



## CONCENTRATIE VAN FIJNE DEELTJES IN DE LUCHT

De herkomst van de fijne deeltjes of «PM10» (acroniem dat staat voor alle deeltjes met een diameter kleiner dan 10 micrometer, zonder onderscheid op het vlak van samenstelling) die in de lucht zitten, loopt sterk uiteen: de «primaire» deeltjes worden rechtstreeks uitgestoten, door een natuurlijk proces (bijvoorbeeld bodemerosie) of door menselijke activiteiten (verkeer, industrie, verwarming, ...); de «secundaire» deeltjes worden in de atmosfeer gevormd door chemische reacties tussen andere aanwezige moleculen (nitraten, sulfaten, ammonium). Volgens de CORINAIR-berekeningsmethode vormt de transportsector de belangrijkste bron van antropogene emissies van PM10 (71,9% in 2007) in het Brussels Gewest. Het energieverbruik van (tertiaire en residentiële) gebouwen, de industriële processen en de elektriciteitsproductie dragen in mindere mate bij (respectievelijk 5,6% en 21,7%, 0,5% en 0,1% in 2007).

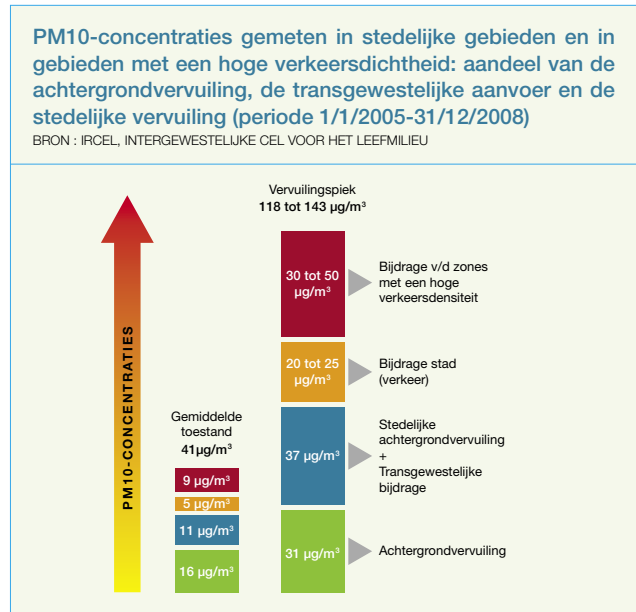
Doordat ze zo klein zijn, kunnen de PM10-deeltjes door de lucht-massa's worden meegevoerd over lange afstanden, zodat de concentraties die in Brussel worden gemeten niet uitsluitend het gevolg zijn van lokale emissies.

Het relatieve belang van de verschillende bijdragen (van binnen en buiten het Gewest) tot de gemeten concentraties kan worden beoordeeld aan de hand van een analyse van de PM10-concentraties in bepaalde representatieve meetposten:

- De achtergrondvervuiling (station buiten het Gewest in Vielsalm, niet beïnvloed door lokale bronnen);
- De stedelijke achtergrondvervuiling in combinatie met de gewest overschrijdende bijdrage (station in Ukkel, relatief ver van directe emissiebronnen);
- De stedelijke bijdrage, die vooral te maken heeft met het verkeer (station in Molenbeek).

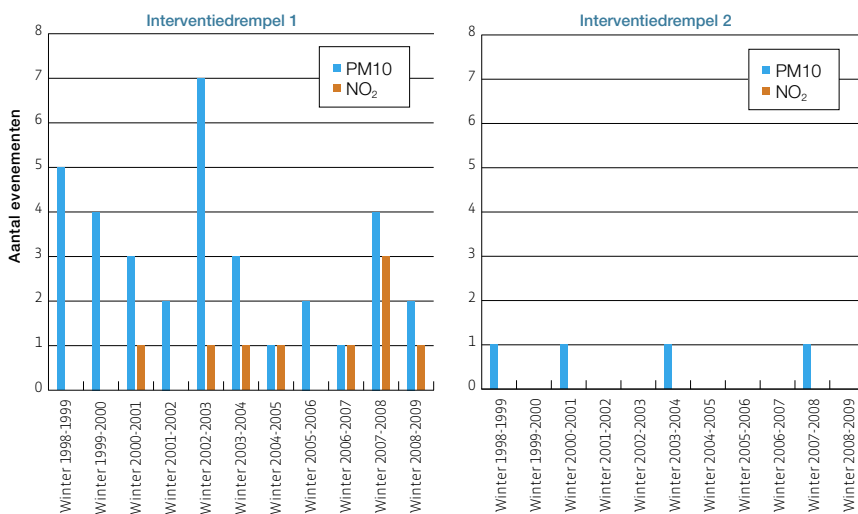
In zones met zeer veel voertuigen komt bij deze drie bijdragen nog de zeer lokale bijdrage van het verkeer: deze laatste wordt geraamd op basis van modelleringen.

De onderstaande figuur toont een raming van deze vier bijdragen voor de periode 2005 tot 2008, in een doorsnee toestand, en tijdens vervuilingsspieken.



Uit deze figuur blijkt dat de combinatie van de achtergrondverontreiniging met de gewestoverschrijdende bijdrage goed is voor een aanzienlijk aandeel (66%) van de gemeten PM10-concentraties. Tijdens vervuilingsspieken ten gevolge van meteorologische omstandigheden die ongunstig zijn voor de verspreiding van verontreinigende stoffen is de bijdrage van het verkeer verhoudingsgewijs belangrijker dan bij een goede dispersie. Meer in het bijzonder in zones met een hoge verkeersdichtheid kan de uitstoot van de voertuigen de PM10-concentraties beïnvloeden ten belope van 52%.

### VOORKOMEN VAN VERVUILINGSPIEKEN



Interventiedrempelwaarden zoals bepaald in het "urgentieplan in geval van een vervuilingsspiek":

**Interventiedrempel 1:**

71 à 100 µg/m<sup>3</sup> PM10 en

151 à 200 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>

**Interventiedrempel 2:**

101 à 200 µg/m<sup>3</sup> PM10 en

201 à 400 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>

**Interventiedrempel 3:**

> 200 µg/m<sup>3</sup> PM10 en

> 400 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>

In het geval van een vervuilingsspiek worden de te treffen maatregelen gradueel verstrengd in functie van de bereikte drempelwaarde. De ingrepen slaan op de verwarming van de gebouwen en op het verkeer.

BRON : LEEFMILIEU BRUSSEL, LABORATORIUM VOOR MILIEUONDERZOEK (LUCHT)

Voor het berekenen van het voorkomen van de winterse vervuilingsspieken in bovenstaande figuur werden enkel de maanden van oktober tot maart in ogenschouw genomen, dit is namelijk de periode waarvoor het Brussels urgentieplan van toepassing is.

Het eerste interventieniveau voor PM wordt gemiddeld 3 keer per

jaar bereikt, voor stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>) is dit 1 keer. Het tweede interventieniveau voor PM komt daarentegen slechts een keer om de 3 jaar voor (gemiddeld). Het werd nog nooit bereikt voor NO<sub>2</sub>, evenmin trouwens als het derde interventieniveau (voor PM en voor NO<sub>2</sub>).



## CONCENTRATIE VAN TROPOSFERISCHE OZON

Troposferische ozon is een secundaire verontreinigende stof, wat betekent dat die pollutant niet rechtstreeks in de omgevingslucht wordt uitgestoten. Ozon wordt gevormd in de atmosfeer door chemische reacties als gevolg van de irradiatie van primaire pollutanten (zoals stikstofdioxide NO<sub>2</sub>) door ultraviolet licht (UV) in aanwezigheid van zuurstof:

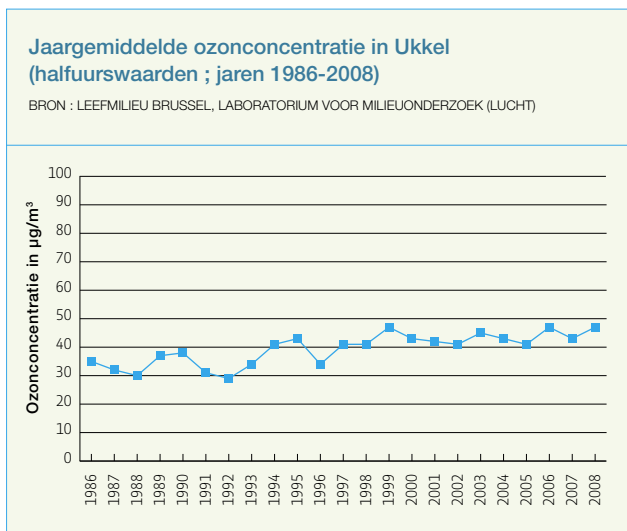


Er ontstaat een dynamisch evenwicht tussen de vorming van ozon (een proces dat verschillende uren duurt) en de afbraak ervan (een proces van een minuut tot enkele minuten).

Bij vervuilingsspieken wordt dit evenwicht verstoord door de aanwezigheid van ozonvoorlopers (NO<sub>2</sub> of Vluchtige Organische Stoffen (VOS)). Bepaalde reactieve producten zoals de VOS reageren nl met stikstofoxide (NO) om het te oxideren tot NO<sub>2</sub>, waardoor het dynamisch evenwicht verschuift in het voordeel van de ozonproductie.

Hoewel ozonverontreiniging niet typisch is voor de stad, staat het toch bovenaan bij de indicatoren van de luchtkwaliteit wegens de impact van ozon op het milieu en de gezondheid (vermindering van de ademhalingsfunctie). De toxiciteit van ozon hangt samen met zijn concentratie.

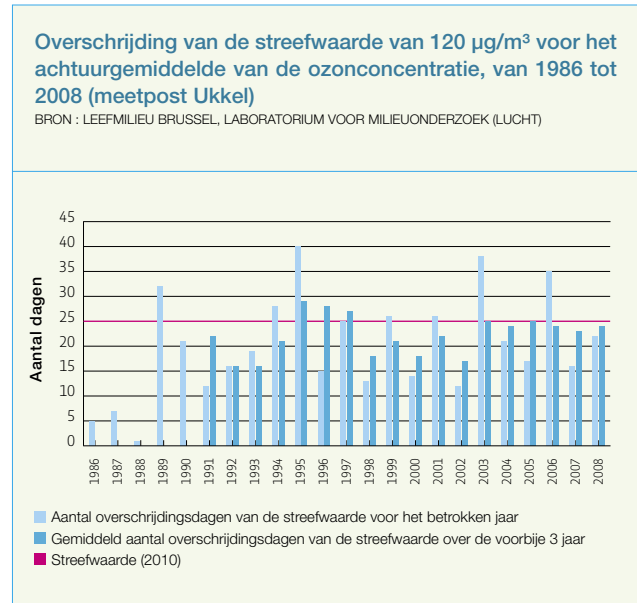
Zoals blijkt uit de onderstaande figuur neemt de jaarlijkse gemiddelde concentratie van troposferische ozon in het Gewest toe sinds het begin van de jaren '90. Deze stijging kan met name worden verklaard door een algemene daling van de NO-concentraties, wat het dynamisch evenwicht in het voordeel van de ozonproductie brengt.



Om schadelijke gevolgen te vermijden op lange termijn voor de gezondheid van de mens en/of voor het milieu in zijn geheel, bepaalt de Europese richtlijn 2008/50/EG betreffende de luchtkwaliteit dat met name voor ozon de volgende "richtwaarde" moet worden bereikt vanaf 2010:

- 120 µg/m<sup>3</sup> als dagelijks maximum van de glijdende achttuurgemiddelden.
- Maximum 25 dagen overschrijding per jaar, te berekenen als een gemiddelde over 3 jaar.

De tweede figuur toont het aantal dagen met een overschrijding van de streefwaarde in Ukkel, waar de verontreiniging door ozon hoger is dan in de andere meetstations van het Gewest. Dit meetstation is immers afgeschermd van de belangrijke verkeersaders (in een woonzone met weinig verkeer), en de ozonvormingsprocessen hebben de overhand op de ozonafbraakprocessen die plaatsvinden bij aanwezigheid van NO (dat wordt uitgestoten door het verkeer).



Tijdens alle jaren met zonnig en warm weer in juli en augustus kende het Gewest steeds meer dan 25 overschrijdingsdagen. Dit was bijvoorbeeld het geval in 2003 en 2006.

Aangezien de norm zich baseert op een gemiddelde over 3 jaar kan het zijn dat door een enkele hete zomerperiode de norm niet wordt nageleefd gedurende verschillende jaren.

Gelet op de mechanismen van ozonvorming en de lichtjes stijgende trend van de gemiddelde ozonjaarconcentratie, is het moeilijk om te garanderen dat de Europese norm ook in de toekomst zal worden nageleefd. Het ziet ernaar uit dat uiteindelijk de meteorologische omstandigheden bepalend zullen zijn voor het al dan niet naleven van de ozonnormen na 2010.

Het is belangrijk te beseffen dat de stikstofoxides (NO<sub>x</sub> = NO + NO<sub>2</sub>) verantwoordelijk zijn voor zowel de vorming als de afbraak van ozon. Door deze dualiteit kunnen bepaalde maatregelen die erop gericht zijn om de NO<sub>x</sub>-concentraties te verminderen, de afbraak van ozon afremmen eerder dan de vorming ervan, waardoor het uiteindelijk resultaat tegengesteld is aan wat men beoogde. In het algemeen gaat men ervan uit dat de ozonvervuiling pas kan afnemen indien de uitstoot van de voorlopers (VOS en NO<sub>2</sub>) sterk afneemt (d.w.z. met ongeveer 50%), en dit zowel op grote schaal (nl een groot deel van West-Europa) als blijvend in de tijd.



## CONCENTRATIE VAN STIKSTOFDIOXIDE IN DE LUCHT

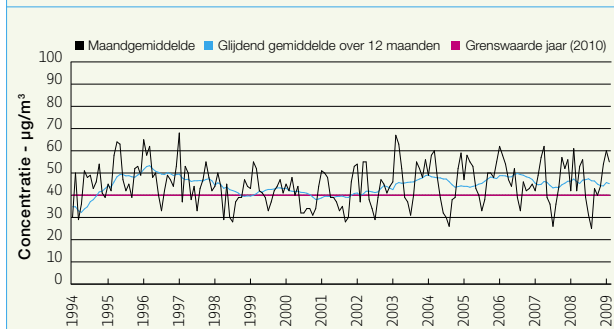
NO<sub>2</sub> is een verontreinigende stof die schadelijk is voor de gezondheid van de mens, maar ook voor het milieu (met name omdat ze bijdraagt aan de ozonvorming en aan de verzuring). De concentratie van deze stof in de lucht houdt verband met de stikstofoxide-uitstoot van verbrandingsprocessen bij hoge temperatuur (zie fiche NO<sub>x</sub>-emissies).

Met het oog op de bescherming van de volksgezondheid legt de Europese richtlijn 2008/50/EG op dat vanaf 2010 de gemiddelde jaarconcentratie van NO<sub>2</sub> niet hoger mag zijn dan 40 µg/m<sup>3</sup>, wat overeenkomt met de richtwaarde van de WGO.

De onderstaande figuur toont de evolutie in de tijd van de NO<sub>2</sub>-concentratie in het meetstation van Molenbeek, dat representatief is voor een stadsomgeving die de invloed ondergaat van het wegverkeer. De grafiek toont dat de NO<sub>2</sub>-concentraties door de jaren heen op een relatief constant niveau zijn gebleven, dat vaak hoger ligt dan de toekomstige Europese norm (rode horizontale lijn).

**Evolutie van de gemiddelde NO<sub>2</sub>-concentraties t.o.v. de Europese norm – meetpost Molenbeek (1994-2008)**

BRON : LEEFMILIEU BRUSSEL, LABORATORIUM VOOR MILIEUONDERZOEK (LUCHT)



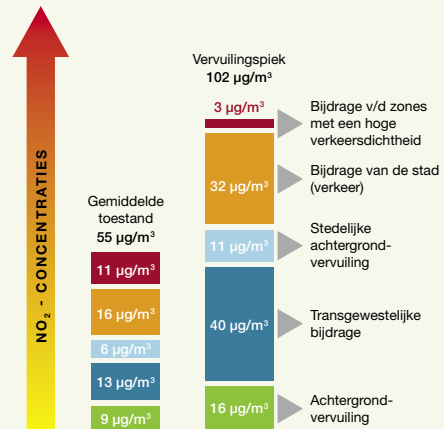
Om deze norm na te leven, die van toepassing is vanaf 2010, zijn drastische wijzigingen nodig in verschillende sectoren en op verschillende niveaus.

De gemeten concentraties zijn namelijk het resultaat van verschillende bijdragen: de achtergrondverontreiniging (gemeten in de Ardennen), de (ingevoerde) gewestoverschrijdende verontreiniging, de stedelijke bijdrage die vooral verband houdt met het verkeer en de bijkomende bijdrage van het verkeer in zones met een hoge voertuigdichtheid (zie de fiche over Fijne deeltjes voor meer details).

Gemiddeld over een jaar houdt 40% van de gemeten NO<sub>2</sub>-concentratie verband met bijdragen van buiten het Brussels Gewest (achtergrondverontreiniging en gewestoverschrijdende bijdrage). 13% komt overeen met de stedelijke achtergrondverontreiniging en 47% met het verkeer. Tijdens vervuilingsspieken bedragen deze waarden respectievelijk 57%, 9% en 34%.

**Gemiddelde dagconcentraties van NO<sub>2</sub> gemeten in stedelijke gebieden en in gebieden met een hoge verkeersdichtheid: aandeel van de achtergrondvervuiling, de transgewestelijke aanvoer en de stedelijke vervuiling (periode 1998-2008)**

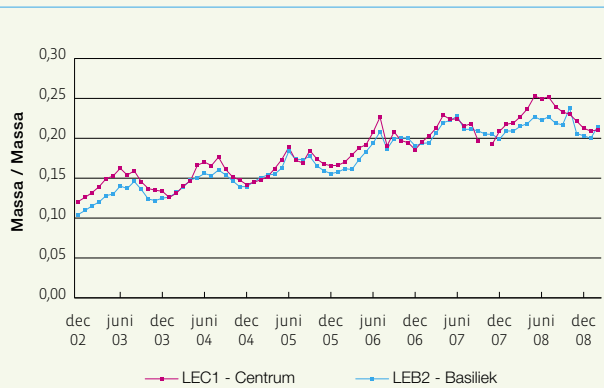
BRON : IRCEL, INTERGEWESTELIJKE CEL VOOR HET LEEFMILIEU



Binnen de zones die worden beïnvloed door het verkeer kan overigens een stijging van het aandeel van NO<sub>2</sub> in de totale uitstoot van stikstofoxiden (NO<sub>x</sub> = NO + NO<sub>2</sub>) worden vastgesteld:

**Maandelijks evolutie van de NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-verhouding in de twee rijrichtingen van de Leopold II-tunnel**

BRON : LEEFMILIEU BRUSSEL, LABORATORIUM VOOR MILIEUONDERZOEK (LUCHT)



De stijging van de NO<sub>2</sub>-fractie in de uitstoot van het wegverkeer en dus van de NO<sub>2</sub>-concentraties die worden gemeten in een omgeving met druk verkeer, is onder andere te wijten aan:

- de 'verdiepseling' van het wagenpark (diesel stoot verhoudingsgewijs meer NO<sub>2</sub> uit);
- de oxiderende katalysatoren die worden opgelegd door de EURO 3-norm, en die het aandeel van NO<sub>2</sub> vergeleken met NO in de emissies vergroten;
- de deeltjesfilters van vrachtwagens die indirect de uitstoot van NO<sub>2</sub> vergroten.

Dit verschijnsel werd vastgesteld in alle Belgische agglomeraties, in Duitsland, in Nederland en in Londen.



## EMISSIES VAN STIKSTOF OXIDEN IN DE LUCHT

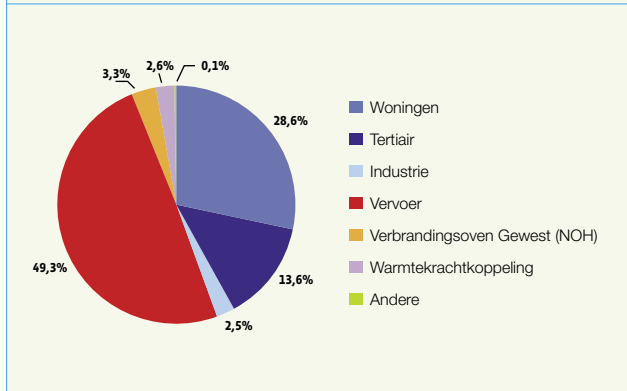
De stikstofoxiden (waaronder het monoxide NO en het dioxide NO<sub>2</sub>) zijn het resultaat van het oxideren van de stikstof uit de lucht wat optreedt tijdens elk verbrandingsproces. Door de verbrandingstemperatuur verbinden kleine hoeveelheden stikstof en zuurstof zich tot NO. Een deel hiervan oxideert onmiddellijk tot NO<sub>2</sub>.

Het NO is niet giftig voor de mens, maar zorgt wel voor problemen omdat het een van de voorlopers is van bepaalde fotochemische processen (vorming van troposferische ozon). NO<sub>2</sub> is daarentegen wel giftig voor de luchtwegen. Het kan de ademhalingsfunctie aantasten, hyperactiviteit van de bronchiën veroorzaken bij astmapatiënten en de bronchiale gevoeligheid voor ontstekingen verhogen bij kinderen. De NOx dragen bovendien bij aan de verzuring van het milieu. De verzurende emissies wijzigen de samenstelling van de lucht, de oppervlaktewateren en de bodem. Zo brengen ze schade toe aan de ecosystemen (bossterfte, verzuring van zoetwatermeren, aantasting van de voedselketens in zoet- en zoutwater, ...) en beschadigen ze gebouwen en monumenten.

De verbrandingsprocessen bij hoge temperatuur die stikstofoxiden uitstoten, waren in 2007 verdeeld over het transport (49%), het energieverbruik van de woningen (29%) en de tertiaire sector (14%), de afvalverbranding (3%), de warmtekrachtkoppeling (3%) en de industriële activiteiten (2,5%).

**Uitstoot van stikstofoxiden (NOx) volgens economische sector, o.b.v. de emissie-inventaris van 2007 van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest**

BRON : LEEFMILIEU BRUSSEL, DPT. LUCHT-, KLIMAAT- EN ENERGIEPLAN



De NOx-emissies vertonen een significante daling sinds 1990. De daling in de jaren '90 had hoofdzakelijk betrekking op de transportsector (katalysator, EURO-normen, ...). Zo kon tussen 1990 en 2000 een daling van de emissies met 37% van het totaal worden waargenomen (-53% voor het transport over de weg).

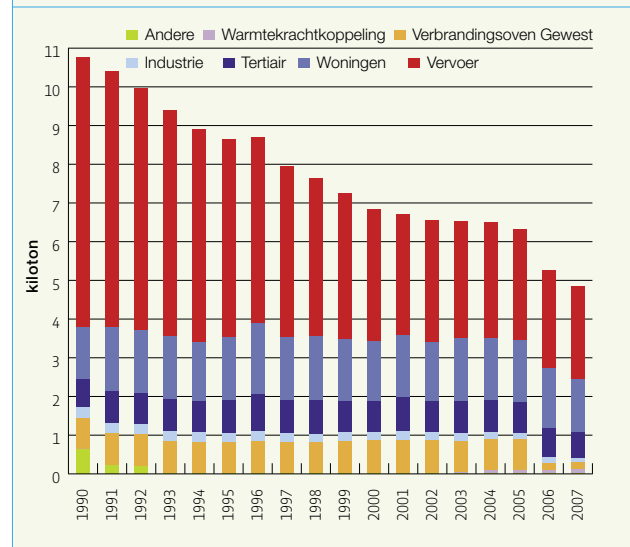
Tussen 2000 en 2005 was de afname van de NOx-uitstoot veel zwakker; in navolging van de evolutie van de emissieniveaus van de transportsector daalden de emissies tussen 2000 en 2007 nog slechts met 7%.

In 2006 werd een rookwasinstallatie ("selectieve katalytische denitrificatie" of DeNOx) in gebruik genomen in de afvalverbrandingsoven, waardoor de NOx-uitstoot van de verbrandingsoven met 80% kon worden verminderd vergeleken met het oorspronkelijke niveau (2005). Met uitzondering van warmtekrachtkoppeling (+43%) en ten gevolge van het verminderd energieverbruik (zie fiche Energiebalans), gingen

ook de emissies van de andere sectoren naar beneden tussen 2005 en 2007, maar in mindere mate: -30% voor de industrie, -17% voor de tertiaire sector en het transport en -13% voor de woonsector. Dit betekent dat de totale NOx-uitstoot in 2007 55% lager lag dan in 1990.

**Evolutie van de uitstoot van stikstofoxiden (NOx) per economische sector tussen 1990 en 2007, o.b.v. de emissie-inventarissen van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest**

BRON : LEEFMILIEU BRUSSEL, DPT. LUCHT-, KLIMAAT- EN ENERGIEPLAN



De Europese richtlijn 2001/81/EG legt de nationale emissieplafonds vast (National Emission Ceiling – NEC) die vanaf 2010 moeten worden nageleefd voor SO<sub>2</sub>, NOx, VOS en NH<sub>3</sub>. In België werd het nationale plafond voor NOx opgesplitst in 3 gewestelijke plafonds voor de vaste bronnen; het plafond dat geldt voor de transportsector (mobiele bronnen) wordt verder op het Belgisch niveau opgevolgd. Het plafond voor de NOx-uitstoot van vaste bronnen (dus zonder het vervoer) bedraagt voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest 3 kton. Zoals blijkt uit de bovenstaande figuur is de NOx-uitstoot van vaste bronnen voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest sinds 1990 vrij stabiel gebleven, en lag het systematisch boven het toegestane plafond tot 2005. Sinds 2006 zakte deze uitstoot onder het plafond. Wat de NOx-uitstoot van de transportsector betreft, zal België het voor 2010 opgelegde plafond van de NEC-richtlijn niet kunnen naleven. De lopende onderhandelingen voor de herziening van de NEC-richtlijn willen deze emissieplafonds bovendien nog verstrengen.

De dalende trend van de NOx-emissies betekent niet dat de NO<sub>2</sub>-emissies afnemen in alle sectoren. Sinds enkele jaren neemt de NO<sub>2</sub>-fractie in de NOx-uitstoot van het transport zelfs toe (zie fiche Concentratie van NO<sub>2</sub> in de lucht).



## EMISSIES VAN VLUCHTIGE ORGANISCHE STOFFEN IN DE LUCHT

Vluchtige Organische Stoffen (VOS) zijn moleculen die hoofdzakelijk bestaan uit verbindingen tussen koolstofatomen en waterstofatomen en die vluchtig zijn bij normale temperatuur en druk.

VOS zijn gasachtig en van uiteenlopende oorsprong. Sommige bronnen zijn natuurlijk (bossen, vegetatie, ...), terwijl andere verband houden met menselijke activiteiten zoals het verkeer (verliezen bij het tanken aan de pomp, verbranding van benzine, verdamping), het gebruik en de productie van solventen en verf, of verbrandingsprocessen. Hoewel methaan ook behoort tot de VOS, wordt het niet verrekend in deze categorie van verontreinigende stoffen: aangezien dit gas sterk bijdraagt tot het broeikas effect wordt het opgenomen in een aparte categorie.

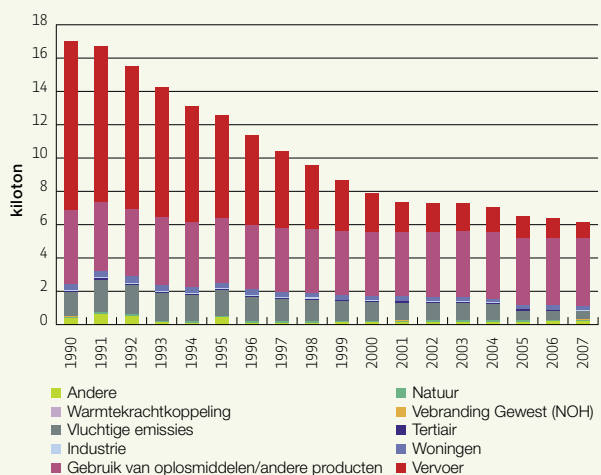
De gezondheidseffecten van deze verontreinigende stoffen verschillen naargelang hun natuur en in functie van de intensiteit van de blootstelling: het kan uiteenlopen van een eenvoudige geurhinder en irritatie, tot een vermindering van de ademhalingsfunctie. Sommige stoffen, zoals benzeen, zijn kankerverwekkend.

De VOS spelen eveneens een rol in de vorming van troposferische ozon. Het dynamisch evenwicht tussen de vorming en de afbraak van ozon wordt verstoord door de VOS: ze treden in wisselwerking met het stikstofmonoxide (NO) uit de lucht dat dus niet langer beschikbaar is voor afbraak van de ozon (zie fiche Ozonconcentraties).

Sinds 2000 neemt de VOS-uitstoot in veel mindere mate af. Tussen 2002 en 2007 zijn de emissies evenwel nog gedaald met bijna 22%. Dit kan met name worden verklaard door een vermindering van de emissies van het wegvervoer per afgelegde kilometer (katalysator, EURO-normen, ...).

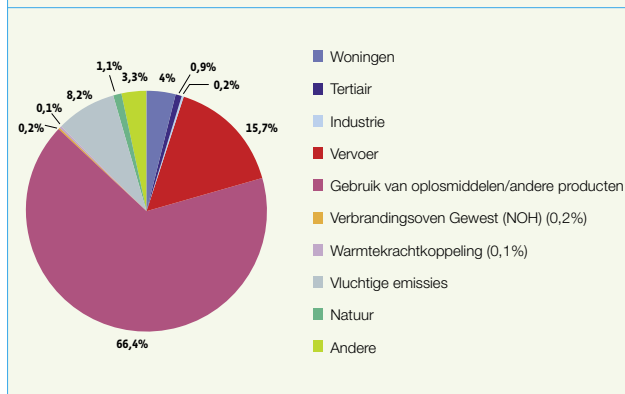
**Evolutie van de uitstoot van vluchtige organische stoffen (uitgezonderd methaan) per economische sector tussen 1990 en 2007, o.b.v. de emissie-inventarissen van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest**

BRON : LEEFMILIEU BRUSSEL, DPT. LUCHT-, KLIMAAT- EN ENERGIEPLAN



**Uitstoot van vluchtige organische stoffen (uitgezonderd methaan) volgens economische sector, o.b.v. de emissie-inventaris van 2007 van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest**

BRON : LEEFMILIEU BRUSSEL, DPT. LUCHT-, KLIMAAT- EN ENERGIEPLAN



De VOS-emissies waren in 2007 hoofdzakelijk te wijten aan het gebruik van solventen en andere producten (huishoudelijk gebruik, industriële verf, drukkerijen, droogkuis, samen goed voor 66%), het transport (vooral over de weg, 16%), vluchtige emissies (8%) en het residentieel energieverbruik (verwarming, 4%).

Sinds 1990 daalt de VOS-uitstoot. Tussen 1990 en 2007 daalden de emissies met een factor 3. De vermindering in de jaren '90 had hoofdzakelijk betrekking op de emissies van de transportsector en de industriële sector die, in toepassing van een Europese richtlijn, onderworpen waren aan reglementeringen gericht op een vermindering van hun VOS-uitstoot door o.a. emissieverminderende uitrustingen en vervangingsproducten.

Een dergelijke vermindering kon niet worden vastgesteld in de sector "gebruik van solventen en andere producten".

De Europese richtlijn 2001/81/EG legt de nationale emissieplafonds vast (National Emission Ceiling – NEC) die vanaf 2010 moeten worden nageleefd voor SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, VOS en NH<sub>3</sub>. In België werd het nationale plafond voor vaste bronnen opgesplitst in 3 gewestelijke plafonds; het plafond voor de transportsector (mobiele bronnen) wordt verder op het Belgische niveau opgevolgd. Het plafond voor de VOS-uitstoot van vaste bronnen bedraagt voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest 4 kton. Zoals blijkt uit de bovenstaande figuur is de uitstoot van VOS door vaste bronnen sinds 2000 relatief stabiel gebleven en ligt het systematisch boven het toegestane plafond. Voor de vaste bronnen is het dan ook onwaarschijnlijk dat het Brussels Hoofdstedelijk Gewest het opgelegde plafond van 4 kton voor 2010 zal naleven. Wat de mobiele bronnen betreft, heeft de Belgische verkeersuitstoot de huidige NEC-doelstelling al gehaald in 2007.