



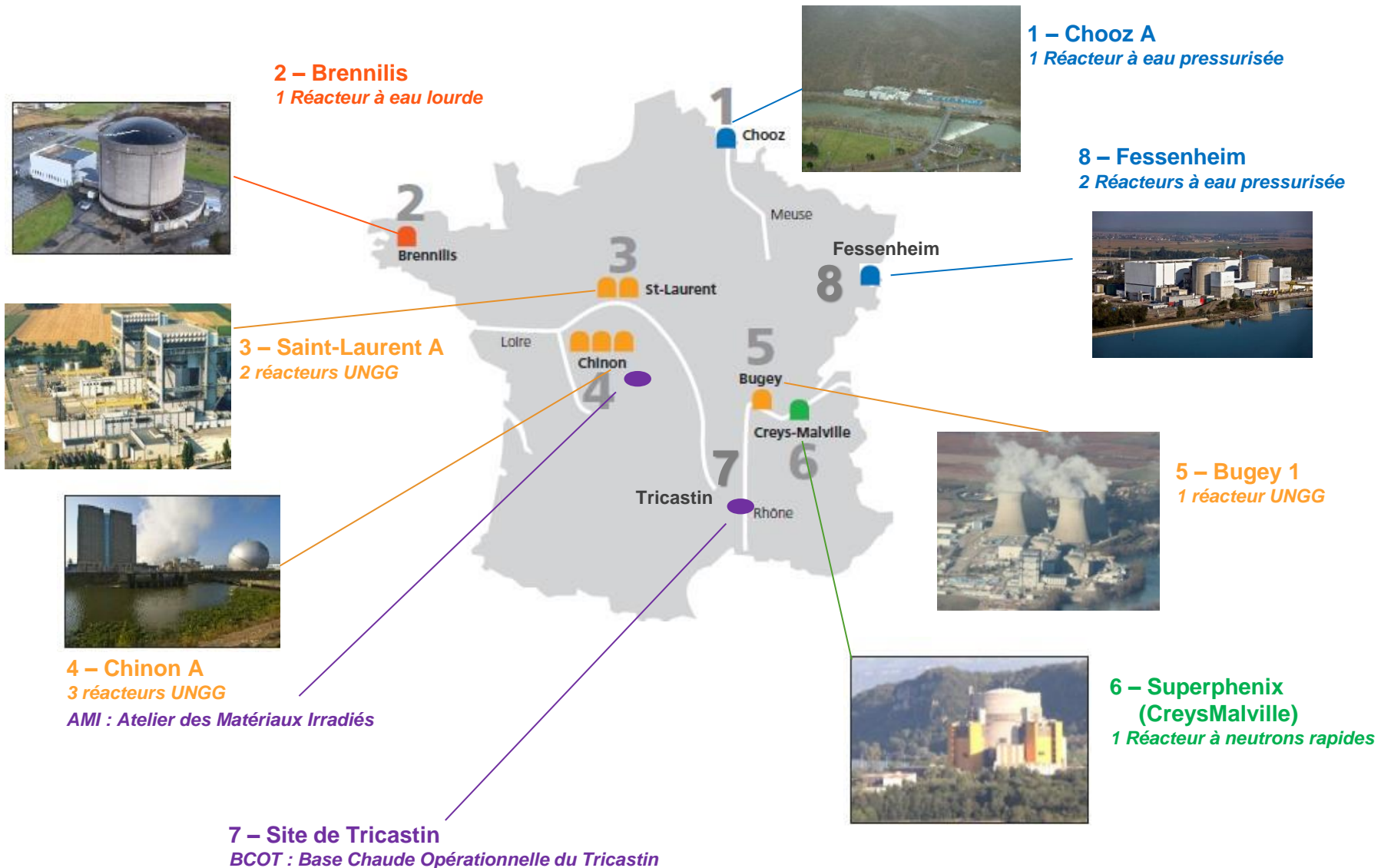
# La radioprotection en déconstruction chez EDF

ATSR 2021  
Cadarache

Gilles RANCHOUX (EDF/DP2D)  
[gilles.ranchoux@edf.fr](mailto:gilles.ranchoux@edf.fr)

# CONTEXTE GÉNÉRAL

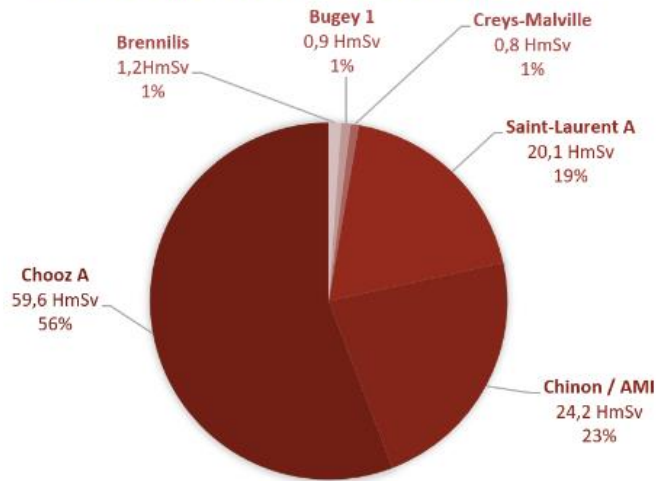
# LA DECONSTRUCTION À EDF



# EXPOSITION EXTERNE EN DÉMANTÈLEMENT

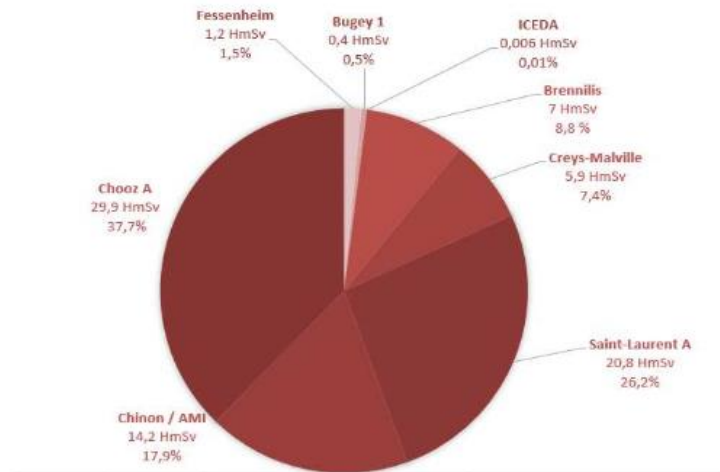
2019

➔ Dose collective (total : 107 H.mSv) :



2020 (! COVID-19 = chantiers arrêtés)

➔ Dose collective (total : 79 H.mSv) :



➔ Dose externe individuelle maxi : 3,8 mSv (Chooz A)

➔ Dose externe individuelle maxi : 3,4 mSv (St-Laurent A)

□ Exposition externe plus faible que sur les parc REP en fonctionnement :

- Dose collective annuelle DPN et par tranche : 740 H.mSv en 2019 et 610 H.mSv en 2020
- Nombre de travailleurs avec une dose > 10 mSv : 151 en 2019 et 73 en 2020

□ Pourquoi ?     2 raisons principales

- Décroissance radioactive
- Recherche de solutions d'optimisation : télé-opération, opérations robotisées, découpe sous eau, ...

# EXPOSITION INTERNE EN DÉMANTÈLEMENT

- Pas de contamination interne en émetteurs  $\beta\gamma$  (Anthropogammamétrie)
- Présence du risque  $\alpha$  sur **Saint-Laurent A, Bugey 1, Chooz A et l'AMI**
- Malgré les précautions appliquées, plusieurs cas de contamination internes  $\alpha$  chaque année sur les sites DP2D en démantèlement :

## 2019 :

- 35 travailleurs avec une contamination  $\alpha$  détectée dans les selles, dont
  - 28 travailleurs sans dose quantifiable (contamination à l'état de traces)
  - 7 travailleurs avec une dose quantifiée : 6 à Chooz A et 1 à l'AMI
  - Dose maximale de 3,2 mSv à Chooz A

## 2020 :

- 34 travailleurs avec une contamination  $\alpha$  détectée dans les selles, dont :
  - 30 travailleurs sans dose quantifiable
  - 4 travailleurs avec une dose quantifiée : 2 à Chooz A et 2 à Saint-Laurent A
  - Dose maximale de 2,7 mSv à Saint-Laurent A

# SPÉCIFICITÉS DU DÉMANTÈLEMENT

# SPÉCIFICITÉS DE LA DÉCONSTRUCTION :

## *DES CHANTIERS ATYPIQUES*

**Certaines « règles » en vigueur sur les CNPE peuvent ne pas être adaptées aux particularités des chantiers de démantèlement :**

- ❑ Chantiers nouveaux (4 technologies différentes + 2 INB de type « ateliers chauds ») : pas ou peu de REX initialement au moment des premières études de conception des chantiers
- ❑ Données d'entrée mal connues, difficiles à évaluer précisément : perte de l'historique, locaux inaccessibles
- ❑ Conditions d'intervention souvent évolutives sur la durée des chantiers : retrait d'équipements, décontaminations
- ❑ Souvent avec de faibles débits de dose sur une durée longue : dose collectives prévisionnelles élevées à optimiser

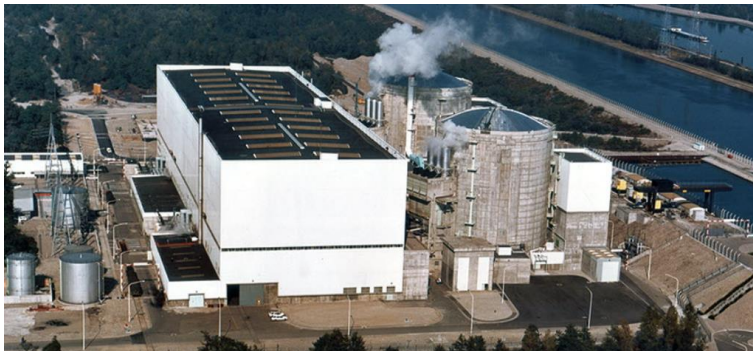
# SPÉCIFICITÉS DE LA DÉCONSTRUCTION : *L'INCONSCIENT COLLECTIF*



*Production d'électricité*



*Construction de nouveaux réacteurs EPR*



*Plus récemment : Fessenheim*

Fessenheim n'est pas le premier réacteur nucléaire que EDF doit démanteler : 30 ans d'expérience





# SPÉCIFICITÉS DE LA DÉCONSTRUCTION : *DES PROCÉDÉS SOUVENT DESTRUCTIFS*



Agent EDF travaillant dans le démantèlement

J'vais tout péter !!!!!



***Mais proprement !***

- Sans en mettre partout si possible
- Et en évitant d'en incorporer

# SPÉCIFICITÉS DE LA DÉCONSTRUCTION :

## *DES PROCÉDÉS SOUVENT DESTRUCTIFS*

- **Découpe de tuyauterie à froid**  
(usinage lent par scie, cisailage, grignotage)
- **Découpe de tuyauterie à chaud**  
(oxycoupage, plasma, disque à tronçonner, sciage rapide)
- **Découpe de béton** (carottage, grignotage, grattage, assainissement)



*Grignoteuse*



*Scie sabre*



*Scie circulaire*



*Torche plasma*



*Carotteuse  
béton*

# SPÉCIFICITÉS DE LA DÉCONSTRUCTION :

## *LA REMISE EN SUSPENSION DE RADIOACTIVITÉ*



# OBJECTIF DE LA DP2D : EVITER TOUTE CONTAMINATION INTERNE

Le but, c'est d'éviter ...

De disperser la contamination  
dans les locaux voisins



Veiller à la  
propreté des  
chantiers



Confiner à la source  
tout au long de  
l'intervention

**Protections collectives**

De se contaminer  
Interne et externe



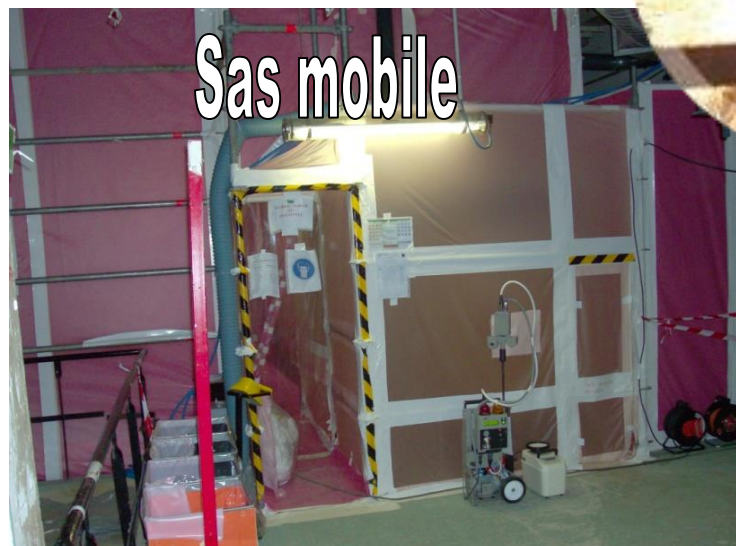
Veiller à porter  
les protections  
individuelles



Veiller à  
respecter les  
procédures  
d'habillage /  
déshabillage

**Protections individuelles**

# EXEMPLES DE CONFINEMENTS



# EXEMPLE DE TÉLÉOPÉRATION

Démantèlement des déminéraliseurs : Forts debits de dose et remise en suspension  
➔ **Bras robotisé PREDATOR**



*En phase de test, en dehors de la casemate*

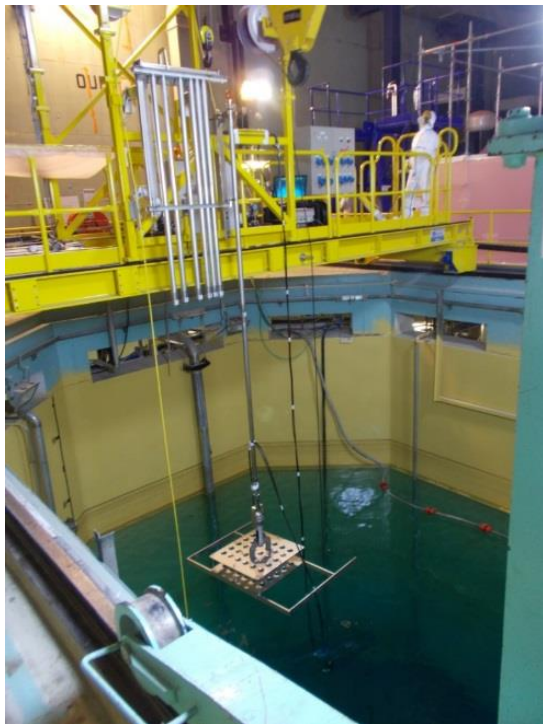


*PREDATOR en fonctionnement à l'intérieur de la casemate*

# OPÉRATIONS SOUS EAU : CHOOZ A

Découpe des internes de cuve : Sous eau en piscine BR

Machine de découpe pilotée à distance depuis une passerelle métallique

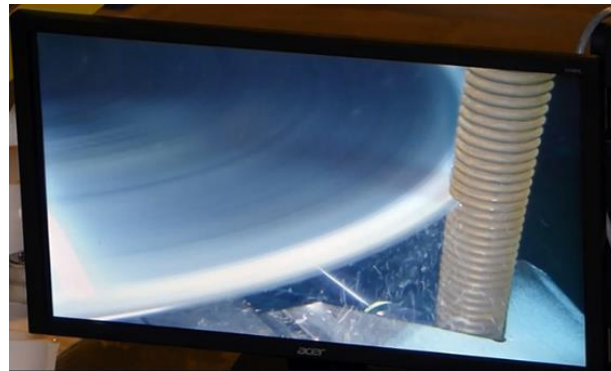


Passerelle

Protection biologique

*mais aussi*

Limitation de la remise  
en suspension



Scie circulaire



Piscine réacteur

# PROTECTIONS INDIVIDUELLES DES VOIES RESPIRATOIRES

- Mise à jour du **tableau de choix des EPVR** en cohérence avec les référentiels CNPE
- Intégration au « catalogue » **d'équipements alternatifs** aux HV et TEV et définition des conditions d'utilisation :
  - *Masques à cartouche filtrante*
  - *Masques à ventilation assistée*
  - *Cagoules/Heaumes autonomes ventilées*
  - *TEVA, MAR95 / PK17*



Masque à ventilation assistée

CAVA



TEVA

MAR95  
PK17





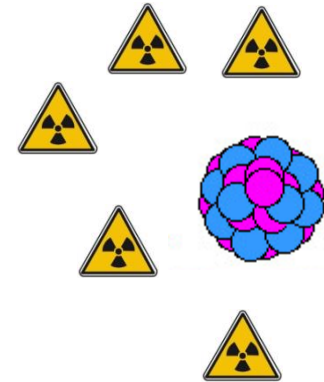
# LA GESTION DU RISQUE ALPHA EN DÉMANTÈLEMENT

# SPÉCIFICITÉS DE LA DÉCONSTRUCTION :

## *UN TERME SOURCE DIFFÉRENT : RISQUE ALPHA*

### ■ Terme source des réacteurs REP en fonctionnement

- **Produits de corrosion** :  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{110\text{m}}\text{Ag}$ , ...
- **Produits de fission** : Iodes, Césium, Xénon, ...
- **Emetteurs  $\alpha$**  : présents en cas de défaut / rupture de gainage disséminant mais impact dosimétrique généralement couvert par la contribution des émetteurs  $\beta\gamma$
- Terme source dominé par les émetteurs  $\gamma$  : ratio  $A_{\beta\gamma}/A_{\alpha} > 10000$



### ■ Terme source des réacteurs GEN1 à l'arrêt depuis plusieurs décennies

- Décroissance radioactive des émetteurs  $\beta\gamma$  à vie courte
- Terme source dominé par les émetteurs  $\alpha$  : ratio  $A_{\beta\gamma}/A_{\alpha}$  autour de 10-20



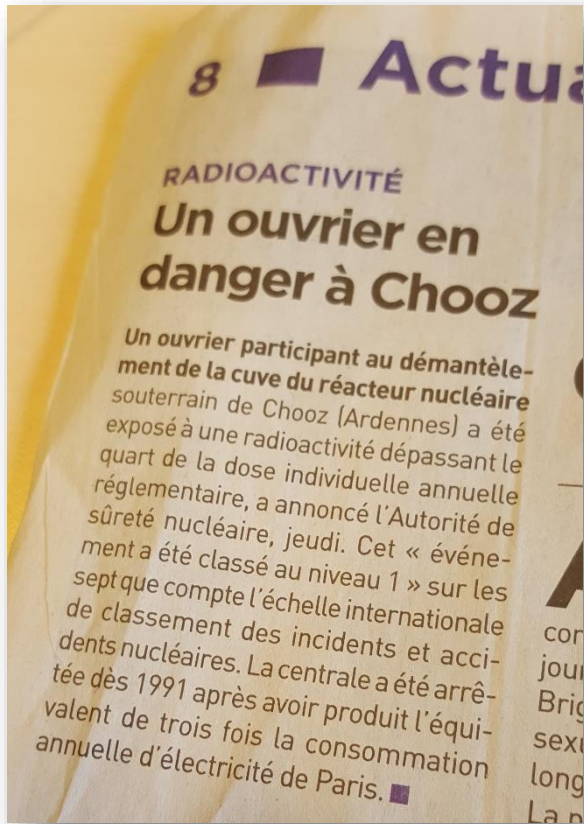
Petit trou



Usure de la gaine par un corps migrant et érosion du combustible

# L'ASPECT MÉDIATIQUE DE L'EXPOSITION INTERNE

« 20 minutes » en 2018



**1 mSv par exposition externe**

**=**

**1 mSv par exposition interne**

**?????**

*Il faut prendre en compte le fait qu'une exposition interne génère plus de craintes qu'une exposition externe*

*du, une exposition externe génère plus de craintes*

# POURQUOI L'ALPHA, C'EST COMPLIQUÉ ?

## CNPE EN EXPLOITATION

Risque gamma prépondérant



Recherche gamma  
Détection : Portiques  
Contrôle : Mesures ATP

## DÉMANTÈLEMENT (RISQUE ALPHA)

Risque gamma non nécessairement associé



Recherche bêta/alpha  
Détection : Mouchages



Recherche alpha  
Contrôle : Selles

- **Surveillance de l'exposition individuelle ne permettant pas une gestion en temps réel des cas de contamination interne**
  - Anthropogammamétrie : Détection peu fiable des alphas car ratio  $\beta\gamma/\alpha$  trop faible
  - Mouchages : Indicateur peu fiable
    - Un certain nombre de « faux positifs » et « faux négatifs »
    - Consensus « mou » des médecins du travail sur le protocole de mouchage
  - Surveillance périodique par prélèvements de selles analysées dans un laboratoire agréé : résultats rendus sous 2 mois (parfois plus) → Réactivité faible
  
- **Difficulté à identifier la date et les circonstances des cas de contamination détectés du fait de l'espacement entre 2 prélèvements de selles**
  - Prélèvements de selles tous les 3 à 6 mois selon les protocoles des médecins du travail
  - Mise en place de registres de chantier permettant de tracer le détail des événements ou anomalies détectées sur les chantiers alpha

# RÉFÉRENTIEL CHANTIER ALPHA DE LA DP2D

- Critères de classement chantier alpha de la DPN inapplicables en démantèlement :
  - Pas de surveillance d'**activité primaire** (<sup>134</sup>I et alpha) possible à la DP2D
  - Procédure de frottis sous couvercle non adaptée à la DP2D
- Introduction d'une modularité selon les types de chantier et les procédés :
  - Circulation de personnes, travaux non abrasifs, abrasifs à froid, abrasif à chaud
  - **Facteur de remise en suspension des aérosols** à ajuster aux activités de démantèlement
  - **Analyse de risques graduée** basée sur le nombre de LDCA pour définir les protections collectives et individuelles
- Mise à jour du référentiel « alpha » en DEC : applicable au 01/04/2021
  - GT interne DP2D : homogénéisation des pratiques organisationnelles
  - Benchmark avec les exploitants français : DPN, CEA/ORANO Marcoule/Cadarache
  - Benchmark international : réseau ISOE - WGDECOM
  - Facteurs de remise en suspension : Etude bibliographique, lancement d'une thèse cofinancée CEA/EDF

# MODALITÉS ORGANISATIONNELLES

- Risque alpha pris en compte dans l'analyse de risques lorsque :
  - *Activité surfacique labile supérieure à **0,04 Bq/cm<sup>2</sup>***
  - *Intégration d'un critère d'activité massique à 1 Bq/g pour la découpe de béton*
  - *Activité volumique supérieure à **1/40 LDCA** : seuil de détermination de la dose à **0,5 mSv***
- Surveillance médicale systématique définie en lien avec les médecins du travail
  - *Point zéro, prélèvements périodiques (entre 3 à 6 mois), prélèvements spécifiques suite à aléa*
- Registre de chantier à renseigner par les intervenants après chaque plongée pour garder la mémoire des événements
- Chantier-Ecole : Validation préalable par EDF de la maîtrise des procédures d'habillage/déshabillage pour chaque intervenant en chantier alpha
- Mise en place d'un système d'autorisation d'accès en chantier alpha (« carte alpha ») :
  - *Vérification des habilitations au port des EPVR, attestation de participation à la sensibilisation alpha, attestation de réalisation des examens radiotoxicologiques, attestation de réussite en chantier école*
- Renforcement des modalités de tri des déchets sur le chantier

# CONCLUSION ET PERSPECTIVES

# POUR RÉSUMER

- La maîtrise du **risque alpha** est complexe et constitue un **enjeu majeur pour le démantèlement**
- Depuis plusieurs années, la DP2D travaille à **renforcer la maîtrise de ce risque** et à **harmoniser les pratiques de prévention** sur ses différentes installations en démantèlement
- Déploiement en cours et démarche de progrès à poursuivre dans la durée
- Le succès de cette maîtrise implique un **dialogue de qualité** entre l'exploitant, les entreprises extérieures et le médecin du travail compte tenu des **modalités particulières de surveillance de l'exposition**
- Volonté de la DP2D de poursuivre et développer le **benchmark avec les autres exploitants** confrontés au même risque (CEA/ORANO) et à l'international (ISOE)
- Et prendre en compte également la problématique des chantiers amiante / alpha ...