



Eidgenössische Kommission für ABC-Schutz
Commission fédérale pour la protection ABC
Commissione federale per la protezione ABC
Federal Commission for NBC-Protection

Décontamination des personnes après un événement provoquant une augmentation de la radioactivité

Approuvé par le domaine A de la
Commission fédérale pour la protection ABC
lors de la séance du
23.05.2007

élaboré par le groupe de travail Evaluation et contre-mesures

Table des matières

1	Introduction.....	3
2	Bases légales	4
3	Effets d'une contamination de la peau et objectifs de protection en cas d'événement	4
	3.1 Lésions graves	4
	3.2 Objectifs de protection en cas d'événement.....	5
4	Seuils d'intervention pour la décontamination des personnes et application en cas d'événement.....	5
	4.1 Décontamination des personnes en cas d'événement.....	5
	4.2 Déduction des seuils d'intervention pour la décontamination des personnes	5
5	Mesures de décontamination des personnes.....	8
	5.1 Décontamination personnelle préventive	8
	5.1.1 Décontamination personnelle autonome	8
	5.1.2 Décontamination centralisée en cas d'événements radiologiques	9
	5.2 Contrôle de la contamination et décontaminations des personnes au point de contact.....	10
	Annexe 1: Règles de base et fondements	11
	Annexe 2: Discussion des événements	14
	a) Accident dans une centrale nucléaire en Suisse.....	14
	Scénarios sans endommagement du cœur du réacteur.....	14
	Scénarios avec endommagement du cœur du réacteur mais fonctionnement correct de l'enceinte de confinement et de l'installation de dépressurisation de l'enceinte au travers de filtres	14
	Scénarios avec endommagement du cœur du réacteur et fonctionnement incorrect de l'enceinte de confinement.....	15
	b) Événements avec contamination locale ou à grande échelle, mais peu élevée	19
	c) Engagement d'armes A en Suisse ou dans la zone frontalière à l'étranger.....	19
	Annexe 3: Définitions relatives aux doses.....	21
	Annexe 4: Références bibliographiques.....	22

1 Introduction

Le présent document décrit les mesures dans le domaine de la décontamination de personnes en cas d'événements provoquant une augmentation de la radioactivité. Les mesures et critères décrits ne s'appliquent qu'aux événements provoquant une augmentation de la radioactivité lors desquels la population et les services d'intervention sont contaminés à l'extérieur d'une zone d'exploitation et où l'OROIR s'applique ainsi que des mesures conformes au Concept de mesures à prendre en fonction des doses (CMD).

Dans le cadre de l'Organisation d'intervention en cas d'augmentation de la radioactivité (OIR), le présent document s'adresse à tous les services impliqués dans le domaine de la décontamination, à savoir:

- la Centrale nationale d'alarme (CENAL) en tant qu'organe spécialisé pour les événements impliquant une augmentation de la radioactivité,
- les exploitants cantonaux d'un point de contact et le personnel spécialisé de la Confédération engagé à ce poste,
- les centres de renfort radioprotection et services de défense hydrocarbure et chimique disposant d'appareils de mesure de la contamination et des moyens nécessaires à la décontamination.

Dans le présent document, la « décontamination des personnes » désigne avant tout les mesures d'hygiène usuelles telles que le fait de se doucher, de se laver les cheveux et de changer de vêtements. Une distinction est faite entre une décontamination personnelle préventive et une décontamination personnelle ciblée, sur le point de contact, fondée sur le seuil d'intervention. Les capacités de mesure et d'installations pour se doucher étant limitées, il est préconisé en premier lieu d'effectuer une autodécontamination décentralisée à la maison par les personnes touchées. Une décontamination personnelle préventive est indiquée pour les personnes qui, pendant la phase de dissémination, se trouvaient à l'air libre dans des zones où des mesures sont requises contre le rayonnement externe.

Le chapitre 2 décrit les bases légales.

Le chapitre 3 est consacré aux effets d'une contamination de la peau et aux objectifs de protection en cas d'événement.

Le chapitre 4 contient les principes relatifs à la décontamination des personnes et la déduction des seuils d'intervention pour le point de contact. Enfin, le chapitre 5 décrit la procédure à suivre en cas d'événements radiologiques, en cas de décontamination personnelle préventive à la maison, d'une part, et en cas de décontamination centralisée directement sur le secteur du sinistre, d'autre part.

Le présent plan remplace l'ancien document de la ComABC «Haut- und Kleider-Kontamination der Bevölkerung nach einem radiologischen Ereignis» (Contamination de la peau et des vêtements des personnes après un événement radiologique), de novembre 1994.

2 Bases légales

ORaP [ORaP 1994]:

Art. 119: dans le cas d'événements pouvant présenter pour la population un danger lié à une augmentation de la radioactivité, l'OROIR est applicable en plus des dispositions de la présente ordonnance.

Concept de mesures à prendre en fonction des doses (annexe de l'OROIR [OROIR 1991])

Le « Concept de mesures à prendre en fonction des doses » (CMD), qui constitue l'annexe à l'OROIR, sert de base à l'ordonnance de mesures de protection à la suite d'un événement provoquant une augmentation de la radioactivité. Selon ce concept, des mesures de protection de la population doivent être envisagées à partir d'une dose de 1 mSv¹. Pour les mesures qui ne sont pas mentionnées explicitement dans le CMD, on applique un intervalle général de dose de 1 à 500 mSv. On se sert de cet intervalle de dose pour déduire les seuils d'intervention pour la décontamination de la peau.

3 Effets d'une contamination de la peau et objectifs de protection en cas d'événement

3.1 Lésions graves

Les effets des rayonnements sur la peau sont connus car ils ont fait l'objet de nombreuses études (cf. par ex. [DSN 1993], [SUVA 2001]. Ils peuvent aller jusqu'à des brûlures des parties du corps directement touchées. Suivant la profondeur de pénétration du rayonnement, il n'endommage que l'épiderme ou le tissu inférieur. De plus faible portée, le rayonnement bêta est absorbé de préférence par la peau et conduit à des brûlures. Les rayons X doux sont également absorbés par la peau (brûlure aux rayons X). En revanche, le rayonnement gamma et les rayons X durs endommagent non seulement l'épiderme mais surtout les tissus plus profonds. Quant au rayonnement alpha, il n'entraîne généralement pas de brûlures car sa profondeur de pénétration est trop faible. La dose de seuil pour les lésions cutanées graves se situe à 3 Gy².

Des rougeurs (érythèmes) peuvent déjà apparaître quelques heures seulement après l'exposition. Après deux ou trois semaines, le sujet développe une radiodermite avec érythème fixe, une ampoule se forme, les cheveux tombent (dépilation) et le tissu cutané meurt (nécrose). En cas de doses de rayonnement relativement faibles, le sujet ne dépasse pas le stade de l'érythème. En cas de doses situées entre 3 à 7 Gy, la dépilation n'est que momentanée, les cheveux repoussant après 2 à 4 semaines. En cas de doses supérieures à 7 Gy, la dépilation est permanente.

Notons que ces valeurs de doses seuil s'appliquent à des rayonnements avec une dose élevée et qu'elles dépendent fortement de cette dernière. Pour la durée de rayonnement

¹ Dose pronostiquée pour toute la première année

² Pour les explications relatives aux doses et aux unités, se référer à l'annexe 3.

attendue, il faut se baser, pour une lésion grave de la peau, sur une dose LD₅₀ d'environ 20 Gy [NRPB 1988].

3.2 Objectifs de protection en cas d'événement

Le premier objectif de protection de la mesure de décontamination des personnes est d'éviter une lésion cutanée grave. Le deuxième consiste à réduire au minimum le risque d'éventuelles séquelles. De plus, il s'agit de tenir compte du fait que des contaminations de la peau peuvent aussi entraîner une incorporation (par ingestion).

4 Seuils d'intervention pour la décontamination des personnes et application en cas d'événement

4.1 Décontamination des personnes en cas d'événement

Des événements radiologiques provoquant une fuite inattendue de radioactivité ne permettent pas de protéger à temps la population. En outre, si ces événements surviennent dans des agglomérations, il faut s'attendre à un grand nombre de personnes potentiellement touchées. Il n'est pas possible de procéder à une mesure immédiate des contaminations de la peau et des vêtements des passants, les capacités de mesure n'étant pas suffisantes. De ce fait, il n'est pas possible de déterminer peu de temps après l'événement chez quelles personnes les seuils d'intervention pour une décontamination personnelle ont été dépassés. Il convient par conséquent d'agir selon le principe « toujours décontaminer en cas de doute ». Il s'agit d'une mesure préventive qui n'a rien à voir avec les seuils d'intervention pour la décontamination des personnes.

Une décontamination personnelle préventive est indiquée là où des mesures sont prises contre le rayonnement externe. Ainsi, les personnes qui se trouvaient à l'air libre dans ces zones pendant la phase de dissémination devraient se décontaminer à titre préventif (se doucher).

Le grand public ne manquera pas de poser des questions quant à l'ordre de grandeur des contaminations de la peau et des vêtements. A titre de vérification et de preuve, il convient de réaliser par échantillonnage des mesures de la contamination de différentes personnes qui ont séjourné à l'air libre pendant la phase de dissémination. Ces mesures devraient principalement être effectuées en cas d'événements pour lesquels aucune mesure préventive de protection n'a pu être prise et où de nombreuses personnes se trouvaient par conséquent à l'air libre.

En cas d'événement, les seuils d'intervention déduits au chapitre 4.2 pour la décontamination de personnes permettent au point de contact de décider de l'opportunité d'une décontamination (douche) des visiteurs. Le point de contact est prêt à fonctionner un jour environ après l'événement et dispose des moyens de mesure et des capacités nécessaires pour réaliser des mesures de la contamination sur 1000 personnes/jour et décontaminer (douche) 200 personnes/jour [ComABC 2003].

4.2 Déduction des seuils d'intervention pour la décontamination des personnes

La déduction des seuils de dose pour la décontamination des personnes tiendra compte de l'intervalle de dose de 1 à 500 mSv de dose effective valable dans le CMD pour les mesures de protection qui ne sont pas abordées explicitement. L'intervalle de dose du CMD de 1 à 500 mSv de dose effective correspond à une dose à la peau de 0,1 à 50 Gy en cas de contamination de tout le corps. Or, la dose limite pour des lésions cutanées graves se situe déjà à 3 Gy (30 mSv de dose effective), ce qui signifie que le seuil de dose supérieur du CMD de 500 mSv est beaucoup trop élevé pour cette mesure et doit être abaissé à 30 mSv. Il en résulte donc les seuils de dose suivants pour la décontamination des personnes:

- Seuil de dose inférieur: dose effective par contamination de la peau = 1 mSv
- Seuil de dose supérieur: dose effective par contamination de la peau = 30 mSv

Tableau 1: Seuils de dose pour la décontamination des personnes

Seuil de dose	inférieur	supérieur
dose effective (mSv) par contamination de la peau	1	30
Dose à la peau (mGy)	100	3000

En utilisant les règles de base déduites à l'annexe 1, les valeurs de contamination correspondantes peuvent être déduites des seuils de dose. D'après les règles de base 1 et 2, les seuils de dose de 1 et 30 mSv correspondent à une contamination de la peau de respectivement 365 et 10 950 CS.

Une contamination des mains peut conduire à une ingestion si la personne se lèche les doigts (par exemple en mangeant un sandwich). Or, la dose effective résultant de l'ingestion de la radioactivité se trouvant sur une superficie de peau de 10 cm² n'est pas négligeable par rapport à la dose effective résultant du rayonnement externe par contamination de la peau. D'après la règle de base 3, une contamination de la peau de 365 CS conduit à une dose d'incorporation de 0,5 mSv chez les adultes. Chez les enfants, la dose d'incorporation est multipliée par 2 ou 3.

Le seuil de dose inférieur de 1 mSv doit tenir compte de la somme des doses par rayonnement externe et par incorporation en cas de contamination de la peau. Le seuil d'intervention inférieur est donc fixé à 100 CS pour tenir compte des doses d'ingestion chez les enfants.

Pour des raisons pratiques, le seuil d'intervention supérieur pour les décontaminations de personnes est arrondi à 10 000 CS.

Tableau 2: Seuils d'intervention pour la décontamination des personnes

Quantité CS ³	< 100	100 - 10 000	> 10 000
Contamination de la peau (kBq/cm ²) ¹	< 0,3	0,3 - 33	> 33
Mesure de décontamination des personnes	Décontamination pas nécessaire	Décontamination judicieuse	Décontamination obligatoire

La question de savoir quelle valeur d'intervention utiliser au point de contact entre le seuil d'intervention inférieur et le seuil d'intervention supérieur dépend du nombre de personnes contaminées et du degré des contaminations. La protection contre les lésions radiologiques graves est dans tous les cas assurée sur l'ensemble du spectre entre le seuil inférieur et supérieur. La valeur d'intervention doit être fixée de telle sorte que les décontaminations des personnes puissent être gérées également avec les capacités d'accueil existantes sur le point de contact.

L'annexe 2 contient, pour chaque scénario, une évaluation approximative du nombre attendu de personnes contaminées (> 100 CS).

³ On part d'une valeur CS de 3 Bq/cm²

5 Mesures de décontamination des personnes

Sur la base de l'exposé fait au chapitre 4.1, il est fait essentiellement la distinction entre la décontamination personnelle préventive et la décontamination personnelle ciblée, sur le point de contact, fondée sur le seuil d'intervention. Les capacités de mesure et les installations pour se doucher étant limitées, il est préconisé en premier lieu une autodécontamination décentralisée réalisée à la maison par les personnes touchées.

5.1 Décontamination personnelle préventive

5.1.1 Décontamination personnelle autonome

La décontamination personnelle autonome se justifie par le fait que la décontamination des personnes qui se trouvaient à l'air libre lors du passage du nuage doit s'effectuer le plus vite possible. Elle peut se faire sans mesure préalable de la contamination car les résultats des mesures ne contribuent pas de façon essentielle au succès de la première étape de décontamination. La décontamination autonome doit se faire dans les zones où des mesures contre le rayonnement externe ont été ordonnées. Etant donné qu'il s'agit d'une mesure purement préventive, elle ne se fonde pas sur les seuils d'intervention pour la décontamination des personnes. La décontamination autonome s'applique aux personnes qui se trouvaient à l'air libre lors de la dissémination.

La décontamination autonome recourt aux moyens d'hygiène habituels et peut être réalisée à tout moment chez soi. Le moment pour donner des instructions relatives à la décontamination autonome sera choisi en tenant compte des autres dangers (par ex. exposition externe élevée après avoir quitté l'abri ou la cave). En principe, aucune autre mesure n'est nécessaire car tout un chacun dispose des éléments nécessaires chez soi (eau chaude, salle de bain, savon liquide ou pain de savon, vêtements et chaussures propres, etc.). Reste qu'il faut veiller à ce que le moins de contaminations possibles ne se propagent dans la maison.

Les mesures de décontamination allant au-delà des mesures d'hygiène quotidienne ne sont pas considérées comme nécessaires. Dans la mesure du possible, les rougeurs et les blessures cutanées susceptibles de conduire à des incorporations et l'utilisation de produits de décontamination corrosifs sont à éviter.

Les instructions suivantes en matière de décontamination personnelle autonome sont à donner:

- Ne pas manger ni fumer avant la décontamination.
- Se déchausser avant d'entrer dans la maison.
- Retirer les vêtements susceptibles d'être contaminés (ils contiennent la majeure partie de la radioactivité) dans la salle de bain. Mettre ces vêtements ainsi que les chaussures dans un sac en plastique sur lequel on colle une étiquette avec son nom et le conserver.
- Nettoyer les parties du corps qui ne sont pas recouvertes par des vêtements (mains, visage, cou) ainsi que les cheveux sous l'eau courante avant d'entrer dans la douche afin de ne pas propager les contaminations aux parties du corps non contaminées.
- Se doucher et se laver les cheveux.
- Mettre des sous-vêtements, des vêtements et des chaussures propres.

En cas d'évacuation de parties de la population, une nouvelle autodécontamination est indiquée après l'évacuation.

5.1.2 Décontamination centralisée en cas d'événements radiologiques

En cas d'événements radiologiques, les services d'intervention bouclent le secteur immédiat du sinistre. Tout ce qui quitte le secteur du sinistre doit faire l'objet d'une décontamination, aussi longtemps qu'il n'est pas possible de faire des contrôles avec des appareils de mesure. Pour la décontamination, un poste de décontamination sera installé directement hors du secteur du sinistre du côté exposé au vent. Il servira à une décontamination grossière des passants, des services d'intervention et de leurs moyens d'intervention (cf. également [ComABC 2007]). Pour la décontamination, les éléments suivants sont nécessaires:

- Installations pour se doucher et se laver les cheveux et pour nettoyer les véhicules (par ex. halle avec un déshuileur et un nettoyeur à haute pression).
- Vêtements de rechange
- Sacs plastique, étiquettes et matériel de bureau
- Appareils de mesure de la contamination, dans la mesure où ils sont disponibles

L'eau de décontamination ne doit pas être contenue du point de vue radiologique.

Décontamination grossière des personnes

- Procéder à une décontamination grossière de toutes les personnes qui quittent le secteur du sinistre aussi longtemps qu'aucun appareil de mesure et le personnel de mesure nécessaire ne sont disponibles. Dès que ces derniers sont disponibles, décider, sur la base des seuils d'intervention, des personnes à décontaminer.
- Retirer les vêtements (contaminés). Emballer les vêtements portés dans des sacs plastique (un sac par personne) sur lequel on colle une étiquette avec les coordonnées du propriétaire. Conserver les sacs pour les mesures ultérieures.
- Laver au moins les parties du corps non couvertes au préalable (y compris les cheveux). Si possible, se doucher.
- Enfiler les vêtements de rechange préparés.

Décontamination grossière des moyens d'intervention

- Les moyens d'intervention (véhicules) se trouvant dans le secteur immédiat du sinistre seront minutieusement nettoyés au jet (nettoyeur à haute pression).
- Le matériel qui ne peut pas être nettoyé sur place sera mis dans des sacs plastique, signalé par une marque distinctive, transporté puis décontaminé dans un lieu adéquat.

5.2 Contrôle de la contamination et décontaminations des personnes au point de contact

Les personnes qui consulteront le point de contact auront été priées auparavant par la radio de se doucher à la maison. Il faut donc s'attendre à ce que seule une fraction des visiteurs soit contaminée.

Au point de contact, le déroulement suivant pour la décontamination des personnes est à suivre:

- Enregistrer et mesurer la contamination de l'ensemble des personnes lors de l'entrée au point de contact.
- Documenter les parties du corps contaminées et les valeurs mesurées.
- Décider de l'opportunité d'une décontamination personnelle (sur la base des seuils d'intervention pour la décontamination des personnes⁴).
- En cas de valeurs de contamination supérieures à 10 000 CS, faire examiner la personne par un médecin, après décontamination, pour vérifier la présence de lésions graves.

Au cas où une décontamination personnelle s'avère nécessaire, procéder comme suit:

- Retirer les vêtements (contaminés) (décontamination grossière).⁵
- Laver au préalable les parties du corps qui ne sont pas couvertes par des vêtements (mains, tête et cheveux, cou) sous l'eau courante.
- Se doucher et se laver à nouveau les cheveux.
- Nouveau contrôle de la mesure de contamination:
 - En présence de contaminations supérieures à la valeur d'intervention, laver une seconde fois les parties du corps contaminées et se doucher à nouveau.
 - Après une deuxième décontamination, aucune autre mesure de décontamination n'est requise: il n'y a plus de danger de propagation de la contamination au point de contact.

⁴ La valeur concrète est fixée par la CENAL en accord avec les experts en radioprotection présents au point de contact.

⁵ Au cas où les contaminations se limitent aux chaussures, il suffit de changer de chaussures et, après un nouveau contrôle de la contamination, de laisser passer la personne sans autre mesure de décontamination.

Annexe 1: Règles de base et fondements

Règle de base 1: pour la dose aiguë, seule la dose résultant d'une période d'exposition de deux jours est retenue.

Cette hypothèse se fonde sur la décontamination résultant des mesures d'hygiène quotidienne et du renouvellement naturel de la peau en l'espace de 3 à 10 jours.

Règle de base 2: l'irradiation de la peau pendant deux jours à 365 CS conduit à une dose à la peau de 0,1 Gy et à une dose effective de 1 mSv.

En vertu de l'ordonnance sur la radioprotection, la valeur directrice de contamination surfacique (CS) correspond à une dose à la peau de 50 mGy par an. La valeur directrice se fonde sur une exposition d'une durée de 8760 heures et s'appuie sur des radionucléides avec un débit de dose équivalente directionnelle (valeur de référence) élevé $h_{c0.07}$ (1,9 (mSv/h)/(kBq/cm²) pour CS = 3 Bq/cm²). En cas de contamination de tout le corps, il en résulte une dose effective de 0,5 mSv.

En cas d'événement, on part du principe que, selon la règle de base 1, l'irradiation de la peau se limite à deux jours. La période d'exposition, plus brève, peut ainsi être compensée par une augmentation proportionnelle des valeurs directrices. La peau peut ainsi être irradiée à 365 CS pendant deux jours jusqu'à atteindre une dose à la peau de 100 mGy et une dose effective de 1 mSv.

Règle de base 3: l'incorporation de la radioactivité d'une surface de peau de 10 cm² contaminée par 365 CS conduit chez un adulte à une dose d'incorporation effective de 0,5 mSv.

En vertu de l'ordonnance sur la radioprotection, la valeur directrice de contamination surfacique (CS) correspond à une dose d'incorporation de 0,5 mSv par an. La valeur directrice se fonde sur une incorporation quotidienne de la radioactivité qui peut se trouver sur une surface de 10 cm². En cas d'incorporation unique, le nombre des valeurs directrices peut être multiplié par 365. Une incorporation unique de 10 cm² de surface de peau (en se léchant les doigts) contaminée par 365 CS conduit par conséquent à une dose d'incorporation effective de 0,5 mSv. Les évaluations et la dose d'incorporation se réfèrent à des adultes. Chez les enfants, pour la même irradiation, les doses d'incorporation seraient 2 à 3 fois plus élevées.

Les évaluations ci-dessus se fondent sur un facteur de dose d'incorporation de 4,5 E-8 Sv/Bq (pour 1 CS = 3 Bq/cm²). Le tableau 3 contient des facteurs comparatifs pour certains nucléides typiques. Au tableau 4, la dose effective externe par contamination de la peau ainsi que la dose d'incorporation en cas de contamination de la peau de 365 CS est calculée à partir des facteurs spécifiques aux nucléides $h_{c0.07}$ et e_{ing} . Une comparaison de la dose externe avec la dose d'incorporation démontre que la dose d'incorporation via contamination de la peau pour les nucléides mentionnés par rapport à la dose externe n'est pas négligeable.

En cas de mélange constitué par les produits de fission, le facteur de dose d'incorporation pondéré proportionnellement aux nucléides devrait être légèrement inférieur aux différents

nucléides mentionnés ce qui fait que dans un tel cas, l'incorporation via contamination de la peau peut être négligée par rapport à la dose directe par contamination de la peau.

Tableau 3: Facteurs de dose d'incorporation de certains radionucléides selon l'ORaP, annexe 4

Nucléide	E_{ing} Enfants en bas âge	E_{ing} Adultes [Sv/Bq]
Sr-90	7,3 E-8	2,8 E-8
I-131	1,8 E-7	2,2 E-8
Cs-137	1,2 E-8	1,3 E-8
U- 235	1,3 E-7	4,7 E-8
Pu-239	4,2 E-7	2,5 E-7
Am-241	3,7 E-7	2,0 E-7

Tableau 4: Comparaison de la dose effective externe résultant de la dose d'incorporation en cas de contamination de la peau de 365 CS

Nucléide	365 CS [kBq/cm²]	E_{ext} [mSv]	E_{ing} Enfants en bas âge [mSv]	E_{ing} Adultes [mSv]
Sr-90	1,10	0,73	0,80	0,31
I-131	1,10	0,73	2,00	0,24
Cs-137	1,10	0,86	0,13	0,14
U- 235	1,10	0,10	1,42	0,51
Pu-239	0,11	--	0,46	0,27
Am-241	0,11	--	0,41	0,22

E_{ext} : dose résultant d'une contamination pendant 2 jours à 365 CS.

E_{ing} : incorporation de la radioactivité se trouvant sur une surface de peau de 10 cm².

Règle de base 4: la contamination de la peau ou des vêtements par surface s'élève à environ 10 % de la contamination du terrain (dépôt sur l'herbe)

En cas d'événement provoquant des contaminations du terrain, on peut partir du principe qu'il provoquera aussi des contaminations de la peau et des vêtements chez les personnes se trouvant à l'air libre. En cas de contamination directe provenant du nuage, la règle de base se fonde en premier lieu sur des réflexions liées au dépôt sur les surfaces. Ces dernières présentent, d'une part, des degrés divers de rugosité et sont, d'autre part, orientées pour la plupart verticalement plutôt qu'horizontalement par rapport aux êtres humains. Un dépôt mouillé constitue une meilleure protection (protection de la pluie) de sorte qu'il ne devrait pas se produire de contaminations de la peau.

La règle de base s'applique également au transfert de la contamination après le passage du nuage. Ici il est surtout tenu compte des transferts se produisant lors de travaux de jardinage

ou de jeux d'enfants dans le bac à sable, deux situations où le contact avec la terre est prolongé. La règle de base part de l'hypothèse qu'en travaillant le sol, la terre se mélange et se disperse, ce qui empêche que toute la contamination soit transférée. La proportion de contamination transférable diminue à mesure qu'elle se lave et se fixe.

Annexe 2: Discussion des événements

Pour chaque scénario, le nombre attendu de personnes contaminées (> 100 CS) a été évalué ci-après de façon approximative.

a) Accident dans une centrale nucléaire en Suisse

La dose pour la population par contamination de la peau et des vêtements après un accident dans une centrale nucléaire est, pendant le passage du nuage, à l'instar de la dose d'incorporation, faible par rapport à la dose externe (due en majeure partie aux gaz rares). Néanmoins, les contaminations de la peau et des vêtements peuvent dans des cas isolés entraîner des doses à la peau provoquant de graves radiolésions.

Dans son Concept de protection en cas d'urgence [ComABC 2006], la DSN a défini trois scénarios de référence pour la planification d'urgence:

- Scénarios sans endommagement du cœur du réacteur
- Scénarios avec endommagement du cœur du réacteur mais fonctionnement correct de l'enceinte de confinement et de l'installation de dépressurisation de l'enceinte au travers de filtres
- Scénarios avec endommagement du cœur du réacteur et fonctionnement incorrect de l'enceinte de confinement

Ci-après pour les trois scénarios de référence, il a été examiné dans quelle mesure il faut s'attendre à un dépassement des valeurs d'intervention pour la décontamination des personnes. La valeur de planification utilisée pour évaluer les conséquences est la valeur moyenne calculée à partir des situations météorologiques présentées.

Scénarios sans endommagement du cœur du réacteur

Dans le scénario sans endommagement du cœur du réacteur, on n'atteint pas de doses à la peau ni de contaminations de la peau conduisant à un dépassement des seuils d'intervention.

La contamination de la peau pronostiquée dans ce scénario directement après le passage du nuage est décrite à la figure 1. Dans ce scénario, le seuil inférieur d'intervention de 100 CS n'est atteint nulle part.

Scénarios avec endommagement du cœur du réacteur mais fonctionnement correct de l'enceinte de confinement et de l'installation de dépressurisation de l'enceinte au travers de filtres

Dans ce scénario, il faut s'attendre à un dépassement du seuil inférieur mais pas du seuil supérieur d'intervention pour la décontamination des personnes. Le seuil inférieur d'intervention devrait être dépassé pour les personnes qui se trouvaient à l'air libre dans la zone 1 ou 2 sous le vent lors du passage du nuage.

Dans la zone 1 et un secteur de la zone 2 vivent au maximum 300 000 personnes (centrale de Mühleberg). En supposant que 5 % de la population n'ait pas respecté les consignes⁶ et

⁶ Séjour dans les caves ou les abris lors du passage du nuage

qu'environ la moitié se soit trouvée dans la région immédiate du passage du nuage, il faut tabler sur quelques milliers de personnes qui dépassent le seuil inférieur d'intervention pour la décontamination des personnes.

Scénarios avec endommagement du cœur du réacteur et fonctionnement incorrect de l'enceinte de confinement

Dans ce scénario comme dans le précédent, il faut s'attendre, pour une valeur moyenne de toutes les situations météorologiques prises en compte, à un dépassement du seuil inférieur mais pas du seuil supérieur d'intervention pour la décontamination des personnes. Le seuil inférieur d'intervention devrait être dépassé pour les personnes qui se trouvaient à l'air libre dans la zone 1 ou 2 sous le vent lors du passage du nuage. Ici aussi, il faut s'attendre à ce que quelques milliers de personnes dépassent le seuil inférieur d'intervention pour la décontamination des personnes.

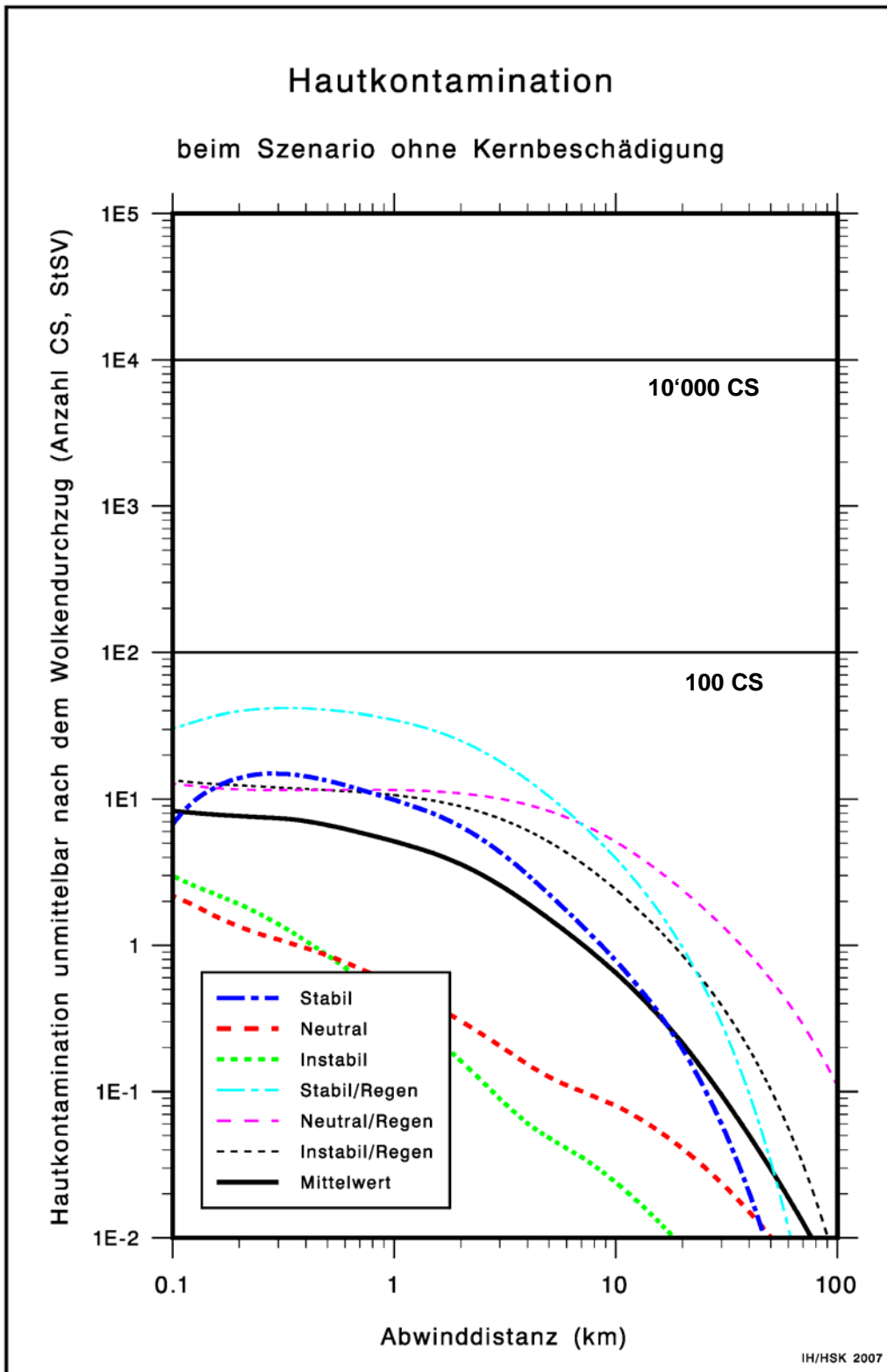


Figure 1: Contamination de la peau directement après le passage du nuage en fonction de la distance sous le vent pour le scénario sans endommagement du cœur du réacteur

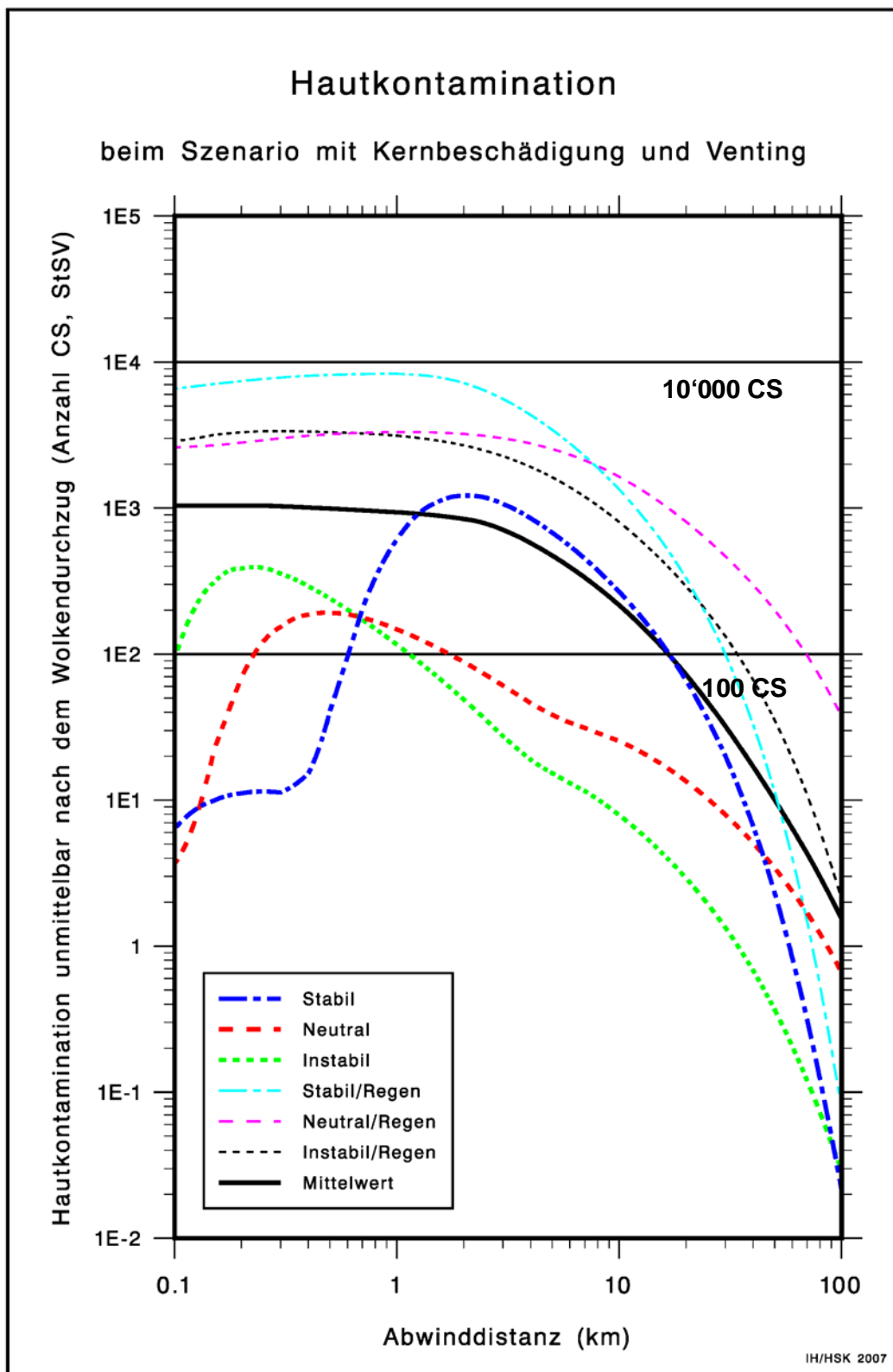


Figure 2: Contamination de la peau directement après le passage du nuage en fonction de la distance sous le vent pour le scénario avec endommagement du cœur du réacteur et venting

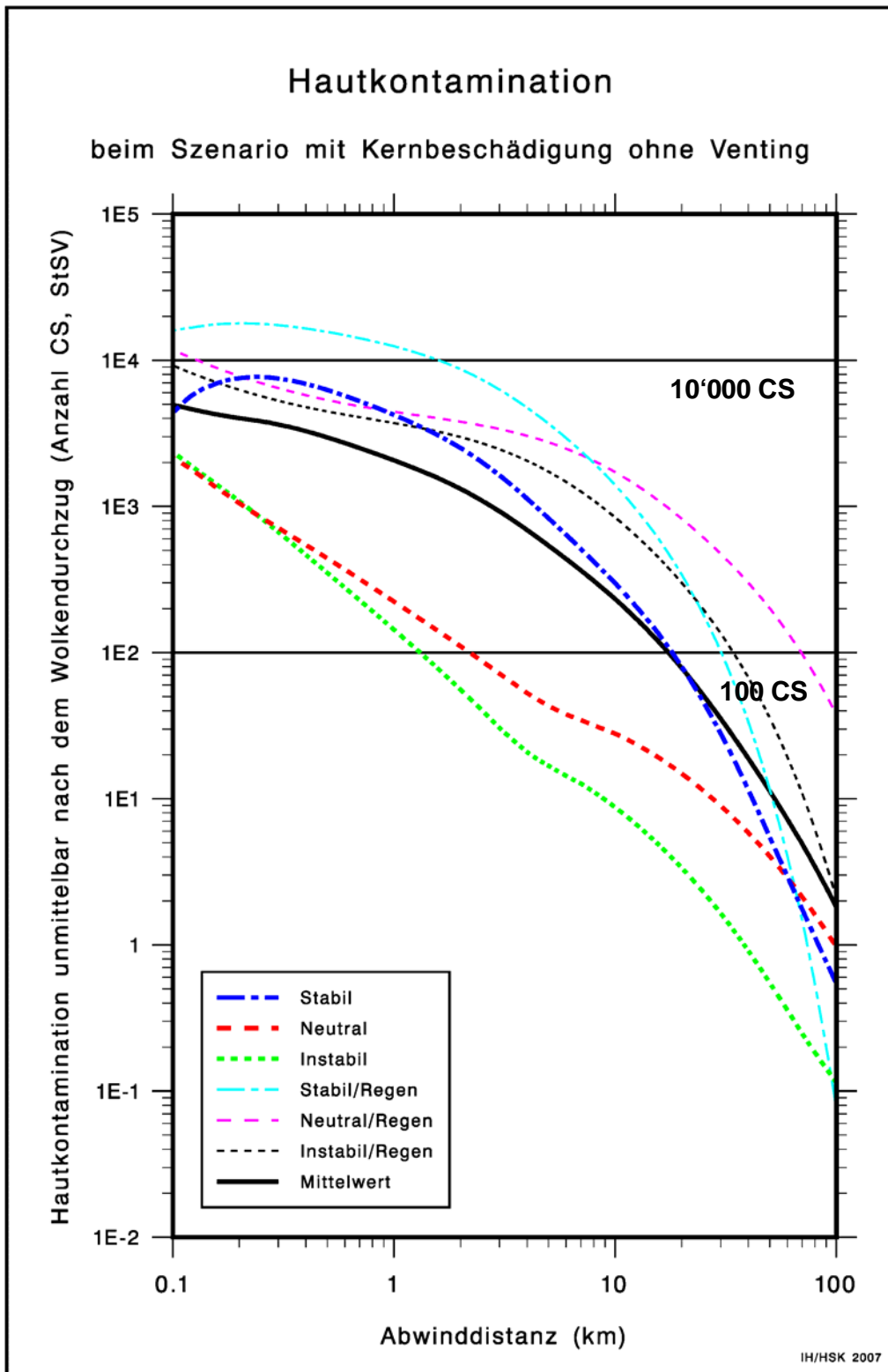


Figure 3: Contamination de la peau directement après le passage du nuage en fonction de la distance sous le vent pour le scénario avec endommagement du cœur du réacteur et sans venting

b) Evénements avec contamination locale ou à grande échelle, mais peu élevée

Les événements examinés ci-après ne requièrent pas d'analyse détaillée. Ils peuvent en effet être englobés dans les accidents touchant une centrale nucléaire en Suisse, bien que - sauf accident impliquant des armes A sans explosion nucléaire - le nombre de personnes avec dépassement du seuil inférieur d'intervention pour la décontamination des personnes y soit nettement plus réduit (grandeur de planification: une dizaine de personnes).

En cas d'**accident de transport**, d'**accident d'exploitation avec incendie**, de **sources perdues** de même qu'en cas de **dissémination de radioactivité à des fins terroristes**, il est probable qu'un petit nombre de personnes seulement soient contaminées (> 100 CS). Le nombre de personnes qui pourraient être ou se sentir touchées et devraient être examinées peut toutefois être beaucoup plus élevé (notamment en cas de chute d'aéronef ou d'acte terroriste).

En cas d'**accident impliquant des armes A sans explosion nucléaire**, des contaminations alpha élevées pourraient toucher un plus grand cercle de personnes. L'accident de Palomares de 1966 entre dans cette catégorie. Au total, 2000 personnes environ avaient fait l'objet de contrôles dosimétriques et les personnes les plus touchées se trouvaient parmi les équipes de sauveteurs intervenues après l'accident.

Des contaminations à grande échelle mais faibles (retombées radioactives, lessivage par la pluie) peuvent résulter d'un **accident survenant dans une centrale nucléaire à l'étranger** ou de l'**engagement d'armes A dans une région éloignée de la Suisse**. La mesure de l'irradiation des personnes relève plutôt du type « vérification et preuve ».

c) Engagement d'armes A en Suisse ou dans la zone frontalière à l'étranger

Une analyse détaillée des événements impliquant l'engagement d'armes A en Suisse ou dans la zone frontalière à l'étranger dépasse le cadre des possibilités de ce groupe de travail. C'est pourquoi seuls quelques éléments importants sont énumérés ci-après:

Les experts en stratégie militaire considèrent comme très peu probable un engagement d'armes A en Europe dans le contexte militaire/politique/stratégique international actuel. Si cela devait se produire, on pense que, compte tenu de la doctrine actuelle des Etats dotés d'armes nucléaires, les armes les plus susceptibles d'être utilisées seraient des armes A tactiques, et plus particulièrement des ogives nucléaires de faible puissance (env. 1 à 20 kT).

Selon les dernières conclusions des experts ayant étudié cette menace, il y a une probabilité très faible que des groupes terroristes puissent fabriquer ou dérober une arme A et utiliser une telle arme, et si tel était le cas, ils auraient vraisemblablement recours là aussi à des charges nucléaires de faible puissance (env. 1 à 20 kT).

Si une telle arme A explosait à la surface du sol ou près du sol, les retombées locales pourraient provoquer une forte contamination du terrain sur un secteur de quelques km² à 100 km². Du fait du rayonnement bêta des retombées radioactives, il faut s'attendre à ce que les personnes s'étant trouvées sans protection à l'air libre dans ce secteur présentent – aucune mesure de décontamination n'ayant été prise – des radiolésions graves de la peau non couverte. Une très grande partie de la population peut ainsi être touchée. La

contamination est décrite comme étant constituée de gros grains (similaire à du sable fin) qui s'enlève relativement facilement.

Dans ce cas, il faudra en priorité et dans la mesure du possible donner à la population des instructions en vue d'une autodécontamination. Des mesures de la contamination des personnes et une décontamination centralisées ne semblent en effet guère réalisables dans ce cas, compte tenu du grand nombre de personnes potentiellement touchées, de l'urgence qu'il y a à procéder aux mesures de décontamination et des restrictions éventuelles concernant le séjour hors des abris.

Annexe 3: Définitions relatives aux doses

L'évaluation des radiolésions graves se fonde sur la **dose absorbée** (en Gray, Gy). Par contre, la dose absorbée ne convient pas pour l'évaluation des séquelles car elle ne prend pas en compte les effets biologiques des différents types de rayonnements. Pour obtenir la **dose équivalente**, on multiplie l'énergie transmise pour chaque type de rayonnement par le facteur de pondération du rayonnement w_R . La dose équivalente est exprimée en sieverts [Sv]). Pour les rayonnements β et γ , le facteur de pondération est de 1.

Pour évaluer précisément l'irradiation des différents organes et tissus, on utilise la **dose effective** (en Sv). On peut ainsi évaluer le risque en comparant une irradiation d'une partie du corps à une irradiation du corps entier. La dose effective prend en compte l'énergie transmise par un rayonnement, le type de rayonnement, la sensibilité variable des organes et donc la répartition du rayonnement dans tout l'organisme. Pour calculer la dose effective, on multiplie la dose équivalente reçue par un organe par le facteur de pondération (w_T) de cet organe. La somme des doses équivalentes pondérées de tous les organes donne la dose effective. Dans le cas d'une contamination de la peau, seule la peau est touchée de manière importante par une exposition. Le facteur de pondération pour la peau est de 0,01. Une dose de 1 Gy absorbée par la peau correspond par conséquent à une dose effective de 10 mSv.

Annexe 4: Références bibliographiques

- [ACLS 1988] E. Schmid, Kriterien zur Beurteilung der Schadenwirkung der Kernstrahlung von Nuklearwaffen auf Mensch, natürliche Umwelt und zivile Infrastruktur und ihre Anwendung auf nukleare Szenarien. Rapport du Laboratoire de Spiez ACLS 8503.
- [NRPB 1988] J.W. Stather et al., Health Effects Models Developed from the 1988 UNSCEAR Report, NRPB-R226
- [OROIR 1991] OROIR du 26 juin 1991 - RS 732.32
- [DSN 1993] E. Stoll, Planungsgrundlage für die medizinische Behandlung von Personen mit akuten Strahlenschäden nach einem schweren Kernkraftwerkunfall. Tiré de HSK-AN-2459 / KSA-AN-1752, révision 1 du 15 mars 1993
- [SUVA 2001] Les irradiations accidentelles, Information de la Suva sur le traitement des irradiations accidentelles, 2001, n° de commande 2869/21
- [ORaP 1994] ORaP du 22 juin 1994 - RS 814.501
- [ComABC 2003] Concept "Kontaktstelle", ComABC 2003
- [ComABC 2006a] Concept de protection en cas d'urgence au voisinage des installations nucléaires, Com ABC, janvier 2006
- [ComABC 2007] Plan de collaboration en cas d'événement impliquant une dissémination intentionnelle de substances radioactives (scénarios de "bombe sale"), ComABC avril 2007