RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

LE « CYCLE DU COMBUSTIBLE »

Présentation CLI Framatome
23 novembre 2022

IRSN/FRM-226 ind. 06

MEMBRE DE ETSON

L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

- L'IRSN regroupe **1700 experts et chercheurs** qui travaillent pour **évaluer les risques nucléaires et radiologiques et identifier les moyens de les réduire**.

- L'IRSN s'appuie sur un **effort continu d'étude et de recherche** pour développer :
  - sa compétence scientifique et technique,
  - sa capacité à produire des études et des avis **en toute indépendance** en s'affranchissant des conflits d'intérêt.

- L'IRSN publie ses avis sur son site internet : www.irsn.fr .

- L'IRSN met en œuvre une **démarche d'ouverture à la société** visant à améliorer l'évaluation des risques par un dialogue renforcé avec la société civile : ouverture.societe@irsn.fr

« Cycle du combustible nucléaire » REP actuel en France

SOMMAIRE

- L'assemblage combustible
- Les réacteurs
- Du minerai d'uranium à l'assemblage combustible
- Le devenir du combustible irradié
- Vue d'ensemble du « cycle » actuel
- Perspectives à court et moyen termes

L'assemblage combustible (AC)

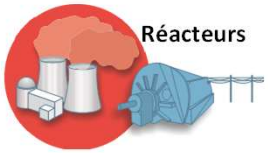
- Constitué de 264 crayons (17x17)
- Longueur entre 4 et 4,8 m
- Poids total entre 607 et 765 kg
- Matière :
  - UNE (uranium naturel enrichi UO_2)
  - MOX (oxydes mixtes $(U,Pu)O_2$)
  - URE (uranium de retraitement enrichi UO_2)
- Quantité de matière entre 0,460 et 0,536 tML

tML (tonne de métal lourd) correspond à la masse d'uranium et de plutonium, la notion de « métal » signifiant que seules les masses de l'uranium et du plutonium sont considérées, quel que soit leurs formes chimiques.

Une tML d'U correspond à une masse de 1 470 kg d'UF_6 et 1 130 kg d'UO_2

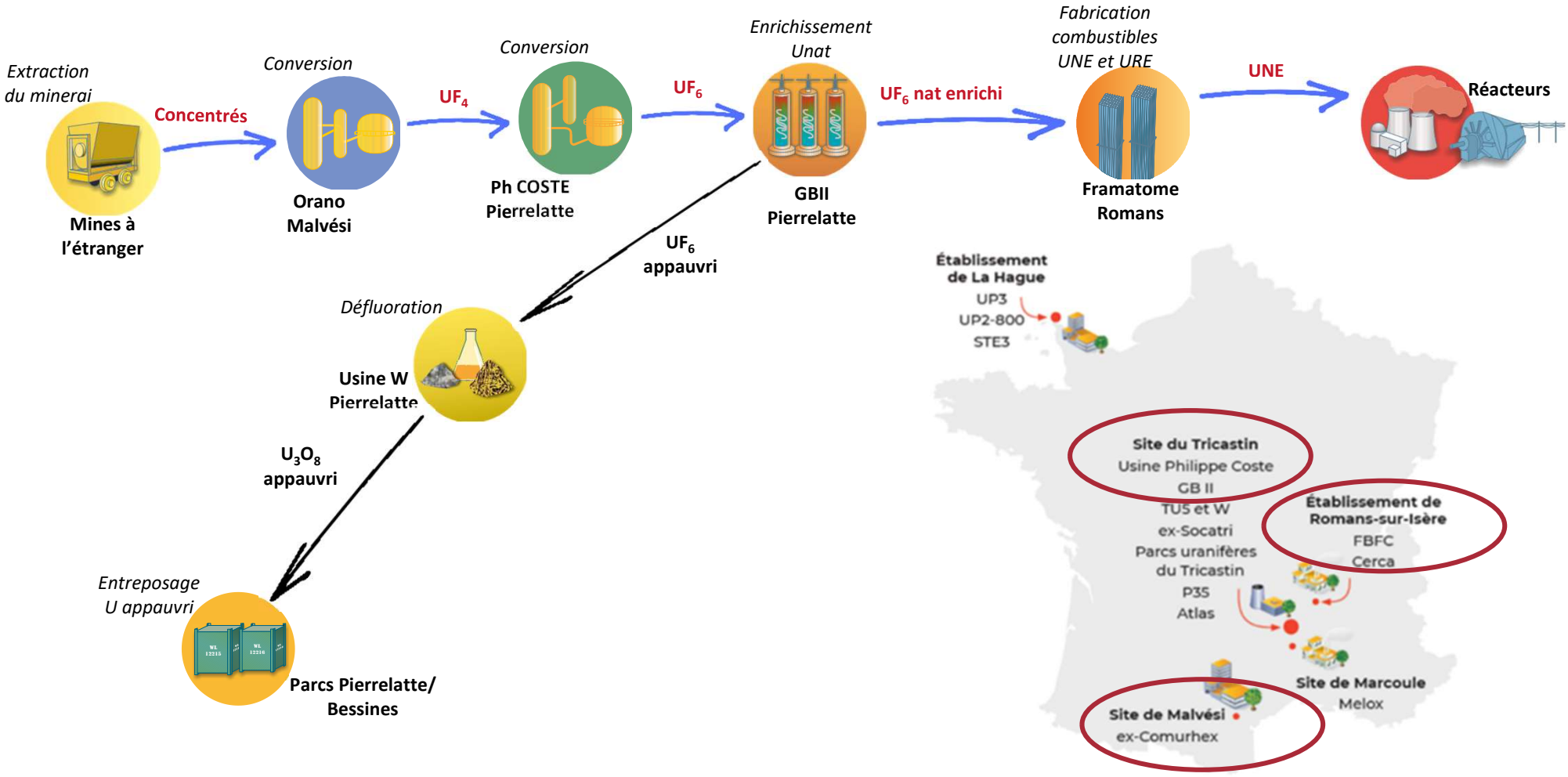
Les réacteurs

Figure 1 : Carte de France des réacteurs d'EDF (points rouges : réacteurs moxés ou moxables) (source : EDF)



Réacteurs	Nombre	Nombre AC dans le coeur	Recharge	Type d'assemblages combustibles
900 MWe	4 CP0	157	52 AC/16 mois	UNE
	28 CPY	157	40 AC/12 mois	40 AC UNE 12 AC MOX + 28 AC UNE 40 AC URE
1 300 MWe	20	193	64 AC/18 mois	UNE
1 450 MWe	4	204	68 AC/18 mois	UNE

Du minerai d'uranium à l'assemblage combustible

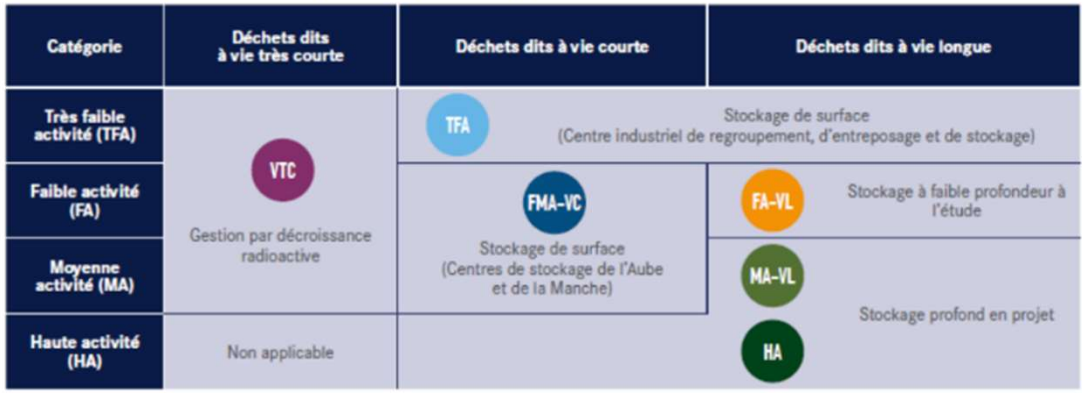


Du minerai d'uranium à l'assemblage combustible

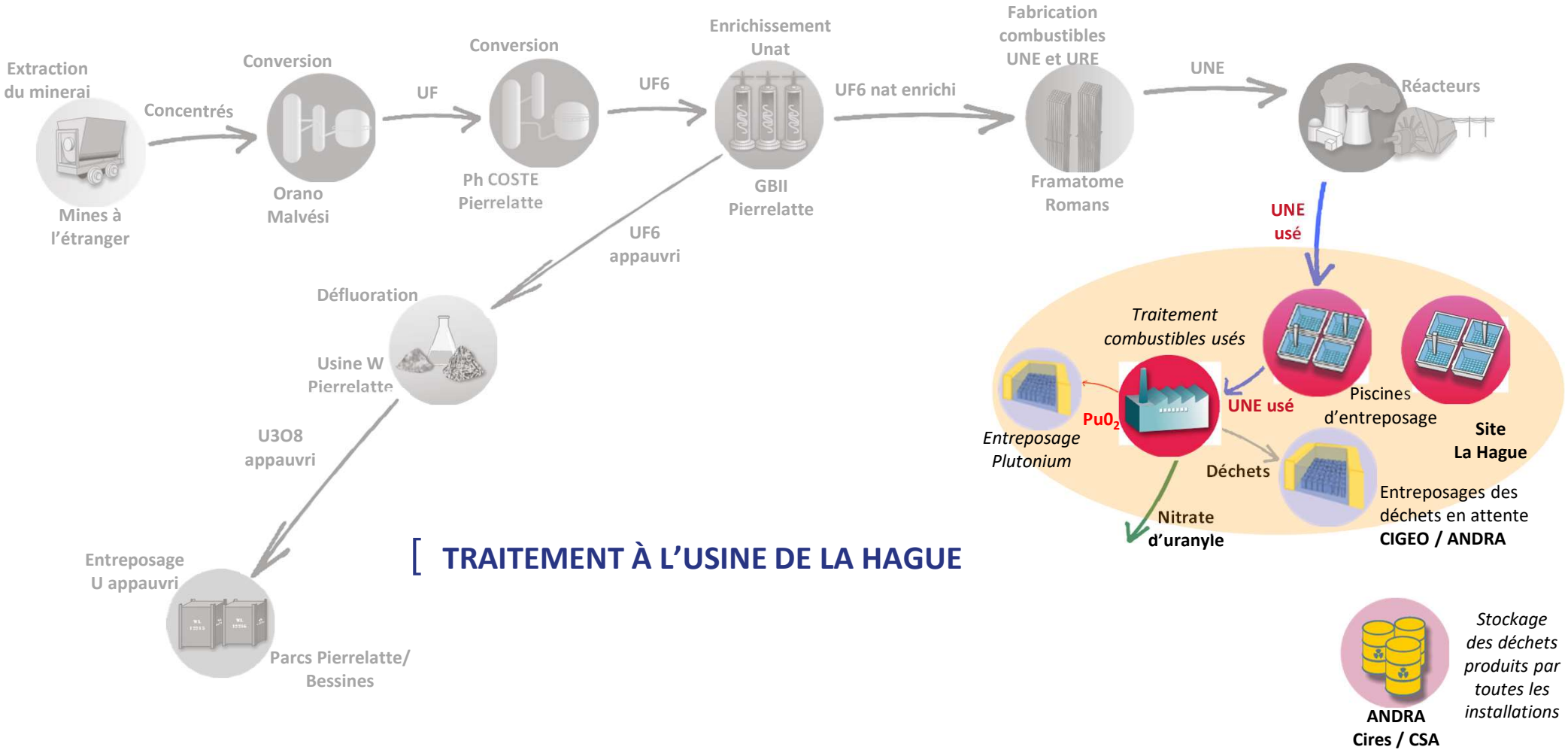
- Principaux risques :
  - Risques chimiques : HF, acide nitrique
  - Risque toxique de l'uranium (U)
  - Risques de criticité (après enrichissement)

- Types de déchets :
  - TFA et FMA-VC

CLASSIFICATION DES DÉCHETS RADIOACTIFS ET FILIÈRES DE GESTION ASSOCIÉES



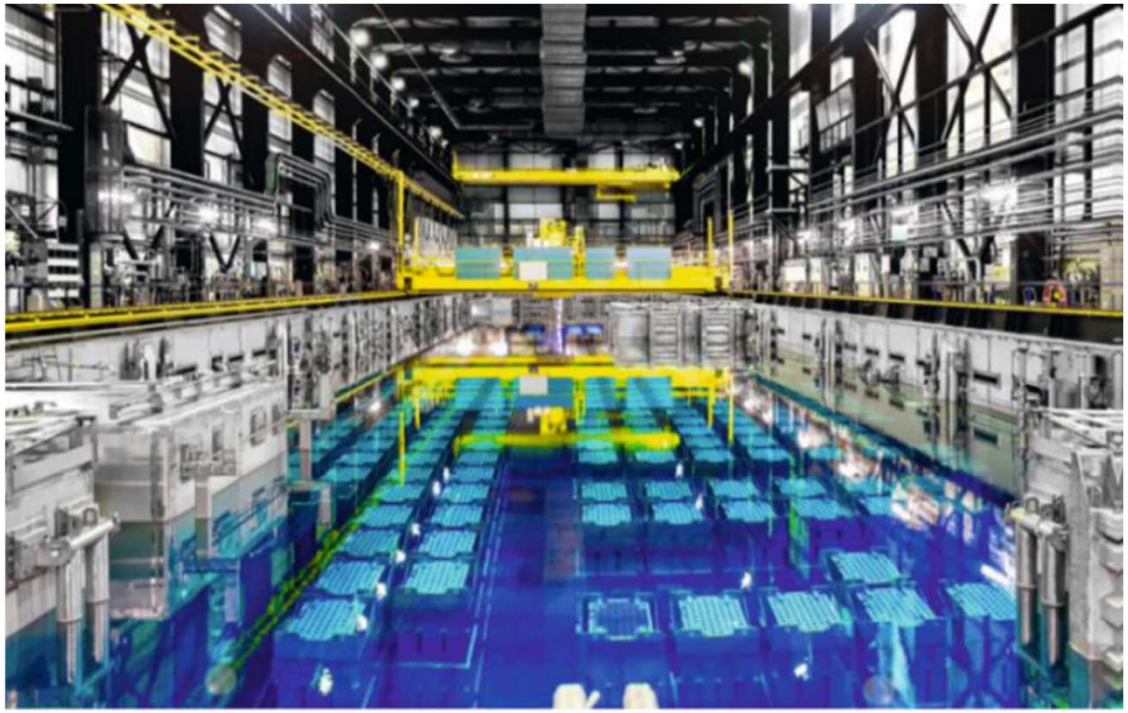
Le devenir du combustible irradié



[TRAITEMENT À L'USINE DE LA HAGUE

Le devenir du combustible irradié

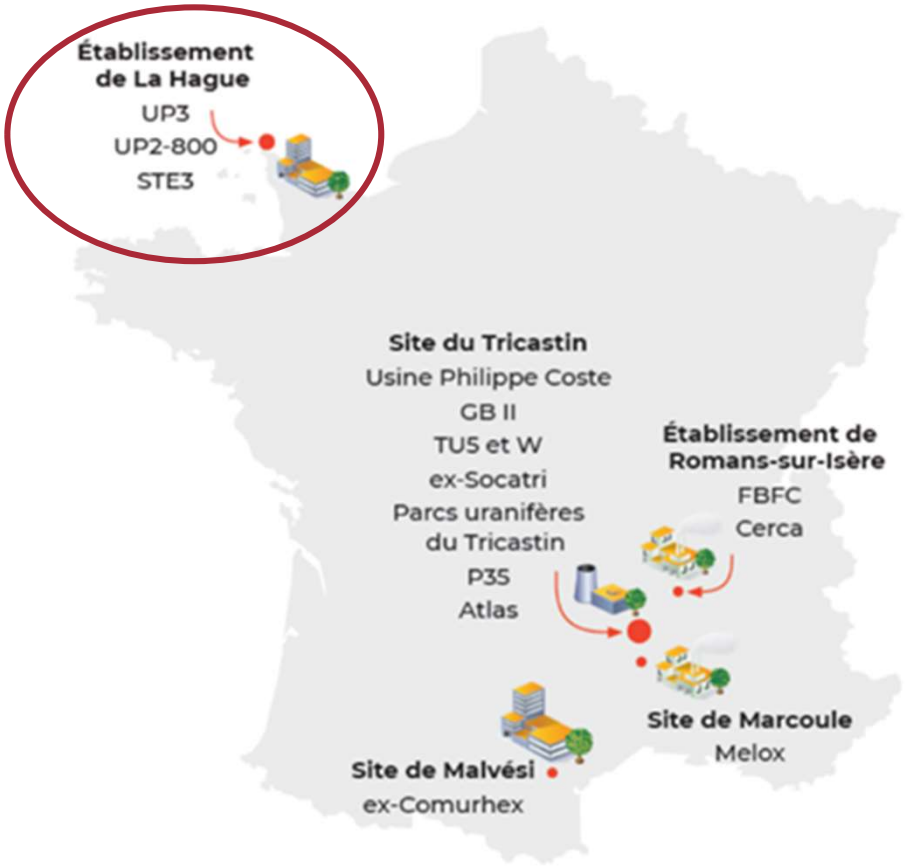
[ENTREPOSAGE DES COMBUSTIBLES (ACU)



- Refroidissement des ACU en piscines réacteurs (BK)
  - Capacité de l'ordre de 5 400 tML
- Transports des ACU
- Entreposage dans les piscines de Orano – La Hague
  - Capacité des piscines :
    - – Opérationnelle : environ 12 000 tML
    - – Limite décret : 17 600 tML

Le devenir du combustible irradié

TRAITEMENT DU COMBUSTIBLE IRRADIÉ



- Orano La Hague
  - Capacité :
    - 1 000 t U+Pu / an par usine
    - 1 700 t U+Pu / an total

AC UNE irradié → Usine La Hague → U (nitrate d'uranyle) 95 %, Pu (PuO_2) 1 %

Usine La Hague → Produits de Fission + actinides 4 %

Le devenir du combustible irradié

TRAITEMENT DU COMBUSTIBLE IRRADIÉ

- Principaux risques :
  - Risque de dispersion de matière
  - Risque de criticité
  - Risque thermique
  - Risque de radiolyse

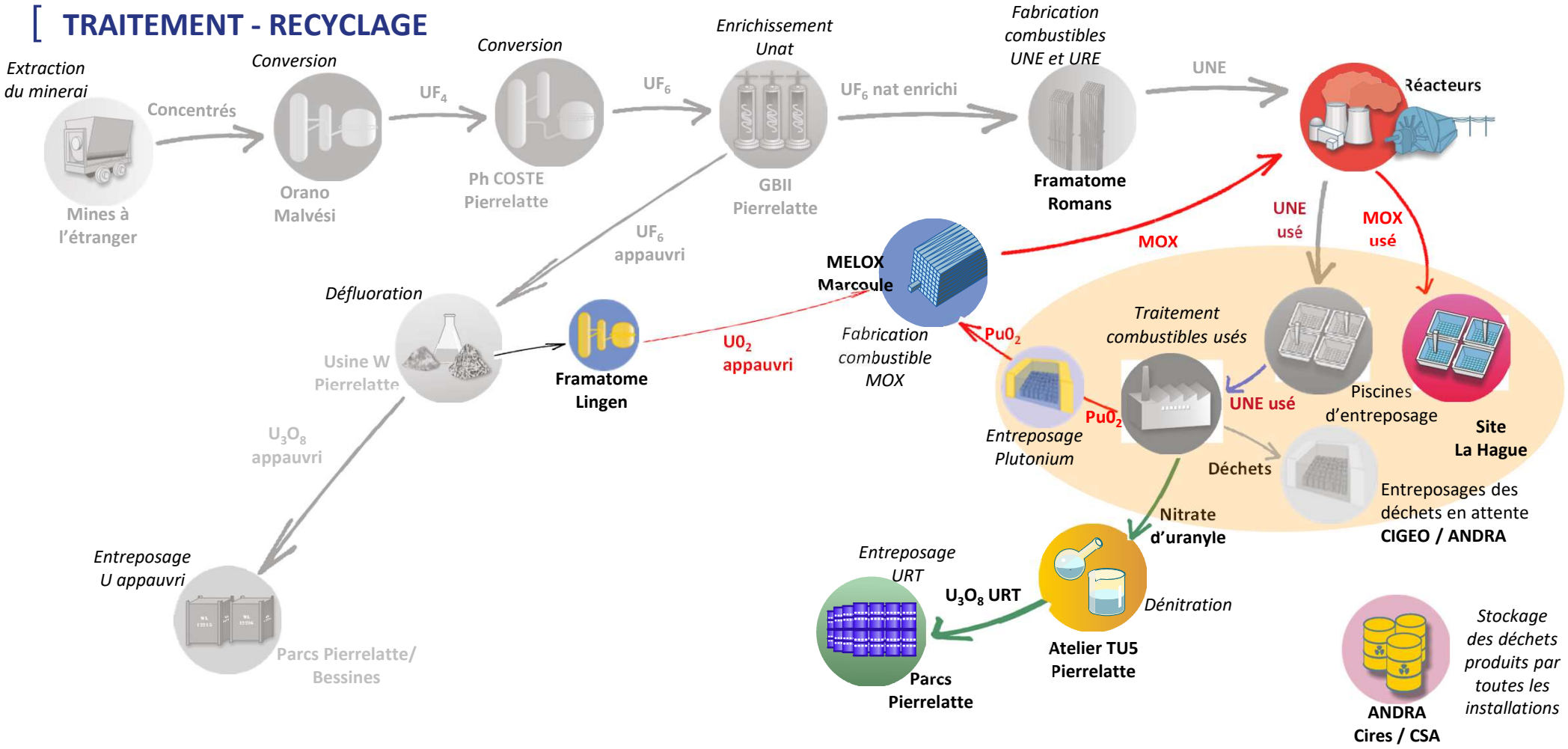
CLASSIFICATION DES DÉCHETS RADIOACTIFS ET FILIÈRES DE GESTION ASSOCIÉES

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 profond en projet
Haute activité (HA)	Non applicable		HA

- Déchets produits :
  - Déchets procédés : HA : Produits de fission (CSD-V)
MA-VL : Coques et embouts (CSD-C)
  - Déchets technologiques sans exutoires : MA-VL, FA-VL
  - Déchets technologiques avec exutoires : TFA, FMA-VC

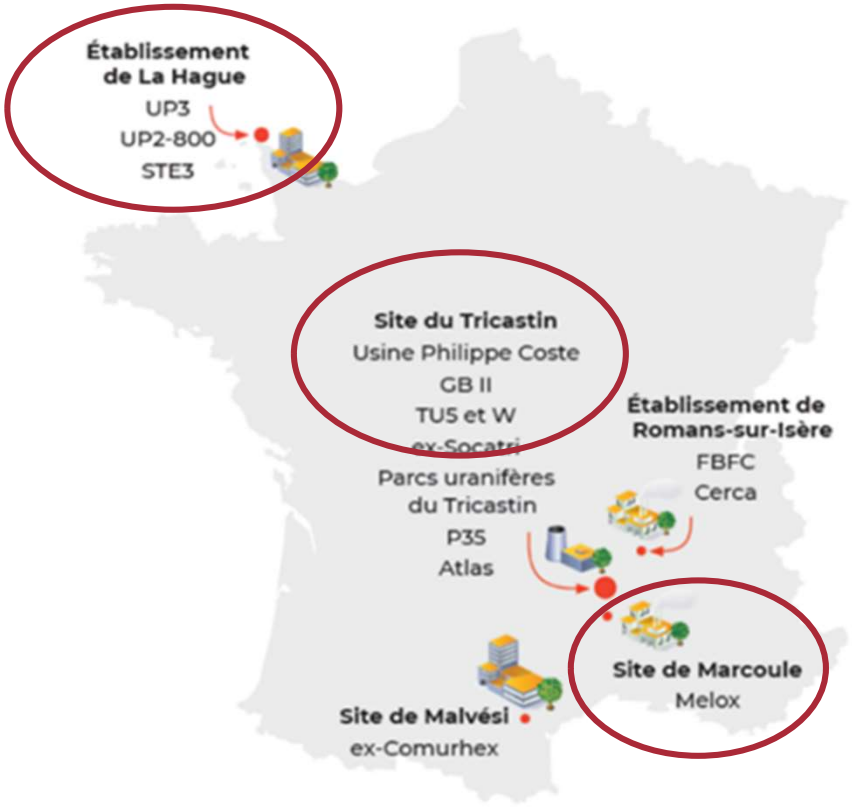
Le devenir du combustible irradié

[TRAITEMENT - RECYCLAGE



Le devenir du combustible irradié

[TRAITEMENT - RECYCLAGE



- Principaux risques :
  - Risque de dispersion de matière
  - Risque de criticité
  - Risque d'exposition aux rayonnements ionisants
  - Risque thermique

- Déchets produits :
  - Déchets MELOX entreposés à La Hague :
    - MA-VL (issus de l'intérieur des boîtes à gants)
    - FA-VL
  - Déchets avec exutoires : FMA-VC, TFA

CLASSIFICATION DES DÉCHETS RADIOACTIFS ET FILIÈRES DE GESTION ASSOCIÉES

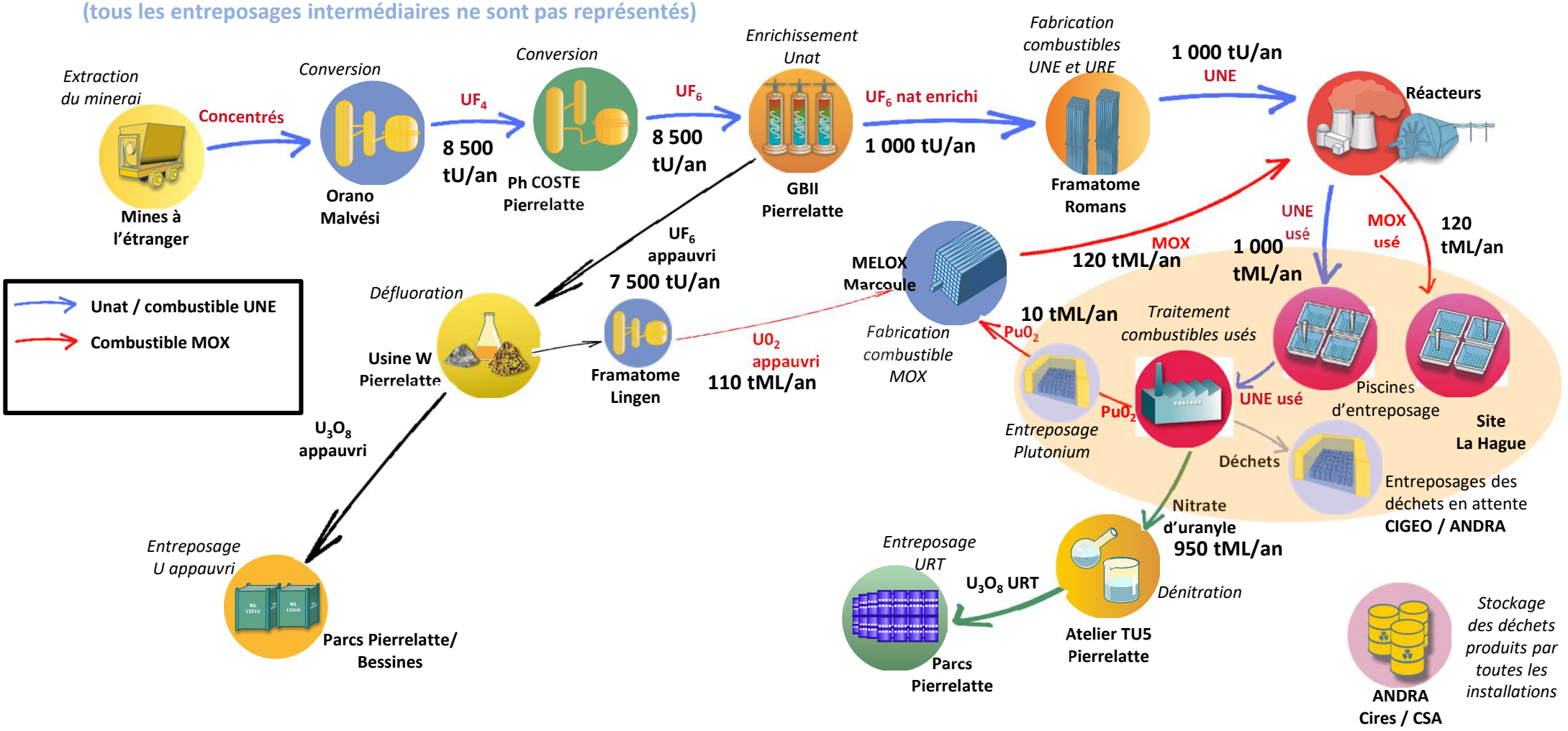
Catégorie	Déchets dits à vie très courte	Déchets dits à vie courte	Déchets dits à vie longue
Très faible activité (TFA)	TFC	TFA — Stockage de surface (Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage)	
Faible activité (FA)	Gestion par décroissance radioactive	FMA-VC — Stockage de surface (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 profond en projet
Haute activité (HA)	Non applicable		HA — Stockage profond en projet

« Cycle du combustible nucléaire » REP actuel en France

[VUE D'ENSEMBLE

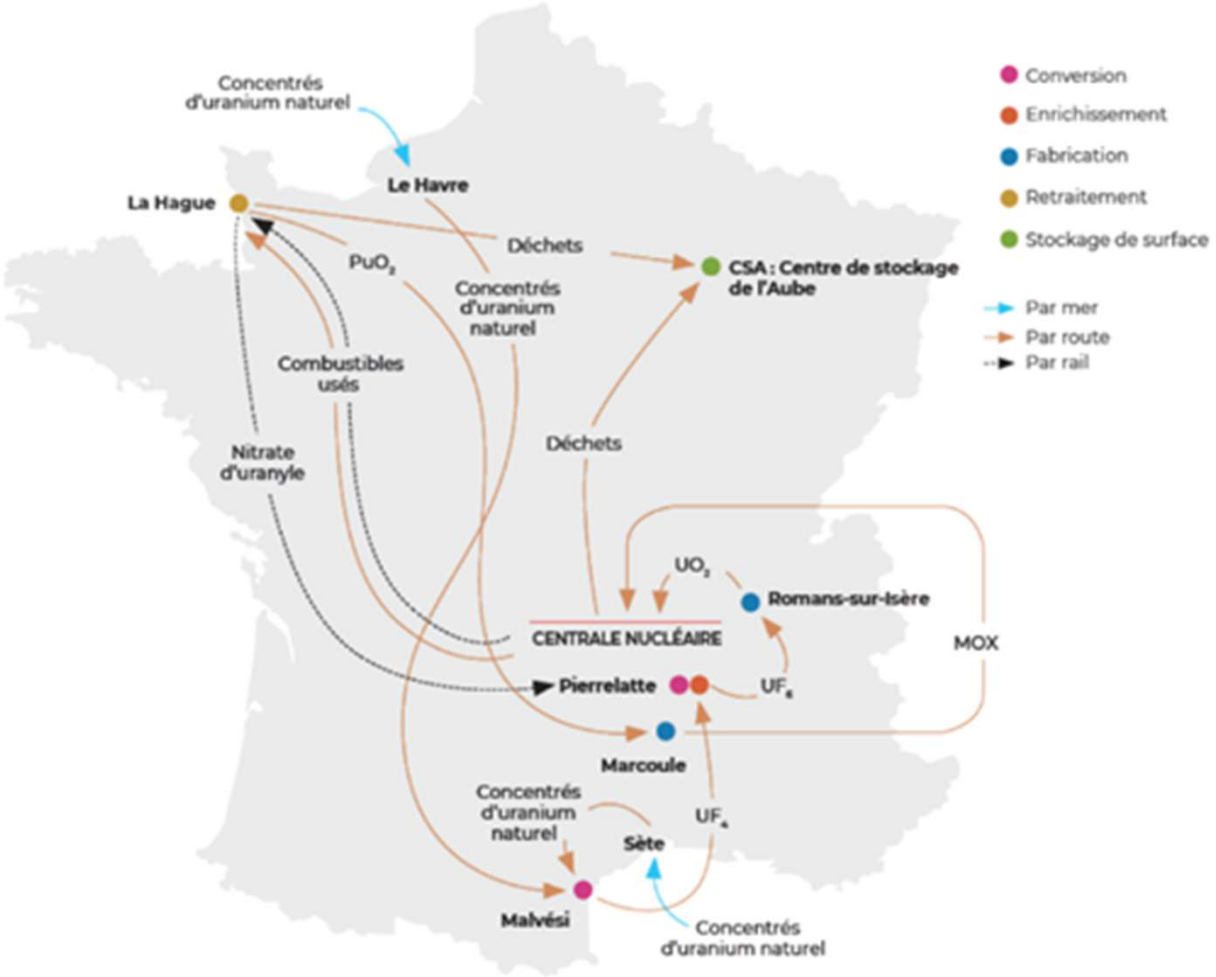
« Cycle du combustible nucléaire » REP actuel en France

(tous les entreposages intermédiaires ne sont pas représentés)



« Cycle du combustible nucléaire » REP actuel en France

[LES TRANSPORTS



« Cycle du combustible nucléaire » REP actuel en France

FLUX DE TRANSPORT

UF_6 naturel non enrichi :
250 transports/an

Combustibles neufs
(UO_2 + MOX) :
440 transports/an

Cycle du combustible
(114 000 colis par an)

Déchets : 4 000 transports/an

Combustibles irradiés :
220 transports/an

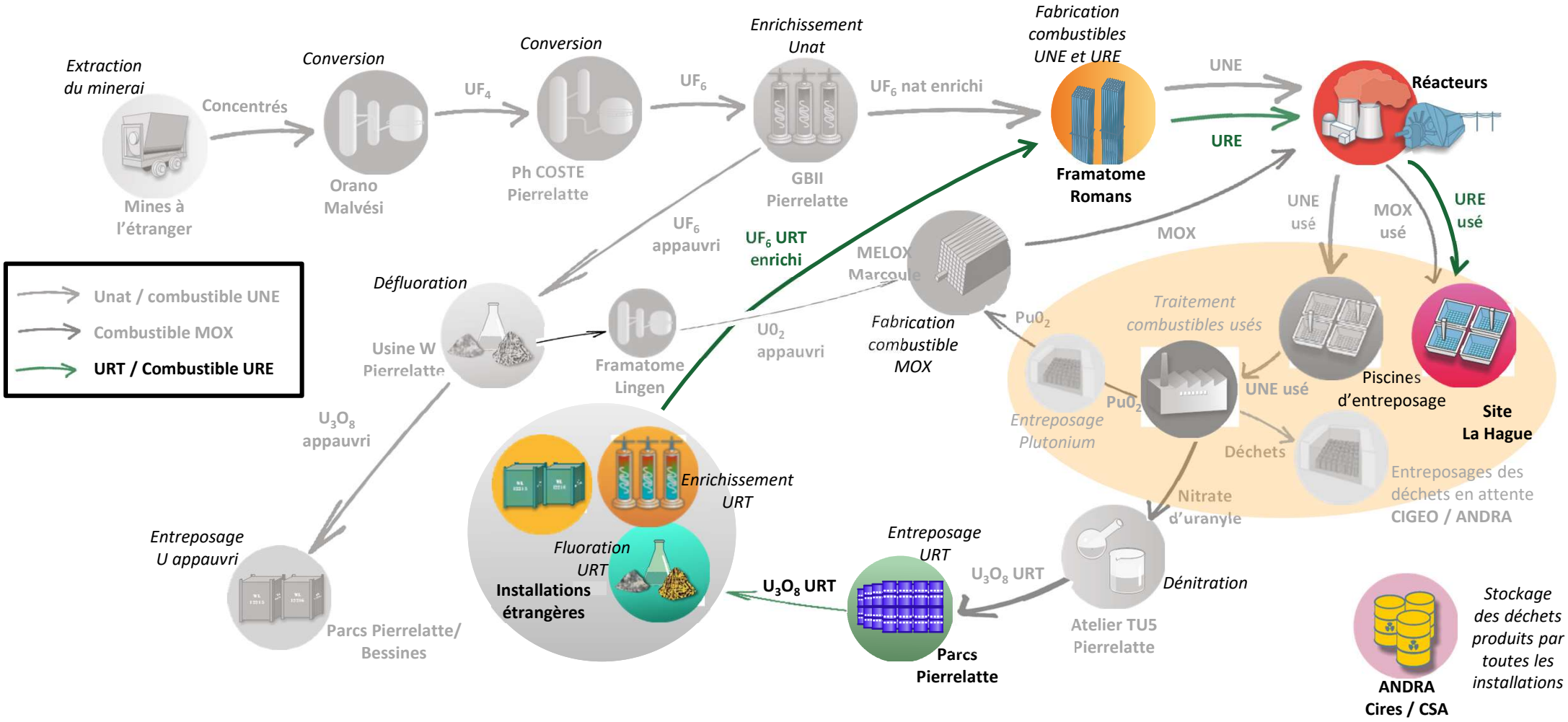
« Cycle du combustible nucléaire » REP en France

PERSPECTIVES À COURT TERME (3 ANS)

- Reprise de l'utilisation de l'URT en vue de la fabrication d'assemblage URE

« Cycle du combustible nucléaire » REP en France

[L'UTILISATION DE COMBUSTIBLES URE



« Cycle du combustible nucléaire » REP en France

L'UTILISATION DE COMBUSTIBLES URE

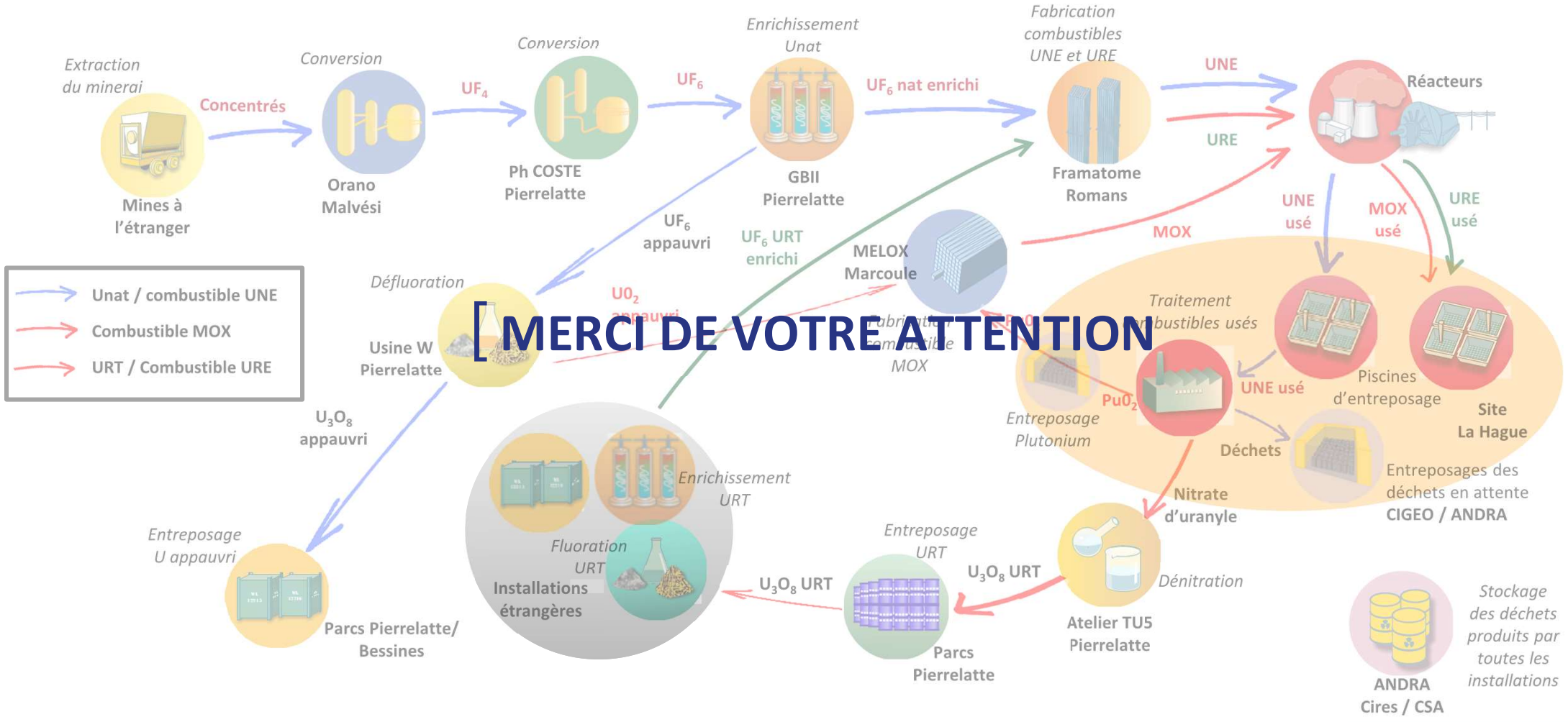
Réacteurs :

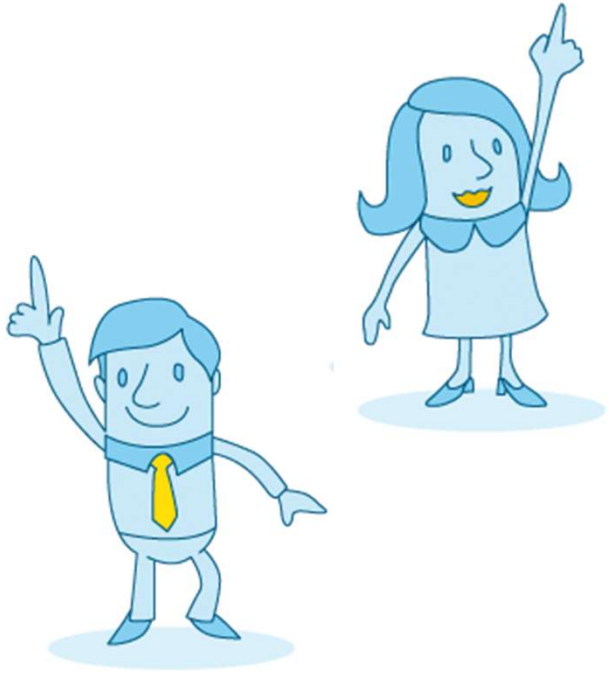
- 4 réacteurs 900 MWe (CRUAS) en 2023 (déjà autorisés)
- Réacteurs 1 300 MWe à partir de 2027 (intégration dans la VD4 1 300)

Production des combustibles à Framatome Romans-sur-Isère

- Dès 2023 suivant les autorisations actuelles (150 tML/an et teneur en $^{232}U \leq 15$ ppb)
- Dépôt du dossier de modification du DAC pour les productions au-delà de 2025 (300 tML/an et teneur en $^{232}U \leq 30$ ppb)
  - Principal impact : exposition externe des travailleurs

« Cycle du combustible nucléaire » REP en France



[MERCI DE VOTRE ATTENTION

Temps d’échange