelles sont calées sur des niveaux de référence, qui découlent de seuils réglementaires et de données toxicologiques.

**PM10 : 16µg/m<sup>3</sup>**

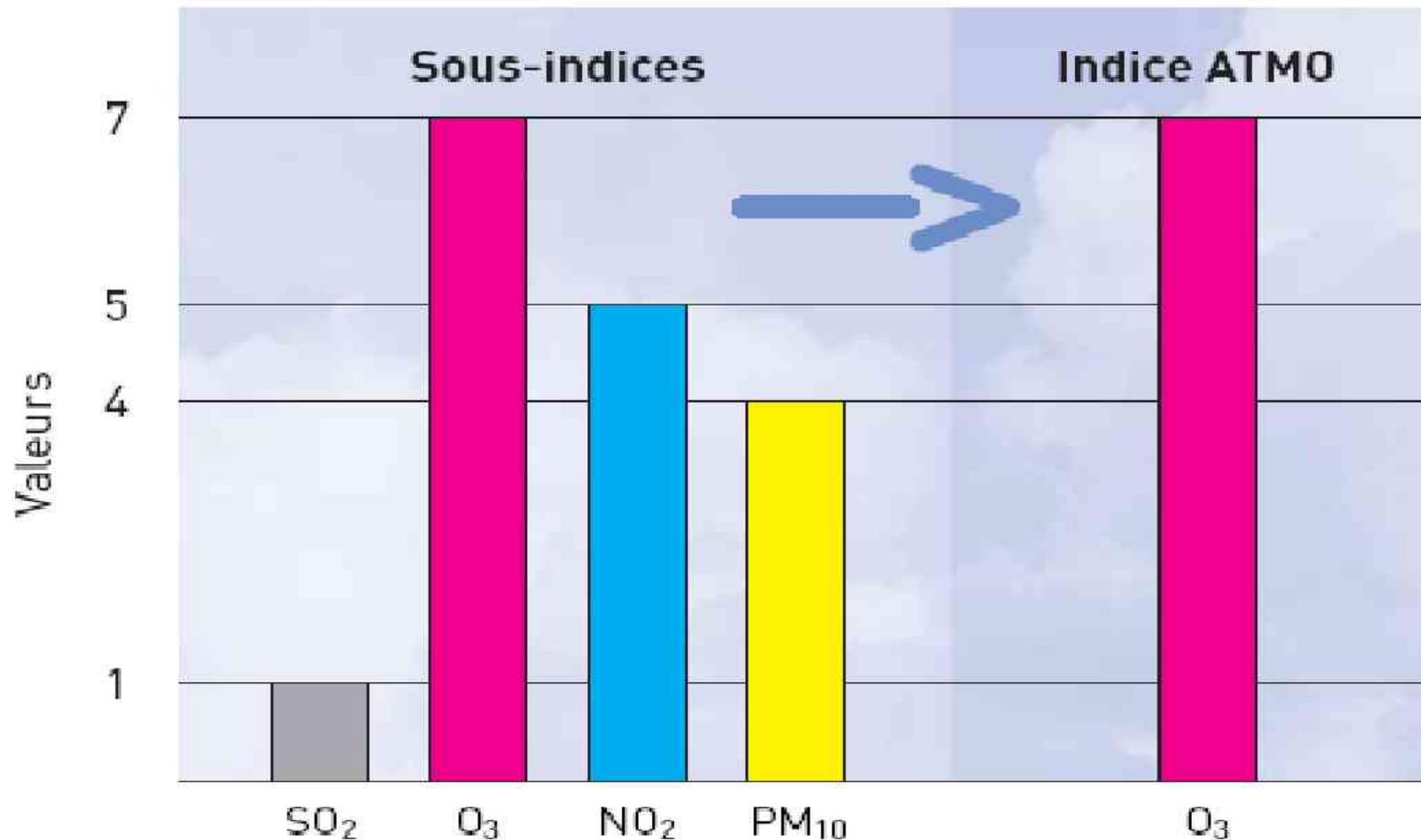
**NO<sub>2</sub> : 20µg/m**

**Ozone : 100µg/m<sup>3</sup>**

**Les "bons indices" ATMO ont un retentissement sur la santé**

# Le plus mauvais de la classe = l'indice ATMO

## Méthode de calcul de l'indice ATMO



Méthode de calcul de l'indice ATMO. Dans cet exemple l'ozone présente le sous-indice le plus élevé, l'indice ATMO final [7] sera celui du sous-indice ozone.

# Indices Atmo et seuils d'alerte et d'information-objectif de qualité

Les bons indices 1 à 4 ont un retentissement sur la santé



# *Institut de Veille Sanitaire: pics de pollution et moyennes annuelles*

Les évaluations des impacts sanitaires montrent:

- Un **gain minime de 10% de mortalité** attribuable à la pollution quand on supprime les **pics journaliers** (pollution à court terme)
- Une **réduction beaucoup plus importante de 43% de mortalité**, quand on réduit de **25% la moyenne annuelle** (pollution à long terme)

**Il est donc recommandé des actions visant à réduire globalement les émissions de façon quotidienne (niveau de base), et de ne pas se polariser que sur les seuils d'information ou d'alerte**

---

---

# *Transports et pollution de l'Air*

80% de la pollution de l'air urbain :

*\* a pour origine les transports*

*\* est directement proportionnelle au flux du trafic*  
(VL + PL)

*\* à la composition (Diesel) 4% en 1980 et 48% en 2006*

*\* à la vitesse:* augmentation de 80 à 110km/h, le CO est x par 3,5, les Nox par 1,7, les particules par 2,4

*\* aux émissions unitaires des véhicules (Les 4x4!)*

(Note méthodologique sur les études d'environnement dans les projets routiers 2001)

---

---