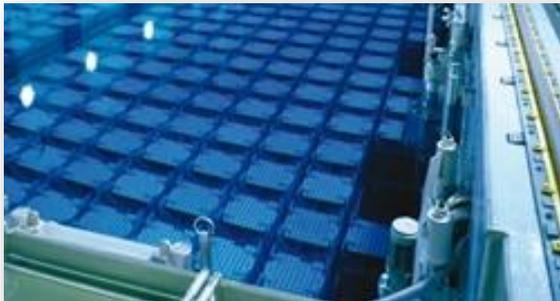


IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

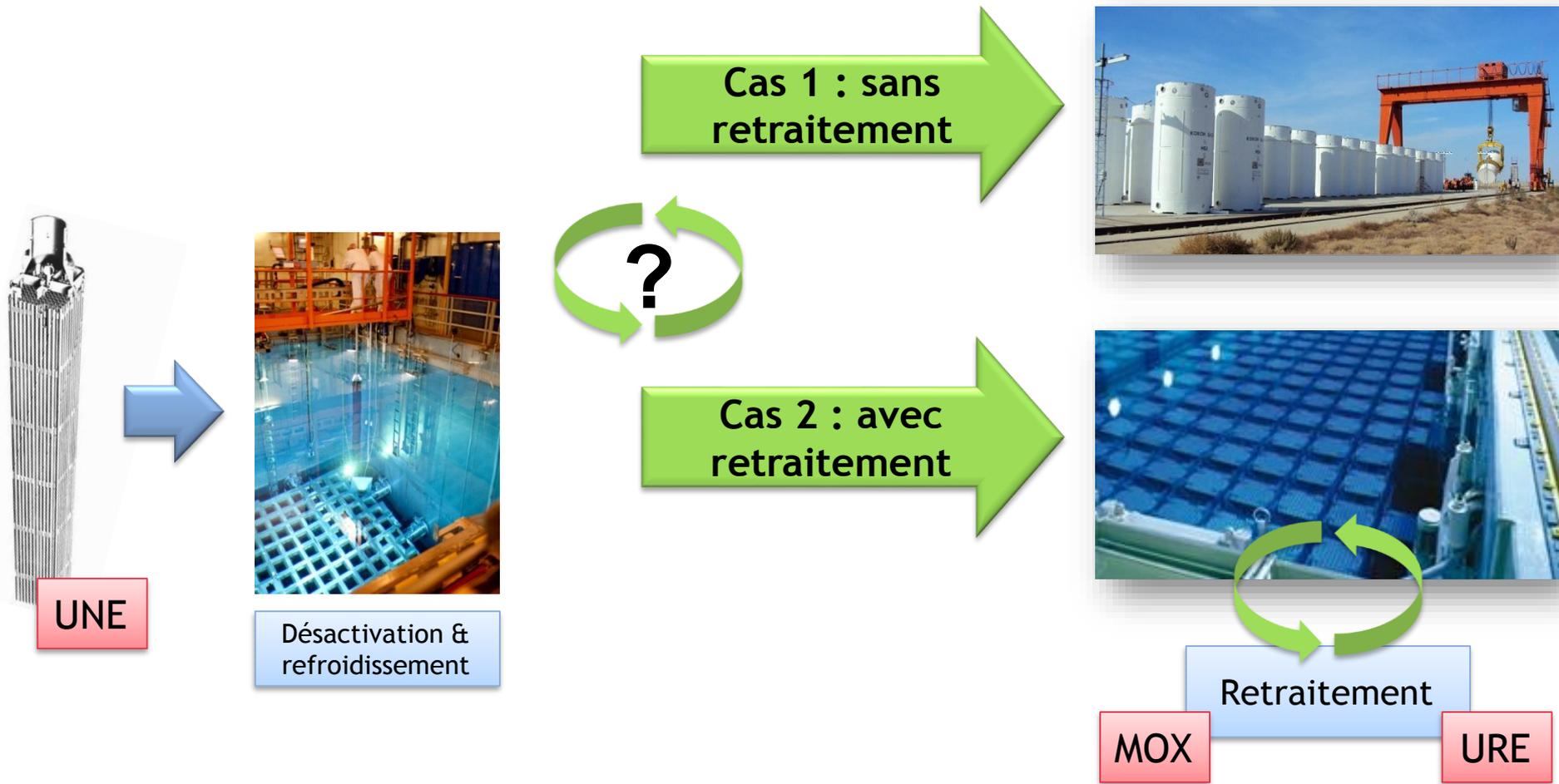
Faire avancer la sûreté nucléaire

Entreposage du combustible nucléaire usé : concepts et enjeux de sûreté



HCTISN - Réunion du 6 décembre 2018
Présentation du rapport IRSN

Le devenir des assemblages combustibles usés



Qu'est-ce qu'un entreposage ?

Installation accueillant provisoirement des matières ou des déchets nucléaires



- Reprise
- Transport

Traçabilité & outils ad hoc

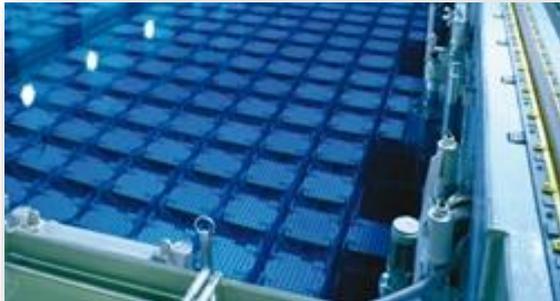
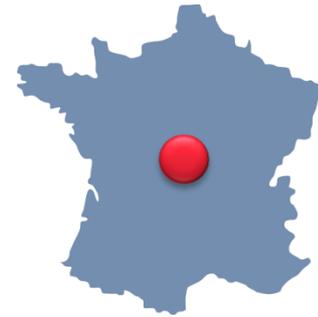


Fonctions fondamentales de sûreté

- Radioprotection
- Sous-criticité
- Confinement
- Refroidissement

Situations normales & incidentelles

Les différents types d'entreposages



Sous eau
sur site

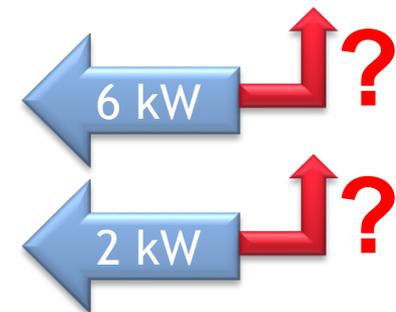
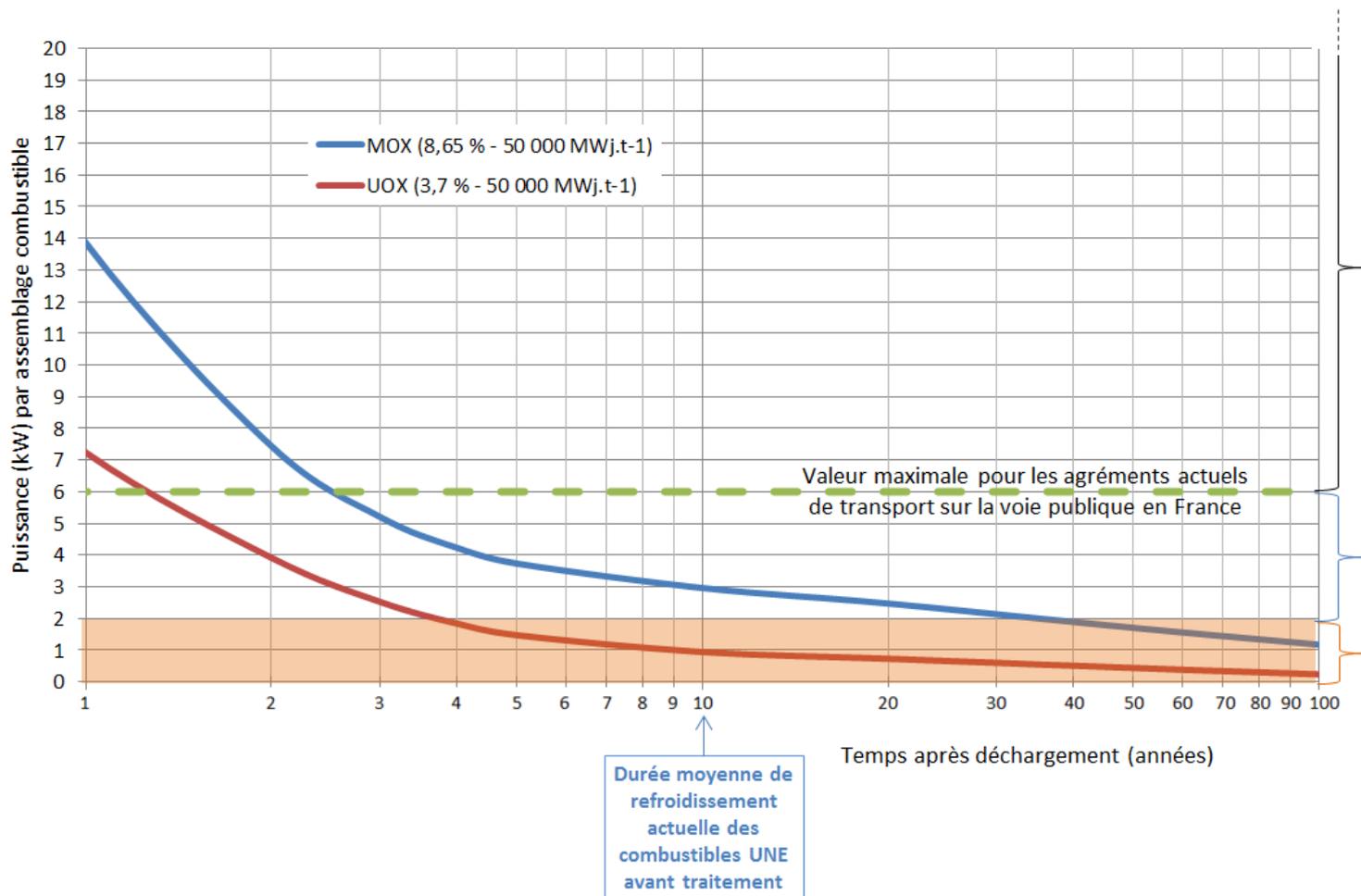
Sous eau
centralisé



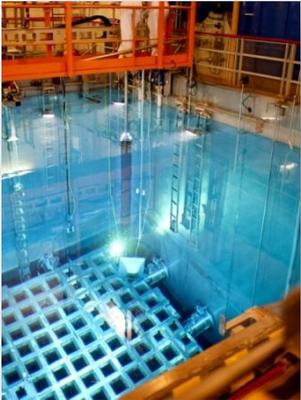
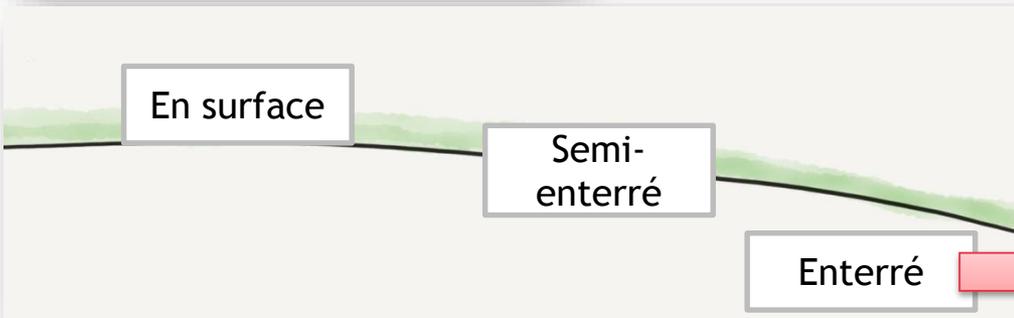
À sec
sur site

À sec
centralisé

Paramètre déterminant : la puissance thermique



Concepts



Râteliers



Paniers



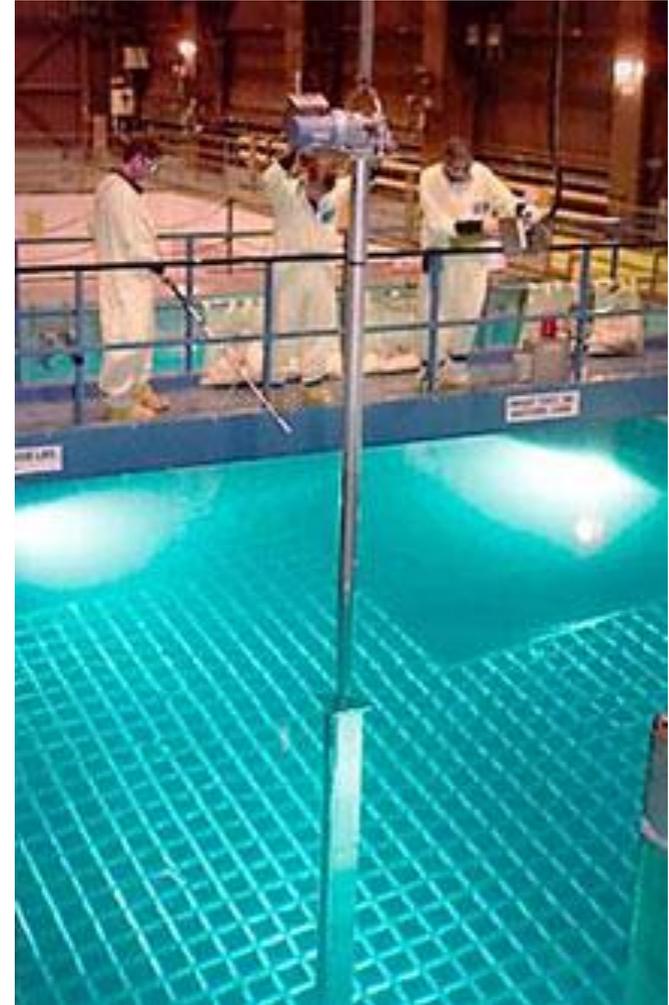
Fonctions de sûreté

Radioprotection

Protection radiologique

Manutention

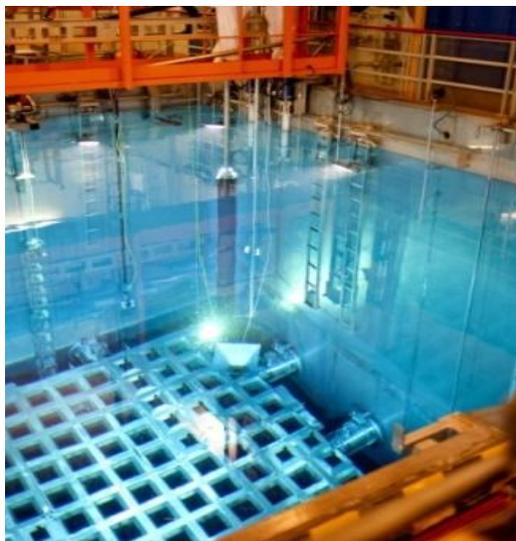
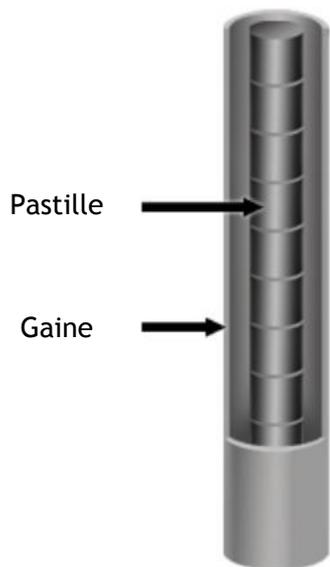
Entreposage





Fonctions de sûreté

Confinement



Gaine

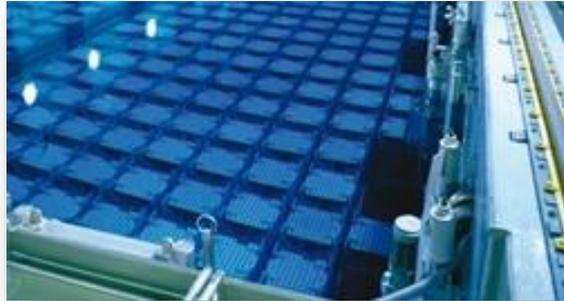
+

Eau + épuration

Hall + Ventilation

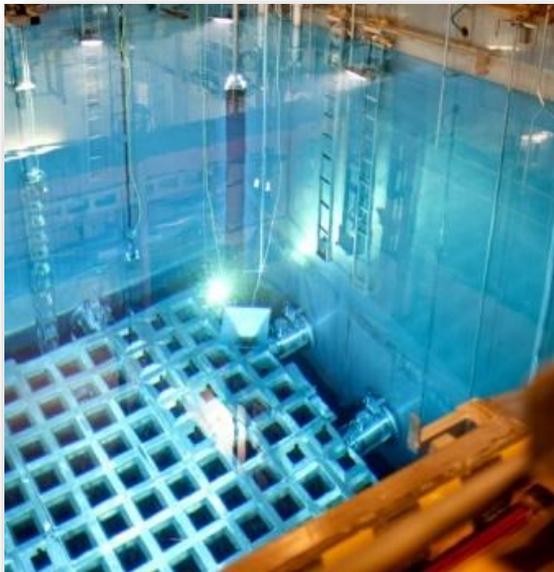
1^{er} système de confinement

2nd système de confinement



Fonctions
de sûreté

Refroidissement



Eau

+

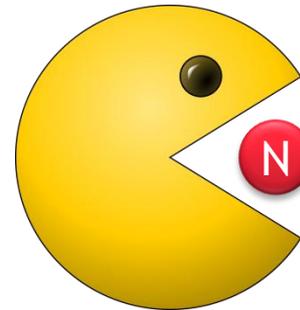
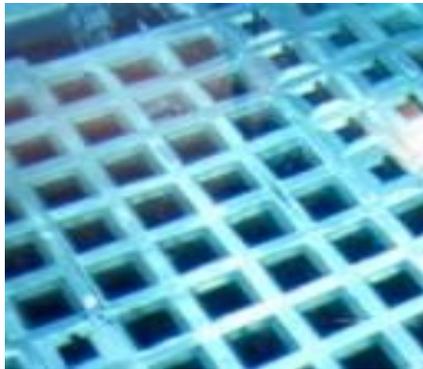


Système de
refroidissement



Fonctions
de sûreté

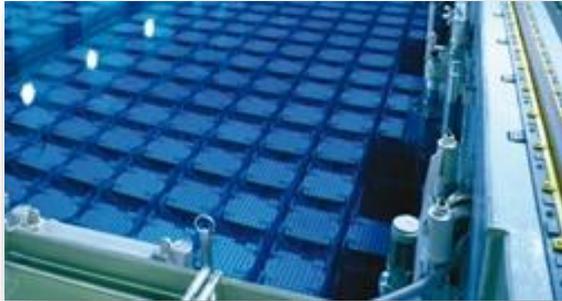
Sous-criticité



Géométrie

+

(matériau
neutrophage)



Atouts

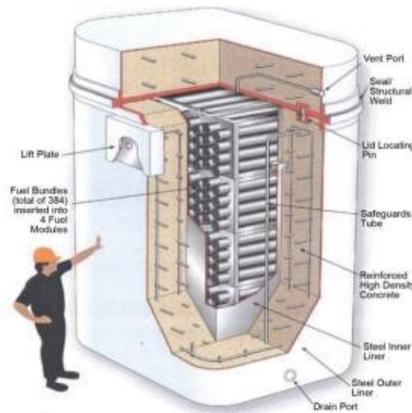
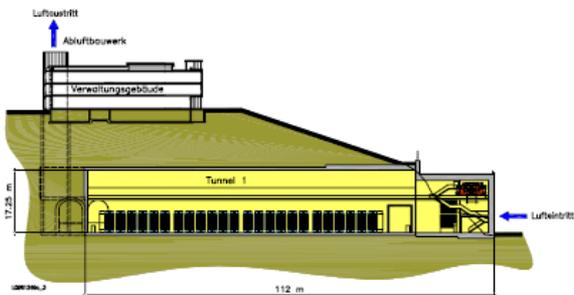
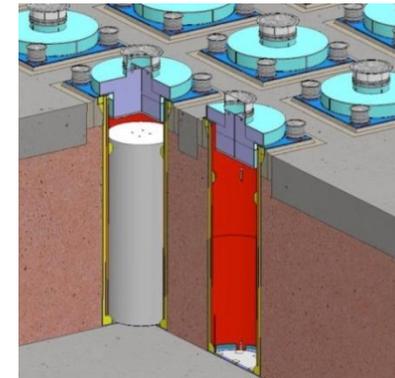
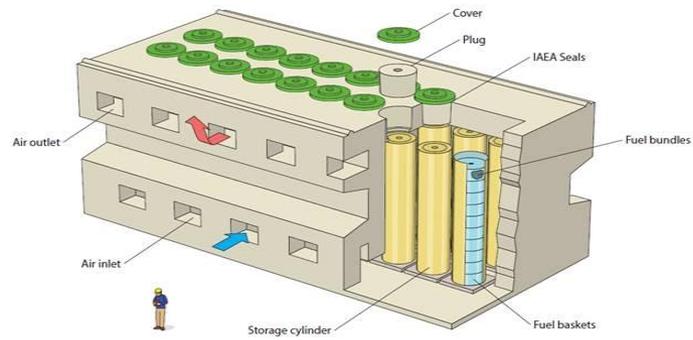
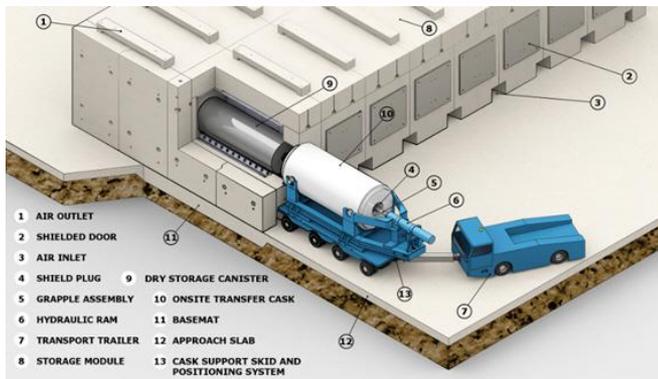
- **Protection radiologique très efficace**
- **Combustible maintenu à faible température (40 - 50 °C)**
- **Capacités de refroidissement importantes**
 - adapté aux combustibles peu refroidis
- **Inertie thermique importante**
- **Facilité de surveillance du combustible**



Facteurs limitants

- **Risque de découverture du combustible**
- **Utilisation de systèmes actifs**
- **Conception complexe (bâtiments de grande taille avec contraintes de tenue aux agressions)**
- **Difficulté à localiser les pertes de première barrière ou les fuites de liner**

Concepts



Concepts



En surface

Semi-enterré

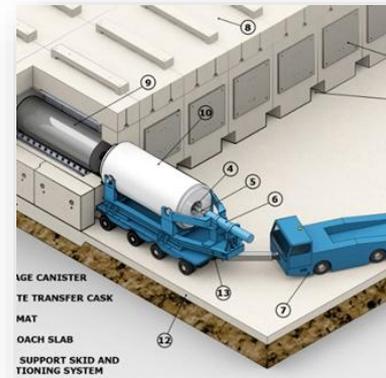
Enterré



Puits



Emballages

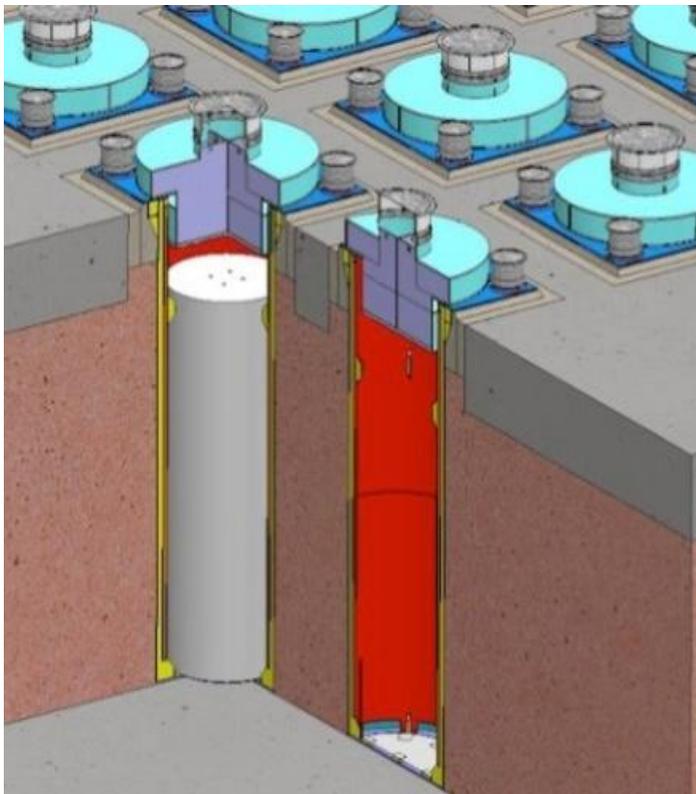


Silos



Fonctions de sûreté

Radioprotection

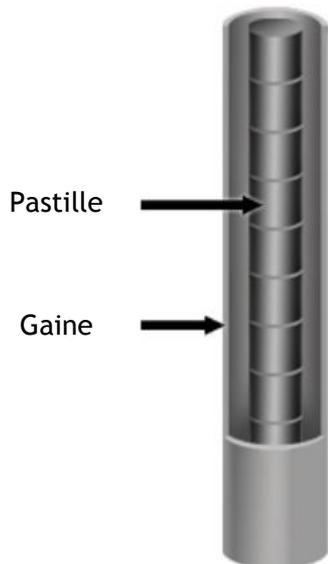


- Béton des alvéoles
- Bouchons d'obturation des puits
- Corps des emballages
- ...



Fonctions de sûreté

Confinement



Gaine

+

Conteneurs ou puits

■ Séchage

■ Gaz inerte

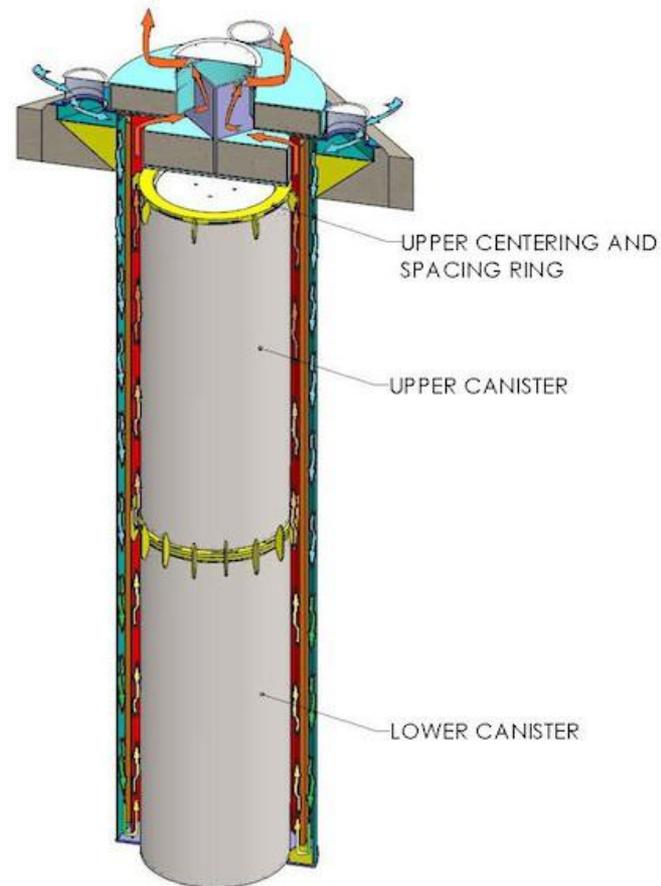
■ Surveillance de l'étanchéité



Fonctions de sûreté

Refroidissement

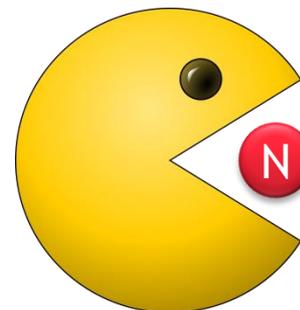
Circulation naturelle d'air





Fonctions
de sûreté

Sous-criticité



Géométrie

+

(matériau
neutrophage)



Atouts

- **Protection radiologique assurée par les structures**
- **Refroidissement passif**
 - adapté aux combustibles très refroidis
- **Exploitation très simple**
- **En cas d'accident :**
 - nombre de combustibles concernés moins important
 - puissance thermique plus faible
- **Conséquences plus limitées pour l'environnement**

Facteurs limitants



- **Faible capacité d'évacuation de la puissance thermique des combustibles usés**
 - environ 2 kW / assemblage
 - pour le MOX, refroidissement préalable de quelques dizaines d'années en piscine nécessaire
- **Température élevée du combustible (350 - 450 °C)**
- **Surveillance du combustible difficile**

Conclusion

- **Les deux types d'entreposages ne répondent pas au même besoin**
 - l'entreposage en piscine est impératif pour les combustibles peu refroidis
 - l'entreposage à sec convient bien aux combustibles très refroidis
- **Le type de combustible utilisé (UNE, MOX, URE) influe sur le choix du type d'entreposage à retenir (au moins au début)**
- **Pour la sûreté, le paramètre déterminant est la puissance thermique**
 - Nécessité de dispositions de sûreté plus importantes pour les entreposages sous eau

Merci de votre attention



Faire avancer la sûreté nucléaire

Iconographie

Nota bene : dans le cas où une image est présentée sur plusieurs transparents, elle est associée ci-dessous au premier d'entre eux.

Transparent n°1 : [Entreposage de combustible à La Hague / <https://tinyurl.com/yab8352c> / Crédit : IRSN]

[Entreposage à sec / <https://www.flickr.com/photos/nrcgov/14678900905> / Crédit : NRC]

Transparent n°2 : [Assemblage combustible / https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nuclear_fuel_element.jpg / domaine public]

Transparent n°4 : [Centrale de Civaux/ https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vue_a%C3%A9rienne_de_la_centrale_de_Civaux.JPG?uselang=fr / Crédit : Civaux-communication]

Transparent n°6 : [Installation CLAB/ <http://www.world-nuclear-news.org/WR-Positive-assessment-for-Swedish-encapsulation-plant-2303165.html> / Crédit : SKG]

[Piscine du bâtiment combustible du réacteur n°1 du CNPE du Blayais / Crédit : Stéphanie Jayet/Médiathèque IRSN]

Transparent n°7 : [Fuel pool / https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fuel_pool.jpg / Crédit : DOE]

Transparent n°8 : [Fuel rod / https://emilms.fema.gov/IS3/FEMA_IS/is03/REM0404050.htm / Crédit : FEMA]

Transparent n°12 : [Figures 21, 23, 27, 51, 55, 42 du rapport IRSN/2018-0003]

Transparent n°16 : [HI-STORM Consolidated Interim Storage / <https://tinyurl.com/ycjrbspp> / Crédit : Holtec International]

Transparent n°18 : [Figure 20 du rapport IRSN/2018-0003]