

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

Séminaire ANCCLI

« Les enjeux du démantèlement »

*« Enjeux de sûreté et de
radioprotection - Filières
de déchets »*

16 juin 2014 - Paris

Denis DEPAUW - IRSN

Florence GAUTHIER - IRSN



Plan de la présentation

➤ Les enjeux du démantèlement en termes de sûreté, radioprotection & déchets

■ Principes généraux

- Phase de MAD/DEM d'une INB
- Facteurs à considérer
- Stratégies applicables
- Scénarios envisageables
- Natures des opérations
- Gestion des déchets

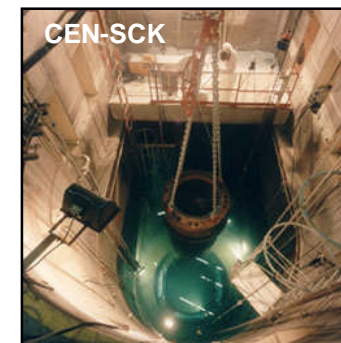
■ Sûreté, radioprotection & risques

- Sûreté nucléaire et principe de défense en profondeur
- Risques à considérer

■ Conclusion de l'IRSN

INB : installation nucléaire de base

MAD/DEM : mise à l'arrêt définitif & démantèlement



Les enjeux du démantèlement

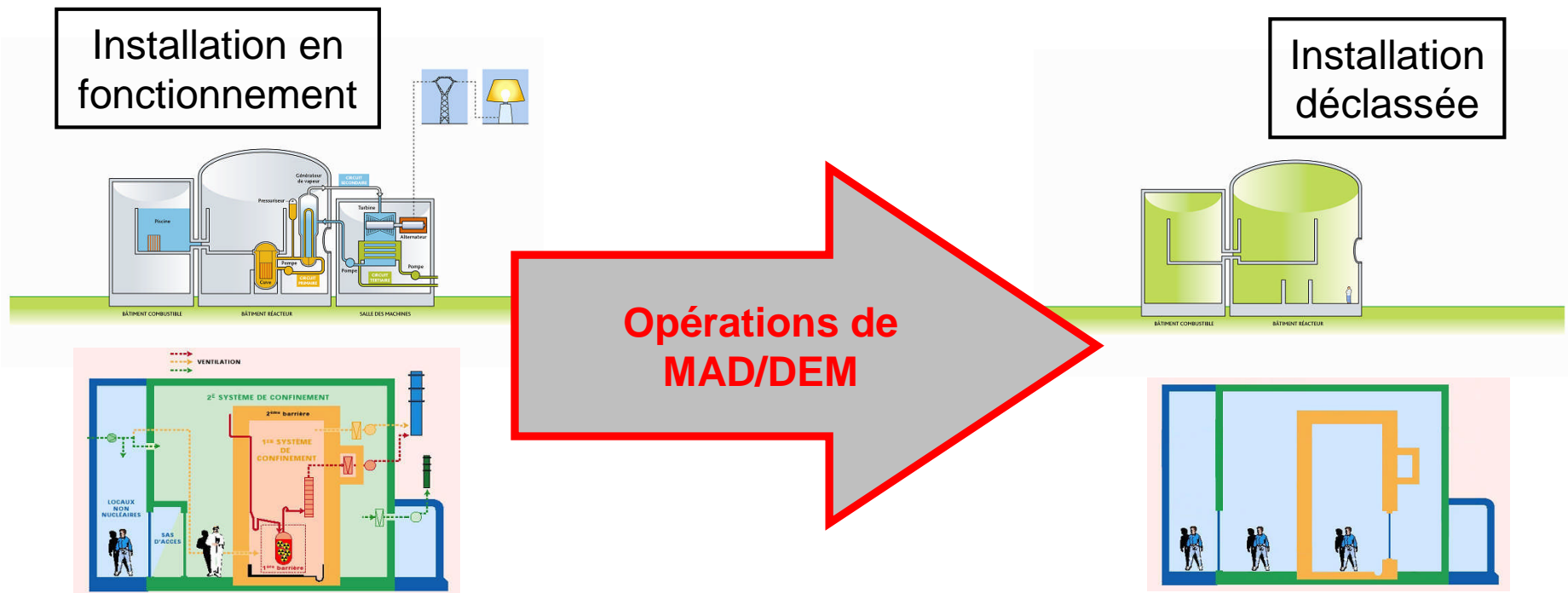
Principes généraux :

- phase de MAD/DEM d'une INB
- facteurs à considérer
- stratégies applicables
- scénarios envisageables
- natures des opérations
- gestion des déchets



Phase de MAD/DEM d'une INB

➔ Une succession d'opérations pour aboutir au déclassé

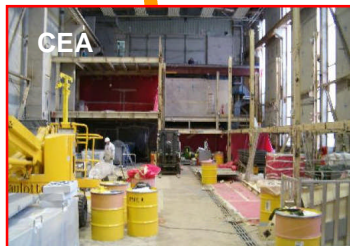


Les opérations de MAD/DEM consistent essentiellement à :

- évacuer les matières et déchets radioactifs présents en fin de fonctionnement
- décontaminer puis déposer les équipements et leurs périphériques
- assainir les locaux en vue d'une réutilisation ou démolition des bâtiments

Facteurs à considérer

➔ Complexité du démantèlement d'une INB



La complexité de MAD/DEM d'une INB dépend de différents facteurs, dont notamment :

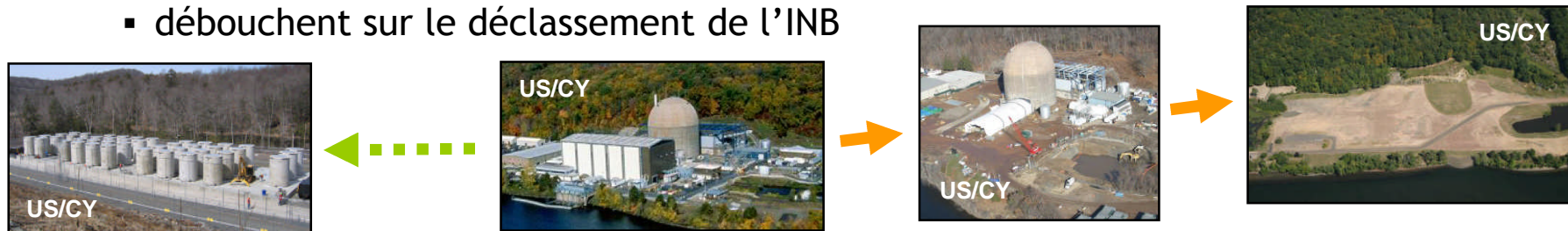
- type de l'installation et des opérations réalisées lors de son fonctionnement (réacteur de puissance, laboratoire manipulant des sources scellées, usine d'enrichissement...)
- génération de l'installation et conception de celle-ci (réacteur UNGG, usine ATPu, laboratoire RM1...)
- état initial constaté => historique de fonctionnement de l'installation (incidents, défaillances d'équipement...) et modalités « quotidiennes » de fonctionnement (état de propreté courant, évacuation régulière des équipements plus exploités...)
- stratégie et scénarios de démantèlement retenus => moyens matériels, humains et financiers nécessaires pour les opérations de MAD/DEM et la gestion des déchets selon les filières adaptées
- état final visé (ICPE, bât. industriel, terrain nu...) => valeurs de contamination ou de débit de dose résiduels

Stratégies applicables

➤ Démantèlement « immédiat » ou « différé »

■ Démantèlement immédiat => les opérations de MAD/DEM :

- débutent peu après la fin de fonct. de l'INB et se poursuivent sans interruption
- débouchent sur le déclassé de l'INB



■ Démantèlement différé => les opérations de MAD/DEM :

- peuvent débuter « sommairement » peu après la fin de fonctionnement de l'INB, s'interrompent volontairement puis reprennent à l'issue d'une durée significative afin de bénéficier, entre autre, de la décroissance radioactive des radionucléides à vie courte (réacteurs essentiellement)
- débouchent également sur le déclassé de l'INB, mais à une échéance plus lointaine que si celle-ci fait l'objet d'un démantèlement immédiat



Stratégies applicables

➤ Démantèlement « immédiat » ou « différé »



- Le démantèlement immédiat est la stratégie préconisée par les « instances » de sûreté (AIEA, ASN...), car elle permet de :
 - ne pas faire porter le « poids » des opérations sur les générations futures
 - limiter les charges de surveillance, de maintien en état, voire de jouvence
 - bénéficier des connaissances et compétences des équipes d'exploitation

- Outre les éléments précédents, auxquels l'IRSN souscrit, le démantèlement immédiat :

- permet de réduire significativement et « au plus tôt » les conséquences radiologiques potentielles des accidents
- apparaît incontournable en regard de la sûreté pour certains types d'installations nucléaires (mise en œuvre de Pu...)



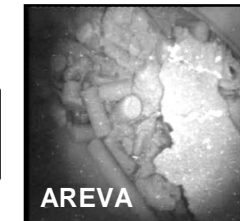
- Le démantèlement différé peut être toléré, notamment :
 - réalisation des opérations de MAD/DEM de plusieurs installations d'un même exploitant implantées sur des sites différents
 - => priorisation en fonction des moyens dont il dispose et de la sûreté (sites implantés en zone fortement urbanisée...)
 - => attente effectuée dans des conditions satisfaisantes de sûreté (bilan r-s)

Scénarios envisageables

➤ Modalités de rinçage et décontamination

■ Facteurs structurants pour le projet de MAD/DEM :

- en parallèle de la stratégie de démantèlement d'une INB
- les scénarios des opérations de MAD/DEM => modalités de rinçage et décontamination des équipements et locaux



Optimisation : sûreté / radioprotection / rejets / déchets / coûts
Itération en fonction du REX

Rinçage & décontamination « limités »

- Démantèlement à distance
- Opérations DEM souvent complexes
- Dosimétrie opérateurs a priori limitée
- Déchets solides actifs
- Déchets liquides en volume limité

Rinçage & décontamination « poussés »

- Démantèlement au contact
- Opérations DEM plus simples
- Dosimétrie opérateurs potentiellement plus élevée
- Déchets solides moins actifs
- Déchets liquides plus actifs & en volume plus important

Natures des opérations de MAD/DEM

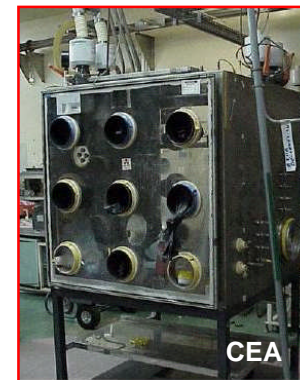
➤ Répartition selon quatre catégories (A, B, C & D)

- Catégories A & B => diminution de l'inventaire radiologique de l'installation



Catégorie A

- Evacuation matières & déchets radioactifs
 - Nettoyage, rinçage & décontamination des équipements, enceintes, cellules & locaux
 - Démontages usuels
 - Consolidation état initial
- => Opérations courantes réalisées avec les moyens en place



Catégorie B

- Evacuation matières & déchets radioactifs
 - Nettoyage, rinçage & décontamination des équipements, enceintes, cellules & locaux
- => Opérations complémentaires nécessitant la mise en œuvre de nouveaux moyens (réactifs chimiques, équipements...) selon des modalités éventuellement particulières

Gestion des rejets (l & g), déchets (s & l) & matières

- => Maintien opérationnel des moyens en place ou création de nouveaux moyens
=> Filières déchets FA/MA-VC, FA-VL & MA-VL

Natures des opérations de MAD/DEM

➤ Répartition selon quatre catégories (A, B, C & D)

■ Catégories C & D => démantèlement, assainissement puis déclassement de l'installation



Catégorie C

- Dépose, découpe & évacuation des équipements, enceintes et protections radiologiques rapportées
 - Assainissement poussé des cellules et locaux (génie civil compris)
 - Démontage et évacuation des équipements de ventilation
 - Assainissement de l'environnement (sols...)
- => Opérations de MAD/DEM à proprement parler



Catégorie D

- => Bâtiments assainis (génie civil compris) & « sur pied »
=> Environnement assaini (sols dépollués...)
- Mise en attente, réaménagement des locaux pour un usage « conventionnel » ou démolition des bâtiments
 - Déclassement de l'INB (voire libération du site)

Gestion des rejets (l & g) & déchets (s, voire l)

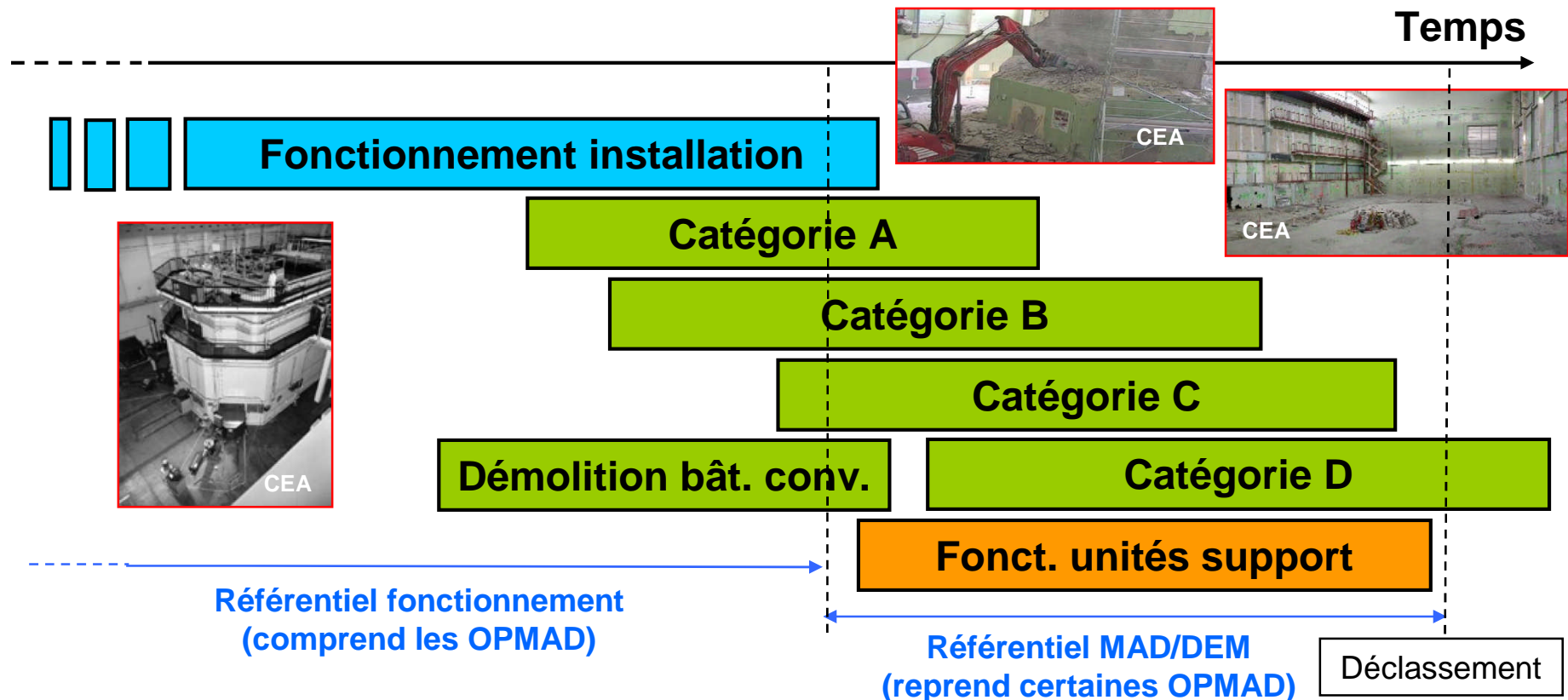
- => Maintien opérationnel des moyens en place ou création de nouveaux moyens
=> Filières déchets conventionnels, TFA & FA/MA-VC (éventuel. FA-VL & MA-VL)

Phase de MAD/DEM d'une INB

➤ Concomitance d'opérations de natures différentes

■ Fonction de :

- La cadence des opérations (disponibilité immédiate des moyens)
- La complexité de l'installation (plusieurs bâtiments aux fonctions complémentaires...)



Gestion des déchets radioactifs

➔ Classification

■ Classification des déchets radioactifs applicable en France :

- pas de seuil réglementaire de libération pour les déchets radioactifs des INB :
 - zonage déchets des INB (zones déchets nucléaires et zones déchets conventionnels - arrêté du 7 février 2012 et décisions ASN associées)
 - nomenclature des INB objet du décret n° 2007-830 du 11 mai 2007
- déchets à vie très courte (VTC)
- déchets de très faible activité (TFA)
- déchets de faible ou moyenne activité à vie courte (FA/MA-VC)
- déchets de faible activité à vie longue (FA-VL)
- déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL)
- déchets de haute activité (HA)



■ Classification française des déchets radioactifs en correspondance avec celle définie par l'AIEA (GSG-1)

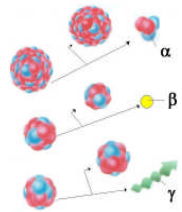
■ Classification française des déchets radioactifs construite progressivement ; sa dernière version fait l'objet de l'annexe du décret n° 2013-1304 du 27 décembre 2013

Gestion des déchets radioactifs

➔ Classification & filières



TEMPS



100 jours

31 ans

RADIOACTIVITE



| | Vie très courte (VTC) | Vie courte (VC) | Vie longue (VL) |
|---|---|--|---|
| Très faible activité (TFA) Jusqu'à quelques 10^2 MBq/t | Gestion par décroissance radioactive (déchets hospitaliers) | Stockage en surface CSTFA - ANDRA | Recyclage industrie nucléaire CEA & HUART Industrie |
| Faible activité (FA) Quelques 10^2 MBq/t à quelques 10^2 GBq/t | | Recyclage industrie nucléaire CENTRACO - SOCODEI | Stockage dédié (déchets graphites et radifères) A l'étude - ANDRA |
| Moyenne activité (MA) Quelques 10^2 GBq/t à quelques 10^3 TBq/t | | Stockage en surface CSA - ANDRA | Filières à l'étude dans le cadre de la loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 et de l'article L 542 du code de l'environnement : |
| Haute activité (HA) Au-delà de quelques 10^3 TBq/t | | Séparation / transmutation / conditionnement - CEA Entreposage - ANDRA Stockage réversible en couche géologique profonde - ANDRA | |

Déchets Radioactifs MAD/DEM

Les enjeux du démantèlement

Sûreté, radioprotection & risques :

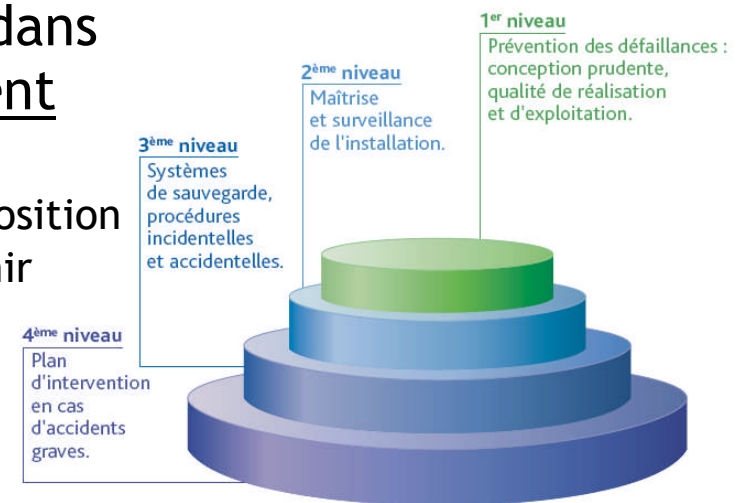
- sûreté nucléaire et principe de défense en profondeur (DeP)
- risques à considérer



Sûreté nucléaire - Principe de « DeP »

➤ Vision de l'IRSN (applicable aux INB en MAD/DEM)

- Lors des instructions techniques, l'IRSN examine l'ensemble des dispositions permettant pour une INB :
 - d'assurer son fonctionnement normal - maîtrise des risques, protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants, gestion des déchets et maîtrise des rejets d'effluents et des nuisances de toutes natures pour l'environnement
 - de prévenir les accidents susceptibles de l'affecter et d'en limiter les conséquences pour les travailleurs, les personnes du public et l'environnement
- Ces dispositions doivent être définies, dans le cadre d'une démarche essentiellement déterministe, en s'appuyant sur :
 - le principe de défense en profondeur - interposition de plusieurs lignes de défense visant à prévenir l'occurrence et à maîtriser les événements redoutés
 - la démarche « ALARA » en matière de radioprotection



Risques à considérer

➤ Tendances générales - Principaux risques en MAD/DEM

■ Comparativement à la phase de fonctionnement, les risques présentés par l'INB durant la phase de MAD/DEM :

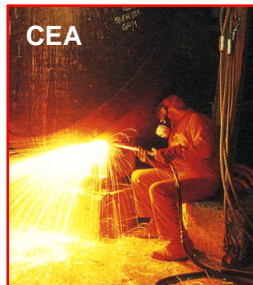


- sont généralement plus faibles pour l'environnement, du fait de la réduction des quantités de matières radioactives présentes
- deviennent plus importants pour les travailleurs, en raison de la nature même des opérations de MAD/DEM qui nécessitent, au final, l'intervention du personnel « au contact »
- peuvent aussi être très différents (cas des réacteurs notamment)



■ Aussi, les risques essentiels à examiner pendant la phase de MAD/DEM d'une INB sont ceux :

- de dispersion des matières radioactives, d'exposition aux rayonnements ionisants, de criticité, liés aux opérations de manutention, d'incendie et d'explosion, dus aux réactions chimiques lors des rinçages et liés à l'assainissement des structures porteuses des bâtiments
- en y intégrant les aspects « transverses » liés à la radioprotection (démarche ALARA), au « vieillissement » de l'INB, ainsi qu'aux facteurs humains et organisationnels (co-activité notamment)

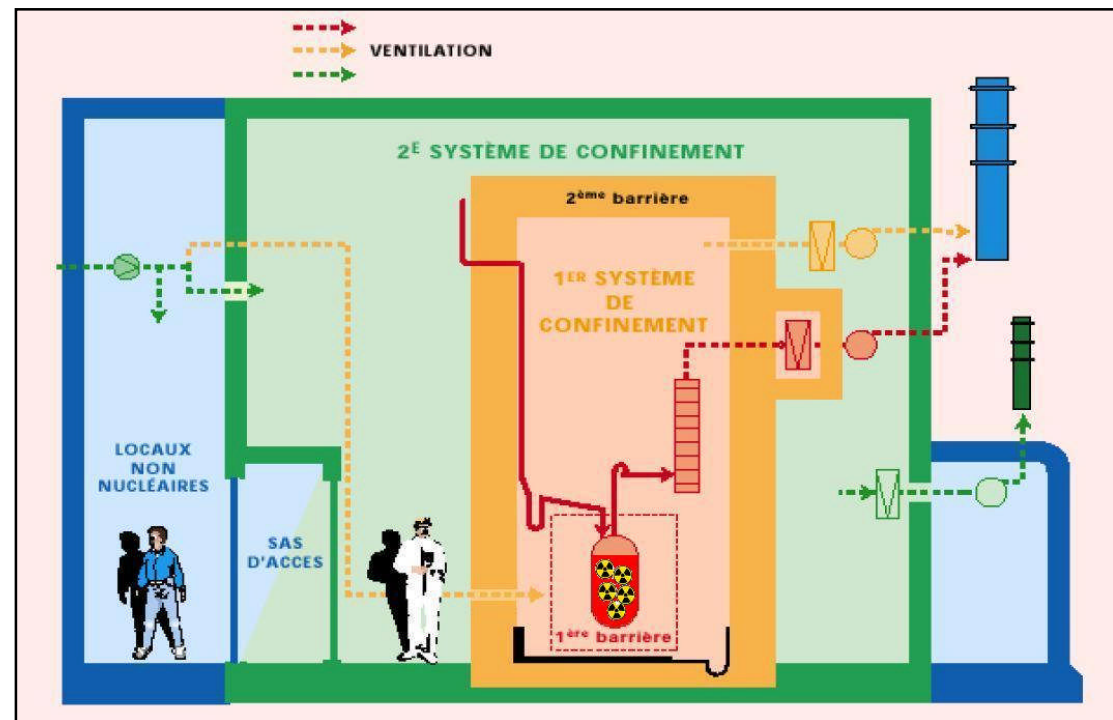


Risques à considérer

➤ Phase de fonctionnement de l'INB

■ Durant cette phase, tous les risques sont présents :

- origine nucléaire - dispersion, exposition, criticité, radiolyse & dégag. thermiques
- non nucléaires d'origine interne - manutention, incendie, explosion...
- origine externe - perte énergie, conditions climatiques extrêmes, séismes...

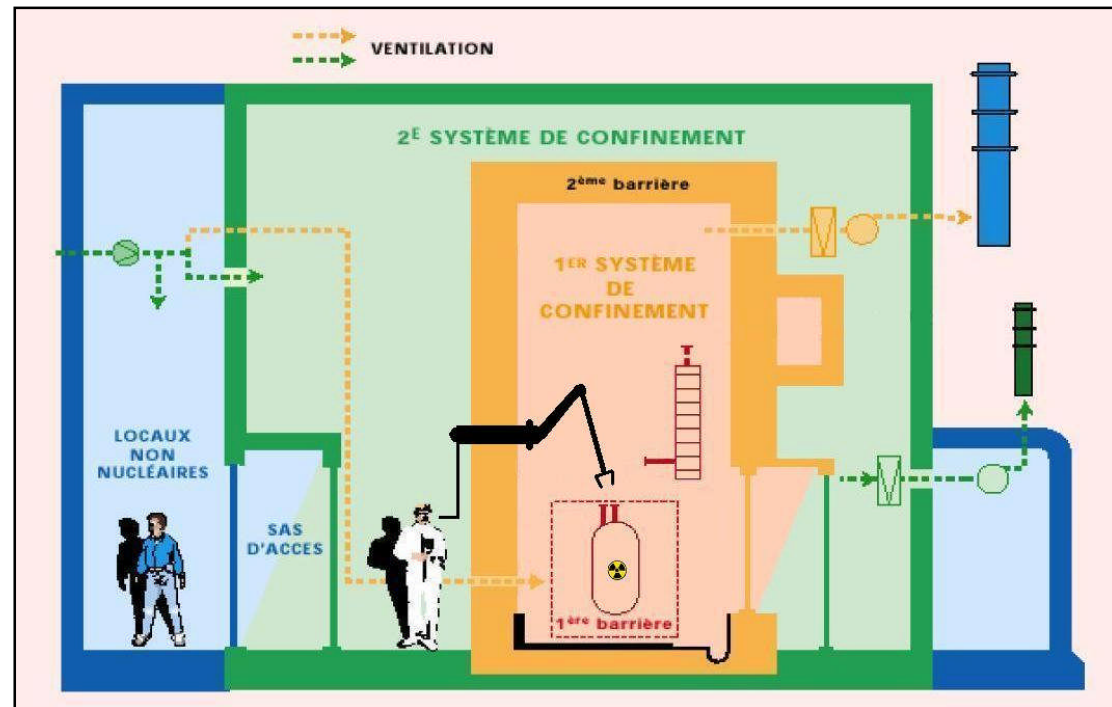
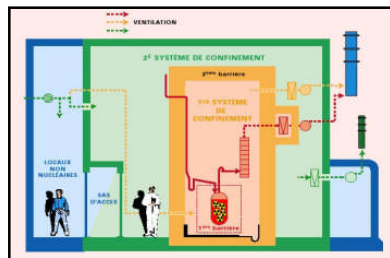


Risques à considérer

➤ Phase de MAD/DEM de l'INB

■ En fin d'opérations cat. A & B, certains risques deviennent limités :

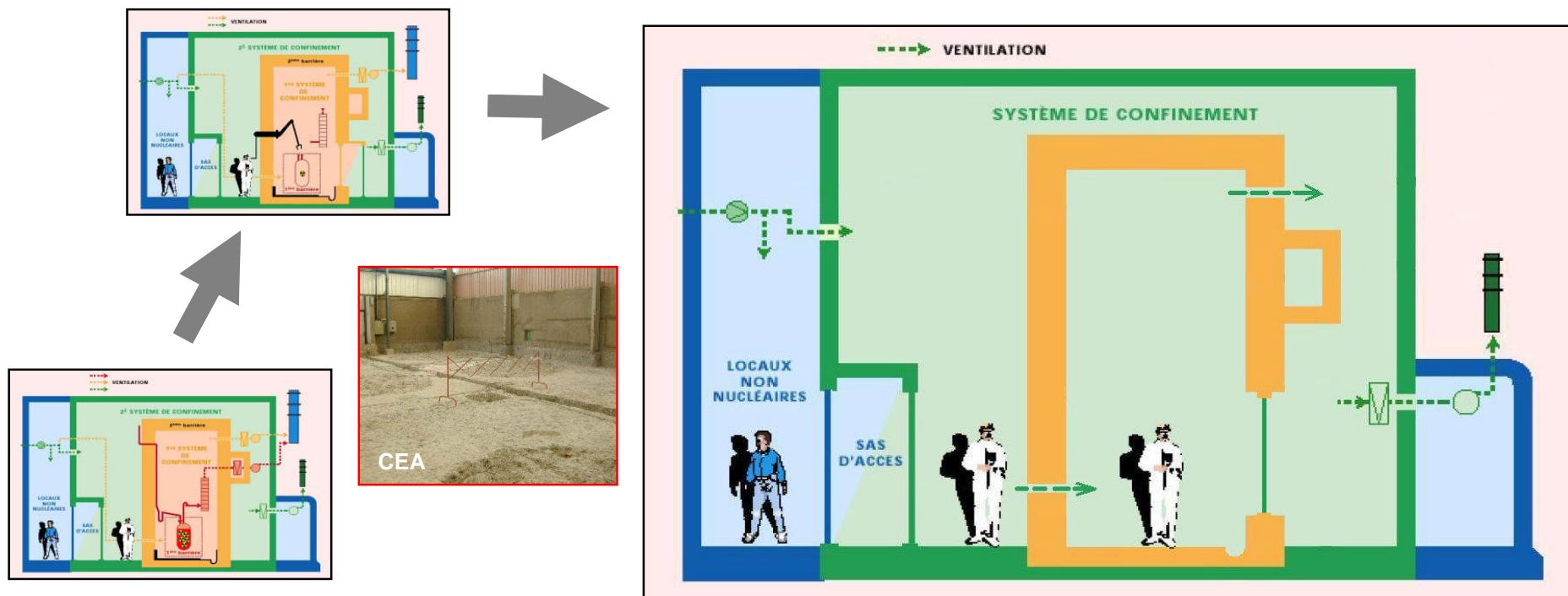
- origine nucléaire - dispersion, exposition, criticité, radiolyse & dégag. thermiques
- non nucléaires d'origine interne - manutention, incendie, explosion...
- origine externe - perte énergie, conditions climatiques extrêmes, séismes...



Risques à considérer

➔ INB assainie, vers son déclassement...

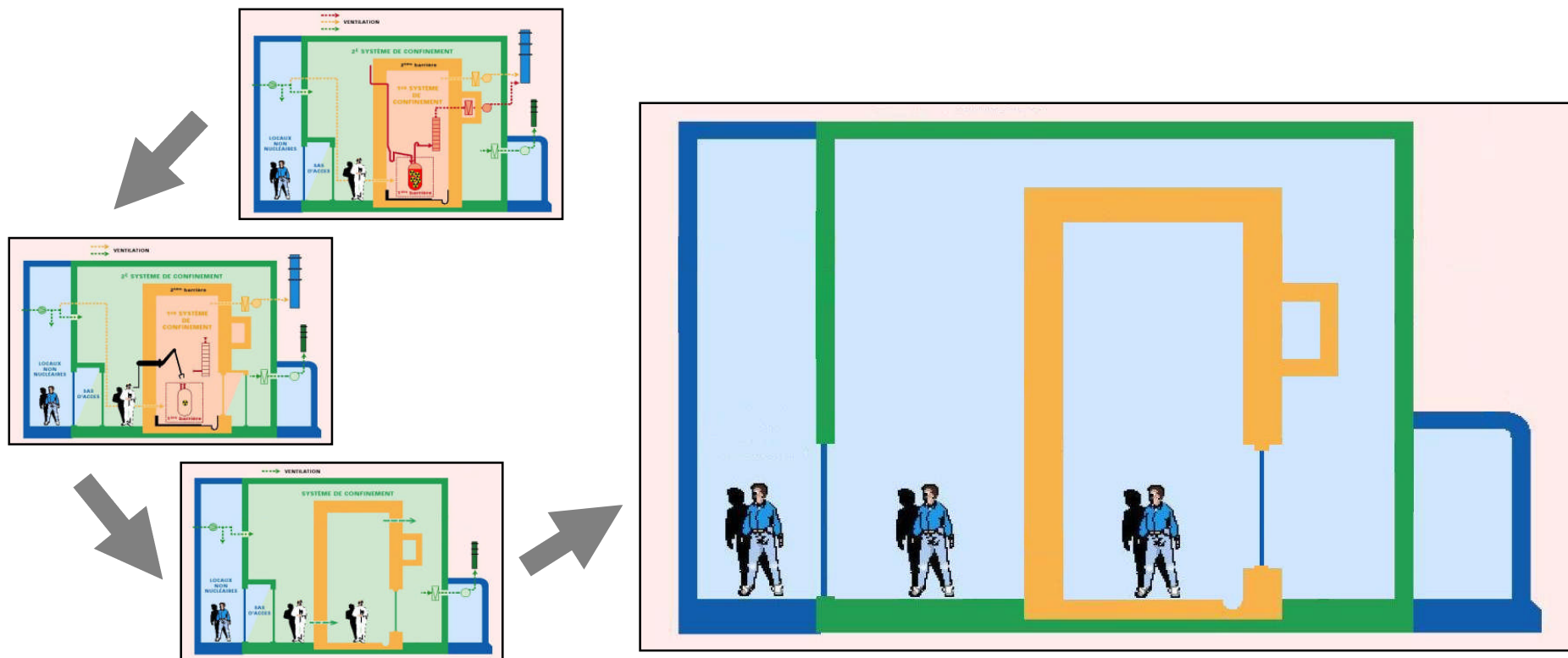
- En fin d'opérations cat. C, des risques très limités peuvent subsister :
 - origine nucléaire - dispersion & exposition
 - après contrôle radiologique, la suppression de la ventilation et le déclassement de l'INB pour usage « conventionnel » ou démolition peuvent néanmoins être autorisés



Risques à considérer

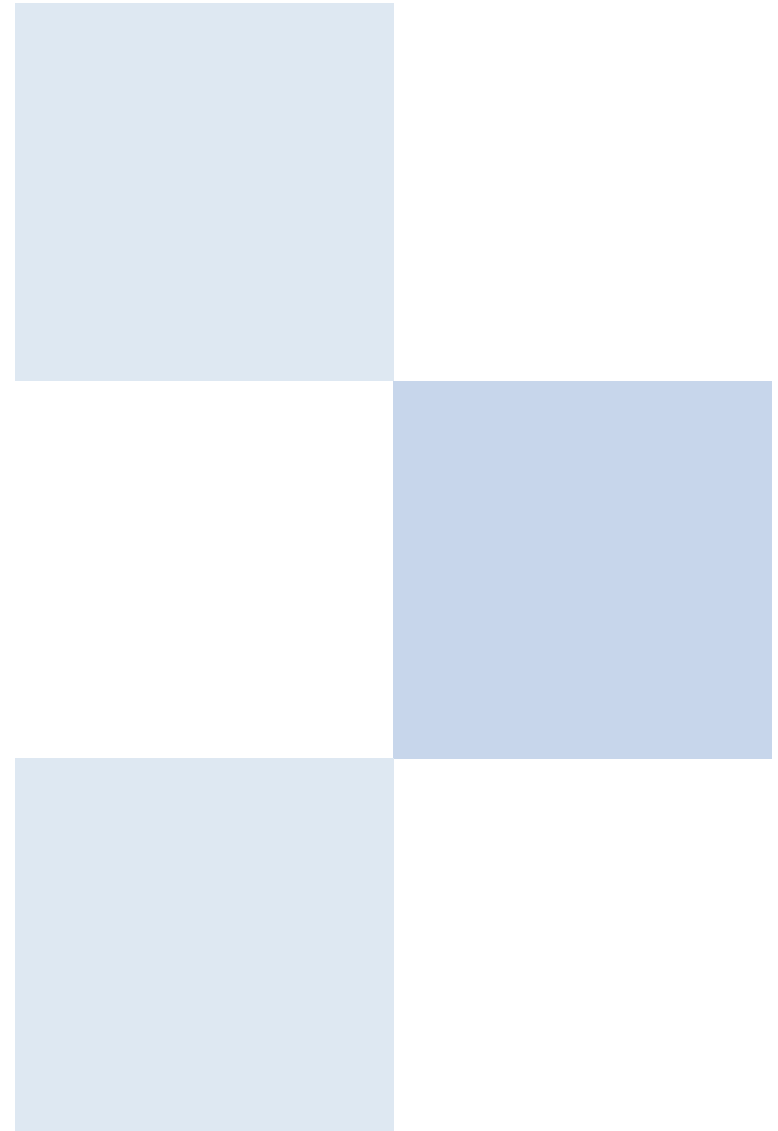
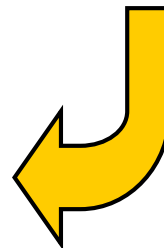
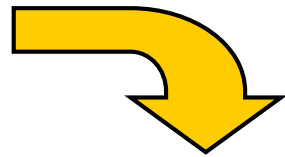
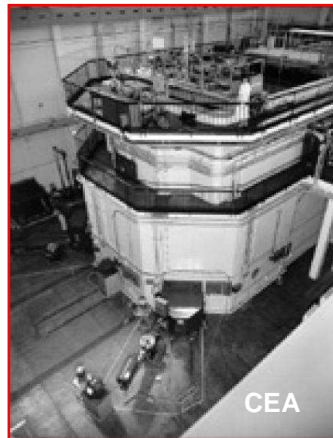
➔ INB déclassée, vers la libération du site...

- Après déclassement, deux situations distinctes sont à considérer :
 - des risques très limités subsistent (dispersion & exposition) => libération conditionnelle (servitudes « fortes »)
 - pas de risque résiduel => libération inconditionnelle (servitudes « limitées »)



Les enjeux du démantèlement

Conclusion de l'IRSN



Conclusion de l'IRSN

➤ Les enjeux du démantèlement - Sécurité, radio. & déchets

■ Constats :

- le démantèlement des INB a atteint un stade industriel
- de nombreuses INB vont être démantelées dans les décennies à venir

■ Commentaires - Enseignements du REX :

- la phase de MAD/DEM doit être gérée comme un projet industriel à part entière
- nécessité de tenir compte, dès la conception d'une nouvelle installation, des exigences de son démantèlement ultérieur
- la MAD d'une INB doit être largement anticipée, afin d'assurer une meilleure continuité entre les phases de fonctionnement et de MAD/DEM

■ Enjeux - Appréciations :

- les opérations de MAD/DEM présentent des risques pouvant être très différents de ceux rencontrés en phase de fonct., avec la réalisation concomitante de chantiers différents dans un contexte de large sous-traitance d'activités
- une attention particulière doit être apportée à certains points de sécurité, à la radioprotection des travailleurs et aux facteurs organisationnels & humains
- la MAD/DEM d'une INB nécessite que les moyens associés aux filières adéquates de gestion des déchets soient prévus et déployés aux échéances requises

Merci de votre attention - Questions ?

➔ Les enjeux du démantèlement – Sûreté, radio. & déchets

