



| | | | | |
|--|-----------|--|--|--|
| Référence* : TRICASTIN-21-048551 | | Orano Chimie - Enrichissement | |  |
| Version 1.0 | PAGE 2/22 | Installation : INB FLEUR | Type de document* : Rapport de Sûreté | |
| Ancien Code : | | Objet / Titre* : Rapport de Sûreté de l'INB FLEUR – Volume B – Chapitre 3 – Etude des situations incidentelles et accidentelles | | |
| Référence RGF : | | | | |

SOMMAIRE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 0 | INTRODUCTION | 3 |
| 1 | LISTE DES REFERENCES | 3 |
| 2 | LISTE DES TABLEAUX | 4 |
| 3 | METHODOLOGIE D'EVALUATION DES CONSEQUENCES | 4 |
| 3.1 | Activité remise en suspension..... | 4 |
| 3.2 | Activité rejetée dans l'environnement..... | 4 |
| 3.3 | Impact sur le personnel exposé en situation incidentelle | 5 |
| 3.3.1 | Méthodologie pour l'impact dosimétrique sur le personnel..... | 5 |
| 3.3.2 | Méthodologie pour l'impact toxicologique de l'uranium sur le personnel | 5 |
| 3.4 | Impact sur le public en situations incidentelles et accidentelles | 6 |
| 3.4.1 | Evaluation de la dispersion atmosphérique | 6 |
| 3.4.2 | Méthodologie pour l'impact dosimétrique sur le public | 7 |
| 3.4.3 | Méthodologie pour l'impact toxicologique sur le public..... | 9 |
| 4 | ETUDE DES SITUATIONS INCIDENTELLES | 9 |
| 5 | ETUDE DES SITUATIONS ACCIDENTELLES | 9 |
| 5.1 | Chute d'un DV70 contenant de l'U ₃ O ₈ appauvri..... | 9 |
| 5.2 | Chute d'une palette de 4 fûts d'U ₃ O ₈ URT enrichi à 1 % en ²³⁵ U | 12 |
| 5.3 | Chute d'une palette de 4 fûts d'U ₃ O ₈ URT enrichi à 1 % en ²³⁵ U et d'un DV70 d'U ₃ O ₈ UNAT appauvri | 13 |
| 5.4 | Chute d'une palette de quatre fûts contenant de l'U ₃ O ₈ issu de retraitement à l'extérieur des bâtiments d'entreposage | 13 |
| 5.4.1 | Impacts radiologique et chimique sur le personnel exposé | 13 |
| 5.4.2 | Impacts radiologique et chimique sur le public en situation incidentelle | 14 |
| 6 | ETUDE DES SITUATIONS ACCIDENTELLES DE DIMENSIONNEMENT | 15 |
| 6.1 | onde de surpression projetant les portails de chaque bâtiment d'entreposage sur les empilements de fûts d'U ₃ O ₈ URT..... | 15 |
| 6.2 | Feu d'un engin de manutention dans un bâtiment d'entreposage à proximité d'un empilement de fûts | 17 |
| 7 | ETUDE DES SITUATIONS ACCIDENTELLES HORS DIMENSIONNEMENT | 20 |
| 7.1 | Scénario de chute d'avion de combat sur le parc | 20 |
| 7.1.1 | Scénario retenu..... | 20 |
| 7.1.2 | Distances aux points de rejet..... | 20 |
| 7.1.3 | Spectre enveloppe retenu | 21 |
| 7.1.4 | Effets radiologiques et toxiques | 21 |
| 7.2 | Feu d'un engin sans emballage à l'extérieur des bâtiments comme plus représentatif du déclenchement d'un PUI conventionnel | 22 |
| 7.2.1 | Scénario retenu..... | 22 |
| 7.2.2 | Effets radiologiques et toxiques | 22 |


| | | | | |
|---|-----------|---|---|--|
| <i>Référence*</i> : TRICASTIN-21-048551 | | Orano Chimie - Enrichissement | |  |
| Version 1.0 | PAGE 3/22 | <i>Installation :</i> INB FLEUR | <i>Type de document*</i> : Rapport de Sûreté | |
| <i>Ancien Code :</i> | | <i>Objet / Titre*</i> : Rapport de Sûreté de l'INB FLEUR – Volume B – Chapitre 3 – Etude des situations incidentelles et accidentelles | | |
| <i>Référence RGF :</i> | | | | |

0 INTRODUCTION

Ce chapitre présente l'étude des situations incidentelles et accidentelles issues de l'analyse des risques nucléaires et non nucléaires, d'origines interne et externe de l'INB FLEUR présentée dans le chapitre 2 du Volume B.

1 LISTE DES REFERENCES

- [1] TRICASTIN-22-003807 – Ind 1 du 02/02/2018 – Abaques d'impacts radiologiques et chimiques en situation accidentelle
- [2] TRICASTIN-18-016075 - Ind 1 du 25/01/2019 - Complément d'abaques d'impacts radiologiques en situation accidentelle
- [3] BUC/DPI/JMC/2010-3190 – Compte-rendu de réunion – Toxicité de l'UF₆, Calculs de conséquences des rejets d'UF₆
- [4] PGM/CS/93.631 – Compte rendu d'essais de chute menés sur DV70 du 13.09.93
- [5] TRICASTIN-16-008811 – Etude de dangers de l'usine W – Volume B – version de mai 2016
- [6] Plan d'Urgence Interne envoyé par courrier TRICASTIN-22-009862 de mai 2022
 - Partie 0 – Préambule - TRICASTIN-14-000286 – indice 5.0
 - Partie A0 - Caractéristiques générales de l'établissement - TRICASTIN-14-000287 – indice 5.0
 - Partie A1 - Dispositions générales - TRICASTIN-14-000288 – indice 5.0
 - Partie A2 - Dispositions opérationnelles - TRICASTIN-14-000289 – indice 5.0
 - Partie A3 - Compte-rendu d'accident et enseignements - TRICASTIN-14-000290 – indice 5.0
 - Partie A4 - Définition des accidents types – Adéquation du PUI - TRICASTIN-14-000291 – indice 5.0
 - Partie A5 - Moyens de transmission des informations en cas de crise - TRICASTIN-14-000292 – indice 5.0
 - Partie B - Informations générales et consignes à l'intention du personnel du site - TRICASTIN-14-000293 – indice 5.0

| | | | | |
|--|-----------|--|--|--|
| Référence* : TRICASTIN-21-048551 | | Orano Chimie - Enrichissement | |  |
| Version 1.0 | PAGE 4/22 | Installation : INB FLEUR | Type de document* : Rapport de Sûreté | |
| Ancien Code : | | Objet / Titre* : Rapport de Sûreté de l'INB FLEUR – Volume B – Chapitre 3 – Etude des situations incidentelles et accidentelles | | |
| Référence RGF : | | | | |

2 LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| Tableau 1 : Seuils des effets toxicologiques de l'uranium | 6 |
| Tableau 2 : Estimation du terme source en cas de chute d'un DV70..... | 10 |
| Tableau 3 : Concentration d'exposition estimée pour la configuration en angle | 11 |
| Tableau 4 : Données pour le scénario de chute de 4 fûts..... | 12 |
| Tableau 5 : Données pour le scénario de chute de 4 fûts en extérieur | 14 |
| Tableau 6 : Hypothèses et calcul de la quantité de matière rejetée pour le scénario d'onde de surpression ... | 15 |
| Tableau 7 : Impact sur le public à court terme du scénario d'onde de surpression..... | 16 |
| Tableau 8 : Impact sur le public à moyen terme du scénario d'onde de surpression | 16 |
| Tableau 9 : Impact sur le public à long terme du scénario d'onde de surpression | 17 |
| Tableau 10 : Hypothèses et calcul de la quantité de matière rejetée pour le scénario d'accident n°4..... | 18 |
| Tableau 11 : Impact sur le public à court terme du scénario d'accident n°4 | 18 |
| Tableau 12 : Impact sur le public à moyen terme du scénario d'accident n°4..... | 19 |
| Tableau 13 : Impact sur le public à long terme du scénario d'accident n°4..... | 19 |
| Tableau 14 : Distances retenues pour les groupes de référence..... | 20 |
| Tableau 15 : Caractéristiques radiologiques du spectre URT 1 %..... | 21 |
| Tableau 16 : Evaluation des conséquences radiologiques et toxiques enveloppes d'un scénario de chute d'avion de combat sur un parc « oxydes » | 22 |

3 METHODOLOGIE D'EVALUATION DES CONSEQUENCES

3.1 Activité remise en suspension

L'activité d'une source radioactive remise en suspension (A_{res} en Bq) est déterminée par la relation suivante :


$$A_{res} = A_{source} \cdot F_m \cdot C_{ReS}$$

Avec :

- A_{source} (Bq) : activité de la source radioactive,
- F_m : fraction mobilisable,
- C_{ReS} : coefficient de remise en suspension associé au phénomène considéré.

3.2 Activité rejetée dans l'environnement

Pour les situations incidentelles ou accidentelles identifiées sur l'installation, l'activité atmosphérique rejetée dans l'environnement (A_{env}) est égale à l'activité remise en suspension (A_{res}). En effet, les bâtiments d'entreposage n'assurant pas une fonction de confinement, il n'est retenu, de manière enveloppe, aucun coefficient de rétention par les bâtiments de l'activité remise en suspension.

| | | | | |
|--|-----------|--|--|--|
| Référence* : TRICASTIN-21-048551 | | Orano Chimie - Enrichissement | |  |
| Version 1.0 | PAGE 5/22 | Installation : INB FLEUR | Type de document* : Rapport de Sûreté | |
| Ancien Code : | | Objet / Titre* : Rapport de Sûreté de l'INB FLEUR – Volume B – Chapitre 3 – Etude des situations incidentelles et accidentelles | | |
| Référence RGF : | | | | |

3.3 Impact sur le personnel exposé en situation incidentelle

3.3.1 Méthodologie pour l'impact dosimétrique sur le personnel

La dose reçue par inhalation par le personnel exposé (D_{pers} en Sv) en situation incidentelle est déterminée par la relation suivante :

$$D_{pers} = \frac{A_{res}}{V_{op}} \cdot DPUI(tr) \cdot D \cdot T$$

Avec :

- A_{res} (Bq) : activité remise en suspension par le phénomène considéré,
- V_{op} (m^3) : volume fictif de dilution de l'activité qui est remise en suspension dans lequel évolue l'opérateur (usuellement une demi-sphère de 3 m de rayon),
- $DPUI(tr)$ ($Sv \cdot Bq^{-1}$) : Dose efficace engagée Par Unité d'Incorporation (DPUI) du spectre considéré pour les travailleurs exposés,
- D ($m^3 \cdot s^{-1}$) : débit respiratoire de la personne considérée,
- T (s) : temps d'exposition.

La DPUI pour un travailleur, pour le spectre considéré, est déterminée à partir des caractéristiques radiologiques (activité massique) et des DPUI des radionucléides de chaque spectre selon la relation suivante :

$$DPUI(tr) = \sum_i DPUI(Rn_i, tr) \cdot \frac{Am(Rn_i)}{Am(spectre)}$$

Avec :

- $DPUI(Rn_i, tr)$: DPUI par inhalation du radionucléide Rn_i pour un travailleur, en $Sv \cdot Bq^{-1}$,
- $Am(Rn_i)$: activité massique du radionucléide Rn_i , en $Bq \cdot g(U)^{-1}$,
- $Am(spectre)$: activité massique du spectre, en $Bq \cdot g(U)^{-1}$.


3.3.2 Méthodologie pour l'impact toxicologique de l'uranium sur le personnel

La concentration en uranium (C_{local}^U en $mg(U) \cdot m^{-3}$) à laquelle le personnel est exposé en situation incidentelle est estimée par la relation suivante :

$$C_{local}^U = \frac{m_{ReS}}{V_{op}}$$

Avec :

- m_{ReS} (en $mg(U)$) : masse d'uranium remise en suspension par le phénomène considéré, déterminée à l'aide de l'activité remise en suspension (A_{res} , cf. § 3.1) et de l'activité massique du spectre ($Am(spectre)$, cf. § 3.3.1) ;
- V_{op} (m^3) : volume fictif de dilution de l'activité qui est remise en suspension, dans lequel évolue l'opérateur.

| | | | | |
|--|-----------|--|--|--|
| Référence* : TRICASTIN-21-048551 | | Orano Chimie - Enrichissement | |  |
| Version 1.0 | PAGE 6/22 | Installation : INB FLEUR | Type de document* : Rapport de Sûreté | |
| Ancien Code : | | Objet / Titre* : Rapport de Sûreté de l'INB FLEUR – Volume B – Chapitre 3 – Etude des situations incidentelles et accidentelles | | |
| Référence RGF : | | | | |

L'impact toxicologique sur le personnel est évalué en comparant la concentration en uranium à laquelle le personnel est soumis pendant 30 secondes (temps de mise en place de l'APVR) avec les différents seuils d'effet toxicologique de l'uranium.

Les seuils d'effet toxicologique de l'uranium, selon [3], sont présentés dans le Tableau 1 en fonction des temps d'exposition.

| Temps d'exposition | Seuil des Effets Irréversibles (SEI) (en mg(U).m ⁻³ .min ⁻¹) | Seuil des premiers Effets Létaux (SEL 1%) (en mg(U).m ⁻³ .min ⁻¹) | Seuil des Effets Létaux significatifs (SEL 5%) (en mg(U).m ⁻³ .min ⁻¹) |
|--------------------|---|--|---|
| < 30 min | 1 260 | 6 600 | 10 820 |
| > 1 heure | 750 | 6 600 | 10 820 |

Tableau 1 : Seuils des effets toxicologiques de l'uranium

3.4 Impact sur le public en situations incidentelles et accidentelles

L'impact sur le public est estimé à partir d'abaques de calcul [1] et [2] estimant les conséquences radiologiques et chimiques en différents points pour 1 g de matière rejetée. La méthodologie utilisée dans ces abaques est présentée ci-après.

3.4.1 Evaluation de la dispersion atmosphérique

Présentation

La dispersion atmosphérique conditionne fortement les conséquences radiologiques et toxicologiques d'un rejet sur la population.

Les conditions météorologiques telles que la vitesse du vent, sa direction, l'intensité des éventuelles précipitations, les conditions de diffusion ainsi que la hauteur à laquelle s'effectuent les rejets, permettent de simuler le comportement de la contamination dans l'environnement.

L'impact radiologique est réalisé avec l'application MITHRA-EA de la plateforme CERES V6.2.5 destinée à l'évaluation des conséquences sur l'homme et l'environnement de rejets de radionucléides. Cette application simule le rejet accidentel de radionucléides dans l'environnement et leur transfert à l'homme. Elle est basée sur la méthode à bouffées gaussiennes et utilise les écarts-types proposés par Doury [1].


Hypothèses

La hauteur de rejet est prise égale à 0 m (niveau du sol) ou à 10 m selon les scénarios. De façon pénalisante, chaque rejet est considéré instantané (durée de rejet égale à 1 minute).

Deux conditions météorologiques sont retenues (modèle de Doury) :

- **DF2** diffusion faible, temps sec et vitesse du vent de 2 m.s⁻¹,
- **DN5** diffusion normale, temps sec et vitesse du vent de 5 m.s⁻¹.

Un facteur de battement de vent de 1 est considéré selon le document en référence [1].

| | | | | |
|--|-----------|--|--|--|
| Référence* : TRICASTIN-21-048551 | | Orano Chimie - Enrichissement | |  |
| Version 1.0 | PAGE 7/22 | Installation : INB FLEUR | Type de document* : Rapport de Sûreté | |
| Ancien Code : | | Objet / Titre* : Rapport de Sûreté de l'INB FLEUR – Volume B – Chapitre 3 – Etude des situations incidentelles et accidentelles | | |
| Référence RGF : | | | | |

Les calculs sont réalisés pour plusieurs points d'observation distants de 250 m à 8 km de l'émissaire et incluant les groupes de référence suivants [1] :

- limite de site (500 m),
- clos de Bonnot en bordure sud du site (1980 m), retenu compte tenu de son positionnement (la population n'y réside pas mais y séjourne, principalement pour des raisons professionnelles),
- Faveyrolles, au nord du site (2490 m),
- les près Guérinés, au sud du site (2690 m),
- Bollène, plus précisément le quartier de La Croisière, au sud-ouest du site (7500 m).

3.4.2 Méthodologie pour l'impact dosimétrique sur le public

Calcul de l'activité volumique intégrée

L'impact radiologique quantifié dans cette note résulte des voies d'atteinte par inhalation de matières, ingestion et exposition externe lors du passage du panache ou liés au dépôt en chaque point d'observation.

Les doses efficaces dues au passage du panache dépendent de l'activité volumique intégrée A_{int}^{vol} (Bq.s.m⁻³) des radionucléides au point d'observation considéré :

$$A_{int}^{vol} = CTA \cdot A_{env}$$

Avec :

- CTA : Coefficient de Transfert Atmosphérique (en s.m⁻³) effectif au point d'observation ;
- A_{env} : Activité totale rejetée dans l'environnement (en Bq).

Calcul de la dose intégrée par inhalation du panache

La dose inhalation due au passage du panache $D_{inh}^{panache}$ est obtenue à partir de la relation suivante [1] et [2] :

$$D_{inh}^{panache} = DPUI_{inh}^{panache}(pop_a) \cdot D_{res}(pop_a) \cdot A_{vol}^{int}$$

Avec :

- $DPUI_{inh}^{panache}(pop_a)$: coefficient de Dose efficace engagée Par Unité d'Incorporation par inhalation du spectre pour un individu de la classe d'âge a (Sv.Bq⁻¹),
- $D_{res}(pop_a)$: Débit respiratoire d'un individu de la classe d'âge a (m³.s⁻¹),
- A_{vol}^{int} : Activité volumique Intégrée au point d'observation (Bq.s.m⁻³).

Calcul de la dose intégrée par exposition au panache


La dose exposition externe due à l'immersion dans le panache $D_{ext}^{panache}$ (en Sv) est obtenue à partir de l'équation suivante [1] et [2] :

$$D_{ext}^{panache} = CD_{ext}(Rn_i) \cdot A_{vol}^{int}$$

Avec :

- $CD_{ext}(Rn_i)$: Coefficient de Dose par exposition externe en Sv.s⁻¹/(Bq.m⁻³) pour le radionucléide i ,
- A_{vol}^{int} : Activité volumique Intégrée au point d'observation (Bq.s.m⁻³).

Le calcul de la dose exposition externe due à l'immersion dans le panache est effectué sur la durée de passage du panache au point d'observation.

| | | | | |
|--|-----------|--|--|--|
| Référence* : TRICASTIN-21-048551 | | Orano Chimie - Enrichissement | |  |
| Version 1.0 | PAGE 8/22 | Installation : INB FLEUR | Type de document* : Rapport de Sûreté | |
| Ancien Code : | | Objet / Titre* : Rapport de Sûreté de l'INB FLEUR – Volume B – Chapitre 3 – Etude des situations incidentelles et accidentelles | | |
| Référence RGF : | | | | |

Calcul de la dose externe dépôt

Le dépôt est constitué par sédimentation des vapeurs et aérosols présents dans le panache, l'activité totale de ce dépôt est donnée par la formule suivante :

$$A_{\text{dépôt}} = A_{\text{vol}}^{\text{int}} \cdot v_{\text{dépôt}}$$

Avec :

- $A_{\text{dépôt}}$: activité totale du dépôt, en Bq.m⁻²,
- $A_{\text{vol}}^{\text{int}}$: activité intégrée de l'air, en Bq.s.m⁻³,
- $v_{\text{dépôt}}$: vitesse de dépôt, en m.s⁻¹.

La dose intégrée par exposition au dépôt $D_{\text{ext}}^{\text{dépôt}}$ est calculée selon la formule suivante [1] et [2] :

$$D_{\text{ext}}^{\text{dépôt}} = A_{\text{dépôt}} \cdot CD_{\text{ext}}(Rn_i) \cdot \tau_{\text{présence}} \cdot t$$

Avec :

- $A_{\text{dépôt}}$: activité totale du dépôt, en Bq.m⁻²,
- $CD_{\text{ext}}(Rn_i)$: coefficient de dose par exposition externe, en Sv.s⁻¹/(Bq.m⁻³),
- $\tau_{\text{présence}}$: taux de présence,
- t : temps d'exposition, en s.

Calcul de la dose par ingestion

La dose intégrée par ingestion est générée par l'ingestion de végétaux contaminés (par dépôt et transfert racinaire) ou par la consommation de produits animaux contaminés (par transfert foliaire ou par transfert racinaire).

Les formules de calcul, les hypothèses et les paramètres associés à la dose intégrée par ingestion sont présentés dans la référence 9 des abaques [1] et [2].

Hypothèses

Les spectres radiologiques considérés sont, selon les scénarios, soit le spectre U₃O₈ URT vieilli 10 ans, soit le spectre U₃O₈ APP vieilli 10 ans.


Les classes d'âge considérées et les débits respiratoires associés sont les suivants [1]:

- Bébé (3 mois) : 0,19 m³.h⁻¹,
- Enfant 1-2 ans : 0,319 m³.h⁻¹,
- Enfant 10 ans : 0,87 m³.h⁻¹,
- Adulte (≥ 17 ans) : 1,2 m³.h⁻¹.

La classe d'âge retenue comme la plus enveloppe est l'adulte, compte tenu de son débit respiratoire (1,2 m³.h⁻¹).

Hors uranium, les coefficients de dose efficace engagée par unité d'incorporation par inhalation ($DPUI_{\text{inh}}^{\text{panache}}$) utilisés sont les coefficients de dose par défaut dans CERES [1].

Dans le cas particulier de l'uranium, la $DPUI_{\text{inh}}^{\text{panache}}$ utilisée est celle du type d'absorption pulmonaire S (Slow) correspondant à la forme chimique U₃O₈ [1].

| | | | | |
|--|-----------|--|--|--|
| Référence* : TRICASTIN-21-048551 | | Orano Chimie - Enrichissement | |  |
| Version 1.0 | PAGE 9/22 | Installation : INB FLEUR | Type de document* : Rapport de Sûreté | |
| Ancien Code : | | Objet / Titre* : Rapport de Sûreté de l'INB FLEUR – Volume B – Chapitre 3 – Etude des situations incidentelles et accidentelles | | |
| Référence RGF : | | | | |

Pour information, la granulométrie associée aux aérosols de radionucléides considérée pour l'exposition par inhalation des personnes du public est de 1 µm.

Les coefficients de dose efficace engagée par unité d'incorporation par ingestion, les coefficients de dose efficace externe panache et dépôts (CD_{ext}) utilisés sont les coefficients de dose par défaut dans CERES [1] et [2].

3.4.3 Méthodologie pour l'impact toxicologique sur le public

L'impact toxicologique sur le public est évalué en comparant les concentrations en uranium en différents points d'observation aux seuils d'effet toxicologique de l'uranium.

Les concentrations volumiques intégrées en uranium (en $mg(U).m^{-3}.min^{-1}$) sont déterminées à partir des activités volumiques intégrées des isotopes de l'uranium pour chaque :

- spectre,
- hauteurs de rejet retenues,
- conditions météorologiques,
- distances de calcul.

Les seuils d'effet toxicologique de l'uranium selon [3] sont présentés dans le Tableau 1 en fonction des temps d'exposition.

4 ETUDE DES SITUATIONS INCIDENTELLES


Les situations incidentelles correspondent à des phases transitoires qui ne relèvent pas des situations normales ou dégradées et pour lesquelles des dispositions de prévention, de détection et de limitation des conséquences sont mis en place.

5 ETUDE DES SITUATIONS ACCIDENTELLES

Les situations accidentelles sont définies comme les événements indésirables, redoutés ou non souhaités, identifiés lors de l'étude de sûreté et pour lesquels des dispositions de prévention, de surveillance et de limitation des conséquences sont prises afin de garantir l'acceptabilité du risque nucléaire et chimique pour le public, l'environnement et, de façon générale, les intérêts protégés.

5.1 Chute d'un DV70 contenant de l' U_3O_8 appauvri

Lors de la manutention d'un DV70, le conducteur de l'engin de manutention dégerbe le cube du 3^{ème} niveau d'un empilement. Ce conteneur chute d'une hauteur d'environ 4 m sur le sol, devant les fourches de l'engin de manutention (cf. Figure 1). Le DV70 est détérioré et une partie de la matière (14 % (cf.[4])) contenue est rejetée à l'extérieur de l'emballage.

| | | | | |
|--|------------|--|--|--|
| Référence* : TRICASTIN-21-048551 | | Orano Chimie - Enrichissement | |  |
| Version 1.0 | PAGE 10/22 | Installation : INB FLEUR | Type de document* : Rapport de Sûreté | |
| Ancien Code : | | Objet / Titre* : Rapport de Sûreté de l'INB FLEUR – Volume B – Chapitre 3 – Etude des situations incidentelles et accidentelles | | |
| Référence RGF : | | | | |

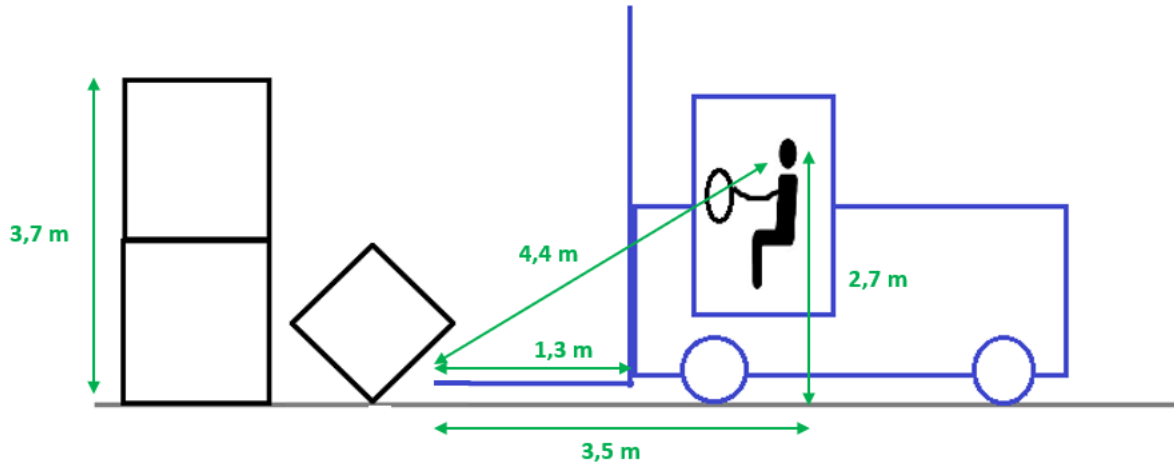



Figure 1 : Schéma du scénario de chute d'un DV70

Les données pour le calcul de la dose intégrée par inhalation pour le conducteur de l'engin sont présentées dans le Tableau 2.

| Paramètre | Valeur |
|---|-------------------------------|
| Masse maximale d'Uranium contenue dans un DV70 | 12 000 kg d' U_3O_8 |
| | 10 176 kg d'uranium |
| Taux d'épandage en cas de choc ou chute | 14% |
| Fraction de remise en suspension instantanée lors de la chute | $5,00 \cdot 10^{-4}$ |
| Masse d'uranium remise en suspension au moment de la perte de confinement du conteneur au sol | 0,71 kg d'U |
| Fraction inhalable de l'uranium issu du DV70 (cf.[5]) | 7,5% |
| Masse d'U inhalable remise en suspension | 53,4 g d'U |
| Rayon d'exposition | 3,5 m |
| Volume d'exposition du travailleur (1/4 sphère avec $R=3,5$ m) | 44,9 m ³ |
| Concentration d'exposition estimée en champ proche | 1 190 mg/m³ |
| Volume d'air inhalé en 30 secondes | 0,01 m ³ |
| Masse d'U inhalée en 30 secondes | 11,9 mg |
| Dose intégrée par l'inhalation d'1 g d'U | 0,130 Sv |
| Dose intégrée par inhalation en 30 secondes | 1,5 mSv |

Tableau 2 : Estimation du terme source en cas de chute d'un DV70

| | | | | |
|--|------------|--|--|--|
| Référence* : TRICASTIN-21-048551 | | Orano Chimie - Enrichissement | |  |
| Version 1.0 | PAGE 11/22 | Installation : INB FLEUR | Type de document* : Rapport de Sûreté | |
| Ancien Code : | | Objet / Titre* : Rapport de Sûreté de l'INB FLEUR – Volume B – Chapitre 3 – Etude des situations incidentelles et accidentelles | | |
| Référence RGF : | | | | |

Cas particulier des DV70 positionnés dans les angles

Dans les angles de la barrière biologique, le volume d'exposition du travailleur (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) est réduit par la présence de DV70 à la perpendiculaire du DV70 à manutentionner. La Figure 2 présente les rangées de DV70 (en gris) pour lesquelles le rayon d'exposition serait inférieur à 3,5 m.

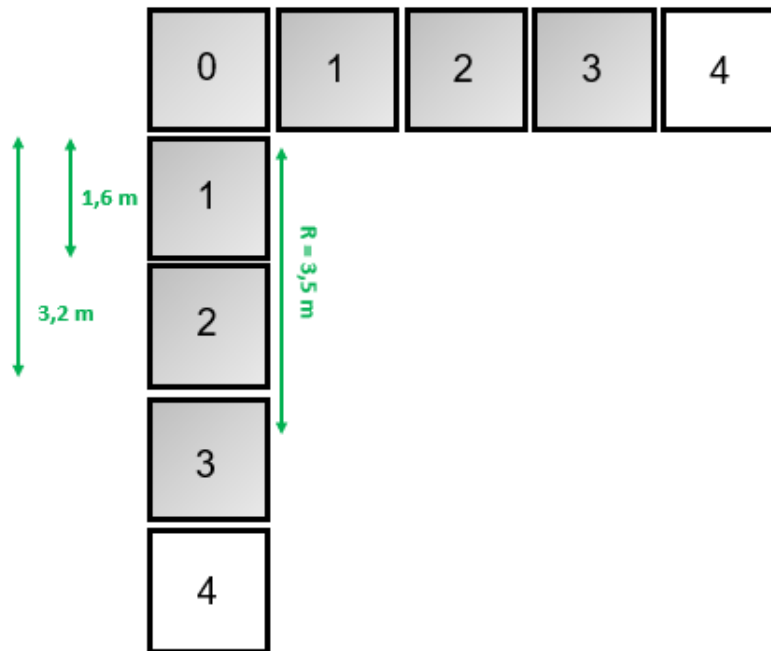



Figure 2 : Angle de la barrière biologique

Dans cette configuration, l'hypothèse du 1/4 de sphère pour le calcul de volume d'exposition du travailleur n'est pas applicable. Les données pour la configuration en angle sont présentées dans le tableau suivant.

| Paramètre | Valeur |
|--|-------------------------|
| Masse d'U inhalable remise en suspension | 53,4 g d'U |
| Rayon d'exposition | 3,5 m |
| Volume d'exposition du travailleur (1/8 sphère avec R=3,5 m) | 22,5 m ³ |
| Concentration d'exposition estimée en champ proche | 2 380 mg/m ³ |
| Volume d'air inhalé en 30 secondes | 0,01 m ³ |
| Masse d'U inhalée en 30 secondes | 23,8 mg |
| Dose intégrée par l'inhalation d'1 g d'U | 0,130 Sv |
| Dose intégrée par inhalation en 30 secondes | 3,1 mSv |

Tableau 3 : Concentration d'exposition estimée pour la configuration en angle

| | | | | |
|--|------------|--|--|--|
| Référence* : TRICASTIN-21-048551 | | Orano Chimie - Enrichissement | |  |
| Version 1.0 | PAGE 12/22 | Installation : INB FLEUR | Type de document* : Rapport de Sûreté | |
| Ancien Code : | | Objet / Titre* : Rapport de Sûreté de l'INB FLEUR – Volume B – Chapitre 3 – Etude des situations incidentelles et accidentelles | | |
| Référence RGF : | | | | |

Nota : il apparaît que la concentration d'exposition estimée en champ proche est supérieure au Seuil des Effets Irréversibles (SEI) de l'uranium ($1\ 260\ \text{mg}/\text{m}^3$) défini pour la durée d'exposition minimale de 1 minute¹. Il est toutefois rappelé que les seuils de référence (SEI, SEL et SELS) sont définis pour la protection des populations au voisinage² et ne sont pas applicables aux travailleurs du site concerné par le scénario. Ce seuil est donc donné à titre indicatif dans le cadre de la présente évaluation.

D'autre part, la durée d'exposition de l'opérateur manutentionnant le DV70 restera inférieure à 1 minute et la cinétique de l'événement et du transport de particules d'uranium jusqu'à l'opérateur serait, en tout état de cause, bien supérieure au temps nécessaire à l'opérateur pour s'équiper de son masque.

Les dispositions de limitation des conséquences pour cette configuration sont présentées dans le chapitre 2 du Volume B.

5.2 Chute d'une palette de 4 fûts d'U₃O₈ URT enrichi à 1 % en ²³⁵U

Lors de la manutention d'une palette contenant 4 fûts de matières uranifères, le conducteur de l'engin de manutention la gerbe au 4^{ème} niveau d'un empilement. Cette dernière heurte un conteneur DV70 ou une palette de fûts et chute d'une hauteur de 4 m sur le sol. Les 4 fûts se retrouvent détériorés et une partie de la matière contenue est rejetée à l'extérieur de l'emballage (25 %).

Les données pour le calcul de la dose intégrée par inhalation pour un agent situé à proximité sont présentées dans le Tableau 4.

| Paramètre | Valeur |
|--|--|
| Masse totale d'uranium | $1,236.10^6\ \text{g d'uranium}$ |
| Facteur de dispersion | 25 % de la masse |
| Coefficient de mise en suspension | $1,00. 10^{-4}$ |
| Activité massique | $1,26.10^5\ \text{Bq/g}$ |
| Dose intégrée par l'inhalation d'1 g d'uranium | 0,817 Sv |
| Rayon d'exposition | 3 m |
| Volume d'exposition du travailleur (1/2 sphère avec R=3 m) | $56,5\ \text{m}^3$ |
| Volume d'air inhalé en 30 secondes | $0,01\ \text{m}^3$ |
| Facteur de conversion | $1\ \text{Bq} = 6,5.10^{-3}\ \text{mSv}$ |


Tableau 4 : Données pour le scénario de chute de 4 fûts

Le terme source rejeté vaut :

$$1,236.10^6 \times 0,25 \times 1.10^{-4} \times 1,26.10^5 \approx 3,89.10^6\ \text{Bq}$$

¹ 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 définit les seuils de référence à considérer pour l'évaluation des conséquences de scénarios accidentels sur les populations. Les seuils d'effets toxiques pour l'Homme par inhalation y sont définis pour une durée d'exposition de 1 à 60 minutes.

² Par définition, les seuils de référence sont utilisés pour évaluer l'intensité des phénomènes dangereux associés aux scénarios d'accidents majeurs, c'est-à-dire dont les conséquences vont au-delà des limites du site.

| | | | | |
|--|------------|--|--|--|
| Référence* : TRICASTIN-21-048551 | | Orano Chimie - Enrichissement | |  |
| Version 1.0 | PAGE 13/22 | Installation : INB FLEUR | Type de document* : Rapport de Sûreté | |
| Ancien Code : | | Objet / Titre* : Rapport de Sûreté de l'INB FLEUR – Volume B – Chapitre 3 – Etude des situations incidentelles et accidentelles | | |
| Référence RGF : | | | | |

Estimation des conséquences sur les travailleurs

L'activité inhalée par l'agent en 30 secondes est de :

$$3,89.10^6 \times (0,01 / 56,5) \approx 6,9.10^2 \text{ Bq}$$

Alors la dose intégrée par inhalation vaut :

$$6,9.10^2 \times 6,5.10^{-3} \approx \mathbf{4,5 \text{ mSv}}$$

5.3 Chute d'une palette de 4 fûts d'U₃O₈ URT enrichi à 1 % en ²³⁵U et d'un DV70 d'U₃O₈ UNAT appauvri

Lors de la manutention d'une palette contenant 4 fûts de matières uranifères, le conducteur de l'engin de manutention la gerbe au 4ème niveau d'un empilement. Cette dernière heurte un conteneur DV70. Le conteneur DV70 chute et tombe sur une palette de 4 fûts de matières uranifères et écrase les fûts. Les 4 fûts sont détériorés ainsi que le DV70 et une partie de la matière contenue dans ces emballages est répandue à l'extérieur des emballages (25 % pour les fûts et 14% pour le DV70).

Estimation du terme source :

Les données pour le calcul de la dose intégrée par inhalation pour le conducteur de l'engin sont indiquées dans les §5.1 et §5.2.

Estimation des conséquences sur les travailleurs :

Ainsi la dose totale intégrée par inhalation s'élève à (somme des scénarios) :

$$\mathbf{4,5 + 1,5 = 6,0 \text{ mSv}}$$


5.4 Chute d'une palette de quatre fûts contenant de l'U₃O₈ issu de retraitement à l'extérieur des bâtiments d'entreposage

5.4.1 Impacts radiologique et chimique sur le personnel exposé

Le scénario retenu est la chute sur le sol d'une palette de 4 fûts d'U₃O₈ URT lors d'une opération de manutention à l'extérieur d'un bâtiment. Les 4 fûts se trouvent détériorés et 25 % de la matière contenue dans chacun des 4 fûts est rejetée à l'extérieur des emballages. Le coefficient de mise en suspension est de 1.10^{-4} .

Le spectre retenu pour l'U₃O₈ URT est celui de l'URT vieilli 10 ans, présenté en annexe 7 du volume C. Les hypothèses retenues pour le calcul de la dose potentiellement intégrée par inhalation par un opérateur situé à proximité de l'accident sont présentées dans le Tableau 5.

| Paramètre | Valeur |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Masse totale d'uranium | 1,216.10 ⁶ g d'uranium |
| Facteur de dispersion | 25 % de la masse |
| Coefficient de mise en suspension | 1,00.10 ⁻⁴ |

| | | | | |
|--|------------|--|--|--|
| Référence* : TRICASTIN-21-048551 | | Orano Chimie - Enrichissement | |  |
| Version 1.0 | PAGE 14/22 | Installation : INB FLEUR | Type de document* : Rapport de Sûreté | |
| Ancien Code : | | Objet / Titre* : Rapport de Sûreté de l'INB FLEUR – Volume B – Chapitre 3 – Etude des situations incidentelles et accidentelles | | |
| Référence RGF : | | | | |

| Paramètre | Valeur |
|--|-----------------------------|
| Activité massique | 1,47.10 ⁵ Bq/g |
| Rayon d'exposition | 3 m |
| Volume d'exposition du travailleur (1/2 sphère avec R=3 m) | 56,5 m ³ |
| Volume d'air inhalé en 30 secondes | 0,01 m ³ |
| DPUI | 5,83.10 ⁻⁶ Sv/Bq |

Tableau 5 : Données pour le scénario de chute de 4 fûts en extérieur

La masse mise en suspension vaut : 30,4 g

L'activité mise en suspension vaut : 4,47.10⁶ Bq

L'activité inhalée par l'opérateur en 30 secondes est de : 790 Bq

Estimation des conséquences sur les travailleurs

La dose intégrée par inhalation de l'opérateur en 30 secondes est de l'ordre de **4,5 mSv**.

5.4.2 Impacts radiologique et chimique sur le public en situation incidentelle

La dispersion atmosphérique conditionne fortement les conséquences radiologiques et chimiques d'un rejet sur la population.

Les conditions météorologiques telles que la vitesse du vent, sa direction, l'intensité des éventuelles précipitations, les conditions de diffusion ainsi que la hauteur à laquelle s'effectuent les rejets, permettent de simuler le comportement de la contamination dans l'environnement.

L'impact radiologique est réalisé avec l'application MITHRA-EA de la plateforme CERES V6.2.5 destinée à l'évaluation des conséquences sur l'homme et l'environnement de rejets de radionucléides. Cette application simule le rejet accidentel de radionucléides dans l'environnement et leurs transferts à l'homme. Elle est basée sur la méthode à bouffées gaussiennes et utilise les écarts-types proposés par Doury.

Les hypothèses et la localisation des groupes de référence sont présentées au §3.4.


Conséquences radiologiques et chimiques

Les impacts radiologiques ont été calculés pour l'inventaire défini par le scénario de chute de palette de 4 fûts d'U₃O₈ (spectre « URT appauvri 1 % vieilli 10 ans ») à l'extérieur des bâtiments.

La dose efficace reçue à court terme pour un adulte en limite de la plateforme Orano Tricastin pour la condition météorologique la plus pénalisante (DF2 ou DN5) est égale à **0,004 mSv**.

À la limite de la plateforme Orano Tricastin, l'impact radiologique sur le public est très inférieur à 1 mSv.

L'impact chimique sur le public est faible (la concentration intégrée reçue est 0,053 mg.m⁻³/minute) et **le SEI** de l'uranium (12,5 mg.m⁻³ pour une durée d'exposition de 60 minutes) **n'est pas atteint** en limite de la plateforme Orano Tricastin.

| | | | | |
|--|------------|--|--|--|
| Référence* : TRICASTIN-21-048551 | | Orano Chimie - Enrichissement | |  |
| Version 1.0 | PAGE 15/22 | Installation : INB FLEUR | Type de document* : Rapport de Sûreté | |
| Ancien Code : | | Objet / Titre* : Rapport de Sûreté de l'INB FLEUR – Volume B – Chapitre 3 – Etude des situations incidentelles et accidentelles | | |
| Référence RGF : | | | | |

6 ETUDE DES SITUATIONS ACCIDENTELLES DE DIMENSIONNEMENT

Les situations accidentelles de dimensionnement sont les accidents (tel que définis au §5) utilisés pour définir l'aléa maximum à retenir pour le dimensionnement des bâtiments, des structures, des systèmes et des équipements.

6.1 Onde de surpression projetant les portails de chaque bâtiment d'entreposage sur les empilements de fûts d'U₃O₈ URT

Le scénario retenu est celui d'une onde de surpression projetant les deux portails de chaque bâtiment d'entreposage sur les empilements les plus proches de fûts d'U₃O₈ URT. Compte-tenu du poids de l'empilement, seuls les fûts du dernier niveau sont déséquilibrés et chutent. Leur chute conduit à une perte de confinement entraînant une dissémination de substances radioactives. Compte tenu des dimensions des portails, chaque portail impacte 7 empilements de palettes de 4 fûts chacune, soit 56 fûts pour chaque bâtiment. Il y a donc en tout 224 fûts impliqués dans l'accident.

Les fûts impliqués sont remplis d'U₃O₈ URT enrichi à 1 % en isotope 235 de l'uranium, vieilli 10 ans. Ils contiennent chacun 304 kg d'uranium.

Les hypothèses retenues pour le rejet sont les suivantes :

- aucun effet d'atténuation du rejet par le bâtiment n'est considéré,
- la hauteur de rejet est prise à 0 m (portails détruits),
- la durée du rejet est supposée inférieure à 30 minutes.


Les quantités de matière remise en suspension sont calculées dans le Tableau 6.

| Paramètre | Explosion d'origine externe |
|---------------------------------------|---|
| Fûts impliqués | Tous les fûts du dernier niveau percuté, soit 56 fûts pour un bâtiment, soit 224 fûts en tout |
| Masse totale d'uranium | 304 kg par fût, soit 68 t d'uranium |
| Fraction dispersée | 0,25 |
| Fraction mise en suspension | 10 ⁻³ |
| Masse / Activité remise en suspension | 17 kg soit 2,5 GBq |
| Rétention bâtiment | 0 |

Tableau 6 : Hypothèses et calcul de la quantité de matière rejetée pour le scénario d'onde de surpression

Les rejets à l'environnement sont identiques à l'activité remise en suspension, soit 2,5 GBq. L'émission de ces rejets s'effectue au niveau du sol.

Il n'y a pas d'effluents liquides générées par cette situation accidentelle, il n'y a donc pas d'autres conséquences pour l'environnement.

| | | | | |
|--|------------|--|--|--|
| Référence* : TRICASTIN-21-048551 | | Orano Chimie - Enrichissement | |  |
| Version 1.0 | PAGE 16/22 | Installation : INB FLEUR | Type de document* : Rapport de Sûreté | |
| Ancien Code : | | Objet / Titre* : Rapport de Sûreté de l'INB FLEUR – Volume B – Chapitre 3 – Etude des situations incidentelles et accidentelles | | |
| Référence RGF : | | | | |

L'impact radiologique sur le public (adulte), selon les deux conditions météorologiques retenues, est présenté :


- à court terme (1 jour ; cf. Tableau 7),
- à moyen terme (1 an ; cf. Tableau 8)
- à long terme (vie entière ; cf. Tableau 9).

| Distance | Météo | Dose par voie d'atteinte (mSv) à 1 jour | | | |
|-------------------------------|-------|---|--------------------|-------------------|-------------|
| | | Panache Exposition | Panache Inhalation | Exposition dépôts | Total |
| 500 m | DF2 | 1,4E-06 | 2,1E+00 | 1,1E-05 | 2,1 |
| | DN5 | 5,2E-07 | 7,5E-01 | 4,1E-06 | 0,8 |
| Clos de Bonnot (1980 m) | DF2 | 1,1E-07 | 1,6E-01 | 8,9E-07 | 0,2 |
| | DN5 | 4,7E-08 | 6,8E-02 | 3,7E-07 | 0,07 |
| Faveyrolles (2490 m) | DF2 | 7,3E-08 | 1,1E-01 | 5,7E-07 | 0,11 |
| | DN5 | 3,1E-08 | 4,5E-02 | 2,4E-07 | 0,04 |
| Prés Guérinés (2690 m) | DF2 | 6,3E-08 | 9,1E-02 | 4,9E-07 | 0,09 |
| | DN5 | 2,7E-08 | 3,9E-02 | 2,1E-07 | 0,04 |
| Bollène La Croisière (7500 m) | DF2 | 7,5E-09 | 1,1E-02 | 5,7E-08 | 0,01 |
| | DN5 | 4,0E-09 | 5,8E-03 | 3,1E-08 | 0,01 |

Tableau 7 : Impact sur le public à court terme du scénario d'onde de surpression

| Distance | Météo | Dose par voie d'atteinte (mSv) à 1 an | | | | |
|-------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------------|-------------------|-----------|-------------|
| | | Panache Exposition | Panache Inhalation | Exposition dépôts | Ingestion | Total |
| 500 m | DF2 | 1,4E-06 | 2,1E+00 | 3,9E-03 | - | 2,1 |
| | DN5 | 5,2E-07 | 7,5E-01 | 1,4E-03 | - | 0,8 |
| Clos de Bonnot (1980 m) | DF2 | 1,1E-07 | 1,6E-01 | 3,1E-04 | 4,4E-03 | 0,2 |
| | DN5 | 4,7E-08 | 6,8E-02 | 1,3E-04 | 1,8E-03 | 0,07 |
| Faveyrolles (2490 m) | DF2 | 7,3E-08 | 1,1E-01 | 2,0E-04 | 2,8E-03 | 0,1 |
| | DN5 | 3,1E-08 | 4,5E-02 | 8,4E-05 | 1,2E-03 | 0,05 |
| Prés Guérinés (2690 m) | DF2 | 6,3E-08 | 9,1E-02 | 1,7E-04 | 2,4E-03 | 0,09 |
| | DN5 | 2,7E-08 | 3,9E-02 | 7,3E-05 | 4,3E-09 | 0,04 |
| Bollène La Croisière (7500 m) | DF2 | 7,5E-09 | 1,1E-02 | 2,1E-05 | 2,9E-04 | 0,01 |
| | DN5 | 4,0E-09 | 5,8E-03 | 1,1E-05 | 1,6E-04 | 0,01 |

Tableau 8 : Impact sur le public à moyen terme du scénario d'onde de surpression

| | | | | |
|--|------------|--|--|--|
| Référence* : TRICASTIN-21-048551 | | Orano Chimie - Enrichissement | |  |
| Version 1.0 | PAGE 17/22 | Installation : INB FLEUR | Type de document* : Rapport de Sûreté | |
| Ancien Code : | | Objet / Titre* : Rapport de Sûreté de l'INB FLEUR – Volume B – Chapitre 3 – Etude des situations incidentelles et accidentelles | | |
| Référence RGF : | | | | |

| Distance | Météo | Dose par voie d'atteinte (mSv) sur la vie entière (50 ans) | | | | |
|----------------------------------|-------|--|--------------------|-------------------|-----------|-------------|
| | | Panache Exposition | Panache Inhalation | Exposition dépôts | Ingestion | Total |
| 500 m | DF2 | 1,4E-06 | 2,1E+00 | 1,6E-01 | - | 2,2 |
| | DN5 | 5,2E-07 | 7,5E-01 | 5,7E-02 | - | 0,8 |
| Clos de Bonnot (1980 m) | DF2 | 1,1E-07 | 1,6E-01 | 1,3E-02 | 4,9E-03 | 0,2 |
| | DN5 | 4,7E-08 | 6,8E-02 | 5,2E-03 | 2,0E-03 | 0,08 |
| Faveyrolles (2490 m) | DF2 | 7,3E-08 | 1,1E-01 | 8,0E-03 | 3,1E-03 | 0,1 |
| | DN5 | 3,1E-08 | 4,5E-02 | 3,4E-03 | 1,3E-03 | 0,05 |
| Prés Guérinés (2790 m) | DF2 | 6,3E-08 | 9,1E-02 | 6,9E-03 | 2,7E-03 | 0,1 |
| | DN5 | 2,7E-08 | 3,9E-02 | 2,9E-03 | 1,2E-03 | 0,04 |
| Bollène La Croisière (7500 m) | DF2 | 7,5E-09 | 1,1E-02 | 8,3E-04 | 3,3E-04 | 0,01 |
| | DN5 | 4,0E-09 | 5,8E-03 | 4,4E-04 | 1,7E-04 | 0,01 |

Tableau 9 : Impact sur le public à long terme du scénario d'onde de surpression

L'impact radiologique sur le public est inférieur à 10 mSv en limite de la plateforme dans la condition météorologique la plus défavorable. Le SEI de l'uranium n'est pas atteint en limite de site (91,1 mgU.m⁻³.min⁻¹ en condition DF2 et 33,3 mgU.m⁻³.min⁻¹ en DN5).

6.2 Feu d'un engin de manutention dans un bâtiment d'entreposage à proximité d'un empilement de fûts

Le scénario retenu est celui d'un incendie d'un engin de manutention dans un des bâtiments de l'installation, à proximité d'un empilement de fûts. Cet incendie entraîne une chute de 3 empilements de 4 palettes de 4 fûts chacune, entraînant une perte de confinement des fûts impliqués.


Les 36 fûts impliqués sont remplis d'U₃O₈ URT enrichi à 1 % en isotope 235 de l'uranium, vieilli 10 ans. Ils contiennent chacun 304 kg d'uranium.

Les hypothèses retenues pour le rejet sont les suivantes :

- aucun effet d'atténuation du rejet par le bâtiment n'est considéré,
- la hauteur de rejet est prise à 10 m pour prendre en compte l'effet cheminée dû à l'incendie,
- la durée du rejet est supposée inférieure à 1 heure.

Les quantités de matière remise en suspension puis rejetée dans l'environnement sont calculées dans le Tableau 10.

| Paramètre | Incendie plausible |
|------------------------|--|
| Fûts impliqués | Tous les fûts des empilements (3x3x4=36) |
| Masse totale d'uranium | 304 kg par fût, soit 10,9 t d'uranium |

| | | | | |
|--|------------|--|--|--|
| Référence* : TRICASTIN-21-048551 | | Orano Chimie - Enrichissement | |  |
| Version 1.0 | PAGE 18/22 | Installation : INB FLEUR | Type de document* : Rapport de Sûreté | |
| Ancien Code : | | Objet / Titre* : Rapport de Sûreté de l'INB FLEUR – Volume B – Chapitre 3 – Etude des situations incidentelles et accidentelles | | |
| Référence RGF : | | | | |

| Paramètre | Incendie plausible |
|---------------------------------------|----------------------|
| Fraction dispersée | 0,25 |
| Fraction mise en suspension | 10 ⁻³ |
| Masse / Activité remise en suspension | 2,74 kg soit 399 MBq |
| Rétention bâtiment | 0 |

Tableau 10 : Hypothèses et calcul de la quantité de matière rejetée pour le scénario d'accident n°4

Les rejets à l'environnement sont identiques à l'activité remise en suspension, soit 399 MBq. L'émission de ces rejets s'effectue à une hauteur de 10 m.


Les effluents générés pour l'extinction de l'incendie sont récupérés à l'intérieur des bâtiments d'entreposage et sont dirigés vers la filière de traitement adaptée. Il n'y a donc pas d'autres conséquences pour l'environnement.

L'impact radiologique sur le public (adulte), selon les deux conditions météorologiques retenues, est présenté :

- à court terme (1 jour ; cf. Tableau 11),
- à moyen terme (1 an ; cf. Tableau 12),
- à long terme (vie entière ; cf. Tableau 13).

| Distance | Météo | Dose par voie d'atteinte (mSv) à 1 jour | | | |
|----------------------------------|-------|---|--------------------|-------------------|--------------|
| | | Panache Exposition | Panache Inhalation | Exposition dépôts | Total |
| 500 m | DF2 | 1,1E-07 | 1,6E-01 | 8,6E-07 | 0,2 |
| | DN5 | 7,9E-08 | 1,1E-01 | 6,3E-07 | 0,1 |
| Clos de Bonnot (1980 m) | DF2 | 2,0E-08 | 2,9E-02 | 1,6E-07 | 0,03 |
| | DN5 | 7,9E-09 | 1,2E-02 | 6,3E-08 | 0,01 |
| Faveyrolles (2490 m) | DF2 | 1,4E-08 | 2,0E-02 | 1,1E-07 | 0,02 |
| | DN5 | 5,2E-09 | 7,6E-03 | 4,1E-08 | 0,01 |
| Prés Guérinés (2790 m) | DF2 | 1,2E-08 | 1,8E-02 | 9,5E-08 | 0,02 |
| | DN5 | 4,5E-09 | 6,6E-03 | 3,6E-08 | 0,01 |
| Bollène La Croisière (7500 m) | DF2 | 1,7E-09 | 2,5E-03 | 1,3E-08 | 0,003 |
| | DN5 | 6,8E-10 | 9,9E-04 | 5,3E-09 | 0,001 |

Tableau 11 : Impact sur le public à court terme du scénario d'accident n°4

| | | | | |
|--|------------|--|--|--|
| Référence* : TRICASTIN-21-048551 | | Orano Chimie - Enrichissement | |  |
| Version 1.0 | PAGE 19/22 | Installation : INB FLEUR | Type de document* : Rapport de Sûreté | |
| Ancien Code : | | Objet / Titre* : Rapport de Sûreté de l'INB FLEUR – Volume B – Chapitre 3 – Etude des situations incidentelles et accidentelles | | |
| Référence RGF : | | | | |


| Distance | Météo | Dose par voie d'atteinte (mSv) à 1 an | | | | |
|-------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------------|-------------------|-----------|--------------|
| | | Panache Exposition | Panache Inhalation | Exposition dépôts | Ingestion | Total |
| 500 m | DF2 | 1,1E-07 | 1,6E-01 | 2,9E-04 | - | 0,2 |
| | DN5 | 7,9E-08 | 1,1E-01 | 2,2E-04 | - | 0,1 |
| Clos de Bonnot (1980 m) | DF2 | 2,0E-08 | 2,9E-02 | 5,5E-05 | 7,8E-04 | 0,03 |
| | DN5 | 7,9E-09 | 1,2E-02 | 2,2E-05 | 3,1E-04 | 0,01 |
| Faveyrolles (2490 m) | DF2 | 1,4E-08 | 2,0E-02 | 3,8E-05 | 5,4E-04 | 0,02 |
| | DN5 | 5,2E-09 | 7,6E-03 | 1,4E-05 | 2,0E-04 | 0,01 |
| Prés Guérinés (2790 m) | DF2 | 1,2E-08 | 1,8E-02 | 3,3E-05 | 4,7E-04 | 0,02 |
| | DN5 | 4,5E-09 | 6,6E-03 | 1,2E-05 | 1,7E-04 | 0,01 |
| Bollène La Croisière (7500 m) | DF2 | 1,7E-09 | 2,5E-03 | 4,7E-06 | 6,7E-05 | 0,003 |
| | DN5 | 6,8E-10 | 9,9E-04 | 1,9E-06 | 2,6E-05 | 0,001 |

Tableau 12 : Impact sur le public à moyen terme du scénario d'accident n°4

| Distance | Météo | Dose par voie d'atteinte (mSv) sur la vie entière (50 ans) | | | | |
|-------------------------------|-------|--|--------------------|-------------------|-----------|--------------|
| | | Panache Exposition | Panache Inhalation | Exposition dépôts | Ingestion | Total |
| 500 m | DF2 | 1,1E-07 | 1,6E-01 | 1,2E-02 | - | 0,2 |
| | DN5 | 7,9E-08 | 1,1E-01 | 8,7E-03 | - | 0,1 |
| Clos de Bonnot (1980 m) | DF2 | 2,0E-08 | 2,9E-02 | 2,2E-03 | 8,7E-04 | 0,03 |
| | DN5 | 7,9E-09 | 1,2E-02 | 8,7E-04 | 3,4E-04 | 0,01 |
| Faveyrolles (2490 m) | DF2 | 1,4E-08 | 2,0E-02 | 1,5E-03 | 6,0E-04 | 0,02 |
| | DN5 | 5,2E-09 | 7,6E-03 | 5,8E-04 | 2,2E-04 | 0,01 |
| Prés Guérinés (2790 m) | DF2 | 1,2E-08 | 1,8E-02 | 1,3E-03 | 5,3E-04 | 0,02 |
| | DN5 | 4,5E-09 | 6,6E-03 | 5,0E-04 | 2,0E-04 | 0,01 |
| Bollène La Croisière (7500 m) | DF2 | 1,7E-09 | 2,5E-03 | 1,9E-04 | 7,5E-05 | 0,003 |
| | DN5 | 6,8E-10 | 9,9E-04 | 7,5E-05 | 3,0E-05 | 0,001 |

Tableau 13 : Impact sur le public à long terme du scénario d'accident n°4

L'impact radiologique sur le public est inférieur à 1 mSv en limite de site dans la condition météorologique la plus défavorable. De même, le SEI de l'uranium n'est pas atteint en limite de site ($6,92 \text{ mg(U).m}^{-3}.\text{min}^{-1}$ en condition DF2 et $5,06 \text{ mg(U).m}^{-3}.\text{min}^{-1}$ en DN5).

| | | | | |
|--|------------|--|--|--|
| Référence* : TRICASTIN-21-048551 | | Orano Chimie - Enrichissement | |  |
| Version 1.0 | PAGE 20/22 | Installation : INB FLEUR | Type de document* : Rapport de Sûreté | |
| Ancien Code : | | Objet / Titre* : Rapport de Sûreté de l'INB FLEUR – Volume B – Chapitre 3 – Etude des situations incidentelles et accidentelles | | |
| Référence RGF : | | | | |

7 ETUDE DES SITUATIONS ACCIDENTELLES HORS DIMENSIONNEMENT

Les situations hors dimensionnement sont des accidents ayant une probabilité suffisamment faible pour qu'elles ne soient pas retenues dans le dimensionnement de l'installation.

Ces situations sont détaillées dans le PUI de l'Etablissement [6]. La gestion de ces accidents est gérée par la gestion de crise du site.

7.1 Scénario de chute d'avion de combat sur le parc

7.1.1 Scénario retenu

Le scénario d'accident retenu pour le parc P36 est la chute d'un Mirage 2000 sur un empilement de fûts d' U_3O_8 issu du retraitement sur quatre niveaux, suivie d'un incendie, conduisant à la destruction des emballages (barrière de confinement statique), puis à la dispersion d'uranium sous forme d'oxyde (U_3O_8), à l'état d'aérosol.

Le détail de ce scénario est présenté dans l'analyse des risques liés à la chute d'avion, au §6.2 du Volume B. L'inventaire rejeté retenu est de 153 kg d'uranium de retraitement correspondant à la destruction de 384 fûts et au renversement de 472 fûts contenant 304 kg d'uranium chacun.

Les conséquences radiologiques et chimiques ont été évaluées en considérant un rejet à 10 m d'une durée inférieure à une heure et un coefficient de battement de vent de 1. Les conditions météorologiques étudiées sont DF2 et DN5.


7.1.2 Distances aux points de rejet

Les distances retenues pour l'évaluation des impacts sont présentées dans le Tableau 14 ci-après.

| Groupe de référence | Distance au point de rejet |
|----------------------|----------------------------|
| Faveyrolles | 2 000 m |
| Clos de Bonnot | 2 000 m |
| Prés Guérinés | 2 800 m |
| Bollène la Croisière | 7 400 m |

Tableau 14 : Distances retenues pour les groupes de référence

Nota : ces distances sont celles des parcs « oxydes ». Elles sont enveloppent ou égalent à celles de l'INB FLEUR.

| | | | | |
|--|------------|--|--|--|
| Référence* : TRICASTIN-21-048551 | | Orano Chimie - Enrichissement | |  |
| Version 1.0 | PAGE 21/22 | Installation : INB FLEUR | Type de document* : Rapport de Sûreté | |
| Ancien Code : | | Objet / Titre* : Rapport de Sûreté de l'INB FLEUR – Volume B – Chapitre 3 – Etude des situations incidentelles et accidentelles | | |
| Référence RGF : | | | | |

7.1.3 Spectre enveloppe retenu

Les caractéristiques radiologiques du spectre d'uranium de retraitement (URT à 1 % de teneur en ²³⁵U) considérées sont présentées dans le Tableau 15 ci-dessous.

| Uranium issu du retraitement (1 % en ²³⁵U) | | |
|--|-------------------------|-----------------------------|
| | Masse (µg/g d'U) | Activité (Bq/ g d'U) |
| ²³⁸ U | 985 289 | - |
| ²³⁶ U | 4 380 | - |
| ²³⁵ U | 10 000 | - |
| ²³⁴ U | 331 | - |
| ²³² U | $3,50 \cdot 10^{-3}$ | - |
| ⁹⁹ Tc | - | 310 |
| ²³⁹ Pu | - | 120 |
| ²³⁷ Np | - | 130 |
| ⁹⁵ Nb | - | 200 |
| ⁹⁵ Zr | - | 200 |
| ¹⁰³ Ru | - | 200 |
| ¹⁰⁶ Ru | - | 200 |
| ¹³⁷ Cs | - | 200 |
| ¹⁴⁴ Ce | - | 200 |

Tableau 15 : Caractéristiques radiologiques du spectre URT 1 %

Les descendants à vie courte des isotopes de l'uranium sont considérés à l'équilibre. De même, les radionucléides pères sont considérés à l'équilibre avec leur fils.


7.1.4 Effets radiologiques et toxiques

L'annexe 14 du Volume C présente les concentrations intégrées pour les conditions météorologiques (DF2 et DN5) suite à une chute d'avion sur un parc « oxydes ».

Le SAR de l'uranium (12,5 mg/m³ pour une durée d'exposition de 60 minutes) est atteint à 200 m du point de rejet. Ce seuil peut atteindre 100 m au-delà de la clôture lourde du site suivant la localisation du point d'impact.

L'annexe 13 du Volume C présente les doses efficaces reçues par les différentes classes d'âge (bébé de 3 mois, enfant de 1 à 2 ans, enfant de dix ans et adulte), à court, moyen et long terme et pour les différentes voies d'exposition (irradiation par le panache, irradiation due au dépôt, inhalation, ingestion directe et indirecte) suite à une chute d'avion sur un parc « oxydes ». Ces résultats sont présentés pour les différentes distances du Tableau 14 et pour les conditions météorologiques (DF2 et DN5).

Le Tableau 16 présente la dose efficace reçue à court terme pour un adulte en limite de site et aux lieux d'habitation des populations exposées pour la condition météorologique la plus pénalisante (DF2 ou DN5).

| | | | | |
|--|------------|--|--|--|
| Référence* : TRICASTIN-21-048551 | | Orano Chimie - Enrichissement | |  |
| Version 1.0 | PAGE 22/22 | Installation : INB FLEUR | Type de document* : Rapport de Sûreté | |
| Ancien Code : | | Objet / Titre* : Rapport de Sûreté de l'INB FLEUR – Volume B – Chapitre 3 – Etude des situations incidentelles et accidentelles | | |
| Référence RGF : | | | | |

| Groupe de référence | Distance minimum au point de rejet | Effets toxiques de l'U | Dose efficace reçue à court terme par un adulte |
|----------------------|------------------------------------|------------------------|---|
| | 500 m | SAR non atteint | 8,8 mSv |
| Faveyrolles | 2 000 m | SAR non atteint | 3,4 mSv |
| Clos de Bonnot | 2 000 m | SAR non atteint | 1,6 mSv |
| Prés Guérinés | 2 800 m | SAR non atteint | 0,9 mSv |
| Bollène la Croisière | 7 400 m | SAR non atteint | 0,1 mSv |

Tableau 16 : Evaluation des conséquences radiologiques et toxiques enveloppes d'un scénario de chute d'avion de combat sur un parc « oxydes »

7.2 Feu d'un engin sans emballage à l'extérieur des bâtiments comme plus représentatif du déclenchement d'un PUI conventionnel

7.2.1 Scénario retenu

Le scénario retenu est un incendie impliquant un engin de manutention de type chariot 16T, vide, ressortant d'un bâtiment d'entreposage après une opération d'entreposage. L'incendie ne provoque pas de perte de confinement de la première barrière de confinement.

Les conséquences potentielles sont les suivantes :

- dégradation du bâtiment,
- propagation de l'incendie à l'intérieur du bâtiment (portail ouvert) et donc aux emballages entreposés.

7.2.2 Effets radiologiques et toxiques

Les rejets à l'environnement sont liés à la combustion de l'engin de manutention. Les effluents générés par l'extinction de l'incendie ne sont pas de nature à remettre en cause la sûreté de l'installation (effluents non contaminés). Il n'y a donc pas d'autres conséquences pour l'environnement.

L'incendie ne provoquant pas de perte de confinement de la première barrière de confinement, il n'y a pas d'impact radiologique ou toxicologique sur le public.