



31^{èmes} rencontres du GDRFeux – Paris

1^{er} et 2 Décembre 2022

Evaluation de la réaction au feu
de sas de confinement en
polycarbonate

*Application sur les chantiers de
démantèlement des installations
nucléaires d'EDF*

Sommaire

1. Rappel de la problématique relative à la prise en compte des scénarios d'incendie impliquant des sas de confinement combustibles
2. Présentation des différents types de sas de confinement de chantiers nucléaires
3. Présentation des essais menés par la R&D d'EDF
4. Synthèse des résultats et perspectives



1. Scénarios d'incendie et sas de confinement combustibles

- Rappel de la problématique :
- Les chantiers de déconstruction nécessitent la mise en place de sas de confinement, parfois de très grandes dimensions, représentant une charge calorifique importante et étant susceptibles d'engendrer des feux de grande puissance.

Exemple: Sas de confinement autour d'une piscine de stockage de combustible en cours de décontamination



1. Scénarios d'incendie et sas de confinement combustibles

- Rappel de la problématique :
 - Le comportement au feu des matériaux combustibles constituant les sas en configuration d'utilisation finale (sas) n'est pas finement caractérisé.
 - Données limitées dans la littérature concernant la réaction au feu de sas de confinement combustibles (contribution au développement de l'incendie, vitesses de propagation verticale et horizontale...)
- Ceci conduit à formuler des hypothèses potentiellement conservatives dans le cadre de nos Démonstrations de Maîtrise des Risques liés à l'Incendie (DMRI) et à la mise en place de dispositions coûteuses et contraignantes vis-à-vis des opérations de démantèlement

2. Présentation des sas de confinement des chantiers nucléaires

- Fonctions et enjeux du confinement :

➤ Répond à une **exigence réglementaire**:

Article 3.4 de l'Arrêté INB: « *III. - La fonction de confinement des substances radioactives est assurée par l'interposition, entre les substances radioactives et les personnes et l'environnement, d'une ou plusieurs barrières successives suffisamment indépendantes, et si nécessaire par un système de confinement dynamique. Le nombre et l'efficacité de ces dispositifs sont proportionnés à l'importance et à l'impact des rejets radioactifs potentiels, y compris en cas d'incident ou d'accident.* »

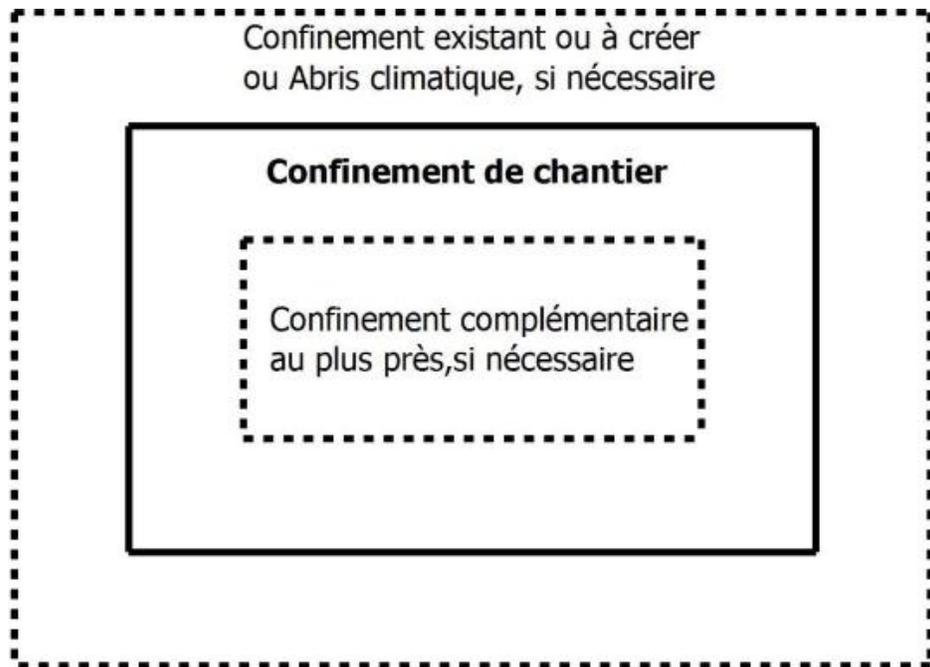
- 4 fonctions principales :

- ✓ Confinement de sûreté -> Maîtriser les rejets de substances radioactives dans l'environnement
- ✓ Radioprotection -> Protéger les opérateurs de l'activité volumique générée par le chantier
- ✓ Propreté radiologique -> Maintenir la propreté radiologique des locaux et le respect du zonage déchets
- ✓ Propreté conventionnelle -> Maintenir la propreté conventionnelle de l'installation et protéger les équipements de ventilation générale (filtres notamment)

2. Présentation des sas de confinement des chantiers nucléaires

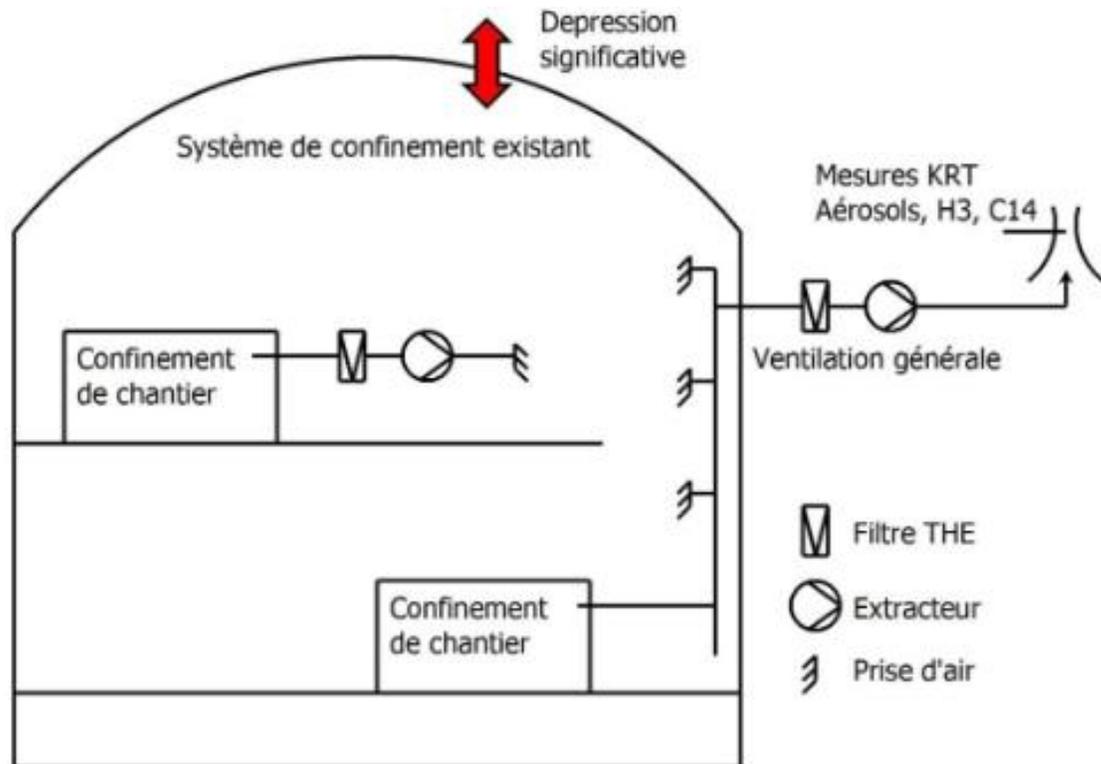
- Niveaux de confinement : déterminés par une évaluation des risques

- Gravité et fréquence probable des accidents potentiels
- Quantité de radioactivité présente
- Radiotoxicité et potentiel de dispersion...



Type	Nature du confinement
Confinement existant ou abris climatique	Ventilation de type nucléaire des bâtiments ou des locaux, ou abris climatique (soleil, pluie, vent, neige, températures extrêmes) protégeant le confinement
Confinement de chantier	Confinement généralement constitué de parois temporaires : sas souples (vinyle), sas semi-rigide (polycarbonate) ou rigide (métallique ou maçonné)
Confinement complémentaire	Confinement le plus près possible de la source de contamination, mis en œuvre en fonction de l'enjeu radiologique de l'activité (manchette étanche, boîte confinante ventilée, aspiration dynamique à la source...).

2. Présentation des sas de confinement des chantiers nucléaires



- Confinement de chantier assuré par la combinaison :
 - D'un confinement **statique** (sas et/ou paroi d'un local),
 - D'un confinement dynamique (ventilation)

2. Présentation des sas de confinement des chantiers nucléaires

- **Différents types de sas** en fonction de la **classe de confinement** (fonction du taux de remise en suspension du mélange de radionucléides en fonctionnement normal et en situation accidentelle):



*Sas souple en vinyle
(dépression < 2 daPa)*



*Sas semi-rigide en
polycarbonate alvéolaire
(dépression < 8 daPa)*



*Sas rigide métalliques ou
maçonnés (niveaux de
dépression élevés)*

2. Présentation des sas de confinement des chantiers nucléaires

- Illustration des travaux effectués au sein des sas :



Découpes



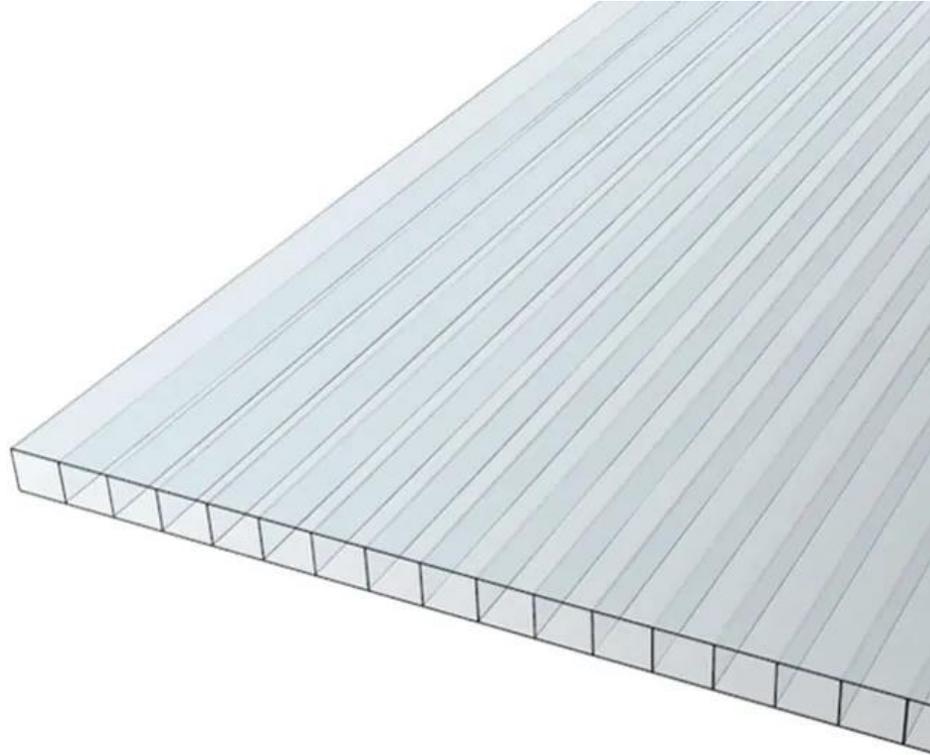
*Conditionnement de déchets
radioactifs*



Décontamination

2. Présentation des sas de confinement des chantiers nucléaires

- Focus sur les **sas semi-rigides en polycarbonate alvéolaire**:



- Principaux avantages :

- ✓ Transparent / translucide (surveillance possible des chantiers depuis l'extérieur du sas)
- ✓ Bonne réaction au feu (Euroclasse B-s1,d0)
- ✓ Résistant aux chocs et rayures
- ✓ Facile à usiner
- ✓ Peu onéreux

- Inconvénients :

- ✓ Pouvoir calorifique important (PCI ~ 30 MJ/kg)
- ✓ **Comportement au feu extrapolé à grande échelle mal connu**

3. Présentation du programme d'essais mené par la R&D d'EDF

- Mise en œuvre sur la plateforme d'essais IGNIS



- La plateforme IGNIS

- ✓ 4 moyens d'essais complémentaires : une hotte calorimétrique, un local type ISO 9705, une galerie et une enceinte grand volume
- ✓ Philosophie : flexibilité

Mise en œuvre d'une campagne représentative industriellement dans l'enceinte grand volume

- Enceinte grand volume (ME1)

- ✓ 12x8.5x6m + une tour de 5x5m
- ✓ Mur de béton de 30cm d'épaisseur + couche interne instrumentée (10 cm)
- ✓ Ventilation mécanique modulable
- ✓ Possibilité de scinder le volume en plusieurs compartiments

3. Présentation du programme d'essais mené par la R&D d'EDF

- Scénarios mis en œuvre



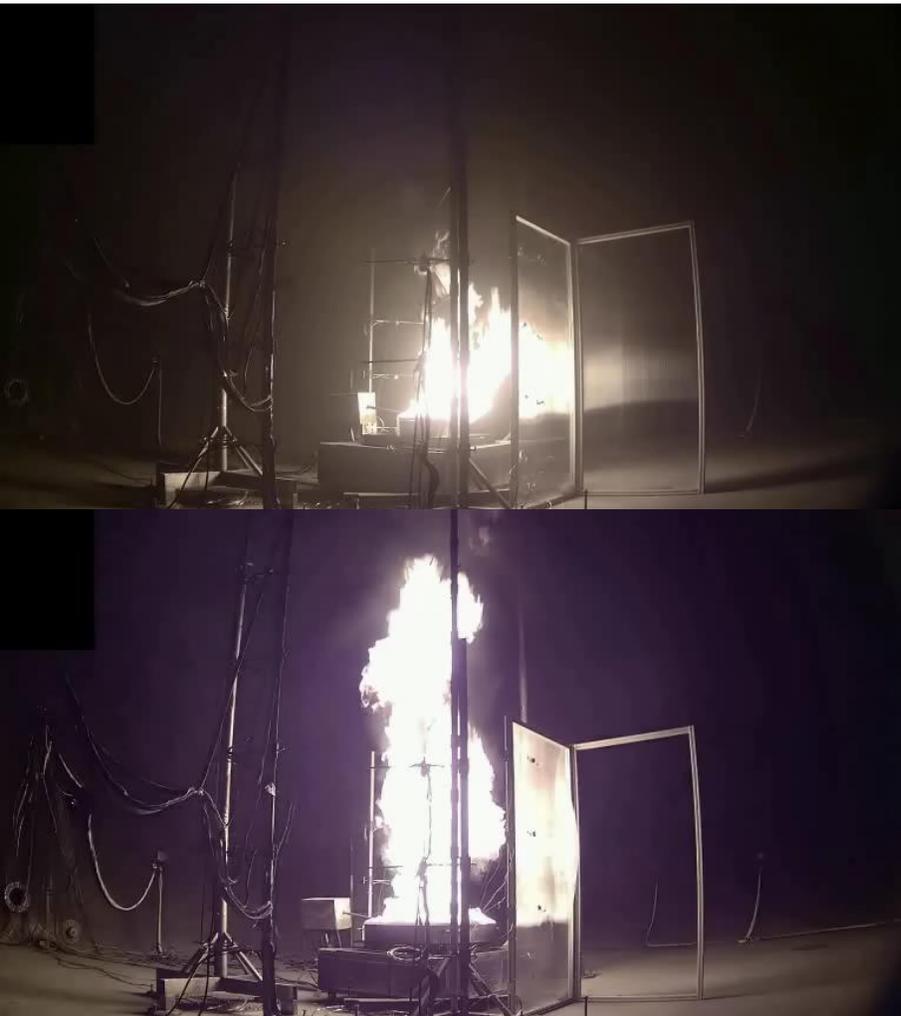
- Agression externe d'un sas par une source rayonnante
- ✓ Panneau placé à 1m d'un feu de nappe d'heptane à diamètre variable (50, 70 et 100 cm)

- Départ de feu à cinétique rapide dans un sas
- ✓ Sas complet de 3x3x2m (lxLxh) avec une porte à lamelles
- ✓ Feu de nappe d'heptane dans un des angles du sas

- Agression par un contact flamme direct
- ✓ Panneau de 1x2m suspendu au dessus d'un feu de nappe d'éthanol de 50 cm de diamètre

3. Présentation du programme d'essais mené par la R&D d'EDF

- Agression externe d'un sas par une source rayonnante



➤ Observations

- ✓ Ø50 cm : au bout de 720s, le panneau s'effondre brusquement et se plie → échauffement plus important au milieu
- ✓ Ø70 cm : fonte plus marquée, et démarrage à $t = 143s$
- ✓ Ø100 cm : fonte de 2/3 du panneau au bout de 50s
- ✓ Pas d'inflammation, ni de trace de calcination en fin d'essai

Flux mesuré à 1m du centre du brûleur (kW/m²)

Source	z = 50 cm	z = 100 cm	z = 150 cm
Ø50 cm – 248 kW	5.1	8.8	8.3
Ø70 cm – 632 kW	9.2	16.5	17.2
Ø100 cm – 1452 kW	16.5	35.4	39.9

3. Présentation du programme d'essais mené par la R&D d'EDF

- Départ de feu à cinétique rapide dans un sas



➤ Observations

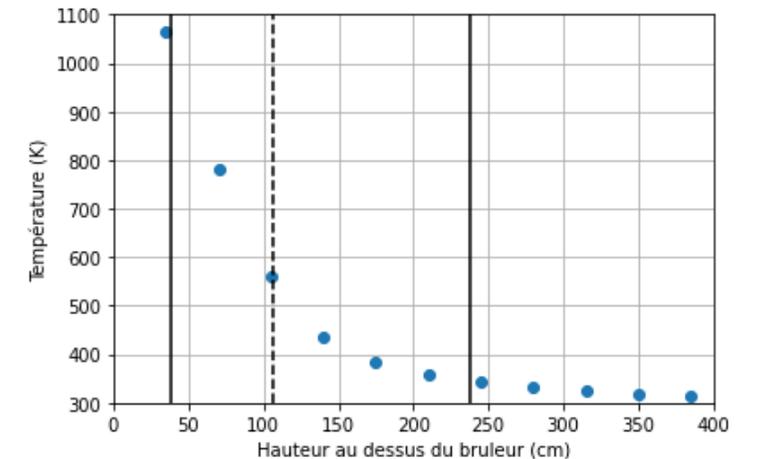
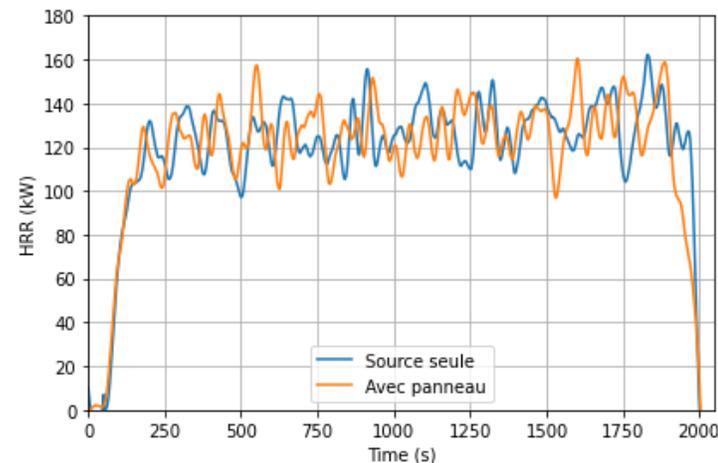
- ✓ Décrochage du panneau de toit, qui passe à travers la flamme
- ✓ Fonte progressive des parois les plus exposées
- ✓ Pas d'inflammation, pas de propagation de flamme sur les parois
- ✓ Pas de traces de suies ou de calcination sur les parois et dans le sas en fin d'essai

3. Présentation du programme d'essais mené par la R&D d'EDF

- Agression par un contact flamme direct



- ✓ Le panneau se déforme et coule là où la flamme le touche
- ✓ Températures vues par le panneau : 1100K au maximum
- ✓ Pas de propagation, pas d'inflammation
- ✓ En fin d'essai : trou de la forme de la flamme
- ✓ Pas d'impact significatif sur le HRR



4. Synthèse des résultats d'essais et perspectives

- Résultats très positifs en vue de l'optimisation des dispositions de maîtrise du risque incendie dans le cadre de nos chantiers de démantèlement impliquant des sas de confinement en PC
- ✓ Publication des résultats d'essais à venir
- ✓ L'optimisation de la réaction au feu du PC alvéolaire par application d'un revêtement ignifugé (peinture, vernis...) pourrait ne plus être envisagée
- ✓ Programme d'essais à dupliquer sur les sas souples en vinyle
- ✓ Modélisation numérique envisagée des feux de sas

Merci pour votre attention

Avez-vous des questions?

Raphaël LORIGNY

Ingénieur Etudes Incendie EDF DP2D

raphael.lorigny@edf.fr

07 83 44 01 01

Sébastien THION

Ingénieur chercheur EDF R&D

sebastien.thion@edf.fr

06 48 11 31 91

