



De Zeeleeuw heeft in zijn eerste volledige werkjaar 75% van de beschikbare scheepstijd kunnen waarmaken (MD)

Onderzoeksactiviteiten aan boord van de Zeeleeuw (TV)

### Intensief gebruik van Zeeleeuw door onderzoekers in 2001

Naast het VLIZ maakten gedurende het afgelopen jaar 2001 niet minder dan 14 onderzoeksgroepen en 4 educatiegerichte instanties gebruik van de faciliteiten geboden door de Zeeleeuw. Van de totaal beschikbare scheepstijd van 1470 uur, kon door toedoen van o.a. problemen met bemanning, technische moeilijkheden of onvoorziene weersomstandigheden 'slechts' 1100 uur of 75% effectief worden gevaren. In een aantal gevallen werd uitgeweken naar een ander schip van de Vlaamse Gemeenschap. In totaal was er

overigens vraag naar 1811 uur, of 123% van de beschikbare scheepstijd, wat de wetenschappelijke nood aan dergelijke ondersteuning duidelijk aangeeft. Voor 2002 is er nu reeds vraag naar ruim 1000 uur van de 1750 uur die beschikbaar zijn, een getal dat ongetwijfeld in de loop van de volgende weken en maanden nog zal worden opgeschroefd.

De meeste campagnes van 2001 hadden als doelgebied de Belgische mariene wateren, hoewel toch ook 15 dagen werden uitgetrokken voor staalname op de Westerschelde. Ook werd in de mate van het mogelijke de kans geboden aan een ruimer publiek om aan boord van de Zeeleeuw te worden onderricht in wat de zee ons zoal te bieden heeft (o.a. Week van de Zee) of het schip te bezoeken aan de kade (o.a. ter gelegenheid van de Vlaanderendag en een bezoek van een parlementaire delegatie).

### MIDAS of het Marien Informatie en Data Acquisitie Systeem van de Zeeleeuw

MIDAS is een set applicaties die werden ontwikkeld door het VMDC om de scheepstijd van de Zeeleeuw te plannen, de onderzoeksactiviteiten aan boord te registreren en om navigatie-, meteo- en zeewaterparameters continu te monitoren. Het bestaat in meer technische termen uit een webinterface en cruiseadministratie op het VLIZ, en een server- en client applicatie op de Zeeleeuw. De gegevensoverdracht tussen de Zeeleeuw en het VLIZ (VMDC) gebeurt door middel van XML bestanden.

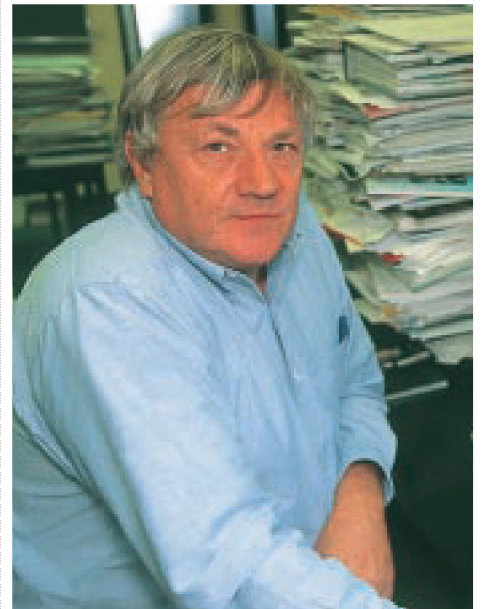
De webinterface biedt een overzicht van de geplande cruises en campagnes en van de geregistreerde stations, activiteiten en monitoringsdata. Ze werd ontwikkeld in PHP en is te consulteren op <http://www.vliz.be/vmcddata/midas/index.php>. De planning is realtime beschikbaar, de andere gegevens na wekelijkse transfer van de data vanop de Zeeleeuw. Waar mogelijk wordt de link gelegd naar de IMIS databank van het VLIZ. Er is ook een formulier beschikbaar om scheepstijd aan te vragen.

De cruiseadministratie toepassing, die in Access is ontwikkeld, dient om de aanvragen te verwerken en cruises in te plannen.

De client MIDAS applicatie draait aan boord van de Zeeleeuw en wordt gebruikt om alle onderzoeksactiviteiten te registreren en de monitoringdata te analyseren. Dit programma werd dan weer ontwikkeld in Visual Basic en MapObjects.

De server toepassing verzamelt de metingen van vijftien parameters die na een eerste, ruwe foutcontrole worden doorgestuurd naar de MIDAS applicatie. Om de vijf seconden worden ze tevens in een databank weggeschreven.

## Onderzoeksgroep prof. Van Grieken (UIA): Aërosolen boven zee en kust



### Onderzoeksgroep prof. Van Grieken

Universiteit Antwerpen  
Universitaire Instelling Antwerpen (UIA)  
Universiteitsplein 1, B-2610 Wilrijk

### Onderzoeksgroep

in het departement Scheikunde  
maakt deel uit van MiTAC - Micro and Trace Analysis Centre  
(Faculteit Wetenschappen)

### Verantwoordelijke:

prof. René Van Grieken

### Personeel

(dat geheel of gedeeltelijk werkt in de mariene sfeer)

10 (1 professor, 4 doctorandi,  
4 postdocs en 1 techniker)

### Keywords:

aërosolen, microanalyse,  
lucht-zee uitwisseling, atmosferische  
input, nutriënten, sporenelementen,  
eutrofiëring, grensoverschrijdende  
pollutie

**URL:** <http://sch-www.uia.ac.be/mitac>

e-mail: [vgrieken@uia.ua.ac.be](mailto:vgrieken@uia.ua.ac.be)

Tel.: +32/03 820 23 62

Fax: +32/03 820 23 76



## Aërosolen: meer dan wat er uit een spuitbus komt

We associëren de term aërosolen meestal met producten die met een spuitbus verneveld worden. Ze worden door iedereen gebruikt bij persoonlijke hygiëne en in huishoudelijke, industriële en farmaceutische toepassingen. Maar aërosolen hebben ook een heel ander verhaal te vertellen. In meer algemene termen zijn het partikels of vloeistofdeeltjes die door hun geringe grootte in een gas kunnen blijven zweven. De typische partikeldiameter van een aërosol ligt tussen 0.1 en 1 micrometer. De term is afgeleid van de Griekse woorden 'aeros' (lucht) en 'sol' (gas). Aërosolen kunnen ons leven op verschillende manieren direct en indirect beïnvloeden. Zo kunnen ze onze luchtwegen prikkelen en infecteren, een impact hebben op het klimaat en de plaatselijke weersomstandigheden of getuigen van luchtverontreiniging, om maar een paar aspecten te noemen. De onderzoeksgroep van prof. Van Grieken op het Departement Scheikunde aan de Universiteit Antwerpen spitst haar onderzoek toe op aërosoldeeltjes die aanwezig zijn in de luchtlagen boven land en zee.

## Natuurlijke aërosolen

Aërosolen komen onder natuurlijke omstandigheden in de lucht voor en bestaan dan bijvoorbeeld uit opgewaaid sediment, zeezoutkristallen of pollen. Jaarlijks komt op wereldschaal zo'n 3.000 miljoen ton natuurlijk stof in de atmosfeer terecht en dat kan erg ver getransporteerd worden met de wind. Bij welbepaalde weersomstandigheden boven noordelijk Afrika kan Sahara-stof bijvoorbeeld vlot in de luchtlagen meegevoerd worden tot boven Europa en daar met de regen uitgespoeld worden (zie satellietfoto). In brekende golven en in de branding op het strand worden zeewaterdruppeltjes in de lucht gekatapulteerd en vervolgens door de wind kilometers landinwaarts meegevoerd. Ter hoogte van Brugge wordt zo nog 80% van de in zeelucht gemeten concentratie aan zoutkristallen aangetroffen. En dat zullen ze daar geweten hebben want zout tast er het kunstpatrimonium aan. Ook sporen en pollen worden door planten in de lucht gebracht met de bekende gevolgen voor hooikoortspatiënten.

## Ongewenste luchtpartikels

Door industrie, thermische elektriciteitscentrales en verkeer worden echter ook niet-natuurlijke partikels in de lucht gestoten, zoals roet en fijn stof (300 miljoen ton per jaar). Deze luchtvervuiling kan direct schadelijke gevolgen hebben voor de mens bij inademing. In het centrum van Antwerpen blijkt volgens een recente studie astma 2-3 keer meer voor te komen dan in de omliggende gemeenten en men ver-

moedt dat luchtstof hierin een belangrijke rol speelt. Ook voor bv. kunstwerken in musea zijn partikels nefast. Ze kunnen na afzetting chemisch of fysisch de oppervlakken aantasten. Door menselijke activiteiten kunnen ook sporenelementen (bv. zware metalen, nutriënten, pesticiden, ...) in de luchtpartikels aanwezig zijn. Bij uitval komen deze stoffen in de bodem, de oppervlaktewateren en de oceanen terecht, waar ze hun giftige uitwerking op het ganse voedselweb kunnen laten gevoelen.

## Licht, lichter, lichtst

Ruwweg kunnen de aërosolen in drie grootteklassen ingedeeld worden. Afhankelijk van hun grootte blijven ze langer of korter in de lucht zweven. De aërosolen met een diameter groter dan 10  $\mu\text{m}$  zijn relatief zwaar en vaak van natuurlijke afkomst. Ze kunnen slechts geringe tijd in de lucht blijven hangen. De kleinste aërosolen (kleiner dan 0.1  $\mu\text{m}$ ) zullen zich gelijkaardig gedragen als gassen, met als gevolg dat ze veeleer wegreageren of onder invloed van een concentratiegradiënt wegdiffunderen. De deeltjes tussen 0.1 en 10  $\mu\text{m}$  worden vrij stabiel door de luchtmassa meege dragen en kunnen vele duizenden kilometers vervoerd worden. De kleinere partikels vertegenwoordigen meer gezondheidsrisico's doordat ze dieper de longen kunnen binnendringen. Helaas behoren aërosolen van antropogene oorsprong vaak tot de kleine grootteklassen en veroorzaken ze alleen al daardoor heel wat schade.

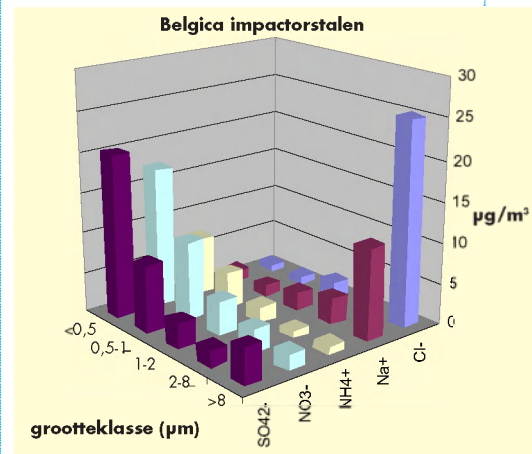
Op 30 oktober 2001 is duidelijk een stofwolk te zien boven West-Europa. Ze bestaat uit Sahara-stof dat door sterke winden in de atmosfeer terecht is gekomen (SeaWiFS - OrbView2)



## Hoe is het onderzoek begonnen?

In 1972 - 1973 deed René Van Grieken postdoctoraal onderzoek op mariene aërosolen aan de Florida State University. Bij zijn terugkeer in België werd hij docent aan de Antwerpse universiteit en startte een onderzoeksgroep met als centrale focus aërosolen. Kort erna kwam het federale onderzoeksschip *Belgica* in de vaart en was er een budget beschikbaar om oceanografisch onderzoek te stimuleren in België. In die tijd werd o.a. door prof. Roland Wollast (Université Libre de Bruxelles - ULB), prof. Jacques Nihoul (Université de Liège - ULG) en prof. Ivan Elskens (VUB) een geconcentreerde actie op poten gezet om samen onderzoek te verrichten op de Noordzee en in het Schelde-estuarium.

Analyse van een luchtstaal genomen boven de Noordzee. De zeezoutdeeltjes ( $\text{Cl}^-$  en  $\text{Na}^+$ ) zullen door hun grootte relatief snel terug neervallen. De kleinere ammonium-, nitraat- en sulfaatdeeltjes worden veel verder in de lucht gedragen en hebben een continentale oorsprong (MiTAC)



## Een selectie van marien georiënteerde projecten

### *Study of the geochemical cycles of particulate heavy metals and organic micropollutants in the North Sea environment (1992 – 1996).*

**IMPULS Noordzee / DPWB**

Traceert de geochemische cycli van zware metalen en organische micropolluenten in de Noordzee en schat de rol van luchttoevoer in deze processen (atmosfeer en regenwater) in.

### *The biogeochemistry of nutrients, metals and organic micropollutants in the North Sea (1997 – 2001).*

**PODO I / DWTC**

Bestudeert de belangrijkste wegen volgens dewelke polluenten in de Noordzee terechtkomen: via de atmosfeer, via regenwater of door aanvoer via de rivieren. In samenwerking met scheikundige laboratoria van UG (prof. Van Langenhove), VUB (prof. Baeyens) en ULB (prof. Wollast).

### *Quality status and terrestrial inputs for the North Sea (1998 - 2001).*

**Gerichte wetenschappelijke actie / DWTC**

Heeft tot doel de meest recente fluxen van contaminanten uit België naar de Noordzee te identificeren en het 4de hoofdstuk van het 'Quality Status Report of the Greater North Sea' te schrijven. In samenwerking met scheikundige laboratoria van VUB (prof. Baeyens) en ULB (prof. Wollast en prof. Vanderborght).

### *AEROSOL – Polluerende atmosferische deeltjes langsheen de Frans-Vlaamse Noordzeekust: grenstransporten en impact op het leefmilieu. Grensoverschrijdende samenwerking en sensibilisering. (1998 – 2001) / INTERREG II*

Kwantificeert de luchtvervuiling geproduceerd door de industrie, het verkeer en de steden voor de streek Westhoek/Pas-de-Calais en bestudeert het transport ervan over de landgrens heen en naar zee toe. Partners in het project zijn de VMM en het VLIZ aan Vlaamse zijde en Opal'Air en Université du Littoral Côte d'Opale (Duinkerke) aan Franse kant.

### *GLOBAL CHANGE: Koolstoffixatie in de oceaan (2001-2005).*

**Global Change, Ecosystemen en Biodiversiteit / DWTC**

Bepaalt de impact van de plankton productiviteit op de koolstofdioxide absorptie uit de atmosfeer en de export van deze geabsorbeerde koolstofdioxide naar de oceaanbodem of terug naar de atmosfeer. Dit is een samenwerkingsproject met prof. Chou (ULB) en prof. Daro (VUB).

## Lucht kent geen grenzen: onderzoek naar aërosolen in Vlaanderen

Dankzij een zekere continuïteit in de financiering van onderzoek op de Noordzee en Westerschelde in het kader van Vlaamse, federale en/of Europese programma's, is stilaan een grote expertise in deze materie uitgebouwd. De onderzoeksgroep bestaat inmiddels uit (slechts) één vastbenoemde medewerker, René Van Grieken zelf, en een groot aantal tijdelijke wetenschappers die bezoldigd worden met projectgelden. Van de in totaal ca. 20 wetenschappers in het laboratorium, werken er momenteel een 10-tal op zeegericht onderzoek (1 professor, 4 doctorandi, 4 postdocs en 1 techniker). De laatste paar jaar zijn universiteitsstudies in de scheikunde in Vlaanderen en Europa niet erg in trek en zijn er weinig pas afgestudeerde scheikundigen geïnteresseerd in een carrière in het wetenschappelijk onderzoek. Ze worden immers gemakkelijk en tegen

gunstiger voorwaarden tewerkgesteld in de industrie. Onder andere daarom bestaat de onderzoeksgroep rond prof. Van Grieken voor het ogenblik dan ook uit een zeer internationaal gezelschap.

Binnen het Departement Scheikunde van de UIA bestaat reeds twee decennia een groot consortium van vijf verschillende onderzoeksgroepen, waarvan het milieugericht onderzoek van prof. Van Grieken deel uitmaakt. Alle maken ze gebruik van dezelfde, zeer dure en uitgebreide infrastructuur voor onderzoek naar de methodologie en de toepassingen van microanalyse en anorganische sporenanalyse. Ze verenigen zich onder de naam MiTAC, wat staat voor Micro- and Trace Analysis Centre.

De onderzoeksgroep van prof. René Van Grieken heeft zich gespecialiseerd in de identificatie en microanalyse van aërosolpartikels en de milieugerichte toepassingen ervan. Ze werkt onder andere op aërosolen in zee- en kustgebieden (zie kader), maar heeft daarnaast ook projecten

lopen inzake gezondheid en aantasting van het kunstpatrimonium.

## Happen naar lucht

Stalen van aërosolen worden genomen door lucht op te zuigen en de deeltjes op filters (glasvezel of Nuclepore) op te vangen. De filters worden geïnstalleerd in een windtunnel waarop een windhaan gemonteerd is, zodat steeds tegen de windrichting bemonsterd wordt. Er kunnen zo 'bulkstalen' genomen worden, waarbij alle deeltjes uit een bepaald volume lucht tezamen op een filter terechtkomen of de aërosolen kunnen bemonsterd worden naar grootte met behulp van een impactor (zie foto). Het principe van dit apparaat bestaat erin een luchtstroom door een opening op te zuigen en op een impactieplaatje te richten. De luchtstroom gaat vervolgens afbuigen rond dat obstakel. De grote deeltjes kunnen letterlijk hun bocht niet halen en worden opgevangen op het impactieplaatje. Dit proces wordt vervolgens enkele keren herhaald met steeds kleinere openingen en dus hogere lineaire luchtsnelheden totdat alle grootteklassen van deeltjes apart opgevangen zijn. Deze bemonsteringsmethode geeft informatie over de grootteverdeling van de partikels in de lucht en daardoor over hun respectievelijke oorsprong en pollutiegraad.

## EPMA: een krachtige techniek voor (lucht)deeltjesonderzoek

Enmaal in het labo worden de stalen geanalyseerd op grootte en chemische samenstelling. Uniek is dat op het laboratorium van prof. Van Grieken individuele microscopische deeltjes bekeken en geanalyseerd worden. Dit gebeurt met behulp van de EPMA techniek of 'Electron Probe Micro Analysis' (zie kader), maar ook met diverse andere technieken. Door de automatisering van de gegevensverwerking in EPMA kunnen per dag de resultaten van 10.000 deeltjes verwerkt worden, waardoor de betrouwbaarheid en representativiteit van de onderzoeksresultaten in belangrijke mate verbeteren. Door de individuele deeltjes en hun respectievelijke samenstelling te onderzoeken krijgt men een beter beeld van de vervuiling, meer bepaald van de oorsprong, de vorming, de reactiviteit en transformatie en de invloed van de partikels op de omgeving. Een beeld dat onmogelijk verkregen kan worden bij een bulkanalyse. Analyse van individuele partikels laat dus toe om, vooral in een complexe omgeving, meer eenduidige informatie te bekomen over de bronnen van bv. aërosolen in de lucht. En dankzij doorgedreven software gebaseerd op fysische interactie, kan EPMA behoorlijk kwantitatieve resultaten opleveren.



### Gezonde Noordzeelucht?

De lucht boven de Noordzee is sterk beïnvloed door de intensieve activiteiten die errond plaatsgrijpen. Als de wind van boven land komt, kunnen we nog moeilijk spreken van 'gezonde zeelucht'. Aan de Belgische kust worden vaak verhoogde concentraties zware metalen (cadmium en koper) gemeten die afkomstig zijn van vliegdeeltjes uit Engelse thermische elektriciteitscentrales. Bij oostelijke wind van over Vlaanderen komen deeltjes aangevaaid waarin lood en zink worden aangetroffen en die afkomstig zijn uit de non-ferro metallurgie. Bij zuidelijke luchtstromen zijn dan weer ijzerrijke deeltjes van de Noord-Franse staalindustrie goed vertegenwoordigd. Er wordt echter internationaal met veel succes gewerkt aan een verlaging van de luchtpollutie en over een langere termijn (1974-1998) is reeds sprake van een algemene verbetering van de luchtkwaliteit voor zware metalen. Voor sommige zware metalen (lood en zink bijvoorbeeld) is de depositie uit de atmosfeer nu wel 10 keer lager dan twintig jaar terug.

### Vlaanderen heeft de hoogste concentraties aan ammoniak ter wereld!

Wat tegenwoordig meer zorgen baart dan zware metalen is de eutrofiëring van de Noordzeewateren door de overvloedige aanvoer van nutriënten. Vooral stikstofverbindingen werken de eutrofiëring in zee sterk in de hand. In kustgebieden zorgen vooral de rivieren voor de toevoer ervan, terwijl verder uit de kust de atmosfeer de belangrijkste aanvoerder is. In het Quality Status Report 2000 is voor de volledige Noordzee berekend dat atmosferische depositie van stikstofverbindingen bijvoorbeeld tweemaal hoger is dan de aanvoer door rivieren. Door verbrandingsprocessen (voornamelijk van het verkeer) komen stikstofoxiden in de lucht die op warme dagen zorgen voor de gekende ozonproblematiek, maar ook nitraten in de oceanen brengen. Daarnaast zorgen intensieve veeteelt en andere landbouwactiviteiten voor alarmerende hoeveelheden ammoniak in de lucht. Boven Nederland en Vlaanderen worden zelfs de hoogste concentraties ter wereld gemeten! De invloed van ammoniak op de eutrofiëring van de Noordzee wordt voorlopig 5 tot 10 keer hoger geschat dan deze van nitraten. Daardoor krijgt landbouw de bedenkelijke reputatie industrie en verkeer achter zich te laten inzake deze luchtverontreiniging. Verder kwantitatief onderzoek naar de atmosferische toevoer van nutriënten, o.a. organische stikstofvormen, in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee is meer dan noodzakelijk!



Het nemen van stalen van aërosolen op zee. Via een windtunnel wordt lucht aangezogen. De windhaan achteraan zorgt ervoor dat er steeds tegen de windrichting in bemonsterd wordt. In de buis kan een filterhouder of een impactor geïnstalleerd worden (MITAC)



Kurt Eyckmans onderzoekt de samenstelling van een bulkstaal met behulp van een ionenchromatograaf (MD)



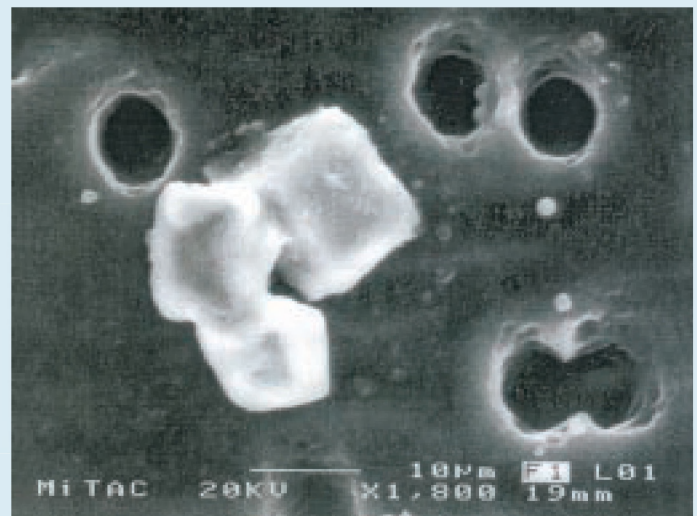
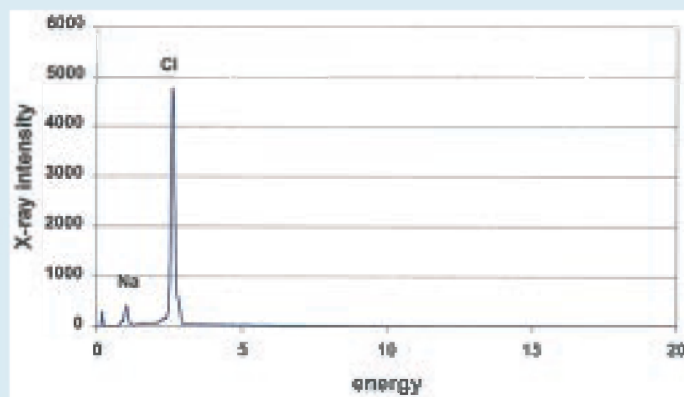
De in de lucht meegezogen partikels worden gescheiden naargelang hun grootte met een impactor (MD)

EPMA of 'Electron Probe Micro Analysis' is een elektronenmicroscopische techniek gekoppeld aan een methode om de samenstelling van individuele partikels te bepalen. Door voorwerpen met een elektronenbundel te 'beschieten' kunnen ze tot 300.000 maal vergroot weergegeven worden op een scherm. Tijdens de EPMA meting kan men op een bepaald deeltje inzoomen en zijn samenstelling bepalen via X-stralen diffractie. Als het partikel bestraald wordt met elektronen worden de atomen, waaruit het voorwerp is opgebouwd, immers aangeslagen of geëxciteerd. Deze atomen vervallen nadien terug naar hun grondtoestand door X-stralen uit te zenden, met een energie die specifiek is voor het element waartoe het atoom behoort.

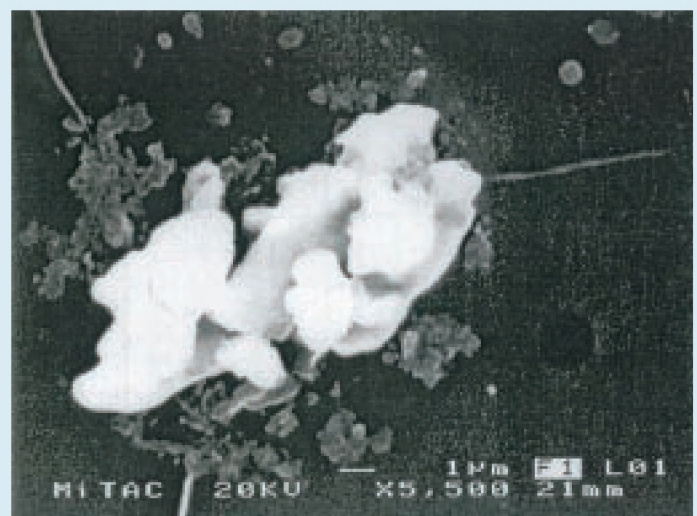
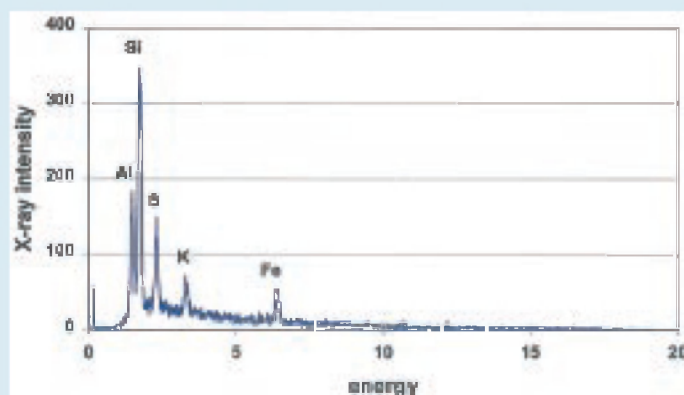
*Met behulp van een elektronenmicroscopische techniek (Electron Probe Micro Analysis of EPMA) wordt de samenstelling van individuele aërosolpartikels onderzocht (MD)*



*Voorbeeld van een zeezoutdeeltje (wit) met typisch kubische vorm en bijgevoegd X-stralen spectrum (MITAC)*



*Voorbeeld van een samengesteld deeltje met bijgevoegd X-stralen spectrum. De duidelijke pieken van Al, Si, S, K en Fe duiden op de aanwezigheid van bodemstof (aluminosilicaten) en zwavel- en ijzerhoudende fracties.*





## Klimaatveranderingen: het 'whitehouse' versus het 'greenhouse' effect

Sinds kort wordt ook onderzocht welk effect aerosolen en luchtpollutie (bv. bodemstof, sulfaten en roet) kunnen hebben op globale klimaatveranderingen. Het is intussen alom bekend dat een toename van koolstofdioxide in de atmosfeer (afkomstig van alle verbrandingsprocessen) door het zogenaamde broeikas effect of 'greenhouse effect' de temperatuur op aarde kan doen stijgen. Maar aerosolen zouden dit effect kunnen compenseren. Enerzijds zullen sommige stofdeeltjes rechtstreeks het invallend zonlicht terug in de ruimte reflecteren en anderzijds veroorzaken hygroscopische stofdeeltjes een verhoogde wolkenvorming. In beide gevallen leidt dit tot een afkoeling. Of dit zogenaamde 'whitehouse effect' het broeikas effect zal compenseren is zeer de vraag. Volgens sommige modellen zal dit gebeuren voor 10%, volgens andere voor 110%. Deze enorme, maar belangrijke, onzekerheid is vooral toe te schrijven aan een onnauwkeurige kennis van aerosolen in afgelegen en mariene gebieden. De onderzoeksgroep van prof. Van Grieken nam daarom deel aan internationale projecten voor aerosol karakterisering in Siberië, Antarctica, Zuid-Afrika, het Amazonegebied en in de Atlantische en Stille Oceaan. Door de enorme complexiteit van deze problematiek is er voorlopig weinig vooruitgang in de kwantitatieve modellering van het 'whitehouse effect'...

Maar ook het broeikas effect kent nog vele onzekerheden. Men weet zeer weinig af van de mate waarin koolstofdioxide uit de lucht in de oceanen gefixeerd wordt door planktonorganismen en in welke mate

de geabsorbeerde koolstof sedimenteert naar de oceanbodem of weer afgegeven wordt in de atmosfeer na sterfte van deze organismen. Daarom werd, met de steun van DWTC en in samenwerking met de ULB en VUB, zopas een onderzoek gestart naar calciumcarbonaat partikels in de zee, hun samenstelling, oppervlakte-aanrijkingen, morfologie, etc.

In de nabije toekomst zullen de resultaten toelaten betere modelleringen van de koolstoffluxen in zee uit te voeren.

## Aantasting van het kunstpatrimonium in de kuststreek door zout

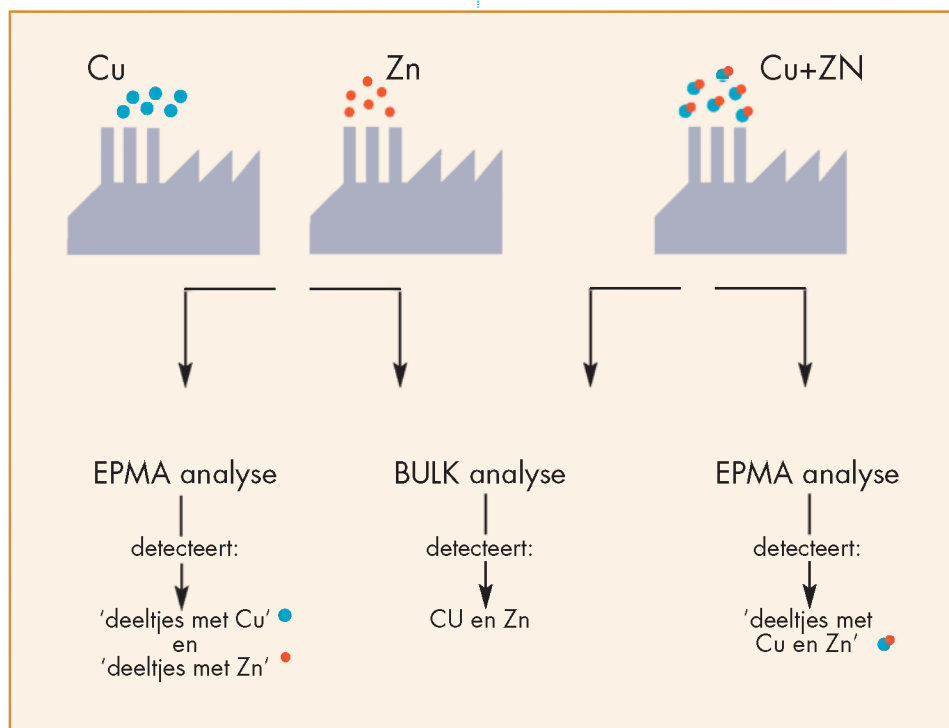
Binnen het kader van enkele Europese projecten wordt ook onderzoek verricht naar het nefaste effect van o.a. atmosferische zeezoutkristallen op het kunstpatrimonium in de kustzone. Zeewater wordt ter hoogte van de branding in de lucht gekata-pulteerd onder de vorm van 'jeldrops' en landinwaarts meegedragen. Op windrijke en droge dagen kan zeezout uit de Noordzee tot 700 km verder in Praag waargenomen worden. Het zeezout tast eeuwenoude gebouwen aan, al moet gezegd dat de luchtvervuiling in het algemeen verantwoordelijk is voor het belangrijkste deel van de aantasting. Concreet is onderzoek verricht naar een reeks gebouwen rond de Middellandse Zee (Griekenland, Malta, Italië, Spanje en Frankrijk). Het bleek dat de verwerkingssnelheid van gebouwen inderdaad sterk afhankelijk is van de lokale luchtpollutie en het zoutgehalte in de lucht. Analyse van de oppervlakkige verweringslaag laat toe het relatief belang van de verschillende luchtpolluenten en van zeezout kwantitatief in te schatten.



Aërosolen tasten ook monumenten aan (VL)

## Een luchtige toekomst?

Vroeger werd op het laboratorium bijna uitsluitend onderzoek verricht naar anorganische stoffen in de aerosolen (zware metalen en nutriënten). Recent kunnen met behulp van een nieuwe techniek ook organische micropolluenten, zoals persistente organische polluenten (POP's) in de lucht en als aerosolen worden gemeten. Op deze manier kunnen nieuwe onderzoeksrichtingen ingeslagen worden. De onderzoeksgroep is steeds sterk, en zelfs bijna exclusief, afhankelijk geweest van externe financiering in het kader van projecten. Dit jaar lopen enkele belangrijke projecten ten einde (DWTC, AWI, INTERREG en EU) en wacht men vol spanning wat de toekomst brengen zal.



De waarde van de EPMA deeltjetechniek wordt geïllustreerd door het volgende voorbeeld. Stel dat een fabriek alleen partikels uitstoot waarop koper (Cu) geadsorbeerd zit en dat een andere fabriek in de buurt alleen zinkhoudende (Zn) partikels emitteert. Als men een bulkstaal neemt in die omgeving, zal men kunnen vaststellen dat deze twee elementen in de lucht voorkomen. Als individuele deeltjes worden bekeken, kan men echter vaststellen dat er in de lucht aerosolen zitten met daarop ofwel Cu ofwel Zn geadsorbeerd. Als in een ander geval één fabriek echter deeltjes uitstoot die tegelijk Cu en Zn bevatten, zal een bulkanalyse hetzelfde resultaat tonen als in het eerste geval, maar zal een individuele EPMA-aanpak aangeven dat op de deeltjes beide elementen (Cu en Zn) simultaan vastzitten en de verontreiniging dus enkel toe te schrijven is aan die derde vervuulende fabriek (VL)