

IFSN-G05

Directive pour les
installations nucléaires suisses

Edition octobre 2021

Conception et fabrication
d'emballages de transport et
d'entreposage pour
l'entreposage intermédiaire



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI
Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN
Ispettorato federale della sicurezza nucleare IFSN
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate ENSI

Conception et fabrication d'emballages de transport et d'entreposage pour l'entreposage intermédiaire

Edition octobre 2021

Directive pour les installations nucléaires suisses

IFSN-G05/français

Sommaire

Directive pour les installations nucléaires suisses

IFSN-G05/français

1	Introduction	1
2	Bases légales	1
3	Objet et champ d'application	1
4	Exigences de conception pour un type d'emballage T/E	2
4.1	Fonctions des objectifs de protection d'un type d'emballage T/E	2
4.2	Exigences générales	2
4.3	Exigences pour l'exploitation en conditions normales et pour les dysfonctionnements	6
4.4	Exigences pour les défaillances dans le cadre des règles de dimensionnement	8
4.5	Exigences pour une défaillance enveloppante	9
5	Fabrication d'échantillons de série d'un type d'emballage	10
5.1	Exigences générales	10
5.2	Vérification préalable	11
5.3	Accompagnement de la fabrication	12
5.4	Documentation finale	12
5.5	Modifications et déviations	13
5.6	Pièces de rechange et composants supplémentaires	14
6	Exigences globales	14
6.1	Système de gestion de la qualité et plan d'assurance qualité	14
6.2	Qualifications	15
6.3	Tests de fonctionnement du type d'emballage	16
6.4	Documentation complète de l'emballage	16
7	Exigences pour les pièces à joindre à la demande	17
7.1	Documents de conception	17
7.2	Documents de fabrication	17
8	Responsabilités	18
9	Liste des renvois	18

10	Disposition transitoire	19
Annexe 1 :	termes (selon le glossaire de l'IFSN)	21
Annexe 2 :	étanchéité	23
Annexe 3 :	épreuves individuelles	25
Annexe 4 :	épreuve 3 (épreuve de déplacement)	27
Annexe 5 :	épreuve 6 (épreuve de charge)	29

1 Introduction

L'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) est l'autorité de surveillance suisse pour la sécurité et la sûreté des installations nucléaires en Suisse. En qualité d'autorité de surveillance ou en se basant sur un mandat précisé dans une ordonnance, elle émet des directives. Celles-ci sont des instruments d'exécution qui précisent les exigences légales et facilitent une pratique uniformisée de la surveillance. Elles concrétisent en outre l'état de l'art scientifique et technique actuel. L'IFSN peut dans un cas particulier accepter des déviations, ceci dans la mesure où la solution proposée est au moins équivalente en ce qui concerne la sécurité et la sûreté nucléaires.

2 Bases légales

Cette directive s'appuie sur l'art. 29, al. 3 de l'ordonnance sur l'énergie nucléaire du 10 décembre 2004 (OENu ; RS 732.11) ainsi que sur l'art. 70, al. 1, let. a de la loi sur l'énergie nucléaire du 21 mars 2003 (LENu, RS 732.1).

3 Objet et champ d'application

La directive IFSN-G05 définit

- les exigences pour la conception des emballages de transport et d'entreposage (emballages T/E, « DPC – Dual purpose casks » en anglais) pour l'entreposage intermédiaire des assemblages combustibles usés et des déchets hautement radioactifs,
- les exigences pour la fabrication des emballages T/E,
- les exigences pour l'approvisionnement en pièces de rechange,
- les exigences et procédures globales pour la qualification des fabricants, procédés de fabrication, matériaux, composants et éléments
- ainsi que les exigences pour les pièces à joindre aux demandes.

4 Exigences de conception pour un type d'emballage T/E

Pour l'obtention d'un permis pour un type d'emballage (« Bauartfreigabe » en allemand) T/E pour un entrepôt intermédiaire spécifique, toutes les exigences doivent être remplies conformément aux chapitres 4.1 à 4.5.

4.1 Fonctions des objectifs de protection d'un type d'emballage T/E

- a. Un type d'emballage T/E doit être conçu de sorte que, pour tous les conditions d'exploitation, dysfonctionnements et défaillances, l'objectif de protection supérieur S4 « Limitation de l'exposition de l'homme et de l'environnement aux rayonnements ionisants » ainsi que les objectifs de protection fondamentaux S1 « Maîtrise de la réactivité », S2 « Refroidissement des assemblages combustibles » et S3 « Confinement des matières radioactives » soient atteints.
- b. Afin de garantir ces objectifs de protection, les fonctions suivantes des objectifs de protection doivent être assurées pour chaque emballage T/E :
 1. Sous-criticité des matières fissiles et des déchets hautement radioactifs dans chaque emballage T/E
 2. Évacuation de la charge thermique de chaque emballage T/E
 3. Étanchéité et intégrité de chaque emballage T/E
 4. Blindage destiné à limiter l'exposition aux rayonnements ionisants pour chaque emballage T/E

4.2 Exigences générales

4.2.1 Aptitude au transport

Chaque type d'emballage T/E doit disposer d'un certificat d'agrément suisse d'un modèle de colis pour le transport de marchandises dangereuses.

4.2.2 Aptitude à l'entreposage intermédiaire

Le justificatif d'aptitude à l'entreposage intermédiaire doit être conforme aux exigences du rapport de sécurité de l'entrepôt intermédiaire mentionné dans la demande du permis de type d'emballage. Ce faisant, les réglementations suivantes doivent être respectées :

- a. Si ces exigences sont plus strictes que celles mentionnées aux chapitres 4.2.4, let. b, 4.3 et 4.4, elles doivent être prises en compte dans les justificatifs.
- b. Si ces exigences sont moins strictes que celles figurant aux chapitres 4.2.4, let. b, 4.3 et 4.4, il est permis d'en tenir compte dans les justificatifs en respectant les exigences spécifiques du dépôt intermédiaire.

4.2.3 Système de gestion de la qualité et plan d'assurance qualité

- a. Le propriétaire de l'emballage doit s'assurer que le système de gestion de la qualité du concepteur de l'emballage répond aux exigences conformément au chapitre 6.1, let. a et b.
- b. Le propriétaire de l'emballage doit s'assurer que le plan d'assurance qualité du concepteur du type d'emballage T/E répond aux exigences conformément au chapitre 6.1, let. c.

4.2.4 Conception

- a. Tous les cordons de soudures de l'enveloppe de confinement doivent être réalisés comme des soudures de pleine pénétration dont l'intégrité est à prouver.
- b. La portance du sol de l'entrepôt ne doit pas dépasser 10 N/mm².
- c. Tous les éléments pertinents pour la sécurité (classes 1 et 2 selon le chapitre 4.2.5, let. a) doivent être conçus de manière à permettre l'identification et le contrôle de tous les paramètres importants considérés comme critères dans la conception.
- d. Il faut s'assurer que le contenu peut être retiré à tout moment de l'emballage T/E. L'aptitude au prélèvement après une défaillance en est exceptée.
- e. Les types d'emballage T/E pour assemblages combustibles usés doivent présenter un double système de couvercles.
- f. La conception de l'enveloppe de confinement doit permettre de contrôler l'étanchéité de cette dernière.
- g. Durant l'entreposage intermédiaire, l'étanchéité sur le plan technique (voir annexe 2) des barrières primaire et secondaire doit pouvoir être continuellement surveillée en condition normale d'exploitation et en cas de dysfonctionnements conformément au chapitre 4.3.
- h. Le rapport de la somme des taux de fuite à l'hélium standard de tous les joints de l'enveloppe de confinement avec le volume du local de surveillance ne doit pas dépasser la valeur de $2 \cdot 10^{-6}$ Pa/s.

- i. La conception des conteneurs pour les éléments combustibles défectueux doit permettre de contrôler l'étanchéité de ces derniers.
- j. Pour la manutention, il faut prévoir des prises d'arrimage et les affecter à la classe 1 conformément au chapitre 4.2.5, let. a.
- k. La conception doit tenir compte des principes de la radioprotection.

4.2.5 Classification de composants

- a. Tous les composants ou leurs caractéristiques doivent être affectés au moins à une des trois catégories suivantes :

Classe	Contribution du composant ou de sa caractéristique à la garantie d'au moins une fonction de l'objectif de protection conformément au chapitre 4.1, let. b :
1	contribution direct
2	contribution indirect
3	aucune contribution

- b. L'affectation des composants ou de leurs caractéristiques aux classes doit être justifiée, en tenant compte notamment des raisons techniques de sécurité complémentaires qui peuvent conduire à l'affectation à une classe plus élevée.
- c. En outre, les processus de fabrication et phases de contrôle permettant de répondre directement aux exigences conformément aux chapitres 4.1, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.4, 4.2.6 et 4.3 à 4.5 doivent être identifiés et affectés aux classes selon let. a.

4.2.6 Utilisation à long terme

Un type d'emballage T/E doit être conçu de manière à garantir le respect de toutes les exigences conformément aux chapitres 4.1, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.4 et 4.3 à 4.5 pendant une période d'au moins 40 ans.

4.2.7 Méthodes de contrôle, procédure de justification et de qualification

- a. Les justificatifs du respect des exigences conformément aux chapitres 4.3 à 4.5 doivent être fournis par un ou plusieurs procédés ci-dessous :
 - 1. essai expérimental ou qualification à l'aide d'un échantillon 1:1 ;
 - 2. référence à d'anciens justificatifs satisfaisants et suffisamment similaires ou qualifications à l'aide d'un échantillon 1:1;

3. essai expérimental ou qualification à l'aide d'un échantillon d'essai prouvant une conformité suffisante au type d'emballage original ;
 4. toutes les méthodes de calcul et paramètres doivent être suffisamment qualifiés, considérés généralement comme efficaces, vérifiables et enveloppant. Les facteurs de sécurité doivent être déduits des normes acceptées par l'IFSN. Les divergences doivent être justifiés et évalués du point de vue de la sécurité.
- b. Les indications selon section VII (procédures d'essai) du IAEA Safety Standard SSG-26 doivent être prises en compte lors de la démonstration conformément à let. a.
 - c. Les qualifications doivent être effectuées conformément au chapitre 6.2.2 pour tous les matériaux, composants et procédés de fabrication figurant au chapitre 6.2.1.

4.2.8 Documentation du type d'emballage

Chaque type d'emballage T/E doit être documenté avec le contenu suivant dans le rapport de sécurité :

- a. description de l'emballage avec désignation du type et définition de la conception et schéma synoptique de la configuration lors de l'entreposage intermédiaire et de la manutention ainsi que des barrières d'étanchéités et, le cas échéant, des conteneurs pour éléments combustibles défectueux ;
- b. description de l'inventaire du contenu autorisé avec ses nucléides, activités, masses, propriétés physicochimiques, dimensions et données d'irradiation ;
- c. système de gestion de la qualité et plan d'assurance qualité conformément au chapitre 4.2.3 ;
- d. dessins de conception, listes de pièces et données sur les matériaux ;
- e. classification selon chapitre 4.2.5 ;
- f. description de toutes les charges pertinentes pour la conception ;
- g. justificatifs du respect des exigences des chapitres 4.2.1 à 4.2.4, 4.2.6 et 4.3 à 4.5 ;
- h. description de la fabrication, y compris tous les tests de fonctionnement sur un échantillon de série conformément au chapitre 5.3.2 ;
- i. plans de test de fonctionnement sur un type d'emballage T/E conformément au chapitre 6.3 ;

- j. instructions relatives à la manutention, à l'utilisation et à la maintenance dans la langue officielle suisse de la région dans laquelle les documents doivent être utilisés.

4.3 Exigences pour l'exploitation en conditions normales et pour les dysfonctionnements

4.3.1 Critères de conception et de justification

Les justificatifs du respect des conditions d'exploitation en conditions normales et en cas de dysfonctionnements d'un type d'emballage T/E doivent être fournis sur la base des critères et conditions suivants dans la configuration lors de l'entreposage intermédiaire et de la manutention :

- a. sous-criticité (fonction de l'objectif de protection 1)

Le facteur effectif de multiplication maximal des neutrons doit être inférieur à 0,95, en tenant compte de toutes les incertitudes.
- b. évacuation de la charge thermique (fonction de l'objectif de protection 2)
 - 1. Les températures pertinentes pour la conception doivent être définies dans les spécifications des matériaux et doivent être respectées.
 - 2. Il faut respecter les températures maximales autorisées des gaines des éléments combustibles déduites pour le justificatif de l'intégrité nécessaire des éléments combustibles, qui ne sont pas dans un conteneur séparé.
 - 3. La température maximale dans la matrice des déchets hautement radioactifs issus du retraitement ne doit pas dépasser 450 °C.
 - 4. La température maximale à la surface de l'emballage T/E pouvant être touchée ne doit pas dépasser 120 °C.
 - 5. La température maximale au fond de l'emballage T/E (surface d'installation) ne doit pas dépasser 150 °C.
- c. étanchéité et intégrité (fonction de l'objectif de protection 3)
 - 1. Il faut exclure les déformations plastiques et les formations de fissures sur tous les éléments de l'enveloppe de confinement, à l'exception des joints.
 - 2. Toutes les caractéristiques mécaniques pertinentes pour la sécurité des matériaux, éléments et composants utilisés doivent être définies et respectées.

3. L'intégrité des gaines qui ne sont pas dans un conteneur séparé doit être garantie.
 4. Chaque conteneur pour les éléments combustibles défectueux doit être techniquement étanche.
 5. L'intégrité des éléments combustibles encapsulés et séparés de manière étanche doit être comparable à celle des gaines et garantie.
 6. Chaque joint qui fait partie des barrières primaire ou secondaire doit être techniquement étanche.
- d. blindage (fonction de l'objectif de protection 4)
1. Le débit de dose maximal ne doit pas, en tout point de la surface de l'emballage, dépasser 10 mSv/h.
 2. Il ne doit pas dépasser 0,1 mSv/h à 2 m de distance de la surface de l'emballage pouvant être touchée.
 3. Les étapes de travail nécessaires lors de la manutention de l'emballage de transport et d'entreposage doivent être optimisées du point de vue de la radioprotection, conformément au principe ALARA.

4.3.2 Hypothèses et contraintes

Pour le justificatif du respect des critères mentionnés au chapitre 4.3.1, il faut appliquer les contraintes suivantes :

- a. contenu radioactif maximal ;
- b. pression de service maximale dans la barrière d'étanchéité primaire ;
- c. pression de service maximale dans la zone restreinte entre les barrières d'étanchéité primaire et secondaire ;
- d. utilisation de caractéristiques d'éléments qui sont enveloppant, en tenant compte des mécanismes de vieillissement connus en situation d'exploitation en conditions normales et en cas de dysfonctionnements ;
- e. utilisation des températures d'éléments enveloppants en situation d'exploitation normale et en cas de dysfonctionnements,
- f. prise en compte de la réflexion de neutrons par les fondations de l'entrepôt;
- g. accélérations maximales conformément aux normes adoptées par l'IFSN ou au moins 2 g lors de l'utilisation de la grue ;
- h. évacuation passive, normale de la charge thermique ;
- i. température ambiante de 38 °C.

4.4 Exigences pour les défaillances dans le cadre des règles de dimensionnement

4.4.1 Défaillances de catégorie 1

Les critères de conception et de justification conformément au chapitre 4.3.1 s'appliquent aussi pour les défaillances de catégorie 1.

4.4.2 Défaillances de catégorie 2

4.4.2.1 Critères de conception et de justification

- a. Le facteur effectif de multiplication maximal des neutrons doit être inférieur à 0,95, en tenant compte de toutes les incertitudes.
- b. Les températures pertinentes pour la conception définies dans les spécifications des matériaux ne doivent pas être dépassées.
- c. L'étanchéité sur le plan technique doit être respectée pour au moins une barrière de l'enveloppe de confinement.
- d. La résistance statique doit être garantie.
- e. Le contour extérieur du conteneur doit rester dans un champ rectangulaire ayant une longueur de côté de 2,800 m.

4.4.2.2 Épreuves

- a. Le respect des critères de conception et de justification mentionnés au chapitre 4.4.2.1, let. a à c doit être justifié pour la configuration lors de la manutention, sur la base des conditions du chapitre 4.3.2 pour l'épreuve 1 (épreuve de chute), conformément aux épreuves individuelles de l'annexe 3.
- b. Le respect des critères de conception et de justification mentionnés au chapitre 4.4.2.1, let. a à e doit être justifié pour la configuration lors de l'entreposage intermédiaire, sur la base des conditions du chapitre 4.3.2 pour l'épreuve 2 (épreuve de déplacement), conformément aux épreuves individuelles de l'annexe 3.

4.4.3 Défaillances de catégorie 3

4.4.3.1 Critères de conception et de justification

- a. Le facteur effectif de multiplication maximal des neutrons doit être inférieur à 0,95, en tenant compte de toutes les incertitudes.

- b. Les températures maximales autorisées des éléments de l'enveloppe de confinement, définies dans les spécifications des matériaux, ne doivent pas être dépassées.
- c. Pour au moins une barrière de l'enveloppe de confinement, l'étanchéité en cas de défaillance (voir annexe 2) doit être respectée.

4.4.3.2 Épreuves

- a. Le respect des critères de conception et de justification mentionnés au chapitre 4.4.3.1 doit être justifié pour la configuration lors de l'entreposage intermédiaire, sur la base des conditions du chapitre 4.3.2 pour les séquences d'épreuves suivantes, conformément aux épreuves individuelles de l'annexe 3.
 - 1. Épreuve 3 (épreuve de renversement), suivie de l'épreuve 4 (épreuve d'isolation)
 - 2. Épreuve 3 (épreuve de renversement), suivie de l'épreuve 5 (épreuve d'immersion)
- b. Le respect des critères de conception et de justification mentionnés au chapitre 4.4.3.1 doit être justifié pour la configuration de la manutention, sur la base des conditions du chapitre 4.3.2 pour la séquence d'épreuve 1 (épreuve de chute), suivie de l'épreuve 3 (épreuve de renversement), conformément aux épreuves individuelles de l'annexe 3.

4.5 Exigences pour une défaillance enveloppante

4.5.1 Scénario de défaillance

Les exigences sous épreuve 6 (épreuve de charge) et sous épreuve 7 (épreuve thermique), conformément aux épreuves individuelles de l'annexe 3, doivent être considérées comme contraintes enveloppantes de la défaillance.

4.5.2 Critères de conception et de justification

- a. Le facteur effectif de multiplication maximal des neutrons doit être inférieur à 0,95, en tenant compte de toutes les incertitudes.
- b. Les températures maximales autorisées des éléments de l'enveloppe de confinement, définies dans les spécifications des matériaux, ne doivent pas être dépassées.
- c. Pour au moins une barrière de l'enveloppe de confinement, l'étanchéité en cas de défaillance doit être respectée.

4.5.3 Épreuve

Le respect des critères de conception et de justification mentionnés au chapitre 4.5.2 doit être justifié pour la configuration lors de l'entreposage intermédiaire, sur la base des conditions du chapitre 4.3.2 pour la séquence d'épreuve 6 (épreuve de charge), suivie de l'épreuve 7 (épreuve thermique), conformément aux épreuves individuelles de l'annexe 3.

5 Fabrication d'échantillons de série d'un type d'emballage

Pour obtenir un permis d'utilisation (« Verwendungsfreigabe » en allemand) pour un échantillon de série d'un type d'emballage T/E approuvé, toutes les exigences doivent être respectées, conformément aux chapitres 5.1 à 5.5.

5.1 Exigences générales

- a. Avant le début de toute fabrication en série d'un type d'emballage T/E approuvé, le propriétaire de l'emballage doit faire une évaluation du système de gestion de la qualité et du plan d'assurance qualité du concepteur de l'emballage conformément au chapitre 6.1 et la soumettre à l'IFSN pour prise de position.
- b. L'accompagnement de la fabrication doit se faire en rapport avec le produit pour chaque échantillon de série.
- c. L'activité de surveillance de l'expert appelé par l'autorité doit être prise en compte dans le plan d'assurance qualité pour toutes les exigences des chapitres 5.2 à 5.5.

5.2 Vérification préalable

- a. La vérification des documents suivants doit être effectués :

Classe selon chapitre 4.2.5	Vérification des documents
Classes 1 et 2 ainsi que processus de fabrication et phases de contrôle importants	Avant la fabrication, il faut vérifier la conformité de tous les documents de commande et de fabrication, notamment de tous les plans de fabrication et de séquences de contrôles, avec le rapport de sécurité. Les plans de séquences de contrôles doivent être vérifiés pour chaque nouvelle série.
Classe 3	Conformément au plan d'assurance qualité du propriétaire de l'emballage

- b. Les attestations et participations aux contrôles suivants doivent être établies :

Classe selon chapitre 4.2.5	Type d'attestation	Participation à un contrôle
Classe 1 ainsi que processus de fabrication et phases de contrôle importants	Attestation du fabricant indiquant que les éléments fournis et leurs caractéristiques sont conformes aux exigences du rapport de sécurité, avec indication des résultats du contrôle	<ul style="list-style-type: none"> • Représentant autorisé au contrôle du fabricant, indépendant de la fabrication • Représentant autorisé au contrôle du concepteur de l'emballage ou du représentant externe
Classe 2		<ul style="list-style-type: none"> • Représentant autorisé au contrôle du fabricant, indépendant de la fabrication
Classe 3	Selon nomenclature	

- c. La participation aux tests de fonctionnement conformément au chapitre 4.2.8, let. h a lieu pour des composants de la classe 1 conformément au chapitre 4.2.5.

5.3 Accompagnement de la fabrication

5.3.1 Exigences générales

- a. L'accompagnement de la fabrication permet de garantir que chaque échantillon de série est fabriqué et contrôlé exclusivement selon les exigences des documents de contrôle préliminaire.
- b. Les résultats de tous les contrôles doivent être documentés sous forme de rapports de contrôle, certificats et procès-verbaux de contrôle.

5.3.2 Tests de fonctionnement, échantillons de série et composants

- a. Les tests de fonctionnement suivants doivent être effectués sur chaque échantillon de série fabriqué :
 1. contrôles d'étanchéité de toutes les fermetures des barrières étanches à une pression de service normale, mais avec au moins une pression d'essai de 1 bar ;
 2. contrôles de surcharge à toutes les prises d'arrimage ;
 3. contrôles de calibrage sur chaque panier après le montage de cette dernière dans l'enveloppe de confinement ;
 4. contrôles de pression des barrières primaire et secondaire.
- b. Les contrôles d'étanchéité de toutes les fermetures doivent être effectués à une pression de service en conditions normales sur tous les emballages pour éléments combustibles défectueux, mais avec au moins une pression d'essai de 1 bar.

5.4 Documentation finale

- a. La documentation finale doit présenter de manière compréhensible la fabrication d'un échantillon de série et, à cet effet, au moins les documents de fabrication suivants :
 1. documents de contrôle préliminaire avec des plans de fabrication et de séquences d'contrôles remplis ;
 2. spécifications ;
 3. documents de fabrication ;
 4. dessins ;
 5. fiches techniques des matériaux ;

- 6. documentation conforme à l'exécution ;
 - 7. modifications et déviations.
- b. Il faut vérifier si la documentation finale est conforme aux exigences des chapitres 5.2 et 5.3, complète, lisible et peut être archivée.

5.5 Modifications et déviations

5.5.1 Exigences générales

Tous les modifications et déviations doivent être évalués par le propriétaire de l'emballage, affectés à une des classes mentionnées ci-dessous et présentés à l'expert de l'IFSN pour confirmation.

Classe	Type de modification ou de déviations
A	Déviations ou modifications par rapport aux exigences qui sont utilisées dans les justificatifs de sécurité du rapport de sécurité
B	Déviations ou modifications par rapport aux exigences issues des documents de commande et de fabrication
C	Rétablissement de l'état spécifié par réparation ou remplacement

5.5.2 Modifications

- a. Les points suivants doivent être notifiés en cas de modification :
 - 1. date d'application : échantillon de série d'un type d'emballage T/E à partir duquel la modification s'applique ;
 - 2. description de la modification et également pour les classes A et B les répercussions sur les justificatifs de sécurité pour remplir les exigences du rapport de sécurité, y compris une évaluation de la sécurité.
- b. Les modifications de la classe A doivent être soumises à l'IFSN pour approbation.
- c. Les modifications des classes B et C pour éléments et procédés de fabrication des classes 1 et 2 conformément au chapitre 4.2.5 doivent être présentées à l'expert de l'IFSN pour prise de position.

5.5.3 Déviations

- a. Les points suivants doivent être notifiés en cas de déviation:

1. échantillon de série concerné d'un type d'emballage T/E ou numéro de lot du composant ou de l'élément ;
 2. cause de la déviation;
 3. description de la déviation et également pour les classes A et B les répercussions sur les justificatifs de sécurité pour remplir les exigences du rapport de sécurité, y compris une évaluation de la sécurité ;
 4. description et évaluation des mesures de réparation ou de remplacement prévues ;
 5. mesures visant à empêcher une récurrence et, le cas échéant, adaptations du plan d'assurance qualité ou du système de gestion de la qualité.
- b. Les déviations par rapport à la classe A doivent être présentés à l'IFSN pour prise de position, avant la poursuite de la production.
- c. Les déviations par rapport aux classes B et C pour composants et procédés de fabrication des classes 1 et 2 conformément au chapitre 4.2.5 doivent être présentés à l'expert de l'IFSN pour prise de position, avant la poursuite de la production.

5.6 Pièces de rechange et composants supplémentaires

- a. Toutes les exigences et réglementations des chapitres 5.1 à 5.5 s'appliquent pour la fabrication de pièces de rechange.
- b. Pour l'obtention d'un permis d'un composant d'emballage T/E (attestation de conformité) pour un composant supplémentaire, toutes les exigences doivent être remplies conformément aux chapitres 5.1 à 5.5.
- c. La fabrication de pièces de rechange et de composants supplémentaires doit être notifiée à l'IFSN avant le début de la fabrication, conformément au chapitre 7.2, let. b.

6 Exigences globales

6.1 Système de gestion de la qualité et plan d'assurance qualité

- a. Le système de gestion de la qualité du propriétaire et du concepteur de l'emballage doit répondre aux exigences internationales en matière de système de gestion de la qualité dans le domaine de la technique nucléaire. Tous les

conteneurs concernés par la fabrication doivent disposer d'un système de gestion de la qualité correspondant à la fabrication.

- b. Le système de gestion de la qualité doit fournir entre autres les informations suivantes :
 - 1. organisation de la structure et des processus spécifique à l'entreprise ;
 - 2. compétences, limites, procédés, processus et moyens pour l'exécution de la gestion de la qualité ;
 - 3. interaction de tous les acteurs (propriétaire et concepteur d'emballage, fabricant) ainsi que coopération avec l'IFSN et son expert ;
 - 4. qualifications et audits des sous-traitants, fabricants et fournisseurs.
- c. Le plan d'assurance qualité du concepteur d'emballage doit contenir entre autres les informations suivantes :
 - 1. base de conception (permis de type d'emballage ou rapport de sécurité) ;
 - 2. gestion des documents de fabrication ;
 - 3. acquisition et qualification de matériaux, d'éléments et composants ;
 - 4. fabrication et qualification de procédés de fabrication ;
 - 5. contenu et définition des modifications et déviations ;
 - 6. contrôles de qualité, mesures en cas de modifications et de déviations ;
 - 7. tests de fonctionnement et leur documentation, délivrance d'attestations ;
 - 8. délivrance de documents à remettre au propriétaire de l'emballage ;
 - 9. portée de la documentation complète de l'emballage conformément au chapitre 6.4, avec prescriptions de conception, normes et directives applicables.

6.2 Qualifications

6.2.1 Portée de la qualification

- a. Les qualifications doivent être effectuées si les exigences du rapport de sécurité ne sont pas couvertes par des normes industrielles pertinentes.
- b. Les qualifications doivent être effectuées si des éléments ou leurs caractéristiques de classe 1 ou 2 sont concernés selon le chapitre 4.2.5 :

1. pour les joints qui font partie d'une enveloppe de confinement ;
 2. pour les matériaux ou composants qui ne sont pas conformes à la norme ou qui ne sont pas fabriqués selon la norme ;
 3. pour des procédés de fabrication pertinents pour la sécurité.
- c. Les nouvelles qualifications sont nécessaires dans les cas suivants :
1. en cas de modifications des paramètres d'étanchéité ;
 2. en cas de modifications des caractéristiques de matériaux ou d'éléments ;
 3. en cas de modifications des paramètres de fabrication ;
 4. en cas de changement de fabricant.

6.2.2 Exigences pour l'exécution

- a. Le propriétaire de l'emballage doit s'assurer que le concepteur de l'emballage effectue avec le fabricant au préalable une qualification autonome sur la base des exigences du rapport de sécurité et la documente sous forme de retour d'expérience.
- b. Dans le cadre de la qualification assistée par l'expert de l'IFSN, il faut prévoir un programme de surveillance élargi par rapport à la fabrication en série.
- c. Les résultats de la qualification assistée doivent être documentés par le propriétaire de l'emballage dans le rapport final.

6.3 Tests de fonctionnement du type d'emballage

Les justificatifs suivants et les méthodes de calcul utilisées à cet effet doivent être vérifiés par des contrôles effectués sur le premier échantillon de série d'un type d'emballage T/E :

- a. justificatif des critères d'évacuation de la charge thermique conformément au chapitre 4.3.1, let. b ;
- b. justificatif des critères de blindage conformément au chapitre 4.3.1, let. d ;
- c. justificatif du respect des critères des chapitres 4.3.1 et 4.3.2, let. g.

6.4 Documentation complète de l'emballage

La documentation complète de l'emballage doit comprendre la documentation finale conformément au chapitre 5.4 et la documentation selon le chapitre 4.2.8 et doit être remise à l'exploitant de l'entrepôt intermédiaire.

7 Exigences pour les pièces à joindre à la demande

7.1 Documents de conception

- a. Avant la demande de permis de type d'emballage, un concept de justificatif du concepteur de l'emballage ainsi que sa propre évaluation doivent être présentés à l'IFSN par le propriétaire de l'emballage. Ce concept doit comprendre au moins les points suivants :
 1. méthodes prévues conformément au chapitre 4.2.7 pour répondre à chaque exigence selon les chapitres 4.3 à 4.5 ;
 2. applicabilité des méthodes choisies.
- b. La demande de permis de type d'emballage doit être faite par le propriétaire de l'emballage conformément au chapitre 4 et comprendre entre autres les points suivants :
 1. documentation du type d'emballage selon le chapitre 4.2.8 ;
 2. évaluation de la documentation du type d'emballage par le propriétaire de l'emballage selon le chapitre 4.2.8 ;
 3. certificat d'agrément suisse d'un modèle de colis pour le transport de marchandises dangereuses ou référence à une demande correspondante;
 4. attestation de l'entreposage intermédiaire de l'exploitant de l'entrepôt dans lequel le type d'emballage doit être entreposé conformément à la demande.

L'attestation d'entreposage intermédiaire doit englober le contrôle de la prise en compte des conditions de réception en vigueur, du concept d'alvéoles d'entreposage ainsi que le test d'aptitude des dispositifs de manutention.

7.2 Documents de fabrication

- a. La demande de permis d'utilisation doit être faite par le propriétaire de l'emballage conformément au chapitre 5.
- b. La commande d'échantillons de série d'un type d'emballage T/E approuvé doit être notifiée à l'IFSN à temps, en indiquant les points suivants :
 1. type d'emballage T/E commandé et numéros de série ;
 2. permis de type d'emballage et certificat d'agrément d'un modèle de colis pour le transport de marchandises dangereuses;

3. liste des fabricants et des sous-traitants pour les éléments des classes 1 et 2 ;
 4. contrôle du système de gestion de la qualité et du plan d'assurance qualité du concepteur d'emballage et d'éventuels fabricants ainsi que présentation des audits réalisés auprès du concepteur d'emballage et des fabricants de composants des classes 1 et 2.
- c. Avant la mise en service d'un emballage T/E commandé, il faut présenter à l'IFSN un rapport sur l'accompagnement de la fabrication de chaque échantillon en série. Ce rapport doit comprendre les points suivants :
1. contrôle de la documentation finale conformément au chapitre 5.4, avec désignation des fabricants de tous les composants et description de la documentation finale ;
 2. évaluation de la fabrication avec une liste des inspections et contrôles accompagnés ainsi que, le cas échéant, une présentation de la différence entre l'état réel et l'état de consigne de l'emballage, une liste de tous les modifications et déviations survenus, une classification et évaluation tenant compte d'une éventuelle utilisation précédente ;
 3. déclaration de conformité du propriétaire de l'emballage concernant le permis de type d'emballage selon lequel l'échantillon de série a été fabriqué et doit être utilisé.

8 Responsabilités

L'installation nucléaire responsable de la gestion des déchets radioactifs et, par conséquent, le propriétaire de l'emballage, doivent veiller au respect de toutes les exigences mentionnées dans la directive.

9 Liste des renvois

IAEA Safety Standard SSG-26, Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 2012 Edition

10 Disposition transitoire

Jusqu'au 30 septembre 2022, l'édition d'avril 2008 de la directive ENSI-G05 reste applicable pour les procédés de contrôle du type de construction suivants en cours :

- CASTOR V/19 (CH), permis de type d'emballage de la révision 2 ;
- CASTOR V/52 (CH), permis de type d'emballage de la révision 0 ;
- TN24BH, permis de type d'emballage de la révision 1 ;
- HI-STAR 180 (CH), permis de type d'emballage de la révision 0.

La présente directive a été approuvée par l'IFSN le 1^{er} octobre 2021.

Le directeur de l'IFSN : sign. M. Kenzelmann

Annexe 1 : termes (selon le glossaire de l'IFSN)

Caractéristique de composants d'un emballage T/E

Les caractéristiques de composants sont des grandeurs caractéristiques qui déterminent les propriétés mécaniques et technologiques, physiques, chimiques et géométriques d'un composant ou qui résultent de ces dernières.

Concepteur d'un emballage

Le concepteur d'un emballage est un acteur qui détermine la conception d'un type d'emballage T/E.

Configuration d'un emballage T/E lors de la manutention

L'agencement de tous les composants d'un emballage T/E défini conformément au rapport de sécurité, lors de la manutention dans l'entrepôt intermédiaire, en vue de respecter les exigences pertinentes. Le poids et les composants concernés en font partie, en plus des dimensions géométriques.

Configuration d'un emballage T/E lors de l'entreposage intermédiaire

La configuration d'un emballage T/E lors de l'entreposage intermédiaire est l'agencement de tous les composants d'un emballage T/E défini conformément au rapport de sécurité, lors de l'entreposage dans l'entrepôt intermédiaire, en vue de respecter les exigences pertinentes. Le poids et les composants concernés en font partie, en plus des dimensions géométriques.

Conteneur pour éléments combustibles défectueux

Les conteneurs pour éléments combustibles défectueux sont des constructions, quelle que soit leur forme ou leur nature, qui servent à recueillir plusieurs éléments combustibles défectueux et qui seront ensuite enfermées dans l'enveloppe de confinement d'un emballage T/E.

Contenu d'un emballage T/E

La matière radioactive spécifiée par le concepteur de l'emballage qui doit être chargée avec un emballage T/E est considérée comme contenu d'un emballage T/E. Il s'agit généralement d'assemblages combustibles usés ou de déchets hautement radioactifs.

Documents de commande d'un emballage T/E

Les documents de commande sont des documents techniques dans lesquels les exigences pour le respect des justificatifs de sécurité envers les sous-traitants sont définies.

Documents de fabrication d'un emballage T/E

Les documents de fabrication sont des documents techniques dans lesquels l'exécution des phases de fabrication et de contrôle est décrite, afin de garantir le respect des justificatifs de sécurité.

Documents de vérification préalable d'un emballage T/E

Les documents de vérification préalable sont des documents de commande et de fabrication pour lesquels la conformité au permis de type d'emballage est vérifiée et confirmée avant le début de la fabrication.

Emballage de transport et d'entreposage (emballage T/E)

Un emballage T/E est un emballage destiné à recueillir des assemblages combustibles usés ou des déchets hautement radioactifs.

Enveloppe de confinement étanche d'un emballage T/E

L'enveloppe de confinement désigne l'agencement de tous les composants d'un emballage T/E qui est destiné au confinement de la matière radioactive.

Mise en service d'un emballage T/E

L'arrivée dans l'entrepôt intermédiaire d'un emballage T/E chargé est considérée comme une mise en service.

Pression de service maximale

Est considérée comme pression de service maximale, la pression maximale définie par le concepteur de l'emballage dans un emballage T/E dans des conditions d'exploitation en conditions normales.

Représentant autorisé au contrôle d'un emballage T/E

Le représentant autorisé au contrôle d'un emballage T/E est une personne mandatée par le fabricant, le concepteur ou le propriétaire de l'emballage. Il dispose d'une indépendance et d'une expertise établies. Expertise signifie dans ce cas que des connaissances sur les composants concernés ou les processus de fabrication liés aux instructions de contrôle et spécifications de fabrication appliquées sont disponibles. Cela implique la connaissance et l'application des normes et réglementations pertinentes.

Série d'un emballage T/E

Une série comprend le nombre d'échantillons de série faisant partie de l'étendue d'une seule commande.

Zone restreinte d'un emballage T/E

La zone restreinte est la zone fermée entre deux barrières d'étanchéité d'un emballage T/E.

Annexe 2 : étanchéité

Étanchéité sur le plan technique

L'étanchéité sur le plan technique ne doit pas dépasser un taux de fuite à l'hélium standard de 10^{-8} Pa m³/s.

Étanchéité en cas de défaillance

L'étanchéité en cas de défaillance ne doit pas dépasser un taux de fuite à l'hélium standard de 10^{-4} Pa m³/s.

Annexe 3 : épreuves individuelles

Contrôle 1 : épreuve de chute

- Choc provoquant le plus de dommages possibles (lieu et angle)
- Hauteur : 0,5 m
- Cible : grandeurs caractéristiques des matériaux conformément à la conception de l'entrepôt intermédiaire ou des fondations rigides selon le droit des marchandises dangereuses

Contrôle 2 : épreuve de déplacement

- Spectre de réponse selon annexe 4
- Coefficient de frottement entre l'emballage et le sol de 0,2 à 0,75

Contrôle 3 : épreuve de renversement

- Renversement d'un emballage T/E
- Choc provoquant le plus de dommages possibles (lieu et angle)
- Cible : grandeurs caractéristiques des matériaux conformément à la conception de l'entrepôt intermédiaire ou des fondations rigides selon le droit des marchandises dangereuses

Contrôle 4 : épreuve d'isolation

- État adiabatique d'un emballage T/E
- Durée : 72 h

Contrôle 5 : épreuve d'immersion dans l'eau

- Immersion dans l'eau 0,9 m
- Durée 8 h

Contrôle 6 : épreuve de charge

- Courbe de charge selon annexe 5
- Choc de projectile provoquant le plus de dommages possibles (lieu et angle)
- Masse : 20 Mg
- Vitesse : 215 m/s
- Surface d'impact : 7 m² circulaire

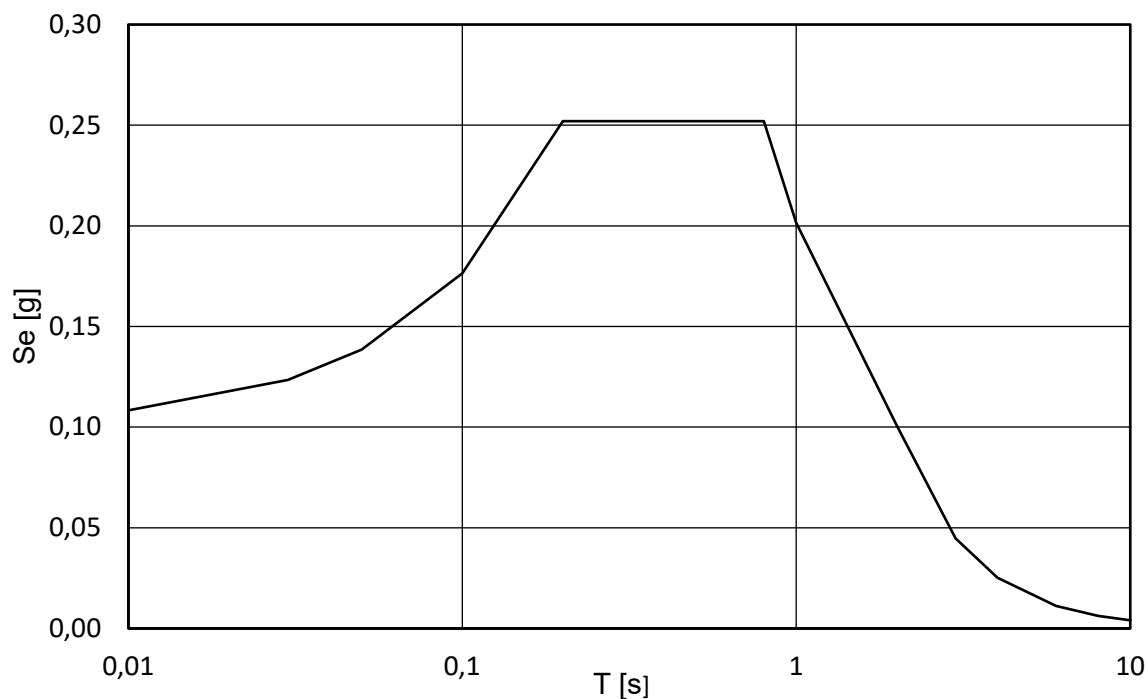
Contrôle 7 : épreuve thermique

- Température ambiante : 800°C

- Durée : 30 min ou selon chapitre 4.2.2
- Coefficient de rayonnement moyen du feu de 0,9 et coefficient d'absorptivité de surface de 0,8

Annexe 4 : épreuve 3 (épreuve de déplacement)

Spectre de réponse élastique



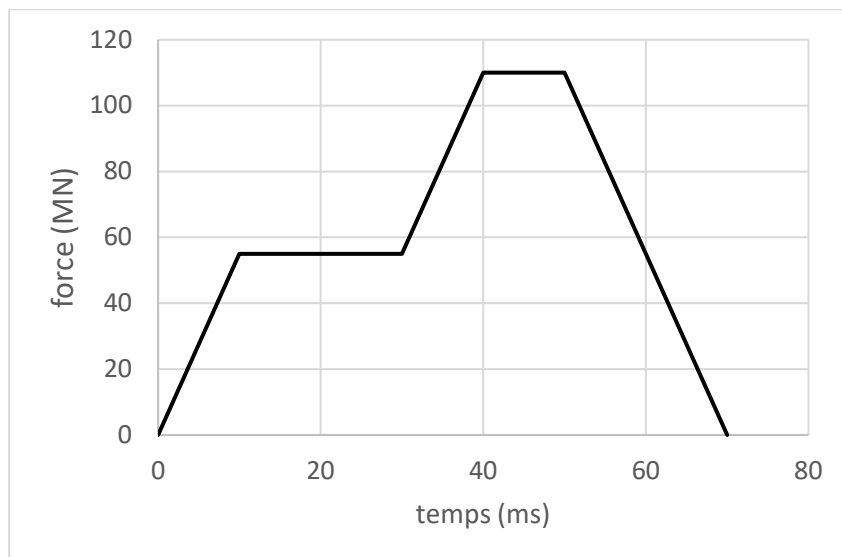
Spectre de réponse élastique du mouvement du sol à la surface du terrain pour une atténuation de 5 %

Période de vibration [s]	0,01	0,10	0,20	0,80	1,00	2,00	4,00	10,00
Fréquence [Hz]	100,00	10,00	5,00	1,25	1,00	0,50	0,25	0,10
Se [g]	0,108	0,176	0,252	0,252	0,202	0,101	0,025	0,004

Annexe 5 : épreuve 6 (épreuve de charge)

Diagramme charge/temps

Temps (ms)	Charge (MN)
0	0
10	55
30	55
40	110
50	110
70	0



Editeur:
Inspection fédérale
de la sécurité
nucléaire IFSN
CH-5201 Brugg

+41 (0)56 460 84 00
info@ensi.ch
www.ensi.ch

© IFSN
Octobre 2021

IFSN-G05

IFSN
Industriestrasse 19
5201 Brugg
Suisse

+41 56 460 84 00
info@ensi.ch
www.ensi.ch