

IRSNINSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

CODIR-PA : présentation de deux scénarios d'accident affectant une centrale nucléaire française

DEI/SARG/07-026
DEI/SESUC/07-53

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET DE L'INTERVENTION

Service d'analyse des risques liés à la géosphère

Service des situations d'urgence et d'organisation de crise

Demandeur	- ASN (CODIR-PA)
Référence de la demande	Doctrine pour la gestion du risque radiologique en situation post-événementielle - Première note d'orientation (17/01/07) Plan de Prévention-AUGET du 17/01/07
Numéro de la fiche d'action	- OSD/D04-002/02-01 (R1)

CODIR-PA : présentation de deux scénarios d'accident affectant une centrale nucléaire française

SARG/LERAR - SESUC/BMTA

N. REALES - E. QUENTRIC

Note technique DEI/SARG/07-026

Note Technique DEI/SESUC/07-53

	Réservé à l'unité			Autorisation de diffusion	
	Auteurs	Vérificateurs *	Laboratoires	Services	DEI
Noms	N.REALES (SARG/LERAR) E.QUENTRIC (SESUC/BMTA)	B. CESSAC (SARG/LERAR) O. ISNARD (SESUC/BMTA)	B.CESSAC (SARG/LERAR) O.ISNARD (SESUC/BMTA)	D.GAY (SARG/LERAR) Ph. DUBIAU (SESUC)	D. CHAMPION
Dates	16/05/07	22/05/07	22/05/07	23/05/07	4/06/07
Signatures					

* rapport sous assurance de la qualité

RESUME

Dans le cadre des travaux du CODIR-PA, l'IRSN est en charge de fournir des scénarios d'accident affectant une INB française, « *pénalisant, mais pas excessivement notamment en ce qui concerne l'étendue du territoire contaminé* » [lettre de la DGSNR du 13 avril 2005]. Ce document présente deux scénarios d'accident affectant une centrale nucléaire française, l'un de type APRP (Accident de Perte de Réfrigérant Primaire menant à la FUSION du cœur), l'autre de type RTGV (Rupture de Tubes de Générateur de Vapeur). Ces scénarios conduisent à la mise à l'abri des populations en phase d'urgence dans un rayon de 2-3 kilomètres et au dépassement des Niveaux Maximaux Admissibles pour la commercialisation des denrées alimentaires au sens du règlement Euratom N°2218/89 jusqu'à environ 30 kilomètres dans l'axe du panache, pour les légumes à feuilles et le lait, et quelques kilomètres pour la viande et les céréales.

ABSTRACT

Within the framework of the CODIRPA, IRSN has to propose scenarios describing an accident affecting a French nuclear power plant (NPP). This scenario must be "*penalizing but not excessively, in particular with regard to the extent of the contaminated territory*". This technical note gathers the bases of the IRSN proposition of two scenarios describing accidents affecting a French NPP: firstly a LOCA accident leading to core FUSION, secondly a SGTR accident. The main sanitary consequences of the scenarios are the exceeding of the sheltering intervention levels within a radius of 2-3 km around the NPP (LOCA) and of stable iodine intake (SGTR). Regarding the agricultural consequences, some contamination levels in the agricultural products are beyond the CFILs until approximately 35 km for leaf vegetables and milk products, and a few kilometers for meat and cereals.

MOTS-CLES

Accident, Conséquences radiologiques, Conséquences dosimétriques, Post-accidentel, CODIR-PA, APRP, fusion, RTGV.

SOMMAIRE

CONTEXTE	5
1 PREAMBULE	6
1.1 LES REJETS RADIOACTIFS.....	6
1.1.1 Accident de perte de réfrigérant primaire menant à la fusion du cœur	6
1.1.2 Rupture de tubes de générateur de vapeur	7
1.2 LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE	7
1.2.1 Phénoménologie	7
1.2.2 Modélisation	8
1.3 CONSEQUENCES D'UN REJET ATMOSPHERIQUE	9
1.3.1 Contamination des végétaux	10
1.3.2 Contamination des animaux	10
1.3.3 Impact dosimétrique sur l'homme	10
2 LES SCENARIOS D'ACCIDENT	11
2.1 SCENARIO APRP CONDUISANT A LA FUSION DU CŒUR.....	11
2.2 RUPTURE DE TUBES DE GENERATEUR DE VAPEUR	13
2.3 PRESENTATION SYNTHETIQUE DES DEUX SCENARIOS	15
3 PHASE D'URGENCE	16
3.1 EXPOSITION PREVISIONNELLE DE LA POPULATION ET ACTIONS DE PROTECTION D'URGENCE	16
3.1.1 Actions de protection d'urgence.....	16
3.1.2 Exposition prévisionnelle de la population.....	17
3.2 PENDANT LE PASSAGE DU PANACHE RADIOACTIF.....	19
3.2.1 Exposition de la population pendant le passage du panache radioactif en l'absence d'action de protection d'urgence.....	19
3.2.2 Activités volumiques moyennes pendant le passage du panache.....	21
3.2.3 Activités inhalées en l'absence d'action de protection d'urgence.....	21
3.2.4 Charges corporelles en l'absence d'action de protection d'urgence	22
3.3 CONTAMINATION SURFACIQUE DES SOLS APRES LE PASSAGE DU PANACHE RADIOACTIF	23
3.3.1 Hypothèses	23
3.3.2 Accident de fusion du cœur (APRP)	24
3.3.3 Rupture de tubes de générateur de vapeur (RTGV)	25
4 PHASE POST-ACCIDENTELLE	28
4.1 EXPOSITION EXTERNE DE LA POPULATION.....	28
4.1.1 Hypothèses retenues pour l'évaluation de l'exposition externe.....	28
4.1.2 Estimation de l'exposition de la population	30
4.2 EXPOSITION INTERNE PAR INGESTION INVOLONTAIRE DE CONTAMINATION	36
4.2.1 Accident de perte de réfrigérant primaire	36
4.2.2 Rupture de tubes de générateur de vapeur	37
4.3 CONSEQUENCES AGRICOLES EN PHASE POST-ACCIDENTELLE	38
4.3.1 Contamination des produits de la chaîne alimentaire.....	38
4.3.2 Distance d'atteinte des niveaux maximaux admissibles dans les denrées alimentaires	42
4.4 EXPOSITION INTERNE PAR INGESTION VOLONTAIRE D'ALIMENTS CONTAMINES	45
4.4.1 Accident de perte de réfrigérant primaire	46
4.4.2 Rupture de tubes de générateur de vapeur	49
CONCLUSION	52
REFERENCES DOCUMENTAIRES	55
ANNEXES	57

CONTEXTE

Par lettre du 13 avril 2005, la DGSNR propose la création d'un Comité directeur en charge de l'élaboration d'éléments de doctrine pour la gestion de la phase post-événementielle d'un accident nucléaire ou d'une situation d'urgence radiologique (CODIR-PA).

Pour alimenter la réflexion du CODIR-PA, la première note d'orientation de la DGSNR (indice 1 du 17 janvier 2006) prévoit de s'intéresser à trois classes de scénarios :

1. un accident sur un réacteur nucléaire, survenant en France,
2. un accident sur un réacteur nucléaire, survenant à l'étranger avec des retombées significatives en France (mais n'engageant qu'une très faible exposition de la population),
3. la contamination intentionnelle d'un produit de grande consommation.

La première classe de scénarios a été identifiée comme demandant un traitement prioritaire. Les scénarios de cette classe doivent être de moyenne ampleur, c'est-à-dire à caractère « *pénalisant, mais pas excessivement notamment en ce qui concerne l'étendue du territoire contaminé* ».

Deux scénarios sont retenus afin de permettre aux participants des Groupes de Travail (GT) mis en place par le CODIR-PA d'explorer une liste de problématiques aussi exhaustive que possible :

- 1.1 Accident de perte de réfrigérant primaire conduisant à la fusion du cœur (APRP).
- 1.2 Rupture de tubes de générateur de vapeur (RTGV), l'eau du circuit primaire étant significativement contaminée.

Les accidents retenus font référence à un palier 1300 MWe. Les sites d'application de ces scénarios peuvent donc par exemple être Cattenom (57), Belleville-sur-Loire (18) ou Nogent-sur-Seine (10).

Cette note a l'objectif de fournir aux membres des différents groupes de travail les données susceptibles d'alimenter l'essentiel de leurs réflexions, tant qualitatives que quantitatives. Elle présente l'ensemble des hypothèses relatives aux deux scénarios, ainsi que le détail des résultats présentés au cours de la réunion des pilotes des groupes de travail du CODIR-PA du 2 décembre 2005 et au cours de la réunion du CODIR-PA du 20 janvier 2006.

Après une brève description des accidents retenus, les thématiques suivantes sont abordées :

- la phase d'urgence et les conséquences des deux accidents 24 heures après le début des rejets,
- l'évolution des dépôts résultant du passage du panache,
- l'évolution des débits de doses susceptibles d'être reçus par différentes catégories de population résultant de l'exposition aux rayonnements issus des dépôts au sol,
- la contamination de certains produits alimentaires (légumes à feuilles, lait de vache, céréales, viande bovine).

Les évaluations, basées sur des hypothèses simplificatrices, sont destinées à fournir des ordres de grandeur des conséquences des accidents sur divers compartiments de l'environnement et sur l'homme. Les compartiments de l'environnement traités et les voies d'atteinte à l'homme étudiées permettent de cerner les problématiques générales induites par les rejets atmosphériques.

1 PREAMBULE

1.1 LES REJETS RADIOACTIFS

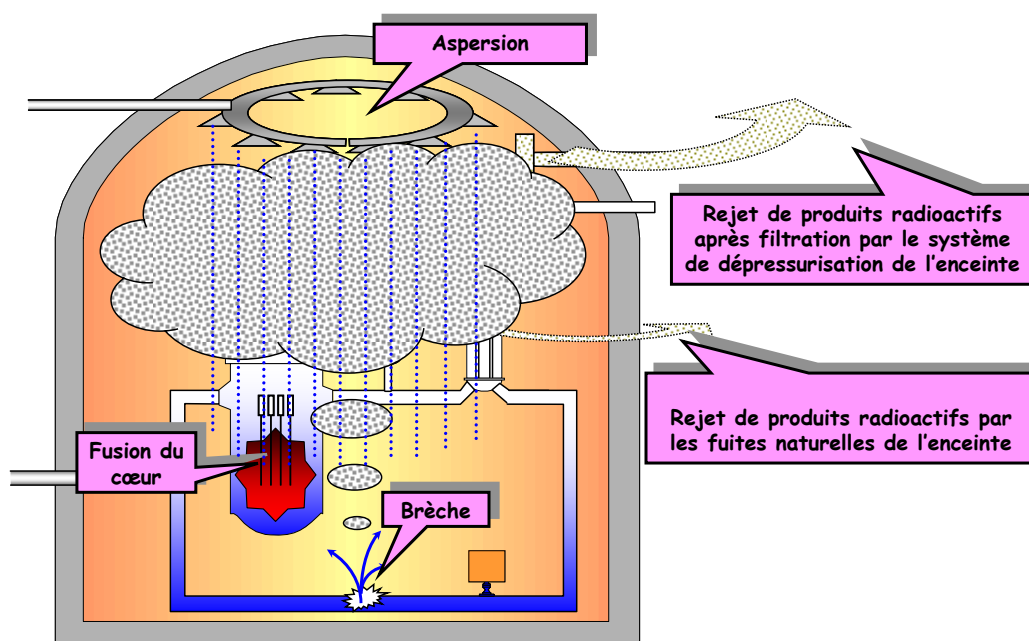
Des situations incidentelles ou accidentelles sur une installation nucléaire peuvent conduire à l'émission de produits radioactifs dans l'atmosphère. Deux cas sont considérés ici, relatifs à un centre de production nucléaire d'électricité français.

1.1.1 ACCIDENT DE PERTE DE REFRIGÉRANT PRIMAIRE MENANT A LA FUSION DU CŒUR

Un accident de perte de réfrigérant primaire (APRP) a pour initiateur la survenue d'une brèche sur le circuit d'eau primaire. L'eau de ce circuit fait office de modérateur des neutrons (et assure ainsi pour partie l'efficacité de la réaction en chaîne) et de caloporteur (c'est-à-dire de support au transport de l'énergie calorifique dégagée par les fissions vers l'aval du procédé).

Cette fuite d'eau peut conduire, en cas de dysfonctionnement ou d'indisponibilité des systèmes de sauvegarde, à une évacuation insuffisante de la puissance résiduelle des crayons combustibles, et à terme, à une dégradation de ces derniers (rupture des gaines et fusion du cœur).

Dans ce cas défavorable, des produits radioactifs sont libérés vers l'atmosphère suivant deux voies : la voie « collectée » qui induit un rejet à la cheminée de l'installation après reprise des fuites par les systèmes de ventilation/filtration, et la voie « non-collectée » qui se traduit par un rejet non filtré suivant les fuites naturelles des bâtiments. Les rejets sont constitués essentiellement des produits de fission les plus volatils comme les gaz rares, les iodes, les césiums, les tellures.



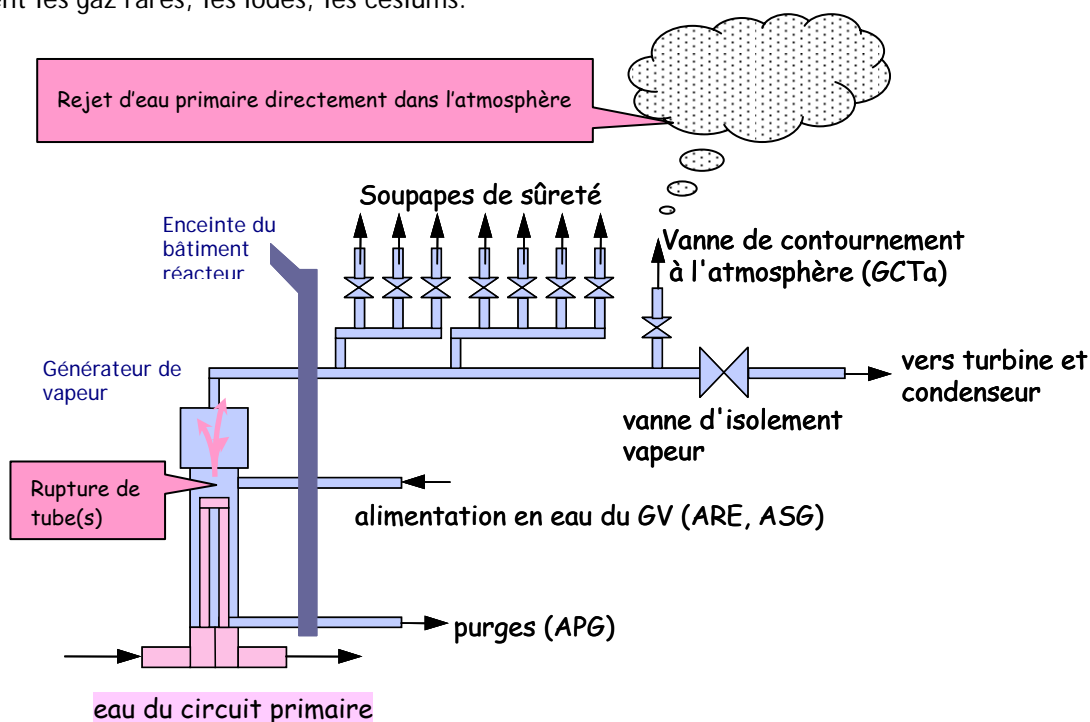
Un système d'aspersion permet d'abaisser la température et la pression de l'enceinte et réduit les rejets à l'environnement dans la mesure également où les gouttelettes d'eau rabattent une partie des produits en suspension dans l'enceinte.

1.1.2 RUPTURE DE TUBES DE GENERATEUR DE VAPEUR

Un accident de rupture de tubes de générateur de vapeur (RTGV) est dû à la rupture d'un ou de plusieurs tubes de l'échangeur thermique situé à l'interface du circuit primaire et du circuit secondaire. Dans le générateur de vapeur, l'eau du circuit secondaire acquiert une énergie calorifique suffisante pour, sous forme de vapeur, alimenter les turbo-alternateurs situés en aval de la machinerie. Afin de ne pas endommager l'installation, des soupapes de décompression laissent échapper de l'eau primaire directement dans l'atmosphère.

Dans le cas considéré ici, l'eau du circuit primaire est supposée fortement contaminée (à la valeur maximale autorisée dans les spécifications techniques d'exploitation). Le niveau de contamination est largement supérieur à celui rencontré dans les conditions usuelles d'exploitation des réacteurs français.

Les produits radioactifs concernés sont les produits de fission présents dans l'eau du circuit primaire, essentiellement les gaz rares, les iodes, les césiums.



1.2 LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE

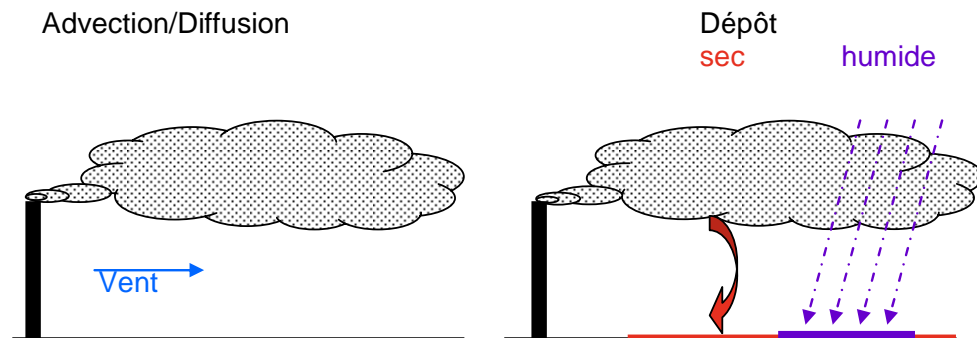
1.2.1 PHENOMENOLOGIE

La dispersion de polluants (gaz ou particules) dans l'atmosphère est une discipline scientifique complexe. Il ne s'agit pas ici de détailler l'ensemble des mécanismes en jeu mais de présenter succinctement les principaux mécanismes.

L'étude de la dispersion atmosphérique concerne à la fois les problématiques de contamination de l'air et les problématiques de contamination des sols et autres surfaces qui en résultent.

Considérons une source de rejet à l'atmosphère. Les produits rejetés par cette dernière vont être véhiculés et diffusés sous l'action combinée du vent moyen et de la turbulence : c'est le phénomène d'advection-diffusion.

Lors de leur transfert dans l'atmosphère, les gaz ou particules rejetés vont se déposer sur le sol suivant deux mécanismes : le mécanisme de dépôt sec et le mécanisme de dépôt humide.



Le dépôt sec

Le dépôt sec résulte de la combinaison de l'effet de gravité sur les particules solides (sédimentation) et de l'interception par les constituants de la surface (sol, végétaux, eau,...). La modélisation du dépôt sec fait appel à la notion de vitesse de dépôt sec qui dépend du polluant considéré (granulométrie,...) et de la surface considérée (rugosité...). Plus le phénomène est intense, plus cette vitesse est élevée.

Le dépôt humide

En présence de précipitations (ou de brouillards ou de bruines), les polluants du panache peuvent être absorbés par les gouttelettes d'eau avec une efficacité qui dépend principalement du polluant considéré et des caractéristiques des « précipitations » (nature, intensité,...). La quantité de polluants ainsi absorbée disparaît du panache et finit par se déposer au sol.

Contrairement au dépôt sec qui intéresse le panache au voisinage du sol, le dépôt humide implique une colonne entière du panache (du moins celle située sous le nuage précipitant), c'est pourquoi, en cas de pluie, les dépôts humides contribuent de façon importante au dépôt total. De plus, l'intervention du mécanisme de dépôt humide engendre généralement des tâches de contamination au sol (cf les dépôts dans le sud-est de la France suite au passage du nuage issu de Tchernobyl en 1986). En effet, l'intensité voire l'occurrence des précipitations peut varier à l'échelle même d'une commune ; en outre, le ruissellement des eaux de pluie peut conduire à concentrer les polluants dans des zones « cuvettes ». Parallèlement, dans les types de sols qui le permettent, l'infiltration des eaux de pluie induit la migration des polluants plus en profondeur.

1.2.2 MODELISATION

Il ne s'agit pas ici de détailler l'ensemble des modèles existants mais de présenter succinctement les principaux types de modèles applicables pour l'évaluation de la dispersion atmosphérique à l'échelle locale (quelques dizaines de kilomètres au-delà du point d'émission).

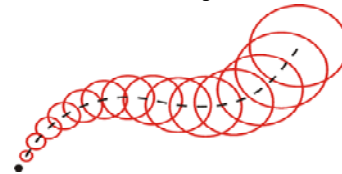
Il existe une large palette d'outils permettant de modéliser la dispersion atmosphérique de polluants. Ceux-ci s'appuient généralement sur l'une des quatre familles de modèles suivantes :

- Les modèles à panache gaussien, rudimentaires mais simples à mettre en œuvre, qui sont valables en régime permanent ;
- Les modèles à bouffées gaussiennes, relativement aisés à mettre en œuvre et autorisant la prise en compte de situations transitoires et de conditions météorologiques inhomogènes ;
- Les modèles Lagrangiens, très précis mais demandant d'importantes ressources de calcul et des temps de calcul non négligeables ;
- Les modèles mixtes Lagrangien-Bouffées constituant un compromis prometteur ;
- Les modèles Eulériens, qui utilisent une formulation des équations de transport sur un maillage.

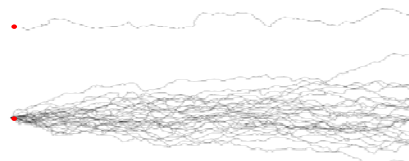
Modèle du panache gaussien



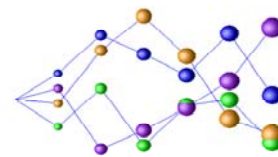
Modèle à bouffées gaussiennes



Modèle lagrangien



Modèle mixte bouffées-Lagrange



Les modèles Eulériens sont maintenant généralement utilisés pour l'évaluation de la dispersion à plus longue distance (régionale et continentale).

1.3 CONSEQUENCES D'UN REJET ATMOSPHERIQUE

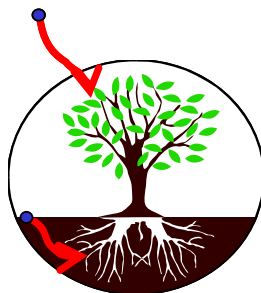
Les conséquences d'un rejet s'évaluent sur un plan radiologique et dosimétrique :

- Les conséquences radiologiques concernent l'état de contamination des différents milieux et produits de l'environnement (généralement exprimé en concentration d'activité en radionucléides - Bq.m^{-3} (air), Bq.m^{-2} (dépôts de surface), Bq.kg^{-1} (matières solides, produits agricoles,...), Bq.l^{-1} (eau, lait)) ;
- Les conséquences dosimétriques concernent les doses (exprimées en Sievert et traduisant le détriment causé à l'organisme) reçues par les personnes exposées lors de l'accident ou du fait de la contamination persistante dans l'environnement après l'accident.

1.3.1 CONTAMINATION DES VEGETAUX

Les végétaux présents sur le parcours du panache ou soumis à un flux de radioactivité secondaire issu des dépôts initiaux (remise en suspension) sont contaminés par les retombées :

- de manière directe par l'interception foliaire des produits (phénomène immédiat) ;
- de manière indirecte par assimilation radriculaire des produits déposés sur le sol et ayant éventuellement migré dans la profondeur du sol (phénomène retardé).



L'interception des polluants par les végétaux dépend, outre de la nature du végétal considéré et du produit considéré, de la nature du dépôt (sec ou humide et dans ce dernier cas de l'intensité des précipitations).

La contamination d'une récolte de céréales ou de produits maraîchers ayant été exposés au dépôt direct issu du panache radioactif sera supérieure à celle des récoltes suivantes.

Les facteurs influant la contamination des végétaux sont principalement le type de dépôt (sec ou humide), la date d'occurrence des rejets par rapport aux calendriers agricoles (labours, récoltes, ...).

1.3.2 CONTAMINATION DES ANIMAUX

Les animaux sont considérés être contaminés suite à l'ingestion de fourrages ou d'ensilages contaminés. Généralement la contamination des animaux suite à l'inhalation de produits radioactifs est négligée.

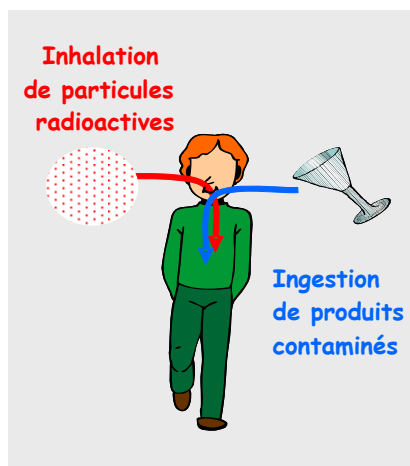
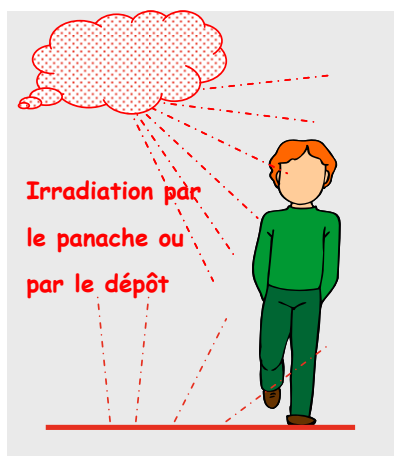
Les facteurs influant la contamination des animaux sont principalement les rations alimentaires et le niveau d'autarcie concernant l'approvisionnement en aliments, l'occurrence des rejets par rapport au calendrier d'alimentation (prairies, affouragements, ...).

1.3.3 IMPACT DOSIMETRIQUE SUR L'HOMME

L'homme subit les conséquences d'un rejet de produits radioactifs dans l'atmosphère suivant trois voies d'atteinte :

- L'exposition externe aux rayonnements (*exposition par irradiation externe*) ; les facteurs influents sont principalement le budget temps (intérieur/extérieur) et la qualité de protection fournie par les bâtiments ;
- L'exposition interne aux rayonnements des produits radioactifs inhalés (*exposition des suites de l'inhalation*) ; les facteurs influents sont principalement le budget temps (intérieur/extérieur), la qualité de protection fournie par les bâtiments et le débit respiratoire (ou la classe d'âge) de la cible ;

- L'exposition interne aux rayonnements des produits radioactifs ingérés (*exposition des suites de l'ingestion*) ; les facteurs influents sont principalement les rations alimentaires et le niveau d'autarcie concernant l'approvisionnement en denrées alimentaires.



Une fois le panache dissipé, seules l'irradiation par le dépôt, l'inhalation de particules radioactives remises en suspension (épisodes météorologiques particuliers, incendies, activités humaines,...) et l'ingestion de contamination contribuent à l'exposition de l'homme. L'ingestion de produits contaminés constitue généralement, après quelques temps, la voie d'atteinte contribuant majoritairement à la dose dans l'hypothèse où des denrées dépassant les NMA seraient consommées.

2 LES SCENARIOS D'ACCIDENT

2.1 SCENARIO APRP CONDUISANT A LA FUSION DU CŒUR

Ce scénario décrit un accident de perte de réfrigérant primaire conduisant à la fusion totale du cœur en 1 heure environ. L'aspersion dans l'enceinte du bâtiment réacteur et les systèmes de ventilation sont en service.

Le rejet est supposé durer 24 heures. Un temps de refroidissement de 1 heure est considéré (le temps de refroidissement est le temps écoulé entre l'arrêt automatique du réacteur et le début des rejets significatifs).

Le tableau 1 présente l'activité totale rejetée des familles de radioéléments les plus volatiles.

Tableau 1 : Scénario APRP - Activité totale rejetée des principales familles de radioéléments émises

<i>Famille de radionucléides</i>	<i>Activité rejetée sur 24 heures (Bq)</i>
Gaz rare	$2,2 \cdot 10^{16}$
Iode	$5,6 \cdot 10^{13}$
Césium	$1,4 \cdot 10^{13}$
Tellure	$2,4 \cdot 10^{13}$

Les figures 1 et 2 présentent la dynamique du rejet.

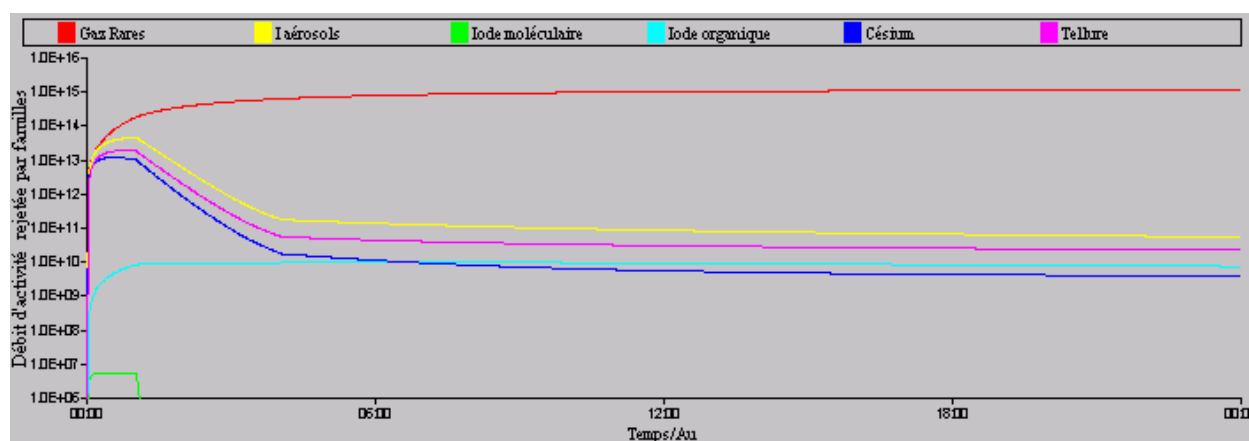


Figure 1 : Scénario APRP - Débit de rejet en fonction du temps (Bq/h)

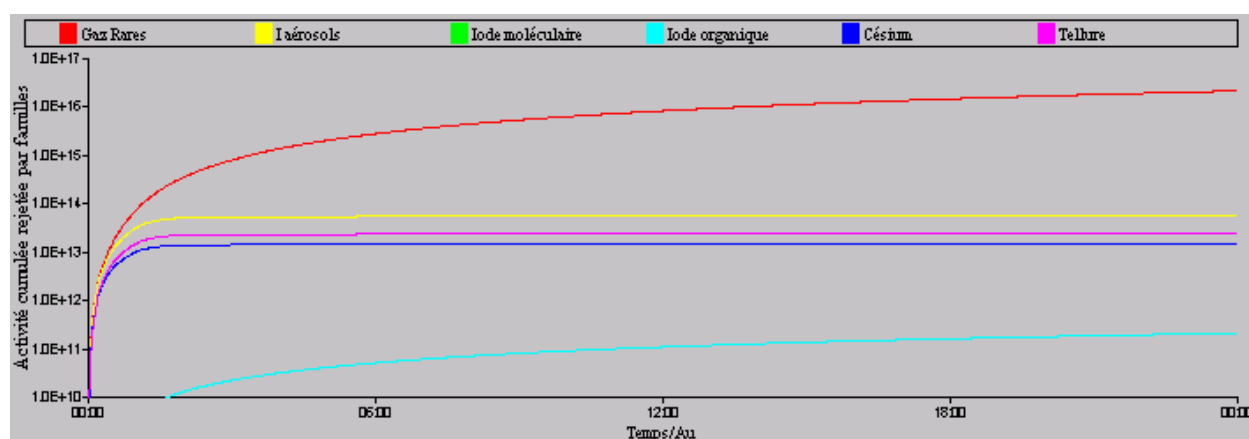


Figure 2 : Scénario APRP - Cumul rejeté en fonction du temps (Bq)

Le rejet est supposé s'effectuer au niveau du sol, dans des conditions atmosphériques stables (diffusion faible) avec une vitesse de vent de 3 m/s, constante et homogène sur l'espace simulé. Le temps est sec (absence de précipitations).

La direction du vent est supposée constante pendant tout le rejet. Cependant, pour prendre en compte, de manière simplifiée, la variabilité naturelle de la direction du vent sur 24 heures, un facteur de battement de 3 est considéré. La prise en compte d'un tel facteur se traduit par un élargissement du panache et donc un élargissement de la zone exposée, et en conséquence par une diminution des concentrations et donc des conséquences, notamment sur l'axe du panache (d'un facteur 3 en l'occurrence).

La figure 3 présente le gabarit de la zone sous le vent à considérer, *a priori*, comme la zone contaminée. Cette zone est supposée se restreindre à un secteur angulaire centré sur l'axe du vent, ouvert de 130°, et dont le sommet est positionné sur le point de rejet (voir la figure 3). La direction du vent peut être adaptée aux besoins de chacun.

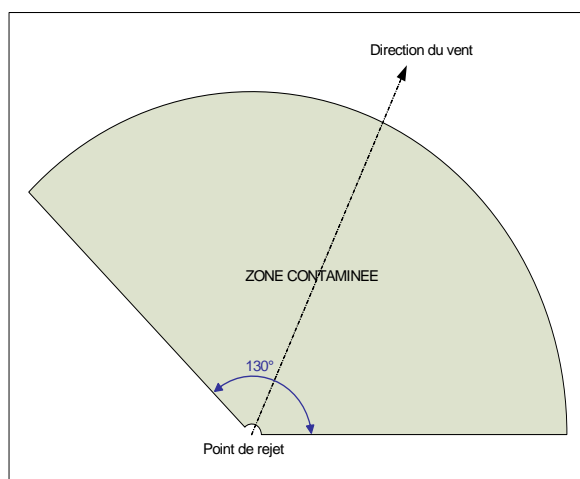


Figure 3 : Scénario APRP - Zone sous le vent

Dans cette zone, du fait du dépôt des radioéléments contenus dans la masse d'air radioactive, la contamination des végétaux et du sol croît jusqu'à la fin du passage du panache. La contamination décroît ensuite avec le temps, par phénomène de décroissance radioactive des radionucléides déposés. Les phénomènes de migration naturelle des produits radioactifs vers la profondeur des sols, de ruissellement qui pourraient survenir en cas de précipitations ultérieures,... sont susceptibles d'intervenir mais ne sont pas modélisés.

Le tableau 2 présente les conditions de dispersion des polluants radioactifs.

Tableau 2 : Scénario APRP - Conditions de dispersion

<i>Paramètre</i>	<i>Valeur</i>
Hauteur de rejet	Au sol
Classe de diffusion	DF
Vitesse de vent à 10 m	3 m/s
Précipitations	Nulles
Battement de vent	3
Ouverture angulaire attendue	130°

2.2 RUPTURE DE TUBES DE GENERATEUR DE VAPEUR

Ce scénario décrit un accident de rupture de tubes de générateur de vapeur (émission d'eau du circuit primaire directement dans l'atmosphère) sans dégradation du cœur. L'eau du circuit primaire présente une activité initiale en limite des spécifications techniques d'exploitation des réacteurs de 1300 MWe, soit 4 GBq/t en équivalent ¹³¹I.

Le rejet est supposé durer 1 heure environ. Le temps de refroidissement considéré est de 30 minutes.

Le tableau 3 présente l'activité rejetée totale des familles de radioéléments les plus volatiles.

Tableau 3: Scénario RTGV - Activité rejetée totale des principales familles de radioéléments émises

Famille de radionucléides	Activité rejetée sur 1 heure (Bq)
Gaz rare	$2,0 \cdot 10^{13}$
Iode	$2,1 \cdot 10^{13}$
Césium	$4,0 \cdot 10^{12}$

Les figures 4 et 5 présentent la dynamique du rejet.

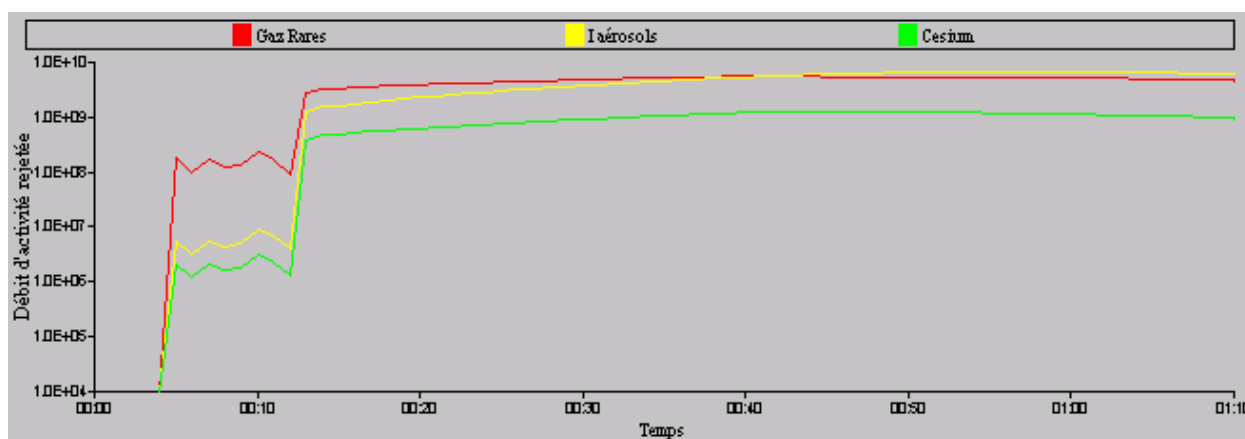


Figure 4 : Scénario RTGV - Débit de rejet en fonction du temps (Bq/h)

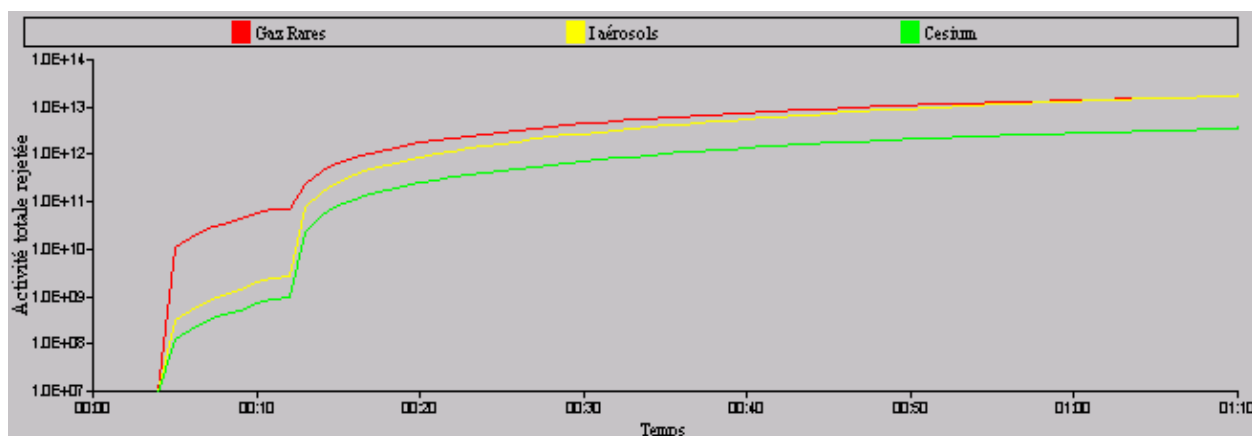


Figure 5 : Scénario RTGV - Cumul rejeté en fonction du temps (Bq)

Le rejet est supposé s'effectuer au niveau du sol, dans des conditions atmosphériques stables (diffusion faible) avec une vitesse de vent de 5 m/s, constante et homogène sur l'espace simulé.

Le temps est supposé pluvieux (intensité de 2 mm/h). La direction du vent est supposée constante pendant tout le rejet.

Le rejet étant court, aucun facteur de battement n'est considéré.

En supposant une direction de vent constante sur la durée de propagation du panache dans la zone d'intérêt, la zone contaminée se restreint à un secteur angulaire centré sur l'axe du vent, ouvert de 70° , et dont le sommet est positionné sur le point de rejet (voir la figure 6). La direction du vent peut être adaptée aux besoins de chacun.

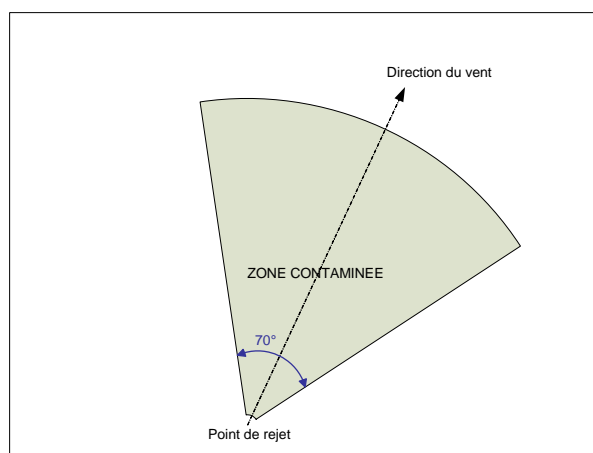


Figure 6 : Scénario RTGV - Zone sous le vent

Dans cette zone, du fait du dépôt des radioéléments contenus dans la masse d'air radioactive, la contamination des végétaux et du sol croît jusqu'à la fin du passage du panache. La contamination décroît ensuite avec le temps, par phénomène de décroissance radioactive des radionucléides déposés. Des phénomènes de migration naturelle des produits radioactifs vers la profondeur des sols, de ruissellement qui pourraient survenir en cas de précipitations ultérieures,... sont susceptibles d'intervenir mais ne sont pas pris en compte.

Le tableau 4 présente les conditions de dispersion des polluants radioactifs.

Tableau 4 : Scénario RTGV - Conditions de dispersion

<i>Paramètre</i>	<i>Valeur</i>
Hauteur de rejet	Au sol
Classe de diffusion	DF
Vitesse de vent à 10 m	5 m/s
Précipitations	Pluie d'intensité 2 mm/h
Battement de vent	Aucun
Ouverture angulaire attendue	70°

2.3 PRESENTATION SYNTHETIQUE DES DEUX SCENARIOS

Le tableau 5 présente de manière synthétique les principales hypothèses associées aux deux scénarios d'accident ainsi que quelques commentaires.

Tableau 5 : présentation synthétique des deux scénarios

<i>Thème</i>	<i>Scénario 1.1</i>	<i>Scénario 1.2</i>	<i>Commentaires</i>
Type d'accident	APRP conduisant à la fusion du cœur	RTGV	Phase de menace inexistante dans le cas 1.2.
Produits rejetés considérés	Produits de fission les plus volatils : gaz rares, iodes, césiums, tellures	Produits de fission : gaz rares, iodes, césiums	Iodes majoritaires dans les rejets. Moins d'isotopes à vie courte dans le cas 1.2.
Durée du rejet considérée	24 h	1 h	Secteur angulaire contaminé plus ouvert dans le cas 1.1.
Conditions de dispersion	Rejet au sol Vent de 3 m/s Temps sec Ouverture angulaire : 130°	Rejet au sol Vent de 5 m/s Temps pluvieux Ouverture angulaire : 70°	Les conditions du scénario 1.2 maximisent les dépôts au sol par rapport aux conditions du scénario 1.1.
Actions de protection des populations en phase d'urgence (*)	Mise à l'abri sur 3 km	Mise à l'abri réflexe sur 2 km	Durée de mise à l'abri <i>a priori</i> plus longue dans le cas 1.1.
Environnement	Urbain ou rural selon le site d'application et l'orientation du vent.		Différences sur la densité de population et sur l'occupation des sols.

* Hypothèses vraisemblables

3 PHASE D'URGENCE

3.1 EXPOSITION PREVISIONNELLE DE LA POPULATION ET ACTIONS DE PROTECTION D'URGENCE

3.1.1 ACTIONS DE PROTECTION D'URGENCE

Les actions prévues dans le Plan Particulier d'Intervention (PPI) sont des actions préventives qui doivent être mises en œuvre dès qu'elles apparaissent justifiées. Dans ce but, le Préfet déclenche le PPI. S'il existe un délai suffisamment long entre l'alerte de l'exploitant et les premiers rejets, les actions de protection des populations nécessaires seraient lancées avant même que des rejets ne se produisent.

Dès que l'alerte est donnée par l'exploitant de la centrale nucléaire, celui-ci, ainsi que les pouvoirs publics, mettent en place une organisation de crise dans le but de maîtriser l'accident et d'engager, s'il y a lieu, des actions de protection des populations. Les critères d'alerte sont conçus de façon à

Intervenir le plus tôt possible afin de prévenir une dégradation de l'installation qui conduirait à des rejets et d'engager si nécessaire les actions de protection des populations. Toutefois, certaines situations accidentelles peuvent conduire rapidement à des rejets nécessitant des actions de protection dans des délais courts. Pour ce qui concerne les actions de protection d'urgence des populations, deux cas peuvent se présenter :

- 1er cas : il existe un délai suffisamment long (plus de 6 heures) entre l'alerte donnée par l'exploitant et les premiers rejets : le Préfet déclenche le PPI en mode dit « concerté ». Cette décision serait prise en concertation directe avec l'autorité de sûreté nucléaire, après la réalisation par les experts de l'IRSN de calculs prévisionnels des doses susceptibles d'être reçues par les populations exposées au panache radioactif, en l'absence d'action de protection.
- 2ème cas : il existe un délai court (moins de 6 heures) entre le début de l'accident et la survenue possible des rejets : le Préfet déclenche le PPI en mode dit « réflexe », sur la base de critères techniques préétablis à partir des analyses de sûreté de l'installation.

3.1.2 EXPOSITION PREVISIONNELLE DE LA POPULATION

3.1.2.1 Hypothèses

En phase d'urgence, les doses sont évaluées de manière prévisionnelle sur les 24 premières heures suivant le début des rejets et comparées aux niveaux-guides réglementaires rappelés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Arrêté du 13 octobre 2003 relatif aux niveaux d'intervention en situation d'urgence radiologique

<i>Action de protection</i>	<i>Critère dosimétrique</i>	<i>Niveau guide (mSv)</i>
Mise à l'abri et à l'écoute	Dose efficace totale prévisionnelle	10
Evacuation	Dose efficace totale prévisionnelle	50
Administration de comprimés d'iode stable	Dose équivalente à la thyroïde prévisionnelle	100

Les doses prévisionnelles prennent en compte les trois voies d'exposition suivantes :

- exposition externe au panache radioactif,
- exposition externe au dépôt radioactif,
- inhalation des particules du panache.

La remise en suspension des matières déposées au sol n'est pas considérée, car négligeable devant les autres voies d'exposition.

Les doses prévisionnelles sont évaluées en considérant, pour la population la plus radiosensible (enfant de 1 an pour les rejets considérés ici), les conditions d'exposition suivantes :

- Cible située au sol, à une distance fixe du point de rejet (pas de déplacement), constamment sur l'axe du panache (concentrations maximales dans l'air) durant 24 heures,

- Cible ne bénéficiant d'aucun moyen de protection ni contre l'irradiation, ni contre l'inhalation (en particulier, aucune action de protection d'urgence n'est considérée mise en application).

Les doses prévisionnelles sont calculées au moyen du logiciel CONRAD [2], qui utilise les données dosimétriques des radionucléides de la base de données ECRIN [3]. Le modèle de dispersion des polluants est un modèle à bouffées gaussiennes suivant les écarts-types de Doury [1].

Les doses par unité d'activité incorporée par inhalation dépendent naturellement du radionucléide et de la classe d'âge de la cible considérés. Elles dépendent en outre du type d'absorption associé à la forme physico-chimique du polluant (s'il est particulaire). Elles dépendent également de la granulométrie du polluant inhalé.

Pour l'évaluation des doses engagées par inhalation, le type d'absorption et la granulométrie retenus dans ce document sont présentés dans le tableau 7.

Tableau 7 : Type d'absorption et granulométrie retenus pour les calculs présentés dans ce document

<i>Famille de radionucléides</i>	<i>Type d'absorption utilisé</i>	<i>Granulométrie retenue</i>
Gaz rares	Sans objet	Sans objet
Iodes élémentaires (I ₂)	Sans objet	Sans objet
Iodes particulaires	Sans objet. Les doses par unité d'activité incorporée retenues sont celles de I ₂ , plus pénalisantes.	Sans objet
Iodes organiques (CH ₃ -I)	Sans objet	Sans objet
Césiums	F	1 µm
Tellures	M	1 µm

3.1.2.2 Accident de fusion du coeur (APRP)

Compte tenu de ces hypothèses, les doses prévisionnelles induites par l'accident de fusion du cœur sont présentées dans le tableau 7. Par convention, il est supposé que le scénario APRP aurait conduit au grément de l'Organisation Nationale de Crise puis au déclenchement du PPI en mode concerté. La mise à l'abri et à l'écoute des populations présentes dans la zone sous le vent jusqu'à une distance de 3 km aurait théoriquement été décidée par le Préfet, sur la base notamment des évaluations de l'IRSN.

Tableau 8 : scénario APRP - Exposition de l'enfant [1 an] sur les 24 premières heures depuis le début des rejets

<i>Doses sur 24h (mSv)</i>	<i>1 km</i>	<i>2 km</i>	<i>5 km</i>	<i>10 km</i>
Dose efficace totale	36	11	2,3	0,7
Dose équiv. thyroïde inhalation	42	12	2,0	0,5

3.1.2.3 Rupture de tubes de générateur de vapeur (RTGV)

Les doses prévisionnelles induites par la RTGV sont présentées dans le tableau 8. Les niveaux-guides d'intervention du tableau 6 ne sont pas atteints. Cependant, il est supposé que le scénario RTGV aurait conduit au déclenchement du PPI en mode réflexe, induisant ainsi la mise à l'abri et à l'écoute de manière réflexe des populations présentes dans les communes situées dans un disque de rayon 2 km et centré sur le site accidenté.

Tableau 9 : scénario RTGV - Exposition de l'enfant [1 an] sur les 24 premières heures depuis le début des rejets

<i>Doses sur 24h (mSv)</i>	<i>1 km</i>	<i>2 km</i>	<i>5 km</i>	<i>10 km</i>
Dose efficace totale	6,7	2,0	0,3	0,07
Dose équiv. thyroïde inhalation	95	28	4,6	1,0

3.2 PENDANT LE PASSAGE DU PANACHE RADIOACTIF

3.2.1 EXPOSITION DE LA POPULATION PENDANT LE PASSAGE DU PANACHE RADIOACTIF EN L'ABSENCE D'ACTION DE PROTECTION D'URGENCE

3.2.1.1 Hypothèses

Les doses sont calculées au moyen du logiciel CONRAD [2], qui utilise les données dosimétriques des radionucléides de la base de données ECRIN [3]. Le modèle de dispersion des polluants est un modèle à bouffées gaussiennes suivant les écarts-types de Doury [1].

Pendant le passage du panache radioactif, les individus sont exposés par voie interne (inhalation de particules) et par voie externe (irradiation par les rayonnements émis par les radionucléides présents dans le panache et déposés sur le sol).

3.2.1.2 Accident de fusion du cœur (APRP)

Par convention, les rejets de l'APRP sont supposés durer 24 heures. Les doses reçues/engagées au cours du passage du panache en l'absence d'action de protection correspondent, par conséquent, aux doses reçues/engagées sur 24 heures présentées dans les tableaux 7. Afin de compléter les informations relatives à l'exposition du groupe de population le plus radiosensible (tableau 10), les tableaux suivants présentent l'exposition, au cours du passage du panache radioactif, des classes « Enfant [2-7 ans] » et « Adulte » (tableaux 11 et 12).

Tableau 10 : scénario APRP - Exposition de l'enfant [1 an] au cours du passage du panache radioactif

<i>Doses (mSv)</i>	<i>1 km</i>	<i>2 km</i>	<i>5 km</i>	<i>10 km</i>
Dose eff. externe panache	32	10	2,1	0,6
Dose eff. externe dépôt	1,0	0,4	0,1	0,03
Dose eff. inhalation panache	2,5	0,7	0,1	0,03
Dose efficace totale	36	11	2,3	0,7
Dose équiv. thyroïde inhalation	42	12	2,0	0,5

Tableau 11 : scénario APRP - Exposition de l'enfant [2-7 ans] au cours du passage du panache radioactif

<i>Doses (mSv)</i>	<i>1 km</i>	<i>2 km</i>	<i>5 km</i>	<i>10 km</i>
Dose eff. externe panache	32	10	2,1	0,6
Dose eff. externe dépôt	1,0	0,4	0,1	0,03
Dose eff. inhalation panache	2,1	0,6	0,1	0,03
Dose efficace totale	36	11	2,3	0,7
Dose équiv. thyroïde inhalation	33	9,1	1,6	0,4

Tableau 12 : scénario APRP - Exposition de l'adulte au cours du passage du panache radioactif

<i>Doses (mSv)</i>	<i>1 km</i>	<i>2 km</i>	<i>5 km</i>	<i>10 km</i>
Dose eff. externe panache	32	10	2,1	0,6
Dose eff. externe dépôt	1,0	0,4	0,1	0,03
Dose eff. inhalation panache	1,2	0,4	0,07	0,02
Dose efficace totale	35	11	2,2	0,6
Dose équiv. thyroïde inhalation	16	4,5	0,8	0,2

3.2.1.3 Rupture de tubes de générateur de vapeur (RTGV)

Dans le cas de l'accident de type RTGV, les rejets sont supposés durer 1 heure. Les doses reçues/engagées au cours du passage du panache en l'absence d'action de protection sont présentées dans les tableaux suivants.

Tableau 13 : scénario RTGV - Exposition de l'enfant [1 an] durant le passage du panache radioactif

<i>Doses (mSv)</i>	<i>1 km</i>	<i>2 km</i>	<i>5 km</i>	<i>10 km</i>
Dose eff. externe panache	0,4	0,1	0,02	0,004
Dose eff. externe dépôt	0,1	0,04	0,007	0,0003
Dose eff. inhalation panache	5,4	1,6	0,25	0,05
Dose efficace totale	5,9	1,7	0,3	0,06
Dose équiv. thyroïde inhalation	95	28	4,6	1,0

Tableau 14 : scénario RTGV - Exposition de l'enfant [2-7 ans] durant le passage du panache radioactif

<i>Doses (mSv)</i>	<i>1 km</i>	<i>2 km</i>	<i>5 km</i>	<i>10 km</i>
Dose eff. externe panache	0,4	0,1	0,02	0,004
Dose eff. externe dépôt	0,1	0,04	0,007	0,0003
Dose eff. inhalation panache	4,6	1,4	0,2	0,04
Dose efficace totale	5,1	1,5	0,2	0,04
Dose équiv. thyroïde inhalation	87	26	4,1	0,8

Tableau 15 : scénario RTGV - Exposition de l'adulte durant le passage du panache radioactif

<i>Doses (mSv)</i>	<i>1 km</i>	<i>2 km</i>	<i>5 km</i>	<i>10 km</i>
Dose eff. externe panache	0,4	0,1	0,02	0,004
Dose eff. externe dépôt	0,1	0,04	0,007	0,0003
Dose eff. inhalation panache	2,7	0,8	0,1	0,03
Dose efficace totale	3,2	1,0	0,2	0,03
Dose équiv. thyroïde inhalation	45	13	2,1	0,4

3.2.2 ACTIVITES VOLUMIQUES MOYENNES PENDANT LE PASSAGE DU PANACHE

3.2.2.1 Hypothèses

Les activités volumiques de l'air sont calculées au moyen du logiciel CONRAD [2], qui s'appuie sur un modèle de dispersion à bouffées gaussiennes suivant les écarts-types de Doury [1].

Les activités volumiques de l'air sont intégrées sur la durée de passage du panache. Les valeurs moyennes des activités volumiques de l'air sont calculées sur la durée considérée pour les rejets, soit 24 heures dans le cas APRP et 1 heure dans le cas RTGV. Cette considération a tendance à surévaluer la moyenne ainsi obtenue par rapport au cas réaliste, d'autant plus fortement que le point d'observation est situé loin du point d'émission. En effet, le panache observé est d'autant plus « étendu » que le point d'observation est situé loin du point d'émission.

3.2.2.2 Résultats

Les tableaux A1-1 (APRP) et A1-2 (RTGV) de l'annexe 1 présentent les activités volumiques moyennes de l'air sur la durée approximative de passage du panache.

3.2.3 ACTIVITES INHALEES EN L'ABSENCE D'ACTION DE PROTECTION D'URGENCE

3.2.3.1 Hypothèses

Les activités volumiques de l'air sont calculées au moyen du logiciel CONRAD [2], qui s'appuie sur un modèle de dispersion à bouffées gaussiennes suivant les écarts-types de Doury [1].

Les activités volumiques de l'air sont intégrées sur la durée d'exposition au panache (conditions d'exposition présentées au paragraphe 3.1.2.1). L'évaluation des activités inhalées s'appuie sur les débits respiratoires de l'ICRP 66 (la moyenne quotidienne est retenue).

3.2.3.2 Résultats

Les tableaux A1-1 (APRP) et A1-2 (RTGV) de l'annexe 1 présentent les activités inhalées par les individus du public de deux classes d'âge présents sur l'axe du panache (les enfants âgés de 2 à 7 ans et les adultes). L'adaptation aux autres classes d'âge peut être effectuée par simple règle de proportionnalité sur le débit respiratoire présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 16 : Débits respiratoires selon la publication 66 de l'ICRP [4]

Libellé de la classe d'âge	3 mois	1 an	5 ans	10 ans	15 ans	Adulte
Classe d'âge	< 1 an	[1 an, 2 ans]	[2 ans, 7 ans]	[7 ans, 12 ans]	[12 ans, 17 ans]	> 17 ans
Débit respiratoire (m ³ /j)	2,86	5,20	8,76	15,28	20,10	22,18
Ratio (classe x / adulte) (-)	0,13	0,23	0,39	0,69	0,91	1,00

3.2.4 CHARGES CORPORELLES EN L'ABSENCE D'ACTION DE PROTECTION D'URGENCE

3.2.4.1 Hypothèses

L'évaluation des activités inhalées s'appuie sur les conditions décrites dans le paragraphe 3.2.3.1.

L'évaluation des charges de la thyroïde en ¹³¹I s'appuie sur les coefficients de rétention ICRP 78, 1 jour après l'exposition, celles des charges corps entier en ¹³⁴Cs et ¹³⁷Cs s'appuient sur les coefficients de rétention ICRP 78, également 1 jour après l'exposition.

Seules les charges corporelles attendues pour l'adulte sont présentées. L'adaptation aux autres classes d'âge peut être effectuée par simple règle de proportionnalité sur le débit respiratoire présenté dans le tableau 16.

3.2.4.2 Accident de fusion du cœur (APRP)

Le tableau suivant donne les charges corporelles de l'adulte attendues 1 jour après l'exposition.

Tableau 17 : scénario APRP - charges corporelles (Bq)

Charge corporelle (Bq)	1 km	2 km	5 km	10 km (limite PPI)	20 km
Thyroïde, ¹³¹ I	8 590	2 430	410	100	20
Corps entier, ¹³⁴ Cs	3 900	1 100	190	40	<10
Corps entier, ¹³⁷ Cs	3 250	920	160	40	<10

3.2.4.3 Rupture de tubes de générateur de vapeur (RTGV)

Le tableau suivant donne les charges corporelles de l'adulte attendues 1 jour après l'exposition.

Tableau 18 : scénario RTGV - charges corporelles (Bq)

Charge corporelle (Bq)	1 km	2 km	5 km	10 km (limite PPI)	20 km
Thyroïde, ¹³¹ I	29 040	8 560	1 380	290	50
Corps entier, ¹³⁴ Cs	25 920	7 640	1 240	260	40
Corps entier, ¹³⁷ Cs	21 460	6 320	1 020	210	30

3.3 CONTAMINATION SURFACIQUE DES SOLS APRES LE PASSAGE DU PANACHE RADIOACTIF

3.3.1 HYPOTHESES

La contamination surfacique des sols est évaluée sur l'axe du vent par le logiciel CONRAD [2], qui s'appuie sur un modèle de dispersion à bouffées gaussiennes suivant les écarts-types de Doury [1].

Par convention simplificatrice :

- la contamination des sols dans le secteur sous le vent, et par extension les doses qui en résultent, ne dépendent que de la distance au point de rejet ;
- En un point d'intérêt situé dans le secteur sous le vent, à une distance d du point de rejet, la contamination est égale à celle calculée sur l'axe du vent à cette même distance d .
- La contamination est supposée nulle en dehors du secteur sous le vent.

Lors du transport des particules ou gaz radioactifs dans l'atmosphère, l'appauvrissement du panache résulte de l'action du dépôt sec ou, le cas échéant, de l'action combinée du dépôt sec et du dépôt humide. Les modèles utilisés ici considèrent l'appauvrissement du panache à la source, c'est-à-dire que les quantités déposées au sol par unité de temps sont retirées du panache dans son ensemble. L'aspect « local » du dépôt sec (ce phénomène se produit au voisinage du sol) n'est donc pas pris en compte.

Les vitesses apparentes de dépôt sec et les constantes de lessivage par la pluie sont considérées ne dépendre que de la famille de radionucléides considérée. Elles ne tiennent pas compte de particularités telles que la granulométrie des polluants, l'occupation ou la rugosité des sols.

Les vitesses de dépôt sec ainsi que les constantes de lessivage par la pluie retenues pour les calculs présentés dans ce document sont présentées dans le tableau 19.

De plus, la contamination des sols présentée dans ce paragraphe suppose qu'aucune action de décontamination ou de réhabilitation n'a été mise en œuvre au cours de l'année suivant l'accident.

Tableau 19 : Type d'absorption et granulométrie retenus pour les calculs présentés dans ce document

Famille de radionucléides	Vitesse de dépôt sec	Constante de lessivage
Gaz rares	0	0
iodes élémentaires (I ₂)	5.10 ⁻³	1.10 ⁻⁴
iodes particulaires		
iodes organiques (CH ₃ -I)	1.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁶
Césiums	5.10 ⁻³	1.10 ⁻⁴
Tellures	5.10 ⁻³	1.10 ⁻⁴

3.3.2 ACCIDENT DE FUSION DU CŒUR (APRP)

La figure 3a présente l'évolution de l'activité totale déposée au sol (somme de l'activité de tous les radionucléides considérés) en fonction du temps écoulé depuis la fin du passage du panache, pour des distances comprises entre 1 km et 10 km.

La figure 3b présente la contribution relative au dépôt total des différents radionucléides.

Le tableau A2-1 de l'annexe 2 donne les valeurs des dépôts au sol en fonction du temps écoulé depuis la fin du passage du panache, pour des distances comprises entre 1km et 40 km.

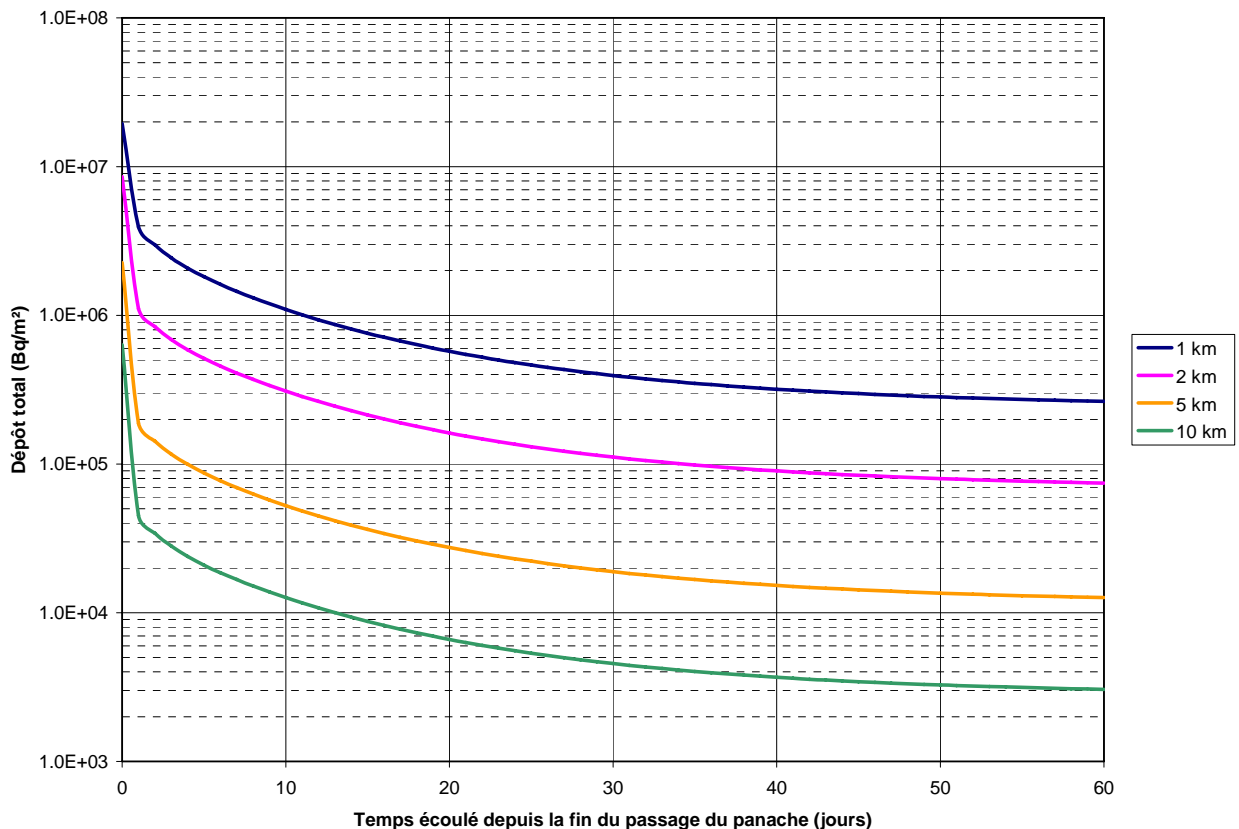


Figure 7a : scénario APRP - dépôt total au sol en fonction du temps et de la distance

3.3.3 RUPTURE DE TUBES DE GENERATEUR DE VAPEUR (RTGV)

La figure 4a présente l'évolution de l'activité totale déposée au sol en fonction du temps écoulé depuis la fin du passage du panache, pour des distances comprises entre 1 km et 10 km.

La figure 4b présente la contribution relative au dépôt total des différents radionucléides.

Le tableau A2-2 de l'annexe 2 donne les valeurs des dépôts au sol en fonction du temps écoulé depuis la fin du passage du panache, pour des distances comprises entre 1 km et 40 km.

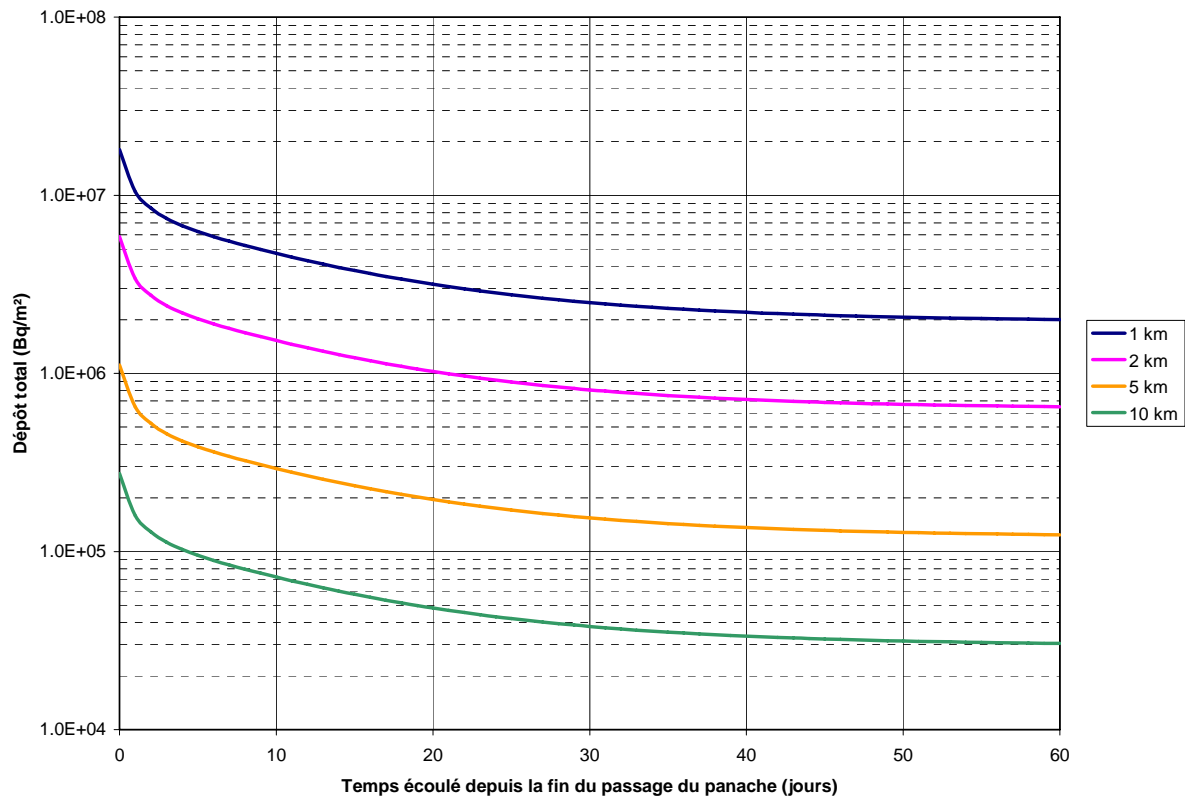


Figure 8a : scénario RTGV - dépôt total au sol en fonction du temps et de la distance

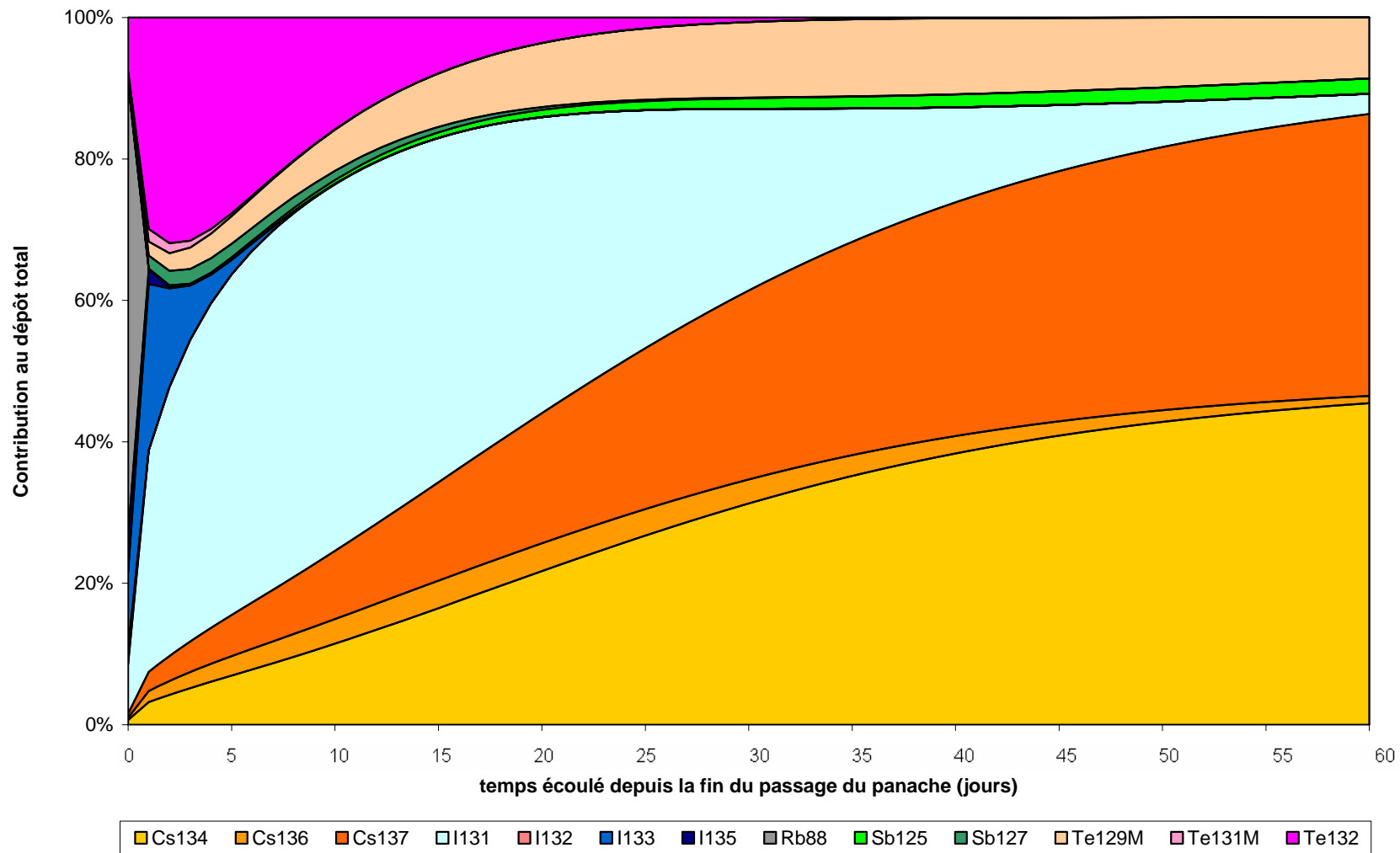


Figure 3b : scénario APRP - contribution relative des radionucléides au dépôt total en fonction du temps

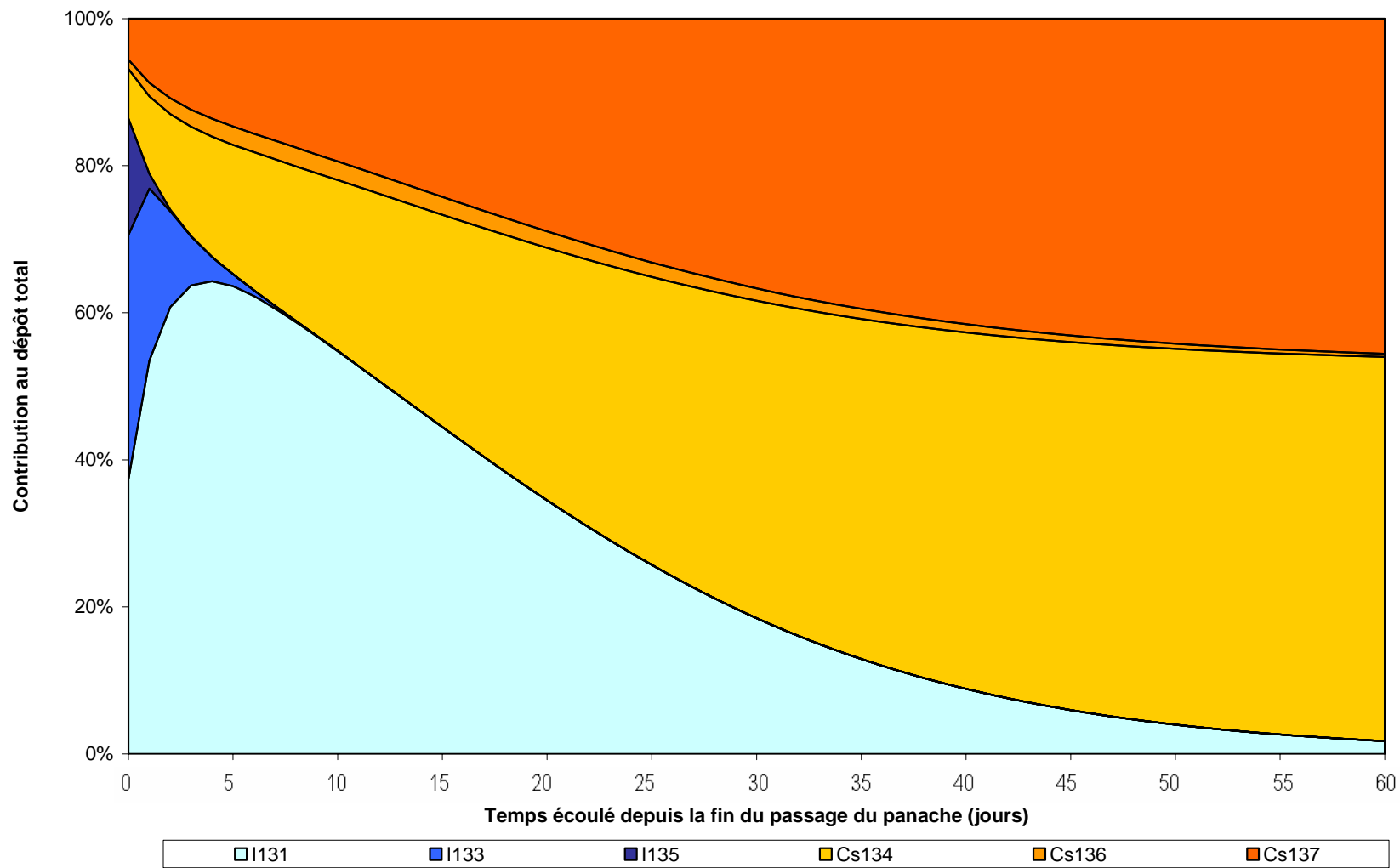


Figure 4b : scénario RTGV - contribution relative des radionucléides au dépôt total en fonction du temps

4 PHASE POST-ACCIDENTELLE

Le terme « post-accidentelle » désigne ici la période qui débute à la fin du passage du panache. A partir de cet instant, seuls les dépôts radioactifs sont supposés contribuer directement (irradiation) et indirectement (inhalation de la remise en suspension des particules, ingestion de produits contaminés,...) à l'exposition des personnes. L'exposition par inhalation de particules radioactives déposées dans l'environnement suite à l'accident puis remises en suspension est jugée peu significative par rapport à l'exposition externe au dépôt et à l'exposition interne par ingestion volontaire ou involontaire de contamination. Elle ne sera donc pas traitée dans cette note.

4.1 EXPOSITION EXTERNE DE LA POPULATION

4.1.1 HYPOTHESES RETENUES POUR L'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION EXTERNE

Des méthodes d'évaluation simples de ces doses sont fournies en annexe. Les coefficients de dose efficace utilisés pour ces calculs sont extraits de la base ECRIN [3] et correspondent, pour les « surfaces dures » (cf.§.4.1.1.1), à une exposition externe à une source plane infinie située à un mètre et, pour les « surfaces meubles » (cf.§.4.1.1.1), après homogénéisation de la contamination dans le sol, à une exposition externe par une source épaisse semi-infinie située à un mètre. Ces coefficients de dose prennent en compte la filiation radioactive, notamment pour $^{132}\text{Te}/^{132}\text{I}$ et $^{137}\text{Cs}/^{137\text{m}}\text{Ba}$.

4.1.1.1 Surface dure et Surface meuble

De manière simplifiée, le logiciel ASTRAL [4] considère, pour l'évaluation de la dose efficace par exposition externe due au dépôt, que l'environnement est composé de deux types de compartiments :

- les surfaces « dures », surfaces horizontales sur lesquelles les dépôts de radionucléides ne sont pas susceptibles de migrer en profondeur. Ces surfaces concernent principalement les zones bâties et urbanisées (routes goudronnées,...) ;
- les surfaces « meubles », c'est-à-dire les sols de type agricole (champs, jardins potagers...) ou plus généralement les parcelles de terrain sur lesquelles une migration en profondeur est susceptible de se produire. Afin d'intégrer l'effet des pratiques agricoles (labour), la contamination déposée en surface est supposée homogénéisée dans les 15 premiers centimètres de sol, 30 jours après l'accident.

Cette simplification conduit à ne pas considérer :

- la protection contre les rayonnements émis par les radionucléides déposés dans l'environnement apportée par certains équipements (voitures, tracteurs...). Seule la protection due aux bâtiments sera prise en compte ;
- l'existence d'autres compartiments qui pourraient avoir une contribution non négligeable à l'exposition externe, surtout en milieu urbain (vitres, toits, trottoirs, buissons...). Seule l'exposition due aux dépôts sur les sols, supposés nus, est considérée ;

- la migration verticale, progressive et spécifique des radioéléments dans le sol. Ce phénomène est fonction de la nature des particules déposées, de la nature des radioéléments (en règle générale, les iodes sont plus mobiles que les césiums), de la composition du sol (les argiles et la matière organique ont plutôt tendance à retenir les cations), de la présence ou non de végétation, des précipitations... ;
- la migration spécifique des radioéléments entre les différents compartiments de l'environnement par divers vecteurs (lessivage des surfaces par la pluie, ...). Cette hypothèse permet de considérer la situation la plus pénalisante mais néglige l'existence de lieux de surconcentration (sites en cuvette,...).

4.1.1.2 Habitation et facteur de protection

A l'intérieur des habitations, l'individu bénéficie d'un effet d'écran par les murs et les toitures vis-à-vis des rayonnements provenant des radionucléides déposés à l'extérieur de l'habitation. En considérant les hypothèses retenues dans les notes [6] et [7], le facteur de protection, ou facteur de réduction de dose, est pris égal à 0,1 (valeur généralement utilisée). Les dépôts qui pourraient exister à l'intérieur de l'habitation ne sont pas pris en compte.

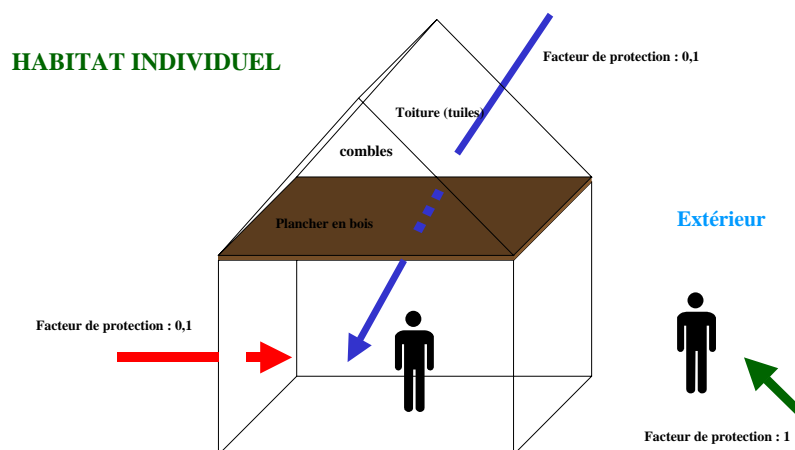


Figure 9 : Influence de l'habitat sur l'exposition externe extrait du rapport IRSN/DPRE/SERGD 99-13 [9]

4.1.1.3 Groupes de population et budgets temps

Quatre groupes de population sont considérés pour l'évaluation de l'exposition de la population en phase post-accidentelle : les « Enfants de 1 an », les « Jeunes enfants [2-7 ans] », les « Adultes ruraux » et les « Adultes urbains ». Chaque groupe de population est caractérisé par différentes durées d'exposition aux compartiments de l'environnement (cf. tableau 20).

Tableau 20 : Budgets temps (en h/j)

Groupe de référence	Intérieur	Extérieur Surface dure	Extérieur Surface meuble
Adulte - urbain	18	4	2
Adulte - rural *	14	6	4
Jeune enfant [2-7 ans]*	20	4	0
Enfant de 1 an	22	1	1

* Hypothèses du code ASTRAL

4.1.2 ESTIMATION DE L'EXPOSITION DE LA POPULATION

4.1.2.1 Accident de fusion du coeur

Les résultats de l'évaluation des doses reçues par voie externe pour les quatre groupes de population de référence sont rassemblés dans le tableau 21. La simplicité du modèle décrit précédemment permet de fournir un ordre de grandeur de la dose reçue. L'adulte rural est ainsi le plus exposé des quatre groupes de population considérés, avec environ 4 mSv reçus/engagés sur la première année.

Tableau 21 : Doses efficaces reçues par voie externe par les quatre groupes de population de référence (mSv)

Groupe de population	Période écoulée depuis la fin des rejets	1 km	2 km	5 km	10 km
Enfant de 1 an	1 jour	2,6E-01	1,1E-01	2,7E-02	7,1E-03
	1 semaine	5,2E-01	1,9E-01	3,9E-02	1,0E-02
	1 mois	7,8E-01	2,6E-01	5,2E-02	1,3E-02
	1 an	1,7E+00	5,0E-01	9,3E-02	2,3E-02
Jeune enfant [2-7 ans]	1 jour	3,7E-01	1,6E-01	3,8E-02	1,0E-02
	1 semaine	7,4E-01	2,6E-01	5,5E-02	1,4E-02
	1 mois	1,0E+00	3,5E-01	7,0E-02	1,8E-02
	1 an	2,7E+00	8,1E-01	1,5E-01	3,7E-02
Adulte urbain	1 jour	4,8E-01	2,0E-01	4,9E-02	1,3E-02
	1 semaine	9,5E-01	3,4E-01	7,2E-02	1,9E-02
	1 mois	1,4E+00	4,5E-01	9,1E-02	2,3E-02
	1 an	3,0E+00	9,3E-01	1,7E-01	4,3E-02
Adulte rural	1 jour	7,1E-01	3,0E-01	7,1E-02	1,9E-02
	1 semaine	1,4E+00	5,0E-01	1,1E-01	2,7E-02
	1 mois	2,0E+00	6,7E-01	1,3E-01	3,4E-02
	1 an	4,2E+00	1,3E+00	2,4E-01	5,9E-02

Les figures 6 et 7a complètent les informations relatives au groupe « Adulte rural ». La figure 6 précise que l'essentiel de la dose reçue la première année suivant l'accident l'est dès les premiers jours et pour moitié au cours du 1^{er} mois. Cette forte contribution des premiers instants d'exposition est principalement attribuée aux radioéléments à vie courte tels que ⁸⁸Rb, ¹³²Te/¹³²I ou ¹³¹I. Au-delà des deux premiers mois, ¹³⁴Cs et ¹³⁷Cs sont les deux seuls radionucléides contribuant significativement au débit de dose externe (voir figure 8).

La figure 7a présente l'évolution des débits de dose journaliers moyens reçus par exposition externe aux rayonnements issus du dépôt en fonction du temps écoulé depuis la fin supposée des rejets.

Enfin, à titre indicatif, la figure 7b présente le débit de dose horaire reçu sur une « surface dure ». Elle fournit un ordre de grandeur quant aux débits de dose qui pourraient être mesurés sur le terrain.

Figure 6 : Scénario APRP - Contribution des périodes d'exposition à la dose efficace reçue par exposition externe aux dépôts la première année

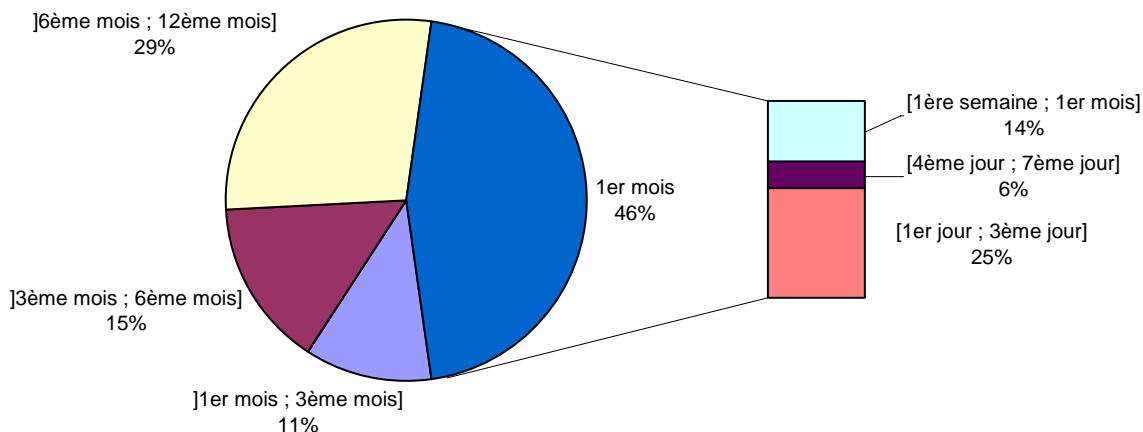


Figure 7a : scénario APRP - Evolution du débit de dose journalier reçu par voie externe par l'adulte rural (mSv/j)

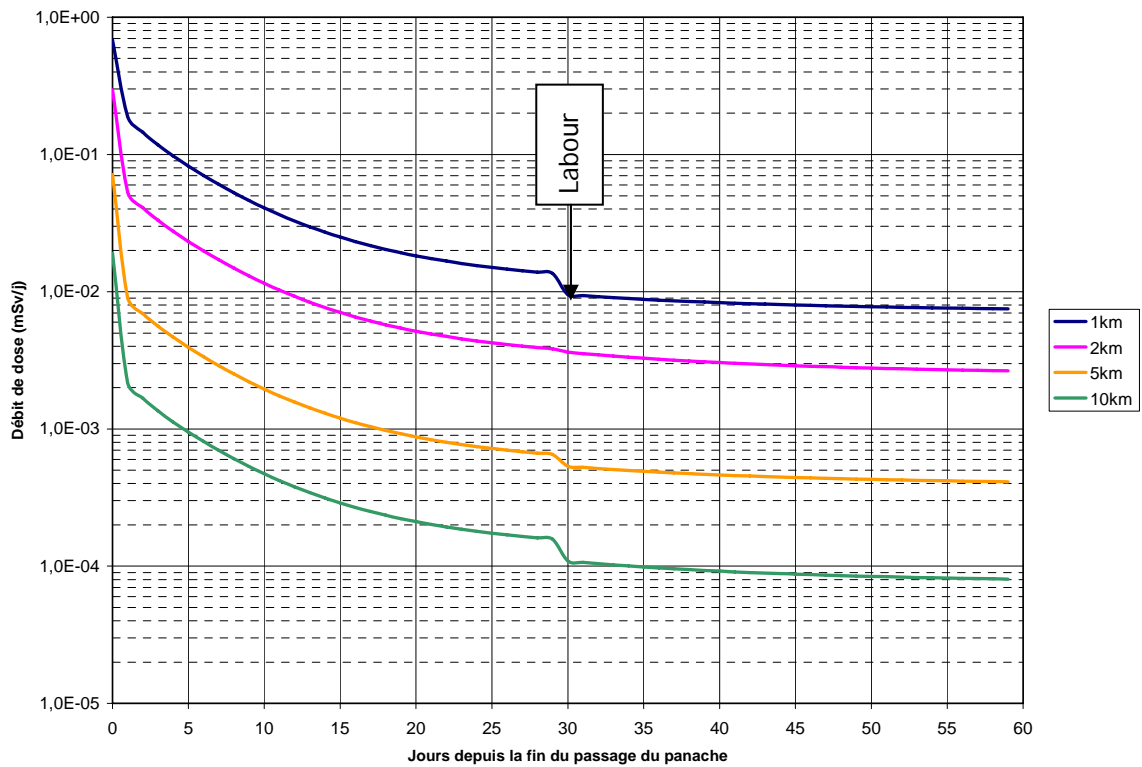


Figure 7b : Scénario APRP - Evolution du débit de dose par voie externe sur « surface dure » sans protection (µSv/h)

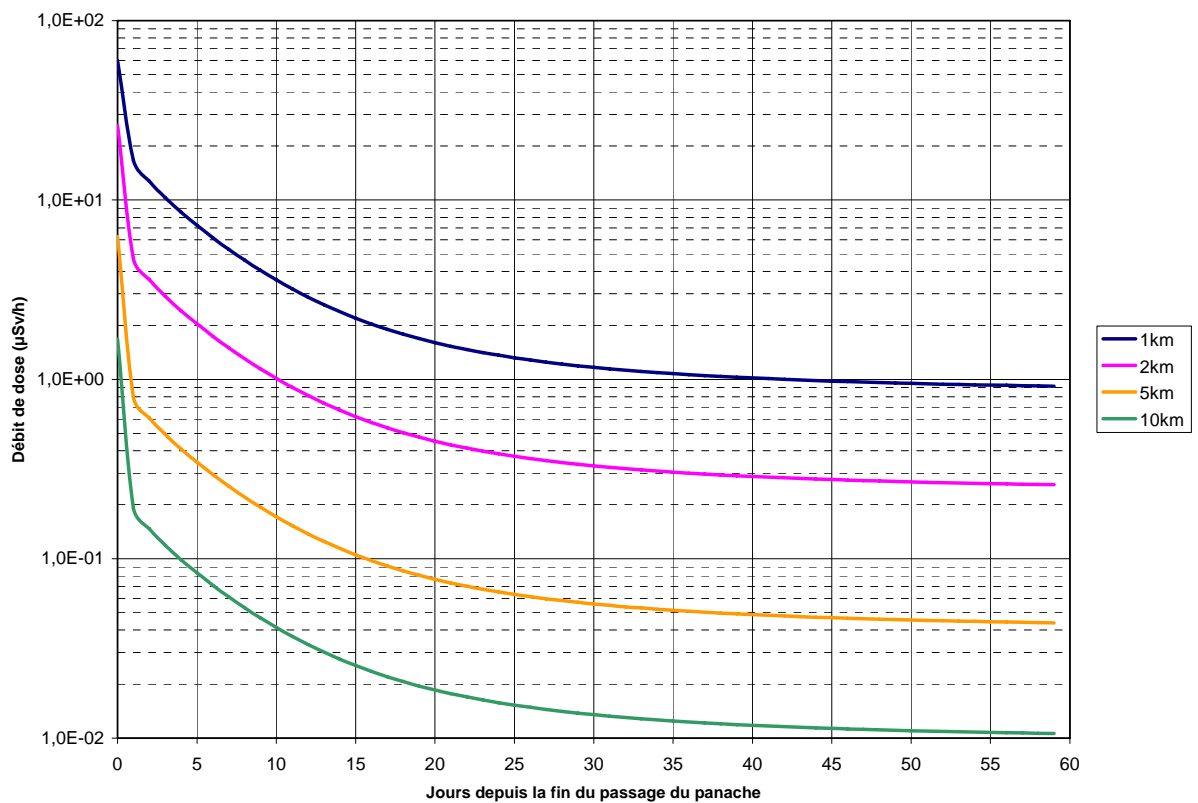
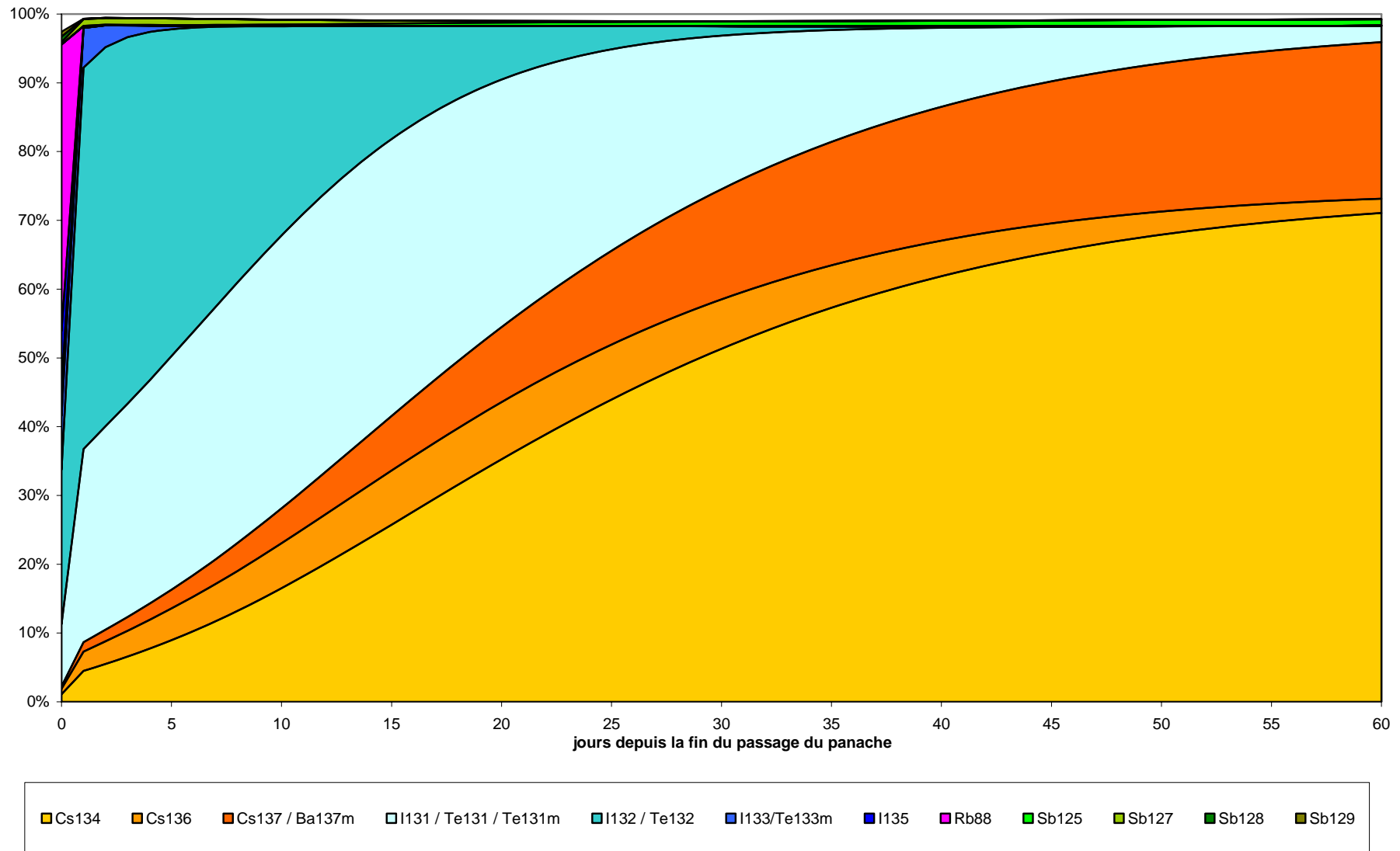


Figure 8 : Scénario APRP - Contribution des radionucléides déposés au débit de dose efficace par irradiation externe sur les 2 premiers mois la fin du passage du panache



4.1.2.2 Rupture de tubes de générateur de vapeur

Les résultats de l'évaluation des doses sont rassemblés dans le tableau 22. La simplicité du modèle décrit précédemment permet de fournir un ordre de grandeur de la dose reçue par voie externe par la population. Ainsi, l'adulte rural est le plus exposé des quatre groupes de population considérés, avec près de 20 mSv reçus sur la première année d'exposition.

Tableau 22 : Doses efficaces reçues par voie externe par les trois groupes de population de référence (mSv)

Groupe de population	Période écoulée depuis la fin du passage du panache	1 km	2 km	5 km	10 km
Enfant de 1 an	1 ^{er} jour	2,4E-01	7,8E-02	1,5E-02	3,6E-03
	2 ^{ème} jour	3,2E-01	1,0E-01	2,0E-02	4,8E-03
	1 ^{ère} semaine	6,3E-01	2,0E-01	3,9E-02	9,6E-03
	1 ^{er} mois	1,6E+00	5,3E-01	1,0E-01	2,5E-02
	1 ^{ère} année	9,0E+00	2,9E+00	5,6E-01	1,4E-01
Jeune enfant [2-7 ans]	1 ^{er} jour	3,4E-01	1,1E-01	2,1E-02	5,2E-03
	2 ^{ème} jour	4,8E-01	1,6E-01	3,0E-02	7,3E-03
	1 ^{ère} semaine	9,6E-01	3,1E-01	5,9E-02	1,5E-02
	1 ^{er} mois	2,4E+00	7,8E-01	1,5E-01	3,7E-02
	1 ^{ère} année	1,6E+01	5,3E+00	1,0E+00	2,5E-01
Adulte urbain	1 ^{er} jour	4,4E-01	1,4E-01	2,7E-02	6,7E-03
	2 ^{ème} jour	6,3E-01	2,0E-01	3,9E-02	9,5E-03
	1 ^{ère} semaine	1,2E+00	4,0E-01	7,7E-02	1,9E-02
	1 ^{er} mois	3,1E+00	1,0E+00	1,9E-01	4,8E-02
	1 ^{ère} année	1,7E+01	5,7E+00	1,1E+00	2,7E-01
Adulte rural	1 ^{er} jour	6,5E-01	2,1E-01	4,0E-02	9,9E-03
	2 ^{ème} jour	9,2E-01	3,0E-01	5,7E-02	1,4E-02
	1 ^{ère} semaine	1,8E+00	5,9E-01	1,1E-01	2,8E-02
	1 ^{er} mois	4,6E+00	1,5E+00	2,8E-01	6,9E-02
	1 ^{ère} année	2,4E+01	7,6E+00	1,5E+00	3,6E-01

Les figures 10 et 11a complètent les informations relatives au groupe « Adulte rural ». La figure 10 met en évidence que 30 % de la dose reçue la 1^{ère} année est prise au cours du 1^{er} mois, le reste se répartissant de façon homogène sur les mois suivants. En effet, au-delà des deux premiers mois, seuls ¹³⁴Cs et ¹³⁷Cs contribuent significativement au débit de dose externe (cf. figure 12). La figure 11a présente l'évolution des débits de dose journaliers moyens reçus par exposition externe aux rayonnements issus du dépôt en fonction du temps écoulé depuis la fin du passage du panache.

Enfin, à titre indicatif, la figure 11b présente le débit de dose horaire reçu sur surface dure. Elle fournit un ordre de grandeur quant aux débits de dose qui pourraient être mesurés directement sur le terrain.

Figure 10 : Scénario RTGV - Contribution des périodes d'exposition à la dose efficace reçue par exposition externe aux dépôts la première année

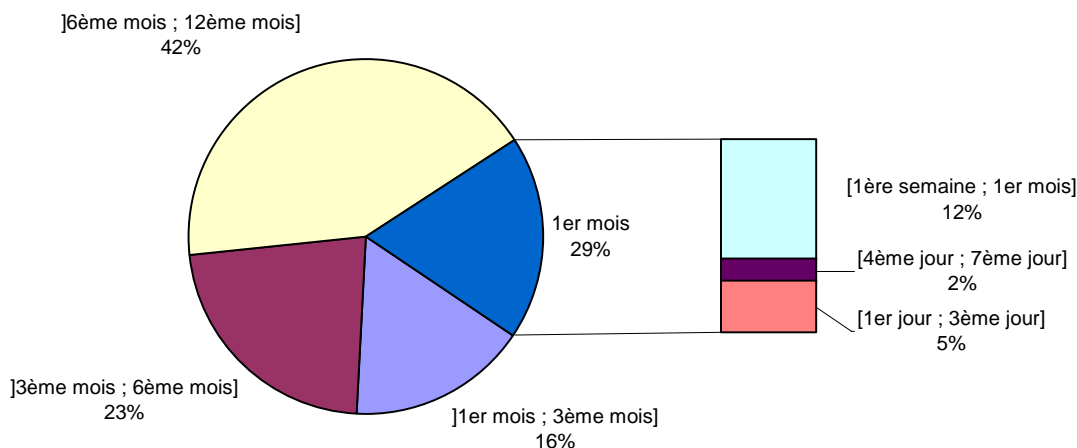


Figure 11a : Scénario RTGV - Evolution du débit de dose journalier reçu par voie externe par l'adulte rural (mSv/j)

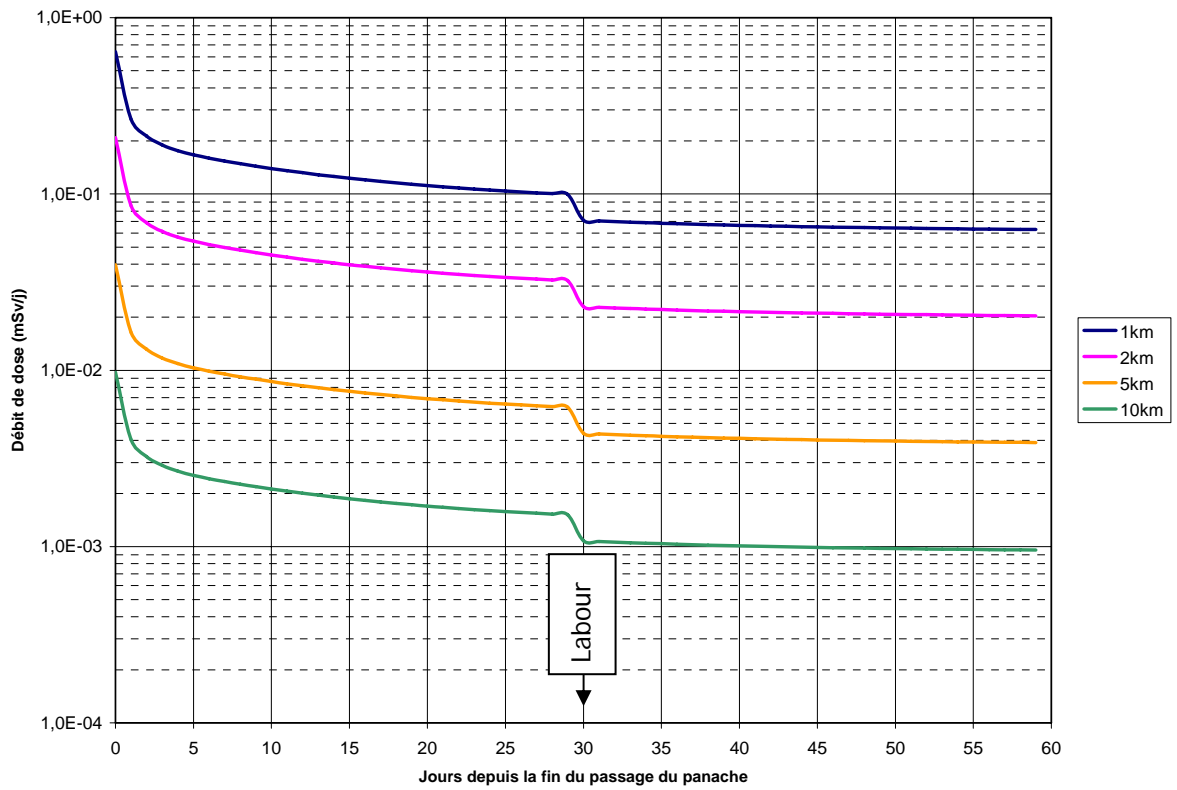


Figure 11b : Scénario RTGV - Evolution du débit de dose par voie externe sur surface dure sans protection (µSv/h)

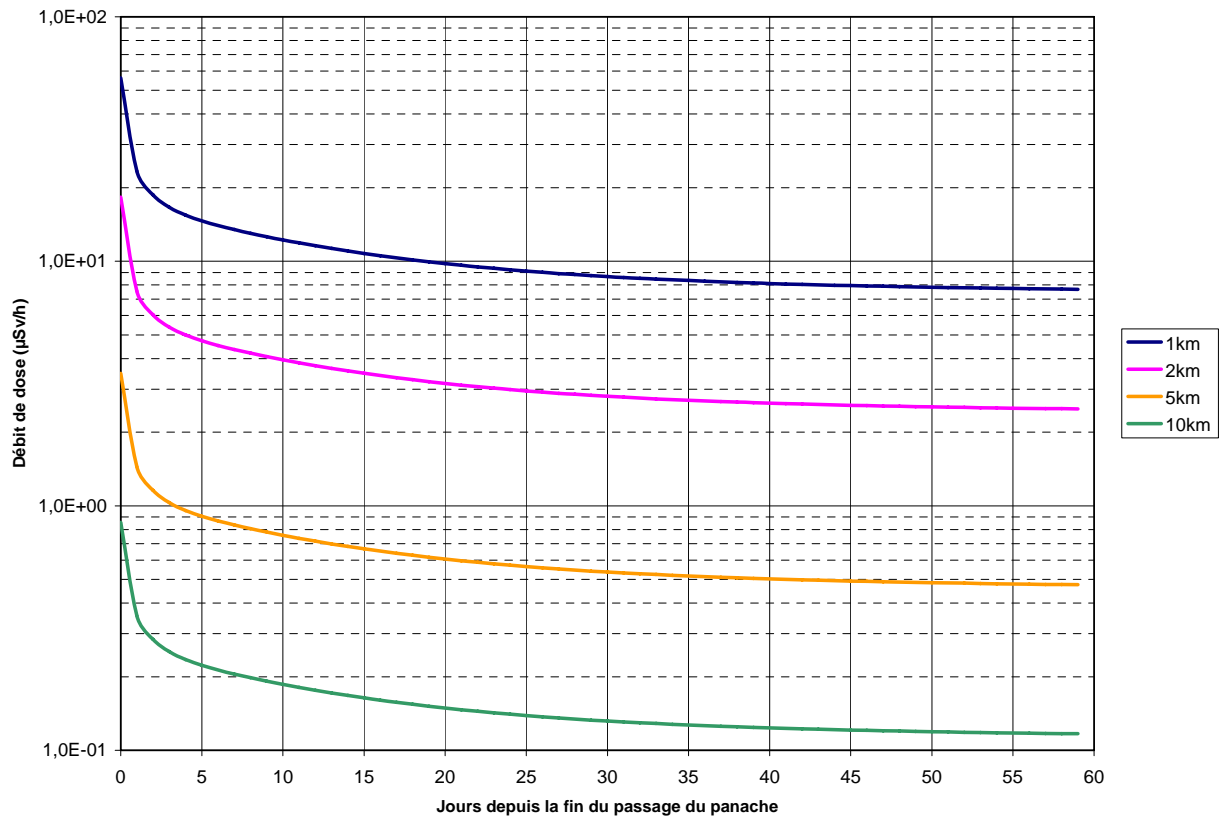
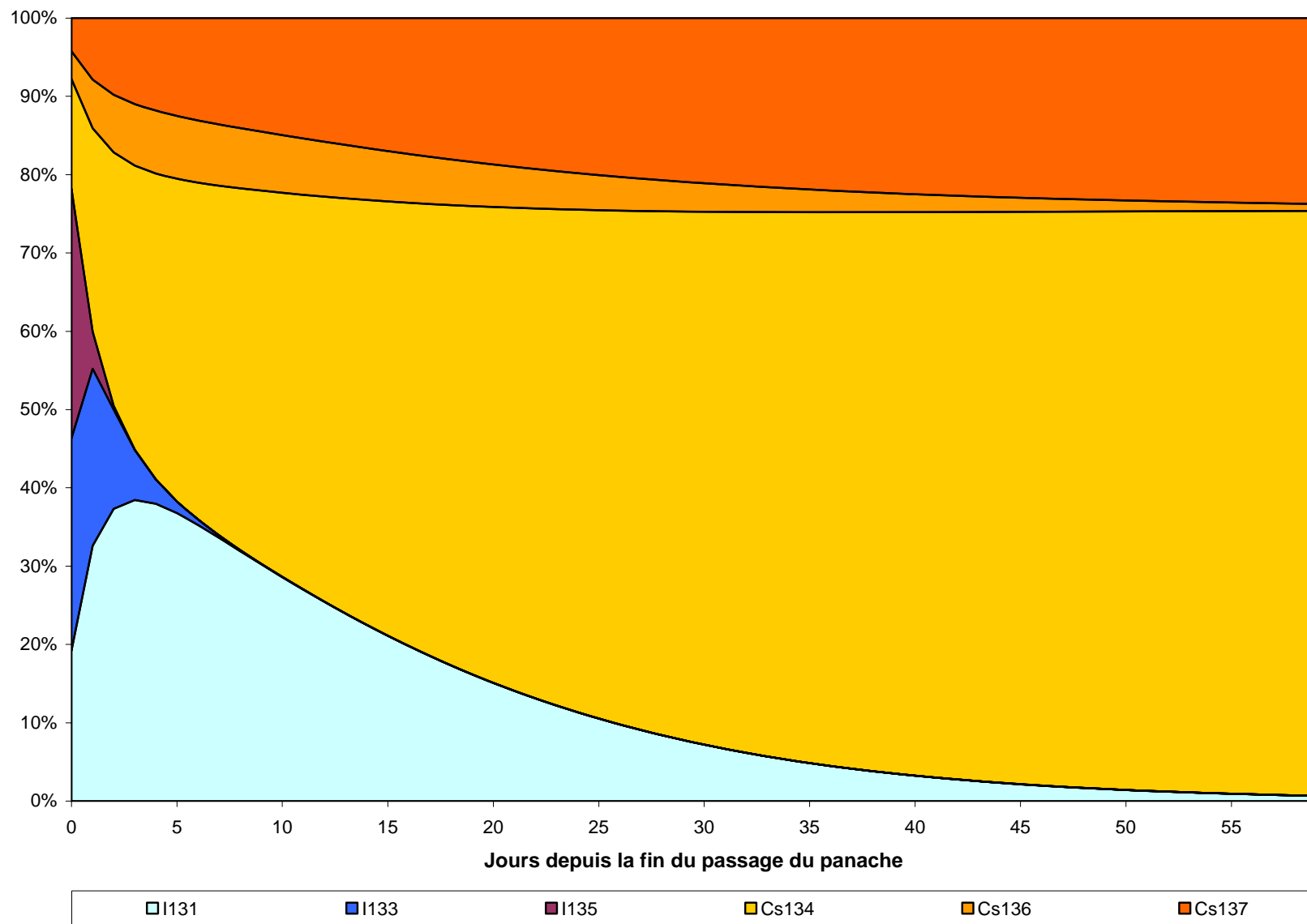


Figure 12 : Contribution des radionucléides déposés au débit de dose efficace par irradiation externe sur les 2 premiers mois la fin du passage du panache (RTGV)



4.2 EXPOSITION INTERNE PAR INGESTION INVOLONTAIRE DE CONTAMINATION

L'ingestion involontaire de contamination est une voie difficilement quantifiable tant elle dépend du comportement propre à chaque individu. Pour permettre aux groupes de travail de réfléchir à cette voie d'exposition, les doses ont été calculées en considérant une ingestion involontaire quotidienne correspondant la quantité déposée sur 1 cm² de sol. Ces valeurs pourront ainsi être aisément pondérées.

Les coefficients de dose utilisés sont extraits de la base de données ECRIN [3] et de la CIPR 72.

4.2.1 ACCIDENT DE PERTE DE REFRIGERANT PRIMAIRE

Les tableaux 23 à 26 présentent, pour 4 groupes de population, la dose due à l'ingestion quotidienne de la quantité déposée sur 1 cm². Cette dose est calculée pour différentes durées d'exposition et à différentes distances du point de rejet.

Tableau 23 : Dose reçue par un enfant de 0-1 an après ingestion de 1 cm² de dépôt (en mSv) - Scénario APRP

	1km	2 km	5km	10 km	20 km
24 h	3,3E-02	9,2E-03	1,6E-03	3,8E-04	7,9E-05
7 j	1,7E-01	4,8E-02	8,1E-03	1,9E-03	4,1E-04
30 j	3,4E-01	9,5E-02	1,6E-02	3,9E-03	8,1E-04
365 j	5,3E-01	1,5E-01	2,6E-02	6,2E-03	1,3E-03

Tableau 24 : Dose reçue par un enfant de 1-2 ans après ingestion de 1 cm² de dépôt (en mSv) - Scénario APRP

	1km	2 km	5km	10 km	20 km
24 h	2,9E-02	8,3E-03	1,4E-03	3,4E-04	7,2E-05
7 j	1,6E-01	4,4E-02	7,5E-03	1,8E-03	3,8E-04
30 j	3,1E-01	8,8E-02	1,5E-02	3,6E-03	7,5E-04
365 j	4,4E-01	1,2E-01	2,1E-02	5,0E-03	1,1E-03

Tableau 25 : Dose reçue par un enfant de 2-7 ans après ingestion de 1 cm² de dépôt (en mSv) - Scénario APRP

	1km	2 km	5km	10 km	20 km
24 h	1,6E-02	4,6E-03	7,8E-04	1,9E-04	4,0E-05
7 j	8,6E-02	2,4E-02	4,1E-03	1,0E-03	2,1E-04
30 j	1,7E-01	4,9E-02	8,4E-03	2,0E-03	4,2E-04
365 j	2,7E-01	7,6E-02	1,3E-02	3,1E-03	6,6E-04

Tableau 26 : Dose reçue par un adulte après ingestion de 1 cm² de dépôt (en mSv) - Scénario APRP

	1km	2 km	5km	10 km	20 km
24 h	4,0E-03	1,1E-03	1,9E-04	4,6E-05	9,7E-06
7 j	2,2E-02	6,1E-03	1,0E-03	2,5E-04	5,2E-05
30 j	4,8E-02	1,4E-02	2,3E-03	5,6E-04	1,2E-04
365 j	1,7E-01	4,7E-02	7,9E-03	1,9E-03	4,0E-04

4.2.2 RUPTURE DE TUBES DE GENERATEUR DE VAPEUR

Les tableaux 27 à 30 présentent, pour 4 groupes de population, la dose due à l'ingestion quotidienne de la quantité déposée sur 1 cm². Cette dose est calculée pour différentes durées d'exposition et à différentes distances du point de rejet.

Tableau 27 : Dose reçue par un enfant de 0-1 an après ingestion de 1 cm² de dépôt (en mSv) - Scénario RTGV

	1km	2 km	5km	10 km	20 km
24 h	1,5E-01	4,7E-02	9,0E-03	2,2E-03	4,2E-04
7 j	6,9E-01	2,2E-01	4,3E-02	1,1E-02	2,0E-03
30 j	1,4E+00	4,6E-01	8,9E-02	2,2E-02	4,2E-03
365 j	3,0E+00	9,7E-01	1,8E-01	4,5E-02	8,6E-03

Tableau 28 : Dose reçue par un enfant de 1-2 ans après ingestion de 1 cm² de dépôt (en mSv) - Scénario RTGV

	1km	2 km	5km	10 km	20 km
24 h	1,4E-01	4,5E-02	8,7E-03	2,1E-03	4,1E-04
7 j	6,7E-01	2,2E-01	4,2E-02	1,0E-02	2,0E-03
30 j	1,4E+00	4,4E-01	8,5E-02	2,1E-02	4,0E-03
365 j	2,3E+00	7,6E-01	1,4E-01	3,5E-02	6,8E-03

Tableau 29 : Dose reçue par un enfant de 2-7 ans après ingestion de 1 cm² de dépôt (en mSv) - Scénario RTGV

	1km	2 km	5km	10 km	20 km
24 h	7,8E-02	2,5E-02	4,8E-03	1,2E-03	2,3E-04
7 j	3,8E-01	1,2E-01	2,3E-02	5,7E-03	1,1E-03
30 j	7,8E-01	2,5E-01	4,8E-02	1,2E-02	2,3E-03
365 j	1,5E+00	5,0E-01	9,5E-02	2,3E-02	4,4E-03

Tableau 30 : Dose reçue par un adulte après ingestion de 1 cm² de dépôt (en mSv) - Scénario RTGV

	1km	2 km	5km	10 km	20 km
24 h	1,9E-02	6,3E-03	1,2E-03	3,0E-04	5,6E-05
7 j	1,0E-01	3,3E-02	6,3E-03	1,5E-03	3,0E-04
30 j	2,5E-01	8,2E-02	1,6E-02	3,9E-03	7,4E-04
365 j	1,3E+00	4,1E-01	7,7E-02	1,9E-02	3,6E-03

4.3 CONSEQUENCES AGRICOLES EN PHASE POST-ACCIDENTELLE

4.3.1 CONTAMINATION DES PRODUITS DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE

Quatre produits agricoles ont été considérés : les « légumes à feuilles », les « céréales de printemps », le « lait de vache » et la « viande bovine ». La modélisation utilisée par ASTRAL [5] a été prise en compte. Par conservatisme :

- les animaux sont supposés rester à l'extérieur après la fin des rejets et consommer environ 50 kg d'herbe contaminée par jour.
- la récolte des céréales est supposée avoir lieu 7 jours après la fin des rejets tandis que celle des légumes-feuilles est supposée être effectuée quotidiennement.
- les facteurs de transfert foliaire, pour les deux scénarios, ne tiennent pas compte de la présence de pluie. Seules les valeurs de dépôt tiennent compte de celle-ci.

4.3.1.1 Accident de fusion du cœur

Les figures 13 à 16 présentent l'évolution temporelle et spatiale de la contamination des produits alimentaires étudiés dans le cas du scénario APRP. L'activité des radionucléides (RN) est regroupée au sein de familles définies par la réglementation relative aux Niveaux Maximaux Admissibles pour la commercialisation des denrées alimentaires (Règlement Euratom [8]).

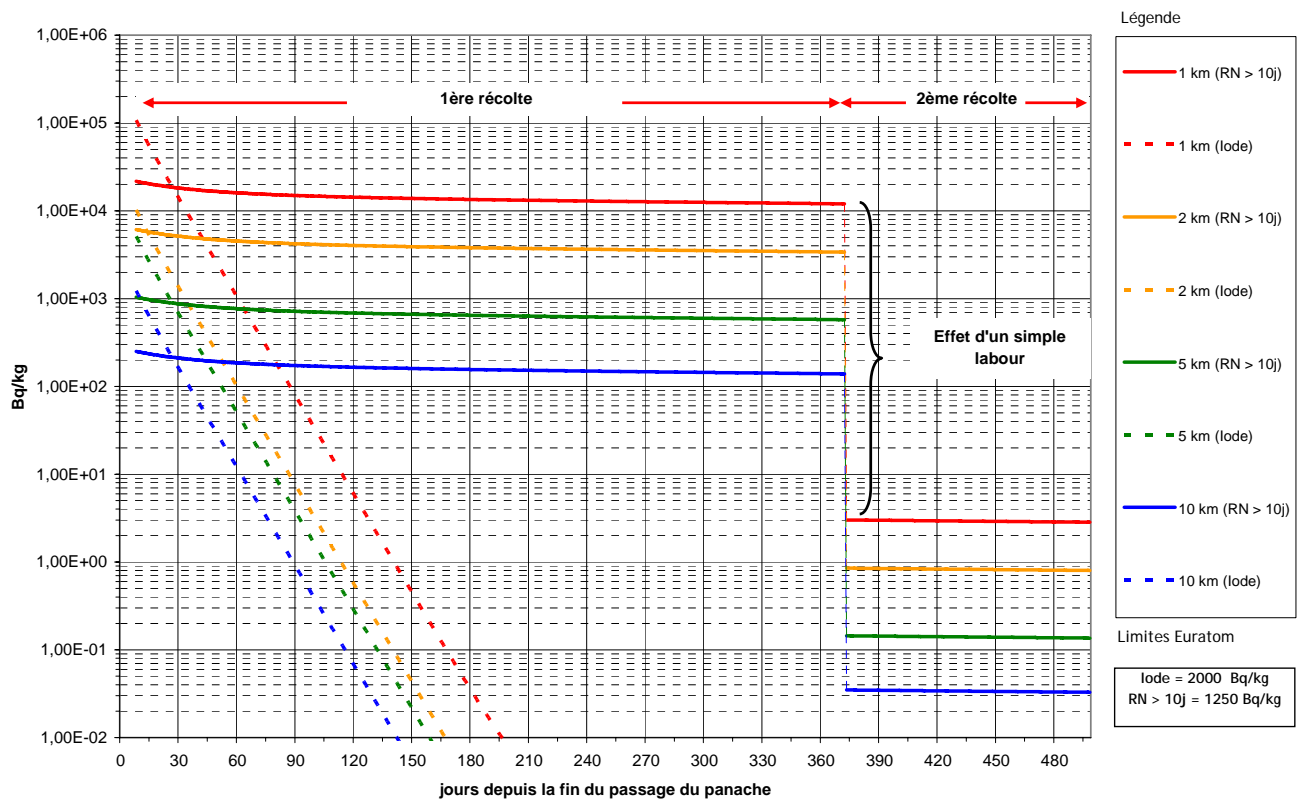


Figure 13 : Contamination des céréales en Bq/kg - (APRP)

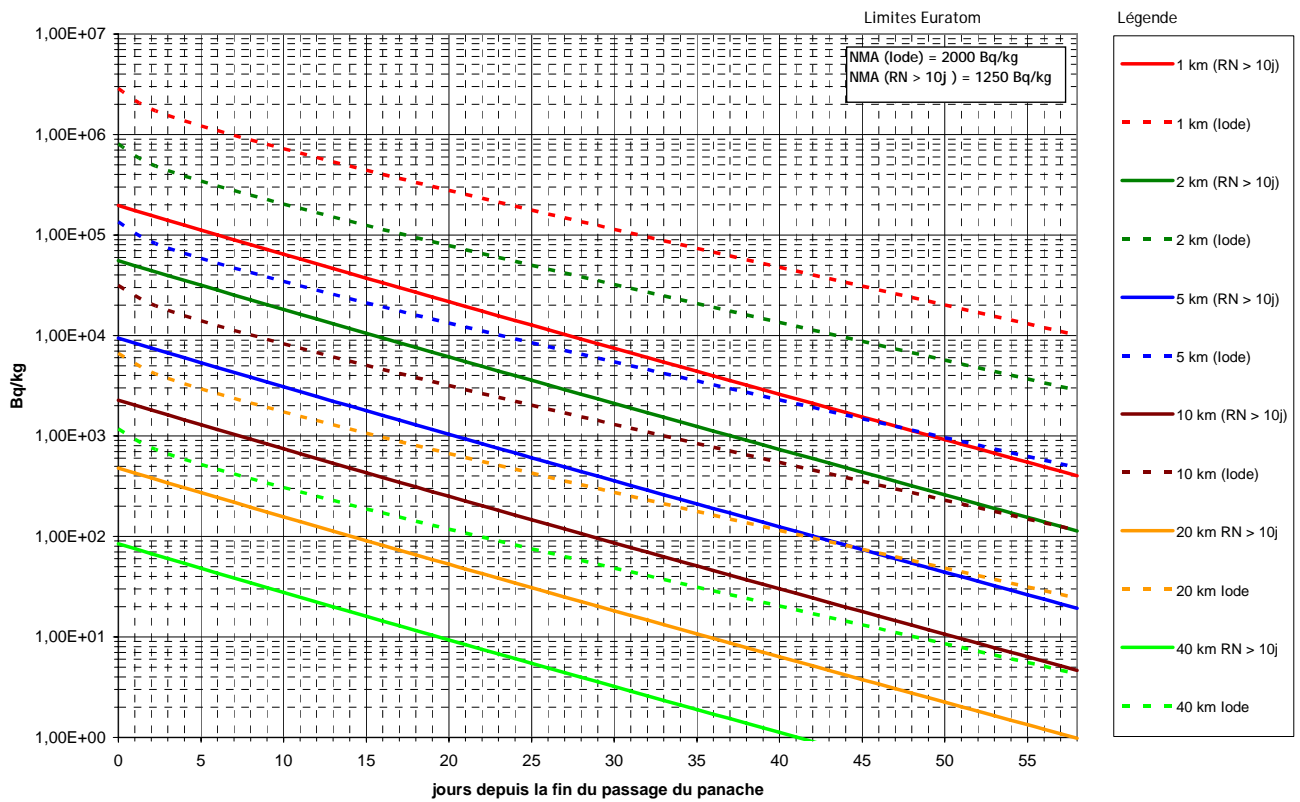


Figure 14 : Contamination des Légumes à feuilles en Bq/kg - (APRP)

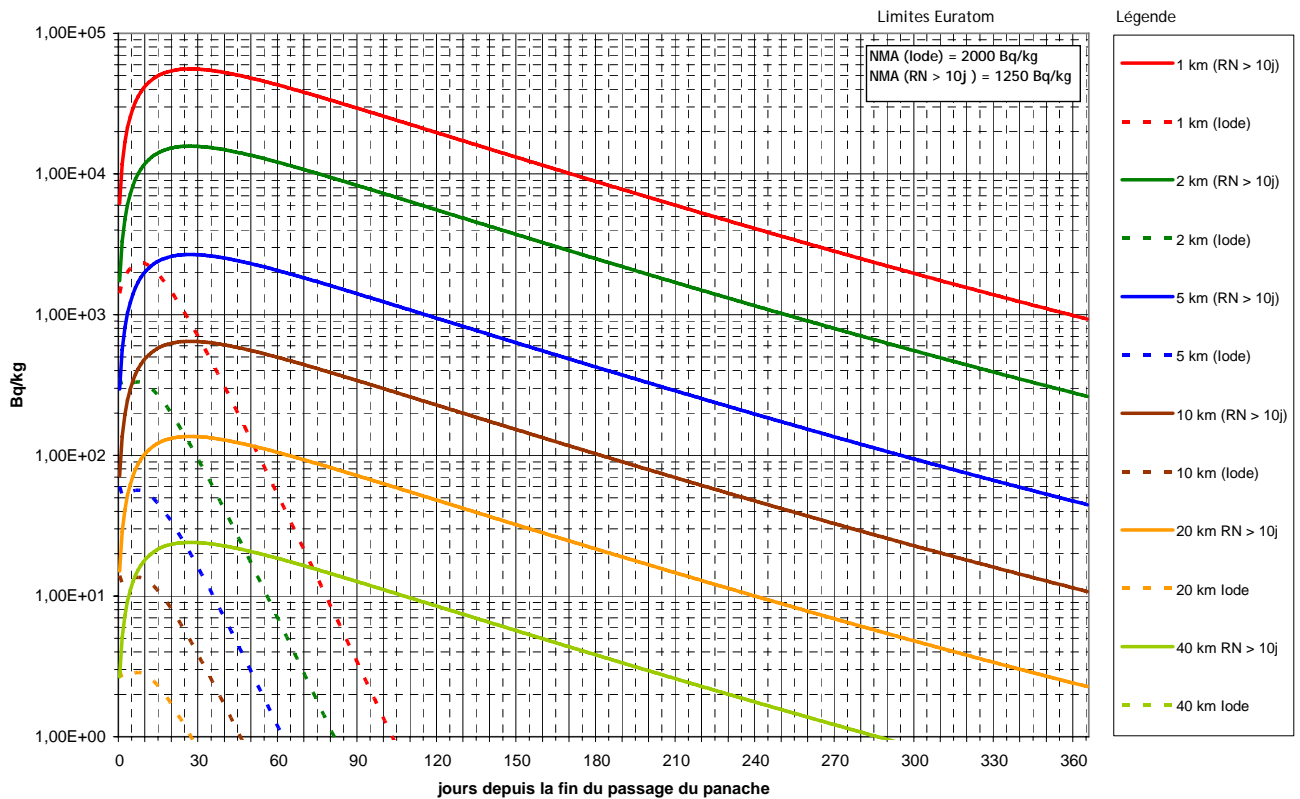


Figure 15 : Contamination de la viande bovine en Bq/kg - (APRP)

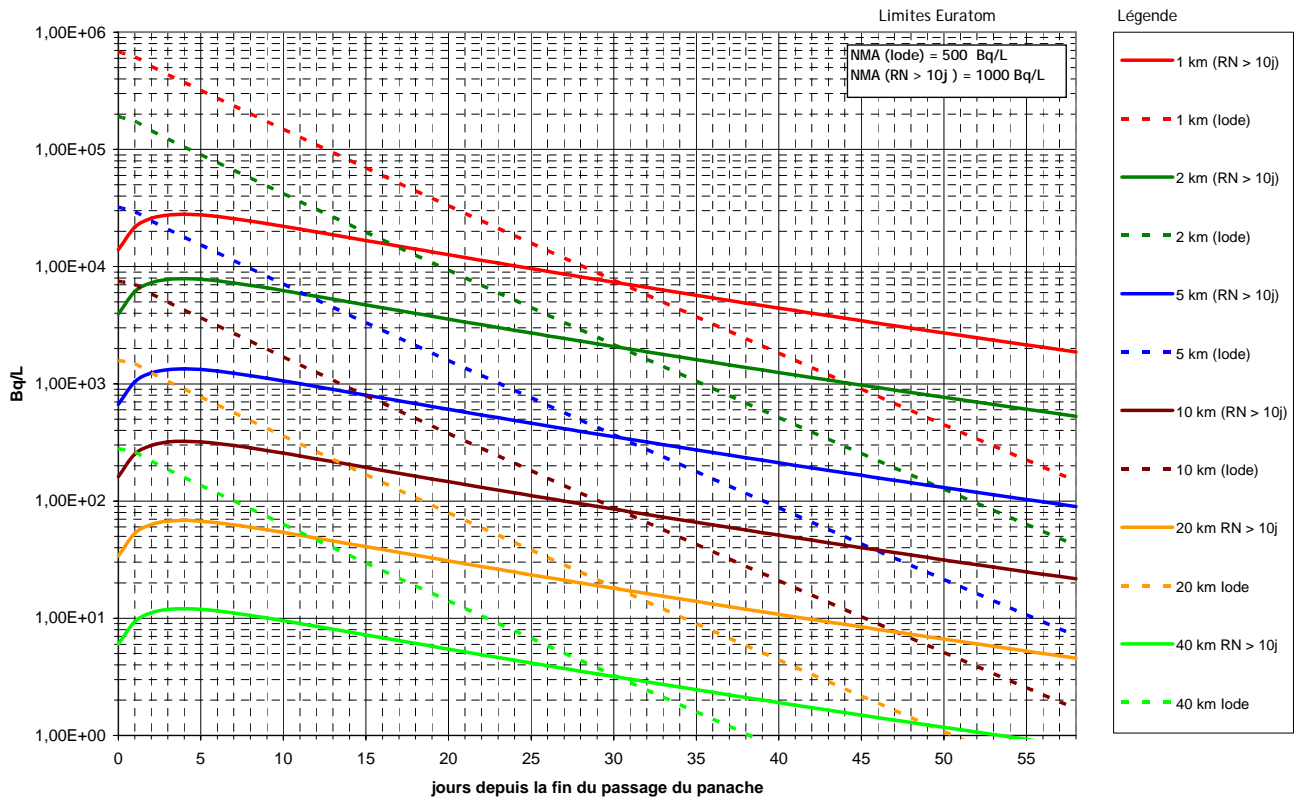


Figure 16 : Contamination du lait de vache en Bq/l - (APRP)

4.3.1.2 Rupture de tubes de générateur de vapeur

Les figures 17, 18, 19 et 20 présentent l'évolution temporelle et spatiale de la contamination des compartiments alimentaires étudiés dans le cas du scénario RTGV.

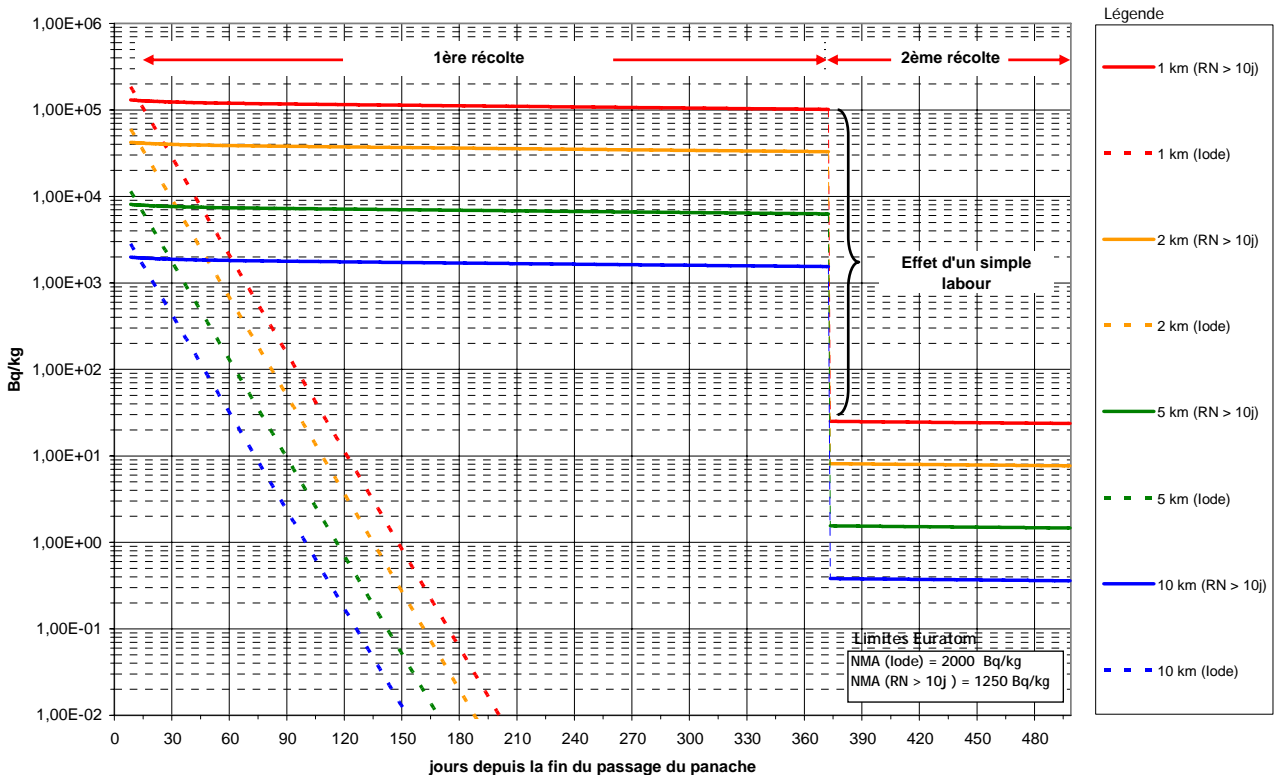


Figure 17 : Evolution de la contamination des céréales en Bq/kg - (RTGV)

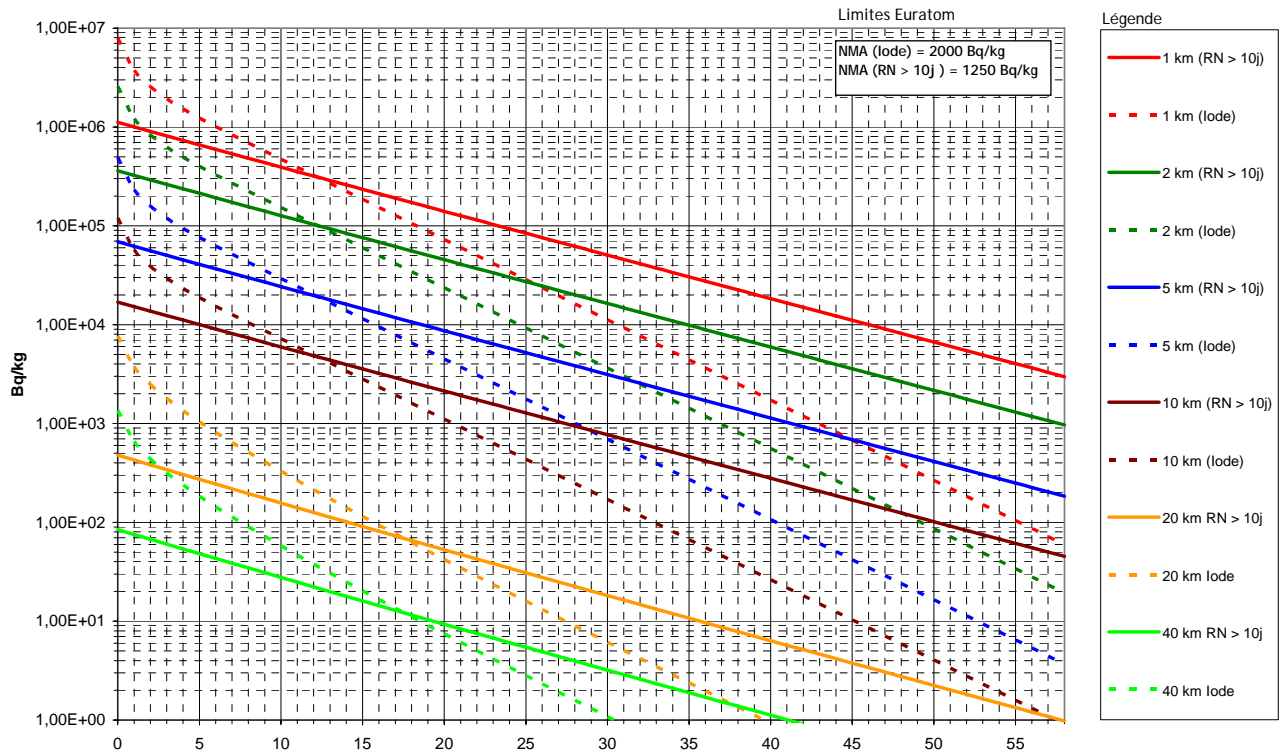


Figure 18 : Contamination des Légumes à feuilles en Bq/kg - (RTGV)

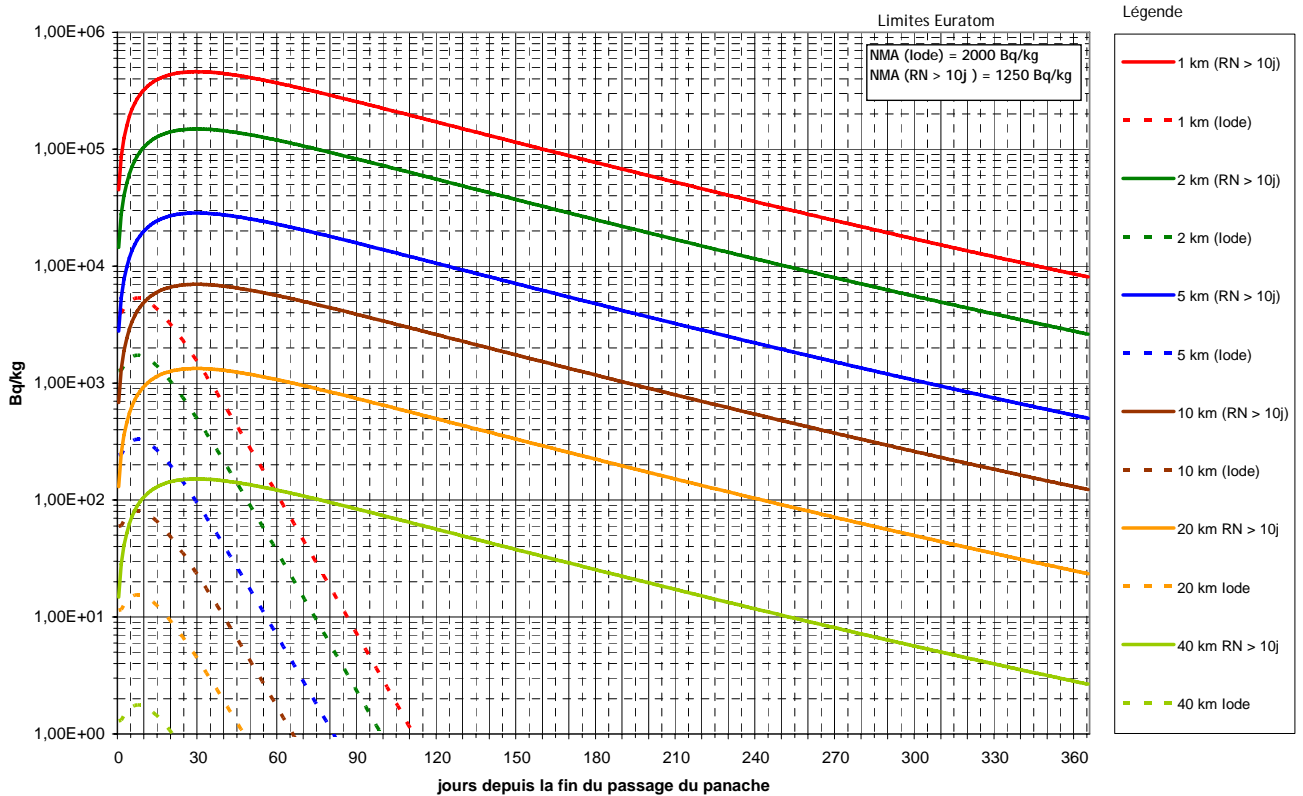


Figure 19 : Contamination de la viande bovine en Bq/kg - (RTGV)

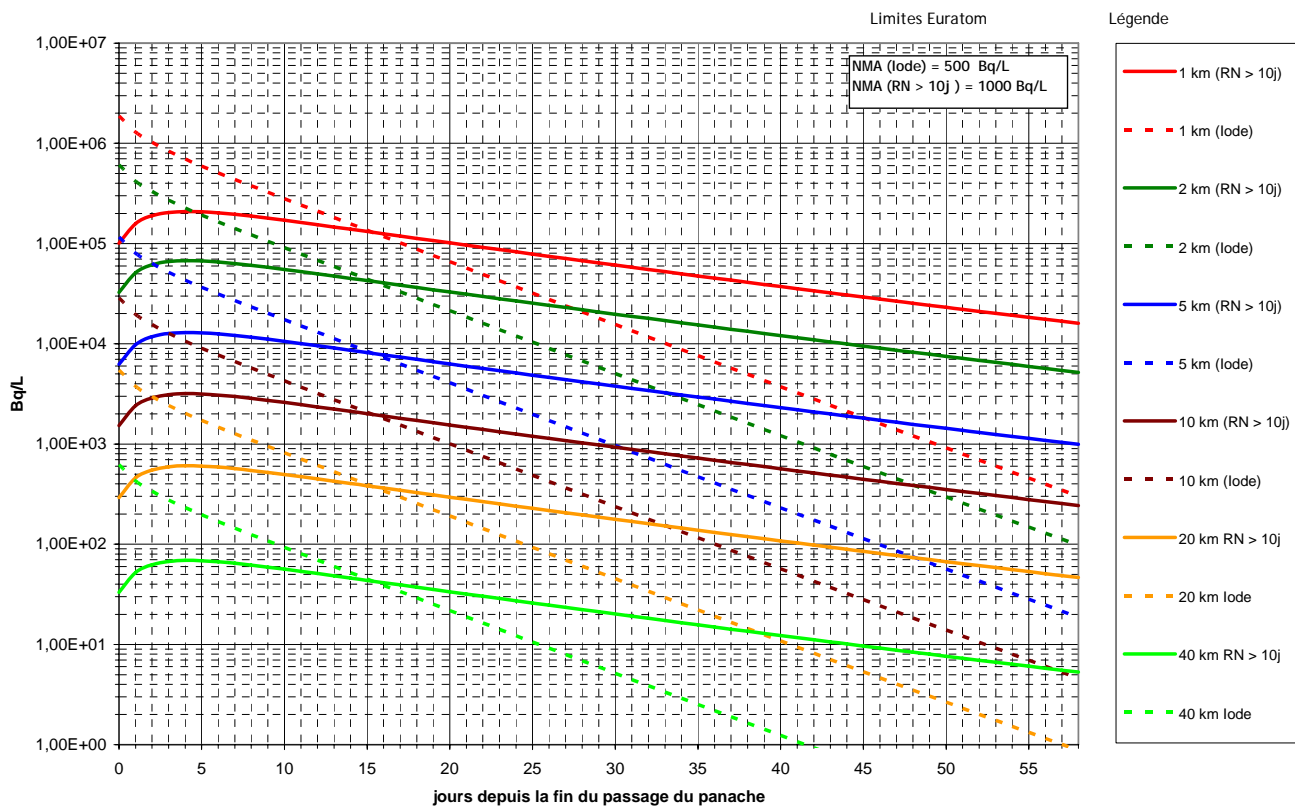


Figure 20 : Contamination du lait de vache en Bq/l - (RTGV)

4.3.2 DISTANCE D'ATTEINTE DES NIVEAUX MAXIMAUX ADMISSIBLES DANS LES DENREES ALIMENTAIRES

La distance d'atteinte du niveau maximal admissible (NMA) pour un produit agricole et pour un instant donné, est défini comme la distance séparant le site accidenté d'un point situé sur l'axe du panache, en amont duquel le niveau de contamination du produit agricole est supérieur au niveau maximal admissible associé.

Généralement, les niveaux maximaux admissibles du règlement Euratom [8] sont retenus. Ces derniers sont rappelés dans le tableau 31.

Tableau 31 : Niveaux Maximaux Admissibles selon le règlement Euratom N° 2218/89

Famille	Denrées Alimentaires (Bq/kg)			
	Aliments pour nourrissons	Produits laitiers	Autres denrées	Liquides destinés à la consommation
Isotopes de strontium dont ⁹⁰ Sr	75	125	750	125
Isotopes d'iode dont ¹³¹ I	150	500	2000	500
²³⁹ Pu et ²⁴¹ Am et autres transuraniens	1	20	80	20
¹³⁴ Cs et ¹³⁷ Cs et autres RN de période > 10j	400	1000	1250	1000

* ¹⁴C, ³H et ⁴⁰K ne sont pas pris en compte dans ce groupe.

4.3.2.1 Accident de fusion du cœur

Le tableau 32 présente, pour chaque produit alimentaire étudié, la durée de dépassement des NMA Euratom en différents points de l'espace, pour le cas du scénario APRP. Il fait également apparaître la classe d'isotope responsable de ce dépassement.

Le tableau 33 met en évidence les délais écoulés depuis la fin du passage du panache jusqu'à l'instant d'atteinte des distances maximales de dépassement des NMA. L'ensemble des radionucléides est pris en compte dans le calcul.

Tableau 32 : Scénario APRP - Durée de dépassement des NMA en différentes distances du point de rejet

		1 km	2 km	5 km	10 km	20 km	40 km
Céréales	<i>RN > 10 j</i>	1ère récolte 2ème récolte					
	<i>lode</i>	1ère récolte 2ème récolte					
Légumes feuilles	<i>RN > 10 j</i>	1,5 mois	35 j	15 j	5 j		
	<i>lode</i>	>2 mois	2 mois	1,5 mois	25 j	10 j	
Viande bovine	<i>RN > 10 j</i>	11 mois	8 mois	3 mois			
	<i>lode</i>	3 j					
Lait de vache	<i>RN > 10 j</i>	2 mois	1,5 mois	10 j			
	<i>lode</i>	50 j	40 j	30 j	20 j	10 j	

Légende :




-  Zone de production > NMA pour la classe d'isotope considérée
-  Zone de production < NMA pour la classe d'isotope considérée
-  Distance maximale d'atteinte des NMA, quelle que soit la classe d'isotope

Tableau 33 : Scénario APRP - distances maximales de dépassement des Niveaux Maximaux Admissibles en fonction du temps (km)

	<i>Céréales</i>	<i>Légumes feuilles</i>	<i>Viande bovine</i>	<i>Lait de vache</i>
t		34	3	
t + 1 j		30	4	33
t + 2 j		28	4	32
t + 7 j	5	22	6	30
t + 15 j	5	16	7	22
t + 30 j	5	9	8	13
t + 60 j	5	3	7	5

t=fin du passage du panache

4.3.2.2 Rupture de tubes de générateur de vapeur

Le tableau 34 présente, pour chaque produit alimentaire étudié, la durée de dépassement des NMA Euratom en différents points de l'espace, pour le cas du scénario RTGV. Il fait également apparaître la classe d'isotope responsable de ce dépassement.

Le tableau 35 met en évidence les délais écoulés depuis la fin du passage du panache jusqu'à l'instant d'atteinte des distances maximales de dépassement des NMA. L'ensemble des radionucléides est pris en compte dans le calcul.

Tableau 34 : Scénario RTGV - Durée de dépassement des NMA en différentes distances du point de rejet

		1 km	2 km	5 km	10 km	20 km	40 km
Céréales	<i>RN > 10 j</i>	1ère récolte > NMA 2ème récolte < NMA					
	<i>I</i>	1ère récolte > NMA 2ème récolte < NMA					
Légumes feuilles	<i>RN > 10 j</i>	2 mois	1,5 mois	1 mois	25 j		
	<i>I</i>	1,5 mois	1 mois	25 j	15 j	3 j	
Viande bovine	<i>RN > 10 j</i>	1 an	1 an	9 mois	6 mois	1,5 mois	
	<i>I</i>	1 mois					
Lait de vache	<i>RN > 10 j</i>	> 2 mois	> 2 mois	2 mois	30 j		
	<i>I</i>	2 mois	45 j	35 j	25 j	10 j	

Légende :




	Zone de production > NMA pour la classe d'isotope considérée
	Zone de production < NMA pour la classe d'isotope considérée
	Distance maximale d'atteinte des NMA, quelle que soit la classe d'isotope

Tableau 35 : Scénario RTGV - distances maximales de dépassement des niveaux maximaux admissibles en fonction du temps

t	Distances maximales de dépassement des niveaux maximaux admissibles (km)			
	Céréales	Légumes feuilles	Viande bovine	Lait de vache
t		36	7	
t + 1 j		29	9	35
t + 2 j		26	11	32
t + 7 j	11	18	15	30
t + 15 j	11	14	17	23
t + 30 j	11	8	18	16
t + 60 j	11	2	16	9

t=fin du passage du panache

4.4 EXPOSITION INTERNE PAR INGESTION VOLONTAIRE D'ALIMENTS CONTAMINÉS

Les calculs de la dose interne par ingestion de produits agricoles contaminés ont été, en partie, effectués à l'aide du logiciel ASTRAL, tenant ainsi compte des hypothèses propres à cet outil :

- les filiations radioactives ne sont pas considérées, exceptées au travers des coefficients de dose par ingestion issus de la base ECRIN de l'IRSN et de la CIPR 72.
- seuls les radionucléides déposés et ayant une période radioactive supérieure ou égale à un jour ont été retenus pour cette évaluation (Cs134, Cs136, Cs137, I131, Sb125, Sb127, Te129M, Te131M, Te132).
- la décroissance radioactive entre l'instant de production et la consommation du produit agricole est prise en compte (cf. tableau 36).

Les doses par ingestion ont été calculées pour les groupes de population dont les modes de vie présentent les risques les plus élevés d'exposition par ingestion : les **jeunes enfants (2 à 7 ans)** et les **adultes, vivants en milieu rural**. Ces groupes sont caractérisés par un *régime alimentaire* propre et un *niveau d'autarcie*, traduisant la part, dans la ration alimentaire, de produits contaminés issus de la zone dans laquelle ces individus vivent (cf. tableau 36).

A noter que seulement douze compartiments alimentaires ont été pris en compte pour ces calculs et que les hypothèses définies pour le calcul de leur activité ont été maintenues (cf. paragraphe 4.3).

Pour alimenter la réflexion des différents groupes de travail, les calculs ont été réalisés en tenant compte d'une **autarcie partielle**¹ et d'une **autarcie totale** ainsi que de l'**application éventuelle d'actions de protection de la population** à travers l'interdiction de commercialisation des produits agricoles dont l'activité est supérieure aux NMA.

Tableau 36 : Régime alimentaire des groupes de population et paramètres de production

Compartiments alimentaires	Quantité ingérée quotidiennement (kg.j ⁻¹)		Niveaux d'autarcie (%)	Délai « production - consommation » (jour)
	Jeune enfant [2-7 ans]	Adulte		
Légumes-feuilles	0,068	0,087	73	2
Légumes-fruits	0,041	0,053	67	2
Légumes-racines	0,031	0,043	72	2
Lait de vache	0,057	0,094	80	1
Œuf	0,012	0,029	66	8
Viande de bœuf	0,034	0,053	42	15
Viande de porc	0,044	0,067	34	15
Viande de mouton	0,0044	0,0069	47	15
Viande de poulet	0,043	0,066	78	15
Pommes de terre	0,026	0,12	78	90
Farine	0,11	0,2	8	90
Beurre	0,006	0,018	12	8

¹ Bertrand M (1993). Consommation et lieux d'achat des produits alimentaires en 1991, collection INSEE – Résultats, Consommation – Modes de vie n° 54-55

4.4.1 ACCIDENT DE PERTE DE REFRIGERANT PRIMAIRE

4.4.1.1 Exposition par ingestion sans action de protection de la population

Les tableaux suivants présentent la dose par ingestion (mSv) reçue par un jeune enfant (2-7 ans) et par un adulte vivant en milieu agricole, pendant différentes périodes et à différentes distances de l'accident. **Aucune interdiction de commercialisation n'est supposée dans ces calculs.** Les individus consomment, par conséquent, des produits dont les niveaux de contamination sont supérieurs aux NMA. Les tableaux 37 et 38 supposent une **autarcie partielle** tandis que les tableaux 39 et 40 supposent une **autarcie totale**, c'est-à-dire que la totalité des aliments proviennent de la zone où vivent ces individus.

Tableau 37 : Dose cumulée par ingestion (mSv) pour des enfants de 2 à 7 ans (Autarcie partielle / Aucune action de protection de la population)

		1 km	2 km	5 km	10 km
1 ^{ère} année	1 ^{er} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	2 ^{ème} jour	6,8E-01	1,9E-01	3,3E-02	7,9E-03
	1 ^{ère} semaine	1,8E+01	5,0E+00	8,6E-01	2,1E-01
	1 ^{er} mois	3,1E+01	8,8E+00	1,5E+00	3,6E-01
	3 ^{èrs} mois	3,2E+01	9,1E+00	1,5E+00	3,7E-01
	6 ^{èrs} mois	3,3E+01	9,3E+00	1,6E+00	3,8E-01
	1 ^{ère} an	3,3E+01	9,4E+00	1,6E+00	3,9E-01
2 ^{ème} année		3,1E-01	8,7E-02	1,5E-02	3,6E-03

Tableau 38 : Dose cumulée par ingestion (mSv) pour des adultes agricoles (Autarcie partielle / Aucune action de protection de la population)

		1 km	2 km	5 km	10 km
1 ^{ère} année	1 ^{er} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	2 ^{ème} jour	2,6E-01	7,3E-02	1,2E-02	3,0E-03
	1 ^{ère} semaine	6,1E+00	1,7E+00	2,9E-01	7,0E-02
	1 ^{er} mois	1,2E+01	3,3E+00	5,5E-01	1,3E-01
	3 ^{èrs} mois	1,3E+01	3,8E+00	6,4E-01	1,6E-01
	6 ^{èrs} mois	1,5E+01	4,1E+00	7,0E-01	1,7E-01
	1 ^{ère} an	1,6E+01	4,6E+00	7,7E-01	1,9E-01
2 ^{ème} année		1,0E+00	3,0E-01	5,0E-02	1,2E-02

Tableau 39 : Dose cumulée par ingestion (mSv) pour des enfants de 2 à 7 ans (Autarcie totale / Aucune action de protection de la population)

		1 km	2 km	5 km	10 km
1 ^{ère} année	1 ^{er} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	2 ^{ème} jour	8,5E-01	2,4E-01	4,1E-02	9,9E-03
	1 ^{ère} semaine	2,4E+01	6,8E+00	1,2E+00	2,8E-01
	1 ^{er} mois	4,2E+01	1,2E+01	2,0E+00	4,9E-01
	3 ^{èrs} mois	4,5E+01	1,3E+01	2,1E+00	5,2E-01
	6 ^{èrs} mois	4,6E+01	1,3E+01	2,2E+00	5,4E-01
	1 ^{ère} an	4,8E+01	1,4E+01	2,3E+00	5,6E-01
2 ^{ème} année		1,0E+00	3,0E-01	5,0E-02	1,2E-02

Tableau 40 : Dose cumulée par ingestion (mSv) pour des adultes agricoles (Autarcie totale / Aucune action de protection de la population)

		1 km	2 km	5 km	10 km
1 ^{ère} année	1 ^{er} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	2 ^{ème} jour	3,2E-01	9,1E-02	1,5E-02	3,7E-03
	1 ^{ère} semaine	8,2E+00	2,3E+00	3,9E-01	9,5E-02
	1 ^{er} mois	1,6E+01	4,5E+00	7,6E-01	1,8E-01
	3 ^{èrs} mois	2,0E+01	5,6E+00	9,5E-01	2,3E-01
	6 ^{èrs} mois	2,4E+01	6,7E+00	1,1E+00	2,7E-01
	1 ^{ère} an	2,9E+01	8,2E+00	1,4E+00	3,4E-01
2 ^{ème} année		3,0E+00	8,3E-01	1,4E-01	3,4E-02

4.4.1.2 Exposition par ingestion avec actions de protection de la population

Les tableaux suivants présentent la dose par ingestion (mSv) reçue par un jeune enfant (2-7 ans) et par un adulte vivant en milieu agricole, pendant différentes périodes et à différentes distances de l'accident. Dans ce cas, la commercialisation et la consommation d'aliments dont l'activité est supérieure aux NMA est interdite. Le tableau 41 présente les durées de dépassement des NMA pour chaque compartiment alimentaire et dans chaque zone étudiée.

Les tableaux 42 et 43 supposent une autarcie partielle tandis que les tableaux 44 et 45 supposent une autarcie totale, c'est-à-dire que la totalité des aliments proviennent de la zone où vivent ces individus.

Tableau 41 : durée de dépassement des NMA (en jours)

	1km	2km	5km	10km	20km
Beurre	53	44	32	22	12
Farine	458	458			
Lait vache	73	46	34	24	13
Légumes-feuilles	50	41	31	24	15
Légumes-fruits	100	60	34	22	9
Légumes- racines	100	60	34	22	9
Œufs					
Pomme de terre	550				
Viande de bœuf	360	252	116		
Viande de mouton	252	166	99	50	
Viande de porc	494				
viande de poulet	462				

NB : l'écart limité (quelques jours) qui peut être observé par rapport aux valeurs présentées dans le tableau 32 du paragraphe 4.3.2.1 est principalement dû à la prise en compte, dans ce dernier de la filiation radioactive de certains radionucléides.

Tableau 42 : Dose cumulée par ingestion (mSv) pour des enfants de 2 à 7 ans
(Autarcie partielle / Interdiction de commercialisation des produits > NMA)

		1 km	2 km	5 km	10 km
1 ^{ère} année	1 ^{er} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	2 ^{ème} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	1 ^{ère} semaine	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	1 ^{er} mois	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	9,0E-03
	3 ^{èrs} mois	1,3E-02	3,2E-02	2,1E-02	2,1E-02
	6 ^{èrs} mois	3,5E-02	6,2E-02	3,8E-02	2,7E-02
	1 ^{ère} an	4,7E-02	1,7E-01	6,5E-02	3,3E-02
2 ^{ème} année		5,3E-02	7,4E-02	1,5E-02	3,6E-03

Tableau 43 : Dose cumulée par ingestion (mSv) pour des adultes agricoles
(Autarcie partielle / Interdiction de commercialisation des produits > NMA)

		1 km	2 km	5 km	10 km
1 ^{ère} année	1 ^{er} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	2 ^{ème} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	1 ^{ère} semaine	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	1 ^{er} mois	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	6,7E-03
	3 ^{èrs} mois	2,4E-02	5,0E-02	2,3E-02	2,7E-02
	6 ^{èrs} mois	6,8E-02	1,1E-01	6,2E-02	3,9E-02
	1 ^{ère} an	9,8E-02	4,6E-01	1,4E-01	5,8E-02
2 ^{ème} année		1,2E-01	2,6E-01	5,1E-02	1,2E-02

Tableau 44 : Dose cumulée par ingestion (mSv) pour des enfants de 2 à 7 ans
(Autarcie totale / Interdiction de commercialisation des produits > NMA)

		1 km	2 km	5 km	10 km
1 ^{ère} année	1 ^{er} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	2 ^{ème} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	1 ^{ère} semaine	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	1 ^{er} mois	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,4E-02
	3 ^{èrs} mois	1,8E-02	4,3E-02	2,9E-02	3,7E-02
	6 ^{èrs} mois	4,8E-02	9,6E-02	9,4E-02	5,6E-02
	1 ^{ère} an	6,7E-02	2,9E-01	2,0E-01	8,0E-02
2 ^{ème} année		1,1E-01	1,3E-01	5,1E-02	1,2E-02

Tableau 45 : Dose cumulée par ingestion (mSv) pour des adultes agricoles
(Autarcie totale / Interdiction de commercialisation des produits > NMA)

		1 km	2 km	5 km	10 km
1 ^{ère} année	1 ^{er} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	2 ^{ème} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	1 ^{ère} semaine	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	1 ^{er} mois	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	1,2E-02
	3 ^{èrs} mois	3,4E-02	6,9E-02	3,2E-02	5,2E-02
	6 ^{èrs} mois	9,5E-02	1,8E-01	1,8E-01	9,6E-02
	1 ^{ère} an	1,4E-01	7,4E-01	4,5E-01	1,6E-01
2 ^{ème} année		2,3E-01	4,2E-01	1,4E-01	3,5E-02

4.4.2 RUPTURE DE TUBES DE GENERATEUR DE VAPEUR

4.4.2.1 Exposition par ingestion sans action de protection de la population

Les tableaux suivants présentent la dose par ingestion (mSv) reçue par un jeune enfant (2-7 ans) et par un adulte vivant en milieu agricole, pendant différentes périodes et à différentes distances de l'accident. **Aucune interdiction de commercialisation n'est supposée dans ces calculs.** Les individus consomment, par conséquent, des produits dont les niveaux de contamination sont supérieurs aux NMA. Les tableaux 46 et 47 supposent une **autarcie partielle** tandis que les tableaux 48 et 49 supposent une **autarcie totale**, c'est-à-dire que la totalité des aliments proviennent de la zone où vivent ces individus.

Tableau 46 : Dose cumulée par ingestion (mSv) pour des enfants de 2 à 7 ans
(Autarcie partielle / Aucune action de protection de la population)

		1 km	2 km	5 km	10 km
1 ^{ère} année	1 ^{er} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	2 ^{ème} jour	3,1E+00	1,0E+00	1,9E-01	4,7E-02
	1 ^{ère} semaine	7,6E+01	2,5E+01	4,7E+00	1,2E+00
	1 ^{er} mois	1,4E+02	4,4E+01	8,5E+00	2,1E+00
	3 ^{èrs} mois	1,5E+02	4,7E+01	9,0E+00	2,2E+00
	6 ^{èrs} mois	1,5E+02	4,9E+01	9,3E+00	2,3E+00
	1 ^{ère} an	1,5E+02	5,0E+01	9,6E+00	2,3E+00
2 ^{ème} année		2,7E+00	8,7E-01	1,7E-01	4,1E-02

Tableau 47 : Dose cumulée par ingestion (mSv) pour des adultes agricoles
(Autarcie partielle / Aucune action de protection de la population)

		1 km	2 km	5 km	10 km
1 ^{ère} année	1 ^{er} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	2 ^{ème} jour	1,2E+00	3,9E-01	7,5E-02	1,9E-02
	1 ^{ère} semaine	2,8E+01	9,2E+00	1,8E+00	4,3E-01
	1 ^{er} mois	5,9E+01	1,9E+01	3,7E+00	9,0E-01
	3 ^{èrs} mois	7,5E+01	2,4E+01	4,6E+00	1,1E+00
	6 ^{èrs} mois	8,5E+01	2,7E+01	5,2E+00	1,3E+00
	1 ^{ère} an	9,9E+01	3,2E+01	6,1E+00	1,5E+00
2 ^{ème} année		9,1E+00	3,0E+00	5,6E-01	1,4E-01

Tableau 48 : Dose cumulée par ingestion (mSv) pour des enfants de 2 à 7 ans
(Autarcie totale / Aucune action de protection de la population)

		1 km	2 km	5 km	10 km
1 ^{ère} année	1 ^{er} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	2 ^{ème} jour	3,9E+00	1,3E+00	2,4E-01	5,9E-02
	1 ^{ère} semaine	1,0E+02	3,3E+01	6,3E+00	1,6E+00
	1 ^{er} mois	1,9E+02	6,0E+01	1,2E+01	2,8E+00
	3 ^{èrs} mois	2,0E+02	6,6E+01	1,3E+01	3,1E+00
	6 ^{èrs} mois	2,2E+02	7,1E+01	1,3E+01	3,3E+00
	1 ^{ère} an	2,4E+02	7,6E+01	1,5E+01	3,6E+00
2 ^{ème} année		9,1E+00	2,9E+00	5,6E-01	1,4E-01

Tableau 49 : Dose cumulée par ingestion (mSv) pour des adultes agricoles (Autarcie totale / Aucune action de protection de la population)

		1 km	2 km	5 km	10 km
1 ^{ère} année	1 ^{er} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	2 ^{ème} jour	1,5E+00	4,9E-01	9,4E-02	2,3E-02
	1 ^{ère} semaine	3,8E+01	1,2E+01	2,4E+00	5,8E-01
	1 ^{er} mois	8,2E+01	2,7E+01	5,1E+00	1,3E+00
	3 ^{èrs} mois	1,2E+02	3,7E+01	7,1E+00	1,8E+00
	6 ^{èrs} mois	1,5E+02	4,8E+01	9,2E+00	2,3E+00
	1 ^{ère} an	2,0E+02	6,4E+01	1,2E+01	3,0E+00
2 ^{ème} année		2,6E+01	8,3E+00	1,6E+00	3,9E-01

4.4.2.2 Exposition par ingestion avec actions de protection de la population

Les tableaux suivants présentent la dose par ingestion (mSv) reçue par un jeune enfant (2-7 ans) et par un adulte vivant en milieu agricole, pendant différentes périodes et à différentes distances de l'accident. Dans ce cas, la commercialisation et la consommation d'aliments dont l'activité est supérieure aux NMA est interdite. Le tableau 50 présente les durées de dépassement des NMA pour chaque compartiment alimentaire et dans chaque zone étudiée.

Les tableaux 51 et 52 supposent une autarcie partielle tandis que les tableaux 53 et 54 supposent une autarcie totale, c'est-à-dire que la totalité des aliments proviennent de la zone où vivent ces individus.

Tableau 50 : durée de dépassement des NMA (en jours)

	1km	2km	5km	10km	20km
Beurre	95	67	44	35	23
Farine	458	458	458		
Lait vache	163	102	58	36	25
Légumes-feuilles	60	58	42	33	25
Légumes-fruits	120	120	76	37	23
Légumes- racines	120	120	76	37	23
Œufs	444				
Pomme de terre	550	550	550		
Viande de bœuf	587	459	305	192	66
Viande de mouton	547	382	201	134	77
Viande de porc	601	545	464		
viande de poulet	523	491	444		

NB : l'écart limité (quelques jours) qui peut être observé par rapport aux valeurs présentées dans le tableau 34 du paragraphe 4.3.2.2 est principalement dû à la prise en compte, dans ce dernier, de la filiation radioactive de certains radionucléides.

Tableau 51 : Dose cumulée par ingestion (mSv) pour des enfants de 2 à 7 ans
(Autarcie partielle / Interdiction de commercialisation des produits > NMA)

		1 km	2 km	5 km	10 km
1 ^{ère} année	1 ^{er} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	2 ^{ème} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	1 ^{ère} semaine	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	1 ^{er} mois	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	3 ^{èrs} mois	4,7E-03	3,2E-03	2,5E-02	3,4E-02
	6 ^{èrs} mois	2,5E-02	3,1E-02	3,8E-02	5,5E-02
	1 ^{ère} an	8,3E-02	5,6E-02	5,3E-02	1,3E-01
2 ^{ème} année		9,3E-02	6,8E-02	4,0E-02	4,1E-02

Tableau 52 : Dose cumulée par ingestion (mSv) pour des adultes agricoles
(Autarcie partielle / Interdiction de commercialisation des produits > NMA)

		1 km	2 km	5 km	10 km
1 ^{ère} année	1 ^{er} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	2 ^{ème} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	1 ^{ère} semaine	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	1 ^{er} mois	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	3 ^{èrs} mois	7,3E-03	5,5E-03	4,7E-02	5,1E-02
	6 ^{èrs} mois	5,0E-02	7,2E-02	7,5E-02	1,0E-01
	1 ^{ère} an	1,8E-01	1,4E-01	1,1E-01	3,1E-01
2 ^{ème} année		2,0E-01	1,5E-01	8,7E-02	1,4E-01

Tableau 53 : Dose cumulée par ingestion (mSv) pour des enfants de 2 à 7 ans
(Autarcie totale / Interdiction de commercialisation des produits > NMA)

		1 km	2 km	5 km	10 km
1 ^{ère} année	1 ^{er} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	2 ^{ème} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	1 ^{ère} semaine	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	1 ^{er} mois	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	3 ^{èrs} mois	6,4E-03	5,3E-03	3,5E-02	4,7E-02
	6 ^{èrs} mois	3,5E-02	4,2E-02	5,3E-02	1,6E-01
	1 ^{ère} an	1,1E-01	7,7E-02	8,3E-02	4,3E-01
2 ^{ème} année		1,6E-01	1,3E-01	8,0E-02	1,4E-01

Tableau 54 : Dose cumulée par ingestion (mSv) pour des adultes agricoles
(Autarcie totale / Interdiction de commercialisation des produits > NMA)

		1 km	2 km	5 km	10 km
1 ^{ère} année	1 ^{er} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	2 ^{ème} jour	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	1 ^{ère} semaine	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	1 ^{er} mois	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
	3 ^{èrs} mois	1,0E-02	1,1E-02	6,6E-02	7,0E-02
	6 ^{èrs} mois	7,5E-02	1,0E-01	1,0E-01	3,5E-01
	1 ^{ère} an	2,4E-01	1,9E-01	1,7E-01	1,1E+00
2 ^{ème} année		3,5E-01	2,9E-01	1,7E-01	3,9E-01

CONCLUSION

Ce document présente les hypothèses et les principales conséquences des deux types de scénarios retenus pour la première classe de scénarios (un scénario de type APRP menant à la fusion du cœur et un scénario de type RTGV). Les deux scénarios retenus se rapportent à une centrale nucléaire française du palier 1300 MWe.

Les conditions de rejet et de dispersion aboutissent à des conséquences d'ampleur moyenne :

- sur les productions agricoles (interdiction de commercialisation et de consommation des produits destinés à l'alimentation humaine sur une trentaine de kilomètres au plus, au sens des niveaux maximaux admissibles définis dans le règlement Euratom [8]),
- sur les personnes (doses prévisionnelles sur les 24 premières heures suivant le début des rejets menant à la mise à l'abri et à l'écoute des populations sur un rayon de 2 à 3 kilomètres, doses reçues par exposition externe aux dépôts radioactifs sur la première année suivant l'accident de l'ordre de 20 mSv pour un adulte rural situé à 1 km du point de rejet dans le cas RTGV).

Le présent document fournit ainsi aux membres des différents GT sur lesquels s'appuie le CODIR-PA un ensemble de données susceptibles d'alimenter leurs réflexions, tant qualitatives que quantitatives. Quelques calculs complémentaires pourront s'avérer nécessaires afin de caractériser plus finement les conséquences de l'accident. A cet effet, et en vue d'assurer une certaine autonomie des GT, quelques données et méthodes de calcul simples sont fournies en annexe.

Les résultats fournis sont relatifs aux zones menacées par le panache radioactif, supposées identiques aux zones contaminées à la suite du passage du panache. Pour chacun des deux scénarios, celles-ci sont caractérisées :

- par leur emprise spatiale,
- par les niveaux de contamination observables sur l'axe du vent (niveaux *a priori* enveloppes),
- par les doses reçues par exposition externe aux rayonnements issus des matières radioactives déposées au sol.

Un certain nombre de conventions ou d'hypothèses simplificatrices ont été retenues pour la rédaction de ce document :

- les doses engagées par l'inhalation de la remise en suspension des dépôts ou les problématiques de contamination cutanée n'ont pas été abordées,
- les évaluations se limitent à caractériser les conséquences sur la première année suivant l'accident,
- les évaluations s'appuient sur des modèles simples (i.e. demandant la fourniture de données rudimentaires et la mise en œuvre de méthodes de calcul peu élaborées) : les résultats fournis sont donc des ordres de grandeur plutôt que des résultats exacts.

Malgré ces limitations, certaines conclusions peuvent être tirées : si en phase d'urgence les conséquences induites par les deux scénarios d'accidents sont relativement similaires, il en va

différemment pour les périodes ultérieures, tant au niveau de la contamination des produits alimentaires que de l'exposition des populations aux rayonnements issus des dépôts aux sols. En effet, les périodes de décroissance radioactives des polluants en jeu dans les deux scénarios diffèrent sensiblement.

Ainsi, on peut présumer que les deux accidents conduiront vraisemblablement à des stratégies de gestion différentes.

REFERENCES DOCUMENTAIRES

- [1] A. DOURY - « Une méthode de calcul pratique et générale pour la prévision numérique des pollutions véhiculées par l'atmosphère », Rapport CEA-R-4280 Rév.1, CEA, 1976.
- [2] M. MONFORT - « Présentation du modèle de dispersion atmosphérique du code SIROCCO », Note technique IPSN DPEA/SECRI/99-121, Septembre 1999.
- M. MONFORT - « Description des modèles physiques du code CALDOS d'estimation de doses à court terme », Note technique IPSN DPEA/SECRI/00-14, Avril 2000.
- [3] M.-L. PERRIN, « Base de données de coefficients de dose - ECRIN_V1_INTERNET, Manuel de référence », Note technique IPSN DPHD/SEGR/03-48, Juillet 2003.
- [4] ICRP Publication 66, « Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection », Pergamon Press, September 1993.
- [5] Ph. CALMON, Ch. MOURLON, « Equations et paramètres du logiciel ASTRAL v2.3 », Note technique IRSN DEI/SECRE/05-19, Juillet 2005.
- [6] F. CHARPIN - « Accident de réacteur - Scénario S3 - PARTIE A : Conséquences radiologiques », Note technique IPSN DPHD/SEGR/98 n°49 - indice 2, Novembre 1999.
- [7] F. CHARPIN - « Accident de réacteur - Scénario S3 - PARTIE B : Les Contre-mesures, description estimation de leur efficacité », Note technique IPSN DPHD/SEGR/98 n°51 - indice 3, Novembre 1999.
- [8] Règlement EURATOM N° 2218/89 du conseil du 18 juillet 1989 modifiant le règlement N° 3954/87 fixant les niveaux maximaux admissibles de contamination radioactive pour les denrées alimentaires et les aliments pour bétail après un accident nucléaire ou dans toute autre situation d'urgence radiologique, 1989.
- [9] BADIE M., BRUN-YABA Ch., CESSAC B., PERES J.M. - « Stratégies de réhabilitation : méthodologie d'évaluation d'un environnement contaminé suite à un accident - Application à l'exercice Becquerel », Rapport DPRE/SERGD n°99-13, 1999.

ANNEXES

ANNEXE 1

Activités volumiques intégrées, activités volumiques moyennes et activités inhalée par la population en l'absence de mise en œuvre de mesures de protection d'urgence

ANNEXE 2

Activités déposées sur le sol en l'absence de mesures de décontamination/réhabilitation

ANNEXE 3

Période de décroissance radioactive des radionucléides considérés dans les calculs

ANNEXE 4

Calcul de l'activité volumique de la terre de surface

ANNEXE 5

Calcul de la surface d'un secteur annulaire

ANNEXE 6

Rendement des cultures

ANNEXE 7

Calcul de doses supplémentaires

ANNEXE 8

Influence de la vitesse du vent et de la stabilité atmosphérique

ANNEXE 1

Activités volumiques intégrées, activités volumiques moyennes et activités inhalées par la population en l'absence de mise en œuvre de mesures de protection d'urgence

Tableau A1-1 : scénario APRP - Activités volumiques intégrées, activités volumiques moyennes et activités inhalées par la population

Dist	RN	Act. volumique intégrée Bq.s/m3	Activité volumique moyenne Bq/m3	Act. Inhalée	
				Jeune enfant [2 ans ; 7 ans] Bq	Adulte Bq
1km	Cs134	2,5E+07	1,2E+01	2,6E+03	6,5E+03
	Cs136	1,3E+07	6,4E+00	1,3E+03	3,4E+03
	Cs137	2,1E+07	1,0E+01	2,1E+03	5,4E+03
	Cs138	2,0E+09	9,6E+02	2,0E+05	5,1E+05
	I131	2,8E+08	1,3E+02	2,8E+04	7,2E+04
	I132	4,0E+08	1,9E+02	4,0E+04	1,0E+05
	I133	5,7E+08	2,7E+02	5,8E+04	1,5E+05
	I134	4,3E+08	2,1E+02	4,4E+04	1,1E+05
	I135	4,7E+08	2,3E+02	4,8E+04	1,2E+05
	Rb88	2,3E+10	1,1E+04	2,3E+06	5,9E+06
	Sb125	1,2E+06	5,7E-01	1,2E+02	3,1E+02
	Sb127	1,9E+07	9,0E+00	1,9E+03	4,8E+03
	Te129M	1,6E+07	7,6E+00	1,6E+03	4,0E+03
	Te131M	3,1E+07	1,5E+01	3,2E+03	8,0E+03
	Te132	3,2E+08	1,5E+02	3,2E+04	8,2E+04
	Somme RN	2,6E+10	1,3E+04	2,8E+06	7,1E+06
2km	Cs134	7,2E+06	3,5E+00	7,3E+02	1,8E+03
	Cs136	3,7E+06	1,8E+00	3,8E+02	9,6E+02
	Cs137	6,0E+06	2,9E+00	6,0E+02	1,5E+03
	Cs138	8,7E+08	4,2E+02	8,8E+04	2,2E+05
	I131	7,9E+07	3,8E+01	8,0E+03	2,0E+04
	I132	1,1E+08	5,4E+01	1,1E+04	2,9E+04
	I133	1,6E+08	7,7E+01	1,6E+04	4,1E+04
	I134	1,1E+08	5,5E+01	1,2E+04	2,9E+04
	I135	1,2E+08	5,9E+01	1,2E+04	3,1E+04
	Rb88	1,1E+10	5,5E+03	1,2E+06	2,9E+06
	Sb125	3,4E+05	1,6E-01	3,4E+01	8,6E+01
	Sb127	5,3E+06	2,5E+00	5,4E+02	1,4E+03
	Te129M	4,5E+06	2,1E+00	4,5E+02	1,1E+03
	Te131M	8,8E+06	4,3E+00	9,0E+02	2,3E+03
	Te132	9,0E+07	4,3E+01	9,1E+03	2,3E+04
	Somme RN	1,3E+10	6,3E+03	1,3E+06	3,4E+06
5km	Cs134	1,2E+06	5,9E-01	1,2E+02	3,1E+02
	Cs136	6,4E+05	3,1E-01	6,4E+01	1,6E+02
	Cs137	1,0E+06	4,9E-01	1,0E+02	2,6E+02
	Cs138	1,5E+08	7,1E+01	1,5E+04	3,9E+04
	I131	1,3E+07	6,5E+00	1,4E+03	3,4E+03
	I132	1,9E+07	9,2E+00	1,9E+03	4,9E+03
	I133	2,7E+07	1,3E+01	2,7E+03	7,0E+03
	I134	2,0E+07	9,4E+00	2,0E+03	5,0E+03
	I135	2,2E+07	1,1E+01	2,2E+03	5,6E+03
	Rb88	3,4E+09	1,7E+03	3,5E+05	8,8E+05
	Sb125	5,7E+04	2,8E-02	5,8E+00	1,5E+01
	Sb127	9,0E+05	4,3E-01	9,1E+01	2,3E+02
	Te129M	7,6E+05	3,7E-01	7,7E+01	1,9E+02
	Te131M	1,5E+06	7,2E-01	1,5E+02	3,9E+02
	Te132	1,5E+07	7,4E+00	1,6E+03	3,9E+03
	Somme RN	3,7E+09	1,8E+03	3,8E+05	9,5E+05
10km	Cs134	2,3E+05	1,1E-01	2,3E+01	5,9E+01
	Cs136	1,5E+05	7,4E-02	1,6E+01	3,9E+01
	Cs137	2,4E+05	1,2E-01	2,5E+01	6,3E+01
	Cs138	2,8E+07	1,4E+01	2,8E+03	7,2E+03
	I131	3,2E+06	1,6E+00	3,3E+02	8,3E+02
	I132	4,4E+06	2,1E+00	4,5E+02	1,1E+03
	I133	6,4E+06	3,1E+00	6,5E+02	1,6E+03
	I134	3,1E+06	1,5E+00	3,1E+02	8,0E+02
	I135	5,0E+06	2,4E+00	5,0E+02	1,3E+03
	Rb88	1,0E+09	4,9E+02	1,0E+05	2,6E+05
	Sb125	1,4E+04	6,6E-03	1,4E+00	3,5E+00
	Sb127	2,2E+05	1,0E-01	2,2E+01	5,5E+01
	Te129M	1,8E+05	8,8E-02	1,9E+01	4,7E+01
	Te131M	3,6E+05	1,7E-01	3,6E+01	9,1E+01
	Te132	3,7E+06	1,8E+00	3,7E+02	9,4E+02
	Somme RN	1,1E+09	5,1E+02	1,1E+05	2,7E+05
20km	Cs134	6,1E+04	3,0E-02	6,2E+00	1,6E+01
	Cs136	3,2E+04	1,5E-02	3,2E+00	8,2E+00
	Cs137	5,1E+04	2,5E-02	5,2E+00	1,3E+01
	Cs138	3,8E+06	1,8E+00	3,9E+02	9,8E+02
	I131	6,7E+05	3,2E-01	6,8E+01	1,7E+02
	I132	8,9E+05	4,3E-01	9,0E+01	2,3E+02
	I133	1,3E+06	6,3E-01	1,3E+02	3,3E+02
	I134	3,9E+05	1,9E-01	3,9E+01	1,0E+02
	I135	7,5E+05	3,6E-01	7,6E+01	1,9E+02
	Rb88	2,0E+08	9,6E+01	2,0E+04	5,1E+04
	Sb125	2,9E+03	1,4E-03	2,9E-01	7,4E-01
	Sb127	4,5E+04	2,2E-02	4,5E+00	1,1E+01
	Te129M	3,8E+04	1,8E-02	3,9E+00	9,9E+00
	Te131M	7,3E+04	3,5E-02	7,4E+00	1,9E+01
	Te132	7,6E+05	3,7E-01	7,7E+01	1,9E+02
	Somme RN	2,1E+08	1,0E+02	2,1E+04	5,4E+04
40km	Cs134	1,0E+04	4,9E-03	1,0E+00	2,6E+00
	Cs136	5,2E+03	2,5E-03	5,3E-01	1,3E+00
	Cs137	8,4E+03	4,1E-03	8,5E-01	2,2E+00
	Cs138	1,2E+05	6,0E-02	1,3E+01	3,2E+01
	I131	1,1E+05	5,3E-02	1,1E+01	2,8E+01
	I132	1,4E+05	6,7E-02	1,4E+01	3,6E+01
	I133	2,0E+05	9,8E-02	2,1E+01	5,2E+01
	I134	2,5E+04	1,2E-02	2,5E+00	6,3E+00
	I135	1,3E+05	6,4E-02	1,4E+01	3,4E+01
	Rb88	2,4E+07	1,1E+01	2,4E+03	6,1E+03
	Sb125	4,7E+02	2,3E-04	4,8E-02	1,2E-01
	Sb127	7,3E+03	3,5E-03	7,4E-01	1,9E+00
	Te129M	6,3E+03	3,0E-03	6,4E-01	1,6E+00
	Te131M	1,2E+04	5,6E-03	1,2E+00	3,0E+00
	Te132	1,2E+05	5,9E-02	1,2E+01	3,2E+01
	Somme RN	2,5E+07	1,2E+01	2,5E+03	6,3E+03

Tableau A1-2 : scénario RTGV - Activités volumiques intégrées, activités volumiques moyennes et activités inhalées par la population

Dist	RN	Act. volumique intégrée Bq.s/m3	Activité volumique moyenne Bq/m3	Act. Inhalée	
				Jeune enfant [2 ans ; 7 ans] Bq	Adulte Bq
1km	I131	9,4E+08	1,1E+04	9,6E+04	2,4E+05
	I132	7,0E+08	8,1E+03	7,1E+04	1,8E+05
	I133	9,3E+08	1,1E+04	9,4E+04	2,4E+05
	I135	5,6E+08	6,5E+03	5,7E+04	1,4E+05
	Cs134	1,7E+08	1,9E+03	1,7E+04	4,3E+04
	Cs136	3,1E+07	3,6E+02	3,1E+03	8,0E+03
	Cs137	1,4E+08	1,6E+03	1,4E+04	3,6E+04
	Somme RN	3,5E+09	4,0E+04	3,5E+05	8,9E+05
2km	I131	2,8E+08	3,2E+03	2,8E+04	7,1E+04
	I132	2,0E+08	2,3E+03	2,1E+04	5,2E+04
	I133	2,7E+08	3,2E+03	2,8E+04	7,0E+04
	I135	1,6E+08	1,9E+03	1,7E+04	4,2E+04
	Cs134	5,0E+07	5,7E+02	5,0E+03	1,3E+04
	Cs136	9,2E+06	1,1E+02	9,3E+02	2,4E+03
	Cs137	4,1E+07	4,8E+02	4,2E+03	1,1E+04
	Somme RN	1,0E+09	1,2E+04	1,0E+05	2,6E+05
5km	I131	4,5E+07	5,2E+02	4,6E+03	1,2E+04
	I132	3,1E+07	3,6E+02	3,2E+03	8,0E+03
	I133	4,4E+07	5,1E+02	4,5E+03	1,1E+04
	I135	2,6E+07	3,0E+02	2,7E+03	6,7E+03
	Cs134	8,0E+06	9,3E+01	8,1E+02	2,1E+03
	Cs136	1,5E+06	1,7E+01	1,5E+02	3,8E+02
	Cs137	6,6E+06	7,7E+01	6,7E+02	1,7E+03
	Somme RN	1,6E+08	1,9E+03	1,6E+04	4,2E+04
10km	I131	9,4E+06	1,1E+02	9,5E+02	2,4E+03
	I132	6,0E+06	7,0E+01	6,1E+02	1,5E+03
	I133	8,8E+06	1,0E+02	8,9E+02	2,3E+03
	I135	5,3E+06	6,2E+01	5,4E+02	1,4E+03
	Cs134	1,7E+06	1,9E+01	1,7E+02	4,3E+02
	Cs136	3,1E+05	3,6E+00	3,1E+01	8,0E+01
	Cs137	1,4E+06	1,6E+01	1,4E+02	3,6E+02
	Somme RN	3,3E+07	3,8E+02	3,3E+03	8,5E+03
20km	I131	1,5E+06	1,7E+01	1,5E+02	3,8E+02
	I132	8,1E+05	9,4E+00	8,2E+01	2,1E+02
	I133	1,4E+06	1,6E+01	1,4E+02	3,6E+02
	I135	8,0E+05	9,2E+00	8,1E+01	2,0E+02
	Cs134	2,7E+05	3,1E+00	2,7E+01	6,8E+01
	Cs136	4,9E+04	5,7E-01	5,0E+00	1,3E+01
	Cs137	2,2E+05	2,6E+00	2,2E+01	5,7E+01
	Somme RN	5,1E+06	5,8E+01	5,1E+02	1,3E+03
40km	I131	1,4E+05	1,6E+00	1,4E+01	3,5E+01
	I132	5,3E+04	6,1E-01	5,4E+00	1,4E+01
	I133	1,3E+05	1,4E+00	1,3E+01	3,2E+01
	I135	6,5E+04	7,5E-01	6,6E+00	1,7E+01
	Cs134	2,4E+04	2,8E-01	2,5E+00	6,3E+00
	Cs136	4,5E+03	5,2E-02	4,5E-01	1,1E+00
	Cs137	2,0E+04	2,3E-01	2,0E+00	5,2E+00
	Somme RN	4,3E+05	5,0E+00	4,3E+01	1,1E+02

ANNEXE 2

Activités déposées sur le sol en l'absence de mesures de décontamination/réhabilitation

Tableau A2-1 : scénario APRP - dépôts au sol en fonction du temps et de la distance (1/3)

Dist	RN	Lambda s-1	Fin passage panache			1j après le dépôt			7j après le dépôt			30j après le dépôt			3 mois après le dépôt			1 an après le dépôt			
			Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	
1 km	Cs134	1,1E-08	1,27E+05	0.0E+00	1,27E+05	1,27E+05	0.0E+00	1,27E+05	1,26E+05	0.0E+00	1,26E+05	1,23E+05	0.0E+00	1,23E+05	1,17E+05	0.0E+00	1,17E+05	9,05E+04	0.0E+00	9,05E+04	
	Cs136	6,1E-07	6,48E+04	0.0E+00	6,48E+04	5,83E+04	0.0E+00	5,83E+04	4,25E+04	0.0E+00	4,25E+04	1,26E+04	0.0E+00	1,26E+04	5,26E+02	0.0E+00	5,26E+02	2,52E-04	0.0E+00	2,52E-04	
	Cs137	7,3E-10	1,06E+05	0.0E+00	1,06E+05	1,06E+05	0.0E+00	1,06E+05	1,06E+05	0.0E+00	1,06E+05	1,05E+05	0.0E+00	1,05E+05	1,05E+05	0.0E+00	1,05E+05	1,03E+05	0.0E+00	1,03E+05	
	Cs138	4,6E-01	1,11E+05	0.0E+00	1,11E+05	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	
	I131	1,0E-06	1,96E+06	0.0E+00	1,96E+06	2,05E+06	0.0E+00	2,05E+06	1,55E+06	0.0E+00	1,55E+06	2,17E+05	0.0E+00	2,17E+05	1,23E+03	0.0E+00	1,23E+03	6,21E-08	0.0E+00	6,21E-08	
	I132	8,4E-05	1,62E+06	0.0E+00	1,62E+06	9,80E+05	0.0E+00	9,80E+05	2,74E+05	0.0E+00	2,74E+05	2,06E+03	0.0E+00	2,06E+03	5,93E-03	0.0E+00	5,93E-03	2,40E-28	0.0E+00	2,40E-28	
	I133	9,3E-06	2,06E+06	0.0E+00	2,06E+06	4,16E+05	0.0E+00	4,16E+05	3,43E+03	0.0E+00	3,43E+03	3,51E-05	0.0E+00	3,51E-05	5,07E-26	0.0E+00	5,07E-26	1,54E-121	0.0E+00	1,54E-121	
	I134	2,2E-04	2,65E+05	0.0E+00	2,65E+05	8,73E-12	0.0E+00	8,73E-12	3,12E-61	0.0E+00	3,12E-61	8,88E-251	0.0E+00	8,88E-251	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	
	I135	2,9E-05	1,01E+06	0.0E+00	1,01E+06	6,58E+03	0.0E+00	6,58E+03	1,82E-03	0.0E+00	1,82E-03	1,32E-28	0.0E+00	1,32E-28	3,48E-94	0.0E+00	3,48E-94	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	
	Rb88	6,5E-04	1,22E+07	0.0E+00	1,22E+07	2,40E-42	0.0E+00	2,40E-42	1,83E-188	0.0E+00	1,83E-188	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	
	Sb125	7,9E-09	5,95E+03	0.0E+00	5,95E+03	5,94E+03	0.0E+00	5,94E+03	5,92E+03	0.0E+00	5,92E+03	5,83E+03	0.0E+00	5,83E+03	5,59E+03	0.0E+00	5,59E+03	4,63E+03	0.0E+00	4,63E+03	
	Sb127	2,1E-06	8,68E+04	0.0E+00	8,68E+04	6,05E+04	0.0E+00	6,05E+04	2,06E+04	0.0E+00	2,06E+04	3,27E+02	0.0E+00	3,27E+02	6,66E-03	0.0E+00	6,66E-03	2,09E-24	0.0E+00	2,09E-24	
	Sb128	2,1E-05	4,50E+04	0.0E+00	4,50E+04	1,12E+03	0.0E+00	1,12E+03	1,73E-02	0.0E+00	1,73E-02	6,25E-21	0.0E+00	6,25E-21	4,83E-69	0.0E+00	4,83E-69	1,49E-289	0.0E+00	1,49E-289	
	Sb129	4,5E-05	9,14E+04	0.0E+00	9,14E+04	4,13E+01	0.0E+00	4,13E+01	3,82E-09	0.0E+00	3,82E-09	1,31E-47	0.0E+00	1,31E-47	5,94E-148	0.0E+00	5,94E-148	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	
	Te129M	2,4E-07	7,83E+04	0.0E+00	7,83E+04	7,51E+04	0.0E+00	7,51E+04	6,64E+04	0.0E+00	6,64E+04	4,13E+04	0.0E+00	4,13E+04	1,20E+04	0.0E+00	1,20E+04	4,12E+01	0.0E+00	4,12E+01	
	Te131	4,6E-04	1,65E+06	0.0E+00	1,65E+06	9,24E+05	0.0E+00	9,24E+05	3,32E+04	0.0E+00	3,32E+04	9,59E-02	0.0E+00	9,59E-02	3,41E-16	0.0E+00	3,41E-16	2,02E-82	0.0E+00	2,02E-82	
	Te131M	6,4E-06	1,25E+05	0.0E+00	1,25E+05	4,12E+04	0.0E+00	4,12E+04	1,48E+03	0.0E+00	1,48E+03	4,28E-03	0.0E+00	4,28E-03	1,52E-17	0.0E+00	1,52E-17	9,03E-84	0.0E+00	9,03E-84	
	Te132	2,5E-06	1,46E+06	0.0E+00	1,46E+06	9,52E+05	0.0E+00	9,52E+05	2,66E+05	0.0E+00	2,66E+05	2,00E-03	0.0E+00	2,00E-03	5,76E-03	0.0E+00	5,76E-03	2,33E-28	0.0E+00	2,33E-28	
	Te133m	2,1E-04	6,06E+04	0.0E+00	6,06E+04	1,36E-11	0.0E+00	1,36E-11	1,53E-58	0.0E+00	1,53E-58	1,66E-238	0.0E+00	1,66E-238	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	
		Somme RN	-	2,32E+07	0.0E+00	2,32E+07	5,90E+06	0.0E+00	5,90E+06	2,60E+06	0.0E+00	2,60E+06	6,09E+05	0.0E+00	6,09E+05	3,40E+05	0.0E+00	3,40E+05	2,96E+05	0.0E+00	2,96E+05
	2 km	Cs134	1,1E-08	3,58E+04	0.0E+00	3,58E+04	3,57E+04	0.0E+00	3,57E+04	3,55E+04	0.0E+00	3,55E+04	3,48E+04	0.0E+00	3,48E+04	3,29E+04	0.0E+00	3,29E+04	2,55E+04	0.0E+00	2,55E+04
Cs136		6,1E-07	1,83E+04	0.0E+00	1,83E+04	1,65E+04	0.0E+00	1,65E+04	1,20E+04	0.0E+00	1,20E+04	3,55E+03	0.0E+00	3,55E+03	1,48E+02	0.0E+00	1,48E+02	7,11E-05	0.0E+00	7,11E-05	
Cs137		7,3E-10	2,98E+04	0.0E+00	2,98E+04	2,98E+04	0.0E+00	2,98E+04	2,98E+04	0.0E+00	2,98E+04	2,97E+04	0.0E+00	2,97E+04	2,96E+04	0.0E+00	2,96E+04	2,91E+04	0.0E+00	2,91E+04	
Cs138		4,6E-01	4,79E+05	0.0E+00	4,79E+05	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	
I131		1,0E-06	5,54E+05	0.0E+00	5,54E+05	5,79E+05	0.0E+00	5,79E+05	4,39E+05	0.0E+00	4,39E+05	6,12E+04	0.0E+00	6,12E+04	3,47E+02	0.0E+00	3,47E+02	1,75E-08	0.0E+00	1,75E-08	
I132		8,4E-05	4,57E+05	0.0E+00	4,57E+05	2,77E+05	0.0E+00	2,77E+05	7,73E+04	0.0E+00	7,73E+04	5,81E+02	0.0E+00	5,81E+02	1,67E-03	0.0E+00	1,67E-03	6,76E-29	0.0E+00	6,76E-29	
I133		9,3E-06	5,81E+05	0.0E+00	5,81E+05	1,17E+05	0.0E+00	1,17E+05	9,67E+02	0.0E+00	9,67E+02	9,92E-06	0.0E+00	9,92E-06	1,43E-26	0.0E+00	1,43E-26	4,33E-122	0.0E+00	4,33E-122	
I134		2,2E-04	7,11E+04	0.0E+00	7,11E+04	2,34E-12	0.0E+00	2,34E-12	8,37E-62	0.0E+00	8,37E-62	2,38E-251	0.0E+00	2,38E-251	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	
I135		2,9E-05	2,82E+05	0.0E+00	2,82E+05	1,84E+03	0.0E+00	1,84E+03	5,08E-04	0.0E+00	5,08E-04	3,69E-29	0.0E+00	3,69E-29	9,71E-95	0.0E+00	9,71E-95	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	
Rb88		6,5E-04	6,07E+06	0.0E+00	6,07E+06	1,19E-42	0.0E+00	1,19E-42	9,11E-189	0.0E+00	9,11E-189	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	
Sb125		7,9E-09	1,68E+03	0.0E+00	1,68E+03	1,68E+03	0.0E+00	1,68E+03	1,67E+03	0.0E+00	1,67E+03	1,64E+03	0.0E+00	1,64E+03	1,58E+03	0.0E+00	1,58E+03	1,31E+03	0.0E+00	1,31E+03	
Sb127		2,1E-06	2,45E+04	0.0E+00	2,45E+04	1,71E+04	0.0E+00	1,71E+04	5,80E+03	0.0E+00	5,80E+03	9,23E+01	0.0E+00	9,23E+01	1,88E-03	0.0E+00	1,88E-03	5,91E-25	0.0E+00	5,91E-25	
Sb128		2,1E-05	1,27E+04	0.0E+00	1,27E+04	3,16E+02	0.0E+00	3,16E+02	4,89E-03	0.0E+00	4,89E-03	1,76E-21	0.0E+00	1,76E-21	1,36E-69	0.0E+00	1,36E-69	4,21E-290	0.0E+00	4,21E-290	
Sb129		4,5E-05	2,58E+04	0.0E+00	2,58E+04	1,17E+01	0.0E+00	1,17E+01	1,08E-09	0.0E+00	1,08E-09	3,69E-48	0.0E+00	3,69E-48	1,68E-148	0.0E+00	1,68E-148	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	
Te129M		2,4E-07	2,21E+04	0.0E+00	2,21E+04	2,12E+04	0.0E+00	2,12E+04	1,87E+04	0.0E+00	1,87E+04	1,17E+04	0.0E+00	1,17E+04	3,38E+03	0.0E+00	3,38E+03	1,16E+01	0.0E+00	1,16E+01	
Te131		4,6E-04	4,66E+05	0.0E+00	4,66E+05	2,61E+05	0.0E+00	2,61E+05	9,37E+03	0.0E+00	9,37E+03	2,71E-02	0.0E+00	2,71E-02	9,62E-17	0.0E+00	9,62E-17	5,71E-83	0.0E+00	5,71E-83	
Te131M		6,4E-06	3,53E+04	0.0E+00	3,53E+04	1,16E+04	0.0E+00	1,16E+04	4,18E+02	0.0E+00	4,18E+02	1,21E-03	0.0E+00	1,21E-03	4,29E-18	0.0E+00	4,29E-18	2,55E-84	0.0E+00	2,55E-84	
Te132		2,5E-06	4,11E+05	0.0E+00	4,11E+05	2,69E+05	0.0E+00	2,69E+05	7,50E+04	0.0E+00	7,50E+04	5,64E+02	0.0E+00	5,64E+02	1,63E-03	0.0E+00	1,63E-03	6,56E-29	0.0E+00	6,56E-29	
Te133m		2,1E-04	1,71E+04	0.0E+00	1,71E+04	3,84E-12	0.0E+00	3,84E-12	4,33E-59	0.0E+00	4,33E-59	4,68E-239	0.0E+00	4,68E-239	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	
		Somme RN	-	9,62E+06	0.0E+00	9,62E+06	1,67E+06	0.0E+00	1,67E+06	7,33E+05	0.0E+00	7,33E+05	1,72E+05	0.0E+00	1,72E+05	9,60E+04	0.0E+00	9,60E+04	8,35E+04	0.0E+00	8,35E+04

Note : Considérer les valeurs inférieures à 1 Bq/m² comme non significatives

Tableau A2-1 : scénario APRP - dépôts au sol en fonction du temps et de la distance (2/3)

Dist	RN	Lambda s-1	Fin passage panache			1j après le dépôt			7j après le dépôt			30j après le dépôt			3 mois après le dépôt			1 an après le dépôt		
			Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2
5 km	Cs134	1,1E-08	6,08E+03	0.0E+00	6,08E+03	6,07E+03	0.0E+00	6,07E+03	6,04E+03	0.0E+00	6,04E+03	5,91E+03	0.0E+00	5,91E+03	5,59E+03	0.0E+00	5,59E+03	4,34E+03	0.0E+00	4,34E+03
	Cs136	6,1E-07	3,10E+03	0.0E+00	3,10E+03	2,79E+03	0.0E+00	2,79E+03	2,03E+03	0.0E+00	2,03E+03	6,02E+02	0.0E+00	6,02E+02	2,52E+01	0.0E+00	2,52E+01	1,21E-05	0.0E+00	1,21E-05
	Cs137	7,3E-10	5,06E+03	0.0E+00	5,06E+03	5,06E+03	0.0E+00	5,06E+03	5,06E+03	0.0E+00	5,06E+03	5,05E+03	0.0E+00	5,05E+03	5,03E+03	0.0E+00	5,03E+03	4,94E+03	0.0E+00	4,94E+03
	Cs138	4,6E-01	1,06E+05	0.0E+00	1,06E+05	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	I131	1,0E-06	9,40E+04	0.0E+00	9,40E+04	9,82E+04	0.0E+00	9,82E+04	7,44E+04	0.0E+00	7,44E+04	1,04E+04	0.0E+00	1,04E+04	5,88E+01	0.0E+00	5,88E+01	2,97E-09	0.0E+00	2,97E-09
	I132	8,4E-05	7,72E+04	0.0E+00	7,72E+04	4,68E+04	0.0E+00	4,68E+04	1,31E+04	0.0E+00	1,31E+04	9,83E+01	0.0E+00	9,83E+01	2,83E-04	0.0E+00	2,83E-04	1,14E-29	0.0E+00	1,14E-29
	I133	9,3E-06	9,85E+04	0.0E+00	9,85E+04	1,99E+04	0.0E+00	1,99E+04	1,64E+02	0.0E+00	1,64E+02	1,68E-06	0.0E+00	1,68E-06	2,43E-27	0.0E+00	2,43E-27	7,35E-123	0.0E+00	7,35E-123
	I134	2,2E-04	1,09E+04	0.0E+00	1,09E+04	3,58E-13	0.0E+00	3,58E-13	1,28E-62	0.0E+00	1,28E-62	3,64E-252	0.0E+00	3,64E-252	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	I135	2,9E-05	4,70E+04	0.0E+00	4,70E+04	3,06E+02	0.0E+00	3,06E+02	8,47E-05	0.0E+00	8,47E-05	6,15E-30	0.0E+00	6,15E-30	1,62E-95	0.0E+00	1,62E-95	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	Rb88	6,5E-04	1,81E+06	0.0E+00	1,81E+06	3,56E-43	0.0E+00	3,56E-43	2,72E-189	0.0E+00	2,72E-189	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	Sb125	7,9E-09	2,85E+02	0.0E+00	2,85E+02	2,85E+02	0.0E+00	2,85E+02	2,84E+02	0.0E+00	2,84E+02	2,79E+02	0.0E+00	2,79E+02	2,68E+02	0.0E+00	2,68E+02	2,22E+02	0.0E+00	2,22E+02
	Sb127	2,1E-06	4,16E+03	0.0E+00	4,16E+03	2,90E+03	0.0E+00	2,90E+03	9,85E+02	0.0E+00	9,85E+02	1,57E+01	0.0E+00	1,57E+01	3,19E-04	0.0E+00	3,19E-04	1,00E-25	0.0E+00	1,00E-25
	Sb128	2,1E-05	2,13E+03	0.0E+00	2,13E+03	5,31E+01	0.0E+00	5,31E+01	8,20E-04	0.0E+00	8,20E-04	2,96E-22	0.0E+00	2,96E-22	2,29E-70	0.0E+00	2,29E-70	7,07E-291	0.0E+00	7,07E-291
	Sb129	4,5E-05	4,26E+03	0.0E+00	4,26E+03	1,93E+00	0.0E+00	1,93E+00	1,78E-10	0.0E+00	1,78E-10	6,10E-49	0.0E+00	6,10E-49	2,77E-149	0.0E+00	2,77E-149	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	Te129M	2,4E-07	3,75E+03	0.0E+00	3,75E+03	3,60E+03	0.0E+00	3,60E+03	3,18E+03	0.0E+00	3,18E+03	1,98E+03	0.0E+00	1,98E+03	5,74E+02	0.0E+00	5,74E+02	1,97E+00	0.0E+00	1,97E+00
	Te131	4,6E-04	7,85E+04	0.0E+00	7,85E+04	4,42E+04	0.0E+00	4,42E+04	1,59E+03	0.0E+00	1,59E+03	4,58E-03	0.0E+00	4,58E-03	1,63E-17	0.0E+00	1,63E-17	9,66E-84	0.0E+00	9,66E-84
	Te131M	6,4E-06	5,97E+03	0.0E+00	5,97E+03	1,97E+03	0.0E+00	1,97E+03	7,07E+01	0.0E+00	7,07E+01	2,04E-04	0.0E+00	2,04E-04	7,26E-19	0.0E+00	7,26E-19	4,31E-85	0.0E+00	4,31E-85
	Te132	2,5E-06	6,95E+04	0.0E+00	6,95E+04	4,54E+04	0.0E+00	4,54E+04	1,27E+04	0.0E+00	1,27E+04	9,54E+01	0.0E+00	9,54E+01	2,75E-04	0.0E+00	2,75E-04	1,11E-29	0.0E+00	1,11E-29
	Te133m	2,1E-04	2,53E+03	0.0E+00	2,53E+03	5,67E-13	0.0E+00	5,67E-13	6,40E-60	0.0E+00	6,40E-60	6,92E-240	0.0E+00	6,92E-240	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	Somme RN	-	2,43E+06	0.0E+00	2,43E+06	2,82E+05	0.0E+00	2,82E+05	1,24E+05	0.0E+00	1,24E+05	2,92E+04	0.0E+00	2,92E+04	1,63E+04	0.0E+00	1,63E+04	1,42E+04	0.0E+00	1,42E+04
10 km	Cs134	1,1E-08	1,47E+03	0.0E+00	1,47E+03	1,47E+03	0.0E+00	1,47E+03	1,46E+03	0.0E+00	1,46E+03	1,43E+03	0.0E+00	1,43E+03	1,35E+03	0.0E+00	1,35E+03	1,05E+03	0.0E+00	1,05E+03
	Cs136	6,1E-07	7,48E+02	0.0E+00	7,48E+02	6,73E+02	0.0E+00	6,73E+02	4,90E+02	0.0E+00	4,90E+02	1,45E+02	0.0E+00	1,45E+02	6,06E+00	0.0E+00	6,06E+00	2,91E-06	0.0E+00	2,91E-06
	Cs137	7,3E-10	1,22E+03	0.0E+00	1,22E+03	1,22E+03	0.0E+00	1,22E+03	1,22E+03	0.0E+00	1,22E+03	1,22E+03	0.0E+00	1,22E+03	1,21E+03	0.0E+00	1,21E+03	1,19E+03	0.0E+00	1,19E+03
	Cs138	4,6E-01	2,18E+04	0.0E+00	2,18E+04	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	I131	1,0E-06	2,25E+04	0.0E+00	2,25E+04	2,35E+04	0.0E+00	2,35E+04	1,78E+04	0.0E+00	1,78E+04	2,48E+03	0.0E+00	2,48E+03	1,40E+01	0.0E+00	1,40E+01	7,10E-10	0.0E+00	7,10E-10
	I132	8,4E-05	1,85E+04	0.0E+00	1,85E+04	1,13E+04	0.0E+00	1,13E+04	3,16E+03	0.0E+00	3,16E+03	2,38E+01	0.0E+00	2,38E+01	6,84E-05	0.0E+00	6,84E-05	2,76E-30	0.0E+00	2,76E-30
	I133	9,3E-06	2,33E+04	0.0E+00	2,33E+04	4,71E+03	0.0E+00	4,71E+03	3,88E+01	0.0E+00	3,88E+01	3,98E-07	0.0E+00	3,98E-07	5,74E-28	0.0E+00	5,74E-28	1,74E-123	0.0E+00	1,74E-123
	I134	2,2E-04	1,92E+03	0.0E+00	1,92E+03	6,32E-14	0.0E+00	6,32E-14	2,26E-63	0.0E+00	2,26E-63	6,43E-253	0.0E+00	6,43E-253	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	I135	2,9E-05	1,07E+04	0.0E+00	1,07E+04	6,97E+01	0.0E+00	6,97E+01	1,93E-05	0.0E+00	1,93E-05	1,40E-30	0.0E+00	1,40E-30	3,69E-96	0.0E+00	3,69E-96	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	Rb88	6,5E-04	5,33E+05	0.0E+00	5,33E+05	1,05E-43	0.0E+00	1,05E-43	8,00E-190	0.0E+00	8,00E-190	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	Sb125	7,9E-09	6,88E+01	0.0E+00	6,88E+01	6,87E+01	0.0E+00	6,87E+01	6,84E+01	0.0E+00	6,84E+01	6,74E+01	0.0E+00	6,74E+01	6,46E+01	0.0E+00	6,46E+01	5,35E+01	0.0E+00	5,35E+01
	Sb127	2,1E-06	9,98E+02	0.0E+00	9,98E+02	6,96E+02	0.0E+00	6,96E+02	2,36E+02	0.0E+00	2,36E+02	3,76E+00	0.0E+00	3,76E+00	7,65E-05	0.0E+00	7,65E-05	2,41E-26	0.0E+00	2,41E-26
	Sb128	2,1E-05	4,92E+02	0.0E+00	4,92E+02	1,23E+01	0.0E+00	1,23E+01	1,89E-04	0.0E+00	1,89E-04	6,83E-23	0.0E+00	6,83E-23	5,29E-71	0.0E+00	5,29E-71	1,63E-291	0.0E+00	1,63E-291
	Sb129	4,5E-05	9,43E+02	0.0E+00	9,43E+02	4,26E-01	0.0E+00	4,26E-01	3,94E-11	0.0E+00	3,94E-11	1,35E-49	0.0E+00	1,35E-49	6,13E-150	0.0E+00	6,13E-150	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	Te129M	2,4E-07	9,05E+02	0.0E+00	9,05E+02	8,68E+02	0.0E+00	8,68E+02	7,67E+02	0.0E+00	7,67E+02	4,77E+02	0.0E+00	4,77E+02	1,38E+02	0.0E+00	1,38E+02	4,76E-01	0.0E+00	4,76E-01
	Te131	4,6E-04	1,85E+04	0.0E+00	1,85E+04	1,05E+04	0.0E+00	1,05E+04	3,77E+02	0.0E+00	3,77E+02	1,09E-03	0.0E+00	1,09E-03	3,87E-18	0.0E+00	3,87E-18	2,30E-84	0.0E+00	2,30E-84
	Te131M	6,4E-06	1,42E+03	0.0E+00	1,42E+03	4,68E+02	0.0E+00	4,68E+02	1,68E+01	0.0E+00	1,68E+01	4,86E-05	0.0E+00	4,86E-05	1,73E-19	0.0E+00	1,73E-19	1,02E-85	0.0E+00	1,02E-85
	Te132	2,5E-06	1,68E+04	0.0E+00	1,68E+04	1,10E+04	0.0E+00	1,10E+04	3,07E+03	0.0E+00	3,07E+03	2,31E+01	0.0E+00	2,31E+01	6,64E-05	0.0E+00	6,64E-05	2,68E-30	0.0E+00	2,68E-30
	Te133m	2,1E-04	4,13E+02	0.0E+00	4,13E+02	9,26E-14	0.0E+00	9,26E-14	1,04E-60	0.0E+00	1,04E-60	1,13E-240	0.0E+00	1,13E-240	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	Somme RN	-	6,77E+05	0.0E+00	6,77E+05	6,77E+04	0.0E+00	6,77E+04	2,98E+04	0.0E+00	2,98E+04	7,02E+03	0.0E+00	7,02E+03	3,94E+03	0.0E+00	3,94E+03	3,42E+03	0.0E+00	3,42E+03

Note : Considérer les valeurs inférieures à 1 Bq/m² comme non significatives

Tableau A2-1 : scénario APRP - dépôts au sol en fonction du temps et de la distance (3/3)

Dist	RN	Lambda s-1	Fin passage panache			1j après le dépôt			7j après le dépôt			30j après le dépôt			3 mois après le dépôt			1 an après le dépôt		
			Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2
20 km	Cs134	1,1E-08	3,10E+02	0.0E+00	3,10E+02	3,09E+02	0.0E+00	3,09E+02	3,08E+02	0.0E+00	3,08E+02	3,01E+02	0.0E+00	3,01E+02	2,85E+02	0.0E+00	2,85E+02	2,21E+02	0.0E+00	2,21E+02
	Cs136	6,1E-07	1,58E+02	0.0E+00	1,58E+02	1,42E+02	0.0E+00	1,42E+02	1,03E+02	0.0E+00	1,03E+02	3,06E+01	0.0E+00	3,06E+01	1,28E+00	0.0E+00	1,28E+00	6,13E-07	0.0E+00	6,13E-07
	Cs137	7,3E-10	2,57E+02	0.0E+00	2,57E+02	2,57E+02	0.0E+00	2,57E+02	2,57E+02	0.0E+00	2,57E+02	2,57E+02	0.0E+00	2,57E+02	2,56E+02	0.0E+00	2,56E+02	2,51E+02	0.0E+00	2,51E+02
	Cs138	4,6E-01	4,60E+03	0.0E+00	4,60E+03	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	I131	1,0E-06	4,74E+03	0.0E+00	4,74E+03	4,95E+03	0.0E+00	4,95E+03	3,74E+03	0.0E+00	3,74E+03	5,22E+02	0.0E+00	5,22E+02	2,96E+00	0.0E+00	2,96E+00	1,50E-10	0.0E+00	1,50E-10
	I132	8,4E-05	3,90E+03	0.0E+00	3,90E+03	2,38E+03	0.0E+00	2,38E+03	6,66E+02	0.0E+00	6,66E+02	5,01E+00	0.0E+00	5,01E+00	1,44E-05	0.0E+00	1,44E-05	5,83E-31	0.0E+00	5,83E-31
	I133	9,3E-06	4,91E+03	0.0E+00	4,91E+03	9,92E+02	0.0E+00	9,92E+02	8,18E+00	0.0E+00	8,18E+00	8,39E-08	0.0E+00	8,39E-08	1,21E-28	0.0E+00	1,21E-28	3,66E-124	0.0E+00	3,66E-124
	I134	2,2E-04	4,05E+02	0.0E+00	4,05E+02	1,33E-14	0.0E+00	1,33E-14	4,77E-64	0.0E+00	4,77E-64	1,36E-253	0.0E+00	1,36E-253	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	I135	2,9E-05	2,26E+03	0.0E+00	2,26E+03	1,47E+01	0.0E+00	1,47E+01	4,07E-06	0.0E+00	4,07E-06	2,95E-31	0.0E+00	2,95E-31	7,77E-97	0.0E+00	7,77E-97	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	Rb88	6,5E-04	1,12E+05	0.0E+00	1,12E+05	2,21E-44	0.0E+00	2,21E-44	1,69E-190	0.0E+00	1,69E-190	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	Sb125	7,9E-09	1,45E+01	0.0E+00	1,45E+01	1,45E+01	0.0E+00	1,45E+01	1,44E+01	0.0E+00	1,44E+01	1,42E+01	0.0E+00	1,42E+01	1,36E+01	0.0E+00	1,36E+01	1,13E+01	0.0E+00	1,13E+01
	Sb127	2,1E-06	2,10E+02	0.0E+00	2,10E+02	1,47E+02	0.0E+00	1,47E+02	4,98E+01	0.0E+00	4,98E+01	7,93E-01	0.0E+00	7,93E-01	1,61E-05	0.0E+00	1,61E-05	5,08E-27	0.0E+00	5,08E-27
	Sb128	2,1E-05	1,04E+02	0.0E+00	1,04E+02	2,58E+00	0.0E+00	2,58E+00	3,99E-05	0.0E+00	3,99E-05	1,44E-23	0.0E+00	1,44E-23	1,11E-71	0.0E+00	1,11E-71	3,44E-292	0.0E+00	3,44E-292
	Sb129	4,5E-05	1,99E+02	0.0E+00	1,99E+02	8,99E-02	0.0E+00	8,99E-02	8,30E-12	0.0E+00	8,30E-12	2,85E-50	0.0E+00	2,85E-50	1,29E-150	0.0E+00	1,29E-150	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	Te129M	2,4E-07	1,91E+02	0.0E+00	1,91E+02	1,83E+02	0.0E+00	1,83E+02	1,62E+02	0.0E+00	1,62E+02	1,01E+02	0.0E+00	1,01E+02	2,92E+01	0.0E+00	2,92E+01	1,00E-01	0.0E+00	1,00E-01
	Te131	4,6E-04	3,90E+03	0.0E+00	3,90E+03	2,21E+03	0.0E+00	2,21E+03	7,94E+01	0.0E+00	7,94E+01	2,30E-04	0.0E+00	2,30E-04	8,16E-19	0.0E+00	8,16E-19	4,84E-85	0.0E+00	4,84E-85
	Te131M	6,4E-06	2,99E+02	0.0E+00	2,99E+02	9,87E+01	0.0E+00	9,87E+01	3,54E+00	0.0E+00	3,54E+00	1,02E-05	0.0E+00	1,02E-05	3,64E-20	0.0E+00	3,64E-20	2,16E-86	0.0E+00	2,16E-86
	Te132	2,5E-06	3,54E+03	0.0E+00	3,54E+03	2,31E+03	0.0E+00	2,31E+03	6,46E+02	0.0E+00	6,46E+02	4,86E+00	0.0E+00	4,86E+00	1,40E-05	0.0E+00	1,40E-05	5,66E-31	0.0E+00	5,66E-31
	Te133m	2,1E-04	8,71E+01	0.0E+00	8,71E+01	1,95E-14	0.0E+00	1,95E-14	2,20E-61	0.0E+00	2,20E-61	2,38E-241	0.0E+00	2,38E-241	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	20 km	Somme RN	-	1,43E+05	0.0E+00	1,43E+05	1,43E+04	0.0E+00	1,43E+04	6,28E+03	0.0E+00	6,28E+03	1,48E+03	0.0E+00	1,48E+03	8,30E+02	0.0E+00	8,30E+02	7,22E+02	0.0E+00
40 km	Cs134	1,1E-08	5,47E+01	0.0E+00	5,47E+01	5,46E+01	0.0E+00	5,46E+01	5,43E+01	0.0E+00	5,43E+01	5,32E+01	0.0E+00	5,32E+01	5,03E+01	0.0E+00	5,03E+01	3,91E+01	0.0E+00	3,91E+01
	Cs136	6,1E-07	2,79E+01	0.0E+00	2,79E+01	2,51E+01	0.0E+00	2,51E+01	1,82E+01	0.0E+00	1,82E+01	5,40E+00	0.0E+00	5,40E+00	2,26E-01	0.0E+00	2,26E-01	1,08E-07	0.0E+00	1,08E-07
	Cs137	7,3E-10	4,54E+01	0.0E+00	4,54E+01	4,54E+01	0.0E+00	4,54E+01	4,54E+01	0.0E+00	4,54E+01	4,53E+01	0.0E+00	4,53E+01	4,52E+01	0.0E+00	4,52E+01	4,44E+01	0.0E+00	4,44E+01
	Cs138	4,6E-01	8,12E+02	0.0E+00	8,12E+02	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	I131	1,0E-06	8,38E+02	0.0E+00	8,38E+02	8,74E+02	0.0E+00	8,74E+02	6,61E+02	0.0E+00	6,61E+02	9,22E+01	0.0E+00	9,22E+01	5,23E-01	0.0E+00	5,23E-01	2,64E-11	0.0E+00	2,64E-11
	I132	8,4E-05	6,90E+02	0.0E+00	6,90E+02	4,21E+02	0.0E+00	4,21E+02	1,18E+02	0.0E+00	1,18E+02	8,84E-01	0.0E+00	8,84E-01	2,55E-06	0.0E+00	2,55E-06	1,03E-31	0.0E+00	1,03E-31
	I133	9,3E-06	8,68E+02	0.0E+00	8,68E+02	1,75E+02	0.0E+00	1,75E+02	1,44E+00	0.0E+00	1,44E+00	1,48E-08	0.0E+00	1,48E-08	2,14E-29	0.0E+00	2,14E-29	6,47E-125	0.0E+00	6,47E-125
	I134	2,2E-04	7,15E+01	0.0E+00	7,15E+01	2,36E-15	0.0E+00	2,36E-15	8,42E-65	0.0E+00	8,42E-65	2,40E-254	0.0E+00	2,40E-254	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	I135	2,9E-05	3,98E+02	0.0E+00	3,98E+02	2,60E+00	0.0E+00	2,60E+00	7,18E-07	0.0E+00	7,18E-07	5,22E-32	0.0E+00	5,22E-32	1,37E-97	0.0E+00	1,37E-97	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	Rb88	6,5E-04	1,98E+04	0.0E+00	1,98E+04	3,91E-45	0.0E+00	3,91E-45	2,98E-191	0.0E+00	2,98E-191	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	Sb125	7,9E-09	2,56E+00	0.0E+00	2,56E+00	2,56E+00	0.0E+00	2,56E+00	2,55E+00	0.0E+00	2,55E+00	2,51E+00	0.0E+00	2,51E+00	2,41E+00	0.0E+00	2,41E+00	1,99E+00	0.0E+00	1,99E+00
	Sb127	2,1E-06	3,72E+01	0.0E+00	3,72E+01	2,59E+01	0.0E+00	2,59E+01	8,80E+00	0.0E+00	8,80E+00	1,40E-01	0.0E+00	1,40E-01	2,85E-06	0.0E+00	2,85E-06	8,97E-28	0.0E+00	8,97E-28
	Sb128	2,1E-05	1,83E+01	0.0E+00	1,83E+01	4,56E-01	0.0E+00	4,56E-01	7,05E-06	0.0E+00	7,05E-06	2,54E-24	0.0E+00	2,54E-24	1,97E-72	0.0E+00	1,97E-72	6,08E-293	0.0E+00	6,08E-293
	Sb129	4,5E-05	3,51E+01	0.0E+00	3,51E+01	1,59E-02	0.0E+00	1,59E-02	1,47E-12	0.0E+00	1,47E-12	5,03E-51	0.0E+00	5,03E-51	2,28E-151	0.0E+00	2,28E-151	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	Te129M	2,4E-07	3,37E+01	0.0E+00	3,37E+01	3,23E+01	0.0E+00	3,23E+01	2,86E+01	0.0E+00	2,86E+01	1,78E+01	0.0E+00	1,78E+01	5,16E+00	0.0E+00	5,16E+00	1,77E-02	0.0E+00	1,77E-02
	Te131	4,6E-04	6,89E+02	0.0E+00	6,89E+02	3,91E+02	0.0E+00	3,91E+02	1,40E+01	0.0E+00	1,40E+01	4,06E-05	0.0E+00	4,06E-05	1,44E-19	0.0E+00	1,44E-19	8,55E-86	0.0E+00	8,55E-86
	Te131M	6,4E-06	5,29E+01	0.0E+00	5,29E+01	1,74E+01	0.0E+00	1,74E+01	6,26E-01	0.0E+00	6,26E-01	1,81E-06	0.0E+00	1,81E-06	6,43E-21	0.0E+00	6,43E-21	3,82E-87	0.0E+00	3,82E-87
	Te132	2,5E-06	6,26E+02	0.0E+00	6,26E+02	4,09E+02	0.0E+00	4,09E+02	1,14E+02	0.0E+00	1,14E+02	8,58E-01	0.0E+00	8,58E-01	2,47E-06	0.0E+00	2,47E-06	9,99E-32	0.0E+00	9,99E-32
	Te133m	2,1E-04	1,54E+01	0.0E+00	1,54E+01	3,45E-15	0.0E+00	3,45E-15	3,89E-62	0.0E+00	3,89E-62	4,21E-242	0.0E+00	4,21E-242	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00	0,00E+00	0.0E+00	0,00E+00
	40 km	Somme RN	-	2,52E+04	0.0E+00	2,52E+04	2,52E+03	0.0E+00	2,52E+03	1,11E+03	0.0E+00	1,11E+03	2,61E+02	0.0E+00	2,61E+02	1,47E+02	0.0E+00	1,47E+02	1,27E+02	0.0E+00

Note : Considérer les valeurs inférieures à 1 Bq/m² comme non significatives

Tableau A2-2 : scénario RTGV - dépôts au sol en fonction du temps et de la distance (1/2)

Dist	RN	Lambda s-1	Fin passage panache			1j après le dépôt			7j après le dépôt			30j après le dépôt			3 mois après le dépôt			1 an après le dépôt		
			Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2
1km	I131	1.0E-06	4.7E+06	1.5E+06	6.1E+06	4.3E+06	1.3E+06	5.6E+06	2.5E+06	8.0E+05	3.3E+06	3.5E+05	1.1E+05	4.6E+05	2.0E+03	6.3E+02	2.6E+03	1.0E-07	3.2E-08	1.3E-07
	I132	8.4E-05	1.3E+06	3.9E+05	1.7E+06	9.1E+02	2.8E+02	1.2E+03	1.3E-16	4.0E-17	1.7E-16	7.3E-89	2.3E-89	9.6E-89	2.5E-277	7.7E-278	3.2E-277	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	I133	9.3E-06	4.1E+06	1.3E+06	5.5E+06	1.9E+06	5.9E+05	2.4E+06	1.5E+04	4.9E+03	2.0E+04	1.6E-04	5.0E-05	2.1E-04	2.3E-25	7.2E-26	3.0E-25	6.9E-121	2.2E-121	9.0E-121
	I135	2.9E-05	2.0E+06	6.2E+05	2.6E+06	1.6E+05	5.0E+04	2.1E+05	4.4E-02	1.4E-02	5.8E-02	3.2E-27	1.0E-27	4.2E-27	8.4E-93	2.7E-93	1.1E-92	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Cs134	1.1E-08	8.4E+05	2.7E+05	1.1E+06	8.4E+05	2.7E+05	1.1E+06	8.4E+05	2.6E+05	1.1E+06	8.2E+05	2.6E+05	1.1E+06	7.7E+05	2.4E+05	1.0E+06	6.0E+05	1.9E+05	7.9E+05
	Cs136	6.1E-07	1.5E+05	4.9E+04	2.0E+05	1.5E+05	4.6E+04	1.9E+05	1.1E+05	3.4E+04	1.4E+05	3.2E+04	1.0E+04	4.2E+04	1.3E+03	4.3E+02	1.8E+03	6.9E-04	2.2E-04	9.1E-04
	Cs137	7.3E-10	7.0E+05	2.2E+05	9.2E+05	7.0E+05	2.2E+05	9.2E+05	7.0E+05	2.2E+05	9.2E+05	6.9E+05	2.2E+05	9.2E+05	6.9E+05	2.2E+05	9.1E+05	6.8E+05	2.2E+05	9.0E+05
	Somme RN	-	1.4E+07	4.3E+06	1.8E+07	8.0E+06	2.5E+06	1.0E+07	4.2E+06	1.3E+06	5.5E+06	1.9E+06	6.0E+05	2.5E+06	1.5E+06	4.7E+05	1.9E+06	1.3E+06	4.1E+05	1.7E+06
2km	I131	1.0E-06	1.4E+06	6.2E+05	2.0E+06	1.3E+06	5.7E+05	1.8E+06	7.5E+05	3.4E+05	1.1E+06	1.0E+05	4.6E+04	1.5E+05	5.8E+02	2.6E+02	8.5E+02	3.0E-08	1.3E-08	4.3E-08
	I132	8.4E-05	3.8E+05	1.7E+05	5.4E+05	2.7E+02	1.2E+02	3.9E+02	3.9E-17	1.7E-17	5.6E-17	2.2E-89	9.7E-90	3.2E-89	7.4E-278	3.3E-278	1.1E-277	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	I133	9.3E-06	1.2E+06	5.5E+05	1.8E+06	5.5E+05	2.5E+05	7.9E+05	4.5E+03	2.0E+03	6.5E+03	4.6E-05	2.1E-05	6.7E-05	6.7E-26	3.0E-26	9.7E-26	2.0E-121	9.1E-122	2.9E-121
	I135	2.9E-05	5.8E+05	2.6E+05	8.4E+05	4.7E+04	2.1E+04	6.8E+04	1.3E-02	5.8E-03	1.9E-02	9.5E-28	4.2E-28	1.4E-27	2.5E-93	1.1E-93	3.6E-93	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Cs134	1.1E-08	2.5E+05	1.1E+05	3.6E+05	2.5E+05	1.1E+05	3.6E+05	2.5E+05	1.1E+05	3.6E+05	2.4E+05	1.1E+05	3.5E+05	2.3E+05	1.0E+05	3.3E+05	1.8E+05	7.9E+04	2.6E+05
	Cs136	6.1E-07	4.4E+04	2.0E+04	6.3E+04	4.1E+04	1.8E+04	6.0E+04	3.0E+04	1.3E+04	4.4E+04	9.0E+03	4.0E+03	1.3E+04	3.8E+02	1.7E+02	5.5E+02	1.9E-04	8.7E-05	2.8E-04
	Cs137	7.3E-10	2.1E+05	9.2E+04	3.0E+05	2.0E+05	9.2E+04	3.0E+05	2.0E+05	9.2E+04	3.0E+05	2.0E+05	9.2E+04	3.0E+05	2.0E+05	9.2E+04	3.0E+05	2.0E+05	9.0E+04	2.9E+05
	Somme RN	-	4.0E+06	1.8E+06	5.9E+06	2.3E+06	1.1E+06	3.4E+06	1.2E+06	5.5E+05	1.8E+06	5.6E+05	2.5E+05	8.1E+05	4.3E+05	1.9E+05	6.3E+05	3.8E+05	1.7E+05	5.5E+05
5km	I131	1.0E-06	2.2E+05	1.6E+05	3.8E+05	2.0E+05	1.4E+05	3.5E+05	1.2E+05	8.6E+04	2.1E+05	1.7E+04	1.2E+04	2.9E+04	9.5E+01	6.7E+01	1.6E+02	4.8E-09	3.4E-09	8.2E-09
	I132	8.4E-05	6.0E+04	4.2E+04	1.0E+05	4.3E+01	3.0E+01	7.3E+01	6.2E-18	4.3E-18	1.0E-17	3.5E-90	2.4E-90	5.9E-90	1.2E-278	8.2E-279	2.0E-278	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	I133	9.3E-06	2.0E+05	1.4E+05	3.4E+05	8.9E+04	6.3E+04	1.5E+05	7.3E+02	5.2E+02	1.2E+03	7.5E-06	5.3E-06	1.3E-05	1.1E-26	7.7E-27	1.8E-26	3.3E-122	2.3E-122	5.6E-122
	I135	2.9E-05	9.4E+04	6.6E+04	1.6E+05	7.6E+03	5.3E+03	1.3E+04	2.1E-03	1.5E-03	3.6E-03	1.5E-28	1.1E-28	2.6E-28	4.0E-94	2.8E-94	6.8E-94	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Cs134	1.1E-08	4.0E+04	2.8E+04	6.9E+04	4.0E+04	2.8E+04	6.8E+04	4.0E+04	2.8E+04	6.8E+04	3.9E+04	2.8E+04	6.7E+04	3.7E+04	2.6E+04	6.3E+04	2.9E+04	2.0E+04	4.9E+04
	Cs136	6.1E-07	7.4E+03	5.2E+03	1.3E+04	7.0E+03	4.9E+03	1.2E+04	5.1E+03	3.6E+03	8.7E+03	1.5E+03	1.1E+03	2.6E+03	6.4E+01	4.6E+01	1.1E+02	3.3E-05	2.3E-05	5.6E-05
	Cs137	7.3E-10	3.3E+04	2.4E+04	5.7E+04	3.3E+04	2.4E+04	5.7E+04	3.3E+04	2.4E+04	5.7E+04	3.3E+04	2.4E+04	5.7E+04	3.3E+04	2.3E+04	5.6E+04	3.2E+04	2.3E+04	5.6E+04
	Somme RN	-	6.5E+05	4.6E+05	1.1E+06	3.8E+05	2.7E+05	6.5E+05	2.0E+05	1.4E+05	3.4E+05	9.0E+04	6.4E+04	1.5E+05	7.0E+04	5.0E+04	1.2E+05	6.1E+04	4.3E+04	1.0E+05
10km	I131	1.0E-06	4.7E+04	4.7E+04	9.3E+04	4.3E+04	4.3E+04	8.6E+04	2.5E+04	2.5E+04	5.1E+04	3.5E+03	3.5E+03	7.0E+03	2.0E+01	2.0E+01	4.0E+01	1.0E-09	1.0E-09	2.0E-09
	I132	8.4E-05	1.3E+04	1.3E+04	2.5E+04	9.1E+00	9.0E+00	1.8E+01	1.3E-18	1.3E-18	2.6E-18	7.3E-91	7.3E-91	1.5E-90	2.5E-279	2.5E-279	4.9E-279	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	I133	9.3E-06	4.1E+04	4.1E+04	8.3E+04	1.9E+04	1.9E+04	3.7E+04	1.5E+02	1.5E+02	3.1E+02	1.6E-06	1.6E-06	3.1E-06	2.3E-27	2.3E-27	4.5E-27	6.9E-123	6.9E-123	1.4E-122
	I135	2.9E-05	2.0E+04	2.0E+04	3.9E+04	1.6E+03	1.6E+03	3.2E+03	4.4E-04	4.4E-04	8.8E-04	3.2E-29	3.2E-29	6.4E-29	8.4E-95	8.4E-95	1.7E-94	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Cs134	1.1E-08	8.4E+03	8.4E+03	1.7E+04	8.4E+03	8.4E+03	1.7E+04	8.4E+03	8.4E+03	1.7E+04	8.2E+03	8.2E+03	1.6E+04	7.7E+03	7.8E+03	1.6E+04	6.0E+03	6.0E+03	1.2E+04
	Cs136	6.1E-07	1.5E+03	1.5E+03	3.1E+03	1.5E+03	1.5E+03	2.9E+03	1.1E+03	1.1E+03	2.1E+03	3.2E+02	3.2E+02	6.3E+02	1.3E+01	1.3E+01	2.7E+01	6.9E-06	6.9E-06	1.4E-05
	Cs137	7.3E-10	7.0E+03	7.0E+03	1.4E+04	7.0E+03	7.0E+03	1.4E+04	7.0E+03	7.0E+03	1.4E+04	6.9E+03	7.0E+03	1.4E+04	6.9E+03	6.9E+03	1.4E+04	6.8E+03	6.8E+03	1.4E+04
	Somme RN	-	1.4E+05	1.4E+05	2.7E+05	8.0E+04	8.0E+04	1.6E+05	4.2E+04	4.2E+04	8.4E+04	1.9E+04	1.9E+04	3.8E+04	1.5E+04	1.5E+04	2.9E+04	1.3E+04	1.3E+04	2.6E+04

Note : Considérer les valeurs inférieures à 1 Bq/m² comme non significatives

Tableau A2-2 : scénario RTGV - dépôts au sol en fonction du temps et de la distance (2/2)

Dist	RN	Lambda s-1	Fin passage panache			1j après le dépôt			7j après le dépôt			30j après le dépôt			3 mois après le dépôt			1 an après le dépôt		
			Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2	Dep sec Bq/m2	Dep hum Bq/m2	Dep sec+hum Bq/m2
20km	I131	1.0E-06	7.4E+03	1.0E+04	1.8E+04	6.8E+03	9.5E+03	1.6E+04	4.0E+03	5.7E+03	9.7E+03	5.6E+02	7.8E+02	1.3E+03	3.2E+00	4.4E+00	7.6E+00	1.6E-10	2.2E-10	3.8E-10
	I132	8.4E-05	2.0E+03	2.8E+03	4.8E+03	1.4E+00	2.0E+00	3.4E+00	2.0E-19	2.9E-19	4.9E-19	1.2E-91	1.6E-91	2.8E-91	3.9E-280	5.5E-280	9.4E-280	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	I133	9.3E-06	6.6E+03	9.3E+03	1.6E+04	2.9E+03	4.2E+03	7.1E+03	2.4E+01	3.4E+01	5.9E+01	2.5E-07	3.5E-07	6.0E-07	3.6E-28	5.1E-28	8.7E-28	1.1E-123	1.5E-123	2.6E-123
	I135	2.9E-05	3.1E+03	4.4E+03	7.5E+03	2.5E+02	3.5E+02	6.1E+02	7.0E-05	9.8E-05	1.7E-04	5.1E-30	7.1E-30	1.2E-29	1.3E-95	1.9E-95	3.2E-95	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Cs134	1.1E-08	1.3E+03	1.9E+03	3.2E+03	1.3E+03	1.9E+03	3.2E+03	1.3E+03	1.9E+03	3.2E+03	1.3E+03	1.8E+03	3.1E+03	1.2E+03	1.7E+03	3.0E+03	9.5E+02	1.3E+03	2.3E+03
	Cs136	6.1E-07	2.4E+02	3.5E+02	5.9E+02	2.3E+02	3.3E+02	5.6E+02	1.7E+02	2.4E+02	4.1E+02	5.0E+01	7.1E+01	1.2E+02	2.1E+00	3.0E+00	5.1E+00	1.1E-06	1.5E-06	2.6E-06
	Cs137	7.3E-10	1.1E+03	1.6E+03	2.7E+03	1.1E+03	1.6E+03	2.7E+03	1.1E+03	1.6E+03	2.7E+03	1.1E+03	1.6E+03	2.7E+03	1.1E+03	1.6E+03	2.6E+03	1.1E+03	1.5E+03	2.6E+03
	Somme RN	-	2.2E+04	3.1E+04	5.2E+04	1.3E+04	1.8E+04	3.0E+04	6.7E+03	9.4E+03	1.6E+04	3.0E+03	4.2E+03	7.2E+03	2.3E+03	3.3E+03	5.6E+03	2.0E+03	2.9E+03	4.9E+03
40km	I131	1.0E-06	6.8E+02	1.4E+03	2.0E+03	6.2E+02	1.2E+03	1.9E+03	3.7E+02	7.4E+02	1.1E+03	5.1E+01	1.0E+02	1.5E+02	2.9E-01	5.8E-01	8.6E-01	1.5E-11	2.9E-11	4.4E-11
	I132	8.4E-05	1.8E+02	3.6E+02	5.4E+02	1.3E-01	2.6E-01	3.9E-01	1.9E-20	3.7E-20	5.5E-20	1.1E-92	2.1E-92	3.1E-92	3.6E-281	7.0E-281	1.1E-280	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	I133	9.3E-06	6.0E+02	1.2E+03	1.8E+03	2.7E+02	5.3E+02	8.0E+02	2.2E+00	4.4E+00	6.6E+00	2.3E-08	4.5E-08	6.8E-08	3.3E-29	6.5E-29	9.8E-29	1.0E-124	2.0E-124	3.0E-124
	I135	2.9E-05	2.9E+02	5.7E+02	8.5E+02	2.3E+01	4.6E+01	6.9E+01	6.4E-06	1.3E-05	1.9E-05	4.6E-31	9.2E-31	1.4E-30	1.2E-96	2.4E-96	3.6E-96	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Cs134	1.1E-08	1.2E+02	2.4E+02	3.7E+02	1.2E+02	2.4E+02	3.6E+02	1.2E+02	2.4E+02	3.6E+02	1.2E+02	2.4E+02	3.6E+02	1.1E+02	2.2E+02	3.4E+02	8.7E+01	1.7E+02	2.6E+02
	Cs136	6.1E-07	2.2E+01	4.5E+01	6.7E+01	2.1E+01	4.2E+01	6.3E+01	1.5E+01	3.1E+01	4.6E+01	4.6E+00	9.2E+00	1.4E+01	1.9E-01	3.9E-01	5.8E-01	1.0E-07	2.0E-07	3.0E-07
	Cs137	7.3E-10	1.0E+02	2.0E+02	3.0E+02	1.0E+02	2.0E+02	3.0E+02	1.0E+02	2.0E+02	3.0E+02	1.0E+02	2.0E+02	3.0E+02	1.0E+02	2.0E+02	3.0E+02	9.9E+01	2.0E+02	3.0E+02
	Somme RN	-	2.0E+03	4.0E+03	5.9E+03	1.2E+03	2.3E+03	3.5E+03	6.1E+02	1.2E+03	1.8E+03	2.7E+02	5.5E+02	8.2E+02	2.1E+02	4.2E+02	6.4E+02	1.9E+02	3.7E+02	5.6E+02

Note : Considérer les valeurs inférieures à 1 Bq/m² comme non significatives

ANNEXE 3

Période de décroissance radioactive des principaux radionucléides considérés dans les calculs

<i>Radionucléide</i>	<i>Période de décroissance radioactive (a j h min s)</i>
¹³⁴ Cs	2 a 22 j
¹³⁶ Cs	13 j 3 h
¹³⁷ Cs	30 a 54 j
¹³⁸ Cs	32 min 11 s
¹³¹ I	8 j 0 h
¹³² I	2 h 17 min
¹³³ I	20 h 47 min
¹³⁴ I	52 min 36 s
¹³⁵ I	6 h 36 min
⁸⁸ Rb	17 min 48 s
¹²⁵ Sb	2 a 280 j
¹²⁷ Sb	3 j 20 h
^{129M} Te	33 j 14 h
^{131M} Te	1 j 5 h
¹³² Te	3 j 6 h

Rappel :

La période de décroissance radioactive T d'un radionucléide est définie comme la durée après laquelle l'activité A_{Bq} d'un échantillon a diminué de moitié. T est donc la durée telle que, pour un t_0 quelconque :

$$A_{Bq}(t_0 + T) = \frac{A_{Bq}(t_0)}{2}$$

|

|

ANNEXE 4

Calcul de l'activité volumique de la terre de surface

L'activité volumique d'un échantillon de terre de surface peut être estimée de manière simplifiée par la relation suivante :

$$A_{terre} = \frac{D_{surface}}{\rho \times e}$$

Avec :

- A_{terre} l'activité volumique de la terre de surface, en Bq.kg⁻¹,
- $D_{surface}$ le dépôt surfacique au point de prélèvement, en Bq.m⁻²,
- ρ la masse volumique de la terre prélevée, en kg.m⁻³,
- e l'épaisseur de prélèvement, en mètres.

En l'absence de précipitations, l'application de la formule ci-dessus est immédiate.

En présence de précipitations, la pluie induit une migration de la pollution en profondeur dans le sol. Dans l'hypothèse où cette migration conduit à une répartition homogène de la contamination sur x centimètres de profondeur, alors le dépôt $D_{surface}'$ à considérer lors de l'application de la formule ci-dessus est :

$$D_{surface}' = \frac{e}{x} \times D_{surface}$$

Exemple :

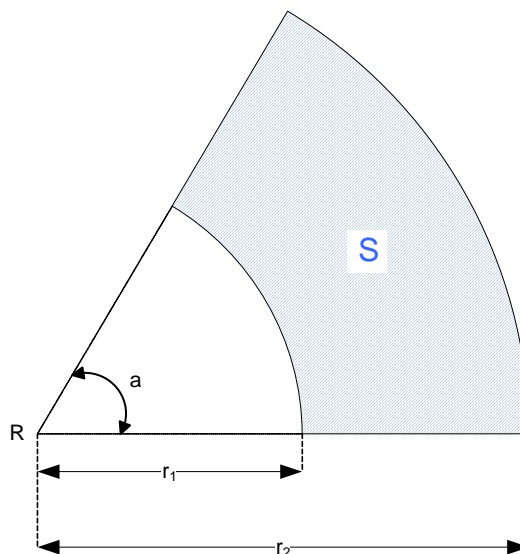
Si $e = 5$ cm et si $x = 15$ cm, alors seul le tiers de la contamination surfacique calculée est à considérer.

|

|

ANNEXE 5

Calcul de la surface d'un secteur annulaire



La surface S est donnée par la relation suivante :
$$S = \frac{a}{2} \times (r_2^2 - r_1^2)$$

Avec :

- S la surface du secteur annulaire, en m^2 ,
- a l'angle du secteur annulaire, en radians,
- r_1 et r_2 les rayons minimum et maximum de l'anneau, en mètres.

Rappel :

Un angle a exprimé en radians est l'équivalent de l'angle A exprimé en degrés tel que :

$$a = A \times \frac{\pi}{180}$$

Application numérique :

Surfaces annulaires, en hectares (1 ha = 10 000 m^2).

Scénario	0-1 km	1-2 km	2-5 km	5-10 km
RTGV	60	180	1380	4580
APRP	110	340	2380	8500

|

|

ANNEXE 6

Rendements moyens des productions agricoles

Productions végétales

	Rendement moyen
Céréales (Blé / Orge ...)	8 t / ha (avec 16 t/ha de partie aérienne totale)
Colza	4 t/ha
Maïs ensilage	16 t/ha (MS)
Légumes sous serre	300 t/ha
Vergers	30 t/ha
Pomme de terre	45 t/ha
Betterave	70 t/ha (racine nue) et 40 t/ha (partie aérienne)

Productions animales

	Quantité produite par animal
Bovins lait	30 à 40 L/j
Bovins viande	600 kg (poids vif)
Porcs charcutiers	100 kg (poids vif)
Volailles	2,5 kg

|

|

ANNEXE 7

Calculs de doses supplémentaires

Il a été souligné dans le corps du document que seules les doses reçues par voie externe par la population ont été évaluées et présentées.

L'évaluation des doses engagées par l'incorporation de radionucléides, par l'inhalation de la remise en suspension de particules déposées ou bien par ingestion de denrées contaminées, font appel à des paramètres dont la variabilité spatiale et temporelle conduit à ne présenter ici qu'une méthode de calcul et non des résultats utilisant des valeurs de paramètres figées. Ainsi les premières réflexions des groupes de travail aboutiront certainement à la détermination de ces paramètres et permettront alors d'appliquer les méthodes de calcul exposées ci-dessous.

Calcul de la dose engagée par l'inhalation de la remise en suspension des matières déposées

Il s'agit dans un premier temps d'évaluer, pour chaque radionucléide i , l'activité volumique de l'air $AV_i(P)$ résultant de la remise en suspension du dépôt au point P (due à l'activité humaine, à l'érosion des surfaces contaminées) par la relation suivante :

$$AV_i(P) = K_i(P) \times AS_i(P)$$

Avec :

- $AV_i(P)$ l'activité volumique de l'air au point P pour le radionucléide i , en Bq.m^{-3} ,
- $K_i(P)$ le coefficient de mise en suspension retenu pour le point P et le radionucléide i , en m^{-1} ,
- $AS_i(P)$ l'activité surfacique au point P pour le radionucléide i , en Bq.m^{-2} .

En régime permanent, la dose efficace engagée par l'inhalation de la remise en suspension des dépôts au point P pour une classe d'âge c de la population, $D_c(P)$, peut être évaluée de la manière suivante :

$$D_c(P) = q_c \times T \times \sum_i AV_i(P) \times CD_{i,c}$$

Avec :

- $D_c(P)$ la dose efficace engagée par l'inhalation de la remise en suspension des dépôts pour la classe d'âge c , en Sv,
- q_c le débit respiratoire associé à la classe d'âge c , en $\text{m}^3.\text{j}^{-1}$,
- T la durée d'exposition à la remise en suspension des dépôts, en j,
- $AV_i(P)$ l'activité volumique de l'air au point P pour le radionucléide i , en Bq.m^{-3} ,
- $CD_{i,c}$ la dose efficace engagée par unité d'activité inhalée pour le radionucléide i et la classe d'âge c , en Sv.Bq^{-1} .

Calcul de la dose engagée par l'ingestion de produits contaminés

La dose efficace engagée par l'ingestion d'aliments contaminés produits au point P pour une classe c de la population, $D_c(P)$, peut être évaluée de la manière suivante :

$$D_c(P) = \sum_i CD_{i,c} \times \sum_a A_{i,a}(P) \times Q_{a,c}$$

Avec :

- $D_c(P)$ la dose efficace engagée par l'ingestion d'aliments contaminés pour la classe de population c , en Sv,
- $Q_{a,c}$ la quantité d'aliment a ingérée par la classe d'âge c sur la période d'exposition considérée, en kg,
- $A_{i,a}$ la concentration du radionucléide i dans l'aliment a produit au point P, en Bq.kg⁻¹,
- $CD_{i,c}$ la dose efficace engagée par unité d'activité ingérée pour le radionucléide i et la classe de population c , en Sv.Bq⁻¹.

Notes :

- Les coefficients CD relatifs à l'ingestion sont compilés dans la publication 71 de l'ICRP, les coefficients CD relatifs à l'ingestion sont compilés dans la publication 72 de l'ICRP.
- Le coefficient de mise en suspension K prend généralement des valeurs comprises entre 10^6 m^{-1} et 10^9 m^{-1} selon les conditions.

ANNEXE 8

Influence de la vitesse du vent et de la stabilité atmosphérique

La vitesse du vent influe sur l'ouverture prévisionnelle du secteur sous le vent : plus le vent est fort et moins le secteur sous le vent est ouvert (voir tableau A8-1).

Tableau A8-1

Vent (m/s)	Ouverture angulaire prévisionnelle du secteur sous le vent	
	RTGV (pas de battement de vent)	APRP (facteur de battement de vent de 3)
$U < 1$	360°	360°
$1 < U < 3$	75°	130°
$3 < U < 7$	45°	70°
$U > 7$	35°	45°

La dispersion des polluants dans l'atmosphère et leur dépôt sur les sols sont fortement régis par la stabilité de l'atmosphère, par la vitesse moyenne du vent ainsi que par les éventuelles précipitations. Le modèle de Doury utilisé par le logiciel CONRAD suppose l'existence de deux classes de stabilités atmosphériques : DN (diffusion Normale) et DF (Diffusion Faible) selon que le gradient thermique vertical de l'atmosphère au niveau du rejet est inférieur ou supérieur à 0,5 °C/100m.

Pour une classe de stabilité donnée, plus le vent est fort et plus les conséquences observées sur l'axe du vent sont élevées. Pour une vitesse de vent donnée, les conséquences sont plus élevées pour la classe de stabilité DF que pour la classe de stabilité DN.

Naturellement, tous les polluants rejetés dans l'atmosphère n'ont pas le même comportement. Selon leur nature physico-chimique, leur distribution granulométrique, ils sont plus ou moins sensibles aux phénomènes de dépôt sec et au lessivage par les précipitations.

Pour un rejet donné, en première approximation l'activité volumique de l'air observée sur l'axe du panache varie dans le rapport des Coefficients de Transfert Atmosphérique (CTA) et le dépôt au sol observé sur l'axe du panache varie dans le rapport des Coefficients de Transfert Surfaiques (CTS). Le CTA et le CTS sont représentatifs d'une situation météorologique donnée et d'un polluant donné. Ils dépendent de la distance à la source d'émission.

Il est ainsi possible de déduire les facteurs à appliquer aux dépôts (et aux contaminations qui en dérivent) ainsi que les facteurs à appliquer aux activités volumiques afin d'estimer les variations sur les conséquences induites par les variations de la stabilité de l'atmosphère, de la vitesse du vent et des précipitations. Ces facteurs sont présentés dans les tableaux A8-2 pour l'APRP et A8-3 pour la RTGV.

Tableau A8-2 : Facteurs applicables aux résultats du scénario APRP

Stabilité	Vent (m/s)	Pluie (mm/h)	Ratio	1 km	2 km	5 km	10 km	20 km	30 km	40 km
DF	1	2	CTA	0.32	0.24	0.11	0.03	0.00	0.00	0.00
			CTS	0.55	0.48	0.28	0.10	0.01	0.00	0.00
	3		CTA	0.94	0.88	0.72	0.51	0.26	0.14	0.07
			CTS	1.32	1.38	1.37	1.18	0.75	0.44	0.25
	5		CTA	1.36	1.41	1.33	1.17	0.86	0.62	0.44
			CTS	1.79	2.05	2.27	2.34	2.08	1.70	1.33
DN	1		CTA	0.06	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
			CTS	0.41	0.50	0.52	0.34	0.09	0.02	0.00
	3		CTA	0.18	0.17	0.14	0.12	0.09	0.06	0.04
			CTS	0.66	0.88	1.31	1.66	1.74	1.45	1.10
	5		CTA	0.27	0.27	0.25	0.24	0.22	0.20	0.17
			CTS	0.78	1.08	1.70	2.45	3.32	3.64	3.61
10	CTA	0.45	0.48	0.51	0.53	0.57	0.59	0.62		
	CTS	0.93	1.38	2.30	3.57	5.81	7.75	9.40		
DF	1	0	CTA	0.39	0.36	0.29	0.24	0.17	0.14	0.11
			CTS	0.39	0.36	0.29	0.24	0.17	0.14	0.11
	3		CTA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
			CTS	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	5		CTA	1.41	1.53	1.63	1.74	1.92	2.06	2.20
			CTS	1.41	1.53	1.63	1.74	1.92	2.06	2.20
DN	1		CTA	0.08	0.07	0.08	0.11	0.16	0.22	0.29
			CTS	0.08	0.07	0.08	0.11	0.16	0.22	0.29
	3		CTA	0.19	0.19	0.20	0.23	0.34	0.46	0.59
			CTS	0.19	0.19	0.20	0.23	0.34	0.46	0.59
	5		CTA	0.28	0.29	0.31	0.36	0.49	0.66	0.85
			CTS	0.28	0.29	0.31	0.36	0.49	0.66	0.85
10	CTA	0.46	0.50	0.56	0.65	0.85	1.08	1.38		
	CTS	0.46	0.50	0.56	0.65	0.85	1.08	1.38		

Tableau A8-3 : Facteurs applicables aux résultats du scénario RTGV

Stabilité	Vent (m/s)	Pluie (mm/h)	Ratio	1 km	2 km	5 km	10 km	20 km	30 km	40 km
DF	1	2	CTA	0.24	0.17	0.08	0.03	0.00	0.00	0.00
			CTS	0.31	0.23	0.12	0.04	0.01	0.00	0.00
	3		CTA	0.69	0.62	0.54	0.44	0.31	0.22	0.16
			CTS	0.74	0.68	0.60	0.50	0.36	0.26	0.19
	5		CTA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
			CTS	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DN	1		CTA	0.05	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
			CTS	0.23	0.25	0.23	0.15	0.04	0.01	0.00
	3		CTA	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.09
			CTS	0.37	0.43	0.58	0.71	0.83	0.86	0.83
	5		CTA	0.20	0.19	0.19	0.21	0.25	0.32	0.39
			CTS	0.44	0.53	0.75	1.05	1.60	2.14	2.71
	10	CTA	0.33	0.34	0.38	0.46	0.67	0.95	1.40	
		CTS	0.52	0.67	1.01	1.53	2.79	4.56	7.06	
DF	1	0	CTA	0.29	0.25	0.22	0.20	0.20	0.22	0.25
			CTS	0.22	0.17	0.13	0.10	0.08	0.08	0.08
	3		CTA	0.74	0.71	0.75	0.86	1.16	1.61	2.26
			CTS	0.56	0.49	0.44	0.43	0.48	0.59	0.75
	5		CTA	1.04	1.08	1.22	1.49	2.23	3.32	4.95
			CTS	0.79	0.75	0.71	0.75	0.92	1.21	1.65
DN	1		CTA	0.06	0.05	0.06	0.09	0.18	0.35	0.66
			CTS	0.04	0.04	0.04	0.05	0.07	0.13	0.22
	3		CTA	0.14	0.13	0.15	0.20	0.40	0.74	1.33
			CTS	0.11	0.09	0.09	0.10	0.16	0.27	0.44
	5		CTA	0.21	0.21	0.23	0.31	0.57	1.06	1.92
			CTS	0.16	0.14	0.14	0.15	0.23	0.39	0.64
	10	CTA	0.34	0.36	0.42	0.56	0.99	1.74	3.11	
		CTS	0.26	0.25	0.25	0.28	0.41	0.64	1.04	

N.B.1 : L'application de ces ratios de CTA aux résultats d'activité volumique (et aux doses qui en résultent) ou de ces ratios de CTS aux dépôts sur les sols (et aux doses et contaminations qui en résultent) suppose l'hypothèse d'un rejet effectué entièrement sous forme particulaire.

N.B.2 : Pour les contaminations des produits de la chaîne alimentaire, l'application des ratios de CTS d'un temps sec vers un autre temps sec est exacte, cependant l'application d'une telle proportionnalité d'un temps sec vers un temps pluvieux ou vice-versa ne fournira qu'une approximation du résultat.

L'utilisation de cette simple règle de proportionnalité n'est valable que pour obtenir des ordres de grandeurs de la sensibilité des résultats à la variation des conditions météorologiques.