



**Aan de
spits van
vooruitgang**

04

De ogen van medisch personeel beter beschermen

De expertise van het SCK•CEN in dosimetrie wordt regelmatig ingezet op internationaal niveau. Tussen 2015 en 2017 kreeg het Belgische onderzoekscentrum de leiding toevertrouwd van Euraloc, de grootste Europese studie ooit naar cataract, die door ioniserende straling werd veroorzaakt in een medische omgeving. De resultaten van deze studie werden onlangs gepubliceerd. Parallel werkt het SCK•CEN aan de ontwikkeling van een exclusief dosimetriemodel voor medisch personeel.



Medisch stralingsonderzoek boekt voortdurend vooruitgang. Een van de meest recente voorbeelden is de preventie van stralingsgeïnduceerde cataract, waarin het SCK•CEN zich overigens heeft onderscheiden. Het is al lang bekend dat ioniserende straling de lens, het meest stralingsgevoelige deel van het oog, kan beschadigen en een geleidelijke vertroebeling van het zicht kan veroorzaken, die uiteindelijk zal leiden tot cataract.

“Tot voor kort werd er algemeen aanvaard dat er voor een beroepsmatige blootstelling onder een bepaalde drempelwaarde geen risico bestond, maar stralingsgeïnduceerde cataract komt zonder twijfel meer voor dan voordien gedacht. Dat blijkt uit verscheidene epidemiologische studies en onderzoeken op dierlijke modellen”, zegt Lara Struelens, verantwoordelijke van de onderzoekseenheid voor dosimetrische toepassingen.

In 2012 herzag de ICRP (*International Commission on Radiological Protection*) in haar aanbevelingen voor de preventie van cataract de blootstellingsdrempel voor de lens door ze drastisch te verlagen van 2 Gy (Gray) naar 0,5 Gy (Gray). De commissie verlaagde overigens ook, in het kader van een beroepsmatige blootstelling, de jaarlijkse blootstellingslimiet van 150 naar 20 mSv (millisievert).

Een wereldprimeur

De invoering van deze nieuwe ICRP-drempels liet echter een vraag onbeantwoord, namelijk die van de relatie tussen de dosis en het effect bij lage dosissen. *“Door de kwaliteit van de tot dan toe verzamelde gegevens was het onmogelijk om te bepalen vanaf welke dosis we een vertroebeling van de lens kunnen vrezen. Daarom werd de Europese studie Euraloc gelanceerd onder de coördinatie van het SCK•CEN”,* voegt Lara Struelens toe.

In die epidemiologische studie, de grootste ooit over dit onderwerp bij deze groep, werden 393 interventionele cardiologen gerekruteerd in elf landen en volgens eenzelfde protocol opgevolgd. Onder leiding van het SCK•CEN werden ook dosimetrie-berekeningen uitgevoerd. Dat was ook een primeur, omdat blootstelling aan ioniserende straling ter hoogte van de ooglens niet standaard geregistreerd wordt en er dus niet van elke »



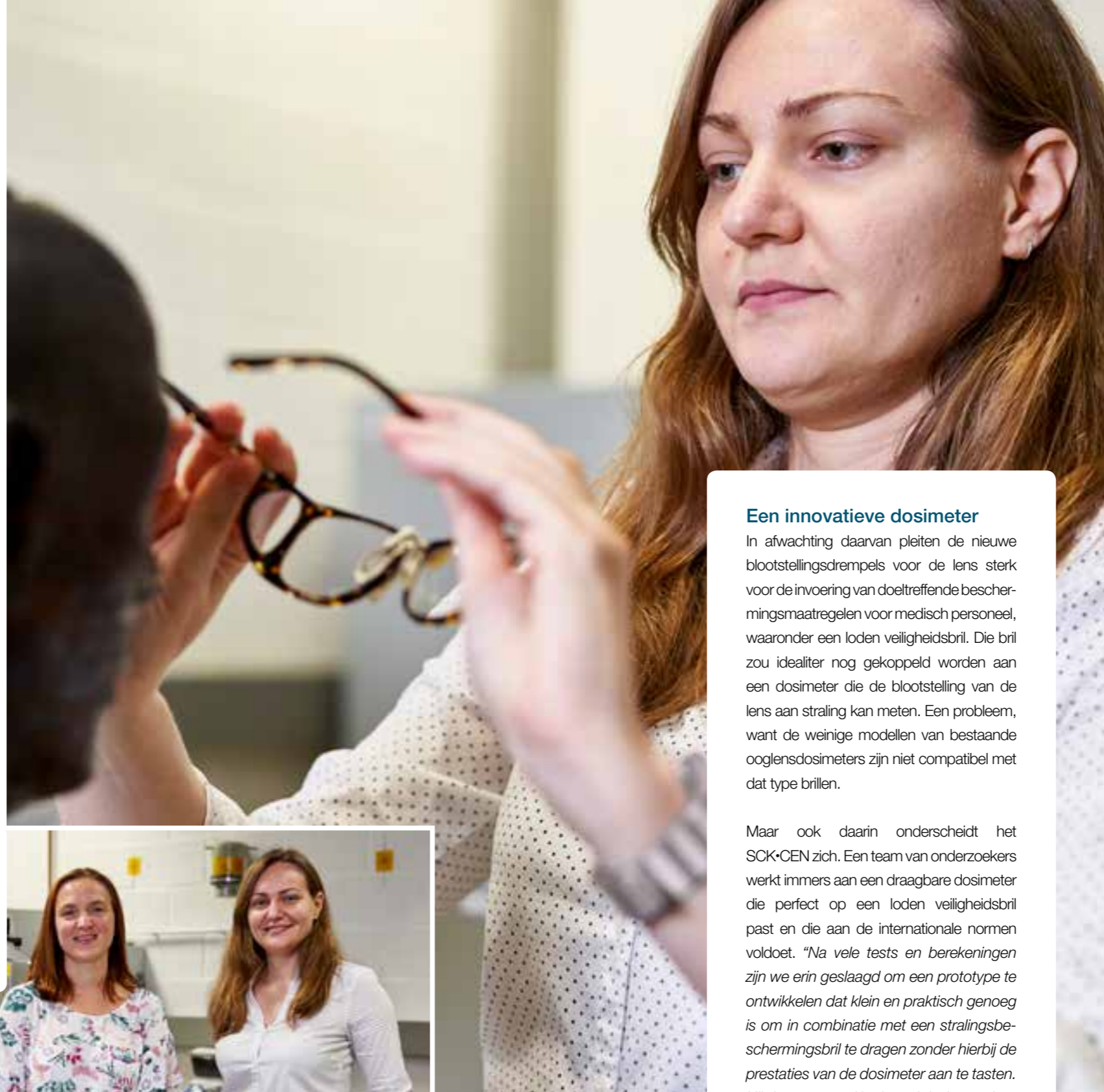
“ De gegevens van onze studie lijken aan te tonen dat hoe hoger de dosis wordt, hoe meer het risico toeneemt, en waarbij er geen drempel werd gevonden waaronder we geen risico lopen. ”

cardioloog individuele data beschikbaar waren. Er werd ook een controlegroep van 243 niet-blootgestelde personen samengesteld. Maar waarom interventionele cardiologen? *“Onder het medische personeel worden zij het meest blootgesteld aan ioniserende straling”*, legt Lara Struelens uit.

De resultaten van deze Euraloc-studie zijn vandaag bekend. *“We hebben kunnen aantonen dat de groep interventionele cardiologen een groter risico loopt om te worden getroffen door een bepaalde vorm van gedeeltelijke vertroebeling van de lens. Wat de dosis-effectrelatie betreft, tonen de gegevens van onze studie ook aan dat hoe hoger de dosis wordt, hoe meer het risico toeneemt, en waarbij er geen drempel werd gevonden waaronder we geen risico op vertroebeling lopen. Maar die resultaten stellen niet noodzakelijk de drempelwaarden ter discussie, die onlangs door de ICRP zijn vastgelegd. De meeste vertroebelingen die we hebben vastgesteld, zijn immers van graad 1 en veroorzaken nog geen visuele beperking. Het proces waarbij een gedeeltelijke vertroebeling in cataract verandert, is bovendien nog steeds ongekend terrein en wordt volop onderzocht. Het is dus nog een beetje vroeg om er een uitspraak over te doen. Er zijn nog meer gegevens nodig”*, verduidelijkt de onderzoekster.



Lara Struelens en Edilaine Honorio da Silva, verantwoordelijke onderzoekseenheid dosimetrische toepassingen en haar collega



Een innovatieve dosimeter

In afwachting daarvan pleiten de nieuwe blootstellingsdrempels voor de lens sterk voor de invoering van doeltreffende beschermingsmaatregelen voor medisch personeel, waaronder een loden veiligheidsbril. Die bril zou idealiter nog gekoppeld worden aan een dosimeter die de blootstelling van de lens aan straling kan meten. Een probleem, want de weinige modellen van bestaande ooglensdosimeters zijn niet compatibel met dat type brillen.

Maar ook daarin onderscheidt het SCK·CEN zich. Een team van onderzoekers werkt immers aan een draagbare dosimeter die perfect op een loden veiligheidsbril past en die aan de internationale normen voldoet. *“Na vele tests en berekeningen zijn we erin geslaagd om een prototype te ontwikkelen dat klein en praktisch genoeg is om in combinatie met een stralingsbeschermingsbril te dragen zonder hierbij de prestaties van de dosimeter aan te tasten. Hij zit momenteel in de praktische testfase bij interventionele cardiologen”*, verheugt doctoranda Edilaine Honorio da Silva zich, die dit project bij het SCK·CEN leidt. Hij zou binnenkort ook getest kunnen worden in kerncentrales. Als de testfase succesvol is, gaan deze prototypen over naar de volgende stap: de verkoop.

Samenleving

Dichter bij je behoeften

Een personeelstijging van 50% in 25 jaar, meer dan een derde beschikt over een universitair diploma, 46 nationaliteiten, 80 doctoraatsstudenten: dat is het resultaat van onze ambitieuze strategie, die we 25 jaar geleden hebben uitgetekend. Voortdurend innoveren is noodzakelijk om maatschappelijke uitdagingen aan te gaan en onze kennis en ontwikkelingen ter beschikking van individuen te stellen – zowel burgers als professionals. Meer dan ooit moeten we communiceren over de talrijke troeven van nucleaire wetenschap en de diverse toepassingen ervan in meerdere domeinen zoals energie, geneeskunde en milieu.

Christian Legrain

Secretaris-generaal



Ruthenium op het spoor

Eind september 2017 werden lage concentraties van radioactief ruthenium-106 gemeten in de Europese lucht. Waar kwam die radioactieve wolk vandaan? Het SCK•CEN, expert in radionucliden, begon in samenwerking met het KMI de radioactieve wolk te traceren. De conclusies van die unieke studie werden in december van hetzelfde jaar onthuld en bevatten zelfs een waarschijnlijke bronlocatie.

De Tsjernobyl-wolk is, in tegenstelling tot de legende, nooit aan de Franse grens gestopt, omdat de concentraties er te laag waren om gemeten te worden. Meer recent heeft een andere vrij raadselachtige radioactieve wolk veel inkt doen vloeien. Eind september – begin oktober 2017 werden radioactieve sporen van ruthenium-106 (Ru-106), en in mindere mate van ruthenium-103 (Ru-103), gedetecteerd door het monitoringsnetwerk van het Kernstopverdrag (Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty – CTBT) en enkele Europese netwerken voor radiologisch toezicht.

“Het was abnormaal, want deze isotoop wordt gewoonlijk niet gedetecteerd in de atmosfeer. Ru-106 is een splijtingsproduct. Als het afkomstig was van een nucleair ongeval of een nucleaire test, dan hadden we ook radioactief cesium en jodium moeten meten. Dat was nu niet het geval. Het ging dus om iets anders. De herkomst van deze radioactieve wolk was toen ook onbekend”, herinnert Christophe Gueibe, onderzoeker bij het SCK•CEN, zich.

Een interessant geval

Het IRSN, het Franse instituut voor stralingsbescherming en nucleaire veiligheid, laat snel weten dat de gemeten concentraties “geen enkel gevolg hebben gehad voor de menselijke gezondheid of het milieu”. Parallel daaraan bevestigt het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) dat er “geen stijging van de rutheniumconcentraties werd vastgesteld in België”. Elk gevaar voor de bevolking was geweken, maar het mysterie bleef. Welke gebeurtenis zou die beruchte radioactieve wolk kunnen veroorzaken en wat zou de herkomst ervan kunnen zijn? Die vraag fascineerde de onderzoekers van het SCK•CEN, die het onverklaarbare ontsnapte

Ru-106 begonnen op te sporen. *“Dat hoort bij onze informerende rol voor de overheid”,* zegt doctorandus Pieter De Meutter, die aan de basis van deze unieke studie staat. *“Het was wetenschappelijk ook een interessant geval. Het was een manier om onze kennis te vergroten over lage radioactieve concentraties in de atmosfeer, waarvan de bron vaak moeilijk te bepalen is.”*



Christophe Gueibe en Pieter De Meutter, stralingsdeskundigen

Een heel waarschijnlijke bronlocatie

Gewapend met de gegevens van het IMS – het internationale monitoring-systeem dat werd opgezet in het kader van het Kernstopverdrag –, atmosferische transport- en dispersiemodellen en meteorologische gegevens afkomstig van het Europees Centrum voor Weersverwachtingen op Middellange Termijn (ECMWF) volgen de onderzoekers van het SCK•CEN het spoor van Ru-106 in Europa en de rest van de wereld. Ze werden hierin bijgestaan door deskundigen van het Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI).

“We hebben geprobeerd om de bron van deze radioactieve wolk te achterhalen vanaf de stations waar ze werd gedetecteerd, maar ook vanaf stations waar ze niet werd gedetecteerd. We hebben een kaart gecreëerd (zie hiernaast) waarin de correlaties tussen onze simulaties en de waarnemingen op het terrein worden weergegeven. Hoe lager de waarden, hoe groter de correlatie tussen simulaties en gegevens, en hoe groter de kans dat we ons op de bronlocatie bevinden. Natuurlijk is er nog altijd enige onzekerheid, maar wat onze berekeningen desondanks tonen, is dat het radioactief Ru-106 waarschijnlijk afkomstig is uit een regio in Rusland waar zich verschillende nucleaire installaties bevinden”, licht Pieter De Meutter toe.

“Natuurlijk is er nog altijd enige onzekerheid, maar onze berekeningen tonen desondanks dat het radioactief ruthenium-106 waarschijnlijk afkomstig is uit een regio in Rusland waar zich verschillende nucleaire installaties bevinden. ”



Extra lessen

Er werd ook heel wat andere informatie verzameld tijdens deze innovatieve en unieke studie. *“We konden ook berekenen dat de uitstoot waarschijnlijk plaatsvond tussen 23 en 26 september. De hoeveelheid uitgestoten Ru-106 was bij de bron ongetwijfeld hoog, ongeveer 1 petabecquerel, wat – afhankelijk van de geldende nationale normen – geleid zou kunnen hebben tot beschermingsmaatregelen voor de lokale bevolking. Indien een dergelijke uitstoot in België had plaatsgevonden, zouden beschermende maatregelen voor de lokale bevolking waarschijnlijk noodzakelijk zijn geweest. Op basis van deze lokalisatie hebben we nieuwe berekeningen kunnen uitvoeren die ons in staat hebben gesteld om de hoeveelheid Ru-106 die in de atmosfeer vrijkwam te evalueren en om het traject ervan naar Europa en andere delen van de wereld te reconstrueren.”*

Deze studie alsook de observaties door de Europese netwerken bevestigden dat de gemeten concentraties in Europa ruim onder het niveau lagen dat een risico voor de gezondheid of het milieu vormt.

MYRRHA test met succes haar eerste brandstofnaalden

Over de wieg van MYRRHA buigen zich vele gezichten, onder wie ook onderzoekers van het Europese MAXSIMA-programma. Zij spelen een cruciale rol, want de veiligheid van MYRRHA en haar toekomstige certificering hangen af van de resultaten van hun tests en analyses. In dat kader werd de eerste test uitgevoerd om de robuustheid van de brandstofnaalden te controleren, die de reactor zullen voeden.

Op 12 april 2018, na vijf jaar zorgvuldige voorbereiding, werd een eerste splijtstofnaald van het type dat MYRRHA zou gebruiken, bestraald in de *Annular Core Pulse Reactor* van het *Institute for Nuclear Research (ICN)* van Pitesti in Roemenië. Het doel van deze test: het energiepeil bepalen waarboven een vervorming van de naald zou kunnen optreden. De resultaten ervan zullen helpen om de veiligheidsmarges van de toekomstige MYRRHA- reactor te definiëren.

Eerste bestraling

De Roemeense onderzoeksreactor is ontworpen om bestand te zijn tegen korte maar krachtige vermogensinjecties. *“De tests die momenteel plaatsvinden, bestaan erin een splijtstofnaald in de reactor in te brengen en die aan een reactiviteitsflits bloot te stellen om zo voor een snelle temperatuurstijging van de brandstofpastilles te zorgen: 2000°C in een milliseconde. Vervolgens wordt de integriteit van het omhulsel gecontroleerd en de vervormingen nagegaan die het kan hebben ondergaan als gevolg van de thermische uitzetting van de pastilles. We willen onderzoeken in hoeverre het ontwikkelde ontwerp van de segmenten bestand is tegen een plotselinge vermogenstoename. Het uiteindelijke doel is om de veiligheidsmarges voor de werking van de MYRRHA- reactor te bepalen”*, licht Brian Boer toe, onderzoeker bij het SCK•CEN en lid van het MAXSIMA-programma.



Resultaten volgen binnenkort

Na de succesvolle eerste test werden met succes verdere tests uitgevoerd in de ICN-reactor. *“In totaal zijn een tiental tests gepland, waarvan 80% al is uitgevoerd. In oktober 2018 zou alles afgerond moeten zijn. Het doel is om de ingebrachte energie te laten stijgen totdat het omhulsel (bijna) breekt, maar waarbij het smelten van het omhulsel of de pastilles wordt vermeden”*, voegt Rémi Delville toe.

Een reeks analyses wordt meteen ter plaatse, in Roemenië, uitgevoerd. De brandstofnaalden zullen achteraf worden teruggestuurd naar het SCK•CEN voor meer geavanceerde onderzoeken. *“Naast een gedetailleerde analyse van de vervorming van het omhulsel zullen we nagaan in welke mate de brandstof is gefragmenteerd en uitgezet als gevolg van de temperatuurstijging. De resultaten zullen worden gepubliceerd in publiekelijk beschikbare literatuur, want ze kunnen interessant zijn voor de reactoren van de 4e generatie, waarvoor er wereldwijd verschillende projecten bestaan.”*

“ De resultaten zullen interessant zijn voor de reactoren van de 4e generatie, waarvoor er verschillende projecten bestaan over de hele wereld. ”

Rémi Delville en Brian Boer, verantwoordelijken van het MAXSIMA-project

EEN EIGEN ONTWERP

De in Roemenië gebruikte splijtstofnaalden hebben een bijzonder kenmerk: ze zijn volledig ontworpen door het SCK•CEN met bovendien bijzonder strenge specificaties. De toegestane toleranties voor de binnenafmetingen van de omhulsels moeten bijvoorbeeld kleiner zijn dan 10 micron en die van de brandstofpastilles in de orde van een micron. Het MAXSIMA-project was ook de ideale gelegenheid om een productielaboratorium voor splijtstoffen weer in gang te zetten binnen het SCK•CEN, een domein waarin het lang een pionier is geweest.