

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. 40, N° 4, 2015

1^e trim. 2016



Avis du Conseil Supérieur de la Santé n° 9235- Extraits
Advies van de Hoge gezondheidsraad nr. 9235- Fragmenten

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.

Annales de l'Association belge de Radioprotection (BVSABR) Annalen van de Belgische Vereniging voor Stralingsbescherming (BVSABR)

Vol. 40/4/2015

**Advies van de Hoge Gezondheidsraad nr. 9235 - fragmenten
Avis du Conseil Supérieur de la Santé n° 9235 - extraits**

SOMMAIRE

INHOUD

| | |
|---|-------|
| Nuclear accidents, environment and health in the post-Fukushima era: emergency response Belgian Superior Health Council G. EGGERMONT, P. SMEESTERS, J-P. SAMAIN, H. VANMARCKE, F. JAMAR, V. DE GUCHT, W. PASSCHIER | p.121 |
| Titels - Titres | p.122 |
| Samenvatting | p.123 |
| Résumé | p.127 |
| Abstract | p.131 |
| Zusammenfassung | p.135 |
| Inhoudstafel | p.139 |
| Table des matières | p.141 |
| Conclusies | p.143 |
| Conclusions (en français) | p.159 |
| Conclusions (in english) | p.177 |
| References | p.195 |

**NUCLEAR ACCIDENTS, ENVIRONMENT AND
HEALTH IN THE POST-FUKUSHIMA ERA:
EMERGENCY RESPONSE
BELGIAN SUPERIOR HEALTH COUNCIL
POSITION PAPER 9235**

**Gilbert Eggermont, Patrick Smeesters,
Jean-Paul Samain, Hans Vanmarcke, François Jamar,
Véronique De Gucht and Wim Passchier***
Working Group Fukushima**, Section Ionising Radiation, SHC,
Brussels, Belgium

This position paper 9235, of 120p (advies, rapport) was validated by the Council of the Belgian Superior Health Council on February 3, 2016 and communicated to the Minister of Health, the Minister of Home Affairs and the FANC. It was presented as introduction to the Scientific Seminar of BVS-ABR on *Public Communication on Nuclear Emergencies* on March 4, 2016 in the Palace of the Royal Academies in Brussels by Gilbert Eggermont, chairman of the SHC Working Group Fukushima.

*rapporteur

**with collaboration of Michel Sonck and Louis Van Bladel (FANC), Benoît Ramacker (IBZ) and the experts: Ben Ale, Karina De Beule, Jean-Luc Godet, Frank Hardeman, Marc Molitor, Michael Petitfrère, Catrinel Turcanu and Pierre Kockerols.

Het volledige advies (nr 9235) bevindt zich op de website van de Hoge Gezondheidsraad: <http://tinyurl.com/CSS-9235-fukushima>. (FR)<http://tinyurl.com/HGR-9235-Fukushima> (NL)

Het vorige advies (nr 9275) over jodium profylaxis: <http://tinyurl.com/CSS-9275-Fukushima>

Email

gilbert.eggermont@telenet.be, patricksmesters@hotmail.be,
Scientific Secretary: eric.jadoul@health.fgov.be

ADVIES VAN DE HOGE GEZONDHEIDSRAAD nr. 9235
Nucleaire ongevallen, leefmilieu en gezondheid in het
post-Fukushimatijdperk
Rampenplanning
Versie gevalideerd op het College van 03 februari 2016
FRAGMENTEN

AVIS DU CONSEIL SUPERIEUR DE LA SANTE N° 9235
Accidents nucléaires, environnement et santé après Fukushima.
Planification d'urgence
Version validée par le Conseil supérieur de la Santé, le 03 février 2016
EXTRAITS

ADVISORY REPORT OF THE SUPERIOR
HEALTH COUNCIL no. 9235
Nuclear accidents, environment and health in the post-Fukushima era
Emergency response
This version was validated by the Board on 03 February 2016
EXTRACTS

STELLUNGNAHME DES HOHEN GESUNDHEITSRATES Nr. 9235
Nuklearfälle, Umwelt und Gesundheit in der Ära nach Fukushima
Katastrophenplanung
Diese Fassung würde vom Gremium validiert am 3. Februar 2016

ADVIES VAN DE HOGE GEZONDHEIDSRAAD NR. 9235

SAMENVATTING

Op 11 maart 2011 trof een aardbeving gevolgd door een tsunami Japan en leidde daar tot een humanitaire ramp. In het kielzog van het natuurgeweld raakte de kernenergiecentrale Fukushima-Dai-ichi zwaar beschadigd. Daarbij kwamen grote hoeveelheden radioactieve stoffen vrij met als gevolg de evacuatie van bijna 200.000 mensen uit de omgeving van de centrale. De nucleaire ramp plaatste de discussie over de veiligheid van kernenergie weer hoog op de agenda, zowel in Japan als elders in de wereld. In Japan werden alle kernenergiecentrales buiten bedrijf gesteld, wat tot op heden, op een uitzondering na, nog steeds het geval is. De Europese Unie liet de centrales in de EU aan een zogeheten stress-test onderwerpen. De uitkomsten daarvan leidden, ook in België, tot een programma om de veiligheid van de centrales te verbeteren. Maar de externe noodplannen om de gevolgen van een nucleair ongeval voor mens en milieu zoveel mogelijk te beperken zijn nog steeds niet kritisch onder de loep genomen, evenmin als de kwaliteit en onafhankelijkheid van het veiligheidstoezicht. Wel heeft de EU nieuwe regels ter zake uitgevaardigd, die evenwel pas over enkele jaren door de EU-lidstaten dienen ingevoerd.

In de aanloop naar de vierde en de vijfde “verjaardag” van de Japanse kernramp heeft de Hoge Gezondheidsraad (HGR) het Belgische nucleaire noodplan onder de loep genomen. Dat leidde in maart 2015 tot een eerste advies over de bescherming van de schildklier bij een nucleair ongeval. In het voorliggende afsluitende advies gaat de Raad een stap verder en doet hij aanbevelingen voor de noodzakelijke acties bij een nucleair ongeval, zowel op de korte als de lange termijn. Daarbij trekt de Raad niet alleen lessen uit ongevallen met kernenergiecentrales, maar evenzeer uit enkele andere grootschalige ongevallen. Ook al ligt de nadruk op noodplanningsprocessen, de Raad ontkomt er niet aan zijn aanbevelingen in het bredere kader van het nucleaire veiligheidsbeleid te plaatsen.

De Raad trekt ook conclusies op grond van gepubliceerde analyses van oorzaken en gevolgen van die ongevallen en neemt de innovatieve benadering over, ontwikkeld in Frankrijk, voor ongevalsbeheer op lange termijn. In het slothoofdstuk zijn de conclusies gerangschikt langs de lijnen van “bewustwording”, “paraatheid”, ”volledigheid”. Extra aandacht krijgt ook het grensoverschrijdend karakter van ernstige kernongevallen in België of de nabije omgeving van ons land. Elke conclusie kent een aanbeveling voor de noodzakelijke herziening van het Belgische nucleair en radiologisch noodplan en waarmee het nucleaire veiligheidsbeleid rekening moeten houden in zijn concept en ontwikkeling. Hier vat de Raad zijn voornaamste bevindingen kort samen.

Kwetsbaarheid: De Raad bepleit een herijking van het nucleaire veiligheidsbeleid o.m. op basis van een zogeheten kwetsbaarheidsanalyse. Zo'n kwetsbaarheidsanalyse start op lokaal niveau maar moet een gevolg krijgen in analyses met een regionale, nationale en internationale reikwijdte. De kwetsbaarheidsanalyse, die de klassieke risicoanalyse van een kerninstallatie vervolledigt, omvat alle elementen die bij een ongeval een rol kunnen spelen, bijvoorbeeld de aanwezigheid van andere industriële activiteiten, de energievoorziening, de verkeersinfrastructuur, de impact op kwetsbare bevolkingsgroepen, etc. Het bestuderen van ongevalsscenario's met een heel kleine kans van optreden maar met verstrekkende gevolgen moet hierbij de nodige aandacht krijgen.

Reikwijdte: De gedachte dat de gevolgen van een ernstig ongeval dank zij de veiligheidsvoorzieningen van kerncentrales slechts tot de onmiddellijke nabijheid van een kerncentrale beperkt zullen blijven, is door de praktijk gelogenstraft. Ook bij kerncentrales van westerse makelij kan een ernstig ongeval consequenties hebben voor mens en milieu tot op grote afstanden van de ongevalsinstallatie. Voor ongevallen met kernenergiecentrales in België of nabij de Belgische grenzen betekent dat al snel een miljoen mensen kunnen worden getroffen en grote gebieden met een belangrijke economische betekenis onleefbaar kunnen worden. Allereerst moet deze constatering leiden tot aanscherping van het veiligheidsbeleid en betrokken worden bij beslissingen over de veiligheid en inplanting van kernenergiecentrales. Daarnaast betekent dit een herijking van de noodplannen, zoals de Raad ook in zijn advies over bescherming van de schildklier al aangaf.

Herstel: Noodplannen beperken zich tot op heden tot de ongevalsfase, dat wil zeggen de periode waarin de dreiging van verder vrijkomen van radioactieve stoffen uit de ongevalsinstallatie bestaat. De aandacht gaat dan uit naar het voorkomen of in elk geval zoveel mogelijk beperken van de blootstelling van mensen aan straling. Maar als de installatie weer onder controle is, begint een langdurige periode van zo goed mogelijk herstel. Die periode duurt bij ernstige ongevallen vele tientallen jaren. Weliswaar is het niet mogelijk om in detail het herstel als onderdeel van het noodplanningsproces voor te bereiden, maar de Raad beveelt aan om wel een strategie daarvoor te ontwikkelen. Zo'n strategie moet inspelen op vragen als onder welke voorwaarden kunnen mensen weer werken en wonen in met radioactieve stoffen besmette gebieden, wat kan mensen die niet meer kunnen terugkeren worden geboden, wat te doen met het radioactieve afval van ontsmettingsoperaties, etc. ?

Internationale samenwerking: Ernstige ongevallen met kernenergiecentrales in of rondom België blijven niet beperkt tot het land waar de centrale zich bevindt. Internationale samenwerking is dus geboden. Dat geldt zowel voor de ongevalsfase, bijvoorbeeld bij evacuatie van bevolkingsgroepen, als in de fase van herstel. De Raad constateert dat de noodplannen aan weerszijden van de grens nog onvoldoende op elkaar zijn afgestemd, terwijl over wederzijdse hulpverlening maar beperkte afspraken zijn gemaakt. In deze lacune dient spoedig te worden voorzien. Daarbij breekt de Raad ook een lans voor coördinatie op Europees niveau. Nucleair veiligheidstoezicht heeft immers een Europese dimensie en daarom zou het nationale toezicht op Europees niveau moet worden aangevuld. Ander aandachtspunt bij Europese coördinatie zijn voorzieningen voor de werkers in de herstelfase; die werkers hebben veelal geen scholing en ervaring met werk in met radioactieve stoffen besmette gebieden en installaties.

Communicatie en participatie: Beslissingen over de veiligheid van nucleaire installaties worden genomen in kringen van nucleaire experts en beleidsmakers. Publieke informatie daarover heeft nog vaak een eenzijdig karakter. Hoewel er een kentering valt te bespeuren, meent de Raad dat er nog veel te winnen valt bij een transparant communicatieproces over nucleaire veiligheidskwesties en over noodplanningsprocessen. Daarbij

dienen alle relevante partijen te worden betrokken, waaronder de bevolking in de gebieden rond de kerninstallaties. Zo'n participatieve benadering van nucleaire veiligheidskwesties verbetert de kwetsbaarheidsanalyses waarvan hiervoor sprake was en brengt de zorgen over nucleaire veiligheid die onder mensen leven aan het licht. Een participatieve benadering vereist wel duidelijkheid over de belangen die actoren hebben bij het beslissingsproces over nucleaire kwesties.

Kwesties over de ontwikkeling van kernenergie, over de veiligheid van kerninstallaties en over de gevolgen van ongevallen zijn complex en met onzekerheid omgeven. Die kwesties raken onvermijdelijk menselijke waarden die in samenleving uiteenlopend worden beoordeeld. De Raad bepleit dan ook een voorzorgbenadering en heeft zijn aanbevelingen in dat perspectief geformuleerd. Zo'n benadering vereist een strategie waarbij ook minder waarschijnlijke ongevalsscenario's onder loep worden genomen en waarbij alle belanghebbenden en de algemene bevolking op een open wijze worden betrokken. Die strategie vereist ook dat nucleaire toezichthouders daadwerkelijk en controleerbaar onafhankelijk zijn van de exploitanten en van de dagelijkse politiek. Met dit doel voor ogen suggereert de Raad dat een Europese Nucleaire Veiligheids Autoriteit zou worden op poten gezet.

AVIS DU CONSEIL SUPERIEUR DE LA SANTE N° 9235

RESUME

Le 11 mars 2011, un tremblement de terre suivi d'un tsunami a touché le Japon et provoqué un désastre humanitaire. Dans le sillage de la violence naturelle la centrale nucléaire de Fukushima-Daiichi a été gravement endommagée. De grandes quantités de substances radioactives ont été rejetées dans l'environnement et pas loin de 200.000 personnes vivant dans les environs de la centrale ont dû être évacuées. La catastrophe nucléaire a replacé la sûreté de l'énergie nucléaire au centre des discussions, aussi bien au Japon qu'ailleurs dans le monde. Au Japon, toutes les centrales nucléaires ont été mises à l'arrêt ; ce qui, à une exception près, est toujours le cas à l'heure actuelle. Sur recommandation de la Commission, toutes les centrales dans l'Union européenne ont été soumises à un examen, dénommé « stress-test ». Les résultats de ceux-ci ont conduit, en Belgique également, à un programme d'amélioration de la sûreté. Cependant, les plans d'urgence externes destinés à limiter autant que possible les conséquences d'un accident nucléaire sur l'homme et l'environnement n'ont pas encore fait l'objet d'un tel examen critique, pas plus que la qualité et l'indépendance du contrôle de sûreté. Certes de nouvelles règles en la matière ont été promulguées au niveau de l'Union européenne mais les Etats-membres disposent encore de plusieurs années pour transposer en droit interne.

En prévision du 5^e « anniversaire » de la catastrophe nucléaire japonaise, le Conseil supérieur de la Santé (CSS) a procédé à un examen du plan d'urgence nucléaire belge. Cet examen a conduit en mars 2015 à un premier avis sur la protection de la thyroïde en cas d'accident nucléaire. Dans le présent avis conclusif, le Conseil va plus loin et émet des recommandations sur les actions nécessaires dans ce cas d'accident nucléaire, aussi bien dans le court que dans le long terme. Ce faisant, le Conseil tire non seulement les leçons des accidents nucléaires mais aussi

de quelques autres accidents à grande échelle. Si l'accent est également mis sur le processus de planification d'urgence en tant que tel, le Conseil ne peut éviter de placer ses recommandations dans le cadre plus large d'une politique de sûreté nucléaire.

Le Conseil a tiré aussi des conclusions sur des publications analysant les causes et conséquences de ces accidents et sur l'approche innovante développées en France sur la gestion du long terme. Dans le chapitre final, les conclusions sont classées selon la progression « prise de conscience », « être préparé (en alerte) », « exhaustivité ». Une attention supplémentaire est accordée au caractère transfrontalier d'un accident nucléaire sévère survenant en Belgique ou à proximité de notre pays. Chaque conclusion est suivie d'une recommandation pour l'indispensable révision du Plan d'urgence nucléaire et radiologique belge et dont la politique de sûreté nucléaire doit tenir compte dans sa conception et son développement. Le Conseil résume ici brièvement ses constatations principales.

Vulnérabilité : Le Conseil plaide pour un réajustement de la politique de sûreté nucléaire en fonction e.a. d'une analyse de la vulnérabilité. Une telle analyse de la vulnérabilité part du niveau local mais doit être poursuivie sur les plans régionaux, nationaux et internationaux. L'analyse de la vulnérabilité, qui complète l'analyse de risques classique d'une installation nucléaire, comprend tous les éléments qui peuvent jouer un rôle au cours d'un accident, par exemple la présence d'autres activités industrielles, les infrastructures de transport, l'impact sur des groupes de population vulnérables, l'approvisionnement énergétique, etc. L'étude des scénarios d'accidents peu probables mais pouvant entraîner des conséquences à longue distance ne doit pas être laissée de côté.

Envergure : L'idée que les conséquences d'un accident sévère seront, grâce aux dispositions de sûreté des centrales nucléaires, limitées aux environs immédiats du site est contredite par l'expérience pratique. Même pour des centrales nucléaires de conception occidentale, un accident sévère peut avoir des conséquences à grande distance de l'installation accidentée. Cela signifie qu'un accident sévère dans une centrale belge ou située à proximité de la frontière toucherait rapidement un million de personnes et que de vastes territoires abritant d'importantes activités économiques

seraient rendus inhabitables. Cette constatation doit conduire, avant tout, à une politique de sûreté et d'implantation des centrales nucléaires plus pointue et être prise en compte dans les décisions relatives à la sûreté des centrales. En outre, cela signifie un réajustement des plans d'urgence comme le Conseil l'a déjà recommandé dans son avis sur la protection de la glande thyroïde.

Remédiation : Les plans d'urgence se limitent jusqu'à présent à la phase de l'accident c'est-à-dire à la période pendant laquelle persiste la menace de la poursuite des émissions de matières radioactives par l'installation accidentée. L'attention se porte donc sur la prévention ou la limitation dans la mesure du possible de l'exposition des personnes aux rayonnements. Mais, si l'installation est de nouveau sous contrôle commence alors une longue période pour une remise en état aussi poussée que possible. Cette période peut durer des dizaines d'années pour un accident sévère. Evidemment il n'est pas possible de décrire la remédiation en détail dans le cadre du plan d'urgence mais le Conseil recommande de développer une stratégie en ce sens. Cette stratégie doit essayer d'apporter une réponse à des questions comme dans quelles conditions les personnes peuvent retourner vivre et travailler dans des territoires qui ont été contaminés par des matières radioactives ou que faire avec les déchets radioactifs produits par les opérations de décontamination, etc. ?

Collaboration internationale : Les conséquences d'un accident sévère dans une centrale belge ou dans une centrale proche de notre territoire ne se limiteront pas au pays dans lequel la centrale accidentée se situe. Une collaboration internationale s'impose donc qui vaut aussi bien pour la phase aiguë de l'accident, par exemple en cas d'évacuation de groupes de la population, que pendant la période de remédiation. Le Conseil constate que les plans d'urgence de part et d'autre de la frontière sont encore insuffisamment coordonnés et que trop peu d'accords existent sur l'assistance mutuelle. Ces lacunes doivent être rapidement comblées. A ce sujet, le Conseil rompt une lance pour une coordination accrue au niveau de l'Union européenne. Puisque la surveillance des installations nucléaires a une dimension européenne, le contrôle national doit être complété au niveau européen. L'objet d'une coordination européenne doit aussi porter sur les dispositions relatives aux travailleurs chargés de la remédiation.

Ce personnel n'a normalement pas la formation, ni l'expérience du travail dans les installations ou territoires contaminés avec des matières radioactives.

Communication et participation : Les décisions en matière de sûreté des installations nucléaires sont prises dans un cercle restreint d'experts nucléaires et de décideurs. L'information du public a encore souvent un caractère unilatéral. Quoique qu'un revirement se dessine, le Conseil estime qu'il y a encore beaucoup à gagner par un processus de communication transparent sur les questions de sûreté nucléaire et sur les processus de planification d'urgence. Tous les acteurs concernés, parmi lesquels les populations habitant dans les territoires autour des installations nucléaires, doivent y participer. Une telle approche participative améliore la qualité des analyses de vulnérabilité, dont il a été question plus tôt, et met en lumière leurs préoccupations en matière de sûreté nucléaire. Une approche participative exige évidemment la clarté sur les intérêts qu'ont les acteurs qui prennent part au processus décisionnel sur les questions nucléaires.

130

Stratégie de précaution : Les questions sur le développement de l'énergie nucléaire, sur la sûreté des installations nucléaires et sur les conséquences d'un accident sont complexes et s'accompagnent d'incertitudes. Ces questions touchent inévitablement à des valeurs humaines qui sont appréciées de façon divergentes dans la société. Le Conseil plaide pour une approche de précaution et a formulé ses recommandations dans cette perspective. Une telle approche exige une stratégie qui suppose que les scénarios d'accidents les moins probables soient examinés et que tous les intéressés et la population en général soient concernés d'une manière ouverte. Cette stratégie exige aussi que les organes chargés de la surveillance soient, de façon réelle et contrôlable, indépendants des exploitants et des gestionnaires politiques. Dans ce but, le Conseil suggère qu'une Autorité de sûreté européenne soit mise sur pied au sein de l'Union européenne.

ADVISORY REPORT OF THE SUPERIOR HEALTH COUNCIL no.9235

SUMMARY

On March 11 2011, Japan was hit by an earthquake that was followed by a tsunami, resulting in a humanitarian crisis. In the wake of this natural disaster, the Fukushima-Daiichi nuclear power plant was seriously damaged. Large quantities of radioactive substances were released into the environment and almost 200,000 people living in the vicinity of the plant had to be evacuated. As a result of these events, in Japan and around the world the safety of nuclear energy became a hot topic. In Japan itself, all nuclear power stations were shut down, and with one exception this is still the case. Furthermore, all nuclear power stations in the European Union were the European Commission to undergo “stress tests”. The findings of these tests, including in Belgium, led to the implementation of a safety improvement program. However, no such critical review has as yet been carried out for the off-site emergency plans that were drawn up to reduce as much as possible the consequences of a nuclear accident on man and its environment, neither for the quality and independence of the safety supervision. Although new directives have been promulgated at the level of the European Union, the Member States still have several years to transpose the rules into their national regulation.

In the context of the fifth “anniversary” of the Fukushima-Daiichi disaster, the Belgian Superior Health Council (SHC) has carried out a review of the Belgian nuclear emergency plan. In March 2015, the Council issued a tentative opinion on thyroid protection in the event of a nuclear accident. In the present concluding opinion, the Council goes further and issues a number of recommendations concerning the measures that must be taken in the event of a nuclear accident, in the short term and in the long run. In its report, the Council draws lessons not only from nuclear accidents

but also from a number of other large-scale accidents. Although the Council focuses on the process of emergency planning as such, inevitably its recommendations should be considered within the larger context of nuclear safety policy.

The Council has also drawn conclusions concerning publications analysing the (underlying) causes and consequences of these accidents and pays attention to the innovative approach to long-term management that has been developed in France. In the final chapter, the conclusions are characterised by: “awareness”, “preparedness “ and “completeness”. Furthermore, the Council focuses in particular on the cross-border nature of any serious nuclear accident occurring in or close to Belgium. Each conclusion is followed by a recommendation concerning the need to review the Belgian nuclear and radiological emergency plan, which must be taken into account in the design and development of the nuclear safety policy. The Council’s key findings are briefly summarised below.

Vulnerability: The Council calls for a review of the nuclear safety policy based, *inter alia*, on a vulnerability analysis. Such an analysis must start at local level but must also include the regional, national and international context. This vulnerability analysis, which supplements the conventional risk analysis of nuclear facilities, also includes all the factors that might play a role in any potential accident, for example the presence of other industrial activities, transport infrastructures, impact on vulnerable population groups, energy supply, etc. Furthermore, the analysis must include a study of accident scenarios that are very unlikely but might impact severely on a wide geographical area.

Scope: The idea that, thanks to the safety approach of nuclear power stations, the consequences of a serious accident would be confined to the immediate vicinity of the site is contradicted by practical experience. Even for nuclear power stations of Western design, a serious accident could have consequences for man and the environment at a considerable distance from the site of the actual accident. This means that a serious accident occurring in a power station in Belgium or close to the border would quickly affect a million people and that vast swathes of territory with important economic activities could be rendered uninhabitable.

Consequently, first and foremost it is essential to implement an improved safety policy and be considered in decision making on safety and siting of nuclear power plants. Secondly, this risk must be taken into account in any decisions that are taken concerning the safety of nuclear power stations. In addition, as the Council has already recommended in its opinion on thyroid protection, the emergency plans must be revised.

Remediation: To date, the emergency plans have been limited to the accident phase, i.e. the period during which the threat remains that the affected plant might continue to emit radioactive material. It is therefore important to focus on the need to prevent or reduce to a minimum human exposure to radiation. However, if and when the plant has been brought under control, an extended phase will begin during which the most stringent remediation work possible will be carried out on the nuclear power plant. In the case of a serious accident, this phase could last several decades. Of course, within the framework of the emergency plan it is impossible to describe the remediation work in detail, but the Council recommends that an appropriate strategy be developed. Within the context of this strategy, tentative answers must be given to questions such as: Under what conditions might people be permitted to return to live and work in areas that have been contaminated by radioactive material? What should be done with the radioactive waste produced by the decontamination operations, etc.?

International cooperation: The consequences of a serious accident in a nuclear power station in or near Belgium will not be limited to the country in which the accident takes place. It is therefore essential to envisage international cooperation, and this applies not only to the acute phase of the accident, for example in the event of the evacuation of population groups, but also during the remediation phase. The Council notes that the emergency plans on both sides of the border are still not sufficiently coordinated and that to date too few mutual assistance agreements have been concluded. These shortcomings must be addressed without delay. To this end, the Council calls for increased coordination at the level of the European Union. Given the fact that the supervision of nuclear facilities has a European dimension, monitoring at national level must be supplemented by European monitoring. Furthermore, European coordination must

include provisions concerning the workers entrusted with the remediation work. Generally speaking, these workers do not have any training or work experience in facilities or areas that have been contaminated by radioactive substances.

Communication and participation: Decisions concerning the safety of nuclear plants are taken by a small group of nuclear experts and decision-makers. Within this context, it is still the case that public information is often unilateral. Although a change appears to be on the horizon, the Council is of the opinion that there is still much to be gained from a process of transparent communication on nuclear safety issues and on the processes of emergency planning. All the stakeholders concerned must be allowed to participate, including the people who live in areas in the vicinity of nuclear facilities. This participative approach will improve the quality of the vulnerability analyses mentioned above and will allow people to express their concerns with regard to nuclear safety. Evidently, in order to implement a participative approach there must be sufficient clarity as regards the interests of the relevant actors involved in the decision-making process concerning nuclear issues.

Precautionary strategy: The issues surrounding the development of nuclear energy, the safety of nuclear facilities and the consequences of an accident are complex and fraught with uncertainties. Inevitably, such matters raise issues that touch upon human values on which there is considerable disagreement within society. The Council advocates a precautionary approach and has framed its recommendations with this in mind. This type of approach requires a strategy that presupposes that the least likely accident strategies must be examined and that all the interested parties and the population in general must be involved as part of an open process. Furthermore, this strategy means that the bodies entrusted with the task of supervision must be genuinely and verifiably independent of the operators and of political decision-makers. To this end, the Council suggests that a European Safety Authority be set up within the European Union.

STELLUNGNAHME DES HOHEN GESUNDHEITSRATES NR. 9235

ZUSAMMENFASSUNG

Am 11. März 2011 wurde Japan von einem Erdbeben und einem von diesem ausgelösten Tsunami getroffen, wodurch eine humanitäre Katastrophe entstand. Im Zuge dieser Naturgewalt erlitt das Kernkraftwerk Fukushima Dai-ichi ernststen Schaden. Darüber hinaus wurden große Mengen an radioaktivem Material freigesetzt, die zur Evakuierung von fast 200.000 Menschen aus der Umgebung der Anlage führten. Die Nuklearkatastrophe setzte die Debatte über die Sicherheit von Kernkraft wieder an vorderster Stelle auf die Tagesordnung, sowohl in Japan als auch in anderen Teilen der Welt. In Japan wurden alle Kernkraftwerke stillgelegt. Mit einer Ausnahme ist dies weiterhin der Fall. Die Europäische Union ordnete einen so genannten Stresstest für die Kernkraftwerke an. Die Ergebnisse dieser Stresstests führten dazu, dass auch in Belgien ein Programm zur Steigerung der Anlagensicherheit eingerichtet wurde. Doch die externen Notfallpläne, die darauf abzielen, die Folgen eines nuklearen Unfalls für Mensch und Umwelt soweit wie möglich zu begrenzen, sind nach wie vor keiner kritischen Prüfung unterzogen worden. Das gleiche gilt für die Qualität und Unabhängigkeit der Sicherheitsaufsicht. Allerdings hat die EU neue Regeln zu diesem Thema erlassen, die freilich erst in ein paar Jahren von den Mitgliedstaaten eingeführt werden müssen.

Im Vorfeld des vierten und fünften Jahrestages der japanischen Nuklearkatastrophe hat der Hohe Gesundheitsrat (HGR) den belgischen nuklearen Notfallplan eingehend untersucht. Dies führte im März 2015 zu einer ersten Stellungnahme zum Thema „Schilddrüsenschutz im Falle eines Nuklearunfalls“. In der vorliegenden, abschließenden Stellungnahme geht der Rat einen Schritt weiter und erteilt Empfehlungen bez. der erforderlichen Maßnahmen im Falle eines Nuklearunfalls, sowohl kurz- als auch langfristig. Dabei zieht der Rat nicht nur Schlüsse aus Unfällen

mit Kernkraftwerken, sondern auch aus einigen anderen Großunfällen. Auch wenn der Schwerpunkt auf den Notfallplanungsprozess liegt, kommt der Rat nicht darum herum, seine Empfehlungen innerhalb des breiteren Rahmens der Nuklearsicherheitspolitik zu platzieren.

Er zieht daher auch Rückschlüsse aus veröffentlichten Untersuchungen zu den Ursachen und Folgen dieser Unfälle und übernimmt den in Frankreich entwickelten innovativen Ansatz für die langfristige Unfallbewältigung. Im letzten Kapitel dieser Stellungnahme werden die Schlussfolgerungen nach dem Muster „Bewusstseinsbildung-Bereitschaft-Vollständigkeit“ angeordnet. Ein besonderes Augenmerk gilt auch dem grenzüberschreitenden Bezug nuklearer Großunfälle in Belgien oder in der Nähe unseres Landes. Auf jede Schlussfolgerung folgt eine Empfehlung für die erforderliche Überarbeitung des belgischen nuklearen und radiologischen Notfallplans die bei der Konzipierung und Entwicklung der Nuklearsicherheitspolitik berücksichtigt werden muss. Im Nachfolgenden steht eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Schlussfolgerungen des Rates:

Verwundbarkeit: Der Rat plädiert für eine Neubewertung der Nuklearsicherheitspolitik, u.a. auf der Grundlage einer so genannten Schwachstellenanalyse. Eine solche Schwachstellenanalyse startet auf lokaler Ebene, bedarf indes einer Weiterführung auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene. Die Schwachstellenanalyse, die die herkömmliche Risikoanalyse für Kernanlagen ergänzt, enthält alle potentiell bei einem Unfall beteiligten Elemente, zum Beispiel das Vorhandensein anderer Industrietätigkeiten, die Energieversorgung, die Verkehrsinfrastruktur, die Auswirkungen auf gefährdete Bevölkerungsgruppen, usw. Der Untersuchung von Unfallszenarien mit einer zwar sehr geringen Eintrittswahrscheinlichkeit, aber weitreichenden Konsequenzen, soll dabei gebührende Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Reichweite: Die Annahme, dass sich die Folgen eines Großunfalls dank der Sicherheitsvorkehrungen der Kernkraftwerke bloß auf die unmittelbare Umgebung eines Kernkraftwerks begrenzen lassen, wird durch die Praxis widerlegt. Auch bei Kernkraftwerken westlicher Bauart können Großunfälle auch weit von der Unfallanlage entfernt noch Folgen

für Mensch und Umwelt herbeiführen. Ein Unfall in einem belgischen Kernkraftwerk oder in der Nähe der belgischen Grenze könnte daher sehr schnell eine Million Menschen betreffen und ganze wirtschaftlich bedeutende Gebiete unbewohnbar machen. Diese Beobachtung sollte zunächst zu einer Verschärfung der Sicherheitspolitik führen und bei Entscheidungen über die Sicherheit und die Lage von Kernkraftwerken berücksichtigt werden. Darüber hinaus erfordert dies eine Neubewertung der Notfallpläne, worauf der Rat bereits in seiner Stellungnahme zum Schilddrüsenschutz hingewiesen hatte.

Sanierung: Notfallpläne beschränken sich bislang auf die Unfallphase, d.h. auf den Zeitrahmen, in dem die Gefahr besteht, dass weiterhin radioaktives Material aus der Unfallanlage freigesetzt wird. Das Augenmerk liegt dann darauf, die Exposition des Menschen gegenüber Strahlung zu verhindern oder zumindest zu minimieren. Doch wenn die Anlage wieder unter Kontrolle ist, beginnt eine lange Periode der bestmöglichen Sanierung. Bei Super-GAUs handelt es sich dabei um viele Jahrzehnte. Obwohl es nicht möglich ist, die Einzelheiten der Sanierung im Rahmen des Notfallplanungsprozesses vorzubereiten, empfiehlt der Rat dennoch, dafür eine Strategie zu entwickeln. Eine derartige Strategie soll darauf abzielen, Fragen zu klären, wie z.B. die der Voraussetzungen, unter denen Menschen wieder in mit radioaktivem Material kontaminierten Gebieten wohnen und arbeiten können, was Personen an zu bieten, für denen die Rückkehr unmöglich ist, was zu tun mit radioaktiven Abfällen aus Dekontaminationsarbeiten, usw. ?

Internationale Zusammenarbeit: Die Folgen eines Großunfalls in einem belgischen Kernkraftwerk oder in einem Kernkraftwerk in der Nähe Belgiens beschränken sich nicht auf das Land, in dem sich die Anlage befindet. Internationale Zusammenarbeit ist daher erforderlich. Dies gilt sowohl für die Unfallphase, z.B. bei der Evakuierung der Bevölkerung, als auch für die Sanierungsphase. Der Rat stellt fest, dass die Notfallpläne auf beiden Seiten der Grenze noch nicht ausreichend aufeinander zugeschnitten sind, und nur in beschränktem Umfang Vorkehrungen zur gegenseitigen Unterstützung getroffen wurden. Diese Lücke soll möglichst zeitnah geschlossen werden. Darüber hinaus bricht der Rat auch eine Lanze für Koordinierung auf europäischer Ebene. Die Nuklearsicherheitspolitik hat

ja eine europäische Dimension, was bedeutet, dass die nationale Aufsicht einer Ergänzung auf europäischer Ebene bedarf. Weiterhin zu beachten bei dieser europäischen Koordination sind die Vorkehrungen für die bei der Sanierungsphase eingesetzten Arbeitskräfte. In vielen Fällen sind diese Personen weder dazu ausgebildet, noch haben sie Erfahrung mit der Arbeit in mit radioaktivem Material kontaminierten Gebieten und Anlagen.

Kommunikation und Partizipation: Entscheidungen über die Sicherheit von Kernanlagen werden in einem engen Kreis von Atomexperten und politischen Entscheidungsträgern getroffen. Das Informieren der Öffentlichkeit verläuft daher häufig noch einseitig. Zwar zeichnet sich eine Wende ab, dennoch glaubt der Rat, dass viel erreicht werden kann dank einer transparenten Kommunikation über Fragen der Nuklearsicherheit und Notfallplanungsprozesse. Alle beteiligten Akteure sollten dabei einbezogen werden, einschließlich der Bevölkerung in den Gebieten rund um Nuklearanlagen. Ein derartiger partizipativer Ansatz zu Fragen der nuklearen Sicherheit verbessert die oben beschriebene Schwachstellenanalyse und beleuchtet die Besorgnisse der Bevölkerung zur Nuklearsicherheit. Ein partizipativer Ansatz erfordert allerdings Klarheit über die Interessen der bei Entscheidungen über Nuklearfragen beteiligten Akteure.

Fragen, die die Entwicklung der Kernenergie, die Sicherheit von Kernanlagen und die Folgen von Unfällen anbelangen, sind komplex und mit Unsicherheiten verbunden. Diese Fragen sind unvermeidlich mit Werten behaftet, die von der Gesellschaft unterschiedlich gedeutet werden. Der Rat plädiert daher für einen Vorsorgeansatz und hat seine Empfehlungen in dieser Hinsicht formuliert. Ein solcher Ansatz erfordert eine Strategie, die auch weniger wahrscheinliche Unfallszenarien überprüft und in der alle Betroffenen und die allgemeine Bevölkerung in offener Weise beteiligt werden. Diese Strategie erfordert auch, dass die Nuklearaufsichtsbehörden tatsächlich und nachweislich unabhängig sind gegenüber den Betreibern und den politischen Verwaltern. Mit diesem Ziel vor Augen empfiehlt der Rat, dass eine europäische Behörde für Nuklearsicherheit eingerichtet wird.

ADVIES VAN DE HOGE GEZONDHEIDSRAAD NR.9235

INHOUDSTAFEL

| | |
|---|----|
| SAMENVATTING | 1 |
| INHOUDSTAFEL | 5 |
| AFKORTINGEN EN SYMBOLEN | 7 |
| DEFINITIES | 8 |
| 1 INLEIDING EN VRAAGSTELLING | 10 |
| 2 AANPAK | 12 |
| 2.1 Methodologie | 12 |
| 2.2 Opzet | 12 |
| 3 NOODPLANNEN EN NOODPLANNING | 13 |
| 3.1 Literatuur | 13 |
| 3.2 De Belgische situatie | 16 |
| 4 ONGEVALLLEN MET KERNINSTALLATIES | 19 |
| 4.1 Veiligheid van kerninstallaties | 19 |
| 4.2 Ongevalsfactoren | 21 |
| 4.3 TMI ^{3,4} | 21 |
| 4.4 Tsjernobyl ^{6,62,63} | 23 |
| 4.5 Fukushima ^{7,8,81} | 27 |
| 4.6 Lessen | 33 |
| 5 NIET-NUCLEAIRE ONGEVALLLEN | 37 |
| 5.1 Mississauga | 37 |
| 5.2 Katrina | 39 |
| 5.3 Wetteren ¹²⁰ | 40 |
| 5.4 Lessen | 42 |
| 6 COMMUNICATIE EN GEZONDHEIDSGEVOLGEN | 44 |
| 6.1 Risico en veiligheid | 44 |
| 6.2 Risicoperceptie en risicocommunicatie | 44 |
| 6.3 Communicatie bij nucleaire calamiteiten | 46 |
| 6.4 Invloed op de gezondheid | 51 |
| 7 HET HUIDIGE NUCLEAIRE EN RADIOLOGISCHE NOODPLAN | 56 |
| 7.1 Algemene noodplan in België | 56 |
| 7.2 Nucleaire noodplan | 56 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 7.3 | Nieuwe Europese regelgeving | 61 |
| 7.4 | Belangrijke kanttekeningen | 62 |
| 8 | INTERVENTIE EN HERSTEL | 65 |
| 8.1 | Ongevalsefasen en voorbereiding | 65 |
| 8.2 | Interventiemaatregelen | 66 |
| 8.3 | Herstelfase | 71 |
| 9 | CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN | 77 |
| 9.1 | Meer bewustwording | 77 |
| 9.2 | Betere paraatheid | 81 |
| 9.3 | Volledigheid | 84 |
| 9.4 | Grensoverschrijdende aanpak | 86 |
| 9.5 | <i>Naar een voorzorgstrategie</i> | 87 |
| 10 | REFERENTIES | 89 |
| | ANNEXES | 107 |
| Annex I | THE INTERNATIONAL NUCLEAR AND RADIOLOGICAL EVENT SCALE - INES ⁹ | 107 |
| Annex II | ROOT CAUSES OF ACCIDENTS: GENERAL SAFETY TYPES | 109 |
| Annex III | TIMELINE OF THE EVENTS AT THE ACCIDENT WITH THE NUCLEAR POWER PLANT OF FUKUSHIMA-DAI-ICHI ⁸⁵ | 112 |
| Annex IV | RECENT EUROPEAN REGULATIONS | 117 |
| | SAMENSTELLING VAN DE WERKGROEP | 106 |

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|----|
| SYNTHÈSE | 1 |
| TABLE DES MATIÈRES | 2 |
| ABRÉVIATIONS ET SYMBOLES | 4 |
| DÉFINITIONS | 5 |
| 1 INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE | 6 |
| 2 APPROCHE | 8 |
| 2.1 Méthodologie | 8 |
| 2.2 Structure | 8 |
| 3 CONNAISSANCE DES PLANS D'URGENCE ET DE LA LANIFICATION D'URGENCE | 9 |
| 3.1 Littérature | 9 |
| 3.2 La situation belge | 13 |
| 4 ACCIDENTS IMPLIQUANT DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES | 15 |
| 4.1 Sûreté des installations nucléaires | 15 |
| 4.2 Facteurs d'accident | 17 |
| 4.3 Three Mile Island ^{3,4} | 17 |
| 4.4 Tchernobyl ^{6,62,63} | 19 |
| 4.5 Fukushima ^{7,8,81} | 23 |
| 4.6 Enseignements | 31 |
| 5 ACCIDENTS NON NUCLÉAIRES | 34 |
| 5.1 Mississauga | 34 |
| 5.2 Katrina | 36 |
| 5.3 Wetteren ¹²⁰ | 38 |
| 5.4 Enseignements | 39 |
| 6 COMMUNICATION ET CONSÉQUENCES POUR LA SANTÉ | 41 |
| 6.1 Risque et sûreté | 41 |
| 6.2 Perception des risques et communication relative aux risques | 42 |
| 6.3 Communication lors de catastrophes nucléaires | 43 |
| 6.3.1 <i>Prise de décisions et communication</i> | 44 |
| 6.3.2 <i>Communication entre les autorités et la population : généralités</i> | 45 |
| 6.3.3 <i>Communication entre les autorités et la population : situation d'accident</i> | 47 |
| 6.3.4 <i>Communication au sein de l'organisation de la planification de secours</i> | 48 |
| 6.4 Impact sur la santé | 49 |
| 6.4.1 <i>Vulnérabilité</i> | 49 |
| 6.4.2 <i>Conséquences radiologiques</i> | 50 |
| 6.4.3 <i>Mécanismes psychosociaux</i> | 52 |
| 6.4.4 <i>Dispositions</i> | 52 |

| | | |
|---|---|----|
| 7 | LE PLAN D'URGENCE NUCLÉAIRE ET RADIOLOGIQUE ACTUEL | 53 |
| | 7.1 Plan d'urgence général en Belgique | 53 |
| | 7.2 Plan d'urgence nucléaire | 54 |
| | 7.2.1 Installations nucléaires en Belgique | 54 |
| | 7.2.2 Portée et compétence | 54 |
| | 7.2.3 Structure | 55 |
| | 7.2.4 Zones de planification d'urgence et d'intervention | 56 |
| | 7.2.5 Niveaux de notification et niveaux d'urgence | 56 |
| | 7.2.6 Information et communication | 58 |
| | 7.3 Nouvelle réglementation européenne | 59 |
| | 7.4 Remarques | 59 |
| 8 | INTERVENTION ET RÉTABLISSEMENT | 62 |
| | 8.1 Phases de l'accident et préparation | 62 |
| | 8.2 Mesures d'intervention | 64 |
| | 8.2.1 Mise à l'abri | 64 |
| | 8.2.2 Évacuation | 65 |
| | 8.2.3 Prise d'iode stable | 66 |
| | 8.2.4 Contrôle de la consommation d'aliments et d'eau potable | 68 |
| | 8.3 Phase de rétablissement | 69 |
| | 8.3.1 Approche | 70 |
| | 8.3.2 Période de transition | 71 |
| | 8.3.3 Points prioritaires | 72 |
| 9 | SYNTHÈSE : | |
| | CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS | 76 |
| | ANNEXES | 76 |
| | COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL | 87 |

ADVIES VAN DE HOGE GEZONDHEIDSRAAD NR.9235

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De Raad heeft zich in dit advies gebogen over risicobeheersing bij een ernstig kernongeval. Aanleiding was de nasleep van het ongeval in Fukushima en de overweging dat zo'n ongeval in of nabij het dichtbevolkte België grote gevolgen kan hebben gezien de concentratie van nucleaire installaties. De centrale vragen van dit advies zijn:

Hoe kan een proces van zorgvuldige voorbereiding de nadelige gevolgen voor mens en milieu van een ernstig kernreactorongeval voorkomen of zoveel mogelijk beperken? Hoe trekken we lessen voor de nucleaire veiligheid uit de ervaringen van vroegere ongevallen?

Het advies plaatst tal van kritische kanttekeningen bij het proces van noodplanning, ingebed in de algemene rampenplanning. Na een analyse van nucleaire maar ook niet-nucleaire ongevallen heeft de Raad concrete aanbevelingen geformuleerd, elementen geïdentificeerd en aanvullingen voorgesteld met bijzondere aandacht voor kwetsbaarheid en risicocommunicatie.

In dit slothoofdstuk brengt de Raad zijn bevindingen samen. Zijn conclusies en aanbevelingen zijn gerangschikt naar drie hoofdthema's: bewustwording, paraatheid en volledigheid. Gezien het grensoverschrijdend karakter van ernstige kernongevallen zijn aanbevelingen voor een internationale aanpak toegevoegd. Ten slotte breekt de Raad een lans voor een voorzorgbenadering in het nucleaire veiligheidsbeleid met een adequate noodplanning als sluitstuk.

9.1 Meer bewustwording

1 Een ernstig kernongeval kan ook in België voorkomen en vereist snelle herziening van de noodplanning

Conclusie: Hoe uitzonderlijk ook ernstige ongevallen met industriële installaties en dus ook met kernenergiecentrales kunnen voorkomen, ook in België. De scenario's van zulke ongevallen bleken vaak onvoorspeld en onbedacht. De maatschappelijke gevolgen waren vaak zeer aanzienlijk. Het ongeval in Fukushima is een duidelijk voorbeeld. Een ongeval met een falende Belgische kernenergiecentrale, dan wel met een centrale in een buurland, kan grote gevolgen hebben voor gezondheid en welzijn van de gehele bevolking en voor de Belgische en zelfs voor de Europese economie. Ook Europese nucleaire toezichthouders (HERCA-WENRA) vragen aandacht voor en bepleiten een betere aanpak van zulke ernstige gevolgen.

Adequate nucleaire noodplanning is daarom noodzakelijk. Een noodplan moet flexibel van opzet zijn, aangezien het verloop van een ongeval veelal onvoorspelbaar is. Een waaier van scenario's zijn nodig bij het voorbereiden en oefenen van noodplannen, waaronder scenario's voor zogeheten *beyond-design*-ongevallen. Gezien de langetermijngevolgen van kernongevallen moeten noodplannen ook daarop inspelen.

Aanbeveling: De HGR beveelt aan om het Belgische nucleair en radiologisch noodplan, dat al dateert van 2003, zo snel mogelijk in 2016 aan te passen, het jaar van de vijfde verjaardag van het Fukushima-ongeval. De mogelijke interactie met andere risicovolle activiteiten verdient aandacht, maar het grensoverschrijdend karakter van nagenoeg elk ernstig kernongeval en de mogelijke duur ervan moeten centraal komen te staan naast aandacht voor de andere elementen die in dit advies zijn besproken. Waar noodplanning het sluitstuk is van het nucleaire veiligheidsbeleid kunnen die aanpassingen gevolgen hebben voor de besluitvorming over het gebruik van kernenergie voor elektriciteitsopwekking.

2 *Let op achterliggende oorzaken van een ongeval en vermijd belangenvermenging*

Conclusie: Kernongevallen en andere industriële ongevallen vertonen opvallende overeenkomsten in de oorzaken die eraan ten grondslag liggen. De Raad heeft in dit advies aandacht besteed aan factoren die achterliggende oorzaken blootleggen, waaronder ontwerpfouten, gebrekkige communicatie, training, procedures en falende of ontbrekende veiligheidsvoorzieningen. Ook hier is het Fukushima-ongeval een sprekend voorbeeld. Om aandacht voor die zogeheten basisrisicofactoren levend te houden, wat past binnen een adequate veiligheidscultuur, is onafhankelijk toezicht van de overheid op het kernenergiebedrijf noodzakelijk. Gebrek aan onafhankelijk toezicht heeft in Japan tot het ongeval van Fukushima bijgedragen, onder meer door onvoldoende voorzieningen tegen tsunami's. Het ongevalsrisico neemt toe als toezichthouders niet los staan van kortetermijnbelangen van politieke of commerciële aard.

Aanbeveling: Bij de periodieke (her)beoordeling van de veiligheid van kerninstallaties moet de toezichthouder eisen dat achterliggende oorzaken van ongevallen voldoende aan bod komen.

De HGR adviseert om de onafhankelijkheid van het Belgische toezicht op kerninstallaties in de praktijk te garanderen onder meer door procedures om belangenvermenging tegen te gaan.

3 *Er is nood aan kwetsbaarheidanalyses van complexe technologieën met oog voor de menselijke interactie zeker bij noodplanning*

Conclusie: De onvoorspelbaarheid van ongevalsscenario's is inherent aan complexe industriële installaties. Een aspect van deze systemische onzekerheid is het zogeheten *common-mode*-falen. Een probleem bij één kernreactor kan ook het functioneren van andere reactoren van de centrale beïnvloeden en de integriteit van splijtstofbassins, zoals bij Fukushima. Deze vorm van falen vergroot het ongeval en zijn gevolgen.

Een kwetsbaarheidsanalyse is een middel om bronnen van systemische onzekerheid op te sporen en zou daarom onderdeel moeten zijn van zowel het vergunnings- als het noodplanningsproces. Zo'n analyse kan

interventiemaatregelen effectiever maken. Ze geeft ook inzicht in de opvattingen van mensen over de veiligheid van de installatie en in lokale kennis over zwakheden en bedreigingen.

Aanbeveling: De HGR beveelt aan om in alle gevallen consequent een kwetsbaarheidsanalyse uit te voeren als grondslag voor rampenplanning bij nucleaire en complexe industriële installaties. Zo'n analyse moet zich richten op het identificeren van mogelijke ongevalsscenario's. Ook ongevallen met een heel kleine kans van optreden maar met verstrekkende gevolgen moeten de nodige aandacht krijgen. Maar ze dient ook de kwetsbaarheid van de lokale bevolking te adresseren en haar weerbaarheid tegen individuele en collectieve gevolgen voor gezondheid en welzijn op de korte en de lange termijn.

4 *Maatschappelijke structuren in getroffen gebieden kunnen voor lange perioden zijn verstoord*

Conclusie: De moeilijkheid om ongevalsscenario's te voorspellen en de onvoorziene interacties tussen een falende kernenergiecentrale en andere installaties maken dat het vrijkomen van een deel van de radioactieve stoffen uit de kerninstallatie niet kan worden uitgesloten. Ondanks multiële veiligheidsvoorzieningen, zoals insluitingssystemen, illustreert Fukushima dat ook bij westerse reactortechnologie grote lozingen naar het milieu mogelijk zijn. Ongeacht de relatief kleine kans kunnen de gevolgen van zulke *beyond-design*-ongevallen zeer ernstig zijn, zich over vele jaren uitstrekken en gebieden generaties lang onleefbaar maken.

Aanbeveling: De HGR wijst op de langetermijngevolgen van ernstige kernongevallen. De Raad beveelt dan ook aan om bij noodplanning een aanpak te voorzien gericht op lange tijd vergend herstel, dat wil zeggen voor de fase als het ongeval op zich onder controle is. Er dient als onderdeel van het noodplanningsproces een langetermijnstrategie te worden ontwikkeld om het maatschappelijke leven zo veel mogelijk te herstellen, hoe moeilijk die ook zal zijn in een dichtbevolkt land.

5 *Er is nood aan een transdisciplinair en participatief leerproces bij noodplanning*

Conclusie: De maatschappij trekt moeilijk lessen uit daadwerkelijke ongevallen. Dat geldt zowel voor politici als voor deskundigen. Het hangt samen met een verschuiving van politieke prioriteiten, mede door andere schokkende gebeurtenissen en onder invloed van de media en van belangengroepen. Zo waren bij Katrina de tekortkomingen in orkaanveiligheid mede het gevolg van de focus in de VS op terroristische actie. Ook kan groepsdenken onder deskundigen de aandacht voor de reeds genoemde systemische onzekerheden onbewust belemmeren.

Willen noodplanmaatregelen doeltreffend zijn om gevolgen zoveel mogelijk te beperken dan moeten het betrokken personeel en de lokale bevolking bewust zijn van de ongevalsrisico's en van de beschermingsmaatregelen. De aanbevolen kwetsbaarheidsanalyse is een manier om de bevolking te betrekken bij het vergunnings- en noodplanningsproces en om informatie te bekomen over uitdagingen, belemmeringen en mogelijkheden voor interventie maatregelen.

Participatie roept onvermijdelijk ethische vragen op in relatie tot de voor- en nadelen van het kernenergiebedrijf. Deze vragen verdienen een transparante behandeling om condities voor de aanvaardbaarheid van dat bedrijf na te gaan. Zo ontstaan ook perspectieven voor de opbouw van vertrouwen van de lokale bevolking in de diverse overheden en in de nucleaire toezichthouder.

Aanbeveling: De HGR beveelt een voortdurend leerproces aan vertrekkend van schierongevallen en ongevalsoefeningen. Dit vereist een structuur die een open uitwisseling van ervaring, kennis en probleemgerichte samenwerking van diverse disciplines en beleidsniveaus mogelijk maakt. Zo'n netwerkbenadering bij ongevalsbeheersing bevordert persoonlijke contacten tussen sleutelfiguren. Die aanpak laat zich uitbreiden tot hechtere samenwerking met buurlanden.

De HGR adviseert overheden te experimenteren met sociale leerprocessen, waarbij de lokale bevolking, de reactorexploitant, het FANC, lokale

overheden en de hen ondersteunende deskundigen zijn betrokken. Die processen kunnen input leveren voor het beheersen van kernongevallen en van ongevallen in het algemeen. Participatieve projecten vereisen transparante procedures ook om belangenvermenging en lobbying in te perken.

Het lessen trekken uit ongevallen vereist niet alleen de expertise van nucleaire ingenieurs. Daarom beveelt de Raad aan hierbij ook sociologen, ethici, deskundigen in communicatie en verzekeringskundigen, naast gezondheidkundigen en psychologen in te schakelen.

6 *Er is nood aan evenwichtige, tweezijdige communicatie over risico's*

Conclusie: Communicatie over kernongevallen en noodplanning hoort onderdeel te zijn van een transparant communicatieproces over kernenergie. Evenwichtige informatie over radiologische risico's en onzekerheden is cruciaal, maar het accent mag niet alleen daarop liggen of op maatregelen om gevolgen ervan te beperken. Tsjernobyl en Fukushima hebben laten zien dat de invloed op gezondheid en welzijn meer omvat. Vrees voor gezondheidsschade later, het tijdelijk of permanent verdreven zijn van huis en haard, omgaan met andere dilemma's en sociale stigmatisering zijn evenzeer uitdagingen voor communicatie, zowel in "vredetijd" als in ongevalsituaties. Mensen reageren na een ongeval anders dan ervoor; hun leefomgeving en hun zorgen kunnen door het ongeval drastisch veranderen. Ze raken na een melding van een ongeval of ongevalsdreiging niet direct in paniek, maar zoeken een betrouwbare bron.

Verschillen in perceptie van nucleaire risico's en de effectiviteit van noodplanmaatregelen mogen geen belemmering vormen voor het adresseren van de zorgen van de bevolking, ook als die de uitkomst van risicoanalyses en keuzes in vraag stellen. Vertrouwen kan worden gecreëerd door verschillende zienswijzen expliciet aan de orde te stellen. Een duurzame opbouw van vertrouwen kan bij een ongeval de opvolging van maatregelen effectiever maken.

Aanbeveling: De HGR beveelt aan om het communicatieproces als onderdeel van het noodplanningsproces uit te breiden en transparanter te maken. Communicatie is een tweerichtingsproces waarbij naast

evenwichtige technische informatie over het stralingsrisico en zijn onzekerheden ook de zorgen van de bevolking aandacht moeten krijgen. Hierbij komen emoties, waarden en sociale tegenstellingen om de hoek kijken. Ongevalscommunicatie verdient voor de Raad dan ook een plaats in de aanbevolen participatieve benadering die uitstijgt boven het eenzijdig verstrekken van instructies en het beantwoorden van vragen over stralingsrisico's. Respect voor de zorgen over het wel en wee van familie en dieren, over inkomen en faire compensatie voor de geleden schade en perspectieven voor terugkeer naar een min of meer normaal leven verdienen ruime aandacht.

Er is een geëigende communicatiestructuur nodig die de toets van transparantie doorstaan heeft en gescheiden is van het directe crisisbeheer. Het in Zweden ontwikkelende en in België getoetste RISCOP-model reikt daarvoor condities aan die het verschil maken tussen communicatie en publieksbeïnvloeding.

7 *Er is aandacht nodig voor de rol van sociale media in crisismanagement*

Conclusie: Het huidige communicatielandschap verschilt aanzienlijk van dat van tien tot twintig jaar geleden. Internet en sociale media maken informatie-uitwisseling tussen een veelheid van uiteenlopende actoren direct mogelijk. Die nieuwe media kunnen een rol spelen bij snelle informatieverstrekking in ongevalssituaties, maar ook een bron zijn van verwarring en misleiding. Daarnaast blijven klassieke media als kranten, radio en tv vooralsnog hun rol bij risico- en ongevalscommunicatie behouden.

Aanbeveling: Sociale media worden door de overheid thans vooral gebruikt om publieke reacties te monitoren, hoewel een kentering merkbaar is. De HGR adviseert sociale media actief en tweezijdig te gebruiken voor uitwisseling van informatie over ongevalsmaatregelen en over de zorgen van de bevolking in verband met het ongeval. Deze aanbeveling is des te belangrijker omdat sociale media een middel zijn om unieke informatie over de lokale situatie bij een ongeval te verkrijgen.

9.2 Betere paraatheid

8 *Adequate noodmaatregelen zijn het sluitstuk van het nucleaire veiligheidsbeleid*

Conclusie: De zogeheten stress-tests van kerninstallaties was een reactie van de landen van de Europese Unie op het Fukushima-ongeval. Deze door de overheid gecoördineerde zelfevaluatie van exploitanten leverde op Europees niveau geëvalueerde verbeteringsprogramma's op die zeker bevorderlijk maar niet voldoende zijn voor het geheel van de nucleaire veiligheid in Europa. De stress-tests onderzochten de interne noodplannen van nucleaire installaties, maar niet de kwaliteit van externe noodplannen en de behoefte aan herziening van die plannen. Ook na het implementeren van die programma's blijft er werk aan de winkel. De Raad wijst er op dat er geen duidelijkheid is geschapen over de kwetsbaarheid van de fysieke beveiliging van kerninstallaties. De dreiging van terrorisme vereist een zekere inhoudelijke terughoudendheid bij het verschaffen van informatie over zwaktes en daarmee samenhangende maatregelen. Maar dit heeft duidelijkheid over de beveiligingsproblematiek niet te verhinderen en dient als inherente onzekerheid te worden betrokken bij beschouwingen over noodplanning.

Verder is de invulling die nationale overheden betrokken bij crisisplanning aan Fukushima hebben gegeven, niet onafhankelijk geëvalueerd. Een Europese studie onderzocht op participatieve basis de paraatheid van noodplannen in een aantal landen en concludeerde dat er veel kan verbeteren.

De HGR verwelkomt de aanzet in de nieuwe Europese regelgeving over nucleaire veiligheid, waaronder de verruiming van noodplanning met aandacht voor langetermijngevolgen.

Aanbeveling: De Raad beveelt aan om het proces tot harmonisering van nucleaire veiligheidscriteria en noodplanningsvereisten in Europa voort te zetten en daarop toezicht te organiseren op Europees vlak. Een studie in opdracht van de Europese Commissie bracht geen duidelijkheid over de kwaliteit van specifieke veiligheidscondities in de EU-lidstaten. De Raad pleit deelname van België aan een bevraging van alle belanghebbenden

naar de mate van paraatheid van het antwoord op nucleaire crisissituaties, zoals met Frankrijk was gepland voor grensinstallaties.

De HGR stelt voor om beveiligingsvoorzieningen (onder meer in verband met sabotage) op een geëigende manier te integreren in de *off-sitenoodplanning*.

9 Complexe maatregelen in een dichtbevolkt gebied dienen voorbereid ook voor langere duur en grotere afstanden

Conclusie: Het Belgisch nucleair noodplan richt zich vooral op dreigende blootstelling aan radioactieve stoffen in de eerste dagen en weken na een ongeval. Het plan beschrijft maatregelen als schuilen, distributie van stabiel-jodiumtabletten, evacuatie en beperking van lokaal geproduceerd voedsel. Het overweegt dergelijke maatregelen in de noodplanningszones met afstanden van 5 tot 20 km tot ongevalsinstallatie.

Kortetermijnmaatregelen worden contraproductief als ze te lang zonder duidelijk perspectief voortduren. In het bijzonder schuilen, evacuatie en in mindere mate beperking van lokaal geteeld voedsel hebben een ontwrichtende invloed op de samenleving die er door wordt getroffen. Verder hebben Tsjernobyl en Fukushima getoond dat de afstanden van de noodplanningszones te bescheiden zijn. Interventie op grotere afstanden tot 100 km en meer kan nodig zijn en vraagt een voldoende voorbereiding. Het noodplan rept niet over maatregelen voor de overgangperiode die begint als gevaar van lozing van radioactieve stoffen is geweken, noch over aanpak van de mogelijk lange herstelperiode erna.

Aanbeveling: De HGR beveelt aan om de omvang van de noodplanningszones voor schuilen, distributie van stabiel jodium en evacuatie uit te breiden tot realistische afstanden gebaseerd op de ervaringen van ongevallen. Verwijzend naar een aanbeveling van Europese nucleaire toezichhouders (HERCA-WENRA) beval de Raad al eerder aan om de distributiestrategie van stabiel jodium uit te breiden tot 100 km. Deze afstand zou ook voor schuilen moeten gelden. Evacuatie is een verregaande maatregel die op zich ook slachtoffers kan maken, maar niet kan worden uitgesloten. Evacuatie tot ten minste 20 km dient op basis van

radiologische en niet-radiologische criteria strategisch selectief te worden voorbereid.

De HGR adviseert om maatregelen voor te bereiden voor de overgangsen herstelperiode. Die langetermijnmaatregelen moeten bestaan uit strategische opties die in voorkomend geval aan de situatie kunnen aangepast. Zij richten zich op het verminderen van maatschappelijke ontwrichting en op de zorgen van de getroffen bevolking. Voor verstoring van dichtbevolkte complexe gebieden, ook buiten de noodplanningszones, zijn denkoefeningen aangewezen met terugkoppeling naar veiligheidsvereisten.

10 Er is meer aandacht nodig voor medische coördinatie en kwetsbare mensen in crisissituaties

Conclusie: Het noodplanningsproces vereist inschakeling via de bevoegde administraties van de medewerkers in de gezondheidszorg: van (para)medisch personeel, van spoeddiensten en ziekenhuizen, naast psychosociale hulp. Het noodplan besteedt beperkte aandacht aan kwetsbare groepen, zeker in geval van evacuatie. Het is onduidelijk of voldoende hulppersoneel beschikbaar is om voor kwetsbaren te zorgen. De Raad vraagt zich af of het (para)medisch personeel en de hulpverleners van het Rode Kruis voldoende voorbereid zijn om hun rol bij een nucleaire ramp te vervullen en of de coördinatie door de bevoegde medische overheden voldoende is geregeld.

Aanbeveling: Kwetsbare personen en groepen die speciale zorg nodig hebben bij het opvolgen van maatregelen als schuilen en in het bijzonder evacuatie, dienen te voren te worden geïdentificeerd. De Raad adviseert hulpverleners voldoende te trainen en uit te rusten om voor kwetsbaren te zorgen. Goed voorbereide communicatie is nodig richting scholen en de algemene bevolking.

11 Voorzie beschermingsmaatregelen voor externen bij interventie- en opruimingswerken

Conclusie: De langdurige besmetting met radioactieve stoffen van uitgebreide landstreken na een ernstig ongeval heeft tot gevolg dat naast

interventiepersoneel een grote groep werknemers in de overgangs- en herstelperiode blootgesteld kan zijn aan ioniserende straling afkomstig van besmette bodem, gebouwen, infrastructuur, etc. Fukushima en Tsjernobyl leren dat velen onder hen “externe” werknemers zijn zonder nucleaire ervaring en kennis en met behoefte aan specifieke aanvullende beschermingsmaatregelen.

Aanbeveling: De HGR beveelt aan om voorzieningen binnen de EU voor “externe” werknemers uit te breiden tot ongevals- en noodplanning in samenhang met interventie in en herstel van gebieden die door een nucleair ongeval besmet zijn geraakt met radioactieve stoffen. Die voorzieningen dienen te omvatten: voorlichting, richtlijnen voor opleiding en training, procedures voor monitoring van radioactieve stoffen en doses, en referentieniveaus voor stralingsblootstelling. De opvolging van de gezondheid van die werknemers vergt eveneens proactieve aandacht.

9.3 Volledigheid

12 De veiligheidsbenadering dient vervolledigd met ongevalsscenario's niet voorzien bij het ontwerp en revisie van de installaties

Conclusie: Dat ongevallen niet verlopen volgens het “boekje” van tevoren uitgevoerde risicoanalyses heeft niet alleen gevolgen voor de noodplanning en later herstel. Lessen van nucleaire en niet-nucleaire ongevallen slaan op het ganse nucleaire veiligheidsbeleid en zeker op de risicoanalyse die aan ontwerp en bedrijf van een kerninstallatie ten grondslag liggen.

Net als noodplanning hoort ook het veiligheidsbeleid het karakter te hebben van een voortdurend proces. De verplichte periodieke revisie is een stap in die richting. De systemische onzekerheden die inherent zijn aan het bedrijf van elke complexe industriële installatie, dienen geanalyseerd en steeds opnieuw betrokken te worden bij de risicoanalyse van een specifieke (kern)installatie. Ook technologische ontwikkelingen die de mogelijkheid en omvang van een ernstig ongeval kunnen verkleinen, moeten in die analyses een plaats krijgen en leiden tot aanpassingen (*retrofitting*). De Raad denkt bijvoorbeeld aan maatregelen—inmiddels voorzien bij nieuwe generaties kernenergiecentrales—om te beletten dat een gesmolten reactorkern doordringt in de bodem en het grondwater bereikt.

Aanbeveling: De HGR beveelt aan bij de periodieke veiligheidsbeoordeling van een kernenergiecentrale (en in het bijzonder bij levensduurverlenging) de risicoanalyse die aan het ontwerp en het bedrijf van de installatie ten grondslag ligt onder de loep te nemen en daarbij *beyond-design*-ongevallen met mogelijk grote gevolgen te betrekken, ook al is de kans erop klein.

13 *Er is aandacht nodig voor bevolkingsdichtheid en mobiliteit*

Conclusie: Bij de maatregelen voor de korte en de lange termijn na een nucleair ongeval is voor de Belgische situatie van bijzonder belang de situering van kernenergiecentrales nabij dichtbevolkte gebieden. Elke maatregel is daardoor vele malen gecompliceerder dan bijvoorbeeld maatregelen bij het ongeval van Fukushima. De kwetsbaarheid van de verkeersinfrastructuur als internationaal knooppunt verhoogt deze uitdaging, waarbij een beroep op buurlanden al snel kan vereist zijn bijvoorbeeld om evacuatie te ondersteunen.

Aanbeveling: De HGR adviseert om bij de nucleaire noodplanning speciale aandacht te geven aan kwetsbaarheidsaspecten van grote bevolkingsbewegingen in een dichtbevolkt land met verkeerscongestie. Integratie in een langetermijnstrategie is nodig naast overleg met buurlanden om verplaatsing en huisvesting van grote groepen mensen voor te bereiden.

14 *Interactie van nucleaire en andere industriële risico's kunnen een crisis verergeren*

Conclusie: Kernenergiecentrales zijn veelal gesitueerd in de buurt van industriële complexen, zoals Doel, gelegen in het Antwerpse industrie- en havengebied. Dat brengt extra risico's met zich mee, waarmee niet altijd rekening is gehouden. Zo kan een chemische procesinstallatie niet altijd snel worden uitgeschakeld en kan verlies aan controle ervan risico's met zich meebrengen die de gevolgen van het nucleaire ongeval kunnen verergeren. Dit zijn elementen die in de kwetsbaarheidsanalyse en daarmee in de noodplannen aangekaart dienen te worden.

Aanbeveling: De HGR beveelt aan om bij de kwetsbaarheidsanalyse en de periodieke veiligheidsevaluatie van een kernenergiecentrale de

wisselwerking met nabijgelegen industriële installaties te betrekken en op basis daarvan nucleaire en niet-nucleaire noodplannen te herzien.

15 De structuur en werking van de crisiscentra dient periodiek geëvalueerd

Conclusie: Elke kernenergiecentrale beschikt verplicht over een bedrijfsnoodplan. In het kader van de stress-tests zijn de bedrijfsnoodplannen herbeoordeeld. Dat is niet gebeurd voor ‘externe’ noodplannen die onderwerp zijn van dit advies. De Raad mist in het Belgische nucleaire noodplan de verbinding met het bedrijfsnoodplan, afgezien van de verplichte melding van storingen door de bedrijfsleiding aan de autoriteiten.

Aanbeveling: De HGR beveelt aan om in Europees kader de nucleaire noodplannen aan een ‘stress-test’ te onderwerpen met een onafhankelijke beoordeling, en daarbij de rol van de toezichthouders en de crisisbeheersingscentra te betrekken, zowel operationeel, strategisch als communicatief.

16 Neem scenario's in acht voor verspreiding van radioactieve stoffen in het aquatisch milieu

Conclusie: Tot nu toe werd bij nucleaire ongevallen vooral rekening gehouden met verspreiding van radioactieve stoffen via de lucht. Dat is de belangrijkste en voor de gezondheid en het milieu een bedreigende weg. Fukushima leert dat radioactieve stoffen ook via grond- en oppervlaktewater kunnen weglekken en zich ver verspreiden. Overigens dreigde dat ook bij Tsjernobyl te gebeuren. Verspreiding via grond- en oppervlaktewater, al dan niet na depositie van via de lucht verspreide radioactieve stoffen, kan grote gevolgen hebben voor de drinkwatervoorziening, de landbouw en het milieu. In België speelt ook, net als bij Fukushima, de besmetting van het mariene milieu.

Aanbeveling: De HGR beveelt aan om bij de voorbereiding op ernstige kernongevallen uitdrukkelijk aandacht te besteden aan de verspreiding van radioactieve stoffen via grond- en oppervlaktewater en naar de zee. Voor de korte termijn speelt hier vooral de bedreiging van de

drinkwatervoorziening. Op de lange termijn gaat het ook om landbouw, veeteelt, visserij en de besmetting van plant en dier.

17 Voorzie een aanpak voor kernafval bij langdurige nucleaire crisis

Conclusie: Bij de nasleep van een ernstig kernongeval ontstaan grote hoeveelheden radioactief afval. Bronnen zijn de installatie zelf, de nevenstructuren en het koelwater. Wil men dit afvalwater zuiveren en besmette zones weer bruikbaar maken dan komt daar technologie bij kijken om de grote hoeveelheden radioactief water, besmette grond en reinigingsafval te beheersen. Ondanks de problemen met afval bij Tsjernobyl en Fukushima laat zelfs een denkoefening over het beheer van radioactief afval afkomstig van een kernongeval in België en Europa op zich wachten.

Aanbeveling: De HGR beveelt aan om bij de voorbereiding op de gevolgen van een ernstig kernongeval voorzieningen te treffen voor monitoring, karakterisering, opslag en verwerking van vloeibaar en vast radioactief afval dat kan vrijkomen bij het beheersen van het ongeval en bij de ontsmetting van het omringende (woon)gebied. De Raad beveelt aan om NIRAS¹ te betrekken bij een oefening ter zake en die voorzieningen onderdeel te maken van nucleair afvalbeleid op Europees vlak.

9.4 Grensoverschrijdende aanpak

18 Elk groot nucleair ongeval vereist een internationale aanpak van noodmaatregelen

Conclusie: Ernstige ongevallen met kernenergiecentrales hebben gevolgen die niet bij de Belgische grens ophouden. Dat geldt zeker voor ernstige ongevallen door falen van kernreactoren in Doel en Tihange en van reactoren in de centrales binnen 100 km van de grens als Gravelines, Chooz, Cattenom en Borssele. Voor noodplanning betekent dat opschaling naar Europees niveau. De Raad stelt vast dat een Europese toezichthoudende instantie ontbreekt die handelend en coördinerend kan optreden en logistieke steun kan verlenen bij een grensoverschrijdende nucleaire crisis.

¹ Nationale instelling voor radioactief afval en verrijkte splijtstoffen.

Aanbeveling: De HGR beveelt aan te onderzoeken hoe binnen de Europese Unie het veiligheidstoezicht en het crisisbeheer kan worden geharmoniseerd en versterkt. Bij kernongevallen met een grensoverschrijdend karakter is centrale aansturing een voorwaarde om de gevolgen voor mens, milieu en economie coherent en doeltreffend te kunnen beperken met een meer afgestemde aanpak tussen landen en voldoende technische middelen. Met dit doel voor ogen suggereert de Raad dat een Europese Nucleaire Veiligheids Autoriteit zou worden op poten gezet.

19 *Er is een geharmoniseerde EU aanpak nodig van noodplanning en verzekeringen*

Conclusie: Hoewel tussen buurlanden afspraken zijn gemaakt over informatie-uitwisseling en samenwerking bij kernongevallen met een grensoverschrijdend karakter, stelt de Raad vast dat er beduidende verschillen van aanpak bestaan tussen de Europese landen. Zo zijn de criteria voor maatregelen op de korte termijn niet geharmoniseerd. De Raad doelt onder meer op referentiewaarden voor te nemen maatregelen, besluitvormingsinstrumenten bij een crisis en ontbrekende afspraken over evacuatie aan weerszijden van grenzen.

Frankrijk heeft als enige EU-lidstaat nagedacht over interventiemiddelen en crisismaatregelen voor de lange termijn. Die middelen en maatregelen staan elders in Europa nog in de kinderschoenen en zijn pas vanaf 2018 binnen de EU verplicht. Door de besmetting van het milieu met radioactieve stoffen is een langdurige crisissituatie met internationaal karakter mogelijk. Het gebrek aan Europese harmonisering van de verzekeraarbaarheid van kernreactorongevallen kan de uitvoering van een langetermijnstrategie voor herstel bemoeilijken.

Aanbeveling: De HGR beveelt aan om overleg en samenwerking over nucleaire noodplanning op internationaal vlak te versterken, zowel bilateraal tussen buurlanden als op Europees niveau, en daarbij ook verzekeringsaspecten te betrekken.

Lessen trekken uit ongevallen en noodplanervaringen vereist nader onderzoek. Zowel uit overwegingen van kwaliteit als van urgentie meent de Raad dat onderzoek en ontwikkeling op het terrein van nucleaire veiligheid

en noodplanning in Europees verband moeten worden uitgevoerd. De Raad onderschrijft de strategische onderzoeksagenda van het NERIS-platform en beveelt aan om de Belgische deelname aan Europees onderzoek breder en actiever te ondersteunen.

9.5 Naar een voorzorgstrategie

20 Een adequaat nucleair veiligheidsbeleid vereist een voorzorgstrategie met verruimde participatieve aanpak ook in de noodplanning.

Conclusie: Een nucleair veiligheidsbeleid met noodplanning als sluitstuk beoogt het voorkomen van ongevallen en, mochten ze toch gebeuren, op het zoveel mogelijk beperken van de gevolgen ervan. Volgens de Raad dient echter een adequaat nucleair veiligheidsbeleid te zijn gebaseerd op voorzorg als element van duurzame ontwikkeling. Inderdaad kwesties over de ontwikkeling van kernenergie, over de veiligheid van kerninstallaties en over de gevolgen van ongevallen zijn complex en met onzekerheid omgeven. Die kwesties raken ook onvermijdelijk menselijke waarden die in de samenleving uiteenlopend worden beoordeeld. Al die elementen – complexiteit, onzekerheid en ambiguïteit --, vragen om een voorzorgbenadering. Vermits een ongeval met ernstige en langdurige gevolgen voor de gezondheid en het leefmilieu niet valt uit te sluiten, vereist zo'n strategie al in de directe toekomst een ruimere aanpak van noodplannings- en veiligheidsbeleid.

Aanbeveling: De Raad dringt daarom aan op een strategische aanpak die geënt is op realistische crisisafstanden en –duur, met een grensoverschrijdende Europees karakter, die lessen trekt uit nucleaire en niet-nucleaire ongevallen en waarbij ook minder waarschijnlijke ongevalsscenario's onder de loep worden genomen.

Tevens beveelt de Raad aan om kwetsbaarheidsanalyses, noodplanning en communicatie participatief vorm te geven, gericht op de zorgen van burgers, met oog voor de distributie van risico's en kosten en rekening houdend met lange termijn perspectieven. Zo'n aanpak ter voorbereiding van crisis verruimt preventie tot voorzorg. Deze voorzorgstrategie vereist de opstart van een wettelijk gestructureerde participatie van relevante actoren, inclusief burgers.

AVIS DU CONSEIL SUPERIEUR DE LA SANTE N° 9235

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Dans cet avis, le Conseil s'est penché de manière critique sur la gestion des risques pour l'homme et l'environnement en cas d'accident nucléaire grave. A l'origine de cet avis, il y a les suites de l'accident de Fukushima, mais également le fait que les conséquences d'un tel accident qui surviendrait en Belgique ou à proximité peuvent être très sérieuses en raison de la concentration d'installations nucléaires dans des zones très peuplées. Les questions centrales dans cet avis sont :

Comment une préparation soignée peut-elle prévenir ou limiter autant que possible les dégâts pour l'homme et l'environnement en cas d'accident nucléaire grave ? Comment exploitons-nous les enseignements tirés des accidents antérieurs pour la sûreté nucléaire ?

L'avis contient diverses considérations critiques relatives au processus de planification d'urgence, replacé dans le contexte plus général des accidents industriels graves. Après une analyse d'accidents nucléaires mais aussi non nucléaires, le Conseil formule des recommandations concrètes, identifie les lacunes et propose des améliorations avec une attention particulière pour la vulnérabilité et la communication relative aux risques.

Dans ce dernier chapitre, le Conseil rassemble ses observations. Les conclusions et recommandations sont classées selon trois grands thèmes : prise de conscience, préparation et exhaustivité. Compte tenu du caractère transfrontalier des grands accidents nucléaires, des recommandations pour une approche internationale ont été ajoutées. Enfin, le Conseil plaide pour une approche en matière de sûreté nucléaire selon le principe de précaution, dont une planification d'urgence adéquate est l'élément final.

1. Prise de conscience

1 Un accident nucléaire sévère peut aussi se produire en Belgique et cela nécessite une révision rapide de la planification d'urgence

Conclusion : Bien qu'ils soient exceptionnels, des accidents graves impliquant des installations industrielles, y compris des centrales nucléaires, peuvent aussi survenir en Belgique. Le scénario de l'accident s'est souvent avéré imprévu et imprévisible. Les conséquences sociales ont souvent été considérables. L'accident de Fukushima en est un exemple clair. Un accident impliquant un réacteur nucléaire défaillant en Belgique ou dans un pays voisin, peut avoir des conséquences majeures pour la santé et le bien-être de la population entière, ainsi que pour l'économie belge, voire européenne. Les autorités de sûreté nucléaire européennes attirent également l'attention sur la sévérité de ces conséquences et plaident pour une approche qui en tienne mieux compte (HERCA/WENRA).

Une planification d'urgence nucléaire adéquate est donc impérative. Un plan d'urgence doit être conçu de manière flexible, car le déroulement d'un accident est largement imprévisible. Un éventail de scénarios sont nécessaires lors de la préparation et des exercices de plans d'urgence, y compris des scénarios d'accidents dits « *beyond design* ». Les plans d'urgence doivent aussi aborder les conséquences à long terme d'un accident nucléaire.

Recommandation : Le CSS recommande d'adapter dès que possible en 2016 le plan d'urgence nucléaire et radiologique belge, car 2016 marquera déjà le cinquième anniversaire de l'accident de Fukushima et le plan précédent, qui date de 2003, n'a pas encore été révisé. Parmi les éléments discutés dans le présent avis, une attention particulière doit être portée aux interactions possibles avec d'autres activités à risque et une place centrale doit être accordée au caractère transfrontalier et aux conséquences durables de pratiquement chaque accident nucléaire grave. Comme la planification d'urgence est l'élément ultime de la politique de sûreté nucléaire, ces adaptations peuvent avoir des conséquences en matière de prise de décisions relatives à l'usage de l'énergie nucléaire à des fins de production d'électricité.

2 *Identifier les causes sous-jacentes des accidents et éviter les confusions d'intérêts*

Conclusion : Les accidents nucléaires et les autres accidents industriels présentent des similitudes marquantes au niveau des causes qui en sont à l'origine. Dans cet avis, le Conseil s'est intéressé aux facteurs fondamentaux de risque, qui mettent en évidence les causes sous-jacentes telles que les défauts de conception, les problèmes de communication, la formation, les procédures et les dispositifs de sûreté défectueux ou absents. L'accident de Fukushima en est également un exemple éloquent. Afin de se concentrer sur les causes sous-jacentes, comme il convient de le faire dans une culture de la sûreté adéquate, il est nécessaire que les autorités exercent un contrôle indépendant sur l'exploitation d'une centrale nucléaire. Au Japon, l'absence d'indépendance du contrôle a contribué à l'accident de Fukushima, notamment à cause des précautions insuffisantes contre les tsunamis. Le risque d'accident augmente lorsque les responsables du contrôle ne sont pas exempts d'intérêts politiques ou commerciaux à court terme.

Recommandation : Lors de l'évaluation (ou réévaluation) périodique de la sûreté des installations nucléaires, les autorités de contrôle doivent exiger que les causes sous-jacentes des accidents soient suffisamment abordées.

Le CSS recommande de garantir en pratique l'indépendance du contrôle belge des installations nucléaires, notamment à l'aide de procédures permettant d'éviter les conflits d'intérêts.

3 *Il est nécessaire de réaliser des analyses de vulnérabilité des technologies complexes en prêtant attention aux interactions humaines, et ce certainement dans la planification d'urgence*

Conclusion : L'imprévisibilité des scénarios d'accident est inhérente aux installations industrielles complexes. Un aspect de cette incertitude systémique est la « défaillance de mode commun » (*common mode failure*). Un problème survenant dans un réacteur nucléaire peut affecter le fonctionnement d'autres réacteurs de la centrale et l'intégrité des piscines de stockage de combustible, comme l'accident de Fukushima l'a montré. Ce type de défaillance aggrave l'accident et ses conséquences.

Une analyse de la vulnérabilité permet de repérer les sources d'incertitude systémique et devrait donc faire partie intégrante du processus à la fois d'autorisation et de planification d'urgence. Une telle analyse peut rendre les mesures d'intervention plus efficaces et révéler la connaissance locale des faiblesses et des menaces ainsi que la manière dont les gens se positionnent à ce sujet.

Recommandation : Le CSS recommande de réaliser systématiquement des analyses de la vulnérabilité, comme base de la planification d'urgence dans les installations industrielles complexes et nucléaires. Une telle analyse doit viser à l'identification des scénarios d'accident possibles. Même les accidents très improbables mais avec des conséquences lourdes doivent recevoir l'attention nécessaire. Cette analyse doit aussi s'intéresser à la vulnérabilité de la population locale et à sa résilience face aux conséquences individuelles et collectives pour la santé et le bien-être, à court et long termes.

4 *Le tissu social des régions touchées peut être perturbé pour de longues périodes*

Conclusion : La difficulté de prévoir les scénarios d'accident et les interactions imprévues entre un réacteur nucléaire défaillant et d'autres installations font qu'il est impossible d'exclure qu'une partie des matières radioactives de l'installation nucléaire soit rejetée dans l'environnement. Malgré de multiples mesures de sûreté telles que les systèmes de confinement, l'accident de Fukushima montre que des rejets importants dans l'environnement sont possibles, même avec des réacteurs de technologie occidentale. Malgré le risque relativement faible, les conséquences de tels accidents « *beyond design* » peuvent être très graves, durer de très nombreuses années et rendre des zones inhabitables pendant plusieurs générations.

Recommandation : Le CSS attire l'attention sur les conséquences à long terme possibles des accidents nucléaires graves. Le Conseil recommande dès lors de prévoir, dans la planification d'urgence, une approche axée sur le rétablissement dans la durée, c'est-à-dire pour les phases qui suivent le moment où l'accident comme tel est sous contrôle. Une stratégie pour le

long terme doit faire partie du processus de planification d'urgence, avec pour objectif le rétablissement maximal possible de la vie sociale, même si cela s'avèrera difficile dans un pays densément peuplé.

5 *Un processus d'apprentissage transdisciplinaire et participatif est nécessaire dans la planification d'urgence*

Conclusion : La société tire difficilement des leçons des accidents réels. C'est le cas de la classe politique, mais aussi des experts. Cela provient d'un glissement des priorités politiques, provoqué par d'autres événements choquants, et influencé par les médias et les groupes de pression. Ainsi, lors de Katrina, les manquements étaient également la conséquence de la priorité donnée aux actions de lutte contre le terrorisme, qui ont réduit la vigilance en matière de protection contre les ouragans. De même parmi les experts, une culture de groupe spécifique peut perturber inconsciemment l'attention pour les incertitudes systémiques précitées.

Si les mesures de planification d'urgence se veulent efficaces afin de limiter autant que possible les conséquences, le personnel concerné et la population locale doivent être conscients à la fois des risques et des mesures de protection possibles. L'analyse de la vulnérabilité recommandée ici est un moyen d'impliquer la population dans les processus d'autorisation et de planification d'urgence, mais aussi d'obtenir des informations sur les défis, les obstacles et les possibilités relatifs aux mesures d'intervention. La participation suscite inévitablement des questions d'ordre éthique concernant les avantages et les inconvénients de l'exploitation de la centrale nucléaire. Ces questions doivent être traitées de manière transparente, afin d'examiner les conditions d'acceptabilité de cette exploitation. Il se crée ainsi des perspectives de développer la confiance de la population locale envers les différentes autorités, y compris l'autorité de contrôle des activités nucléaires.

Recommandation : Le CSS recommande un processus d'apprentissage interactif permanent, basé sur des quasi-accidents et des exercices. Une structure permettant l'échange ouvert d'expériences et de connaissances ainsi qu'une collaboration axée sur les problèmes entre différentes disciplines et différents niveaux de pouvoir est indispensable. Une

approche de la gestion des accidents sous forme de réseau favorise les contacts personnels entre les intervenants clés. Cette approche peut également s'appliquer à une collaboration renforcée avec les pays voisins. Le CSS conseille aux autorités d'expérimenter aussi des processus d'apprentissage sociaux, impliquant la population concernée, l'exploitant du réacteur, l'AFCN et les autorités locales ainsi que leurs experts respectifs. Ces processus peuvent fournir des informations en vue de la gestion des accidents nucléaires et des accidents en général. Les projets participatifs exigent des procédures transparentes claires afin de limiter la confusion d'intérêts et le lobbying.

Tirer des enseignements des accidents ne nécessite pas seulement de faire appel à des ingénieurs nucléaires. C'est pourquoi le Conseil recommande d'impliquer aussi des sociologues, des experts en communication, des experts en éthique, des experts en assurances, des spécialistes en sciences de la santé et des psychologues.

6 *Une communication transparente et interactive en matière de risques est nécessaire*

Conclusion : La communication relative aux accidents nucléaires et à la planification d'urgence doit faire partie intégrante d'un processus transparent de communication relative à l'énergie nucléaire. Des informations équilibrées sur les risques et les incertitudes sont cruciales, mais l'accent ne peut pas être mis uniquement sur ces informations ni sur les mesures visant à limiter les conséquences. Tchernobyl et Fukushima ont montré que l'impact sur la santé et le bien-être va plus loin. La peur d'effets sur la santé survenant plus tard, l'expulsion temporaire ou permanente de chez soi, les autres dilemmes et la stigmatisation sociale sont autant de défis en termes de communication, à la fois en « temps de paix » et lors d'un accident. Après un accident, les gens réagissent différemment, l'accident peut modifier radicalement leur cadre de vie et leurs préoccupations. Après la communication d'un accident ou d'une augmentation de la menace, les gens ne paniquent pas systématiquement mais tentent de trouver une source d'information fiable.

Les différences de perception au sujet des risques nucléaires et de l'efficacité des mesures d'urgence ne peuvent pas constituer un obstacle à la prise en charge des préoccupations de la population, même si celles-ci remettent en question le résultat des analyses des risques et les choix. La confiance peut également être créée en prenant en compte explicitement différents points de vue. L'instauration durable de la confiance peut permettre d'améliorer l'efficacité des mesures en cas d'accident.

Recommandation : Le conseil recommande d'élargir la communication dans le cadre du processus de planification d'urgence et de rendre ce processus plus transparent. La communication est un processus bidirectionnel qui, parallèlement à des informations techniques plus équilibrées en ce qui concerne le risque d'exposition au rayonnement et ses incertitudes, doit aussi s'intéresser aux préoccupations de la population. Les émotions, les valeurs et les oppositions sociales doivent être prises en considération. Selon le CSS, la communication relative aux accidents doit, dans l'approche participative esquissée, dépasser la communication unilatérale d'instructions et la réponse aux questions sur les risques. Le respect des préoccupations relatives au bien-être de la famille et des animaux, aux revenus et à une compensation équitable des dommages subis, ainsi qu'aux perspectives de retour à une vie plus ou moins normale doit bénéficier d'une grande attention.

Une structure de communication appropriée, passant avec satisfaction le test de la transparence, est nécessaire et doit être distincte de la gestion directe de la crise. Le modèle RISCOS, développé en Suède et testé en Belgique, offre les conditions qui font la différence entre communication et influence exercée sur la population.

7 Il est nécessaire de prêter attention au rôle possible des médias sociaux dans la gestion de crise

Conclusion : Le paysage actuel de la communication diffère considérablement de celui d'il y a dix ou vingt ans. Internet et les réseaux sociaux permettent l'échange immédiat d'informations entre une multitude d'intervenants différents. Les nouveaux médias jouent un rôle dans la diffusion rapide d'informations en cas d'accident. Ils peuvent aussi être

une source de confusion et d'erreur. Parallèlement, les médias classiques tels que les journaux, la radio et la télévision continuent de jouer leur rôle en matière de communication relative aux risques et aux accidents.

Recommandation : De nos jours, les autorités utilisent les réseaux sociaux principalement pour surveiller les réactions du public, mais un revirement est perceptible. Le CSS conseille d'utiliser les réseaux sociaux activement et bilatéralement, afin d'échanger des informations sur les mesures en cas d'accident et sur les inquiétudes de la population en ce qui concerne l'accident. Cette recommandation est d'autant plus importante que les réseaux sociaux permettent de collecter des informations uniques sur la situation locale en cas d'accident.

2. Meilleure préparation

8 *Des mesures d'urgence adéquates doivent être l'élément ultime de la politique de sûreté nucléaire*

Conclusion : Les « tests de résistance » des installations nucléaires ont été une réaction des pays de l'Union européenne à l'accident de Fukushima. Cette auto-évaluation des exploitants, coordonnée par les autorités, a débouché sur des programmes d'amélioration des centrales, qui ont été évalués au niveau européen et sont incontestablement favorables, mais pas suffisants, pour la sûreté nucléaire dans son ensemble en Europe. En effet, les tests de résistance se sont intéressés aux plans d'urgence internes des installations nucléaires mais pas à la qualité et au besoin de révision des plans d'urgence externes faisant l'objet du présent rapport. Même après la mise en œuvre de ces programmes, il reste donc du travail à accomplir. Le Conseil attire l'attention sur le fait que la clarté n'est pas faite sur la vulnérabilité de la protection physique des installations nucléaires. La menace du terrorisme exige une certaine réserve sur le plan de la divulgation d'informations sur les faiblesses et les mesures de renforcement complémentaires. Cela n'empêche cependant pas d'évoquer clairement la problématique de la sécurité et de la prendre en compte parmi les éléments d'incertitude dans les considérations relatives à la planification d'urgence.

Aucune évaluation indépendante de la manière dont les autorités nationales impliquées dans la planification de crise après Fukushima ont procédé

n'a été réalisée. Une étude européenne, réalisée dans plusieurs pays, a examiné de manière critique la préparation aux plans d'urgence, sur une base participative, et en a conclu que des améliorations importantes sont encore à prévoir.

Le CSS accueille favorablement l'ébauche de prise en compte de la sûreté nucléaire dans la nouvelle réglementation européenne et l'élargissement de la planification d'urgence aux conséquences à long terme.

Recommandation : Le Conseil recommande de poursuivre le processus à long terme d'harmonisation des critères de sûreté nucléaire et des exigences en matière de planification d'urgence en Europe, ainsi que d'organiser le contrôle au niveau européen. Une étude demandée par la Commission européenne n'a pas clarifié la qualité des conditions de sûreté spécifiques dans les États membres. Le Conseil plaide pour la participation de la Belgique à une enquête participative sur la préparation de la réponse aux situations de crise nucléaires, telle qu'elle est prévue avec la France pour les installations frontalières.

Le Conseil propose d'intégrer de manière adéquate, dans la planification d'urgence hors site, les dispositions relatives à la sécurité (au sabotage, notamment).

9 Des mesures complexes dans des zones densément peuplées doivent être préparées également à plus grande distance et pour des durées plus longues

Conclusion : Le plan d'urgence nucléaire belge porte surtout sur la menace d'une exposition à des matières radioactives au cours des premiers jours et premières semaines après l'accident. Les mesures décrites sont la mise à l'abri, la distribution de comprimés d'iode stable, l'évacuation et la limitation des aliments produits localement. Le plan d'urgence envisage de telles mesures dans un rayon de 5 à 20 kilomètres dans les zones de planification.

Les mesures à court terme sont contre-productives si elles se maintiennent longtemps sans aucune perspective claire. La mise à l'abri et l'évacuation,

en particulier, ainsi que, dans une moindre mesure, la limitation des aliments cultivés localement peuvent désorganiser la société. Tchernobyl et Fukushima ont également montré que les distances prévues dans les zones de planification sont trop restreintes. Des interventions à des distances allant jusqu'à 100 km et plus peuvent être nécessaires et demandent une préparation suffisante.

Le plan d'urgence n'aborde pas les mesures relatives à la période de transition, laquelle commence lorsque le risque de rejet radioactif a disparu, ni la prise en charge de la période de rétablissement parfois longue.

Recommandation : Le CSS recommande d'étendre à des distances réalistes, sur la base de l'expérience des accidents, les zones de planification pour la mise à l'abri, la distribution d'iode stable et l'évacuation. Conformément à une recommandation des autorités de sûreté européennes (HERCA, WENRA), le Conseil a déjà recommandé, dans un rapport précédent, d'étendre à une zone de 100 kilomètres la stratégie de distribution d'iode stable. Cette distance devrait également s'appliquer à la mise à l'abri. L'évacuation est une décision extrême qui peut faire des victimes mais qui ne peut pas être exclue et doit aussi être préparée de manière stratégique et sélective, dans un rayon de 20 kilomètres au moins, sur la base de critères radiologiques et non radiologiques.

Le CSS conseille de préparer des mesures pour la période de transition et de rétablissement. Ces mesures à long terme doivent consister en des options stratégiques pouvant être adaptées à la situation, le cas échéant. Elles visent la limitation de la désorganisation sociale et la prise en charge des préoccupations de la population touchée. En ce qui concerne la perturbation des zones complexes densément peuplées, des exercices de réflexion, couplés aux exigences de sûreté, sont indiqués et ce également au-delà des zones de planification.

10 Il faut prêter davantage attention à la coordination médicale et aux personnes vulnérables dans les situations de crise

Conclusion : Le processus du plan d'urgence nécessite l'implication, via les administrations compétentes, du personnel des soins de santé :

personnel médical et paramédical, services d'urgence et hôpitaux, en plus de l'aide psychosociale. Le Conseil constate que le plan d'urgence ne consacre qu'une attention limitée aux groupes vulnérables, en particulier lorsqu'une évacuation est nécessaire. Il n'est pas clair qu'un personnel suffisant soit disponible pour s'occuper des personnes vulnérables. Le Conseil se demande si le personnel (para)médical et les secouristes de la Croix-Rouge sont suffisamment préparés à remplir leur rôle en cas de catastrophe nucléaire et si la coordination par les autorités médicales compétentes est suffisante à cet égard.

Recommandation : Les personnes vulnérables et les groupes qui nécessitent des soins spéciaux lors de l'application de mesures telles que la mise à l'abri et, plus particulièrement, l'évacuation doivent être identifiés. Le Conseil recommande de former suffisamment les secouristes et de les équiper afin de pouvoir s'occuper des personnes vulnérables. Une communication bien préparée avec les écoles et la population en général est indispensable.

11 Il faut prévoir des mesures de protection pour les externes en cas d'intervention et de travaux de déblaiement

Conclusion : Compte tenu de la contamination à long terme par des matières radioactives de vastes régions après un accident grave, un groupe important de travailleurs, en plus du personnel d'intervention, peut être exposé durant la période de transition et de rétablissement au rayonnement ionisant provenant du sol, des bâtiments et de l'infrastructure contaminés. Fukushima et Tchernobyl nous ont appris que beaucoup de ces travailleurs sont des « externes », qui n'ont pas d'expérience et de connaissance en matière nucléaire et ont besoin de mesures de protection complémentaire spécifiques.

Recommandation : Le CSS recommande d'étendre proactivement les dispositions européennes destinées aux travailleurs externes aux accidents et à la planification d'urgence, y compris aux interventions pendant la phase de rétablissement dans les zones contaminées par des matières radioactives lors d'un accident nucléaire. Ces dispositions doivent comporter des informations, des directives en matière de formation et de

training, des procédures de surveillance de la radioactivité et de la dose, et des niveaux de référence pour l'exposition au rayonnement. Des *mesures doivent être prévues proactivement en vue du suivi de la santé de ces travailleurs externes.*

3. Exhaustivité

12 Il faut compléter l'approche en matière de sûreté par des scénarios d'accident non prévus dans la conception et les révisions des installations

Conclusion : Le fait que les accidents ne se déroulent pas selon le « scénario » des analyses de risques réalisées précédemment a non seulement des conséquences pour la planification d'urgence mais aussi pour la remédiation. Les enseignements tirés des accidents nucléaires et non nucléaires concernent la politique de sûreté nucléaire dans son ensemble et, en particulier, l'analyse des risques à la base de la conception et de l'exploitation d'une installation nucléaire.

À l'instar de la planification d'urgence, la politique de sûreté doit être un processus permanent. La révision périodique obligatoire est un pas dans cette direction. Les incertitudes systémiques inhérentes à l'exploitation de toute installation industrielle complexe doivent être analysées et sans cesse intégrées à l'analyse des risques d'une installation (nucléaire) donnée. Les développements technologiques qui peuvent réduire la probabilité et l'importance d'un accident sévère, doivent aussi être intégrés à ces analyses, et conduire à des adaptations (*retrofitting*). Le Conseil pense par exemple à des mesures - prévues entretemps pour les centrales nucléaires de la nouvelle génération- , afin d'empêcher que le corium fondu ne pénètre dans le sol et n'atteigne les eaux souterraines.

Recommandation : Lors de l'évaluation périodique de la sûreté d'une centrale nucléaire (et plus particulièrement en cas de prolongation de la durée de vie), le CSS recommande d'examiner de manière critique l'analyse des risques à la base de la conception et de l'exploitation de la centrale, y compris en ce qui concerne les accidents *beyond design* qui, même si leur probabilité est faible, comportent un risque de conséquences majeures.

13 *Il est nécessaire de prêter attention à la densité de la population et à la mobilité*

Conclusion : En ce qui concerne les mesures à court et long termes après un accident nucléaire dans le cas de la Belgique, un élément essentiel est la localisation des centrales nucléaires à proximité de zones densément peuplées. Toute mesure est dès lors beaucoup plus compliquée que celles prises lors de l'accident de Fukushima, par exemple. La vulnérabilité des infrastructures de transport en Belgique, carrefour international, accroît ce défi, de sorte qu'il peut être nécessaire de faire appel rapidement aux pays voisins afin de prêter main-forte lors de l'évacuation, par exemple.

Recommandation : Dans le cadre de la planification d'urgence nucléaire, le CSS conseille d'accorder une attention particulière aux aspects relatifs à la vulnérabilité des grands déplacements de population dans un pays densément peuplé où le trafic est congestionné. Outre la concertation avec les pays voisins, l'intégration dans une stratégie à long terme est nécessaire afin de planifier le déplacement et l'hébergement de grands groupes de personnes.

14 *L'interaction des risques nucléaires et des autres risques industriels peut aggraver la crise*

Conclusion : Les centrales nucléaires sont principalement situées à proximité de complexes industriels. Doel, par exemple, se trouve dans la zone portuaire et industrielle d'Anvers. Une telle localisation comporte des risques supplémentaires qui ne sont pas toujours pris en considération. Ainsi une industrie chimique proche ne peut pas toujours être mise à l'arrêt rapidement et une perte de contrôle de celle-ci peut comporter des risques qui peuvent aggraver les conséquences de l'accident nucléaire. Ces éléments doivent être pris en compte dans l'analyse de vulnérabilité et dans les plans d'urgence.

Recommandation : Le CSS recommande d'intégrer les interactions avec les installations industrielles proches dans l'analyse de la vulnérabilité et l'évaluation périodique de la sûreté d'une centrale nucléaire, ainsi que de revoir les plans d'urgence nucléaire et non nucléaire sur cette base.

15 *La structure et le fonctionnement des centres de crise doivent être évalués périodiquement*

Conclusion : Chaque centrale nucléaire doit disposer d'un plan d'urgence propre à l'entreprise. Les plans d'urgence des entreprises ont été réévalués dans le cadre des tests de résistance, mais pas les plans d'urgence « externes » qui sont l'objet de cet avis. Dans le plan d'urgence nucléaire belge, le Conseil ne voit pas le lien avec le plan d'urgence des entreprises, hormis la notification obligatoire des problèmes aux autorités par la direction de l'entreprise.

Recommandation : Le CSS recommande, dans un cadre européen, de soumettre les plans d'urgence nucléaire à un « test de résistance », associé à une évaluation indépendante, et d'y inclure le rôle des autorités de contrôle et des centres de gestion de crise, dans les domaines à la fois opérationnel, stratégique et de la communication.

16 *Il faut tenir compte de scénarios de propagation de la radioactivité en milieu aquatique*

Conclusion : Jusqu'à présent, lors d'un accident nucléaire, c'est principalement la propagation des matières radioactives par voie aérienne qui a été prise en considération. Il s'agit de la voie de propagation la plus importante et la plus dangereuse pour la santé et l'environnement. Fukushima nous a appris que les matières radioactives peuvent également fuir dans les eaux souterraines et les eaux de surface et se propager ainsi très loin. Cette situation risquait également de se produire à Tchernobyl. La propagation par les eaux souterraines et les eaux de surface, accompagnée ou non du dépôt de matières radioactives transportées par l'air, peut avoir des conséquences importantes sur l'approvisionnement en eau potable, l'agriculture et l'environnement. En Belgique, comme au Japon, la contamination du milieu marin doit aussi être prise en considération.

Recommandation : Dans le cadre de la préparation aux accidents nucléaires graves, le CSS recommande d'accorder une attention explicite à la propagation des matières radioactives via les eaux souterraines et les eaux de surface et vers la mer. A court terme, c'est la menace pour l'approvisionnement en eau potable qui est principalement importante.

À long terme, l'agriculture, l'élevage, la pêche et la contamination des plantes et des animaux sont également concernés.

17 Il faut prévoir une approche concernant les déchets nucléaires en cas de crise nucléaire de longue durée

Conclusion : Un accident nucléaire grave produit de grandes quantités de déchets radioactifs. Ces déchets proviennent de l'installation, des structures adjacentes et de l'eau de refroidissement. L'épuration des eaux usées et la réhabilitation des zones contaminées nécessitent de faire appel à la technologie pour traiter de grandes quantités d'eau radioactive, de terres contaminées et de déchets de nettoyage. Fukushima en est un exemple éloquent. Malgré les constatations et les problèmes relatifs à la gestion des déchets à Tchernobyl et à Fukushima, une réflexion sur la gestion de ces déchets radioactifs en Belgique et en Europe se fait encore attendre.

Recommandation : Lors de la préparation aux conséquences d'un accident nucléaire grave, le CSS recommande de prendre des dispositions en vue de la surveillance, de la caractérisation, du stockage et du traitement des déchets radioactifs liquides et solides produits lors de la gestion de l'accident et par la contamination de la zone (résidentielle) environnante. Le Conseil recommande d'impliquer l'ONDRAF (Organisme National des Déchets Radioactifs et des matières Fissiles enrichies) dans un exercice en la matière et de revoir d'ores et déjà ce besoin au niveau européen dans le cadre de la politique de gestion des déchets nucléaires.

4. Approche transfrontalière

18 Chaque accident nucléaire de grande ampleur nécessite une approche internationale des mesures d'urgence

Conclusion : Les accidents graves impliquant une centrale nucléaire ont des conséquences qui dépassent les frontières belges. C'est particulièrement le cas des accidents graves dus à une défaillance des réacteurs à Doel et Tihange et dans les centrales à moins de 100 km de nos frontières (Gravelines, Chooz et Borsele). En ce qui concerne la planification d'urgence, cela implique une remontée au niveau européen. Le Conseil constate qu'il n'existe pas d'instance de surveillance européenne en

mesure d'agir, d'apporter un soutien logistique et d'assurer la coordination en cas de crise nucléaire transfrontalière.

Recommandation : Le CSS recommande d'étudier comment, au sein de l'Union européenne, la surveillance de la sûreté et la gestion de crise peuvent être harmonisées et renforcées. En cas d'accident nucléaire de nature transfrontalière, une direction centralisée est impérative afin de pouvoir limiter de manière cohérente et efficace les conséquences pour l'homme, l'environnement et l'économie, avec une approche mieux harmonisée entre pays et des moyens techniques suffisants.

19 Une approche européenne harmonisée de la planification d'urgence et des assurances est nécessaire

Conclusion : Bien que des accords aient déjà été pris entre pays voisins en vue de l'échange d'informations et de la collaboration en cas d'accident nucléaire de nature transfrontalière, le Conseil constate qu'il existe encore des différences nettes en termes d'approche entre les pays européens. Les critères des mesures à court terme ne sont pas harmonisés. Le Conseil songe notamment aux valeurs de référence pour les mesures à prendre, aux outils de prise de décision en cas de crise et à l'absence d'accords relatifs à l'évacuation de la population des deux côtés de la frontière.

La France est le seul État membre de l'Union européenne à avoir réfléchi aux moyens d'intervention et aux mesures de gestion de crise pour le long terme. Ces moyens et mesures n'en sont encore qu'à leurs balbutiements ailleurs en Europe et ne seront obligatoires au niveau européen qu'en 2018. Suite à une contamination radioactive de l'environnement, une crise internationale de longue durée est possible. L'absence d'harmonisation européenne des assurances et de l'assurabilité des réacteurs nucléaires peut sérieusement compliquer la mise en œuvre d'une stratégie de réhabilitation à long terme après un accident nucléaire.

Recommandation : Le CSS recommande de renforcer la concertation et la collaboration internationales en matière de planification d'urgence dans le cadre d'accidents nucléaires, tant bilatéralement entre des pays voisins qu'au niveau européen, y compris en ce qui concerne les aspects relatifs aux assurances.

Tirer des enseignements des accidents et de l'expérience en matière de planification d'urgence implique des recherches. Sur la base de considérations relatives à la qualité et à l'urgence, le Conseil estime que la recherche et le développement dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la planification d'urgence doivent avoir lieu dans un contexte européen. Le Conseil approuve le programme de recherches stratégiques de la plateforme NERIS et recommande de soutenir de manière plus large et plus active la participation belge aux recherches européennes.

5. Vers une stratégie de précaution.

20 Une politique de sûreté nucléaire adéquate exige une stratégie de précaution avec une approche participative élargie, y compris dans la planification d'urgence

Conclusion : Une politique de sûreté nucléaire avec les plans d'urgence qui en découlent est axée sur la prévention des accidents et, si cependant un accident survenait, sur la limitation maximale des conséquences de celui-ci. Selon le Conseil, une politique adéquate de sûreté nucléaire doit cependant être basée sur la précaution, comme élément de développement durable. En effet, les questions sur le développement de l'énergie nucléaire, sur la sûreté des installations nucléaires et sur les conséquences d'un accident sont complexes et s'accompagnent d'incertitudes. Ces questions touchent inévitablement à des valeurs humaines qui sont appréciées de façon divergentes dans la société. Tous ces éléments- complexité, incertitudes, ambiguïté- demandent une approche de précaution. Comme un accident avec des conséquences sérieuses pour la santé et l'environnement ne peut être exclu, une telle stratégie exige, déjà dans un avenir immédiat, une approche plus large de la planification d'urgence et de la politique de sûreté.

Recommandation : Le Conseil insiste dès lors sur une approche stratégique intégrant des étendues territoriales et des durées de crise réalistes, ainsi qu'un impact européen transfrontalier, tirant les leçons des accidents nucléaires et non nucléaires et dans laquelle les scénarios d'accidents moins probables soient également examinés en détail.

Le Conseil demande aussi de donner une forme participative aux analyses de vulnérabilité, à la planification d'urgence et à la communication, axée sur les préoccupations des citoyens, tenant compte de la distribution des risques et des coûts, ainsi que des perspectives à long terme. Pareille approche de la préparation aux crises élargit la notion de prévention à celle de précaution. Cette stratégie de précaution exige la mise sur pied d'une participation, légalement structurée, des acteurs appropriés, y compris les citoyens.

ADVISORY REPORT OF THE SUPERIOR HEALTH COUNCIL NO. 9235

9. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In this opinion, the Council carried out a review of risk management in the event of a serious nuclear accident. This opinion was drawn up not only in the light of the consequences of the Fukushima accident, but also considering that if this type of accident occurred in or near Belgium the consequences would be very serious because of the concentration of nuclear facilities in highly populated areas. The key issues addressed in this opinion are the following:

How might a process of careful preparation prevent or reduce as much as possible the detrimental effects to man and the environment in the event of a serious nuclear accident? How can we learn lessons from past accidents to improve nuclear safety?

The opinion discusses a number of critical remarks related to the process of emergency planning that are examined in the more general context of serious industrial accidents. Following an analysis of various accidents, not only nuclear but also non-nuclear, the Council puts forward a number of practical recommendations, identifies certain shortcomings and proposes a number of improvements, focusing in particular on vulnerability and risk communication.

In this final chapter, the Council summarises its observations. The conclusions and recommendations are categorised according to three key themes: awareness, preparedness and completeness. Given the cross-border nature of major nuclear accidents, the Council has added a number of recommendations for an international approach. Finally, the Council calls for a precautionary approach to nuclear safety, with adequate emergency planning as cornerstone.

1 More Awareness

1 A serious nuclear accident could also occur in Belgium, and requires a rapid review of emergency planning

Conclusion: Although they are a rare occurrence, serious accidents involving industrial facilities, including nuclear power plants, could also occur in Belgium. In such eventualities, the accident scenario is often unexpected and unpredictable and the social consequences have often been considerable. The Fukushima accident is a case in point. An accident involving a faulty nuclear plant occurring in Belgium or in a neighbouring country could have very serious consequences for the health and well-being of the entire population, as well as for the economy of Belgium and even of Europe as a whole. The European nuclear safety authorities have also drawn attention to the necessity of an improved approach for severe consequences (HERCA/WENRA).

Adequate nuclear emergency planning is therefore essential. An emergency plan must be flexible because the outcome of any accident will be largely unpredictable. It is therefore essential to envisage a range of scenarios during the preparatory phase and during exercises of emergency plans, including beyond-design accident scenarios. The emergency plans must also address the long-term consequences of a nuclear accident.

Recommendation: The CSS recommends that the Belgian nuclear and radiological emergency plan be adapted as promptly as possible in 2016, not only because 2016 marks the fifth anniversary of the Fukushima accident but also because the previous plan, which dates back to 2003, has not yet been revised. Among the issues discussed in the present opinion, particular attention must be given to the possibility of interaction with other at-risk activities, and special emphasis must be given to the cross-border nature of accidents and the long-term consequences of practically any serious nuclear accident. As emergency planning is the pivotal element of nuclear safety policy, these adaptations may have an impact on the decision-making process concerning the use of nuclear energy for electricity production.

2 *Identify the underlying causes of accidents and prevent conflicts of interest*

Conclusion: Nuclear and other industrial accidents show striking similarities in terms of their causes. In this opinion, the Council looked at fundamental risk factors that highlight the underlying causes such as design flaws, communication problems, lack of training and defective or non-existent safety procedures and measures. The Fukushima accident is also a telling example of this phenomenon. In order to focus on the so called general failure types, as is right and proper in the context of an adequate safety culture, the authorities must exercise independent control over the operation of nuclear power plants. In Japan, the lack of independent control contributed to the Fukushima accident, in particular because of the lack of precaution against tsunamis. The risk of an accident increases when the agencies responsible for monitoring are not free of short-term political or commercial interests.

Recommendation: During the periodic assessment (or reassessment) of the safety of nuclear facilities, the supervisory authorities must demand that the underlying causes of accidents be adequately addressed.

The CSS recommends that the independence of Belgian control of nuclear facilities be guaranteed in practice, in particular by establishing procedures to prevent conflicts of interest.

3 *It is essential to carry out vulnerability analyses of complex technologies while giving attention to human interaction, in particular in the context of emergency planning*

Conclusion: The unpredictability of accident scenarios is inherent to complex industrial plants. One aspect of this systemic uncertainty is the so called common mode failure. As the Fukushima accident showed, a problem occurring in one nuclear reactor can also affect the operation of other reactors in the plant and question the integrity of the fuel storage pools. This type of failure is bound to exacerbate the accident and its consequences.

A vulnerability analysis helps identify the sources of systemic uncertainty and should therefore be an integral part of the processes of authorisation and emergency planning. Furthermore, it helps improve the effectiveness of intervention measures and can shed light not only on the public opinion on nuclear safety but also on how people view possible shortcomings and threats.

Recommendation: The CSS recommends the systematic implementation of vulnerability analyses as a basis for emergency planning in complex and nuclear industrial facilities. Such an analysis must be geared towards identifying possible accident scenarios. Even accidents that are highly unlikely but might have considerable consequences must be given the necessary attention. This analysis must also focus on the vulnerability of the local population and their resilience in the face of the individual and collective consequences for health and well-being in the short and long term.

4 *The social fabric of the affected regions may be disrupted for some considerable time*

Conclusion: Given that it is difficult to predict accident scenarios and possible unexpected interactions between a faulty nuclear reactor and other facilities, the possibility cannot be ruled out that part of the radioactive materials in the nuclear power plant might be released into the environment. Despite the presence of many different safety measures such as containment systems, the Fukushima accident showed the possibility of a significant release of radioactivity into the environment even with reactors of Western design. Despite the relatively low probability involved, the consequences of such beyond-design accidents can be very serious and might last for many years and make certain areas uninhabitable for several generations.

Recommendation: The CSS draws attention to the possible long-term consequences of serious nuclear accidents. The Council therefore recommends that emergency planning include an approach for long-term remediation, i.e. during the phases occurring after the actual accident has been brought under control. The process of emergency planning must

include a long-term strategy aimed at ensuring that social life is restored as far as possible, even if this may be difficult in a densely populated country.

5 *A multidisciplinary and participatory learning process is needed for emergency planning*

Conclusion: It is difficult for society to draw lessons from real accidents. This applies not only to political decision-makers, but also to experts. The reason for this is that when accidents occur there is a shift in political priorities. This shift is caused by other shocking events and is influenced by the media and pressure groups. For example, during the Katrina disaster, the shortcomings were also the result of the fact that priority was given in the US before to antiterrorism measures, resulting in a situation where less effort was made to provide protection against hurricanes. There is a similar phenomenon among experts, as the culture of a specific group can unconsciously divert attention from the above-mentioned systemic uncertainties.

In order to be able to implement efficient emergency planning measures to reduce the consequences as much as possible, the personnel concerned and the local population must be aware not only of the risks but also of the possible protective measures. The vulnerability analysis recommended in this document is one way in which the local population can be involved in the authorisation and emergency planning processes. Furthermore, it also provides a means of obtaining information on the challenges, obstacles and opportunities in the way of intervention measures and the possibilities of such measures.

Participation inevitably raises issues of an ethical nature concerning the pros and cons of nuclear energy production. These issues must be addressed in a transparent manner in order to ensure a proper examination of the conditions in which it is acceptable to generate nuclear energy. This opens up possibilities for fostering trust for the different authorities among the local population, including the authority responsible for monitoring nuclear activities.

Recommendation: The CSS recommends a process of permanent interactive learning based on near-accidents and exercises. It is essential

to devise a structure that permits the open exchange of experiences and knowledge and fosters cooperation focusing on the possible problems among different disciplines and different levels of authority. Such a network approach to accident management encourages personal contacts between the key stakeholders. This approach could also include measures to encourage closer cooperation with neighbouring countries.

The CSS also recommends authorities to set up experiments with social learning processes that involve the population concerned, the agency that operates the reactor, the FACN and the local authorities along with their respective experts. These processes can be useful in providing input to the management of nuclear accidents and accidents in general. Participatory projects require clear and transparent procedures in order to limit conflicts of interest and lobbying.

Nuclear engineers are not the only experts who should be involved in the process of drawing lessons from accidents. The Council recommends that this process should also involve sociologists, communication experts, experts in ethics, insurance experts, specialists in the health sciences and psychologists.

6 *The need for transparent and interactive communication concerning risks*

Conclusion: Communication concerning nuclear accidents and emergency planning must be an integral part of a transparent communication process on issues surrounding nuclear energy. Balanced information concerning the risks and uncertainties is crucial, but the emphasis should not only be on this information or the measures taken to limit the consequences. The experience of Chernobyl and Fukushima showed that the impact on health and well-being can be larger. The fear of delayed health problems, temporary or permanent expulsion from home, miscellaneous dilemmas and social stigma are some of the challenges that might arise in terms of communication, both in “peace time” and during an accident. People react differently after accidents, and an accident can radically change their living environment and their concerns. After an accident or an increased threat is announced, people do not systematically panic but they try to find a reliable source of information.

Differences in perception concerning nuclear risks and the effectiveness of emergency measures must not be permitted to impede the task of addressing the concerns of the population, even if such concerns call into question the results of the risk analyses and the options taken in decision making. Trust can also be won by taking into account radically different points of view. We can improve the effectiveness of the measures implemented in the event of an accident by creating sustained trust.

Recommendation: The Council recommends that a more broad-based approach be adopted to communication within the framework of the emergency planning process and that this process be made more transparent. Communication is a two-way process which, alongside more balanced technical information as regards the risk of exposure to radiation and its uncertainties, must also take into account the concerns of the population. It is essential to take people's emotions, values and social opposition into consideration. In the opinion of the SHC, communication concerning accidents according to the participatory approach outlined means more than simply issuing instructions in a unilateral fashion and answering questions about the risks involved. A lot of attention must be given to the task of ensuring respect for people's concerns, in particular as regards the well-being of the family and of animals, income and fair compensation for losses incurred and the prospects of a return to a more or less normal life.

What is required is an appropriate communication structure that is satisfactorily transparent and is distinct from the direct management of the crisis. The RISCOM model, that was developed in Sweden and tested in Belgium, provides a means of ensuring a separation between, on the one hand, communication and, on the other hand, exercising influence over the population.

7 *Be aware of the possible role of the social media in crisis management*

Conclusion: Today's communication landscape is very different from the environment that existed ten or twenty years ago. The internet and the social networks permit the instant exchange of information among many different actors, and the new media can be used to disseminate information quickly in the event of an accident. However, such networks can also be a source of confusion and error. At the same time, the mainstream media

(newspapers, radio and television) still have a part to play in the reporting of risks and accidents.

Recommendation: Nowadays the authorities use the social networks primarily to monitor the reactions of the public, but a change may be on the horizon. The SHC recommends that the social networks be used actively and bilaterally as a means of exchanging information on the measures to be implemented in the event of an accident and on the concerns of the population with regard to the accident. This recommendation is all the more important as the social networks provide a means of gathering unique information about the local situation in the event of an accident.

2 Better preparedness

8 Adequate emergency measures - the cornerstone of the nuclear safety policy

Conclusion: The “stress tests” of nuclear facilities were based on the reaction of the countries of the European Union to the Fukushima accident. This self-assessment of operators, which was coordinated by the authorities, resulted in a number of programs aimed at upgrading power plants. These programs, which have been assessed at European level, are unquestionably a move in the right direction, but they are not enough to ensure nuclear safety completeness in Europe. In fact, the stress tests took into account the internal emergency plans for nuclear facilities but not the quality of the external emergency plans that are the subject of the present report or for that matter the need for a review of these plans. Even after these programs have been implemented, there is still work to be done. The Council wishes to draw attention to the fact that the situation is not clear as regards the vulnerability of the physical protection of nuclear facilities. Furthermore, the threat of terrorism calls for a measure of restraint when it comes to disclosing information about any weaknesses and additional reinforcement measures. However, this does not mean that we cannot openly discuss the issue of security and take it into account among the imponderables surrounding emergency planning.

No independent assessment has been carried out of the actions taken by the different national authorities that were involved in crisis planning in the

wake of the Fukushima disaster. A European study conducted in several countries involved carrying out a critical review of the preparations made in the emergency plans on a participatory basis and concluded that there is still considerable room for improvement.

The SHC welcomes the draft document drawn up with a view to taking nuclear safety into account in the new European regulations and the idea of extending emergency planning to include the long-term consequences.

Recommendation: The Council recommends that the long-term process of harmonisation of the nuclear safety criteria and of the requirements for emergency planning in Europe be pursued and that monitoring be organised at European level. A study requested by the European Commission has failed to shed light on the quality of the specific safety conditions prevailing in the Member States. The Council calls for Belgian participation in an inquiry of actors on preparedness to nuclear crisis situations, along the lines of the arrangements made by France concerning the facilities close to the border.

The Council proposes that appropriate arrangements be made to integrate in off-site emergency planning provisions relating to security (especially sabotage).

9 Complex measures in densely populated areas must also be prepared for longer periods and larger distances

Conclusion: The Belgian nuclear emergency plan focuses mainly on the threat of exposure to radioactive materials during the initial days and weeks following an accident. The measures described are sheltering, the distribution of stable iodine tablets, evacuation and the limitation of local food production. The emergency plan proposes that such measures be implemented within a radius of 5 to 20 kilometres around the areas covered by the plan.

The short-term measures will be counterproductive if they are maintained over a long period with no clear outcome in view. The organisation of society can be disrupted by measures sheltering, population evacuation in particular and, albeit to a lesser extent, the limitation of locally grown food. Furthermore, the experience of Chernobyl and Fukushima showed

that the distances envisaged by the plan are too small. Interventions at distances of up to 100 kilometres or more from the site may be necessary and require sufficient preparedness.

The emergency plan does not address the measures relating to the transition period that starts when the risk of radioactive emissions has disappeared and for arrangements for what may turn out to be a long period of recovery afterwards.

Recommendation: The SHC recommends that, based on the experience of past accidents, the areas covered by the plan for sheltering, the distribution of stable iodine and evacuation be extended to cover realistic distances. In accordance with a recommendation of the European safety authorities (HERCA and WENRA), the Council has already recommended in a previous report that the stable iodine distribution strategy be extended to an area covering 100 kilometres. This distance should also apply to the provision of sheltering. Evacuation is an extreme measure that may result in casualties, but it cannot be ruled out and must be envisaged strategically and selectively within a radius of at least 20 kilometres based on radiological and non-radiological criteria.

The SHC recommends that measures be drawn up for the period of transition and recovery. These long-term measures should consist of strategic options that can, where applicable, be adapted to the situation. The aim of such measures is to limit social disorganisation and to address the concerns of the affected population. As regards the disruption of densely populated complex areas, it is important to organise brainstorming exercises, in line with the safety requirements, and this also applies to areas outside the planning zones.

10 Greater attention for medical coordination and for vulnerable people in crisis situations

Conclusion: The process of emergency planning requires the involvement, through the competent authorities, of health care personnel: medical and paramedical personnel, the emergency and hospital services and psychosocial caregivers. The Council notes that the emergency plan gives

little attention to vulnerable groups, in particular in the event of a possible evacuation. It is not clear whether sufficient personnel are available to care for vulnerable persons. The Council questions whether the (paramedical) personnel and first-aiders of the Red Cross and Civil Protection are sufficiently prepared to fulfil their role in the event of a nuclear disaster and whether the competent medical authorities are sufficiently coordinated to handle the situation.

Recommendation: It is essential to identify vulnerable persons and the groups that would require special care in the event of the implementation of measures such as the provision of shelter and, more especially, evacuation. The Council recommends that first-aiders be adequately trained and equipped to assist vulnerable persons. Also, it is essential to establish good communication with schools and with the population in general.

II Protect external workers in the event of intervention and decontamination operations

Conclusion: Given that vast swathes of land would be contaminated by radioactive materials for a considerable period in the wake of a serious accident, during the transition and recovery phase a large group of workers, in addition to the response crew, could be exposed to ionising radiation from the contaminated soil, buildings, infrastructure, etc.. Fukushima and Chernobyl showed that many of these workers are “external” personnel who have poor experience or knowledge in the nuclear field and require a number of specific protective measures.

Recommendation: The CSS recommends that the European provisions concerning external workers be proactively extended to accidents and emergency planning, considering interventions and remediation during the recovery phase in areas contaminated by radioactive materials by a nuclear accident. These provisions must include information, directives on training and coaching, procedures for the monitoring of radioactivity and doses and reference levels for exposure to radiation. *Proactive measures must be drawn up in a perspective to monitor the health of these external workers.*

3 Completeness

12 *The safety approach must be extended to accident scenarios that are not included in the design or plant life extension*

Conclusion: The fact that accidents do not follow the “scenario” of risk analyses previously carried out has consequences not only for emergency planning but also for remediation. The lessons learned from nuclear and non-nuclear accidents concern the nuclear safety policy in its entirety and, in particular, the risk analysis on which the design and operation of nuclear facilities is based.

Like emergency planning, the safety policy must be a permanent process. Mandatory periodic reviews are a step in this direction. The systemic uncertainties that are inherent to the operation of any complex industrial facility must be analysed and constantly incorporated in the analysis of the risks inherent to a given (nuclear) facility. The technological developments that are designed to reduce the likelihood and severity of a serious accident must also be included in these analyses and must be taken into account with a view to retrofitting. The Council has the opinion that this should include measures -which have in the meantime been incorporated in the design of the new generation of nuclear power plants- to prevent molten corium from penetrating the soil and reaching the groundwater.

Recommendation: During the periodic assessment of the safety of nuclear power plants (and more particularly plant life extension authorisation procedures, the SHC recommends that the risk analysis on which the design and operation of the plant is based be critically examined, including as beyond-design accidents which, even though such accidents are unlikely, can have major consequences.

13 *Take care for population density and mobility*

Conclusion: As regards the short- and long-term measures to be implemented in the wake of a nuclear accident in the case of Belgium, an important element that must be taken into account is the location of nuclear power plants close to densely populated areas. Any measures will therefore be much more complicated than those taken, for example, at the

Fukushima disaster. The problem is compounded by the vulnerability of the transport infrastructures in Belgium, bearing in mind that Belgium is an international transport hub, so that it may be necessary to call on neighbouring countries at short notice, for example, to assist with the evacuation of the affected population.

Recommendation: Within the framework of nuclear emergency planning, the SHC recommends that particular attention be given to the aspects relating to the vulnerability of large displacements of the population in a densely populated country where traffic is congested. Therefore, provisions must be made not only for consultation with neighbouring countries but also for integration within a long-term strategy to make arrangements to displace and accommodate large groups of people.

14 The interaction of nuclear risks and other industrial risks might enhance a crisis

Conclusion: Most of the nuclear power plants concerned are located in the vicinity of industrial complexes. For example, the Doel facility is located in Antwerp's harbour and industrial district. This type of location brings additional risks that are not always taken into consideration. A complex chemical factory close to a nuclear facility cannot always be shut down quickly, and a loss of control of the factory could give rise to risks that might enhance the consequences of the nuclear accident. These factors must be taken into account in the vulnerability analysis and in the emergency plans.

Recommendation: The CSS recommends that interaction with nearby industrial facilities be incorporated in the vulnerability analysis and the periodic safety assessment of nuclear power plants and that the nuclear and non-nuclear emergency plans be reviewed on this basis.

15 The structure and functioning of crisis centres must be periodically assessed

Conclusion: Every nuclear power plant must have an emergency plan that is specific to the company site. The emergency plans of companies were

reassessed within the framework of the stress tests, but this was not the case for the off-site emergency planning under discussion in this opinion. The Council does not see in the Belgian nuclear emergency plan any link with the emergency plan of companies, apart from the obligation for the management of the companies concerned to notify the authorities in the event of problems.

Recommendation: The CSS recommends that the nuclear emergency plans be subjected within a European framework to a “stress test” along with an independent assessment and that this include the role of the competent authorities and the crisis management centres with regard to operation, strategy and communication.

16 *Take into account scenarios concerning the dispersion of radioactivity in the aquatic environment*

Conclusion: It can be said that up till now when a nuclear accident occurs it is mainly the spread of radioactive materials in the Atmosphere that has been taken into consideration. The atmosphere is the most important medium through which radioactivity spreads and this type of dispersion is the most detrimental for health and the environment. The lesson learned from Fukushima is that radioactive materials can also contaminate the groundwater and surface waters and therefore spread far and wide. This danger also raised its head during the Chernobyl disaster. Propagation of contamination by groundwater and surface water, accompanied or otherwise by the deposition of radioactive materials dispersed in the atmosphere, can seriously impact the supply of drinking water, agriculture and the environment. As was the case in Japan, in Belgium the possible contamination of the marine environment must also be taken into consideration.

Recommendation: In order to prepare for serious nuclear accidents, the SHC recommends that attention should also be given specifically to the spread of radioactive materials through the groundwater and surface water and towards the sea. In the short term, the main problem would be the threat to the supply of drinking water. In the long term, however, we would also be faced with problems with agriculture, livestock, fishing and the contamination of plants and animals.

7 *Address the problem of nuclear waste in the event of a prolonged nuclear crisis*

Conclusion: A serious nuclear accident produces large quantities of radioactive waste. The waste comes from the facility, the adjacent structures and the cooling water. In order to handle the wastewater and to remediate the contaminated areas, technology must be deployed to treat large quantities of radioactive water, contaminated soil and decontamination waste. Fukushima is a telling example of this. In spite of the investigations that have been carried out and the problems that have come to light concerning the management of waste at Chernobyl and Fukushima, as yet there has been no analysis of the management of this type of radioactive waste from an potential accident in Belgium or in Europe.

Recommendation: During the work to be carried out in preparation for the consequences of a serious nuclear accident, the CSS recommends that arrangements be made for the monitoring, characterisation, storage and treatment of the liquid and solid radioactive waste that would be produced in the course of the management of an accident and as a result of the contamination of the surrounding (residential) area. The Council recommends that the NIRAS-ONDRAF (Belgian National Agency for Radioactive Waste and Enriched Fissile Material) be involved in an exercise focusing on this issue and that this need be analysed at European level within the framework of the policy on nuclear waste management.

4 **Cross-border approach**

18 *Any large-scale nuclear accident would require an international approach to emergency measures*

Conclusion: Any serious accident involving nuclear plants in Belgium would have consequences beyond the border, particularly in the event of a serious accident caused by a failure of the reactors at Doel and Tihange or in power plants less than 100 kilometres from our borders (Gravelines, Chooz and Borsele). As regards emergency planning, the issue must be taken up at European level. The Council notes that there is no European Control Agency that is able to act, to provide logistical support and to guarantee coordination in the event of a cross-border nuclear crisis.

Recommendation: The CSS recommends an analysis of ways in which within the European Union safety monitoring and crisis management can be harmonised and reinforced. In the event of a cross-border nuclear accident, centralised management is essential if we are to limit in a coherent and efficient manner the consequences for man, the environment and the economy, along with a more harmonised international approach and adequate technical resources. With this objective in mind the Council suggests to structure a European Nuclear Safety Authority.

19 There is a need for a harmonised European approach to emergency planning and long term strategies and liability

Conclusion: Although agreements have already been concluded between neighbouring countries with a view to the exchange of information and cooperation in the event of a cross-border nuclear accident, the Council notes that there are still considerable differences in approach among European countries. Furthermore, the criteria of the short-term measures have not been harmonised. The Council is particularly concerned about the reference values to be used for the measures to be implemented, the tools for aiding decision-making in the event of a crisis and the lack in agreements relating to the evacuation of the population on both sides of the border.

France is the first Member State of the European Union that has given any thought to the means of intervention or the measures to be implemented within a vision on long-term crisis management. In other European countries, these means and measures are still at an embryonic stage and will not be mandatory at European level until 2018. Radioactive contamination of the environment could trigger a prolonged international crisis. The absence of European harmonisation with regard to insurance and the insurability of nuclear reactors can seriously complicate the implementation of a long-term remediation strategy following a nuclear accident.

Recommendation: The CSS recommends that arrangements be made for increased international consultation and cooperation on emergency planning within the context of nuclear accidents, both bilaterally between

neighbouring countries and at European level, including as regards insurance-related aspects.

Research must be carried out if we are to draw lessons from accidents and past experience in the area of emergency planning. In the light of issues connected with quality and urgency, the Council is of the opinion that research and development in the area of nuclear safety and emergency planning must take place in a European context. The Council supports the program of strategic research of the NERIS platform and recommends that more broad-based and more active support be given to Belgian participation in European research.

5 Steps towards a precautionary strategy

20. An adequate nuclear safety policy requires a precautionary strategy enlarged with a participatory approach also for emergency planning

Conclusion: A nuclear safety policy with emergency planning as cornerstone aims to prevent accidents and, if in spite of everything an accident did occur, to reduce the consequences of an accident as much as possible. However, the Council is of the opinion that a proper nuclear safety policy must be based on the precautionary principle as an element of sustainable development. Issues related to the development of nuclear energy, the safety of nuclear facilities and the consequences of an accident are complex and fraught with uncertainties. These issues inevitably touch on human values on which it is difficult to find agreement within society. Given all these different elements (complexity, uncertainties and ambiguity), a precautionary approach is required. As an accident with serious consequences for health and the environment cannot be ruled out, the implementation of this type of strategy means that, already in the immediate future, it is essential to broaden the approach to emergency planning and safety policy.

Recommendation: The Council is therefore opting for a strategic approach that encompasses wide swathes of territory, envisages realistic crisis phases and includes the possibility of European cross-border impact, while drawing lessons from past nuclear and non-nuclear accidents and examining in detail less likely accident scenarios.

The Council also requests that the vulnerability analyses, emergency planning and communication be of a participatory nature focusing on citizens' concerns, taking into account the distribution of risks and costs as well as the long-term perspectives. This type of crisis preparation approach extends the notion of prevention to precaution. This precautionary strategy requires the implementation of measures to ensure that the appropriate actors, including the citizens, are involved within a legal framework.

The full advisory report can be found in Dutch (<http://tinyurl.com/HGR-9235-Fukushima>) and French (<http://tinyurl.com/CSS-9235-Fukushima>).

ADVIES VAN DE HOGEZONDHEIDSRAAD NR. 9235

AVIS DU CONSEIL SUPERIEUR DE LA SANTE N° 9235

REFERENCES

Acton JM, Hibbs M. Why Fukushima Was Preventable. Washington, DC: Carnegie Endowment for International Peace; 2012. The Carnegie Papers - Nuclear Policy. Internet: <http://carnegieendowment.org/files/fukushima.pdf>

Alexander D. Towards the development of a standard in emergency planning. *Disaster Prev Manag* 2005;14(2):158-75.

Anonymus. Mississauga Train Derailment (1979). Mississauga, Ontario, Canada: City of Mississauga; 1980. Local History.

Internet: http://www.mississauga.ca/portal/residents/localhistory?paf_gear_id=9700018&itemId=5500001

ASN - Autorité de Sûreté Nucléaire. Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire. Éléments de doctrine pour la gestion post-accidentelle d'un accident nucléaire. Paris: ASN; 2012. Internet: <http://post-accidentel.asn.fr/Gestion-post-accidentelle/Elements-de-doctrine>

Bachev H, Ito F. Implications of Fukushima Nuclear Disaster for Japanese Agri-Food Chains. *Int J Food Agricult Econ* 2014;2(1):95-120.

Battist L, Buchanan J, Congel F, Nelson C, Nelson M, Peterson H *et al.* Population Dose and Health Impact of the Accident at the Three Mile Island Nuclear Station. A preliminary assessment for the period March 28 through April 7, 1979; 1979. Part of the preliminary report of the Joint Assessment Group by the Ad Hoc Population Dose Assessment Group.

Baylon C, Brunt R, Livingstone D. Cyber Security at Civil Nuclear Facilities: Understanding the Risks. London: Chatham House; 2015. Internet: https://www.chathamhouse.org/sites/files/chathamhouse/field/field_document/20151005CyberSecurityNuclearBaylonBruntLivingstone.pdf,

Beck U. Risikogesellschaft. Auf dem Weg in einde andere Moderne. Frankfurt am Main, Deutschland: Suhrkamp Verlag; 1986.

Belgisch Koninkrijk. Koninklijk besluit van 20 juli 2001 houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen. BS van 30 augustus 2001: 28909-9367

Belgisch Koninkrijk. Koninklijk besluit van 16 februari 2006 betreffende de nood- en interventieplannen. Belgisch Staatsblad van 15 maart 2006;176(85):15407-14.

Belgisch Koninkrijk. Koninklijk besluit van 17 oktober 2003 tot vaststelling van het nucleair en radiologisch noodplan voor het belgische grondgebied. BS van 24 november 2003.

Belgisch Koninkrijk.. Koninklijk besluit van 31 januari 2003 tot vaststelling van het noodplan voor de crisisgebeurtenissen en –situaties die een coördinatie of een beheer op nationaal niveau vereisen. Belgisch Staatsblad 2003 februari 21;173(57):8619-26.

Belgisch Koninkrijk.Koninklijk besluit tot wijziging van het koninklijk besluit van 30 november 2011 houdende veiligheidsvoorschriften voor de kerninstallaties, voor wat betreft de uitbreiding van het toepassingsgebied (19 december 2014). Belgisch Staatsblad 2015;185(22):6107-

Bromet EJ, Havenaar JM, Guey LT. A 25 year retrospective review of the psychological consequences of the Chernobyl accident. Clin Oncol (R Coll Radiol) 2011;23(4):297-305.

Bromet EJ. Emotional consequences of nuclear power plant disasters. *Health Phys* 2014;106(2):206-10

Bromet EJ. Lessons learned from radiation disasters. *World Psychiatry* 2011;10(2):83-4.

Brumfiel G. Fukushima: Fallout of fear. *Nature* 2013;493(7432):290-3.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. SSK -Strahlenschutzkommission. Planungsgebiete für den Notfallschutz in der Umgebung von Kernkraftwerken. Bonn: Strahlenschutzkommission; 2014. Empfehlung der Strahlenschutzkommission. Internet: http://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse_PDF/2014/Planungsgebiete.pdf.

Burton I, Kliman M, Powell D, Schmidt L, Timmerman P, Victor P *et al*. The Mississauga Evacuation. Toronto, ON: Ministry of the Solicitor General; 1981. Final Report. Internet: <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Diciembre2004/pdf/eng/doc4131/doc4131.htm>,

Cardis E, Krewski D, Boniol M, Drozdovitch V, Darby SC, Gilbert ES, et al. Estimates of the cancer burden in Europe from radioactive fallout from the Chernobyl accident. *Int J Cancer* 2006;119(6):1224-35.

Cardis E, Hatch M. The Chernobyl accident--an epidemiological perspective. *Clin Oncol (R Coll Radiol)* 2011;23(4):251-60.

Chisholm RF, Kasl SV, Dohrenwend BP, Dohrenwend BS, Warheit GJ, Goldstein RL, et al. Behavioral and mental health effects of the Three Mile Island accident on nuclear workers: a preliminary report. *Ann N Y Acad Sci* 1981;365:134-5.

Codex Alimentarius. Codex Guideline Levels for Radionuclides in Foods Contaminated Following a Nuclear or Radiological Emergency. Rome: Food and Agriculture Organization; 2011. Fact Sheet.

Internet: <http://www.fao.org/crisis/27242-0bfef658358a6ed53980a5eb5c80685ef.pdf>

Covello V. Risk Communication – Linking Science with Society. Vienna: International Atomic Energy Agency. Presentation at the International Experts' Meeting on Radiation Protection after the Fukushima Daiichi Accident: Promoting Confidence and Understanding, Vienna; 2014.

Internet: <http://www-pub.iaea.org/iaeameetings/cn224Presentations.aspx>.

Craye M, Funtowicz S, van der Sluijs JP. A reflexive approach to dealing with uncertainties in environmental health risk science and policy.

Int J Risk Assess Manag 2005;5(2-4):216-36.

FOD Binnenlandse Zaken; Crisiscentrum. Wetteren: 1 jaar later.

Brussel; Crisiscentrum; 2014. Internet: <http://centredecrise.be/nl/news/crisisbeheer/wetteren-1-jaar-later>

FOD Binnenlandse Zaken; Crisiscentrum.. Leidraad crisiscommunicatie. Brussel: Crisiscentrum; 2007 juni. Internet: https://5052.fedimbo.belgium.be/sites/5052.fedimbo.belgium.be/files/leidraad_nl.pdf, accessed

16-12-2015.

de Groot E, Endedijk M, Jaarsma D, van Beukelen P, Simons R-J. Development of critically reflective dialogues in communities of health professionals. Adv Health Sci Educ 2013;18(4):627-43, doi:10.1007/s10459-012-9403-y.

De Kamer. Vergadering van de Commissie voor Binnenlandse Zaken, Algemene Zaken en Openbaar Ambt van woensdag 29 mei 2013 Voormiddag. Brussel ; 2013. Internet: <http://www.dekamer.be/doc/CCRI/pdf/53/ic761x.pdf>.

Demeulemeester S, Eerdekens E. Jan Briers kop van Jut na giframp in Wetteren. Knackbe. 2013. Internet: <http://www.knack.be/nieuws/belgie/jan-briers-kop-van-jut-na-gifframp-in-wetteren/article-normal-94522.html>

Dew MA, Bromet EJ, Schulberg HC, Dunn LO, Parkinson DK. Mental health effects of the Three Mile Island nuclear reactor restart. Am J Psychiatry 1987;144(8):1074-7.

Duplat G. Nucléaire: Chooz arrêté en 1991. Le Soir. 1989 juin 9. Internet: http://archives.lesoir.be/nucleaire-chooz-arrete-en-1991_t-19890609-Z01Q3Z.html.

EC – European Commission. Working Party on Research Implications on Health and Safety Standards of the Article 31 Group of Experts. Recent scientific findings and publications on the health effects of Chernobyl. Brussels: European Commission; 2011. Radiation Protection No 170. Summary report. Internet: <http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/170.pdf>

Eggermont G. Nucleaire veiligheid en rampenplanning historisch herbekeken. Annalen van de Belgische Vereniging voor Stralingsbescherming 2013;38(1):33-78.

Elliott J, Heesterbeek S, Luykensmeyer CJ, Slocum N, Steyaert S, Lisoir H, editors. Participatieve methoden. Een gids voor gebruikers. Brussel: King Baudouin Foundation and the Flemish Institute for Science and Technology Assessment (viWTA); 2006. Internet: http://www.demos.be/sites/default/files/pub_1599_participatieve_methoden.pdf

ENCO. Review of Current Off-site Nuclear Emergency Preparedness and Response Arrangements in EU Member States and Neighbouring Countries. Vienna, Austria / Rez, Czech Republic: ENCO / UJV; 2013. ENER/D1/2012-474, Final Report. Internet: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014_nep_epr_review_2012-474_main_0.pdf

ENSREG. The role of ENSREG: European Nuclear Safety Regulators Group; 2015. Internet: <http://www.ensreg.eu/members-glance/role-ensreg>

Ethik-Kommission Sichere Energieversorgung. Deutschlands Energiewende – Ein Gemeinschaftswerk für die Zukunft. Berlin: Die Bundesregierung; 2011. Internet: http://www.bundesregierung.de/ContentArchiv/DE/Archiv17/_Anlagen/2011/07/2011-07-28-abschlussbericht-ethikkommission.pdf

EU – Europese Unie. Uitvoeringsverordening Nr. 351/2011 van de Commissie van 11 april 2011 tot wijziging van Verordening nr. 297/2011 tot vaststelling van bijzondere voorwaarden voor levensmiddelen en diervoeders van oorsprong uit of verzonden vanuit Japan in verband met het ongeval in de kerncentrale van Fukushima. Publicatieblad van de Europese Unie van 12 april 2011;L97:20-3.

EU – Europese Unie. Europese Raad. Conclusies van de Europese Raad, van 24/25 maart 2011. Brussel: Europese Raad; 2011. Document EUCO 10/1/11 REV 1. Internet: http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/nl/ec/120299.pdf.

EU – Europese Unie. Richtlijn 2014/87/Euratom van de Raad van 8 juli 2014 houdende wijziging van Richtlijn 2009/71/Euratom tot vaststelling van een communautair kader voor de nucleaire veiligheid van kerninstallaties. Publicatieblad van de Europese Unie 2014;L219:42-52.

EU – Europese Unie. Richtlijn 2009/71/Euratom van de Raad van 25 juni 2009 tot vaststelling van een communautair kader voor de nucleaire veiligheid van kerninstallaties. Publicatieblad van de Europese Unie 2009;L172(2.7.2009):18-22.

EU – Europese Unie. 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 2014;L13(17.1.2014): 1-73.

EU– Europese Unie. The Euratom Treaty: Consolidated Version; 2010. Internet: http://europa.eu/eu-law/decision-making/treaties/pdf/consolidated_version_of_the_treaty_establishing_the_european_atomic_energy_community/consolidated_version_of_the_treaty_establishing_the_european_atomic_energy_community_en.pdf.

EU – Europese Unie. Verordening (Euratom) Nr. 3954/87 van de Raad van 22 december 1987 tot vaststelling van maximaal toelaatbare niveaus van radioactieve besmetting van levensmiddelen en diervoeders ten gevolge van een nucleair ongeval of ander stralingsgevaar. Publikatieblad van de Europese Gemeenschappen 1987;L371(30.12.1987):11-3.

EU – Europese Unie. Verordening (Euratom) Nr. 944/89 van de Commissie van 12 april 1989 tot vaststelling van maximaal toelaatbare niveaus van radioactieve besmetting in minder belangrijke levensmiddelen na een nucleair ongeval of ander stralingsgevaar. Publikatieblad van de Europese Gemeenschappen 1989;L101(13.4.1989):17-8.

EU – Europese Unie. Verordening (Euratom) Nr. 2218/89 van de Raad van 18 juli 1989 tot wijziging van Verordening (Euratom) nr. 3954/87 tot vaststelling van maximaal toelaatbare niveaus van radioactieve besmetting van levensmiddelen en diervoeders ten gevolge van een nucleair ongeval of ander stralingsgevaar. Publikatieblad van de Europese Gemeenschappen 1989;L211(22.7.1989):1-3.

FANC - Federaal Agentschap voor de Nucleaire Controle. Heropstart Doel 4: FANC legt bijkomende veiligheids- en beveiligingsmaatregelen op aan alle Belgische kerncentrales. Brussel: FANC; 2014. Internet: <http://www.fanc.fgov.be/nl/news/heropstart-doel-4-fanc-legt-bijkomende-veiligheids-en-beveiligingsmaatregelen-op-aan-alle-belgische-kerncentrales/727.aspx>

FANC - Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle. “Belgian Stress tests” specifications Applicable to power reactors. Brussel: FANC; 2011. Internet: <http://www.fanc.be/GED/00000000/2800/2847.pdf>.

FANC - Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle. National progress report on the stress tests of nuclear power plants. Brussel: 2014. Internet: <http://www.fanc.be/GED/00000000/3500/3597.pdf>

Farrell TB, Goodnight GT. Accidental rhetoric: The root metaphors of three mile Island. Commun Monogr 1981;48(4):271-300.

FANC – Federal Agency for Nuclear Control. Radiological incident at IRE. Brussel; 2008. Internet: <http://www.fanc.be/nl/page/radiological-incident-at-ire/827.aspx>

FANC – Federal Agency for Nuclear Control. Belgische weerstandstests: Nationaal rapport voor de kerncentrales. Brussel: 2011. Internet: <http://www.fanc.be/GED/00000000/3000/3008.pdf>.

FANC – Federal Agency for Nuclear Control. Interventierichtwaarden voor radiologische noodsituaties. Brussel; 2003. Internet: <http://www.fanc.be/nl/page/interventierichtwaarden-voor-radiologische-noodsituaties/299.aspx>

Fitzpatrick-Lewis D, Yost J, Ciliska D, Krishnaratne S. Communication about environmental health risks: A systematic review. Environ Health 2010;9(1):67, doi:10.1186/1476-069X-9-67.

FOD Binnenlandse Zaken. Noodplanning en crisisbeheer in België. Brussel: Algemene Directie Crisiscentrum; 2013. Internet: <http://crisiscentrum.be/nl/publication/noodplanning-en-crisisbeheer-belgie>

FOD Economie. Federaal Openbare Dienst Economie. Middenstand en Energie; 2011. Internet: http://economie.fgov.be/nl/consument/Energie/Nucleaire/kerncentrales/Productiepark_kerncentrales/#.VGOKMmotAqM.

FOD Economie. Kerncijfers: statistisch oerzicht van België. Brussel: 2013. Internet: http://economie.fgov.be/nl/binaries/NL_kerncijfers_2013bis_tcm325-233791.pdf

Fukushima nuclear crisis estimated to cost ¥11 trillion: study. The Japan Times. 2014 August 27. Internet: <http://www.japantimes.co.jp/news/2014/08/27/national/fukushima-nuclear-crisis-estimated-to-cost-%C2%A511-trillion-study/#.VkNnuTZdHic>.

Gallego E. The European Platform on Preparedness for Nuclear and Radiological Emergency Response and Recovery: The NERIS Platform. Hayama, Kanagawa, Japan: Institute for Global Environmental Strategies; 2012. Presentation at FAIRDO Working Session, Fukushima University, 19th July, 2012. Internet: http://www.iges.or.jp/jp/archive/pmo/pdf/20120719/S3_Gallego.pdf

Garric A. Au cœur d'une centrale en démantèlement. Le Monde. 2012 mars 5. Internet: http://www.lemonde.fr/planete/article/2012/03/05/au-cour-d-une-centrale-en-demantelement_1648096_3244.html

Gillon L. L'Accident de Tchernobyl. Louvain-la-Neuve: UCL; 1986.

Girard P, Hériard Dubreul G. Conséquences sociales et psychiques de l'accident de Tchernobyl: La situation en Ukraine, sept ans après l'accident. Parijs: Mutadis ConsuLtants. Rapport Mutadis 93/JSP 2/PG/GHD/003. Internet: http://www.mutadis.org/images/stories/pdf/rapport_jsp2_ukraine.pdf.

Government of Japan. Roadmap towards Settlement of the Accident at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station, TEPCO: Step 2 Completion Report. Tokyo: Nuclear Emergency Response Headquarters Government-TEPCO Integrated Response Office; 2011. Internet: http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/betu11_e/images/111216e4.pdf

Groeneweg J. Controlling the controllable. The management of safety [PhD-thesis]. Leiden: DSWO Press; 1992.

GR - Gezondheidsraad. Commissie Herbezinning kernenergie. Herbezinning kernenergie. Risicoanalyse, menselijk handelen, interventiewaarden. Den Haag: GR; 1989. Publicatie nr 1989/13.

GR – Gezondheidsraad. Prudent precaution. The Hague: Gezondheidsraad; 2008. Publicatie no. 2008/18E. Internet: <http://www.gezondheidsraad.nl/en/publications/gezonde-leefomgeving/prudent-precaution>.

GR – Gezondheidsraad. Commissie Risicomaten en risicobeoordeling. Risico, meer dan een getal. Den Haag: Gezondheidsraad; 1996. Publicatie nr 1996/03. Internet: <http://www.gezondheidsraad.nl/nl/taak-werkwijze/werkterrein/gezonde-leefomgeving/risico-meer-dan-een-getal>

Gulati R, Casto C, Krontiris C. How the Other Fukushima Plant Survived. Harvard Bus Rev. 2014. Internet: <https://hbr.org/2014/07/how-the-other-fukushima-plant-survived>.

Haataja M, Hyvärinen J, Laajalahti A. Citizens' Communication Habits and Use of ICTs During Crises and Emergencies. Human Technol 2014;10(2):138-52.

Hage M, Leroy P. Stakeholder Participation Guidance for the Netherlands Environmental Assessment Agency: Main Document. Bilthoven/Nijmegen: Netherlands Environmental Assessment Agency/Radboud University Nijmegen; 2008. MNP-publicatienummer 550032007. Internet: http://www.pbl.nl/en/publications/2008/StakeholderParticipationGuidancefortheNetherlandsEnvironmentalAssessmentAgency_Main-Document.html

Hassel H. Risk and vulnerability analysis in practice: evaluation of analyses conducted in Swedish municipalities. Nat Hazards 2012;63(2):605-28.

Hatch MC, Beyea J, Nieves JW, Susser M. Cancer near the Three Mile Island nuclear plant: radiation emissions. Am J Epidemiol 1990;132(3):397-412.

Hatch MC, Wallenstein S, Beyea J, Nieves JW, Susser M. Cancer rates after the Three Mile Island nuclear accident and proximity of residence to the plant. Am J Public Health 1991;81(6):719-24.

Hatch M, Susser M, Beyea J. Comments on “A reevaluation of cancer incidence near the Three Mile Island nuclear plant”. *Environ Health Perspect* 1997;105(1):12.

Havenaar JM, Cwikel JG, Bromet EJ, Meichenbaum D, editor. *Toxic Turmoil. Psychological and Societal Consequences of Ecological Disasters*. New York: Kluwer Academic / Plenum Publishers; 2002; The Plenum Series on Stress and Coping. ISBN 0-306-46784-4.

Health Effects of the Chernobyl Accident and Special Health Care Programmes. Geneva: World Health Organization; 2006. Report of UN Chernobyl Forum Expert Group ‘Health’. Internet: http://www.who.int/ionizing_radiation/chernobyl/assessment_mitigation/en/

Hemmi A, Graham I. Hacker science versus closed science: building environmental monitoring infrastructure. *Info Commun Soc* 2014;17(7):830-42, doi:10.1080/1369118x.2013.848918.

HERCA, WENRA. Heads of the European Radiological protection Competent Authorities – Western European Nuclear Regulators. Approach for a better cross-border coordination of protective actions during the early phase of a nuclear accident. Stockholm: 2014. Internet: <http://www.asn.fr/Informer/Actualites/HERCA-et-WENRA-proposent-une-approche-europeenne-pour-la-gestion-des-situations-d-urgence-nucleaire>.

HGR - Hoge Gezondheidsraad. Dringend advies ingevolge het treinongeval in Wetteren met betrekking tot blootstelling aan toxische stoffen. Brussel: HGR; 2013. Publicatie nr. 8939. Internet: <http://www.health.belgium.be/internet2Prd/groups/public/@public/@shc/documents/ie2divers/19090315.pdf>

HGR - Hoge Gezondheidsraad. Evaluatie van de stijgende stralingsblootstelling van patiënten door *Computed Tomography* (CT) en optimalisatie van de stralingsbescherming. Brussel: HGR; 2006. Publicatie No 8080. Internet: http://www.health.belgium.be/internet2Prd/groups/public/@public/@shc/documents/ie2divers/10820441_nl.pdf

HGR – Hoge Gezondheidsraad. Nucleaire ongevallen, leefmilieu en gezondheid in het post-Fukushima tijdperk. Deel: Bescherming van de schildklier. Brussel; 2015 No 9275.

Hogberg L. Root causes and impacts of severe accidents at large nuclear power plants. *Ambio* 2013;42(3):267-84.

Holt E. Debate over health effects of Chernobyl re-ignited. *Lancet* 2010;375(9724):1424-5.

Houts PS, Tokuhata GK, Bratz J, Bartholomew MJ, Sheffer KW. Effect of pregnancy during TMI crisis on mothers' mental health and their child's development. *Am J Public Health* 1991;81(3):384-6.

Hug M. Un siècle d'énergie nucléaire. Académie des technologies; 2009. IAEA. IAEA Safety Glossary: Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection. Vienna: International Atomic Energy Agency; 2007. 2007 Edition. Internet: http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1290_web.pdf.

IAEA - International Atomic Energy Agency. Developing Safety Culture In Nuclear Activities - Practical Suggestions to Assist Progress. Vienna: IAEA 1998. Safety Reports Series 11. Internet: http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P064_scr.pdf.

IAEA – International Atomic Energy Agency. Mission Report: IAEA International Peer Review Mission on Mid-and-Long-Term 1 Roadmap towards the Decommissioning of TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Units 1-4 (Third Mission), Tokyo and Fukushima Prefecture, Japan, 9–17 February 2015. Vienna: International Atomic Energy Agency; 2015. Internet: <https://www.iaea.org/sites/default/files/missionreport130515.pdf>.

IAEA - International Atomic Energy Agency. International Nuclear Safety Advisory Group. Safety Culture. Vienna: IAEA; 1991. Safety Series No. 75-INSAG-4. Internet: http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub882_web.pdf

IARC. Agenda for Research on Chernobyl Health (ARCH): Project Proposals for Urgent Priorities. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer; 2010. Deliverable 1 of the ARCH-project of the EU FP7 programme. Internet: <http://arch.iarc.fr/documents/index.php>.

ICRP – International Commission on Radiological Protection. Application of the Commission’s Recommendations to the Protection of People Living in Long-term Contaminated Areas After a Nuclear Accident or a Radiation Emergency. ICRP Publication 111. Ann ICRP 2009;39(3):1-70, doi:10.1016/j.icrp.2011.08.009.

ICRP - International Commission on Radiological Protection. Application of the Commission’s Recommendations for the Protection of People in Emergency Exposure Situations. ICRP Publication 109. Ann ICRP 2009;39(1):37-110, doi:10.1016/j.icrp.2011.08.009.

ICRP - International Commission on Radiological Protection. ICRP Dialogue Initiative. Ottawa.; 2015. Internet: <http://www.icrp.org/page.asp?id=189>.

ICANPS - The Investigation Committee on the Accident at the Fukushima Nuclear Power Stations of Tokyo Electric Power Company. Final Report on the Accident at Fukushima Nuclear Power Stations of Tokyo Electric Power

Company - Recommendations. Tokyo: Investigation Committee on the Accident at Fukushima Nuclear Power Stations of Tokyo Electric Power Company; 2012. Internet: <http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/icanps/eng/final-report.html>.

INES - The International Nuclear Event Scale. Vienna; 2008. Internet: <http://www.iaea.org/sites/default/files/ines.pdf>.

INSAG – International Nuclear Safety Advisory Group. INSAG-7 The Chernobyl Accident: Updating of INSAG-1. Vienna: International Atomic Energy Agency; 1992. Safety Series No. 75-INSAG-7. Internet: http://wwwpub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub913e_web.pdf.

IPCS - International Programme on Chemical Safety . Acrylonitrile. Geneva: International Programme on Chemical Safety; 2001. Internet: http://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=en&p_card_id=0092.

IRSN - Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire. Examen de la méthode d'analyse coût-bénéfice pour la sûreté. Rapport DSR No 157 (annexes). Fontenay-aux-Roses Cedex, France; 2013.. Internet: http://www.irsn.fr/fr/actualites_presse/actualites/pages/20130326_etude-irsn-2007-cout-accidents_nucleaires.aspx#.VB8yQ_1_tlw.

IRSN. Les conséquences sanitaires de l'accident de Fukushima. Situation des travailleurs impliqués dans les opérations menées à la centrale nucléaire de Fukushima Dai-ichi. Point de la situation en mars 2015. Fontenay-aux-Roses Cedex, France; ; 2015. Internet: http://www.irsn.fr/FR/connaissances/Installations_nucleaires/Les-accidents-nucleaires/accident-fukushima-2011/fukushima-2014/Pages/consequences-sanitaires-accident-fukushima-en-2014.aspx#.VnFYaI-cHic

IRSN - Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire. Estimation des doses potentiellement reçues par la population japonaise. Point de la situation en décembre 2013. Fontenay-aux-Roses Cedex, France: 2013. Fukushima en 2014: Les conséquences sanitaires de l'accident nucléaire de Fukushima Daiichi - note d'information; 2014. Internet: http://www.irsn.fr/fr/connaissances/installations_nucleaires/les-accidents-nucleaires/accident_fukushima-2011/fukushima-2014/pages/consequences-sanitaires-accident-fukushima-en-2014.aspx#.VALTkvl_tlw.

IRSN - Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire. Accident nucléaire de FUKUSHIMA Daiichi. Point de la situation en mars 2015. Fontenay-aux-Roses Cedex, France: 2015. Internet: http://www.irsn.fr/FR/connaissances/Installations_nucleaires/Les-accidents-nucleaires/accident-fukushima-2011/fukushima-2015/Documents/IRSN_fukushima_point_installations_201503.pdf

IRSN - Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire. Actualisation des connaissances relatives à l'évolution de la pollution radioactive de l'eau de mer, des

23 sédiments marins et des espèces marines issue du site nucléaire accidenté de Fukushima Daiichi ; 2015. Internet: http://www.irsn.fr/FR/connaissances/Installations_nucleaires/Les-accidents-nucleaires/accident-fukushima-2011/fukushima-2015/Documents/IRSN_Fukushima_10_milieu-marin_201503.pdf

IRSN - Institut de Radioprotection. Accident de la centrale nucléaire Fukushima Dai-Ichi. Décontamination et gestion des déchets. Point de la situation en mars 2015; 2015.

Investigation Committee on the Accident at Fukushima Nuclear Power Stations of Tokyo Electric Power Company. Interim Report on the Accident at Fukushima Nuclear Power Stations of Tokyo Electric Power Company - Recommendations. Tokyo: Investigation Committee on the Accident at Fukushima Nuclear Power Stations of Tokyo Electric Power Company; 2011. Internet: <http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/icanps/eng/interim-report.html>.

Jaeger CC, Renn O, Rosa EA, Webler T. Risk, Uncertainty, and Rational Action. London: Earthscan Publications Ltd.; 2001. ISBN 1 85383 770 9.

Janzekovic H, Stritar A, Duai DS, Tkavc M, Nemeč BV. Development of the Post-Accident Strategy after the Nuclear or Radiological Accident. Ljubljana, Slovenia: Nuclear Society of Slovenia. Presentation at the 23rd International Conference Nuclear Energy for a New Europe, Portoroz, Slovenia; 2014. Internet: <http://www.nss.si/nene2014/downloads.html>.

Jasanoff S. Technologies of humility. Nature 2007;450(7166):33.

JNSI- Japan Nuclear Safety Institute. TEPCO Fukushima Daini Nuclear Power Station Research on the status of response to the Tohoku-Pacific Ocean Earthquake and Tsunami and Lessons learned therefrom (Proposals). Tokyo:JNSI; 2012. Internet: http://www.genanshin.jp/report/data/F2jiko_Report.pdf.

Jones S. Windscale and Kyshtym: a double anniversary. J Environ Radioact 2008;99(1):1-6.

Jourdain J-R, Etherington G. Fukushima Worker Dose Assessment: Lessons Learnt. European Commission. Presentation at the EU Scientific Seminar 2014 Fukushima - Lessons learned and issues, Luxembourg; 2014. Internet: http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation_protection/seminars/scientific_seminar_en.htm.

Kai M. Experience and current issues with recovery management from the Fukushima accident. Ann ICRP 2015 June 1, 2015;44(1 suppl):153-61, doi:10.1177/0146645315572292.

Laes E, Chayapathi L, Meskens G, Eggermont G. Kernenergie (on) besproken. Leuven, België: Acco; 2007. ISBN: 978-90-334-6659-5.

Laes E, Chayapathi L, Meskens G, Eggermont G. Kernenergie en Maatschappelijk Debat. Brussel: Vlaams Instituut voor Wetenschappelijk en Technologisch Aspectenonderzoek (viWTA); 2004. Internet: <http://docplayer.nl/489509-Viwta-kernenergie-en-maatschappelijk-debat-studie-in-opdracht-van-het-viwta-samenleving-en-technologie.html>.

Laes E, Eggermont G, Bombaerts G. A risk governance approach for high-level waste in Belgium: A process appraisal. Gothenburg, Sweden: University of Gothenburg; 2009. Paper presented at the Managing Radioactive Waste Problems and Challenges in a Globalizing World conference, Gothenburg, December 15-17, 2009. Internet: http://www.gu.se/digitalAssets/1292/1292026_Laes_paper.pdf

Lagadec P. La Force de réflexion rapide – Aide au pilotage des crises. Préventique-Sécurité 2010;112(Juillet-Août):31-5.

Lagadec P. A new cosmology of risks and crises: time for a radical shift in paradigm and practice. Palaiseau Cedex, France: École polytechnique CNRS; 2008. Cahier n° 2008-08. Internet: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00338386/document>

Lalonde C. Managing crises through organisational development: a conceptual framework. *Disasters* 2011;35(2):443-64.

Laramée de Tanneberg V. Electricité: les Belges peuvent préparer leurs bougies pour

Lecomte J-F, Charron S, Schneider T, Croüail P, Lafage S. Gestion des produits alimentaires locaux. Fontenay-aux-Roses Cedex, France: Société française de radioprotection; 2015. Présentation à la manifestation 'Fukushima, 4 ans après', Paris 2015. Internet: <http://www.sfrp.asso.fr/spip.php?article464>

Legassov V. «Le testament» de Valeri Alexeevitch Legassov [traduction Association Suisse Pour l'Energie Atomique]. *La Pravda*. 1988. Internet: http://www.dissident-media.org/infonucleaire/testament_legassov.html.

Lévêque F. Nucléaire On/Off. Paris: Dunod; 2013. ISBN 9782100705108.

Levin RJ, De Simone NF, Slotkin JF, Henson BL. Incidence of thyroid cancer surrounding three mile island nuclear facility: The 30-year follow-up. *The Laryngoscope* 2013;123(8):2064-71, doi:10.1002/lary.23953.

Lewis HW, Budnitz RJ, Castleman AW, Dorfman DE, Finlayson FC, Garwin RL *et al.* Report to the American Physical Society by the study group on light-water reactor safety. *Rev Mod Phys* 1975;47(15 1):S1-S124 (IOS2976).

Liland A, Lochard J, Skuterud L. How long is long-term? Reflections based on over 20 years of post-Chernobyl management in Norway. *J Environ Radioact* 2009;100(7):581-4.

Lindell MK, Perry RW. The Protective Action Decision Model: Theoretical Modifications and Additional Evidence. *Risk Anal* 2012;32(4):616-32, doi:10.1111/j.1539-6924.2011.01647.x.

Locke PA. Communication of radiation benefits and risks in decision making: some lessons learned. *Health Phys* 2011;101(5):626-9, doi:10.1097/HP.0b013e3182299539.

Marris C. Public views on GMOs: deconstructing the myths. Stakeholders in the GMO debate often describe public opinion as irrational. But do they really understand the public? [viewpoint]. *EMBO reports* 2001;2(7):545-8.

Mayhorn CB, McLaughlin AC. Warning the world of extreme events: A global perspective on risk communication for natural and technological disaster. *Saf Sci* 2014;61:43-50, doi:10.1016/j.ssci.2012.04.014._

McKenna T, Welter PV, Callen J, Martincic R, Dodd B, Kutkov V. Tools for placing the radiological health hazard in perspective following a severe emergency at a light water reactor (LWR) or its spent fuel pool. *Health Phys* 2015;108(1):15-31.

Mesmer P. La pègre japonaise fait son miel de l'après-Fukushima. *Le Monde*; 2014.. Internet: http://www.lemonde.fr/japon/article/2013/02/04/la-pegre-japonaise-fait-son-miel-de-l-apres-fukushima_1826617_1492975.html.

Mileti DS, Peek L. The social psychology of public response to warnings of a nuclear power plant accident. *J Hazard Mater* 2000;75(2-3):181-94, doi:10.1016/S0304-3894(00)00179-5.

Mould RF. *Chernobyl Record: The Definitive History of the Chernobyl Catastrophe*. CRC Press; 2000. ISBN 9780750306706.

Moynihan DP. The Response to Hurricane Katrina. Geneva: International Risk Governance Council; 2009. Internet: http://irgc.org/wp-content/uploads/2012/04/Hurricane_Katrina_full_case_study_web.pdf

NAIIC – The National Diet of Japan Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission. Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission. The official report of The Fukushima 5 Nuclear Accident Independent Investigation Commission. Tokyo: The National Diet of Japan; 2012. Internet: <http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3856371/naaic.go.jp/en/report/>

NAS – NRC. National Academy of Science - National Research Council. Committee on Lessons Learned from the Fukushima Nuclear Accident for Improving Safety and Security of U.S. Nuclear Plants. Lessons Learned from the Fukushima Nuclear Accident for Improving Safety of U.S. Nuclear Plants. Washington, DC: The National Academies Press; 2014. Internet: http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=18294.

Nauman J, Wolff J. Iodide prophylaxis in Poland after the Chernobyl reactor accident: benefits and risks. Am J Med 1993;94(5):524-32.

NCRP - National Council on Radiation Protection and Measurements. Protection of the Thyroid Gland in the Event of Releases of Radioiodine. Bethesda, MD, USA; 1977. NCRP Report No 055.

NEA - Nuclear Energy Agency. Short-term Countermeasures in Case of a Nuclear or Radiological Emergency. Paris: NEA, OECD; 2003. Internet: <http://www.oecd-nea.org/rp/reports/2003/nea3600-short-term.pdf>,

NERIS - European Platform on Preparedness for Nuclear and Radiological Emergency Response and Recovery. Strategic Research Agenda of the NERIS Platform. Fontenay-aux-Roses, France: NERIS - c/o CEPN Version 2 (Draft04); 2014 Internet: <http://www.euneris.net/index.php/library/root/document/strategic-research-agenda-of-the-neris-platform-v2.html>.

Ng K-H, Lean M-L. The Fukushima Nuclear Crisis Reemphasizes the Need for Improved Risk Communication and Better Use of Social Media. *Health Phys* 2012;103(3):307-10.

NIRAS. Het Masterplan. Het cAt-project in Dessel. Brussel: 2010. Rapport NIROND 2010-02. Internet: <http://www.niras-cat.be/nl/getpage.php?i=24>.

Pascal A. La population autour des sites nucléaires français : un paramètre déterminant pour la gestion de crise et l'analyse économique des accidents nucléaires. *Radioprotection* 2012;47(1):13-31, doi:10.1051/radiopro/2011150.

Perko T. Modelling Risk Perception and Risk Communication in Nuclear Emergency Management: An Interdisciplinary Approach [PhD thesis]: Universiteit Antwerpen; 2012. Internet: <http://uahost.uantwerpen.be/m2p/publications/1358880649.pdf>.

Perko T, Thijssen P, Turcanu C, Van Gorp B. Insights into the reception and acceptance of risk messages nuclear emergency communication. *J Risk Res* 2014;17(9):1207-32.

Perko T. Modelling Risk Perception and Risk Communication in Nuclear Emergency Management: An Interdisciplinary Approach [PhD thesis]. Antwerpen: Universiteit Antwerpen; 2012. Internet: <http://uahost.uantwerpen.be/m2p/publications/1358880649.pdf>

Perko T. Importance of risk communication during and after a nuclear accident. *Integr Environ Assess Manag* 2011;7(3):388-92, doi:10.1002/ieam.230.

Perko T, Zeleznik N, Turcanu C, Thijssen P. Is knowledge important? Empirical research on nuclear risk communication in two countries. *Health Phys* 2012;102(6):614-25.

Perry RW, Lindell MK. Preparedness for Emergency Response: Guidelines for the Emergency Planning Process. *Disasters* 2003;27(4):336-50.

Perry RW, Lindell MK. Understanding Citizen Response to Disasters with Implications for Terrorism. *J Conting Crisis Manage* 2003;11(2):49-60.

Pietersen C. Tripod analyse treinramp Wetteren; 2015. Internet: <http://veiligheidsvisie.com/2015/01/10/tripod-analyse-treinramp-wetteren/>

Proceedings of the 18th Prefectural Oversight Committee Meeting for Fukushima Health Management Survey. Fukushima, Japan: Fukushima Medical University, Radiation Medical Science Center for the Fukushima Health Management Survey; 2015 February 12. Survey results. Internet: <http://fmu-global.jp/survey/proceedings-of-the-18th-prefectural-oversight-committee-meeting-for-fukushima-health-management-survey/>

Rainer K, Grubmüller V, Pejic I, Götsch K, Leitner P. Social Media Applications in Crisis Interaction. *Systems Connecting matter, life, culture and technology* 2013;1(1).

Rasmussen NC. Reactor Safety Study. An Assessment of Accident Risks in US Commercial Nuclear Power Plants. Washington, DC: US Nuclear Regulatory Commission. Report WASH-1400 (NUREG 75/014); 1974. Internet: <http://teams.epri.com/PRA/Big%20List%20of%20PRA%20Documents/WASH-1400/02-Main%20Report.pdf>. <http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML0706/ML070610293.pdf>.

Reason J. Human error: models and management. *BMJ* 2000;320(7237):768-70.

Reason J. The Chernobyl errors. *Bull Brit Psychol Soc* 1987;40:201-6.

Reconstruction Agency. The Process and Prospects for Reconstruction. Tokyo: Government of Japan, Reconstruction Agency; 2014. Internet: http://www.reconstruction.go.jp/english/topics/Progress_to_date/index.html.

Reconstruction Agency. Current Status and Path Toward Reconstruction. Tokyo: Government of Japan, Reconstruction Agency; 2013. Internet: http://www.reconstruction.go.jp/english/130528_CurrentStatus_PathToward_FINAL.pdf.

Renn O. White paper on risk governance. Towards an integrative approach. Geneva, Switzerland: International Risk Governance Council; 2005. White paper no. 1. Internet: http://www.irgc.org/IMG/pdf/IRGC_WP_No_1_Risk_Governance_reprinted_version.pdf.

Reich MR, Goto A. Towards long-term responses in Fukushima. *Lancet* 2015;386(9992):498-500, doi:10.1016/S0140-6736(15)61030-3.

Rosa EA. Metatheoretical foundations for post-normal risk. *J Risk Res* 1998;1(1):15-44.

Shrader-Frechette KS. Evaluating the expertise of experts. *Risk Health, Safety & Environment* 1995;6:115-26.

Silva CL, Jenkins-Smith HC, Barke RP. Reconciling Scientists' Beliefs about Radiation Risks and Social Norms: Explaining Preferred Radiation Protection Standards. *Risk Anal* 2007;27(3):755-73.

Slovic P. Trust, Emotion, Sex, Politics, and Science: Surveying the Risk-Assessment Battlefield. *Risk Anal* 1999;19(4):689-701.

Slovic P. Perception of risk. In: *The perception of risk*. London: Earthscan Publications; 2000; Risk society and policy series. p. 220-31.

Slovic P. The perception gap: Radiation and risk. *Bull Atom Sci* 2012;68(3):67-75, doi:10.1177/0096340212444870.

Svendsen ER, Kolpakov IE, Stepanova YI, Vdovenko VY, Naboka MV, Mousseau TA *et al.* 137-Cesium exposure and spirometry measures in Ukrainian children affected by the Chernobyl nuclear incident. *Environ Health Perspect* 2010;118(5):720-5, doi:10.1289/ehp.0901412.

Stirling A. On science and precaution in the management of technological risk. Volume I. A synthesis report of case studies. Brussel: EC, Joint Research Centre; 1999. Report EUR No: EUR 19056/EN. Internet: <http://ftp.jrc.es/EURdoc/eur19056en.pdf>,

The Chernobyl Forum. Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-economic Impacts and 2 Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine (and second 3 revised edition). Vienna, Austria: International Atomic Energy Agency; 2005. Internet: <http://www.iaea.org/Publications/Booklets/Chernobyl/chernobyl.pdf>

Turcanu C, Carlé B, Paridaens J, Hardeman F. On the constructive role of multi-criteria analysis in complex decision-making: An application in radiological emergency management In: *Safety, Reliability and Risk Analysis: Theory, Methods and Applications*, Valencia, Spain, 22-25 September 2008. Boca Raton, FL, USA: CRC Press; 2008

Turcanu C, Perko T. The SCK•CEN Barometer 2013: Perceptions and attitudes towards nuclear technologies in the Belgian population. Mol, België: SCK.CEN; 2014. Open Report SCK•CEN-BLG-1097. Internet: http://publications.sckcen.be/dspace/bitstream/10038/8284/1/blg_report_barometer2013_3_0r.pdf

Thompson PB, Dean WR. Competing conceptions of risk. *Risk Health, Safety & Environment* 1996;7(4):361-84.

TRIPOD Incident Analyse: Overzicht onderzoeksproces en TRIPOD methode. Apeldoorn, Netherlands: Safety Solutions Consultants BV; 2014. Internet: <http://www.tripodincidentanalyse.nl/download/start/file/121176>.

Tsuda T, Tokinobu A, Yamamoto E, Suzuki E. Thyroid Cancer Detection by Ultrasound Among Residents Ages 18 Years and Younger in Fukushima, Japan: 2011 to 2014. *Epidemiology* 2015;Pre-publication.

UNSCEAR – United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Ionizing radiation: sources and biological effects. UNSCEAR 1982 report to the General Assembly, with annexes. New York United Nations; 1982. Internet: <http://www.unscear.org/unscear/en/publications/1982.htm>.

UNSCEAR – United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation.

Sources and effects of ionizing radiation. UNSCEAR 2013 Report. New York: United Nations. Volume I, Report to the General Assembly, Annex A: Levels and effects of radiation exposure due to the nuclear accident after the 2011

great east-Japan earthquake and tsunami; 2014. Internet:<http://www.unscear.org/unscear/en/publications.htm>

UNSCEAR – United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Ionizing radiation. Report to the General Assembly with scientific annexes. New York: United Nations 2011;2(D): Health effects due to radiation from the Chernobyl accident. Internet:http://www.unscear.org/docs/reports/2008/11-80076_Report_2008_Annex_D.pdf.

UNSCEAR – United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Annex J. Exposures and effects of the Chernobyl accident. In: Sources and Effects of Ionizing Radiation UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with scientific annexes. New York: United Nations; 2000. Internet: http://www.unscear.org/unscear/publications/2000_2.html.

U.S. Government. Report of The President's Commission on the Accident at Three Mile Island; 1979. Internet: <http://www.threemileisland.org/downloads/188.pdf>.

US General Accounting Office. Three Mile Island: The Most Studied Nuclear Accident in History. 1980. Internet: <http://www.gao.gov/products/EMD-80-109>.

US House of Representatives. Select Bipartisan Committee to Investigate the Preparation for and Response to Hurricane Katrina. The Final Report : A Failure of Initiative. Washington, DC; ; 2006. Internet: <http://www.katrina.house.gov/>

US Senate. Committee on Homeland Security and Governmental Affairs. Hurricane Katrina: A Nation Still Unprepared. Washington, DC; 2006. Internet: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CRPT-109srpt322/pdf/CRPT-109srpt322.pdf>

Van Aeken K, Turcanu C, Bombaerts G, Carlé B, Hardeman F. Risk perception of the Belgian population Results of the public opinion survey in 2006. Mol, België: SCK.CEN; 2007. Scientific Report SCK•CEN-BLG-1038. Internet: http://publications.sckcen.be/dspace/bitstream/10038/660/1/blg_1038_barometer_2006.pdf

van Asselt MBA. Perspectives on Uncertainty and Risk. The PRIMA Approach to Decision Support [thesis Universiteit Maastricht]. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers; 2000. ISBN 0-7923-6656-5.

Van de Acker W. Wetteren: een trein ontspoord. Brussel: Departement Leefmilieu, Natuur en Energie van de Vlaamse Overheid; 2013. Internet: http://www.beswic.be/nl/news_board/trein_wetteren.pdf/view?searchterm=wetteren.

Vlek CAJ. A multi-level, multi-stage and multi-attribute perspective on risk assessment, decision-making and risk control. Risk Decision Policy 1996;1(1):9-31.

Vlek C, Stallen PJ. Rational and personal aspects of risk. Acta Psychologica 1980;45(1-3):273-300.

Wagenaar WA, Groeneweg J. Accidents at sea: multiple causes and impossible consequences. *Int J Man Mach Stud* 1987;27:587-98.

Wagenaar WA, Hudson PTW, Reason JT. Cognitive failures and accidents. *Applied Cognitive Psychology* 1990;4(4):273-94.

Wakeford R. The silver anniversary of the Chernobyl accident. Where are we now? *J Radiol Prot* 2011;31(1):1.

WANO. Traits of a Healthy Nuclear Safety Culture. London: World Association of Nuclear Operators; 2013. WANO PL 2013-1. Internet: <http://www.wano.info/Documents/PL%202013-01%20Traits%20of%20a%20Healthy%20Safety%20Culture.pdf>

Wang Q, Chen X, Yi-chong X. Accident like the Fukushima unlikely in a country with effective nuclear regulation: Literature review and proposed guidelines. *Renew Sust Energy Rev* 2013;17:126-46. Internet: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.09.012>

Westerlind M, Andersson K. RISCOS II – Enhancing Transparency and Public Participation in Nuclear Waste Management: Euratom 6th Framework Programme; 2004. Presentation at Euradwaste '04, Luxembourg;2004. Internet: http://cordis.europa.eu/fp6- Euratom/ev_euradwaste04_proceedings.htm

Westtoer. Trendrapport KiTS Kust 2005-2010. Brugge: Westtoer; 2011. Internet: <http://www.toerismevlaanderen.be/publicaties/trendrapport-kits-kust-2005-2010>.

WHO – World Health Organisation. Health risk assessment from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan earthquake and tsunami, based on a preliminary dose estimation. Geneva; 2013. Internet: http://www.who.int/ionizing_radiation/pub_meet/fukushima_risk_assessment_2013/en/.

WHO Europe- World Health Organisation. Health Aspects of Air Pollution - answers to follow-up questions from CAFE. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2004. Report on a WHO working group meeting Bonn, Germany, 15–16 January 2004. Internet: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/pre2009/health-aspects-of-air-pollution-answers-to-follow-up-questions-from-cafe>

Wing S, Richardson D, Armstrong D, Crawford-Brown D. A reevaluation of cancer incidence near the Three Mile Island nuclear plant: the collision of evidence and assumptions. *Environ Health Perspect* 1997;105(1):52-7.

Wing S, Richardson D, Armstrong D. Response: Science, public health, and objectivity: research into the accident at Three Mile Island. *Environ Health Perspect* 1997;105(6):567-70.

WIV-ISP- Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid .
Epidemiologische analyse van de blootstelling aan acrylnitril. Brussel ; 2013. Internet: <https://www.wiv-isp.be/Programs/Public-health-surveillance/Pages/TreinongevalWetteren.aspx>

WIV-ISP - Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid. Reconstructie blootstelling aan acrylonitril. Brussel; 2013. Presentatie infomoment 13 november 2013 Internet: http://www.digitaalwetteren.be/images/docs/20131113%20Presentatie%20WIV-ISP%20-%20Wetteren_biomonitoring_inwoners.pdf

Yajima K, Kurihara O, Ohmachi Y, Takada M, Omori Y, Akahane K *et al.* Estimating Annual Individual Doses for Evacuees Returning Home to Areas Affected by the Fukushima Nuclear Accident. *Health Phys* 2015;109(2):122-33.

Zeigler DJ, Brunn SD, Johnson JH, Jr. Evacuation from a Nuclear Technological Disaster. *Geogr Rev* 1981;71(1): 1-16, doi:10.2307/214548.

COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL

La composition du Bureau et du Collège ainsi que la liste des experts nommés par arrêté royal se trouvent sur le site Internet du CSS (page : [composition et fonctionnement](#)).

Tous les experts ont participé à *titre personnel* au groupe de travail. Leurs déclarations générales d'intérêts ainsi que celles des membres du Bureau et du Collège sont consultables sur le site Internet du CSS (page : [conflits d'intérêts](#)).

Les experts suivants ont participé à l'élaboration et à l'approbation de l'avis. Le groupe de travail a été présidé par **Gilbert EGGERMONT** et le secrétariat scientifique a été assuré par Eric JADOUL.

| | | |
|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| DE GUCHT Véronique | Psychologie de la santé | Universiteit Leiden, NL |
| EGGERMONT Gilbert | Radioprotection | VUB |
| JAMAR François | Médecine nucléaire | UCL |
| PASSCHIER Wim | Analyse du risque | Maastricht University, NL |
| SAMAIN Jean-Paul | Radioprotection | UMons, ex-AFCN |
| SMEESTERS, Patrick | Radiobiologie | UCL, ex-AFCN |
| VANMARCKE Hans | Radioprotection | SCK - CEN, KUL |

Les experts suivants ont été entendus mais n'ont pas participé à l'approbation de l'avis.

| | | |
|------------------------|---------------------------------|--------------|
| ALE Ben | Veiligheid en rampenbestrijding | TU Delft, NL |
| DE BEULE Karina | Porte-parole | ex-AFCN |
| GODET Jean-Luc | Radioprotection | ASN, France |
| HARDEMAN Frank | Radioprotection | SCK - CEN |

| | | |
|---------------------------|-----------------------------|-------------|
| MOLITOR Marc | Journaliste d'investigation | ex-RTBF |
| PETITFRERE Michael | Radioprotection | ASN, France |
| TURCANU Catrinel | Perception du risque | SCK·CEN |

Les administrations suivantes ont été entendues :

| | | |
|----------------------------|--|------|
| RAMACKER Benoît | | IBZ |
| SONCK Michel | | AFCN |
| VAN BLADEL Lodewijk | | AFCN |

La traduction a été réalisée en externe.

SAMENSTELLING VAN DE WERKGROEP

De samenstelling van het Bureau en het College alsook de lijst met de bij KB benoemde experts is beschikbaar op de website van de HGR: [samenstelling en werking](#).

Al de experts hebben *op persoonlijke titel* aan de werkgroep deelgenomen. Hun algemene belangenverklaringen alsook die van de leden van het Bureau en het College kunnen worden geraadpleegd op de website van de HGR ([belangenconflicten](#)).

De volgende experts hebben hun medewerking en goedkeuring verleend bij het opstellen van het advies. Het voorzitterschap werd waargenomen door **Gilbert EGGERMONT** en het wetenschappelijk secretariaat door Eric JADOUL.

| | | |
|---------------------------|------------------------|------------------------------|
| DE GUCHT Véronique | Gezondheidspsychologie | Universiteit Leiden, NL |
| EGGERMONT Gilbert | Stralingsbescherming | VUB |
| JAMAR François | Nucleaire geneeskunde | UCL |
| PASSCHIER Wim | Risico-analyse | Maastricht University, NL |
| SAMAIN Jean-Paul | Stralingsbescherming | UMons, ex-FANC |
| SMEESTERS, Patrick | Radiobiologie | UCL, ex-FANC |
| VANMARCKE Hans | Stralingsbescherming | SCK - CEN, KUL |

De volgende experts werden gehoord maar waren niet betrokken bij de goedkeuring van het advies.

| | | |
|--------------------|------------------------------------|----------------|
| ALE Ben | Veiligheid en rampenbestrijding | TU Delft, NL |
| DE BEULE Karina | Woordvoerdster | ex-FANC |
| GODET Jean-Luc | Stralingsbescherming | ASN, Frankrijk |
| HARDEMAN Frank | Stralingsbescherming | SCK - CEN |
| MOLITOR Marc | Onderzoeksjournalist | ex-RTBF |
| PETITFRERE Michael | Stralingsbescherming | ASN, Frankrijk |
| TURCANU Catrinel | Risicoperceptie | SCK - CEN |

De volgende administraties/ministeriële kabinetten werden gehoord:

| | |
|------------------------|------|
| RAMACKER Benoît | IBZ |
| SONCK Michel | FANC |
| VAN BLADEL Lodewijk | FANC |