



2. LUCHTVERONTREINIGING IN HET BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST: VASTSTELLINGEN

1. Een milieubekommernis die evolueert

Zoals de overgrote meerderheid van dichtbevolkte gebieden in West-Europa kampt het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (hierna het BHG) met structurele en terugkerende problemen op het vlak van de luchtkwaliteit.

In de loop van de voorbije jaren zijn energie en klimaat actuele thema's geworden die steeds meer centraal staan in de bezorgdheid van zowel de burgers als de politieke wereld, zowel op lokaal als op internationaal vlak.

De grenswaarden en verplichtingen in de Europese richtlijnen stellen de gezondheid van de mens centraal in de debatten, een onderwerp dat des te pertinent is in de dichtbevolkte centra. De verscherping van de internationale en Europese verbintenissen (meer bepaald de richtlijn 2008/50/EG), het belang dat wordt gehecht aan de aanbevelingen van de Wereldgezondheidsorganisatie¹, de inachtneming van de resultaten van verschillende projecten - zowel Europese als lokale (CAFE², APHEIS³, APHEKOM⁴...) - en een groeiende publieke bewustwording van wat er op het spel staat voor het leefmilieu en de volksgezondheid, zetten het Gewest ertoe aan om zijn inspanningen op te drijven.

De vaststellingen m.b.t. de luchtkwaliteit wijzen erop dat de bezorgdheid op het vlak van de volksgezondheid gegrond is; als gevolg van de luchtverontreiniging observeert men onder andere een toename van astma-aanvallen, een toename van het aantal respiratoire spoedgevallen in de ziekenhuizen en van het risico op infarcten. Recentelijk heeft het advies van het Grondwettelijk Hof de bevoegdheden van de Gewesten op het vlak van de preventie en de bescherming van de menselijke gezondheid nog versterkt⁵.

De luchtproblematiek heeft zich in de loop der jaren verplaatst van de aanwezigheid van beheersbare primaire pollutanten naar het optreden van secundaire pollutanten die voortkomen uit verschillende bronnen en met elkaar in interactie gaan.

Naarmate de technologie is geëvolueerd en de primaire verontreinigende stoffen uit de industriële processen zijn verdwenen (als gevolg van wetgeving, vergunningen en controle van de emissies) zijn de bijdragen van chemie en industrie tot de luchtverontreiniging afgenomen. Voor deze primaire verontreinigende stoffen is de luchtkwaliteit bijgevolg verbeterd. Op dit moment is het aandeel van de primaire pollutanten in de luchtverontreiniging slechts beperkt. De bijdrage van de secundaire verontreinigende stoffen die voortkomen uit het samengaan van verschillende verbrandingsprocessen en interageren met meteorologische verschijnselen, met van elders aangevoerde verontreinigende stoffen en met natuurlijke vervuilingbronnen, is daarentegen sterk toegenomen.

De overheid moet dus de strijd aanbinden met een veelheid aan bronnen, een grote verscheidenheid aan processen en chemisch-fysische interacties in de omgevingslucht. De huidige toestand vergt een geïntegreerde benadering van de lucht-klimaat-energieproblematiek die met name rekening houdt met de verschillende verontreinigende stoffen, hun respectieve bronnen maar ook hun interacties, zowel onderling als met de residuele en grensoverschrijdende verontreiniging, de natuurlijke pollutie en het feit dat de burgers worden blootgesteld aan een veelvoud van pollutanten.

¹ Zie de factsheet Lucht nr « 40. De richtlijnen voor de luchtkwaliteit van de Wereldgezondheidsorganisatie »

² Programma « Clean Air for Europe » (<http://ec.europa.eu/environment/archives/cafe/general/keydocs.htm>)

³ Monitoring the Effects of Air Pollution on Health in Europe (www.apheis.org)

⁴ Improving Knowledge and Communication for decision making on Air Pollution and Health in Europe (www.aphekom.org)

⁵ Advies van het Grondwettelijk Hof over de ordonnantie betreffende elektromagnetische straling (het arrest nr. 2/2009 van 15 januari 2009 dat de beroepen tot vernietiging van de ordonnantie van 1 maart 2007 betreffende de bescherming van het leefmilieu tegen de eventuele schadelijke effecten en hinder van niet-ioniserende stralingen verwerpt)



2. De belangrijkste verontreinigende stoffen van de buitenluchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

Voor elke vervuilende stof belichten wij kort zijn aard, zijn effecten op leefmilieu en gezondheid, de economische sectoren die aan de oorsprong liggen van de gewestelijke emissies, de concentraties in het Gewest en de conformiteit met de emissie- en immissienormen voor zover deze bestaan. De fiche Lucht nr.3 geeft een toelichting van de verschillende referentiewaarden en hun al dan niet verplicht karakter. « De reglementering inzake luchtverontreiniging ter bescherming van de volksgezondheid op lokaal vlak ». Voor meer details wordt verwezen naar de factsheets in de voetnoten.

2.1. De fijne deeltjes (PM₁₀ en PM_{2,5})⁶

Ook « aerosol » of « Particulate matter » genoemd verwijst de term "fijne deeltjes" naar alle deeltjes die zich in suspensie bevinden in de omgevingslucht. Het handelt in feit om een complex mengsel van kleine vaste deeltjes en vloeibare druppeltjes waarvoor geen chemische definitie wordt gehanteerd omwille van de uitgebreide waaier aan mogelijke fysisch-chemische samenstellingen. De afmetingen zijn zeer uiteenlopend. De PM₁₀ zijn de deeltjesfractie met een diameter kleiner dan 10 micrometer; de PM_{2,5} hebben een diameter kleiner dan 2,5 micrometer. Van al de PM_{2,5} zijn deze van Black Carbon wellicht de meest schadelijke omwille van hun kleine grootte en hun chemische samenstelling.

Er bestaan twee types van deeltjes: degene die rechtstreeks worden uitgestoten en "primaire deeltjes" worden genoemd (roet, organische koolstof, minerale deeltjes, ...) en degene die onrechtstreeks worden uitgestoten en "secundaire deeltjes" worden genoemd (ammoniumnitraat), die het resultaat zijn van de nucleatie van meerdere primaire deeltjes.

De grote fysisch-chemische en granulometrische variabiliteit van de deeltjes maakt dat hun mogelijke impact op gezondheid en klimaat sterk kan uiteenlopen.

Hoe kleiner de deeltjes zijn, hoe dieper ze doordringen in de luchtwegen. De zeer fijne deeltjes bereiken de smalste vertakkingen van de luchtpijp en de longblaasjes en kunnen complicaties veroorzaken in de luchtwegen. De kleinste deeltjes gaan door het celmembraan heen en kunnen cardiovasculaire problemen veroorzaken. De PM₁₀ en PM_{2,5} kunnen tot irritatie van de luchtwegen leiden, alsook tot een verandering van de ademhalingsfunctie, vooral dan bij kinderen en oudere personen, zij kunnen bij astmalijders een toename veroorzaken van de frequentie en de intensiteit van astma-aanvallen... De levensverwachting van de Belg neemt af met gemiddeld 13 maanden leven in goede gezondheid (sommige regio's zijn zwaarder getroffen dan andere) ten gevolge van de chronische blootstelling aan fijne deeltjes⁷. Deze daling van de levensverwachting in goede gezondheid vertaalt zich jaarlijks in 632 sterfgevallen van Brusselaars die hadden kunnen worden vermeden indien de jaarlijkse gemiddelde concentratie van fijne deeltjes de grenswaarde van 20 µg/m³ niet had overschreden⁸ (op basis van de gegevens voor het jaar 2004: zie het APHEIS-project). Bovendien, als we de blootstelling aan fijn stof (PM_{2,5}) tot de richtwaarde zouden beperken, die door de WGO wordt aanbevolen (met name 10 µg/m³), dan zou dit een mogelijke winst aan levensverwachting opleveren, die tot 7 maanden zou kunnen gaan voor iemand van 30 jaar oud in het Brussels Gewest (zie APHEKOM-project).

De graad van toxiciteit van de fijne deeltjes voor mens en milieu hangt af van hun aërodynamische diameter, hun chemische eigenschappen en hun eventuele associatie met andere pollutanten. De deeltjes zijn immers vaak drager van toxische substanties zoals zware metalen en Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK). In het laatste geval kunnen de deeltjes mutageen en kankerverwekkend zijn.

De primaire fijne deeltjes worden hoofdzakelijk uitgestoten in de atmosfeer door de verbrandingsprocessen en het weer in suspensie brengen van afgezette deeltjes. **In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn het verkeer (verbranding van brandstof, meer bepaald diesel) en de residentiële sector (verwarming van de gebouwen) de twee belangrijkste gewestelijke emissiebronnen van PM₁₀.** De tertiaire sector draagt in veel geringere mate bij tot de vervuiling door

⁶ Zie de factsheet Lucht nr. "23. De fijne deeltjes (PM₁₀, PM_{2,5})"

⁷ Europese Commissie, Rapport CAFE – Clean Air For Europe : <http://ec.europa.eu/environment/archives/cape/general/keydocs.htm>

⁸ Lokaal verslag Brussel-Hoofdstad referentiejaar 2004, NEHAP project stad en vervuiling www.nehap.be



fijnstof. Black Carbon is voornamelijk afkomstig van de verbranding van brandstof in het verkeer en kan dus gebruikt worden als merkstof voor deze emissiebron.

Voorts dient opgemerkt dat de hoeveelheden uitgestoten fijne deeltjes veranderen naargelang de seizoenen. In de winter zijn deze die afkomstig zijn van de verschillende verwarmingssystemen van de woningen (voornamelijk dan van de installaties die op stookolie werken) groter dan in de lente of de zomer.

De evolutie van de gewestelijke PM₁₀-emissies wordt gekenmerkt door een aanzienlijke daling sinds 1990. Eerst omwille van de sluiting van de cokesfabriek van Marly in 1993. Dan door een aanzienlijke daling in het gebied van het wegvervoer. Dit kan verklaard worden door de technologische verbetering van de vrachtwagenmotoren en in mindere mate van de auto's.

Voor de PM_{2,5} geldt een emissieplafond tegen het jaar 2020.

Sinds 2005 wordt de grenswaarde voor de PM₁₀-jaarconcentratie van 40 µg/m³ in alle Brusselse meetstations nageleefd. Nochtans is waakzaamheid geboden aangezien in sommige meetposten die beïnvloed worden door het wegverkeer, de gemiddelde jaarconcentraties dicht aanleunen bij de grenswaarde.

Het maximaal aantal toegelaten overschrijdingen (grenswaarde van 35 dagen per jaar) van de gemiddelde PM₁₀-dagconcentratie van 50 µg/m³ wordt daarentegen overschreden. Het aantal overschrijdingen kende een positieve evolutie in de voorbije jaren. Sinds 2012 is nog slechts één meetpost in overtreding. De overschrijdingen zouden te wijten zijn aan een lokaal fenomeen, nl deeltjes afkomstig van materiaal dat in de nabijheid van de meetpost is opgeslagen, worden er lokaal weer in suspensie gebracht.

Op basis van de gegevens die totop vandaag werden vergaard, wordt voor PM_{2,5} de streefwaarde van 25 µg/m³ voor het jaargemiddelde (van toepassing sinds 2010) nageleefd. Deze concentratie die sinds 2015 de grenswaarde is geworden, zal hoogstwaarschijnlijk nageleefd worden. Het is nog te vroeg om zich uit te spreken over de waarschijnlijkheid dat de indicatieve grenswaarde van 20 µg/m³ tegen het jaar 2020 zal nageleefd worden.

Kortom:

De specifieke bezorgdheid ten aanzien van de fijne deeltjes (meer bepaald door het optreden van vervuilingsspieken tijdens de winterperiode, hoewel de schadelijke effecten zich het hele jaar laten voelen) is te wijten aan hun schadelijkheid en de hoge concentratiewaarden die worden waargenomen in het BHG. De vervuiling door fijne deeltjes blijft problematisch voor het Brussels Gewest. Hoewel zowel de emissies als de concentraties van PM₁₀ een dalende tendens vertonen, bevindt het Brussels Gewest zich in overtreding. Bovendien is er geen reden om aan te nemen dat de grenswaarde voor PM_{2,5} die in 2015 hoogstwaarschijnlijk zal nageleefd worden, dit ook in de toekomst zal zijn. Er bestaat evenmin zekerheid dat de grenswaarde die in het vooruitzicht wordt gesteld voor 2020, zal kunnen nageleefd worden.

Bovendien, gezien het belang van de weersomstandigheden in de vorming van secundaire aerosolen en de belangrijke bijdragen van de achtergrondverontreiniging en van de deeltjes die van buiten het gewest worden aangevoerd tot de in het Gewest gemeten PM-concentraties, bestaat er geen rechtlijnig verband tussen de vastgestelde overschrijdingen en de eigen activiteiten binnen het Gewest.

2.2. De stikstofoxiden (NOx)⁹

De NOx ontstaan tijdens ieder verbrandingsproces bij hoge temperatuur door oxidatie van de stikstof in de lucht. De emissies van NOx vinden meestal plaats in de vorm van stikstofmonoxide (NO) (90%) en, in mindere mate, in de vorm van stikstofdioxide (NO₂) (10%). De verblijfsduur van NO in de omgevingslucht is zeer kort : het oxideert snel tot het meer stabiele NO₂.

NO is niet giftig voor de mens in tegenstelling tot NO₂ dat giftig is voor de ademhalingsorganen. Een korte blootstelling aan 600 µg/m³ NO₂ veroorzaakt bij een gezond persoon een verhoging van de bronchitisreactiviteit.

⁹ Zie de factsheet Lucht nr. « 8. Stikstofoxiden (NOx)»



De NO_x dragen bij tot de verzuring van de neerslag en de bodem en tot de vorming van troposferisch ozon wat schadelijk is voor de ecosystemen, gebouwen en monumenten.

In het Brusselse gewest is de uitstoot van NO_x op de eerste plaats afkomstig van het wegvervoer en op de tweede plaats van de verwarming van de gebouwen (vooral de residentiële en tertiaire sectoren). In veel mindere mate is de uitstoot ook te wijten aan de afvalverbranding, de industriële sector en de energieproductie (warmtekrachtkoppeling).

Sinds 1990 zijn de NO_x-emissies erg afgenomen, deze daling heeft te maken met de transportsector, de verwarming van de gebouwen en de afvalverbranding. De lagere bijdrage van het verkeer is te verklaren door drie zaken: de verplichting om particuliere benzineauto's met een katalysator uit te rusten (deze zorgt voor nabehandeling van de uitlaatgassen die uit de motor komen), in mindere mate de technologische verbetering van de voertuigmotoren, in het bijzonder die van vrachtwagens, en tenslotte de toepassing van de EURO-normen die steeds strengere eisen stellen aan de NO_x-emissies van de voertuigen. In het geval van de verbrandingsoven is de afname van de uitstoot het gevolg van de installatie in februari 2006 van rookgasfilters.

Het emissieplafond dat is vastgelegd voor stationaire emissiebronnen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (3 kT in 2010) wordt sinds 2006 nageleefd. Daarentegen wordt het nationale emissieplafond voor mobiele bronnen (i.e. vervoer) van 68 kT overschreden. In 2010 bedroeg de totale Belgische NO_x-uitstoot door mobiele bronnen 116,8 kT (4,4 kT voor het Brussels gewest). De naleving van het plafond dat is vastgelegd door de NEC-richtlijn is dus problematisch. Het plafond kan alleen worden nageleefd indien in de drie gewesten en op federaal niveau drastische maatregelen worden getroffen in de vervoersector. Dit dringt zich des te meer op aangezien de NEC-richtlijn op dit moment wordt herzien en het plafond voor NO_x tegen het jaar 2025 en 2030 nog zal worden verstrengd.

De richtlijn 2008/50/EG voorziet twee soorten referentiewaarden voor de concentratie van stikstofdioxide (NO₂) in de omgevingslucht.

De ene betreft de **uurwaarden** die de concentratie van 200 µg/m³ niet meer dan 18 keer per jaar mogen overschrijden. **Deze grenswaarde wordt nageleefd in alle Brusselse stations. Waakzaamheid blijft echter geboden** want er worden overschrijdingen van deze uurwaarde waargenomen onder meteorologische omstandigheden die zeer ongunstig zijn voor de dispersie van de pollutanten (aanhoudende thermische inversie, zwakke of geen wind).

De andere norm betreft de **jaargemiddelde concentratie** met een grenswaarde van 40 µg/m³. Sinds het begin van de jaren 2000 **wordt deze in verschillende meetstations overschreden**. De niet-conforme stations zijn deze die **rechtstreeks door het wegverkeer worden** beïnvloed: het aandeel van NO₂ in de totale NO_x-emissies is er sinds 2009 toegenomen en nadien gestabiliseerd. Dit fenomeen treedt op in alle Belgische agglomeraties, en ook in Duitsland, Nederland en Londen. Ter verklaring worden meerdere redenen naar voren geschoven:

- Aangezien NO₂ thermodynamisch zeer stabiel is in de atmosfeer, accumuleert het zich op grondniveau als de meteorologische omstandigheden ongunstig worden voor dispersie van de pollutanten;
- De verdieseling van het wagenpark (dieselmotoren stoten in verhouding meer NO₂ uit dan de andere motoren);
- De oxiderende katalysatoren opgelegd door de EURO 3-norm verhogen de NO₂-fractie in de NO_x-emissies;
- De deeltjesfilters van de vrachtwagens verhogen onrechtstreeks de uitstoot van NO₂.

Kortom:

De stikstofoxides (en meer bepaald de stikstofdioxide) stellen problemen in het Brussels gewest, dit geldt zowel voor de uitstoot als voor de concentratie in de omgevingslucht. De waargenomen overschrijdingen zijn met name toe te schrijven aan het vervoer. Enkel door het nemen van doortastende maatregelen op grote schaal zal de wetgeving kunnen nageleefd worden.



2.3. Troposferisch ozon (O₃)¹⁰

90% van het ozon in de atmosfeer is geconcentreerd in de stratosfeer, op een afstand gelegen tussen 15 en 35 km van het aardoppervlak. Deze "ozonlaag" in de stratosfeer vormt de natuurlijke zonnefilter van onze planeet. Deze onzichtbare filter beschermt alle vormen van leven tegen de gevaren van excessieve blootstelling aan de ultravioletstraling (UV) van de zon. Een belangrijke fysische eigenschap van ozon is nl zijn capaciteit om op een zeer efficiënte manier de UV-stralen te absorberen.

De overige 10% van het ozon in de atmosfeer bevindt zich dichtbij de bodem. Dit zogenaamd « troposferisch ozon » is problematisch voor de gezondheid.

Ozon (O₃) is een secundaire pollutant : hij is het resultaat van de chemische omzetting in de atmosfeer van bepaalde primaire verontreinigende stoffen die voorlopers genoemd worden (de stikstofoxiden NO_x en de vluchtige organische stoffen VOS), onder invloed van de ultraviolette stralen van de zon. De reactiemechanismen zijn complex.

O₃ is een agressief gas dat, indien de concentratie aan ozon abnormaal hoog is, ernstige problemen kan stellen voor de gezondheid. Dan kan de ademhaling gestoord worden, kan men migraine krijgen en kunnen de ogen of de keel geïrriteerd worden en dat vooral bij gevoelige personen (ouderen, kleine kinderen, astmatische personen...). Op termijn tast een chronische blootstelling de levenskwaliteit aan en kan de levensverwachting afnemen. Ook dieren hebben er last van. Naast zijn gezondheidsimpact kan ozon ook nefaste effecten hebben op de vegetatie. Ten slotte kunnen heel wat materialen erdoor worden beschadigd.

Hoge ozonconcentraties komen meestal in de zomer voor, op de warmste en zonnigste uren van de dag. Over het algemeen ligt de concentratie tijdens het weekend hoger dan op werkdagen. Het wegverkeer stoot namelijk verontreinigende stoffen uit (meer bepaald NO) waardoor de ozon wordt afgebroken. Dit verklaart waarom in rurale gebieden de gemiddelde ozonconcentratie over het algemeen hoger is dan in stedelijke gebieden.

Sinds 2005 wordt in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest de streefwaarde voor bescherming van de volksgezondheid van 120 µg/m³¹¹ ter hoogte van alle meetstations gerespecteerd. Nochtans wordt bijzonder aandacht besteed aan het troposferisch ozon: het is namelijk belangrijk dat ook in de toekomst de naleving van de doelstelling gehandhaafd blijft.

Om de zomerse ozonpieken tegen te gaan, is bovendien **een gevoelige daling van de gemiddelde ozonconcentraties nodig.** Dit is slechts mogelijk door een vermindering van de emissies van de voorlopers, in het bijzonder NO₂ en VOS. Om de vorming van ozon te verminderen, moeten - wegens de migratie van de verontreinigende stoffen - blijvende en strenge maatregelen worden genomen op West-Europese schaal (zie uitvoering van richtlijn 2001/81/EG over de Nationale emissieplafonds).

2.4. De Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen of "PAK's"¹²

De PAK's vormen een groep van stoffen met soortgelijke chemische eigenschappen, en waarvan de uitstoot hoofdzakelijk het resultaat is van een onvolledige verbranding van organische materialen. De PAK's worden uitgestoten in de atmosfeer in gasvorm of als deeltjes. In het BHG is de verbranding van stookolie (verwarming en dieselmotoren) de belangrijkste emissiebron van de PAK's in deeltjesvorm.

Verscheidene PAK's zijn door de WGO ingedeeld als erkend of mogelijk carcinogeen. Tot deze stoffen behoren vooral benzo(a)pyreen, benzo(a)anthraceen, benzo(b)fluorantheen, benzo(j)fluorantheen, benzo(k)fluorantheen, indeno(1,2,3-cd)pyreen en dibenzo(a,h)anthraceen.

Benzo(a)pyreen, een erkend carcinogeen en mutageen, is het enige waarvan de monitoring gebonden is aan een streefwaarde die niet mag worden overschreden. **Vandaag halen de concentraties van benzo(a)pyreen geen verontrustend niveau:** de streefwaarde die door de richtlijn 2004/107/EG wordt opgelegd, wordt gerespecteerd. De naleving van deze waarde biedt overigens geen garantie voor de bescherming van de volksgezondheid voor de hele groep PAK's. Bovendien zijn de meeste PAK's gebonden aan fijne deeltjes (PM₁₀ en PM_{2,5}) die doordringen in de luchtwegen tot in de

¹⁰ Zie de factsheet Lucht nr « 10. Troposferische ozon (O₃) »

¹¹ Gemiddelde berekend over een totaal van 3 jaar (cf. richtlijn 2008/50/EG).

¹² Zie de factsheet Lucht nr « 24. Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK) ».



longpijptakjes en de longblaasjes en dragen ze in belangrijke mate bij tot het toxisch karakter van de deeltjes.

2.5. De Persistente Organische Polluenten (of POP's) ¹³

De POP's zijn antropogene organische verbindingen die bestand zijn tegen biologische, chemische en fotolytische afbraak (onder invloed van het licht). **Zij blijven bijgevolg in het milieu (lucht, water, bodem... al naargelang).** Bovendien worden ze gekenmerkt door een zwakke oplosbaarheid in water en een grote oplosbaarheid in vetstoffen, waardoor de POP's zich opstapelen in de vetten van levende organismen en zich accumuleren in de voedselketens.

Meer nog, aangezien ze semivluchtig zijn, doorlopen ze verschillende cycli van verdamping, atmosferisch transport en condensatie. **Door dit proces kunnen ze snel grote afstanden afleggen** via zee- of luchtstromingen. Hun impact laat zich voelen op lokaal vlak (daar waar ze geproduceerd werden) maar ook in streken die ver verwijderd zijn van de oorspronkelijke bron, door het feit dat zij op grote schaal getransporteerd worden. Bijgevolg vindt men ze overal in de wereld, zelfs in gebieden waar ze nog nooit werden gebruikt.

Van hoge concentraties aan POP's weet men reeds lang dat ze kankerverwekkend zijn. Recent heeft men echter vastgesteld dat POP's zelfs bij zeer kleine concentraties gevolgen kunnen hebben voor de gezondheid. Zij verstoren het endocrien systeem, grijpen in op de hormonenwerking en verstoren deze: zij veroorzaken aangeboren afwijkingen, verminderen het voortplantingsvermogen bij de mens, hebben een schadelijke invloed op de fysieke en intellectuele ontwikkeling van het individu en brengen schade toe aan het afweersysteem van de mens. Vooral foetussen en kinderen zijn daaraan blootgesteld, o.a. via de placenta en de moedermelk.

POP's vormen een heterogene groep van pollutanten, die hoofdzakelijk drie soorten stoffen omvatten: pesticiden (zoals DDT), bepaalde industriële chemische producten (zoals PCB's) en bijproducten of verontreinigende stoffen (dioxines, furanen en andere PAK's, ...).

De polychloorbifenylen of PCB's worden "met opzet geproduceerd". Zij werden gedurende decennia aangemaakt tot in 1985, datum waarop hun commercialisering en gebruik werden verboden. De PCB's worden op 2 manieren gebruikt: in een gesloten milieu (zoals elektrische toestellen) en in niet-afgesloten milieus (zoals aanlegingen van pesticiden en vlamvertragers). Zij worden geklasseerd als substanties die mogelijk kankerverwekkend zijn voor de mens en een gevaar inhouden voor de voortplanting.

De dioxines, furanen en andere PAK's evenals het hexachloorbenzeen (HCB) zijn voornamelijk "niet-opzettelijke bijproducten" geproduceerd tijdens chemische reacties en verbrandingsprocessen. De dioxines zijn niet alleen kankerverwekkend, ze kunnen ook cognitieve storingen veroorzaken, endometriose, de immuniteit onderdrukken, enz.

De Europese verordening nr.850/2004 van 29 april 2004, de zogenaamde POPs-verordening werd aangenomen uit hoofde van twee internationale overeenkomsten: het Verdrag van Stockholm inzake POP's en het protocol van Aarhus bij de conventie "Long-Range Transboundary Air Pollution" (1998), of "POP's-protocol" (zie factsheets Lucht nr.3 over de Europese reglementering en nr.4 over de internationale akkoorden). De bedoeling van deze verordening is het verbieden of beperken van de productie, het in de handel brengen, het gebruik, de lozing of emissie en de eliminatie van deze stoffen. De POP's komen ook aan bod in andere reglementaire teksten (zie factsheet Lucht nr. 3).

Met betrekking tot de emissies respecteert het Brussels Hoofdstedelijk Gewest de Europese POP-verordening: de emissies van PAK's en dioxines zijn blijven dalen sinds het referentiejaar 1990. De naleving van de voor de POP's opgelegde beperkingen in de milieuvergunningen moet aandachtig worden bewaakt. Daarnaast kunnen we met zijn allen helpen de lozingen, de emissies, het afval en de verliezen stop te zetten door te kiezen voor alternatieve producten en procédés en onze voorkeur te laten gaan naar de moderne technologieën.

De POP's vertonen geen concentraties die bijzonder zorgwekkend zijn in de lucht. Door hun toxiciteit en hun persistentie in het milieu moet de naleving van de luchtkwaliteitsreferentiewaarden voor bepaalde POP's toch van nabij worden opgevolgd.

¹³ Zie de factsheet Lucht nr « 15. Dioxines en furanen ».



2.6. Zwaveldioxide (SO₂)¹⁴

Zwaveldioxide (SO₂) is een primaire verontreinigende stof. Het SO₂ dat in de lucht aanwezig is, is voornamelijk afkomstig van de verbranding van zwavelhoudende fossiele brandstoffen, vooral steenkool en vloeibare olieproducten (aardgas bevat er geen), en in mindere mate van industriële procédés (productie van zwavelzuur, fosforzuur, papierproductie, afvalverbranding, ...). De uitgestoten zwavel komt nagenoeg overeen met de hoeveelheid zwavel in de brandstof.

SO₂ is een irriterend hinderlijk gas. Korte blootstelling bij hoge waarden (250 µg/m³) kan, vooral bij gevoelige personen, aandoeningen van de luchtwegen veroorzaken.

SO₂ is een van de pollutanten die een rol spelen bij de verzuring van regen en bodem (in aanwezigheid van vocht wordt er zwavelzuur gevormd).

De NEC-richtlijn die **voor SO₂ een emissieplafond oplegt (vervoer niet inbegrepen) van 1,4 kt voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest wordt nageleefd**: in 2010 werd 0,57 kt SO₂ uitgestoten. Het plafond van SO₂ voor vervoer is vastgelegd op 2 kt op nationaal niveau en wordt ook nageleefd (de Belgische emissies bedroegen 1,4 kt in 2010). Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest moet dus geen bijkomende inspanningen doen om de uitstoot van SO₂ te beperken. Indien verwarmen met hout of steenkool toeneemt, zou dit echter kunnen leiden tot een aanzienlijke stijging van de uitstoot van SO₂. Waakzaamheid blijft dus geboden.

De concentraties in de omgevingslucht in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn gevoelig gedaald tijdens de voorbije decennia. Dit is hoofdzakelijk het resultaat van de geleverde inspanningen voor het ontzavelen van de brandstoffen¹⁵ (beperking van het zwavelgehalte in de stookolie sinds 1989 ; afschaffing in België van de verkoop van zware stookolie met een zwavelgehalte van 2% en 3% sinds 1997 ; vermindering van het zwavelgehalte in de brandstoffen voor voertuigen, meer bepaald sinds 1996). De daling van de concentraties wordt eveneens verklaard door het lagere aandeel van petroleumproducten in het voordeel van aardgas in het totale brandstofverbruik (met name in de huisvestingssector) en door een vermindering van de emissies door de industriële sector (daling van de productie in de cokesfabriek van Marly tussen 1990 en 1992 en haar sluiting in 1993 ; filterinstallatie voor de rookgassen van de verbrandingsoven van Brussel Energie sinds midden-1999).

Deze trend zet zich voort, maar in minder sterke mate, door de lage niveaus die al werden bereikt.

De doelstellingen voor de concentraties worden nageleefd sinds 1997: noch de alarmdrempel (500 µg/m³ gedurende 3 opeenvolgende uurperiodes) noch de waarschuwingdrempel (125 µg/m³/dag) werden overschreden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

2.7. Zware metalen¹⁶

Deze generische term omvat een groep metalen met een relatief hoge dichtheid. Zij zijn van nature uit aanwezig in het milieu en zijn zelfs onontbeerlijk voor bepaalde natuurlijke processen. Zij zijn nochtans schadelijk in hoge concentraties. Volgende elementen maken er deel van uit : lood (Pb), cadmium (Cd), kwik (Hg), arseen (As), nikkel (Ni), zink (Zn) en koper (Cu).

Naar gelang van de weersomstandigheden kunnen de atmosferische emissies van zware metalen zich snel afzetten of meegevoerd worden met de deeltjes in suspensie waardoor zij zich gaan opstapelen in de ecosystemen.

Bij de mens kunnen zware metalen steringen in het bloed veroorzaken en vitale organen als de nieren of de lever aantasten. Vogels en zoogdieren lopen het risico hun voortplantingsvermogen te zien afnemen als gevolg van een toenemende aanwezigheid van zware metalen in hun prooien, wat vooral het geval is in verzuurde woongebieden. De ophoping van zware metalen is eveneens een belangrijke factor van stress in de bosccosystemen.

De gevaarlijkste metalen zijn kwik, cadmium en lood. Intoxicatie door de metalen Pb, Hg, Cd, As wordt beschreven in de factsheet Gezondheid nr°23.

¹⁴ Zie de factsheet Lucht nr. « 6. Zwaveldioxide (SO₂) »

¹⁵ De ontzaveling van de brandstoffen is nochtans een hoogenergetisch procédé dat bijgevolg de uitstoot van CO₂ doet stijgen.

¹⁶ Zie de factsheets Lucht nr. "16. Arseen", "17. Nikkel", "18. Cadmium", "19. Kwik", "20. Lood", "21. Chroom", "22. Koper" en de factsheets Gezondheid nr. "23. Intoxicatie met zware metalen" en "5. Saturnisme".



Het Protocol van Aarhus binnen het « Long-Range Transboundary Air Pollution »-verdrag (1998), ook "Protocol zware metalen" genoemd, heeft betrekking op cadmium (Cd), lood (Pb) en kwik (Hg). Het legt een beperking van de emissies op tot een waarde lager dan die van 1990, door de afschaffing van loodhoudende benzine en het gebruik van de beste beschikbare technologieën in industriële processen. **De emissies van het Brussels gewest zijn conform met de waarden die het protocol opgelegd voor deze drie metalen.**

De gewestelijke afvalverbrandingsinstallatie is de enige installatie in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest voor wie de emissiedoelstellingen gelden uit de verbrandingsrichtlijn 2000/76/EG.

Voor lood, cadmium, arseen en nikkel worden alle immissiereferentiewaarden van de richtlijnen 2004/107/EG en 2008/50/EG nageleefd.

Zoals de POP's zijn de zware metalen, als cumulatieve pollutanten, bijzonder zorgwekkend met betrekking tot meervoudige blootstelling aan luchtverontreiniging. Er gebeurde nog geen evaluatie van de risico's van een gelijktijdige blootstelling aan meerdere types vervuilende stoffen die potentieel kunnen interageren. Referentiewaarden voor een meervoudige blootstelling bestaan dus niet.

2.7.1. Lood (Pb)

De factsheet Gezondheid nr 5 over lood beschrijft de verschillende bronnen van blootstelling aan lood in het buitenmilieu en binnenin de gebouwen (verven, leidingen, artisanale theepotten). Binnen de context van de voorliggende fiche willen wij enkel vermelden dat lood kan leiden tot saturnisme en een intellectuele groei-achterstand bij kinderen.

In 1990 waren de loodemissies in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest vooral afkomstig van de vervoersector (83%). Door het verdwijnen van de loodhoudende benzine trad er een merkbare daling op in de uitstoot van deze sector die in 2012 nog slechts telde voor 16% van de totale uitstoot. Vandaag veroorzaakt de energieproductie (met name de afvalverbranding) de belangrijkste uitstoot. De andere sectoren die lood uitstoten, zijn de sector « andere » en de residentiële sector. Dankzij een reductie met 87% van de loodemissies tussen 1990 en 2012 (de daling voltrok zich voornamelijk tussen 1990 en 2000), wordt het opgelegd plafond van het protocol nageleefd.

Voor de Pb-concentraties in de omgevingslucht wordt de grenswaarde opgelegd door richtlijn 2008/50/EG en van kracht sinds 1 januari 2005, al sinds 1990 nageleefd in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Loodvrije benzine was namelijk vanaf 1989 op de markt. Het groeiend aandeel van dit type benzine in de markt van autobrandstoffen komt ook tot uiting in de loodconcentraties die bij hoge verkeersdrukten in de buitenlucht worden gemeten: de concentraties dalen tussen 1989 en 1997, waarna ze zich stabiliseren en nagenoeg zakken totop het niveau van de achtergrondwaarden van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

2.7.2. Cadmium (Cd)

De huidige gewestelijke emissies van cadmium (Cd) zijn vooral afkomstig van de systemen voor warmtekrachtkoppeling en van de afvalverbranding. Daarna volgen de verwarming op stookolie en hout in de woonsector, de crematie, de verwarming in de tertiaire sector en het wegvervoer. De emissies van Cd zijn gedaald ten opzichte van 1990. Dit kan worden verklaard door de sluiting van de cokesfabriek in 1993 en de installatie van een rookwassysteem in de afvalverbrandingsoven in 1999. Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest respecteert zijn engagement ten aanzien van het protocol.

Voor de Cd-concentraties in de omgevingslucht wordt de streefwaarde van de richtlijn 2004/107/EG nageleefd in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Zij is van kracht sinds 1 januari 2013.

2.7.3. Kwik (Hg)

Kwik is een metaal dat verdampt en kan binnendringen in de ademhalingsweefsels. Het wordt beschouwd als toxisch, zelfs bij lage concentraties in het organisme. Het is ten andere hardnekkig, bioaccumulerend en ecotoxisch. Methylkwik (de meest toxische vorm) stapelt zich vooral op in de aquatische voedselketen (vissen, zeevruchten, enz.)¹⁷.

De huidige gewestelijke emissies van kwik (Hg) zijn voornamelijk afkomstig van de afvalverbranding en in mindere mate van de verwarming van de gebouwen in de residentiële en tertiaire sector. De uitgestoten hoeveelheid Hg neemt over het algemeen af sinds 1990: de vermindering van de emissies gebeurde vooral tussen 1990 en 1998. Het protocol wordt in het Gewest nageleefd.

¹⁷ Federaal milieurapport, p.182



De kwikconcentraties (Hg) in de omgevingslucht zijn op dit moment niet gereguleerd. De richtlijn 2004/107/EG verplicht niettemin om de aanwezigheid van kwik te meten. In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest gebeurt dit in de meetpost Meudon sinds 1998. Het jaargemiddelde van de dagwaarden ligt in de grootteorde van 1,5 tot 3 ng/m³.

2.7.4. Arseen (As)

De huidige gewestelijke emissies van arseen (As) zijn hoofdzakelijk afkomstig van afvalverbranding en in mindere mate van de verwarming van de gebouwen in de residentiële en tertiaire sector. De uitgestoten hoeveelheid As neemt over het algemeen af sinds 1990.

Voor de As-concentraties in de omgevingslucht wordt de geldende streefwaarde - opgelegd door de richtlijn 2004/107/EG en van kracht sinds 1 januari 2013 - nageleefd in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

2.7.5. Nikkel (Ni)

De huidige gewestelijke emissies van nikkel (Ni) komen van de woonsector, van het wegvervoer, van afvalverbranding en van de tertiaire sector en de sector "andere". De uitgestoten hoeveelheid Ni neemt over het algemeen af sinds 1990.

Voor de Ni-concentraties in de omgevingslucht wordt de geldende streefwaarde - opgelegd door de richtlijn 2004/107/EG en van kracht sinds 1 januari 2013 - nageleefd in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

2.8. De Niet-Methaan Vluchtige Organische Stoffen (NMVOS) ¹⁸

Vanuit chemisch oogpunt zijn de vluchtige stoffen moleculen die hoofdzakelijk worden gevormd door verbindingen tussen koolstofatomen en waterstofatomen. Deze stoffen zijn vluchtig onder de normaal heersende temperatuur- en drukomstandigheden. Door hun grote vluchtigheid kunnen deze stoffen worden getransporteerd over grote afstanden.

Hoewel methaan (CH₄) een VOS is, valt het expliciet niet onder de toepassing van de richtlijnen die betrekking hebben op de buitenluchtkwaliteit en op de emissies gereguleerd door de protocollen bij de LRTAP-Conventie. Deze richtlijnen richten zich op de « niet-methaan vluchtige organische stoffen » (NMVOS) die gedefinieerd worden als de organische stoffen van antropogene aard, met uitzondering van methaan, die onder de invloed van zonlicht fotochemische oxidantia¹⁹ kunnen produceren door reactie met stikstofoxiden. De methaanemissies (CH₄) worden daarentegen geregeld door het Kyoto protocol en de Europese regelgeving m.b.t. de broeikasgassen (methaan wordt dus behandeld in de factsheets Klimaat).

Tot de NMVOS behoren dus o.a. de solventen, de polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK : benzeen, toluen, xyleen...), de chloorverbindingen. Het zijn precursoren voor de vorming van ozon.

Sommige bronnen zijn biogeen (vegetatie, wouden, dieren...), andere antropogeen. In het Brussels Gewest zijn de hoofdbronnen van VOS van antropogene aard: het – voornamelijk huishoudelijk - gebruik van verven, vernis en andere producten die oplosmiddelen bevatten, bepaalde industriële processen, het wegverkeer (verbranding van benzine, verlies dat optreedt bij het vullen aan de pomp, verdamping van reservoirs) of nog de verwarming van gebouwen.

De gevolgen van de VOS variëren al naar gelang van de natuur van de pollutant en de blootstellingsgraad; zij gaan van gewone reukhinder en irritatie tot ademhalingsproblemen.

De totale VOS-emissies in het BHG zijn in het algemeen blijven dalen tussen 1990 en 2010. Sindsdien zijn zij op hetzelfde peil gebleven. Deze evolutie is hoofdzakelijk het gevolg van de opgelegde emissieplafonds (cf. NEC-richtlijn), met name in de transportsector. **Sinds 2007 blijven de gewestelijke VOS-emissies zonder het vervoer onder het vastgelegde plafond van 4 kT.** Niettemin en ondanks de naleving van het plafond moeten er maatregelen getroffen worden in de huishoudelijke sector teneinde de voorlopers van ozon te doen afnemen en de gezondheid van de burger te beschermen.

¹⁸ Zie de factsheet Lucht nr. « 9. Vluchtige Organische Stoffen met uitsluiting van methaan (NMVOS) »

¹⁹ De VOS komen tussen in het proces van opbouw van troposferisch ozon wegens hun interactie met stikstofmonoxide, waardoor deze laatste niet meer beschikbaar is om het ozon af te breken.



Voor de VOS-concentraties in zowel buiten- als binnenlucht, gaat de aandacht speciaal naar benzeen, toluen en xyleen. Alleen voor het benzeengehalte in de buitenlucht geldt een grenswaarde (sinds 2000). Bij aanhoudende blootstelling is benzeen hemotoxisch en genotoxisch. Het wordt bovendien erkend als kankerverwekkende stof door de WGO (groep 1).

De jaargemiddelde concentraties van benzeen in de omgevingslucht nemen sinds 1997 af en liggen onder de grenswaarde van 5 µg/m³ sinds 2001. Verliezen wij echter niet uit het oog dat er volgens de WGO geen drempel is onder dewelke benzeen geen gezondheidsrisico vormt. De evolutie van de waargenomen concentraties van toluen en xyleen is gelijkaardig met deze van benzeen.

2.9. Koolmonoxide (CO) ²⁰

Koolstofmonoxide (CO) is een toxisch, reukloos en kleurloos gas dat (onder vorm van sporen) natuurlijk aanwezig is in de atmosfeer. In de omgevingslucht oxideert het snel tot CO₂.

CO zet zich onomkeerbaar vast op de hemoglobine van het bloed, waardoor de zuurstoftoevoer naar het zenuwstelsel en het hart wordt geblokkeerd. Wanneer de blootstelling aanzienlijk is, kan vergiftiging optreden en veroorzaakt het hoofdpijn en braken; bij langdurige blootstelling kunnen er onomkeerbare neurologische gevolgen zijn.

Dit gas wordt zowel geproduceerd door natuurlijke processen als door menselijke activiteiten. Koolmonoxide (CO) ontstaat door de onvolledige verbranding van organische producten die dus rijk zijn aan koolstof (fossiele brandstoffen, ...). In huis ontstaat het door de slechte regeling van gasboilers en is het verantwoordelijk voor vele dodelijke ongevallen.

De gewestelijke uitstoten van CO zijn in hoofdzaak afkomstig van het wegvervoer (koude of slecht afgestelde motoren) en van de residentiële sector. De emissies **blijven afnemen sinds 1990**. De daling is vooral het gevolg van de invoering van de driewegkatalysator op voertuigen. Sinds 1989 is de katalysator verplicht op nieuwe benzinewagens met een cilinderinhoud van meer dan 2000 cm³ en sinds 1993 moeten alle nieuwe benzinewagens ermee worden uitgerust.

De grenswaarde van 10 mg/m³ die geldt sinds 1 januari 2005 komt overeen met de maximumwaarde over 8 uur en **wordt nageleefd sinds 1991**.

3. Conclusies

We kunnen dus besluiten dat een niet te verwaarlozen vooruitgang werd geboekt door in te grijpen op het vlak van de chemie van de brandstoffen en op het vlak van de industriële processen en verbrandingsprocessen die primaire luchtverontreiniging veroorzaken.

Zo zijn belangrijke emissiebronnen (verbrandingsinstallaties van ziekenhuizen, cokesfabrieken, ...) verdwenen, is het gehalte aan zwavel en aan VOS, ... in de brandstoffen afgenomen, is benzine loodvrij geworden, zijn de auto's uitgerust met een katalysator, is het wagenpark vernieuwd, neemt het gebruik van aardgas voor verwarming toe, ...

Nochtans werd ook duidelijk dat door één bepaald probleem te willen oplossen, er andere kunnen ontstaan.

Bovendien zijn de vormen van luchtvervuiling die vandaag tot bezorgdheid leiden zorgwekkend enerzijds door de problematiek van de meervoudige blootstelling aan dosissen die elk op zich aanvaardbaar zijn, en anderzijds door de secundaire verontreinigende stoffen die worden gevormd door fysisch-chemische transformaties van de vluchtige en deeltjesgebonden natuurlijke en antropogene bestanddelen die in omloop worden gebracht door productie-, consumptie- en verbrandingswijzen die niet-duurzaam blijken te zijn vanuit het standpunt van de levenskwaliteit. Deze verontreinigingen beïnvloeden de levenskwaliteit, het milieu en de menselijke gezondheid van een groter deel van de bevolking.

Tot slot brengt de luchtverontreiniging ook aanzienlijke kosten mee voor de gemeenschap (gezondheidsproblemen, afwezigheden, invaliditeit, ...). Volgens de meest recente studies van de Europese Unie liggen de kosten door verontreiniging door deeltjes en ozon voor België tussen 10 en 30 miljard EUR/jaar.

De uitdagingen en de afstand tot de streefdoelen zijn groot; zij kunnen pas worden gehaald indien er een sterke politieke ambitie is, gesteund door het goede voorbeeld van de overheden, een strengere

²⁰ Zie de factsheet Lucht nr. « 14. Koolmonoxide (CO) ».



reglementering en meer financiële middelen, en een geïntegreerde benadering van de problematiek op het vlak van lucht, klimaat, energie en ecoconstructie. Deze acties zullen moeten gepaard gaan met een oproep tot de Brusselse ondernemingen om het jobaanbod ten dienste van de duurzame ontwikkeling, uit te breiden.

In het licht van de complementariteit van de te treffen maatregelen op het vlak van lucht, klimaat en energie voorziet het BHG, met het oog op een grotere efficiëntie, een integratie van het lucht-, klimaat- en energieplan, teneinde:

- de levenskwaliteit van de Brusselaars te verbeteren (gezondheid in de eerste plaats, maar ook huisvesting van goede kwaliteit, een aangename leefomgeving, een gezonde voeding, veilige producten, werk dat gelegenheid biedt tot zelfontplooiing, ...),
- ons voor te bereiden op de uitdagingen van morgen (schaars worden van natuurlijke rijkdommen, globalisering, vergrijzing van de bevolking,...),

... kortom de bloei van een duurzaam stadsgewest mogelijk te maken.

Bronnen

1. LEEFMILIEU BRUSSEL, 2014. Inventarissen van de atmosferische emissies van het jaar 2012, indiening 2014. Departement Planificatie Lucht, Klimaat, Energie
2. LEEFMILIEU BRUSSEL, maart 2015. "Milieueffectenrapport van het voorontwerp van Lucht-Klimaat-Energieplan". 252 pp.
3. LEEFMILIEU BRUSSEL, juni 2012. "Luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: immissiemetingen 2009–2011". 363 pp. Beschikbaar op: http://document.environnement.brussels/opac_css/doc_num.php?explnum_id=4907
4. FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, DG Leefmilieu, november 2010. « Federaal milieurapport 2004-2008 », 548 pp. Beschikbaar op: http://www.mumm.ac.be/Downloads/rapport_rfe_nl.pdf

Andere fiches in verband hiermee

Thema Lucht – basisgegevens voor het plan

- 1. Het DPSIR-model: voor een geïntegreerde benadering van de bescherming van de luchtkwaliteit
- 3. De reglementering inzake luchtverontreiniging ter bescherming van de volksgezondheid op lokaal vlak
- 4. De internationale akkoorden inzake mondiale vormen van luchtverontreiniging
- 5. De internationale verplichtingen voor het verzamelen en verschaffen van gegevens – De atmosferische pollutanten opgevolgd in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest
- 6. Zwaveldioxide (SO₂)
- 7. Ammoniak (NH₃)
- 8. Stikstofoxiden (NO_x)
- 9. Vluchtige Organische Stoffen met uitsluiting van methaan (NMVOS)
- 10. Troposferische ozon (O₃)
- 14. Koolmonoxide (CO)
- 15. Dioxines en furanen
- 16. Arseen
- 17. Nikkel
- 18. Cadmium
- 19. Kwik
- 20. Lood
- 23. De fijne deeltjes (PM₁₀, PM_{2,5})
- 24. Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK)



- 40. De richtlijnen voor de luchtkwaliteit van de Wereldgezondheidsorganisatie
- 43. Balans van de emissies van atmosferische polluenten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest
Thema Gezondheid
- 5. Saturnisme
- 23. Intoxicatie met zware metalen

Auteur(s)

CHEYMOL Anne, DAVESNE Sandrine

Nagelezen door: DEBROCK Katrien

Datum van update: Maart 2015