

Ozonul

Se vorbește foarte mult în ultima vreme despre subțierea periculoasă a stratului de ozon ce ne protejează de ucigătoarele radiații ultraviolete ale Soarelui. Dar puțina lume știe că ozonul este un gaz toxic, urat mirositor. Au existat chiar vremuri în care se recomandă calduros aerul de munte ca fiind „ozonat”, numai bun pentru sănătatea omului. Tot așa, poate o să vă surprindă asta, unele ape minerale erau recomandate pentru că erau „usor radioactive”... Multa ignoranță în aceste reclame, nu-i așa? Și totuși, dacă vorbim de ozon, este interesant să observăm cum acest gaz toxic devine un element vital pentru protecția vieții terestre, altfel spus un rău care, în anumite condiții, devine un bine.

Ce este stratul de ozon?

Dispus la altitudini cuprinse între 19 și 30 km, stratul de ozon nu este nici pe departe o patură groasă. Concentrația acestuia, la altitudinile respective nu depășește 10 parti la un milion, ceea ce, trebuie să remarcăm, înseamnă foarte puțin. Înseamnă foarte puțin din punct de vedere cantitativ, dar foarte mult din punct de vedere al efectelor sale benefice pentru viața de pe Terra. Dar cum apare acest ozon? De ce apare el numai la altitudini mari? În primul rând, trebuie să spunem că ozonul este o moleculă specială de oxigen, care conține 3 atomi (O₃), spre deosebire de moleculă de oxigen obișnuită, care are numai 2 (O₂). Înainte de a trece mai departe, va trebui să facem câteva mici precizări, referitoare la radiațiile ultraviolete. Acestea sunt împărțite în trei game, UV-A, cu lungimi de undă cuprinse între 315 și 400 nm, UV-B, cu lungimi de undă cuprinse între 280 și 315 nm și UV-C, cu lungimi de undă mai mici de 280 nm. Pentru formarea ozonului sunt importante radiațiile UV-C, care au suficient de multă energie pentru a rupe moleculă de oxigen în doi atomi. Acești atomi liberi se deplasează nestănjeniți prin stratosferă, până în clipa în care au norocul să întâlnească o moleculă de oxigen, de care se atasează, formând moleculă de ozon, O₃. Procesul descris de noi poartă numele de fotoliză. Din câte veți, oxigenul molecular are capacitatea de a absorbi o parte dintre radiațiile ultraviolete, tocmai prin procesul de formarea ozonului. Acum știm și de ce ozonul se formează numai în stratosferă. Acolo densitatea oxigenului este suficient de mare pentru a se produce disocierea moleculară. La altitudini mai mici, radiațiile UV-C sunt deja absorbite. Cum se desfășoară mai departe procesul de absorbție a radiațiilor ultraviolete? Aici este o mică ciudătenie. Pentru a le absorbi, ozonul redevine oxigen. De fapt, radiațiile UV-B au exact energia necesară pentru a rupe legătura chimică a unui atom de oxigen din moleculă de ozon. Ca rezultat, vom avea din nou un atom plus o moleculă de oxigen. Și să nu uităm să remarcăm faptul că radiațiile UV-A sunt absorbite doar într-o mică măsură de către stratul de ozon, dar energia acestora este relativ mică, dacă o comparăm cu cea a celorlalte două game de radiații ultraviolete, ceea ce înseamnă că impactul lor asupra vieții este mult redus. Așa cum veți, ozonul este generat și distrus în permanentă, dar, într-o atmosferă nepoluată, procesul se desfășoară într-o stare de echilibru, cantitatea de ozon generată fiind aproximativ egală cu cea distrusă. Pentru că uneori sunt interesante cifrele, să vă spun că, dacă am aduce tot stratul de ozon la nivelul solului, atunci am putea acoperi planeta cu un strat gros de 3 mm de ozon. Este mult? Este puțin? Răspunsul este simplu de dat. Este exact cât trebuie pentru ca viața pe Terra să fie protejată. Stratul de ozon este o regiune a atmosferei situată între 19 și 48 de kilometri deasupra suprafeței Pământului. În cadrul acestei pături atmosferice, concentrația de ozon atinge 10 parti pe milion (ppm.). Ozonul propriu-zis, moleculă formată din trei atomi de oxigen, se formează prin acțiunea razelor solare de o anumită lungime de undă asupra moleculei biatomice de oxigen. Această reacție se produce continuu de multe milioane de ani, însă compuşii naturali de azot par să fi menținut concentrația de ozon la niveluri stabile, niveluri care

totusi, la sol, ar fi toxice, periculos de respirat. De altfel, acelasi ozon este o componenta principala a smogului, ale carui efecte nefaste asupra sanatatii oamenilor sint bine cunoscute. Insa, la inaltimele mentionate la inceput, stratul de ozon joaca rolul unui scut protector, care filtreaza radiatiile ultraviolete de tip B (mutagene pentru aproape toate organismele vii), radiatiile UV avind alta lungime de unda decit cele care au condus la formarea ozonului, ceea ce permite o reactie complexa inversa. Ce este "gaura din stratul de ozon"? Gaura din stratul de ozon este adesea confundata cu problema incalzirii globale. Desi intre ele exista o anumita legatura, pentru ca ozonul are contributia sa la efectul de sera, "gaura de ozon" constituie o problema separata si o dovada in plus a efectelor nefaste ale activitatii omului asupra mediului care i-a dat nastere. Deasupra Antarcticii, si nu de mult si deasupra Arcticii, ozonul stratosferic s-a diminuat cantitativ de citeva ori anual, in cursul ultimilor 15 ani, in unele anotimpuri. Diminuarile in cauza sint exclusiv rezultatul poluarii atmosferei de catre om cu diferite chimicale, cum ar fi clorofluorocarbonatii (CFC, cel mai agresiv devorator de ozon, folosit pe vremuri ca agent de racire la frigidere), hidroclorofluorocarbonatii (HCFC), dar si compusi continind bromuri, compusi de halogen si oxizi de azot. In pofida tuturor masurilor luate, diminuarea concentratiei de ozon stratosferic este un proces care continua sa se extinda.

De ce sunt periculoase radiatiile ultraviolete?

Nu vom da acum un raspuns detaliat la aceasta intrebare. Vom spune doar ca aceasta continua crestere a nivelului de radiatii UV-B, datorata reducerii stratului de ozon, duce, in lipsa unor masuri de protectie adecvate, la imbatranirea accentuata a pielii, cancere cutanate, boli de ochi, scaderea eficientei sistemului imunitar etc. Si pentru a va face o imagine mai buna asupra efectului nociv al ultravioletelor, uitati-va cu atentie la o bucata de cauciuc sau la orice material organic lasat la Soare. Veti constata cum acestea se degradeaza extrem de rapid. De fapt, se intampla ca radiatiile ultraviolete au suficienta energie pentru a rupe lanturile de polimeri. Fenomene asemanatoare se produc si in pielea noastra, cu diferenta ca materia vie are capacitatea de a se regenera. Si se regenereaza intre anumite limite...

Subtierea stratului de ozon

Am povestit cum se intampla ca, prin absorbtia radiatiilor UV-B, molecula de ozon se rupe. Din pacate, acest fenomen nu este produs numai pe aceasta cale. Mai exista si reactii chimice care duc la acelasi rezultat. Astfel, substante care exista in mod normal in stratosfera, cum ar fi diferiti compusi de azot, clor, hidrogen, pot distruge moleculele de ozon. Acest proces este natural si inevitabil, dar, in conditii normale, nu altereaza echilibrul despre care vorbeam. Problema apare, ca de obicei, atunci cand intervine omul, cu intreaga sa panoplie de produse poluante, rezultata din intensa sa activitate industrială. Altfel spus, insusi omul isi distruge patura protectoare, alterand echilibrul fragil al ozonului. Acest fapt a fost sugerat pentru prima oara in 1974 de catre doi cercetatori americani, M. Molina si S. Rowland, care au descoperit ca un grup chimic, cunoscut sub numele generic de CFC (clorfluorocarbon), poate contribui semnificativ la subtierea stratului de ozon. Asa cum se intampla uneori in domeniul ecologiei, cei doi nu au fost luati in serios, iar descoperirea lor a fost data uitarii. Si ar fi ramas uitata, daca in 1985 British Antarctic Survey nu ar fi gasit o gaura in stratul de ozon de deasupra Antarcticii. Din acea clipa semnalul de alarma a fost tras si toata lumea a inceput sa se ocupe cu spaima si entuziasm de soarta ozonului. CFC-urile sunt niste molecule perfide. Mai usoare decit aerul, imposibil de descompus la altitudini mici (aici sunt protejate de actiunea radiatiilor ultraviolete, tocmai datorita ozonului), se ridica, in conditii ce le vom detalia mai departe, la altitudinea stratului de

ozon, unde incepe macelul. Mai intai moleculele de CFC se descompun, sub actiunea radiatiilor ultraviolete. Clorul rezista in atmosfera de la 20 la 120 de ani, fiecare atom al sau putand distruge sute de mii de molecule de ozon. Iata de ce folosirea cuvintului „macel” nu este numai o simpla metafora. Iata ca a sosit momentul detaliilor.

Gauri in ozon

Primele gauri in stratul de ozon au fost descoperite deasupra Antarcticii. De ce tocmai acolo? Iata o intrebare interesanta, pe care multi dintre dumneavoastra si-au pus-o. De fapt, se pare ca independent de activitatile umane se produce acolo, an de an, o subtiera a stratului de ozon, in perioadele de sfarsit al iernii si inceput al primaverii, numai ca, in ultimele decenii, fenomenul tinde sa capete proportii alarmante. Emisiile poluante sunt generate in special in emisfera nordica, dar circulatia atmosferica le raspandeste pe toata suprafata terestra. In timpul lunilor de iarna australa (din iunie pana in august), cand zona Polului Sud nu primeste nici un pic de lumina solara, stratosfera se raceste puternic, ceea ce favorizeaza aparitia unor nori de mare altitudine, alcatuiti din cristale fine de gheata. Acesti nori poarta numele de PSC (Polar Stratospheric Clouds) si au proprietatea de a oferi o suprafata catalitica ideala pentru descompunerea CFC-urilor, eliberandu-se astfel ucigatorul clor. Dar reactia de descompunere nu se poate declansa la intuneric, de aceea ea se produce abia in perioada in care Soarele incepe sa lumineze zona antarctica (la inceputul lunii septembrie), mai inainte de disparitia PSC. Sa mai mentionam un fapt important. In timpul iernii australe, Antarctica este izolata, meteorologic, de restul lumii, printr-o circulatie naturala, numita vortex polar, care impiedica improspatarea in ozon a stratosferei, ceea ce contribuie suplimentar la subtiera stratului de ozon. Fenomene asemanatoare se produc si in zona arctica, numai ca aici, datorita conditiilor meteorologice specifice, subtiera stratului de ozon este mai „blanda”, necoborand la latitudini atat de mici ca in cazul emisferei sudice. Acest fapt este un mare noroc pentru noi, avand in vedere densitatea ridicata a populatiei din emisfera nordica. Avem acest „noroc” din mai multe motive. In primul rand, temperaturile din zona Polului Nord sunt rareori suficient de scazute pentru a permite aparitia PSC-urilor. In al doilea rand, vortexul polar are in Arctica o intensitate mult mai scazuta decat in Antarctica. Aceste doua elemente fac ca subtiera stratului de ozon in zona nordica sa fie de mai mica intensitate decat in zona sudica.

Alarma

Revenim... In 1974, doi chimisti americani de la Universitatea California, F. Sherwood Rowland si Mario Molina, si-au pus banala intrebare: ce se intampla cu CFC-urile eliberate in atmosfera? Cei doi au demonstrat ca aceste molecule se „sparg” sub actiunea radiatiilor ultraviolete, clorul rezultat intrand intr-o reactie in lant cu ozonul stratosferic, ducand la distrugerea sa. Asa cum spuneam, descoperirea lor nu a fost luata in seama. Prea multe industrii utilizau pe scara larga CFC-urile... Dar, pe la mijlocul anilor 1980, a fost descoperita o subtiera grava a stratului de ozon, de catre o echipa a British Antarctic Survey. Atat de grava era subtiera, incat geofizicianul britanic Joe Farman, care efectua masuratorile, a crezut ca spectrofotometrul pe care il utiliza s-a defectat si l-a trimis inapoi in Anglia pentru a fi reparat! Apoi a intrat in actiune si NASA, care a transmis catre lumea intreaga imagini alarmante ale gaurii de ozon antarctice... Dupa aceea au inceput sa fie consultate arhivele. Datele colectate incepand cu anii 1950 au demonstrat ca nivelul ozonului antarctic a fost relativ stabil pana spre sfarsitul anilor 1970. Prima mare gaura in stratul de ozon a fost depistata in 1979, dupa care a urmat o scadere continua a nivelului de ozon la scara globala. Sa precizam aici ca nivelul de ozon se masoara in unitati Dobson. Spuneam inca de la inceput ca daca am cobori tot ozonul atmosferic la nivelul solului, am obtine un strat gros de 3 mm, ceea ce este echivalent cu 300 unitati Dobson. Raportat la aceste unitati de masura, intre anii 1980 si 1990 s-a constatat o diminuare globala cu 3% a stratului de ozon, iar in prezent scaderea se accentueaza rapid, ritmul crescand de trei ori fata de

inceputul anilor 1970. In plus, a inceput sa fie afectata si emisfera nordica. La scara globala sunt afectate tarile din America de Nord, Europa, Rusia, Australia, Noua Zeelanda si America de Sud. Consecintele pe termen lung ar putea fi deosebit de grave, mai ales daca avem in vedere ca, pe perioade scurte, e drept, se pot produce oricand scaderi masive ale nivelului de ozon.

Protocolul de la Montreal

Datele alarmante privitoare la scaderea nivelului de ozon stratosferic nu puteau sa lase indiferenta lumea politica. Destul de repede, in 1985, este semnata conventia de la Viena, care a elaborat mecanisme pentru cooperarea internationala in ceea ce priveste programele de cercetare asupra ozonului. La numai doi ani dupa aceasta, in septembrie 1987, este semnat „Protocolul de la Montreal privitor la substantele care produc saracirea stratului de ozon”. Acesta a stabilit ca statele semnatare vor renunta la utilizarea substantelor care distrug stratul de ozon. Trebuie sa remarcam ca acest tratat nu a intampinat aceeasi rezistenta acerba ca Protocolul Kyoto, referitor la reducerea emisiilor de gaze ce produc efectul de sera. De fapt, industriile sunt pregatite deja sa inlocuiasca substantele raspunzatoare de distrugerea ozonului. Protocolul de la Montreal a fost completat de doua acorduri suplimentare, semnate la Londra, in 1990, si la Copenhaga, in 1992, prin care s-au stabilit calendare precise pentru eliminarea CFC-urilor si a celorlalte substante periculoase pentru ozon. Astfel, toate aceste substante vor trebui eliminate pana in 2029.

Concluzii

Amenintarea exista cu adevarat. Iar lupta pentru apararea stratului de ozon ne demonstreaza ca, atunci cand viata planetara este primejduita, apare si vointa politica pentru a aduce lucrurile pe un fagas bun. Acesta este mesajul optimist al cooperarii internationale in acest domeniu. Dar, nu putem sa nu ne intrebam, oare cate amenintari nu ne pandesc fara a le da atentia cuvenita? Sa nu uitam ca SUA se impotrivesc cu indarjire la reducerea emisiilor de CO₂...

"Ozonul rau" se formeaza in straturile joase ale atmosferei si duce la poluare de tip fotochimic. Atunci cand acesta depaseste anumite limite, este daunator vietii pe pamant. Substantele care stau la baza formarii ozonului troposferic sunt oxizii de azot si compusii organici volatili. Ozonul troposferic reactioneaza cu tesaturile vegetale si animale si ajunge chiar sa provoace efectul de sera.

Primaria Capitalei a facut masuratori si pentru poluarea cu ozon troposferic, gasindu-se depasiri ale concentratiilor maxime admise mai ales in timpul pranzului. Constructiile foarte inalte din orase si mai ales din centrul Capitalei blocheaza o aerisire corecta si o circulatie naturala a aerului. Totodata, pe bulevardele inguste, care actioneaza ca adevarate canioane, se acumuleaza si alte gaze toxice pentru organismele vii, in special cele provenite din trafic.

Or, cum in prezent reparatiile strazilor duc la congestionari grave ale circulatiei in Bucuresti, aceste acumulari devin periculoase. De aceea, specialistii Primariei Capitalei avertizeaza pe toti locuitorii si in special persoanele in varsta sa evite sa circule in miezul zilei pe strazile aglomerate si poluate. Din masuratorile facute de specialistii Capitalei, rezulta ca in Bucuresti, pe anumite zone, poluarea cu bioxid de sulf, cu bioxid de carbon si cu oxizi de azot este foarte puternica de la cele cinci mari centrale termoelectrice si de la cele aproximativ 50 de centrale de cartier, de la traficul auto si cu poluanti specifici de la unitatile industriale.

Poluarea aerului este determinata in proportie de 70 la suta de traficul rutier. Aproape 90 la suta din poluarea cu oxid de carbon este generata de traficul auto, care mai participa si cu aproape 60 la suta la poluarea cu oxizi de azot. Tot traficul rutier este responsabil de emisiile de plumb, despre care se spune ca sunt de trei ori mai importante decat cele generate de sectoarele

industriale.

Din verificarile facute in ultimii doi ani, rezulta ca valorile de concentratii maxime admise de oxid de carbon pentru 24 de ore la emisie (a carei valoare este de 2,0 mg/metru cub) sunt: Bd. Carol - 4,129 mg/mc, N. Balcescu - 6,418 mg/mc, Cotroceni - 2,699 mg/mc, Piata Romana - 3,285 mg/mc, Gara de Nord - 4,75 mg/mc.

Efectele expunerii la valori mari ale concentratiilor de oxid de carbon sunt diferite, in functie de timpul de expunere si de concentratia poluantului. De exemplu, pentru cazul valorii de 6,418 mg/mc (in zona Bd. N. Balcescu), unde se depaseste de 3,2 ori maxima admisa, o expunere de o ora poate produce cefalee si greturi, iar o expunere de 3-4 ore poate depasi chiar limita efectului letal.

In stratul de ozon de deasupra Arcticii s-a deschis o noua gaura, de dimensiuni uriase, care ii determina pe oamenii de stiinta care observa fenomenul si implicatiile sale sa creada ca scutul natural care protejeaza emisfera nordica de efectele radiatiilor ultraviolete va fi grav afectat, situatie care se traduce intr-o impresionanta crestere a numarului cazurilor de cancer al pielii. Rezultatele celui mai mare experiment de monitorizare a stratului de ozon arata ca peste 60 la suta din acesta s-a "pierdut" la anumite altitudini de deasupra Polului Nord, deteriorare mai importanta decit cea din 1997, cea mai grava inregistrata pina in prezent. Scutul anti-ultraviolete s-a subtiat dramatic. Conditii climaterice necesare pentru declansarea unei astfel de distrugerii a ozonului de catre poluantii eliberati de tehnologia omului in atmosfera au fost aproape ideale in cursul ultimei ierni polare. "Aceste pierderi vor afecta, foarte probabil, nivelurile de ozon din intreaga Europa, in aceasta vara. Este una dintre cele mai substantiale pierderi de ozon la aceasta altitudine, deasupra Arcticii", au spus oamenii de stiinta, intr-o declaratie data publicitatii marti. Stratul de ozon din partea superioara a atmosferei este principalul filtru pentru radiatia ultravioleta daunatoare (UV-B), emanata de Soare. Fara acest strat, organismele vii ar suferi mutatii genetice extinse, care la oameni rezulta in sanse sporite de dezvoltare a cancerelor pielii, cataracta si dereglari ale sistemului imunitar. Fenomenul ar putea continua in ciuda diminuarii poluarii "Gaura" de ozon din regiunea arctica - de fapt o subtiere masiva a stratului de ozon existent - poate fi lesne deplasata spre sud, de vinturile puternice care bat la mare altitudine, si deci sa "apara" deasupra zonelor populate din America de Nord si Europa. Cercetatorii care au realizat acest studiu - o initiativa comuna a NASA, Unitatea Europeana de Coordonare a Cercetarii Ozonului si Directoratul pentru Cercetare al Uniunii Europene - isi vor inainta concluziile catre Biroul Meteorologic, singurul responsabil cu avertismentele legate de nivelurile crescute ale radiatiilor ultraviolete. Desi "gaura" de ozon este un fenomen care apare cu regularitate la Polul Sud, abia in ultimii cinci ani cercetatorii au putut remarca un eveniment similar si la Polul Nord. Studiul mai arata ca diminuarea stratului de ozon in regiunea Arcticii ar putea continua, in pofida eforturilor depuse in vederea reducerii concentratiei de cloruri din stratosfera. Aceste reduceri s-au si realizat, in parte, gratie Protocolului de la Montreal, incheiat in 1989, care obliga partile semnatare sa reduca nivelul de emisie in atmosfera a clorofluorocarbonatilor si altor gaze "devoratoare" de ozon.

Ozonul ne afecteaza grav pulmonul

In timpul caniculei din timpul verii, toata lumea incearca, in primul rind, sa se fereasca de radiatiile solare, inasa foarte putini stiu ca un pericol la fel de mare pentru sanatate il reprezinta si ozonul. La altitudine mare, ozonul are un efect benefic deoarece actioneaza ca un ecran protector impotriva radiatiilor solare ultraviolete. La nivelul solului din marile orase, smogul rezultat din

poluare se transforma in ozon, care este periculos pentru plamini. Expertii Academiei Americane de Alergie, Astm si Imunologie (AAAAI) avertizeaza ca in aceasta vara, din cauza activitatii solare foarte intense, cantitatea de ozon de la nivelul solului marilor aglomerari urbane va creste ingrijorator, punind in pericol sanatatea locuitorilor. O data inhalat, ozonul poate provoca o serie de afectiuni respiratorii, de la simple iritatii ale cailor aeriene superioare, accese de tuse si afectiuni ale pleurei, pina la bronsite acute si emfizem pulmonar. De asemenea, astmaticilor li se pot agrava foarte mult simptomele si sensibilitatea la anumiti alergeni. Pentru a evita efectele nocive, medicii americani le recomanda orasenilor sa evite pe cit posibil deplasările la orele amiezii, cind concentratia ozonului atinge valori maxime.