

PIÈCE 9

ÉTUDE DE MAÎTRISE DES RISQUES

- Chapitre 7 -

Analyse des conséquences en situation accidentelle

PLACE DU CHAPITRE DANS L'ÉTUDE DE MAÎTRISE DES RISQUES

Résumé non technique

Sommaire général

Glossaire

Chapitre 1 – Introduction

Chapitre 2 – Inventaire des risques

Chapitre 3 – Analyse du Retour d'Expérience d'installations analogues

Chapitre 4 – Présentation des méthodes retenues pour l'analyse des risques

Chapitre 5 – Dispositions de maîtrise des risques pour les opérations d'exploitation courante

Chapitre 6 – Dispositions de maîtrise des risques par opération de démantèlement

Chapitre 7 – Analyse des conséquences en situation accidentelle

Chapitre 8 – Présentation synthétique des systèmes de surveillance, dispositifs et moyens de secours

Chapitre 9 – Conclusion

SOMMAIRE

PRESENTATION DU CHAPITRE 7	4
7.1. METHODE ET HYPOTHESE D'EVALUATION DES CONSEQUENCES	5
7.1.1. IMPACTS RADIOLOGIQUES	5
7.1.1.1. Objectifs et critères de sûreté	5
7.1.1.2. Code de calcul	5
7.1.1.3. Voies d'exposition	6
7.1.1.3.1. Dose court terme (une heure)	6
7.1.1.3.2. Dose moyen terme (un an)	6
7.1.1.4. Groupe de référence	6
7.1.1.5. Evaluation des transferts par les différentes voies	6
7.1.1.5.1. Dispersion atmosphérique	6
7.1.1.5.2. Dépôt sec et appauvrissement du panache	7
7.1.1.5.3. Décroissance radioactive et filiations	7
7.1.1.5.4. Cas particulier du carbone	7
7.1.1.5.5. Transfert dans la chaîne alimentaire	7
7.1.1.5.6. Transfert à l'Homme	7
7.1.1.6. Evaluation de la dose efficace	7
7.1.1.7. Evaluation des surfaces susceptibles d'être affectées	8
7.1.2. IMPACTS ASSOCIES AUX ACCIDENTS CONVENTIONNELS	8
7.1.2.1. Effets thermiques	8
7.1.2.1.1. Modélisation des effets thermiques	8
7.1.2.1.2. Critères retenus	8
7.1.2.2. Effets toxiques	9
7.1.2.2.1. Modélisation des effets toxiques	9
7.1.2.2.2. Critères retenus	9
7.2. EVALUATION DES CONSEQUENCES DES ACCIDENTS ENVELOPPES	10
7.2.1. ACCIDENTS RADIOLOGIQUES	10
7.2.1.1. Scénario N° 1 : Séisme	10
7.2.1.2. Scénario N° 2 : Incendie seul	11
7.2.1.3. Scénario N° 3 : Cumul d'un séisme et d'un incendie	13
7.2.1.4. Scénario N° 4 : Collision et chute de charge	14
7.2.2. ACCIDENTS CONDUISANT A DES EFFETS CONVENTIONNELS	15
7.2.2.1. Situations de référence liées aux opérations d'exploitation courante	15
7.2.2.1.1. Effets thermiques	15
7.2.2.1.2. Effets toxiques	15

7.2.2.2. Situations de référence liées aux opérations de démantèlement de la première étape	15
7.2.2.2.1. Effets thermiques.....	15
7.2.2.2.2. Effets toxiques	15
7.2.2.3. Situations de référence liées aux opérations de démantèlement de la seconde étape	16
7.2.2.3.1. Effets thermiques.....	16
7.2.2.3.2. Effets toxiques	16

7.3. JUSTIFICATION DU CARACTERE ENVELOPPE DES ACCIDENTS ET VERIFICATION DE L'ABSENCE D'EFFET FALSAISE	17
--	-----------

TABLEAUX

Tableau 7.2-a	Résultats des calculs de dose efficace (mSv) pour le scénario N° 1.....	11
Tableau 7.2-b	Résultats des calculs de dose efficace (mSv) pour le scénario N° 2.....	12
Tableau 7.2-c	Résultats des calculs de dose efficace (mSv) pour le scénario N° 3.....	13
Tableau 7.2-d	Résultats des calculs de dose efficace (mSv) pour le scénario N° 4.....	14

P RESENTATION DU CHAPITRE 7

Ce Chapitre correspond à l'analyse des conséquences des accidents éventuels pour les personnes et l'environnement.

L'objectif de ce Chapitre est, d'une part, de définir la méthode et les hypothèses retenues pour l'évaluation des conséquences des scénarios d'accidents couvrant l'ensemble des scénarios envisagés dans les analyses de risques des opérations d'exploitation courante et des opérations de démantèlement, et, d'autre part, de présenter l'évaluation des conséquences de ces scénarios.

Le Chapitre est organisé comme suit :

- [§ 7.1](#): Méthode et hypothèse d'évaluation des conséquences ;
- [§ 7.2](#) : Evaluation des conséquences des accidents enveloppes ;
- [§ 7.3](#) : Justification du caractère enveloppe des accidents et vérification de l'absence d'effet falaise.

7.1. METHODE ET HYPOTHESE D'EVALUATION DES CONSEQUENCES

7.1.1. IMPACTS RADIOLOGIQUES

7.1.1.1. OBJECTIFS ET CRITERES DE SURETE

Il est retenu que les incidents et accidents de nature à engendrer des conséquences radiologiques par voie aérienne sur les intérêts à protéger ne doivent pas induire la mise en œuvre de mesures de protection des populations, conformément à l'arrêté du 20 novembre 2009 portant homologation de la décision ASN relative aux niveaux d'intervention en situation d'urgence radiologique. De fait :

- Il est défini en tant qu'exigence une limite de dose efficace individuelle de 10 mSv pour la phase court terme des accidents. Cette dose est évaluée à cinq cents mètres et est calculée pour une durée associée au passage du panache (typiquement quelques heures à quelques jours – 7 jours) ;
- Cette exigence est complétée par la définition d'un objectif de 1 mSv, cette dose efficace étant toujours évaluée à cinq cents mètres et calculée pour une durée associée au passage du panache (typiquement quelques heures à quelques jours – 7 jours). Cette valeur repère est proportionnée aux risques induits par l'installation et à la fréquence d'occurrence des accidents potentiels, et permet ainsi de rendre compte avec une marge du respect des limites de dose efficace fixées précédemment ;
- Il est vérifié, en tant qu'objectif, le retour à la normalité radiologique, soit une dose efficace inférieure à 1 mSv.an⁻¹ à deux mille mètres dès la première année, déduction faite de la dose court terme. Cet objectif est complété par la vérification que la dose à moyen terme reste limitée à quelques mSv par an, au niveau des habitations les plus proches.

7.1.1.2. CODE DE CALCUL

L'estimation des conséquences radiologiques est réalisée via un code de calcul permettant, pour des situations accidentelles, d'effectuer des calculs de dispersion atmosphérique de substances radioactives et de contamination de la biosphère, et d'estimer l'impact dosimétrique de ces rejets sur la population.

7.1.1.3. VOIES D'EXPOSITION

7.1.1.3.1. Dose court terme (une heure)

Pour l'estimation de la dose court terme (une heure), qui correspond à la dose reçue pendant la durée de passage du panache radioactif, les voies d'exposition considérées sont les suivantes :

- L'exposition externe au panache radioactif ;
- L'exposition interne par inhalation du panache.

L'exposition externe au dépôt n'est pas considérée compte tenu des durées de rejet et d'exposition limitées.

7.1.1.3.2. Dose moyen terme (un an)

Pour l'estimation de la dose moyen terme (un an), qui correspond à la dose reçue durant l'année suivant l'accident, après le dépôt des substances radioactives sur le sol et leur transfert dans la chaîne alimentaire, les voies d'exposition considérées sont les suivantes :

- L'exposition externe au dépôt radioactif sur le sol ;
- L'exposition interne par ingestion d'aliments contaminés.

L'exposition externe au panache radioactif ainsi que l'exposition interne par inhalation du panache ne sont pas considérées dans ce calcul.

7.1.1.4. GROUPE DE REFERENCE

A court terme, pour tenir compte de la présence éventuelle de promeneurs aux abords immédiats du site, des individus adultes sont supposés se trouver à cinq cents mètres du point de rejet pendant le passage du panache.

A moyen terme, le groupe de référence retenu est constitué d'individus adultes vivant en milieu rural, restant toute l'année à proximité de l'installation et consommant des produits locaux. Le lieu de résidence de ces individus est supposé être situé à deux mille mètres du point de rejet.

Pour des habitations se situant à une distance inférieure à deux mille mètres, un calcul de dose efficace à moyen terme est également réalisé, à titre de sensibilité, en supposant le lieu de résidence situé à cinq cents mètres du point de rejet.

7.1.1.5. EVALUATION DES TRANSFERTS PAR LES DIFFERENTES VOIES

7.1.1.5.1. Dispersion atmosphérique

La première étape des calculs d'impact radiologique d'une situation accidentelle est d'estimer la dispersion des substances radioactives, c'est-à-dire la fraction de l'activité rejetée qui est transférée aux points d'intérêt (ici à cinq cents et deux mille mètres du point de rejet). Le calcul de dispersion atmosphérique permet d'estimer les paramètres qui permettent ensuite d'évaluer l'activité volumique et surfacique aux points d'intérêt.

Le rejet modélisé est ponctuel dans l'espace, à débit et direction constants. Les conditions météorologiques considérées pour l'évaluation sont les suivantes : un temps sec, une diffusion faible et une vitesse de vent constante égale à $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (condition météorologique standard). La direction du vent est supposée constante pendant la durée de passage du panache.

De manière pénalisante, il est supposé que le sujet récepteur se situe dans l'axe du vent pendant la durée de passage du panache, que son lieu d'habitation se trouve également dans cette direction, et que le rejet se fait au niveau du sol. L'impact est également évalué au niveau du sol.

7.1.1.5.2. Dépôt sec et appauvrissement du panache

Lors du transfert atmosphérique de vapeurs et d'aérosols, des phénomènes de dépôt sec appauvrissent le contenu du panache et entraînent un transfert de l'activité rejetée vers le sol et les végétaux. Pour les substances concernées, les concentrations volumiques calculées sont corrigées pour tenir compte de l'appauvrissement par les dépôts.

7.1.1.5.3. Décroissance radioactive et filiations

Lors de la dispersion des substances radioactives, les activités dans l'air et le sol évoluent du fait de la décroissance radioactive et de l'apport éventuel par filiations radioactives.

Pour certaines filiations où la période de l'isotope fils est courte par rapport à celle du père, les facteurs de conversion en dose utilisés tiennent directement compte de l'ensemble des produits de filiation, sans modélisation détaillée de la chaîne de filiation.

Pour les autres cas, l'évolution des activités des radioéléments de l'ensemble de la chaîne est calculée analytiquement.

7.1.1.5.4. Cas particulier du carbone

Le comportement du carbone 14 dans l'environnement est particulier, dans la mesure où, en tant qu'isotopes du carbone, il participe au cycle de vie de ces éléments dans l'environnement.

Il peut être présent dans toutes les molécules carbonées et par conséquent être associés aussi bien aux composantes minérales qu'à la matière organique des organismes vivants.

Cette spécificité est prise en compte dans les évaluations dosimétriques.

7.1.1.5.5. Transfert dans la chaîne alimentaire

Transfert dans les produits d'origine végétale

La contamination des végétaux peut s'effectuer :

- Par voie directe : une partie de l'activité atmosphérique se dépose sur les végétaux et conduit à une contamination directe des végétaux par les feuilles (voie foliaire) ;
- Par voie indirecte : une partie de l'activité atmosphérique se dépose au sol et conduit à une contamination indirecte des végétaux par les racines (voie racinaire).

Transfert dans les produits d'origine animale

Le transfert dans le milieu animal s'effectue lors de l'ingestion par les animaux de végétaux contaminés par voies directe et indirecte, et par l'ingestion de terre par l'animal lors du broutage.

Il est considéré que les animaux se trouvent à proximité des habitations. Pour une habitation située à deux mille mètres du point de rejet, les animaux consomment des végétaux produits à cette même distance.

7.1.1.5.6. Transfert à l'Homme

A chaque aliment est associé une ration (en $\text{kg}\cdot\text{j}^{-1}$) et un taux d'autoconsommation (%), qui représente la proportion de l'aliment d'origine locale.

7.1.1.6. EVALUATION DE LA DOSE EFFICACE

Les valeurs des facteurs de dose utilisées sont extraites de publications de la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR).

L'activité inhalée liée à la remise en suspension du dépôt est négligée.

Dans le cas de l'exposition externe, les coefficients de dose efficace qui permettent de quantifier l'exposition à partir des activités de l'air et de la surface du sol sont issus du rapport Federal Guidance n° 12.

Il n'est pas tenu compte des protections éventuellement apportées par les habitations et il est considéré que le taux de présence des populations sur leur lieu de résidence est de 100 %.

Les débits respiratoires sont issus de la CIPR 71. Le volume d'air inhalé est pris égal à $1,1 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

7.1.1.7. EVALUATION DES SURFACES SUSCEPTIBLES D'ÊTRE AFFECTÉES

Une surface agricole est considérée comme affectée si au moins une des denrées alimentaires qui y est produite ne respecte pas les critères de commercialisation définis dans le Journal Officiel de l'Union Européenne L13/2 du 20 janvier 2016.

Le calcul de l'activité massique dans les denrées permet de déterminer à partir de quelle distance le dépôt résultant du rejet n'induit plus de contamination des sols entraînant un dépassement des limites de commercialisation des denrées alimentaires.

L'activité massique dans les cultures est calculée après le passage du panache (un jour après le rejet). Elle constitue une estimation maximale, amenée à décroître les jours suivants. Concernant les produits d'origine animale, l'activité massique est évaluée après une année pendant laquelle ces animaux ont consommé des produits contaminés

7.1.2. IMPACTS ASSOCIÉS AUX ACCIDENTS CONVENTIONNELS

Ce paragraphe vise à présenter les méthodes de calcul des conséquences appliquées à l'ensemble des situations accidentelles conventionnelles établies dans le cadre des analyses préliminaires et approfondies de risques de l'étude de dangers conventionnelle.

Ces calculs permettent de définir le scénario d'accident conventionnel couvrant les autres scénarios envisageables, et dont les conséquences sur les intérêts à protéger sont évaluées ci-après.

7.1.2.1. EFFETS THERMIQUES

7.1.2.1.1. Modélisation des effets thermiques

Une évaluation des conséquences thermiques liées à l'incendie est réalisée dans le cadre de la Démonstration de la Maîtrise du Risque Incendie (DMRI). De manière simplificatrice et pénalisante, les scénarios retenus pour l'évaluation de l'impact thermique correspondent à ceux des feux non maîtrisés dont la surface au sol est la plus importante et qui mobilise l'ensemble de l'inventaire combustible de la zone considérée.

L'incendie est modélisé pour chaque bâtiment avec un logiciel d'évaluation des effets thermiques d'un incendie sur l'environnement et sans prise en compte des sectorisations, afin de maximiser les impacts. Ce logiciel permet de déterminer les distances d'effet.

7.1.2.1.2. Critères retenus

L'Arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation présente les valeurs à prendre en compte pour la détermination des zones d'effets d'accident potentiel dans les études de risques. Ces valeurs sont utilisées dans le cadre de l'analyse des effets thermiques du scénario d'accident considéré.

7.1.2.2. EFFETS TOXIQUES

7.1.2.2.1. Modélisation des effets toxiques

Une évaluation des conséquences toxiques liées à l'incendie est réalisée dans le cadre de la Démonstration de la Maîtrise du Risque Incendie (DMRI). Les scénarios d'incendie modélisés prennent en compte les produits mobilisables potentiellement dangereux. Ces produits ont été pris en compte dans la modélisation des fumées toxiques.

L'incendie est modélisé avec un logiciel d'évaluation des effets toxiques d'un incendie sur l'environnement.

7.1.2.2.2. Critères retenus

La toxicité des polluants a pour origine:

- La décomposition des produits potentiellement dangereux présents dans l'installation et mobilisés dans un incendie ;
- Les caractéristiques intrinsèques de ces mêmes produits.

L'acceptabilité des effets toxiques liés à un incendie est évaluée à travers le seuil des effets irréversibles. Les seuils des polluants proviennent principalement des fiches toxicologiques de l'INERIS (Institut National de l'Environnement industriel et des RISques), mais aussi de la littérature internationale.

7.2.

EVALUATION DES CONSEQUENCES DES ACCIDENTS ENVELOPPES

Les scénarios présentés dans la suite de ce paragraphe couvrent l'ensemble des scénarios envisagés dans les analyses de risques des opérations d'exploitation courante et des opérations de démantèlement. Ainsi les scénarios de perte de confinement, de chute de charge, d'incendie, d'explosion ou de séisme présentés pour chaque opération sont couverts par ces scénarios « enveloppes ». Les hypothèses pénalisantes sont présentées pour chacun d'eux.

7.2.1. ACCIDENTS RADIOLOGIQUES

7.2.1.1. SCENARIO N° 1 : SEISME

Le scénario de séisme considéré est celui engendrant la remise en suspension de l'ensemble du terme source du bâtiment 853-854 décomposées en trois zones : la zone TGG, la zone de maintenance et la zone d'entreposage tampon.

Le scénario considère les hypothèses suivantes :

- Utilisation d'un facteur de remise en suspension pénalisant prenant en compte le phénomène de chute d'objets sur le terme source ;
- Remise en suspension des substances radiologiques pour l'ensemble des colis avec la perte d'intégrité totale de chaque colis ;
- Perte de l'intégralité du confinement du bâtiment 853-854 ;
- Les colis étudiés sont les plus pénalisants avec notamment une densité de remplissage plus de deux fois supérieure à la valeur moyenne usuellement retrouvée en exploitation ;
- Les poussières sont directement mobilisées comme si elles étaient entreposées sans fût (au cours de l'exploitation, les poussières sont contenues dans des fûts à l'intérieur des colis) ;
- Aucun facteur de rétention lié à la présence du bâtiment n'est pris en compte ;
- La perte du Dernier Niveau de Filtration (DNF) est considérée.

Les doses efficaces évaluées pour chaque voie d'exposition considérée sont présentées pour les phases court terme et moyen terme dans le tableau suivant.

	Voie d'exposition	Dose efficace totale (mSv)
COURT TERME – 500 m	Panache	$2,6 \cdot 10^{-5}$
	Inhalation	$3,2 \cdot 10^{-2}$
	Total	$3,2 \cdot 10^{-2}$
MOYEN TERME – 2 000 m	Panache	$3,2 \cdot 10^{-3}$
	Inhalation	$1,4 \cdot 10^{-3}$
	Total	$4,7 \cdot 10^{-3}$

Tableau 7.2-a Résultats des calculs de dose efficace (mSv) pour le scénario N° 1

La dose efficace totale à court terme (sur une heure), calculée à cinq cents mètres du point de rejet en tenant compte de tous les radionucléides et des voies d'exposition par exposition externe au panache et par inhalation, est estimée à $3,2 \cdot 10^{-2}$ mSv pour l'adulte. Elle est inférieure à la valeur repère court terme de 1 mSv.

La dose efficace totale à moyen terme (sur un an), calculée à deux mille mètres du point de rejet en tenant compte de tous les radionucléides et des voies d'exposition par exposition externe au dépôt sur le sol et par ingestion, est estimée à $4,7 \cdot 10^{-3}$ mSv pour l'adulte. Elle est inférieure à la valeur repère moyen terme de 1 mSv.

Les concentrations d'activité dans les aliments ne dépassent pas les limites de commercialisation des denrées alimentaires sur les surfaces agricoles à l'extérieur du site.

La dose efficace à moyen terme (un an) à cinq cents mètres du point de rejet a été calculée à titre de sensibilité, en tenant compte de tous les radionucléides et des voies d'exposition par exposition externe au dépôt sur le sol et par ingestion. Elle est estimée à $4,8 \cdot 10^{-2}$ mSv pour l'adulte et est donc inférieure à quelques mSv/an aux premières habitations.

7.2.1.2. SCENARIO N° 2 : INCENDIE SEUL

Bien que peu probable, un incendie suite à un départ de feu venant du chariot de manutention circulant sur les Installations de Découplage et de Transit du hall 853 Nord du bâtiment 853-854 ne peut être exclu malgré les dispositions prises :

- Utilisation d'un chariot de manutention à motorisation électrique (plutôt que thermique) ;
- Quantité de matières combustibles mobilisables limitées dans les zones d'utilisation du chariot ;
- Dispositif de coupure électrique en cas de surchauffe du chariot de manutention ;
- Déclenchement d'une alarme en cas de départ de feu.

Les opérateurs ne peuvent intervenir directement en raison du risque d'exposition radiologique, laissant au feu la possibilité de se développer sur le chariot et d'agresser les colis de déchets à proximité.

Dans une position du chariot pénalisante, il est considéré que l'incendie du chariot peut agresser :

- L'ensemble des colis de déchets combustibles faiblement actifs ou moyennement actifs de l'IDT qui entrepose le plus de déchets combustibles radioactifs ;
- Les colis de déchets incombustibles pris dans les effets thermiques de l'incendie. L'agression des colis métalliques est considérée à partir de niveaux de flux thermiques faibles alors que, en pratique, le seuil usuel d'agression est plus élevé.

Les colis contiennent les déchets sous forme de structures massives non combustibles ou combustibles, ou sous forme de poussières. Afin de maximiser les impacts, les hypothèses suivantes ont été retenues :

- Les colis étudiés sont les plus pénalisants avec une densité de remplissage plus de deux fois supérieure à la valeur moyenne usuellement retrouvée en exploitation ;
- Toute la poussière des découpes est concentrée dans les colis agressés ;
- Les poussières sont directement mobilisées comme si elles étaient entreposées sans fût (au cours de l'exploitation, les poussières sont contenues dans des fûts à l'intérieur des colis) ;
- Le terme source des colis est considéré entièrement agressé par l'incendie bien que les colis de déchets possèdent une enveloppe métallique.

Pour les structures massives non combustibles, l'activité déposée sur un support non combustible est supposée mise en suspension en fonction de la volatilité des radionucléides.

Pour les structures massives combustibles, l'activité déposée sur un support combustible est supposée mise en suspension en fonction de la volatilité des radionucléides.

Pour les poussières, la fraction mobilisée retenue de manière enveloppe correspond à un centième de l'activité d'un composant découpé. Pour les radionucléides semi-volatils (carbone 14), la mobilisation de l'activité d'un composant découpé est totale.

Les doses efficaces pour chaque voie d'exposition considérée sont présentées pour les phases court terme et moyen terme dans le tableau suivant.

	Voie d'exposition	Dose efficace totale (mSv)
COURT TERME – 500 m	Panache	$6,3 \cdot 10^{-5}$
	Inhalation	$1,9 \cdot 10^{-2}$
	Total	$1,9 \cdot 10^{-2}$
MOYEN TERME – 2 000 m	Panache	$8,0 \cdot 10^{-3}$
	Inhalation	$7,8 \cdot 10^{-3}$
	Total	$1,6 \cdot 10^{-2}$

Tableau 7.2-b Résultats des calculs de dose efficace (mSv) pour le scénario N° 2

La dose efficace totale à court terme (sur une heure), calculée à cinq cents mètres du point de rejet en tenant compte de tous les radionucléides et des voies d'exposition par exposition externe au panache et par inhalation, est estimée à $1,9 \cdot 10^{-2}$ mSv pour l'adulte. Elle est inférieure à la valeur repère court terme de 1 mSv.

La dose efficace totale à moyen terme (sur un an), calculée à deux mille mètres du point de rejet en tenant compte de tous les radionucléides et des voies d'exposition par exposition externe au dépôt sur le sol et par ingestion, est estimée à $1,6 \cdot 10^{-2}$ mSv pour l'adulte. Elle est inférieure à la valeur repère moyen terme de 1 mSv.

Les concentrations d'activité dans les aliments ne dépassent pas les limites de commercialisation des denrées alimentaires sur les surfaces agricoles à l'extérieur du site.

La dose efficace à moyen terme (un an) à cinq cents mètres du point de rejet a été calculée à titre de sensibilité, en tenant compte de tous les radionucléides et des voies d'exposition par exposition externe au dépôt sur le sol et par ingestion. Elle est estimée à $1,6 \cdot 10^{-1}$ mSv pour l'adulte et est donc inférieure à quelques mSv/an aux premières habitations.

7.2.1.3. SCENARIO N° 3 : CUMUL D'UN SEISME ET D'UN INCENDIE

Le scénario retenu est le cumul d'un séisme avec l'incendie le plus défavorable en termes de conséquences radiologiques.

Un incendie suite à une défaillance électrique ou durant une opération de découpe ne peut être exclu dans la zone fonctionnelle n° 5.

De manière concomitante avec l'incendie induit par le séisme dans la zone fonctionnelle n° 5, il est considéré, de manière enveloppe, la remise en suspension de radionucléides de l'ensemble de l'activité présente dans la zone fonctionnelle n° 5 suite au séisme. Les mêmes hypothèses que celles retenues dans le scénario n° 1 sont reconduites ici (terme source au sein des colis, mobilisation de ce terme source et facteur de remise en suspension).

Les doses efficaces pour chaque voie d'exposition considérée sont présentées pour les phases court terme et moyen terme dans le tableau suivant.

	Voie d'exposition	Dose efficace totale (mSv)
COURT TERME – 500 m	Panache	$6,9 \cdot 10^{-4}$
	Inhalation	$2,2 \cdot 10^{-1}$
	Total	$2,2 \cdot 10^{-1}$
MOYEN TERME – 2 000 m	Panache	$8,8 \cdot 10^{-2}$
	Inhalation	$1,6 \cdot 10^{-1}$
	Total	$2,5 \cdot 10^{-1}$

Tableau 7.2-c Résultats des calculs de dose efficace (mSv) pour le scénario N° 3

La dose efficace totale à court terme (sur une heure), calculée à cinq cents mètres du point de rejet en tenant compte de tous les radionucléides et des voies d'exposition par exposition externe au panache et par inhalation, est estimée à $2,2 \cdot 10^{-1}$ mSv pour l'adulte. Elle est inférieure à la valeur repère court terme de 1 mSv.

La dose efficace totale à moyen terme (sur un an), calculée à deux mille mètres du point de rejet en tenant compte de tous les radionucléides et des voies d'exposition par exposition externe au dépôt sur le sol et par ingestion, est estimée à $2,5 \cdot 10^{-1}$ mSv pour l'adulte. Elle est inférieure à la valeur repère moyen terme de 1 mSv.

La distance à partir de laquelle le dépôt résultant du rejet n'induit plus de dépassement des limites de commercialisation des denrées alimentaires est d'environ 1 km, une heure après le rejet accidentel.

La dose efficace à moyen terme (un an) à cinq cents mètres du point de rejet a été calculée à titre de sensibilité, en tenant compte de tous les radionucléides et des voies d'exposition par exposition externe au dépôt sur le sol et par ingestion. Elle est estimée à 2,5 mSv pour l'adulte et est donc de quelques mSv/an aux premières habitations.

7.2.1.4. SCENARIO N° 4 : COLLISION ET CHUTE DE CHARGE

Le scénario de collision chute de charge considéré est celui engendrant la remise en suspension de l'activité de quatre conteneurs TGG.

Le scénario considère les hypothèses suivantes :

- Les quatre conteneurs TGG mis en jeu dans ce scénario contenaient initialement chacun 61 TGG ;
- L'utilisation d'un facteur de remise en suspension pénalisant prenant en compte le phénomène de chute d'objets sur le terme source ;
- La perte du Dernier Niveau de Filtration (DNF) est considérée.

Les doses efficaces évaluées pour chaque voie d'exposition considérée sont présentées pour les phases court terme et moyen terme dans le tableau suivant.

	Voie d'exposition	Dose efficace totale (mSv)
COURT TERME – 500 m	Panache	$5,8 \cdot 10^{-6}$
	Inhalation	$2,3 \cdot 10^{-2}$
	Total	$2,3 \cdot 10^{-2}$
MOYEN TERME – 2 000 m	Panache	$7,2 \cdot 10^{-4}$
	Inhalation	$3,7 \cdot 10^{-4}$
	Total	$1,1 \cdot 10^{-3}$

Tableau 7.2-d Résultats des calculs de dose efficace (mSv) pour le scénario N° 4

La dose efficace totale à court terme (sur une heure), calculée à cinq cents mètres du point de rejet en tenant compte de tous les radionucléides et des voies d'exposition par exposition externe au panache et par inhalation, est estimée à $2,3 \cdot 10^{-2}$ mSv pour l'adulte. Elle est inférieure à la valeur repère court terme de 1 mSv.

La dose efficace totale à moyen terme (sur un an), calculée à deux mille mètres du point de rejet en tenant compte de tous les radionucléides et des voies d'exposition par exposition externe au dépôt sur le sol et par ingestion, est estimée à $1,1 \cdot 10^{-3}$ mSv pour l'adulte. Elle est inférieure à la valeur repère moyen terme de 1 mSv.

Les concentrations d'activité dans les aliments ne dépassent pas les limites de commercialisation.

La dose efficace à moyen terme (un an) à cinq cents mètres du point de rejet a été calculée à titre de sensibilité, en tenant compte de tous les radionucléides et des voies d'exposition par exposition externe au dépôt sur le sol et par ingestion. Elle est estimée à $1,1 \cdot 10^{-2}$ mSv pour l'adulte et est donc inférieure à quelques mSv/an aux premières habitations.

7.2.2. ACCIDENTS CONDUISANT A DES EFFETS CONVENTIONNELS

7.2.2.1. SITUATIONS DE REFERENCE LIEES AUX OPERATIONS D'EXPLOITATION COURANTE

7.2.2.1.1. Effets thermiques

Bien que l'analyse du risque incendie n'ait pas identifié de scénario de feu généralisé pouvant mobiliser l'ensemble des matières combustibles présentes dans chaque bâtiment, une évaluation des effets thermiques est réalisée en considérant cette situation en valorisant, si nécessaire, les parois béton lorsque les bâtiments en sont pourvus.

L'impact des flux radiatifs d'un incendie généralisé d'un bâtiment au niveau de la limite de site est limité compte tenu de l'éloignement entre les bâtiments ou, pour les bâtiments accolés, par le zonage et les matériaux constitutifs des enveloppes des bâtiments. La distance en-dessous de laquelle les effets thermiques peuvent entraîner des dangers significatifs pour la vie humaine est inférieure à la distance de chaque bâtiment à la clôture.

7.2.2.1.2. Effets toxiques

De même que pour les effets thermiques, bien que l'analyse du risque incendie n'ait pas identifié de scénario de feu généralisé pouvant mobiliser l'ensemble des matières combustibles présentes dans chaque bâtiment, une évaluation des effets toxiques est réalisée en considérant cette situation, sans prendre en compte l'efficacité de la filtration et en considérant un rejet au niveau du sol.

Les résultats de l'évaluation des effets toxiques montrent qu'il n'y a pas d'effet toxique irréversible ou léthal en dehors du site.

7.2.2.2. SITUATIONS DE REFERENCE LIEES AUX OPERATIONS DE DEMANTELEMENT DE LA PREMIERE ETAPE

7.2.2.2.1. Effets thermiques

Bien que l'analyse du risque incendie n'ait pas identifié de scénario de feu généralisé pouvant mobiliser l'ensemble des matières combustibles présentes dans chaque bâtiment, une évaluation enveloppe des effets thermiques est réalisée en considérant les mêmes hypothèses pénalisantes que pour les opérations d'exploitation courante.

Les matières combustibles introduites pour la phase de démantèlement ne remettent pas en cause les conclusions de l'analyse des opérations d'exploitation courante. L'impact des flux radiatifs d'un incendie généralisé d'un bâtiment au niveau de la limite de site est limité compte tenu de l'éloignement entre les bâtiments ou, pour les bâtiments accolés, par le zonage et les matériaux constitutifs des enveloppes des bâtiments. La distance en-dessous de laquelle les effets thermiques peuvent entraîner des dangers significatifs pour la vie humaine est inférieure à la distance de chaque bâtiment à la clôture.

7.2.2.2.2. Effets toxiques

De même que pour les effets thermiques, les mêmes hypothèses d'évaluation des effets toxiques que pour les opérations d'exploitation courantes sont prises pour les opérations de démantèlement de la première étape.

Les matières combustibles introduites pour la phase de démantèlement ne remettent pas en cause les conclusions de l'analyse des opérations d'exploitation courantes. Les résultats de l'évaluation des effets toxiques montrent qu'il n'y a pas d'effet toxique irréversible ou léthal en dehors du site.

7.2.2.3. SITUATIONS DE REFERENCE LIEES AUX OPERATIONS DE DEMANTELEMENT DE LA SECONDE ETAPE

7.2.2.3.1. Effets thermiques

Le risque lié aux effets thermiques réside dans la présence d'engins de manutention, et de camions sur le site. Une consigne est appliquée afin d'interdire au public d'accéder à la zone à proximité de l'incendie et de faire procéder à l'évacuation des travailleurs.

7.2.2.3.2. Effets toxiques

L'ensemble de ces matières combustibles ne présente pas un potentiel calorifique suffisant pour qu'un incendie de l'ensemble des bâtiments conduise à atteindre les seuils des effets toxiques irréversibles ou létaux en dehors du site.

7.3.

JUSTIFICATION DU CARACTERE ENVELOPPE DES ACCIDENTS ET VERIFICATION DE L'ABSENCE D'EFFET FALAISE

Malgré les conservatismes considérés dans l'analyse de situations accidentelles enveloppes et l'évaluation des conséquences associées, les rejets radiologiques et non radiologiques n'entraînent pas de conséquences inacceptables vis-à-vis des intérêts à protéger.

Le caractère enveloppe des scénarios accidentels repose sur :

- La définition de termes sources pénalisant (hypothèses de scénarios pénalisantes notamment sur la quantité de colis (entreposages pleins), la quantité de déchets dans chaque colis (densité de remplissage irréaliste) et la masse de résidus de découpe mobilisée, le caractère disséminant, etc.) ;
- La prise en compte de facteurs de mise en suspension pénalisants ;
- La prise en compte de défaillances successives de plusieurs SSC sollicités lors des accidents (ventilation, surveillance, etc.) ;
- La non prise en compte de facteur de rétention lié aux bâtiments ou à la filtration au niveau du DNF.

Concernant les scénarios enveloppes étudiés, aucun effet falaise n'est identifié compte tenu des hypothèses considérées (inventaire radiologique pénalisant, quantité de déchets mobilisés, aucune valorisation d'enveloppe de colis ou de bâtiment).