



LES ÉTUDES D'ADAPTABILITÉ DE CIGÉO : CADRE TECHNIQUE ET OBJECTIFS

GT PNGMDR du 16 mars 2020

L'adaptabilité de Cigéo

Des études cadrées par le Code de l'environnement et le PNGMDR

L'article D.542-90 du Code de l'environnement précise la nécessité, en vue de l'obtention de la DAC, d'une

« prise en compte d'éventuels changements dans le scénario d'exploitation tel qu'envisagé du fait d'évolutions en termes de politique énergétique ou de choix industriels (...) ».

Le PNGMDR 2016-2018 précise les orientations des études sur l'inventaire de réserve, qui doivent intégrer

- *« une esquisse des concepts retenus pour l'éventuel stockage des déchets de cet inventaire ;*
- *la démonstration que la conception retenue pour l'installation de stockage dont la création est prévue préserve la possibilité technique de l'accueil des déchets de cet inventaire ;*
- *des éléments présentant les modifications éventuelles à apporter aux installations « support » (descenderies, galeries d'accès, installations de surface, ventilation, ...) et de leur impact potentiel sur la démonstration de sûreté de l'installation ;*
- *les jalons d'un programme R&D qui permettrait de disposer, en temps voulu, de la démonstration complète de la sûreté de leur stockage. »*

Ce cadrage législatif et réglementaire est rappelé par l'ASN dans sa **lettre CODEP-DRC-2018-001635** (p.10-11) faisant suite à l'instruction du DOS de Cigéo, qui estime à ce titre que l'Andra doit

« justifier qu'il n'y a pas d'élément rédhibitoire au stockage de cet inventaire de réserve » et « permettre d'avoir la raisonnable assurance que la démonstration de sûreté pourra, le cas échéant, être confirmée »



Les données d'entrée et cas d'étude de l'adaptabilité

- Périmètre de l'inventaire et cas d'étude
- Le programme des études d'adaptabilité et leur logique de déroulement

L'adaptabilité de Cigéo pour le dossier de DAC

Le périmètre de l'inventaire de réserve et les scénarios étudiés

Article L.542-10-1 du Code de l'Environnement : *l'inventaire de de réserve prend en compte les incertitudes liées notamment à la mise en place de nouvelles filières de gestion de déchets ou à des évolutions de politique énergétique*

Périmètre des études d'adaptabilité

Objectif : maximiser le nombre de combustibles usés non retraités

Etudes basées sur le scénario **SNR enveloppe de l'IN 2018** qui correspond à :

- L'arrêt de la production électronucléaire
- Durée de fonctionnement entre 50 et 60 ans
- L'arrêt anticipé du retraitement des UNE

Objectif : prise en compte des déchets FAVL de l'inventaire de réserve

Etudes basées sur l'article 40 du PNGMDR qui préconise la prise en compte d'une partie des FAVL par « mesures conservatoires pour couvrir le risque de non disponibilité d'un stockage FAVL global

Objectif : maximiser le nombre de déchets HA et MA-VL

Ces études sont basées sur le scénario **SR1 de l'IN 2018** qui correspond à :

- La poursuite de la production électronucléaire
- Durée de fonctionnement entre 50 et 60 ans en moyenne
- Le retraitement de tous les combustibles usés : UNE, URE, MOx et RNR

Déchets associés

CU des réacteurs électronucléaires EDF et des réacteurs expérimentaux et de la PN du CEA

HA et MAVL inventaire réévalués (réduction)

CU

Déchets « UNGG de La Hague » (~7000 m³ de CS)
Colis d'enrobés bitumineux catégorie FAVL (~ 40 000 m³ de CS)

Déchets de graphite :

- Empilements: ~80000 m³ de CS
- Chemises: ~12000 m³ de CS

FAVL

Déchets HA et MA-VL identiques à ceux pris en compte dans l'inventaire de référence :
Volume supplémentaire : inférieur à 2000 m³ pour les HA et 2000 m³ pour les MA-VL

HA/MA-VL

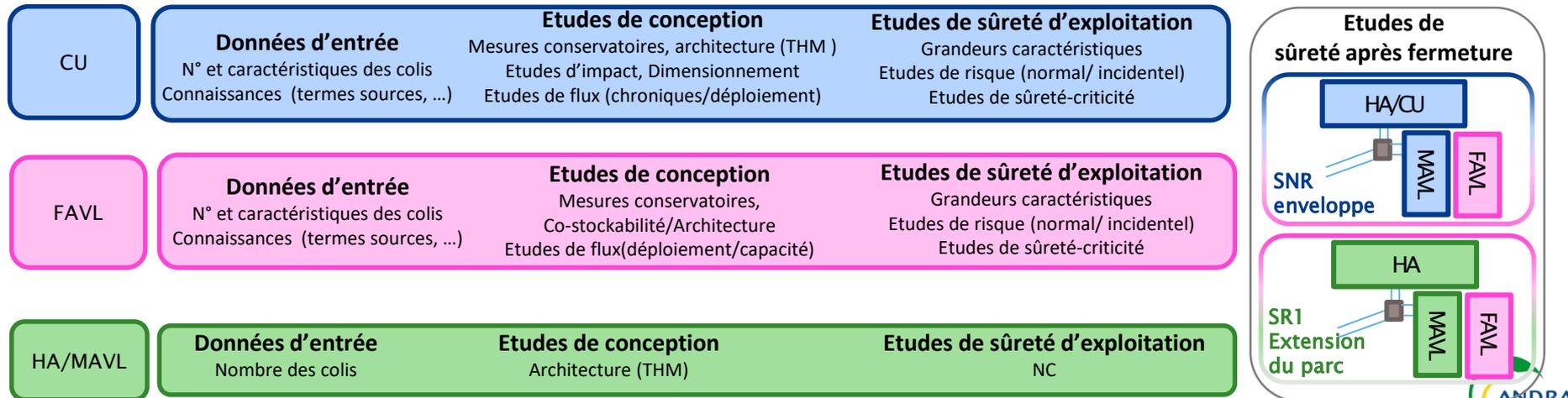
Le programme des études d'adaptabilité

Les objectifs des études et la logique de déroulement

Les **études de conception** : identifier et présenter les modifications éventuelles du centre de stockage induites par la prise en compte des déchets de l'inventaire de réserve dans Cigéo, afin de préciser :

- o si ces modifications devront être mises en œuvre dès la construction initiale afin de préserver la capacité ultérieure d'accueillir de tels déchets (dispositions conservatoires)
- o si ces modifications pourront intervenir ultérieurement à l'issue de l'acceptation éventuelles de tout ou partie des déchets de l'inventaire de réserve dans Cigéo

Les **études de sûreté** (exploitation et après-fermeture) : vérifier que ces évolutions de conception ainsi que les travaux prévus pour les mettre en œuvre en temps voulu, ne sont pas de nature à compromettre l'établissement dans le futur de la démonstration de sûreté correspondante pour Cigéo.





L'exemple des combustibles usés (CU)

- Les caractéristiques du colis et les principes de conception
- L'analyse de sûreté en exploitation
 - les principes retenus
 - les impacts
- Compatibilité aux ouvrages et mesures conservatoires
- Quartier CU

L'adaptabilité de Cigéo aux combustibles usés (CU)

Les caractéristiques du colis et les principes de conception

L'analyse des données d'entrée des colis : une étape préliminaire importante, compte tenu des caractéristiques de ces colis par rapport à la référence

- Nombre important de colis dans le cas d'étude considéré: 62406 colis CU et 40648 colis HA
- Dimensions et masses importantes: longueur jusqu'à 5.38m et masse jusqu'à 5.24 tonnes
- Puissance thermique à réception de 800 à 1100 W pour les CU les plus thermiques

Les principes directeurs des études de conception

- La réception et le conditionnement en colis de stockage de ces Combustibles Usés dans l'installation de **surface EP2 mutualisée** (avec prise en charge commune des colis HA et CU)
- Un **stockage en mono-assemblage** des colis UOX et MOX du Parc au nord de l'installation souterraine à la place des quartiers HA de la référence

L'adaptabilité de Cigéo aux combustibles usés (CU)

L'analyse de sûreté en exploitation - les principes retenus

L'analyse des risques est menée sur l'ensemble de l'installation, au regard des caractéristiques de colis et du process de référence de Cigéo, vis-à-vis:

- Des fonctions de sûreté associées aux risques nucléaires (arrêté INB du 7 février 2012, art. 3.4)
 - maintien sous-critique de l'installation
 - fonction thermique d'évacuation de la chaleur des colis
 - maîtrise de l'exposition interne (contamination)
 - maîtrise de l'exposition externe (radioprotection)
- De la maîtrise des agressions d'origine interne ou externe, dans des situations accidentelles identifiées (arrêté INB du 7 février 2012, art. 3.5 et 3.6)
 - Agressions d'origine interne: accident de manutention de type chute ou collision, incendie, perte d'auxiliaire, inondation interne
 - Agression d'origine externe: séisme, inondation externe, conditions climatiques extrêmes

Elle est réalisée sur la base des principes de sûreté que l'Andra applique sur Cigéo
Et bénéficie également, dans la présente étude, du REX d'Orano sur ses installations de gestion du combustible usé.

L'adaptabilité de Cigéo aux combustibles usés (CU)

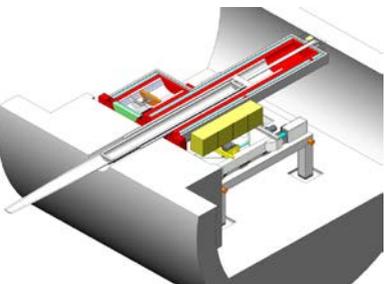
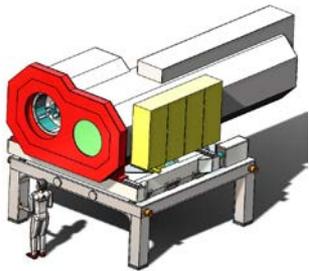
L'analyse de sûreté en exploitation – les impacts

L'analyse des risques conduit à définir, en lien avec les grandeurs caractéristiques des CU, les adaptations nécessaires de l'installation Cigéo au regard de :

- Son zonage d'exposition à la contamination (classes de confinement)
- Son zonage d'exposition aux rayonnements ionisants (classes d'irradiation)
- Son zonage incendie

Les impacts des CU sur les installations prévues pour Cigéo sont:

- Sur les **installations de surface**:
 - des adaptations à prévoir, avec une attention particulière aux locaux de transfert et entreposage des colis primaires CU en attente de conditionnement (classes d'irradiation et classes de confinement)
- Sur l'**installation souterraine** :
 - pas d'impacts majeurs, la maîtrise de la sûreté est confirmée sans impact sur les zonages et sur les dispositions de sûreté tel que prévus sur la configuration de référence du projet
- Sur la **hotte de transfert** :
 - la confirmation de la nécessité d'une **hotte spécifique aux CU**. Son dimensionnement est basé d'une part sur la dimension et la masse des colis, sur l'analyse fonctionnelle et sur les exigences de conception tel que les fonctions de process de la hotte, dans ses différentes phases, sur la fonction de radioprotection de la hotte et sur les exigences de tenue thermique des composants du colis et de la hotte, en fonctionnement normal et accidentel



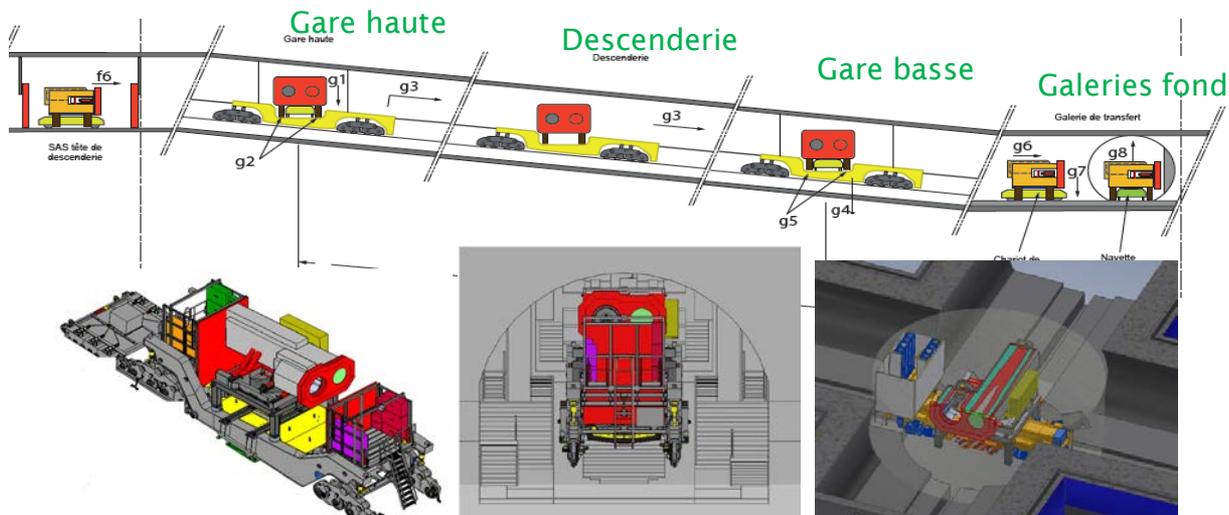
L'adaptabilité de Cigéo aux combustibles usés (CU)

Compatibilité aux ouvrages, mesures conservatoires

Les études menées avec le gabarit de la hotte CU, montrent qu'il est possible d'éviter les impacts sur les ouvrages GC tel que conçus sur la configuration de référence du projet Cigéo.

Certaines adaptations de la chaîne cinématique CU, par rapport à la chaîne cinématique HA, sont nécessaires tel que:

- l'orientation de la hotte sur le funiculaire et sur les moyens de transfert
- adaptations de certains éléments de transfert (chariots, navettes)



L'adaptabilité de Cigéo aux combustibles usés (CU)

Quartier CU

Le quartier spécifique dédié au stockage des combustibles a été étudié en se basant

- d'une part sur les mêmes principes que la référence :
 - Dimensionnement THM pour l'architecture du quartier dans le respect des exigences de température et du critère de résistance THM en contrainte effective de Terzaghi
 - Dimensionnement des ouvrages GC souterrains spécifiques aux CU dans le respect de la loi de comportement et la contrainte thermo-hydromécanique
 - Mêmes alvéoles pour les CU que pour les HA notamment même concept et mêmes dimensions
- d'autre part sur les dimensions des colis et de la hotte de transfert spécifique aux CU

Les éléments spécifiques du quartier HA/CU:

- le diamètre des galeries d'accès des CU, légèrement plus important que celui des galeries d'accès HA (~1 m de différence)
- l'emprise de l'architecture souterraine



Perspectives d'ensemble du programme d'adaptabilité

- Les études d'adaptabilité sur le scénario SR1 et sur les réserves FA-VL
- Focus Sécurité Après Fermeture
- Les perspectives et les conclusions provisoires

Les études d'adaptabilité prévues pour le scénario SR1 d'extension d'inventaire HA/MA-VL et les réserves FA-VL

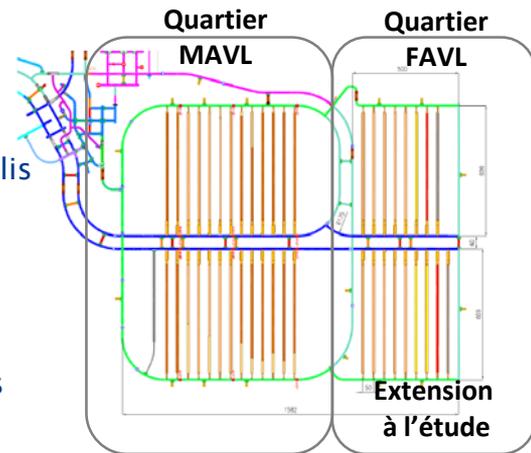
Le scénario SR1 d'extension du nombre de colis HA et MA-VL relève essentiellement d'une mise à jour des données d'entrée (nombre et caractéristiques) et du dimensionnement THM de l'architecture fond

Analyse des données d'entrée colis FA-VL :

- Avec l'inclusion des colis bitume FA-VL, des chemises et des empilements de graphite, le volume total de colis FA-VL est comparable à celui des MA-VL
- Sous réserve de l'analyse détaillée des caractéristiques des colis graphite, les risques en exploitation liés aux colis FA-VL devraient être couverte par celle des MA-VL

Etudes de conception FA-VL :

- Principe directeur des études d'une réception des colis FA-VL dans l'installation de surface EP1 et d'un stockage dans une extension du quartier MA-VL de la référence, selon les mêmes modalités que pour les colis MA-VL
- Les études de conception détermineront les principes précis d'adaptation: extension de l'architecture fond, impact en nombre d'alvéoles complémentaires et utilités (ventilation, puissance électrique), aménagements EP1 et flux

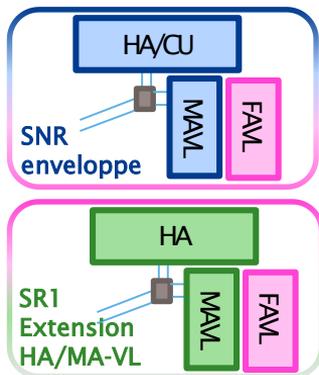


L'adaptabilité de Cigéo aux combustibles usés (CU)

Focus sûreté Après Fermeture

La démarche pour les études de Sûreté Après Fermeture se base sur :

- les objectifs de sûreté définis pour répondre au cadrage par le Code de l'environnement et le PNGMDR :
 - Prouver l'absence d'élément rédhibitoire au stockage de l'inventaire de réserve
 - Justifier que les évolutions de conception résultant de l'adaptabilité ne remettront pas en cause la faisabilité d'apporter ultérieurement une démonstration de sûreté complète
 - Évaluer l'impact du stockage de l'inventaire de réserve sur la protection des intérêts cités à l'article L593-1 du code de l'environnement
 - Identification des études à mener ultérieurement pour l'élaboration de la démonstration de sûreté complète
- une méthodologie en cohérence avec les études pour la référence
- deux cas d'architectures enveloppe pour couvrir l'ensemble des inventaires
- l'évaluation de l'impact de la prise en compte des déchets de l'inventaire de réserve sur les études menées pour l'inventaire de référence en s'appuyant sur:
 - Analyse des risques et incertitudes spécifiques aux nouveaux inventaires
 - Choix des scénarios et évaluations d'impact associés aux inventaires radiologique pris en données d'entrée, à la représentation géométrique de l'architecture souterraine et à l'adaptation, le cas échéant, aux caractéristiques des colis stockés



Conclusions et perspectives, à ce stade

Les **études d'adaptabilité de Cigéo** répondent aux objectifs fixés par la loi, et auxquels le PNGMDR donne un cadre opérationnel en termes de scénarios à considérer et de niveau d'études

- **Etudes de niveau esquisse** de l'évolution possible de Cigéo en vue de son adaptabilité à des changements de politique énergétique ou de stratégie industrielle
- **But d'asseoir la faisabilité de cette adaptabilité**, sans pour autant, à ce stade, chercher à identifier ses déclinaisons techniques optimisées
- **Identifier**, en premier lieu, **les éventuels éléments rédhibitoires** pouvant s'opposer à la mise en œuvre de l'adaptabilité et **les mesures conservatoires à prévoir**, dès la phase de conception de Cigéo puis celle de la réalisation de sa première tranche, de manière à la rendre possible, le moment venu.

Conformément à la demande de la loi

- Une instruction technique couvrant l'ensemble des cas d'étude aujourd'hui identifiés, en cohérence avec l'état de réflexion technique et stratégique de la filière nucléaire (stockage direct des CU, réserves FAVL, extension de l'inventaire HA et MAVL),
- Un calendrier aligné avec celui d'élaboration de la DAC et les objectifs associés