

# PIVIC

## Procédé d'Incinération fusion et Vitrification In Can

**Durée** : 25 ans, dont 15 ans de R&D (2011-2026) soutenus dans le cadre du programme d'Investissements d'avenir

**Démarrage du projet** :  
04/2011

**Montant du projet (phase R&D)** :  
85 M€

**Dont aide du programme Investissements d'avenir** :  
19,7 M€

**Forme de l'aide** : Subvention avec modalités de retour sur investissement pour l'État

**Localisations** :  
Bagnol-sur-Cèze (30),  
La Défense (92),  
Chatenay-Malabry (92)

**Coordinateur** : Orano

**Partenaires** :

- CEA
- Andra

**Contact** : Sylvain PELLETIER,  
[sylvain.pelletier@orano.group](mailto:sylvain.pelletier@orano.group)

### CONTEXTE

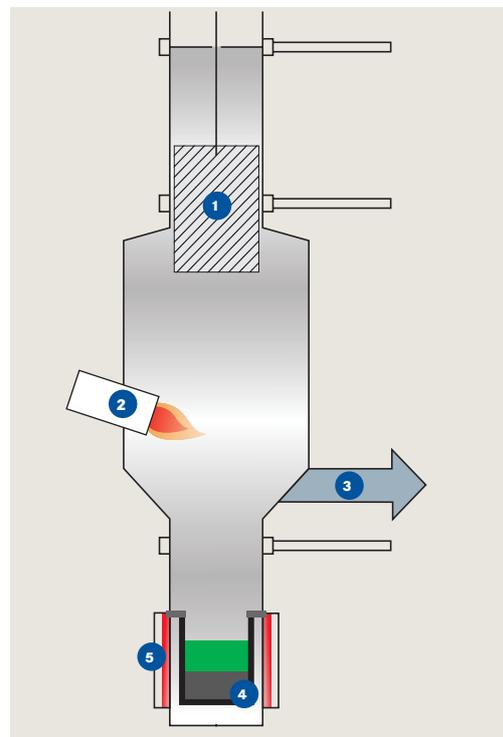
Utilisé dans une vingtaine de réacteurs électronucléaires français, le combustible MOX est un mélange d'oxyde d'uranium et d'oxyde de plutonium, issu du retraitement du combustible nucléaire usé. Lors des opérations effectuées par Orano pour fabriquer le MOX, des filtres, des câbles et autres déchets tels que des vêtements de protection sont contaminés par la radioactivité, principalement du plutonium. Ces déchets radioactifs de moyenne activité à vie longue (MA-VL), constitués de métal, de verre et de matières organiques (plastiques), sont destinés à être conditionnés dans des conteneurs métalliques avant d'être accueillis dans Cigéo, le futur centre de stockage géologique. À terme, leur volume atteindra environ 3 000 m<sup>3</sup>. Ce type de déchets présente toutefois une problématique : sous l'effet de l'irradiation, la matière organique qu'ils contiennent produit du gaz, en particulier du dihydrogène qui peut entraîner des risques d'explosion, ainsi que des composés corrosifs néfastes pour la durabilité des conteneurs métalliques renfermant ces déchets.

### OBJECTIFS

Pour permettre le stockage de ces déchets dans Cigéo, le procédé PIVIC (Procédé d'Incinération fusion et Vitrification In Can) a été retenu. Ce procédé, combinant le traitement par incinération et le conditionnement par fusion/vitrification, doit à terme permettre :

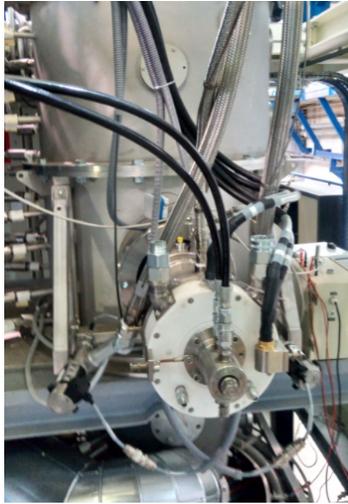
- d'incinérer les matières organiques contenues dans les déchets via l'utilisation d'une torche à plasma (Incinération) ;
- de stabiliser et conditionner les résidus d'incinération dans une matrice en verre (Vitrification) ;
- de fondre la partie métallique par un chauffage par induction directe (Fusion) ;
- de réaliser ces deux dernières opérations 'In Can', le creuset dans lequel sont opérées la

fusion et la vitrification servant également de conteneur (« Can ») au déchet. Le Can est ainsi remplacé après chaque opération de traitement.



- 1 Les déchets radioactifs, constitués de métal, de verre et de matière organique, sont introduits en partie haute du procédé (four).
- 2 Dans cette partie haute, une torche à plasma chauffe les déchets à environ 800 °C. À cette température, la matière organique brûle et se transforme en gaz et en cendres.
- 3 Le gaz est évacué vers un système de traitement.
- 4 La partie basse du procédé (fusion) est constituée d'un conteneur métallique (le can) chauffé par induction directe, dans lequel les déchets issus de la partie haute (métaux, verre et cendres issues de l'incinération de la matière organique) sont introduits. De la fritte de verre est également ajoutée.
- 5 L'induction directe a pour effet de faire fondre le métal, qui va lui-même provoquer la fusion de la fritte de verre et l'incorporation des cendres dans cette fritte de verre fondue.

# PIVIC : Procédé d'Incinération fusion et Vitrification In Can



► Torche plasma



- Bain de verre et métal en fusion :
- le verre est en jaune sombre ;
  - le métal en jaune plus clair.

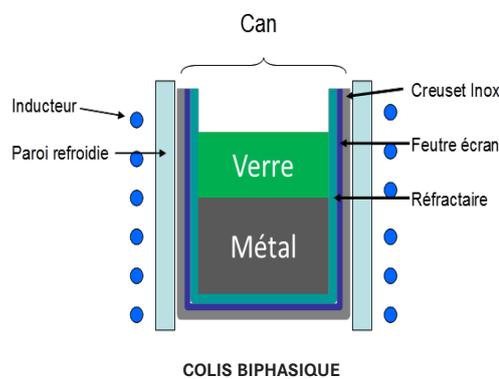
Couche de béton ajoutée a posteriori pour la stabilisation lors du découpage. Une opération réalisée pour les besoins d'analyse dans le cadre des essais menés sur le procédé



phase de verre  
phase de métal

► Contenu du "Can"

Le déchet final contenu dans le « Can » est ainsi composé de deux couches : une couche métallique au fond (plus dense, issue de la fusion des déchets métalliques), et une couche de vitrifiât au-dessus (issue de la vitrification des cendres). Avant stockage, le Can fait lui-même l'objet d'un surconditionnement dans un conteneur en inox.



## DÉROULEMENT DU PROJET

La collaboration entre Orano, le CEA et l'Andra a débuté en 2011. Afin de démarrer une installation industrielle vers 2035, le projet PIVIC est découpé en différentes phases sur plusieurs années, avec :

- jusqu'en 2016, une première phase de R&D sur des sous-modules de l'installation : module de fusion verre-métal (partie basse du procédé PIVIC) d'une part, essais d'incinération/vitrification à échelle réduite d'autre part ;
- de 2016 à 2018, la construction du pilote complet PIVIC à l'échelle 1, suivie d'une première période d'essais pour vérifier la faisabilité jusqu'en 2020 ;
- de 2020 à 2023, une série d'essais complémentaires et de modifications du pilote pour prendre en compte le retour d'expérience de ces essais. En parallèle, des études de faisabilité industrielle seront réalisées ;
- de 2023 à 2026, la qualification du procédé (vérification du fonctionnement en mode dégradé notamment) ;

- à partir de 2026, l'industrialisation et la nucléarisation du procédé jusqu'à sa mise en service vers 2035 sur le site Orano à La Hague.

## RÉSULTATS ATTENDUS

### Innovation

Le procédé PIVIC s'appuie sur des briques technologiques éprouvées développées au Commissariat à l'Énergie Atomique depuis plusieurs années : l'incinération (IRIS), le traitement des gaz, la fusion des métaux, la vitrification par induction directe (CFA), l'élaboration directement dans le conteneur (In Can Melter), mais également l'incinération-vitrification à l'aide de torches plasma (SHIVA). L'innovation principale de PIVIC réside ainsi dans la combinaison et l'adaptation de ces différentes technologies complexes au sein d'un seul et même procédé.

Les travaux de R&D sur le procédé ont à ce jour donné lieu au dépôt de trois familles de brevets.

### Impact pour la gestion des déchets radioactifs

Le procédé PIVIC facilitera le stockage de déchets jusqu'alors difficiles à prendre à charge, en permettant en particulier :

- d'assurer une meilleure sûreté en stockage via la destruction de la matière organique et la production d'une matrice stable et confinante (vitrifiât associé à une phase métallique) ;
- de préserver les capacités de stockage via une réduction d'un facteur 8 du volume de déchets à stocker.