



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

**Mise en œuvre du Concept des mesures à prendre en  
fonction des doses (CMD):  
mesures visant à réduire l'exposition à l'irradiation  
après un accident dans une centrale nucléaire  
  
(Catalogue de mesures CMD)**

**Groupe de travail Evaluation et contre-mesures  
ComABC**

Approuvé par la  
Commission fédérale pour la protection ABC  
à l'occasion de la séance du  
18 novembre 2003

## TABLE DES MATIERES

	Page
1. Introduction .....	4
2. Principes relatifs à la mise en œuvre du CMD.....	11
3. Déduction du CMD de valeurs de dose d'intervention spécifiques à la phase .....	17
4. Bases de décision en cas d'événement .....	29
Appendice:	
1 Concept de mesures à prendre en fonction des doses (CMD) .....	88
2 Règles de base et facteurs de protection (FP) .....	90
3 Abréviations.....	92
4 Définitions.....	93
5 Bibliographie et références.....	94



---

# 1. Introduction

1.1. Situation initiale.....	6
1.2. Objectif du groupe de travail Evaluation et contre-mesures .....	7
1.3. Structure et contenu du document.....	8
1.4. A qui s'adresse le catalogue de mesures? .....	10



### 1.1. Situation initiale

Lors d'événements pouvant provoquer un danger pour la population du fait d'une augmentation de la radioactivité s'applique, outre les dispositions de l'ordonnance sur la radioprotection (ORaP<sup>1</sup>), l'ordonnance relative à l'organisation d'intervention en cas d'augmentation de la radioactivité (OROIR<sup>2</sup>). L'OROIR régit les compétences, l'organisation et l'intervention des organes de la Confédération dans les cas provoquant ou pouvant provoquer un danger pour la population et l'environnement du fait d'une augmentation de la radioactivité. Le Concept de mesures à prendre en fonction des doses (CMD) constitue la base pour l'ordonnance et la demande de mesures de protection à la suite d'un événement provoquant une augmentation de la radioactivité. Le CMD constitue l'appendice de l'OROIR (cf. aussi annexe 1).

Le CMD sert de cadre à l'Organisation d'intervention en cas d'augmentation de la radioactivité (OIR) pour ordonner des mesures de protection appropriées destinées à restreindre le risque pour la santé de la population après un événement provoquant une augmentation de la radioactivité. Le groupe ad hoc CMD de la ComABC qui a fixé les critères pour le CMD en 1990 (bibl. [2.1]) a tenu compte des principes suivants:

- « • *Toute mesure de protection doit être en rapport avec la dose économisée.*
- *Le CMD doit pouvoir s'appliquer de façon universelle, c'est-à-dire à tous les événements imaginables.*
- *Le CMD doit être flexible au point de pouvoir être adapté aux particularités de l'événement isolé; par conséquent, il ne prévoit pas tout jusque dans les moindres détails.*

*Du fait de la volonté d'universalité du CMD, l'élaboration des mesures de protection doit se faire à deux niveaux. Le CMD [...] sert dans un premier temps de cadre; puis, au sein de ce cadre, les relations entre la dose et les mesures de protection sont affinées en fonction de l'événement.*

*[...]*

*Le CMD doit [...] couvrir un large spectre de répercussions possibles. Il existe des différences extraordinairement importantes entre les événements [...], d'où, une fois encore, la nécessité de structurer le CMD de manière flexible; le même train de mesures ne peut être utilisé de la même manière lors de tous les événements. Des événements «restreints» sont plus «faciles» à maîtriser que de grandes catastrophes. Il incombe aux groupes de travail de la COPAC de mettre en œuvre et d'affiner le CMD à vocation universelle en fonction des divers événements.»*

Pour chacune des mesures de protection entrant en ligne de compte, un intervalle de doses est fixé avec deux seuils (SDI, SDS<sup>3</sup>). En cas de dépassement, les mesures correspondantes peuvent être prises (SDI) ou doivent être prises (SDS). Par dose il faut entendre dans tous les cas la dose à attendre suite à une exposition ou incorporation, sans la mesure de protection entrant en ligne de compte, pendant la première année après l'événement.

---

<sup>1</sup> Ordonnance du 22 juin 1994 sur la radioprotection, RS 814.501

<sup>2</sup> Ordonnance du 26 juin 1991 relative à l'organisation d'intervention en cas d'augmentation de la radioactivité (OROIR), RS 732.32

<sup>3</sup> SDI: seuil de dose inférieur; SDS: seuil de dose supérieur

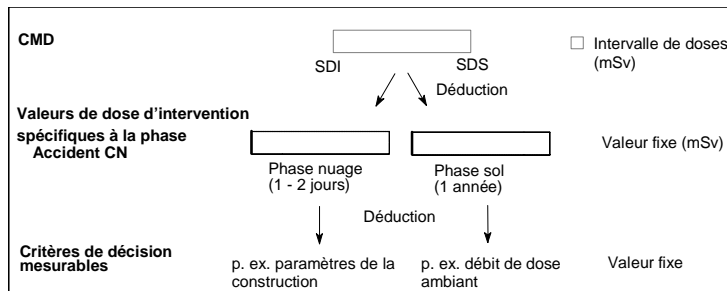
## Introduction

Ces intervalles de doses ne sont pas adaptés à une intervention directe en cas d'événement pour les raisons suivantes:

- Au début de l'événement, il n'est guère possible de faire un pronostic de la dose à attendre pendant la première année car l'évolution ultérieure de l'événement et ses conséquences à long terme sur l'environnement ne sont pas suffisamment connues. Au début d'un événement, l'évaluation se limitera donc à la phase aiguë (phase nuage). Une fois passée la phase aiguë, lorsque la situation initiale est stable et que l'on dispose de mesures fondées de l'environnement permettant de poursuivre l'évaluation, il est possible d'établir un pronostic sur une période plus longue.
- Les intervalles de doses du CMD laissent une marge de manœuvre qui n'est pas judicieuse en cas d'événement, où il s'agit de prendre rapidement des décisions.

### 1.2. Objectif du groupe de travail Evaluation et contre-mesures

Le groupe de travail Evaluation et contre-mesures de la ComABC a déduit du CMD des **valeurs de dose d'intervention spécifiques à la phase** et des **critères de décision mesurables spécifiques à la phase** en cas d'accident dans une centrale nucléaire (Graphique 1). En cas d'événement, ces valeurs permettent une prise de décision rapide et dans les temps. En outre, elles garantissent le respect des intervalles de doses fixés dans le CMD.



Graphique 1: Déduction des valeurs de dose d'intervention et critères de décision mesurables spécifiques à la phase

En ce qui concerne la déduction des critères de décision mesurables et l'évaluation des mesures, le groupe de travail s'est concentré surtout sur la phase aiguë, c'est-à-dire la phase nuage et la première phase d'allègement après le passage du nuage. Les critères de décision qui ont été déduits du CMD lors de la préparation se fondent exclusivement sur des scénarios pour la planification des mesures de protection (bibl. [8.1]). En cas d'événement, ces derniers ne devraient servir de base de décision que tant qu'il n'existe aucune mesure détaillée de l'environnement spécifique à l'événement. Dès que des mesures spécifiques aux nucléides sont disponibles, il faut établir à nouveau le rapport entre la dose et les valeurs de mesure spécifiques aux nucléides.

Les valeurs de dose d'intervention et critères de décision mesurables mentionnés dans le présent document doivent par conséquent constituer la base de l'ordonnance de mesures,

- lorsqu'on n'a pas le temps durant la phase aiguë d'adapter les mesures à la situation effective et
- en l'absence d'informations relatives à l'événement permettant une évaluation plus détaillée que celle effectuée lors de la préparation.

Dès que l'on dispose d'informations détaillées et de plus de temps pour prendre une décision, on optimise les valeurs de décision prédéfinies en se fondant sur la situation spécifique et les facteurs sociaux et politiques.

Dans le cas où les données de mesure en cas d'événement sont insuffisantes et qu'il n'est pas possible de prendre une décision sur la base des critères de décision mesurables prédéfinis, une procédure standard a été définie prévoyant à titre préventif des mesures suffisamment larges, tenant compte des incertitudes existantes.

### 1.3. Structure et contenu du document

Le présent catalogue de mesures est un résumé de plusieurs documents élaborés séparément par le groupe de travail Evaluation et contre-mesures (bibl. [3.1] - [3.6]). Il énumère les principaux résultats de la mise en œuvre du CMD. Le document est structuré de telle façon qu'en cas d'événement le chapitre 4 peut également être utilisé comme base de décision.

#### **Chapitre 2**

Le chapitre 2 décrit les principes relatifs à la mise en œuvre du CMD qui ont été définis par le groupe de travail.

#### **Chapitre 3**

Le chapitre 3 présente les valeurs de dose d'intervention spécifiques à la phase déduites par le groupe de travail assorties d'une brève justification. Pour la déduction des valeurs de dose d'intervention spécifiques à la phase, le groupe de travail s'est surtout concentré sur les mesures explicitement mentionnées dans le CMD. Il s'agit des mesures suivantes:

- séjour à l'intérieur des habitations
- séjour dans la cave/l'abri
- évacuation
- ingestion de comprimés d'iode
- limitation de la consommation de denrées alimentaires

En ce qui concerne la consommation de denrées alimentaires, le groupe de travail a renoncé à déduire une valeur de dose d'intervention fixe, car la dose d'ingestion qui en résulte dépend fortement des habitudes alimentaires individuelles. Du reste, l'ordonnance sur les substances étrangères et les composants (OSEC<sup>4</sup>) définit déjà des valeurs limites pour les denrées alimentaires. Le respect de ces valeurs limites garantit de ne pas atteindre des doses d'ingestion dépassant le seuil de dose supérieur de 20 mSv.

Outre la déduction d'une valeur de dose d'intervention pour l'évacuation, le groupe de travail a également défini une valeur de dose d'intervention pour le déplacement. Le déplacement n'est pas explicitement mentionné dans le CMD. Etant donné que l'AIEA et

---

<sup>4</sup> Ordonnance du 26 juin 1995 sur les substances étrangères et les composants dans les denrées alimentaires, RS 817.021.23



## Introduction

---

l'Allemagne ont également défini une valeur pour le déplacement, le groupe de travail a considéré comme judicieux de fixer lui aussi une valeur de dose d'intervention.

### **Chapitre 4**

Le chapitre 4 constitue le cœur du présent catalogue de mesures. Il est structuré de telle sorte qu'il peut servir de base de décision directe en cas d'événement.

Les cas «Accident soudain» (chapitre 4.2), «Déroulement d'accident avec une phase d'alerte moyenne à longue» (chapitre 4.3) et «Accident dans une centrale nucléaire à l'étranger» (chapitre 4.4) sont traités dans des sous-chapitres séparés car les bases de décision et les mesures à prendre varient d'une situation à l'autre.

Pour déduire des critères de décision mesurables, le groupe de travail s'est également surtout concentré sur les mesures explicitement mentionnées dans le CMD.

Le groupe de travail a mené des réflexions supplémentaires dans le domaine de l'agriculture et du contrôle de la contamination car elles sont directement liées aux mesures «Limitation de la consommation de denrées alimentaires» et «Evacuation».

En complément des valeurs limites fixées dans l'OSEC pour les denrées alimentaires, le groupe de travail a défini des teneurs maximales pour les aliments pour animaux. Celles-ci doivent permettre de décider jusqu'à quel niveau de radioactivité les aliments pour animaux peuvent être administrés pour que les valeurs limites de l'OSEC soient respectées dans le produit animal final.

En cas d'événement radiologique, le domaine de l'agriculture constitue en général un domaine extrêmement sensible qui détermine les limitations nécessaires dans la consommation de denrées alimentaires. C'est la raison pour laquelle le groupe de travail ne souhaitait pas, dans ce document, se limiter uniquement à la question de savoir à partir de quand les denrées alimentaires sont impropres à l'alimentation humaine. Il a cherché à déterminer quelles étaient les mesures à prendre en matière de décontamination et d'élimination des denrées alimentaires contaminées et par quelles mesures éviter que les radionucléides se retrouvent dans la chaîne alimentaire. Pour ce faire, le groupe de travail a énuméré des mesures possibles. Il n'est toutefois possible de décider des mesures concrètes à prendre qu'au moment de l'événement, c'est-à-dire lorsqu'on sait quelles quantités sont touchées et s'il est possible ou non de se procurer des produits de substitution.

### **1.4. A qui s'adresse le catalogue de mesures?**

Le présent catalogue de mesures publié par la ComABC en tant que base de décision s'adresse en premier lieu à la CENAL. En cas d'événement, celle-ci ordonne des mesures dans le cadre de ses propres compétences et soumet ensuite au CODRA des recommandations relatives aux mesures nécessaires durant la phase sol.

Pour les autres services fédéraux et cantonaux impliqués en cas d'événement, le catalogue explique sur quelles bases se fondent les critères de décision et mesures utilisés par la CENAL.

---

## 2. Principes relatifs à la mise en œuvre du CMD

2.1. Aperçu .....	13
2.2. Principes généraux .....	13
2.3. Principes relatifs à la définition des zones .....	14
2.4. Principes relatifs au calcul de la dose.....	14



## 2.1. Aperçu

Le groupe de travail Evaluation et contre-mesures a établi des principes généraux relatifs à la mise en œuvre du CMD qui sont décrits en détail au point 3.1 de la bibliographie. Les principes essentiels à la compréhension du contenu des chapitres 3 et 4 sont exposés ci-après.

## 2.2. Principes généraux

- Dans la mesure du possible, les mesures doivent être ordonnées à titre préventif et de façon large. Elles ne peuvent être allégées que sur la base de mesures de l'environnement.<sup>5</sup>
- Les mesures doivent être évaluées séparément pour chaque phase de l'événement (phase nuage, phase sol).<sup>6</sup> De même, on déduira à partir de quelles valeurs de dose d'intervention relatives aux phases il faut prendre une mesure.

Les valeurs de dose d'intervention pour la phase nuage correspondent à une durée de quelques heures/jours, celles pour la phase sol à une année.

En outre, pour chaque mesure et afin de respecter le CMD, il convient de tenir compte des points suivants:

- Conformément au CMD, la somme des valeurs de dose d'intervention valables durant les différentes phases ne doit pas dépasser le seuil de dose supérieur. Les valeurs de dose d'intervention valables durant les différentes phases pour une mesure ne doivent pas non plus être inférieures au seuil de dose inférieur.
- Pour les chemins d'exposition, seules doivent être dérivées les valeurs spécifiques à la phase qui ont de l'importance durant les phases correspondantes et dont les doses peuvent être considérablement réduites par la mesure prévue.
- La base pour ordonner des mesures de protection doit toujours être la dose à attendre durant la phase correspondante de l'événement suite à une exposition ou incorporation en cas de séjour normal, sans la mesure de protection entrant en ligne de compte (cf. Annexe 4).

---

<sup>5</sup> «Il convient de commencer par des mesures strictes pour deux raisons: premièrement, le risque radiologique est généralement élevé au début pour diminuer progressivement par la suite. Deuxièmement, il faut ordonner les premières mesures de protection en se fondant sur une base de décision d'abord plus ou moins incertaine car on ne dispose pas encore d'une vue d'ensemble de la situation effective. Il vaut mieux décider de mesures strictes, même si elles s'avèrent trop strictes après coup, que de mesures se révélant insuffisantes alors qu'il est déjà trop tard. Il sera d'autant plus facile d'alléger une mesure de protection quand la situation radiologique s'améliorera, au fil d'un nombre croissant de mesures. Par ailleurs, il est permis de supposer que des allègements seront acceptés de meilleure grâce que des durcissements.» de la bibl. [2.1]

<sup>6</sup> Les valeurs de dose se référant à une année entière et à plusieurs phases (phase nuage et phase sol) ne sont pas praticables en cas d'événement car il n'est pas possible d'établir à l'avance un pronostic de dose exact sur une si longue durée. En outre, une comparaison avec les bases internationales démontre que les valeurs d'intervention définies à l'étranger se réfèrent également à des durées plus courtes (cf. bibl. [3.1]).

### 2.3. Principes relatifs à la définition des zones

- Etant donné que les conséquences d'un événement radiologique peuvent varier énormément d'une région à l'autre dans la zone concernée, les zones doivent être clairement délimitées les unes des autres par différentes mesures:
  - Durant la phase nuage, il convient d'utiliser, pour le découpage des zones, les zones de planification d'urgence entourant les centrales nucléaires (bibl. [2.2]). Pour les zones 1 et 2, on effectuera une évaluation séparée sur la base de la dose maximale à escompter dans les deux zones. Selon toute probabilité, aucune mesure de protection n'est requise dans la zone 3, raison pour laquelle cette zone n'est pas subdivisée dans la phase préparatoire. Au cas où des mesures s'avèreraient néanmoins nécessaires en cas d'événement, la zone concernée par les mesures doit être délimitée de façon ad hoc sur la base de la dose à escompter.
  - Durant la phase sol, de nouvelles zones doivent être définies sur la base des doses à escompter. Lors de la mise en œuvre du CMD, les critères de dose pour l'établissement des différentes zones et les mesures valables concrètes qu'ils contiennent doivent déjà être établis durant la phase de préparation. La subdivision des zones doit s'effectuer sur la base des entités politiques existantes (cantons, districts, communes).

### 2.4. Principes relatifs au calcul de la dose

- Le critère de décision pour l'ordonnance d'une mesure dans les différentes zones est la dose probable de la population la plus touchée sans tenir compte de la mesure de protection:
  - Phase nuage: durant la phase nuage, la base du calcul de la dose est le séjour à l'air libre car on part du principe qu'il y a toujours une part de la population qui séjourne à l'air libre pendant une durée de quelques heures.
  - Phase sol: durant la phase sol, il faut partir du séjour moyen normal pendant la première année. L'expression «en moyenne» lorsqu'elle se réfère au séjour signifie: 8 heures par jour à l'air libre et 16 heures par jour à l'intérieur des habitations (facteur de protection à l'intérieur des habitations = 10). Cela donne un facteur de protection de 2,5 par rapport à un séjour total à l'air libre.
- La protection visée doit être adaptée à la tranche de population la plus en danger relativement à son âge, ce qui signifie qu'en cas d'incorporation, où il faut s'attendre à des différences pertinentes suivant l'âge, il faudra tenir compte des doses des adultes, des enfants et des jeunes enfants. En ce qui concerne les quantités d'incorporation, il faut utiliser des valeurs moyennes pour chaque groupe d'âge.

- Pour évaluer la dose économisée grâce à une mesure, il convient d'utiliser les facteurs de protection moyens suivants:
  - Séjour exclusif à l'intérieur des habitations:
    - Facteur de protection 10 par rapport à un séjour permanent à l'air libre.
    - Facteur de protection 4 par rapport à un séjour normal
  - Séjour exclusif dans la cave ou l'abri
    - Facteur de protection 50<sup>7</sup> par rapport à un séjour permanent à l'air libre

---

<sup>7</sup> Sur la base des fourchettes de facteurs de protection allant de 30 à 50 pour la cave et de 50 à 100 pour l'abri mentionnées dans le document «Protection en cas d'urgence au voisinage des centrales nucléaires, Conception générale» (bibl. [2.2]), on a déduit une valeur moyenne de 50 car en cas d'événement on ne fait pas de distinction entre la cave et l'abri lors de l'ordonnance des mesures de protection.





---

### 3. Déduction du CMD de valeurs de dose d'intervention spécifiques à la phase

3.1. Aperçu.....	19
3.2. Valeurs de dose d'intervention durant la phase nuage.....	20
3.2.1. Séjour à l'intérieur des habitations et séjour dans la cave/l'abri .....	20
3.2.2. Ingestion de comprimés d'iode .....	21
3.3. Valeurs de dose d'intervention durant la phase sol .....	22
3.3.1. Evacuation.....	22
3.3.2. Séjour à l'intérieur des habitations .....	23
3.3.3. Limitation de la consommation de denrées alimentaires.....	24
3.3.4. Valeurs de dose d'intervention pour d'autres mesures durant la phase sol: .....	24
- Protection contre l'incorporation par des contaminations superficielles .....	24
- Décontamination des véhicules .....	24
- Déplacement de la population .....	25
3.4. Liste des valeurs de dose d'intervention, doses cible et limites de dose déduits .....	26



---

### 3.1. Aperçu

Le groupe de travail Evaluation et contre-mesures de la ComABC a déduit du CMD des valeurs de dose d'intervention spécifiques à la phase en tenant compte des principes décrits au chapitre 2 (bibl. [3.4]). Des valeurs de dose d'intervention ont été déduites pour les mesures suivantes durant les phases nuage et sol:

***Valeurs de dose d'intervention durant la phase nuage***

- Séjour à l'intérieur des habitations
- Séjour dans la cave/l'abri
- Ingestion de comprimés d'iode

***Valeurs de dose d'intervention durant la phase sol***

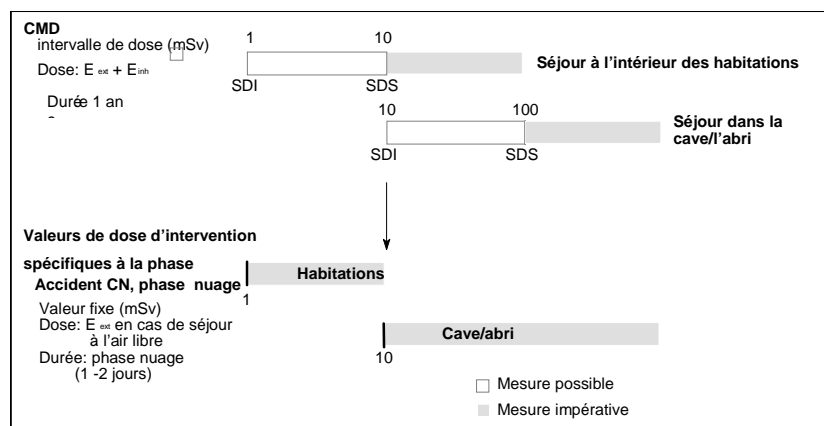
- Evacuation
- Séjour à l'intérieur des habitations
- Limitation de la consommation de denrées alimentaires
- Protection contre l'incorporation par des contaminations superficielles
- Décontamination des véhicules
- Déplacement

## 3.2. Valeurs de dose d'intervention durant la phase nuage

Les valeurs de dose d'intervention **déduites** pour les mesures pertinentes durant la phase nuage sont présentées et brièvement expliquées ci-après. Pour des informations plus détaillées, se référer au point 3.1 de la bibliographie.

### 3.2.1. Séjour à l'intérieur des habitations et séjour dans la cave/l'abri

Le CMD définit un intervalle de dose de 1 à 10 mSv pour la mesure «Séjour à l'intérieur des habitations» et de 10 à 100 mSv pour la mesure «Séjour dans la cave/l'abri». Le seuil de dose inférieur du CMD sert de valeur de dose d'intervention **déduite** (Graphique 2).<sup>8</sup> Cependant, celui-ci ne doit se référer qu'à la dose externe, c'est-à-dire qu'il ne doit plus, comme dans le CMD, tenir compte de la dose inhalée. En outre, la durée d'intégration est réduite d'un an à la durée de la phase nuage (1 - 2 jours).



**Graphique 2:** Comparaison entre le CMD et les valeurs de dose d'intervention **déduites** pour les mesures «Séjour à l'intérieur des habitations» et «Séjour dans la cave/l'abri» durant la phase nuage

<sup>8</sup> Dans le CMD, le seuil de dose pour ces mesures se compose en fait de la somme de la dose externe et de la dose inhalée. Durant la phase nuage, le rapport entre la dose externe et la dose inhalée dépend fortement du type d'émission radioactive (filtrée, non filtrée). Ainsi, alors qu'en cas de rejet filtré la dose inhalée est restreinte par rapport à la dose externe, elle peut, en cas de rejet non filtré, dépasser la dose externe de plusieurs facteurs.

Il est possible d'évaluer la dose externe durant la phase d'alerte sur la base de la radioactivité dans l'enceinte de confinement, à supposer que l'ensemble de la radioactivité soit libérée. Pour la dose inhalée, cela n'est possible que si la proportion d'iode et d'aérosols et le chemin de rejet (filtre oui/non) sont connus. La plupart du temps, il n'est pas possible de l'évaluer à temps durant la phase d'alerte.

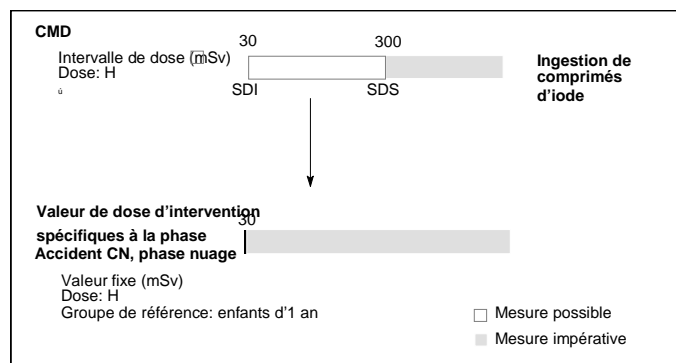
Partant des problèmes mentionnés, la valeur de dose d'intervention déduite se fonde uniquement sur la dose externe. Elle est établie à un niveau suffisamment bas, de sorte que, au cas où on arriverait à une dose inhalée sensible, le seuil de dose supérieur du CMD ne soit pas dépassé pour cette mesure.

Le séjour à l'intérieur des habitations et dans la cave/l'abri permet surtout une économie de dose en cas de dose externe. Dans le cas d'une phase nuage de plusieurs heures, la dose inhalée n'est guère réduite. En outre, une grande partie de la dose inhalée est en règle générale produite par l'iode. La mesure d'accompagnement «Ingestion de comprimés d'iode» permet de réduire sensiblement cette proportion.

### 3.2.2. Ingestion de comprimés d'iode

Le CMD définit un intervalle de dose de 30 à 300 mSv pour la dose à la thyroïde pour la mesure «Ingestion de comprimés d'iode». L'expérience de Tchernobyl a démontré que, pour les enfants, une valeur de dose d'intervention de quelques 10 mSv est raisonnable (bibl. [10.1]). En Suisse, on ne fait pas de distinction entre les adultes et les enfants au moment d'ordonner l'ingestion de comprimés d'iode, raison pour laquelle il convient généralement de prendre comme valeur de dose d'intervention le seuil de dose inférieur du CMD (Graphique 3).<sup>9</sup> La catégorie des enfants âgés d'1 an est prise comme base de calcul.

Attention: l'ingestion de comprimés d'iode doit toujours être ordonnée conjointement au séjour dans les habitations ou au séjour dans la cave ou l'abri, jamais comme mesure unique.



**Graphique 3:** Comparaison entre le CMD et les valeurs de dose d'intervention **déduites** pour la mesure «Ingestion de comprimés d'iode» durant la phase nuage

---

<sup>9</sup> Les comprimés d'iode sont distribués à tous les ménages des zones 1 et 2 au voisinage des centrales nucléaires suisses. Dans la zone 3, la distribution prend 10 heures. Sur la base des scénarios considérés dans la planification d'urgence, les doses ne devraient pas y dépasser 30 mSv.

### 3.3. Valeurs de dose d'intervention durant la phase sol

Les valeurs de dose d'intervention **déduites** pour les mesures pertinentes durant la phase sol sont présentées et brièvement expliquées ci-après. Pour des informations plus détaillées, se référer au point 3.1 de la bibliographie.

#### 3.3.1. Evacuation

Le CMD définit pour l'évacuation un intervalle de dose de 100 à 500 mSv pour la somme de la dose externe et de la dose inhalée. En cas d'accident dans une centrale nucléaire en Suisse, on part du principe qu'en cas de séjour normal durant la première année des doses supérieures à 100 mSv, à supposer qu'il y en ait, ne seront atteintes que dans une zone étroitement délimitée.<sup>10</sup> Il devrait donc être possible de procéder à une évacuation pour une période limitée déjà à partir de 100 mSv et, comparée à un séjour fortement limité sur place, elle ne devrait avoir que peu de répercussions négatives pour la population. La valeur de dose d'intervention pour l'évacuation est donc fixée à 100 mSv.

Après une évacuation, la zone évacuée est barrée. Dans certaines conditions marginales, on assurera néanmoins l'accès de la population à la zone évacuée. L'accès de la population est régi en général par les valeurs limites de l'ordonnance sur la radioprotection, soit:

- Pour les activités professionnelles (à l'exception des organes d'intervention), la valeur limite est de 20 mSv par an pour les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession.
- Les particuliers sont autorisés à se rendre dans leur habitation pour autant qu'on ne dépasse pas une dose annuelle de 1 mSv.

En principe, l'accès à une zone évacuée ne doit être possible qu'avec une autorisation d'accès et un contrôle de la dose. Sont exclus de cette règle le transit par une zone évacuée car en cas de transit, le séjour se limite à une brève durée et à une zone clairement définie (autoroute, rail).

Il n'est parfois pas possible de barrer des axes de transit importants passant par une zone évacuée sans causer de graves problèmes de transport. Dans ce cas-là, le transit doit être autorisé dans la zone évacuée pour autant que l'on puisse garantir que même en cas de passage régulier la dose de 1 mSv ne sera pas dépassée.

---

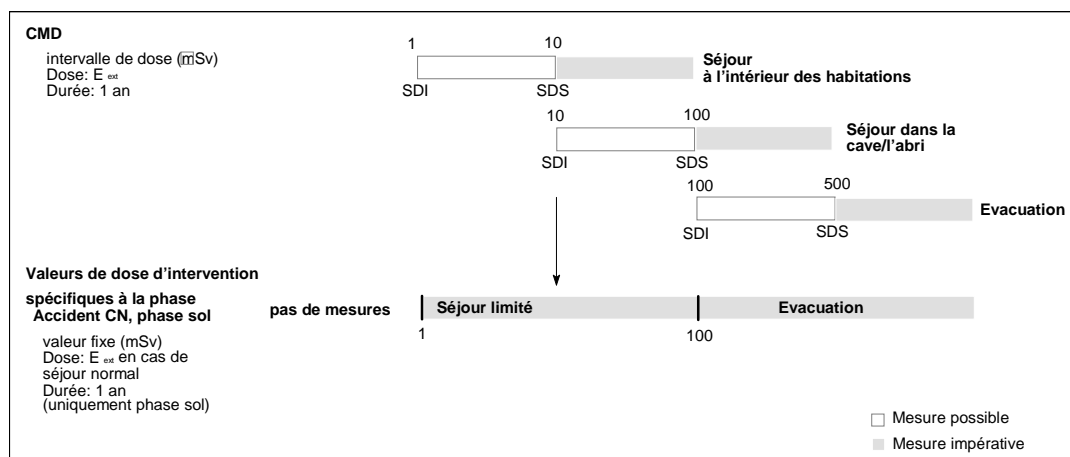
<sup>10</sup> Selo les scénarios de référence de la DSN (bibl. [8.1]), l'évacuation n'est pas nécessaire en cas d'endommagement du cœur du réacteur avec ventilation. En cas d'endommagement du cœur du réacteur sans ventilation, une évacuation jusqu'à 2km au maximum s'avérerait nécessaire en cas de situation météorologique défavorable.

### 3.3.2. Séjour à l'intérieur des habitations

Le CMD définit seulement le seuil de dose pour l'ordonnance de séjour à l'intérieur des habitations ou le séjour dans la cave ou l'abri. Il est néanmoins possible d'en déduire des indications relatives à la levée et à l'allègement (Graphique 4):

- Selon le CMD, le seuil de dose inférieur à partir duquel des mesures (séjour à l'intérieur des habitations) peuvent être ordonnées est de 1 mSv. On peut en déduire que des mesures assorties de limitations de séjour peuvent être levées dans le cas où la dose externe en cas de séjour normal durant la phase sol est inférieure à 1 mSv pendant la première année.<sup>11</sup>
- Le seuil de dose inférieur pour l'évacuation se situe à 100 mSv. Ce seuil fixe la limite supérieure pour le séjour limité sur place. Si la dose pronostiquée se situe entre 1 et 100 mSv, il faut évaluer de façon approfondie dans quelle mesure les mesures ordonnées «Séjour dans la cave/l'abri» ou «Séjour à l'intérieur des habitations» peuvent être allégées (cf. chapitre 4). Il convient de confronter les doses économisées, les efforts et les répercussions négatives du maintien des limitations de séjour à un nouvel allègement. Il faut évaluer périodiquement l'utilité des mesures encore en vigueur.

Le CMD n'indique pas de doses cible qu'il s'agirait d'atteindre en tenant compte des mesures. Le groupe de travail Evaluation et contre-mesures a fixé une dose cible de 10 mSv pour la zone avec des limitations de séjour. Des mesures adaptées doivent permettre que la dose obtenue, en tenant compte des mesures prises, ne dépasse pas 10 mSv. Cette dose cible peut être partiellement atteinte en limitant la durée du séjour durant les premiers jours/les premières semaines. En outre, il est possible de réduire la dose par des mesures de décontamination adéquates. Par ailleurs, il faut s'attendre à ce que le débit de dose mesuré dans les zones d'habitation soit inférieure au DDA mesuré en plein champ (pré) après le passage du nuage.



Graphique 4: Comparaison entre le CMD et les valeurs de dose d'intervention **déduites** pour les mesures «Séjour limité» et «Evacuation» durant la phase sol

<sup>11</sup> Comme durant la phase nuage, seule la dose externe doit être prise en compte comme critère de dose. L'inhalation peut être négligée durant la phase sol. Le séjour normal (définition cf. annexe 4) sert de base de calcul.

### 3.3.3. Limitation de la consommation de denrées alimentaires

Le CMD définit un intervalle de dose de 1 à 20 mSv pour la dose ingérée pour la mesure «Limitation de la consommation de denrées alimentaires». On renonce à déduire une valeur de dose d'intervention pour cette mesure. La dose ingérée calculée dépend fortement des habitudes alimentaires de chacun, raison pour laquelle il n'est pas judicieux de déduire une valeur de dose d'intervention.

L'ordonnance sur les substances étrangères et les composants (OSEC) fixe les valeurs limites spécifiques aux groupes de nucléides appliquées en cas d'événement pour diverses catégories de denrées alimentaires. Ces valeurs limites sont fixées de telle sorte qu'en cas de contamination des denrées alimentaires d'un ordre de grandeur des valeurs limites, les doses ingérées qui en résultent conduisent à environ 1 mSv, soit une dose inférieure à l'intervalle de dose actuel. En respectant les valeurs limites qui, contrairement à la dose ingérée, sont directement mesurables, on ne court donc pas le risque de dépasser le seuil de dose supérieur d'ingestion. Pour des raisons pratiques, il est par conséquent suffisant en cas d'événement que les décisions relatives à la consommation des denrées alimentaires se fondent sur les valeurs limites énoncées dans l'OSEC (bibl. [1.6]).

Si, en cas d'événement, l'approvisionnement en denrées alimentaires tenant compte des valeurs limites ne peut plus être garanti et que l'on débat de l'opportunité d'élever les valeurs limites, une évaluation détaillée doit être menée sur la base de l'intervalle de dose pour l'ingestion.

### 3.3.4. Valeurs de dose d'intervention pour d'autres mesures durant la phase sol

Pour d'autres mesures qui ne sont pas mentionnées explicitement dans le CMD, le CMD prévoit un intervalle de dose de 1 à 500 mSv. Le groupe de travail Evaluation et contre-mesures a réfléchi aux points suivants pour ces autres mesures et défini les valeurs de dose d'intervention correspondantes:

- Protection contre l'incorporation par des contaminations superficielles
- Décontamination des véhicules
- Déplacement de la population

#### ***Protection contre l'incorporation par des contaminations superficielles***

Les contaminations non fixées dans l'environnement peuvent être incorporées après contact des mains avec la bouche. Pour l'incorporation par des contaminations superficielles, le groupe de travail Evaluation et contre-mesures a défini une valeur de dose d'intervention de 1 mSv pour la dose ingérée pour la première année. Cette valeur correspond au seuil de dose inférieur de la dose ingérée pour la mesure «Limitation de la consommation de denrées alimentaires».

#### ***Décontamination des véhicules***

Le séjour régulier dans des véhicules fortement contaminés peut conduire à des doses élevées par irradiation externe. Le groupe de travail Evaluation et contre-mesures a défini une valeur de dose d'intervention indépendante de la zone de 1 mSv pour la première année.



### ***Déplacement de la population***

Le déplacement<sup>12</sup> constitue une atteinte sérieuse à la vie de la population. Cette mesure n'est considérée que lorsque le séjour sur place est assorti à long terme de fortes limitations et qu'une vie à peu près normale y est impossible sur plusieurs années.

La décision relative à la nécessité ou non de déplacer la population ne peut être prise que des semaines, voire des mois après l'événement, lorsque la quantité de radioactivité restant à long terme dans l'environnement est connue et que l'on ne peut plus s'attendre à une réduction sensible de la radioactivité par de nouvelles mesures de décontamination.

Le groupe de travail Evaluation et contre-mesures a défini une valeur de dose d'intervention de 20 mSv pour le déplacement de la population.<sup>13</sup> Il convient d'envisager un déplacement si, trois mois après l'événement, on peut s'attendre à une dose supérieure à 20 mSv pour l'année suivante, lors d'un séjour normal.<sup>14</sup> La décision définitive ne doit néanmoins être prise qu'après une analyse approfondie de l'état de santé général de la population concernée.

---

<sup>12</sup> Le CMD ne mentionne pas explicitement d'intervalle de dose spécial pour le déplacement. L'AIEA, la ICRP et l'Allemagne indiquent des valeurs pour le déplacement (évacuation définitive). Le groupe de travail Evaluation et contre-mesures de la ComABC considère par conséquent qu'il est judicieux de définir en Suisse aussi, en complément au CMD, une valeur correspondante pour le déplacement assortie des conditions marginales y afférentes.

<sup>13</sup> On ne devrait pas soumettre la population des années durant à une dose plus élevée que celle pour les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession. Selon l'ordonnance sur la radioprotection, la dose effective pour les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession ne doit pas dépasser la valeur limite de 20 mSv par an.

<sup>14</sup> Il n'est pas judicieux de prendre la dose mesurée durant la première année comme valeur déterminante pour le déplacement, car une décision ne peut être prise qu'après des semaines. La valeur définie se réfère par conséquent aux années suivantes.

### 3.4. Liste des valeurs de dose d'intervention **déduites** et des limites de dose

Tableau 1: Liste des valeurs de dose d'intervention **déduites** pour les mesures durant la phase nuage

Mesure	Valeur de dose d'intervention spécifique à la phase (mSv)	Bases de calcul de la valeur de dose d'intervention
Séjour à l'intérieur des habitations	$E_{ext}: 1$	Dose effective attendue due à une irradiation externe durant la phase nuage en cas de séjour à l'air libre
Séjour dans la cave/l'abri	$E_{ext}: 10$	
Ingestion de comprimés d'iode	$H_{Sch,inh,iode}: 30$	Dose à la thyroïde (équivalent de dose) due à l'inhalation d'iode par des enfants d'1 an

Tableau 2: Liste des valeurs de dose d'intervention **déduites** pour les mesures durant la phase sol

Mesure	Valeur de dose d'intervention spécifique à la phase (mSv)	Bases de calcul de la valeur de dose d'intervention	Dose cible en tenant compte des mesures
Séjour limité	$E_{ext}: 1^1)$	Dose effective attendue due à une irradiation externe durant la phase sol en cas de séjour normal (durée 1 an)	< 10 mSv <sup>2)</sup>
Evacuation	$E_{ext}: 100$		--
Déplacement	$E_{ext}: 20$	Dose effective due à une irradiation externe l'année suivante en cas de séjour normal (moment de la décision: env. 3 mois après l'événement)	--
Protection contre l'incorporation par des contaminations	$E_{ing}: 1$	Dose ingérée par incorporation de contaminations	< 1
Décontamination des véhicules	$E_{ext}: 1$	Dose effective due à une irradiation externe par l'usage régulier du véhicule	< 1

1) En dessous de 1 mSv, toutes les mesures relatives au séjour (séjour à l'intérieur des habitations, dans la cave/l'abri) peuvent être levées.

2) La dose cible s'applique aux zones où les doses sont supérieures à 10 mSv sans mesures de protection.

Déduction du CMD de valeurs de dose d'intervention spécifiques à la phase  
Liste

---

Tableau 3: Liste des valeurs de dose d'intervention pour le séjour dans la zone évacuée

Activité	Valeur de dose d'intervention (mSv)	Bases de calcul de la valeur de dose d'intervention
Séjour dans la zone évacuée: - activités professionnelles (pas les organes d'intervention) - reste de la population	$E_{ext}: 20$ $E_{ext}: 1$	Dose effective due à une irradiation externe résultant du séjour dans la zone évacuée pendant la première année
Transit à travers la zone évacuée	$E_{ext}: 1$	Dose effective due à une irradiation externe résultant d'un passage régulier.



---

## 4. Bases de décision en cas d'événement

4.1. Aperçu.....	31
4.2. Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: accidents soudains.....	32
4.3. Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec une phase d'alerte moyenne à longue.....	38
4.4. Accident dans une centrale nucléaire à l'étranger .....	82



### 4.1. Aperçu

A partir des valeurs de dose d'intervention spécifiques à la phase déduites du chapitre 3, le groupe de travail Evaluation et contre-mesures a conclu des critères de décision mesurables en cas d'accident dans une centrale nucléaire. En cas d'accident dans une centrale nucléaire en Suisse, des critères de décision séparés ont été déduits pour le cas «Accidents soudains» et le cas «Déroulement d'accident avec une phase d'alerte moyenne à longue», car le déroulement, les conséquences et les rapports de temps varient énormément d'un scénario à l'autre. Le cas «Accident dans une centrale nucléaire à l'étranger» est également abordé séparément au chapitre 4.4, les critères de décision y sont pour l'essentiel les mêmes que lors d'un accident dans une centrale nucléaire en Suisse dans la zone 3.

Outre les critères de décision, ce chapitre contient également une évaluation générale des risques et la définition des compétences quant à la prise de décisions. Là où cela s'avère réalisable et judicieux dans cette phase de préparation, il donne également des précisions sur les mesures nécessaires.

---

## **4.2. Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: accidents soudains**

a) Risque .....	34
b) Compétences.....	34
c) Critères de décision et déroulement .....	35
d) Mesures .....	36





## a) Risque

- En cas de déroulement d'accident avec une phase d'alerte inexistante ou très brève (inférieure à une heure), on part du principe qu'il s'agit d'accidents dans les systèmes secondaires sans endommagement du cœur du réacteur (p. ex. accidents de manipulation d'éléments combustibles).
- La valeur de dose d'intervention de 1 mSv pour la mesure «Séjour à l'intérieur des habitations» peut être dépassée tout au plus dans la zone 1.
- Lors d'accidents soudains, on ne table pas sur une fuite notable d'iode. L'ingestion de comprimés d'iode n'est donc pas nécessaire.
- Aucune mesure de protection n'est requise pour la zone 2.

## b) Compétences

*«Lorsqu'il existe un danger immédiat pour la population, et aussi longtemps que la CENAL n'est pas en mesure d'intervenir, l'exploitant est tenu d'appliquer les mesures d'alarme dans la zone 1, en collaboration avec le canton de site. L'ALERTE est supprimée. La première information à la population et d'éventuelles indications sur le comportement à adopter sont ordonnées par le canton de site, sur la base des recommandations de la centrale nucléaire. La CENAL reprend la conduite des opérations nécessaires à la maîtrise du dérangement dans le voisinage le plus rapidement possible.»*

Protection en cas d'urgence, Conception générale, bibl. [2.2].

### c) Critères de décision et déroulement (bibl. [3.3])

Lors de déroulements rapides, les mesures prises dans le voisinage direct (zone 1) se fondent sur le message **Limite de rejet annuelle dans l'air (JAL) dépassée oui/non**.

La règle de base est la suivante:

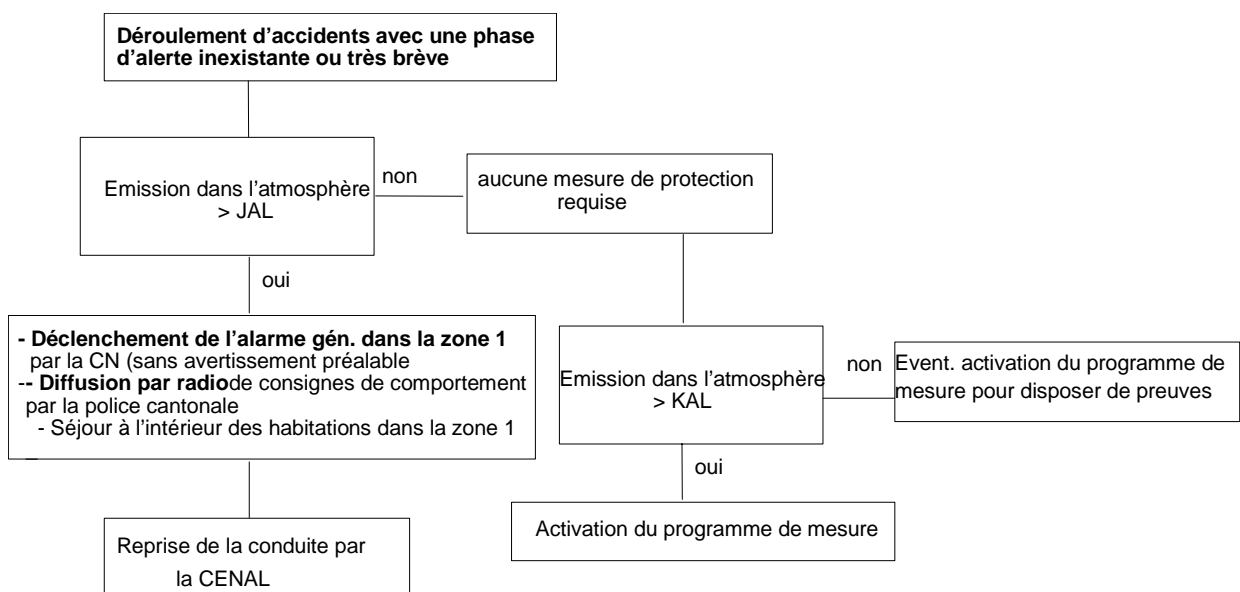
<b>Rejet &gt; JAL</b> (~ 10 <sup>15</sup> Bq)	é	<b>E<sub>ext</sub> &gt; 1 mSv</b> (dose externe maximale)	Règle de base 1
--	---	--	-----------------

- Hypothèses:
- rejet à la hauteur du sol
  - rejet principalement de gaz rares
  - situation météorologique stable

Si l'on dépasse la limite de rejet annuelle (air), les doses atteintes peuvent être supérieures à 1 mSv. Etant donné qu'au chapitre 3, on a déduit une valeur de dose d'intervention de 1 mSv pour la mesure «Séjour à l'intérieur des habitations» durant la phase nuage, il est nécessaire de séjourner à l'intérieur des habitations lorsque la limite de rejet annuelle est dépassée lors d'un rejet.

En cas de rejets inférieurs à la limite de rejet annuelle, aucune mesure de protection n'est nécessaire. Lors de rejets supérieurs à la limite de rejet à court terme (KAL)<sup>15</sup>, il est nécessaire d'effectuer des mesures dans le voisinage pour disposer de preuves.

Le graphique 5 illustre le déroulement concret de la décision.



Graphique 5: Décisions en cas d'accidents soudains

<sup>15</sup> La limite de rejet à court terme est environ 100 fois inférieure à la limite de rejet annuelle.

## d) Mesures

**En cas de rejets inférieurs à JAL**, il n'est pas nécessaire de protéger la population. La population est informée par la centrale et la DSN. Le cas échéant, la CENAL déploie les instruments de mesure nécessaires à la caractérisation de la situation radiologique de l'environnement.

**En cas de rejets supérieurs à JAL**, le canton doit garantir la protection de la population de la zone 1 ainsi que l'information de la population. La population de la zone 1 est invitée à rester à l'intérieur des habitations et à fermer portes et fenêtres.

La CENAL assume dès que possible la conduite de l'événement et, de concert avec la DSN, évalue la situation radiologique.

Le tableau 4 énumère les mesures à prendre en cas d'accidents soudains suivant le rejet de radioactivité.

Tableau 4: Mesures en cas d'accidents soudains

Rejet de radioactivité	Activités des autorités	Consigne de comportement à la population
< KAL	CENAL: activer éven. un programme de mesures pour disposer de preuves	Aucune
> KAL, < JAL	CENAL: activer un programme de mesures pour disposer de preuves	Aucune
> JAL	<b>Mesures immédiates:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- CN: déclencher les sirènes dans la zone 1</li><li>- pol ct: diffuser l'information préparée par radio<sup>16</sup></li></ul> <b>Autres mesures<sup>17</sup>:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Etablissement de la disponibilité opérationnelle de la centrale, de la DSN, de la CENAL, des EMCC et EMCoC dans la zone 1.</li><li>- Evaluation des risques par la CENAL. Décision relative à d'autres mesures ou à leur allègement</li><li>- Mise sur pied de l'organisation des mesures</li></ul>	Déplacement et séjour immédiat à l'intérieur des habitations de la zone 1

---

<sup>16</sup> Le canton de site ordonne des mesures immédiates. Ces dernières ont été établies au préalable par la CENAL lors d'un message radiophonique préparé.

<sup>17</sup> Dans le domaine des transports et de l'environnement, aucune mesure n'est prise en cas d'accidents soudains.



---

### **4.3. Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec une phase d'alerte moyenne à longue**

Décisions durant la phase d'alerte.....	40
Décisions durant la phase nuage.....	47
Décisions durant la phase sol.....	52



---

## Décisions durant la phase d'alerte

a) Risque.....	42
b) Compétences.....	42
c) Critères de décision et déroulement .....	42
d) Mesures.....	46





## a) Risque

Lors d'accidents avec une phase d'alerte moyenne à longue avec endommagement du cœur du réacteur et émission radioactive, la zone 1 et les secteurs de la zone 2 balayés par le vent sont particulièrement en danger pendant le dégagement de radioactivité (phase nuage).

*«La préparation des mesures de protection prévues pour la phase nuage doit être suffisante pour qu'elles puissent être ordonnées de manière préventive et mises en œuvre durant la phase d'alerte. Il s'agit en premier lieu des mesures qui consistent à séjourner dans les habitations, à gagner les caves et les abris et à ingérer des comprimés d'iode.»*

Protection en cas d'urgence au voisinage des centrales nucléaires, Conception générale, bibl. [2.2]

## b) Compétences

*«Dans ce cas, la CENAL, la DSN et les autres organismes de la Confédération et des cantons sont prêts à l'engagement. En particulier, les dispositions nécessaires à la diffusion auprès de la population de l'alarme et des indications sur le comportement à adopter sont prises dans toutes les zones. Le déclenchement de l'alarme est effectué après entente préalable entre la centrale nucléaire, la CENAL et la DSN.»<sup>18</sup>*

Protection en cas d'urgence au voisinage des centrales nucléaires, Conception générale, bibl. [2.2]

## c) Critères de décision et déroulement (bibl. [3.2], [3.3])

L'ensemble du déroulement d'alerte et d'alarme se fonde sur diverses données du système (critères du système d'alarme rapide pour la population) qui garantissent que les mesures prises pour protéger la population peuvent être préparées et ordonnées à temps, c'est-à-dire avant le début de l'émission radioactive.

La décision de déclencher une étape du système d'alarme rapide pour la population est prise lors d'une conférence téléphonique entre la centrale nucléaire, la DSN, la CENAL et le canton de site.

### **Alerte**

L'**alerte** est toujours déclenchée dans la zone 1 et dans toute la zone 2, indépendamment de la situation météorologique et des doses attendues. Elle s'adresse uniquement aux autorités. Parallèlement au déclenchement de l'alerte, la CENAL rédige un communiqué radiophonique à l'intention de la population afin de l'informer de l'événement, du danger potentiel et de la mise en activité des organisations d'intervention d'urgence.

### **Alarme générale**

---

<sup>18</sup> Le canton de site doit désormais lui aussi donner son accord.

L'alarme générale est déclenchée si possible deux fois. La première alarme générale est associée au critère du système d'alarme rapide pour la population Alarme générale. La seconde alarme générale (Alarme générale en cas d'augmentation de la radioactivité) est déclenchée lorsque l'évolution de l'accident fait craindre pour l'heure qui suit le dégagement d'une quantité massive de substances radioactives.

- La **1<sup>ère</sup> alarme générale** invite la population à préparer des mesures de protection. La CENAL ordonne la préparation des mesures de protection toujours dans la zone 1 et dans les secteurs de la zone 2 balayés par le vent, quelle que soit la dose enregistrée.
- Lors de l'**alarme générale en cas d'augmentation de la radioactivité**, la population est priée d'exécuter les mesures de protection. Dans la zone 1, quelle que soit la dose éventuelle, on ordonne le **déplacement vers les caves et les abris** afin de protéger la population de façon optimale. Dans les secteurs de la zone 2 balayés par le vent, on ordonne tout au moins de rester à l'intérieur des habitations. La décision de prier également la population de la zone 2 de gagner les caves ou les abris se fonde sur la valeur de dose d'intervention pour le séjour dans les caves/abris **déduite dans le chapitre 3**. Dans la zone 2, l'ordonnance de rester dans les caves/abris se fonde sur la radioactivité mesurée dans l'enceinte de confinement et sur l'état de refroidissement du cœur du réacteur, qui permet d'évaluer la dose qui en résulte.

La règle de base pour évaluer la dose du nuage externe est la suivante:

<p><b>10<sup>17</sup> Bq</b>                  Radioactivité dans                  l'enceinte de confinement                  = terme source</p>	<p>é</p>	<p><b>E<sub>ext</sub> ≈ 10 mSv</b>                  Dose max. du nuage externe                  dans la zone 2 <sup>19</sup></p>	<p>Règle de base 2</p>
---	----------	--	------------------------

Les critères de décision mentionnés dans le tableau 5 en ce qui concerne les mesures à prendre contre l'irradiation externe dans la zone 2 ont été déduits de la règle de base 2 ci-dessus. On opère alors une distinction, suivant que le cœur du réacteur s'est à nouveau refroidi au moment de la décision ou non. Si le cœur du réacteur ne s'est pas refroidi, la radioactivité dans l'enceinte de confinement va continuer d'augmenter. En cas d'émission radioactive, il faut donc s'attendre à des doses plus élevées que celles que l'on peut évaluer sur la base de la radioactivité du moment. Dans ce cas, on ordonne à la population de gagner les caves/abris également dans les secteurs balayés par le vent de la zone 2.

Dans le cas de l'iode, on part du principe que la DSN ne peut donner d'indication sûre avant le début de l'émission radioactive en ce qui concerne le terme source d'iode. Par conséquent, l'ingestion de **comprimés d'iode** est toujours ordonnée conjointement à la mesure «Séjour à l'intérieur des habitations» et «Séjour dans la cave /l'abri».

---

<sup>19</sup> Conditions secondaires: -Le mélange de nucléides dans l'enceinte de confinement se compose principalement de gaz rares (proportion moindre d'iode et d'aérosols)  
 -Propagation atmosphérique: vent faible stable (situation météorologique la plus défavorable)

Bases de décision en cas d'événement  
 Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec une phase d'alerte  
 moyenne à longue  
 Décisions durant la phase d'alerte

---

Tableau 5: Critères de décision et mesures lors d'une alarme générale en cas d'augmentation de la radioactivité:

<b>Critère de décision</b>	<b>Mesures zone 1</b>	<b>Mesures secteurs balayés de la zone 2</b>
<b>1. Cœur du réacteur refroidi</b> - Radioactivité dans l'enceinte de confinement < 10 <sup>17</sup> Bq - Radioactivité dans l'enceinte de confinement > 10 <sup>17</sup> Bq	- Caves/abris - Comprimés d'iode	- Habitations - Comprimés d'iode
	- Caves/abris - Comprimés d'iode	- Caves/abris - Comprimés d'iode
<b>2. Situation incertaine dans le cœur du réacteur</b>	- Caves/abris - Comprimés d'iode	- Caves/abris - Comprimés d'iode

Le tableau 6 donne un aperçu du déroulement, du but et des destinataires des annonces lors de l'alerte/alarme.

Bases de décision en cas d'événement  
 Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec une phase d'alerte  
 moyenne à longue  
 Décisions durant la phase d'alerte

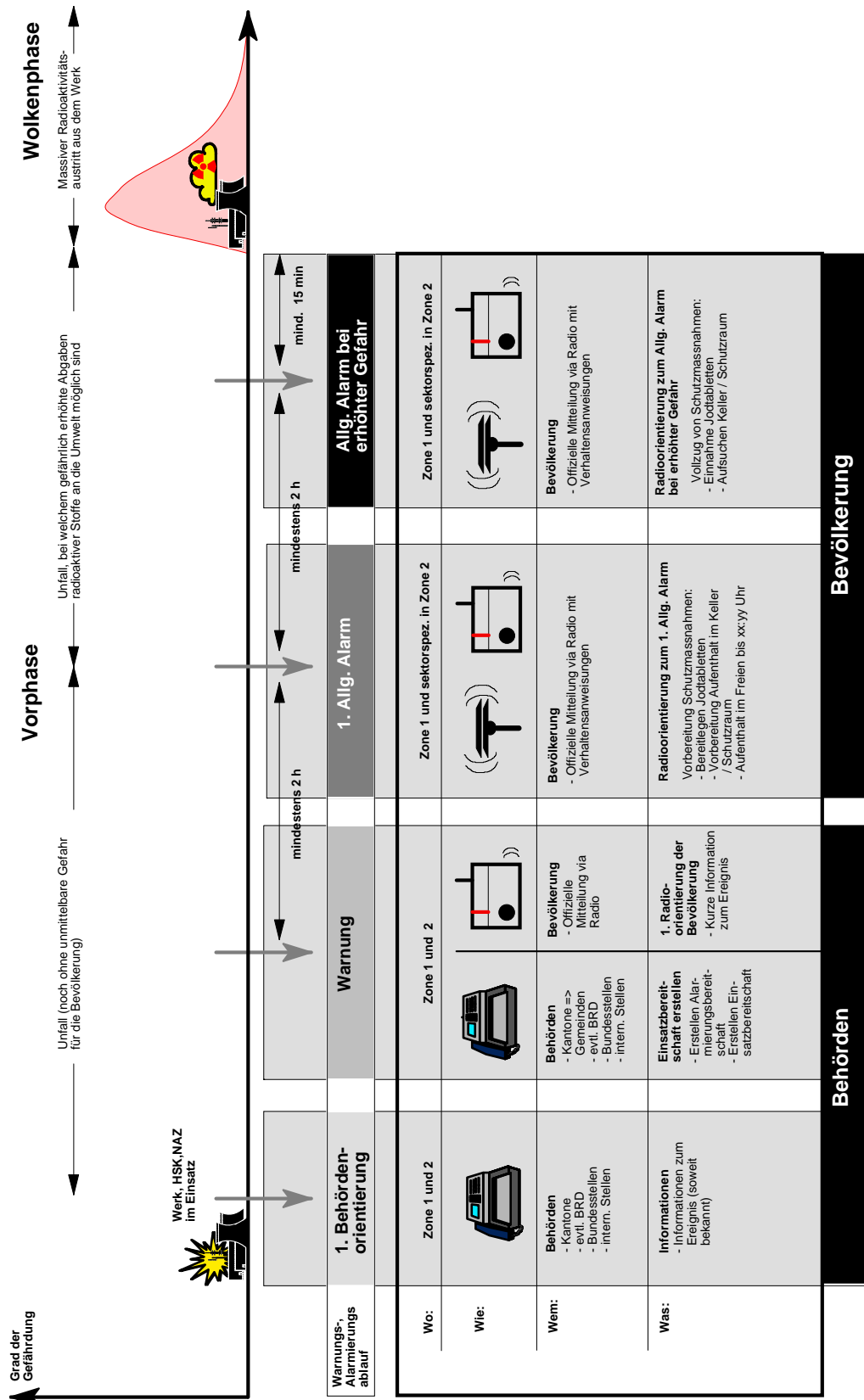


Abb. 6: Warnung/Alarmierung nach einem KKW-Unfall: Übersicht bzgl. zeitlichem Ablauf, Zweck und Empfänger der Meldungen

## d) Mesures

Tableau 6: Mesures nécessaires pour la population et les transports durant la phase d'alerte

Alerte/Alarme	Consignes de comportement données par la CENAL à la population	Mesures de réglementation du trafic: <sup>1)</sup>
Alerte	Aucune	
1. Alarme générale	1. Préparation des mesures dans la zone 1 et dans les secteurs balayés par le vent de la zone 2	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Préparation du séjour dans les caves/abris</li> <li>- Préparation des comprimés d'iode</li> <li>- Mise à l'abri du bétail dans les étables et les écuries, évent. récolte des aliments pour animaux</li> <li>- Fermeture des écoles</li> </ul>	
	2. Ordonnance de mesures préventives dans la zone 1 et dans les secteurs balayés par le vent de la zone 2	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Séjour à l'intérieur des habitations à partir d'un moment prédéfini</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Information de la population pour qu'elle contourne la zone, voire l'évite.</li> <li>- Si possible, mesures de réglementation supplémentaires du trafic routier:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bouclage des sorties d'autoroute (mais pas des entrées d'autoroute)</li> <li>- Marquage par une déviation des routes d'accès à la zone concernée.</li> <li>- Interruption des entreprises de transports publics locaux</li> </ul> </li> </ul>
Alarme générale en cas d'augmentation de la radioactivité	3. Exécution des mesures préparées dans la zone 1 et dans les secteurs balayés par le vent de la zone 2	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ordonnance de gagner immédiatement les caves/abris<sup>20</sup></li> <li>- Ingestion de comprimés d'iode</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déviation du transit (autoroutes et chemins de fer).</li> <li>- Information de la population pour qu'elle contourne la zone, voire l'évite.</li> <li>- Bouclage des pistes de décollage et d'atterrissage</li> </ul>

- <sup>1)</sup> La mise en œuvre des mesures dans le domaine des transports incombe aux entités suivantes:
- Transport routier: canton
  - Transports publics: CFF
  - Transport aérien: Skyguide

<sup>20</sup> Le séjour dans les caves/abris n'est ordonné dans la zone 2 que si la situation dans le cœur du réacteur ne s'est pas stabilisée ou que la radioactivité dans l'enceinte de confinement est supérieure à 10<sup>17</sup> Bq. Sinon, il suffit que la population reste à l'intérieur des habitations.

## Décisions durant la phase nuage

a) Risque .....	49
b) Compétences .....	49
c) Critères de décision et déroulement .....	49
d) Mesures .....	51

## a) Risque

Lors d'accidents avec une phase d'alerte moyenne à longue avec endommagement du cœur du réacteur et émission radioactive, la zone 1 et les secteurs de la zone 2 balayés par le vent sont particulièrement exposés pendant le dégagement de radioactivité. Des mesures de protection de la population doivent être ordonnées avant même le début de l'émission radioactive.

Dans la zone en dehors (zone 3), il n'est selon toute vraisemblance pas nécessaire de prendre des mesures de protection de la population pendant le passage du nuage radioactif (phase nuage).

## b) Compétences

Lors d'un accident dans une centrale nucléaire en Suisse, aucune alerte ni alarme n'est prévue dans les secteurs de la zone 3. Par conséquent, ni la CENAL ni les cantons de la zone 3 n'ont préparé cette situation. Les éventuelles mesures à prendre seront ordonnées sans planification préalable détaillée par les services compétents de l'organisation d'intervention d'urgence conformément au document «Protection en cas d'urgence au voisinage des centrales nucléaires: conception générale».

## c) Critères de décision et déroulement (bibl. [3.3])

Le groupe de travail Evaluation et contre-mesures a établi des critères permettant d'évaluer s'il est nécessaire ou non de prendre des mesures dans la zone 3. Sur la base des scénarios (bibl. [8.1]) à prendre en compte dans le document «Protection en cas d'urgence au voisinage des centrales nucléaires: conception générale», on peut dépasser 1 mSv dans la zone 3 dans un rayon de 50 km au maximum.<sup>21</sup> La valeur de 1 mSv correspond à la valeur de dose d'intervention **déduite du chapitre 3** pour la mesure «Séjour à l'intérieur des habitations».

Avant le début de l'émission radioactive, seuls des critères d'exclusion peuvent être définis pour la zone 3 (tableau 7). Il n'est possible de prendre une décision définitive qu'après le début de l'émission radioactive, soit quand les premières mesures automatiques des sondes MADUK donnent des indications concrètes du voisinage direct sur la quantité effective de radioactivité émise.

---

<sup>21</sup> Conformément aux scénarios planifiés, la valeur de dose d'intervention de 10 mSv pour la mesure «Séjour dans les caves/abris» n'est dépassée nulle part dans la zone 3.



Bases de décision en cas d'événement  
 Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec une phase d'alerte  
 moyenne à longue  
 Décisions durant la phase nuage

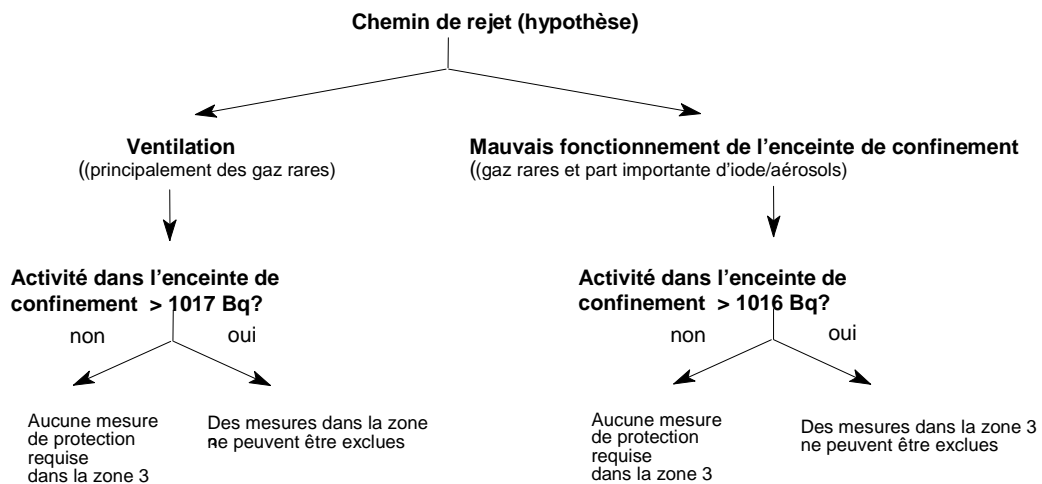
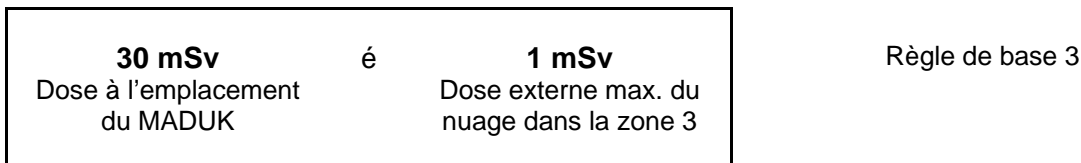


Tableau 7: Critères d'exclusion pour la zone 3 durant la phase d'alerte

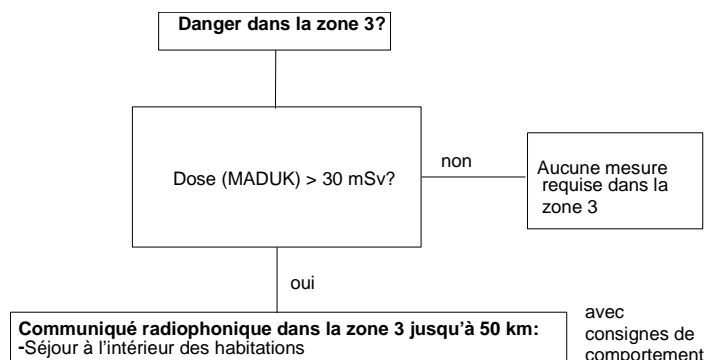
Le critère d'exclusion après le début de l'émission radioactive est une valeur de dose accumulée dans une sonde MADUK de 30 mSv. En cas de propagation limitée, la valeur de dose d'intervention de 1 mSv peut éventuellement être dépassée dans la zone 3. La règle de base de la relation dose (MADUK) <-> dose (zone 3) est la suivante:

Règle de base pour l'évaluation de la dose dans la zone 3:



Hypothèses: Scénario avec endommagement du cœur du réacteur sans ventilation, modèle de Gauss, situation météorologique stable

A partir du moment où commence l'émission radioactive, il ne reste plus suffisamment de temps pour déclencher une alerte et une alarme dans la zone 3. Les mesures (séjour à l'intérieur des habitations) sont donc communiquées sans alarme par radio. La délimitation de la zone (jusqu'à 50 km) se fait suivant la situation. Le tableau 8 donne un aperçu du déroulement de la prise de décision.



Bases de décision en cas d'événement  
Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec une phase d'alerte  
moyenne à longue  
Décisions durant la phase nuage

---

Tableau 8: Aperçu des décisions durant la phase nuage en ce qui concerne les mesures à prendre dans la zone 3

#### d) Mesures

Tableau 7: Mesures dans la zone 3

Dose MADUK	Consigne de comportement à la population
< 30 mSv	- Aucune
> 30 mSv	- Séjour à l'intérieur des habitations 20 à 50 km <sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Conformément aux scénarios de référence de la DSN (bibl. [8.1]), l'ingestion de comprimés d'iode n'est pas nécessaire dans la zone 3 car hors d'un rayon de 20 km, la dose à la thyroïde n'atteint pas 30 mSv chez les enfants en bas âge.

## Décisions durant la phase sol

a) Risque .....	54
b) Compétences .....	54
d) Critères de décision et déroulement .....	55
- <i>Critères de décision pour l'allègement des mesures de protection ou l'ordonnance d'une évacuation.....</i>	55
- <i>Critères de décision dans le domaine du contrôle de la contamination des véhicules .....</i>	59
- <i>Critères de décision dans le domaine des denrées alimentaires.....</i>	60
- <i>Critères de décision dans le domaine des aliments pour animaux .....</i>	63
e) Mesures .....	67
- <i>Allègement des mesures de protection ou ordonnance d'une évacuation après le passage du nuage .....</i>	67
- <i>Mesures visant à éviter l'incorporation de contaminations de l'environnement .....</i>	69
- <i>Ouverture des routes de transit dans la zone d'évacuation .....</i>	69
- <i>Contrôles de la contamination des véhicules.....</i>	69
- <i>Déplacement .....</i>	70
- <i>Mesures dans le domaine de l'agriculture/des denrées alimentaires .....</i>	70

Bases de décision en cas d'événement  
Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec une phase d'alerte  
moyenne à longue  
Décisions durant la phase nuage

---

## a) Risque

Après le passage du nuage radioactif, le dépôt de substances radioactives peut contaminer un périmètre important. Durant la phase sol, les zones concernées par les mesures sont redéfinies, indépendamment des zones de planification d'urgence. Sur la base des scénarios décrits dans le document «Protection en cas d'urgence au voisinage des centrales nucléaires: conception générale», il s'agit d'évacuer tout au plus des secteurs de la zone 1 tandis qu'il faut limiter le séjour à l'air libre durant les premiers jours, voire les premières semaines dans la zone 1 et éventuellement dans certains secteurs de la zone 2. Dans le domaine de l'agriculture et des denrées alimentaires, on peut s'attendre à ce que des mesures soient également nécessaires dans la zone 3.

## b) Compétences

En tant qu'organe technique de la Confédération en cas de danger dû à une augmentation de la radioactivité, la CENAL procède également à l'appréciation de la situation radiologique et en déduit les mesures à prendre en tenant compte des bases légales. Les mesures proposées par la CENAL sont publiées sous la forme de propositions relevant du champ de compétence du CODRA.

*«Le CODRA apprécie la situation générale sur la base des documents mis à disposition en permanence par la CENAL en ce qui concerne la situation radiologique et son appréciation. Il coordonne et fait des propositions au Conseil fédéral concernant les mesures de protection nécessaires. Ces propositions sont préparées par les départements compétents. Le CODRA garantit la surveillance de l'exécution des mesures décidées. [...] Les mesures nécessaires (déplacement d'une partie de la population, restrictions d'accès à certaines zones et limitation de la consommation de denrées alimentaires) sont ordonnées par le Conseil fédéral, qui s'appuie sur le Concept des mesures à prendre en fonction des doses.»*

Protection en cas d'urgence au voisinage des centrales nucléaires, Conception générale, bibl. [2.2]

### c) Critères de décision et déroulement

En déduisant des critères de décision pour la phase sol, le groupe de travail Evaluation et contre-mesures s'est limité aux décisions devant être prises durant la phase sol précoce (premiers jours, voire premières semaines). En cas de mesures comme le déplacement, dont la décision ne peut se prendre que des semaines suivant l'événement, les autorités compétentes disposent de suffisamment de temps pour déduire, en cas d'événement, des critères de décision optimaux fondés sur la situation radiologique effective.

Les décisions discutées dans le présent chapitre ne constituent pas une liste exhaustive de l'ensemble des décisions nécessaires. On a principalement déduit les critères de décision pour les mesures à prendre directement après le passage du nuage (allègement, évacuation, denrées alimentaires/aliments pour animaux) et dressé la liste des critères de décision déjà existants.<sup>23</sup>

La déduction des critères de décision mesurables énoncés dans le présent chapitre tient uniquement compte des aspects radiologiques. Sur la base de ces critères, la CENAL fait des propositions au CODRA. Le CODRA apprécie la situation générale et adapte les propositions en conséquence avant de les soumettre au Conseil fédéral pour décision.

#### - **Critères de décision pour l'allègement des mesures de protection ou l'ordonnance d'une évacuation (bibl. [3.3])**

C'est le débit de dose ambiant (DDA) qui constitue le critère de décision pour l'allègement des mesures de protection et l'ordonnance d'une évacuation. Il est mesuré après le passage du nuage. La relation entre le débit de dose mesuré à l'air libre après le passage du nuage et la dose attendue durant la première année en cas de séjour normal est la suivante:

<b>5 <math>\mu</math>Sv/h</b> <sup>24</sup>	<b>é</b>	<b><math>E_{\text{ext}} \cong 1</math> mSv durant la première année</b> (en cas de séjour normal <sup>25</sup> )
DDA après le passage du nuage		

Règle de base 4

---

<sup>23</sup> Dans le domaine des denrées alimentaires, l'ordonnance sur les substances étrangères et les composants dans les denrées alimentaires (OSEC, bibl. [1.6]) définit déjà des valeurs limites directement mesurables. Elles sont énumérées dans le présent chapitre à titre complémentaire.

<sup>24</sup> Le degré d'incertitude de cette relation en raison de conditions météorologiques différentes et du chemin de rejet (proportion d'iode/aérosols) est environ de facteur 2-3.  
La relation entre le débit de dose et la dose durant la première année dépend également du moment de l'arrêt du réacteur jusqu'au moment de la mesure. Néanmoins, si la mesure est effectuée dans une fourchette de 6 à 48 heures après l'arrêt, aucune correction n'est requise. Pour les mesures effectuées 48 heures après l'arrêt, la dose devrait être corrigée du facteur  $F = (1.0 + t \text{ (h)}/24\text{h}) \cdot 0.5$  ( $t$ =moment de la mesure après l'arrêt).

<sup>25</sup> On entend par «séjour normal» un séjour de 8 heures par jour à l'air libre et de 16 heures par jour à l'intérieur des habitations. Par rapport à un séjour exclusif à l'air libre, la dose externe diminue déjà du facteur 2,5.

Bases de décision en cas d'événement  
 Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec une phase d'alerte  
 moyenne à longue  
 Décisions durant la phase sol

Cette relation permet de déduire des critères de décision mesurables sur la base des valeurs de dose d'intervention spécifiques à la phase **déduites au chapitre 3** (tableau 9):

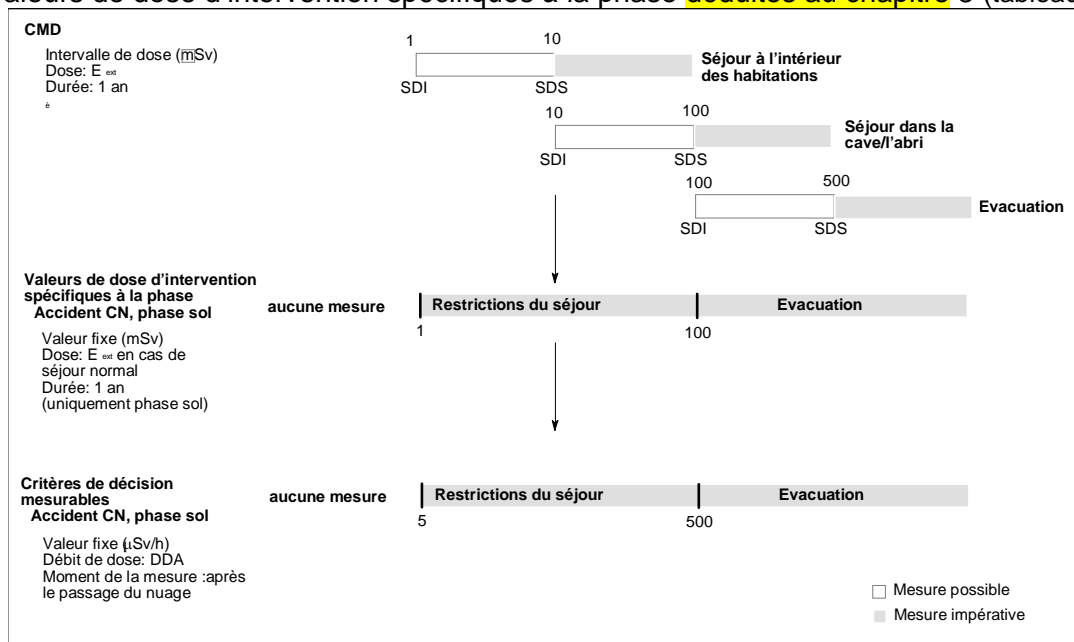


Tableau 9: Déduction du CMD de valeurs de dose d'intervention spécifiques à la phase et de critères de décision mesurables pour les mesures relatives au séjour

Au chapitre 3, on a déduit une valeur de dose d'intervention de 1 mSv pour le séjour limité sur place. La règle de base 4 ci-dessus permet de déduire la valeur 5 µSv/h comme critère de décision mesurable pour le séjour limité.

Au chapitre 3, on a fixé une valeur de dose d'intervention de 100 mSv pour l'évacuation. A cette valeur correspond un DDA mesurable de 500 µSv/h après le passage du nuage.

Le tableau 8 donne un aperçu des critères de décision pour les mesures concernant le séjour.

Tableau 8: Critères de décision mesurables durant la phase sol pour les mesures concernant le séjour

	<b>Critère de décision: DDA (µSv/h)</b>	<b>Mesures nécessaires</b>	<b>Dose attendue durant la première année<sup>1)</sup> (en cas de séjour normal)</b>	<b>Dose cible pour la première année (en tenant compte des mesures ordonnées)</b>
<b>A</b>	<b>&lt; 5</b>	Levée du séjour à l'intérieur des habitations, dans la cave/l'abri	< 1 mSv	--
<b>B</b>	<b>5 - 500</b>	Restrictions du séjour sur place	1-100 mSv	< 10 mSv <sup>26</sup>

<sup>26</sup> Cette dose cible est une recommandation du groupe de travail Evaluation et contre-mesures (cf. chapitre 3). Le CMD ne fixe aucune dose cible.

Bases de décision en cas d'événement  
 Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec phase d'alerte  
 moyenne à longue  
 Décisions durant la phase sol

<b>C</b>	<b>&gt; 500</b>	Evacuation	> 100 mSv	--
----------	-----------------	------------	-----------	----

1) Ces valeurs de dose correspondent aux valeurs de dose d'intervention **déduites au chapitre 3** pour les mesures correspondantes

Après le passage du nuage, les zones doivent être redéfinies au moyen des valeurs de dose d'intervention pour le séjour limité et l'évacuation. Le tableau 10 donne un aperçu de la répartition des zones. Rappelons que toutes les zones n'apparaissent pas forcément.

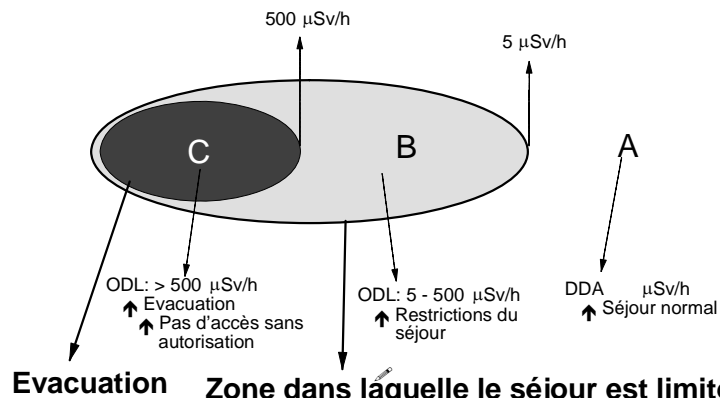


Tableau 10: Définition des zones sur la base du débit de dose ambiant mesuré après le passage du nuage.

Les décisions définitives concernant l'allègement des mesures de protection ou une nécessaire évacuation sont prises par le Conseil fédéral. En attendant cette décision, la population ne doit pas rester inutilement dans les caves/abris. La CENAL l'invite immédiatement à regagner les habitations si le débit de dose ambiant est inférieur à 500  $\mu\text{Sv/h}$ . Cette valeur est défendable d'un point de vue radiologique et n'influence pas la décision du Conseil fédéral en ce qui concerne un nouvel allègement, ou une éventuelle évacuation.

Le tableau 11 donne un aperçu synthétique du déroulement des décisions d'allègement des mesures de protection ordonnées ou de l'ordonnance d'une évacuation.



Bases de décision en cas d'événement  
Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec une phase d'alerte  
moyenne à longue  
Décisions durant la phase sol

---

**DDA = 5 - 500**  
**Proposition CODRA:**  
**- Restrictions du séjour à l'air libre**  
**- Levée des restrictions d'accès**

Tableau 11: Aperçu du déroulement des décisions de la CENAL d'allègement des mesures de protection ou d'ordonnance d'une évacuation

**- Critères de décision dans le domaine du contrôle de la contamination des véhicules**

Pour la décontamination des véhicules, le chapitre 3 définit une valeur de dose d'intervention de 1 mSv pour la dose externe. Il s'agit de prendre comme critère de décision mesurable une valeur simple à mesurer, soit le débit de dose à une distance de 1 mètre du véhicule.

Une directive publiée par la *Strahlenschutzkommission* allemande sur l'établissement de valeurs de contamination pour le contrôle des surfaces des véhicules (bibl. [7.2]) a établi la relation suivante entre le débit de dose net mesuré à 1 mètre et la dose attendue en cas de séjour régulier dans un véhicule:

<p><b>5 <math>\mu</math>Sv/h</b></p> <p>Débit de dose net à 1 m du véhicule mesuré après le passage du nuage</p>	é	<p><b>1 mSv</b></p> <p>dose externe en cas de séjour dans un véhicule pendant 500 heures durant les premiers six mois*</p>	Règle de base 5
--	---	--	-----------------

\*4 heures par jour, 5 jours par semaine durant six mois

En cas de dépassement du débit de dose de 5  $\mu$ Sv/h à 1 mètre du véhicule, il est possible d'atteindre, en utilisant régulièrement le véhicule, une dose externe de 1 mSv. La valeur 5  $\mu$ Sv/h doit par conséquent être utilisée lors des mesures effectuées sur les véhicules comme critère de décision pour la décontamination.

Pour des raisons de capacité, il n'est pas possible de contrôler l'ensemble des véhicules.<sup>27</sup> Le groupe de travail Evaluation et contre-mesures a établi la relation suivante entre le débit de dose ambiant et le débit de dose net mesuré à 1 mètre d'un véhicule (bibl. [3.4]):

<p><b>500 <math>\mu</math>Sv/h</b></p> <p>SDS</p>	Ö	<p><b>5000 CS</b></p> <p>Contamination du sol</p>	Č	<p><b>500 CS</b></p> <p>Contamination du véhicule</p>	Č	<p><b>5 <math>\mu</math>Sv/h</b></p> <p>Débit de dose net à 1 mètre du véhicule</p>	Règle de base 6
---	---	---	---	---	---	---	-----------------

- Hypothèses - Les valeurs de mesure se réfèrent à un mélange constitué par les produits de fission, mesuré après le passage du nuage
- Le véhicule était à l'air libre pendant le passage du nuage
  - Il n'a pas plu depuis le début du passage du nuage
  - 1 CS = 3 Bq/cm<sup>2</sup>

La relation ci-dessus (règle de base 6) démontre que dans les zones présentant un SDS supérieur à 500  $\mu$ Sv/h, les véhicules dépassent le critère de décision pour la décontamination. Cette zone correspond à la zone d'évacuation. Les véhicules de la zone

<sup>27</sup> Outre les goulets d'étranglement en matière de mesure, il faut savoir que le débit de dose ambiant mesuré dans la zone où se trouvaient les véhicules pendant la phase nuage est beaucoup plus élevé que le débit de dose net à 1 mètre du véhicule. Il n'est donc pas possible d'effectuer une mesure sur place, elle devrait plutôt se faire hors de la zone non contaminée.

d'évacuation doivent par conséquent être lavés dans une installation de lavage sans avoir procédé au préalable à une mesure.

- **Critères de décision dans le domaine des denrées alimentaires**

L'OSEC (bibl. [1.6]) définit des valeurs limites (tableau 9) et des valeurs de tolérance (tableau 10) pour différents groupes de nucléides et de denrées alimentaires:

«Art. 2

[...]

<sup>3</sup> *La valeur limite est la concentration maximale au-delà de laquelle la denrée alimentaire est jugée impropre à l'alimentation humaine.*

<sup>4</sup> *La valeur de tolérance est la concentration maximale au-delà de laquelle la denrée alimentaire est considérée comme souillée ou diminuée d'une autre façon dans sa valeur intrinsèque.»*

Le respect des valeurs limites garantit que, lors de la consommation de denrées alimentaires, la dose ingérée ne dépasse pas l'intervalle de dose défini dans le CMD pour la dose ingérée (1 à 20 mSv).

Les mesures de denrées alimentaires spécifiques aux nucléides peuvent être directement comparées aux valeurs limites ou de tolérance figurant dans l'OSEC. En cas d'événement, on ne dispose de mesures des denrées alimentaires spécifiques aux nucléides qu'après plusieurs jours, elles ne peuvent servir de base de décision directement après le passage du nuage. Afin d'éviter que des denrées alimentaires contaminées ne soient commercialisées, il faut décider rapidement, déjà après le passage du nuage, des zones où la commercialisation de produits agricoles est interdite. Le groupe de travail Evaluation et contre-mesures est en train de définir des critères sur la base de mesures du DDA pendant le passage du nuage. Ces valeurs doivent permettre de délimiter dans les meilleurs délais une vaste zone et d'interdire la commercialisation des produits agricoles. Lorsque l'on dispose de mesures des denrées alimentaires spécifiques aux nucléides fondées, la zone barrée peut être restreinte à nouveau conformément à l'OSEC.

Une fois que les questions relatives aux critères, aux compétences et aux mesures nécessaires ont été réglées avec les services concernés de la Confédération et des cantons, le catalogue de mesures est complété en conséquence.

Bases de décision en cas d'événement  
 Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec phase d'alerte  
 moyenne à longue  
 Décisions durant la phase sol

Tableau 9: Valeurs limites <sup>28</sup> (Bq/kg) pour les radionucléides dans les denrées alimentaires selon l'ordonnance sur les substances étrangères et les composants (bibl. [1.6])

<b>(Groupes de) nucléides</b>	<b>Toutes denrées alimentaires<sup>1)</sup></b>	<b>Denrées alimentaires liquides</b>	<b>Préparations pour nourrissons</b>
H-3	10 000	10 000	3000
C-14	10 000	10 000	1000
Isotopes de strontium (notamment Sr-90)	750	125	75
Isotopes d'iode (notamment I-131)	2000	500	150
Isotopes de césium	1250 <sup>2)</sup>	1000	400
Isotopes de plutonium et éléments de transplutonium (émettant des particules $\alpha$ , notamment Pu-239, Am-241)	80	20	1
Radionucléides des séries de l'uranium et du thorium Groupe I: Ra-224, Th-228, U-234, U-235, U-238	50	10	10
Radionucléides des séries de l'uranium et du thorium Groupe II: Pb-210, Po-210, Ra-226, Ra-228, Th-230, Th-232, Pa-231	5 <sup>3)</sup>	1	1
Tous les autres nucléides (sauf K-40)	1250	1000	400

<sup>1)</sup> La valeur limite pour les denrées alimentaires de moindre importance: dix fois plus élevée que pour les «autres denrées alimentaires».

« Parmi les denrées alimentaires de moindre importance figurent notamment les denrées suivantes: épices; tisanes; fruits, écorces de fruits et autres parties de plantes confits au sucre; levures et autres microorganismes monocellulaires morts; cônes de houblon; câpres; caviar et substitutions; ail; herbes potagères; manioc et ses produits; maranta; noix du Brésil; algues; topinambours; truffes; salep; écorces d'agrumes ou de melons; patates douces; vitamines et provitamines; gélifiants, épaississants et substances de couverture d'origine végétale (additifs).  
 Annexe 6.4, OSEC

<sup>2)</sup> Pour les isotopes de césium, la valeur pour le gibier et les champignons sauvages est de 1250 Bq/kg

<sup>3)</sup> Exception animaux marins: 150 Bq/kg

28 - «Les concentrations maximales sont fixées, sauf indication contraire dans la liste, pour la partie consommable de la denrée bien lavée ou nettoyée (poussière, terre). Pour les denrées sèches, lorsqu'elles ne sont pas expressément déclarées comme telles dans la liste, les concentrations maximales se rapportent aux denrées reconstituées. Pour les denrées alimentaires transformées (mélanges, extraits, concentrés, etc.), il y a lieu de prendre en considération, sauf indication contraire dans la liste, la concentration maximale fixée pour chacun des constituants au prorata de sa présence dans le produit.» (Annexe 6.1, OSEC).

- «Les valeurs limites sont applicables aux groupes de nucléides respectifs. A l'intérieur d'un groupe, elles sont applicables à la somme des activités.» (Annexe 6.2, OSEC)

- « Les valeurs limites sont applicables aux radionucléides d'origine naturelle. Elles ne sont toutefois pas applicables aux nucléides naturels régulés homéostatiquement, tel le potassium-40, car la dose est indépendante de l'activité incorporée» (Annexe 6.3, OSEC)

Bases de décision en cas d'événement  
Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec une phase d'alerte  
moyenne à longue  
Décisions durant la phase sol

---

Tableau 10: Valeurs de tolérance (Bq/kg) pour les radionucléides dans les denrées alimentaires conformément à l'ordonnance sur les substances étrangères et les composants (bibl. [1.6])

<b>(Groupes de) nucléides</b>	<b>Toutes les denrées alimentaires</b>
H-3	1000
C-14	200
Isotopes de strontium (notamment Sr-90)	1
Isotopes d'iode (notamment I-131)	10
Isotopes de césium	10 <sup>1)</sup>
Isotopes de plutonium et éléments de transplutonium (émettant des particules $\alpha$ , notamment Pu-239, Am-241)	0,1
Radionucléides des séries de l'uranium et du thorium	--
Tous les autres nucléides (sauf K-40)	10

- 1) Pour les isotopes de césium, la valeur de tolérance pour le gibier et les champignons sauvages est de 600 Bq/kg.

**- Critères de décision dans le domaine des aliments pour animaux (bibl. [3.6])**

En ce qui concerne les aliments pour animaux, aucune valeur limite pour les radionucléides n'est fixée dans une loi. En cas d'événement, il devrait néanmoins être possible d'évaluer jusqu'à quelles teneurs en radioactivité les aliments pour animaux peuvent être donnés aux animaux sans que les denrées alimentaires qui en résultent ne dépassent pas les valeurs au sens de l'OSEC. Le groupe de travail Evaluation et contre-mesures a par conséquent déduit, sur la base des valeurs limites et des valeurs de tolérance de l'OSEC, des teneurs maximales (tableau 11 et tableau 13) pour les aliments pour animaux. Celles-ci doivent servir de base d'évaluation permettant de décider si les aliments pour animaux présentant une teneur déterminée en radionucléides peuvent être utilisés pour nourrir les animaux ou non.

Tableau 11: Teneurs maximales recommandées pour les aliments pour animaux (Bq/kg) pour respecter les valeurs limites dans les denrées alimentaires animales

<b>Valeurs maximales herbe<sup>5)</sup></b>				
<b>Denrées alimentaires animales<sup>3)</sup></b>	<b>Isotopes de césium</b>	<b>Isotopes d'iode</b>	<b>Isotopes de strontium</b>	<b>Pu-239 et Am-241 <sup>2)</sup></b>
Lait de vache	1500	1250	500	8000 <sup>1)</sup>
Lait de brebis, lait de chèvre	1250	150	500	350 000 <sup>1)</sup>
Viande de bœuf	250	4000	10 000	150 000 <sup>1)</sup>
Viande de mouton, viande de chèvre	500	50 000	20 000	60 000 <sup>1)</sup>

<b>Valeurs maximales aliments concentrés pour animaux</b>				
<b>Denrées alimentaires animales<sup>4)</sup></b>	<b>Isotopes de césium</b>	<b>Isotopes d'iode</b>	<b>Isotopes de strontium</b>	<b>Pu-239 et Am-241 <sup>2)</sup></b>
Viande d'agneau	200	20 000	25 000	--
Viande de bœuf	5000	60 000	150 000 <sup>1)</sup>	2 500 000 <sup>1)</sup>
Viande de veau	1500	300 000	150 000 <sup>1)</sup>	800 000 <sup>1)</sup>
Viande de porc	1000	250 000	150 000 <sup>1)</sup>	3 300 000 <sup>1)</sup>
Viande de poulet	2000	1 500 000 <sup>1)</sup>	150 000 <sup>1)</sup>	70 000 <sup>1)</sup>
Œufs de poule	50 000	6000	20 000	--

1) La valeur est plus élevée que la limite d'autorisation: la valeur calculée est si élevée qu'1 kg d'aliments pour animaux avec une telle radioactivité ne peut être manipulé que dans un secteur professionnel particulier en vertu de l'art. 69 al. 3 ORaP. De telles teneurs maximales ne sont donc pas applicables dans la pratique.

2) Le groupe vaut pour tous les isotopes de plutonium et éléments de transplutonium

3) Dans les denrées alimentaires animales mentionnées, on part d'une alimentation principalement à base d'herbe et de foin.

4) Dans les denrées alimentaires animales mentionnées, on part d'une alimentation principalement à base d'aliments concentrés pour animaux.

5) En cas d'utilisation de foin, la valeur maximale est de 5 fois la valeur pour l'herbe car la quantité d'aliments pour animaux ne représente qu'un cinquième de la quantité d'herbe.

Les valeurs maximales **déduites** pour les aliments pour animaux et respectant les valeurs limites sont très élevées pour les isotopes de strontium et les rayons alpha car les facteurs de transfert sont très faibles. Les limites d'exemption mentionnées dans l'ORaP sont fortement dépassées dans le cas de ces nucléides. Ces valeurs théoriques ne sont mentionnées ici que pour démontrer que les strontium et les rayons alpha ne constituent pas un problème pour les denrées alimentaires du fait de leurs faibles facteurs de transfert. Reste que du point de vue de leur manipulation, les aliments pour animaux doivent être considérés comme des déchets radioactifs et éliminés séparément conformément à l'ORaP.

Bases de décision en cas d'événement  
 Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec phase d'alerte  
 moyenne à longue  
 Décisions durant la phase sol

En comparant avec les valeurs limites figurant dans l'OSEC (cf. tableau 12), le tableau 11 permet de déduire la règle de base suivante:

En règle générale, la sécurité est garantie lorsqu'on utilise la même valeur pour les isotopes de césium et les isotopes d'iode que celle prescrite par l'OSEC pour le produit animal qu'on en tire. Cette règle ne s'applique cependant pas dans le cas de la production de viande en donnant comme aliments pour animaux de l'herbe ou du foin.

Règle de base 7

Tableau 12: Valeurs limites selon l'OSEC en Bq/kg. Dans une première approximation, ces valeurs peuvent également être utilisées comme valeurs maximales pour les aliments pour animaux utilisés pour la production de denrées alimentaires animales correspondantes.

Produit animal	Isotopes de césium	Isotopes d'iode
<b>Lait (denrées alimentaires liquides)</b>	1000	500
<b>Viande (toutes denrées alimentaires)</b>	1250	2000

Tableau 13: Teneurs maximales recommandées pour les aliments pour animaux (Bq/kg) respectant les valeurs de tolérance dans les denrées alimentaires animales correspondantes

<b>Valeurs maximales herbe<sup>5)</sup></b>				
Denrées alimentaires animales <sup>3)</sup>	Isotopes de césium	Isotopes d'iode	Isotopes de strontium	Pu-239 et Am-241 <sup>2)</sup>
Lait de vache	15	30	4	40
Lait de brebis, lait de chèvre	10	4	5	2000 <sup>1)</sup>
Viande de bœuf	3	20	15	200
Viande de mouton, viande de chèvre	5	250	25	80
Viande d'agneau	2	100	35	--

<b>Valeurs maximales aliments concentrés pour animaux</b>				
Denrées alimentaires animales <sup>4)</sup>	Isotopes de césium	Isotopes d'iode	Isotopes d'iode	Pu-239 et Am-241 <sup>2)</sup>
Viande de bœuf	40	300	200	3000 <sup>1)</sup>
Viande de veau	15	1500	250	1000 <sup>1)</sup>
Viande de porc	10	1250	200	4000 <sup>1)</sup>
Viande de poulet	20	8'000	250	100
Œufs de poule	400	30	30	--

1) La valeur est plus élevée que la limite d'autorisation: la valeur calculée est si élevée qu'1 kg d'aliments pour animaux avec une telle radioactivité ne peut être manipulé que dans un secteur professionnel particulier en vertu de l'art. 69 al. 3 ORaP. De telles teneurs maximales ne sont donc pas applicables dans la pratique.



Bases de décision en cas d'événement  
Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec une phase d'alerte  
moyenne à longue  
Décisions durant la phase sol

---

- 2) Le groupe vaut pour tous les isotopes de plutonium et éléments de transplutonium
- 3) Dans les denrées alimentaires animales mentionnées, on part d'une alimentation principalement à base d'herbe et de foin.
- 4) Dans les denrées alimentaires animales mentionnées, on part d'une alimentation principalement à base d'aliments concentrés pour animaux.
- 5) En cas d'utilisation de foin, la valeur maximale est de 5 fois la valeur pour l'herbe car la quantité d'aliments pour animaux ne représente qu'un cinquième de la quantité d'herbe.

## d) Mesures

Le présent chapitre présente principalement les mesures à prendre directement après le passage du nuage (allègement, évacuation, denrées alimentaires/aliments pour animaux). Les mesures telles que le déplacement, qui n'est prise que des semaines après l'événement, ne sont qu'énumérées et non décrites en détail.

Les mesures décrites dans le présent chapitre se fondent sur des critères de décision ne tenant compte que des aspects radiologiques. Sur la base de ces critères, la CENAL fait des propositions au CODRA. Celui-ci apprécie la situation générale et adapte les propositions en conséquence avant de les soumettre au Conseil fédéral pour décision.

### - **Allègement des mesures de protection ou ordonnance d'une évacuation après le passage du nuage**

Si le DDA est inférieur à 5  $\mu\text{Sv/h}$  après le passage du nuage, l'ensemble des mesures liées aux restrictions de séjour à l'air libre (séjour à l'intérieur des habitations ou dans la cave/l'abri) peuvent être levées car aucune dose externe ne sera supérieure à 1 mSv pendant la première année dans cette zone.

Dans une zone présentant un débit de dose situé entre 5 et 500  $\mu\text{Sv/h}$  (dose pendant la première année entre 1 et 100 mSv), il est possible de séjourner sur place, mais avec certaines restrictions. Pendant les premiers jours (première semaine), le séjour à l'air libre se limitera, conformément aux standards, à 1 à 2 heures par jour jusqu'à ce qu'il soit possible de procéder à suffisamment de mesures spécifiques aux nucléides permettant d'évaluer la situation de façon détaillée et de prendre des mesures concernant un nouvel allègement.<sup>29</sup> Pendant la première année, on ordonnera des mesures limitant le séjour à l'air libre et procédera à la rigueur à des mesures de décontamination de sorte que, en tenant compte de l'effet des mesures, la dose qui en résulte ne dépasse pas 10 mSv.

En cas de doses DDA supérieures à 500  $\mu\text{Sv/h}$ , on peut s'attendre pendant la première année à des doses externes supérieures à 100 mSv. Dans ce cas, il faut procéder à une évacuation car la valeur de dose d'intervention pour l'évacuation **déduite au chapitre 3** est dépassée.

La population doit pouvoir quitter la zone avec son propre véhicule car il s'agit d'une zone étroitement délimitée.<sup>30</sup> D'un point de vue radiologique, cette décision est justifiée et la population l'accepte d'autant mieux si elle peut utiliser son propre véhicule. En supposant que tout au plus secteurs de la zone 1 soient touchés, il est peu probable qu'il en résulte des problèmes de trafic.

Les doses résultant d'éventuels transferts de contaminations des véhicules sont négligeables par rapport à l'irradiation externe présente dans la zone d'évacuation. Une contamination à long terme d'un véhicule et une utilisation quotidienne de plusieurs heures peuvent néanmoins conduire à ce que la valeur de dose d'intervention de 1 mSv définie au chapitre 3 soit dépassée. Il convient donc, à titre préventif, de laver les véhicules sortant de la zone évacuée dans une installation de lavage pour éliminer les

---

<sup>29</sup> Ces mesures permettent de réduire la dose du facteur 2,5 par rapport à un séjour normal.

<sup>30</sup> Selon les scénarios de référence de la DSN (bibl. [8.1]), il n'est pas nécessaire de procéder à une évacuation en cas d'endommagement du cœur du réacteur avec ventilation. En cas d'endommagement du cœur du réacteur sans ventilation, il faudrait procéder à une évacuation en cas de situation météorologique défavorable dans un rayon maximal de 2 km.

Bases de décision en cas d'événement  
 Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec une phase d'alerte  
 moyenne à longue  
 Décisions durant la phase sol

éventuelles contaminations. Les eaux usées de l'installation de lavage ne constituent pas un problème.

Les mesures à prendre dans les différentes zones sont énumérées dans le tableau 14.

Tableau 14: Détails relatifs aux mesures «Séjour limité» et «Evacuation»

	DDA) ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Mesures requises ou allègement des mesures existantes
<b>A</b>	<b>&lt; 5</b>	<b>Aucune mesure relative au séjour</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aucune restriction de séjour à l'air libre ni d'accès à cette zone</li> </ul>
<b>B</b>	<b>5 - 500</b>	<b>Séjour sur place assorti de restrictions de séjour à l'air libre</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> limiter le séjour à l'air libre à 1 à 2 heures par jour. (Cette mesure s'appliquera surtout au cours des premiers jours et pour le domaine supérieur de l'intervalle du débit de dose où les doses sont élevées.)</li> <li> Autoriser l'accès à la zone en tenant compte des restrictions préalables.</li> </ul> <i>Restrictions supplémentaires pendant la durée du séjour limité à l'air libre: 2)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li> Interdire aux enfants de jouer à l'air libre. Avant de lever la restriction de la durée de séjour, procéder à des mesures dans les places de jeu et les décontaminer.</li> <li> Eviter les travaux de jardinage dans le domaine supérieur de dose, sinon porter des gants et se laver les mains une fois le travail terminé</li> <li> Recommander à la population de changer de chaussures en entrant dans la maison.</li> </ul>
<b>C</b>	<b>&gt; 500</b>	<b>Evacuation, pas de transit 3)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Evacuer complètement et barrer l'accès à la zone. Dans un premier temps<sup>4)</sup>, les personnes autorisées d'accès sont uniquement les personnes chargées de procéder aux mesures de décontamination pour rendre la zone à nouveau habitable. Ces personnes engagées doivent faire l'objet d'une surveillance dosimétrique.</li> <li> Aucun transit jusqu'à ce qu'on dispose de mesures détaillées.</li> </ul> <i>Consignes supplémentaires de comportement destinées à la population pendant et après l'évacuation 2)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li> Pendant l'évacuation: n'emporter que le strict nécessaire. Ne rien toucher à l'air libre. Réduire son séjour à l'air libre au minimum. Quitter rapidement la zone suivant les consignes des autorités</li> <li> Après l'évacuation: changer de vêtements et de chaussures; se laver les mains. Laver les véhicules dans une installation de lavage</li> </ul>

1) DDA mesuré après le passage du nuage.

2) La plupart des restrictions supplémentaires mentionnées sont de nature essentiellement préventive, pour réduire les transferts de contamination.

3) Mesures relatives au transit dans la zone d'évacuation: mesurer en détail le débit de dose sur l'itinéraire de transit, évaluer la contamination non fixée et procéder éventuellement à une décontamination. Les routes ne devraient être réouvertes que lorsque la dose annuelle pour les personnes en transit est inférieure ou égale à 1 mSv l'année suivante.

4) Après avoir analysé la situation radiologique qui y règne, on assurera à la population l'accès à la zone évacuée si les valeurs limites fixées dans l'ordonnance sur la radioprotection sont respectées (cf. chapitre 3):

- Pour les activités professionnelles (à l'exception des organes d'intervention), la valeur limite est de 20 mSv par année (personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession).
- On autorisera les particuliers à regagner leurs habitations si la limite de dose annuelle est de 1 mSv.

De façon générale, l'accès à la zone évacuée ne sera autorisé que sur présentation d'une autorisation d'accès et qu'après contrôle des doses.

- **Mesures visant à éviter l'incorporation de contaminations de l'environnement (bibl. [3.4])**

Dans les zones où le séjour est limité ou dans les zones évacuées, des mesures préventives supplémentaires seront prises pour éviter une contamination de la peau ou une incorporation des contaminations de l'environnement (pour les détails, se référer au tableau 14). Il n'est possible de déterminer dans quelles conditions la valeur de dose d'intervention de 1 mSv définie par le groupe de travail Evaluation et contre-mesures au chapitre 3 pour l'incorporation de contaminations de l'environnement est véritablement dépassée qu'en cas d'événement, soit en présence de mesures de contamination spécifiques aux nucléides et lorsque l'on connaît la nature de la contamination (fixée ou non fixée).

- **Ouverture des routes de transit dans la zone d'évacuation (bibl. [3.4])**

Le groupe de travail Evaluation et contre-mesures a établi au chapitre 3 que les routes de transit importantes traversant la zone évacuée doivent être réouvertes dès que possible lorsque l'on peut garantir que l'on ne dépasse pas une dose de 1 mSv, même en cas de passage régulier.

Avec un débit de dose ambiant initial de 500  $\mu$ Sv/h (ce qui correspond au DDA minimal dans la zone d'évacuation), les évaluations relatives aux doses donnent une dose de 3 mSv pendant la première année si l'on traverse chaque jour une telle zone pendant 30 minutes.<sup>31</sup> Il n'est possible de procéder à une évaluation définitive de la dose attendue qu'en cas d'événement, lorsque la taille effective de la zone d'évacuation et la longueur de la route de transit dans la zone d'évacuation sont connues.

- **Contrôles de la contamination des véhicules (bibl. [3.4])**

Les véhicules privés utilisés lors de l'évacuation peuvent propager les contaminations à l'extérieur des zones. Le groupe de travail Evaluation et contre-mesures a évalué l'opportunité de mettre en place des organes de contrôle aux passages de la zone qui vérifieraient si les véhicules en transit sont contaminés. Il s'est avéré qu'il n'est pas possible de procéder à un contrôle de contamination au passage de la zone d'évacuation vers la zone assortie de restrictions de séjour pour des raisons de mesurage et de capacités.

Laver les véhicules après l'évacuation dans une installation de lavage permet de limiter temporairement le problème. Il convient d'envisager la mise sur pied d'un service de contrôle de la contamination (par ex. office de la circulation) dans la zone non touchée à l'intention des propriétaires de véhicules qui ne se sentiraient pas en sécurité.<sup>32</sup>

---

<sup>31</sup> Déduction: un séjour permanent dans une zone présentant un débit de dose initial de 500  $\mu$ Sv/h conduirait, selon le document «Mesures à prendre en cas d'accident dans une centrale nucléaire - Séjour et évacuation» [2], à une dose à l'air libre de 250 mSv au cours des 12 premiers mois. Un séjour quotidien pendant seulement 1/48 du temps (soit 30 minutes par jour) et pendant seulement 200 jours sur 365 réduit la dose d'un facteur 90 et donne environ 3 mSv au cours des 12 premiers mois.

<sup>32</sup> A la frontière de la zone d'évacuation, la contamination de l'environnement est très élevée, raison pour laquelle il n'est pas possible de distinguer clairement la contamination du véhicule de celle de l'environnement.

La zone assortie de restrictions de séjour présente également des contaminations pouvant s'avérer considérablement supérieures aux valeurs directrices définies dans l'ordonnance sur la radioprotection. Les doses qui en résultent par transfert de contamination à des personnes sont toutefois négligeables par rapport à l'irradiation externe. Un contrôle de la contamination par échantillonnage des véhicules dans ces zones doit donner des éclaircissements sur les valeurs effectives. Il n'est certainement pas nécessaire de procéder à un contrôle strict du point de vue de la radioprotection.

**- Déplacement**

Au chapitre 3, le groupe de travail Evaluation et contre-mesures a défini une valeur de dose d'intervention de 20 mSv pour le déplacement. Il convient d'envisager un déplacement si, trois mois après l'événement, il faut s'attendre à une dose supérieure à 20 mSv pour l'année suivante lors d'un séjour normal. Une décision définitive ne peut néanmoins être prise qu'après une analyse détaillée de l'état de santé général de la population concernée.

**- Mesures dans le domaine de l'agriculture/des denrées alimentaires (bibl. [3.5])**

Selon le CMD, des mesures radicales peuvent être ordonnées à titre préventif comme par exemple une interdiction générale de récolte, pâturage et livraison pour éviter la commercialisation de denrées alimentaires et d'aliments pour animaux contaminés. Le tableau 15 illustre les mesures préventives requises dans une telle zone:

Tableau 15: Liste des mesures à prendre au cours des premiers jours tant que s'applique l'interdiction préventive de pâturage, récolte et livraison (jusqu'à ce que l'on dispose de mesures concrètes spécifiques aux nucléides des denrées alimentaires et des aliments pour animaux et de leur évaluation).

	<b>Mesure</b>	<b>Remarques</b>
<b>Lait</b>	Elimination sur place dans la fosse sceptique ou les égouts	Le lait doit être éliminé par les égouts au maximum pendant quelques jours car l'équilibre biologique des stations d'épuration, notamment dans les zones rurales, est rompu lorsqu'on y déverse trop de lait riche en graisse et en protéines. <sup>33</sup> Dans tous les cas, il convient de consulter la station d'épuration locale avant toute élimination. Il peut éventuellement s'avérer judicieux de transporter le lait à la station d'épuration et de l'éliminer de façon contrôlée et dosée.
<b>Alimentation du bétail</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alimentation avec du fourrage récolté avant l'accident.</li> <li>- Utilisation exclusive de l'eau du</li> </ul>	

<sup>33</sup> La division Protection de l'environnement, section Eaux (canton d'Argovie) donne la quantité éliminée sous la forme d'une équation intégrant les habitants: 1000 litres de lait correspondent à entre 50 et 150 habitants.

Bases de décision en cas d'événement  
Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec phase d'alerte  
moyenne à longue  
Décisions durant la phase sol

---

	robinet pour les abreuvoirs	
<b>Logement du bétail</b>	Mise à l'abri dans les étables et les écuries ou dans les enclos sans accès à l'herbe	La stabulation libre dans les enclos devrait être limitée autant que possible.

Les mesures spécifiques aux nucléides effectuées sur les denrées alimentaires permettent de déterminer de façon définitive les denrées alimentaires qui ne peuvent être commercialisées. L'OSEC détermine à partir de quelles concentrations les denrées alimentaires sont jugées impropres à l'alimentation humaine et leur commercialisation interdite. C'est le cas en cas de dépassement de la valeur limite.

Les tableaux 16 à 18 énumèrent les mesures possibles de décontamination ou d'élimination des denrées alimentaires. Il n'est possible de décider quelles sont les mesures à prendre parmi celles énoncées qu'après évaluation de la situation initiale spécifique à l'événement. Dans ce cas, il est particulièrement important que le CODRA apprécie la situation de façon générale en ce qui concerne les conséquences possibles des différentes mesures. Il en va de même pour les mesures mentionnées dans les deux paragraphes suivants.

Des mesures préventives telles que l'interdiction de pâturer et l'alimentation avec des aliments pour animaux non contaminés devraient permettre d'empêcher, notamment lors de la production de denrées alimentaires animales (lait, viande), le transfert de radionucléides par le biais des aliments pour animaux. S'il n'est pas possible de donner au bétail des aliments pour animaux non contaminés, il faut envisager des mesures visant à réduire le transfert de radionucléides. Les tableaux 19 et 20 énumèrent les mesures possibles ainsi que les mesures réduisant la quantité produite et, partant, la quantité de déchets.

Dans l'agriculture, le fait de labourer la terre peut déplacer la contamination radioactive vers les couches plus profondes du sol. Le tableau 21 propose des mesures en la matière.

L'opportunité des différentes mesures énumérées dans les tableaux 16 à 21 est évaluée dans la première colonne par un signe «+» ou «-». Un «-» signifie que cette mesure n'est pas appropriée. Ces mesures sont quand même mentionnées afin d'en démontrer les inconvénients.

Bases de décision en cas d'événement  
Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec une phase d'alerte moyenne à longue  
Décisions durant la phase sol

Tableau 16: Mesures à prendre au cas où les valeurs de contamination dans le lait dépassent les valeurs limites en vigueur

Mesure	Remarques	Avantages et inconvénients	Efficacité
+ Oxydation des composants organiques	Oxydation des composants organiques dans les eaux usées qui n'est pas réalisée ou en partie seulement par les microorganismes. <sup>34</sup>	- Aucune expérience, installations existantes (renseignements de l'EAWAG: n'existe pas à large échelle, évent. possible en petites quantités dans l'industrie chimique)	
+ Décontamination du lait par transformation <sup>35,36</sup> 1. Récupération sous la forme de petit-lait et de beurre 2. Filtrage et séparation de la part de protéines du petit-lait 3. Décontamination du petit-lait par échange ionique 4. Utilisation du - petit-lait décontaminé comme nourriture pour animaux - beurre comme denrée alimentaire ou incinération	Les valeurs limites valables pour les denrées alimentaires ne doivent pas être dépassées sinon le beurre doit être incinéré	+ Les échangeurs ioniques correspondent aux dispositions légales sur les denrées alimentaires et sont régénérables. - Du matériel contaminé entre dans le processus de transformation - Lors de la régénération, de l'éluat contaminé (environ 50 - 70000Bq/l) est produit. Il doit être éliminé. - Aucune installation existante - Mauvais accueil par la population des produits laitiers décontaminés	1. Bonne pour le beurre. Réduction des radionucléides: Cs 80, Iod 50, Sr 80 % <sup>37</sup>  3. Très bonne pour le petit-lait: pratiquement 100 %. La méthode n'est pas adaptée à la décontamination d'iode!
- Déversement dans les égouts	Le lait doit être éliminé de cette façon au maximum pendant quelques jours car l'équilibre biologique des stations d'épuration, notamment dans les zones rurales, est rompu lorsqu'on y déverse trop de lait riche en graisse et en protéines.	- Ne se prête pas à l'élimination de toute la quantité de lait produite	
- Fosses sceptiques	Epandre éventuellement le purin au préalable, en cas	+ Le lait n'arrive pas dans l'environnement de	

<sup>34</sup> Réflexions relatives à la demande en oxygène: fret quotidien 345 m<sup>3</sup> --> 550 kg Demande chimique en oxygène (DCO) par 24 heures lors d'un rejet maximal de 4 litres par seconde. Pour oxyder tout le matériel qu'il contient, il nécessite 0,63 g O<sub>2</sub> par litre.

<sup>35</sup> Décontamination du lait et des produits laitiers radioactifs. Economie laitière allemande, 39/ 1997, 1424 - 1426: dans l'essai à l'échelle industrielle décrit, on a décontaminé 2,5 tonnes de poudre de petit-lait qui était contaminé en moyenne par 5000 Bq/kg de césium. Dans la poudre de petit-lait récupérée, on a mesuré 0 à 100 Bq/kg au maximum de césium.

<sup>36</sup> La transformation en beurre présente en outre l'avantage que pour le beurre (dans la catégorie «Toutes denrées alimentaires» selon l'OSEC), la valeur limite pour l'iode et le strontium est plus élevée (facteur 4 et 6) que pour le lait (dans la catégorie «Denrées alimentaires liquides» selon l'OSEC).

<sup>37</sup> Indications tirées du Catalogue de mesures allemand (octobre 1999), pp. 6-22 (bibl. [4.1])

Bases de décision en cas d'événement  
 Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec une phase d'alerte moyenne à longue  
 Décisions durant la phase sol

	Mesure	Remarques	Avantages et inconvénients	Efficacité
		de capacité limitée	manière incontrôlée - L'épandage du purin conduit à une nouvelle contamination du pâturage	
-	Déversement dans les champs		- Ne se prête pas à l'élimination de toute la quantité de lait produite	



Bases de décision en cas d'événement  
 Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec une phase d'alerte moyenne à longue  
 Décisions durant la phase sol

Tableau 17: Mesures à prendre au cas où les valeurs de contamination de la viande dépassent les valeurs limites en vigueur:

	Mesure	Remarques	Avantages et inconvénients	Efficacité
+	Interdiction d'abattre le bétail	cf. mesures tableau 19b		
+	Incinération		<ul style="list-style-type: none"> <li>+ La capacité pour l'incinération existe. (ESB --&gt; cimenteries)</li> <li>- Les frais sont élevés, pas d'utilité</li> <li>- Production de poussières et de cendres contaminées</li> </ul>	
--	Désinfection de la viande contaminée au vinaigre	Volume de viande par volume de vinaigre au moins 1:3. Utilisation sur des morceaux découpés en tranches (5 cm) avec du vinaigre pur pendant 2 jours.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Production de vinaigre contaminé.</li> <li>- Utilisable uniquement sur une quantité restreinte avec une contamination au Cs inférieure à 6000 Bq/kg.</li> </ul>	env. 80 % pour Cs <sup>38</sup>

<sup>38</sup> Indications tirées du Catalogue de mesures allemand (bibl. [4.1]). Ces indications sont identiques aux valeurs tirées de la bibl. [5.8]

Bases de décision en cas d'événement  
Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec une phase d'alerte moyenne à longue  
Décisions durant la phase sol

Tableau 18: Elimination et réutilisation des produits contaminés parvenus à maturité

	Mesure	Remarques	Avantages et inconvénients	Efficacité
+++	Enfouissement de la récolte	Adapté dans les sols argileux <sup>39</sup> et d'exploitation intensive (bonne fixation du césium) pour les légumes de pleine terre, les céréales, les plantes servant aux aliments pour animaux (évent. les hacher au préalable). L'herbe coupée peut également être enfouie dans un champ. Inadapté lorsqu'une grande partie du dépôt initial se trouve sur la plante. Dans ce cas, il convient de l'éliminer séparément. Moins efficace en cas d'exploitation extensive (sols sablonneux, sols avec un faible ph, une part org. élevée, une faible teneur en argile et une faible concentration de potassium et de calcium)	+ Mesure possible avec l'équipement existant + Pas de frais d'élimination - Contamination supplémentaire du sol	Bonne Dans les sols argileux, le facteur de transfert sol - plante se situe entre 0,01 – 0,05 pour le césium et entre 0,1 - 2 pour le strontium (Bq/kg masse sèche partie comestible de la plante par Bq/kg poids sec sol) bibl. [5.7]
+	Elimination de la végétation contaminée et entreposage intermédiaire sur place dans des balles en plastique en attendant la décision définitive relative au traitement des déchets	Adaptée pour l'herbe, les céréales, le maïs si une grande partie du dépôt se trouve sur la plante (herbe préséchée, céréales et maïs hachés). Précisément pour l'herbe, il vaut la peine de l'éliminer avant qu'elle n'atteigne la hauteur de coupe, pour réduire la quantité produite.	+ Appareils et matériel suffisants à disposition. + Le transport des balles ne pose pas de problème. + Production d'une quantité de déchets relativement élevée (700 kg/balles, 12 balles/ha (herbe)) - Mesure préalable de la contamination des sols et des plantes - Solution transitoire, pas de traitement définitif	Solution transitoire: En cas de dépôt sec, entre 10 et 50 % de la radioactivité totale déposée est éliminée, en cas de pluie avant la récolte, le taux de décontamination se réduit à entre 20 et 35 % (bibl. [5.8])
+	Construction de décharges spéciales avec un compostage / une fermentation contrôlés des produits hautement contaminés	Selon l'interprétation, adapté pour l'ensemble du matériel contaminé là où il n'existe pas de meilleure solution de traitement. Pour l'entreposage final des produits de la récolte entreposés provisoirement dans les balles en plastique et préséchés.	+ Production évent. d'énergie - Il faut d'abord construire une grande infrastructure spéciale - Mesures spéciales pour retenir les eaux d'infiltration - Contrôles permanents des eaux d'infiltration - Coût de l'infrastructure	Traitement adapté, central et contrôlé
-	Traitement dans des silos à compost existants	Adapté aux produits à faible teneur en eau (herbe sèche, céréales)	+ Grandes infrastructures disponibles dans toute la Suisse	

<sup>39</sup> 60 % des sols en Suisse sont moyennement lourds et contiennent de l'argile capable de fixer le césium. Les sols alluviaux (sable; peu, voire pas d'argile) se trouvent dans de grandes vallées alpines ou des vallées de rivière dans le plateau (par ex. plaine de Magadino). Les sols marécageux (sols acides, sols forestiers et tourbières) ne contiennent pas non plus d'argile. Ces sols ne sont pas aptes à retenir le césium (Carte des aptitudes des sols de la Suisse, 1980, 1: 200'000, Office fédéral de l'aménagement du territoire, Berne).

Bases de décision en cas d'événement  
 Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec une phase d'alerte moyenne à longue  
 Décisions durant la phase sol

	Mesure	Remarques	Avantages et inconvénients	Efficacité
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité limitée des grands silos à compost</li> <li>- Produit final et eaux d'infiltration contaminés</li> </ul>	
-	Traitement dans des infrastructures de fermentation existantes	Adapté aux produits à teneur élevée en eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Grandes infrastructures disponibles dans toute la Suisse</li> <li>+ Production d'énergie par la production de méthane</li> <li>- Coût de l'infrastructure</li> <li>- Capacité limitée des infrastructures existantes</li> <li>- Produit final et eaux d'infiltration contaminés</li> </ul>	
--	Utilisation comme aliments pour animaux	Uniquement pour les produits faiblement contaminés car les valeurs limites pour les aliments pour animaux sont presque identiques à celles pour les denrées alimentaires		
--	Incinération des produits dans un incinérateur à déchets	Plus adapté aux produits à faible teneur en eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Grandes infrastructures disponibles dans toute la Suisse</li> <li>+ Produit final à volume réduit, susceptible d'être entreposé (scories, cendres)</li> <li>- Coût de l'infrastructure</li> <li>- Capacité limitée des infrastructures existantes</li> <li>- Produit final contaminé</li> <li>- Production de poussières contaminées, air évacué contaminé?</li> </ul>	

**Bases de décision en cas d'événement**  
**Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec une phase d'alerte moyenne à longue**  
**Décisions durant la phase sol**

Tableau 19: Mesures préventives réduisant le transfert de radionucléides dans le lait et la production de lait.

	Mesure	Remarques	Avantages et inconvénients	Efficacité
+++	Utilisation d'aliments pour animaux dont le degré de contamination est inférieure à la valeur limite en vigueur pour les aliments pour animaux	Comme alternative, on peut également envisager l'évacuation du bétail dans des zones non contaminées	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ On évite la contamination du lait et sa décontamination coûteuse et compliquée</li> <li>+ La production de lait est maintenue</li> <li>- Dans les zones très contaminées, il est nécessaire d'approvisionner en aliments pour animaux non contaminés</li> </ul>	Très bonne combinée à la mise à l'abri du bétail dans les étables et les écuries
+++	Mise à l'abri du bétail dans les étables et les écuries ou dans les enclos sans accès à l'herbe	Stabulation à l'air libre uniquement s'il n'est pas possible de mettre à l'abri dans les étables et les écuries. En cas de stabulation à l'air libre, il faut limiter le plus possible la taille de l'enclos et empêcher l'accès à l'herbe.	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Mesure simple, l'infrastructure nécessaire existe déjà dans une large mesure</li> </ul>	Très bonne combinée à une alimentation systématique avec du fourrage dont la contamination est inférieure à la valeur limite.
+	Arrêt de la production de lait en prenant les mesures suivantes: <ul style="list-style-type: none"> <li>· nourrir les animaux avec de la paille</li> <li>· réduire la quantité de fourrage</li> <li>· traire moins</li> </ul>	Entre en ligne de compte lorsqu'il n'y a pas suffisamment de fourrage à disposition dont le degré de contamination est inférieur à la valeur limite pour les aliments pour animaux et que le bétail ne peut pas être transporté dans une zone non contaminée. L'alimentation complémentaire à base de foin et de paille conduit en 2 à 3 semaines à un sevrage artificiel (pratique normale avant la naissance). Passer lentement (10 à 14 jours) de deux traites à une traite par jour. <sup>40</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Moins de travail</li> <li>+ Production d'une moindre quantité de lait contaminé qu'en cas d'alimentation normale</li> <li>- Un arrêt trop rapide de la production de lait en réduisant les traites conduit à des problèmes, notamment chez les vaches qui commencent à donner du lait et les vaches à haut rendement en pleine production (problèmes: acétonémie, cétose, œdème)</li> </ul>	Arrêt de la production de lait en 2 à 3 semaines

<sup>40</sup> Il n'existe pas d'expérience de réduction de la quantité de lait par traitement médicamenteux (hormones). Selon la Station fédérale de recherches en production animale et laitière (ALP), cette approche ne fonctionne pas car les vaches sont normalement pleines et elle pourrait provoquer un avortement. Elle pose également un problème logistique car il est nécessaire de traiter chaque animal individuellement.

Bases de décision en cas d'événement  
 Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec une phase d'alerte moyenne à longue  
 Décisions durant la phase sol

Tableau 20: Mesures préventives réduisant le transfert de radionucléides dans la viande et la quantité de viande produite.

a) Dans le cas où l'alimentation avec des aliments pour animaux non contaminés est assurée

	Mesure	Remarques	Avantages et inconvénients	Efficacité
+++	Utilisation de fourrage dont le degré de contamination est inférieur à la valeur limite pour les aliments pour animaux	Comme alternative, on peut également envisager l'évacuation du bétail dans des zones non contaminées.	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ On évite la contamination des animaux et leur décontamination coûteuse et compliquée</li> <li>+ La production de viande est maintenue</li> <li>- Dans les zones très contaminées, il est nécessaire d'approvisionner en aliments pour animaux non contaminés</li> <li>- Organisation d'un transport coûteux et compliqué et écurie ou étable de remplacement en cas d'évacuation du bétail</li> </ul>	Très bonne combinée à la mise à l'abri du bétail dans les étables et les écuries
+++	Mise à l'abri du bétail dans les étables et les écuries ou dans les enclos sans accès à l'herbe	Stabulation à l'air libre uniquement s'il n'est pas possible de mettre à l'abri dans les étables et les écuries. En cas de stabulation à l'air libre, il faut limiter le plus possible la taille de l'enclos et empêcher l'accès à l'herbe.	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Mesure simple, l'infrastructure nécessaire existe déjà dans une large mesure</li> </ul>	Très bonne combinée à une alimentation systématique avec du fourrage dont la contamination est inférieure à la valeur limite.

Bases de décision en cas d'événement  
Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec une phase d'alerte moyenne à longue  
Décisions durant la phase sol

b) Dans le cas où l'alimentation avec des aliments pour animaux non contaminés n'est pas assurée

	Mesure	Remarques	Avantages et inconvénients	Efficacité
++	Abattage précoce, avant de donner du fourrage contaminé	Assurer la capacité d'abattage dans la région	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Pas de frais de traitement élevés de la viande non consommable</li> <li>- Rendement moindre de la viande</li> </ul>	Bonne
++	Pas d'abattage du bétail dont le degré de contamination de la viande pourrait être supérieur à la valeur limite en vigueur	Mesure in situ des animaux vivants. Dans le cas où la valeur de contamination pour la viande pourrait être dépassée, alimentation avec du fourrage non contaminé. La perte peut être évaluée à l'aide de la durée effective de demi-vie.	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Pas de frais de traitement élevés de la viande non consommable</li> <li>- Frais liés à l'alimentation prolongée avec du fourrage qu'il faut éventuellement acheter</li> </ul>	Bonne
+	Alimentation avec du fourrage contaminé. Passage à un engraissement avec du fourrage non contaminé pendant les dernières semaines précédant l'abattage	Alimentation contrôlée avec du fourrage contaminé (au maximum 10 fois la valeur limite <sup>41</sup> ) à condition de donner du fourrage non contaminé au cours des dernières semaines d'engraissement (prolongation éventuelle de l'engraissement). Pour réduire de 10 % la contamination de la viande au césium, l'animal doit être alimenté pendant 4 durées de demi-vie biologiques avec du fourrage non contaminé.	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Pas de frais de traitement élevés de la viande non consommable</li> <li>- Frais liés à l'alimentation (prolongée) avec du fourrage qu'il faut éventuellement acheter</li> <li>- Faible degré d'acceptation des consommateurs</li> </ul>	Bonne: réduction d'env. 90 % (possible uniquement avec le bétail avec une longue durée d'engraissement):
+	Alimentation complémentaire avec des liants de césium (ammonium ferrique(III)-hexacyanoferrate(II)), qui lient le césium dans l'estomac puis sont éliminés	Alimentation contrôlée avec du fourrage contaminé dont le degré de contamination ne dépasse pas 10 fois la valeur limite.	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Les liants de césium ne sont pas toxiques (une autorisation est nécessaire).</li> <li>+ Pas de frais de traitement élevés de la viande non consommable</li> <li>- Frais supplémentaires pour les liants de césium</li> <li>- Faible degré d'acceptation des consommateurs</li> </ul>	Bonne: efficacité pour la viande en général > 80 % (bibl. [4.1]) Efficacité pour la viande de mouton: 40 - 60 % (bibl. [5.6])
+	Mesure combinée: alimentation complémentaire avec des liants de césium et fin de l'engraissement avec du fourrage non contaminé	Cf. ci-dessus. La mesure combinée permet de donner au bétail du fourrage qui dépasse jusqu'à 100 fois la valeur limite.	Cf. ci-dessus	Très bonne

<sup>41</sup> On est parti du principe que la contamination de la viande sera pratiquement la même que la contamination moyenne du fourrage. Si on alimente le bétail avec du fourrage non contaminé pendant 4 durées de demi-vie biologiques, la concentration de césium diminue d'un facteur 10.

Bases de décision en cas d'événement  
 Accident dans une centrale nucléaire en Suisse: déroulement d'accident avec une phase d'alerte moyenne à longue  
 Décisions durant la phase sol

Tableau 21: Mesures empêchant le transfert dans les plantes alimentaires et fourragères

	Mesure	Remarques	Avantages et inconvénients	Efficacité
+	Labourage normal du champ en friche (profondeur: 20 cm)	N'est judicieux qu'en cas d'utilisation comme pâturage	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Matériel à disposition</li> <li>+ Pas de produits éliminés</li> <li>+ Pas de frais supplémentaires</li> <li>- Un labourage récurrent s'avère contre-productif</li> </ul>	Bonne
---	Labourage en profondeur du champ		<ul style="list-style-type: none"> <li>- La fertilité du sol est détruite car la couche d'humus n'est pas aussi profonde</li> <li>- Peu de matériel à disposition</li> </ul>	Très bonne (du point de vue de la réduction de la radioactivité)





#### **4.4. Accident dans une centrale nucléaire à l'étranger**

a) Risque .....	84
b) Compétences .....	84
c) Critères de décision et déroulement .....	84
d) Mesures .....	84



## a) Risque

*«Compte tenu des distances existantes (30 km au minimum), il n'est pas nécessaire d'envisager que des mesures de sécurité telles que le séjour dans des caves ou les abris doivent être ordonnées en Suisse. Des doses de radiation inutiles peuvent être évitées en renonçant provisoirement à sortir des habitations. La Suisse peut toutefois être touchée lors de la phase sol.»*

Protection en cas d'urgence, Conception générale, bibl. [2.2]

## b) Compétences

*«Les mesures de protection sont ordonnées par l'OIR. Des préparatifs en vue de la phase nuage ne sont pas nécessaires.»*

Protection en cas d'urgence, Conception générale, bibl. [2.2]

## c) Critères de décision et déroulement

Compte tenu de la distance des centrales nucléaires étrangères par rapport à la frontière suisse (plus de 30 km), on procédera de la même façon en cas d'accident dans une centrale nucléaire à l'étranger que dans la zone 3 en cas d'accident dans une centrale nucléaire suisse.

### ***Phase nuage***

Le séjour éventuel à l'intérieur des habitations pendant la phase nuage doit être apprécié selon des critères comparables à ceux utilisés pour le séjour à l'intérieur des habitations dans la zone 3 en cas d'accident dans une centrale nucléaire en Suisse (cf. chapitre 4.3. «Décisions durant la phase nuage»).

### ***Phase sol***

Les critères de décision à utiliser durant la phase sol sont les mêmes que ceux utilisés en cas d'accident en Suisse. Cependant, contrairement à l'accident en Suisse, parmi les décisions mentionnées au chapitre 4.3, seuls sont pertinents les critères de décision dans le domaine des denrées alimentaires et des aliments pour animaux ainsi que le contrôle de la contamination.

## d) Mesures

### ***Phase nuage***

La seule mesure qui doit tout au plus être prise en considération pendant le passage du nuage est le séjour à l'intérieur des habitations situées dans un rayon de 50 km de la centrale.

L'ingestion de comprimés d'iode n'est pas jugée nécessaire.

### **Phase sol**

Dans le domaine des denrées alimentaires et des aliments pour animaux, les mêmes mesures qu'en cas d'accident dans une centrale nucléaire en Suisse s'appliquent, pour autant que les critères de décision soient dépassés.

Précisément lors d'un accident survenant à proximité de la frontière, il faut s'attendre à une entrée accrue de personnes fuyant l'événement. Dans ce cas, il faudrait renforcer les contrôles de contamination sur les véhicules entrant sur le territoire. Si l'on mesure à une distance d'1 m un débit de dose net supérieur à  $5 \mu\text{Sv/h}$ <sup>42</sup> sur un véhicule, il faut le décontaminer. Dans ce cas, la première mesure consisterait à laver le véhicule dans une installation de lavage. On mettra à disposition la place et les moyens nécessaires au voisinage direct de la douane pour une décontamination approfondie. Cette mesure ne concerne que les principales douanes du pays.

---

<sup>42</sup> En situation normale, c'est l'OraP qui s'applique, c'est-à-dire la valeur directrice de 1 CS de contamination surfacique. Il ne sert à rien de procéder à un contrôle de la contamination de l'ensemble des véhicules en ce qui concerne le dépassement de la valeur directrice car une contamination de 1 CS ne conduit qu'à une très faible exposition à la dose des passagers du véhicules ( $\ll 1 \text{ mSv}$ ). En outre, il n'est pas possible de procéder à la douane au contrôle de l'ensemble des véhicules pour vérifier des contaminations d'un ordre de grandeur de 1 CS.

Il est donc recommandé d'effectuer un contrôle par échantillonnage des véhicules en provenance du pays où s'est produit l'événement (voitures, trains, avions) pour recenser l'ordre de grandeur des contaminations. Pour ce faire, il est nécessaire de faire appel à des spécialistes (laboratoires spécialisés).

---

## Appendice

1	Concept de mesures à prendre en fonction des doses (CMD) .....	88
2	Règles de base et facteurs de protection (FP) .....	90
3	Abréviations.....	92
4	Définitions.....	93
5	Bibliographie et références.....	94

Bases de décision en cas d'événement  
Accident dans une centrale nucléaire à l'étranger

## Appendice 1: Concept de mesures à prendre en fonction des doses (CMD)

1. Le CMD sert de cadre à l'OIR pour ordonner des mesures de protection appropriées destinées à restreindre le risque pour la santé de la population après un événement impliquant une augmentation de la radioactivité.
2. Les grandeurs primaires sur la base desquelles sont décrétées les mesures de protection sont (en l'absence de mesures de protection), la dose attendue, économisée ou restante (**dose individuelle efficace** ou dose à la thyroïde de la population la plus exposée).

Parmi les autres facteurs de décision importants, il faut relever notamment:

- le temps disponible,
- la praticabilité des mesures,
- les effets accessoires de certaines mesures,
- l'évolution ultérieure possible de la situation radiologique,
- la situation globale.

3. Pour chacune des mesures de protection entrant principalement en ligne de compte, un intervalle de doses est fixé qui comporte un seuil de dose inférieur (SDI) et un seuil de dose supérieur (SDS).

3.1. Si la dose attendue est inférieure au SDI, la mesure n'est pas prise.

3.2. Si la dose attendue est supérieure au SDS, la mesure de protection correspondante doit être prise pour autant que ce soit possible et judicieux.

3.3. Si la dose attendue se situe entre le SDI et le SDS, la mesure de protection sera décidée ou non en fonction de critères d'optimisation. Lors de l'optimisation, on tiendra compte surtout, en plus des effets accessoires éventuels de la mesure, de la dose que celle-ci a permis d'économiser.

Les mesures de protection ne se justifient que si elles sont plus utiles que nuisibles.

4. Les intervalles des doses sont les suivants:

Mesure de protection	Dose <sup>1)</sup>	SDI (mSv)	SDS (mSv)
Séjour dans la maison	$E_{\text{ext+inh}}$	1	10
Séjour dans la cave / l'abri	$E_{\text{ext+inh}}$	10	100
Evacuation, si le séjour protégé est inadéquat, ne peut être prolongé ou n'est plus acceptable	$E_{\text{ext+inh}}$	100	500
Prise de comprimés d'iode	$H_{\text{Sch, inh, iode}}$	30	300
Limitation de la consommation de denrées alimentaires	$E_{\text{ing}}$	1	20

<sup>1)</sup>  $E_{\text{ext+inh}}$  : dose efficace due à l'irradiation externe et à l'inhalation

$E_{\text{ing}}$  : dose efficace due à l'ingestion

$H_{\text{Sch, inh, iode}}$  : dose à la thyroïde, due à l'inhalation d'iode radioactif

Par dose il faut entendre dans tous les cas la dose à attendre suite à une exposition ou incorporation, sans la mesure de protection entrant en ligne de compte, pendant la première année après l'événement. Il faut toutefois prendre en considération l'effet des mesures de protection déjà en vigueur.

## Appendice

5. L'intervalle des doses de 1 mSv à 500 mSv est valable d'une manière générale pour les mesures de protection non mentionnées dans le tableau ci-dessus, telles que par exemple, le déblaiement.
6. L'organisation d'intervention est responsable du calcul, du bilan et de la vérification des doses de la population. Des mesures sévères sont prises aussitôt après le début de l'événement; elles pourront être atténuées par la suite, si la situation le permet. Les mesures sont vérifiées au titre d'un contrôle d'efficacité, corrélées dans le cadre du CMD avec les bilans de dose les plus récents et, là où c'est nécessaire et judicieux, adaptées aux nouvelles données.



## Appendice 2: Règles de base et facteurs de protection (FP)

### Evaluation de $E_{ext}$ après des rejets > JAL:

<b>Rejet &gt; JAL</b> (~ $10^{15}$ Bq)	é	<b><math>E_{ext} &gt; 1</math> mSv</b> (dose externe maximale)
---	---	---

Règle de base 1

- Hypothèses:
- Rejet à hauteur du sol
  - Rejet principalement de gaz rares
  - Situation météorologique stable

### Evaluation de la dose externe du nuage (zone 2) sur la base de la radioactivité dans l'enceinte de confinement:

<b><math>10^{17}</math> Bq</b> Radioactivité dans l'enceinte de confinement = terme source	é	<b><math>E_{ext} \cong 10</math> mSv</b> Dose externe maximale du nuage dans la zone 2 <sup>43</sup>
---	---	---

Règle de base 2

- Hypothèses:
- Rejet principalement de gaz rares
  - Situation météorologique stable
  - Calcul à l'aide du modèle de Gauss

### Evaluation de la dose externe du nuage dans la zone 3 sur la base de la dose à l'emplacement du MADUK:

<b>30 mSv</b> Dose à l'emplacement du MADUK	é	<b>1 mSv</b> Dose externe maximale du nuage dans la zone 3
---	---	---

Règle de base 3

- Hypothèses: scénario avec endommagement du cœur du réacteur sans ventilation, modèle de Gauss, situation météorologique stable

### Evaluation de la dose externe au sol pendant la 1<sup>ère</sup> année sur la base du débit de dose ambiant mesuré après le passage du nuage:

--

<sup>43</sup> Conditions secondaires: -Le mélange de nucléides présent dans l'enceinte de confinement est principalement composé de gaz rares (faible proportion d'iode et d'aérosols)  
 -Propagation atmosphérique: vent faible stable (situation météorologique la plus défavorable)

<b>5 <math>\mu\text{Sv/h}</math></b> <sup>44</sup>	<b>é</b>	<b><math>E_{\text{ext}} \cong 1 \text{ mSv}</math> pendant la première année</b> (en cas de séjour normal <sup>45</sup> )	Règle de base 4
DDA après le passage du nuage			

**Evaluation de la dose externe dans un véhicule sur la base du débit de dose net mesuré à 1 m du véhicule:**

<b>5 <math>\mu\text{Sv/h}</math></b>	<b>é</b>	<b>1 mSv</b>	Règle de base 5
Débit de dose net mesuré à 1 m du véhicule après le passage du nuage		Dose externe en cas de séjour dans le véhicule pendant 500 heures pendant les premiers 6 mois*	

\*4 heures par jour, 5 jours par semaine pendant 6 mois

**Evaluation du débit de dose net à 1 m d'un véhicule sur la base du DDA mesuré après le passage du nuage:**

<b>500 <math>\mu\text{Sv/h}</math></b> DDA	<b>5000 CS</b> Contamination du sol	<b>500 CS</b> Contamination du véhicule	<b>é</b>	<b>5 <math>\mu\text{Sv/h}</math></b> Débit de dose net à 1 m du véhicule	Règle de base 6
---	--	--	----------	---	-----------------

- Hypothèses:- Les valeurs concernent un mélange constitué par les produits de fission, mesurées après le passage du nuage
- Pendant le passage du nuage, le véhicule se trouvait à l'air libre, à l'endroit où le DDA a été mesuré après le passage du nuage
  - Il n'a pas plu depuis le début du passage du nuage
  - 1 CS = 3 Bq/cm<sup>2</sup>

**Facteurs de protection:**

Séjour à l'intérieur des habitations:	10
Séjour dans la cave/l'abri:	50
Séjour normal:	2,5

Les facteurs indiqués se réfèrent à un séjour entièrement à l'air libre.

<sup>44</sup> Les incertitudes de ce rapport, liées à diverses conditions météorologiques et au chemin de rejet (proportion d'iode/aérosols), correspondent  $\pm$  à un facteur 2-3.

Le rapport entre le débit de dose et la dose pendant la première année dépend en fait également de la durée s'écoulant entre le moment de l'arrêt du réacteur et le moment de la mesure. Si la mesure est effectuée dans les 6 à 48 heures suivant l'arrêt du réacteur, elle n'a pas besoin d'être corrigée. Si la mesure est effectuée plus de 48 heures après l'arrêt, la dose devrait être corrigée du facteur  $F = (1,0 + t(h)/24h) \cdot 0,5$  (t=moment de la mesure après l'arrêt).

<sup>45</sup> On entend par «séjour normal» un séjour de 8 heures par jour à l'air libre et de 16 heures par jour à l'intérieur des habitations. Par rapport à un séjour complet à l'air libre, la dose externe diminue déjà du facteur 2,5.

### Appendice 3: Abréviations

Bq	Becquerel = nombre de désintégrations par unité de temps (1 s <sup>-1</sup> )
CENAL	Centrale nationale d'alarme
CFF	Chemins de fer fédéraux
CMD	Concept de mesures à prendre en fonction des doses (appendice de l'OROIR)
CN	Centrale nucléaire
CODRA	Comité directeur radioactivité
ComABC	Commission fédérale pour la protection ABC
CS	Valeur directrice (colonne 12, ORaP annexe 3) pour la contamination surfacique en dehors de zones contrôlées (Bq/cm <sup>3</sup> )
D	Dose (externe, efficace)
DDA	Débit de dose ambiant
DSN	Division principale de la sécurité des installations nucléaires
E <sub>ext</sub>	Dose efficace due à l'irradiation externe
E <sub>ing</sub>	Dose efficace due à l'ingestion
E <sub>inh</sub>	Dose efficace due à l'inhalation
FP	Facteur de protection
h	Heures
H <sub>Sch,inh,iode</sub>	Dose à la thyroïde due à l'inhalation d'iode radioactif
JAL	Limite de rejet annuelle dans l'air
KAL	Limite de rejet à court terme
MADUK	Réseau automatique de surveillance du débit de dose au voisinage des centrales nucléaires
NADAM	Réseau automatique de mesure et d'alarme du débit de dose ambiant
OIR	Organisation d'intervention en cas d'augmentation de la radioactivité
ORaP	Ordonnance sur la radioprotection
OROIR	Ordonnance relative à l'organisation d'intervention en cas d'augmentation de la radioactivité
OSEC	Ordonnance sur les substances étrangères et les composants
RABE	Système d'alarme rapide pour la population
SDI	Seuil de dose inférieur (dans le CMD)
SDS	Seuil de dose supérieur (dans le CMD)
Sv	Sievert = unité d'équivalent de dose et de dose efficace

## **Appendice 4: Définitions**

### ***Valeur de dose d'intervention***

Dose pronostiquée dont le dépassement exige des mesures. La base de calcul de la dose est le séjour normal, sans tenir compte de la mesure de protection envisagée.

### ***Concept de mesures à prendre en fonction des doses (CMD)***

Cf. appendice 1

### ***Seuil de dose, inférieur ou supérieur***

Cf. appendice 1, point 3.

### ***Dose cible***

Dose maximale autorisée qui doit être visée en tenant compte de l'ensemble des mesures.

### ***Evacuation:***

*«Le déplacement organisé de personnes, d'animaux et de biens dans une région qui n'est pas en danger.. [...] En règle générale, une évacuation conduit à un changement de lieu de plus longue durée. [...] Suivant l'évolution de la situation, l'évacuation peut déboucher sur une installation durable.» (bibl. [11.1])*

L'évacuation permet d'éviter que la population soit exposée à des doses élevées du fait des particules radioactives déposées sur le sol.

### ***Critère de décision mesurable***

Critère mesurable déduit de la valeur de dose d'intervention qui peut être utilisé directement, c'est-à-dire sans conversion, comme critère de décision.

### ***Séjour normal***

Dans le présent document, on entend par «séjour normal» un séjour de 8 heures par jour à l'air libre et de 16 heures par jour à l'intérieur des habitations.

### ***Déplacement***

*«On parle de déplacement lorsque les autorités ordonnent à la population de quitter définitivement une zone en danger et lui attribue une nouvelle zone d'habitation. Le déplacement est un cas spécial. La différence par rapport à l'évacuation réside dans la durée pour laquelle il faut quitter la zone concernée. Cette mesure s'applique lorsqu'il n'est plus acceptable de continuer à vivre dans la région concernée.» (bibl. [11.1])*

Le délai au terme duquel une décision définitive peut être prise après un accident dans une centrale nucléaire en ce qui concerne le déplacement ou le retour de la population est fixé à 1 à 3 mois.

## Appendice 5: Bibliographie et références

### 1. Bases légales

- [1.1] Loi du 22 mars 1991 sur la radioprotection (LRaP) (état au 1<sup>er</sup> janvier 1995), RS 814.50
- [1.2] Ordonnance du 22 juin 1994 sur la radioprotection (ORaP) (état au 1<sup>er</sup> octobre 1996), RS 814.501
- [1.3] Ordonnance du 26 juin 1991 relative à l'organisation d'intervention en cas d'augmentation de la radioactivité (OROIR) (état au 1<sup>er</sup> janvier 1997), RS 732.32 (appendice spécial: Concept de mesures à prendre en fonction des doses (CMD))
- [1.4] Ordonnance du 3 décembre 1990 sur la Centrale nationale d'alarme (état au 1<sup>er</sup> janvier 1997), RS 732.34
- [1.5] Ordonnance du 1<sup>er</sup> mars 1995 sur les denrées alimentaires (état au 10 juin 1997), RS 817.02
- [1.6] Ordonnance du 26 juin 1995 sur les substances étrangères et les composants dans les denrées alimentaires (Ordonnance sur les substances étrangères et les composants, OSEC) (état au 10 février 1998), RS 817.021.23
- [1.7] Ordonnance du 1<sup>er</sup> juillet 1992 sur la distribution de comprimés d'iode à la population (Ordonnance sur les comprimés d'iode) (état au 11 mars 2003), RS 814.52
- [1.8] Ordonnance du 26 mai 1999 sur la production et la mise en circulation des aliments pour animaux (Ordonnance sur les aliments pour animaux) (RS 916.307)

### 2. Concepts ComABC

- [2.1] Dosis-Massnahmen-Konzept für den Fall eines Ereignisses mit erhöhter Radioaktivität. Bericht der ad hoc Arbeitsgruppe Dosis-Massnahmen-Konzept, avril 1990.
- [2.2] Protection en cas d'urgence au voisinage des centrales nucléaires, Conception générale, COPAC, mars 1998.

### 3. Documents de référence pour la mise en œuvre du CMD

- [3.1] Mise en œuvre du CMD: Grundlagen für die Umsetzung des DMK bei einem Unfall in einer Kernanlage, domaine A ComABC, 14.01.03.
- [3.2] Mise en œuvre du CMD: Einnahme von Jodtabletten nach einem Kernkraftwerksunfall, domaine A ComABC, 14.01.03.
- [3.3] Mise en œuvre du CMD: Mesures à prendre en cas d'accident dans une centrale nucléaire, domaine A, ComABC, 14.01.03.
- [3.4] Mise en œuvre du CMD: Massnahmen im Bereich Aufenthaltsbeschränkung, Transit und Kontaminationskontrolle im Falle eines KKW-Unfalles, domaine A ComABC, 14.01.03.
- [3.5] Massnahmen im Bereich Landwirtschaft nach einem KKW-Unfall, domaine A ComABC 14.01.03.
- [3.6] Höchstgehalte für Radionuklide in Futtermitteln (Vorschläge), domaine A ComABC 05.02.04.

#### 4. *Catalogues de mesures étrangers*

- [4.1] Übersicht über Massnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition nach Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen (Massnahmenkatalog)), Bundesamt für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, octobre 1999.

#### 5. *Valeurs limites pour les aliments pour animaux*

- [5.1] Règlement (Euratom) N° 770/90 de la Commission, du 29 mars 1990, fixant les niveaux maximaux admissibles de contamination radioactive pour les aliments pour bétail après un accident nucléaire ou dans toute autre situation d'urgence radiologique.
- [5.2] Zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation. Recommandations de la *Strahlenschutzkommission* en Allemagne, 1988/89, volume 15.
- [5.3] Working Levels for Animal Feedstuffs, Radiological Protection Bulletin, N° 202, juin 1998. p. 12
- [5.4] Kriterien Grenzkontrolle für Lebens- und Futtermittel nach Tschernobyl, OFSP, 1986.
- [5.5] Gesetzliche Grundlagen von chemischen Kanzerogenen und Radionukliden in Lebensmitteln. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 83, 509 - 548 (1992).

#### 6. *Agriculture*

- [6.1] Mesures lait et sol: liste de Monsieur Zehnder, Station fédérale de recherches en arboriculture, viticulture et horticulture (FAW)
- [6.2] G. Pröhl, W. Friedland, H. Müller. Potential reduction of the ingestion dose after nuclear accidents due to the application of selected countermeasures. Workshop on real-time computing of the environmental consequences of an accidental release to atmosphere from a nuclear installation "decision-making support for offsite emergency management, Schloss Elmau, 25-30 octobre, 1992.
- [6.3] R. F. M. Woodman, A.F. Nisbet. Options for managing foodstuffs contaminated with radiocesium and radiostrontium. Health Phys. 78(1): 37-45, 2000.
- [6.4] Dekontamination von Milch- und Milchprodukten, die radioaktiv belastet sind. Deutsche Milchwirtschaft, 39/ 1997, 1424 - 1426.
- [6.5] Le document suivant contient une liste générale des mesures à prendre dans le domaine du lait: «A.F. Nisbet, A Strategy for the Management of Milk Contaminated as a Result of a Nuclear Accident», NRPB-W5, mars 2002.
- [6.6] S.S. Hansen, K. Hove and K. Barvik: The effect of sustained release boli with ammoniumiron(III)-hexacyanoferrate(III) on radiocesium accumulation in sheep grazing contaminated pasture. Health Phys. 71(5): 705-712, 1996.
- [6.7] A.F. Nisbet and R.F.M. Woodman. Soil to plant transfer factors for radiocesium and radiostrontium in agricultural systems. Health Phys. 78(3): 279-288, 2000.
- [6.8] A. Schenker-Wicki. Dekontamination und Dekorporation von landwirtschaftlich genutzten Böden, Pflanzen und Tieren sowie Nahrungsmitteln im Falle einer radioaktiven Kontamination. Literaturstudie. Université de Fribourg, septembre 1988. --> dossier séparé

- [6.9] L. I. Brynildsen, T. D. Selnaes, P. Strand, K. Hove. Countermeasures for radiocesium in animal products in Norway after the Chernobyl accident - techniques, effectiveness, and costs. *Health.Phys.* 70(5): 665 - 672, 1996.
- [6.10] K. Hove, H. S. Hansen. Reduction of radiocesium transfer to animal products using sustained release boli with ammoniumiron(III)-hexacyanoferrate(II). *Acta vet. scand.* 1993. **34**, 287 - 297.
- [6.11] A. Wiechen, D. Tait. Eine Schnellmethode zur Abtrennung von Cäsiumradioisotopen aus flüssiger Milch mit Hilfe von Berliner Blau auf einem Kieselträger. Institut für Chemie und Physik der Bundesanstalt für Milchforschung, Kiel.
- [6.12] Übergang von Cäsium aus Milch in Rahm und Butter (Copie de Monsieur Zehnder, FAW)
- [6.13] Verteilung von Cäsium und Iod in Milch und Milchprodukten (Copie de Monsieur Zehnder, FAW)
- [6.14] Mesures lait et sol: liste de Monsieur Zehnder, Station fédérale de recherches en arboriculture, viticulture et horticulture (FAW)

### **7. Contrôle de la contamination**

- [7.1] H. Miska. Rules of thumb for disaster response. In: Messen und Rechnen im nuklearen Notfallschutz. Fachverband für Strahlenschutz. 4. Seminar des Arbeitskreises Notfallschutz. Munich, 28 – 30 mars 2001.
- [7.2] Richtlinie für die Festlegung von Kontaminationswerten zur Kontrolle von Fahrzeugoberflächen im grenzüberschreitenden Verkehr nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz. Recommendation de la *Strahlenschutzkommission*, 1996.
- [7.3] Assessment of skin doses. Documents of the NRPB. Volume 8(3), 1997

### **8. Nouveaux scénarios**

- [8.1] Festlegung der Referenzszenarien für die Notfallschutzplanung in der Umgebung der schweizerischen KKW, HSK-AN-3744, Rev. 2, 5 février 2001.

### **9. Dose/débit de dose**

- [9.1] Verhältnis der externen Bodendosis im ersten Jahr zur externen Dosisleistung unmittelbar nach dem Wolkendurchzug für verschiedene Modellquellterme, Wetterlagen und Abwinddistanzen, H.P. Isaak, DSN, 15.04.1998.
- [9.2] Facteurs de protection: Leitfaden für den Fachberater Strahlenschutz der Katastrophenschutzleitung bei kerntechnischen Notfällen, volume 13, *Strahlenschutzkommission*, 1995.

**10. Iode**

- [10.1] Guidelines for stable iodine prophylaxis following nuclear accidents, WHO, Update 1999.
- [10.2] Stable Iodine Prophylaxis. Recommendations of the 2nd UK Working Group on stable Iodine Prophylaxis, NRPB, Volume 12, No 3 2001.
- [10.3] Guidance: Potassium Iodide as a Thyroid Blocking Agent in Radiation Emergencies, US Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration, Center for Drug Evaluation and Research, décembre 2001.

**11. Autres**

- [11.1] Grundlagen zur Durchführung einer Evakuierung der Bevölkerung. OFPP, projet 27 janvier 2003.