



# Point d'avancement des études sur le stockage de combustibles usés

GT PNGMDR du 8 juin 2015

Le PNGMDR prévoit la réalisation d'études sur les filières possibles de gestion des combustibles usés dans le cas où ces matières seraient à l'avenir requalifiées en déchets.

- ◆ La faisabilité de principe du stockage des combustibles usés a été démontrée en 2005.
- ◆ Le PNGMDR 2013-2015 demande à l'Andra de mettre à jour l'évaluation de faisabilité du stockage direct des combustibles usés, qu'elle avait présentée en 2005, en prenant en compte les évolutions de connaissances et de conception intervenues depuis cette date.
  - Rapport d'étude à transmettre en septembre 2015

Rappel des hypothèses du scénario industriel (« SI 2011 »)  
défini par EDF, AREVA et le CEA pour les études de Cigéo

- ◆ Poursuite de la production électronucléaire avec le parc REP existant (58 tranches), complété d'un réacteur EPR-Flamanville 3
- ◆ Durée d'exploitation des réacteurs prise égale à 50 ans
- ◆ Traitement de l'ensemble des combustibles REP et RNR-Superphénix, soit environ 64 300 tML à terminaison
  - 58 000 tML de combustibles UOX
  - 4 000 tML de combustibles MOX
  - 2 150 tML de combustibles URE
  - 180 tML de combustibles RNR-Superphénix

## Deux scénarios hypothétiques de gestion des combustibles REP et RNR d'EDF sont considérés pour l'étude du stockage direct

### ◆ Scénario variante du scénario industriel (« variante SI 2011 »)

- 59 tranches REP (y compris EPR-Flamanville) exploitées pendant 50 ans
- Traitement des combustibles UOX seuls
- Stockage direct des combustibles MOX (4 000 tML) et URE (2 150 tML)
- Stockage direct des combustibles RNR-Superphénix (180 tML)

### ◆ Scénario de non-renouvellement de la production électronucléaire (« scénario 2 » de l'Inventaire national)

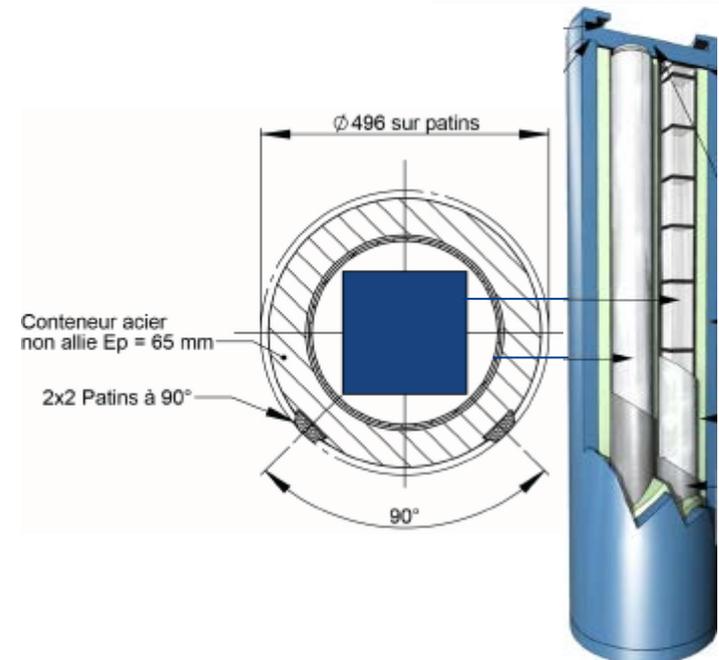
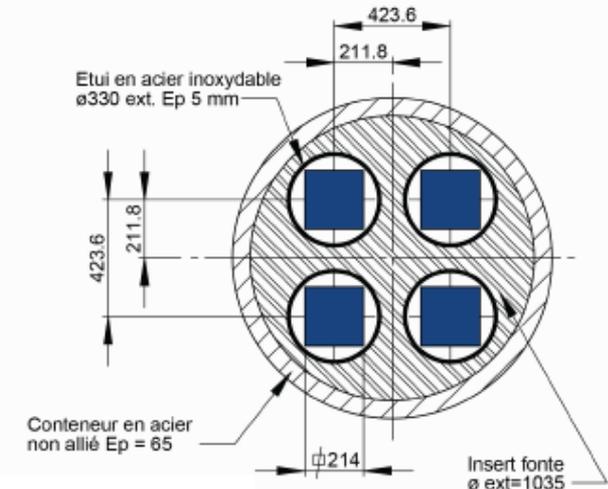
- 59 tranches REP (avec EPR) exploitées pendant 40 ans
- Arrêt du traitement des combustibles UOX à l'horizon 2019 (stock de plutonium nul à terminaison)
- Stockage direct de combustibles UOX (24 000 tML), URE (1 400 tML) et MOX (2 800 tML)
- Stockage direct de combustibles RNR-Superphénix (180 tML)

◆ Les combustibles étudiés couvrent des gestions passées, en cours et prospectives. Cela comprend :

- Plusieurs générations de combustibles REP UOX courts (palier 900 MWe) et longs (paliers 1300/1450 MWe, EPR 1650 MWe), 100 % irradiés, caractérisés par des enrichissements initiaux en U235 variables (max 4,5 %) et des taux de combustion variables (TCT max 60 GWj/tML)
- Des combustibles REP URE courts (palier 900 MWe), 100 % irradiés
- Des combustibles REP UOX et URE sous-irradiés (combustibles des derniers cœurs et des réserves de gestion) <nouveaux par rapport à 2005>
- Plusieurs générations de combustibles REP MOX G1, G2, G3 et G4 <nouveau par rapport à 2005> caractérisés par des teneurs en Pu respectivement de 5,3%, 7,08%, 8,65% et 9,54%
- Plusieurs typologies de combustibles RNR-MOX-Superphénix (assemblages fertiles et fissiles, neufs et irradiés) <nouveaux par rapport à 2005>

- ◆ Mise en étui des assemblages combustibles puis conditionnement des étuis dans des conteneurs de stockage en acier
- ◆ Dans la continuité de 2005, des colis de stockage mono ou multi-assemblages sont étudiés.

Colis de stockage		Ø ext. (mm)	Longueur (mm)	Masse (t)
CS multi-assemblages	court	1165	4500	< 35
	long		5250	
CS mono-assemblage	court	470	4475	< 5
	long	350 (SPX) 470	5225	



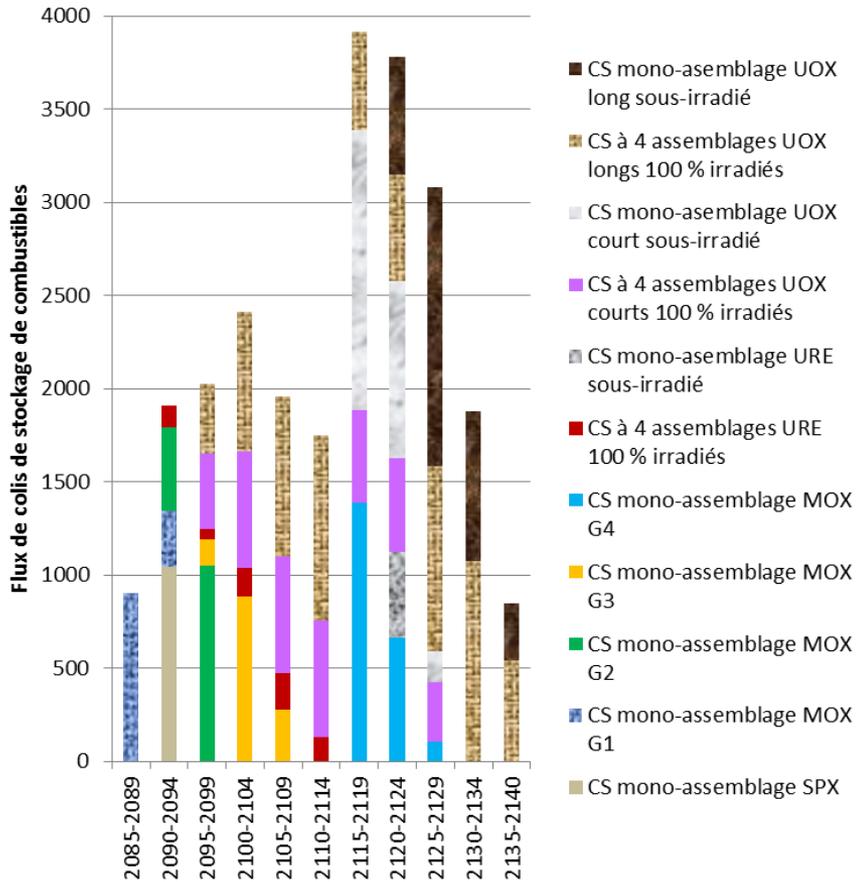
Types de combustibles	Scénario variante SI 2011		Scénario 2 de l'IN 2012	
	Nombre de CP	Nombre de CS	Nombre de CP	Nombre de CS
RNR-MOX-SPX	1 045	1 045	1 045	1 045
REP-MOX	8 715	8 715	6 150	6 150
REP URE court	4 225	1 055*	2 625	655*
REP UOX court	0	0	14 390	3 600*
REP UOX long	0	0	26 725	6 680*
REP URE/UOX sous-irradié	465	465	6 325	6 325
Total	14 450	11 280	57 260	24 455

CP = colis primaire (1 étui avec 1 assemblage combustible)

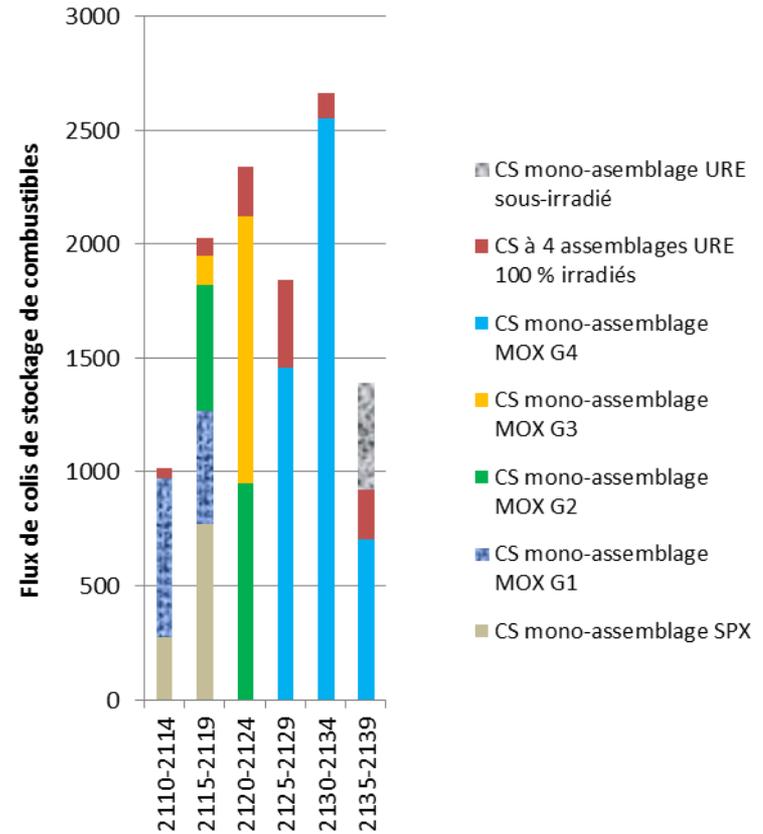
CS = colis de stockage

\* Avec l'option d'un conditionnement multi-assemblages

Scénario 2 de l'IN 2012



Scénario "Variante du SI 2011"



➤ Début de mise en stockage des combustibles dans 70 à 100 ans selon les scénarios

## ◆ Etudes d'ingénierie:

- Analyse de la compatibilité du projet Cigéo avec un stockage éventuel de combustibles (descenderie, dimensionnement des gares, des intersections et des galeries ...)
- Mise à jour des études d'ingénierie 2005
  - » *Concepts d'alvéoles de stockage*
  - » *Schémas d'architecture souterraine*
  - » *Installation nucléaire de surface pour le conditionnement en colis de stockage, avec l'étude d'une option d'implantation sur Cigéo ou à La Hague*
  - » *Moyens et opérations d'exploitation*
- Transports (modèle d'emballages de transport, flux...)

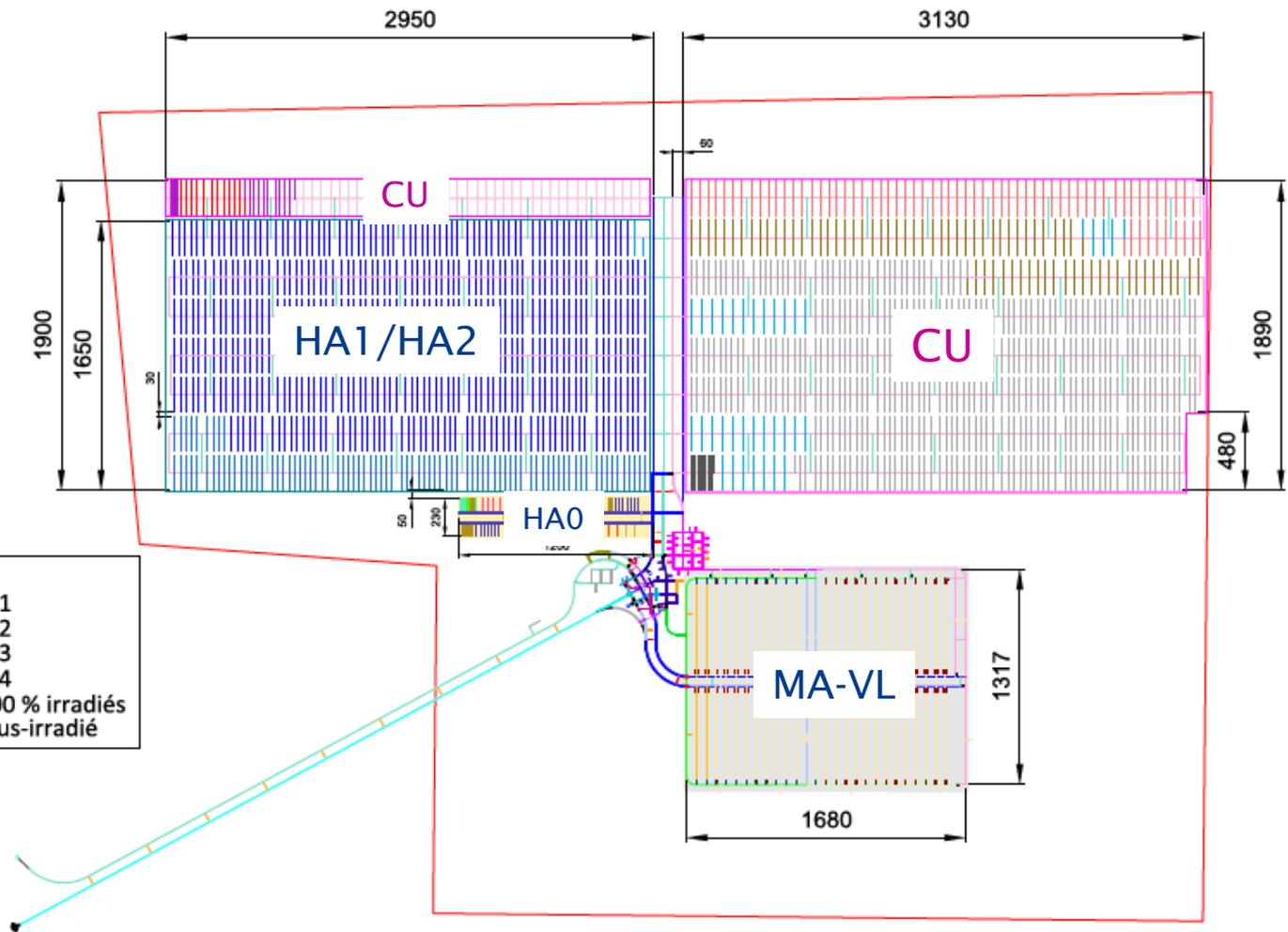
## ◆ Etudes de sûreté-criticité

## ◆ Etudes scientifiques en support à la conception et aux études de sûreté :

- Comportement des combustibles (termes sources), dimensionnement thermique...
- Synergies avec les études en cours sur les concepts HA

# Illustration d'une architecture souterraine

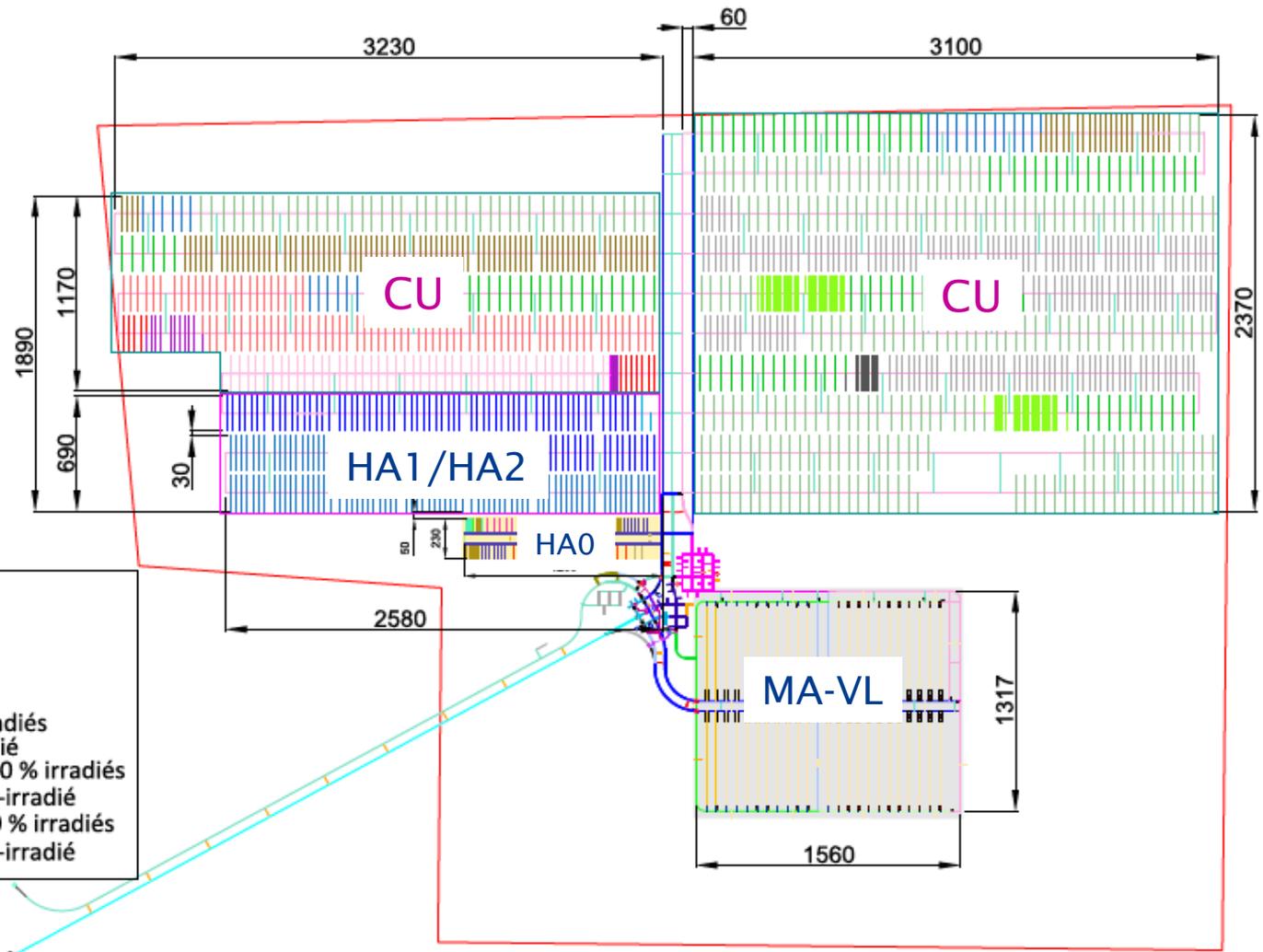
## Scénario « variante du SI 2011 »



- CS mono-assemblage SPX
- CS mono-assemblage MOX G1
- CS mono-assemblage MOX G2
- CS mono-assemblage MOX G3
- CS mono-assemblage MOX G4
- CS multi-assemblages URE 100 % irradiés
- CS mono-assemblage URE sous-irradié

# Illustration d'une architecture souterraine

## Scénario 2 de l'Inventaire national



- CS mono-assemblage SPX
- CS mono-assemblage MOX G1
- CS mono-assemblage MOX G2
- CS mono-assemblage MOX G3
- CS mono-assemblage MOX G4
- CS multi-assemblages URE 100 % irradiés
- CS mono-assemblage URE sous-irradié
- CS multi-assemblages UOX courts 100 % irradiés
- CS mono-assemblage UOX court sous-irradié
- CS multi-assemblages UOX longs 100 % irradiés
- CS mono-assemblage UOX long sous-irradié

L'Andra conçoit Cigéo de façon à ce que l'installation puisse être gérée de manière flexible dans le temps.

- ◆ Les ouvrages de stockage sont réalisés par tranches successives. Leur conception peut ainsi s'adapter à des évolutions de l'inventaire.
- ◆ Cette flexibilité et cette adaptabilité seront détaillées dans la proposition de plan directeur d'exploitation que l'Agence remet à l'Etat en 2015.
  - A titre d'illustration, les études préalables à la réalisation du bâtiment nucléaire « EP2 » (conditionnement des déchets HA1/2 et le cas échéant de combustibles usés) sont prévues à l'horizon 2060/2070.

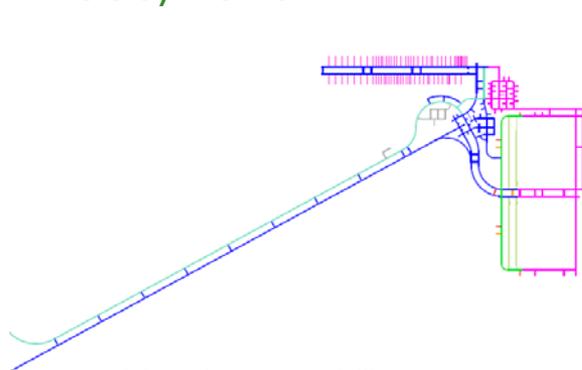


Schéma de principe à l'horizon 2035

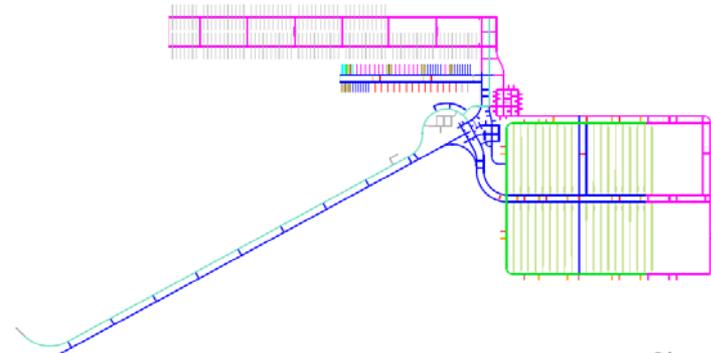


Schéma de principe à l'horizon 2070