

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

La conception des colis de déchets en vue d'assurer la sûreté des transports

Séminaire ANCCLI

« Les transports de substances radioactives »

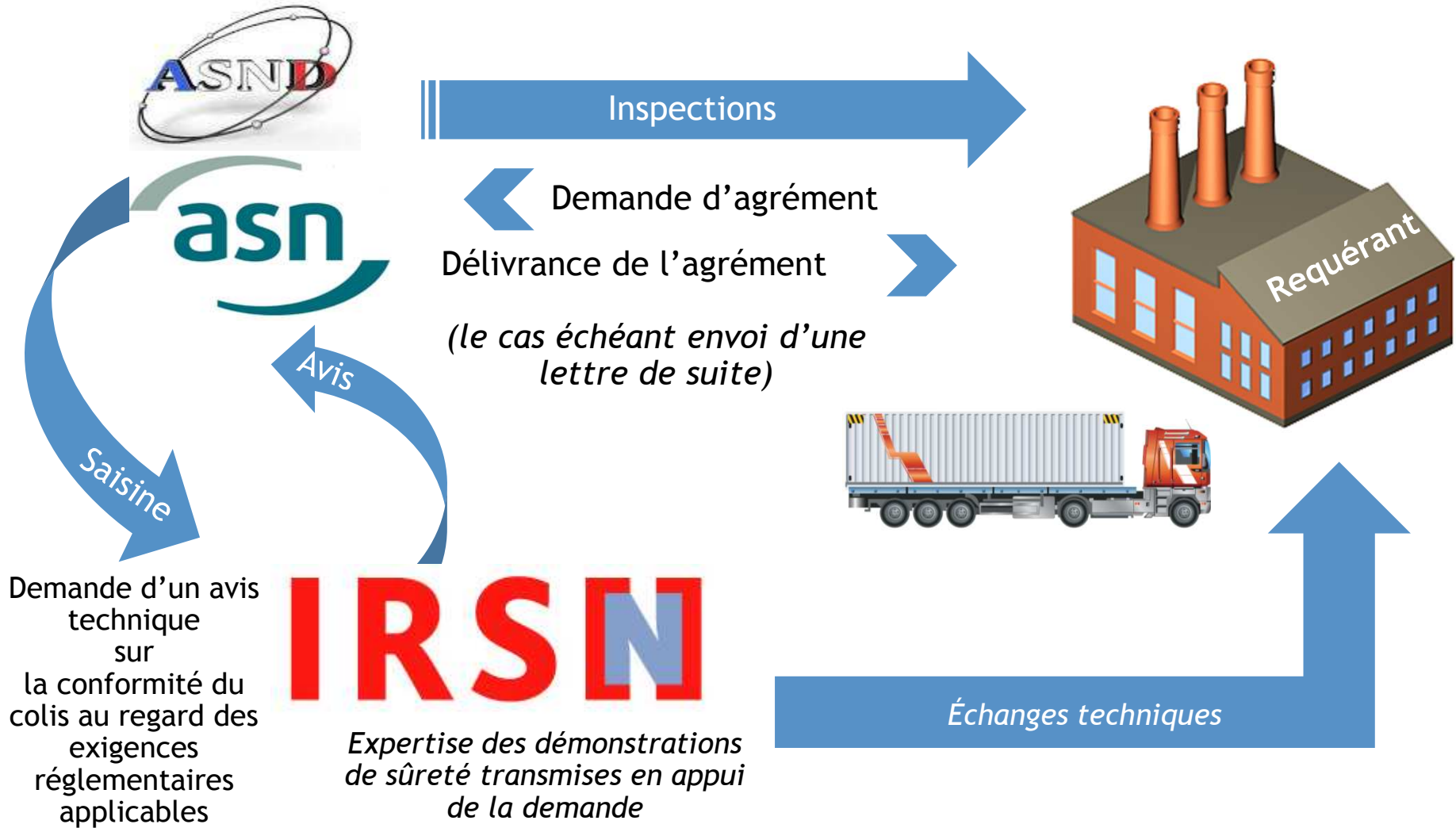
29 et 30 mars 2016

Document d'instruction technique - Ne représente pas la position finale de l'IRSN.

SOMMAIRE

1. Organisation générale de la sûreté des transports
2. Exigences réglementaires
3. Exigences de conception d'un modèle de colis
4. Exemple de colis destiné au transport de déchets vitrifiés
5. Justifications de sûreté

Organisation générale de la sûreté des transports



Exigences réglementaires



Une réglementation internationale depuis les années 60 révisée régulièrement

Exigences réglementaires

Dangerosité du contenu				
Type de colis	Colis excepté	Colis industriel	Colis de type A	Colis de type B et/ou pour matière fissile
Exigences réglementaires				
	Résistance aux conditions de routine	Résistance aux incidents (Conditions Normales de Transport)		Résistance aux accidents sévères (Conditions Accidentelles de Transport)

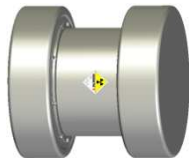
vibrations, conditions d'arrimage et de manutention

Chocs en manutention ...

Accident sévère (chute, incendie, immersion)

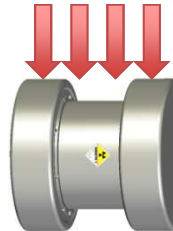
Exigences réglementaires

Epreuves réglementaires simulant les conditions normales de transport (CNT)



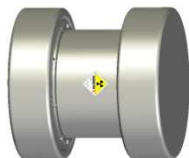
Aspersion

Exposition à un débit de précipitation d'environ 5 cm par heure pendant au moins une heure



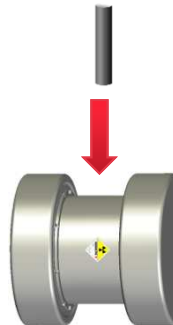
Gerbage

5 fois la masse maximale du colis ou 13 kPa appliquée sur la surface de projection de l'emballage



Chute libre

D'une hauteur variant entre 0.3 m et 1.2 m selon la masse du colis sur une cible indéformable



Pénétration

Chute libre d'une barre verticale de 6 kg d'une hauteur de 1 m

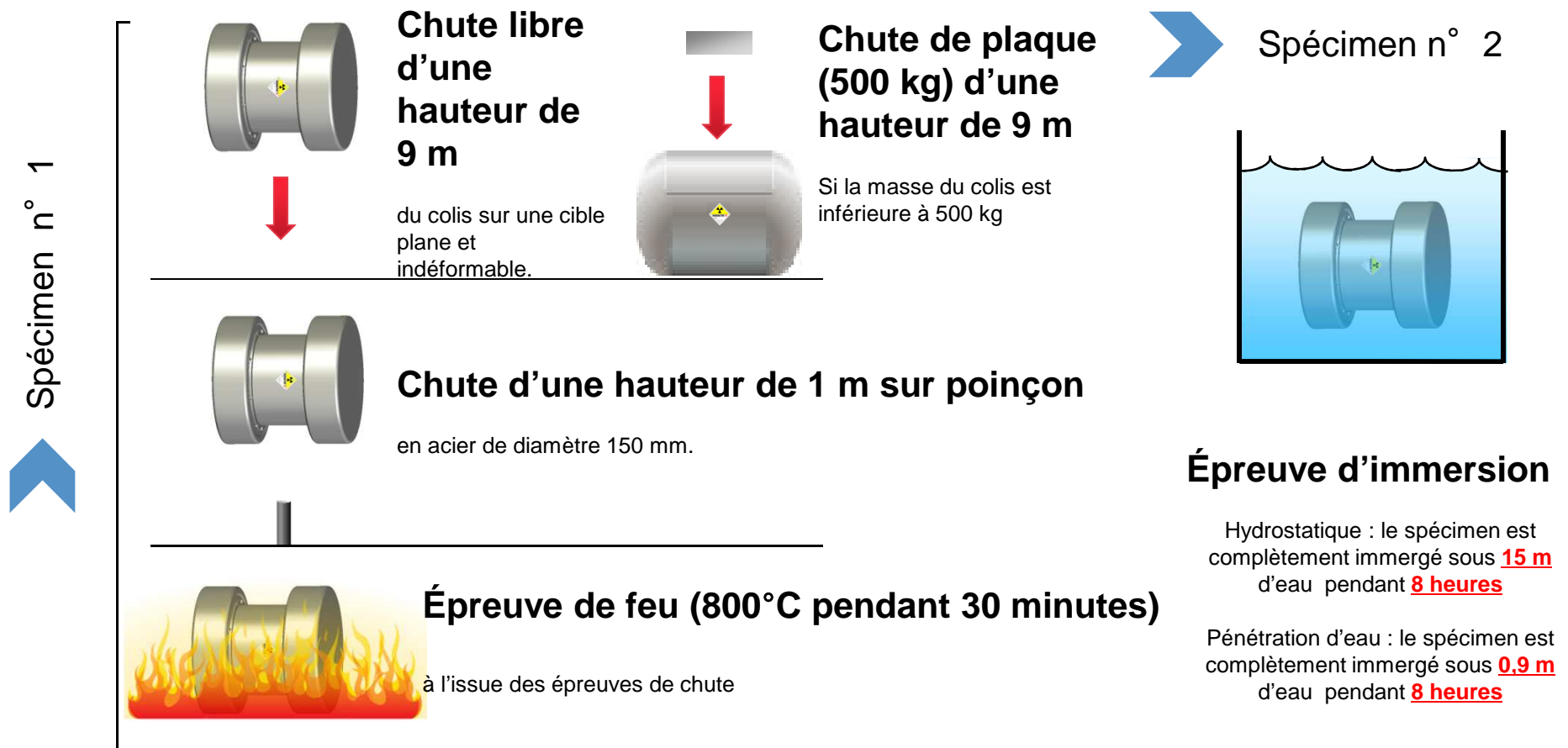


Ambiance thermique

Environnement à -40°C
Environnement à 38°C
Conditions d'ensoleillement

Exigences réglementaires

Epreuves réglementaires simulant les conditions accidentelles de transport (CAT)



Exigences réglementaires

Critères réglementaires (colis de type B pour matière fissile)

Critère de performance à l'issue des CNT

Le relâchement d'activité doit rester quasi-nul ($10^{-6} A_2/h$)

Absence d'augmentation de plus de 20 % de l'intensité de rayonnement maximale sur toute surface externe du colis

Critère de performance à l'issue des CAT

Le relâchement d'activité doit être maîtrisé ($1 A_2/semaine$)

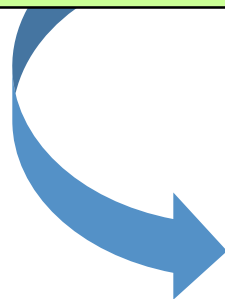
Débit d'équivalent de dose < 10 mSv/h à 1 m

La sous criticité d'un colis isolé et d'un réseau de colis doit être garantie dans toutes les conditions de transport

Exigences de conception d'un modèle de colis

Les principes de la défense en profondeur appliqués au TMR

SÛRETÉ DE CONCEPTION du modèle de colis	FIABILITÉ DES OPÉRATIONS d'utilisation du modèle de colis	GESTION DE CRISE PLANS D'URGENCE
Satisfaire aux exigences applicables à l'issue des épreuves réglementaires	Réduire les probabilités d'occurrence des anomalies, des incidents et accidents	Réduire au maximum les conséquences des incidents et accidents



Le colis doit être conçu afin d'assurer :

- a) le confinement du contenu radioactif
- b) la maîtrise de l'intensité de rayonnement externe
- c) la prévention de la criticité
- d) la prévention des dommages causés par la chaleur

Exigences de conception d'un modèle de colis

➤ Définition du contenu

Le contenu transporté doit être clairement défini

Forme - Composition - Activité des radioéléments - Présence de matériaux hydrogénés ...



Exigences de conception d'un modèle de colis

➔ Fonction de sûreté - Sûreté-criticité

*Modes de contrôle
principaux*

- a) le confinement du contenu radioactif
- b) la maîtrise de l'intensité de rayonnement externe
- c) la prévention de la criticité
- d) la prévention des dommages causés par la chaleur

**Masse /
Concentration**



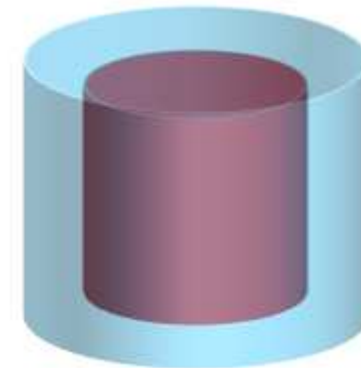
Géométrie



Poison



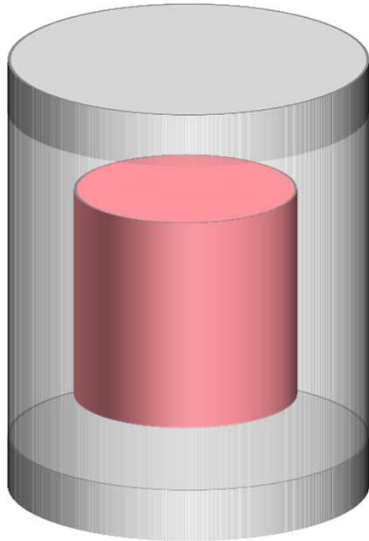
Modération



Exigences de conception d'un modèle de colis

➤ Fonction de sûreté - Protection contre les rayonnements

- a) le confinement du contenu radioactif
- b) la maîtrise de l'intensité de rayonnement externe
- c) la prévention de la criticité
- d) la prévention des dommages causés par la chaleur



Matériaux



acier, plomb, résine borée,
compound, etc.

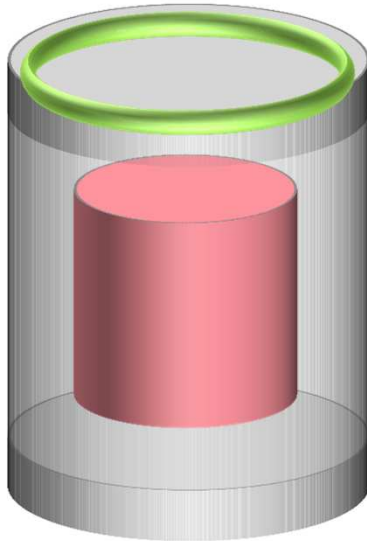
Composants

couvercle, corps, fond, viroles

Exigences de conception d'un modèle de colis

➔ Fonction de sûreté - Confinement de la matière transportée

- a) le confinement du contenu radioactif
- b) la maîtrise de l'intensité de rayonnement externe
- c) la prévention de la criticité
- d) la prévention des dommages causés par la chaleur



Joint

métallique ou polymère

Assemblages vissés

vis, boulons, bagues de serrage, etc.

Assemblages soudés

Corps/fond, corps/bride, etc.

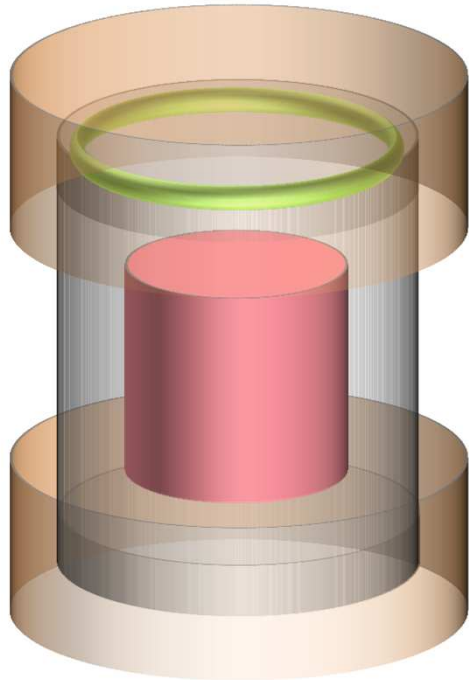
Composants

couvercle, corps, fond, tapes

Le confinement de la matière radioactive doit être démontré en considérant les *risques subsidiaires* (radiolyse, thermolyse)

Exigences de conception d'un modèle de colis

➤ Fonction de sûreté - Protection contre les chocs



- a) le confinement du contenu radioactif
- b) la maîtrise de l'intensité de rayonnement externe
- c) la prévention de la criticité
- d) la prévention des dommages causés par la chaleur

Exemples de matériaux

- bois
- compound
- mousse
- aluminium

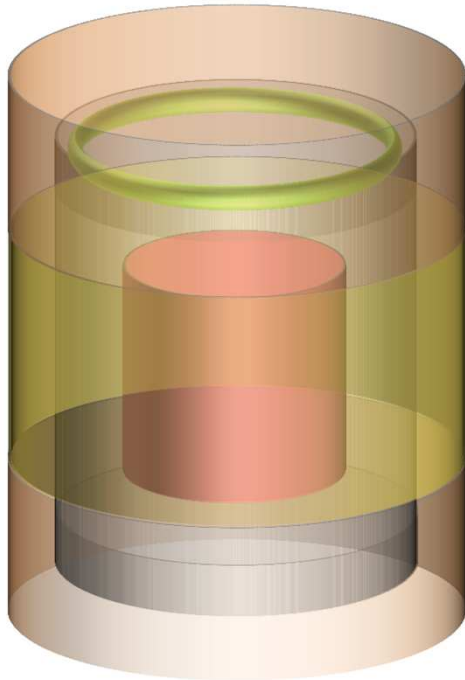
Composants

Capots, couronnes, caissons, etc.

Exigences de conception d'un modèle de colis

➔ Fonction de sûreté - Protection thermique du colis

- a) le confinement du contenu radioactif
- b) la maîtrise de l'intensité de rayonnement externe
- c) la prévention de la criticité
- d) la prévention des dommages causés par la chaleur

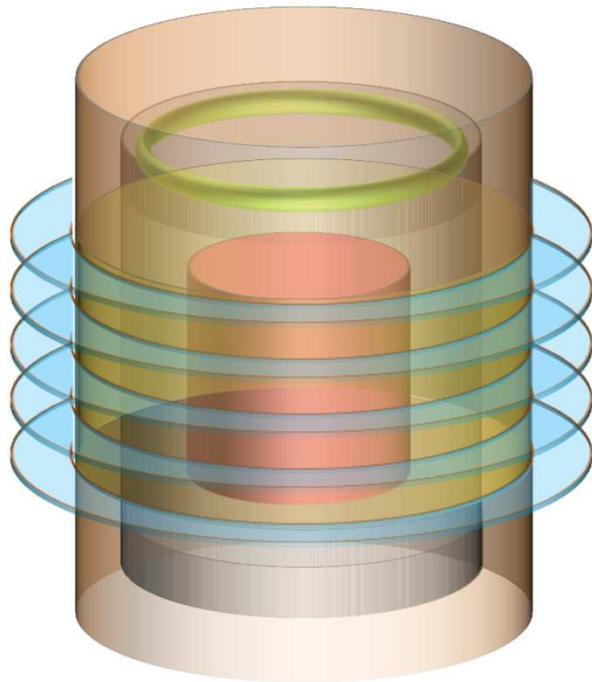


Exemples de matériaux

- bois
- compound
- résine
- plâtre
- mousse phénolique

Exigences de conception d'un modèle de colis

➔ Fonction de sûreté - Dissipation thermique du colis



- a) le confinement du contenu radioactif
- b) la maîtrise de l'intensité de rayonnement externe
- c) la prévention de la criticité
- d) la prévention des dommages causés par la chaleur

Matériaux courants

- aluminium
- cuivre
- acier

Composants

Conducteurs thermiques, ailettes de refroidissement

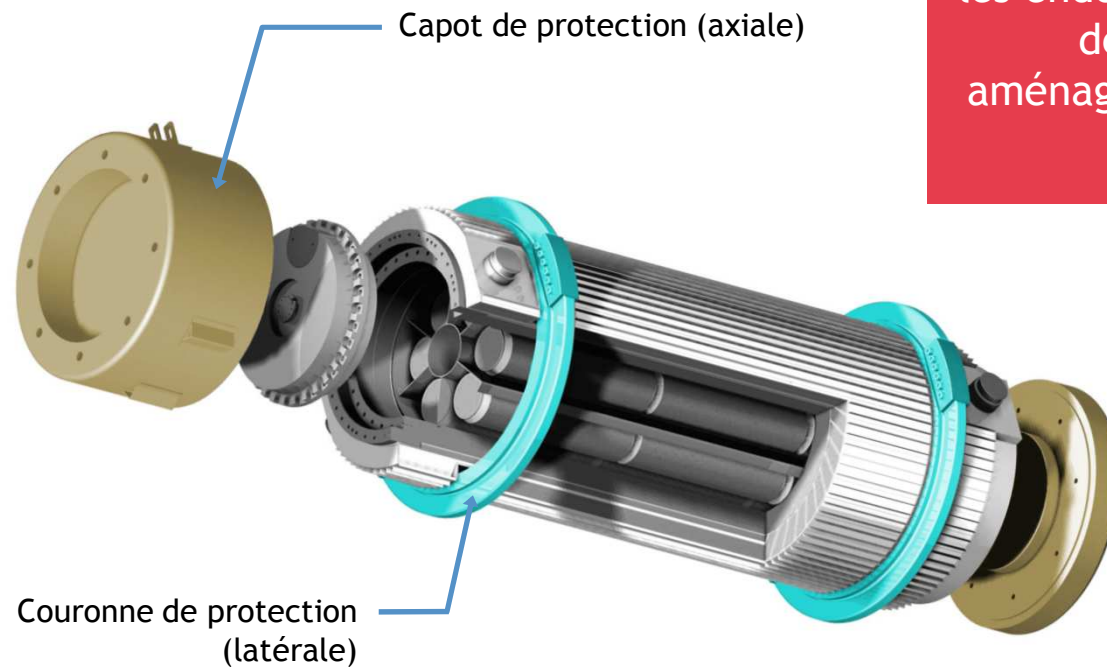
Exemple de colis de déchets vitrifiés

➔ Modèle de colis de type B fissile pour le transport de déchets vitrifiés



Exemple de colis de déchets vitrifiés

Protection mécanique (maintien du confinement)



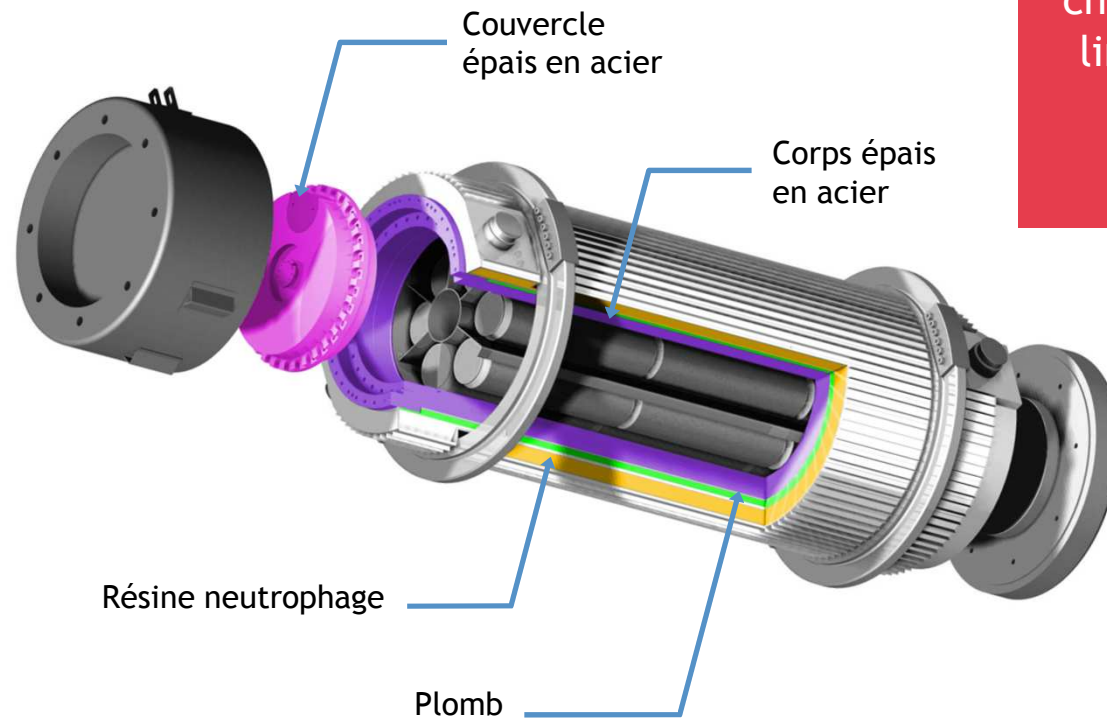
Ces dispositifs doivent permettre de limiter les endommagements dans les composants de fermeture de la cavité, les aménagements internes et les contenus à l'issue des chutes



Le comportement de certains matériaux varie en fonction de la température

Exemple de colis de déchets vitrifiés

Protection contre les rayonnements ionisants

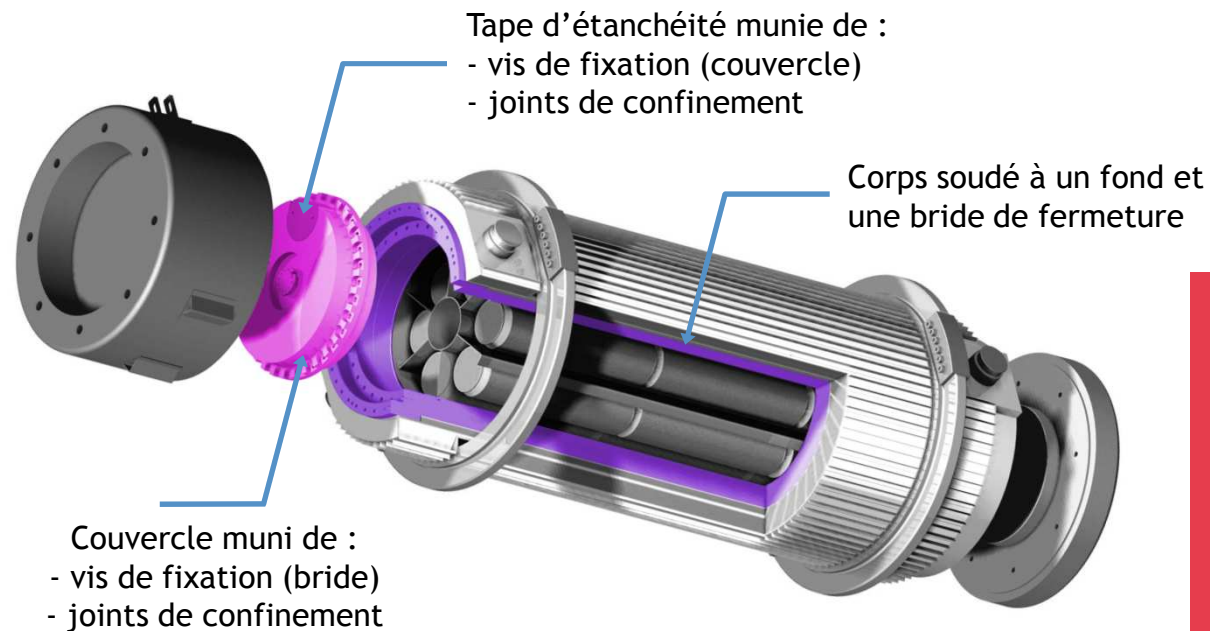


Les endommagements des protections radiologiques du colis à l'issue des chutes et de l'incendie doivent être limités pour garantir le respect du critère réglementaire
(10 mSv/h à 1 m)

Exemple de colis de déchets vitrifiés

Confinement de la matière

Les composants qui assurent le confinement de la matière doivent rester intègres à l'issue des chutes et de l'incendie

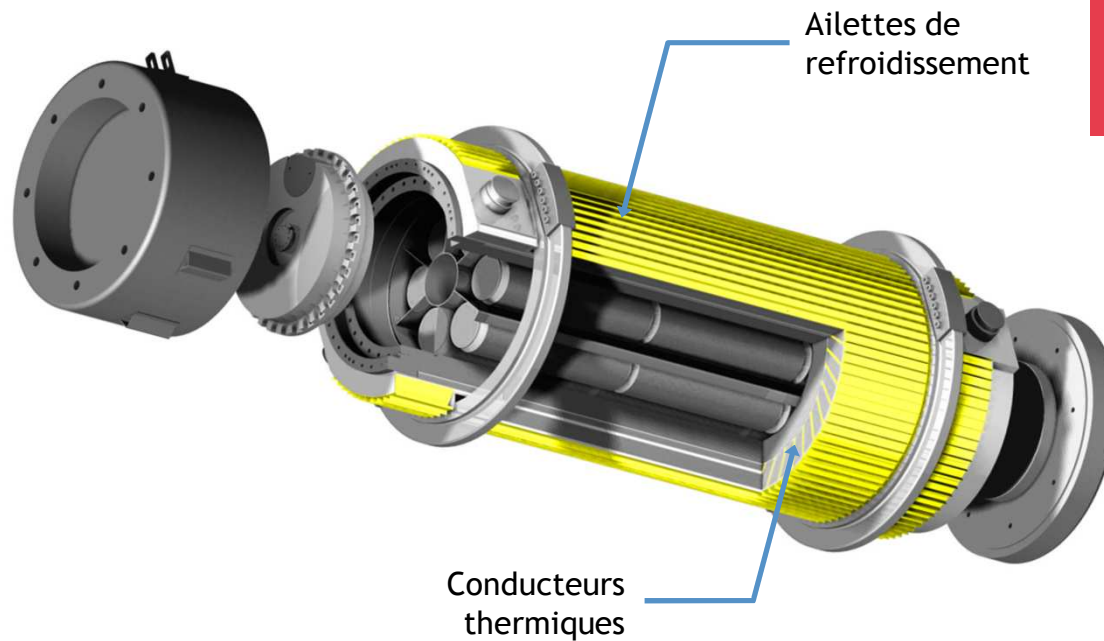


La tenue des vis et la compression du joint à l'issue des chutes doivent être garanties

Lors du feu, la température du joint doit être inférieure à sa température maximale admissible

Exemple de colis de déchets vitrifiés

■ Dissipation thermique (maintien du confinement)



La puissance thermique doit être correctement diffusée vers l'extérieur

Justifications de sûreté



Les justifications transmises pour démontrer l'intégrité des fonctions de sûreté à l'issue des épreuves réglementaires



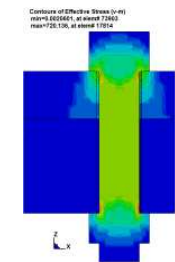
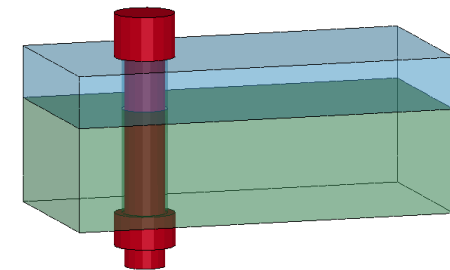
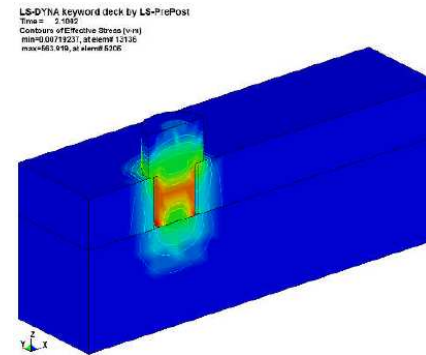
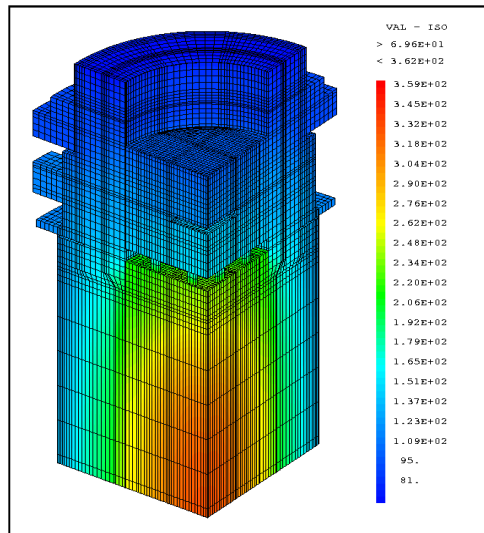
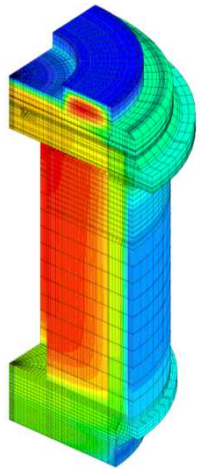
reposent sur des essais



Justifications de sûreté

Les justifications transmises pour démontrer l'intégrité des fonctions de sûreté à l'issue des épreuves réglementaires

reposit sur des calculs



Merci

