Polluants atmosphériques *Luchtvervuilende stoffen*

Les scientifiques de l'IASB étudient différentes substances clés de la pollution de l'air, à la fois depuis le sol et depuis le ciel (satellite, avion).
Aan het BIRA bestudeert men verschillende sleutelstoffen van luchtvervuiling, zowel vanop de grond als vanuit de lucht (satelliet, vliegtuig).

Trois grandes familles · Drie grote families

- Courte durée, réactif (UV-Vis) / *Korte levensduur, reactief (UV-Vis)*
- Longue durée, effet de serre (IR) / *Lange levensduur, broeikasgas (IR)*
- Particules / *Deeltjes*

L'ozone / *Ozon*

réactif / reactief · UV-Vis

Dans la haute atmosphère, l'O_3, ozone ou trioxygène, est une molécule triatomique formée de 3 atomes d'oxygène qui nous protège contre les rayons nocifs du Soleil. Au niveau du sol, par contre, l'ozone est un gaz à effet de serre et est nocif pour la végétation. Pour l'homme, ce gaz nuit à la santé et provoque une irritation des yeux et des voies respiratoires. L'ozone n'est pas émis directement, mais est formé par des réactions chimiques entre la lumière du soleil et d'autres polluants dans l'air, tels que les oxydes d'azote et des composés carbonés.

Hoog in de atmosfeer beschermt de drievoudige zuurstofverbinding O_3 ons tegen de schadelijke straling van de Zon. Op grondniveau is ozon echter een broeikasgas en tast het plantengroei aan. Voor de mens is het schadelijk voor de gezondheid en leidt het tot irritatie van de ogen en luchtwegen. Ozon wordt niet rechtstreeks uitgestoten, maar vormt na reacties tussen zonlicht en andere vervuilende stoffen in de lucht, zoals stikstofoxiden en koolstofverbindingen.

Dioxyde d'azote / *Stikstofdioxide*

réactif / reactief · UV-Vis

Le NO_2, dioxyde d'azote, est émis par la combustion des énergies fossiles : trafic routier, centrales électriques et industrie. Exposé à la lumière du soleil, il se transforme en ozone troposphérique — c'est l'un des principaux précurseurs de l'ozone au niveau du sol. Il contribue aussi aux pluies acides et à la formation de particules fines. Pour l'homme, il irrite les voies respiratoires et aggrave l'asthme. Le NO_2 est un polluant phare pour l'IASB : sa forte absorption UV-Vis en fait la cible historique de la technique DOAS, utilisée au sol comme depuis l'espace (satellites GOME, OMI, Sentinel-5P/TROPOMI) pour cartographier la pollution urbaine et suivre son évolution — comme la baisse spectaculaire observée lors des confinements Covid.

NO_2, stikstofdioxide, ontstaat bij de verbranding van fossiele brandstoffen: wegverkeer, elektriciteitscentrales en industrie. Onder invloed van zonlicht wordt het omgezet in troposferische ozon — een van de belangrijkste precursoren van ozon op grondniveau. Het draagt ook bij tot zure regen en de vorming van fijn stof. Voor de mens irriteert het de luchtwegen en verergert het astma. NO_2 is een topvervuilende stof voor het BIRA: de sterke UV-Vis-absorptie maakt het al decennialang het favoriete doelwit van de DOAS-techniek, zowel vanop de grond als vanuit de ruimte (satellieten GOME, OMI, Sentinel-5P/TROPOMI), om stedelijke luchtvervuiling in kaart te brengen — zoals de spectaculaire daling tijdens de Covid-lockdowns.

Composés organiques volatils (NMVOC) / *Vluchtige organische stoffen (NMVOC)*

réactif / reactief · UV-Vis

Les NMVOC sont des composés carbonés émis par les plantes (composés biogéniques comme l'isoprène), la combustion de biomasse, l'industrie et le trafic — à l'exception du méthane (CH_4), classé séparément car à effet de serre longue durée. Certains, comme le formaldéhyde (HCHO), ne vivent que quelques heures : cette courte durée de vie en fait un traceur idéal pour étudier l'impact de brûlages, parfois illégaux, de forêts ou de terres agricoles. D'autres, comme le glyoxal (CHOCHO), réagissent aussi vite avec la lumière du soleil pour former de l'ozone près du sol : ce sont des précurseurs de l'ozone troposphérique. Leur forte absorption UV-Vis permet de les détecter par DOAS depuis le sol ou l'espace pour localiser ces sources d'émissions et évaluer leur impact sur la qualité de l'air (NMVOC étudiés : HCHO, CHOCHO, C_2H_6, C_7H_8...).

NMVOC zijn koolstofverbindingen, uitgestoten door planten (biogene stoffen zoals isopreen), biomassaverbranding, industrie en verkeer — met uitzondering van methaan (CH_4), dat apart wordt ingedeeld als langlevend broeikasgas. Sommige, zoals formaldehyde (HCHO), leven maar enkele uren: die korte levensduur maakt het een ideale tracer om de impact van (soms illegale) bos- of landbouwbranden te bestuderen. Andere, zoals glyoxal (CHOCHO), reageren ook snel met zonlicht en vormen ozon dicht bij de grond: het zijn precursoren van troposferische ozon. Hun sterke UV-Vis-absorptie maakt het mogelijk ze met DOAS te detecteren, vanop de grond of vanuit de ruimte, om die emissiebronnen te lokaliseren en hun impact op de luchtkwaliteit te beoordelen (bestudeerde NMVOC: HCHO, CHOCHO, C_2H_6, C_7H_8...).

Oxydes de carbone et méthane / *Koolstofoxiden en methaan*

CO : traceur, courte durée / tracer, korte levensduur

CO_2, CH_4 : longue durée / lange levensduur (IR)

Le CO et le CO_2 viennent surtout de la combustion (véhicules, chauffage, industrie). Le CO est toxique ; le CO_2 est le principal gaz à effet de serre. Le CO a une durée de vie plus courte (semaines) : il sert de traceur de combustion. Le CH_4, méthane, est lui aussi un puissant gaz à effet de serre à longue durée de vie — il provient surtout de l'agriculture (élevage), des décharges et du gaz naturel. Comme le CO_2, il est mesuré par spectroscopie infrarouge pour suivre son évolution dans l'atmosphère.

CO en CO_2 ontstaan vooral bij verbranding (voertuigen, verwarming, industrie). CO is giftig; CO_2 is het belangrijkste broeikasgas. CO heeft een kortere levensduur (weken): het dient als tracer voor verbranding. CH_4, methaan, is ook een krachtig broeikasgas met een lange levensduur — het komt vooral van de landbouw (veeteelt), afvalstortplaatsen en aardgas. Net als CO_2 wordt het gemeten met infraroodspectroscopie om de evolutie in de atmosfeer op te volgen.

Le dioxyde de soufre / *Zwaveldioxide*

réactif / reactief · UV-Vis

SO_2, un composé de soufre et d'oxygène, est formé par des phénomènes naturels comme des éruptions volcaniques, et par les activités humaines, en particulier la combustion de charbon et de pétrole. L'exposition au dioxyde de soufre nuit aux voies respiratoires. Par des réactions dans l'atmosphère, ce gaz peut aussi être converti en acide sulfurique (H_2SO_4), à l'origine des pluies acides et pouvant avoir un impact important sur le climat.

SO_2, een verbinding tussen zwavel en zuurstof, komt zowel door natuurlijke processen zoals vulkaanuitbarstingen als door menselijke activiteiten in de atmosfeer terecht, vooral de verbranding van steenkool en olie. Blootstelling aan zwaveldioxide tast de luchtwegen aan. Door reacties in de atmosfeer kan dit gas ook worden omgezet in zwavelzuur (H_2SO_4), de oorzaak van zure regen, met een belangrijke impact op het klimaat.

Oxydes d'halogènes / *Halogeenoxiden*

réactif / reactief · UV-Vis

pas un polluant en sol / geen polluent op zich

BrO et OClO sont des oxydes d'halogènes (brome, chlore), présents en très faible quantité dans la stratosphère. Ce ne sont pas des polluants à proprement parler : on ne les émet pas directement dans l'air que l'on respire. Mais ils jouent un rôle clé dans la chimie de l'ozone stratosphérique, en catalysant sa destruction — en particulier lors du trou d'ozone polaire au-dessus de l'Antarctique. Comme le NO_2, ce sont des molécules à forte absorption UV-Vis, mesurées par DOAS depuis le sol, l'avion ou l'espace, ce qui en fait un bon point de départ pour discuter de la chimie atmosphérique.

BrO en OClO zijn halogeenoxiden (broom, chloor), aanwezig in zeer kleine hoeveelheden in de stratosfeer. Het zijn geen polluenten in de strikte zin: ze worden niet rechtstreeks uitgestoten in de lucht die we inademen. Maar ze spelen een sleutelrol in de chemie van de stratosferische ozon, door de afbraak ervan te katalyseren — vooral tijdens het polaire ozongat boven Antarctica. Net als NO_2 hebben ze een sterke UV-Vis-absorptie en worden ze met DOAS gemeten, vanop de grond, vanuit een vliegtuig of vanuit de ruimte, wat er een mooi startpunt van maakt om over atmosfeerchemie te praten.

L'ammoniac et l'acide nitreux / *Ammoniak en salpeterigzuur*

réactif / reactief · précurseur PM / PM-precursor

Le NH_3, ammoniac, provient presque exclusivement de l'agriculture : élevage (déjections animales) et usage d'engrais azotés. C'est le principal gaz alcalin de l'atmosphère. Le HONO, acide nitreux, est quant à lui surtout lié au trafic routier et à des réactions de surface impliquant le NO_2. Ensemble, NH_3 et HONO réagissent avec d'autres polluants (NOx, SO_2) pour former des particules fines secondaires (nitrate et sulfate d'ammonium), qui contribuent à la pollution de l'air et à l'eutrophisation des sols et des cours d'eau. Comme le NO_2, le HONO est mesuré par DOAS.

NH_3, ammoniak, is bijna uitsluitend afkomstig van de landbouw: veeteelt (mest) en het gebruik van stikstofhoudende meststoffen. Het is het belangrijkste alkalische gas in de atmosfeer. HONO, salpeterigzuur, is dan weer vooral gelinkt aan wegverkeer en oppervlaktereacties met NO_2. Samen reageren NH_3 en HONO met andere vervuilende stoffen (NOx, SO_2) tot secundair fijn stof (ammoniumnitraat en -sulfaat), wat bijdraagt aan luchtvervuiling en aan de eutrofiëring van bodem en waterlopen. Net als NO_2 wordt HONO met DOAS gemeten.

Aérosols et particules fines / *Aerosolen en fijn stof*

particules / deeltjes

Minuscules particules solides ou liquides dans l'air, aussi appelées particules fines (PM). Les aérosols ont généralement une taille de quelques micromètres (10^{-6} m) seulement, d'origine naturelle — comme les cendres libérées lors d'une éruption volcanique — ou humaine, par les gaz d'échappement des voitures. Leur inhalation peut provoquer des affections pulmonaires et cardiaques, et à forte concentration ils représentent aussi un danger pour le trafic aérien.

Piepkleine vaste of vloeibare deeltjes in de lucht, ook fijn stof (PM) genoemd. Aerosolen zijn doorgaans maar enkele micrometer (10^{-6} m) groot. Ze zijn van natuurlijke oorsprong — zoals as die vrijkomt bij een vulkaanuitbarsting — of van menselijke oorsprong, via de uitlaatgassen van wagens. Het inademen ervan kan long- en hartaandoeningen veroorzaken, en in hoge concentraties zijn ze ook gevaarlijk voor het luchtverkeer.

Molécules observées à l'IASB · Moleculen waargenomen bij het BIRA

NO_2 | SO_2 | HCHO | O_3 | CHOCHO | HONO | OClO | BrO

N · O · S · H · C · Br / Cl

Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique (BIRA-IASB)
Koninklijk Belgisch Instituut voor Ruimte-Aëronomie (BIRA-IASB)
belspo.be

Format de travail A4 (210 × 297 mm), échelle 1:4 — à imprimer en A0 (841 × 1189 mm). · Werkbestand op A4-formaat, schaal 1:4 — af te drukken in A0.