



DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

CHICADE









Plate-forme technologique collaborative, dédiée à l'expertise et la caractérisation de déchets nucléaires

Présentation de CHICADE

O. DAVID – O. VIGNEAU (CEA/DES)

CATÉGORIES DE DÉCHETS RADIOACTIFS ET FILIÈRES DE GESTION ASSOCIÉES

Période radioactive* / Activité**	Vie très courte (VTC) (période < 100 jours)	Principalement vie courte (VC) (période ≤ 31 ans)	Principalement vie longue (VL) (période > 31 ans)
Très faible activité (TFA) < 100 Bq/g	 Gestion par décroissance radioactive	 Stockage de surface (Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage)	
Faible activité (FA) entre quelques centaines de Bq/g et un million de Bq/g		 Stockage de surface (centres de stockage de l'Aube et de la Manche)	 Stockage à faible profondeur à l'étude
Moyenne activité (MA) de l'ordre d'un million à un milliard de Bq/g			 Stockage géologique profond en projet (projet Cigéo)
Haute activité (HA) de l'ordre de plusieurs milliards de Bq/g	Non applicable		

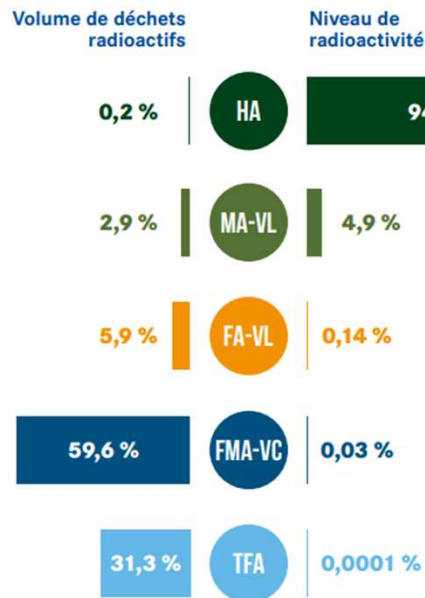
*Période radioactive des éléments radioactifs (radionucléides) contenus dans les déchets

** Niveau d'activité des déchets radioactifs

Un déchet peut parfois être classé dans une catégorie définie mais être géré dans une autre filière de gestion du fait d'autres caractéristiques (par exemple sa composition chimique ou ses propriétés physiques).

Réf : Site ANDRA - INVENTAIRE NATIONAL DES MATIÈRES ET DÉCHETS RADIOACTIFS - LES ESSENTIELS 2022

La répartition des volumes et niveaux de radioactivité présentée ci-dessous est issue de l'édition 2018 de l'Inventaire national (sur la base des chiffres à fin 2016) :



Les déchets radioactifs : une production annuelle stable

En France, le volume de déchets radioactifs produit par habitant chaque année correspond à moins de 500 cm³, soit le volume de :



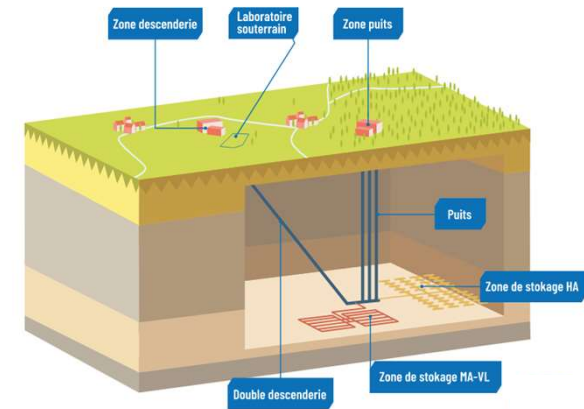
0,5 litre
l'équivalent d'une 1/2 brique



Par comparaison, en 2017, nous avons produit

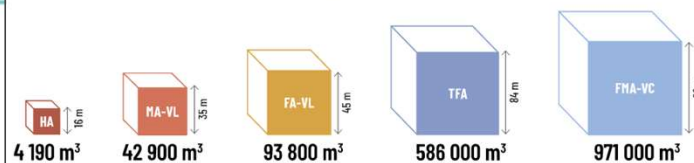
580 Kg

de déchets ménagers par habitant



1 700 000 m³

C'est la quantité de déchets radioactifs (toutes catégories confondues) accumulée en France que l'Andra prend en charge.



Des centres de stockage prévus pour durer

Les déchets TFA et FMA-VC sont ensuite définitivement stockés dans un centre de stockage adapté à chaque catégorie de déchets pour assurer le confinement de la radioactivité.



Dossier d'options de sûreté – Partie exploitation (DOS-Expl)

VOLUME I - Contexte - Objet - Stratégie de sûreté

3 - Stratégie de sûreté

CG-TE-D-NTE-AMOA-SR1-0000-15-0060/A

3.3 Fonctions de sûreté

Les cinq fonctions de sûreté ci-dessous applicables à Cigéo pendant toute la durée d'exploitation doivent être maintenues dans toutes les situations incidentelles ou accidentelles d'origine interne ou externe ou a minima rétablies dans des délais compatibles avec les objectifs de protection des personnes et de l'environnement retenus pour Cigéo :

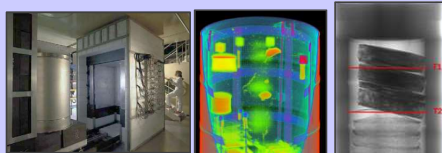
- confiner les substances radioactives, de manière à se prémunir contre le risque de dispersion de ces substances ;
- protéger les personnes contre l'exposition aux rayonnements ionisants ;
- maîtriser la sûreté vis-à-vis du risque de criticité ;
- évacuer la puissance thermique des déchets ;
- évacuer les gaz formés par radiolyse afin de gérer les risques d'explosion.



INB 156 – CHICADE : La plate-forme technologique, dédiée à l'expertise et la caractérisation de déchets nucléaires

- la fabrication de chambres à fission
- L'expertise de déchets nucléaires pour leur transport vers l'exutoire adapté
- les méthodes de conditionnement des déchets solides

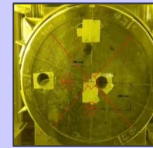
Les moyens implantés dans CHICADE :



SYMETRIC interrogation neutronique
CINPHONIE imagerie haute énergie



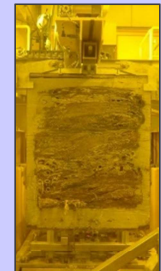
Dégazage ^3H , ^{14}C , Mesures de gaz, Etalonnage spectro.



Carottage à sec
Inventaire
Découpe



Découpe sous eau
Carottage sous eau
Inventaire



Dégazage, échantillothèque, lixiviation.



Dissolution d'échantillons irradiants



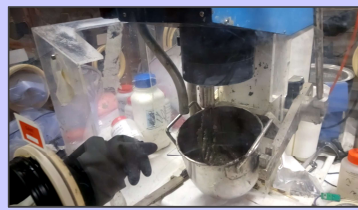
La Fabrication de chambres à fission



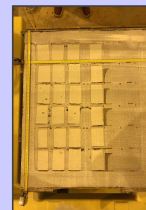
CPG, Diffusion, dégazage, broyage. Perméation, aérosols



Toute caractérisation physico-chimique sur échantillons.
Etude de procédé de cimentation en actif



Conditionnement sources sans emploi : développement procédé en vue de son industrialisation



Les intervenants

CEA :

- IRESNE/LMN – LDCI – LARC
- DDSD – LGOC
- DDSD – SECC

Les clients de CHICADE :



□ **Besoin :**
 Détecter et interpréter un rayonnement sur des objets justement conçus pour le réduire au maximum !

- **Méthodes :**
- **La Caractérisation Physique :**
Radiographies et tomographies X - HE
 - **La Caractérisation Radiologique :**
Spectrométries γ - Mesures Neutroniques Passives et Actives
 - **La Caractérisation Chimique :**
Spectrométries γ après activation neutronique/photonique

→ Couplage des techniques de mesure

SYMETRIC : Mesures neutroniques passives et actives (quantification actinides)



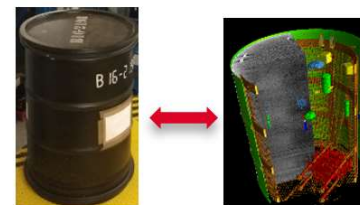
Spectrométrie gamma (quantification PF, PA)



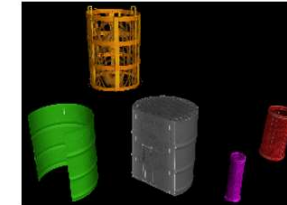
CINPHONIE : Tomographie (caractérisation physique)



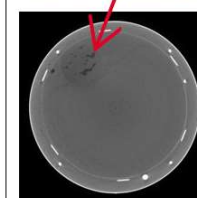
Identification - localisation de matériaux + ou - denses



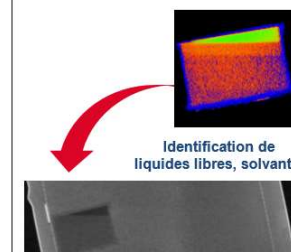
Extraction d'objet, pour vérifier leur intégrité.



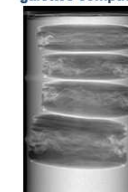
Identification des bulles & fissures millimétriques dans le béton (radiolyse)



Identification de liquides libres, solvants.



Vérification du nombre et positionnement des galettes compactées



Et en dehors des colis de déchets...



Mammoth de Durfort au Museum d'Histoire Naturelle de Paris



2 canons du 17^e siècle Découverts en 2016 dans la baie de St Tropez

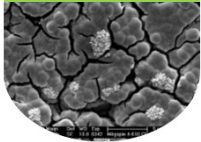
Missions du LARC : Offrir une large gamme de moyens analytiques en chimie et radiochimie pour répondre aux demandes d'expertises et de soutiens analytiques

Domaine Réacteurs



- Caractérisations des **fluides primaire et secondaire des réacteurs REP** (Fluide, REI, filtre) - Comportement des PF/PA-94Nb, Fe, Ni, Cs, actinides, ...) pour **EDF via DTN ou DPC (CONTA et COLMA)**
- Caractérisation des structures (béton, acier) et du graphite des **réacteurs UNGG** - Etude de la dégradation chimique des **résines** sous radiolyse, colmatage (**EDF, ANDRA, CEA via COSTO**)

Domaine Combustible

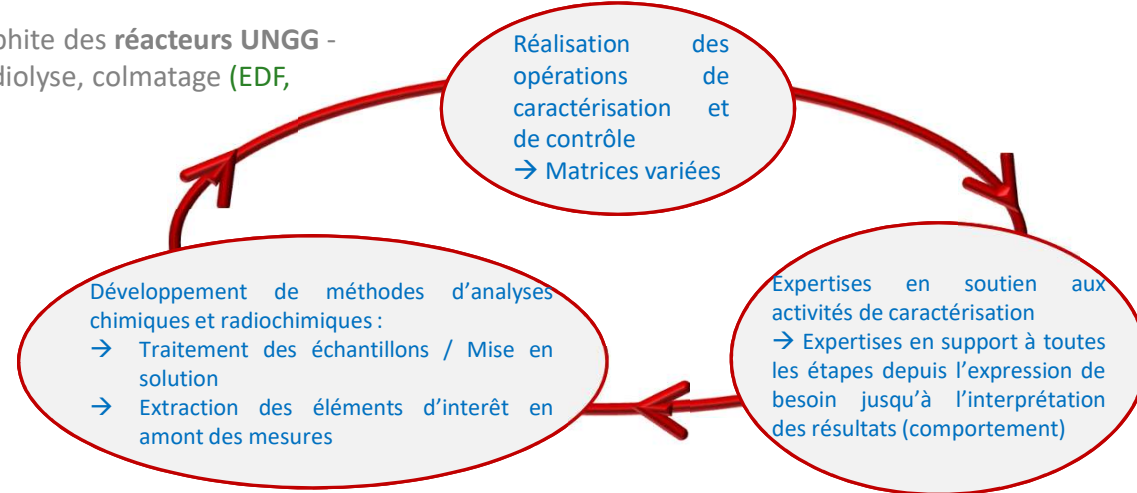


- Caractérisation du **combustible UO₂** (isotopie, impuretés) - combustible vierge PN pour (**TA**), combustibles type SIMFUEL (**TERPF**)
- Etude de dissolution de **cibles irradiées, chambres à fission (INSNU – INSTR via le DER)**

Domaine Déchets



- Caractérisations radiochimiques de déchets : RNVL et émetteurs β purs (**EXUFU**)
- Etude du comportement des **Radionucléides pour le stockage (EDF, ANDRA, CEA via COSTO)**
- Caractérisations chimiques et radiochimiques d'échantillons de « **super-contrôle** » **ANDRA (SUPER)**
- Caractérisations chimiques des déchets : dosage des complexants organiques et détermination du pouvoir complexant global d'une solution



Externes

Mesures de gaz
(H₂, ³H, ¹⁴C)

**Bat 332**

CPG, porosité,
perméation, aérosols

**Halls**

Dégazage tritium, ¹⁴C,
gaz de radiolyse

**Sorbonnes**

CPG, Diffusion,
dégazage, broyage



15 permanents
2 apprentis
1 intérimaire

Labos BAG

Toute caractérisation physico-chimique sur échantillons,
réalisation d'essai de cimentation en actif

**Alceste**

Carottage à sec, inventaire

**Cadecol**

Carottage sous eau,
découpe sous eau,
inventaire

**Calimedon**

Dégazage,
échantillothèque, lixiviation

**Peter Pan**

Dissolution

**Caroline**

Conditionnement sources sans usage



Catégorie	Déchets dits à vie très courte	Déchets dits à vie courte	Déchets dits à vie longue
Très faible activité (TFA)	VTC Gestion par décroissance radioactive	TFA Stockage de surface (Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage)	
Faible activité (FA)		FMA-VC Stockage de surface (centres de stockage de l'Aube et de la Manche)	FA-VL Stockage à faible profondeur à l'étude
Moyenne activité (MA)			MA-VL Stockage géologique profond en projet (projet Cigéo)
Haute activité (HA)			HA
	Non applicable		

Source : ANDRA

MAVL → Déchet de Moyenne Activité à Vie Longue

FMA-VC → Déchet de Faible et Moyenne Activité à Vie Courte

Conditionnement (immobilisation et confinement) des déchets à l'aide de liants hydrauliques (mortier) dans des fûts, container, caisson



Boues et concrétions



Echantillons de mortier moulés



Graphite réacteur UNGG



Cendres d'incinérateur



FMA-VC : Centre de Stockage de l'Aube (CSA)



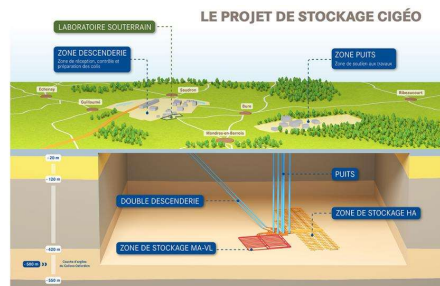
Référentiels applicables

Epreuves techniques obligatoires :

Ces épreuves techniques sont obligatoires en fonction du type de colis

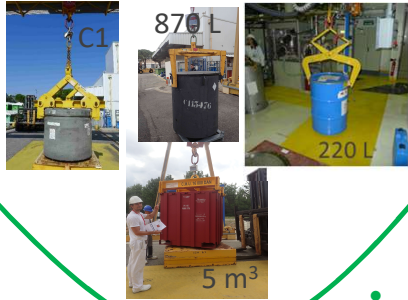
- E.T n°048 : Evaluation du degré d'homogénéité d'un bloc de déchets homogènes
- E.T n°049 : Evaluation de l'homogénéité et de la continuité d'une enveloppe
- E.T n°050 : Evaluation de la tenue aux cycles gel-dégel de colis de déchets
- E.T n°051 : Evaluation du dégazage tritium d'un colis de déchets
- E.T n°052 : Détermination de la résistance à la lixiviation d'échantillons de blocs de déchets homogènes
- E.T n°053 : Détermination du coefficient de diffusion effectif de l'eau tritiée dans un matériau
- E.T n°054 : Evaluation de la tenue à l'irradiation gamma de colis de déchets radioactifs conditionnés dans un matériau à base de liants hydrauliques
- ET n°058 : Evaluation de la résistance à la chute de colis de déchets
- ET n°060 : Evaluation du comportement au feu de colis de déchets
- ET n°061 : Exsudation d'eau sous effort de compression
- ET n°062 : Evaluation de la perméabilité aux gaz, de la porosité accessible à l'eau et de la masse volumique de matériaux à base de liants hydrauliques
- E.T n°066 : Epreuve technique d'étanchéité de la liaison conteneur-bouchon

MA-VL : Centre Industriel de stockage GEOlogique (CIGEO- en projet)



Référentiels applicables sont en cours de définition

Demande d'accord de conditionnement auprès de l'ASN
Epreuves techniques à réaliser pour dossier de demande
Entreposage sur les sites des producteurs



- Découpe colis en cellule blindée

- Mesure dégazage colis en ^3H et ^{14}C (ET 051)



- Inventaire du contenu de colis de déchets (avant conditionnement)



- Mesure de résistance à la compression

- Test de lixiviation (ET 052)



Carottage et découpe en cellule blindée

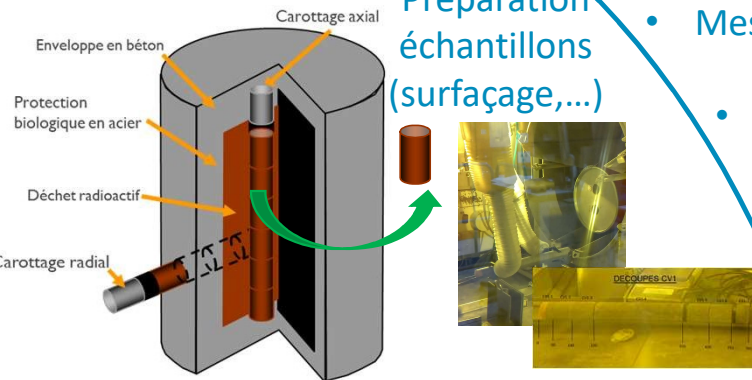
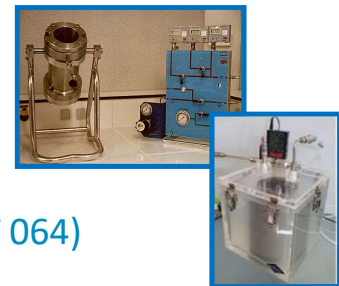
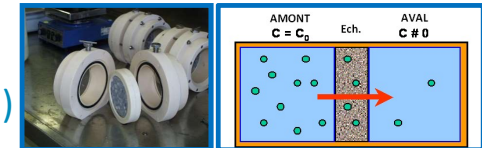
Préparation échantillons (surfaçage,...)

- Mesure du coefficient de diffusion HTO (ET 053)

- Mesure porosité H_2O , masse volumique, du coefficient de perméabilité aux gaz (ET 062)

- Production de gaz par le déchet en milieu alcalin (ET 063)

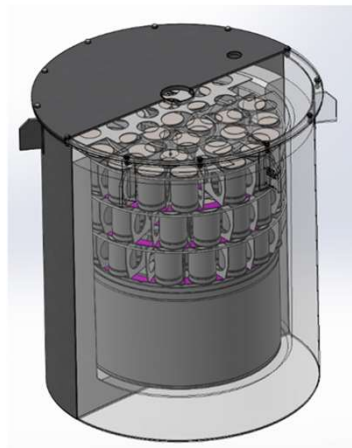
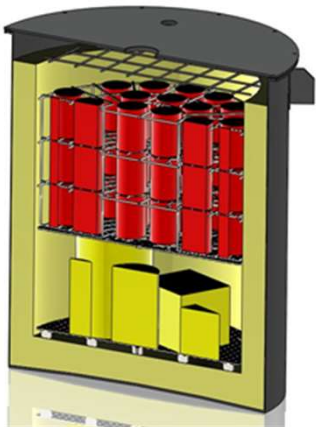
- Stabilité mécanique d'un bloc de déchet homogène (ET 064)



Les objectifs :

- La mise au point d'une méthodologie de conditionnement de SSU sur la base du REX d'une filière de déchets solides opérationnelle 870 L (MAVL)
- La validation de la robustesse du processus de conditionnement pour garantir l'industrialisation du procédé

Une demande d'accord de conditionnement est en cours auprès de l'ASN
Interrogations de l'ASN sur le maintien du statut R&D de l'INB156 suite à cette nouvelle activité.



Exemples de sources avant conditionnement en boîte de 1L et d'un indémontable (GSM)



Merci de votre attention

