

V. U. Mme Claire Stievenart
Av. A. Huysmans 206, bte 10
1050 Bruxelles-Brussel

ISSN - 0250 - 5010

ANNALEN
VAN
DE BELGISCHE VERENIGING
VOOR
STRALINGSBESCHERMING

VOL. 38, N° 4, 2013

1^{er} trim. 2014



1963 - 2013

**International Symposium on the occasion of
the 50th anniversary of BVS-ABR
Challenges for Radiological Protection for the next 50 Years
PART 3**

**Transport de substances radioactives
Vervoer van radioactieve stoffen**

Driemaandelijkse periodiek
1050 Brussel 5

Périodique trimestriel
1050 Bruxelles 5

ANNALES
DE
L'ASSOCIATION BELGE
DE
RADIOPROTECTION

Hoofdredacteur

Mr C. Steinkuhler
Rue de la Station 39
B- 1325 Longueville

Rédacteur en chef

Redactiesecretariaat

Mme Cl. Stiévenart
Av. Armand Huysmans 206, bte 10
B- 1050 Bruxelles - Brussel

Secrétaire de Rédaction

Publikatie van teksten in de Annalen gebeurt onder volledige verantwoordelijkheid van de auteurs.

Nadruk, zelfs gedeeltelijk uit deze teksten, mag enkel met schriftelijke toestemming van de auteurs en van de Redactie.

Les textes publiés dans les Annales le sont sous l'entière responsabilité des auteurs.

Toute reproduction, même partielle, ne se fera qu'avec l'autorisation écrite des auteurs et de la Rédaction.

Ce numéro (Vol. 38/4) contient un exposé présenté lors de “International Symposium on the occasion of the 50th anniversary of the Belgian Association for Radiological Protection “ 8-10 avril 2013 et les exposés de l’assemblée générale du 3 décembre 2013

Dit nummer (Vol.38/4) bevat een uiteenzetting ter gelegenheid van “International Symposium on the occasion of the 50th anniversary of the Belgian Association for Radiological Protection“ 8-10 april 2013 en de uiteenzettingen van de algemene vergadering van 3 december 2013

SOMMAIRE

INHOUD

Challenges for Radiological Protection for the next 50 Years

From Session 5 : Radioecological aspects

Keynote: Challenges for Radioecology for the next 20 years

Hildegard VANDENHOVE

p. 345

Transport de substances radioactives - Vervoer van radioactieve stoffen

Evoluties in de regelgeving voor het vervoer van radioactieve stoffen

Eric COTTENS

p. 357

Transportation of radioactive material for Electrabel’s nuclear generation sites

Pierre VALENDUC, Marliese VERBRUGGEN, Thomas OST

p. 369

Le contrôle physique et la protection physique dans une société de transport de matières radioactives

Henri LIBON, Christophe KARASINSKI

p. 383

CHALLENGES FOR RADIOECOLOGY FOR THE NEXT 20 YEARS

Hildegard Vandenhove¹, Tom Hinton², Jacqueline Garnier-Laplace², Mark Dowdal³, Almudena Real⁴, Laureline Février², Catherine L. Barnett⁵, Nick Beresford⁵, Iisa Oultola⁶, Kaisa Vaaramaa⁶, Maarit Muikku⁶

¹Belgian Nuclear Research Centre, Biosphere Impact Studies,
Mol, Belgium

²Institute for Radioprotection and Nuclear Safety, Cadarache, France

³Norwegian Radiation Protection Authority, Østerås, Norway

⁴Research Centre in Energy, Environment and Technology, Madrid,
Spain

⁵Centre for Ecology & Hydrology, Lancaster, UK

⁶Finish Radiation and Nuclear Safety Authority, Helsinki, Finland

Abstract

The European Radioecological Alliance has recently been formed with the aim of integrating European Radioecology. The Radioecology Alliance is an association open to collaborating with organisations throughout the world with similar interests in promoting radioecology. The Radioecology Alliance members recognised that their shared radioecological research could be enhanced by efficiently pooling resources among its partner organisations and prioritising research efforts along common themes of mutual interest. The European FP7 Network of Excellence (NoE) STAR, took forward the process of initiating a sustainable integration of radioecology, primarily amongst its nine partner organisations. It also developed the first version of a Strategic Research Agenda (SRA) for radioecology which outlines a suggested prioritisation of research topics in radioecology. The three Scientific Challenges presented within the SRA, with their 15 associated research lines, are a strategic vision of what radioecology should achieve over the next 20 years. The three challenges are (1) to predict human and wildlife exposure more robustly by quantifying key processes that influence radionuclide transfers, and incorporate this knowledge into new process based models; (2) to determine ecological consequences under realistic conditions of exposure; (3) to improve human and environmental protection by integrating radioecology. Meeting these challenges will require a directed effort and collaboration with many organisations the world over. Addressing these challenges is

important to the required advancement of radioecology and in providing scientific knowledge to decision makers. Although the development of the SRA has largely been a European effort, the hope is that it will initiate an open dialogue within the international radioecology community and its stakeholders. The SRA will be regularly updated in order to reflect new ideas and scientific progress. The developments of the SRA will also consider increased integration with the larger radiation protection arena.

Introduction

Radioecology is a branch of environmental sciences concerned with radionuclides as contaminants and radiation as a stressor. Radioecological studies form the basis for estimating exposures, doses and the consequences of radioactive pollution in the environment, including risks to humans. The study of environmental radioactivity includes aspects common with other groups of pollutants (i.e., environmental transport, fate, and effects to humans and the environment), as well as aspects specific to radionuclides (i.e., specialised source terms, external irradiation pathway, radiation dosimetry, radioactive decay, and unique aspects of measurement). Radioecological expertise is needed whenever radiation within the environment is of potential concern and an evaluation of potential risks is needed. For example, radioecology is important when evaluating the risks from: the nuclear fuel cycle including disposal; in the debate on effects from chronic, low level exposures to humans and wildlife; and in response to emergencies such as nuclear accidents or terrorist events.

To address emerging issues in radioecology within Europe, eight organisations¹ signed a Memorandum of Understanding (MoU) in 2009 that formed the European Radioecology Alliance². The Radioecology Alliance is an association open to other organisations throughout the world with similar interests in promoting radioecology and already 5 additional European organisations have joined. The MoU states the intentions of the

¹ French Institute of Radiation Protection and Nuclear Safety (IRSN, France); Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK, Finland); Belgian Nuclear Research Centre (SCK•CEN, Belgium); Natural Environment Research Council (NERC, United Kingdom); Research Centre in Energy, Environment and Technology (CIEMAT, Spain); German Federal Office for Radiation Protection (BfS, Germany); Swedish Radiation Safety Authority (SSM, Sweden); Norwegian Radiation Protection Authority (NRPA, Norway).

² www.er-alliance.org

Radioecology Alliance members to integrate a portion of their respective research efforts into a trans-national programme that will enhance radioecology. The Radioecology Alliance members recognise that their shared radioecological research can be strengthened by efficiently pooling resources among its partner organisations and prioritising group efforts along common themes of mutual interest. A major step in this prioritisation process was to develop a Strategic Research Agenda (SRA) for radioecology. An EC-funded Network of Excellence in Radioecology, called STAR (Strategy for Allied Radioecology³), has been formed to, among other tasks, develop the SRA. The SRA suggests a prioritisation of research topics in radioecology, with a goal of improving research efficiency and more rapidly advancing the science [1]. The SRA responds to the question: “What topics, if critically addressed over the next 20 years, would significantly advance radioecology?”

The SRA prioritises three major Scientific Challenges facing radioecology [1]. Each of these have been developed as separate sections of the SRA and each includes a strategic vision statement of what should be accomplished over the next 20 years, as well as providing an agenda of key research lines deemed necessary to accomplish the vision. Addressing these challenges is important to the future of radioecology and to enable the science to provide adequate knowledge to decision makers and the public.

Three scientific challenges in radioecology

Challenge one: Predict human and wildlife exposure more robustly by quantifying key processes that influence radionuclide transfers, and incorporate the knowledge into new dynamic models

One of the fundamental goals of radioecology is to predict the environmental transfers of radionuclides and consequent exposure of humans and wildlife. The problem is that the key processes that govern radionuclide behaviour are not always well understood, leading to models that incompletely (or even inaccurately) represent these processes. The challenge faced by radioecologists is to identify key processes, improve

³ www.star-radioecology.org; membership includes organizations within the ALLIANCE, as well as Stockholm University (SU, Sweden) and the Norwegian University of Life Sciences (UMB, Norway).

our understanding of them and incorporate this knowledge into models such that they more realistically predict the behaviour of radionuclides. By making the models more process-based, we expect: (i) a significant reduction in model uncertainty, (ii) a better quantification of environmental variability, (iii) identification of the most influential parameters, and (iv) improved modelling tools capable of predicting radionuclide exposure to humans and wildlife under a variety of conditions, thereby enhancing the robustness of both human and wildlife assessments of exposure to ionising radiation.

Our strategic vision for research on transfer and exposure is that: *over the next 20 years radioecology will have achieved a thorough mechanistic conceptualisation of radionuclide transfer processes within major ecosystems (terrestrial, aquatic, urban), and be able to accurately predict exposure to humans and wildlife by incorporating a more profound understanding of environmental processes.*

Four lines of research will need to be addressed to achieve this vision:

- Identify and mathematically represent key processes that make significant contributions to the environmental transfers of radionuclides and resultant exposures of humans and wildlife
- Acquire the data necessary for parameterisation of the key processes controlling the transfer of radionuclides
- Develop transfer and exposure models that incorporate physical, chemical and biological interactions, and enable predictions to be made spatially and temporally
- Represent radionuclide transfer and exposure at a landscape or global environmental level with an indication of the associated uncertainty

Key aspects of Challenge One are depicted in Figure 1.

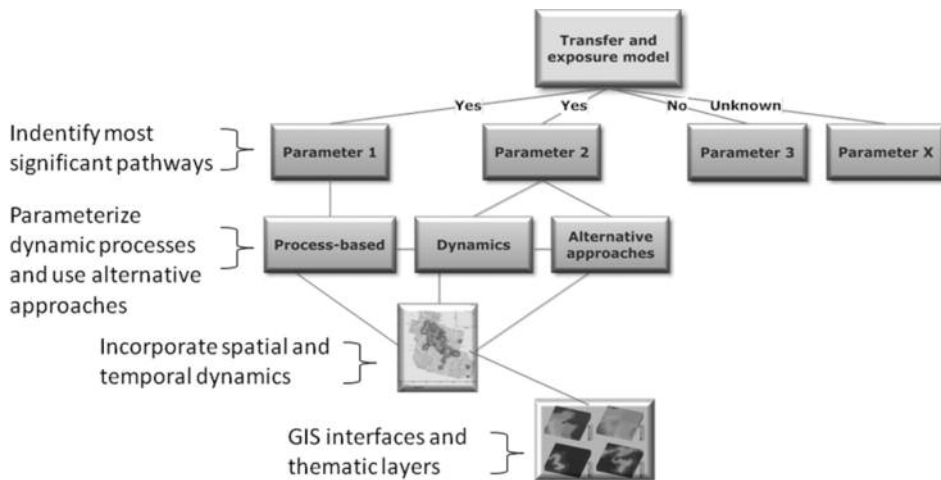


Fig 1. Scheme of key aspects of Challenge One [1].

Challenge two: Determine ecological consequences under realistic conditions of exposure

Over the last 15 years, international efforts have focused on new strategies for protecting the environment from radioactive substances. For example, in Europe considerable work has been done on collecting relevant information on effects of ionising radiation in non-human species into the FREDERICA database [2] and producing the screening ecological benchmarks needed to implement a tiered Ecological Risk Assessment approach (ERA) [(FASSET [3], ERICA [4], PROTECT [5]). While the ERA-type approach is a substantial advancement in radioecology, a lack of sufficient data prevents current ERA analyses from fully accounting for the realistic environmental conditions to which organisms are actually exposed. For example, data are still insufficient to take into account low dose effects, variable dose rate regime, multi-contaminant scenarios, species variation in radiation sensitivity due to life-history traits, or ecosystem level effects. Such knowledge gaps are accounted for *via* extrapolation and the use of assessment factors (or safety factors) that add conservatism and increase uncertainties in risk assessments.

New approaches to understand and assess the effects of radiation on wildlife are emerging; mainly due to the similarities that radioecology has with ecotoxicology of chemical substances, stress ecology [6] and human radiation biology. These approaches emphasise that to properly determine

the effects from any contaminant we must address the realistic environmental conditions in which organisms are actually exposed. We must link exposure to effects under realistic conditions that incorporate natural abiotic (e.g., climate change, temperature, flooding events, snow and ice) and biotic factors (e.g., physiological and life-history status of organisms; ecological processes such as competition, predation).

Our strategic vision for research on environmental effects is that: *over the next 20 years radioecology will have gained a thorough mechanistic understanding of the processes inducing radiation effects at different levels of biological organisation, including the consequences on ecosystem integrity, and be able to accurately predict effects under the realistic exposure conditions.*

Five lines of research will need to be addressed to achieve this vision:

- Establish how processes link radiation induced effects in wildlife from molecular to individual levels of biological complexity.
- Determine what causes intra- and inter-species differences in radiosensitivity (e.g. among cell types, tissues, life stages, life histories, ecological characteristics)
- Understand the interactions between ionising radiation effects and other co-stressors
- Understand the mechanisms underlying multi-generational responses to long-term ecologically relevant exposures (e.g. maternal effects, hereditary effects, adaptive responses, genomic instability, and epigenetic processes).
- Understand how radiation effects combine in a broader ecological context at higher levels of biological organisation (population dynamics, trophic interactions, indirect effects at the community level, and consequences for ecosystem functioning)

Key aspects of Challenge Two are depicted in Figure 2.

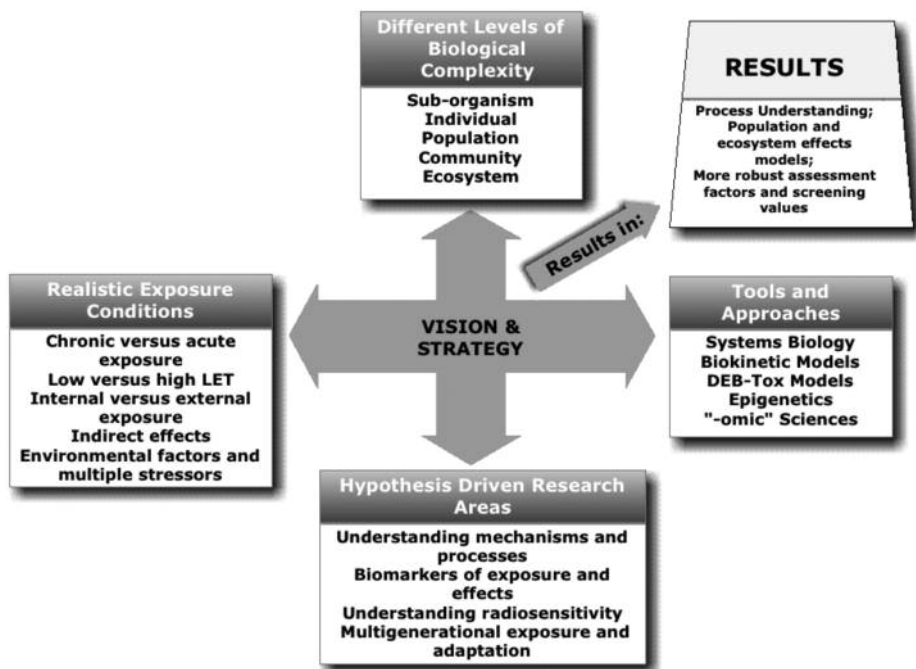


Fig 2. The components and anticipated results of Challenge Two [1].

Challenge three: Improve human and environmental protection by integrating radioecology

In the wider sciences of environmental pollution and risk assessment the individual contaminant-medium-pathway paradigm is changing towards a more holistic, integrated view of the environment as a whole. Radioecology’s position relative to this paradigm shift can be best maintained by embracing the concept of integration – integration of the underlying systems and methods of human and environmental protection, and integration of radioecology with other scientific disciplines.

Our strategic vision for research on the integration of radioecology is that: *over the next 20 years radioecological research will develop this scientific foundation for the holistic integration of human and environmental protection, as well as their associated management systems.*

Six tasks will need to be addressed to achieve the vision:

- Integrate uncertainty and variability from transfer modelling, exposure assessment, and effects characterisation into risk characterisation

- Integrate human and environmental protection frameworks
- Integrate the risk assessment frameworks for ionising radiation and chemicals
- Provide a multi-criteria perspective in support of optimised decision-making
- Integrate ecosystem approaches, such as ecosystem services and ecological economics, within radioecology
- Integrate decision support systems

Key aspects of Challenge Three are depicted in Figure 3.

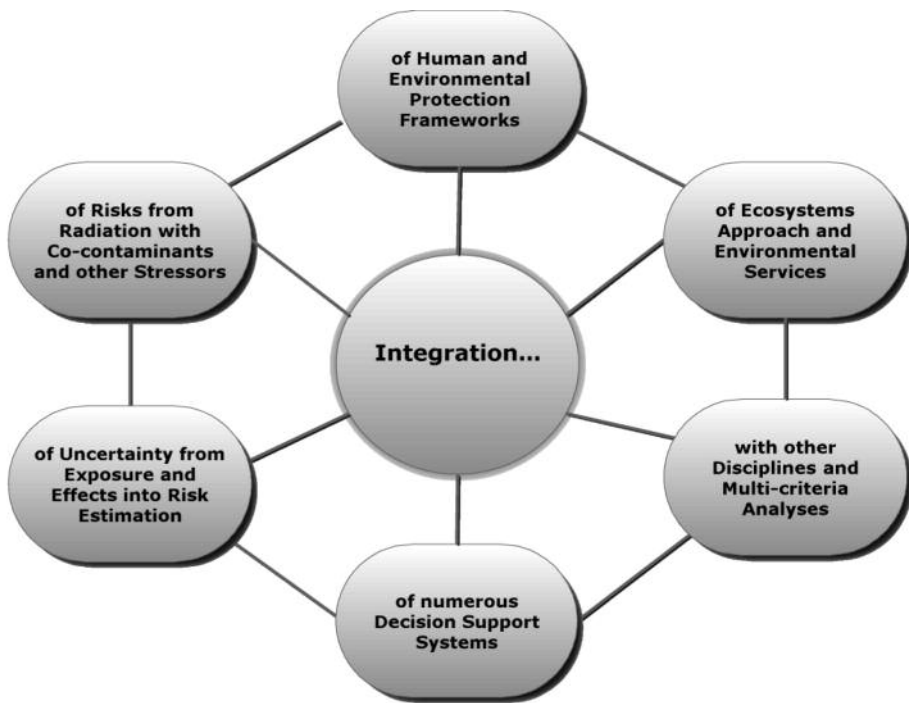


Fig 3. Scheme of key aspects of Challenge Three [1].

Next steps: building consensus and roadmap development

The acquisition of new scientific knowledge through research in radioecology is a crucial element in safeguarding humans and the environment against harmful consequences, as well as responding to stakeholders concerns regarding the presence of radionuclides in the environment. Such studies are important to society because over-estimation

of exposures or effects could lead to unnecessary and costly restrictions; alternatively, under-estimation of the risks could result in injury to humans and the environment. The only way to provide rapid and efficient solutions to the difficult problems highlighted within the SRA produced by the STAR project is a focused, hypothesis-driven research program with clear common goals and resources shared among the international radioecology community. Furthermore, such a long-term, multidisciplinary approach is needed that goes beyond national boundaries will better ensure that radioecology will make a significant contribution to wider society.

In order to achieve this, the SRA needs to be supported by the radioecological community and other stakeholders. A large-scale invitation for contributions to the SRA from interested stakeholders was realised through the development of an online survey on the proposed content of the SRA. The survey, attracted a large amount of interest within the wider radioecology community, as demonstrated by 110 responses. At a Stakeholders' workshop organised by STAR and the Radioecology Alliance in November 2012 the key research areas identified by the respondents to the survey and their major comments to the SRA were highlighted. Interest groups (regulators, international organisations, research networks, industry, NGOs) presented their perspective on the importance of and expectations for radioecology for them and their views on the SRA. During the workshop specific topics were discussed in breakout sessions (see the 'Strategic Research Agenda tab on www.star-radioecology.org).

The STAR consortium, supported by the Radioecology Alliance, has recently released the second version of the research part SRA for radioecology which incorporates updates addressing the recommendations from stakeholders. Based on this revised SRA, a first phase (5-year) roadmap to achieve and realize a limited number of priority lines of research is being developed. The roadmap, which will be developed further by the COMET consortium⁴, will deal with focused research areas and has strong interactions with the two other key areas of radiation protection (post-emergency management and low dose research). Additionally, for the

⁴ COMET Coordination and iMplementation of a pan-European instrument for radioecology – FP7 Euratom Fission-2013- project number: 604974, Start June 1, 2013, duration 48 months.

development and implementation of the roadmap we will also seek collaboration with the international community.

This roadmap can be viewed as a transitional implementation plan to structure and enhance interactions between the European Radioecological Alliance and two existing European research platforms, namely NERIS⁵ and MELODI⁶. It proposes research activities that are of common interest for the implementation of the strategic research agendas of PREPARE⁷/NERIS, DOREMI⁸/MELODI and STAR/COMET/Radioecology Alliance. The roadmap will better position the radioecological research in the European radiation protection research evolving towards the *Horizon 2020* framework.

Acknowledgements

Funds for producing the Strategic Research Agenda were provided, in part, by the European Commission, under Contract Number: Fission-2010-3.5.1-269672 (STAR).

This manuscript was largely based on Hinton et al. (2013) presented in the reference list [1] yet complemented with advances following stakeholder input and the roadmap being formulated under COMET.

⁵ NERIS European Platform on Preparedness for Nuclear and Radiological Emergency Response and Recovery <http://www.eu-neris.net>.

⁶ MELODI Multidisciplinary European Low Dose Initiative <http://www.melodi-online.eu>.

⁷ PREPARE innovative integrative tools and platforms to be prepared for radiological emergencies and post accident response in Europe <http://www.eu-neris.net/index.php/projects/prepare.html>.

⁸ DOREMI Network of Excellence in the field of low dose <http://www.doremi-noe.net>.

References

- [1] Hinton, T. G., J. Garnier-Laplace; H. Vandenhove; M. Dowdall; C. Adam-Guillermin; F. Alonzo; C. Barnett; K. Beaugelin-Seiller; N. A. Beresford; J. Brown; F. Eyrolle; L. Fevrier; J-C. Gariel; T. Hertel-Aas; N. Horemans; B. J. Howard; T. Ikaheimonen; J.C. Mora; D. Oughton; A. Real; B. Salbu; M. Simon-Cornu; M. Steiner; L. Sweeck; J. Vives i Batlle. 2013. An invitation to contribute to a strategic research agenda in radioecology. *J. Environ. Rad.* 115:73-82.
- [2] D. Coplestone, J. Hingston and A. Real, The Development and Purpose of the FREDERICA Radiation Effects Database, 2008, *J. Environ. Rad.* 99, p. 1456-1463
- [3] C. Williams (Ed), Framework for Assessment of Environmental Impact (FASSET) of Ionising Radiation in European eEcosystems, 2004, *J. Rad. Prot.* 24 (4A) (special issue)
- [4] C-M. Larsson, An Overview of the ERICA Integrated Approach to the Assessment and Management of Environmental Risks from Ionising Contaminants, 2008, *J. Environ. Rad.* 99, p. 1364-1370
- [5] B.J. Howard, N.A. Beresford, P. Andersson, J.E. Brown, D. Coplestone, K. Beaugelin-Seiller, J. Garnier-Laplace, P.D. Howe, D. Oughton, and P. Whitehouse, Protection of the Environment from Ionising Radiation in a Regulatory Context - an Overview of the PROTECT Coordinated Action Project, 2010, *J. Rad. Prot.* 30, p. 195-214
- [6] N. Van Straalen, Ecotoxicology Becomes Stress Ecology, 2003, *Environ. Sci. & Tech.* 37, p. 324A-330A

Email

Corresponding author: hvandenh@sckcen.be

EVOLUTIE IN DE REGELGEVING VOOR HET VERVOER VAN RADIOACTIEVE STOFFEN

Erik Cottens

Gewezen Diensthoofd Invoer en Vervoer bij het Federaal Agentschap
voor Nucleaire Controle (FANC)

Abstract

Technologische evoluties, kritische analyse van de gehanteerde concepten en bijhorende criteria en testprocedures, ervaringsterugkoppeling en nieuwe vervoersnoden vormen de motor voor een permanente evaluatie en regelmatige bijsturing van de reglementaire voorschriften voor het vervoer van radioactieve stoffen. Ook de werkmethodes van alle betrokkenen met inbegrip van de ontwerpers en producenten van verpakkingen evolueren binnen striktere krijtlijnen. Dit komt onder andere uitgesproken tot uiting op het vlak van kwaliteitsopvolging, de doorlichting van het (kwaliteits-) managementsysteem van het geheel van een organisatie en een doorgedreven justificatie van de aangewende methodes voor conformiteitsdemonstratie met de reglementaire vereisten.

Gezien de mondiale schaal waarop industriële entiteiten en producenten actief zijn, zowel in de nucleaire splijtstofcyclus als voor de medische en industriële aanwending van radioactieve stoffen is het verzekeren van de internationale coherentie van de vervoersreglementering cruciaal. Een situatieschets van de aard, omvang en grensoverschrijdend karakter van het vervoer van radioactieve stoffen in ons land spreekt voor zichzelf.

De voornaamste evoluties van de transportreglementering van de afgelopen jaren worden geschetst, in voorkomend geval gelinkt aan de incidenten die er de aanzet toe vormden. Verder worden de belangrijkste onderwerpen gesitueerd die momenteel bij het IAEA adviescomité voor de veiligheidsnormen voor het vervoer (TRANSSC) voorliggen voor verdere ontwikkeling en de basis zullen vormen voor de bijsturing van de regelgeving tegen het einde van dit decennium.

Het vervoer van radioactieve stoffen in België

Verdeeld over zowat 40 000 transporten, worden jaarlijks een 400 000 colli in ons land vervoerd. Het aandeel van de colli bestemd voor medische toepassingen bedraagt ongeveer 90%, waarvan de helft in doorvoer doorheen ons land. De industriële toepassingen nemen wat meer dan 5% voor hun rekening en de rest heeft betrekking op de nucleaire splijtstof cyclus. Vanuit het oogpunt vervoerde activiteit liggen de verhoudingen uiteraard volledig anders. Een klein aantal jaarlijkse transporten van

verbruikte splijtstof en opwerkingsafval vormen het gros van de activiteit die vervoerd wordt.

De centrale ligging van België tussen landen met een sterk uitgebouwde nucleaire industrie en de aanwezigheid van belangrijke productiecentra voor radionucliden voor medische toepassingen in ons land en de meeste van onze buurlanden samen met de aanwezige infrastructuur op het vlak van internationaal vervoer zijn bepalend voor een intensieve doorvoer door ons land. Enerzijds vormt de haven van Antwerpen, met belangrijke zeer frequente en quasi rechtstreekse trans-Atlantische verbindingen met Noord-Amerika een belangrijke schakel tussen de splijtstofindustrie in de VS en Canada en de Europese nucleaire industrie, voornamelijk deze in Frankrijk en Nederland. Het gaat voornamelijk over het vervoer van natuurlijk uraan over UF_6 en verder verrijkt uraan in alle tussenstadia in de vervaardiging van splijtstofelementen en afgewerkte splijtstofelementen zelf. Aansluitend vervoer gaat over de weg of per spoor. Anderzijds hebben twee luchtkoerier bedrijven, actief op wereldschaal, een belangrijke hub in hun Europees netwerk op de luchthaven van Zaventem respectievelijk Bierset, waardoor ze de meest efficiënte oplossing kunnen bieden voor de snelle verdeling van radionucliden voor medisch gebruik tot bij de eindgebruiker.

Het belang van de onderscheiden vervoersmodes in ons land kan als volgt worden samengevat:

- Luchtvervoer wordt voornamelijk aangewend voor de radioactieve stoffen voor medisch gebruik (90%) en in mindere mate voor bronnen voor gebruik in de industriële sector (10%);
- Maritiem vervoer wordt, op een beperkt aantal transporten van hoogactieve bronnen voor bestralingsinstallaties na, enkel gebruikt door de nucleaire industrie;
- Wegvervoer is eveneens voor 80% actief voor de medische sector (lokale verdeling en aanvoer naar de luchthavens), 15 % voor de industriële toepassingen (voornamelijk in de sector van de industriële radiografie) en voor slechts enkele procenten in de nucleaire brandstof cyclus;
- Spoorvervoer wordt beperkt gebruikt door de nucleaire industrie, voornamelijk aan en afvoer naar de haven van Antwerpen en enkel wanneer het gaat om meerdere wagonladingen. Heeft wel een monopolie voor het transport van gebruikte brandstof (enkel nog kerncentrale van Borssele) en de terugkeer van opwerkingsafval vanuit La Hague naar België en Nederland.

- De binnenwateren worden in ons land niet gebruikt voor het vervoer van radioactieve stoffen.

Nationale regelgeving voor het vervoer van radioactieve stoffen

De Europese Richtlijn basismethoden stralingsbescherming 96/29/Euratom[1] vereist voor het vervoer van radioactieve stoffen minstens een notificatie aan de bevoegde overheid. Het vervoer behoort tevens tot de handelingen waarvoor een vergunning kan worden vereist door de Lidstaten. De nieuwe Richtlijn 2013/59/Euratom[2] behoudt dezelfde regeling maar voegt de mogelijkheid toe om met een registratie op basis van standaardvereisten een vereenvoudigde vergunningsprocedure toe te passen voor een aantal handelingen waaronder het vervoer.

In het KB van 20 juli (ARBIS) wordt het vervoer geregeld onder Hoofdstuk VII en wordt een systeem van vergunningen voor de vervoerder opgelegd. De technische en administratieve voorschriften van de wereldwijde (lucht¹ en maritiem² vervoer), regionale (spoorvervoer³) en Europese (vervoer over de weg⁴ en binnenwateren⁵) conventies en overeenkomsten inzake het vervoer van gevaarlijke goederen zijn algemeen van toepassing en dit niet enkel voor internationale transporten die het voorwerp zijn van voormelde overeenkomsten. De Europese Richtlijn 2008/68/EG betreffende het vervoer van gevaarlijke goederen over land legt immers de toepassing van de voorschriften van deze overeenkomsten ook op aan de Lidstaten voor de zuiver binnenlandse transporten. Bijkomende vereisten in de vergunningsprocedure hebben betrekking op verzekeringen, kwalificaties van het personeel, specifieke vorming, beoordeling van stralingsbeschermingsprogramma en kwaliteitssysteem, aanduiding van de veiligheidsadviseur

¹ Technical Instructions for transport of Dangerous Goods by air (ICAO - International Civil Aviation Organization).

² International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code) (IMO – International Maritime Organization).

³ Regulations concerning the International carriage of Dangerous Goods by Rail (RID) (OTIF – Intergovernmental Organization for International Carriage by Rail).

⁴ European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR) (UNECE – United Nations Economic Commission for Europe).

⁵ European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways (ADN) (UNECE – United Nations Economic Commission for Europe).

die de naleving van de vervoersvoorschriften nagaat en de fysieke controle waaraan ook een vervoerbedrijf onderworpen is.

Coherentie van de technische vervoersvoorschriften op wereldschaal

De basis van de reglementering voor het vervoer van radioactieve stoffen berust op de veiligheid van het collo, het geheel dat gevormd door de verpakking samen met de inhoud. Vier essentiële veiligheidsfuncties dienen verzekerd te worden:

- Insluiting van de stoffen
- Controle van de externe straling
- Warmteafvoer verzekeren, zodat de materiaal specificaties gebruikt in de veiligheidsanalyses geldig blijven.
- Voorkomen van nucleaire kettingreactie bij splijtstoffen.

Een getrapte benadering die functie is van de risico's van de inhoud van het collo resulteert in een onderverdeling in twee onderscheiden groepen van types van collo: deze die ook bij ernstige ongevallen hun veiligheidsfuncties dienen te behouden en deze waarvoor dit wegens het beperkte risico van de inhoud niet noodzakelijk wordt geacht. De inhoudsbeperking is voor deze laatste categorie vastgelegd in de reglementering. De modellen van collo die behoren tot de eerste categorie dienen op basis van een veiligheidsdossier goedgekeurd te worden door de bevoegde overheid. De andere vallen onder de verantwoordelijkheid van de ontwerper/fabrikant zonder tussenkomst van de bevoegde overheid. De argumentatie waarmee wordt aangetoond dat aan de voorschriften van de reglementering is voldaan voor dat specifieke model van collo dient echter wel gedocumenteerd te worden in een veiligheidsdossier dat de bevoegde overheid op vraag kan inzien.

Hiermee is de veiligheid bij het groeperen van colli en het samenbrengen in een vervoermiddel nog niet verzekerd. Voor sommige colli zijn maatregelen nodig om binnen de laadruimte de warmteafvoer voldoende te verzekeren. Vanuit stralingsbeschermingsoogpunt en bij splijtstoffen ook vanuit criticaliteits overwegingen is een beperking op de accumulatie van colli noodzakelijk. Daartoe wordt aan elk collo een Transport Index (TI), maatgevend voor het maximum dosisdebiet op 1 m afstand van het collo, en aan deze met splijtstofinhoud daarnaast ook een Criticaliteits-Veiligheidsindex (CSI) toegekend. De hantering van grenswaarden voor elk van de gesommeerde indexen voor het geheel van de lading of

groepering van colli zorgt dan op een eenvoudige wijze voor de beperking van de accumulatie van colli of segregatie van colligroepen aan boord van de vervoermiddelen of bij tussenopslag in afwachting van verder vervoer. Aldus kan voor elke vervoerswijze een passende stralingsbescherming en de criticaliteitsveiligheid verzekerd worden.

Samen met de voorschriften voor etikettering en markering van de colli vormen deze vereisten de basis voor de onderscheiden reglementeringen voor het vervoer van radioactieve stoffen voor de verschillende vervoersmodes.

De coördinatie van deze gemeenschappelijke stam aan voorschriften gebeurt op niveau van de Verenigde Naties die aanbevelingen publiceert voor het vervoer van gevaarlijke goederen [3] en daarbij beroep doet op het IAEA voor wat betreft de radioactieve stoffen [4]. Deze aanbevelingen worden dan in de juridische bindende internationale en regionale overeenkomsten voor de verschillende vervoerswijzen geïntegreerd, aangevuld met een beperkt aantal specifieke met de vervoersmode verbonden vereisten.

Op deze wijze wordt de compatibiliteit tussen de verschillende vervoerswijzen maximaal gewaarborgd en zijn er op niveau van het collo geen problemen bij de overgang tussen de verschillende vervoerswijzen. Enkel bij het ontwerp van een model van collo dat eveneens bestemd is voor het vervoer door de lucht moet expliciet rekening worden gehouden met enkele specifieke eisen met betrekking tot omgevingstemperatuur en de onderdruk waartegen het collo bestand moet zijn.

Ervaringsterugkoppeling en regelgeving

Er zijn bij het vervoer van radioactieve stoffen geen ongevallen gebeurd die geleid hebben tot blootstelling van transportwerkers en bevolking die de drempels voor acute stralingseffecten ook maar benaderden, noch die zware tekortkomingen in de regelgeving hebben blootgelegd. Toch zijn er enkele ongevallen geweest die de trigger gevormd hebben naar het uitwerken van scherpere vereisten voor het vervoer van natuurlijk en verarmd UF_6 en het luchtvervoer van grote hoeveelheden radioactieve stoffen.

In 1984 zank de Mont Louis in de Noordzee voor de Belgische kust na een aanvaring met een ander schip. Er bevonden zich een dertigtal geladen UF_6 cilinders als industriële colli aan boord die in moeilijke omstandigheden uit het gezonken wrak intact werden gerecupereerd. De vastgestelde

beschadiging aan een laad/los kraan leidde samen met enkele ongevallen in de VS waarbij telkens een geladen UF₆ cilinder was opengebarsten ingevolge oververhitting bij het leegmaken in de verwerkingsfabriek tot een grondige evaluatie van de voorschriften voor deze cilinders. Deze cilinders behoren voortaan tot een specifieke categorie van door de bevoegde overheid goedgekeurde modellen op grond van versterkte structurele integriteitsvereisten onder mechanische en thermische belasting. De verstrengde normen voor het luchtvervoer van Plutonium in de VS leidden mede tot de bewustwording dat de standaard mechanische/thermische testcondities de realistische ongevalsomstandigheden onvoldoende afdekken bij vliegtuigongevallen. Dit leidde tot een begrenzing van de hoeveelheid radioactief materiaal die nog in een type B verpakking tot het luchtvervoer wordt toegelaten en tot het definiëren van een nieuw type van model van collo, type C goed te keuren door de bevoegde overheid op basis van strengere thermische en mechanische testen. Indien het te verpakken materiaal zelf intact blijft onder deze verstrengde testvoorwaarden (materiaal gekwalificeerd als LDM – Low Dispersible Material), dan geldt de beperking voor de activiteit voor het luchtvervoer in een type B verpakking niet.

Ervaringsterugkoppeling en overheidstoezicht

Een strikte opvolging van het stralingsbeschermingsprogramma bij de vervoerders en in het bijzonder de opvolging van de blootstelling van de transportwerkers bij de bedrijven met een grote flux aan colli met radionucliden voor medisch gebruik, zowel bij wegvervoerders als bij luchtkoerier bedrijven heeft het mogelijk gemaakt om maatregelen te nemen die voor een substantiële vermindering zorgden van zowel de collectieve als de individuele blootstelling, zelfs bij significant toenemende flux aan colli.

Bij de luchtkoerier bedrijven ging het hoofdzakelijk om maatregelen op het vlak van werkorganisatie en afschermingsinfrastructuur die blootstelling aan colli reduceert op het ogenblik dat ze niet in behandeling zijn. Bij het wegvervoer ging het voornamelijk om het gebruik van afscherming van de bestuurderscabine en het gebruik van voertuigen met grotere laadruimte, om de afstand met de bestuurdersruimte te vergroten. In 2010 bedroeg de gemiddelde jaarblootstelling bij het wegvervoer voor radionucliden voor medisch gebruik minder dan 2 mSv per jaar, daar waar de gemiddelde

blootstelling eerder in datzelfde decennium zowat het dubbele bedroeg. Bij het wegvervoer in de nucleaire sector bedroeg de gemiddelde jaarblootstelling systematisch minder dan 1 mSv per jaar.

Een belangrijk deel van de incidenten bij het vervoer doet zich voor in de sector van de industriële en laboratorium toepassingen. Deze zijn meestal het gevolg van de gebrekkige toepassing van de verpakkingsprocedures, foute etikettering en markering en gebrekkig onderhoud van de verpakkingen. Deze sector wordt gekenmerkt door een groot aantal sporadische afzenders met gebrek aan ervaring en vorming voor deze taken vooral in ontwikkelingslanden. In de nucleaire brandstofcyclus werd herhaaldelijk een gebrekkige implementatie vastgesteld van het kwaliteitsmanagement systeem dat de conformiteit van de verzending, verpakking en transport uitrusting met het (goedgekeurde) ontwerp voor het vervoer moet waarborgen. De conformiteit met de voorschriften voor modellen van colli die niet aan de goedkeuring van de bevoegde overheid zijn onderworpen zijn dikwijls gebrekkig gedocumenteerd door de ontwerpers/bouwers van de verpakkingen, ook al omdat de bevoegde overheden hier tot de jaren 90 zelden aandacht voor hadden. Dit bewijst de noodzaak dat naast de eigenlijke inspectie van vervoeroperaties allesomvattende audits van stralingsbeschermingsprogramma's en kwaliteitsmanagement systemen noodzakelijk zijn bij alle betrokken actoren die een rol hebben in de veiligheid van het vervoer gaande van ontwerpers over bouwers van verpakkingen, eigenaars verantwoordelijk voor het onderhoud ervan, afzenders, vervoerders en bestemmingen.

Recente aanpassingen van het IAEA Vervoersreglement (SSR-6 2012 editie)

De voornaamste wijzigingen zijn:

- Vrijstelling van de reglementering voor natuurlijke materialen tot 10 maal de activiteitsconcentratie voor vrijstelling; eerder was deze vrijstelling beperkt tot materialen die niet gebruikt worden voor radionuclide extractie (zoals zirconiumzand, tantaliumertsen... met verhoogde aanwezigheid van natuurlijke radionucliden);
- Specifieke vrijstellingsniveaus voor radioactieve stoffen in voorwerpen en instrumenten boven het generieke vrijstellingsniveau kunnen worden goedgekeurd als aan de basiscriteria (limitering van individuele en

collectieve dosis) voor vrijstelling is voldaan in het specifieke toepassingsdomein.

- Revisie van de vrijstellingen van de splijtstofvereisten drong zich op omdat het ontbreken van accumulatie beperkingen voor individuele zendingen met dergelijke vrijgestelde stoffen, die op zichzelf geen criticaliteitsrisico inhouden, tijdens het vervoer kunnen samenkomen zonder enige beperking. Er worden nu twee categorieën van vrijstellingen van de specifieke vereisten voor splijtstoffen voorzien:
 - Fissiel uitgezonderd, deze stoffen zijn onder de reglementaire hoeveelhedsbeperkingen onder kritisch zonder nood aan accumulatiecontrole met andere colli met splijtstof inhoud; ze worden als niet fissiel vervoerd en er wordt dan ook geen Criticaliteits-Veiligheidsindex (CSI) toegekend aan deze colli;
 - Fissiel vrijgesteld, colli met splijtstoffen die vrijgesteld worden van de vereisten voor demonstratie van de criticaliteitsveiligheid, maar waarvoor de Criticaliteits-Veiligheidsindex wordt vastgelegd in de reglementering zelf; deze colli blijven wel van het fissiel type, zodat de accumulatie controle blijft behouden door de sommatie van de individuele CSI waarden.

Deze wijzigingen zullen van kracht worden via de modale regelgevingen vanaf 2015.

Toekomstige Herziening van het IAEA Vervoersreglement (SSR-6 2012 editie)

De belangrijkste onderwerpen die ter studie voorliggen bij het Transport Safety Standards Committee (TRANSSC) voor eventuele wijziging (niet vóór 2018) zijn:

- Vereisten voor colli die na langdurige opslag terug moeten vervoerd worden, de zogenaamde verpakkingen voor dubbel gebruik, vervoer en tijdelijke opslag typisch voor bestraalde splijtstof en radioactief afval;
- Vereisten voor het vervoer van omvangrijke voorwerpen waar de klassieke verpakkingconcepten niet werkbaar zijn, met als typisch voorbeeld afgedankte stoomgeneratoren;
- Nieuw berekende nuclide specifieke referentie activiteiten A1/A2 die de basis vormen voor beperkingen van de activiteitsinhoud en activiteitsconcentratie in de vervoersreglementering waardoor inconsistenties

worden weggewerkt en rekening wordt gehouden met sommige gewijzigde nuclide- en/of modelparameters;

- Herziening van sommige LSA/SCO⁶ concepten, met o.a. de invraagstelling van de veiligheidsrelevantie van de water uitlogingstest voor LSA III materiaal;
- Harmonisatie van veiligheids- en beveiligingsvoorschriften: sommige radioactieve bronnen worden vervoerd onder de vereisten van de laagste verpakkingscategorie, overeenkomstig de vervoersreglementering, terwijl diezelfde bronnen tot de categorie van de hoge risico radioactieve stoffen behoren onder de beveiligingsclassificatie en waarvoor bijgevolg het hoogste niveau aan beveiliging geldt tijdens het vervoer;
- Harmonisatie van sommige concepten zoals gebruikt onder SSR-6 en gelijkaardige meer algemeen geldende concepten zoals gebruikt in de modale regelgevingen voor de andere gevaarlijke goederen.

Evoluties van overige regelgeving

De Europese Commissie heeft bij de Europese Raad een voorstel tot Verordening ingediend om een Communautair systeem voor registratie van vervoerders van radioactieve stoffen in te voeren. De bedoeling van deze Verordening is om de sterk uiteenlopende systemen die in de Lidstaten werden geïmplementeerd in uitvoering van de vereisten van de Richtlijn Basisnormen, te harmoniseren tot één enkele procedure voor registratie geldig voor de gehele Unie. De nadruk wordt dan verlegd van de sterk uiteenlopende procedures in elke individuele Lidstaat naar inspectie en audits van de vervoerders en veronderstelt een nauwe samenwerking tussen de bevoegde overheden in het bijzonder met deze die het registratiedossier van de vervoerder beheert.

In ons land wordt gewerkt aan de herziening van hoofdstuk VII van het ARBIS, waar men voor de meeste vervoerders de vergunningsprocedure wil vervangen door een vereenvoudigde registratieprocedure. Inspectie en conformiteitsaudits worden dan de belangrijkste middelen voor de bevoegde overheid om toezicht uit te oefenen op de vervoerders. Een eerste ontwerp tekst zal met de sector overlegd worden.

⁶ Low specific activity material/ Surface contaminated object.

Besluit

De opvolging van de veiligheidscultuur en de efficiëntie van management systemen van alle stakeholders die relevant zijn voor de veiligheid bij het vervoer zijn een strikte noodzaak voor de bevoegde overheid om de veiligheidsobjectieven van de regelgeving te kunnen waarmaken.

Op Europees niveau dringt een harmonisatie en vereenvoudiging van de administratieve procedures zich op.

Een aanpassing van de nationale reglementering viseert een vereenvoudiging van procedures en administratieve verplichtingen om meer nadruk te kunnen leggen op conformiteitsaudits van alle stakeholders die de veiligheid van het vervoer mede bepalen.

Bedanking

De auteur wenst zijn gewezen collega's van de Dienst Vervoer en Invoer van het FANC te bedanken voor de terbeschikkingstelling van een aantal gegevens en dia's voor de presentatie waarop dit artikel gebaseerd is.

Referenties

- [1] Richtlijn 96/29/Euratom van de Raad van 13 mei 1996 tot vaststelling van de basisnormen voor de bescherming van de gezondheid der bevolking en der werkers tegen de aan ioniserende straling verbonden gevaren - Publicatieblad van de Europese Unie Nr. L 159 van 29/06/1996
- [2] Richtlijn 2013/59/Euratom van de Raad van 5 december 2013 tot vaststelling van de basisnormen voor de bescherming tegen de gevaren verbonden aan de blootstelling aan ioniserende straling, en houdende intrekking van de Richtlijnen 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom en 2003/122/Euratom - Publicatieblad van de Europese Unie Nr. L 13 van 17/01/2014
- [3] UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods - Model Regulations, Revision 18, July 2013 (ST/SG/AC.10/1/Rev.18) – UN
- [4] Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material – 2012 Edition – Specific Safety Requirements No SSR-6 – IAEA

TRANSPORTATION OF RADIOACTIVE MATERIALS FOR ELECTRABEL'S NUCLEAR GENERATION SITES

Pierre Valenduc¹, Marliese Verbruggen², Thomas Ost³

With many thanks to Kurt Boerjan en Leopold Kolodziej⁴

¹Electrabel Corporate Nuclear Safety Department (GDF SUEZ) HQ,
34 Boulevard Simon Bolivar, B-1000 Brussels, Belgium

² Electrabel (GDF SUEZ) Doel NPP, Health Physics Department,
Radiation Protection, Haven 1800, B-9130 Doel, Belgium

³ Electrabel (GDF SUEZ) Tihange NPP, Health Physics Department,
Security & Radiation Protection, Quai de l'Industrie 1, B-4500 Tihange,
Belgium

⁴ TRANSNUBEL – Transport organizers on the NPP sites of Doel and
Tihange respectively

Abstract

Transporting radioactive material is vital for many activities in industrialised countries. For example, a lot of medical applications (e.g. diagnostics, sterilisation, therapeutic treatments), research (e.g. dating, tracing), agronomy (e.g. sterilisation, slowing down germination), and industry (e.g. fuel cycle, including electronuclear generation of electricity, industrial radiography, manufacture and use of measuring gauges) require radioactive material to be transported, either where it is to be used but also once it has been processed or utilised.

Over time but particularly in recent years, transportation of radioactive material has become an issue of increasing interest as well as of concern for the public and, as such, for those involved in transporting it and further for those responsible for regulating its carriage. Protecting the population, workers and the environment against ionizing radiation is fundamental. By law¹, regardless of the level of radioactivity of a transport, the exposure level to radiation of an individual at 2 m away a vehicle and for a period of one hour may not exceed 0.1 mSv.

¹ Royal Decree of July 20, 2001 on the general regulations for the protection of the population, workers and the environment against the danger of ionising radiation (RGPRI-ARBIS), Chapter VII, Art. 57, § II.

Transporting radioactive material is also vital for Electrabel's nuclear activities. Each year, almost 300 transports of radioactive material arrive at, leave from or are performed on Electrabel's nuclear generation sites, these last ones being subject to special conditions². Transportation of radioactive material is considered a quality-controlled activity and a critical process within the Electrabel Nuclear Safety management system (Chapter 17 of the Final Safety Analysis Report).

Monitoring transportation of radioactive material is one of the legal missions of the Health Physics department.

To ensure that monitoring is performed effectively and reliably, Electrabel has put in place a structure within which the roles and the responsibilities of all parties involved in the transportation of radioactive material are clearly defined and described.

This has raised the quality and the efficiency of the activity, even though there is still room for improvement, not least because regulations are constantly changing and becoming more and more stringent.

Transportation of radioactive material

The European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR)³ splits packages of hazardous materials into different classes or categories depending on the primary risk the materials pose.

There are nine⁴ classes of dangerous goods: radioactive material falls into Class 7.

The number of transports of hazardous material across all classes is increasing worldwide since many raw-materials processing industries depend directly upon them. Radioactive material is no exception.

In Europe, over 2.5 million packages of radioactive material are transported each year.

² This type of transportation requires some authorisation delivered by the authority. There are three main types of authorisation: a general authorisation applies for frequent and long-term transportation. A particular authorisation applies for the same type of transportation as the general one unless it is limited to a period of months. A special authorisation applies for transportation of nuclear material, radioactive waste and radioactive material with a level of radioactivity above a certain threshold.

³ ADR (1957), revised every two years since 2001 (mainly Annexes A and B), the most recent version being applicable from January 1, 2013; the ADR has been transposed into national regulations (or legislation) by its signatory countries.

⁴ Including three sub-classes within class four (flammable substances), two sub-classes within class five (oxidising substances) and two sub-classes within class six (toxic and infectious substances).

Due to its strategic geographical position⁵, most of these transports pass through Belgium.

Transportation of radioactive material within and for Electrabel

Approximately 400,000 packages (about 40,000 transports) of radioactive material are transported via Belgium each year. Almost 300 (fewer than 1%) of these transports are for Electrabel's nuclear generation activities, either to or from its sites, or on the sites themselves: all of these require authorisation from the authority (see footnote 1)⁶:

The following types of transports are considered:

- nuclear fuel elements: fresh or spent fuel elements and, exceptionally, defective fuel elements being sent outside the site(s) for examination;
- contaminated or activated material, components and equipment belonging to Electrabel or to third parties;
- sealed radioactive sources;
- conditioned or non-conditioned radioactive waste.

Internal (ECNSD⁷, EBL CIM⁸) and external (FANC) audits have shown that transportation of radioactive material was generally satisfactory. This means that the activity is well performed since almost 40 years and without significant incident. There was however room for improvement.

The FANC also instructed Electrabel to take over the role of consignor within the meaning of the ADR for all consignments (i.e. leaving one of its nuclear generation sites⁹).

⁵ Belgium is essentially a transit country.

⁶ There exist also many transportation of radioactive material on the Electrabel's nuclear generation sites but for which no specific authorization is required as they are performed on a private property, by own staff specifically trained and using the latter's own equipment.

⁷ ECNSD: Electrabel Corporate Nuclear Safety Department.

⁸ CIM: Continuous Improvement Management, formerly PPM: Process Performance Management.

⁹ Letter from FANC to Electrabel, dated May 5, 2010: "Consignor within the meaning of the ADR". On regular occasions, a transport of radioactive material leaves the Doel or Tihange sites when the owner or user is no longer present. In such cases, the FANC states that the owner should be considered as the 'packager' and Electrabel as the 'consignor'.

Risks associated with transportation

Two main types of risks exist in facilities where radioactive or nuclear material is used: risks relating to safety¹⁰ and risks relating to security¹¹.

The first category includes the following:

- Irradiation: exposure of workers and the general population to ionizing radiation
- Contamination: transfer of radioactive material which may expose people to radiation
- Criticality: risk of triggering an uncontrolled nuclear fission chain reaction
- Chemicals: some radioactive material may also be corrosive (e.g. UF₆) or may show various types of chemical hazards.

Risks relating to security are those associated with theft, sabotage, unlawful possession of radioactive or nuclear material or attacks upon, for malicious purposes.

The safe transportation of radioactive material is based on a multi-barrier approach which is structured around three key elements as shown on Figure 1.

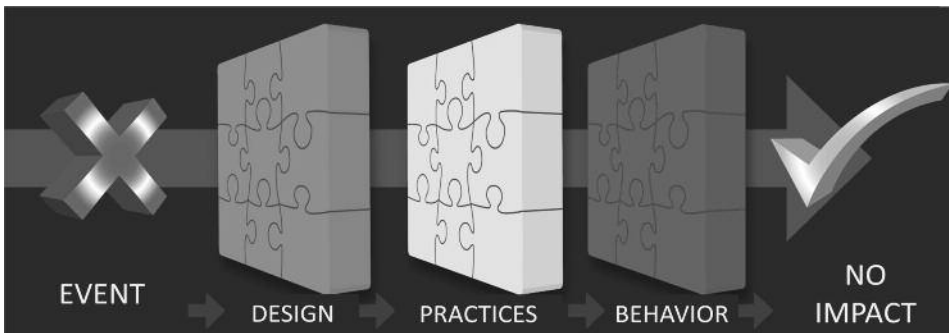


Figure 1 – the Defence in Depth principle

¹⁰ Nuclear safety includes all the technical and organisational measures required to protect the public, workers and the environment against the hazards of ionizing radiation, and in so doing to prevent incidents and accidents or at least to limit the consequences of such incidents/accidents if, despite best efforts, they do occur.

¹¹ Nuclear security includes all the technical and organisational measures required to prevent and detect theft, acts of sabotage, access by unauthorised persons, unlawful possession of nuclear material and any deliberate malicious acts. Such acts may pertain to radioactive material itself, its associated infrastructure, its transportation or sensitive information concerning it.

In the case of transportation, these elements are derived as follow:

- Design = technical ‘performance’ of the package itself (containment of contents and protective shielding) and the correct use thereof;
- Practices = reliability of transportation: quality and maintenance of packages and transportation material;
- Behavior = organisation, training and qualification of people, detection, prevention and management of events (incidents and accidents).

Regulations in Belgium

Transportation of radioactive material in Belgium is governed by the Royal Decree of July 20, 2001 on the general regulations for the protection of the population, workers and the environment against the danger of ionizing radiation (RGPRI-ARBIS).

ADR is also included in national regulation through many legal documents. Monitoring transportation of radioactive material is, at federal level, one of the tasks of Belgium’s Federal Agency for Nuclear Control (AFCN/FANC) (see Chapter VII – Articles 56 to 60) and, at company level, of the Health Physics department (see Chapter III General Protection – Section II – Article 23.1 Health Physics, specifically paragraphs 8 and 9): “[...]”

Article 23, Paragraph 8: examination and preliminary approval of transportation of radioactive or fissile material within or outside of the facility, where said plans have not already been approved by the Health Physics department;

Article 23, Paragraph 9: supervision of the packaging, loading and unloading of radioactive or fissile material within the facility. Therefore, the Health Physics department shall verify that the regulations in force have been observed, including those pertaining to transportation.

[...]”

Setup of a robust procedure for transportation of radioactive material for and within Electrabel

As result of internal and external audits, it has been shown that there is room for improvement:

- the responsibilities of the various parties involved were not always clearly defined or precise enough. The parties themselves were not always

familiar with them.

- the required skills were well present but were not held by all staff, and in some cases the individuals with the required competencies were not always those directly involved in transportation activities or members of Electrabel staff.
- operational procedures needed to be improved to take account of changes in regulations; special attention was also to be focussed on compliance with said procedures by all parties involved.

Radioactive material must be transported in accordance with a stringent framework and only for a specific purpose. A range of conditions must be fulfilled among which it must comply with regulatory requirements.

Based on this and to ensure that transports with a special attention for consignments of radioactive material are managed correctly, Electrabel wrote a policy note detailing the overall organisational and operational structure required to ensure a robust system.

This policy note has been implemented on nuclear generation sites through operational procedures according to their local specificities.

The process is structured as follow:

- The Requestor must be a member of the Electrabel's staff
- The Organiser is responsible for all administrative aspects for the management of the transportation of radioactive material.
- The Health Physics department must evaluate and approve transportation of radioactive material and must perform independent monitoring.
- The ADR7 Advisor is not directly involved in the process but, by virtue of his/her statutory role, monitors all transportation to ensure that the human and material resources are adequate and are utilised correctly. S/he is also responsible for checking that identified ways of improvements are well taken into account.

Each role is described in detail, and sets out the tasks, responsibilities and required qualification and training and so forth.

These various aspects are illustrated in Figure 2.

The policy includes some hold points: check, control, validation, approval, etc.

These are represented by the “stop” symbol.

To check that the required elements are well present, correct and comply with the relevant regulations, the transportation request must be submitted

to the Organiser at least seven days prior to the planned date of transportation. In situations where a request is not submitted within this timeframe, the decision has to be commonly taken and justified by the Requestor's line manager, the Organiser and the Health Physics.

All steps of the process are mapped out in the form of a sequential and chronological diagram.

A risk analysis is performed for each step to pinpoint potential deviations from the ideal transportation scenario and possible solutions are set out along with details of the parties involved.

In addition, transportation of radioactive material is organised jointly by Electrabel and Transnubel, a well-known and Electrabel's historic carrier and also service and expertise provider.

The roles of Organiser at the Doel and Tihange sites are performed by ADR7 Advisors employed by Transnubel but under the supervision of Electrabel's ADR7 Advisors.

A Transnubel administrative officer deals with administrative tasks and mandatory reporting to the FANC. A Transnubel expertise team provides support or advice or conducts special studies in the case of non-standard transportation scenario.

The process is reviewed annually, based on a set of key performance indicators (KPI) including, for example, the number of contamination incidents recorded, the number of deviations recorded (e.g. incorrect or missing labelling), the number of times the fast-track procedure has been activated and so forth. The policy note is reviewed periodically to integrate lessons learned and new applicable standards and regulations.

This more robust policy came into force on Electrabel's nuclear generation sites on January 1, 2012. Most of the year was spent adapting operational procedures on the sites, creating the tools required to manage consignments (requests, checklists, forms, etc.) and training, educating and qualifying people.

In 2013, the policy note was adapted based on feedback and new applicable regulations.

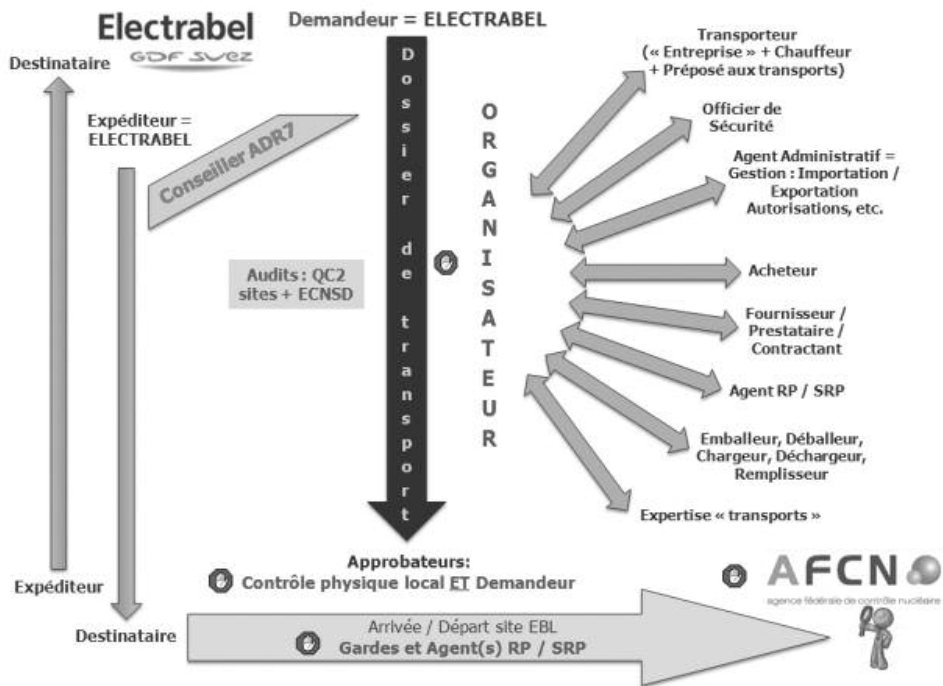


Figure 2 – Simplified diagram outlining the procedure to be followed for Transportation of radioactive material by road

Transportation of radioactive material at Electrabel: some figures

The tables below summarise all the transports of radioactive material performed during 2012 and the first ten months of 2013 and for which the procedure applies.

	2012		Up to October 31, 2013	
	Doel	Tihange	Doel	Tihange
Dispatched:				
Abroad	36	35	16	30
Within Belgium	51	49	36	47
Received:				
From abroad	37	35	16	35
From within Belgium	27	38	17	37
Transportation on sites requiring authorisation	4	14	5	11
Total number of transports	155	171	90	160
Number of reported deviations	5	2	11	6
Used UN numbers at Electrabel (see ADR 2013, Table 2.2.7.2.1.1 pp 224 – 225 - Assignment of UN numbers for the transportation of Class 7 products)	2908, 2910, 2911, 2912, 2913, 2915, 2919, 3321, 3324, 3327		2908, 2910, 2913, 2915, 2916, 2919, 3321, 3324, 3327, 3331, 3332	

The table below details the number of individuals trained on the respective sites for specific key roles.

Role	Doel NPP	Tihange NPP
Organiser	1 ext. TRANSNUBEL	1 ext. TRANSNUBEL
Requester	55	28
EBL ADR7 Adviser	1 Health Physics Department, Radiation Protection (RP) Section	1 Health Physics Department, Security and Radiation Protection (SRP) Section
(S)RP Officer	52 EBL + 43 external	22 EBL + 57 external
Health Physics Department	13	11

As also agreed¹², some people will be trained and qualified by 2014 to control the stowage of transports.

Focus on radiological aspects

Radiation protection is defined as all rules, procedures and prevention and monitoring measures designed to prevent or reduce the harmful effects of ionizing radiation directly or indirectly on individuals, including in the event of environmental damage.

Protecting workers and the general public against radiation is an ongoing focus in the context of transportation of radioactive material.

Regulations stipulate that any exposure, however low-level, must be both justified and kept as low as possible.

Article 1.7.2. of the ADR states: “The carriage of radioactive material shall be subject to a radiation protection programme which shall consist of systematic arrangements aimed at providing adequate consideration of radiation protection measures”.

Where carriage by road is concerned, the level of radiation on the surface of the vehicle must not exceed 2 mSv/h as shown in Figure 3 below.



Figure 3 – Maximum dose rate permitted on the surface / in contact of the vehicle

¹² Convention: “Avis officiel” of February 11, 2009 (chapter 7.5.7.) makes reference to the European Best Practice Guidelines on Cargo Securing for Road Transport (May 17, 2006). Securing packages in the loading area is the responsibility of the loader/consignor, while securing them on the transportation vehicle is the responsibility of the driver.

In addition, the dose rate must be lower than 0.1 mSv/h at a distance of 2 m away from the vehicle.

According to the Belgian regulations, the exposure limit for individuals exposed to radiation at work (category A) is 20 mSv over a period of 12 consecutive months. At Electrabel, this limit has been lowered to 10 mSv. Workers must be given appropriate training in radiation protection, including the measures they should take to limit both their own exposure in the workplace and that of others who may be affected by their actions. Training is one of the pillars of the radiological protection programme, which aims to define and document the monitoring framework to be applied by all parties involved in transporting radioactive material so as to observe the underlying principles of radiation protection.

The nature and scale of the measures to be taken under the programme must be proportional to the level of and likelihood of exposure to radiation and be kept as low as reasonably achievable (ALARA principle).

Electrabel currently has not accounting method to separate doses taken during transportation activities from some other activities : all employees remain below annual and statutory limits and also under internal dose constraints.

People exposed to the highest levels of radiation in connection with transportation of radioactive material are those involved in cleaning and decontamination where these are required, i.e. the packagers and the (S)RP officers carrying out radiological measurements (characterization and control).

Drivers are also exposed to radiation: regulations state that the dose rate in cabs must not exceed 20 μ Sv/h. This is achieved by optimising loading plans and/or by implementing shielding around packages or between cabs and trailers.

For information, the annual limit for drivers within TRANSNUBEL (which is one of the company's KPI¹³) is set at 1 mSv/year per driver. The overall dose to which drivers are exposed remains well below this limit.

This is however not the case for all types of transportation of radioactive material: drivers for the transportation of sealed sources or medical material are well above these limits.

¹³ Key Performance Indicator.

The main difficulties

Besides the information required for the transportation of radioactive materials like the name of the consignor, the consignee and the carrier, one of the most essential are radiological data, i.e. dose rate and contamination. These data allow choosing the appropriate packaging to be used and the associated protection measures to be taken. In addition, it helps filling the required information on the transport document and the CMR document¹⁴, and to ascertain the UN number, transport index (TI) and so forth.

Metrologists know that measurement is fundamentally difficult. There are many possible and potential sources of error and uncertainty depending upon which technique is used, how it is used (operator, environmental conditions, measurement duration, accessibility of measurement points) and so forth.

Equally, obtaining a full measurement which is as precise as it can possibly be will entail a (very) high level of exposure for the operators involved which cannot always be justified given the ALARA principle.

However, some data must be available as a bare minimum¹⁵.

Conclusions

Transportation of radioactive material is a quality-controlled activity and poses major safety challenges.

The frequently erroneous perception that consignments of radioactive material are being transported freely in the public domain means that it is essential for all players involved to adopt a professional and rigorous approach.

However, special attention should be taken to ensure that the rules drawn up remain manageable on the field: the “as low as reasonably achievable” principle must remain at the forefront of all considerations.

Thanks to an evolving management procedure for carriage of radioactive material, this activity was significantly improved at Electrabel, but the

¹⁴ Convention on the Contract for the International Carriage of Goods by Road (CMR Convention), signed on May 19, 1956 in Geneva, Ordinance of December 23, 1958, Official Journal of December 26, 1958.

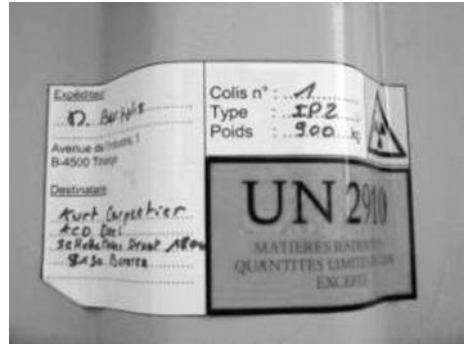
¹⁵ Maximum non-fixed contamination level of 4 Bq/cm² in β/γ and 0.4 Bq/cm² in α , Maximum dose rate level at contact of 2 mSv/h, Maximum dose rate level at a distance of 2 m of 0.1 mSv/h and Maximum dose rate level in cab of 0.02 mSv/h.

continuous improvement principle will drive us to further get this process even better.

Some pictures



Placard as required by the ADR



Label: UN number, consignor and recipient, type of packaging (in this case, IP2 type)



Measuring the dose rate



TN17T at Tihange: UN 2919 = special arrangement, packaging empty



Securing packages in the loading area (stowage)

Acknowledgements

The author would like to thank all those who contributed to putting together this document as well as all those who work on a daily basis to ensure that incidents do not arise.

Main regulations and legislation cited

- [1] Convention on the Contract for the International Carriage of Goods by Road (CMR Convention), signed on May 19, 1956 in Geneva, Ordinance of December 23, 1958, Official Journal of December 26, 1958
- [2] European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR) (1957) revised every two years since 2001 (mainly Annexes A and B), the most recent version being applicable from January 1, 2013
- [3] Law of April 15, 1994 on protection of the population and of the environment against the dangers posed by ionising radiation and concerning the Belgian Federal Agency for Nuclear Control.
- [4] Royal Decree of July 20, 2001 on the general regulations for the protection of the population, workers and the environment against the danger of ionising radiation (RGPRI-ARBIS)
- [5] Royal Decree of March 17, 2009 amending the Royal Decree of July 5, 2006 on the appointment and vocational qualifications of safety advisers for the transportation of dangerous goods by road, rail or waterway (Chapter 1.8.3. of the ADR)
- [6] Law of March 30, 2011 amending the Law of April 15, 1994 on protection of the population and of the environment against the dangers posed by ionising radiation and concerning the Belgian Federal Agency for Nuclear Control, and amending the Law of December 11, 1998 on classification and security clearances, certificates and advice and its four implementing decrees, namely the Physical Protection Decree (*AR Protection physique*), the Security Areas Decree (*AR Zones de sécurité*), the Security Clearances Decree (*AR Attestations de sécurité*) and the Documentation Decree (*AR Documents*)
- [7] Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material - IAEA SSR-6. - 2012 Edition (replaces the Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material - IAEA TS-R-1, first published in 1996 and revised in 2011)

Email

pierre.valenduc@electrabel.com

LE CONTRÔLE PHYSIQUE ET LA PROTECTION PHYSIQUE DANS UNE SOCIÉTÉ DE TRANSPORT DE MATIÈRES RADIOACTIVES

Henri Libon et Christophe Karasinski
TRANSNUBEL – Zandbergen 1, B-2480 Dessel

Abstract

Si appliquer les règles légales (RGPRI) pour le contrôle physique et (A.R. du 17/10/2011) pour la protection physique peut représenter une activité bien rodée pour un exploitant nucléaire, leurs applications dans le cadre du transport présentent certaines particularités.

1 Le RGPRI et le contrôle physique

L'activité transport de matières radioactives est très diverse, non limitée à un site particulier, couvre une panoplie très large de produits radioactifs (hôpitaux, industrie, cycle du combustible, déchets) et s'opère via tous les modes de transport (voie privée, publique, avion, train, bateau).

De ce fait le contrôle physique de l'activité transport doit s'intégrer dans une organisation particulière qui ne se limite pas au transport physique de la matière mais au suivi d'opérations en amont et en aval de celui-ci. Dans ce cadre particulier l'article 23.1 du RGPRI pourrait se décliner comme suit:

- dispose-t-on du personnel formé pour les opérations de chargement, déchargement et de transport à exécuter ?
- le matériel roulant est-il en ordre de marche et adapté aux circonstances ?
- des procédures particulières sont-elles à rédiger ?
- des études spécifiques doivent-elles être au préalable entreprises pour garantir la sécurité en zone contrôlée et sur la voie publique (système de chargement, mesure d'étanchéité, ...) ?

En ce qui concerne l'article 23.2 et les enregistrements à consigner par le contrôle physique, ceux-ci sont principalement constitués:

- de livre de transport;
- des contrôles sur place;
- des déviations;
- des mesures d'assurance qualité;
- du retour d'expérience;
- des autorisations de transport et des agréments des emballages.

Développer la culture de sûreté et garantir sa pérennité au sein de l'entreprise constitue certainement une des tâches du contrôle physique.

Une des particularités du transport de matières radioactives vient du fait que la sûreté intrinsèque du transport est d'abord couverte par un système de règles internationales liées à l'emballage et à son niveau de résistance (en routine, conditions normales ou accidentelles, cfr. tableau ci-dessous) en fonction du contenu transporté.

	Un-packaged	Excepted Package	IP-1	IP-2	IP-3	Type A Package	Type B(U) Type B(M) Packages	Type C Package
Routine (incident free)	X	X	X	X	X	X	X	X
Normal (minor mishaps)				X	X	X	X	X
Accident (severe accidents)							X	X

Comprendre et faire comprendre le pourquoi de ces règles repose également sur un système qualité, qualité de l'organisation, de la formation, des procédures, des véhicules, et constitue les armes de sûreté actives à utiliser par le contrôle physique.

C'est pourquoi au sein de la société TRANSNUBEL les activités de contrôle physique, assurance de la qualité, sécurité classique et protection physique ont été regroupées et directement rattachées à la direction générale.

2 La protection physique

Au contraire du contrôle physique, la protection physique des matières nucléaires ne concerne pas la protection de la population ou des travailleurs du nucléaire mais a trait aux moyens mis en œuvre pour protéger les matières d'actes de malveillance.

Dans un contexte de pacification nucléaire entre les états mais de montée en puissance du terrorisme et de ses moyens, la sécurité nucléaire a pris une nouvelle dimension avec la sortie en Belgique, le 17 octobre 2011, de 4 arrêtés royaux, basés sur les recommandations IAEA sur la protection physique des matières nucléaires et des installations nucléaires (INFRIC/225/Revision 5), Nuclear Security Series No. 13.

Ces arrêtés royaux sont applicables aux transports et installations dès que les quantités de matière impliquent leur catégorisation selon le tableau ci-dessous.

Matière		Catégorie		
		I	II	III ^{d/}
1. Plutonium ^{d/}	Non irradié ^{b/}	2 kg ou plus	Moins de 2 kg mais plus de 500 g	500 g ou moins mais plus de 15 g
2. Uranium 235	Non irradié ^{b/}			
	- uranium enrichi à 20 % ou plus en ²³⁵ U	5 kg ou plus	Moins de 5 kg mais plus de 1 kg	1 kg ou moins mais plus de 15 g
	- uranium enrichi à 10 % ou plus, mais à moins de 20 %, en ²³⁵ U	-	10 kg ou plus	Moins de 10 kg mais plus de 1 kg
	- uranium enrichi à moins de 10 % en ²³⁵ U	-	-	10 kg ou plus
3. Uranium 233	Non irradié ^{b/}	2 kg ou plus	Moins de 2 kg mais plus de 500 g	500 g ou moins mais plus de 15 g
4. Combustible irradié			Uranium appauvri ou naturel, thorium ou combustible faiblement enrichi (moins de 10 % de teneur en matières fissiles) ^{d/, e/}	

Dès lors qu'une matière à transporter répond à un des critères de ce tableau, la matière est considérée comme matière « Nucléaire » et est dite « catégorisée ».

En fonction de la catégorie dans laquelle se retrouve le contenu à transporter, le transport appartiendra à un des deux groupes définis par les arrêtés royaux. Les transports de matière des catégories 1 et 2 non irradiée composent le groupe A. Les transports des matières de catégories 2 irradiée et 3 composent le groupe B.

Pour chacun de ces deux groupes, des mesures ont été définies. Il s'agit d'une part d'arrangements formalisés entre l'expéditeur, le transporteur et le destinataire apportant la preuve de la continuité de la protection de la matière durant l'entièreté du processus de transport. Les personnes impliquées dans le transport, aussi bien du point de vue de l'organisation que des aspects opérationnels doivent disposer d'habilitations de sécurité de niveau correspondant au groupe de transport. D'autre part, des moyens anti-intrusions doivent être mis en place sur les véhicules de transport, et la position du véhicule doit pouvoir être suivie du poste de contrôle de l'entreprise autorisée. Enfin, certains transports requièrent une escorte policière.

Un autre aspect abordé dans les arrêtés royaux du 11 octobre 2011 concerne la circulation de l'information. En effet, le meilleur moyen de protéger un transport est de le garder secret. Pour ce faire, chaque information sensible doit être gérée avec la plus grande prudence et le partage des informations doit répondre à des règles strictes. C'est ainsi que des documents ayant trait aux transports peuvent être catégorisés à des niveaux allant de « DIFFUSION RESTREINTE-NUC » à « TRES SECRET-NUC ». Chaque niveau de catégorisation dépend du groupe de transport et de la nature des informations contenues dans le document. Pour chaque niveau, les transmissions ne peuvent se faire que vers des personnes habilitées et ayant besoin de connaître l'information pour l'exécution de leur tâche. Le moyen de communication dépend également du niveau de document.

La manière dont sont gérés tous ces éléments est décrite dans des procédures et instructions de travail spécifiques aux transports de matière nucléaire. L'ensemble de ces documents est appelé « Système générique

de protection physique » et doit être approuvé par l'Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire.

Pour s'assurer de l'implication de l'ensemble des membres du personnel impacté par ces transports, des séances d'information, des toolbox meetings et des vérifications de l'application des procédures sont organisés de manière régulière chez Transnubel.

En effet, si certains évènements récents ont rappelé à chacun l'importance des règles de sûreté pour éviter tout accident, la conscientisation à la menace terroriste n'est pas aussi directe.

