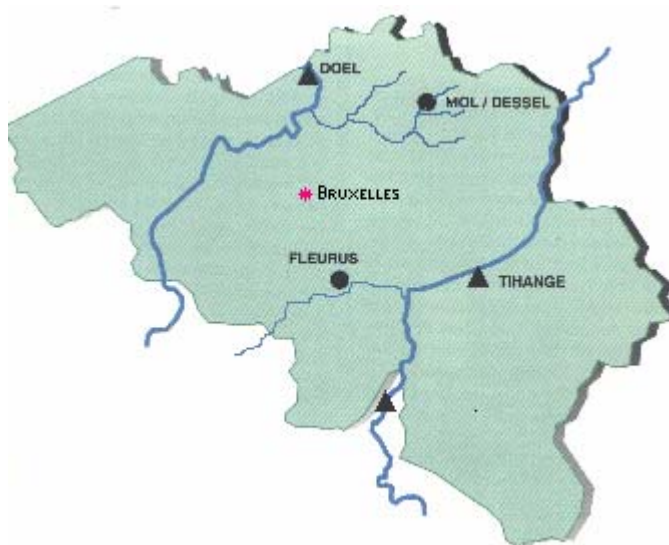


RADIOLOGISCH TOEZICHT OP HET GRONDGEBIED

Radiologisch toezicht in België Syntheseverslag 1998-2000



Michelle BOUCHONVILLE - Dr Lionel SOMBRÉ

- December 2001 -

Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle

Departement Toezicht en Controle

Dienst Toezicht op het Grondgebied

Ravensteinstraat 36 te B-1000 Brussel - België

Auteurs :

Dr Lionel SOMBRÉ

Tel. : +32 2 289 21 54 – fax : +32 2 289 21 52

E-mail : lionel.sombre@fanc.fgov.be

Mevr. Michelle BOUCHONVILLE

Tel. : +32 2 289 21 64 – fax : +32 2 289 21 52

E-mail : michelle.bouchonville@fanc.fgov.be

Diensthoofd:

J.M. LAMBOTTE, ing.

Tel. : +32 2 289 21 59 – fax : +32 2 289 21 52

E-mail : jean.marie.lambotte@fanc.fgov.be

Secretariaat van de Dienst:

Tel. : +32 2 289 21 51 – fax : +32 2 289 21 52

Samenwerking met instellingen van buitenaf

De volgende instellingen en hun respectieve medewerkers hebben de basisgegevens verschaft om dit verslag te kunnen uitwerken:

WIVLP (ex-IHE) - Brussel

G. Thiers, G. Verduyn, S. Hallez, J-M. Flémal, C. Delporte, H. Declercq-Versele, I. Cauwels, J-L. Avaux, J. François, P. Van Den Broecke, G. Van Paesschen, O. Laurent, K. Van Houtem, J. Van Der Linden, G. Jossart, L. Speeckaert

IRE – Fleurus

Radiochemie lage niveaus: V. Adam, D. Tomasevszky, J-L. Destercke
Metrologie & dosimetrie : C. De Lellis, J. Gustin, E. Ferrari
Diensthofd Veiligheid en Algemeen Belang: A. Debauche

SCK – Mol

Sectie radioecologie: M. Van Hees, E. Tessens, P. Bens en J. Sannen
Metingen lage niveaus: Ch. Hurtgen, F. Verrezen, J. Mermans
Staff support : B. Bouwens, E. Dupuis, K. Jacobs, L. Jansen, J. Neefs, B. Ruts, W. Van Baelen, M. Vanuytven, M. Verbist, R. Verkoyen, D. Verstrepen
Departement safeguards en metingen stralingsfysica:
Wetenschappers: M. Bruggeman, J.L. Genicot, J.P. Alzetta, P. Willeborts
Support : A. Damen, E. Daniëls, I. Geboers, R. Van Ammel
Wetenschappelijke opvolging: Ch.M. Vandecasteele
Hoofd Project : F. Hardeman

In samenwerking met:

R.Z.O. : R. De Clerq
Meteo Luchtmacht Koksijde
Administratie haven Antwerpen

INHOUD

1. INLEIDING	1
2. BESCHRIJVING VAN HET TOEZICHTSNETWERK IN DE OMGEVING VAN DE NUCLEAIRE SITES	4
2.1. UITSTOOT VAN NUCLEAIRE INSTALLATIES	4
2.2. NUCLEAIRE SITES	5
2.3. KUSTZONE	10
2.4. DRINKWATERVERVOORZIENING	11
3. RADIOACTIVITEIT IN DE LUCHT EN IN NEERSLAG	12
3.1. STOFDEELTJES IN DE LUCHT	12
3.2. NEERSLAG	13
3.3. BESLUIT	14
4. RADIOACTIVITEIT VAN DE BODEM	15
BESLUIT	16
5. RADIOACTIVITEIT IN EEN VLOEIBARE OMGEVING	18
5.1. RADIOACTIVITEIT VAN OPPERVLAKTEWATERS	18
5.1.1. <i>Maas</i>	18
Besluit	20
5.1.2. <i>Schelde</i>	20
Besluit	22
5.1.3. <i>Noordzee</i>	23
5.1.4. <i>Algemeen besluit</i>	23
5.2. RADIOACTIVITEIT IN HET SEDIMENT	24
5.2.1. <i>Maas en Samber</i>	24
Besluit	25
5.2.2. <i>Sediment in de Schelde en in het Netebekken</i>	26
Besluit	27
5.2.3. <i>Noordzee</i>	28
Besluit	28
5.3. RADIOACTIVITEIT VAN DE FAUNA EN DE FLORA IN HET WATER	29
5.3.1. <i>Maas</i>	29
Besluit	30
5.3.2. <i>Schelde</i>	31
Besluit	31
5.3.3. <i>Noordzee</i>	32
Besluit	32
6. RADIOACTIVITEIT IN DE VOEDSELKETEN	33
6.1. DRINKWATER	33
<i>Besluit</i>	36
6.2. MELK	36
<i>Besluit</i>	37
6.3. VLEES	38
<i>Besluit</i>	38
6.4. VIS	38
<i>Besluit</i>	39
6.5. GROENTEN	39
<i>Besluit</i>	39
6.6. OPMERKINGEN BETREFFENDE DE VOEDSELKETEN	40
7. ATMOSFERISCHE EN VLOEIBARE UITSTOOT VAN NUCLEAIRE SITES	41
7.1. ATMOSFERISCHE UITSTOOT	41
7.2. VLOEIBARE UITSTOOT	41
<i>Besluit</i>	42
8. DOSIMETRIE ROND DE NUCLEAIRE SITES	44
8.1. CENTRALE VAN TIHANGE	44
8.2. CENTRALE VAN DOEL	45
8.3. SITE VAN IRE TE FLEURUS	45
8.4. CENTRALE VAN CHOOZ	45
8.5. BESLUIT	46
9. ALGEMEEN BESLUIT	47

1. INLEIDING

Het radiologisch toezicht op het Belgisch grondgebied, hierin inbegrepen dat van de nucleaire sites, evenals de opvolging van de gevolgen voor het leefmilieu, werd uitgevoerd door de D.B.I.S. van het Ministerie van Sociale Zaken, Volksgezondheid en Leefmilieu in samenwerking met het Wetenschappelijk Instituut voor de Volksgezondheid - Louis Pasteur (W.I.V.L.P. ex-I.H.E.), het Studiecentrum voor Kernenergie te Mol (SCK) en het « Nationaal Instituut voor Radio-elementen » (I.R.E.) te Fleurus.

Dit toezicht wordt gehouden overeenkomstig de artikels 70 en 71 van het Koninklijk Besluit houdende Algemeen Reglement op de Bescherming van de Bevolking en van de Werknemers tegen het Gevaar van de Ioniserende Stralingen. Deze verantwoordelijkheid werd sinds september 2001 overgedragen naar het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle.

Dit toezicht in de omgeving van de kerninstallaties heeft velerlei doelen:

1. Garanderen dat de wettelijke en reglementaire voorschriften inzake de besmetting van het leefmilieu worden nageleefd;
2. Controle uitoefenen op i) de uitstootcondities en de doeltreffendheid van de technische bepalingen; ii) de goede werking van de lozingsapparatuur, zodanig dat een eventueel lek sneller kan worden opgespoord en dat bijgevolg de juiste correctieve maatregelen kunnen worden getroffen;
3. Desgevallend, een evaluatie maken van de doses waaraan bepaalde bevolkingsgroepen mogelijk worden blootgesteld;
4. Het publiek op een objectieve wijze informeren;
5. Aan de Europese Commissie alle gegevens overmaken die vereist zijn uit hoofde van de verschillende van kracht zijnde reglementeringen en richtlijnen.

Het radiologisch toezicht wordt niet enkel in de omgeving van de kerncentrales van Tihange en Doel gehouden, maar eveneens in die gebieden van ons grondgebied die in de omgeving van de Franse centrales van Chooz en Gravelines liggen en die zich vlakbij onze grenzen bevinden. Het studiecentrum voor kernenergie te Mol en het « Nationaal Instituut voor Radioelementen » te Fleurus maken eveneens het voorwerp uit van een nauwgezette controle. De rest van het grondgebied wordt in aanmerking genomen op basis van de gecontroleerde overdrachtswijzen van de radioactiviteit.

In de praktijk wordt het toezicht op het grondgebied, om bijvoorbeeld een eventuele atmosferische besmetting vast te stellen, hoofdzakelijk op continue wijze doorgevoerd door middel van de geautomatiseerde netwerken: het door het IRE opgerichte netwerk rondom de Waalse sites van Tihange en Fleurus, evenals rond de site van Chooz – aan Belgische zijde – en, nu ook, het nationaal netwerk TELERAD, dat zeer binnenkort het voorgaande netwerk zal vervangen.

Deze benaderingswijze dient evenwel noodzakelijkerwijze te worden aangevuld met staalnames in situ en met verfijnde metingen in laboratoria. Dit is de rol van het programma voor het radiologisch toezicht op ons grondgebied dat berust op staalnames en op metingen van de radioactiviteit die aanwezig is in de verschillende vectoren die dit op het leefmilieu overdragen (lucht/regenwater, - water in rivieren, - in de zee, - in drinkwater/ sediment in rivieren en in de zee/ fauna en flora in rivieren en in de zee/ voedselketen, enz...).

Het toezicht op ons grondgebied is noodzakelijk omdat aldus incidenten en/of ongevallen - die zich kunnen voordoen ten gevolge van een niet gecontroleerde uitstoot van excessieve hoeveelheden radioactieve stoffen in de lucht of in het water - kunnen worden opgespoord. Anderzijds draagt elke lidstaat tegenover de Europese Unie de verantwoordelijkheid om over een doeltreffend toezichtsprogramma te beschikken.

Het programma werd daarenboven in het verleden nog aangevuld met radio-ecologische studies met de bedoeling te komen tot een betere kennis van het gedrag van radionucleïden in het leefmilieu, zodanig dat men tot een correcte interpretatie kon komen van de uit de controle voortvloeiende gegevens evenals van de jaarlijkse opvolging ervan.

Deze opdracht is essentieel om te kunnen garanderen dat, in België, de kennis van het milieu alsook de bekwaamheid en bevoegdheden inzake radio-ecologie / stralingsbescherming van het leefmilieu worden behouden. Dit soort ondersteuning maakt deel uit van de opdrachten van het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle.

Om de controle van het leefmilieu te kunnen garanderen, werd de keuze van de locaties voor de staalname, hetzij afhankelijk van de atmosferische dispersiecondities, hetzij ingevolge een bepaald terreinonderzoek of ook nog, rekening gehouden met bijzondere omstandigheden, gemaakt.

De frequentie waarmee stalen werden genomen en metingen werden uitgevoerd, werd zodanig bepaald dat men zou kunnen beschikken over de best mogelijke representatieve informatie betreffende een bepaalde radiologische situatie, dit alles rekening gehouden met de technische en materiële mogelijkheden die te onzer beschikking staan.

De verzamelde gegevens hebben hoofdzakelijk betrekking op de meting van de radioactiviteit in stofdeeltjes in de lucht, in neerslag, in melk en in voeder, dit wat de eventuele invloed van de gasvormige uitstoot betreft; deze zelfde gegevens hebben betrekking op de meting van de radioactiviteit in water, sediment, vissen en waterplanten, voor wat de invloed betreft van de vloeibare uitstoot.

In dit verslag worden de resultaten van het controleprogramma voor de periode 1998-2000 weergegeven. Deze resultaten worden beknopt weergegeven voor de verschillende onderzochte vectoren voor de overdracht van de radioactiviteit (atmosfeer, water en voedselketen).

Alle « bruto » gegevens vindt u in detail in de bijlagen bij het huidige document. Deze bijlagen werden gehergroepeerd met overname van de nummering van de hoofdstukken en de onderverdelingen zoals die in de tekst werden gegeven.

De auteurs van dit verslag willen tot slot nog de aandacht van de lezer vestigen op het feit dat de gegevens betreffende de voedselketen vooral betrekking hebben op de

radioactiviteit in melk. Er werden in dit verslag evenwel enkele preliminaire gegevens die betrekking hebben op andere voedingsmiddelen (meel, vlees, vis, groenten, ...) opgenomen.

Een specifiek verslag m.b.t. het toezicht op de voedselketen voor het jaar 2000 werd onlangs gepubliceerd; dit verslag is beschikbaar op aanvraag (zie hoofdstuk 6, punt 6.5).

2. BESCHRIJVING VAN HET TOEZICHTSNETWERK IN DE OMGEVING VAN DE NUCLEAIRE SITES

2.1. Uitstoot van nucleaire installaties

Metingen	Verkregen gegevens	Plaats van staalname
Gamma-spectrometrie	Maandelijks	DOEL - TIHANGE
Totale alfa-bèta-activiteit		
Meting H-3		
Gamma-spectrometrie	Wekelijks	BELGOPROCESS
Totale alfa-bèta-activiteit		
Actiniden		
Alfa-activiteit	Wekelijks	FBFC

2.2. Nucleaire Sites

METINGEN	TIHANGE	
	Radioactiviteit in de lucht	
	Frequentie	Plaats van staalname
Stofdeeltjes in de lucht	Wekelijks	Tihange
Neerslag	Maandelijks	
Gamma dosisdebiet	Permanent	Ampsin hoeve, Ampsin Socolie, Huy, Ampsin steengroeve
Melk (hoeve)	Wekelijks	straal van 20 km rondom Tihange
Dosimetrie omgeving	Halfjaarlijks	Omheining en omgeving site van Tihange (30 plaatsen)
	Radioactiviteit in het water	
Gamma-activiteit	Permanente automatische meting	Ampsin
Gamma-spectrometrie	Wekelijks	Hoei, Ampsin, Monsin
Totale alfa-bèta-activiteit	wekelijks	Hoei, Ampsin, Monsin
Meting H-3	Wekelijks	Hoei, Ampsin, Monsin
	Radioactiviteit in het sediment	
Gamma-Spectrometrie	Maandelijks	Lixhe, Amay, Lanaye
	Radioactiviteit van planten en dieren in het water	
Gamma-spectrometrie	driemaandelijks	Sluis van Ivoz-Ramet

METINGEN	DOEL	
	Radioactiviteit in de lucht	
	Frequentie	Plaats van staalname
Stofdeeltjes in de lucht	Maandelijks	Site van Doel
MELK (melkerij)	Wekelijks	Site van Doel
BODEM	1 x/jaar	Site van Doel
Dosimetrie omgeving	Driemaandelijks	Site van Doel (10 plaatsen)
	Radioactiviteit in het water	
Gamma-activiteit	Maandelijks	Antwerpen, Doel
gamma-spectrometrie	Wekelijks	Doel
Totale alfa-bèta-activiteit	Maandelijks	Doel
Meting H-3	Wekelijks	Doel
	Radioactiviteit in het sediment	
gamma-spectrometrie	Maandelijks	Doel
	Radioactiviteit van planten en dieren in het water	
Gamma-activiteit	Driemaandelijks	Hoofdplaat, Kloosterzande, Yerseke, Kieldrecht
Gamma-spectrometrie	Driemaandelijks	Hoofdplaat, Kloosterzande, Yerseke, Kieldrecht

METINGEN	MOL – S.C.K. – TESSENDERLO	
	Radioactiviteit in de lucht	
	Frequentie	Plaats van staalname
Stofdeeltjes in de lucht	Dagelijks	Site van S.C.K.
Neerslag	Wekelijks	Site van S.C.K.
Melk (melkerij)	Wekelijks	Dessel
Bodem	1 x/jaar	Site van S.C.K.- Dessel
	Radioactiviteit in het water	
Gamma-activiteit	Wekelijks	Rupelbekken (Boom)
Gamma-spectrometrie	Wekelijks	Molse Nete (Geel)
Totale alfa-bèta-activiteit	Maandelijks	Molse Nete (Geel) Grote Laak (Tessengerlo) Grote Nete (Oosterlo)
Meting H-3	Wekelijks	Molse Nete (Geel) Grote Laak (Tessengerlo) Grote Nete (Oosterlo)
	Radioactiviteit in het sediment	
Gamma-activiteit	Maandelijks	Molse Nete (Geel)
Gamma-spectrometrie	Maandelijks	Molse Nete (Geel) Grote Laak (Tessengerlo) Grote Nete (Oosterlo – Lier)

METINGEN	FLEURUS – I.R.E.	
	Radioactiviteit in de lucht	
	Frequentie	Plaats van staalname
Stofdeeltjes in de lucht	Dagelijks	Site van IRE – WIV-LP (Brussel)
Neerslag	Maandelijks	Site van IRE
Gamma-dosisdebiet	Permanent	5 meetstations (omheining site IRE)
Melk (hoeve)	Wekelijks	Straal van 20 km rond Fleurus
Bodem - gras	1 x/jaar	Site van IRE – WIV-LP
Dosimetrie omgeving	Tweemaandelijks	Omheining en omgeving site van Fleurus (12 plaatsen)
	Radioactiviteit van het sediment	
Gamma-spectrometrie	Maandelijks	Floriffoux, Andenne
	Radioactiviteit in de voedselketen	
Nationaal mengsel melk	Maandelijks	In de handel
Groenten		
Vlees		
Zeevis		
Riviervis		

METINGEN	CHOOZ (Frankrijk)	
	Radioactiviteit in de lucht	
	Frequentie	Plaats van staalname
Stofdeeltjes in de lucht	Dagelijks	Dourbes – Vielsalm
Neerslag	Maandelijks	Hastière – Vielsalm
Gamma-dosidebiet	Permanent	Hastière, Dion, Felenne, Treignes
Melk (hoeve)	Wekelijks	Straal van 20 km rondom Chooz
Bodem- gras	1 x/jaar	Hastière - Vielsalm – Dourbes
Dosimetrie omgeving	tweemaandelijks	Omgeving Chooz (11 plaatsen)
	Radioactiviteit van het water	
Gamma-activiteit	Permanente automatische meting	Hastière
Gamma-spectrometrie	Wekelijks	Hastière
Totale alfa-bèta-activiteit	Maandelijks	Hastière
Meting H-3	Wekelijks	Hastière
	Radioactiviteit in het sediment	
Gamma-spectrometrie	Maandelijks Droogleggen en schoonmaken van de Maas (om de drie jaar)	Op verschillende plaatsen van de Boven-Maas (Tailfer) Givet
	Radioactiviteit van planten en dieren in het water	
Gamma-spectrometrie	Driemaandelijks	Hastière, Ham, Givet (mos)
Meting H-3	Driemaandelijks	Hastière, Ham, Givet (mos)
	Radioactiviteit van vegetatie op het land	
Gamma-spectrometrie	16 x/jaar	Chooz, Falmignoule (korstmossen)
Meting H-3 organisch	16 x/jaar	Chooz, Falmignoule (korstmossen)

2.3. Kustzone

METINGEN	SITE AAN DE KUST	
	Radioactiviteit in de lucht	
	Frequentie	Plaats van staalname
Stofdeeltjes in de lucht	Maandelijks	Koksijde
Neerslag	Dagelijks	Koksijde (KMI)
Bodem	1 x/jaar	Koksijde
	Radioactiviteit in het water	
Gamma-spectrometrie	Trimestrieel	Zones 1, 2 en 3 Dumping 1 en 2
totale alfa-bèta-activiteit	Trimestrieel	Zones 1, 2 en 3 Dumping 1 en 2
	Radioactiviteit in het sediment	
Gamma-spectrometrie	Trimestrieel	Bijdrage RZO, Belgica
	Radioactiviteit van planten en dieren in het water	
Gamma-activiteit	Trimestrieel	Bijdrage RZO, Belgica
Gamma-spectrometrie	Trimestrieel	bijdrage RZO, Belgica

2.4. Drinkwatervoorziening

Metingen	Frequentie	Plaats van staalname
Gamma-activiteit Totale alfa-bèta-activiteit Meting H-3	Driemaandelijks	CIBE : Modave, Assesse, Braine, Namen
		TMVW : St Ghislain, Beloeil
		SWDE : St Léger, Walcourt, Soignies
		VMW : Evergem
		Koksijde, De Panne, Luik, Clavier

3. RADIOACTIVITEIT IN DE LUCHT EN IN NEERSLAG

De analyse van de stofdeeltjes in de lucht is een doeltreffende manier om de uitstoot van radioactief materiaal in de atmosfeer op te sporen. De aerosols (deeltjes $> 5 \mu\text{m}$) zijn inderdaad een van de vormen van atmosferische uitstoot afkomstig van nucleaire installaties; ze bevatten in hoofdzaak opnieuw gecondenseerde splijtingsproducten (β - γ -stralers) op een specifieke kern. Soms worden er ook α -stralers aangetroffen.

Deze detectiemethode werd in het bijzonder gebruikt om de gevolgen van atmosferische nucleaire proeven - op het ogenblik dat ze werden uitgevoerd (« fall out ») - na te gaan, evenals voor de opvolging van het voorbijtrekken van de radioactieve wolken na de ramp in Tsjernobyl.

Deze stofdeeltjes kunnen zich rechtstreeks op de grond afzetten (droge afzetting) of ze kunnen worden uitgeweid door de regen (natte afzetting). Dit is de reden waarom het meten van de radioactiviteit aanwezig in stofdeeltjes in de lucht en in de neerslag belangrijke bijkomende elementen zijn voor een radiologisch controlenetwerk.

3.1. Stofdeeltjes in de lucht

Voor de *bètastralers* in de stofdeeltjes in de lucht, die op de site van het IRE te Fleurus, op de site van het SCK te Mol en te Vielsalm (referentiezone) worden gemeten, liggen de waarden (uitgedrukt in mBq/m^3) van de totale gemeten bètastralers per kubieke meter zeer laag. $< 1 \text{mBq/m}^3$ (grootteorde van 0,3 tot 0,5 mBq/m^3). Er dient te worden opgemerkt dat bij dit soort metingen rekening wordt gehouden met de aanwezigheid van radonproducten met korte vervaltijd, van natuurlijke oorsprong, die overheersen in de radioactiviteit in de atmosfeer.

Beryllium 7, een natuurlijke radionucleïde geproduceerd door de kosmische stralingen, is aanwezig in aerosols met waarden rond de 3mBq/m^3 (deze schommelen tussen 2 en 4mBq/m^3). Deze merker van de natuurlijke radioactiviteit wordt gemeten in de nabijheid van de nucleaire sites van het IRE te Fleurus, van het SCK te Mol, van Tihange en Doel, aan de kust van Koksijde, in de Ardennen te Vielsalm, te Dourbes en in een grote agglomeratie: Brussel (10% van de Belgische bevolking).

De gemeten waarden zijn van dezelfde grootteorde als deze die in andere Europese landen worden opgetekend (Zweden, Luxemburg, Duitsland, Oostenrijk, Italië, enz...) alwaar deze variëren van 1 tot 30mBq/m^3 .

Voor de *gammastralers* ($^{134,137}\text{Cs}$, $^{103,106}\text{Ru}$, $^{141,144}\text{Ce}$, ^{95}Nb , ^{95}Zr) die op dezelfde sites wordt onderzocht, liggen de metingen steeds beneden de detectiedrempels van de spectrometrie-apparaten: tussen 3 en $20\text{-}25 \mu\text{Bq/m}^3$ ($< 10 \mu\text{Bq/m}^3$ voor ^{134}Cs en ^{137}Cs).

De metingen voor de totale *alfastralers* rond de nucleaire site van het SCK te Mol geven waarden aan die in het algemeen schommelen rond $20 \text{ à } 30 \mu\text{Bq/m}^3$ lucht (detectielimiet op $\sim 5 \mu\text{Bq/m}^3$).

Deze waarden zijn geheel in overeenstemming met hetgeen kan worden opgetekend in andere Europese landen; in de streek rond Parijs kan inderdaad een jaarlijkse gemiddelde activiteit van totale alfastralers worden opgetekend die lager ligt dan $150 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ lucht. Het betreft hier bijna uitsluitend natuurlijke radioactiviteit.

Tot slot kan men opmerken dat de lucht in België en in het bijzonder in de omgeving van de nucleaire installaties, geen enkel radiologisch probleem oplevert. De gemeten waarden liggen allen lager dan of schommelen rond de - zeer lage - detectiedrempels van de meetapparatuur.

3.2. Neerslag

De neerslag looft de atmosfeer uit en vormt tevens een goed controlemiddel voor de kwaliteit van de lucht in de omgeving evenals voor een eventuele radioactieve besmetting.

De analyse van de resultaten die betrekking hebben op de **radioactiviteit** in de neerslag die hoofdzakelijk rondom de nucleaire sites en in de Brusselse agglomeratie wordt opgevangen, geeft een activiteit weer die zeer laag blijft en die kan worden verklaard door de aanwezigheid van radioactieve elementen van natuurlijke oorsprong.

In *Brussel* is de radioactiviteit die kan worden opgespoord in het regenwater inderdaad afkomstig van natuurlijke radioactieve elementen zoals:

- Be-7 – 53,2 dagen *halfwaardetijd* - veroorzaakt door kosmische straling;
- K-40 – $1,26 \times 10^9$ jaren *halfwaardetijd* - behorende tot de familie van de primaire natuurlijke radio-elementen, waarvan de oorsprong teruggaat tot het ontstaan van het zonnestelsel en waarvan de aanwezigheid een verklaring is voor de bijna-totaliteit van de totale gemeten bètaradioactiviteit en tenslotte,
- sporen van alfaradioactiviteit, eveneens van natuurlijke oorsprong (enkele mBq/l, detectielimiet op 4 mBq/l).

Er dient te worden opgemerkt dat Be-7 veruit het meest zichtbaar is, terwijl dit element toch zeer lage waarden behaalt: $< 2 \text{ Bq}/\text{liter}$ (detectielimiet rond $1 \text{ Bq}/\text{liter}$). Deze waarden zijn, zoals kan worden voorzien, rekening gehouden met de oorsprong van het radio-element, geheel vergelijkbaar met deze die in de buurlanden van de Europese Unie kunnen worden opgetekend.

De analyse van de verkregen resultaten voor de alfa- bèta- en gammastralers *rondom de nucleaire sites* (IRE te Fleurus, kerncentrale van Tihange, kerncentrale van Chooz in Frankrijk, gecontroleerd te Hastière, SCK/CEN te Mol) *in Brussel en in een "propere" site te Vielsalm* toont aan dat de meeste radioactieve elementen waarnaar onderzoek wordt gedaan, in het algemeen niet opspoorbaar zijn (metingen liggen lager dan de detectiedrempels van de toestellen).

Er dient te worden opgemerkt dat de detectiedrempels die door de meetapparatuur kunnen worden bereikt, in Brussel bijvoorbeeld zeer laag liggen: 0,1 à 0,2 Bq/l voor Ce-141; 0,4 à 0,6 Bq/l voor Ce-144; 0,05 à 0,08 Bq/l voor Cs-134 en Cs-137; 0,2 à 0,4 Bq/l voor I-131; 0,1 Bq/l voor Nb-95; 0,1 Bq/l voor Ru-103; 0,4 à 0,8 Bq/l voor Ru-106; 0,005 à 0,007 Bq/l voor Sr-90; 0,005 Bq/l voor totale α en totale β .

In verband met de aanwezigheid van *bètastraling in de omgeving van de nucleaire sites en in een controleregio (Vielsalm)*, toont de analyse van de resultaten die werden verkregen via op voorhand gefilterd regenwater (analyses uitgevoerd op het filtraat en op het residu van de filtrering) aan dat de metingen meestal onder de detectielimieten liggen en dat, wanneer een meting mogelijk is, de gedetecteerde waarden nauwelijks boven deze limieten uitkomen.

De weinige waarden die voor gefilterd regenwater werden opgemeten, liggen zeer laag en overschrijden de detectiedrempels van de meetapparatuur nauwelijks: 0,15 tot 0,4 Bq/liter. De waarden die in de omgeving van de nucleaire sites geregistreerd worden, zijn vergelijkbaar met deze die in de controleregio Vielsalm werden opgemeten.

Hetzelfde kan worden opgemerkt voor de filtratieresidu's.

Het is bijgevolg evident dat de gedetecteerde sporen van bèta-emissie kunnen worden verklaard door het feit dat er in dit water natuurlijke bètastralers aanwezig zijn.

De resultaten die *in de omgeving van de nucleaire site van het SCK te Mol* worden opgemeten, hebben hoofdzakelijk betrekking op de totale alfa- en bètastraling. Deze resultaten worden uitgedrukt in Bq, via de neerslag per oppervlakte-eenheid (m²) gedeponeerd.

De detectiedrempels bedragen respectievelijk 0,03 Bq/m² en 0,4-0,7 Bq/m² voor α - en β -emissie. De opgemeten waarden, hoewel ze de detectielimieten overschrijden (geval voor bèta-emissie), blijven als absolute waarden laag; de aanwezigheid van natuurlijke bètastralers is verantwoordelijk voor een groot deel van de geregistreerde waarden voor deze familie van radio-elementen.

De gegevens m.b.t. de besmetting aan de oppervlakte (via droge afzetting of via natte afzetting in bakken gevuld met water) die *op de site van het IRE* werden verkregen, bevestigen de metingen van het regenwater die op deze zelfde site werden uitgevoerd.

Het netwerk voor de opsporing van de atmosferische radioactiviteit, via het meten van de radioactiviteit van de regen, geeft hiermee blijk van zijn doeltreffendheid in het ontdekken van zeer lage radioactieve waarden dank zij de detectiedrempels die door de meetapparatuur kunnen worden bereikt.

3.3. Besluit

- de natuurlijke radioactiviteit is hoofdzakelijk verantwoordelijk voor het - zeer lage - niveau van de atmosferische radioactieve besmetting;
- buiten elk ongevallenscenario, zijn de atmosferische gevolgen van de nucleaire installaties en dus onrechtstreeks ook de gevolgen voor het leefmilieu steeds verwaarloosbaar, zelfs niet detecteerbaar;
- dit aspect van de controle van de atmosferische radioactiviteit berust op de continue metingen die door het geheel van de "lucht"-meetstations, die in het kader van het automatisch meetnet TELERAD over het grondgebied verspreid werden opgesteld, worden uitgevoerd.

4. RADIOACTIVITEIT VAN DE BODEM

De radioactieve besmetting van de bodem is hoofdzakelijk te wijten aan de neerslag van radioactieve elementen die in de atmosfeer aanwezig zijn (meestal geassocieerd met zeer fijne partikels of aerosols) door droge of natte afzetting (uitlogen van de atmosfeer door regen).

Bodemstalen worden, normaal gezien, eens per jaar genomen en geanalyseerd. Per plaats wordt de eventuele afzetting onderzocht via stalen van het gras (oppervlakteafzetting). Voor uitzonderlijke gevallen van besmetting (lekken in afvoerleidingen of bij opslag van radioactief afval) zullen bijkomende stalen worden genomen.

De analyses hebben betrekking op de detectie van gammastraling. De detectiedrempels kunnen variëren afhankelijk van de hoeveelheid en de densiteit van de bodemstalen, van de geometrie die wordt gebruikt om de metingen uit te voeren en van het globale activiteitsniveau van het staal. De concentratie aan kalium 40 volgt deze van het stabiel kalium (^{40}K vertegenwoordigt 0,0119% van totale gehalte aan kalium) dat varieert van bodem tot bodem en afhankelijk van de seizoenen.

Met betrekking tot de **afzetting op het gras**, werden de controles uitgevoerd in de zone van **Dourbes** (westelijke regio van Chooz) en te **Brussel**.

Enkel Be-7 - een natuurlijk radioactief kosmogeen element - is zichtbaar. Er kan worden opgemerkt dat de detectieniveaus die werden bereikt voor de andere gecontroleerde radioactieve elementen zeer laag liggen: 3 à 6 Bq/kg voor Ce-141, 11 à 15 Bq/kg voor Ce-144, 1 à 2 Bq/kg voor Cs-134 en Cs-137, < 10 Bq/kg voor I-131, 1,5 à 2,5 Bq/kg voor Nb-95 en Ru-103 en ~10 Bq/kg voor Ru-106.

De bodemstalen die in de **regio Vielsalm** (gekozen als "controleregio", bosrijk gebied en daardoor verwijderd van de agglomeraties en van de nucleaire installaties) werden genomen, zijn "radiologisch" gezien proper.

Deze bodemstalen werden genomen op een oppervlakte van 1m² en op een diepte van ongeveer 10 cm (komt overeen met de organische en hemioorganische horizontale oppervlakteaardlagen, die samengesteld zijn uit organisch materiaal in ontbinding - min of meer vermengd met mineraal materiaal, waarop zich in het bijzonder radiocesium vastzet - waarop zich radio-elementen vastzetten die langs atmosferische weg worden afgezet).

Enkel sporen van Cs-137 (sporen van fall-out van Tsjernobyl) en van Be-7 (natuurlijk kosmogeen) worden gedetecteerd en natuurlijk van kalium 40; deze beide laatste zijn natuurlijke radioactieve elementen.

Hetzelfde soort resultaat wordt verkregen voor de **bodemstalen** afkomstig van de streek van **Chooz** te **Hastière** (in de mogelijke invloedzone van de Franse kerncentrale van Chooz), van **Tihange** en **Fleurus**. Daar opnieuw kan de natuurlijke radioactiviteit duidelijk worden opgemerkt (kalium 40) en kunnen er sporen van Cs-137 worden gedetecteerd.

In de omgeving van de sites van **Doel**, **Mol**, **Dessel** en **Koksijde**, is de radioactiviteit die kan worden gedetecteerd in de gemeten **bodemstalen** hoofdzakelijk te wijten aan de natuurlijke radio-elementen (K, Ra, Th), sporen van radiocesium zijn aanwezig. De

detectiedrempels zijn ook hier zeer laag: 2,5 à 3 Bq/kg voor ^{60}Co , 1 à 2 Bq/kg voor $^{137,134}\text{Cs}$, 1 Bq/kg voor U en 1 à 1,5 Bq/kg voor $^{238,239}\text{Pu}$, enz..

In de streek van **Dessel** vindt men in de bodem, naast de natuurlijke radioactiviteit (uranium) die nauwelijks opspoorbaar is, sporen van zware elementen die behoren tot de familie van americium en plutonium.

Deze aanwezigheid kan enkel te wijten zijn aan de nabijheid van de site, met de installaties van Belgoproces 1 (Cilva-verbrandingsoven voor vast afval, Pamela-verglazingsfabriek voor hoog radioactief afval), van Belgoproces 2 (oude afvalverwerkingszone van het SCK/CEN) en van Belgonucleaire, betrokken door alfastraling en Pu-uitstoot. Er dient te worden opgemerkt dat FBFC International - fabriek voor splijtstof verrijkt met ^{235}U en op dit ogenblik MOX - hier niet bij betrokken is vermits zijn atmosferische uitstoot in termen van activiteit verwaarloosbaar is).

In de **bodem** van de **site van het SCK/CEN** worden er sporen van cesium 137 aangetroffen naast radio-elementen van natuurlijke oorsprong (K, U en Th). Deze resultaten dienen evenwel te worden gerelativeerd en er moet worden opgemerkt dat de opgemeten waarden, wanneer ze al kunnen worden gemeten, nauwelijks hoger liggen dan de detectiedrempels van de meetapparatuur.

In het algemeen kan door de aanwezigheid van deze natuurlijke en kunstmatige radioactieve elementen worden bevestigd dat de streek rond de steden en de industriële sites van Dessel – Mol – Tessenderlo en de waterlopen Laak – Winterbeek – Demer verder moeten worden gecontroleerd. Het is trouwens opportuun om het huidige niveau van besmetting door de natuurlijke en kunstmatige radioactieve elementen die in het leefmilieu worden geloosd te evalueren en de eventueel meer getroffen zones te situeren, ten einde studies uit te voeren met het oog op hun eventuele sanering, indien nodig.

De **bodemstalen** afkomstig van de **kuststreek van Koksijde** bevatten zeer weinig radioactiviteit; deze is hoofdzakelijk van natuurlijke oorsprong (K, Ra, Th). Sporen van cesium 137 zijn detecteerbaar maar de metingen die konden worden opgetekend, liggen nauwelijks hoger dan de detectiedrempels.

Besluit

- De kerncentrales en het I.R.E. hebben geen meetbare impact op hun omgeving. De installaties van de site van Dessel en van het SCK/CEN hebben daarentegen wel een meetbare – maar beperkte – invloed. Deze beperkte invloed moet evenwel verder worden opgevolgd in het kader van een regelmatige routinecontrole. In vergelijking met de periode 1991-1995 blijkt een afname van de kunstmatige radioactiviteit die door deze installaties wordt geproduceerd, te kunnen worden waargenomen.

- Het industriegebied dat gelegen is rond de sites van Mol, Dessel, Tessenderlo werd in niet onaanzienlijke mate vervuild door chemische pollutanten waarvan sommige radioactief zijn, namelijk Ra-226 – een natuurlijk radioactief element – geloosd door de chemische meststoffenindustrie van Tessenderlo; deze pollutanten zijn derhalve geconcentreerd aanwezig in bepaalde zones. Een multi-disciplinaire aanpak lijkt vereist ten einde de exacte draagwijdte te bepalen van de chemische en, in mindere mate, van de radioactieve pollutanten. Daarom moeten studies op het gebied van de overdracht in het leefmilieu van deze pollutanten worden

uitgevoerd (synergie tussen pollutanten); dit zou, indien de situatie het rechtvaardigt - moeten leiden tot saneringsvoorstellen m.b.t. de meest getroffen zones.

5. RADIOACTIVITEIT IN EEN VLOEIBARE OMGEVING

5.1. Radioactiviteit van oppervlaktewaters

5.1.1. de Maas

De MAAS is een belangrijke stroom die radioactieve uitstoot te verwerken krijgt van de nucleaire site van Chooz te Frankrijk, van Tihange en van het IRE (via de Samber). Beide rivieren krijgen eveneens de uitstoot te verwerken van de ziekenhuizen en laboratoria die met radio-elementen werken in de grote agglomeraties zoals Namen, Hoei, Luik, Charleroi,...

De Maas is - na behandeling uiteraard - een belangrijke bron van drinkwater voor een groot deel van de Belgische en Nederlandse bevolking. Daarom wordt in hoofdzaak de totale α - en β -radioactiviteit gemeten; ook gamma-spectrometrieën worden uitgevoerd.

Deze controles zullen in de toekomst des te meer actueel zijn door de inwerkingtreding van de nieuwe 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 eind 2001-begin 2002 moeten worden vastgesteld.

Ten einde het fixerend vermogen van de radioactiviteit van zwevend materiaal en van fijne sedimentpartikels te kunnen evalueren, worden analyses uitgevoerd op gefilterd en op niet-gefilterd water. Het sediment, dat wordt afgezet in rivierbeddingen en aan de (hoge) oevers, is een belangrijk onderdeel waarop zich radioactieve elementen kunnen afzetten. Daarom wordt dit afzonderlijk gemeten en in kaart gebracht.

De staalname- en controleplaatsen van de radioactiviteit van het water werden zodanig gekozen dat de impact van de kerninstallaties langsheen de hele loop van de Maas kan worden gemeten en nagegaan:

- site van Hastière; hier is de uitstoot van de Franse kerncentrale van Chooz geïntegreerd evenals deze van de Franse ziekenhuizen uit het Maasbekken;
- site van Hoei; hier is de invloed van de Samber geïntegreerd, deze van het « Instituut voor Radio-Elementen te Fleurus » (IRE) en deze afkomstig van de ziekenhuizen van de agglomeraties Namen en Charleroi;
- site van Ampsin, gesitueerd stroomafwaarts van de kerncentrale van Tihange, laat ons via vergelijking met de gegevens van Hoei toe om de impact van de vloeibare uitstoot vanuit Tihange op de Maas te controleren;
- site van Ivoz-Ramet, iets meer stroomafwaarts van de centrale van Tihange voor Luik;
- site van Monsin, stroomafwaarts van Luik, hier is het aandeel van de Luikse ziekenhuizen opgenomen;
- site van Lanaye, hier is het Belgisch aandeel aan de Nederlandse grens geïntegreerd.

De resultaten tonen aan dat er geen significante activiteit kan worden gedetecteerd van totale bètastralers (detectielimiet $\sim 0,15$ Bq/liter), voor jodium 131 (limiet $< 0,2$ Bq/liter) en radiocesium (limieten $< 0,2$ Bq/liter of $< 1,5$ Bq/l afhankelijk van de volumes en dus de geometrie die door de technicus belast met de meting werd gekozen). Kalium 40 ligt eveneens onder de detectielimieten ($< 2,5$ Bq/liter). Met een gunstigere geometrie (stalen genomen te Lanaye), kunnen waarden van K-40 van een grootteorde van $0,1$ Bq/l worden bepaald.

Enkel tritium wordt routinematig gedetecteerd en dit hoofdzakelijk in de stations die rechtstreeks stroomafwaarts van de centrale van Tihange gelegen zijn (Ampsin en Monsin): een tiental Bq/liter te Hastière en Hoei, 10 à 15 Bq/liter te Ampsin en Monsin.

De resultaten die voor tritium werden verkregen, blijken seizoensgebonden fluctuaties te vertonen die reeds zichtbaar zijn te Hastière maar meer uitgesproken vanaf Hoei; deze vertalen zich door een verhoging van de concentraties in de zomer en in het begin van de herfst en kunnen in verband worden gebracht met het lagere debiet van de rivier gedurende deze periodes evenals met plaatselijke maandelijkse lozingen die iets hoger liggen.

Zo heeft de uitstoot van de site van Tihange, in augustus 1998, 3,3% van de uitstootlimiet bereikt; dit vertaalt zich in een verhoging tot 50 Bq/liter van radioactief tritium in het Maaswater. Zo was er ook gedurende de periode mei-juni-juli 1999 en oktober 1999 een uitstoot van deze site van respectievelijk 14% en 6,3% van de uitstootlimiet die zich vertaalt in een verhoging van het gehalte aan tritium in het Maaswater: maximum van 50 Bq/liter in juli en 26 Bq/liter in november.

De waarden van tritium bleven als absolute waarden zeer laag en, hoewel het hier niet-drinkbaar water betreft, in aanzienlijke mate beneden de laatste aanbevelingen van de W.G.O. m.b.t. de vaststelling van de activiteit van de verschillende radio-elementen in het drinkwater (7800 Bq/liter aan ^3H).

Op Europees gebied kaart de Richtlijn betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water (drinkwater), gepubliceerd in 1998 (Richtlijn 98/83/EG van de Raad van 3 november 1998) eveneens het radiologisch aspect van het water aan maar op een meer behoudende manier. Twee parameters worden vermeld: een betreft tritium, met een meer restrictieve concentratie dan deze van de W.G.O. : 100Bq/liter en de andere is een dosiswaarde –*totale indicatieve dosis* (zonder tritium) – vastgesteld op 0,1 mSv/jaar.

Zo blijkt duidelijk dat het “onbewerkte” Maaswater dat als dusdanig niet voor menselijke consumptie gebruikt wordt, ruimschoots deze parameter van 100 Bq/liter aan tritium respecteert.

De invloed van Chooz **te Hastière** is nauwelijks "zichtbaar" wat tritium betreft en de gevolgen ervan zijn verwaarloosbaar met het oog op de stralingsbescherming van de bevolking. De gegevens die voor de site van **Hoei** werden verkregen, bevestigden de analyse die voor de site van Hastière gemaakt werd: de impact van het IRE blijft verwaarloosbaar.

Door met voorgaande metingen te vergelijken, kan de inbreng (aandeel tritium) van de site van Tihange stroomafwaarts van de centrale te Ampsin en te Monsin worden gedetecteerd; deze geeft, hoewel weinig uitgesproken, toch een zwakke impact van de centrale weer.

Met betrekking tot Lanaye (grens met Nederland) kan het merendeel van de totale bèta-activiteit door de aanwezigheid van K-40 worden verklaard. Deze bètaradioactiviteit is dus hoofdzakelijk van natuurlijke oorsprong. Sporen van Sr-90 zijn te wijten aan een (zeer) zwakke uitstoot, afkomstig van de centrale te Tihange; deze van de totale alfastralers (en Ra-226) zijn van natuurlijke oorsprong; een mogelijke uitleg is dat deze opnieuw via het sediment werden opgelost.

Besluit

Indien dit water rechtstreeks voor menselijke consumptie bestemd was, dan zou het zelfs zonder behandeling, aan de criteria van de nieuwe Europese richtlijn inzake radioactiviteit beantwoorden. Daarenboven houdt men bij de totale indicatieve dosis, waarvan de maximale waarde vastgesteld is op 0,1mSv/jaar, geen rekening met K-40, radon en zijn verwante producten die uiteraard een aandeel hebben in de totale gemeten bèta-activiteit.

Er is dus geen bijzonder radiologisch probleem te vermelden voor de Maas. Er dient evenwel, via dit radiologisch systeem, verder te worden gecontroleerd of de verklaringen van de elektriciteitsproducenten m.b.t. de uitstoot met de realiteit overeenkomen.

5.1.2 SCHELDE

Deze verzamelt niet alleen de radioactieve uitstoot van de centrale van Doel en van het SCK in Mol, via de Molse Nete – bijrivier van de Grote Nete –, maar ook ^{226}Ra dat in verband kan worden gebracht met de industriële uitstoot in het Netebekken, afkomstig van de industrie van Kwaadmechelen en Tessenderlo op de Grote Laak en de Winterbeek.

In de **Molse Nete**, waarin de vloeibare uitstoot van de site van Mol wordt geloosd, springen er een aantal radioactieve elementen duidelijk in het oog.

Bètastralers – behalve tritium - (waaronder ^{90}Sr) en ^{60}Co worden gedetecteerd: respectievelijk beneden 0,4 Bq/liter en 0,2 Bq/liter. Sporen van alfastralers zijn nog meetbaar: bepaalde zijn van natuurlijke oorsprong, zoals Ra-226, U-234/235 en U-238, andere van kunstmatige oorsprong; het betreft hier elementen die zwaarder zijn dan uranium zoals Pu-238/239/240 en l'Am-241. Hun oorsprong in het leefmilieu houdt verband met de brandstofproductie voor de natuurlijke radio-elementen, evenals met deze van de nucleaire onderzoekscentra en de activiteiten van de kernreactoren voor de kunstmatige.

De niveaus van de alfa- en bèta-activiteit liggen zeer laag, nauwelijks boven de detectiedrempels van de meetapparatuur (geval m.b.t. alfatotaal). Er kan algemeen worden opgemerkt dat de activiteitsniveaus van de radio-elementen die alfastralen uitzenden rondom de 0,01 Bq/liter liggen.

Deze invloed is te wijten aan de uitstoot van de installatie van Belgoprocess 2 (oude verwerkingsinstallatie voor vloeibare uitstoot van SCK/CEN). Dit complex waarin alle vloeibare uitstoot van de andere kerninstallaties van de site opgenomen wordt, kan effluënten lozen in de Molse Nete tot 166 GBq/maand aan alfa- bèta- en gamma-radioactiviteit, volgens de volgende formule:

$$[\beta \text{ totaal}] + 5[\alpha \text{ totaal}] + 3[^{131}\text{I}] + 7.5[^{90}\text{Sr}] + 300[^{226}\text{Ra}] + 10^{-3}[^3\text{H}] \leq 166 \text{ GBq/maand in de rivier de Molse Nete.}$$

Met betrekking tot de uitstoot aan tritium liggen de gehalten hoger: ze liggen in het algemeen lager dan 50 Bq/liter, met pieken (vaak van mei tot juni-juli) van een grootteorde van parameters van 100 Bq/l vastgesteld in de Europese richtlijn betreffende het drinkwater.

Hieruit kan worden afgeleid dat de uitstoot aan tritium in deze waterloop niet verwaarloosbaar is en bijgevolg dus nauwlettend moet worden gecontroleerd. De ecologische situatie van deze rivier is problematisch, gezien de chemische vervuiling in het algemeen. Vanuit radiologisch standpunt bevatten deze waterlopen abnormaal hoge radioactieve

waarden, dit is het resultaat van de nucleaire industriële activiteit van de site die evenwel de opgelegde uitstootlimieten respecteert.

Uit deze vaststelling moet worden afgeleid dat dit water niet als zodanig gebruikt mag worden voor menselijke consumptie. Bovendien stroomt het door landbouwzones die aldus plaatselijk besmet kunnen worden – vooral dan chemisch (bermen, zones waar baggerspecie wordt afgezet, enz). In de toekomst dient de toevoer van chemische en radioactieve vervuilers te worden verminderd.

De auteurs van dit verslag raden aan om in deze regio chemische en radiologische effectstudies uit te voeren ten einde de besmette zones te bepalen en een toe te passen strategie te bepalen om zo een meer aanvaardbare (radio)ecologische situatie te verkrijgen.

Meer stroomafwaarts op de **Grote Nete**, nabij Geel, kunnen er steeds alfa- en bètastralers worden gedetecteerd: de activiteitsniveaus van de totale bètastraling liggen in het algemeen lager dan 0,3Bq/liter. Deze waarden zijn van dezelfde grootteorde als deze van (natuurlijk) kalium 40. Sporen van alfastraling (metingen totaal alfa) kunnen nog worden gevonden (gehaltenes in de buurt van de detectielimieten: 0,02 Bq/liter).

Tritium is steeds aanwezig, maar het gehalte ligt lager dan dat in de Molse Nete: minder dan 10Bq/liter in het algemeen met enkele "pieken" in de buurt van 100 Bq/liter of meer, soms opgetekend in dezelfde periodes als voor de Molse Nete.

Het is onmogelijk om deze variaties perfect te doen correleren met de geregistreerde waarden in de Molse Nete voor dezelfde periodes. De waterlopen ontvangen inderdaad enorm veel afvalwater van de industrie en dit heeft een duidelijke invloed op het hydrosysteem van deze rivieren en bijgevolg op de dilutiefenomenen en dus op de metingen per volume-eenheid (Bq/liter).

Met betrekking tot de **Grote Laak**, die afvalwater van het industriegebied van Tessenderlo te verwerken krijgt, wordt er hoofdzakelijk alfa- en bèta-emissie gedetecteerd.

Sinds 1993 kan er een afnemende tendens worden opgemerkt van de gehaltenes aan totale alfa-emissie (waaronder ^{226}Ra): van gemiddeld 4-5 Bq/liter gaat men nu naar 1-2 Bq/liter. Ter herinnering kan worden vermeld dat deze afname te wijten is aan een aanpassing van de afvalverwerkingsprocédés van de productie-installaties van fosfaathoudende producten te Tessenderlo. De gehaltenes aan (natuurlijk) ^{40}K liggen grotendeels aan de basis van de totale bèta-activiteit die in deze waterlopen kan worden opgetekend.

Sinds 2000 ontvangt een andere waterloop de uitstoot van de installaties: de **Winterbeek**. De totale alfa-activiteit die wordt opgemeten in deze waterlopen ligt in de buurt van deze in de Laak: van 1 tot 5 Bq/liter. Het gehalte aan ^{226}Ra schommelt van 0,2 tot 0,5 Bq/liter voor 0,1 tot 0,3 Bq/liter in de Laak voor dezelfde periode.

Hoewel de radiologische situatie van dit water niet gevaarlijk is, dient de controle van de impact van deze effluenten op de waterloop te worden opgevolgd.

^{226}Ra – een natuurlijk radio-element – met halfwaardetijd van 1620 jaar, wordt ondergebracht in de categorie van de hoogradioactieve radionucleïden (dochterproducten zijn radon 222 in gasvorm, lood 210 - 22 jaar halveringstijd).

Bij deze niveaus van 0,2 tot 0,5 Bq/liter voor ^{226}Ra , die in verband moeten worden gebracht met de Europese richtlijn betreffende drinkwater waarin een 'screeningwaarde' voor totale α wordt vastgesteld op 0,1 Bq/liter, en hoewel het hier onbewerkt water betreft - sterk vervuild met zware metalen en niet voor consumptie geschikt - kan men niet geheel uitsluiten dat er zich in bepaalde gevallen nefaste biologische gevolgen kunnen manifesteren. Deze waterlopen, waarvan het debiet quasi-volledig door de uitstoot van chemische effluenten van het complex te Tessenderlo wordt bepaald, stromen ook langs woon- en landbouwgebieden. Duidelijk waarneembare besmetting van de bermen werd dan ook reeds vastgesteld. In bepaalde zones kan er dus worden gevreesd dat er een beïnvloeding is van de voedselketen.

De auteurs van dit verslag raden dan ook opnieuw aan om in deze regio chemische (zware metalen) en radiologische (radium) effectstudies uit te voeren ten einde de besmette zones te bepalen en een toe te passen strategie te bepalen om zo een meer aanvaardbare (radio)ecologische situatie te verkrijgen.

Te Boom, in de **Rupel** kon enkel ^{226}Ra worden gemeten. Hier moet het verdunnend effect bij de afvoer van het Netebekken worden nagegaan. De waarden zijn afgenomen en zijn van hetzelfde niveau als deze die sinds 1994 werden opgemeten: tussen 0,010 en 0,015 Bq/liter. Dit water blijkt een chronische probleem te hebben met een niet onaanzienlijke radiumvervuiling.

Nabij **Antwerpen** en in **Doel** zijn de opgemeten waarden voor radium verwaarloosbaar (enkele mBq/liter tot een tiental mBq/liter).

Stroomafwaarts van **Doel** (kerncentrale), vindt men enkel sporen van zware elementen (uranium van natuurlijke oorsprong) of ze zijn zelfs niet meetbaar (plutonium en americium). De bèta-emissie kan iets beter worden gedetecteerd, maar ook deze waarden liggen zeer laag: 2 tot 4 Bq/liter in het algemeen.

Sporen van gammastralers kunnen gericht worden opgespoord: ^{137}Cs en ^{90}Sr .

Besluit

Het water van het Netebekken (Molse Nete, Laak, Winterbeek) moet verder worden gecontroleerd want, zelfs indien het grootste probleem te wijten is aan zware chemische vervuiling, moet het gehalte aan ^{226}Ra (en de concentratie ervan in het sediment en in het slib) worden gecontroleerd.

Het is daarentegen wel geruststellend wanneer we zien dat de installaties die hun afval in de waterlopen lozen, zich terdege hebben ingespannen om hun impact op deze ecosystemen in te perken. Toch is de uitgestoten hoeveelheid nog steeds niet te verwaarlozen en komt dit bovenop een "historiek" die beter begrepen kan worden door studies die toelaten de aangetaste gebieden exact te lokaliseren en strategieën uit te werken die ertoe moeten leiden dat de radiochemische kwaliteit binnen deze ecosystemen opnieuw op een aanvaardbaar niveau wordt gebracht.

5.1.3. Water van de NOORDZEE

Verschillende plaatsen langs de Belgische kust werden gekozen voor het nemen van stalen van het zeewater, het sediment en diepzeevissen; dit wordt 4x/jaar georganiseerd door het oceanografische schip de “Belgica”. De uitgevoerde metingen hebben betrekking op een opvolging van het gehalte aan radio-elementen afkomstig van alfa-, bèta- en gammastraling en aan K-40 voor de natuurlijke radioactiviteit.

De verkregen resultaten tonen aan dat de activiteitsniveaus van het zeewater (in hoofdzaak te wijten aan sporen van bètastralers) zeer zwak zijn en van dezelfde grootteorde als de achtergrondstraling afkomstig van een natuurlijke bron (K-40): ~11 Bq/liter.

5.1.4. ALGEMEEN BESLUIT

Uit voorgaande resultaten blijkt dat de impact van kerninstallaties op het water in rivieren, op drinkwater of in de zee in feite verwaarloosbaar is en geen gevolgen heeft voor de gezondheid van de mens.

Enkel tritium wordt regelmatig gevonden in het Maaswater (enkele tientallen Bq) en in het water van de rivieren in het Netebekken. Voor de andere radio-elementen liggen de opgetekende waarden vaak nauwelijks hoger dan de detectiedrempels van de meetapparatuur.

²²⁶Ra wordt regelmatig gedetecteerd in de rivieren van het Netebekken maar de gehalten die evenwel nabij Tessenderlo (Grote Laak en Winterbeek) worden opgemeten, blijven de “hoogste”, van dezelfde grootteorde als kalium-40. De Grote Laak en de Winterbeek, waarvan het debiet bijna volledig wordt bepaald door de uitstoot van de effluenten van het chemisch complex te Tessenderlo, stromen eveneens door woon- en landbouwzones waarbij gevreesd kan worden dat deze in de bepaalde zones in de voedselketen terecht komen.

Het is wenselijk dat chemische (zware metalen) en radiologische (radium) effectstudies in deze regio zouden worden uitgevoerd ten einde de besmette zones te bepalen en een toe te passen strategie te ontwikkelen om zodoende opnieuw tot een meer aanvaardbare radio-ecologische situatie te komen.

Het radio-element dat vervolgens het meest in de kijker loopt is ⁴⁰K, een natuurlijk radioactief element.

Wanneer bèta- of gammastraling wordt opgemeten, vindt men een lagere of, in het uiterste geval, eenzelfde radioactieve waarde als voor kalium-40.

5.2. Radioactiviteit in het sediment

In het sediment in de rivieren worden in belangrijke mate de in het water aanwezige radio-isotopen geconcentreerd. Het stapelt zich mettertijd op en vormt zo een zeer interessante "opname" van de evolutie van de vervuiling van de rivier.

De radioactieve elementen die zich hierin vastzetten, blijven in het algemeen gespaard van elke invloed van buitenaf: opnieuw in suspensie gebracht, vermenging te wijten aan de activiteit van de fauna en de microfauna – "bioturbation" wijziging redox-potentieel, enz.... De factoren temperatuur, pH, activiteit van de micro-organismen, kunnen evenwel een invloed hebben op het opnieuw vrijkomen van de radio-elementen die zich hadden vastgezet.

Daarenboven wordt baggerspecie soms zelfs gebruikt als meststof en in bepaalde gevallen kan deze dus gezondheidsproblemen bij bepaalde kritieke bevolkingsgroepen veroorzaken doordat ze op die manier via de voedselketen bij de mens terecht komen.

5.2.1. SEDIMENT VAN DE MAAS EN DE SAMBER

Het sediment van de Maas wordt maandelijks bemonsterd: in Frankrijk in Givet, in België in Tailfer, Andenne, Amay, Lixhe en Lanaye. De Samber wordt stroomafwaarts van het IRE bemonsterd: te Floriffoux. Een gammaspectrometrie wordt op de stalen uitgevoerd.

In de sites van **Givet** en **Tailfer** vindt men eveneens, in de Maas, de uitstoot van de kerncentrale van Chooz vanuit Frankrijk.

In de eerste plaats kan de aanwezigheid van ^{40}K en ^7Be (natuurlijke radioactieve elementen) worden gedetecteerd; de gehalten liggen duidelijk hoger dan deze van de andere kunstmatige radioactieve elementen (200 tot 500 Bq/kg).

Ook radiocesium (^{137}Cs), sporen van kobalt (^{60}Co) en van strontium (^{90}Sr) zijn aanwezig evenals soms geringe hoeveelheden transuranen ($^{238-239}\text{Pu}$ et ^{241}Am). Al deze kunstmatige radioactieve elementen zijn afkomstig van de uitstoot van de centrale van Chooz (Frankrijk). Het sediment gedraagt zich als een hinderlaag in de mate waarin het door zijn minerale aard, een groot aantal specifieke sites bevat waarop de radio-elementen zich makkelijk kunnen vastzetten (bijvoorbeeld cesium). Dit is de reden waarom het sediment een zeer goede indicator (integrator) is voor de aanvoer van radioactiviteit.

Het gehalte aan ^{137}Cs neemt, sinds 1986, datum van het ongeval te Tsjernobyl, langzaam af. Deze afname is te wijten aan het feit dat de oude besmette lagen met nieuwe "propere" sedimentlagen worden bedekt.

Sinds 1991 schommelden de waarden van ^{137}Cs rond de 60 à 80 Bq/Kg. Op dit ogenblik blijken ze te zijn afgenomen; in 2000 bedroegen ze ongeveer een tiental Bq/kg.

Deze min of meer constante aanwezigheid van radiocesium dient in verband te worden gebracht met de vloeibare uitstoot van de kerncentrale van Chooz in Frankrijk aan de Frans-Belgische grens.

De site van **Floriffoux**, op de Samber, bevat ook de uitstoot van de installaties van Fleurus (IRE) en van de ziekenhuizen van de streek van Charleroi.

Hier ook zijn de hoogste opgemeten waarden afkomstig van natuurlijke radioactiviteit: ^{40}K en ^7Be . Ook kan de aanwezigheid van ^{137}Cs (grootteorde van 10 Bq/kg) worden gedetecteerd en soms een weinig ^{131}I (waarschijnlijk afkomstig van ziekenhuizen).

De site van **Andenne** bevat de toevoer van de Maas en de Samber stroomafwaarts van de agglomeratie Namen. In dit opzicht illustreren de gegevens die uit het sediment worden verkregen perfect de situatie die te Tailfer en te Floriffoux kon worden opgetekend.

Bij wijze van voorbeeld kon dezelfde jodiumpiek in augustus 1999 te Floriffoux en te Andenne worden opgetekend.

De site van **Amay**, stroomafwaarts van de kerncentrale van Tihange, omvat ook de toevoer van deze laatste.

Er konden bijvoorbeeld hogere waarden van ^{58}Co en ^{60}Co in augustus 1998 worden opgetekend, die - hoewel ze ver beneden de toegelaten limieten bleven - te wijten waren aan een meer uitgesproken uitstoot van eenheid 3 van de centrale. In 1999 kon in oktober dezelfde opmerking worden gemaakt m.b.t. de uitstoot van eenheid 1 in het bijzonder.

In de site van **Lixhe**, gelegen aan de grens met Nederland, komt alle radioactiviteit afkomstig van de Belgische Maas samen. Steeds worden er sporen van ^{137}Cs , ^{58}Co en ^{60}Co gemeten waarvan de waarden tussen de 10 à 20 Bq/kg liggen. De natuurlijke radioactiviteit die door ^{40}K en ^7Be wordt veroorzaakt, blijft veruit de hoogste: tussen 200 en 500 Bq/kg.

^{131}I is meer uitgesproken aanwezig van mei tot augustus 1999. Dit radio-element kan enkel van de Luikse agglomeratie, in het bijzonder van de Luikse ziekenhuizen, komen.

De site van **Lanaye**, gelegen in Nederland vlakbij de grens, iets meer stroomafwaarts van de Maas integreert eveneens alle radioactiviteit afkomstig van België. Er wordt regelmatig ^{131}I gedetecteerd, dat afkomstig moet zijn van uitstoot van ziekenhuizen, waarschijnlijk vanuit Eijsden in Nederland.

Net als te Lixhe worden er gewoonlijk sporen van ^{137}Cs , ^{58}Co en ^{60}Co gevonden, hun oorsprong ligt in de uitstoot afkomstig van de kerncentrale van Tihange.

Besluit

Uit regelmatige analyses van het sediment van de Maas en de Samber blijkt dat de radiologische toestand van dit ecosysteem goed is. De waarden van de kunstmatige radioactiviteit liggen ver beneden deze van de natuurlijke radioactiviteit van ^{40}K en ^7Be .

Anderzijds laten deze waarnemingen toe om de routine-uitstoot van de kerncentrales, wanneer deze iets hoger is dan normaal, duidelijk zichtbaar aan te tonen; deze uitstoot blijft steeds ver beneden de limieten die aan de elektriciteitsproducenten worden opgelegd.

Er kan duidelijk worden aangetoond dat de ziekenhuizen vaak een meer "zichtbare" impact hebben op de stromen en rivieren dan de kerninstallaties. Ondanks de halfwaardetijd die gelukkig kort is: 8,05 dagen, wordt ^{131}I voortdurend gedetecteerd en deze waarden liggen steeds in de buurt van die van de natuurlijke radioactiviteit (^7Be).

5.2.2. SEDIMENT IN DE SCHELDE EN IN HET NETEBEKKEN (LAAK)

In het Netebekken liggen de stations waar het sediment wordt verzameld, sinds 2000, op de Grote Laak en de Winterbeek (industriecomplex Tessenderlo), op de Molse Nete (nucleaire site van Mol), op de Nete-Grote Nete te Lier en nabij Geel. Op de Schede worden de stalen verzameld in de nabijheid van de centrale van Doel.

De analyse bestaat eveneens in het uitvoeren van een gammaspectrometrie; deze omvat de vaststelling van andere radio-elementen waaronder ^{226}Ra .

De gegevens m.b.t. het sediment van de **Grote Laak** en de **Winterbeek** (in 2000) tonen aan dat het sediment ^{226}Ra accumuleert dat door de industriële sites van Kwaadmechelen en Tessenderlo wordt uitgestoten: de waarden schommelen in het algemeen rond de 500-700 Bq/kg voor de Laak, vergeleken met 40-60 Bq/kg voor de Winterbeek.

De aanwezigheid van ^{137}Cs is aantoonbaar (grootteorde tiental Bq/kg). Voor alle andere bemonsterde elementen werden de detectielimieten bereikt: enkele Bq/kg (<5) voor de meeste; 10-18 Bq/kg voor ^{144}Ce en ^{106}Ru ; 25-40 Bq/kg voor ^{131}I en ^7Be .

De **Molse Nete** krijgt de vloeibare uitstoot van de site van Mol - installatie Belgoprocess 2 (ex-installatie verwerking vloeibare uitstoot van CEN/SCK).

Dit complex centraliseert alle vloeibare uitstoot van de andere kerninstallaties van de site en kan vloeibare effluënten in de Molse Nete lozen aan 166 GBq/maand voor de alfa-, bèta- en gammaradioactiviteit, op basis van de volgende formule:

$$[\text{totaal } \beta] + 5[\text{totaal } \alpha] + 3[^{131}\text{I}] + 7.5[^{90}\text{Sr}] + 300[^{226}\text{Ra}] + 10^{-3}[^3\text{H}] \leq 166 \text{ GBq/maand in de rivier.}$$

De metingen onthullen de aanwezigheid van een groot aantal kunstmatige (splijtingsproducten – Cs, Sr, activeringsproducten – Co, Mn, Zn en transuranen – Pu en Am) en van natuurlijke radio-elementen (Th, U, ^{226}Ra , ^{40}K en ^7Be).

De waarden van $^{134,137}\text{Cs}$ liggen in de buurt – zelfs hoger – van deze die in het algemeen worden vastgesteld voor ^{40}K (~200-250 Bq/kg): 200 à 400 Bq/kg voor ^{137}Cs (met een "piek" nabij 700 Bq/kg in 1998 en een andere van 800 Bq/kg in 2000). Er wordt 30 tot 100 Bq/kg voor ^{60}Co vastgesteld (met een "piek" boven de 200 Bq/kg in 1998), ^{90}Sr is vaak aanwezig met waarden beneden 50 Bq/kg (detectielimiet van 23 tot 33 Bq/kg).

De zware elementen zijn detecteerbaar aan concentraties ver beneden deze van ^{40}K .

Naast ^{226}Ra ligt de natuurlijke alfastraling - zoals van uranium 234 en ^{238}U , die in het algemeen bij het productieproces van splijtstof vrijkomen - hoger dan normaal: deze aanwezigheid in het sediment is afkomstig van de uitstoot van de reactor en het onderzoekscentrum van Mol. De detectie van transuranen (kunstmatige alfa) zoals 239 en ^{238}Pu (enkele Bq/kg tot ~30 Bq/kg) en van ^{241}Am (~ 20 tot 40 Bq/kg) bevestigt deze vaststelling.

Het regelmatig opduiken van deze radioactieve elementen in het sediment dat elke maand wordt "ververst" via de bezink- of decanteerbakken bevestigt dat de uitstoot voortdurend in deze waterloop geloosd wordt.

Het is opportuun om in de toekomst staalnamecampagnes te voeren via het nemen van bodemmonsters uit de bedding van deze waterloop om zo een meer realistisch beeld te bekomen van de aanwezige besmetting (door integratie in de diepte van het sediment).

Nabij Geel in de **Grote Nete** aan de monding van de Molse Nete bevat het sediment nog ^{137}Cs (enkele tientallen tot ~ 150 Bq/kg), ^{134}Cs (< 10 Bq/kg), ^{60}Co (enkele tientallen Bq/kg tot ~ 100 Bq/kg), sporen van ^{131}I .

Te Lier, aan de samenvloeiing van de **Nete** met de **Grote Nete**, is de inbreng van de Grote Laak en de Molse Nete duidelijk zichtbaar ondanks een zekere verdunning van bepaalde effluënten van Tessenderlo en de installaties van Mol: de gedetecteerde waarden van ^{226}Ra zijn gedaald tot 100 à 200 Bq/kg en de aanwezigheid van ^{137}Cs (~ 20 Bq/kg) kan nog worden genoteerd net als deze van ^{60}Co ($\sim 2-3$ Bq/kg). De detectielimieten voor de andere onderzochte radio-elementen worden bereikt ($^{54}\text{Mn} \sim 1$ Bq/kg, $^{57,58}\text{Co}$ - ^{95}Nb - ^{95}Zr - $^{103}\text{Ru} \sim 1-3$ Bq/kg, $^{106}\text{Ru} \sim 10$ Bq/kg, $^{141}\text{Ce} \sim 2-3$ Bq/kg, $^{144}\text{Ce} \sim 5-9$ Bq/kg).

Ten slotte ligt, op de **Schelde**, te Doel - een zeer complex estuarien ecosysteem gezien vanuit de fysisch-scheikundige water-sedimentwisselingen - de natuurlijke radioactiviteit te wijten aan ^{40}K (550 à 650 Bq/kg) veel hoger dan deze die door de kunstmatige elementen wordt opgewekt. De waarden van ^{226}Ra liggen hier nog lager : 70 à 80 Bq/kg in 1998 en 40 à 70 in 1999 en 2000. ^{228}Th en ^{232}Th (natuurlijke alfa-emissie) worden ook routinematig opgespoord met waarden rond 40-50 Bq/kg. Ook zijn ^{137}Cs en ^{60}Co , met waarden rond 15-20 Bq/kg en respectievelijk ~ 5 Bq/kg, aanwezig.

Besluit

Zoals voor de voorgaande jaren kan hetzelfde worden vastgesteld: het "Nete-Scheldebekken" wordt gekenmerkt door een significante "stralingsbelasting" door zwaar radioactief materiaal. Radium wordt met name steeds gedetecteerd en is in het ganse bekken aanwezig. Hoewel de situatie niet gevaarlijk is voor de mens, is ze toch tamelijk "storend" en verdient ze daarom bijzondere aandacht.

Dit type radiologische opvolging moet in de toekomst worden verder gezet maar moet verbeterd worden via een betere standaardisering van de hoeveelheid verzameld sediment, een grotere harmonisering van het "palet" opgespoorde radio-elementen en vooral door de systematische analyse van ^{40}K als "getuige van de natuurlijke radioactiviteit".

Daarenboven moet dit complex ecosysteem - een zoetwatertype voor het Netebekken en een zoutwatertype voor het Schelde-estuarium - verder worden opgevolgd in het kader van praktische en van andere, meer theoretische studies.

Een praktische benadering heeft betrekking op de evaluatie van de zones die te hoge radiumwaarden bevatten evenals een schatting van de technische en financiële middelen met het oog op de rehabilitatie van deze laatste.

Theoretische studies zouden werk moeten maken van het bepalen en kwantificeren van de parameters die verantwoordelijk zijn voor de dynamiek van de radio-elementen tussen het sediment en het water afhankelijk van fysieke parameters zoals debiet, temperatuur, activiteit van flora en fauna van het sediment, variaties inzake saliniteit, enz....

Een betere wetenschappelijke kennis van dit ecosysteem zou immers de noodzakelijke gegevens kunnen verschaffen voor de berekening van de doses voor de bevolking evenals

voor het verkrijgen van de voor de modelvorming nuttige parameters en bijgevolg voor het voorzien van de beweging van de in dit zoetwaterecosysteem geïnjecteerde radio-elementen, dat hierdoor bijgevolg zouter wordt.

5.2.3. SEDIMENT VAN DE NOORDZEE

Aan de Belgische kust wordt het sediment vanuit de zee van jaar tot jaar op dezelfde plaatsen bemonsterd door de Belgica. Veertien staalnames worden doorgevoerd op een strook van 5 tot 25 km langsheen de steden Koksijde, Nieuwpoort, Oostende, Blankenberge (een punt ligt op 37 km loodrecht van Wenduine nabij Blankenberge).

Deze stalen laten toe sporen van ^{137}Cs ($< 1,5\text{-}2$ Bq/kg) en ^{60}Co (1 à 4 Bq/kg) aan te tonen. De andere onderzochte radio-elementen zijn niet detecteerbaar (lager of gelijk aan de detectiedrempels van de meetapparatuur).

Besluit

Het sediment van de zee dat wordt verzameld, brengt geen noemenswaardige radiologisch probleem aan het licht.

5.3. Radioactiviteit van de fauna en de flora in het water

Watermossen en waterplanten zijn vooral op korte en op middellange termijn zeer gevoelig voor de vloeibare uitstoot want deze organismen hebben een groot concentratievermogen van stabiele of radioactieve chemische elementen. Hiertoe gedragen ze zich als biologische indicatoren of bio-indicatoren. Vissen zijn eerder betere integratoren van de radioactiviteit op langere termijn.

In de rivieren:

De bio-indicatoren voor een eventuele besmetting van de flora worden op verschillende plaatsen op de Maas bemonsterd: te Ham sur Meuse, nabij Chooz, te Givet voor de "hoge Maas (site van Chooz), te Hastière, en tenslotte te Ivoz-Ramet (en Ampsin) stroomafwaarts van Tihange. De belangrijkste gammastralen wordt hier opgemeten evenals ^{226}Ra en ^{232}Th .

Op de Schelde, in het estuarium, worden waterplanten bemonsterd; dit gebeurt in Nederland te Yerseke, Kloosterzande en Hoofdplaat. De belangrijkste gamma-emissie vindt men hier ook evenals ^{226}Ra , ^{232}Th en ^{90}Sr .

In de Noordzee:

De Noordzee krijgt rechtstreeks de vloeibare effluenten van de Franse (Gravelines, via het Kanaal deze van Paluel, Flamanville en het opwerkingsbedrijf van la Hague) én van de Engelse kerncentrales (centrales van Dungeness, Bradwell en Sizewell) te verwerken, maar is tegelijk het eindpunt van meerdere rivieren waarin eveneens radioactieve effluenten worden geloosd, o.a. de Maas en de Schelde voor België.

Dit is de reden waarom ze nauwlettend in de gaten wordt gehouden door alle aangrenzende landen die de conventies van Oslo en Parijs (OSPAR-akkoorden) hebben ondertekend.

Hier worden hoofdzakelijk algen, vis, week- en schaaldieren bemonsterd omwille van hun accumulerende en concentrerende eigenschappen om er de belangrijkste splijtings – en activeringsproducten te kunnen meten en evenals Th, Pu en U.

5.3.1. FAUNA EN FLORA IN DE MAAS

Voor de **flora**, werden als bio-indicatoren voor de atmosferische vervuiling de korstmossen – *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes* en *Ramalina farinacea* gekozen en voor de vervuiling in het water een algemeen voorkomend mos in het zoetwatersysteem: *Cinclidotus danubicus*.

M.b.t. de atmosferische vector, worden er korstmossen bemonsterd nabij de sites van Chooz A (actueel ontmanteld) en Chooz B (in werking) evenals in België in Falmignoul nabij Hastière net voorbij de Frans-Belgische grens.

Met uitzondering van de natuurlijke merkers- ^7Be en ^{232}Th , vertonen de korstmossen nabij de site van Chooz kleine concentraties ^{137}Cs (waarden i/h algemeen < 10 Bq/kg). Er is een tendens tot afname van 1998 tot 2000. In België, te Falmignoul, bevatten de bemonsterde korstmossen nog steeds een beperkte concentratie ^{137}Cs (10 à 20 Bq/kg met pieken van 50 Bq/kg in 1999) en van ^3H (10 à 15 Bq/kg). Ook hier kan een afnemende tendens van de concentratie radiocesium worden opgemerkt van 1998 tot 2000.

Geen bijzonder radiologisch probleem te signaleren.

Voor de vector water staan mossen bekend als goede integratoren van de radioactiviteit die in het zoete water wordt uitgestoten.

De watermossen die op de site van **Ham sur Meuse** (Frankrijk) - stroomopwaarts van de kerncentrale van Chooz - worden bemonsterd, geven een "nulbeeld" van de flora van de Maas vooraleer er ook maar enige uitstoot van de centrale in terecht kwam.

De resultaten geven in het algemeen waarden lager dan of gelijk aan de detectiedrempels van de meetapparatuur. Slechts enkelen liggen boven deze detectiedrempels (enkele Bq/kg voor radiocesium, radiomangaan, 20 à 30 Bq/kg voor Th en Ru) maar zelfs in die gevallen zijn ze nauwelijks van betekenis.

De site van **Givet** in Frankrijk en deze van **Hastière** in België, net achter de Frans-Belgische grens, ontvangen – ter herinnering - de uitstoot van de Franse centrale van Chooz en deze van de ziekenhuizen van Givet en Charleville.

Vlakbij de nucleaire site van Chooz, kan er uit de stalen te **Givet** niets anders worden afgelezen dan de aanwezigheid van sporen van cesium en kobalt evenals van een natuurlijk radio-element: thorium.

Iets meer stroomafwaarts van de centrale ten noorden van Givet in België, vertonen de staalnames te **Hastière** zwakke activiteitsniveaus die ook hier nauwelijks boven de detectiedrempels liggen wanneer ze al meetbaar zijn. ¹³⁷Cs wordt soms gedetecteerd (waarden nauwelijks hoger dan de detectiedrempels en daarom weinig significant) en ook ²³²Th.

De site van **Ivoz-Ramet** (en van **Ampsin**) verzamelt de uitstoot van de kerncentrale van Tihange evenals de inbreng van het Samberbekken en van de ziekenhuizen van de streek van Namen en van het bekken van Charleroi.

De activiteitsniveaus liggen in het algemeen zeer laag. Het mos heeft hogere concentraties radiocobalt (60 en in mindere mate 58). Het gehalte aan cobalt (van 3 tot 35 Bq/kg voor de detectielimieten die variëren van 5 tot 10 Bq/kg volgens de jaren) is te wijten aan een meer uitgesproken uitstoot van dit radio-element afkomstig van de nucleaire site.

Voor de **fauna** kon er enkel in 1998 vis worden gevangen. Het betrof hier één niet-roofvis, de voorn (*Rutilus rutilus*) et één carnivoor, de baars (*Perca sp.*). Behalve ⁴⁰K, konden enkel sporen van ¹³⁷Cs worden gevonden bij de baars (concentratiefenomeen langs ganse lijn van de voedselketen). Verder niets te melden.

Besluit

Dankzij de geselecteerde bio-indicatoren van de radioactieve besmetting van het water is het door hun concentratievermogen van radio-elementen in het water op korte en middellange termijn mogelijk om sporen van radioactiviteit - van dezelfde grootteorde als deze van de natuurlijke radio-elementen ²²⁶Ra et ²³²Th – duidelijk zichtbaar te maken.

Elke enigszins meer uitgesproken uitstoot afkomstig van de kerncentrales (hoewel ver beneden de toegelaten limieten) wordt door deze waterplanten duidelijk zichtbaar gemaakt. Deze "biologische" controle laat toe, dankzij dit vermogen om radioactiviteit te integreren, om elke ietwat meer actieve uitstoot op te sporen en in het geheugen op te slagen; deze uitstoot zou anders onopgemerkt zijn gebleven in de stalen die routinematig van het water worden genomen.

Dit soort controle zou in de toekomst behouden moeten blijven en moet worden aangevuld met gegevens die "in real time" door het Telerad-net worden verstrekt, in het bijzonder via het meetstation op de rivier op de rechteroever van de Maas, te Heer-Agimont.

Globaal gezien is de radiologische situatie van het Maaswater goed; er zijn geen bijzondere problemen die moeten worden signaleerd.

5.3.2. FAUNA EN FLORA IN DE SCHELDE

De bio-indicatoren die voor de **flora** van de Schelde in aanmerking komen, bestaan uit zeealgen (*Fucus vesiculosus*) die te **Yerseke** worden bemonsterd (noordoostelijke zone schiereiland Beveland in Nederland) en die praktisch geen radioactiviteit concentreren.

Er kunnen enkel sporen van ^{226}Ra worden gevonden, gedeeltelijk afkomstig van het industriebekken van de Nete, ^{90}Sr dat niet afkomstig is van de uitstoot van de centrale van Doel maar wel van de uitstoot van de opwerkingsfabrieken (waarschijnlijk Sellafield in het Verenigd Koninkrijk) en ^{232}Th , een natuurlijk primair radio-element dat gevormd werd bij de vorming van het zonnestelsel.

M.b.t. de sites **Kloosterzande** en **Hoofdplaat**, gelegen op het Schelde-estuarium ten noorden van de Belgisch-Nederlandse grens, vindt men in de bemonsterde algen (*Fucus vesiculosus*) hoofdzakelijk concentraties van ^{226}Ra en sporen van thorium en strontium. Deze zones zijn inderdaad meer blootgesteld aan de inbreng van dit radio-element (^{226}Ra) door het Scheldewater waarin dit van het Netebekken terecht komt.

Voor radium vertonen de algen uit de verschillende sites dezelfde waarden als deze die de voorgaande jaren werden gemeten (10 tot 20 Bq/kg). Dit bevestigt de vaststellingen die m.b.t. het sediment van het Schelde- en Netewater werden gemaakt en die aantonen dat het gehalte aan radium even hoog ligt als datgene wat in de loop van de voorgaande jaren werden opgetekend (van 1991-1995 werd een progressieve vermindering vastgesteld).

De bio-indicatoren voor de **fauna** in de Schelde (estuariumgebied) zijn weekdieren (zeemosselen *Mytilus edulis*) en schaaldieren verzameld te **Yerseke** (noordoostelijke zone schiereiland Beveland in Nederland) evenals garnalen (*Crangon sp.*) afkomstig van **Kieldrecht** (estuarium van de Schelde stroomafwaarts van de centrale van Doel).

De fauna in de zee afkomstig van Yerseke toont aan dat er natuurlijke radioactiviteit aanwezig is (K, Ra, U, Th). Sporen van ^{241}Am zijn soms duidelijk zichtbaar (duidelijk bewijs van een nucleaire activiteit zoals een opwerkingsfabriek of een kerncentrale).

De garnalen van Kieldrecht zijn radiologisch gezien "proper". Naast de aanwezigheid van natuurlijke radioactiviteit kunnen er slechts zelden sporen van kunstmatige radioactiviteit worden gevonden (0,1 à 0,2 Bq/kg) zoals ^{241}Am , ^{238}Pu en ^{137}Cs .

BESLUIT

Uit de analyse van voorgaande resultaten blijkt dat de radiologische situatie van het Schelde-estuarium en van de naburige maritieme zones goed is. De impact van de menselijke activiteiten in de nucleaire industrie is soms detecteerbaar maar dan enkel in de vorm van sporen; deze kunnen duidelijk worden aangetoond door de lage detectieniveaus die door de meettechnieken inzake radioactiviteit kunnen worden bereikt.

In de toekomst dienen de bio-indicatoren uit de zee verder te worden verzameld. Deze kunnen enkel op korte en middellange termijn een wijziging van de concentratie van bepaalde radio-elementen in het water onthullen.

Deze observaties vervolledigen en verfijnen de gegevens die door de analyse van het sediment worden verkregen die, hoewel hier de radioactiviteit wordt geconcentreerd, de integratie van een radiologische situatie op langere termijn bewerkstelligen.

5.3.3. FAUNA EN FLORA IN DE NOORDZEE

Flora : de belangrijkste radio-elementen die in de vegetatie in de zee (*Fucus vesiculosus*) worden gedetecteerd, en die worden afgenomen van een golfbreker te Oostende zijn natuurlijke elementen: ^{40}K evenals zware elementen zoals $^{234, 238}\text{U}$ en $^{228, 230, 232}\text{Th}$.

Sporen van kunstmatige radioactieve elementen worden evenwel teruggevonden: ^{131}I , ^{60}Co en ^{137}Cs (waarden in de buurt van de detectielimieten) evenals ^{235}U en plutonium (niveau van detectielimieten). Deze sporen van kunstmatige radioactiviteit zijn afkomstig van de nucleaire industrie: centrales en zeer zeker opwerkingsfabrieken voor splijtstof.

Fauna in de zee (vis, week- en schaaldieren): mosselen en garnalen worden eveneens te Oostende bemonsterd, terwijl de vis door de Belgica langsheen Nieuwpoort, Oostende en Zeebrugge wordt bemonsterd (binnen een strook van ongeveer 10 km).

De mosselen bevatten concentraties van een weinig ^{60}Co (tussen 0,1 en 0,3 Bq/kg, detectielimieten $\sim 0,15-0,25$ Bq/kg), ^{137}Cs (0,1 à 0,2 Bq/kg voor detectielimiet van $\sim 0,1-0,2$ Bq/kg). Sporen van transuranen worden ook gevonden: 0,01 tot 0,07 Bq/kg van $^{238, 239}\text{Pu}$. De detectielimieten voor plutonium grenzen aan 0,015-0,020 Bq/kg. Het is duidelijk dat men hier enkel kan aanhalen dat sporen van kunstmatige radioactiviteit werden gevonden.

De garnalen bevatten eveneens sporen van ^{137}Cs : de waarden zijn in het algemeen $< 0,1$ Bq/kg (grootteorde detectielimieten). Enkele sporen van plutonium zijn duidelijk waarneembaar (waarden in het algemeen rond detectielimieten). Ook daar zijn de metingen weinig of niet significant.

De vissen, essentieel de platte soorten (tong, schar, schol) die op de zeebodem leven, bevatten ^{137}Cs (0,1 à 0,2 Bq/kg, niveau van detectielimieten) en soms sporen van ^{60}Co . Enkele sporen van plutonium kunnen duidelijk worden waargenomen (waarden gelijk aan de detectielimieten).

In elk geval kan de natuurlijke radioactiviteit gemakkelijk worden gemeten; de waarden lopen op tot 10^2 Bq/kg aan ^{40}K , enkele Bq/kg aan ^{238}U bij de mosselen, enz....

BESLUIT

Geen bijzondere radiologische problemen te melden. De waarden van de kunstmatige radio-elementen liggen ver beneden deze van ^{40}K (natuurlijke radioactiviteit).

6. RADIOACTIVITEIT IN DE VOEDSELKETEN

Sinds begin jaren 60, werd er door het WIVLP (toenmalig I.H.E.) een studie naar de radioactieve besmetting van de voedselketen ondernomen. Daartoe werden er maandelijks stalen van het drinkwater en van voedingsmiddelen zoals melk, vlees, zeevis en riviervis, groenten uit de handel verzameld. Deze stalen werden vervolgens geanalyseerd en hun gehalte aan radionucleïden bepaald.

De radioactieve besmetting van de eetwaren komt hoofdzakelijk van de aanwezigheid van splijttingsproducten met lange halfwaardetijd zoals ^{90}Sr en ^{137}Cs die essentieel het resultaat zijn van de nucleaire proeven die in de jaren '60 in de atmosfeer werden gehouden.

Bij een eventueel ongeval (zoals Tsjernobyl), zal de verhoging van de radioactieve besmetting op korte termijn vooral veroorzaakt worden door de eventuele aanwezigheid van ^{131}I en op lange termijn van ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{90}Sr , en eventueel van $^{103,106}\text{Ru}$, enz....

Dit controleprogramma toont, na vele jaren van observatie, duidelijk aan dat de invloed van de nucleaire installaties nauwelijks waarneembaar is in de metingen naar de radioactiviteit aanwezig in de voedingsmiddelen.

6.1. Drinkwater

Dit water maakt het voorwerp uit van een nauwlettend toezicht omwille van de belangrijke rol dat het kan spelen bij de overdracht van de radioactiviteit naar de mens.

De controle van de kwaliteit van het leidingwater wordt uitgevoerd in meerdere Belgische gemeenten. De waterdistributie wordt uitgevoerd door meerdere maatschappijen en een groot aantal kleine intercommunales.

De totale alfa-, bèta-activiteit wordt gemeten, radium-226, (natuurlijk) ^{40}K en tritium. Enkel dit laatste element kan worden gedetecteerd; de metingen liggen nauwelijks boven de detectiedrempels van de meetapparatuur wanneer ze al significant zijn.

Tot 1998 waren er geen Europese normen voor de radioactiviteit van het drinkwater waar het principe "ALARA" – "As Low as reasonably Achievable", d.w.z. zo laag als redelijkerwijze mogelijk – van toepassing was. Een aanbeveling van de W.G.O. heeft niettegenstaande de volgende niveaus bepaald:

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

Sinds november 1998 heeft de Europese Gemeenschap een richtlijn uitgevaardigd met referentie *98/83/EG 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, wordt de laatste hand gelegd aan de technische bijlagen m.b.t. de uit te voeren analyses en de toepassingsmodaliteiten van de richtlijn.

De richtlijn stelt twee parameterwaarden vast die moeten worden nageleefd: *100 Bq/liter aan tritium (H-3)* en een *totale jaarlijkse indicatieve dosis van 0,1 mSv* (bij de berekening van deze dosis wordt geen rekening gehouden met het aandeel van tritium, kalium 40, radon en verwante producten).

M.b.t. de noodzaak van het al dan niet berekenen van de totale indicatieve dosis, richten de technische bijlagen zich op twee benaderingen gebaseerd op "screeningwaarden". De lidstaten kunnen voor de ene of de andere benadering opteren, afhankelijk van hun gewoontes en voorkeur inzake het radiologisch toezicht op het leefmilieu en de bevolking.

Deze "screeningwaarden" vergemakkelijken de controle van het water, zodoende moet het aantal dure analyses niet onnodig worden verhoogd en heeft men toch de zekerheid dat de watervoorziening wel degelijk aan de normen beantwoordt. In beide gevallen speelt de parameterwaarde van 100 Bq/liter voor tritium ook de rol van "screeningwaarde".

De eerste benadering de "globale" genoemd, steunt op de evaluatie van de globale natuurlijke en kunstmatige radioactiviteit met screeningwaarden van 0,1 Bq/liter totale alfa en 1 Bq/liter totale bèta. Deze waarden laten toe het water snel te "sorteren". Wanneer ze worden overschreden, dient men na te gaan of de natuurlijke radioactiviteit niet verantwoordelijk is voor de gemeten waarden en, indien niet, dan moet een maximum aantal radio-elementen worden geanalyseerd (gamma-, bèta- en alfaspectrometrie).

Dit is de benadering die door België in het kader van het programma voor radiologisch toezicht op het drinkwater (met daarenboven systematisch uitgevoerde gammaspectrometrie-analyses) wordt gevolgd.

De tweede benadering, zogenaamd van "*specifieke analyses van radionucleïden*", berust op de meting van een bepaald aantal radioactieve elementen (Uranium, β : C-14 en Sr-90, α : Pu-239 en Am-241, γ : Co-60, Cs-134/137 en I-131) waarbij de waarden lager dan de referentieconcentraties moeten liggen.

In geval de ene of de andere "screeningwaarde" of een referentieconcentratie wordt overschreden, moeten volledige analyses van α , β en γ worden uitgevoerd ten einde de totale indicatieve dosis te berekenen waarbij men zich bedient van de conversiefactoren die in de "Basic Safety Standards" van Richtlijn 96/29/EURATOM vermeld worden (voor een jaarlijkse inname van 250 liter bij kinderen jonger dan 1 jaar, 350 liter voor kinderen tussen 1 en 10 jaar en 730 liter voor volwassenen of kinderen van meer dan 10 jaar).

België dat honderden afnameplaatsen telt, met name in Wallonië in kleine collectiviteiten, zal een algemeen controleplan voor het water moeten opstellen opdat deze nieuwe richtlijn kan worden toegepast en nageleefd. Het programma voor het radiologisch toezicht op het grondgebied controleert reeds de grootste distributeurs van drinkwater.

De BIW voorziet een groot deel van de Belgische bevolking van water, o.a. de agglomeraties Brussel en Antwerpen. Vier controlepunten (ondergrondse waterbekkens) werden genomen: Modave (Modave), Crupet (Assesse), Vedrin (Namur/namen), Eigenbrakel (Braine-l'Alleud/Eigenbrakel).

Een doorgedreven analyse van de resultaten bewijst dat hoewel het water in het algemeen aan de Europese normen voldoet, de stalen uit Namen problemen kunnen geven. De totale alfawaarden zijn van de omvang van de screeningwaarde van 0,1 Bq/liter. Dit wordt

verklaard door hogere waarden (natuurlijk) ^{226}Ra , die schommelen van 0,03-0,05 Bq/liter, d.i. beneden 20% van de concentratiewaarde die als referentie dient en op 0,5Bq/l, hetzij 0,1Bq/l werd vastgesteld. Deze staalname dient dus meer in het bijzonder te worden gecontroleerd.

Er kunnen eveneens sporen van tritium in de verschillende stalen worden gedetecteerd: van 2 tot 6 Bq/liter (detectielimiet: 1,8 tot 2 Bq/liter).

De **TMVW**, met twee controleplaatsen (ondergrondse waterbekkens) die werden behouden – Hautrage (St Ghislain) en Blicquy (Leuze-en-Hainaut-Beloeil), bedekt water waarvan de radiologische kwaliteit soortgelijk is.

De stalen genomen te St Ghislain en in mindere mate deze van Leuze-en-Hainaut-Belœil zorgen voor problemen vermits het totale gehalte alfa-activiteit vaak de "screeningwaarde" van 0,1 Bq/liter overstijgt; daartoe moeten deze in de toekomst meer in detail geanalyseerd worden indien dezelfde waarden, na behandeling en voor distributie, nog worden opgemeten: volledige spectrometrie en berekening van de totale indicatieve dosis.

De opgemeten waarden totale alfa worden gedeeltelijk verklaard door de aanwezigheid van ^{226}Ra (tussen 0,03 en 0,05 Bq/l).

Het zal hier dus ook nodig zijn om in de toekomst meer doorgedreven analyses uit te voeren indien deze situatie blijft voortduren. De berekening van de totale indicatieve dosis zal eveneens moeten worden uitgevoerd indien het water als zodanig wordt bedekt.

De **SWDE**, met drie gecontroleerde distributieplaatsen (ondergrondse waterbekkens)-Neufvilles (Soignies), St. Léger (St. Léger) en Yves-Gomezée (Walcourt) – bedekt eveneens water dat soms problemen geeft met de totale alfawaarden.

De waterstalen van St. Léger en in mindere mate deze van Soignies, overschrijden eveneens de "screeningwaarde" van 0,1 Bq/liter totale alfa: in St. Léger vindt men waarden die schommelen rond 0,2 à 0,3 Bq/l met een piek van 0,7 Bq/l in december 1998.

Deze waarden worden, zoals eerder vermeld, gedeeltelijk verklaard door ^{226}Ra waarvan het gehalte 0,1 Bq/l overschrijdt, d.w.z. 20% van de concentratiewaarde die voor dit element als referentie dient. In het algemeen wordt er in St. Léger een gehalte van 0,20-0,25 Bq/l aan ^{226}Ra gemeten. Opmerking: wanneer tritium detecteerbaar is, dan is het aanwezig in zwakke concentraties, van een grootteorde van 2 à 5 Bq/liter.

Het zal in de toekomst dan ook noodzakelijk zijn om deze stalen in detail te controleren ten einde de totale indicatieve dosis te kunnen berekenen.

Met betrekking tot de **VMW** – wordt er een controlepunt (ondergronds waterbekken) te Kluizen (Evergem) gebruikt.

Dit water beantwoordt probleemloos aan de Richtlijn drinkwater van de Europese Commissie. Er wordt een beetje tritium gedetecteerd: 2 à 4 Bq/l.

Voor de **Luikse Intercommunale** worden twee plaatsen gecontroleerd (ondergrondse waterbekkens) : Ocquier (Clavier) en Hollogne (Grâce-Hollogne-Luik).

Voor Clavier en Grâce-Hollogne-Luik, globaal gezien geen problemen. De waarden aan tritium schommelen van 2 tot 5 Bq/liter (waarden detectielimiet: < 2 Bq/liter).

Dezelfde vaststelling voor het water dat te Adinkerke, aan de Belgische kust, wordt bedeed (de Panne) door de IWVA en te Oostduinkerke (Koksijde).

BESLUIT

De radiologische impact van de nucleaire industrie op de gecontroleerde stalen is verwaarloosbaar want deze is veel minder uitgesproken dan de nieuwe normen die door de Europese richtlijn voor het drinkwater worden vastgesteld.

Er dient te worden opgemerkt dat het grootste gedeelte van de bètaradioactiviteit afkomstig is van ^{40}K , een natuurlijk radio-element waarvan het aandeel niet moet worden in aanmerking genomen voor het berekenen van de dosis waaraan de mens wordt blootgesteld.

Met de toepassing van de nieuwe Europese richtlijn zullen de lidstaten, en België, in de toekomst worden verplicht de controles op de bemonsteringsplaatsen en de waterdistributie op te voeren.

Nu al toont de analyse van de resultaten van het huidige toezichtsprogramma aan dat het voor menselijke consumptie bestemd water globaal gezien conform is met de normen maar dat er bijzondere aandacht moet worden besteed aan het gehalte aan totale alfa-emissie waarvan het grootste aandeel afkomstig is van (natuurlijk) ^{226}Ra .

Dit laatste is soms aanwezig in concentraties hoger dan 0,1 Bq/liter, een waarde die overeenkomt met 20% van de toekomstige referentieconcentratie (bepaald in de technische bijlagen "radioactiviteit"); boven deze waarde moeten meer doorgedreven analyses worden uitgevoerd om tot de berekening van de totale indicatieve dosis te komen. Deze dosis moet lager liggen dan 0,1 mSv/jaar (parameterwaarde richtlijn) opdat het water, vanuit radiologisch oogpunt, als drinkwater beschouwd zou worden.

6.2. Melk

Melk is tegelijk een veel geconsumeerd voedingsmiddel en een belangrijke biologische indicator voor de overdracht van radionucleïden op de mens via de voedselketen. Dit is de reden waarom dit voedingsmiddel aan een bijzonder toezicht onderworpen is.

Regelmatige controle van de stralingsbesmetting van melk afkomstig van melkerijen wordt verkozen boven het nemen van aselechte steekproeven van geconsumeerde voedingsmiddelen. Deze maatregel geeft inderdaad een tamelijk goed beeld van de inname van kunstmatige radionucleïden door de bevolking.

De routinematige detectie van ^{137}Cs , aanwezig in een gewogen mengsel van melk, kan voldoende zijn om het doeltreffend dosisdebiet, te wijten aan de voeding, te berekenen. Toch worden er ook stalen van melk van hoeses en melkerijen verzameld.

De melkerijen liggen in een dichte straal rond de kerncentrales (20 km) afhankelijk van het belang van hun productie. Ze integreren bijna de totaliteit van de melkproductie van de streek.

De boerderijen liggen op de hoofdlijn van belangrijke windrichtingen; ze dienen als typeplaatsen (plaatselijk referentieniveau voor de radioactiviteit van melk).

De radionucleïden waarnaar in hoofdzaak wordt gezocht in de melkstalen zijn: K-40 voor de natuurlijke radioactiviteit en Sr-90, Cs-134 en Cs-137 voor de artificiële radioactiviteit (emissie β en γ).

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

De resultaten m.b.t. de natuurlijke radioactiviteit van de melk uit dit nationaal mengsel (kalium-40) tonen ons dat het gemiddelde gehalte van een liter melk constant blijft op ongeveer 45-55 Bq/liter.

De andere radioactieve elementen: bèta- ^{90}Sr en gammastralers (134 et ^{137}Cs) blijven soms detecteerbaar maar de waarden liggen ver beneden deze van ^{40}K : van 20 tot 90 mBq/liter.

Deze waarden liggen dus heel wat lager dan de limieten die door de Commissie van de Europese Gemeenschap worden vastgesteld: 370 Bq/kg (Gemeenschapsreglementering inzake Stralingsbescherming nr 737/90 van 22 maart 1990 verlengd door reglementen nr. 686/95 van 28 maart 1995 en nr. 616/2000 van 20 maart 2000).

De gegevens die werden verkregen voor de **melkstalen uit de nabijheid van de kerninstallaties** in ons land (Doel, Tihange, Fleurus, Mol/Dessel) en Chooz te Frankrijk bevestigen wel degelijk deze resultaten.

M.b.t. ^{40}K schommelt de gemiddelde concentratie in de melk rond 45 à 50 Bq/liter. Rekening gehouden met de afwijkingen van het gemiddelde is het duidelijk dat de concentratie van ^{40}K in de melk, zoals kan worden verwacht, stabiel is en rond 50 Bq/liter schommelt, ongeacht de plaats van afname.

Voor ^{137}Cs en ^{90}Sr blijven de gemeten waarden meestal beneden de detectiedrempels en wanneer ze erboven uitstijgen, blijven ze toch zeer laag, in het algemeen beneden een tiende Bq/liter.

BESLUIT

De maandelijkse opvolging van de radioactieve besmetting van melk roept de volgende bedenkingen op:

- de waarden afkomstig van de kunstmatige radioactiviteit in een routineperiode (buiten accidentele uitstoot) blijven zeer laag en meestal in de buurt van de detectiedrempels van de meetapparatuur,
- de impact van de nucleaire installaties is dus volledig verwaarloosbaar;
- de waarden afkomstig van de natuurlijke radioactiviteit liggen veel hoger.

6.3. Vlees

Bij eenzelfde dier kunnen er in de verschillende organen diverse concentraties aan radionucleïden worden vastgesteld. Deze verschillen hebben te maken met de verschillende wegen van het metabolisme waarlangs de radioactieve elementen kunnen binnendringen en/of waardoor ze zich eventueel in het organisme kunnen vastzetten.

Bij wijze van voorbeeld: cesium zet zich hoofdzakelijk vast in de spieren en, op langere termijn, in de beenderen (dit element « volgt » kalium), strontium gedraagt zich als calcium en zet zich, net zoals dat element, vast in de beenderstructuur. De fysiologische factoren van de concentratie of het verschil in het gehalte aan vet en aan water van deze organen, kunnen eveneens een invloed hebben op de concentratiemechanismen van de radionucleïden.

Toch bestaat het eetbare deel in het algemeen uit spieren. Het volstaat bijgevolg te weten hoeveel het gehalte aan radioactief cesium in de spieren bedraagt, om een globaal idee te hebben van de hoeveelheid radioactiviteit die naar de mens kan worden overgedragen.

Meerdere categorieën vlees worden in aanmerking genomen:

- rundvlees;
- varkensvlees;
- paardenvlees (weinig geconsumeerd in België);
- schapenvlees;
- vlees van hertachtigen;
- gevogelte (kip, eend, kalkoen);
- diverse vleessoorten (konijn, struisvogel, enz.).

De gegevens waarover we beschikken, tonen aan dat het geconsumeerde vlees radiologisch gezien goed zit. De stalen vertonen bijna geen opspoorbare activiteit (grootste gedeelte van de gemeten stalen vertoont een niet meetbaar activiteitsniveau, omdat het te laag ligt of net op het niveau van de detectiedrempels van de meetapparatuur).

Daarenboven liggen de waarden van de kunstmatige radioactiviteit (van cesium en strontium) ver beneden deze van de natuurlijke radioactiviteit (kalium).

Er wordt tussen de 100 en 130 Bq/kg aan ^{40}K gemeten, vergeleken met minder dan 0,7 Bq/kg aan ^{137}Cs in het vlees.

BESLUIT

Geen radiologische problemen te melden; de Europese normen stipuleren dat de maximale waarden van ^{134}Cs en ^{137}Cs , toegelaten voor de invoer en de consumptie de waarde van 600 Bq/kg niet mogen overschrijden.

6.4. Vis

Er worden twee categorieën beschouwd:

- riviervis (bv. brasem, voorn, rivierbaars, karper);
- zeevis (bv. dorade, kabeljauw: vaker geconsumeerd).

Ook hier vindt men zeer lage waarden, als ze al kunnen worden gedetecteerd.

Het enige detecteerbare radio-element is ^{137}Cs . Zelfs in dit geval zijn de waarden nauwelijks significant: ze schommelen rond 0,2 en 1,7 Bq/kg voor zeevis en tussen 0,2 en 19 Bq/kg afhankelijk van het soort vis (vis in open water of vissoort die de bodem en het sediment omwoelt waardoor hij makkelijker besmet raakt).

De waarden aan ^{40}K liggen ook daar heel wat hoger: ze liggen in de buurt van 100-120 Bq/kg voor beide vissoorten.

BESLUIT

Hier evenmin radiologische problemen te melden; de Europese normen bepalen dat de maximumwaarden van $^{134}\text{ en }^{137}\text{Cs}$, die toegelaten zijn voor de invoer en de consumptie, niet boven de waarde van 600 Bq/kg mogen uitstijgen.

6.5. Groenten

De volgende groenten worden onderzocht: sla, veldsla, spinazie, prei, selderij, bloemkool, spruitjes, wortels, witlof, tomaten, komkommers, schorseneren, aardappels, enz.

De geanalyseerde gegevens tonen aan dat de radiologische toestand van de geconsumeerde groenten goed is. Enkel radiostrontium en radiocesium zijn inderdaad soms detecteerbaar in zeer geringe mate: van een grootteorde van enkele tienden Bq/kg.

De waarde die voor ^{40}K gedetecteerd wordt, bedraagt 85 tot 120 Bq/kg.

BESLUIT

Hier zijn er evenmin noemenswaardige radiologische problemen.

6.6. Opmerkingen betreffende de voedselketen

De metingen die werden uitgevoerd op de, in België, regelmatig geconsumeerde voedingsmiddelen tonen aan dat hun radiologische toestand goed is.

Controle is evenwel noodzakelijk, vermits het een goed werktuig is voor de detectie van een incident of van een kernongeval; de producten die aan deze metingen worden onderworpen, spelen vaak de rol van indicator bij een radioactieve besmetting.

De auteurs van dit verslag verwijzen de lezer naar het specifiek verslag m.b.t. de voedselketen 2000, dat in 2001 door het FANC werd gepubliceerd met als titel "radiologisch toezicht op het grondgebied – syntheseverslag van de gegevens m.b.t. de voedselketen voor het jaar 2000".

Dit verslag bevat de gegevens die in 2000 werden verzameld in het kader van het toezicht op het grondgebied (184 stalen) **vermeerderd met** deze die door het Instituut voor Veterinaire Keuring werden geleverd (107 stalen); dit zal in de toekomst de basisstructuur voor het nieuwe Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen vormen.

Zo werden er in totaal 300 stalen bemonsterd en de gegevens geanalyseerd en geïnterpreteerd.

De besluiten die uit dit verslag werden getrokken, worden hieronder vermeld:

*Dit geïntensifieerde controleprogramma toont duidelijk aan dat, zoals vorige jaren reeds aangetoond, de **invloed van de nucleaire installaties niet waarneembaar is** in de metingen naar de radioactiviteit van de eetwaren.*

De radiologische toestand van de gecontroleerde eetwaren is uitstekend met nagenoeg geen aantoonbare artificiële radioactiviteit en dit ondanks de zeer lage detectielimieten die voor het opsporen van de radioactiviteit worden vooropgesteld.

In het algemeen kan er op ongeveer 300 onderzochte stalen slechts bij een vijftigtal stalen een "waarneembaar" gehalte aan radiocesium worden waargenomen, dat evenwel op het niveau van de detectielimieten blijft. Het is evident dat deze metingen niet echt significant zijn, omdat ze meestal door de meting op zich al min of meer beoedeld worden met een foutenmarge.

Anderzijds liggen de concentraties aan radiocesium verschillende malen (2à3) beneden de limieten die door de Europese Commissie in Verordening 616/2000 van de Raad worden vastgesteld.

Een "pessimistische" - en dus conservatieve - benadering bevestigt deze resultaten.

*Uitgaande van deze analyses kan er dus enkel worden **geconcludeerd dat er geen significante kunstmatige radioactiviteit aanwezig is** in de geanalyseerde eetwaren. De gezondheid van de consument wordt derhalve absoluut niet in gevaar gebracht door de consumptie van eetwaren die op het Belgische grondgebied verkrijgbaar zijn.*

7. ATMOSFERISCHE EN VLOEIBARE UITSTOOT VAN NUCLEAIRE SITES

7.1. Atmosferische uitstoot

Enkel de gegevens die afkomstig zijn van de kerncentrales zijn beschikbaar.

Voor de **site van Tihange** ligt de uitstoot ver beneden de limieten die door de geldende wetgeving worden bepaald: de uitgestoten activiteit van 1998 tot 2000 gaat van 0,36 naar 0,158% van de limiet voor de edelgassen, van 0,026 tot 0,0036% voor de aerosols (bèta-gamma) van 0,031 tot 0,0067% voor jodium en van 11,4 tot 13,5% voor tritium.

Voor de **site van Doel** ligt de uitstoot eveneens ver beneden de limieten die door de geldende wetgeving worden bepaald: de uitgestoten activiteit van 1998 tot 2000 gaat van 0,11 naar 0,003% van de limiet voor de edelgassen, van 0,0016 tot 0% voor de aerosols (bèta-gamma) van 0,09 tot 0,057% voor jodium en van 0,06 tot 0,019% voor tritium (6,37% in 1999).

Rekening gehouden met deze resultaten zijn er geen radiologische problemen.

7.2. Vloeibare uitstoot

Kerninstallaties:

Voor de **site van Tihange**, die met drie reactoren een totaalvermogen van 2937 MWe bereikt, werden de limieten voor de vloeibare uitstoot vastgesteld op $1,48 \cdot 10^5$ GBq voor ^3H en op $8,88 \cdot 10^5$ MBq voor de bèta- en gammastralers.

De meer uitgesproken activiteit in de vloeibare uitstoot wordt veroorzaakt door tritium: dit schommelt rond 22% (in 1998 en 2000) en 45% (in 1999) van de limiet.

De bèta- en gammastraling ligt daarentegen ver beneden de limiet: schommelt tussen 1,4 en 2,3% hiervan.

Voor de **site van Doel**, met vier reactoren die een totaalvermogen bereiken van 2776 MWe, werden de limieten voor de uitstoot vastgesteld op $1,04 \cdot 10^5$ GBq voor ^3H en op $1,50 \cdot 10^6$ MBq voor de bèta- gammastraling.

Ook hier zorgt tritium voor de belangrijkste vloeibare uitstoot: gaat van 45 tot 30 % van de limiet voor 1998 - 2000.

De bèta- gammastraling ligt hier ook ver beneden de limietwaarde: tussen de 1 en de 1,8 % hiervan.

Kerninstallaties:

De vloeibare uitstoot van de **nucleaire site van Mol** wordt geloosd in de Molse Nete via de installaties van Belgoprocess 2 (voormalige installatie voor de verwerking van het vloeibaar afval van het SCK). Deze uitstoot moet onder de vastgestelde maandelijkse limietwaarde van 166 GBq/maand blijven of 1,99 TBq/jaar volgens de volgende wegingsformule:

$$[\beta \text{ totaal}] + 5[\alpha \text{ totaal}] + 3[^{131}\text{I}] + 7.5[^{90}\text{Sr}] + 300[^{226}\text{Ra}] + 10^{-3}[^3\text{H}] \leq 166 \text{ GBq/maand in de rivier de Molse Nete.}$$

De gegevens tonen aan dat deze uitstoot maximaal 0,3% van de limiet vertegenwoordigt. Gedetailleerde gegevens m.b.t. de uitstoot van Belgoprocess vindt u in bijlage.

De vloeibare uitstoot van "**FBFC internationale**", een fabriek voor splijtstoffen en MOX-assemblages, wordt naar een zinkput geleid die zich op de site zelf bevindt. Deze uitstoot bereikt de Molse Nete dus niet. Aanzienlijke hoeveelheden alfastraling vindt men dus terug in de uitstoot: van 1 tot 10 Bq/liter.

Chemische fabrieken (fosfaatmeststof) :

In het jaar 2000, werd de uitstoot van **Tessengerlo Chemie** rechtstreeks gemeten in het afwateringskanaal van deze laatste in de Winterbeek. De totale hoeveelheden alfastralers schommelen van 1 tot 4 Bq/liter voor ^{226}Ra . Deze natuurlijke radioactiviteit wordt dus op kunstmatige wijze geïnjecteerd in het Netebekken, vroeger via de Grote Laak en nu eveneens via de Winterbeek.

BESLUIT

De analyse van de vloeibare uitstoot die door de kerncentrales wordt geloosd, toont duidelijk aan dat deze installaties de hen opgelegde limieten respecteren en zelfs meer dan dat want de uitstoot ligt ver beneden de desbetreffende limieten.

Enkel de uitstoot van tritium is significant en vertegenwoordigt ongeveer 25% (Tihange) tot 30% (Doel) van de maximaal toegelaten waarden. Er dient te worden opgemerkt dat deze niveaus afnemen in vergelijking met deze die voor de periode 1985-1990 bereikt werden, waar ze nog maximaal 47% voor Tihange en 67 % voor Doel bedroegen.

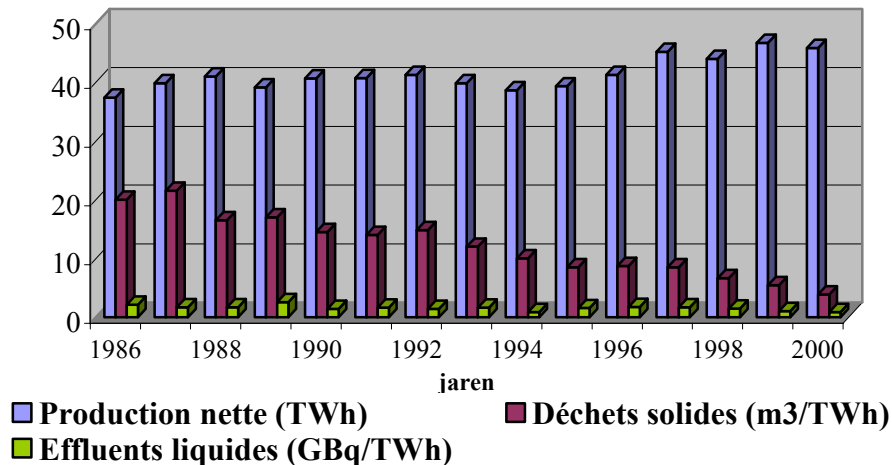
De uitstoot in de Molse Nete is minder verwaarloosbaar en maakt het dringend noodzakelijk dat dit ecosysteem aan een controle wordt onderworpen. De aanwezigheid van de chemische industrie te Tessenderlo en de uitstoot aan ^{226}Ra die hiervan afkomstig is, versterkt de noodzaak om de radio-ecologische toestand van deze streek op te volgen.

Studies naar de chemische vervuiling, met name van zware metalen zouden eveneens - en hoofdzakelijk - moeten worden uitgevoerd in het ganse Netebekken.

Een ander interessant punt dat in het licht moet worden gesteld, heeft betrekking op de hoeveelheden vloeibare en vaste uitstoot die door de kerncentrales worden gegenereerd: indien de totale elektriciteitsproductie min of meer constant blijft, dan heeft de hoeveelheid radioactiviteit in de vloeibare effluenten de neiging af te nemen en deze vaststelling blijkt nog

meer bewaarheid wanneer men kijkt naar het volume vaste uitstoot dat wordt gegenereerd per geproduceerd TWh (grafiek hieronder).

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



Hier worden de inspanningen weergegeven die de Belgische elektriciens zich getroosten om er voor te zorgen dat, enerzijds, het doel van de optimalisatie van de industriële exploitatie wordt bereikt, namelijk op het gebied van de beperking van het volume van de voortgebrachte uitstoot en van de ermee gepaard gaande kosten, maar dat, aan de andere kant, de uitstoot in het afvalwater zoveel mogelijk wordt "geminimaliseerd". Deze elementen zijn een duidelijk voorbeeld van de toepassing van het B.A.T.-concept – ‘Best Available Technology’ of ‘Best Beschikbare Technologie’ – inzake vloeibare en vaste uitstoot.

Deze geruststellende vaststelling mag natuurlijk geen afbreuk doen aan de noodzaak om de kerninstallaties nauwgezet te blijven controleren.

Deze controle moet continu worden uitgevoerd via de automatische controlenetwerken (voormalig netwerk ontwikkeld door IRE – Fleurus rondom de installaties van Tihange en Chooz en nieuw nationaal netwerk TELERAD), evenals via het nemen van stalen in bepaalde sites die mogelijke receptoren zijn voor de radioactiviteit, die routinematig of accidenteel wordt uitgestoten.

8. DOSIMETRIE ROND DE NUCLEAIRE SITES

De dosimetrie wordt uitgevoerd met behulp van TLD's (Thermoluminescente Dosimeters) die worden geplaatst op 1 m van de grond, op diverse punten van het grondgebied, in de onmiddellijke omgeving van de nucleaire sites en in de naburige agglomeraties ten einde een realistisch beeld te verkrijgen van de dosis waaraan de bevolking in de omgeving wordt blootgesteld.

Deze dosimeters meten hoofdzakelijk de natuurlijke tellurische en kosmische straling. De jaarlijkse doses variëren afhankelijk van de aard van het gesteente; ze zijn in het algemeen meer uitgesproken op oudere terreinen, samengesteld uit kristallijne gesteenten zoals gneiss en graniet. Deze dosimeters registreren daarenboven eveneens een blootstelling aan Radon, een natuurlijk radioactief gas dat uit bepaalde grondsoorten vrijkomt (met name uit rotsachtige grond zoals in de Ardennen).

De dosislimiet voor de bevolking die wordt vastgesteld op 1 mSv/jaar is hier niet van toepassing, vermits er hierbij geen rekening wordt gehouden met de natuurlijke straling veroorzaakt door de kosmische straling, en evenmin met de radioactiviteit van de bodem en de ondergrond.

8.1. Centrale van Tihange

De dosimetrie wordt uitgevoerd via de TLD's die op 25 plaatsen rondom de site van Tihange worden geplaatst (aan de rand van de site, ter hoogte van de afsluiting) evenals in diverse agglomeraties of plaatsen nabij de nucleaire site van Tihange: Tihange, Ampsin, Amay, Solière (gelegen tussen Hoei en Andenne) en de waterkrachtcentrale van Socolie.

Voor de nucleaire site bedragen de opgemeten doses 970 μ Sv/jaar hetzij 0,97 mSv/jaar.

In de naburige agglomeraties liggen de opgemeten doses rond dezelfde waarden: ze schommelen rond de 0,9 tot 1 mSv/jaar (Ampsin en Solière registreren de hoogste waarden met jaarlijkse doses van 1 mSv/jaar). Er dient te worden opgemerkt dat Amay en Solière de achtergrondstraling opmeten door hun ligging op enkele tientallen kilometers van de kerncentrale.

Voor Socolie, stroomafwaarts van de centrale aan de oevers van de Maas, liggen de doses systematisch lager: gemiddeld rond 0,65 mSv/jaar. Deze afname van de achtergrondstraling moet in verband worden gebracht met de aard van de ondergrond (ophoging en betonning van oevers) evenals met de aanwezigheid van een belangrijke watermassa (de rivier zelf) in de onmiddellijke nabijheid.

Er kan dus worden geconcludeerd dat de centrale geen verhoging van de dosis in de omgeving teweeg brengt.

De dosimetrie toont aan dat de doses over het algemeen lager liggen dan 1 mSv/jaar. De dosislimiet voor de bevolking, vastgesteld op 1 mSv/jaar, is hier niet van toepassing want hiervoor wordt enkel de straling van kunstmatige of natuurlijke stralingsbronnen in

aanmerking genomen wanneer door menselijke activiteiten een onnatuurlijke verhoging van deze straling wordt veroorzaakt (voorbeeld van mijnen).

8.2. Centrale van Doel

De dosimetrie van de omgeving wordt uitgevoerd met behulp van TLD's die worden ingeplant op verschillende plaatsen op de site zelf en ook in de omgeving op diverse plaatsen (Doel, Kieldrecht, fort Lillo, een raffinaderij, enz).

De opgemeten doses schommelen rond 0,6 tot 0,8 mSv/jaar. Dit niveau van achtergrondstraling wordt gemeten op de site van de centrale, hetgeen bevestigt dat hier ook, net zoals in Tihange, geen invloed is op de omgevingsdosis.

Lagere opgemeten waarden dienen in verband te worden gebracht met de aard van de grond die veel zanderiger is en minder kristallijn dan in de omgeving van Tihange.

8.3. Site van IRE te Fleurus

De omgevingsdosimetrie wordt gemeten op 12 plaatsen met behulp van TLD's die langsheen de afsluiting worden ingeplant.

De geregistreerde doses schommelen rond 0,7 à 0,8 mSv/jaar. Dit niveau van achtergrondstraling bevestigt dat de site geen enkel gevolg heeft voor de omgevingsdosis.

8.4. Centrale van Chooz

De dosimetrie wordt uitgevoerd met behulp van TLD's die worden ingeplant rond de site in diverse agglomeraties in België (gesitueerd in rechte lijn tussen 5 en 8 km van de Franse centrale): Hastière, ten oosten van Givet te Massembré, Feschaux, Dion, Winenne, Felenne, Bourseigne-Neuve, Bourseigne-Vieille en ten westen van Givet te Petit Doische, Doische en Vaucelles.

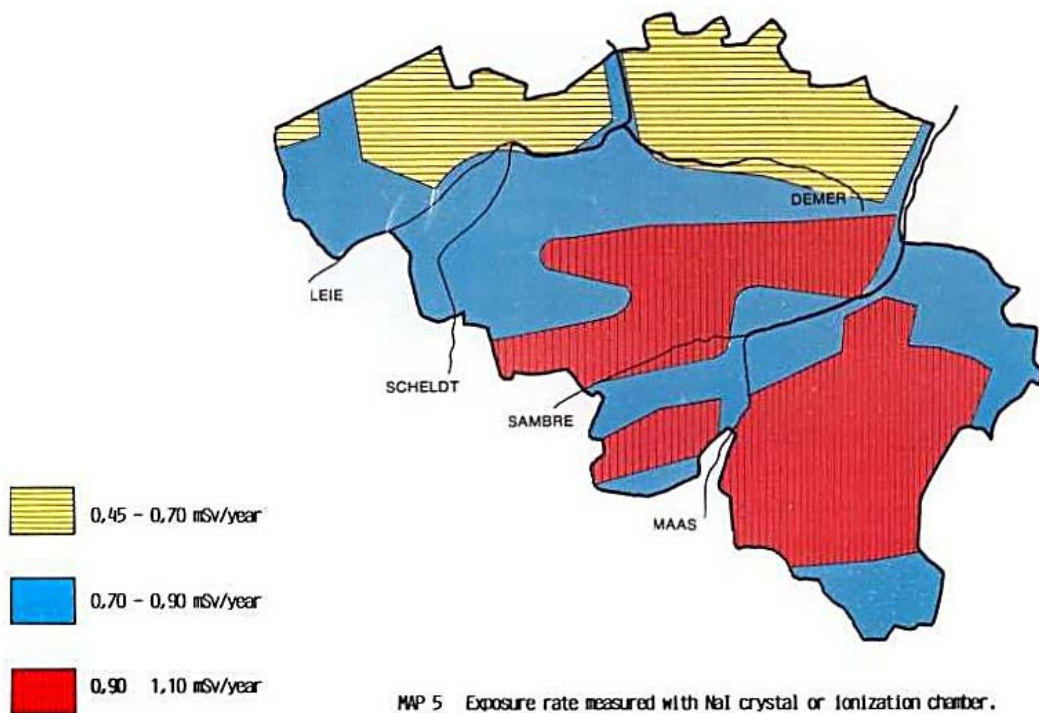
De opgemeten doses zijn van dezelfde grootteorde: ze schommelen rond 0,6 à 1 mSv/jaar met jaarlijkse "pieken" tot 1,1-1,2 mSv afhankelijk van de plaats en van het jaar. De schommelingen die van jaar tot jaar kunnen worden opgemerkt, moeten in verband worden gebracht met de min of meer belangrijke ontgassing van radon. Te Feschaux bijvoorbeeld werden waarden van 0,81 mSv in 1998, 0,67 mSv in 1999 en 1,03 mSv in 2000 opgemeten. Zo ook bereiken de doses te Massembré niveaus van 0,98 mSv in 1998, 0,79 mSv in 1999 en 1,26 mSv in 2000.

Er kan dus worden besloten dat de centrale geen verhoging van de omgevingsdosis tot gevolg heeft.

8.5. Besluit

De geregistreerde doses rond de nucleaire sites hebben een natuurlijke oorsprong – natuurlijke tellurische en kosmische straling – zoals wordt bevestigd door de instantmetingen die in het kader van een eerdere studie werden uitgevoerd (1988), geleid door WIV-LP (toenmalig IHE) en door het SCK (Verslag BLG met als titel "Measurement of the natural radiation of the Belgian territory").

De figuur hieronder geeft een samenvatting van de toen verkregen resultaten.



9. ALGEMEEN BESLUIT

De analyse van de resultaten die in het kader van het radiologisch toezicht op het Belgisch grondgebied tussen 1998 en 2000 werden verkregen, leidt tot de volgende bemerkingen:

De uitstootlimieten die van kracht zijn, worden zeer goed nageleefd door de exploitanten van de kerncentrales.

In het algemeen liggen de niveaus van de stralingsbesmetting van de gemeten stalen zeer laag en daardoor is de meerderheid van de verkregen gegevens niet significant.

De natuurlijke radioactiviteit (^{40}K en ^7Be) is veruit belangrijker en in veel hogere mate aanwezig dan de bèta- en gammastraling.

Het toezichtsprogramma is belangrijk, te meer daar het hierdoor mogelijk is om "de subtiliteit" van de impact van de radioactieve elementen op de omgeving en van daaruit op de mens te kunnen controleren: "sporen" van kunstmatige radioactiviteit, die heel wat lager ligt dan de natuurlijke radioactiviteit, worden routinematig gedetecteerd. Elke uitstoot die ietwat hoger ligt, wordt onmiddellijk zeer nauwkeurig opgemeten.

Deze situatie is wel zeer geruststellend voor de volksgezondheid. Ze is daarentegen eerder vervelend wanneer er gebruik moet worden gemaakt van deze resultaten: meer significante metingen geven een precieze en tegelijk meer reële voorstelling van de radiologische situatie; bepaalde parameters voor de overdracht van de radioactiviteit kunnen bijgevolg worden ontwikkeld en de berekeningen van de doses voor de bevolking kunnen hierdoor worden vergemakkelijkt. Dit impliceert dus dat het volume of de hoeveelheid stalen moet worden verhoogd ten einde te kunnen "afdalende" naar metingen van zeer laag niveau, die enkel betrouwbare waarden kunnen voortbrengen omdat ze significant zijn. De Europese Commissie vraagt trouwens dat de lidstaten dit soort inspanningen leveren voor bepaalde metingen.

De radiologische situatie op het Belgisch grondgebied is dus volledig bevredigend; één ecosysteem in het bijzonder verdient meer aandacht omdat het een abnormaal hoge radioactieve stralingswaarde heeft, vooral te wijten aan natuurlijke radioactiviteit (^{226}Ra) : het betreft hier het gebied Laak-Winterbeek-Nete-Schelde.

Ten einde een doorgedreven opvolging van dit gebied te kunnen verzekeren, wordt een meer routinematige controle van het sediment en een verbetering van de meting van "subtiliteiten" in het water vooropgesteld.

De analyse van de resultaten verkregen voor de jaren 98-2000 bevestigt daarenboven de indruk die reeds de voorgaande jaren de overhand had: een betere kennis van het estuariene ecosysteem van de Schelde is noodzakelijk ten einde, i) precieze parameters te verschaffen voor de evaluatie van de doses voor de bevolking door de integratie van de uitstoot van de kerninstallaties van het Netebekken en de centrale van Doel en, ii) de reële impact van deze installaties op het ontvangende mariene ecosysteem te evalueren (zowel vanuit het standpunt van de kunstmatige als van de natuurlijke radioactiviteit).

Daartoe is het noodzakelijk om over precieze gegevens te beschikken over de uitstoot van de industriële en nucleaire sites van het Netebekken en/of om een afgebakend toezichtsn netwerk rondom deze installaties op te richten om zo het belang van deze uitstoot te kunnen bepalen en kwantificeren. De aandacht dient inderdaad te worden gevestigd op de noodzaak aan een meer exhaustieve en meer nauwlettende opvolging van de bronnen van de uitstoot (waaronder radium en thorium in het bijzonder).

Het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle beoogt deze inspanning te leveren binnen het kader van de herziening van het ganse programma inzake radiologisch toezicht op het grondgebied die nu wordt doorgevoerd. Bijzondere inspanningen moeten worden geleverd om de bibliotheken van de radio-elementen die op het ganse grondgebied worden gemeten - in het kader van elk van de mogelijke overdrachtvectoren van de radioactiviteit die gecontroleerd worden (lucht, rivieren, bodem, zee, voedselketen, enz...) - te harmoniseren.

Aan de eisen van de internationale instanties (Europese Commissie, OSPAR m.b.t. akkoorden van Sintra in het kader van het beleid inzake de bescherming van de Noordzee en de Atlantische Oceaan) zal in de mate van het mogelijke, via een aanpassing van het programma voor het toezicht op het grondgebied, worden voldaan.