

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE



LE DÉMANTÈLEMENT DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES AU CEA

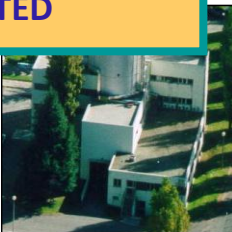
Sommaire

- *L'A&D au CEA : périmètre, enjeux, stratégie, organisation et financement*
- *Focus sur le programme d'A&D de Grenoble*
- *Rex du CEA*
- *La R&D pour les programmes d'A&D*
- *Conclusion*

Laurence Piketty

Directrice de l'Assainissement et du Démantèlement Nucléaire

CEA-DEN-DADN



A&D AU CEA : ENJEUX, OBJECTIFS, STRATÉGIE

Gérer rigoureusement « l'aval » du cycle :

- Démantèlement des INB arrêtées
- Reprise, conditionnement des déchets anciens

Objectif du CEA : mener à bien, en toute sûreté et dans le strict respect des coûts et des délais, les programmes d'A&D. Priorités :

- Assainir et démanteler les installations des centres de Grenoble et de Fontenay aux Roses,
- A Marcoule : démanteler l'usine UP1
- Respecter les dates de fin de chantier
(décrets & objectifs sûreté)



Stratégie du CEA

Contexte réglementaire : lois 2006 TSN & déchets

- Démantèlement immédiat et complet chaque fois que cela sera réalisable.
- Etat final : Substances dangereuses évacuées (notamment radioactives).
 - Si impossibilité : déclassement avec servitudes
- Recherche d'optimisation technico-économique



■ Grande diversité d'installations :

- Réacteurs : piscine, neutrons rapides, ...
- Accélérateurs et irradiateurs,
- Laboratoires, ateliers et usine
- Installations de traitement de déchets et d'entreposage

■ Pas « d'effet de série »

■ Tailles diverses :

- Réacteur : Ulysse INSTN -> Phénix
- LAMA -> bat 18 FAR -> APM -> UP1

■ Installations de R&D,

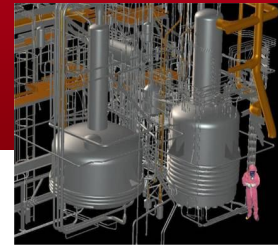
- Traçabilité des modifications, historique
- Déchets très divers,...

■ Traitement chimique combustibles irradiés:

- Niveau de contamination (et d'irradiation)
pouvant être important (FAR, Marcoule APM et UP1,...)

■ Sites nucléaires historiques





**Commission
d'acceptation des
entreprises en
assainissement
radioactif**

ORGANISATION

- ✓ CEA maître d'ouvrage & pilote opérationnel (~ 150 personnes)
- ✓ CEA exploitant nucléaire
- ✓ **Assistance techniques, études & Maîtrise d'œuvre:** Ingénieries
- ✓ **Réalisation opérations d'A&D:** assainisseurs, roboticiens, sûreté,...

FINANCEMENT

- ✓ **Lois 2006 : TSN & “ Déchets ”**
- ✓ **Obligations financières : Art. 20**
 - ✓ Provisionnement de l'intégralité des charges futures d'assainissement: constitution de fonds dédiés
 - ✓ Structures de contrôle
 - ✓ Outils dédiés de prévision financière et de reporting
 - ✓ Rapports annuels, évaluation externe

✓ **Conseil de politique nucléaire du 12 février 2010 :**

« le CEA doit disposer des liquidités nécessaires aux travaux de démantèlement ainsi que des actifs nécessaires pour gager ses passifs de démantèlement comme en dispose la loi de 2006 . Le CPN décide donc qu'une convention cadre sera signée entre l'état et le CEA pour matérialiser l'engagement de l'état d'abonder le fonds dédié du CEA »



Rapport triennal 2010

Convention cadre en octobre 2010 et avenant en janvier 2012

➔ **Financement « sécurisé »**

PROCESSUS ASSAINISSEMENT & DEMANTELEMENT

Evacuation de combustibles usés



Référentiel de sûreté d'exploitation

Démantèlement
Dissolveur
UP1 Marcoule

1. Retrait des matières, combustibles et déchets issus de l'exploitation
2. Cartographie de l'installation
3. Opérations préparatoires au DEM, aménagements
4. *Rédaction du dossier de DEM, Enquête publique*

5. Opérations de démantèlement
 - Procédé : Boites à Gants, Chaines blindées,
 - Dissolveurs, cuves de réacteur,...
 - Réseaux et utilités actifs,

6. Assainissement des structures
 1. Ecroulage, démolition partielle,...

7. Evacuation des déchets

8. Contrôles radiologiques finaux

9. *Dossier de Déclassement*

Autorisation ou décret

Référentiel de sûreté de Démantèlement



Démantèlement d'une cellule de haute activité

Déclassement avec ou sans servitudes

22 décembre 2011 JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT

Arrêté du 15 décembre 2011 portant homologation de la décision n° 2011-DC-0250 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 29 novembre 2011 portant déclassement de l'installation nucléaire de base n° 19 dénommée MELUSINE sur le territoire de la commune de Grenoble (Isère)

NOR : DEVP134201A

FOCUS SUR L'A&D GRENOBLE

PÉRIMÈTRE & ENJEUX

SILOETTE (1964 – 2002)
Mélusine (1958 – 1988)
SILOE (1963 – 1997) :
Réacteurs expérimentaux



STED

LAMA (1961-2002)

Laboratoire d'Analyse de **Matériaux Actifs**

SILOETTE

MELUSINE

SILOE

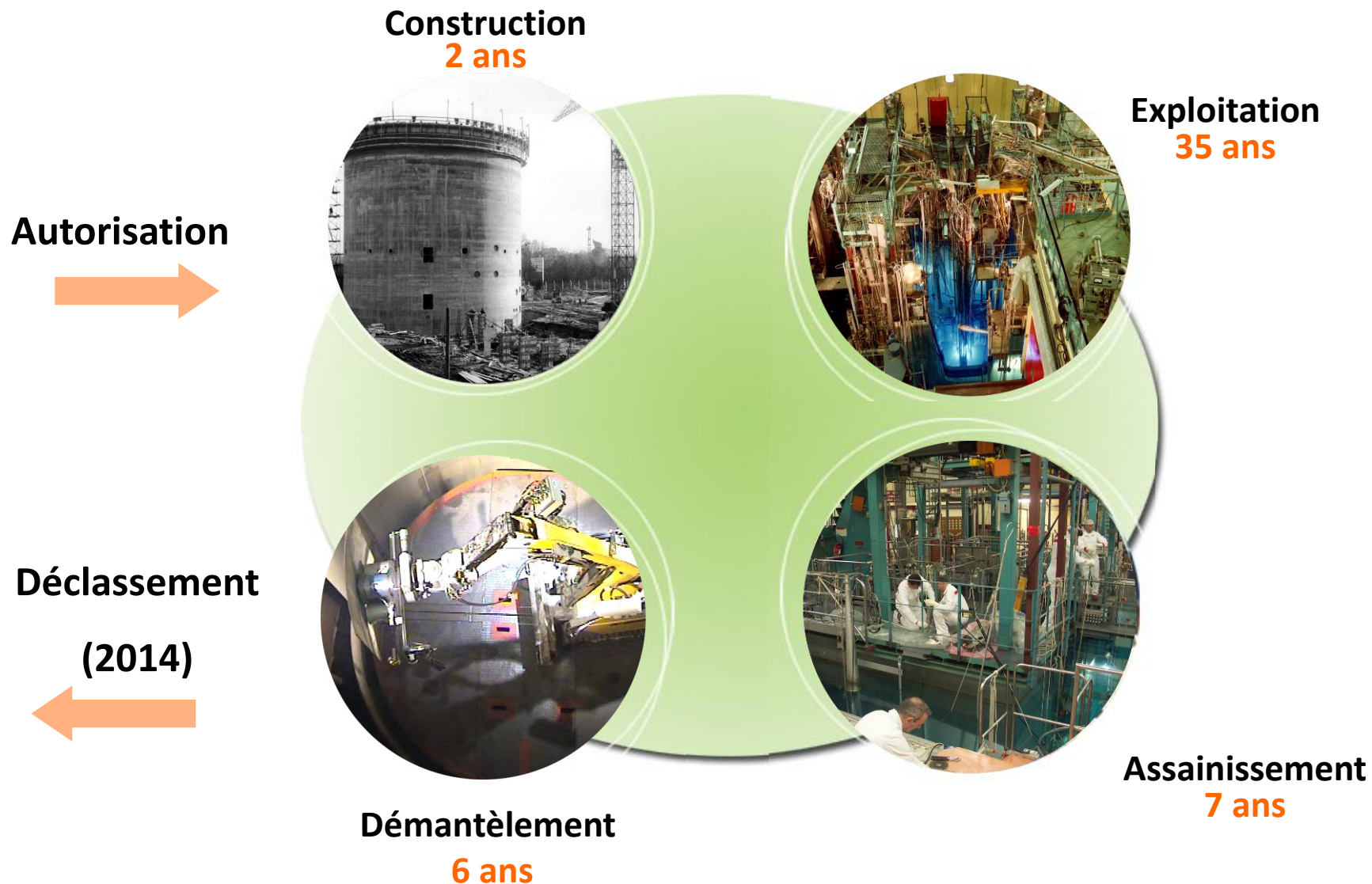


Traitement Déchets & Effluents
(1964-2003)

11 bâtiments nucléaires

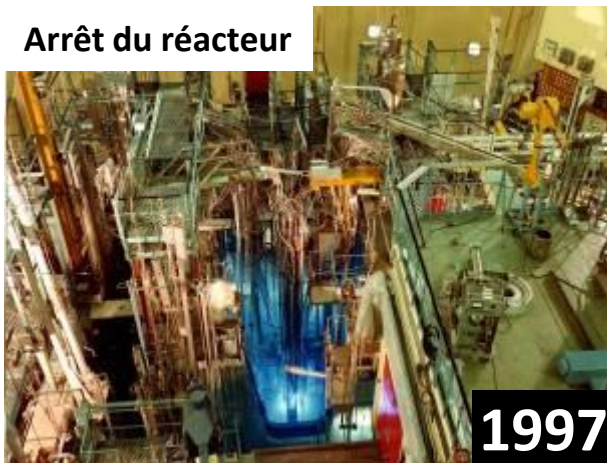
- Démanteler et assainir les INB à l'arrêt
- Assurer la transition du centre vers des activités de recherche technologique
- Programme Prioritaire du CEA
- JALON Etat - CEA : Démantèlement terminé fin 2012

La maîtrise du cycle de vie des installations nucléaires (Siloé)



SILOE : RÉSUMÉ DES GRANDES ÉTAPES

Arrêt du réacteur



Piscine vidangée



Décuvelage piscine en télé opéré

2010



... Démolition des structures internes

2010



Hall avant démolition

2009



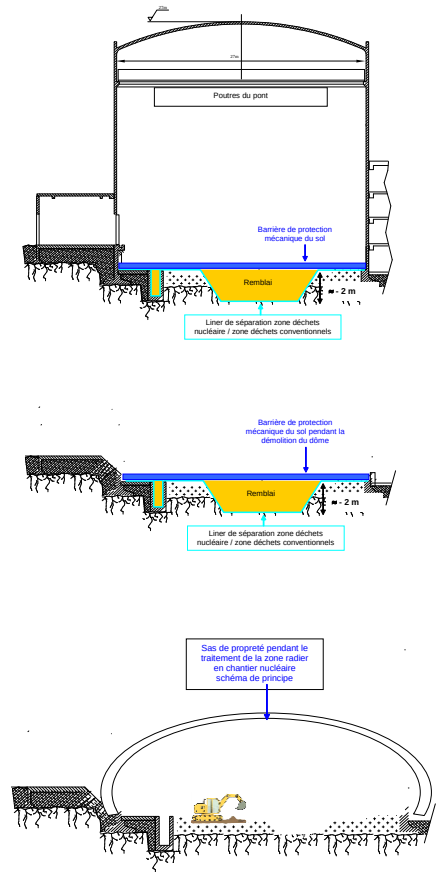
Découpe parties activées

VUE DU HALL RÉACTEUR AVEC LES CONTRÔLES RADIOLOGIQUES



SILOE : la dernière étape en 2012 et 2013 ...

Démolition en conventionnel du dôme réacteur et des bureaux pour traitement de la partie restante du radier présentant un faible marquage radiologique résiduel





17/01/2013



22/01/2013



29/01/2013



15/02/2013



31/01/2013



**Démolition
du radier**



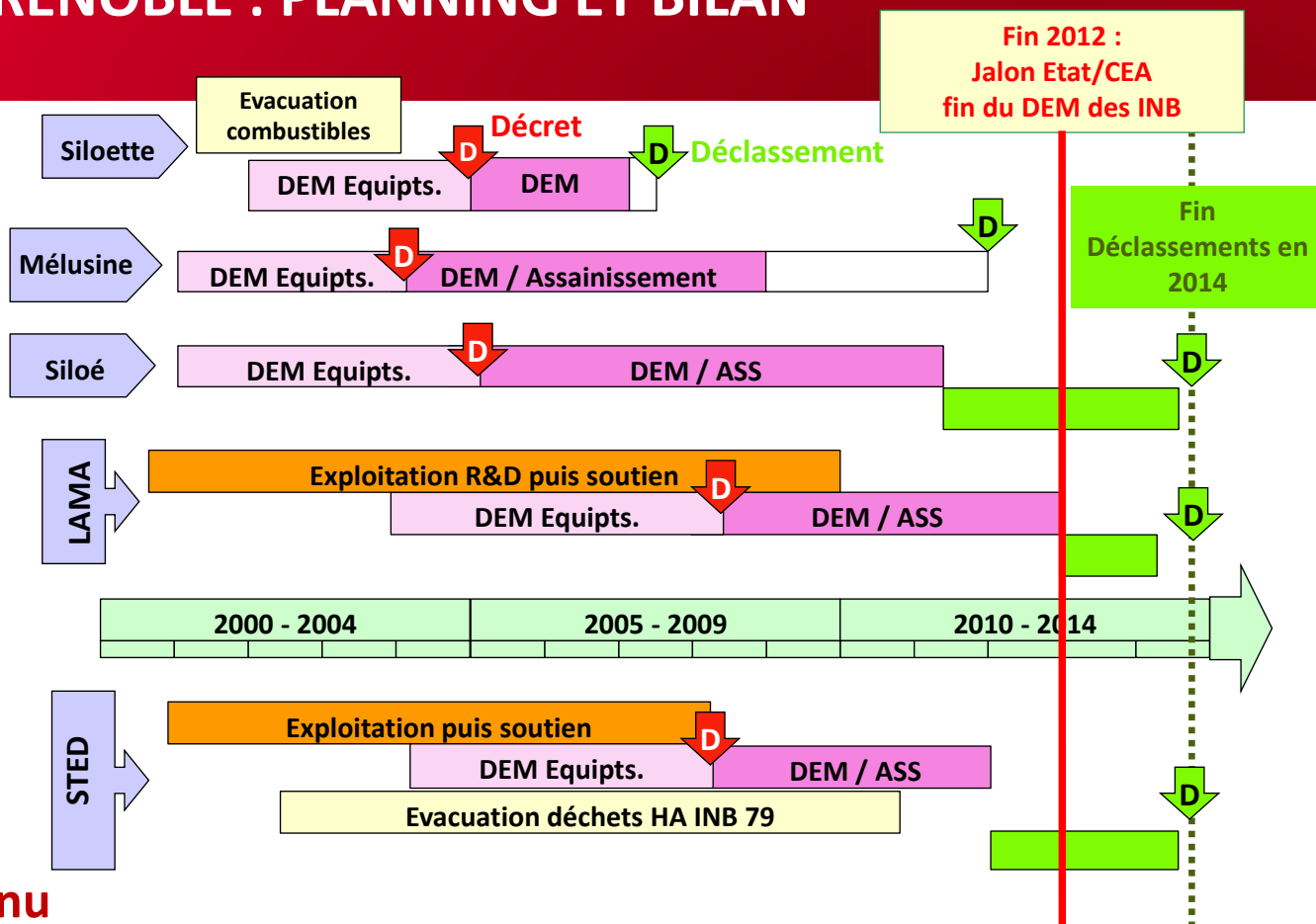
20/06/2013



Vue après retrait du radier



Réacteur Mélusine
déclassé



Objectif Etat / CEA tenu

- Fin du démantèlement en 2012 (initialement : 2015)
- 2 Réacteurs déclassés,
- Actions complémentaires d'assainissement poussé à mener pour le déclassé de 4 INB en 2014

Budget global : ~ 300 M€,

Première grande opération industrielle d'A&D à l'échelle d'un site qui se termine

■ Retour d'expérience :

- **Maintenir les compétences, les capitaliser** afin de les utiliser sur d'autres chantiers d'A&D au CEA ou ailleurs,
- **Valoriser ces activités**, qui demandent de savoir gérer des projets complexes,
- **Importance des aspects sûreté et des relations avec l'ASN**,
- **Information régulière en local** (personnel, CLI, médias,...).
- **Optimiser les déchets et effluents** : minimiser, optimiser la catégorisation (TFA-FA-FAVL-MAVL, HAVL), évacuer en ligne

- **Nombreux aléas inhérents à cette activité :**
 - ➡ **Evaluation des état initiaux, évolution en cours de chantier,**
 - ➡ **Evolution de la réglementation,**
 - ➡ **Quantités importantes de déchets à gérer en liaison avec l'ANDRA,**
 - ➡ **Evolution des spécifications de l'ANDRA,**
 - ➡ **Charges fixes importantes,**
 - ➡ **Disponibilité des exutoires et des moyens de transport radioactifs**
 - ➡ **Prise en compte à enveloppe constante de nouvelles demandes : ECS, PCMNIT**

- ➡ **Tout allongement du délai, conduit à un surcoût, lié au lissage des opérations et à l'augmentation de la durée du SENEX**

R&D POUR LES PROGRAMMES d'A&D

Mousse



Mg UP1



Objectifs : Diminuer les délais, coûts & déchets
et améliorer la sûreté

Axes de développement :

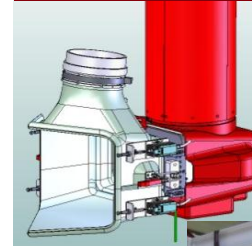
- Evaluation état radiologique installations & sols
- Réalisation d'opérations en milieu hostile
- Décontamination structures et sols
- Traitement de déchets et effluents
- Caractérisation des déchets

■ Partenariats et contrats avec les entreprises (licences)

■ Financement CEA + AREVA + EDF : ~ 10M€/an, 50 personnes

=> Valoriser la R&D & l'expérience du CEA auprès des industriels

Aspilaser



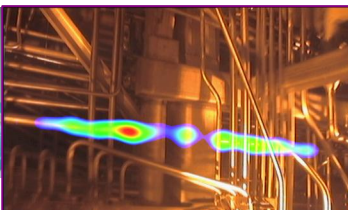
cybernétix



Robot Maestro



AREVA



Mesure nucléaire



Chantier virtuel Narvéos

1. Evaluation de l'état radiologique des installations en A&D et des sols

R&D sur l'évaluation de l'état radiologique initial, en cours et final des installations nucléaires et des sols pollués

■ Cartographie installations et sols, localisation points chauds, identification radioéléments, estimation activité,

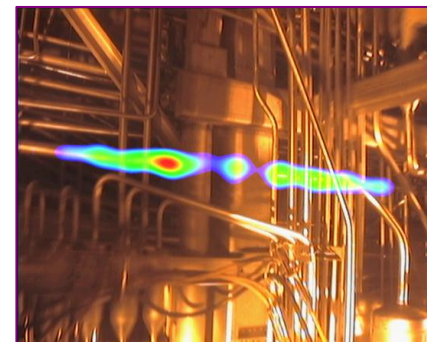
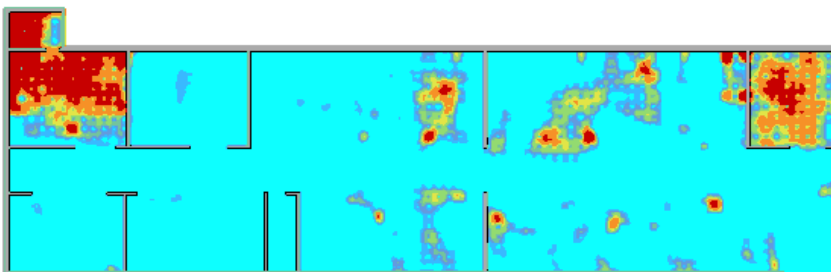
■ Gains attendus :

- Maîtriser les aléas, les plannings et les coûts,
- Optimiser les prises d'échantillons.
- Diminuer la dosimétrie en amont des opérations d'A&D



■ Développements :

- **Mesure gamma** (contamination bétons),
- **Alpha Caméra** : Pu dans les B&G
- **LIBS** : mesure in situ de la contamination,
- **Méthode géostatistique** pour optimiser les mesures et limiter l'échantillonnage



2. Réalisation d'opérations en milieu hostile

**R&D sur la robotique, découpe de fortes épaisseurs, simulation,...
(APM, Pétrus, UP1 Dissolveurs MAR 200, SPF AVM, Phénix,...)**

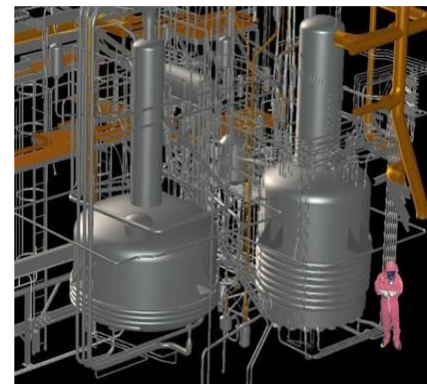
■ Robotisation, découpe fortes épaisseurs, chantier virtuel,

■ Gains attendus :

- Réponse technique à des problèmes spécifiques,
- Etude de scénarios, préparation de chantiers,
- Productivité, maîtrise des aléas, plannings et coûts,
- Maîtrise dosimétrie, diminution déchets (découpe),
- Valorisation.

■ Développements :

- Bras télé-opéré MAESTRO monté sur porteur
- Découpe laser : pièces de forte épaisseur, sous H₂O
- Simulation 3D et réalité virtuelle
-



Chantier virtuel Narvéos



Robot Maestro

3. Décontamination des structures et des sols

R&D sur la décontamination des surfaces, structures, sols...

■ Gains attendus :

- Productivité, maîtrise des aléas, plannings et coûts,
- Diminution et décatégorisation des déchets
- Valorisation.

■ Développements :

■ Décontamination de surfaces et structures par:

- Laser (ASPILASER)
- Électro-décontamination
- Mousses, gels,...

■ Décontamination des sols



Qualif. Atue



ISAI (fevdi)

4. Traitement et conditionnement des déchets et effluents

R&D sur le traitement des déchets & effluents spécifiques issus des programmes d'A&D et de RCD



Gains attendus :

- Définition d'une filière,
- Maîtrise des aléas, plannings et coûts,



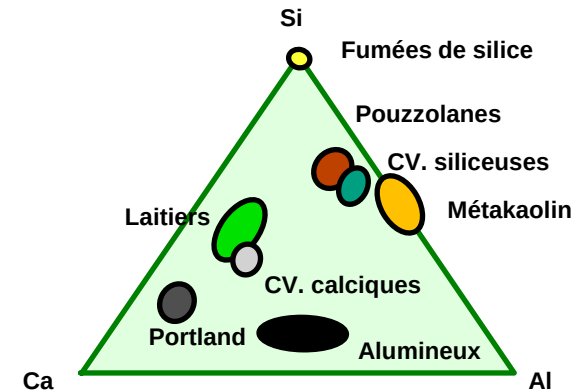
Développements :

Traitement conditionnement de déchets :

- Mg des fosses dégainage d'UP1 :
→ *Blocage par un liant silico-alumineux (Géopolymère)*
- Autres déchets (boues, pulvérulents,...)
→ *Dévt. de formulations cimentaires*
- Na et déchets sodés (Phénix, Rapsodie,...)
→ *Dévt. de procédés, colisages*

Traitement d'effluents spécifiques anciens:

- Liquides Organiques FAR & SAC HA4 :
→ *Lavage / Evaporation / Oxydation Hydro Thermale (DELOS)*
- Liquides Organo Halogénés (SAC) :
→ *Incineration par torche Plasma (IDOHL)*



5. Caractérisation des déchets et des colis

R&D pour la caractérisation des déchets issus des programmes d'A&D

- **Gains attendus :**
 - Catégorisation déchets, maîtrise de la production
 - Standardisation des systèmes d'acquisition
 - Gestion des flux (Système d'Information)
- **Développements (et amélioration de l'existant):**

- **Analyses non destructives:**

- **Imagerie γ et α**
- **Spectrométrie γ**
 - ➔ *Algorithmes de dépouillement (Isotopie γ des Actinides –IGA)*
 - ➔ *Mesure des hauts flux γ (nouveaux détecteurs)*
 - ➔ *Spectrométrie γ à hautes énergies*
- **Mesures neutroniques passives (Matière Nucléaire)**
- **Mesures interrogatives**
 - ➔ *INA, IPA*
 - ➔ *Technique de la Particule Associée (colis MAVL)*

- **Analyses destructives :**

- **Analyse des émetteurs béta à vie longue**
- **Miniaturisation des techniques analytiques**

Vue de la station de mesure SYMETRIC



Imagerie

Spectrométrie Gamma



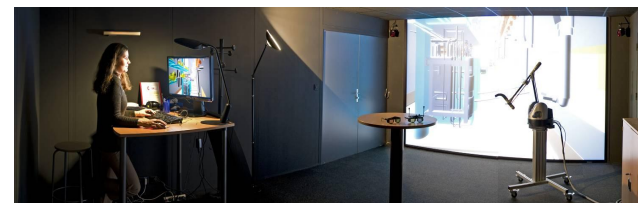
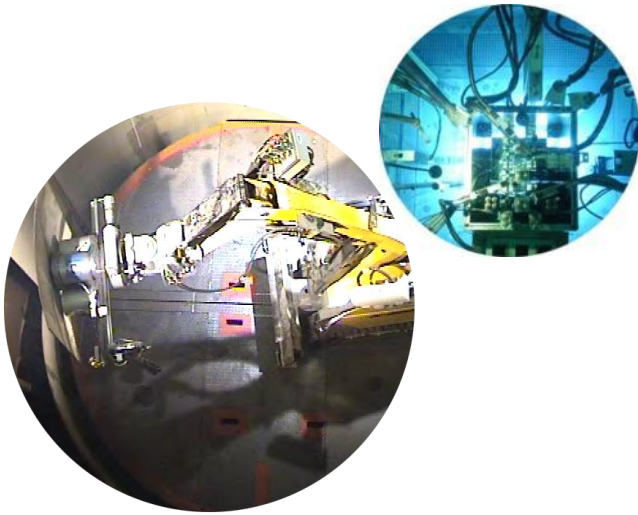
Mesure Neutronique Passive



Installation SAPHIR (IPA)

A&D AU CEA : CONCLUSION

- Le financement des programmes est garanti au plus haut niveau,
- Le CEA a revu ses programmes d'A&D, a défini des priorités et s'est renforcé dans le pilotage opérationnel,
- Des marchés importants et stables sur plus de 10 ans au CEA: un impact économique et en terme d'emplois qui continuera à être fort
- L'objectif est de mener à bien les projets dans le strict respect des délais et des coûts
 - Répondre aux attentes des tutelles,
 - Respecter les engagements pris auprès des Autorités de sûreté
 - ➔ Avec des difficultés liées souvent à des causes exogènes : état initial, évolution de la réglementation et des spécifications, nouvelles demandes à intégrer conduisant à des lissages des opérations
- Des discussions existent à haut niveau :
 - sur l'état final à atteindre
 - sur la prise en charge par l'ANDRA de grandes quantités de déchets générées,
- Le domaine de l'A&D est aujourd'hui mature : le retour d'expérience de Grenoble, premier chantier à l'échelle d'un site qui se termine en témoigne,
- L'objectif est de faire progresser l'A&D avec la R&D menée au CEA et la valoriser auprès des industriels



Merci de votre attention

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
Centre de Saclay | 91191 Gif-sur-Yvette Cedex
T. +33 (0)1 64 50 10 00 | F. +33 (0)1 64 50 11 86

Etablissement public à caractère industriel et commercial | RCS Paris B 775 685 019

DEN
DADN