

Introduction : À l'heure actuelle, les déchets MA-VL ($10^5 - 10^9$ Bq/g), riches en α , représentent 3% du volume total des déchets nucléaires français et un volume de 48 000 m³. La fabrication du MOX produit 3 600 m³ de déchets, constitués de verre, matière organique et métal, destinés au stockage géologique profond dans des conteneurs métalliques. Cependant, suite à l'irradiation, la matière organique est susceptible de produire du gaz (H₂) pouvant entraîner un **risque d'explosion**. Pour pallier ce problème, le **projet PIVIC** (Procédé d'Incinération Vitrification In Can) est en cours. Des recherches sont également menées afin d'adapter ce projet au **traitement et conditionnement des déchets bitumés**.

Le projet PIVIC pourrait-il offrir une solution au stockage des déchets de Moyenne Activité à Vie Longue et aux colis bitumés en formation géologique profonde ?

I - Projet PIVIC

a) Principe

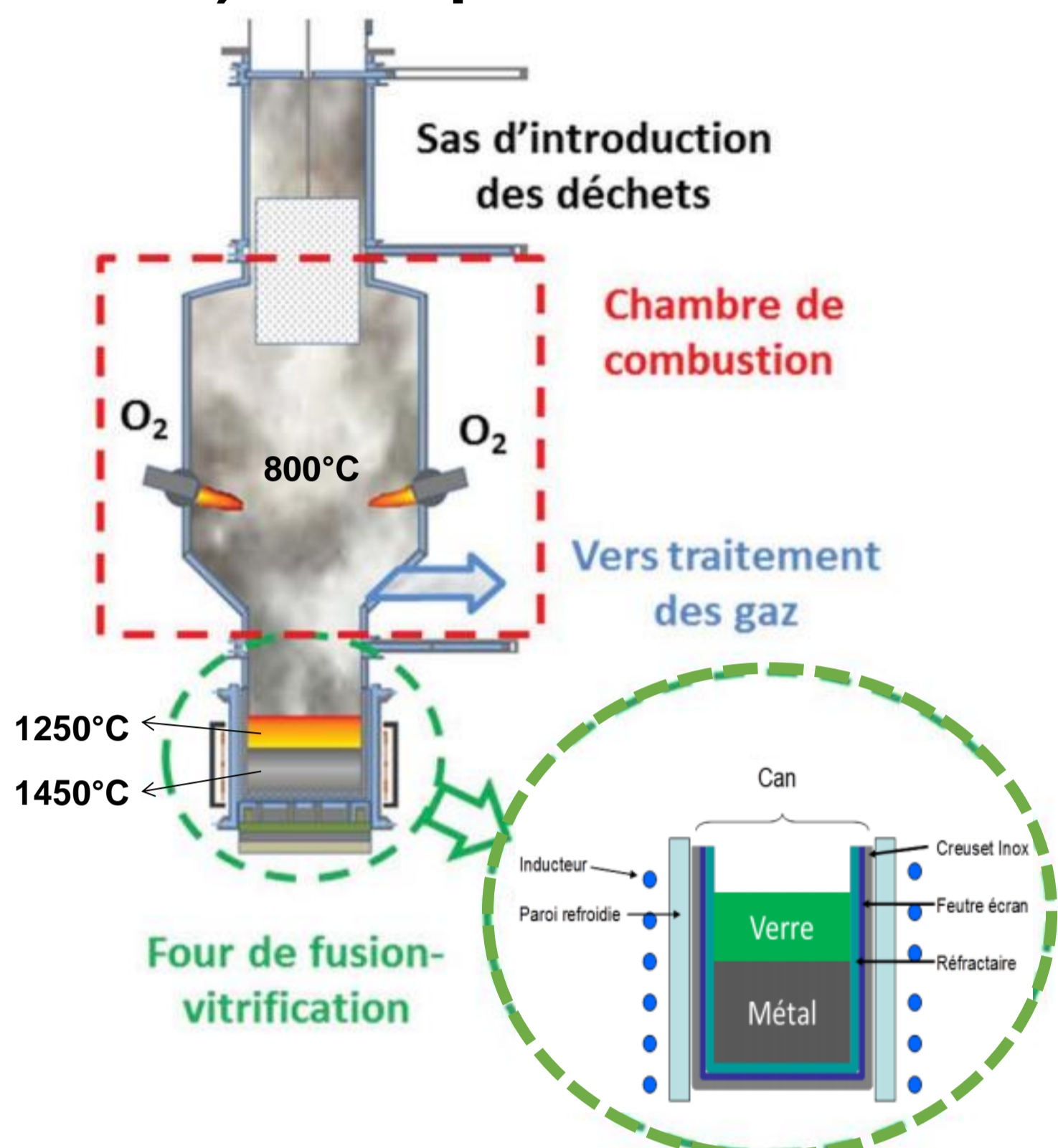
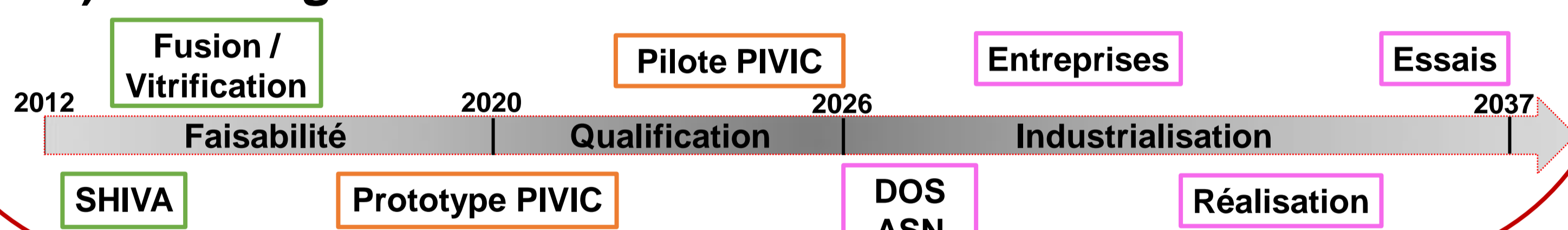


Figure : Schéma principe PIVIC (ORANO, 2018)

b) Planning



Introduction des déchets radioactifs constitués de métal, verre et matière organique dans le four

Les déchets sont chauffés à 800°C par une torche à plasma, brûlant ainsi la matière organique, la transformant en cendres et gaz

Évacuation des gaz vers un système de traitement

Les déchets issus de la chambre de combustion sont introduits dans le Can chauffé par induction + ajout de fritte de verre (Al - Si)

Fonte du métal suite à l'induction directe, provoquant la fusion de la fritte de verre et l'incorporation des cendres

Colis biphasique

II - Résultats comparatifs et interprétations

À l'heure actuelle, certains déchets MA-VL sont conditionnés en colis standard de déchets compactés (CSD-C). Pouvant représenter des risques lors du stockage, le projet PIVIC est en cours de développement. Une comparaison de différents paramètres est faite entre les colis CSD-C et les colis PIVIC.

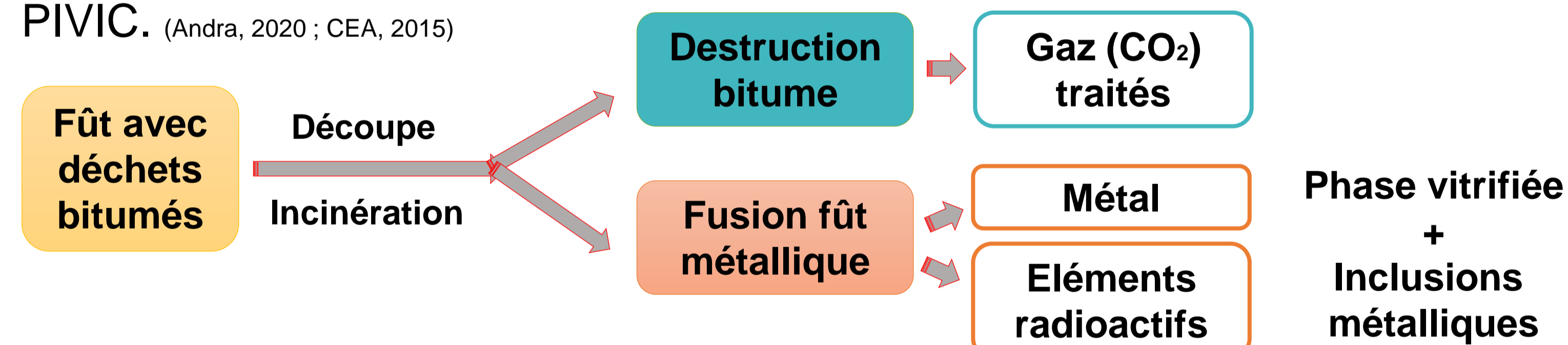
Tableau : Comparaison des colis CSD-C et PIVIC (Production personnelle ; utilisation d'AREVA, 2017 ; CNE, 2017)

Ratio	Déchets MA-VL	
	Colis CSD-C	Colis PIVIC
Ratio	10 fûts de déchets	1 colis biphasique
Volume colis	180 l	233 l
Capacité production	6 colis/j	1 colis/j
Puissance thermique à la production	12 W/colis	6,4 à 13 W/colis
Inconvénients	- Libération d'hydrogène → risque d'explosion → libération de RN - Présence de composés corrosifs (HCl) pour les conteneurs - Par radiolyse, les molécules organiques complexent avec les actinides et d'autres RN, modifiant les paramètres de migration	- Procédé plus coûteux - Production de déchets secondaires : gaz
Avantages	- Moins coûteux - Production plus rapide	- Colis stable ; durable physiquement et chimiquement → meilleure sûreté - Réduction d'un facteur 8 du volume de déchets à stocker - Traiter et conditionner en 1 seule étape - Résistance du verre à l'irradiation et à l'échauffement

- ❖ L'étape de vitrification des MA-VL est un atout qui pourrait permettre le **stockage en formation géologique profonde**.
- ❖ Malgré le coût supplémentaire que cela représente ainsi que la production de déchets secondaires, les bénéfices restent importants, tant en matière de **sûreté**, que pour la **réduction** considérable du **volume** des déchets.

III - Adaptation projet PIVIC aux colis MA-VL bitumés

Afin de traiter les 29 000 colis de déchets MA-VL bitumés (puissance thermique : 3 W/colis), certains procédés sont à l'étude, notamment le projet PIVIC. (Andra, 2020 ; CEA, 2015)



Adaptations : commande à distance ($\alpha + \gamma$) → exploitation cellule et non boîte à gants ; induction haute fréquence ; Can céramique ; traitement des gaz (présence de suie dans les fumées). (ASN, 2019)

Conclusion

- ❖ Le démantèlement des installations nucléaires est à l'actualité, tout comme le retraitement du combustible usé, de ce fait, l'apport des déchets MA-VL ne va pas s'arrêter, il est donc indispensable d'optimiser l'espace de stockage que pourrait offrir le projet CIGEO.
- ❖ En 2035, l'utilisation du projet **PIVIC** pourrait permettre une **réduction considérablement du volume** des déchets MA-VL ; un **traitement et confinement simultanés** ; ainsi qu'une **stabilité des déchets**, nécessaire au stockage en couche géologique profonde. À ce jour, c'est un projet dans lequel l'industrie peut avoir espoir étant donné ses avancées.
- ❖ L'adaptation du projet **PIVIC** aux **colis bitumés** permettrait de traiter dans une seule installation la totalité d'un fût enrobé bitumé pour aboutir à un produit final unique et **adapté au stockage**.

Bibliographie

- Andra, CEA, EDF, Orano, 2020. Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs 2016 -2018 « Evaluation comparée des différents modes de gestion envisagés pour les déchets bitumés »
- AREVA, 2017. PNGMDR 2016 – 2018. Colis de déchets radioactifs HA et MAVL produits et à produire sur le site de La Hague. Analyse de l'acceptabilité dans CIGEO au regard des spécifications d'acceptation préliminaires Andra.
- ASN, 2019. Revue externe sur la gestion des déchets bitumés. Rapport final
- CEA, 2015. Rapport PNGMDR 2013-2015 « Evaluation technico-économique d'un procédé de traitement d'enrobés de boues bitumées par incinération/vitrification ».
- CNE, 2017. Rapport d'évaluation n°11 « Des recherches et études relatives à la gestion des matières et des déchets radioactifs ».
- Orano, 2018. PNGMDR 2016-2018. Rapport d'étape présentant l'état d'avancement à fin 2018 des travaux de développement du procédé d'incinération / vitrification (PIVIC) visant à conditionner les déchets MA-VL organiques riches en émetteurs alpha.