FANC

federaal agentschap voor nucleaire controle

DIENST TOEZICHT OP HET GRONDGEBIED & NATUURLIJKE STRALING

Radiologisch toezicht in België
Syntheseverslag 2007

Michelle BOUCHONVILLE – Jurgen CLAES, ir – Dr. Lionel SOMBRÉ

- september 2008 -

Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle

Departement Gezondheid en Leefmilieu

Dienst Toezicht op het Grondgebied & Natuurlijke Straling

Cel Radiologisch Toezicht op het Grondgebied

Ravensteinstraat, 36 B-1000 Brussel - België
Website: http://www.fanc.fgov.be

E-mail: info@fanc.fgov.be

Auteurs:

Dr. Lionel SOMBRE, verantwoordelijke voor het Radiologisch Toezicht op het Grondgebied

Tel.: +32 2 289 21 54 – fax: +32 2 289 21 52
E-mail: lionel.sombre@fanc.fgov.be

Mevr. Michelle BOUCHONVILLE, wetenschappelijk medewerkster.

Tel.: +32 2 289 21 64 – fax: +32 2 289 21 52
E-mail: michelle.bouchonville@fanc.fgov.be

Secretariaat van de dienst: **Tel.: +32 2 289 21 51 – fax: +32 2 289 21 52**

Hebben aan dit verslag meegewerkt:

- **Michel DESMEDT, ing., verantwoordelijk voor het TELERAD-netwerk**

Samenwerking met externe instellingen

De volgende instellingen en hun respectieve medewerkers hebben de basisgegevens verschaft voor de uitwerking van dit verslag:

WIV- Brussel

Onderzoeksverantwoordelijken: J-L. Avaux, E. Minne, P. Van Den Broeck, F. Heynen

Technische medewerkers: O. Laurent, C. Falisse, J. Vanderlinden, C. Dehaese en V-H. Dang

Administratief medewerkster: N. Marechal

Kwaliteitscoördinatrice: C. Delporte

Hoofd laboratorium: J-M. Flémal

Sectiehoofd: S. Hallez

IRE – Fleurus

Verantwoordelijke afdeling metrologie en radioprotectie milieu: Ph. van Put

Verantwoordelijke metrologie/dosimetrie: C. De Lellis,
Verantwoordelijke radiochemie: D. Tomasevszky

Laboratoriumtechnici: J-L. De Stercke, E. Calande, A. Demoulin, J. Gustin en N. Cecchetto

Diensthoofd veiligheid: A. Debauche

Secretariaat veiligheidsdiensten: A. Terranova

SCK•CEN – Mol

Projectleider van de expertise groep: Maatschappij- & Beleids Ondersteuning (SPS): K. Van der Meer

Eenheid Studie Incidenten op de Biosfeer (BIS):

Supervisie: M. Van Hees
Monsterneming & conditionering van de monsters: E. Tessens, J. Sannen en P. Bens

Metingen lage niveaus:

Supervisie: Ch. Hurtgen, F. Verrezen
Monsterneming & conditionering van de monsters: R. Verkooyen, B. Bouwens en B. Ruts
Meting: E. Dupuis, W. Van Baelen, B. Vennekens, H. Loots, L. Jansen, D. Verstrepen, K. Jacobs en M. Verbist

Spectrometrie:

Supervisie: M. Bruggeman
Meting: E. Daniëls, A. Isenborghs

Omgevingsdosimetrie: Ph. Antoine, F. Vanhavere, L. Van de Velde, M. Doms en L. Maes

Universitaire faculteit voor landbouwwetenschappen - Gembloux

Verzamelen en gereedmaken van de monsters: M. Meurice-Bourdon en O. Burton

Analyses van de radioactiviteit: IRE

Wetenschappelijke opvolging: M. Meurice-Bourdon en O. Burton

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD 1

BASISBEGRIPPEN OVER RADIOACTIVITEIT EN BLOOTSTELLING AAN STRALINGEN 3

INLEIDING 4

SAMENVATTING 7

1. HET CONTINU RADIOLOGISCH TOEZICHT OP HET GRONDGEBIED : HET TELERAD-NETWERK 8

1.1 DOELEN VAN HET NETWERK 8
1.2 TELERAD: RADIOLOGISCH INSTRUMENT 8
1.3 TELERAD: METEOROLOGISCH INSTRUMENT 10
1.4 TELERAD: INSTRUMENT VOOR HET BEREKENEN VAN DE EXTERNE BLOOTSTELLINGSDOSIS 11

2. HET RADIOLOGISCH TOEZICHTSPROGRAMMA VAN HET GRONDGEBIED BEGRIJPEN 12

2.1 OORSPRONG VAN DE IN BELGIË GEMETEN RADIOACTIVITEIT 12
2.2 WETTELIJK EN REGLEMENTAIR KADER 13
2.2.1 Nationaal wettelijk kader 13
2.2.2 Internationaal wettelijk kader 14
2.3 NUCLEAIR TOEZICHTSPROGRAMMA VOOR HET GRONDGEBIED 15
2.4 BESCHRIJVING VAN HET NETWERK VOOR RADIOLOGISCH TOEZICHT OP HET GRONDGEBIED 18
2.4.1 De grote pijlers van het netwerk 18
2.4.2 De overdrachtvectoren van de gecontroleerde radioactiviteit 22
Het bekken van Maas en Samber 22
Het bekken van Schelde en Nete 23
De maritieme zone: de Belgische kuststreek 25
De referentiezone 26
De voedselketen: drinkwater, melk en voedingsmiddelen 26
Controle van de dosimetrie dichtbij de nucleaire sites 27
Opvolging van de lozingen van nucleaire sites 28
Opvolging van de lozingen van niet-nucleaire sites 29

3. HET BEKKEN VAN DE MAAS EN DE SAMBER 30

3.1 RADIOACTIVITEIT IN DE LUCHT 31
3.2 RADIOACTIVITEIT VAN DE BODEM 33
3.3 RADIOACTIVITEIT IN DE RIVIEREN 35

4. HET NETE- EN SCHELDEBEKKEN 40

4.1 RADIOACTIVITEIT IN DE LUCHT 41
4.2 RADIOACTIVITEIT VAN DE BODEM 42
4.3 RADIOACTIVITEIT IN DE RIVIEREN 44

5. DE MARITIEME ZONE: DE BELGISCHE KUST 48

5.1 RADIOACTIVITEIT VAN DE ATMOSFEER 48
5.2 RADIOACTIVITEIT VAN DE BODEM 49
5.3 RADIOACTIVITEIT VAN HET MARIENE MILIEU 51

6. DE REFERENTIEZONE 53

6.1 RADIOACTIVITEIT IN DE LUCHT 53
6.2 RADIOACTIVITEIT VAN DE BODEM 54

7. DE VOEDSELKETEN: DRINKWATER, MELK EN VOEDINGSPRODUCTEN 56

7.1 RADIOACTIVITEIT VAN HET DRINKWATER 57
7.2 RADIOACTIVITEIT VAN MELK 59
7.3 RADIOACTIVITEIT VAN VOEDINGSMIDDELEN 61
7.4 RADIOACTIVITEIT VAN DE PROEFMAALTIJDEN 64

8. CONTROLE VAN DE DOSIMETRIE NABIJ DE NUCLEAIRE SITES 65

9. OPVOLGING VAN DE UITSTOOT VAN NUCLEAIRE SITES 68

9.1 ATMOSFERISCHE UITSTOOT 68
9.1.1 Kerncentrales 69
9.1.2 Andere nucleaire sites 69
9.2 VLOEIBARE UITSTOOT 71
9.2.1 Kerncentrales 71
9.2.2 Andere nucleaire sites 72
9.2.3 Niet-nucleaire sites 74
9.2.4 Gegevens van Electrabel in verband met de kerncentrales 74

10. ALGEMENE CONCLUSIES 75

VOORWOORD

Radioactiviteit. Een woord dat meestal ongerustheid oproept omwille van de risico's voor de gezondheid. Nochtans, zonder dat we het merken, zijn we omringd door radioactiviteit:

- *natuurlijke* radioactiviteit, afkomstig uit de kosmos en die ook aanwezig is in de aardkorst, in het water van de oceanen en zelfs in ons lichaam, en;
- *kunstmatige* radioactiviteit, dit wil zeggen radioactiviteit die voortvloeit uit menselijke activiteiten. Men kan een onderscheid maken tussen activiteiten die gepaard gaan met - zeer lage - radioactieve lozingen in het milieu, zoals de exploitatie van kernreactoren voor het opwekken van elektriciteit, de nucleaire geneeskunde door zijn radioactief afval en uitstoot van radioactieve stoffen door de patiënten, en de activiteiten die normaal geen uitstoot met zich meebrengen, zoals medische afbeeldingtechnieken en sterilisatie van chirurgisch materiaal of van sommige voedingsmiddelen. Natuurlijk worden het materiaal en de voedingsmiddelen niet besmet door het sterilisatieprocédé en het maakt ze ook niet radioactief.

Hoe verrassend het ook mag zijn, het is de natuurlijke radioactiviteit die – in normale omstandigheden en zonder rekening te houden met de toepassingen van de nucleaire geneeskunde – de belangrijkste blootstellingsbron vormt van ioniserende stralingen voor de bevolking. Dag na dag worden we blootgesteld aan radioactiviteit.

Zowel natuurlijke als kunstmatige radioactiviteit houden echter risico's in voor de mens en het milieu. Daarom zijn toepassingen die radioactieve stoffen aanwenden streng gereglementeerd. In het bijzonder is de radioactieve uitstoot in het milieu zeer beperkt omdat ze aan strenge normen dient te beantwoorden.

De reglementering vermindert dan wel het risico maar doet het niet verdwijnen. Bijgevolg dient het niveau van de radioactiviteit in het milieu regelmatig te worden gecontroleerd om, indien nodig, adequaat te kunnen reageren. Bovendien kan de verplichte naleving van een strenge reglementering niet garanderen dat de bevolking vroeg of laat niet zal worden blootgesteld aan stralingsniveaus die aanzienlijk hoger zijn dan het niveau van de natuurlijke straling.

Men kan inderdaad niet de mogelijkheid uitsluiten van een radioactieve uitstoot die niet-conform is aan de toegestane limiet, noch die van incidenten, zelfs ongevallen, die een verspreiding van radioactieve stoffen in het milieu tot gevolg hebben. Bovendien kent radioactiviteit vanzelfsprekend geen grenzen: een kernongeval in een ander, zelfs afgelegen, land zou kunnen leiden tot een niet-verwaarloosbare besmetting van het Belgische grondgebied, zoals het geval was in sommige landen na de ramp in Tsjernobyl op 26 april 1986.

In België werd de permanente controle van de radiologische situatie op het grondgebied vanaf 1957 door EURATOM opgelegd in een reglementering die de lidstaten verplichtte een continu radiologisch toezicht op hun bevolking te houden en de resultaten van deze controles mee te delen. Dit toezicht werd vervolgens in 1963 in de Belgische wetgeving opgenomen en vanaf het einde van de jaren zestig toegepast, m.a.w. kort vóór de indienststelling van de eerste industriële kernreactoren.

Momenteel wordt dit radiologisch toezicht op het grondgebied, dat vroeger ressorteerde onder de bevoegdheid van de Dienst voor Bescherming tegen Ioniserende Stralingen (DBIS) van het Ministerie van Sociale Zaken, Volksgezondheid en Leefmilieu, sinds 2001 uitgeoefend onder

de verantwoordelijkheid van het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle, dat met name belast wordt met de *controle van de radioactiviteit van het gehele grondgebied* en *met het toezicht op de door de bevolking ontvangen doses ioniserende straling*, wat het in alle objectiviteit en transparantie uitvoert[1].

[1] artikels 70 en 71 van het Koninklijk Besluit van 20 juli 2001 houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen

BASISBEGRIPPEN OVER RADIOACTIVITEIT EN BLOOTSTELLING AAN STRALINGEN

De meeste atomen zijn stabiel: zonder actie van buitenaf blijven ze eeuwig voortbestaan. Andere atomen hebben een structuur of een teveel aan energie die hen instabiel maakt. Het zijn *radio-elementen*, die van natuurlijke of kunstmatige oorsprong kunnen zijn. Hun kernen vormen zich spontaan om totdat ze een evenwichtige structuur hebben hervonden. Bij elke omvorming komen stralingen vrij (energie of partikel): ze zijn *radioactief.* Dit onzichtbare fenomeen is onomkeerbaar: na één of meerdere omvormingen, stabiliseert het radio-element zich eens en voor altijd in een stabiel element.

Soorten straling De drie belangrijkste door radio-elementen uitgezonden stralingen zijn: *alfa*, *bèta* en *gamma*. Hun kenmerken zijn sterk verschillend: alfa- en bètastraling bestaan uit geladen deeltjes, terwijl gammastraling elektromagnetisch is (fotonen), zoals het licht, maar meer energie transporteert.

Ioniserende stralingen Omwille van de elektrische lading of de energie die ze transporteren zijn de door de kern uitgezonden stralingen in staat de atomen van de materie waar ze doordringen te veranderen, door hen energie te doen absorberen of een eenheid elektrische lading te doen verliezen, waardoor ze worden omgevormd tot ionen: deze stralen zijn *ioniserend.* Beroofd van één elektron laadt het atoom zich positief en wordt chemisch reactief, wat in menselijke cellen kan leiden tot letsels en schadelijke biologische effecten.

Eenheid van radioactiviteit De meeteenheid van *radioactiviteit* is de *Becquerel* (Bq), en komt overeen met één nucleaire desintegratie per seconde. Een radioactieve bron met een activiteit van 1 Bq komt overeen met een hoeveelheid radioactieve stof waarvan één van de kernen zich elke seconde desintegreert. Het water van de oceanen bijvoorbeeld heeft een natuurlijke radioactiviteit van 12 Bq per liter, en het menselijke lichaam, dat ook radioactief is, heeft een natuurlijke radioactiviteit van ongeveer 120 Bq per kilo, hoofdzakelijk door het kalium 40 in de voeding (ongeveer 70 Bq per kilo). De radioactiviteit van radium, een metaal dat in 1898 ontdekt werd door Pierre en Marie Curie, bedraagt daarentegen 37 miljard Bq per gram. Radioactiviteit wordt gemeten met uiterst nauwkeurige fysische middelen waarmee waarden lager dan 1 Bq kunnen worden opgespoord.

Meeteenheid van het biologische effect De radioactiviteit kennen van een radioactieve bron stelt ons echter niet in staat de omvang van de effecten ervan te voorzien op een eraan blootgestelde persoon. Het biologische effect van ioniserende stralingen varieert in functie van de aard en van de energie van de stralingen, de duur van de blootstelling en het blootgestelde lichaamsdeel.

Voor de weefsels wordt dit effect bepaald aan de hand van de *equivalente dosis*, die overeenkomt met de *geabsorbeerde dosis* uitgedrukt in *Gray* (Gy) – dit wil zeggen de hoeveelheid energie door de straling afgezet per eenheid materiemassa (1 joule afgezet in een kilo materie) – vermenigvuldigd met een coëfficiënt die rekening houdt met de aard van de straling en die de biologische impact op het weefsel uitdrukt (1 voor fotonen – gamma- en X-stralen - en elektronen – bètastraling, 5 tot 20 voor neutronen, 5 voor protonen en 20 voor alfadeeltjes en zware ionen). Zo kunnen bij gelijke geabsorbeerde dosis de biologische effecten sterk verschillen volgens het type straling: een alfadeeltje zal een veel uitgesprokener effect hebben dan een bètadeeltje omdat het samengesteld is uit veel zwaardere deeltjes. Een α-deeltje is daarentegen minder doordringend.

Voor het hele lichaam wordt het effect van de ioniserende stralingen bepaald aan de hand van de *effectieve dosis*. Deze wordt berekend door de equivalente dosis ontvangen ter hoogte van ieder orgaan te vermenigvuldigen met de risicocoëfficiënt van elk van deze organen en de som te maken van de verkregen partiële resultaten. Deze grootheid wordt vaak verkeerdelijk “dosis” genoemd. De eenheid van equivalente en effectieve dosis is de *Sievert (Sv),* in het algemeen uitgedrukt in een duizendste of miljoenste sievert (respectievelijk mSv of µSv).

Dosislimieten In België zijn de *reglementaire dosislimieten* van ioniserende stralingen gebaseerd op Europese richtlijnen die zelf gebaseerd zijn op de aanbevelingen van internationale instanties. Zo bedraagt de effectieve dosislimiet voor de bevolking 1 mSv per jaar. Ze houdt geen rekening met de natuurlijke stralingen noch met de medische blootstellingen. De Europese richtlijn van 1998 inzake drinkwater bepaalt daarenboven dat de totale jaarlijkse, via drinkwater ingenomen, dosis niet hoger mag zijn dan 0,1 mSv.

INLEIDING

Het radiologisch toezicht op het grondgebied is in zekere zin een soort "milieuopsporing". Men hoopt niets, of beter, niets significants te meten. En meestal is dit ook het geval: de kunstmatige radioactiviteit is veel lager dan de natuurlijke radioactiviteit, de metingen en analyses tonen slechts uiterst lage niveaus – sporen – van radioactiviteit.

Jaar na jaar toont dit toezicht inderdaad dat de radiologische situatie op het Belgische grondgebied in het algemeen geen problemen stelt. Het geeft trouwens de inspanningen weer, geleverd door de uitbaters van installaties waar activiteiten plaatsvinden die een radiologische impact kunnen hebben op het leefmilieu, om deze impact te verminderen. Zo zijn deze verplicht al het mogelijke te doen om hun uitstoot onder de toegestane limieten te houden en bijgevolg geen radiologische hinder te veroorzaken voor de bevolking.

Het radiologisch toezicht op het grondgebied omvat twee complementaire luiken:

- Een *globaal toezicht op het grondgebied*, buiten de zones waar een significante nucleaire activiteit plaatsvindt. Het geeft met name het niveau van de natuurlijke radioactiviteit aan waaraan de bevolking wordt blootgesteld. Het dekt in het bijzonder de zones verwijderd van nucleaire sites zoals de kuststreek en de zogenoemde referentiezones zoals de Brusselse agglomeratie, de grootste Belgische agglomeratie, met 10% van de bevolking.
- *Nabij toezicht rondom de sites* waar activiteiten plaatsvinden die een radiologische impact kunnen hebben op het leefmilieu. Het betreft voornamelijk de volgende sites:

  1. de sites van de kerncentrales van Doel en Tihange,
  2. de omgeving, op Belgisch grondgebied, van de Franse kerncentrale van Chooz,
  3. de site van het Studiecentrum voor Kernenergie (SCK•CEN), in Mol,
  4. de sites van Belgoprocess, Belgonucleaire en FBFC International (Franco-Belge de Fabrication de Combustibles International), in Mol en Dessel,
  5. de sites van het Nationaal Instituut voor Radio-elementen (IRE), van MDS-Nordion, van Sterigenics en van Ion Beam Applications S.A. (IBA) in Fleurus (industriële zone).

  De doeleinden van dit toezicht in de omgeving van deze kerninstallaties en nucleaire sites zijn veelvoudig:

  1. borg staan voor de naleving van de wettelijke en reglementaire voorschriften inzake de besmetting van het leefmilieu,
  2. via de controle van de uitstoot in het leefmilieu nagaan of dit laatste gebeurt conform de toegestane normen en limieten,
  3. desgevallend de doses evalueren waaraan bepaalde bevolkingsgroepen mogelijkerwijs werden blootgesteld,
  4. het publiek op een objectieve wijze informeren.

  Het nabije toezicht richt zich ook op de installaties waar radio-elementen worden gebruikt zoals ziekenhuizen, universiteiten of bepaalde industrieën, zoals de fosfaatmeststof producerende industrie in de regio van Tessenderlo. Bijzonder aan het procédé van deze niet-nucleaire industriële activiteit is de concentratie van een natuurlijk radio-element, radium 226, in de vloeibare lozingen die het uitstoot.

In de praktijk wordt het radiologisch toezicht op het grondgebied, zowel wat betreft kunstmatige en natuurlijke radioactiviteit op twee manieren uitgeoefend:

- Op *continue* wijze door het automatische TELERAD-netwerk voor het meten van de lokale omgevingsradioactiviteit;
- Op *discontinue* wijze door middel van periodieke metingen in situ en het nemen van monsters die vervolgens worden geanalyseerd.

Het TELERAD-netwerk is vóór alles een *meet- en alarmnetwerk.* Zijn 212 meetbakens meten voortdurend de totale radioactiviteit in de lucht, de atmosferische stofdeeltjes en het water van de rivieren (Maas, Samber en Molse Nete). Deze meetpunten zijn verbonden met een centraal systeem dat automatisch wordt gealarmeerd als abnormale verhogingen van de radioactiviteit worden gedetecteerd. Het TELERAD-netwerk wordt verder aangevuld met meteomasten (10 en 30 meter) die de windsnelheid en -richting meten en mobiele meetstations die waar dan ook op het grondgebied kunnen worden opgesteld.

In geval van een nucleair ongeval, zou de uitstoot van radioactieve stoffen in het leefmilieu kunnen leiden tot het in werking stellen van een door de overheden voorzien nucleair noodplan. Het TELERAD-netwerk speelt in dat geval een primordiale rol in de evaluatie van de ernst van het ongeval, bij het nemen van beslissingen, het optimaliseren van de interventies en het treffen van maatregelen ter preventie van de effecten van het ongeval en, later, om ze te verhelpen, alsook in de continue informatieverstrekking aan de bevolking.

In normale omstandigheden meet het TELERAD-netwerk het gammadosis-tempo in de omgeving. Dit dosisdebiet houdt verband met het niveau van de natuurlijke radioactiviteit, ook achtergrondstraling genoemd.

De monsternamecampagnes en in situ metingen vormen de *echte hoeksteen* van het radiologisch toezicht op het grondgebied. Ze maken het mogelijk het radiologische profiel van het Belgische grondgebied te verfijnen en moeten het mogelijk maken heel precies de natuurlijke- en kunstmatige radioactiviteitsniveaus in het leefmilieu te evalueren evenals de stralingsdoses waaraan de bevolking wordt blootgesteld. Ze richten zich derhalve systematisch op de belangrijkste compartimenten van het leefmilieu en de belangrijkste componenten van de voedselketen die kunnen worden besmet en waaraan de bevolking kan worden blootgesteld: de lucht, atmosferische stofdeeltjes, regenwater, water van de rivieren, zee- en drinkwater, de bodem, rivier- en zeesedimenten, de flora en fauna van de rivieren en de zee, melk, vlees, vis, groenten, etc.

De monsters worden in opdracht van het Agentschap afgenomen door gespecialiseerde teams van het SCK•CEN, het IRE, het Wetenschappelijk Instituut voor de Volksgezondheid- Louis Pasteur in Brussel (WIV) en de Universitaire Faculteit voor Landbouwwetenschappen in Gembloux (FUSAGx). De frequentie van de monsterneming werd zodanig bepaald dat men over zo nuttig mogelijke informatie kan beschikken, rekening houdend met de technische en materiële mogelijkheden. De monsters worden vervolgens geanalyseerd in de laboratoria van

deze instellingen teneinde heel nauwkeurig de aard en het niveau van de radioactiviteit te bepalen die ze bevatten.

Deze analyses meten de radio-elementen met alfa-, bèta- of gammastraling, hetzij globaal, hetzij op een specifieke manier. In dit laatste geval, leggen ze zich in het bijzonder toe op de meting van de natuurlijke radio-elementen (zoals beryllium-7 en kalium-40) die dienst doen als referentiepunten, en radio-elementen kenmerkend voor specifieke menselijke activiteiten (zoals de radio-elementen die verband houden met de productie van splijtstof voor kernreactoren, radioactieve tracers gebruikt in de nucleaire geneeskunde, en radium 226, het natuurlijk radio-element dat geconcentreerd voorkomt in de vloeibare lozingen van het productieprocédé van fosfaathoudende meststoffen). De verkregen resultaten worden vervolgens gecentraliseerd, geanalyseerd en geïnterpreteerd door het Agentschap.

Tussen 2002 en 2004 heeft het Agentschap zijn volledig programma voor monsterneming en metingen herzien om het volledig af te stemmen op de internationale eisen. De Europese richtlijn van 1998 inzake drinkwater legt namelijk intensievere controles op, nieuwe eisen in termen van controle en rapportering van gegevens van radiologisch toezicht aan de Europese Commissie, voortvloeiend uit de toepassing van artikel 36 van het EURATOM-verdrag. Tot slot verplicht het OSPAR-Verdrag (Verdrag van OSlo-PARijs, 1998 – geratificeerd door België) inzake de bescherming van het mariene milieu van de Noordzee en het noordoostelijke deel van de Atlantische Oceaan, de ontwikkeling van controle- en onderzoeksprogramma's over de impact van radioactieve lozingen op het mariene milieu.

Het programma voor radiologisch toezicht op het grondgebied berust momenteel op meer dan 4900 jaarlijkse monsternemingen, die het voorwerp zijn van bijna 28800 analyses van alfa-, bèta-, en gammaradioactiviteit. In verhouding tot de bevolking en het Belgische nucleaire park, situeert de omvang van dit programma zich in de buurt van het gemiddelde van de programma's van de andere landen met kerncentrales, zoals Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk.

Het radiologisch toezicht op het grondgebied, dat het mogelijk maakt de radioactiviteit in het leefmilieu en de risico's voor de bevolking in kaart te brengen, brengt geen bijzonder probleem aan het licht. Meestal is de kunstmatige radioactiviteit veel lager dan de natuurlijke radioactiviteit, als ze zelfs meetbaar is in de monsters. In het bijzonder de kerncentrales hebben een verwaarloosbare, zelfs niet-detecteerbare radiologische impact op het leefmilieu. Natuurlijk wordt elke afwijking gedetecteerd door of ter kennis gebracht van het Agentschap onderzocht en op de gepaste manier behandeld.

Dit verslag is een samenvatting van de resultaten van het toezichtsprogramma verkregen voor het jaar 2006. Na een korte inleiding over het TELERAD-netwerk en sleutelbegrippen van het radiologisch toezichtsprogramma, volgt een synthese van de activiteitsmetingen (lees: radioactiviteit) genomen in:

- Het bekken van Samber en Maas;
- Het bekken van Schelde en Nete;
- De maritieme zone;
- De referentiezone (Brussels Hoofdstedelijk Gewest);

voor de grote compartimenten van de biosfeer (lucht, bodem, water en biocenose) evenals in de belangrijkste constituenten van de voedselketen en vult ze aan met de opvolging van de atmosferische en vloeibare lozingen van de belangrijkste nucleaire sites en dosisdebietmetingen in de omgeving van deze installaties. De onbewerkte resultaten zijn verkrijgbaar op verzoek evenals de specifieke verslagen over het radiologisch toezicht op de voedselketen.

SAMENVATTING

De herziening van het volledige programma voor radiologisch toezicht op het grondgebied, waarvan de gewijzigde versie in werking trad van 2003 tot 2004, was gebaseerd op een poging tot harmonisering van de bibliotheek van radio-elementen gemeten voor het gehele grondgebied en rekening houdend met de recentste eisen van de internationale instanties (Europese Commissie, OSPAR ten opzichte van de akkoorden van Sintra in het kader van het beleid inzake bescherming van de Noordzee en de Atlantische Oceaan).

Dit nieuwe programma – gebaseerd op bijna 4900 monsters die het voorwerp zijn van zo wat 28800 radioactiviteitsmetingen – maakt het mogelijk de verschillende regio's van het land beter te controleren rekening houdend met hun specificiteit. Vergelijkingen tussen de compartimenten van elk gewest en tussen de gewesten onderling worden daardoor eenvoudiger.

De radiologische situatie is over het geheel genomen uitstekend:

Het radiologisch toezicht op het grondgebied, dat het mogelijk maakt de radioactiviteit in het leefmilieu in België en de risico's voor de bevolking in kaart te brengen, brengt geen bijzonder probleem aan het licht. Meestal is de kunstmatige radioactiviteit veel lager dan de natuurlijke radioactiviteit, waardoor ze eenvoudigweg soms niet meetbaar is in de monsters.

Het radiologisch toezicht op het grondgebied toont ook duidelijk dat het dosisdebiet (radioactiviteit in de omgeving), in normale omstandigheden en buiten medische blootstelling, vóór alles afhangt van de aard van de bodem: de rotsbodems in het zuiden van het land wasemen meer radon (natuurlijk radioactief gas) uit dan die in het noorden van het land (zandige grond). Zo komt het bijvoorbeeld dat het dosisdebiet gemeten in Wallonië hoger is dan dat gemeten in de nabijheid van de kerncentrale van Doel, waarvan de impact op het leefmilieu verwaarloosbaar is.

In het bijzonder de kerncentrales hebben een verwaarloosbare, zelfs niet detecteerbare radiologische impact op het leefmilieu. Natuurlijk wordt elke afwijking gedetecteerd door of ter kennis gebracht van het Agentschap onderzocht en op de gepaste manier behandeld.

Bijzondere aandacht is vereist:

Ook al is de radiologische toestand op het Belgisch grondgebied volkomen bevredigend, er is toch één bekken dat de aandacht weerhoudt vanwege zijn abnormaal hoge belasting aan kunstmatige radioactiviteit, maar ook aan natuurlijke radioactiviteit (^{226}Ra): het betreft hier het hydrografisch netwerk van Laak-Winterbeek-Nete-Schelde.

Sommige nucleaire installaties in de regio Mol-Dessel hebben inderdaad een meetbare, zij het zwakke, radiologische impact op het leefmilieu. Hetzelfde geldt voor de niet-nucleaire fosfaatmeststofindustrie in de regio van Tessenderlo die ^{226}Ra uitstoot. De meetbare radiologische impact van deze installaties in het noordoosten van het land daalt de jongste jaren echter duidelijk.

Er dient altijd toezicht te worden gehouden op het mariene milieu – idealiter op een meer continue manier via het gebruik van automatische radioactiviteitmeetsondes – om met tastbare meetresultaten te kunnen blijven voldoen aan de dwingende eisen van de internationale instanties voor de lidstaten waaronder ook België.

1. HET CONTINU RADIOLOGISCH TOEZICHT OP HET GRONDGEBIED: HET TELERAD-NETWERK

Het TELERAD-netwerk is het automatische telemetingnetwerk voor radioactiviteit op het Belgische grondgebied. Het bestaat uit 212 meetstations die voortdurend de radioactiviteit in de lucht en het water van de rivieren meten. De meetpunten zijn verdeeld over het volledige nationale grondgebied, rondom de nucleaire installaties van Tihange, Doel, Mol en Fleurus, evenals in de agglomeraties in de nabijheid van deze installaties en nabij Chooz in Frankrijk. Deze meetpunten zijn verbonden met een centraal systeem dat automatisch wordt gealarmeerd als abnormale verhogingen van de radioactiviteit worden gedetecteerd.

1.1 DOELEN VAN HET NETWERK

Het TELERAD-netwerk is een *meet- en alarmnetwerk* en beantwoordt in dat opzicht aan de volgende belangrijke doelstellingen:

- Het continu registreren van metingen om de nodige statistische informatie te verschaffen over de in het land opgemeten stralingsniveaus;
- Het in werking stellen van een alarm om onmiddellijk de overschrijding van een waarschuwingsdrempel te signaleren.

TELERAD is dus een alarmnetwerk dat onmiddellijk abnormale situaties kan detecteren die omwille van de hoogste ernst kunnen leiden tot het in werking stellen van het Noodplan voor Nucleaire Risico's. In geval van een nucleair ongeval zal TELERAD een belangrijke rol spelen in de beslissingname, de optimalisering van de interventies en de tegenmaatregelen toegepast door de bevoegde instanties evenals het continu informeren van de burgers.

1.2 TELERAD: RADIOLOGISCH INSTRUMENT

Het TELERAD-netwerk beschikt over drie types meetpunten voor de meting van radioactiviteit in de lucht:

Op het grondgebied bevinden zich 128 **dosimetriemeetstations** voor de meting van de gammaradioactiviteit in de omgeving en 61 in de buurt van de nucleaire sites van het SCK•CEN, Tihange, Doel en het IRE (en in de buurt van de laars van Givet voor het toezicht op de nucleaire site van Chooz). De foto hiernaast toont een geopend meetpunt met zicht op zijn drie detectoren en zijn elektronica.

Elk meetbaken is uitgerust met een regendetector die informatie verstrekt over de aanwezigheid en de duur van een regenepisode.

7 **aërosolmeetstations** voor de meting van de radioactiviteit in stofdeeltjes in de lucht (aërosolen en fijne deeltjes) die de totale alfa- en bètaradioactiviteit bepalen. Drie aërosolmeetstations (op de sites van het SCK•CEN, het IRE en FANC) zijn verbonden met

een gammaspectrometrie-eenheid die de stofdeeltjes in de lucht meet.

De foto links toont een alfa/bètameeteenheid met zicht op de afrolbare meetband die de stofdeeltjes en partikels van de lucht opvangt.

Deze meetpunten worden aangevuld met een meetpunt voor radioactief jodium in aërosolen en deeltjes in de lucht wanneer een vooraf bepaalde bètaradio-activiteitdrempel (7 eenheden in totaal gekoppeld aan de alfa/bèta-meting) wordt overschreden. Wanneer de waarschuwingsdrempels worden overschreden, worden patronen met actieve koolstof, die tot doel hebben het radioactief jodium op te vangen, automatisch gemeten na pompen van de buitenlucht om het radioactiviteitsniveau te meten.

De foto rechts toont de detector in zijn afscherming (cilinder) en de parallellepipedum buis met de patronen radioactieve koolstof (rechts).

TELERAD beschikt ook over 6 **meetbakens langs rivieren** die voortdurend de gammaradioactiviteit van het rivierwater meten. Deze stations bevinden zich langs 3 rivieren die de lozingen van nucleaire sites en afvalwater van grote stadscentra (onderzoekscentra, universiteiten, ziekenhuiscentra) opvangen: de Maas, de Samber en de Nete.

Deze stations zijn grote containers waaruit 2 leidingen vertrekken en waarin 2 leidingen toekomen om het water van de rivieren naar de detector en na meting van de radioactiviteit opnieuw naar de rivier te pompen – foto rechts.

In het station bevindt zich een gammaspectrometrie-eenheid (NaI kristal gekoppeld aan een tweekanaalanalysator) in een reservoir dat zelf omgeven is door een sterke, loden afscherming dat op zijn beurt beschermd is door een omhulsel in roestvrijstaal waarin het rivierwater naar binnen en naar buiten stroomt – foto links.

Links van de gammaspectrometrie-eenheid bevindt zich een monstertrekker in een groot watervat (type Swedmeter) waarmee automatisch

monsters van het rivierwater kunnen worden genomen zodra een alarmniveau wordt overschreden. Dit water wordt opgeslagen in een flacon van 25 liter voor latere gamma- en bètaspectrometrieanalyses in laboratoria.

Uiterst links op de foto bevindt zich een automatische, programmeerbare monstertrekker (Buhler type PP MOS) waarmee het water in de flacons kan worden gepompt voor de gamma-, alfa-, en bèta-analyses in laboratoria (gebruikt voor het radiologisch toezichtsprogramma van het grondgebied).

De foto hiernaast toont de binnenkant van de PP MOS met in het bovenste gedeelte de pompinstrumenten en onderaan de flacons van 2,9 liter (12 in totaal).

Met deze volledig programmeerbare eenheid kunnen vooraf bepaalde watervolumes over vastgestelde tijdsperioden en frequentie worden verzameld.

Boven de PP MOS bevinden zich de teleenheid en de hoogspanningsvoeding van de detector van het riviermeetpunt.

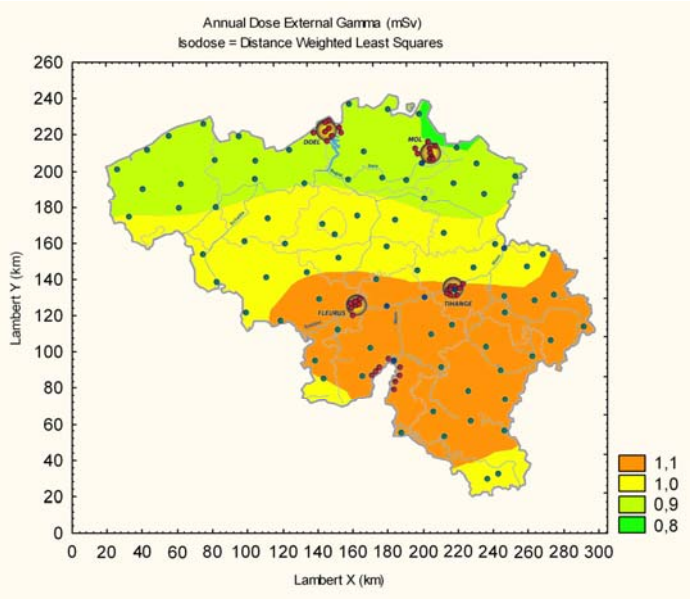
1.3 TELERAD: METEOROLOGISCH INSTRUMENT

TELERAD beschikt langs de grenzen en in de buurt van nucleaire sites over meteorologische meetinstrumenten (windrichting en -snelheid) gemonteerd op 9 masten van elk 10 meter hoog. In de nabijheid van nucleaire sites zijn ook 4 dertig meter hoge weermasten opgesteld (windsnelheid en windrichting, pluviometrie, uren zonneschijn) – foto links.

Deze gegevens zijn onmisbaar om snel mogelijke vreemde radioactiviteitbronnen op te sporen en afhankelijk van de richting en de snelheid van de winden te kunnen voorzien wanneer een radioactieve wolk over welke regio's zou kunnen overtrekken.

Tot slot wordt het TELERAD-netwerk aangevuld met 12 verplaatsbare meetstations om de gammaradioactiviteit in de omgeving te meten. Deze meetpunten kunnen op een gedeelte van het grondgebied worden opgesteld dat men uitvoerig wil onderzoeken.

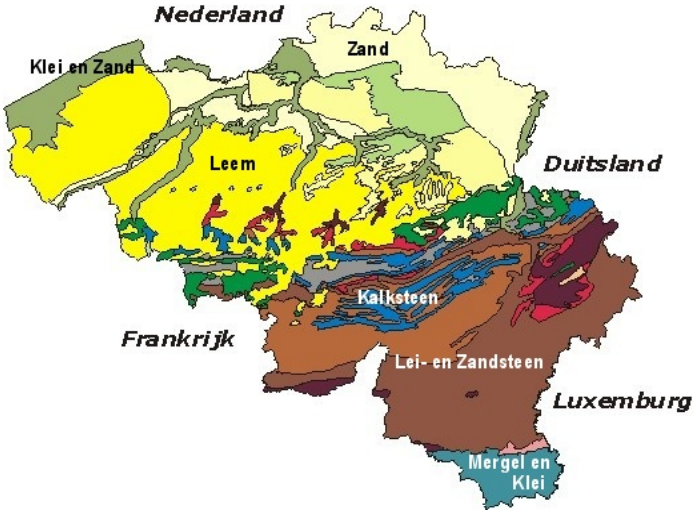
1.4 TELERAD: INSTRUMENT VOOR HET BEREKENEN VAN DE EXTERNE BLOOTSTELLINGSDOSIS



Het TELERAD-netwerk meet continu een dosistempo (µSv/u). Hierdoor kan meetpunt per meetpunt de jaarlijkse blootstelling aan gammastraling worden berekend. Met behulp van een interpolatie kan een familie waarden onder dezelfde kleur worden ingedeeld en op een kaart worden weergegeven.

De kaart links toont het resultaat van een dergelijke behandeling die leidt tot het opstellen van een kaart van de achtergrondstraling ten gevolge van gammaradioactiviteit. Deze achtergrondstraling is de jaarlijkse blootstelling op het grondgebied uitgedrukt in mSv (externe blootstelling gammastralingsdosis).

De analyse van deze blootstellingkaart toont dat de gemiddelde blootstellingdosis aan gammastraling in België 1 mSv/jaar bedraagt, ze varieert van 0,8 mSv/jaar in het Noorden en bereikt globaal 0,9 mSv/jaar in Vlaanderen en globaal 1,1 mSv/jaar in Wallonië, meer bepaald in de Ardennen.



De blootstelling varieert volgens de aard van de bodem. De doses op oude rotsgronden zoals zandsteen en leisteen is in het algemeen hoger, wat in België voor de Ardennen gemakkelijk na te gaan is – zie de geologische kaart hiernaast. In Vlaanderen, waar de bodem hoofdzakelijk bestaat uit sedimentaire grond (zand, leem en klei) zijn de doses lager. In het zuiden van het land, een streek met mergel en kleigrond met zand-leemlagen op een kalksubstraat, daalt de dosis tot waarden die vergelijkbaar zijn met die in het noorden en noordwesten van het land.

De dosislimiet van ioniserende straling waaraan de bevolking mag worden blootgesteld, vastgesteld op 1 mSv/jaar, houdt geen rekening met de natuurlijke straling ten gevolge van de kosmische straling, de radioactiviteit van de bodem, de ondergrond en de stralingen gebruikt voor medische doeleinden. Derhalve is ze hier niet van toepassing (natuurlijke achtergrondstraling in de omgeving).

2. HET RADIOLOGISCH TOEZICHTSPROGRAMMA VAN HET GRONDGEBIED BEGRIJPEN

2.1 OORSPRONG VAN DE IN BELGIË GEMETEN RADIOACTIVITEIT

De radioactiviteit die in België en overal in de wereld kan worden gemeten is van tweeërlei oorsprong: van *natuurlijke* en van *kunstmatige* oorsprong.

De natuurlijke radioactiviteit is gedeeltelijk toe te schrijven aan de *kosmische straling* die zelf twee componenten omvat: één relatief constante component, de primaire galactische straling samengesteld uit zeer energierijke deeltjes – 85% protonen, 12,5% helium; 1% zwaardere atomen zoals ijzer en nikkel, 1,5% elektronen en een variabele component, de zonnestraling of zonnewind die een cyclus van elf jaar volgt en ook willekeurig fluctueert bij grote zonne-uitbarstingen waarbij een belangrijke stroom met minder energierijke deeltjes vrijkomt die ook de aarde kunnen bereiken.

Al deze deeltjes dringen door de hoogste lagen van de atmosfeer die ze gedeeltelijk "filteren" om de grond en de levende organismen te bereiken en een familie radioactieve, zogenoemde "kosmogene" elementen te vormen zoals ^{7,10}Be, ^{32,33}P, ^{22}Na, ^{35}S, ^{39}Cl, ^{26}Al, ^{14}C en ^{3}H.

De natuurlijke radioactiviteit heeft ook een aardcomponent: de *aardstraling* die wordt gegenereerd door de natuurlijke radio-elementen in de bodem en het ondergrondse water zoals:

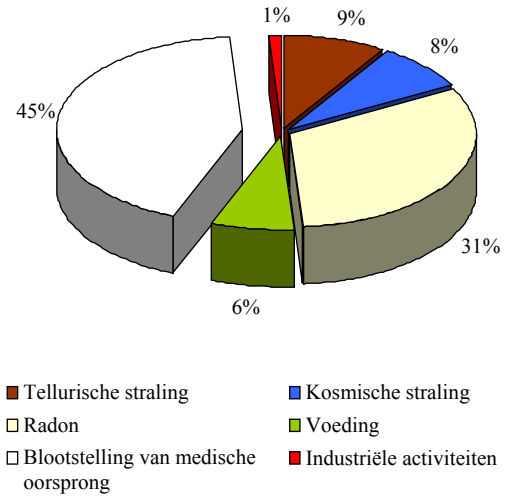
- De primaire samenstellende elementen van het zonnesysteem, met name radio-elementen met zeer lange fysische halfwaardetijd (tijd nodig tot de helft van de radioactiviteit verdwijnt) zoals ^{235,238}U, ^{40}K, ^{232}Th, ^{187}Re, ^{138}La, ^{147}Sm, ^{190}Pt;
- De elementen rechtstreeks of onrechtstreeks geïnduceerd door nucleaire reacties ten gevolge van incidentele kosmische straling zoals ^{239}Pu, ^{237}Np, ^{30}Cl, ^{90}Sr en andere splijtingsproducten gegenereerd door neutronen (en de reeds vermelde "kosmogene" elementen gegenereerd door de kosmische straling zelf).

Bovenop deze natuurlijke radioactiviteit komt ook een kunstmatige radioactiviteit, gegenereerd door menselijke militaire, industriële, onderzoek- en medische activiteiten. Een aantal van deze activiteiten zijn in België aanwezig:

- De nucleaire industrie (met inbegrip van die in het buitenland maar gelegen in de nabijheid van onze grenzen zoals de kerncentrales van Gravelines, Chooz en Cattenom in Frankrijk, Borssele in Nederland) wordt vertegenwoordigd door de kerncentrales van Doel op de Schelde (4 kernreactoren) en van Tihange op de Maas (3 kernreactoren), de installaties van Belgoprocess 1 en 2, van Belgonucleaire, FBFC International en van het IRE;
- De niet-nucleaire fosfaatmeststofindustrie in Tessenderlo;
- Nucleair onderzoek in laboratoria zoals die van het SCK•CEN en de universiteiten;
- De nucleaire geneeskunde en de radiologische diensten in de ziekenhuizen die de voorbije jaren verantwoordelijk waren voor een stijging van de gemiddelde blootstelling van de

bevolking, namelijk van de oudste bevolkingslagen in België, die van 25-30% in de jaren 1995 steeg tot meer dan 45% vanaf 2006 (2,1 mSv/j).

Jaarlijks gemiddelde blootstelling aan ioniserende stralingen in Belgie – BVS annalen: 33(1), 26-27 (2008)



De totaliteit van deze radioactiviteit (4,65 mSv/j) is verantwoordelijk voor de globale blootstelling van de personen wonend op het Belgische grondgebied. Deze blootstelling of dosis – uitgedrukt in mSv – is hoofdzakelijk toe te schrijven aan de natuurlijke radioactiviteit en aan blootstellingen van medische oorsprong. Iedere staat is verplicht de niveaus van natuurlijke en kunstmatige radioactiviteit te controleren waaraan zijn bevolking potentieel wordt blootgesteld. Deze verplichting is duidelijk gepreciseerd in de wettelijke teksten die het in België geldend wettelijk en reglementair kader definiëren.

2.2 WETTELIJK EN REGLEMENTAIR KADER

Het in België geldend wettelijk en reglementaire kader inzake het radiologisch toezicht op het grondgebied omvat twee luiken: het nationaal wettelijk kader en het Europees reglementair kader. De verplichtingen verbonden aan deze kaders hebben een rechtstreekse impact op het radiologisch toezichtsprogramma voor het grondgebied evenals op zijn omvang. In beide gevallen is het FANC als federale autoriteit belast met het aanwenden van de nodige middelen om aan de reglementaire eisen te voldoen.

2.2.1 Nationaal wettelijk kader

Het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) is een openbare instelling met rechtspersoonlijkheid (instelling van openbaar nut categorie C), opgericht door de wet van 15 april 1994 *betreffende de bescherming van de bevolking en het leefmilieu tegen de uit ioniserende stralingen voortspruitende gevaren en betreffende het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle* (artikel 21 en 22).
Dit statuut verleent het Agentschap een grote zelfstandigheid, onmisbaar voor de onpartijdige uitoefening van zijn verantwoordelijkheden naar de maatschappij toe.
Het FANC is volledig operationeel sinds 1 september 2001. Op deze datum werd namelijk het koninklijk besluit van 20 juli 2001 van kracht *houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen* (*ARBIS*). Dit besluit geeft kracht van uitvoering aan de wet van 15 april 1994 en preciseert de essentiële uitvoeringsvoorwaarden en -modaliteiten van de opdrachten van het Agentschap. Het omvat het grootste gedeelte van de Belgische reglementering inzake de bescherming van de bevolking en het leefmilieu tegen het gevaar van ioniserende stralingen.

Het Agentschap is in het bijzonder belast met *de controle van de radioactiviteit op het grondgebied en op de door de bevolking ontvangen doses* (artikel 70) evenals met de organisatie *van het toezicht op de bevolking in zijn geheel* (artikel 71).

Men dient ook het Frans-Belgische samenwerkingsakkoord van 8 september 1998, inzake de kerncentrale van Chooz op de Maas in Frankrijk dichtbij de grens met België te vermelden. Het voorziet in de uitvoering van een volledige controle, op het Belgische grondgebied van de overdrachtswegen van de radioactiviteit in de nabijheid van de nucleaire site evenals een regelmatige uitwisseling van de resultaten tussen beide staten.

2.2.2 Internationaal wettelijk kader

Europese Commissie:

België is, zoals alle lidstaten van de Europese Unie, verplicht te voldoen aan de eisen van de Europese Commissie (EC) in het kader van artikel 36 van het EURATOM-verdrag inzake de mededeling van controlegegevens over radioactiviteit in het leefmilieu (radioactiviteit van de lucht, stofdeeltjes in de lucht, oppervlaktewater en drinkwater, melk en levensmiddelen).

Dit omvat de nieuwe voorschriften betreffende de opvolging van de voedselketen volgend uit de beschermingsmaatregelen na de ramp in Tsjernobyl evenals de aanbeveling 2000/473/EURATOM[2] betreffende artikel 36 van het EURATOM-verdrag, dat in punt 4 voorziet dat de lidstaten de Commissie alle nodige gegevens dienen mee te delen ter controle van de radioactiviteit in het "gemengd regime" teneinde globale informatie te verkrijgen over de opname van radioactiviteit door de mens, via de voedselketen en dus over de vrijgekomen doses.

De toekomstige omzetting in nationale reglementering (ARBIS) van de richtlijn 98/83/CE van de Raad van 3 november 1998 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water, waarvan de technische bijlagen worden afgerond, zal België dwingen zeer snel de verplichting na te komen een groot aantal monsters, bronnen, etc. te controleren bestemd voor de productie van drinkwater, in het bijzonder in Wallonië.

OSPAR-verdrag (oslo-paris):

Het Verdrag inzake de Bescherming van het Mariene Milieu van het noordoostelijk Deel van de Atlantische Oceaan – OSPAR-verdrag – kreeg een formele aanvang bij de ondertekening tijdens de ministeriële bijeenkomst van de Commissies van Oslo (opgesteld in 1972) inzake de lozing in zee en van Parijs (opgesteld in 1974) inzake de mariene verontreiniging afkomstig van het land, op 22 september 1992 in Parijs.

Het Verdrag werd ondertekend en geratificeerd door alle oorspronkelijke contracterende partijen op de Conventie van Oslo en de Conventie van Parijs (België, de Commissie van de Europese Gemeenschappen, Denemarken, Finland, Frankrijk, IJsland, Ierland, Nederland, Noorwegen, Portugal, Spanje, Zweden, het Verenigd Koninkrijk en Noord-Ierland) en door Luxemburg en Zwitserland. Het OSPAR-VERDRAG VAN 1992 is de huidige leidraad voor de internationale samenwerking betreffende de bescherming van het mariene milieu van het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan.

Het OSPAR-verdrag trad in werking op 25 maart 1998. Het vervangt de Verdragen van Oslo en Parijs, maar de besluiten, aanbevelingen en andere akkoorden van deze vroegere verdragen

[2] *Aanbeveling van de Commissie over de toepassing van artikel 36 van het EURATOM-verdrag betreffende de controle van de radioactiviteitsniveaus met tot doel de blootstelling van de bevolking in haar geheel te evalueren.*

blijven van toepassing en behouden hetzelfde juridische karakter, tenzij ze herroepen worden door nieuwe maatregelen aangenomen krachtens het OSPAR-verdrag van 1992.

De eerste ministeriële bijeenkomst van de OSPAR-commissie in Sintra, Portugal, in 1998, heeft bijlage V van het Verdrag goedgekeurd, teneinde de samenwerking van de contracterende partijen uit te breiden, en elke menselijke activiteit te dekken die schade zou kunnen toebrengen aan het mariene milieu van het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan. Niettemin kunnen programma's en maatregelen inzake het visserijbeheer niet worden goedgekeurd in de context van het Verdrag.

De OSPAR-verklaring, ondertekend in Sintra op 23 juli 1998, betreffende de bescherming van de Noordzee en het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan, voorziet een drastische vermindering van de lozing van radioactieve afvalstoffen in het mariene milieu tot "bijna" nulwaarden voor kunstmatige radioactiviteit en "bij benadering" van de achtergrondstraling voor de natuurlijke radioactiviteit toegevoegd omwille van de menselijke industriële activiteit.

Men dient er ook rekening mee te houden dat de Europese Commissie steeds meer de OSPAR-strategie steunt in de mate dat ze de lidstaten onder andere aanzet te investeren in fundamentele onderzoeksprogramma's naar de impact van de radioactiviteit op het mariene milieu (flora/fauna en mens) en dat ze onlangs het idee van een globale mariene strategie heeft goedgekeurd (betreft alle Europese zeeën), met name inzake de radioactiviteit, die in deze gevallen de doelstellingen van OSPAR integraal overneemt.

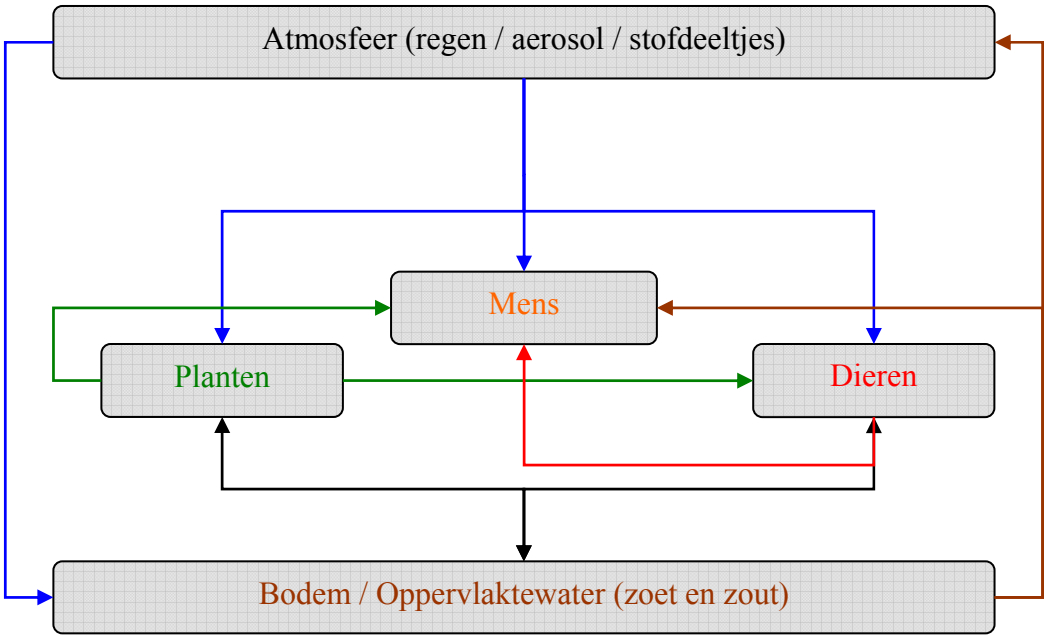
Tot slot hebben de conferenties van de specialisten op het gebied van de bescherming van het leefmilieu tegen ioniserende stralingen, gehouden bij het Internationaal Agentschap voor Atoomenergie (IAEA), sinds eind 2001 eens te meer de hierboven uiteengezette tendensen bevestigd.

2.3 NUCLEAIR TOEZICHTSPROGRAMMA VOOR HET GRONDGEBIED

De evolutie van de eerder beschreven wetgevende benadering leidt tot een uitbreiding van het begrip radiologisch toezicht op het leefmilieu naar de bescherming van mensen en leefmilieu, met inbegrip van al zijn componenten (het mariene milieu in het bijzonder). Hiervoor neemt men steeds meer afstand van de notie dosis, waarmee rekening wordt gehouden bij de bescherming tegen radioactiviteit, om ze te vervangen door de concentratie aan radio-elementen die bepaald wordt via een groot aantal metingen op een zeer uitgebreide monsterneming van de milieucomponenten (lucht, water, bodem, voedselketen).

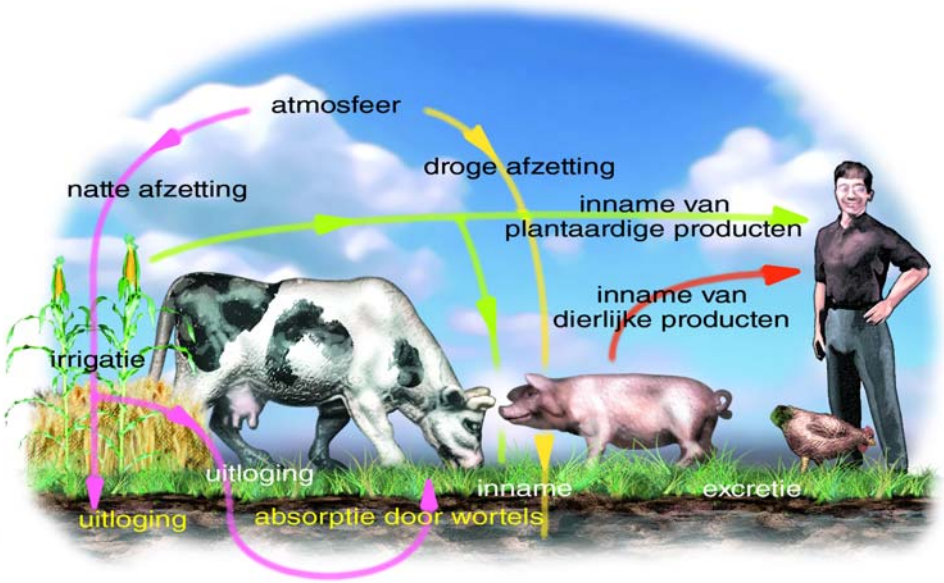
Zoals reeds aangegeven, gebeurt het radiologisch toezicht op het grondgebied enerzijds via een radiologisch toezichtsprogramma, steunend op monsternemingen en analyses (metingen van radioactiviteit), en anderzijds via het automatische TELERAD-netwerk, dat hoofdzakelijk dosistempometingen uitvoert op vaste punten, aangevuld met metingen uitgevoerd met behulp van thermoluminiscente dosimeters (TLD) opgesteld in agglomeraties in de nabijheid van nucleaire sites. Deze grote toezichtsassen worden dusdanig georganiseerd dat ze het volledige grondgebied dekken en dat de blootstelling van de bevolking kan worden gevolgd volgens de verschillende mogelijke blootstellingswegen.

Zoals het vereenvoudigde schema hierna toont, kunnen natuurlijke en kunstmatige radioactiviteit in het leefmilieu circuleren van het ene compartiment naar het andere om uiteindelijk de mens te bereiken via inhalatie, opname of besmetting door droge of vochtige afzetting (regen, aerosol, stofdeeltjes).



Volgens haar chemische aard, zal deze radioactiviteit min of meer geconcentreerd zijn in bepaalde compartimenten, zoals bijvoorbeeld in klei (bodembestanddelen, sedimenten) voor radiocesium dat de bewegingen van kalium "volgt" dat als "chemisch analoog" wordt beschouwd. Bij dieren heeft radiocesium de neiging zich in de spieren te concentreren (vlees). Radiostrontium volgt calcium – zijn chemisch analoog – en accumuleert in de botstructuren van levende wezens.

Het volgende schema toont de weg die de radioactiviteit kan volgen voor de besmetting van de voedselketen en deze van de mens.



Om de controle van het leefmilieu correct te kunnen uitvoeren heeft het FANC zijn toezichtsprogramma voor het grondgebied volgens meerdere assen uitgewerkt:

- beantwoorden aan de primaire controle- en beschermingsopdracht voor het leefmilieu en de bevolking rekening houdend met de nucleaire sites in België en in de buurlanden;
- beantwoorden aan de eisen van de internationale instellingen waarbij België is aangesloten: de EC en het OSPAR-verdrag.

In de praktijk werden de bibliotheken van de te meten radio-elementen aangepast om op een optimale manier te beantwoorden aan deze opdrachten en eisen. Volgens het type installaties aanwezig op de nucleaire sites, volgens het type toepassingen en volgens de meer specifieke aard van sommige toepassingen, werden bepaalde radio-elementen systematisch toegevoegd aan de lijsten op te sporen radio-elementen, bijvoorbeeld:

- in de omgeving van het IRE: jodium (^{131}I) omdat het door deze site wordt geproduceerd en kan worden uitgestoten;
- in het water van Samber en Maas: jodium (^{131}I) want ze ontvangen het afvalwater van de ziekenhuiscentra in de grote aangrenzende agglomeraties;
- in de Molse Nete: ^{234,235,238}U en de transuranen – $^{238,(239+240)}$Pu, ^{241}Am, naast de gebruikelijke gammastralers (splijtings- en activeringsproducten waaronder radiocesium) want deze waterloop ontvangt vloeibare lozingen van de nucleaire installaties van de sites van Mol-Dessel via de behandelingsinstallaties voor vloeibare afvalstoffen van Belgoprocess 2;
- in het Netebekken: ^{226}Ra want deze rivier krijgt het water te verwerken van de Grote Laak en de Winterbeek waar de productiefabriek van fosfaatmeststof van Tessenderlo zijn behandelingswater, verrijkt met radium, loost;
- in melk en drinkwater: ^{90}Sr (splijtingsproduct afkomstig van de kernreactoren en fabrieken voor de opwerking van splijtstof) om te beantwoorden aan de eisen van artikel 36 van het EURATOM-verdrag;
- in de proefmaaltijden: ^{14}C geproduceerd in kernreactoren wordt altijd opgespoord in het kader van de gegevensrapportering aan de EC "artikel 36" van het EURATOM-verdrag;
- in de monsters van zeefauna en -flora (garnalen, mosselen, algen): ^{234,235,238}U en de transuranen – $^{238,(239+240)}$Pu, ^{241}Am, naast de gebruikelijke reeks gammastralers (waaronder radiocesium), organisch ^{90}Sr, ^{99}Tc en ^{3}H als markers van de activiteit van de kernindustrie – kern- en opwerkingscentrales - La Hague (Frankrijk) en Sellafield (Verenigd Koninkrijk);
- in het kader van artikel 36 van het EURATOM-verdrag: de "controle" radio-elementen van natuurlijke oorsprong, zoals ^{7}Be (kosmogeen) - gevraagd door de EC - en ^{40}K - overal in het milieu en het menselijke lichaam aanwezig (op basis van 60 tot 70 Bq/kg).

2.4 BESCHRIJVING VAN HET NETWERK VOOR RADIOLOGISCH TOEZICHT OP HET GRONDGEBIED

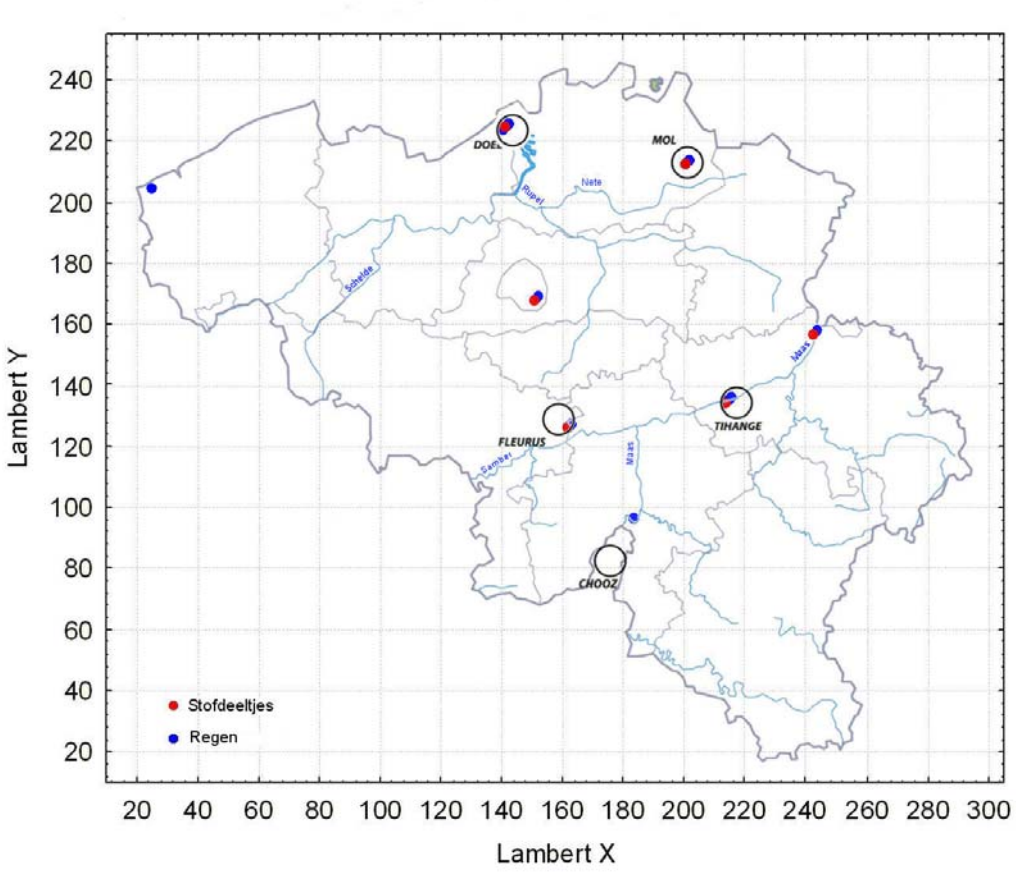
Het toezichtsnetwerk bestaat uit een geheel van zones en locaties waar monsters worden genomen, die vervolgens naar het laboratorium worden gebracht waar ze worden geconditioneerd en vervolgens gemeten om het niveau van radioactiviteit te bepalen. Ieder jaar worden bijna 4900 monsters genomen waarop ongeveer 28800 radioactiviteitanalyses worden uitgevoerd.

2.4.1 De grote pijlers van het netwerk

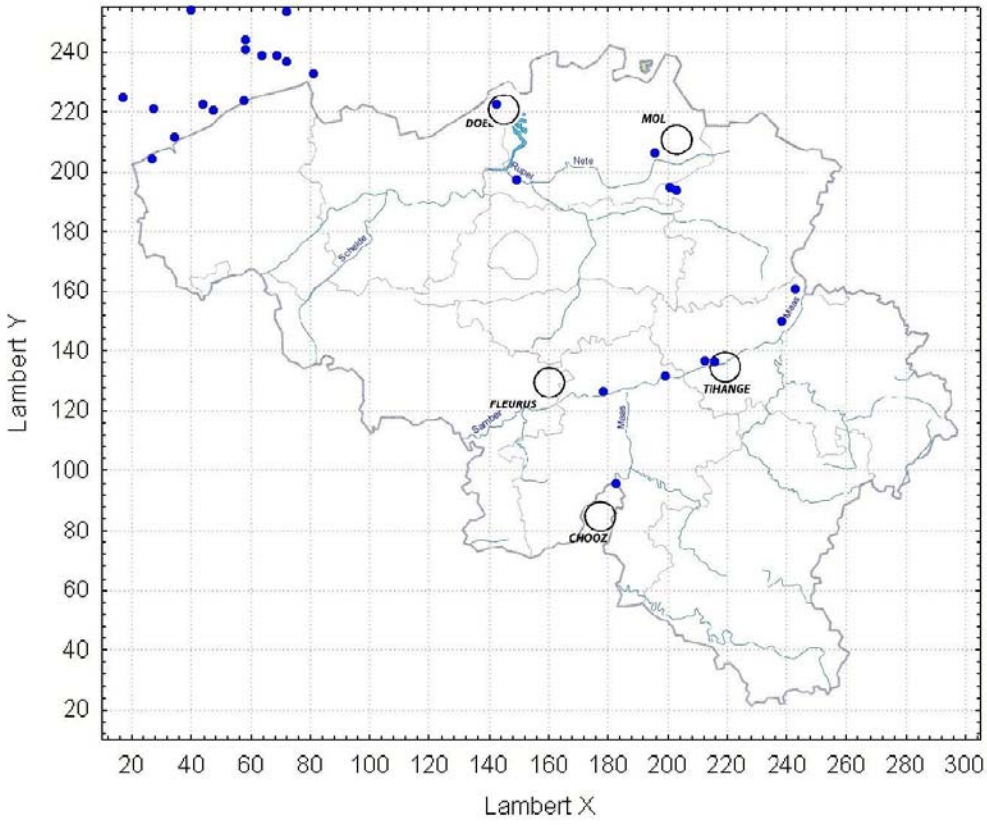
De twee grote pijlers van het netwerk voor radiologisch toezicht zijn:

- Het toezicht op de atmosfeer dichtbij nucleaire sites, in de referentiezone, in Koksijde (bij de Noordzee en West-kust van West-Vlaanderen) en in Lixhe aan de Maas (dichtbij de Nederlandse grens) door middel van monsternemingen van stofdeeltjes in de lucht, regen en oppervlakteafzetting (droge afzetting – van deeltjes en/of natte afzetting – regen in bakken gevuld met water – dunne waterfilm op een gekend oppervlak om kleine deeltjes op te vangen);

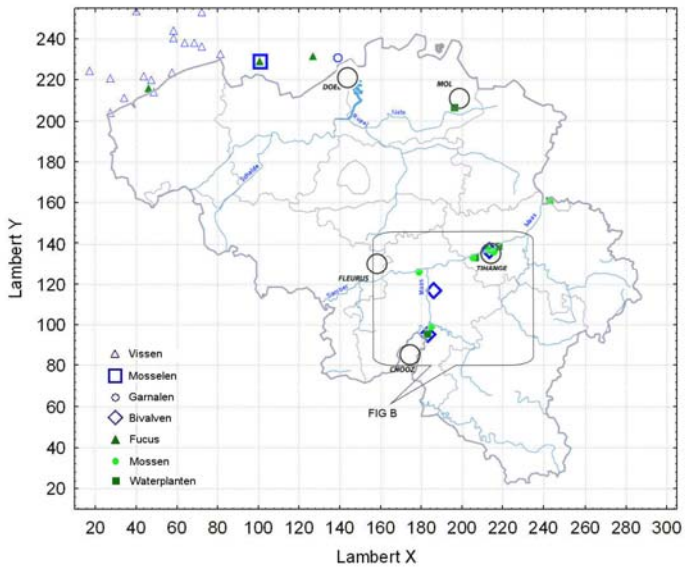
Bemonsteringspunten van stofdeeltjes uit de lucht (rood) en neerslag (blauw)

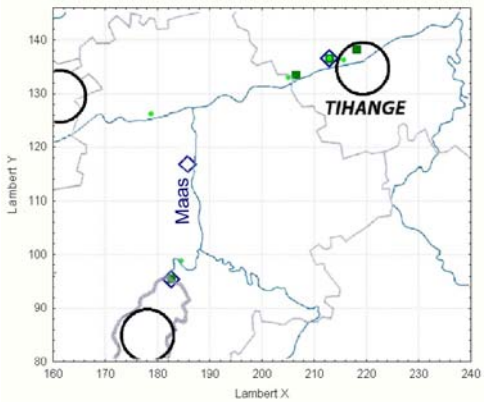


- Toezicht op de oppervlaktewaters en de sedimenten van de rivieren (Samber, Maas, Grote Laak, Winterbeek, Molse Nete, Rupel en Schelde) en van het mariene milieu (de Noordzee);



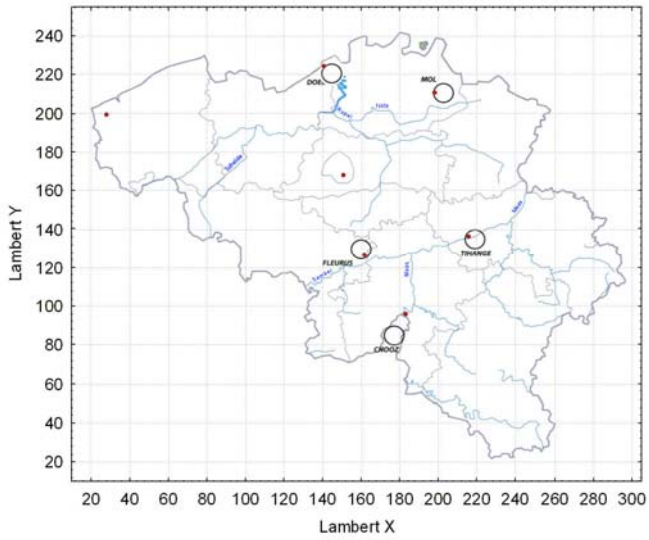
- Toezicht op het levend milieu met het opsporen van radioactiviteit in de waterfauna en flora van zoet water en zeewater (bio-indicatoren voor de aanwezigheid van radioactiviteit);

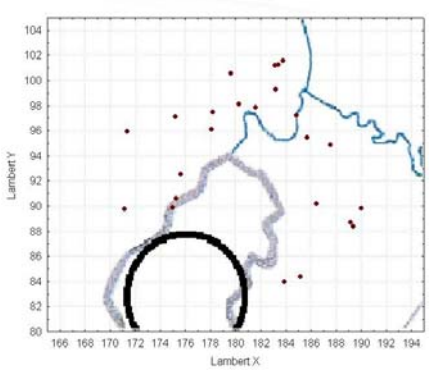




Afbeelding B

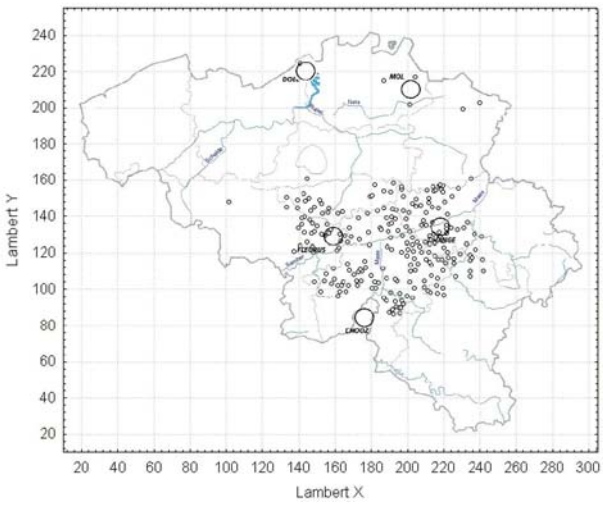
- Toezicht op landzones, bodembemonstering in de onmiddellijke omgeving van nucleaire sites in bepaalde proefregio's (de Noordzeekust, de Ardennen, de regio van Brussel-Hoofdstad);



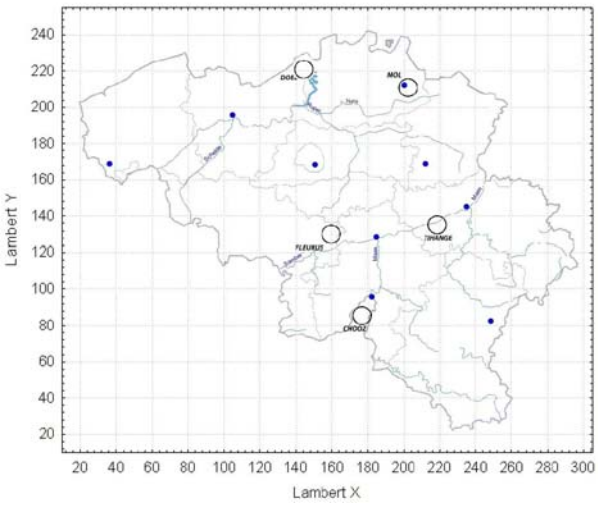


De omgeving van Chooz

- Toezicht op de voedselketen met de controle van melk (supermarkten en zuivelbedrijven die melk ophalen bij een groot aantal boerderijen, voornamelijk afkomstig van Wallonië), op drinkwater en levensmiddelen afgenomen op markten en bij kleinhandelaars;

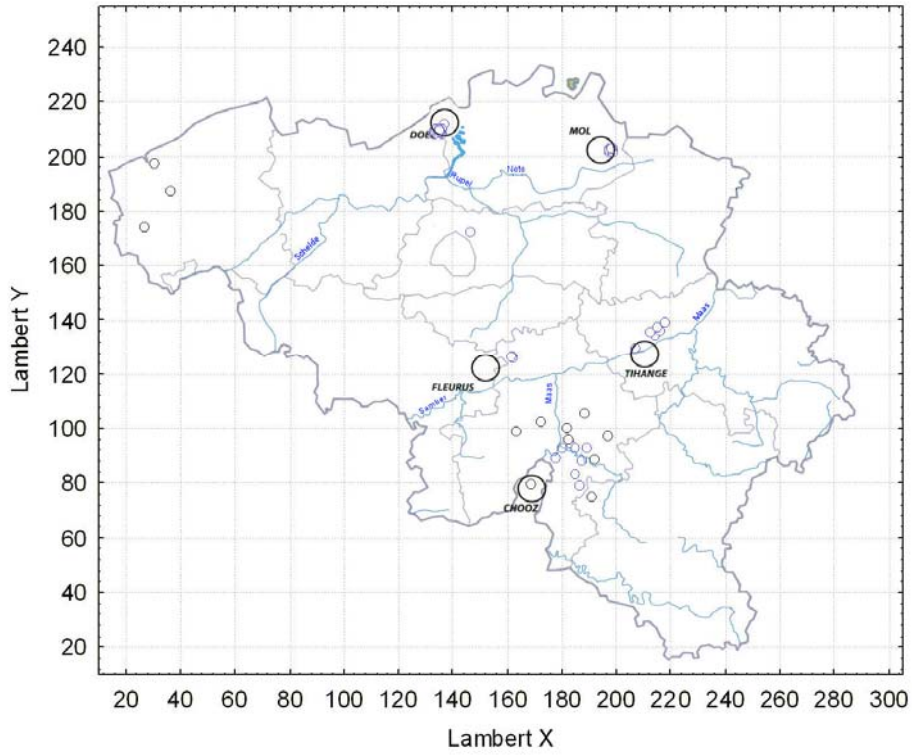


Bemonsteringspunten melk

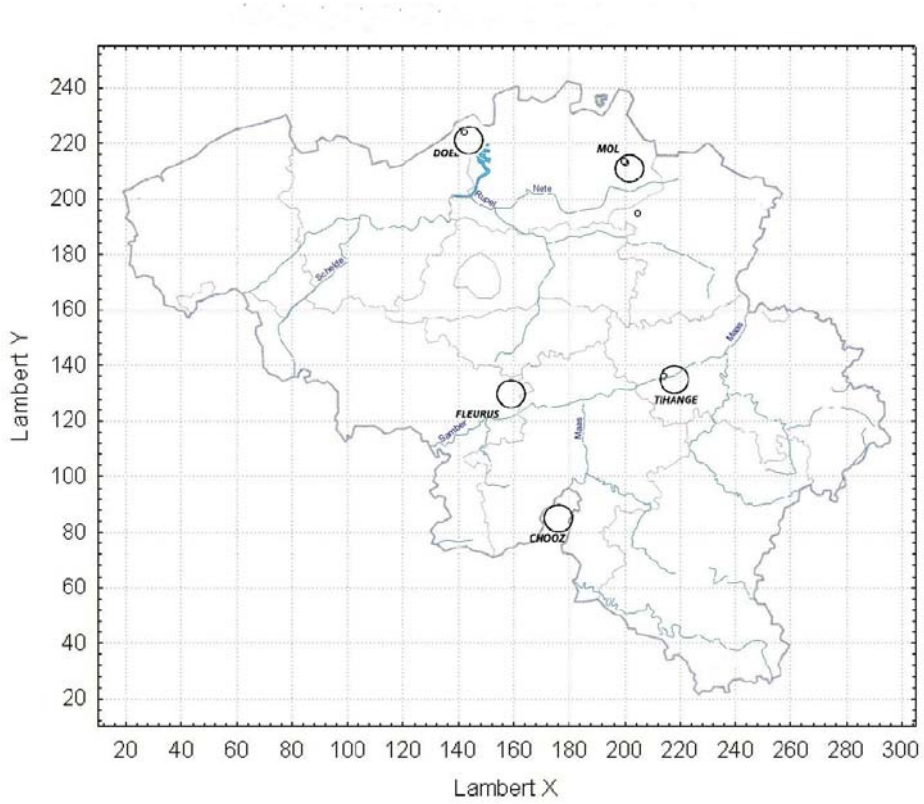


Bemonsteringspunten drinkwater

- Omgevingsdosimetrie via de installatie van thermoluminescente dosimeters (TLD), maandelijks geplaatst in de agglomeraties in de omgeving van nucleaire sites.



- De opvolging van atmosferische en vloeibare lozingen van de nucleaire installaties (kerncentrales, site van Mol-Dessel) en niet-nucleaire lozingen (de ^{226}Ra-lozingen te Tessenderlo);



Het toezichtsprogramma voor het Belgische grondgebied heeft de voorrang gegeven aan de opvolging van de mogelijke grote besmettingswegen van het leefmilieu (rivierbekkens en maritieme zone) evenals die van rechtstreekse besmetting van de mens (voedselketen). Afhankelijk van de regio en de aanwezigheid van nucleaire of niet-nucleaire industrie, worden alle of een aantal van de eerder beschreven punten gecontroleerd.

2.4.2 De overdrachtvectoren van de gecontroleerde radioactiviteit

Het radiologisch toezichtsprogramma controleert een geheel van compartimenten waarbinnen monsternemingen worden uitgevoerd met het oog op radioactiviteitanalyses.

De onderstaande tabellen geven een samenvatting. De kaarten voorgesteld onder punt 2.4.1 lokaliseren de bemonsteringspunten beschreven in de tabellen.

Het bekken van Maas en Samber

Dit bekken ontvangt de vloeibare lozingen van meerdere nucleaire en niet-nucleaire sites:

- *Nucleaire sites:*
  - ◊ de kerncentrale van Tihange (3 reactoren) gelegen langs de Maas tussen Hoei en Ampsin,
  - ◊ site van het IRE in Fleurus langs de Samber,
- *Niet-nucleaire sites*
  - ◊ ziekenhuiscentra van grote agglomeraties zoals Namen en Luik.

In het volledige bekken worden ongeveer 1400 monsters genomen waarop ongeveer 11000 radioactiviteitsmetingen worden uitgevoerd.

Radiologisch toezichtsprogramma van de Samber – en Maasbekkens

Compartiment		Bekken en plaats van de bemonsteringspunten		Type meting	Frequentie monsterneming
		Samber	Maas		
Atmosfeer	stofdeeltjes	In de omgeving van de site van het IRE (Fleurus)	In de omgeving van de site van Tihange	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134\text{-}137}$Cs, $^{141\text{-}144}$Ce, $^{103\text{-}106}$Ru, ^{95}Zr, ^{95}Nb, (^{131}I dichtbij het IRE)	om de 4 weken
			Lixhe	β spectrometrie totaal: op papierfilters, na 5 dagen verval	dagelijks
	neerslag	In de omgeving van de site van het IRE (Fleurus)	Heer-Agimont	γ spectrometrie (onbehandeld water): ^{7}Be, $^{134\text{-}137}$Cs, $^{141\text{-}144}$Ce, $^{103\text{-}106}$Ru, ^{95}Zr, ^{95}Nb, ^{131}I	om de 4 weken
			In de omgeving van de site van Tihange	β spectrometrie totaal, α totaal, ^{3}H, ^{90}Sr (gefilterd water)	om de 4 weken
			Lixhe	β spectrometrie totaal, α totaal (filterneerslag)	om de 4 weken
				^{131}I (filterneerslag) in de omgeving van het IRE	wekelijks

Compartiment		Bekken en plaats van de bemonsteringspunten		Type meting	Frequentie monsterneming
		Samber	Maas		
Bodem	blijvende weide (colluvium – 5 cm + kortgeknipt gras)	In de omgeving van de site van het IRE (Fleurus)	In de omgeving van de site van Chooz	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134\text{-}137}$Cs, $^{(57)\text{-}58\text{-}60}$Co, ^{54}Mn, ^{65}Zn, ^{110m}Ag, ^{40}K, $^{226\text{-}228}$Ra, ^{228}Th	jaarlijks
			In de omgeving van de site van Tihange	^{131}I in de omgeving van het IRE	
			Lixhe		
	landbouwgronden		in de omgeving van de laars van Chooz (30 punten)	γ spectrometrie α, ^{90}Sr, ^{226}Ra	jaarlijks
	Plantaardige landbouwproducten			γ spectrometrie, ^{90}Sr, ^{3}H, ^{14}C	
Rivier	water	Floriffoux	Heer-Agimont, Andenne, Hoei, Ampsin, Monsin, Lixhe	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134\text{-}137}$Cs, $^{141\text{-}144}$Ce, $^{103\text{-}106}$Ru, ^{95}Zr, ^{95}Nb, ^{226}Ra	om de 4 weken
				β spectrometrie totaal, α totaal, ^{3}H, ^{40}K, (^{131}I in de omgeving van het IRE)	wekelijks
	sedimenten	Floriffoux	Heer-Agimont, Andenne, Ampsin, Lixhe	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134\text{-}137}$Cs, $^{(57)\text{-}58\text{-}60}$Co, ^{54}Mn, ^{65}Zn, ^{110m}Ag, ^{40}K, $^{226\text{-}228}$Ra, ^{228}Th, (^{131}I in de omgeving van het IRE)	om de 4 weken
	waterplanten, mos, mosselachtigen	Floriffoux	Heer-Agimont/ Hastière/ Waulsort, Rivière, Andenne, Hoei, Ampsin/Amay, Monsin, Lixhe	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134\text{-}137}$Cs, $^{(57)\text{-}58\text{-}60}$Co, ^{54}Mn, ^{65}Zn, ^{110m}Ag, ^{40}K, $^{226\text{-}228}$Ra, ^{228}Th	driemaandelijks
				organisch ^{3}H	

Het Schelde- en Netebekken

Dit bekken ontvangt de vloeibare lozingen van meerdere nucleaire en niet-nucleaire sites:

- *Nucleaire sites:*
  - ◊ de kerncentrale van Doel (4 reactoren) gelegen langs de Schelde in de omgeving van Doel,
  - ◊ de site van het SCK•CEN in Mol,
  - ◊ de sites van Belgoprocess, Belgonucleaire en FBFC International (Franco-Belge de Fabrication de Combustibles International), in Mol en Dessel,
- *Niet-nucleaire sites*
  - ◊ ziekenhuiscentra van grote agglomeraties, zoals Antwerpen,
  - ◊ fabriek van chemische meststoffen in de omgeving van Tessenderlo.

In het volledige bekken worden meer dan 950 monsters genomen waarop 5150 radioactiviteitsmetingen worden uitgevoerd.

Radiologisch toezichtsprogramma van het Schelde- en Netebekken

Compartiment		Bekken en plaats van de bemonsteringspunten		Type meting	Frequentie monsterneming
		Schelde	Nete		
Atmosfeer	stofdeeltjes	In de omgeving van de site van Doel	In de omgeving van de site van Mol	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134\text{-}137}$Cs, $^{141\text{-}144}$Ce, $^{103\text{-}106}$Ru, ^{95}Zr, ^{95}Nb	om de 4 weken
				α spectrometrie totaal in de omgeving van Mol	dagelijks
				β spectrometrie totaal: op papierfilters, na 5 dagen verval	dagelijks
	neerslag	In de omgeving van de site van Doel	In de omgeving van de site van Mol	γ spectrometrie (onbehandeld water): ^{7}Be, $^{134\text{-}137}$Cs, $^{141\text{-}144}$Ce, $^{103\text{-}106}$Ru, ^{95}Zr, ^{95}Nb, ^{131}I	om de 4 weken
				β spectrometrie totaal, α totaal, ^{3}H, ^{90}Sr (gefilterd water)	om de 4 weken
				β spectrometrie totaal, α totaal (filterneerslag)	om de 4 weken
Bodem	blijvende weide (colluvium – 5 cm + kortgeknipt gras)	In de omgeving van de site van Doel	In de omgeving van de site van Mol	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134\text{-}137}$Cs, $^{(57)\text{-}58\text{-}60}$Co, ^{54}Mn, ^{65}Zn, ^{110m}Ag, ^{40}K, $^{226\text{-}228}$Ra, ^{228}Th	jaarlijks
				α spectrometrie: $^{234\text{-}235\text{-}238}$U, $^{238\text{-}(239+240)}$Pu, ^{241}Am in de omgeving van Mol	
Rivier	water	In de omgeving van Doel	Grote Nete Molse Nete	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134\text{-}137}$Cs, $^{141\text{-}144}$Ce, $^{103\text{-}106}$Ru, ^{95}Zr, ^{95}Nb, ^{226}Ra	om de 4 weken
				Spectrometrie β totaal, α totaal, ^{3}H, ^{40}K	wekelijks
			Grote Laak & Winterbeek	γ spectrometrie: ^{226}Ra	om de 4 weken
				β spectrometrie totaal, α totaal, ^{40}K	wekelijks
			Rupel (Boom)	γ spectrometrie: ^{226}Ra	om de 4 weken
	sedimenten	In de omgeving van Doel	Grote Laak & Winterbeek Grote Nete	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134\text{-}137}$Cs, $^{(57)\text{-}58\text{-}60}$Co, ^{54}Mn, ^{65}Zn, ^{110m}Ag, ^{40}K, $^{226\text{-}228}$Ra, ^{228}Th	om de 4 weken
			Molse Nete	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134\text{-}137}$Cs, $^{(57)\text{-}58\text{-}60}$Co, ^{54}Mn, ^{65}Zn, ^{110m}Ag, ^{40}K, $^{226\text{-}228}$Ra, ^{228}Th	om de 4 weken
				^{90}Sr, $^{234\text{-}235\text{-}238}$U, $^{238\text{-}(239+240)}$Pu, ^{241}Am	
	waterplanten		Molse Nete	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134\text{-}137}$Cs, $^{(57)\text{-}58\text{-}60}$Co, ^{54}Mn, ^{65}Zn, ^{110m}Ag, ^{40}K, $^{226\text{-}228}$Ra, ^{228}Th	driemaandelijks
				^{90}Sr, $^{234\text{-}235\text{-}238}$U, $^{238\text{-}(239+240)}$Pu, ^{241}Am, organisch ^{3}H	
	garnalen	estuarium stroomafwaarts van Doel (Kieldrecht)		γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134\text{-}137}$Cs, $^{(57)\text{-}58\text{-}60}$Co, ^{54}Mn, ^{65}Zn, ^{110m}Ag, ^{40}K, $^{226\text{-}228}$Ra, ^{228}Th	driemaandelijks
	schaaldieren, mosselachtigen, algen	estuarium/ Noordzee (Hoofdplaat & Kloosterzande)		^{90}Sr, $^{238\text{-}(239+240)}$Pu, ^{241}Am, organisch ^{3}H, (^{99}Tc voor de algen)	

De maritieme zone: de Belgische kuststreek

De kuststreek ontvangt de vloeibare lozingen van meerdere nucleaire en niet-nucleaire sites:

- *Nucleaire sites:*
  - ◊ de kerncentrale van Gravelines in Frankrijk, dicht bij de zee tussen Calais en Duinkerken,
  - ◊ de opwerkingsfabriek van La Hague,
- *Niet-nucleaire sites*
  - ◊ ziekenhuiscentra van agglomeraties zoals Oostende.

In de volledige maritieme zone worden bijna 480 monsters genomen waarop ongeveer 1550 radioactiviteitsmetingen worden uitgevoerd.

Radiologisch toezichtsprogramma van de maritieme zone

Compartiment		Plaats van de bemonsteringspunten	Type meting	Frequentie monsterneming
Atmosfeer	stofdeeltjes	Koksijde	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134\text{-}137}Cs$, $^{141\text{-}144}Ce$, $^{103\text{-}106}Ru$, ^{95}Zr, ^{95}Nb	om de 4 weken
			α spectrometrie totaal	dagelijks
			β spectrometrie totaal : op papierfilters, na 5 dagen verval	dagelijks
Bodem	blijvende weide (colluvium – 5 cm + kortgeknipt gras)	Koksijde	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134\text{-}137}Cs$, $^{(57)\text{-}58\text{-}60}Co$, ^{54}Mn, ^{65}Zn, ^{110m}Ag, ^{40}K, $^{226\text{-}228}Ra$, ^{228}Th	jaarlijks
Noordzee	water	ter hoogte van de kust (bemonsteringscampagne van de Belgica) 16 plaatsen	γ spectrometrie: waaronder $^{134\text{-}137}Cs$, $^{57\text{-}58\text{-}60}Co$, ^{54}Mn	driemaandelijks
			^{40}K	
			β spectrometrie totaal	
			α spectrometrie: $^{238\text{-}(239+240)}Pu$	
	sedimenten	ter hoogte van de kust (bemonsteringscampagne van de Belgica) 16 plaatsen	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134\text{-}137}Cs$, $^{(57)\text{-}58\text{-}60}Co$, ^{54}Mn, ^{65}Zn, ^{110m}Ag, ^{40}K, $^{226\text{-}228}Ra$, ^{228}Th	driemaandelijks
			α spectrometrie: $^{238\text{-}(239+240)}Pu$	
	algen	Oostende – Belgische kust	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134\text{-}137}Cs$, $^{(57)\text{-}58\text{-}60}Co$, ^{54}Mn, ^{65}Zn, ^{110m}Ag, ^{40}K, $^{226\text{-}228}Ra$, ^{228}Th	driemaandelijks
			^{90}Sr, $^{238\text{-}(239+240)}Pu$, ^{241}Am,	
	Mossels & garnalen	Oostende – Belgische kust	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134\text{-}137}Cs$, $^{(57)\text{-}58\text{-}60}Co$, ^{54}Mn, ^{65}Zn, ^{110m}Ag, ^{40}K, $^{226\text{-}228}Ra$, ^{228}Th	driemaandelijks
			^{90}Sr, $^{238\text{-}(239+240)}Pu$, ^{241}Am,	
	vis	ter hoogte van de kust (bemonsteringscampagne van de Belgica) 16 plaatsen	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134\text{-}137}Cs$, $^{(57)\text{-}58\text{-}60}Co$, ^{54}Mn, ^{65}Zn, ^{110m}Ag, ^{40}K, $^{226\text{-}228}Ra$, ^{228Th}	driemaandelijks
			^{90}Sr, $^{238\text{-}(239+240)}Pu$, ^{241}Am,	

De referentiezone

De keuze van de referentiezones wordt bepaald door de beslissing bemonsteringsstations te plaatsen op het Belgische grondgebied die, vanwege met hun geografische ligging, beschut zijn tegen mogelijke uitstoten van kunstmatige en/of natuurlijke radioactiviteit tengevolge van menselijke activiteiten. Anderzijds, is een criterium zoals de bevolkingsdichtheid ook belangrijk.

In dit kader werd de Brusselse agglomeratie, die met een miljoen inwoners (1/10 van de totale bevolking van België) een belangrijk gedeelte van de bevolking omvat, in aanmerking genomen als representatieve zone.

Er worden meer dan 420 monsters genomen waarop ongeveer 690 radioactiviteitsmetingen worden uitgevoerd.

Radiologisch toezichtsprogramma van de referentiezone

Compartiment		Plaats van de bemonsteringspunten	Type meting	Frequentie monsterneming
Atmosfeer	stofdeeltjes	Brussel (Brussel-Hoofdstad)	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134\text{-}137}$Cs, $^{141\text{-}144}$Ce, $^{103\text{-}106}$Ru, ^{95}Zr, ^{95}Nb, (^{131}I nabij het IRE)	om de 4 weken
			β spectrometrie totaal: op papierfilters, na 5 dagen verval	dagelijks
	neerslag	Brussel (Brussel-Hoofdstad)	γ spectrometrie (onbehandeld water): ^{7}Be, $^{134\text{-}137}$Cs, $^{141\text{-}144}$Ce, $^{103\text{-}106}$Ru, ^{95}Zr, ^{95}Nb, ^{131}I	om de 4 weken
			β- en α spectrometrie totaal, ^{3}H, ^{90}Sr (gefilterd water)	om de 4 weken
			Spectrometrie β totaal, α totaal (filterneerslag)	om de 4 weken
Bodem	blijvende weide (colluvium – 5 cm + kortgeknipt gras)	Brussel (Brussel-Hoofdstad)	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134\text{-}137}$Cs, $^{(57)\text{-}58\text{-}60}$Co, ^{54}Mn, ^{65}Zn, ^{110m}Ag, ^{40}K, $^{226\text{-}228}$Ra, ^{228}Th	jaarlijks

De voedselketen: drinkwater, melk en voedingsproducten

De controle van de voedselketen probeert op een zo ruim mogelijke manier alle toegangswegen van radioactiviteit naar de mens te evalueren. Deze controle richt zich op:

- De radiologische toestand van drinkwater (nationale en Europese verplichtingen – Richtlijn 98/83/CE) die een prioritaire plaats inneemt;
- Die van de melk vormt ook een mogelijk gevoelige vector in geval van radioactieve besmetting voornamelijk bij aanwezigheid van ^{131}I, dat snel via het gras in de koeien en vervolgens in de melk terecht komt – een belangrijk voedingsmiddel voor kleine kinderen. Gezien de snelheid van de melkdistributie, zou jodium snel door de bevolking worden opgenomen met risico's van schildklierbestraling;
- Die van voedingsmiddelen door een stipte maar gevarieerde monsterneming van producten bestemd voor consumptie (plantaardige, dierlijke etc. voedingsmiddelen).

Het nationale grondgebied kan worden besmet door de eerder vermelde nucleaire en niet-nucleaire sites alsook door ongeoorloofde import van voedingsmiddelen afkomstig uit landen die getroffen zijn door het Tjernobyl accident.

Er worden bijna 670 monsters genomen waarop ongeveer 3080 radioactiviteitsmetingen worden uitgevoerd. Aan deze monsters dienen nog deze te worden toegevoegd die door het FAVV worden genomen in het kader van de samenwerking tussen beide agentschappen waarvan het aantal schommelt rond 238, wat leidt tot 714 bijkomende metingen.

Radiologisch toezichtsprogramma van de voedselketen

Compartiment		Plaats van de bemonsteringspunten	Type meting	Frequentie monsterneming
Drinkwater	verdeling (kraan)	Brussel (Brabant) Luik (Luik) Namen (Namen) Fleurus (Henegouwen) Bastogne (Luxemburg) Gent (Oost-Vlaanderen) Poperinge (West-Vlaanderen) Mol (Antwerpen) Zepperen (Limburg)	α totaal & β totaal spectrometrie: ^{3}H, ^{40}K In geval van overschrijding van de 0,1 Bq/l alfa totaal en 1 Bq/l bèta totaal "screening"-waarden, volledige spectrometrie-analyses (γ, α, β)	driemaandelijks
Melk	zuivelbedrijven/ boerderijen	Regio Brussel (Brabant) 1 boerderij regio van Fleurus 75 zuivelbedrijven regio van Tihange 118 zuivelbedrijven regio van Doel 1 zuivelbedrijf regio van Dessel 1 zuivelbedrijf regio van Chooz 42 zuivelbedrijven	γ spectrometrie: waaronder $^{134\text{-}137}Cs$, ^{131}I, ^{40}K ^{90}Sr	wekelijks om de 4 weken
Voedings-middelen	groenten vlees vis diversen (champignons, meel etc.)	nationaal grondgebied kleine en grote distributie	γ spectrometrie: waaronder $^{134\text{-}137}Cs$, ^{40}K ^{90}Sr	maandelijks 4 monsters van vlees, vis, groenten maandelijks 4 monsters van vlees, vis, groenten
	proefmaaltijden	bedrijfsrestaurants: Mol (SCK•CEN), Fleurus & Brussel (WIV)	γ spectrometrie: waaronder $^{134\text{-}137}Cs$, ^{40}K ^{90}Sr en ^{14}C	maandelijks driemaandelijks

Controle van de dosimetrie dichtbij de nucleaire sites

Het toezichtsprogramma stelt ook een netwerk op van permanente thermoluminescente dosimeters (TLD) in agglomeraties in de nabijheid van de belangrijkste nucleaire sites van het land. Deze dosimeters integreren de gammacomponent (zoals de TELERAD-meetpunten van omgevingsdosimetrie doen) van de radioactiviteit in de omgeving. Ze worden op 1 meter van de grond opgesteld en worden gewoonlijk om de 2 maanden vervangen om de meting ervan uit te voeren en de over de blootstellingperiode opgenomen dosis te bepalen.

Er worden ongeveer 530 dosimetriemetingen uitgevoerd.

Radiologisch toezichtsprogramma van de omgevingsdosimetrie (TLD)

Plaats	Betrokken nucleaire site	Aantal TLD	Periode meting
rand van de site & aangrenzende agglomeraties (Tihange, Ampsin, Amay, Solière – tussen Hoei en Andenne, hydro-elektrische centrale van Socolie)	centrale van Tihange	30	2 maanden
aangrenzende agglomeraties (Doel, Kieldrecht, fort van Lillo, een raffinaderij, …)	centrale van Doel	10	2 maanden
rand van de site en industriële zone	site van het IRE	12	2 maanden
Rand van en op de site van het SCK•CEN	site van Mol-Dessel	31	3 maanden
aangrenzende agglomeraties: Heer Agimont/Hastière; ten Oosten van de laars van Givet: Massembre, Feschaux, Winenne, Felenne, Bourseigne-vieille; ten westen van de laars van Givet: Petit Doische en Vaucelles)	centrale van Chooz	8	2 maanden
Watou, Rosee, Oignies en Thierache, Houyet, Lo, Heer-Agimont, Hastière, Gedinne, Furnes, Philippeville, Dinant, Beauraing		12	6 maanden
Brusselse agglomeratie	referentiegebied	1	2 maanden

Opvolging van de lozingen van nucleaire sites

Het toezichtsprogramma stelt ook een netwerk op voor de meting van lozingen afkomstig van de behandelingsinstallaties voor vloeibare afvalstoffen uitgestoten in het leefmilieu. Deze monsternemingen worden uitgevoerd door de operator evenals door een instituut, belast door het Agentschap, voor de meting van de radioactiviteit.

De kernenergiesites (Doel en Tihange) en de sites van Mol-Dessel (Belgoprocess 2 – behandelingsinstallaties voor vloeibare afvalstoffen van het SCK•CEN, van Belgoprocess, van Belgonucleaire – en FBFC) traden toe tot dit opvolgingsprogramma. De site van het IRE die geen radioactieve vloeibare afvalstoffen in het leefmilieu loost, werd historisch niet in deze opvolging opgenomen.

Er worden bijna 400 monsters genomen waarop ongeveer 6420 radioactiviteitsmetingen worden uitgevoerd.

Radiologisch toezichtsprogramma voor de opvolging van de lozingen van de nucleaire sites

Betrokken nucleaire site	Type meting	Frequentie van de monster-nemingen
centrale van Tihange centrale van Doel	γ spectrometrie: ^{7}Be, ^{51}Cr, ^{54}Mn, $^{(57)-58-60}$Co, ^{59}Fe, ^{65}Zn, ^{95}Nb, ^{95}Zr, $^{134-137}$Cs, $^{103-106}$Ru, $^{141-144}$Ce, ^{131}I, ^{110m}Ag, ^{113}Sn, ^{123m}Te, $^{124-125}$Sb, β spectrometrie: ^{3}H	maandelijks
site van FBFC	β totaal & α totaal spectrometrie ^{226}Ra, $^{234-235-238}$U, $^{238-(239+240)}$Pu, ^{241}Am	wekelijks
site van Mol-Dessel (Belgoprocess 2)	γ spectrometrie: $^{134-137}$Cs, ^{54}Mn, $^{(57)-58-60}$Co, ^{131}I β totaal & α totaal spectrometrie ^{3}H, ^{90}Sr, $^{234-235-238}$U, $^{238-(239+240)}$Pu, ^{241}Am	wekelijks

Opvolging van de lozingen van niet-nucleaire sites

De lozingen van de Tessenderlo Chemie site (fabricatie meststoffen) in de Winterbeek worden regelmatig gecontroleerd in de buurt van het lozingspunt en dit op wekelijkse basis.

Er worden ongeveer 52 monsters genomen waarop ongeveer 360 radioactiviteitsmetingen worden uitgevoerd.

Radiologisch toezichtsprogramma voor de opvolging van de lozingen van niet-nucleaire sites

Betrokken niet-nucleaire site	Type meting	Frequentie van de monster-nemingen
Tessenderlo Chemie	β totaal & α totaal spectrometrie ^{226}Ra, $^{234\text{-}235\text{-}238}U$, ^{40}K	wekelijks

3. HET MAAS- EN SAMBERBEKKEN

De Maas en de Samber ontvangen de radioactieve lozingen van verschillende nucleaire (3 kernreactoren in Tihange, IRE in Fleurus) en niet-nucleaire sites (ziekenhuizen van grote agglomeraties zoals Namen en Luik).

Zoals wij al in hoofdstuk 2, punt 2.4 vermeldden, werden er een hele reeks monsters genomen in dit gebied:

- Compartiment lucht: monsternamen van stofdeeltjes in de lucht (aerosols en afgezette deeltjes op filters), regen en droge of natte afzetting nabij de sites van het IRE, in Tihange en Chooz (Heer-Agimont);
- Compartiment bodem: staalnamen nabij de nucleaire sites van Tihange en het IRE en in de Belgische landbouwzones (ook staalnamen van plantaardige landbouwproducten) rond de laars van Givet (nucleaire site van Chooz);
- Compartiment rivier: water, sedimenten en stalen van de fauna en flora van de Samber en de Maas.

Algemeen:

De verkregen resultaten tonen aan dat buiten tritium, dat regelmatig in het Maaswater wordt aangetroffen, de radiologische situatie van het bekken vraagt geen specifieke verklaring.

Meer specifiek:

- De lucht, en meer bepaald in de omgeving van de nucleaire installaties, vormt geen enkel radiologisch probleem. De gemeten concentraties liggen allemaal onder of in de buurt van de – zeer lage – detectiedrempels van de meetapparatuur;
- De metingen van de radioactiviteit van de regen tonen aan dat het mogelijk is zeer geringe hoeveelheden radioactiviteit waar te nemen (voornamelijk toe te schrijven aan de natuurlijke radioactiviteit), en dit dankzij de zeer lage detectiedrempels die de meetapparaten halen;
- De radiologische impact van de nucleaire installaties op het rivierwater is verwaarloosbaar en zonder gevolgen voor de menselijke gezondheid;
- Enkel tritium wordt regelmatig gedetecteerd in het Maaswater (enkele tientallen Bq), en wat de andere kunstmatige radio-elementen betreft, zijn meestal, de gemelde concentraties nauwelijks hoger dan de detectiedrempels van de meetapparaten.

3.1 RADIOACTIVITEIT IN DE LUCHT

De analyse van de stofdeeltjes in de lucht is een doeltreffende methode om de uitstoot van radioactieve stoffen in de atmosfeer op te sporen. Aerosols (deeltjes > 0,5 µm) zijn inderdaad een vorm van atmosferische uitstoot afkomstig van nucleaire installaties; ze bevatten voornamelijk op een partikelkern neergeslagen splijtingsproducten (β-γ-stralers).

Deze techniek voor het opsporen van radioactiviteit werd vooral toegepast om de gevolgen van atmosferische kernproeven tijdens de uitvoering ("fall-out") ervan na te gaan en voor de opvolging van de overtrekkende radioactieve wolken na de ramp in Tsjernobyl.

Deze stofdeeltjes kunnen rechtstreeks neerslaan op de bodem (droge afzetting) of worden uitgeloogd door de regen (natte afzetting).

Het opvangen van de stofdeeltjes in de lucht gebeurt door aanzuiging via pompen, waarbij de lucht een filter passeert die de stofdeeltjes vasthoudt (foto's links).

De stofdeeltjes worden eveneens vergaart in een bezinkbak waarbij zij via een fijne waterfilm - verdeeld over een gekende oppervlakte - opgevangen worden die de droge en natte afzetting collecteert (foto rechts).

Stofdeeltjes, die meegedragen worden door de neerslag, worden ook opgevangen in pluviometers (foto rechts).

Het geheel van deze meetinstrumenten vormen belangrijke en aanvullende elementen bij een radiologisch controlenetwerk.

Het regenwater dat de lucht uitloogt, is namelijk eveneens een goed controlemiddel voor de luchtkwaliteit en de eventuele radioactieve vervuiling van de lucht.

De volgende tabel geeft een overzicht van alle resultaten die verkregen werden voor de onderzochte luchtcompartimenten in de nabijheid van de nucleaire sites van het IRE en Tihange (stofdeeltjes in de lucht, regen opgevangen in pluviometers en bezinkbakken) en dichtbij de nucleaire site van Chooz (Heer-Agimont): regen opgevangen in pluviometers en bezinkbakken. Een "controle" site – Lixhe – ver gelegen van elke nucleaire installatie en nabij de Nederlandse grens werd gereserveerd voor het uitvoeren van metingen op stofdeeltjes en neerslag.

Deze controles, uitgevoerd nabij de nucleaire installaties van het IRE, Tihange en Chooz (collectoren in Heer-Agimont op de Frans-Belgische grens op de Maas), tonen aan dat de radiologische situatie van de lucht uitstekend is in de buurt van deze sites.

Metingen van de radioactiviteit in de atmosfeer (lucht en regen) van het Maas-Samberbekken

	Stofdeeltjes in de lucht (Bq/m^3)		Neerslag (Bq/l)		Bezinkbakken (Bq/m^2)	
	meting	DL	meting	DL	meting	DL
γ	NM	$\sim 10^{-5}$ (0,3 tot 1,3) 10^{-5} → $^{134,137}Cs$ (0,3 tot 1,2) 10^{-4} → ^{106}Ru	NM	< 1 ~ 0,11 → $^{134,137}Cs$ ~ 1,0 → ^{106}Ru	NM	< 5 2,0 tot 2,4 → $^{134,137}Cs$ 17 tot 21 → ^{106}Ru
^{7}Be	(2 tot 4) 10^{-3}		NM	1,0 tot 1,4	NM (sporen)	17 tot 30
β totaal	(0,2 tot 1,3) 10^{-3}	(0,2 tot 0,8) 10^{-3}	0,03 tot 0,17 (filtraat) 0,03 tot 0,20 (afzetting filter)	~ 0,03 0,03 tot 0,16	0,3 tot 10,0 (filtraat) 0,8 tot 5,5 (afzetting filter)	0,6 tot 1,0 0,7 tot 1,0
^{3}H	-	-	NM (filtraat)	~ 6,9	NM	destillaat : 130 tot 210
α totaal	-	-	sporen : 0,03 tot 0,14 (afzetting filter)	0,03 tot 0,04	sporen : 0,4 tot 0,9 (filtraat) sporen : 0,7 tot 1,9 0,3 tot 6,0 (IRE) (afzetting filter)	0,7 tot 1,9

NM: niet meetbaar, meting lager dan of gelijk aan de detectielimiet (DL)

Meer gedetailleerd:

- De natuurlijke radioactiviteit is hoofdzakelijk verantwoordelijk voor het – zeer lage – niveau van de radioactieve verontreiniging van de atmosfeer. We meten namelijk zeer goed ^{7}Be (natuurlijk kosmogeen radioactief element), dat onderzocht wordt op vraag van de EC – art. 36 van het EURATOM-verdrag. De gemeten waarden zijn van dezelfde ordegrootte als welke in andere Europese landen werden waargenomen (Zweden, Luxemburg, Frankrijk, Duitsland, Oostenrijk, Italië, enz.), waar ze over het algemeen schommelen tussen 1 en 30.10^{-3} Bq/m^3;
- Behoudens enig ongevalscenario, is de radiologische impact van de nucleaire installaties op de atmosfeer en indirect op de omgeving altijd verwaarloosbaar of zelfs onmeetbaar: enkel sporen van alfa- en bètastralers (gemeten in α en β totaal) – voornamelijk van natuurlijke oorsprong – zijn waarneembaar. Deze concentraties zijn volkomen in overeenstemming met wat in andere Europese landen kan worden gemeten: in de regio Parijs worden namelijk gemiddelde jaarlijkse totale alfa-activiteiten genoteerd van minder dan $0,15.10^{-3}$ Bq/m^3 lucht;
- Nabij het IRE in Fleurus wordt soms jodium – ^{131}I – aangetroffen in de waterstalen die genomen worden in de bezinkbakken die op de site zijn geïnstalleerd nabij het Mediris-gebouw: van 1 tot 47 Bq/m^2 (met in het algemeen 3 tot 5 Bq/m^2 als detectielimiet); van het afgelegen gebouw B12 waar sommige maanden een beetje

jodium wordt gedetecteerd: 9 tot 11 Bq/m^2. Iets verder buiten de site, op een boerderij op enkele kilometers afstand, is radioactief jodium niet meetbaar (de detectielimiet bedraagt ongeveer 4,7 Bq/m^2);

- Dit aspect van de controle van de atmosferische radioactiviteit wordt gestaafd door de gegevens van de continue metingen die worden uitgevoerd door alle "luchtmeetstations" die over het grondgebied verspreid zijn in het kader van het automatisch meetnet TELERAD.

Samengevat:

- De natuurlijke radioactiviteit is hoofdzakelijk verantwoordelijk voor het niveau van de radioactiviteit in de lucht;
- De kerncentrale van Tihange en de nucleaire installaties van de site van het IRE hebben geen meetbare radiologische impact op hun omgeving;
- De radiologische impact van de nucleaire site van Chooz is niet meetbaar en kan bijgevolg als nihil worden beschouwd.

3.2 RADIOACTIVITEIT VAN DE BODEM

De radioactieve vervuiling van de bodem is hoofdzakelijk toe te schrijven aan de neerslag van radioactieve stoffen uit de atmosfeer (meestal zeer fijne deeltjes of aerosols) door droge of natte afzetting (uitloging van de atmosfeer door regen).

De bodemmonsters worden eenmaal per jaar genomen nabij de nucleaire sites van Fleurus, Tihange, Chooz alsook dichtbij de Nederlandse grens in Lixhe. Per locatie wordt de eventuele radioactieve afzetting onderzocht via staalname van grassen (oppervlakteafzetting).

Rond de laars van Givet, op Belgisch grondgebied, wordt met een grondigere controle de goede radiologische toestand nagegaan van de landbouwzones en hun plantaardige productie. Deze controle kadert in het Frans-Belgische akkoord over de kerncentrale van Chooz en de informatie-uitwisseling in geval van een incident of ongeval. Dit akkoord voorziet bepalingen betreffende crisissituaties waarbij het Nucleaire Noodplan in werking moet treden en betreffende een regelmatige informatie-uitwisseling over onder andere radiologische metingen uitgevoerd in België en Frankrijk.

De analyses hebben betrekking op de detectie van gamma-, bèta- en alfastralers. De detectielimieten kunnen verschillen naar gelang de hoeveelheid en de dichtheid van de genomen bodemmonsters, de gebruikte geometrie voor de metingen en het globale activiteitsniveau van het monster.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de verkregen resultaten voor de bodemstalen.

Metingen van de radioactiviteit in de bodem (weilanden/bodemoppervlak) van het Maas-Samberbekken en van de landbouwproductie rond de laars van Givet

	Nabij de nucleaire sites		Rond de laars van Givet (Chooz)			
	Weilanden (Bq/m^2)		Landbouwzones * (Bq/kg droog)		Landbouwproductie (Bq/kg droog)	
	meting	DL	meting	DL	meting	DL
γ	NM	30 tot 40	NM	< 1 2,6 tot 4,9 → ^{106}Ru	NM	< 1 0,9 tot 7,5 → ^{106}Ru
^{137}Cs	480 tot 1400 110 (Lixhe)	30 tot 40	5,0 tot 19,0		sporen: 0,1 tot 1,5	0,2 tot 0,7
^{90}Sr			1,3 tot 11,6		0,08 tot 4,70	
^{14}C					0,22 tot 0,46 (Bq/g C)	
^{3}H org.					25 tot 53	23 tot 25
^{40}K	(3,1 tot 5,0) 10^4		400 tot 800		130 tot 1600	
^{226}Ra ^{228}Ra	(2,2 tot 3,7) 10^3 (2,5 tot 3,9) 10^3		34 tot 50			
^{228}Th	23 tot 36 Bq/kg droog		38 tot 51			
^{235}U ^{238}U			0,9 tot 1,7 19 tot 24	~ 1,2		
$^{238, (239+240)}Pu$			NM	0,3 tot 0,6		
^{241}Am			NM	0,5 tot 1,0		

NM: niet meetbaar, meting lager of gelijk aan de detectielimieten (DL)
** de densiteit van de bodem varieert van 1,6 tot 1,8 kg/liter, diepte van de monsterneming: 20 cm*

Meer gedetailleerd:

- De resultaten wijzen in de eerste plaats op het ruime overwicht van de natuurlijke radioactiviteit, afgegeven door kalium-40 van de bodem dat het stabiele kalium volgt (^{40}K maakt 0,0119% van het totale kaliumgehalte uit), waarvan de concentratie verschilt naar gelang de bodem en afhankelijk van het seizoen. Ook de natuurlijke alfastralers ($^{226,228}Ra$, $^{234,235,238}U$, ^{228}Th) worden regelmatig waargenomen;
- Wat de kunstmatige radioactiviteit betreft, worden rond de laars van Givet sporen van ^{137}Cs gemeten die zijn toe te schrijven aan de neerslag van de ramp in Tsjernobyl en aan de veel oudere fall-out van de kernproeven in de atmosfeer (die een hoogtepunt kenden in de jaren 1960). Dit wordt verklaard door de blijvende aanwezigheid van radioactief cesium in de omgeving door zijn lange fysische halveringstijd van ~ 30 jaar (halveringstijd = tijd die nodig is om 50% van de radioactiviteit te laten verdwijnen);

Nog een ander kunstmatig radio-element dat wordt aangetroffen, is ^{90}Sr. Deze bètastraler (halveringstijd van ~ 29 jaar) is nog altijd aanwezig in de biosfeer als gevolg van de proefnemingen met kernwapens in de atmosfeer. Voor een bepaald soort bodem vertonen de weilanden hogere concentraties (in vergelijking met andere gewassen);

We dienen eveneens te noteren dat in 18 van de 25 plantaardige monsters sporen van ^{3}H zijn gedetecteerd (in 2005, 5 monsters op 24 en in 2006, 18 op 24 vertoonden zulke sporen), waarbij deze waarneming de volgende jaren moet worden geverifieerd. Deze detectie is mogelijk gekoppeld met de verlaagde detectielimieten (Bq/kg droog) die geëvolueerd zijn van 40-90 in 2002 tot 2004, naar 40-60 in 2005 en naar 22-26 in 2006 en 2007.

- De kunstmatige transuranen (alfastralers Pu en Am) van hun kant zijn niet meetbaar.

Samengevat:

- De natuurlijke radioactiviteit is hoofdzakelijk verantwoordelijk voor het niveau van de radioactieve vervuiling van de bodem;
- Noch de kerncentrale van Tihange, noch de kerninstallaties van de site van het IRE, noch de site van Chooz hebben een meetbare radiologische impact op hun omgeving.

3.3 RADIOACTIVITEIT IN DE RIVIEREN

Het betreft hier twee rivieren: de Maas en de Samber. De Maas ontvangt de radioactieve lozingen van de Franse nucleaire site van Chooz, die van Tihange en van het IRE via haar zijrivier de Samber. Deze twee rivieren ontvangen eveneens de radioactieve uitstoot van de ziekenhuizen en laboratoria van de grote agglomeraties zoals Namen, Hoei, Luik, Charleroi, enz.

De Maas is, na behandeling, een bron van drinkwater voor een groot deel van de Belgische en Nederlandse bevolking. Met het oog daarop wordt er gezocht naar de totale alfa- en bètaradioactiviteit. Er worden eveneens gammaspectrometrische metingen verricht.

Deze controles zijn vooral van belang vanwege de nakende toepassing van de Europese richtlijn 98/83/EG van de Raad van 3 november 1998 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water, waarvan de technische bijlagen met betrekking tot de radioactiviteit in de loop van 2008 zouden moeten gepubliceerd worden.

De waterstalen worden automatisch genomen door middel van onafhankelijke collectoren (PP MOS) die geïnstalleerd zijn in de kasten van de riviermeetstations van TELERAD (foto hiernaast).

Om het voor de radioactiviteit fixerend vermogen van de zwevende deeltjes en de fijne sedimentdeeltjes te bepalen, die een belangrijk compartiment vormen voor de fixering van radio-elementen, worden analyses uitgevoerd op de sedimenten die maandelijks worden opgevangen in bezinkbakken (foto hiernaast).

Deze bakken recupereren continu partikels in suspensie in het water via een bypass op het waterpompcircuit van de TELERAD meetpunten die continu de gammaradioactiviteit van de rivieren meten.

De staalnamen bekijken ook de waterorganismen: mossen (*Cinclidotus danubicus*), waterplanten (indien aanwezig) en tweeschaligen (*Dreissena polymorpha*) die goede biologische indicatoren, of "bio-indicatoren", zijn voor de aanwezigheid van radioactiviteit. De watermossen en -planten zijn op korte en middellange termijn bijzonder gevoelig voor vloeibare lozingen, omdat deze organismen een groot vermogen tot concentratie van zowel de stabiele als de radioactieve chemische elementen hebben. De *Dreissena*, net als alle filterende tweeschalige weekdieren, nemen radioactiviteit zeer goed op over middellange tijdsperiodes (in de orde van één maand).

De staalname- en controlepunten voor de radioactiviteit in het water, de sedimenten en de waterorganismen, zijn zodanig gekozen dat de radiologische impact van de nucleaire installaties langs de loop van de Maas en de Samber kan worden nagegaan:

- De site van Floriffoux (*Flo*) integreert de uitstoot van Fleurus (IRE) en van Charleroi in de Samber;
- De site van Heer-Agimont (*H-Ag*), van Waulsort (*Wau*) of van Rivieère (*Riv*) voor de Maasfauna en -flora integreert de uitstoot van de Franse kerncentrale van Chooz en die van de ziekenhuizen in het Maasbekken aan de Franse zijde van de grens;
- De site van Andenne (*And*) integreert de aanvoer van de Samber en de lozingen van de ziekenhuizen van de agglomeraties van Namen en Charleroi;
- De site van Hoei (*Huy*) geeft een radiologisch beeld van de rivier stroomopwaarts van de centrale van Tihange;
- De sites van Ampsin (*Amp*) of Amay (*Ama*) en Flémalle (*Flé*) voor wat betreft de flora, die net stroomafwaarts van de kerncentrale van Tihange gelegen zijn, maakt het door een vergelijking met de gegevens van Hoei mogelijk om de radiologische impact van de vloeibare lozingen van Tihange op de Maas te controleren;

- De site van Monsin (*Mon*), stroomafwaarts van Luik, integreert dan weer de inbreng van de Luikse ziekenhuizen;
- De site van Lixhe (*Lix*) integreert de volledige Belgische inbreng aan de Nederlandse grens.

De volgende tabel geeft een overzicht van de verkregen resultaten.

Metingen van de radioactiviteit van de rivieren van het Maas-Samberbekken

	Water (Bq/l)		Sedimenten (Bq/kg droog)		Fauna (*D. polymorpha)* (Bq/kg vers)		Flora (Bq/kg vers)	
	meting	DL	meting	DL	meting	DL	meting	DL
γ	NM	≤ 1	NM	< 3	NM	1 tot 5	NM	4 tot 30
^{137}Cs	NM	0,11 tot 0,13	3 tot 6 (Flo) 7 tot 16 (H-Ag) 7 tot 16 (And) 7 tot 17 (Amp) 8 tot 14 (Lix)	~ 3	NM	≤ 2	NM 4 tot 10 (mossen in Amp) NM (planten)	3 tot 11 4 tot 11 (mossen) 3 tot 7 (planten)
^{131}I	NM	0,19 tot 0,22	3 tot 20 (Flo) NM (H-Ag) 3 tot 13 (And) 3 tot 16 (Amp) 4 tot 57 (Lix)	6 tot 9				
^{3}H	NM (Flo) 11 tot 27 (H-Ag) 10 tot 28 (And, Hoei) 11 tot 51 (Amp) 12 tot 36 (Mon) 9 tot 28 (Lix)	~ 7			NM	2 tot 3	NM (mossen) sporen (mossen in Flé & Lix) NM (planten)	7 tot 10
α totaal	NM (Flo) 0,03 tot 0,06 (H-Ag) 0,03 tot 0,05 (And, Hoei) sporen (Amp, Mon & Lix)	0,04 tot 0,05						

^{226}Ra			20 tot 50	3 tot 4 (Riv) 3 tot 8 (And) 18 tot 30 (Flo)	4 tot 7	20 tot 360 60 tot 360 (And) 20 tot 70 (Flo)	7 tot 15
^{228}Ra			40 tot 63	4 tot 8 (Riv) 3 tot 13 (And) 11 tot 13 (Flo)	4 tot 7	20 tot 400 (mossen) NM (planten)	10 tot 30
β totaal (residu)	NM (Flo) 0,04 tot 0,07 (H-Ag) 0,04 tot 0,07 (And, Hoei) 0,04 tot 0,09 (Amp) 0,05 tot 0,08 (Mon, Lix)	0,04 tot 0,06					
^{40}K	0,15 tot 0,23 (Samber) 0,05 tot 0,15 (Maas)		330 tot 600	20 tot 35	~ 30	100 tot 460 (mossen) 300 tot 1400 (planten)	

NM: niet meetbaar, meting lager dan of gelijk aan de detectielimiet (DL)
β totaal residu: β totaal buiten ^{40}K

Meer gedetailleerd:

- De verkregen resultaten tonen aan dat regelmatig de aanwezigheid van natuurlijke radioactiviteit en, wat kunstmatige radioactiviteit betreft, voornamelijk ^{3}H wordt gedetecteerd in het water: er worden ^{3}H-concentraties gemeten die, stroomafwaarts van de kerncentrales, kunnen oplopen tot 50 Bq/l;
- In de sedimenten: ^{40}K schommelt van 300 tot 600 Bq/kg droog, de $^{226\text{-}228}$Ra schommelen van 20 tot 60 Bq/kg droog (^{228}Th van 30 tot 50 Bq/kg droog);
- Sporen van ^{131}I worden aangetroffen in de sedimenten die stroomafwaarts van de grote agglomeraties worden bemonsterd, wat wijst op de lozingen van ziekenhuizen;
- In de fauna en flora (mossen en *D. polymorpha*) : in mossen en waterplanten wordt ^{40}K gemeten in concentraties van 100 tot 1400 Bq/kg vers, en in concentraties van 20 tot 35 Bq/kg vers in tweeschaligen;
- Sporen van ^{137}Cs en ^{3}H worden soms waargenomen in de stalen van mossen (en planten) die worden genomen langs de oevers van de rivieren.

Samengevat:

- De natuurlijke radioactiviteit (^{40}K, en in mindere mate ^{226,} ^{228}Ra en ^{228}Th) is hoofdzakelijk verantwoordelijk voor het niveau van de radioactieve vervuiling van de verschillende compartimenten van de rivieren;
- De kerncentrale van Tihange, die van Chooz in Frankrijk en de nucleaire installaties van de site van het IRE hebben geen significante radiologische impact op hun omgeving;
- Enkel ^{3}H wordt regelmatig gemeten in het Maaswater, maar de concentraties blijven beneden de parameterwaarde van 100 Bq/l die is vastgelegd in de Europese Richtlijn 98/83/EG van de Raad van 3 november 1998 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water.

4. HET NETE- EN SCHELDEBEKKEN

De Schelde ontvangt de radioactieve lozingen van verschillende nucleaire (4 kernreactoren in Doel, het SCK•CEN in Mol, de sites van Belgoprocess, Belgonucleaire en FBFC International in Mol en Dessel) en niet-nucleaire sites (ziekenhuizen van grote agglomeraties zoals Antwerpen, kunstmestfabriek nabij Tessenderlo).

Er werden een hele reeks stalen genomen in deze regio nabij de nucleaire sites van Doel op de Schelde, Mol-Dessel nabij de Molse Nete en de niet-nucleaire site Tessenderlo nabij de Grote Laak en de Winterbeek, beide zijrivieren van de Grote Nete, die zelf een bijrivier is van de Rupel die uitmondt in de Schelde:

- Compartiment lucht: staalnamen van stofdeeltjes in de lucht (filters), regen en droge of natte afzetting nabij de sites van Mol-Dessel en Doel;
- Compartiment bodem: staalnamen nabij de nucleaire sites van Mol-Dessel en Doel;
- Compartiment rivier: water, sedimenten en monsters van de fauna en flora van de Grote Laak, de Winterbeek, de Molse Nete, de Grote Nete, de Rupel en de Schelde nabij Doel.

Algemeen:

- De lucht in de omgeving van de nucleaire installaties vormt geen enkel radiologisch probleem. De gemeten concentraties liggen allemaal onder of in de buurt van de – zeer lage – detectielimieten van de meetapparatuur;
- De metingen van de radioactiviteit van de regen tonen aan dat het mogelijk is zeer geringe hoeveelheden radioactiviteit waar te nemen (voornamelijk toe te schrijven aan de natuurlijke radioactiviteit) en dit dankzij de lage detectielimieten die de meetapparaten halen;
- De radiologische toestand van de Schelde is goed;
- De radiologische impact van de nucleaire installaties op het rivierwater van het Scheldebekken is verwaarloosbaar en zonder gevolgen voor de gezondheid van de mens. Niettemin moet het water van het Netebekken (Molse Nete) aan strengere controles worden onderworpen vanwege de vloeibare lozingen van kunstmatige radioactiviteit door de site van Mol-Dessel en die van radium door de installaties van Tessenderlo (Grote Laak, Winterbeek). Voor de Grote Laak en de Winterbeek dienen de concentraties aan ^{226}Ra (en zijn concentratie in de sedimenten en het slib) nauwgezet in het oog te worden gehouden;

Meer precies:

- De radioactiviteit van bepaalde radio-elementen (zoals ^{3}H) in het water van de Molse Nete is abnormaal hoog, hoewel de nucleaire industriële activiteiten in de regio Mol-Dessel de vastgestelde lozingslimieten respecteren;
- De natuurlijke radioactiviteit door ^{226}Ra (uitermate radiotoxisch met een zeer lange fysische halveringstijd – 1620 jaar, met als dochterproducten gasvormig ^{222}Rn, ^{210}Pb – 22 jaar halveringstijd) in de Grote Laak en de Winterbeek, alsook in de Grote Nete (en in mindere mate in de Rupel) is niet te verwaarlozen. De radiologische situatie van het hydrografische net van de Nete moet dan ook nauwgezet worden gecontroleerd;

- Deze radiologische afwijkingen die werden waargenomen voor ^{226}Ra komen nog bovenop een probleem dat in wezen groter is: namelijk dat van een sterke chemische vervuiling met zware metalen. Hoewel de installaties die hun afval in deze waterlopen lozen grote inspanningen hebben gedaan om hun radiologische impact op de ecosystemen te verminderen, zijn de hoeveelheden radioactiviteit die zij uitstoten, bovenop een "historiek", nog steeds niet te verwaarlozen. Deze hoeveelheden zouden dan ook moeten worden verminderd. Zelfs al kunnen deze waters als dusdanig niet voor menselijke consumptie worden beschouwd, er kan tevens niet volledig worden uitgesloten dat er zich nefaste biologische effecten kunnen voordoen, aangezien dit water door woon- en landbouwzones stroomt (oevers, afzetgebieden voor baggerslib enz.), die lokaal, vooral chemisch, kunnen verontreinigd zijn, met risico op overdracht in de voedselketen. Aanzienlijke verontreinigingen van de oevers werden reeds vastgesteld langs de Grote Laak en de Winterbeek, wier debiet nagenoeg volledig wordt bepaald door de lozingen van vloeibare effluenten van het complex van Tessenderlo.

  Bij het FANC zijn gelijklopende studies bezig om de exacte locatie van de getroffen sites te bepalen en deze zouden strategieën moeten opleveren om zo nodig de radiochemische kwaliteit van deze ecosystemen terug op een meer aanvaardbaar niveau te brengen.

4.1 RADIOACTIVITEIT IN DE LUCHT

De volgende tabel vat alle resultaten samen die werden verkregen voor de onderzochte compartimenten van de atmosfeer: stofdeeltjes in de lucht, in pluviometers opgevangen regen en bezinkbakken.

Deze controles werden uitgevoerd nabij de nucleaire installaties van Doel en Mol-Dessel en brachten geen enkel radiologisch probleem aan het licht.

Meer gedetailleerd:

- De natuurlijke radioactiviteit is hoofdzakelijk verantwoordelijk voor het – zeer lage – niveau van de radioactieve verontreiniging van de atmosfeer. We volgen namelijk zeer goed ^{7}Be (natuurlijk kosmogeen radioactief element);
- De radiologische impact van de nucleaire installaties op de atmosfeer en indirect op de omgeving is verwaarloosbaar of zelfs onmeetbaar: enkel sporen van alfa- en bètastralers (gemeten in α en β totaal) – voornamelijk van natuurlijke oorsprong – zijn waarneembaar nabij de nucleaire sites van Doel en Mol-Dessel;
- Dit aspect van de controle van de atmosferische radioactiviteit wordt gestaafd door de gegevens van de continue metingen die worden uitgevoerd door alle "luchtmeetstations" die over het grondgebied verspreid zijn in het kader van het automatisch meetnet TELERAD.

Metingen van de radioactiviteit in de atmosfeer (lucht en regen) van het Nete-Scheldebekken

	Stofdeeltjes in de lucht (Bq/m^3)		Regen (Bq/m^2)		Bezinkbakken (Bq/m^2)	
	meting	DL	meting	DL	meting	DL
γ	NM	~ 10^{-5}	NM	2 tot 17 1,8 tot 2,0 → $^{134,137}Cs$	NM	2 tot 17 1,8 tot 2,0 → $^{134,137}Cs$
^{7}Be	(1,3 tot 3,7) 10^{-3}		22 tot 230	~ 15	22 tot 260	14 ~ 15
β totaal	(16 tot 63) 10^{-5}	~ 5 10^{-5}	1,1 tot 8,4 Mol (filtraat) 0,35 tot 5,80 Doel (filtraat) 0,45 tot 5,70 (afzetting filter)		2,2 tot 8,2 Mol (filtraat) 1,7 tot 5,3 Doel (filtraat) 0,2 tot 9,8 (afzetting filter)	
α totaal	(1,1 tot 3,7) 10^{-5} Mol-Dessel	~ 5 10^{-6}	0,05 tot 0,80 (filtraat) 0,05 tot 0,56 Mol (afzetting filter) 0,15 tot 1,44 Doel (afzetting filter)		0,31 tot 0,85 Mol (filtraat) 0,10 tot 0,70 Doel (filtraat) 0,07 tot 2,33 (afzetting filter)	

NM: niet meetbaar, meting lager dan of gelijk aan de detectielimiet (DL)

Samengevat:

- De natuurlijke radioactiviteit is hoofdzakelijk verantwoordelijk voor het niveau van de radioactiviteit in de lucht;
- De kerncentrale van Doel en de nucleaire installaties van de site van Mol-Dessel hebben geen meetbare radiologische impact op de atmosfeer;

4.2 RADIOACTIVITEIT VAN DE BODEM

De bodemmonsters worden eenmaal per jaar genomen in de weilanden nabij de nucleaire sites van Doel en Mol-Dessel. De eventuele radioactieve afzetting wordt onderzocht via staalnamen van grassen en het bodemoppervlak (oppervlakteafzetting).

De analyses hebben betrekking op de detectie van gamma-, bèta- en alfastralers. De detectielimieten kunnen verschillen naar gelang de hoeveelheid en de dichtheid van de genomen bodemmonsters, de gebruikte geometrie voor de metingen en het globale activiteitsniveau van het monster.

Meer gedetailleerd:

- De resultaten wijzen in de eerste plaats op het ruime overwicht van de natuurlijke radioactiviteit, afgegeven door kalium-40 van de bodem dat het stabiele kalium volgt (^{40}K maakt 0,0119% van het totale kaliumgehalte uit), waarvan de concentratie verschilt naar gelang de bodem en afhankelijk van het seizoen. Ook de natuurlijke alfastralers ($^{226,228}Ra$, $^{234,235,238}U$, ^{228}Th) worden regelmatig waargenomen;

- Wat de kunstmatige radioactiviteit betreft, worden sporen van ^{137}Cs gemeten die zijn toe te schrijven aan de neerslag van de ramp in Tsjernobyl en aan de veel oudere fall-out van de kernproeven in de atmosfeer (die een hoogtepunt kenden in de jaren 1960);

  De transuranen (kunstmatige alfastralers Pu en Am) van hun kant zijn niet meetbaar.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de verkregen resultaten voor de bodemstalen (weilanden/bodemoppervlak).

Metingen van de radioactiviteit van de bodem (weilanden/bodemoppervlak) van het Nete-Scheldebekken

	Site van Doel (Bq/m^2)	Site van Mol-Dessel (Bq/m^2)	
	meting	meting	DL
γ	NM	NM	22 tot 40
^{137}Cs	260 tot 440	140 tot 240	~ 22
^{40}K	(16 tot 28) 10^3	(7 tot 12) 10^3	
^{226}Ra ^{228}Ra	(0,9 tot 1,6) 10^3	340 tot 750	
^{228}Th	(1,0 tot 1,8) 10^3	350 tot 610	
^{235}U ^{238}U		10 tot 50 220 tot 380	~ 30
$^{238, (239+240)}Pu$		NM	20 tot 40
^{241}Am		NM	~ 40

NM: niet meetbaar, meting lager dan of gelijk aan de detectielimiet (DL)

Samengevat:

- De natuurlijke radioactiviteit (K, Ra, U, Th) is hoofdzakelijk verantwoordelijk voor het niveau van de radioactieve vervuiling van de bodem;
- In de regio Mol-Dessel is enkel natuurlijke radioactiviteit (uranium) waarneembaar. We treffen in de bodem geen waarneembare hoeveelheden zware elementen aan die tot de groep van americium en plutonium behoren, die afkomstig zouden kunnen zijn van de uitstoot van de installaties van de site waaronder deze van Belgoprocess 1 (Cilva – verbrandingsoven voor vaste afvalstoffen, Pamela – verglazingsfabriek voor hoogradioactief afval), deze van Belgoprocess 2 (oude verwerkingsinstallatie voor het vloeibaar afval van het SCK•CEN) en deze van Belgonucleaire waarop de uitstoot van alfastralers en Pu betrekking heeft. Opgemerkt dient te worden dat FBFC International – fabriek voor de productie van met ^{235}U verrijkte nucleaire splijtstof en momenteel van MOX – hier buiten beschouwing wordt gelaten, omdat zijn atmosferische uitstoot in termen van activiteit verwaarloosbaar is;
- De kerncentrale van Doel en de nucleaire installaties van de site van Mol-Dessel hebben geen meetbare radiologische impact op hun omgeving via hun atmosferische lozingen.

4.3 RADIOACTIVITEIT IN DE RIVIEREN

Het gaat hier om verschillende rivieren: de Molse Nete is een waterloop die de lozingen van Belgoprocess 2 ontvangt, de verwerkingsinstallatie voor de vloeibare radioactieve effluenten van de site van Mol-Dessel; de Grote Laak en de Winterbeek die de lozingen ontvangen van de productievestiging van fosfaathoudende meststoffen van Kwaadmechelen en Tessenderlo (lozingen van ^{226}Ra); de Grote Nete, waarin al deze waterlopen uitmonden; de Rupel, waarin de Grote Nete uitmondt, en tot slot de Schelde, die het hele Netebekken afwatert. Deze ontvangt eveneens de lozingen van de kerncentrale van Doel en eveneens de radioactieve lozingen van de ziekenhuizen en laboratoria van Antwerpen. De Schelde eindigt in een estuarium (zeewater) alvorens in de Noordzee uit te monden.

Belgoprocess 2 (voormalige verwerkingsinstallatie voor de vloeibare lozingen van het SCK•CEN) ontvangt ter verwerking vóór lozing alle vloeibare radioactieve afvalstoffen van de andere installaties van de site van Mol-Dessel (SCK•CEN, Belgoprocess, Belgonucleaire, FBFC). De lozingen in de Molse Nete mogen niet hoger zijn dan 25 GBq/maand aan alfa-, bèta- en gammaradioactiviteit, volgende de volgende formule:

$2{,}5\ [\alpha\ \text{totaal}] + 0{,}4\ [^{90}\text{Sr}\text{-}^{90}\text{Y}] + 2{,}5\ 10^{-5}\ [^{3}\text{H}] + [^{60}\text{Co}] + 1{,}5\ [^{134}\text{Cs}] + 1{,}5\ [^{137}\text{Cs}] + 0{,}1\ [\beta] \leq 25$ GBq/maand (150 GBq/jaar maximum met een concentratie limiet van 15 MBq/m³) in de rivier de Molse Nete.

met $[\beta] = [\beta\ \text{totaal}] - ([^{90}\text{Sr}\text{-}^{90}\text{Y}] + [^{60}\text{Co}] + [^{134}\text{Cs}] + [^{137}\text{Cs}])$

Men onderzoekt in dit water de totale alfa- en de totale bètaradioactiviteit. Er worden gammaspectrometrische analyses en specifieke radiummetingen uitgevoerd. Ook de pas afgezette sedimenten op de rivierbeddingen en nabij de oevers (bezinkbakken) worden onderzocht.

De steekproeven bekijken ook de waterorganismen: zoetwatermossen (*Cinclidotus danubicus*), -planten en -algen (indien aanwezig), maar ook zeemosselen (*Mytilus edulis*), garnalen (*Crangon sp.*) en schaaldieren – voor wat betreft het Schelde-estuarium – zijn goede biologische indicatoren (of "bio-indicatoren") voor de aanwezigheid van radioactiviteit.

De staalname- en controlepunten voor de radioactiviteit in het water, de sedimenten en de waterorganismen, zijn zodanig gekozen dat de radiologische impact van de nucleaire installaties langs de eerder genoemde waterlopen kan worden nagegaan:

- Op de Winterbeek (*Win*) nabij het lozingskanaal van Tessenderlo Chemie;
- Op de Grote Laak (*GLa*) nabij de lozingspunten van Tessenderlo Chemie;
- Op de Molse Nete (*MNe*) nabij het lozingspunt van het afvoerkanaal van Belgoprocess 2 van de site van Mol-Dessel;
- Op de Grote Nete (*GNe*) nabij Geel, die de voorgaande waterlopen afwatert;
- Op de Rupel (*Rup*) nabij Boom;
- Op de Schelde (*Sch*) nabij Doel;
- Verderop in het estuarium voor de fauna (garnalen en zeemosselen) en de flora (algen *Fucus vesiculosus*): regio Kieldrecht nabij Doel, Kloosterzande en Hoofdplaat, gelegen op het estuariene gedeelte van de Schelde ten noorden van de Belgisch-Nederlandse grens (*Estu*).

De verkregen resultaten tonen aan dat regelmatig de aanwezigheid van natuurlijke radioactiviteit wordt gedetecteerd (^{226}Ra in de Grote Laak en de Winterbeek) en, wat kunstmatige radioactiviteit betreft, voornamelijk ^{3}H in de Molse Nete.

Meer gedetailleerd:

- In het water van de Molse Nete is de kunstmatige radioactiviteit toe te schrijven aan de aanwezigheid van ^{3}H, dat schommelt van 16 tot 170 Bq/l met een « piek » in juni van 740 Bq/l (uitstoot van de site van Mol-Dessel). We detecteren sporen van transurane elementen ($^{238,\ (239+240)}$Pu en ^{241}Am) in de orde van 1.10^{-4} Bq/l (DL ~10^{-4}). De natuurlijke radioactiviteit is toe te schrijven aan ^{40}K (enkele tienden Bq/l) en aan ^{234}U in concentraties van 0,001 tot 0,003 Bq/l en aan ^{235}U met concentraties van 0,0001 tot 0,0002 Bq/l;
- In de sedimenten is de radioactiviteit hoofdzakelijk van natuurlijke oorsprong (K en Ra). Radium is gemakkelijk waarneembaar – vooral in de Grote Laak en de Winterbeek (lozingspunten) met waarden van 200 tot 1200 Bq/kg droog. De concentraties nemen af naarmate men zich in het bekken verder naar de Schelde begeeft. De recente sedimenten van de Molse Nete vertonen sporen van kunstmatige radioactiviteit (voornamelijk ^{137}Cs en transurane elementen – Pu en Am), aangevoerd door de vloeibare lozingen van Belgoprocess 2 (lozingen binnen de toegestane limieten). Deze radioactiviteit wordt al snel zeer moeilijk waarneembaar naarmate men zich verder van het lozingspunt verwijdert;
- In de flora en fauna is ^{40}K de belangrijkste bron van radioactiviteit. Men meet in de Molse Nete (mossen en waterplanten) de aanwezigheid van ^{137}Cs, te wijten door de lozingen met kunstmatige radioactiviteit van de site van Mol-Dessel (lozingen door de installatie van Belgoprocess 2). In het estuarien milieu (Schelde) worden sporen van ^{226}Ra waargenomen in de zeefauna en -flora.

De volgende tabel geeft een overzicht van de verkregen resultaten.

Metingen van de radioactiviteit in de rivieren van het Nete-Scheldebekken

	Water (Bq/l)		Sedimenten (Bq/kg droog)		Fauna (Bq/kg vers)		Flora (Bq/kg vers)	
	meting	DL	meting	DL	meting	DL	meting	DL
γ	NM	≤ 1	NM	< 3	NM (Estu)	1 tot 5 20 tot 50 (^{7}Be)	NM	5 tot 13 (MNe) 1 tot 6 (Estu)
^{60}Co			2,4 tot 7,6 (MNe) 1,5 tot 7,9 (GNe)	~ 4 ~ 1	NM (Estu)	1 tot 4	NM	~ 7 (MNe) ~ 2 (Estu)
^{137}Cs	NM	0,10 tot 0,20	sporen: 2 tot 9 (Win, GLa) 40 tot 100 (MNe) 10 tot 100 (GNe)		NM (Estu)	1 tot 3	8 tot 21 (MNe) NM (Estu)	~ 2

NM: niet meetbaar, meting lager dan of gelijk aan de detectielimiet (DL)

Metingen van de radioactiviteit in de rivieren van het Nete-Scheldebekken (vervolg)

	Water (Bq/l)		Sedimenten (Bq/kg droog)		Fauna (Bq/kg vers)		Flora (Bq/kg vers)	
	meting	DL	meting	DL	meting	DL	meting	DL
^{131}I			NM (GLa) 20 tot 320 (Win) 17 tot 70 (GNe)	~ 11 ~ 20 ~ 8				
α totaal	0,9 tot 4,6 (Win, GLa) 0,01 tot 0,03 (MNe) 0,025 tot 0,040(GNe) 0,04 tot 0,21 (Sch)	1,0 tot 1,5 ~ 0,01 ~ 0,023 ~ 0,08						
$^{238, (239+240)}Pu$ ^{241}Am	sporen (~ 10^{-4}) (MNe) NM (Esc)	~ 9,8 10^{-5} ~ 1,2 10^{-4}	3 tot 90 (MNe)		NM (Estu)	0,11 tot 0,12	NM (MNe) NM (Estu)	~ 0,07 0,15 tot 1,16
^{226}Ra	0,05 tot 1,28 (Win, GLa) 0,006 tot 0,020 (MNe) 0,0014 tot 0,0055 (GNe) 0,006 tot 0,019 (Rup) 0,010 tot 0,022 (Sch)	0,03 0,005 0,0013 0,005 0,005	360 tot 1200 (Win) 240 tot 560 (GLa) 23 tot 45 (MNe) 17 tot 57 (GNe)		sporen (Estu)	2 tot 5	sporen (MNe) 4 tot 16 (Estu)	~ 23
β totaal	0,4 tot 1,5 (Win) 2,5 tot 6,1 (GLa) 0,3 tot 0,4 (MNe) 0,2 tot 0,3 (GNe) 1,4 tot 3,7 (Sch)	~ 1,4 ~ 1,3						
^{3}H	16 tot 740 (MNe) 5 tot 33 (GNe) 6 tot 18 (Sch)	~ 7 ~ 2 ~ 8			NM (Estu)	7 tot 8	10 tot 19 (MNe) NM (Estu)	6 tot 8
^{90}Sr			NM (MNe)	~ 7	NM (Estu)	~ 4	NM (MNe) NM (Estu)	~ 3 5 tot 6

^{99}Tc				NM (Estu)	~ 40
^{40}K	0,4 tot 0,8 (Win) 2,1 tot 5,7 (GLa) 0,2 tot 0,3 (MNe) 0,15 tot 0,23 (GNe) 0,9 tot 3,8 (Sch)	170 tot 300 (Win, GLa) 180 tot 270 (MNe) 195 tot 305 (GNe)	170 tot 200 (garnalen) 320 tot 390 (mosselen)	370 tot 1100 (MNe) 1050 tot 1300 (Estu)	

NM: niet meetbaar, meting lager dan of gelijk aan de detectielimiet (DL)

Samengevat:

- De natuurlijke radioactiviteit (^{40}K, en in mindere mate ^{226}Ra en ^{228}Th) is hoofdzakelijk verantwoordelijk voor het niveau van de radioactieve verontreiniging van de verschillende compartimenten van de rivieren;
- De kerncentrale van Doel heeft geen meetbare radiologische impact op de Schelde;
- De ecologische situatie van de Molse Nete is problematisch op het vlak van de chemische verontreiniging in het algemeen. Op radiologisch vlak bevat deze waterloop abnormaal hoge concentraties van kunstmatige radio-elementen (onder andere tritium en cesium), die het resultaat zijn van de nucleaire bedrijfsactiviteit van de site van Mol-Dessel, die nochtans binnen de lozingslimieten blijft die voor haar zijn vastgesteld. De afgelopen jaren lijkt de situatie echter te verbeteren;

  Deze vaststelling moet worden gematigd door op te merken dat dit water als dusdanig niet voor menselijke consumptie mag worden gebruikt. Anderzijds stroomt dit water door landbouwzones, die op die manier lokaal – vooral chemisch (oevers, afzetzones voor baggerslib enz.) – kunnen worden verontreinigd. In de toekomst zou de aanvoer van chemische en radioactieve contaminanten best worden verminderd.

5. DE MARITIEME ZONE: DE BELGISCHE KUST

De Noordzee ontvangt niet alleen rechtstreeks de vloeibare effluenten van de Franse (kerncentrales van Gravelines, via het Kanaal; die van Paluel en Flamanville en de opwerkingsfabriek van La Hague) en Engelse nucleaire installaties (de centrales van Dungeness, Bradwell en Sizewell), maar daarnaast monden er ook nog eens verschillende rivieren in uit die op hun beurt radioactieve effluenten ontvangen, onder andere de Maas en de Schelde voor België.

Daarom wordt zij nauwgezet gecontroleerd door alle aangrenzende landen die de verdragen van Oslo en Parijs (OSPAR) hebben ondertekend.

Voor de Belgische kust werden verscheidene bemonsteringspunten gekozen waar viermaal per jaar stalen worden genomen van zeewater, sedimenten en bodemvissen, door het oceanografisch schip "Belgica" (foto rechts, genomen vanaf de site van de Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee – BMM). In een strook van 5 tot 25 km voor de steden Koksijde, Nieuwpoort, Oostende en Blankenberge (één punt bevindt zich op 37 km loodrecht boven Wenduine nabij Blankenberge) worden zestien staalnamen verricht. De metingen worden gebruikt voor de opvolging van de concentraties aan alfa-, bèta- en gammastralende radio-elementen en aan ^{40}K voor wat de natuurlijke radioactiviteit betreft.

Aan de kust worden voornamelijk algen, vissen, weekdieren en schaaldieren onderzocht, vanwege hun accumulatie- en concentratiecapaciteit, om de voornaamste splijtings- en activeringsproducten, alsook Th, Pu en U te meten.

De gecontroleerde compartimenten zijn:

- Bodemcompartiment: bodemmonsters (weilanden) dichtbij Koksijde;
- Compartiment zee: water, sedimenten en monsters van de fauna (schaaldieren, tweeschaligen, vissen) en flora (algen).

Algemeen: de verkregen resultaten tonen duidelijk dat de radiologische situatie van de maritieme zone uitstekend is en geen acties vereist. Er wordt inderdaad alleen natuurlijke radioactiviteit gemeten (^{40}K). Soms worden sporen van kunstmatige radioactiviteit (^{137}Cs en transuranen in vissen) gedetecteerd (in de buurt van de detectielimieten van de meetapparatuur) maar die blijven volledig verwaarloosbaar.

5.1 RADIOACTIVITEIT VAN DE ATMOSFEER

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de verkregen resultaten voor de stofdeeltjes in de lucht.

Metingen van de radioactiviteit van de atmosfeer (lucht) aan de Belgische kust

	Stofdeeltjes in de lucht (Bq/m³)	
	meting	DL
γ	NM	~ 10^{-5} 0,3 tot 0,4 10^{-5} ($^{134, 137}$Cs) ~ 3 10^{-5} (^{106}Ru)
^{7}Be	(1 tot 3) 10^{-3}	
β totaal	(0,14 tot 0,34) 10^{-3}	
^{40}K	NM	~ 6 10^{-5}

NM: niet meetbaar, meting lager dan of gelijk aan de detectielimiet (DL)

De verkregen resultaten tonen duidelijk dat de lucht in de regio van Koksijde (Belgische kust) geen enkel radiologisch probleem vaststelt. De gemeten waarden liggen allemaal onder of in de buurt van de – zeer lage – detectiedrempels van de meetapparatuur. Enkel de natuurlijke radioactiviteit kan voldoende gemeten worden.

Samengevat:

- De natuurlijke radioactiviteit is hoofdzakelijk verantwoordelijk voor het – zeer lage – niveau van de radioactieve verontreiniging van de atmosfeer. ^{7}Be wordt namelijk zeer goed opgevolgd (natuurlijk kosmogeen radioactief element);
- Dit aspect van de controle van de atmosferische radioactiviteit wordt gestaafd door de gegevens van de continue metingen die worden uitgevoerd door alle "luchtmeetstations" die over het grondgebied verspreid zijn in het kader van het automatisch meetnet TELERAD.

5.2 RADIOACTIVITEIT VAN DE BODEM

De bodemmonsters worden eenmaal per jaar genomen in Koksijde. De eventuele radioactieve afzetting wordt onderzocht via staalnamen van grassen (oppervlakteafzetting).

De analyses hebben betrekking op de detectie van gamma-, bèta- en alfastralers. De detectielimieten kunnen verschillen naar gelang de hoeveelheid en de dichtheid van de genomen bodemmonsters, de gebruikte geometrie voor de metingen en het globale activiteitsniveau van het monster.

Meer gedetailleerd:

- De resultaten wijzen in de eerste plaats op het ruime overwicht van de natuurlijke radioactiviteit, afgegeven door kalium-40 van de bodem dat het stabiele kalium volgt (^{40}K maakt 0,0119% van het totale kaliumgehalte uit), waarvan de concentratie verschilt naar gelang de bodem en afhankelijk van het seizoen. Ook de natuurlijke alfastralers (^{226,228}Ra, ^{228}Th) worden regelmatig waargenomen;

- Wat de kunstmatige radioactiviteit betreft, worden in de bodem sporen van ^{137}Cs gemeten die zijn toe te schrijven aan de neerslag van de ramp in Tsjernobyl en aan de veel oudere fall-out van de kernproeven in de atmosfeer (die een hoogtepunt kenden in de jaren 1960). De transurane kunstmatige alfastralers (^{241}Am) zijn niet meetbaar.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de verkregen resultaten voor de bodemstalen (weilanden/bodemoppervlak).

Metingen van de radioactiviteit van de bodem (weilanden/bodemoppervlak) aan de Belgische kust

	Site van Koksijde (Bq/m^2)	
	meting	DL
γ	NM	20 tot 40
^{137}Cs	200 tot 400	
^{40}K	(0,9 tot 17) 10^3	
^{226}Ra ^{228}Ra	(0,3 tot 0,7) 10^3	
^{228}Th	(0,3 tot 0,7) 10^3	
^{241}Am	NM	~ 40

NM: niet meetbaar, meting lager dan of gelijk aan de detectielimiet (DL)

Samengevat:

- De natuurlijke radioactiviteit (K, Ra, Th) is hoofdzakelijk verantwoordelijk voor het niveau van de radioactieve verontreiniging van de bodem;
- ^{137}Cs wordt waargenomen, wat normaal is aangezien dit, zoals reeds vermeld, voortkomt uit de fall-out van de atmosferische proeven met kernwapens in de jaren zestig en van de radioactieve wolk van Tsjernobyl die is overgetrokken. Anderzijds zijn de gemeten waarden logischerwijs lager dan die welke worden aangetroffen in het Maas-Samberbekken, waar de neerslag als gevolg van Tsjernobyl iets hoger was dan in Vlaanderen.

5.3 RADIOACTIVITEIT VAN HET MARIENE MILIEU

Om de drie maanden worden zestien bemonsteringspunten aangedaan door het oceanografisch schip "Belgica". Deze punten bevinden zich in een strook van 5 tot 25 km voor de steden Koksijde, Nieuwpoort, Oostende en Blankenberge (één punt bevindt zich op 37 km loodrecht voor Wenduine nabij Blankenberge).

De metingen worden gebruikt voor de opvolging van de concentraties aan alfa-, bèta- en gammastralende radio-elementen en aan ^{40}K voor wat de natuurlijke radioactiviteit betreft.

De staalnamen van zeewater worden verricht met behulp van "Niskin"-flessen (foto rechts).

De sedimenten worden opgehaald met behulp van een "Van Veen"-grijper (foto links), een soort grijper die met geopende klauwen aan een stalen kabel wordt neergelaten op de bodem van de zee.

Zodra de klauwen de bodem raken, ontspant de veer die de klauwen openhoudt. Wanneer de grijper weer wordt opgehaald, sluiten de klauwen zich en nemen zo een hoeveelheid zand of sediment mee van de zeebodem.

Met behulp van een sleepnet worden monsters verzameld van de fauna (vissen), die worden bewaard om ze later op radioactiviteit te kunnen onderzoeken (foto rechts).

De verkregen resultaten zijn geruststellend wat de radiologische toestand van het zeemilieu betreft.

Meer gedetailleerd:

- De verkregen resultaten tonen aan dat regelmatig de aanwezigheid van natuurlijke radioactiviteit (^{40}K) wordt waargenomen;
- Sporen van kunstmatige radioactiviteit (^{137}Cs, ^{60}Co, $^{238,(239+240)}Pu$) worden aangetroffen in mariene sedimenten en in vissen.

De volgende tabel geeft een overzicht van de verkregen resultaten.

Radioactiviteitsmetingen van het maritieme milieu: water en sedimenten

	Water (Bq/l)		Sedimenten (Bq/kg droog)	
	meting	LD	meting	LD
γ	NM	~ 0,1	NM	0,5 tot 2,0
^{137}Cs	NM	0,09	1,0 tot 4,5	0,8
^{60}Co	NM	0,10	sporen 1,2 tot 1,8	~ 0,8
β totaal	10 tot 11			
^{40}K	~ 12		200 tot 400	
$^{226,228}Ra$			8 tot 11	
$^{238,(239+240)}Pu$	NM	(3,0 tot 4,0) 10^{-4}	0,11 tot 0,38	~ 0,07

NM: niet meetbaar, meting lager dan of gelijk aan de detectielimiet (DL)

Radioactiviteitsmetingen van het maritieme milieu: fauna en flora

	Flora (algen) (Bq/kg vers)		Fauna (mosselen en garnalen) (Bq/kg vers)		Fauna (platte vissen) (Bq/kg vers)	
	meting	LD	meting	LD	meting	LD
γ	NM	~ 0,3	NM	0,10 tot 0,15	NM	0,3 tot 0,4
^{137}Cs	NM	~ 0,3	NM	~ 0,13	sporen	~ 0,3
^{60}Co	NM	~ 0,4	NM	~ 0,14	NM	~ 0,3
^{131}I	0,3 tot 4,5		NM	~ 0,14	NM	~ 39
^{90}Sr	NM	~ 0,2	NM	~ 0,11	NM	~ 0,14
^{40}K	180 tot 240		60 tot 80		110 tot 120	
^{228}Ra	1 tot 2	~ 0,5	NM	0,5 tot 0,8	NM	~ 1,2
$^{238,(239+240)}Pu$	NM	~ 0,03	NM	0,02 tot 0,03	sporen	0,02 tot 0,03
^{241}Am	NM	~ 0,03	Sporen	0,02 tot 0,03	sporen	0,03

NM: niet meetbaar, meting lager dan of gelijk aan de detectielimiet (DL)

Samengevat:

- De natuurlijke radioactiviteit (^{40}K) is hoofdzakelijk verantwoordelijk voor de radioactiviteit van de verschillende compartimenten van het maritieme milieu;
- De vissen bevatten sporen van ^{137}Cs en van $^{238,\ (239+240)}Pu$ - ^{241}Am, transurane elementen van kunstmatige oorsprong (geproduceerd en geloosd door de nucleaire energiebedrijven – kerncentrales en uitgestoten door de nucleaire opwerkingsbedrijven van afgewerkte brandstof – opwerkingsfabrieken van La Hague in Frankrijk en Sellafield in het Verenigd Koninkrijk). Alle concentraties bevinden zich op het niveau van de detectielimieten.

6. DE REFERENTIEZONE

Op het Belgisch grondgebied werden bemonsteringsstations gekozen op basis van hun geografische ligging die hen beschut tegen mogelijke lozingen van kunstmatige en/of natuurlijke radioactiviteit door menselijke activiteit, en die een belangrijk deel van de bevolking omvat.

In dat opzicht werd de Brusselse agglomeratie met zijn miljoen inwoners (1/10 van de totale bevolking van België) gekozen als een referentiezone.

De gecontroleerde compartimenten zijn:

- Compartiment lucht: staalnamen van stofdeeltjes in de lucht en regen;
- Compartiment bodem.

Algemeen: de verkregen resultaten tonen duidelijk aan dat de radiologische situatie van de Brusselse agglomeratie probleemloos is.

6.1 RADIOACTIVITEIT IN DE LUCHT

De volgende tabel vat alle resultaten samen die werden verkregen voor de onderzochte compartimenten van de atmosfeer: stofdeeltjes in de lucht, in pluviometers opgevangen regen en bezinkbakken.

Metingen van de radioactiviteit in de atmosfeer (lucht en regen) van de referentiezone

	Stofdeeltjes in de lucht (Bq/m^3)		Regen (Bq/l)		Bezinkbakken (Bq/l)	
	meting	DL	meting	DL	meting	DL
γ	NM	$\sim 10^{-5}$ $0{,}3\ 10^{-5}$ (^{134,137}Cs) $2{,}5\ 10^{-5}$ (^{106}Ru)	NM	$< 0{,}5$ $\sim 0{,}07$ (^{134,137}Cs) $\sim 0{,}6$ (^{106}Ru)	NM	$< 0{,}5$ $\sim 0{,}11$ (^{134,137}Cs) $\sim 1{,}0$ (^{106}Ru)
^{7}Be	(2,5 tot 5,5) 10^{-3}		0,6 tot 1,8	~ 0,7	0,9 tot 4,1	~ 1,2
			Regen (Bq/m²)		Bezinkbakken (Bq/m²)	
β totaal	(0,2 tot 0,6) 10^{-3}		0,4 tot 10,0 (filtraat) 1,0 tot 11,6 (filterneerslag)		0,9 tot 18,0 (filtraat) 0,5 tot 23,0 (filterneerslag)	
^{40}K			0,2 tot 1,2 (filtraat)		0,2 tot 7,0 (filtraat)	
^{3}H			170 tot 610 (filtraat)	210	sporen (filtraat)	130
α totaal			0,4 tot 2,5 (filtraat) 0,1 tot 3,7 (filterneerslag)		0,3 tot 2,1 (filtraat) 0,2 tot 6,5 (filterneerslag)	

NM: niet meetbaar, meting lager dan of gelijk aan de detectielimiet (DL)

De verkregen resultaten tonen duidelijk aan dat de lucht in de Brusselse agglomeratie (site van het WIV) op radiologisch vlak geen enkel probleem vormt. De gemeten concentraties liggen allemaal onder of in de buurt van de – zeer lage – detectielimieten van de meetapparatuur. Enkel natuurlijke radioactiviteit kan worden aangetoond.

Samengevat:

- De natuurlijke radioactiviteit is hoofdzakelijk verantwoordelijk voor het – zeer lage – niveau van de radioactieve verontreiniging van de atmosfeer. ^{7}Be wordt namelijk zeer goed opgevolgd (natuurlijk kosmogeen radioactief element);
- Dit aspect van de controle van de atmosferische radioactiviteit wordt gestaafd door de gegevens van de continue metingen die worden uitgevoerd door alle "luchtmeetstations" die over het grondgebied verspreid zijn in het kader van het automatisch meetnet TELERAD (gelokaliseerd in Brussel, Ukkel, Dilbeek & Zaventem).

6.2 RADIOACTIVITEIT VAN DE BODEM

De bodemmonsters worden eenmaal per jaar genomen op de site van het WIV in Brussel. De eventuele radioactieve afzetting wordt onderzocht via staalnamen van grasbodems (oppervlakteafzetting).

De analyses hebben betrekking op de detectie van gamma-, bèta- en alfastralers. De detectielimieten kunnen verschillen naar gelang de hoeveelheid en de dichtheid van de genomen bodemmonsters, de gebruikte geometrie voor de metingen en het globale activiteitsniveau van het monster.

Meer gedetailleerd:

- De resultaten wijzen in de eerste plaats op het ruime overwicht van de natuurlijke radioactiviteit, afgegeven door kalium-40 van de bodem dat het stabiele kalium volgt (^{40}K maakt 0,0119% van het totale kaliumgehalte uit), waarvan de concentratie verschilt naar gelang de bodem en afhankelijk van het seizoen. Ook de natuurlijke alfastralers (^{226,228}Ra, ^{228}Th) worden regelmatig waargenomen;
- Wat de kunstmatige radioactiviteit betreft, worden in de bodem sporen van ^{137}Cs gemeten die zijn toe te schrijven aan de neerslag van de ramp in Tsjernobyl en aan de veel oudere fall-out van de kernproeven in de atmosfeer (die een hoogtepunt kenden in de jaren 1960). De transurane kunstmatige alfastralers (^{241}Am) zijn niet meetbaar.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de verkregen resultaten voor de bodemstalen (weilanden/bodemoppervlak).

Samengevat:

- De natuurlijke radioactiviteit (^{40}K, ^{226,228}Ra, ^{228}Th) is hoofdzakelijk verantwoordelijk voor het niveau van de radioactieve verontreiniging van de bodem;
- ^{137}Cs wordt waargenomen omdat dit, zoals reeds vermeld, voortkomt uit de fall-out van de atmosferische proeven met kernwapens in de jaren zestig en van de radioactieve wolk van Tsjernobyl die is overgetrokken. Anderzijds zijn de gemeten waarden logischerwijs lager dan die welke worden aangetroffen in het Maas-Samberbekken, waar de neerslag als gevolg van Tsjernobyl iets hoger was.

Metingen van de radioactiviteit van de bodem (weilanden/bodemoppervlak) in de referentiezone

	Site van het WIV (Brussel) (Bq/m^2)	
	meting	DL
γ	NM	10 tot 40
^{137}Cs	380	~ 18
^{40}K	18 10^3	
^{226}Ra ^{228}Ra	~ 1300	
^{228}Th	~ 1300	

NM: niet meetbaar, meting lager dan of gelijk aan de detectielimiet (DL)

7. DE VOEDSELKETEN: DRINKWATER, MELK EN VOEDINGSPRODUCTEN

Sinds het begin van de jaren '60 verricht het WIV (destijds het IHE – Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie) onderzoek naar de radiocontaminatie van de voedselketen. Later werd dit programma overgenomen door DBIS (Dienst Bescherming tegen Ioniserende Stralingen van het Ministerie van Sociale zaken, Volksgezondheid en Leefmilieu), daarna, sinds 2001, door het FANC.

Regelmatig worden monsters genomen van leidingwater, voedingsproducten zoals melk, vlees, zee- en riviervis evenals van groenten en maaltijden van bedrijfsrestaurants (proefmaaltijden). Deze monsters worden vervolgens geanalyseerd en hun gehalte aan radionucleïden bepaald.

De kunstmatige radioactiviteit van voedingsproducten is hoofdzakelijk afkomstig van de eventuele aanwezigheid van splijtingsproducten met een lange halveringstijd, zoals ^{90}Sr en ^{137}Cs, die voornamelijk voortkomen uit kernproeven in de atmosfeer die plaatsvonden in de jaren 1960.

In geval van een ongeval (zoals dat in Tsjernobyl), zal een verhoging van de radiocontaminatie op korte termijn vooral worden veroorzaakt door de eventuele aanwezigheid van ^{131}I en op lange termijn door de aanwezigheid van ^{137}Cs, ^{134}Cs, ^{90}Sr en eventueel van ^{103,106}Ru, enz.

De controles die in België worden verricht, hebben betrekking op de volgende compartimenten:

- Drinkwater: stalen genomen uit het leidingnet (kraan) en op gelijkmatig verdeelde punten in België, om te voldoen aan de verplichting van de EC om een dicht (veel punten, klassieke radioactiviteitsmetingen) en verspreid (klein aantal punten, metingen van zeer lage radioactiviteit) controlenetwerk te installeren (artikel 35/36 van het EURATOM-verdrag);

- Melk: stalen eveneens over het volledige Belgisch grondgebied genomen, in melkerijen en op boerderijen, ook om te voldoen aan de verplichting van de EC om een dicht en verspreid controlenetwerk te installeren;

- Voedingsproducten: stalen worden genomen in de groothandel en op markten, zeevissen worden gecontroleerd vanaf de vismarkten aan de Belgische kust;

- "Proefmaaltijden" worden maandelijks voor elk gewest in België (Brussels Hoofdstedelijk Gewest, Vlaanderen en Wallonië) genomen in bedrijfsrestaurants (verplichting van de EC art. 35/36 van het EURATOM-verdrag – installatie van een dicht en verspreid netwerk) die radiologisch worden geanalyseerd.

Algemeen toont dit controleprogramma aan en bevestigt het, na vele tientallen jaren van observatie, dat de invloed van de nucleaire installaties op de voedingsproducten niet waarneembaar is en dat de radiologische toestand van de "boodschappenmand" in België volledig normaal is.

7.1 RADIOACTIVITEIT VAN HET DRINKWATER

Tot in 1998 bestonden er geen Europese normen voor de radioactiviteit van het drinkwater waarbij het "ALARA"-principe – "As Low As Reasonably Achievable", d.w.z. zo laag als redelijkerwijs haalbaar is – van toepassing was. Niettemin legde een aanbeveling van de WHO de volgende niveaus vast:

7800 Bq/liter voor ^{3}H, 5 Bq/liter voor ^{90}Sr, 20 Bq/liter voor ^{60}Co, 6 Bq/liter voor ^{131}I, 10 Bq/liter voor ^{137}Cs, 1 Bq/liter voor ^{226,228}Ra, 0,1 Bq/liter voor ^{232}Th, 4 Bq/liter voor ^{234,238}U, 0,3 Bq/liter voor ^{239}Pu, enz.

Sinds november 1998 heeft de Europese Commissie een richtlijn uitgevaardigd met als referentie ***98/83/EC van de Raad van 3 november 1998 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water***. Deze richtlijn handelt over de microbiologische, chemische en radioactieve aspecten. Wat dit laatste punt betreft, moeten de technische bijlagen houdende de uit te voeren analyses en de toepassingsmodaliteiten van de richtlijn nog altijd worden voltooid (vermoedelijke publicatie in de loop van 2008).

De richtlijn preciseert twee parameterwaarden die moeten worden nageleefd: ***100 Bq/liter voor tritium*** (^{3}H) en een ***totale indicatieve dosis – TID – per jaar van 0,1 mSv*** (deze dosis houdt in haar berekening geen rekening met de bijdrage van tritium ^{3}H, kalium ^{40}K, radon ^{222}Rn en zijn verwante producten - lood ^{210}Pb en polonium ^{210}Po om de belangrijkste te noemen vanuit radiologisch oogpunt). De dosis wordt berekend op basis van een jaarlijkse inname van 730 liter water voor volwassenen of kinderen ouder dan 10 jaar.

Wat betreft de noodzaak om al dan niet de totale indicatieve dosis te berekenen, werd in de technische bijlagen gekozen voor twee methoden die zich baseren op sorteerwaarden of zogenaamde "screening"-waarden. De lidstaten mogen een van beide methoden kiezen naar gelang hun gewoonten en voorkeuren inzake radiologisch toezicht op het leefmilieu en de bevolking. Deze "screening"-waarden vereenvoudigen de controle van het water en maken onnodige, dure analyses overbodig, maar garanderen niettemin dat het leidingwater voldoet aan de normen. In beide gevallen dient de parameterwaarde van 100 Bq/liter voor tritium eveneens als "screening"-waarde.

- De eerste methode, de zogenaamd "*globale*" methode, berust op een evaluatie van de globale natuurlijke en kunstmatige radioactiviteit met "screening"-waarden van 0,1 Bq/liter voor totale alfa en 1 Bq/liter voor totale bèta. Deze waarden maken een snelle "sortering" van het water mogelijk. Wanneer deze concentraties worden overschreden, wordt best onderzocht of de natuurlijke radioactiviteit niet verantwoordelijk is voor de gemeten niveaus. Als dit niet zo is, moeten zoveel mogelijk radio-elementen worden geanalyseerd (gamma-, bèta- en alfaspectrometrieën).

  Dit is de methode die door België wordt toegepast in het kader van zijn programma voor radiologische controle van het drinkwater (met bovendien systematisch doorgevoerde gammaspectrometrische analyses).

- De tweede methode, de zogenaamde "*specifieke analyses van radionucleïden*", berust op de meting van een zeker aantal radio-elementen (Uranium; in β: ^{14}C en ^{90}Sr; in α: $^{239+240}Pu$ en ^{241}Am; in γ: ^{60}Co, $^{134-137}Cs$ en ^{131}I) waarvan de concentraties lager moeten zijn dan 20% van de referentieconcentratiewaarde (hetgeen overeenstemt met de concentratie van een radioelement die op zichzelf een dosis van 0,1 mSv zou veroorzaken).

Indien één van de "screening"-waarden wordt overschreden, moeten volledige α-, β- en γ-analyses worden uitgevoerd om de totale indicatieve dosis te berekenen op basis van de omzettingsfactoren vermeld in de "Basic Safety Standards" van de Richtlijn 96/29/EURATOM (voor een jaarlijkse inname van 730 liter voor volwassenen of kinderen ouder dan 10 jaar).

België, dat honderden winningspunten telt (met name in Wallonië in kleine dorpen), zal een algemeen controleplan voor zijn water moeten invoeren om deze nieuwe richtlijn te kunnen toepassen en naleven.

Het radiologisch controleprogramma neemt het voortouw en controleert reeds de kwaliteit van het leidingwater van de grootste waterdistributeurs van het land. De provincies waar de controles gebeuren, zijn de volgende: Brabant (Brussel), Luik (Luik), Namen (Namen), Henegouwen (Fleurus), Luxemburg (Bastogne), Oost-Vlaanderen (Gent), West-Vlaanderen (Poperinge), Antwerpen (Mol), Limburg (Zepperen).

De controle van de radioactiviteit gebeurt voor de totale alfastralers, totale bètastralers, ^{226}Ra en ^{40}K (natuurlijk) en voor tritium ^{3}H (kunstmatig). De onderstaande tabel geeft een overzicht van alle resultaten die verkregen werden in het kader van de controle van de radioactiviteit van het drinkwater.

Meer gedetailleerd:

- Enkel ^{3}H en ^{40}K kunnen worden gedetecteerd, maar de metingen blijven nauwelijks hoger dan de detectielimieten van de meetapparaten wanneer ze significant zijn;
- Op sommige plaatsen overschrijden de concentraties van α-totaal de screeningwaarde van 0,1 Bq/liter die als waakzaamheidsdrempel wordt beschouwd.
- Het leidingwater is dus volkomen drinkbaar en voldoet globaal aan de Europese normen.

Samengevat:

- De radiologische impact van de nucleaire industrie is niet meetbaar in het leidingwater: dit beantwoordt aan de nieuwe normen die zijn ingevoerd door de Europese richtlijn inzake drinkwater;
- Merk op dat het grootste deel van de bètaradioactiviteit wordt verklaard door de aanwezigheid van ^{40}K, een natuurlijk radio-element waarvan de bijdrage niet in aanmerking moet worden genomen voor de berekening van de dosis waaraan de mens is blootgesteld;
- Een grondigere analyse van de resultaten van het radiologisch controleprogramma toont aan dat het voor menselijke consumptie bestemde water over het algemeen beantwoordt aan de normen maar dat er op sommige plaatsen (met name Poperinge, Fleurus en Luik) bijzonder moet worden gelet op de concentraties van totale alfastralers, waarvan de grootste bijdrage afkomstig is van (natuurlijk) ^{226}Ra, die soms de screeningwaarde van 0,1 Bq/liter overschrijdt. Ook al leidt dit niet tot een overschrijding van de TID, toch moet dit water met bijzondere aandacht worden

gecontroleerd. Idealiter zou in de toekomst moeten worden "teruggegaan" naar de bron om te achterhalen welk(e) winningspunt(en) aan de oorsprong liggen van deze te hoge radiumconcentraties.

Metingen van de radioactiviteit in het drinkwater

	Radioactiviteit van het water (Bq/l)	DL (Bq/l)	"Screening"-waarde (Bq/l)
^{3}H	NM (Bastogne, Fleurus)	~ 7	100
	30 tot 36 (Namen)	~ 7	
	NM (Mol, Zepperen, Poperinge)	5 tot 8	
	NM (Luik)	~ 2	
	sporen: 3 tot 4 (Brussel, Gent)	~ 2	
	10 tot 17 (Gent)	~ 2	
residuele β totaal*	NM (Bastogne, Fleurus, Namen)	0,03 tot 0,04	1
	0,05 tot 0,13 (Mol, Zepperen)		
	0,30 (Poperinge)		
	0,01 tot 0,07 (Gent, Brussel, Luik)		
^{40}K	0,03 tot 0,07 (Bastogne, Fleurus)		NVT
	0,06 tot 0,09 (Namen)		
	0,120 tot 0,13 (Mol)		
	0,20 tot 0,28 (Zepperen, Poperinge)		
	0,07 tot 0,12 (Gent, Brussel, Luik)		
α totaal	sporen (Mol)	0,01 tot 0,06	0,1
	0,05 tot 0,13 (Zepperen)		
	0,38 tot 0,43 (Poperinge)		
	NM (Bastogne, Namen)		
	0,12 tot 0,16 (Fleurus)		
	0,07 (Gent)		
	0,04 tot **0,09** (Brussel)		
	0,11 tot 0,13 (Luik)		
^{226}Ra	NM (Gent, Brussel, Luik)	0,02 tot 0,03	0,1
	0,12 tot 0,14 (Poperinge)		
	0,04 tot 0,08 (Fleurus)		

NM: niet meetbaar, meting lager dan of gelijk aan de detectielimiet (DL)
**: bèta totaal min ^{40}K*

7.2 RADIOACTIVITEIT VAN MELK

Melk is niet alleen een voedingsproduct dat in grote hoeveelheden wordt geconsumeerd door zuigelingen, maar het is ook een belangrijke biologische indicator van de overdracht van radionuclëiden op de mens via de voedselketen. Daarom wordt deze met bijzondere aandacht gecontroleerd. Een regelmatige controle van de radioactiviteit van de melk van melkerijen is te verkiezen boven een – vaak willekeuriger – steekproef van geconsumeerde

voedingsmiddelen. Deze meting weerspiegelt inderdaad vrij goed de gemiddelde totale ingestie van kunstmatige radionuclëiden door de bevolking. De melkerijen, verspreid over het grondgebied, verzamelen de melk van koeien die een rol spelen van "integrator" van de op geconsumeerde planten neergeslagen of vastgehechte radioactiviteit. De contaminatie van de melk geeft ook een tamelijk correct en snel beeld van de radioactieve contaminatietoestand van een grondgebied.

De waarneming van ^{137}Cs in een gewogen mengsel van melk kan doorgaans volstaan om de collectieve dosis door de voeding te berekenen. Toch wordt ook melk van boerderijen en melkerijen verzameld. De melkerijen die worden geselecteerd voor de staalnamen bevinden zich in een kleine straal (20 km) rond de kerncentrales, en worden gekozen op basis van de omvang van hun productie. Ze vertegenwoordigen nagenoeg de volledige melkproductie van de streek. De boerderijen van hun kant bevinden zich op de lijn van de dominante windrichtingen nabij de nucleaire sites.

Elke maand wordt een nationaal mengsel samengesteld op basis van de belangrijkste Belgische melkerijen. Dit mengsel wordt gewogen op basis van het relatieve belang van elk van deze melkerijen.

De radionuclëiden waarnaar voornamelijk wordt gezocht in de melkstalen, zijn: ^{40}K voor de natuurlijke radioactiviteit en ^{90}Sr, ^{134,137}Cs en ^{131}I wat de kunstmatige radioactiviteit betreft (bèta- en gammastralers).

Meer gedetailleerd:

- De resultaten met betrekking tot de natuurlijke radioactiviteit van de melk tonen aan dat het gehalte van een liter melk constant blijft op ongeveer 48-53 Bq. De overige kunstmatige radio-elementen zijn vrijwel niet waarneembaar;
- De melkdistributie in België voldoet volkomen aan de limieten die zijn vastgesteld door de Europese Commissie: maximaal 370 Bq/kg voor ^{134}Cs en ^{137}Cs in melk en van melk afgeleide producten (Gemeenschapsreglementering inzake Stralingsbescherming nr. 737/90 van 22 maart 1990, verlengd door de besluiten nr. 686/95 van 28 maart 1995 en nr. 616/2000 van 20 maart 2000).

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de verkregen resultaten.

Metingen van de radioactiviteit in melk naar gelang het gebied

	Nationaal grondgebied	Maas-Samberbekken		Nete-Scheldebekken		
	Nationaal mengsel	Regio Fleurus, Tihange	Regio Chooz	Regio Mol - Dessel	Regio Doel	
	meting (Bq/l)					DL (Bq/l)
^{134,137}Cs	NM	NM	NM	NM	NM	0,09 tot 0,4
^{131}I	NM	NM	NM	NM	NM	0,09 tot 0,5
^{90}Sr	NM	sporen	sporen	NM	NM	0,03 tot 0,06
^{40}K	49 tot 53	47 tot 55	49 tot 53	39 tot 52	47 tot 52	

NM: niet meetbaar, meting lager dan of gelijk aan de detectielimiet (DL)

Samengevat:

- De kunstmatige radioactiviteit is niet meetbaar voor ^{134,137}Cs en ^{131}I, en nauwelijks detecteerbaar voor ^{90}Sr (residu van de «fall-out» of «neerslag» van atmosferische nucleaire proeven, metingen in de buurt van de detectielimieten);
- De nucleaire installaties hebben geen enkele impact op de radiologische kwaliteit van de melk;
- De natuurlijke radioactiviteit (^{40}K) is veruit overheersend.

7.3 RADIOACTIVITEIT VAN VOEDINGSMIDDELEN

Over heel het nationaal grondgebied worden staalnamen verricht van verschillende voedingsmiddelen. Dit gebeurt bij de klein- en groothandel, op markten, in slachthuizen, op vismarkten, enz.

Hiervoor worden veel gebruikte groenten verzameld: sla, prei, selderij, bloemkool, spruitjes, witte kool, rode kool, broccoli, bonen, wortelen, witloof, tomaten, komkommer, paprika, schorseneren, rapen, aardappelen, champignons, enz.

De meest courant gebruikte fruitsoorten worden eveneens verzameld: peren, appelen, nectarines, kiwis, mango's, meloenen, appelsienen, bananen, etc.

Ook vlees afkomstig van markten en slachthuizen wordt geanalyseerd: rund-, kalfs-, paarden-, varkensvlees, gevogelte (waaronder kip en kalkoen), konijn, lam, reevlees in het seizoen. Binnen eenzelfde dier houden de organen radionuclëiden op een verschillende manier vast. Deze verschillen houden verband met de metabolische wegen die de radio-elementen gebruiken om in het organisme binnen te dringen en er zich eventueel in vast te zetten. Cesium bijvoorbeeld, zet zich voornamelijk vast in de spieren (en op langere termijn in de botten), strontium gedraagt zich zoals calcium en zet zich vast in de beenderstructuren. Ook de fysiologische concentratiefactoren, de verschillen in vet- en watergehalte van de organen, kunnen een invloed hebben op de concentratiemechanismen van de radionuclëiden.

Het eetbare gedeelte bestaat in het algemeen echter uit spieren. Het volstaat dan ook aandacht te schenken aan het gehalte aan radioactief cesium in de spieren (vlees) om een algemeen idee te hebben van de hoeveelheid radioactiviteit die naar de mens kan worden overgedragen.

Ook vissen afkomstig van vismarkten en vishandels worden onderzocht: zoetwatervissen (tilapias, meervallen, enz.), open water zeevissen (tonijn, zwaardvis, zeebrasem, zeebaars, zeewolf, kabeljauw, haring, wijting, rog, zeeforel, poon, roodbaars, pollak, zalm, enz.) en bodemvissen (schol, tong, enz.).

Meer gedetailleerd:

- De analysegegevens wijzen op de goede radiologische toestand van de voor consumptie bestemde voedingsmiddelen. De stalen vertonen namelijk vrijwel geen waarneembare kunstmatige radioactiviteit (het merendeel van de onderzochte stalen vertoont een niet-meetbaar radioactiviteitsniveau, aangezien dit lager is dan of gelijk aan de detectielimieten van de meetapparatuur);
- De verkregen resultaten bevestigen ruimschoots de positieve vaststelling van de vorige jaren: de voedingsmiddelen die in België in de handel zijn en de nationale productie

ervan zijn van een uitstekend radiologisch niveau, er valt geen enkel probleem te melden. Bovendien beantwoorden deze voedingsmiddelen volkomen aan de limieten die zijn vastgesteld door de Europese Commissie: maximumconcentratie van 600 Bq/kg voor ^{134}Cs en ^{137}Cs (Gemeenschapsreglementering inzake Stralingsbescherming nr. 737/90 van 22 maart 1990, verlengd door de besluiten nr. 686/95 van 28 maart 1995 en nr. 616/2000 van 20 maart 2000).

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de verkregen resultaten.

Metingen van de radioactiviteit in voedingsmiddelen van Belgisch grondgebied (Bq/kg vers)

	Groenten & fruit		Zeevissen		Zoetwatervissen	
	meting	DL	meting	DL	meting	DL
^{134}Cs	NM	~ 0,2 tot 0,5	NM	0,6 tot 1,0	NM	~ 1,0
^{137}Cs	NM	~ 0,2 tot 0,5	sporen (1,0 tot 6)	0,6 tot 1,0	NM	~ 1,0
^{90}Sr	sporen (0,05 tot 0,13)	~ 0,03	NM	0,03 tot 0,05		
^{40}K	40 tot 148		90 tot 130		100 tot 135	

	Roodvlees (rundvlees, kalfsvlees, paardenvlees, varkensvlees)		Wit vlees (gevogelte)	
	meting	DL	meting	DL
^{134}Cs	NM	1,0 tot 1,1	NM	1,0 tot 1,1
^{137}Cs	NM	1,0 tot 1,1	NM	1,0 tot 1,1
^{90}Sr	NM	0,03 tot 1,10	NM	0,05 tot 0,80
^{40}K	100 tot 150		110 tot 140	

NM: niet meetbaar, meting lager dan of gelijk aan de detectielimiet (DL)

Samengevat:

- De in België gebruikelijke voedingsmiddelen behoeven geen bijzonder commentaar wat betreft de radiologische toestand ervan. Deze controle is niettemin noodzakelijk omdat men hiermee over een goed detectie-instrument beschikt voor nucleaire incidenten of ongevallen, waarbij de onderzochte producten vaak als indicatoren van radioactieve verontreiniging fungeren;
- De auteurs van dit verslag verwijzen de lezer naar de specifieke verslagen voor de voedingsketen die kunnen worden geraadpleegd op de website van het FANC op het adres: *http://fanc.fgov.be/nl/page/radiologisch-toezicht-in-belgie/700.aspx*, met als titel "Radiologisch toezicht op het Belgisch grondgebied – Syntheseverslag van de gegevens met betrekking tot de voedselketen, jaren 2000 tot 2007;

  Het verslag voor 2007 vermeldt de gegevens die werden verkregen in het kader van het toezicht op het grondgebied, aangevuld met die van het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen; zo werden bijna 490 stalen van voedingsproducten verzameld en hun gegevens geanalyseerd en geïnterpreteerd;

De belangrijkste conclusies van dit verslag worden hierna samengevat:

Dit uitgebreide controleprogramma bewijst, zoals dit ook de voorbije jaren al het geval was, dat de ***invloed van de nucleaire installaties*** *(kerncentrales van Doel en Tihange, nucleaire sites van Mol/Dessel en het IRE in Fleurus)* ***niet waarneembaar is*** *in de voedingsmiddelen.*

De radiologische toestand van de onderzochte voedingsmiddelen is uitstekend, met vrijwel nooit aantoonbare kunstmatige radioactiviteit, en dit ondanks de bijzonder lage detectielimieten inzake de detectie van radioactiviteit.

Over het algemeen hebben, in 2007, slechts enkele van de 490 gemeten monsters een meetbaar gehalte aan radiocesium (^{137}Cs) dat echter het detectieniveau niet overschrijdt. In de overige monsters werd geen kunstmatige radioactiviteit gedetecteerd.

Wat betreft de enkele monsters waarin sporen van ^{137}Cs werden gedetecteerd, zijn deze metingen niet significant omdat ze belast zijn met een foutenmarge in dezelfde orde van grootte als de meting zelf en omdat ze bovendien binnen de gebruikelijke detectielimieten blijven.

Wilde paddestoelen en bessen bevatten meetbare sporen van ^{137}Cs (200 tot 250 Bq/kg) welke twee tot drie keer kleiner zijn dan de EC-norm. Deze voedingsmiddelen houden echter geen significante radiologische risico's in. Hun consumptie stelt geen problemen, des te meer omdat ze strikt aan een precieze periode van het jaar is gebonden.

Deze analyses laten toe te ***concluderen*** *dat er* ***geen significante kunstmatige radioactiviteit*** *in de voedingsmiddelen aanwezig is. Een "pessimistische" en dus conservatieve benadering bevestigt deze resultaten.*

Op grond van de uitgevoerde routinecontrole kan dus worden bevestigd dat de gezondheid van de consument absoluut niet in gevaar wordt gebracht door de consumptie van de voedingsmiddelen die in België in de handel zijn.

7.4 RADIOACTIVITEIT VAN DE PROEFMAALTIJDEN

Elke maand worden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, in Vlaanderen en Wallonië in bedrijfsrestaurants of –kantines "proefmaaltijden" genomen (EC-verplichting volgens art. 35/36 van het EURATOM-verdrag – installatie van een dicht en verspreid netwerk) die radiologisch worden onderzocht.

De volgende tabel geeft de resultaten van deze controles.

Metingen van de radioactiviteit in proefmaaltijden (Bq/maaltijd)

	Brussel (WIV)		Wallonië (Fleurus)		Vlaanderen (SCK•CEN)	
	meting	DL	meting	DL	meting	DL
$^{134,137}Cs$	NM	0,08 tot 0,30	NM	~ 0,11	NM	~ 0,30
^{90}Sr	NM	~ 0,01	sporen 0,02 tot 0,04	~ 0,03	NM	~ 0,40
^{40}K	20 tot 46		23 tot 65		30 tot 50	
^{14}C	NM*****	~ 1*****	0,270 ± 0,016*****	< 1*****	NM*****	~ 1*****

NM: niet meetbaar, meting lager dan of gelijk aan de detectielimiet (DL)
***** *uitgedrukt in Bq ^{14}C / g stabiele C*

Samengevat:

De verkregen resultaten bevestigen de vaststelling die werd gedaan op basis van de analyse van de radioactiviteit van de voedingsmiddelen: er is geen radiologisch probleem voor de Belgische consumenten.

8. CONTROLE VAN DE DOSIMETRIE NABIJ DE NUCLEAIRE SITES

De dosimetrie wordt uitgevoerd met behulp van TLD'S (thermoluminescentiedosimeters) die op verschillende punten van het grondgebied in de onmiddellijke omgeving van de nucleaire sites en in de omliggende agglomeraties worden geplaatst op ongeveer 1 m boven de grond, om een realistisch beeld te krijgen van de omgevingsdosis waaraan de bevolking is blootgesteld (foto rechts). Ze worden over het algemeen om de 2 maanden vervangen om de meting te kunnen verrichten.

Deze dosimeters meten voornamelijk de natuurlijke tellurische en kosmische gammastraling (net als de TELERAD–meetstations voor de omgevingsdosimetrie). De jaarlijkse doses verschillen naar gelang de aard van het gesteente, en zijn over het algemeen hoger op oudere formaties die uit kristallijn gesteente bestaan. Bovendien registreren deze dosimeters ook de blootstelling aan Radon, een natuurlijk radioactief gas dat vrijkomt uit bepaalde bodemsoorten (met name rotsbodems zoals in de Ardennen).

Globaal toont de dosimetrie dat de doses vrijwel steeds lager of gelijk aan 1 mSv/jaar blijven.

De doses die worden geregistreerd in de onmiddellijke omgeving van de nucleaire sites zijn dus toe te schrijven aan een natuurlijke oorzaak – natuurlijke tellurische en kosmische straling – zoals wordt bevestigd door de continue metingen uitgevoerd door het TELERAD netwerk, met doses lichtjes hoger dan 1 mSv/jaar in de Ardennen en in een orde van grootte van 0,8 tot 0,9 mSv/jaar in Vlaanderen (hoofdstuk 1, punt 1.4 van dit rapport).

Hieruit kunnen we concluderen dat de nucleaire installaties geen meetbare dosimetrische impact hebben op hun omgeving.

De volgende tabel geeft een overzicht van de verkregen resultaten.

Gemiddelde metingen van de omgevingsdosimetrie (TLD) uitgedrukt in mSv/jaar

Site van het IRE	Site van Tihange	Regio van Tihange	Regio van Doel	Site van SCK•CEN	Regio van Chooz	Brussel
0,85 ± 0,19	0,79 ± 0,09 1,16 ± 0,18 (nabij de afval opslagplaatsen)	0,75 ± 0,15	0,73 ± 0,07	0,75 ± 0,13 1,26 ± 0,37 (opslagzone van afval) 5,02 (oude afval opslag van Eurochimic – BP2 site) 1,40 (BR2) 1,56 (BR3)	0,94 ± 0,06 (8 plaatsen) 0,99 ± 0,18 (12 plaatsen)	1,05

Samengevat:

- De omgevingsdosimetrie rond het IRE gebeurt op 12 punten met behulp van TLD's die op de omheining zijn aangebracht en om de 2 maanden worden uitgelezen. De gemeten doses schommelen rond 0,80 mSv/jaar. Dit niveau van achtergrondstraling bevestigt dat de site geen enkele impact heeft op de omgevingsdosis;
- De omgevingsdosimetrie rond de site van Mol-Dessel gebeurt op 31 punten met behulp van TLD's die om de 3 maanden worden uitgelezen. De geregistreerde doses zijn gemiddeld van de orde van grootte van 0,75 mSv/jaar. Dit niveau van achtergrondstraling bevestigt dat de site geen enkele impact heeft op de omgevingsdosis. Nabij de gebouwen voor de opslag van radioactief afval, zijn de gemeten waarden lokaal hoger maar dit heeft geen enkel gevolg op grotere afstand;
- De dosimetrie rond Tihange gebeurt door middel van TLD's die om de 2 maanden worden uitgelezen en die zijn geplaatst op 25 punten rond de site (aan de rand van de site ter hoogte van de omheining) alsook in verschillende agglomeraties of plaatsen in de omgeving van de nucleaire site: Tihange, Ampsin, Amay, Solière (gelegen tussen Hoei en Andenne) en de waterkrachtcentrale van Socolie;

  Voor de nucleaire site worden doses gemeten van de gemiddelde orde van 0,79 mSv/jaar. In de omliggende agglomeraties die gesitueerd zijn in rotsachtige zones, zijn de gemeten doses soms lichtjes hoger (eigen aan de aard van de bodem – rijker aan natuurlijke radioactiviteit);

  Voor Socolie, stroomafwaarts van de centrale aan de oevers van de Maas, zijn de doses systematisch lager: gemiddeld 0,66 mSv/jaar. Deze vermindering van de achtergrondstraling moet in verband worden gebracht met de aard van de ondergrond (aanvulling en betonnering van de oevers) en met de aanwezigheid van een grote watermassa (de rivier zelf) in de onmiddellijke omgeving. Hieruit kunnen we dus afleiden dat de kerncentrale van Tihange geen verhoging van de omgevingsdosis veroorzaakt;
- De omgevingsdosimetrie rond Doel gebeurt met behulp van 10 TLD's die om de 2 maanden worden uitgelezen en die zijn geïnstalleerd op verschillende punten in de omgeving (Doel, Kieldrecht, het fort van Lillo, een raffinaderij enz.);

  De gemeten doses schommelen gemiddeld rond 0,73 mSv/jaar. Dit niveau van achtergrondstraling bevestigt dat zij, net als Tihange, geen enkele impact heeft op de omgevingsdosis.
- De dosimetrie rond Chooz gebeurt met behulp van TLD's die om de 2 maanden worden uitgelezen en die op 8 punten rond de site zijn geïnstalleerd in verschillende agglomeraties in België (gelegen in rechte lijn tussen 5 en 8 km van de Franse centrale): Heer-Agimont, voor het grondgebied ten oosten van de laars van Givet in Massembre, Feschaux, Winenne, Felenne, Bourseigne-Vieille, en voor het grondgebied ten westen van de laars van Givet in Petit Doische en Vaucelles: de gemeten waarden varieren rond de 0,94 mSv/jaar;
- De doimetrie wordt vervolledigd door 12 andere punten (TLD's halfjaarlijks uitgelezen), in Watou, Rosee, Oignies en Thierache, Houyet, Lo, Heer-Agimont, Hastière, Gedinne, Veurne, Philippeville, Dinant en Beauraing: de gemeten doses bevinden zich gemiddeld zond de 0,99 mSv/jaar;

  De gemeten doses zijn van dezelfde grootteorde doch lichtjes hoger dan deze in de regio van Tihange (0,94 tot 0,99 mSv/jaar): deze relatieve verhoging van de dosis is

een direct gevolg van de natuurlijke rotsachtige ondergrond, de Franse centrale veroorzaakt geen verhoging van de omgevingsdosis;

- De dosimetrie in de Brusselse agglomeratie (1 TLD) toont aan dat de dosis in 2007 schommelt rond 1 mSv/jaar.
- Al deze resultaten bevestigen de gegevens van het TELERAD-net (hoofdstuk 1, punt 1.4 van dit verslag).

9. OPVOLGING VAN DE UITSTOOT VAN NUCLEAIRE SITES

De effluenten van de verwerkingsinstallaties voor vloeibaar afval worden gecontroleerd in het kader van het programma voor radiologisch toezicht op het grondgebied. Deze controles worden verricht op staalnamen uitgevoerd door de exploitant en/of door het instituut dat door het Agentschap is belast met de meting van de radioactiviteit.

De exploitanten van de kerncentrales bezorgen eveneens aangiften in verband met de atmosferische uitstoot via de schoorstenen. Deze uitstoot wordt niet rechtstreeks gecontroleerd via het programma voor radiologisch toezicht op het grondgebied, maar wel door het FANC in het kader van zijn controles van de sites (controles van de goede werking van de installaties en van de naleving van de exploitatievergunningen).

De gecontroleerde sites zijn:

- Nucleaire energiecentrales (Doel en Tihange);
- Sites van Mol-Dessel (Belgoprocess 2 – voormalige verwerkingsinstallatie voor het vloeibaar afval van het SCK•CEN, Belgoprocess, Belgonucleaire en FBFC International);
- Site van het IRE: stoot geen radioactief vloeibaar afval uit in het milieu en is historisch niet opgenomen in deze opvolging. Het Agentschap zal – in de nabije toekomst – een nauwkeurig overzicht van de atmosferische uitstoot ontvangen;
- Niet-nucleaire site van Tessenderlo (fabriek van kunstmeststoffen) die ^{226}Ra loost in de Grote Laak en de Winterbeek.

Globaal wijst de analyse van de beschikbare atmosferische emissiewaarden – die van de kerncentrales van Tihange en Doel – en van de vloeibare lozingen van de nucleaire sites uit dat al deze installaties onder de limieten blijven die voor hen zijn vastgelegd, de uitstoot blijft namelijk ver onder de betreffende limieten.

Enkel de lozingen van tritium zijn significant, de voornaamste vloeibare lozingen welke ongeveer 40% (Tihange) en 52 % (Doel) van de toegelaten maximumwaarden vertegenwoordigen. Merk op dat deze waarden wel gedaald zijn in vergelijking met de periode 1985-1990, toen zij maximaal 47% bedroegen voor Tihange en 67% voor Doel.

De vloeibare lozingen in de Molse Nete zijn minder verwaarloosbaar en maakt controle van dit ecosysteem bijzonder noodzakelijk. De aanwezigheid van chemische industrie in Tessenderlo en zijn uitstoot van ^{226}Ra versterkt nog de plicht om de radio-ecologische toestand van deze regio op te volgen.

9.1 ATMOSFERISCHE UITSTOOT

De atmosferische uitstoot is afkomstig van de volgende sites:

- Sites van nucleaire krachtcentrales (kerncentrales van Doel en Tihange);
- Sites van Mol-Dessel (SCK•CEN, Belgoprocess en FBFC International).

9.1.1 Kerncentrales :

Er wordt geen enkel radiologisch probleem vastgesteld: alle lozingen blijven ruimschoots onder de geldende limieten, met name voor edelgassen, jodia en aerosols.

De volgende tabel geeft een overzicht van alle beschikbare resultaten.

Metingen van de radioactiviteit van de atmosferische uitstoot van de kerncentrales van Tihange en Doel, uitgedrukt in percentage van de wettelijk vastgelegde jaarlijkse limieten

	Tihange		Doel	
	Percentage	Limiet	Percentage	Limiet
edelgassen	1,51	$2{,}2210^{6}$ GBq	0,00045	$3{,}00\ 10^{6}$ GBq
aërosols (β-γ)	0,0095	$1{,}11\ 10^{5}$ MBq	0,0027	$1{,}50\ 10^{5}$ MBq
jodia	0,87	$1{,}48\ 10^{4}$ MBq	0,224	$1{,}50\ 10^{4}$ MBq
^{3}H	11,28	$5{,}55\ 10^{4}$ GBq	3,29	$8{,}90\ 10^{4}$ GBq

Samengevat: gezien deze resultaten is er geen enkel radiologisch probleem te melden.

9.1.2 Andere nucleaire sites :

Site van het SCK•CEN:

De atmosferische uitstoot van alfa-, bèta-/gammastralers, jodia, tritium en edelgassen gebeurt op gecontroleerde wijze via de installaties van het SCK•CEN en dit vanuit verschillende schoorstenen: « kernreactoren BR1, BR2 en BR3, laboratoria met hoge en gemiddelde activiteit LHMA, labo warme scheikunde Pu en labo lauwe scheikunde (L.Sch) met lichte activititeit, het gebouw tijdelijke stockage radioactief afval CBZ ».

Meer gedetailleerd:

De volgende tabel geeft een overzicht van de verkregen gegevens.

Metingen van de radioactiviteit van de atmosferische uitstoot van de nucleaire site SCK•CEN uitgedrukt in kBq per jaar (% van de limiet)

	α totaal	β–γ totaal	^{131}I	HTO	edelgassen
BR 1		94,7 (0,0010)	992 (0,0034)		
BR 2	4,21 (0,0025)	$2{,}80\ 10^{4}$ (1,84)	$3{,}41\ 10^{3}$ (0,168)	$1{,}59\ 10^{9}$ (0,13)	$2{,}22\ 10^{9}$ (0,37)
BR 3		133 (0,0031)			
LHMA	2,98 (0,0015)	11,7 (0,0007)			
Pu	3,24 (0,0013)				
L.Sch	11,30 (0,0028)	92,3 (0,0028)			
CBZ	1,41 (0,0028)	5,51 (0,0028)			

Samengevat: er is geen enkel radiologisch probleem te melden. Maandlimieten zijn ook van toepassing en worden eveneens ruimschoots nageleefd.

Site de Belgoprocess :

De atmosferische uitstoot van alfa- bètastralers en van tritium afkomstig van de installaties van Belgoprocess, gebeurt gecontroleerd en is afkomstig uit verschillende schoorstenen, hoofdzakelijk: « AD, FLK, BRE, 280 » van gebouw 2 (BP2) en « 120, 110, 137 en 155 » van gebouw 1 (BP1).

Meer gedetailleerd:

De volgende tabel geeft een overzicht van de verkregen gegevens.

Metingen van de radioactiviteit van de atmosfersche uitstoor van de nucleaire site Belgoprocess 2 van Mol-Dessel uitgedrukt in kBq per jaar (% van de limiet)

	Alpha totaal	Bèta totaal	Tritium
AD	21,0 (0,111)	33,1 (0,00028)	488 10^3 (0,00027)
FLK	8,5 (0,021)	33,3 (0,00013)	
BRE	1,91 (0,0052)	12,0 (0,00005)	
280	9,16 (0,098)	48,2 (0,0024)	178 10^3 (0,44)

Metingen van de radioactiviteit van de atmosferische uitstoot van de nucleaire site Belgoprocess 1 van Mol-Dessel uitgedrukt in kBq per jaar (% van de limiet)

	Alpha totaal	Bèta totaal	Tritium
120	1,44 10^3 (0,131)	402 (0,00036)	
110	11,1 (1,133)	37,3 (0,014)	
137	49,7 (2,367)	342 (0,0031)	283 10^3 (0,0257)
155	12,4 (0,031)	104 (0,00035)	

Samengevat: er is geen enkel radiologisch probleem te melden. Maandlimieten zijn ook van toepassing en worden eveneens ruimschoots nageleefd.

Site van FBFC International:

De atmosferische uitstoot van *FBFC International*, fabriek voor kernbrandstof en MOX-assemblage is afkomstig uit twee schoorstenen die zich bevinden op de gebouwen 2 en 5 van de site. Deze uitstoot aan alfastralers is onderworpen aan de volgende vergunningen:

- Gebouw 2: 190 kBq/jaar ;
- Gebouw 5: 320 kBq/jaar.

Met als instant volumieke limiet 0,013 Bq/m^3 (ARBIS).

Meer gedetailleerd:

De volgende tabel geeft een overzicht van de verkregen resulaten.

Metingen van de radioactiviteit van de atmosferische uitstoot van de nucleaire site FBFC International van Mol-Dessel uitgedrukt in kBq in alfa totaal.

	Totale kwantiteit uitgestoten	Limiet	Percentage van de limiet
gebouw 2	144	190	75,8
gebouw 5	16	320	5,0

Samengevat : geen radiologisch probleem te melden.

9.2 VLOEIBARE UITSTOOT

De volgende sites lozen vloeibaar afval in de rivieren:

- Nucleaire kernenergiecentrales (kerncentrale van Doel in de Schelde en die van Tihange in de Maas);
- Sites van Mol-Dessel (Belgoprocess 2 – voormalige verwerkingsinstallatie voor het vloeibaar afval van het SCK•CEN, Belgoprocess, Belgonucleaire en FBFC International in de Molse Nete).

9.2.1 Kerncentrales

Voor de *site van Tihange*, drie reactoren met een totale capaciteit van 2985 MWe, zijn de limieten voor de vloeibare lozingen vastgesteld op 1,48 10^5 GBq voor ^{3}H en op 8,88 10^5 MBq voor bèta- en gammastralers; voor de *site van Doel*, vier reactoren met een totale capaciteit van 2817 MWe, zijn ze vastgesteld op 1,04 10^5 GBq voor ^{3}H en op 1,50 10^6 MBq voor bèta- en gammastralers.

Meer gedetailleerd:

- Voor de centrale van Tihange: de vloeibare lozingen die het hoogst zijn in activiteit, worden gevormd door tritium: deze zijn van de orde van 40 % van de toegelaten limiet. De lozingen van bèta-gammastralers zijn daarentegen aanzienlijk lager dan de limiet: ze schommelen rond 2% ervan;
- Voor de centrale van Doel: ook hier bestaan de vloeibare lozingen voornamelijk uit tritium die 52% van de grenswaarden vertegenwoordigen. De lozingen van bèta-gammastralers zijn ook hier aanzienlijk lager dan de limiet: ze zijn van orde-grootte 0,2 % hiervan.

De volgende tabel geeft een overzicht van alle beschikbare resultaten.

Metingen van de radioactiviteit van de vloeibare lozingen van de kerncentrales van Tihange en Doel, uitgedrukt in percentage van de jaarlijks wettelijk vastgelegde limieten en in uitgestoten hoeveelheid

	Tihange		Doel	
	Percentage	Limiet	Percentage	Limiet
^{3}H	38,6	1,48 10^{5} GBq	51,6	1,04 10^{5} GBq
Totaal β-γ	1,87	8,88 10^{5} MBq	0,17	1,50 10^{6} MBq
	Hoeveelheid (MBq)		Hoeveelheid (MBq)	
β totaal	0		0	
α totaal	2,52 10^{-3}		0	

Samengevat: gezien deze resultaten is er geen enkel radiologisch probleem te melden.

9.2.2 Andere nucleaire sites

Site van Mol-Dessel:

De vloeibare lozingen van de nucleaire site van Mol-Dessel gebeurt in de Molse Nete via de installaties van Belgoprocess 2. Deze lozingen moeten beneden een limiet blijven die is vastgesteld op 25 GBq/maand en 150 GBq/jaar volgens de onderstaande wegingformule:

2,5 [α totaal] + 0,4 [^{90}Sr-^{90}Y] + 2,5 10^{-5} [^{3}H] + [^{60}Co] + 1,5 [^{134}Cs] + 1,5 [^{137}Cs] + 0,1 [β] ≤
25 GBq/maand (150 GBq/jaar maximum met een concentratie limiet van 15 MBq/m³) in de rivier de Molse Nete.

met [β] = [β totaal] – ([^{90}Sr-^{90}Y] + [^{60}Co] + [^{134}Cs] + [^{137}Cs])

De lozingen door de site in de Molse Nete blijven ruimschoots onder de vastgestelde limiet, al zijn ze waarneembaar zoals blijkt uit de radioactiviteitsmetingen die zijn uitgevoerd in de rivier (water, sedimenten, fauna en flora). Deze controles aan de bron en in de omgeving dienen te worden gehandhaafd.

Meer gedetailleerd:

- De gegevens tonen aan dat de totale gewogen uitstoot minder dan 0,24% van de jaarlijkse limiet bedraagt;
- Metingen uitgevoerd op de gamma- en bètastralers van de geloosde effluenten tonen aan dat geregeld radio-elementen zoals ^{137}Cs (van 0,5 tot 4,5 Bq/l), ^{3}H (van 3 10^{4} tot 1,8 10^{5} Bq/l), ^{90}Sr (0,6 tot 2,0 Bq/l), ^{60}Co (0,4 tot 6,0 Bq/l) worden waargenomen;
- De uitstoot van totale alfa-activiteit varieert van 0,1 tot 1,5 Bq/l en die van totale bèta-activiteit ligt tussen 2 en 27 Bq/l;
- Wat de transurane elementen betreft, wordt ^{241}Am niet gedetecteerd (met detectielimiet in de orde van 0,35 Bq/l). ^{239,240}Pu worden regelmatig gedetecteerd in concentraties onder of in de buurt van 0,2 Bq/l (meestal tussen 0,01 en 0,08 Bq/l). Dezelfde opmerking kan worden gemaakt voor ^{238}Pu.

De volgende tabel geeft een overzicht van de verkregen resultaten.

Radioactiviteitsmetingen van de vloeibare lozingen van de nucleaire sites Mol-Dessel, uitgedrukt in percentage van de wettelijk vastgelegde limieten en in hoeveelheid (GBq) door Belgoprocess 2

	Percentage	Gewogen hoeveelheid (GBq)	Jaarlijkse uitstootlimiet
Gewogen totaal	0,024	0,36	150 GBq
α totaal		0,028	
^{90}Sr-^{90}Y		0,026	
^{3}H		0,047	
^{60}Co		0,099	
^{134}Cs		0	
^{137}Cs		0,14	
β totaal		0,015	

Samengevat: de site blijft volkomen beneden haar uitstootlimiet.

Site van FBFC International:

De vloeibare lozingen van ***FBFC International***, fabriek voor nucleaire brandstof en MOX-assemblage, wordt naar een bezinkput geleid die zich op de site bevindt. Deze lozingen bereiken de Molse Nete niet. Toch worden de lozingen regelmatig (maandelijks) gecontroleerd.

Meer gedetailleerd:

Maandelijks worden er meetbare hoeveelheden alfastralers geloosd: van 0,4 tot 1,1 Bq/l (we zien hier een daling in vergelijking met de jaren 2001-2002, toen metingen van enkele Bq/l werden opgetekend). Merk op dat de detectielimieten van de orde van 0,2 Bq/l zijn, wat aangeeft dat deze uitstoot nauwelijks meetbaar is. De installatie mag niet meer dan 20 Bq/l in alfa totaal lozen (ARBIS).

De volgende tabel geeft een overzicht van de verkregen resultaten.

Metingen van de radioactiviteit van de vloeibare lozingen van de nucleaire site van FBFC International van Mol-Dessel, uitgedrukt in Bq/l (DL: detectielimiet)

Radio-element	meting	DL	Totale uitgestoten hoeveelheid (MBq)
α totaal	0,37 tot 1,08	0,08	8,15
β totaal	0,60 tot 1,00	0,10	
^{234}U	0,23 tot 0,64	0,001 tot 0,007	
^{235,236}U	0,011 tot 0,027	0,002 tot 0,009	
^{238}U	0,06 tot 0,15	~ 0,002	
^{241}Am	sporen ($2\ 10^{-4}$ tot $9\ 10^{-4}$)	$2\ 10^{-4}$ tot $8\ 10^{-4}$	
^{238}Pu	sporen ($2\ 10^{-4}$ tot $5\ 10^{-4}$)	$1\ 10^{-4}$ tot $7\ 10^{-4}$	
$^{239+240}$Pu	sporen ($1\ 10^{-4}$ tot $6\ 10^{-4}$)	$1\ 10^{-4}$ tot $6\ 10^{-4}$	

Samengevat: geen radiologische problemen te melden.

9.2.3 Niet-nucleaire sites

Sinds 2000 worden de lozingen van ***Tessenderlo Chemie*** rechtstreeks gemeten in het lozingskanaal dat uitmondt in de Winterbeek. De totale hoeveelheden alfastralers schommelen van 3 tot 10 Bq/l (tegenover 0,4 tot 4,0 Bq/l voor ^{226}Ra).

Deze natuurlijke radioactiviteit wordt dus kunstmatig ingevoerd in het Netebekken, vroeger via de Grote Laak en nu eveneens via de Winterbeek.

9.2.4 Gegevens van Electrabel in verband met de kerncentrales

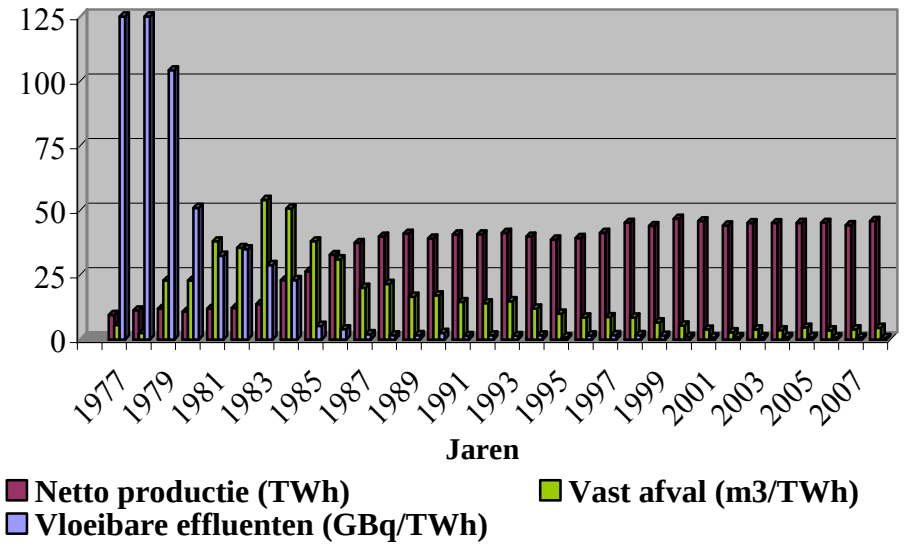
Een ander interessant punt dat moet worden belicht, betreft de hoeveelheid vloeibaar en vast afval die door de kerncentrales wordt voortgebracht (volgende grafiek).

Hoewel de totale elektriciteitsproductie de voorbije jaren min of meer gelijk is gebleven - om en bij de 45 TWh - is de hoeveelheid radioactiviteit die in de vloeibare effluenten werd geloosd fors gedaald tot een waarde die zich stabiliseert rond 42 GBq in 2003 en 2004, 37 GBq in 2005, minder dan 35 GBq in 2006 en minder dan 30 GBq in 2007 (of 0,64 GBq/TWh).

Deze vaststelling wordt nog versterkt wanneer we ook gaan kijken naar het volume vaste afvalstoffen dat wordt voortgebracht per geproduceerd TWh en wordt opgehaald voor verwerking door het NIRAS (Nationale Instelling voor Radioactief Afval en verrijkte splijtstoffen): de huidige volumes bedragen 4,5 m^3/TWh.

Dit toont aan welke inspanningen de Belgische elektriciteitsproducenten hebben geleverd om enerzijds de doelstellingen inzake de optimalisatie van de industriële exploitatie op elkaar af te stemmen, met name op het gebied van de reductie van de voortgebrachte afvalvolumes en de bijbehorende kosten, en anderzijds de lozing van effluenten zoveel mogelijk te "beperken". Deze elementen tonen duidelijk aan dat het B.A.T.-principe ("Best Available Technology" of "Beste Beschikbare Technologie") wordt toegepast op het gebied van vloeibare en vaste afvalstoffen.

Productie van de nucleaire sites in België (centrales van Doel en Tihange)



10. ALGEMENE CONCLUSIES

De herziening van het volledige programma voor radiologisch toezicht op het grondgebied – die werd doorgevoerd van 2003 tot 2004 en die gebaseerd was op een poging tot harmonisatie van de bibliotheken van de gemeten radio-elementen voor het gehele grondgebied, alsook op de eisen van de internationale instellingen (Europese Commissie, OSPAR ten aanzien van de Sintra-akkoorden in het kader van het beleid ter bescherming van de Noordzee en het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan) – maakte het mogelijk de verschillende gewesten van het land beter te controleren, rekening houdend met hun specifieke kenmerken. Vergelijkingen tussen de compartimenten van elk gewest en tussen de gewesten onderling worden daardoor eenvoudiger.

Analyse van de resultaten die werden verkregen in het kader van het radiologisch toezicht op het Belgisch grondgebied van 2007, leidt tot de volgende opmerkingen:

Algemeen:

De geldende uitstootlimieten worden zeer goed nageleefd door de exploitanten van de nucleaire installaties.

Het radiologisch toezicht op het grondgebied toont eveneens duidelijk aan dat het dosistempo, onder normale omstandigheden en uitgezonderd medische blootstelling, vooral afhankelijk is van de aard van de bodem, waarbij de rotsachtige bodemsoorten in het zuiden van het land meer radon afgeven dan die in het noorden van het land (zanderig). Zo komt het bijvoorbeeld dat het dosisdebiet gemeten in Wallonië (Ardennen) hoger is dan dat gemeten in de nabijheid van de kerncentrale van Doel, waarvan de radiologische impact op het leefmilieu verwaarloosbaar is.

De radiocontaminatieniveaus van de onderzochte stalen zijn over het algemeen extreem laag, zodat het grootste gedeelte van de verkregen gegevens niet significant zijn. De natuurlijke radioactiviteit (^{40}K en ^{7}Be) is veel groter en sterker aanwezig dan de meeste kunstmatige bèta- en gammastralers. Het toezichtsprogramma bewijst zijn belang en zijn capaciteit om de impact van de radio-elementen op het leefmilieu en dus op de mens "scherp" te controleren: zelfs "sporen" van kunstmatige radioactiviteit, die veel zwakker zijn dan de natuurlijke radioactiviteit, worden bij routinecontroles gedetecteerd. Elke uitstoot die ook maar iets groter is, wordt onmiddellijk en nauwkeurig gemeten.

Dit is geruststellend op het gebied van de volksgezondheid, maar lastig wanneer we de resultaten willen gebruiken: significante metingen maken immers een preciezere en beter meetbare voorstelling van de radiologische situatie mogelijk. Daaruit kunnen dan parameters voor de overdracht van de radioactiviteit worden ontwikkeld, op basis waarvan makkelijker de doses kunnen worden berekend waaraan de bevolking is blootgesteld. Dit houdt in dat het volume of het aantal stalen moet worden verhoogd om te kunnen "afdalen" tot metingen van zeer lage radioactiviteitsniveaus, de enige mogelijkheid om betrouwbare – want significante – waarden in handen te krijgen. De Europese Commissie vraagt trouwens al een dergelijke inspanning van de lidstaten voor bepaalde metingen (invoering van een verspreid netwerk van meetpunten waarmee een detectie van zeer lage radioactiviteitsniveaus wordt beoogd).

Meer gedetailleerd:

Ook al is de radiologische toestand op het Belgisch grondgebied volkomen bevredigend, is er toch één bekken dat de aandacht weerhoudt vanwege zijn abnormaal hoge belasting aan

kunstmatige radioactiviteit, maar ook aan natuurlijke radioactiviteit (^{226}Ra): het betreft hier het hydrografisch netwerk van Laak-Winterbeek-Nete.

Het toezicht op het noordoosten van België brengt namelijk aan het licht dat bepaalde nucleaire installaties van de regio Mol–Dessel een weliswaar geringe, maar meetbare, impact hebben op de omgeving, en dat hetzelfde geldt voor de productievestigingen van fosfaathoudende meststoffen in de streek van Tessenderlo. Zo bevatten de sedimenten van de Molse Nete een significante concentratie aan ^{3}H, splijtingsproducten (^{137}Cs) en kunstmatige zware radio-elementen, in de vorm van sporen van transurane elementen ($^{239+240}$Pu, ^{241}Am). De activiteit van ^{226}Ra is eveneens relatief hoog in de sedimenten van de Grote Laak en de Winterbeek in de omgeving van Tessenderlo, waar deze echter beneden de activiteit van ^{40}K blijft.

Anderzijds moet worden gezegd dat de – zwakke maar meetbare – radiologische impact van de nucleaire installaties in het noordoosten van het land en van de productievestigingen van fosfaathoudende kunstmeststoffen de voorbije jaren duidelijk verminderd is.

Analyse van de resultaten voor 2007 bevestigt de indruk die de voorgaande jaren overheerste: een betere kennis van het estuariene ecosysteem van de Schelde is nog altijd noodzakelijk om i) nauwkeurige parameters te ontwikkelen om te bepalen aan welke doses de bevolking is blootgesteld, rekening houdend met de lozingen van de nucleaire installaties van het Netebekken en die van de centrale van Doel, en ii) de reële radiologische impact van deze installaties op het achterliggende mariene ecosysteem te bepalen (zowel op het vlak van kunstmatige als natuurlijke radioactiviteit).

Het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle voert momenteel haalbaarheidsstudies uit voor de installatie van automatische en permanente meetstations voor de gammaradioactiviteit in de oppervlaktewateren. Als in de toekomst dergelijke meetstations kunnen ingezet worden, zouden continu gegevens beschikbaar zijn om onder andere nog uitgebreider aan te tonen dat in het kader van het OSPAR-verdrag en de artikelen 35/36 van het EURATOM-verdrag (EC), België zeer goed voldoet aan zijn nationale en internationale verplichtingen.