



Les dossiers d'options de sûreté « DOS » – Projet Cigéo

Sylvie Voinis

Réunion PNGMDR du 16 Janvier 2017

Le DOS dans le périmètre des livrables Cigéo 2015-son contenu

Les grands enjeux de sûreté

Le contenu et les clés de lecture



Le DOS dans le périmètre des livrables Cigéo 2015-son contenu

Des livrables élaborés sur la base de la configuration de la fin d'APS

DOS Exploitation
DOS Après fermeture

A destination de l'ASN
Les options de sûreté du projet Cigéo

Plan directeur d'exploitation
Dossier d'options technique
de récupérabilité

Les propositions de l'ANDRA pour la
mise en oeuvre de la réversibilité

Documents complémentaires à destination de l'ASN :

- ◆ Spécifications préliminaires d'acceptation
- ◆ Esquisse de la notice limitée aux capacités techniques
- ◆ Rapport sur l'adaptabilité de Cigéo aux combustibles usés et aux réserves FAVL

Il s'appuie sur plus de 20 ans de travaux scientifiques et technologiques



Trois enjeux

- Présenter les grands choix de sûreté qui guident la conception du projet
- Entrer dans le processus d'instruction qui amène à l'autorisation
- Porter les propositions de l'Andra pour la mise en œuvre concrète de la réversibilité



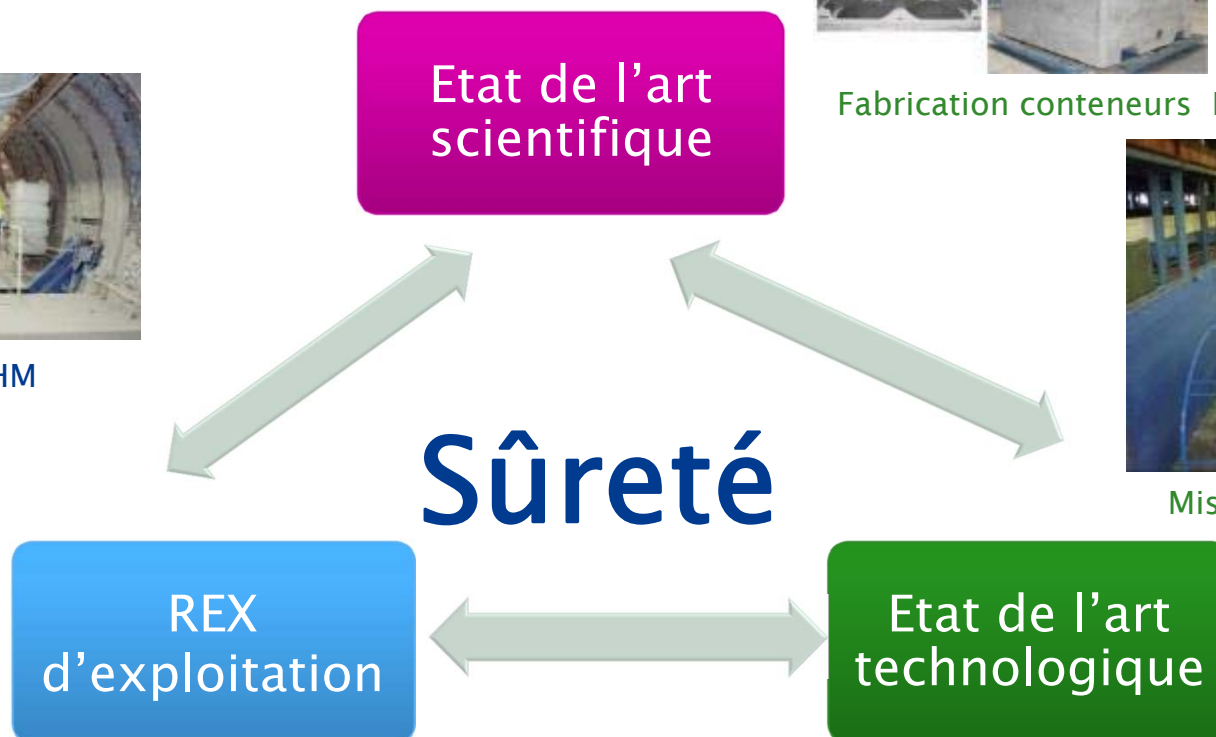
REX LS du CMHM



Fabrication conteneurs MA-VL



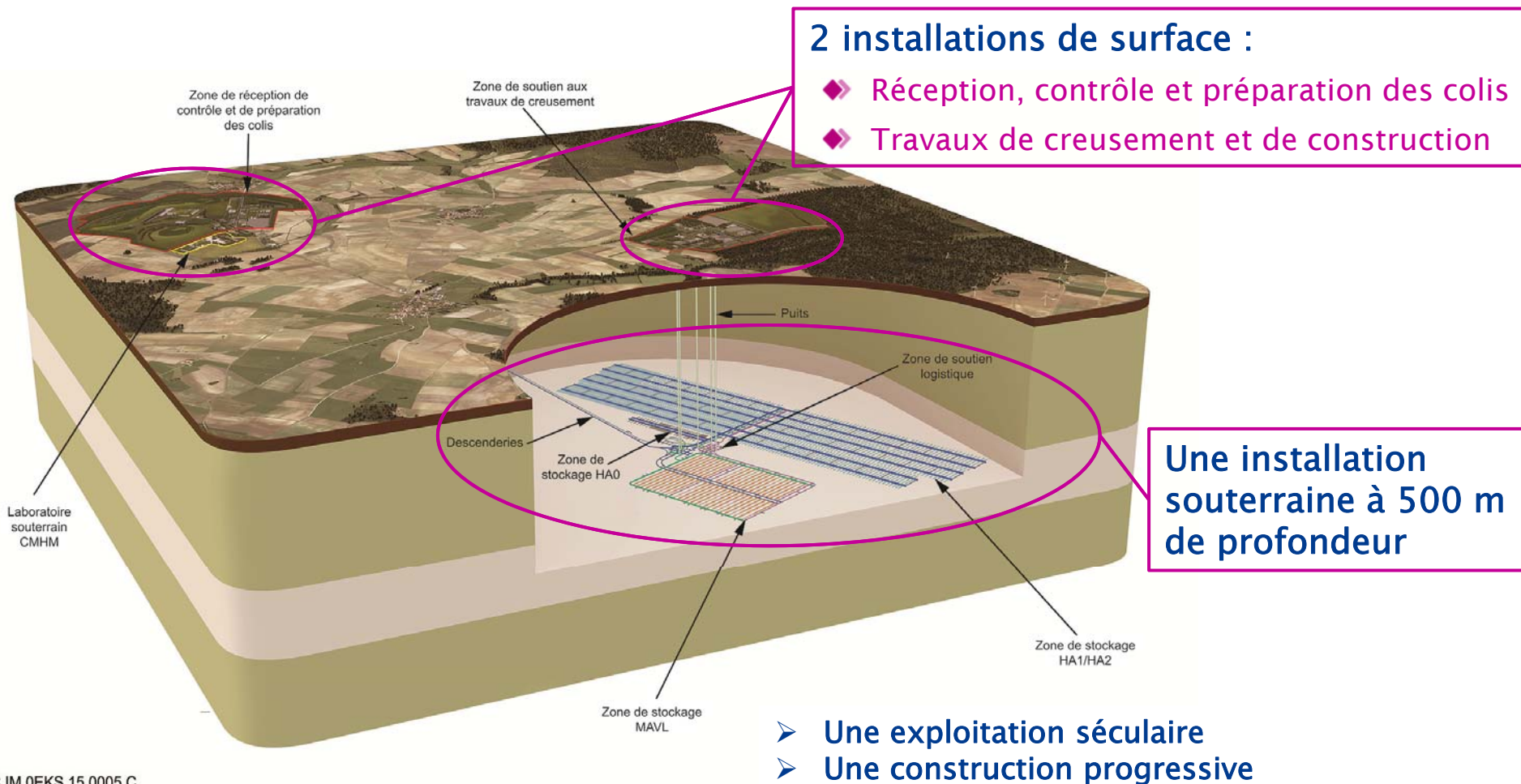
Mise en place colis HA



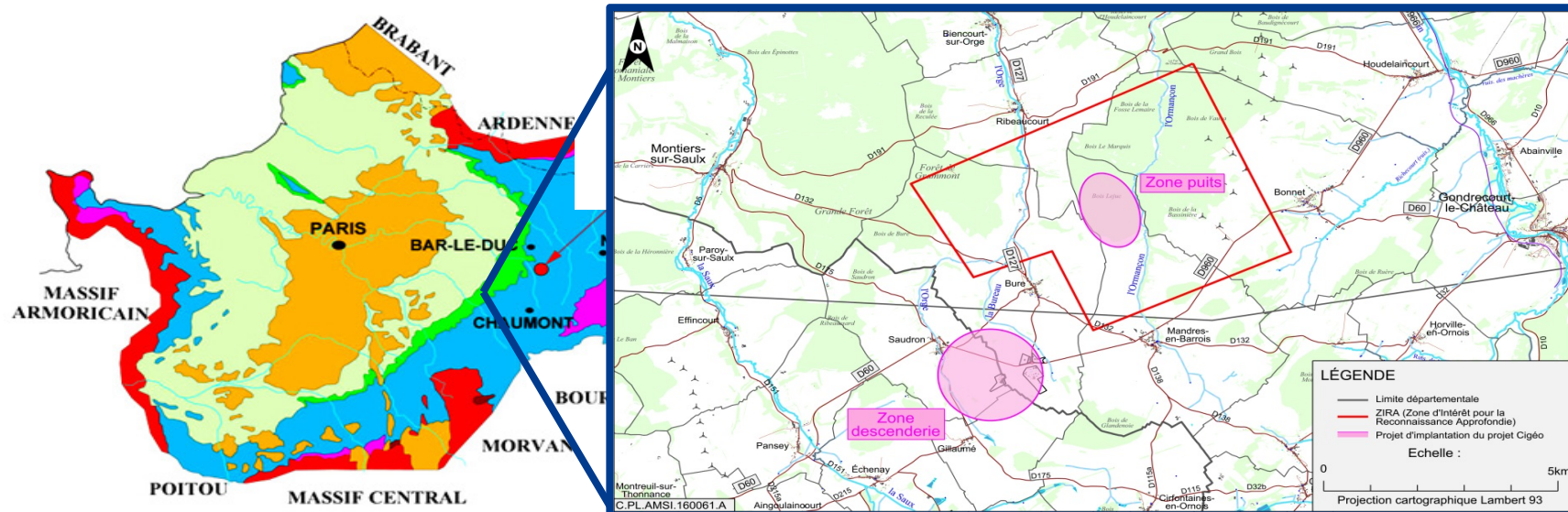
Les grands enjeux de sûreté

Un projet industriel qui s'inscrit dans un processus depuis plus de 25 ans ...

Le DOS s'appuie sur les recherches technologiques et scientifiques sur le stockage en formation géologique profonde menées depuis 1991 qui s'inscrivent dans l'objectif de « prévenir ou limiter les charges qui seront supportées par les générations futures ».



C.IM.0EKS.15.0005.C



Une couche épaisse : Stockage implanté en milieu de couche avec une garde d'au moins 50 m d'argile saine de part et d'autre

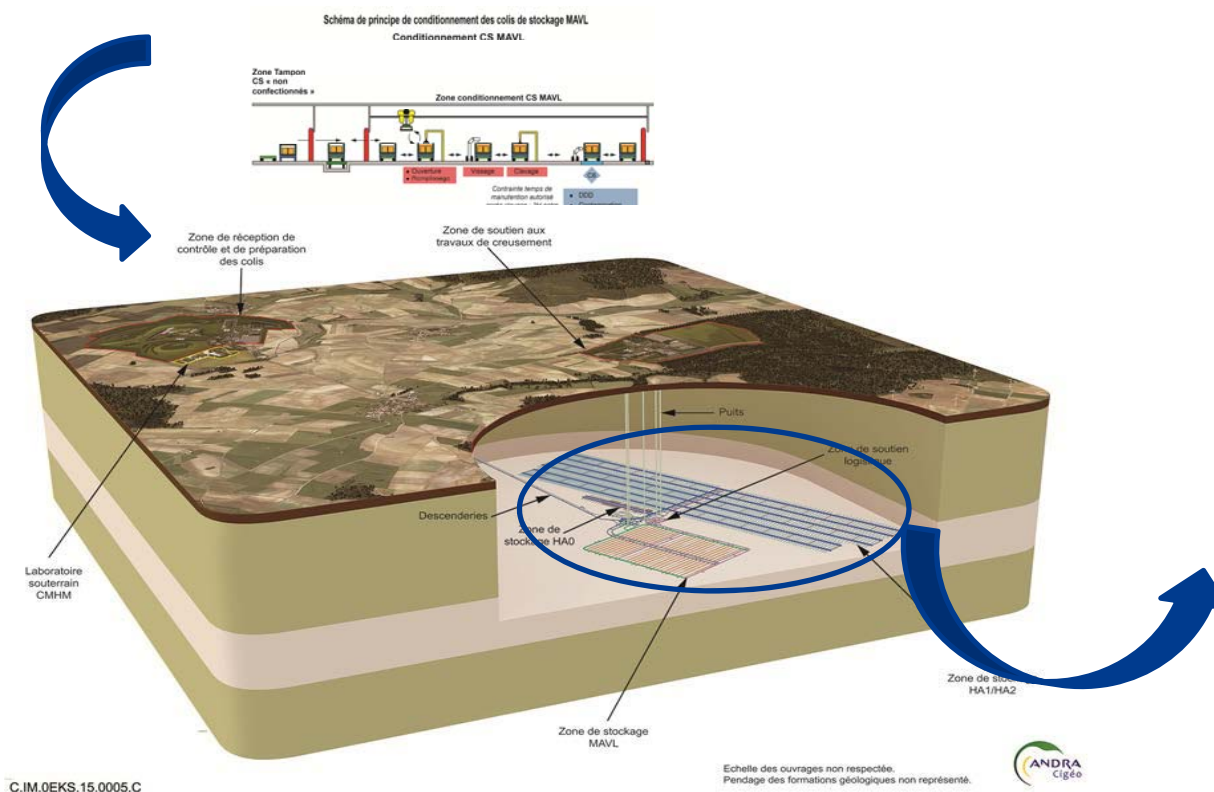
Une couche géologique stable dans le temps

Des caractéristiques physiques et chimiques favorables : une très faible perméabilité , une grande capacité de sorption et précipitation pour majorité de radioéléments

En quoi Cigéo diffère d'une INB « classique » vis-à-vis de la sûreté ? ... Installations de surface et souterraine

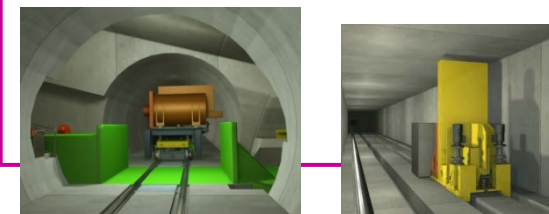
Deux installations de surface :

- Une installation nucléaire de surface **comprenant des opérations similaires aux INB** : Principalement de la manutention de colis (objets solides)
- Une installation de zone de soutien aux travaux de creusement en interface par les puits avec les ouvrages souterrains



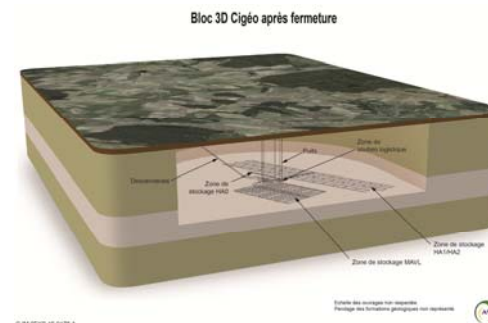
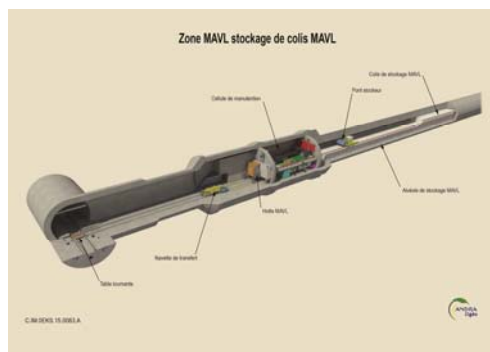
Une installation « nucléaire » souterraine « unique » :

- à environ -500m
- des accès plus limités qu'en surface
- grandes longueurs (alvéoles de stockage centaine de mètre et au-delà, galeries > km)
- une descenderie de transfert des colis sur environ 4km
- Une durée de vie très importante allant au-delà des dizaines de milliers d'années



En quoi Cigéo diffère d'une INB « classique » vis-à-vis de la sûreté ? ... Vers une sûreté de plus en plus passive

Cigéo vise (conformément à l'article L542-1 du Code de l'environnement) : « la recherche et la mise en œuvre des moyens nécessaires à la mise en sécurité définitive des déchets radioactifs (...) afin de prévenir ou limiter les charges qui seront supportées par les générations futures »



Sécurité opérationnelle du chantier

Maîtrise des risques en exploitation et limitation des impacts potentiels

Maîtrise des incertitudes et limitation des impacts à long terme

Protéger les travailleurs, les populations et l'environnement

La conception de Cigéo doit satisfaire à des fonctions de sûreté :

◆ après-fermeture

◆ en exploitation

1. Isoler

S'opposer à la circulation d'eau

2. Confiner

i.e. limiter le transfert des substances radioactives par voie aqueuse, jusque dans la biosphère

Limiter le relâchement des radionucléides et les immobiliser dans le stockage

Retarder et atténuer la migration des radionucléides

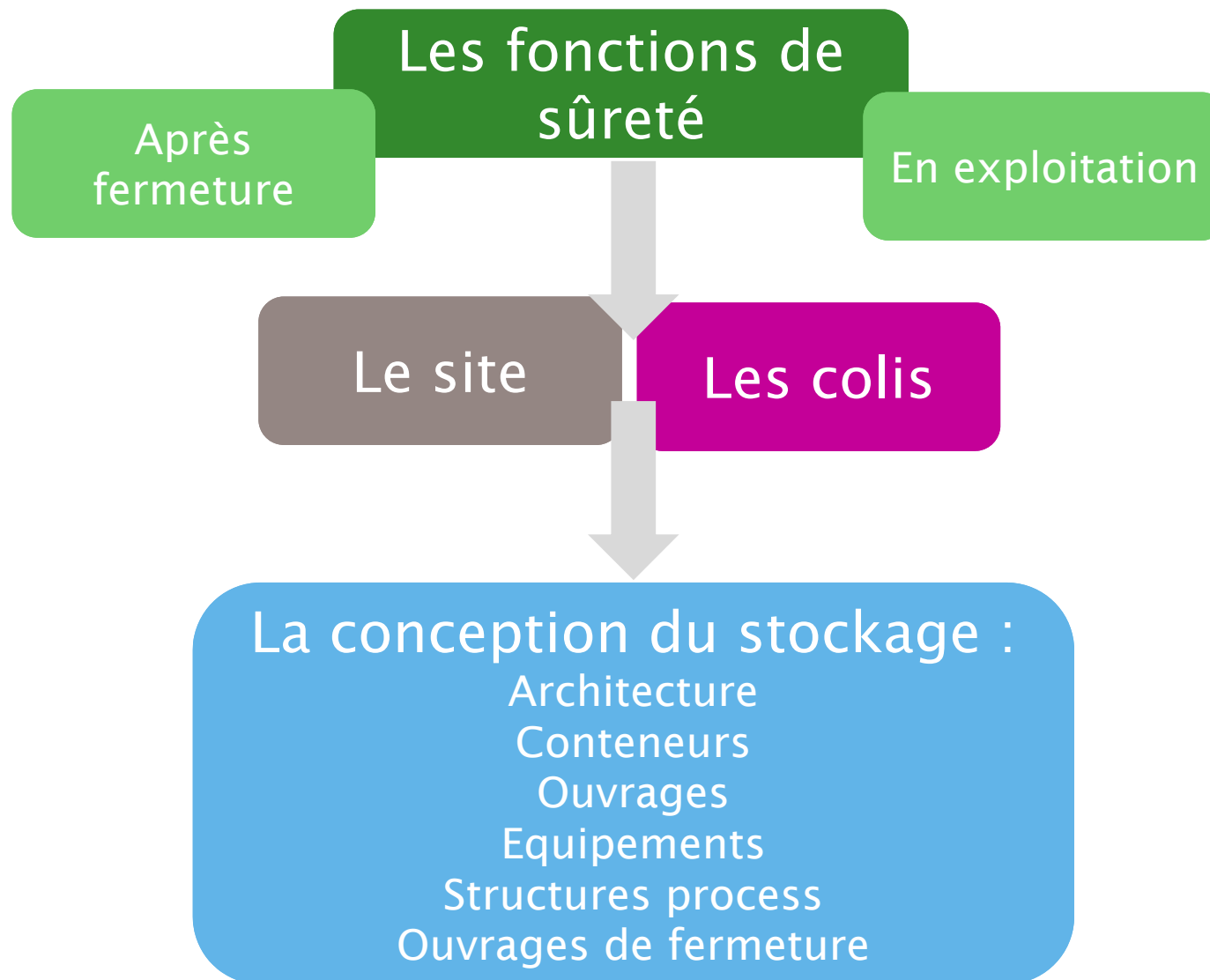
Confiner les substances radioactives, de manière à se prémunir contre le risque de dispersion de ces substances.

Protéger les personnes contre l'exposition aux rayonnements ionisants ;

Maîtriser la sûreté vis-à-vis du risque de criticité, en fonctionnement normal et accidentel ;

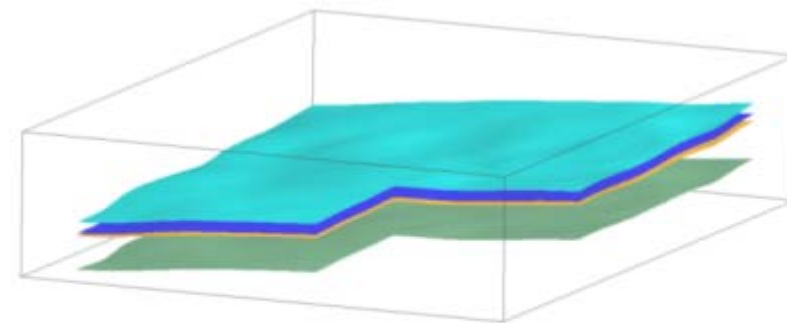
Evacuer la puissance thermique des déchets ;

Evacuer les gaz formés par radiolyse ou corrosion.



Une couche épaisse

- ◆ Stockage implanté en milieu de couche avec une garde d'au moins 50 m d'argile saine de part et d'autre



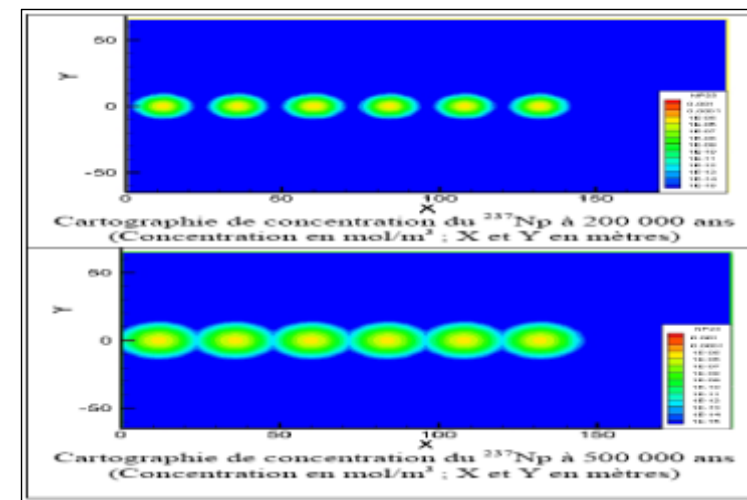
Epaisseur du COx entre 140m et 160 m du SO au NE



Une couche géologique stable dans le temps

Des caractéristiques physiques et chimiques favorables :

- ◆ Une très faible perméabilité
- ◆ Une grande capacité de sorption et précipitation pour majorité de radioéléments



Des colis sous forme solide

Deux grandes typologies de colis

◆◆ Colis de déchets vitrifiés HA

- Une matrice développée pour incorporer une grande quantité de radionucléides et pour les confiner sur de très longues durées

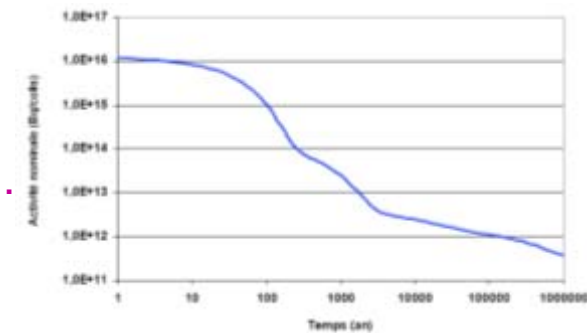


◆◆ Colis de déchets MA-VL

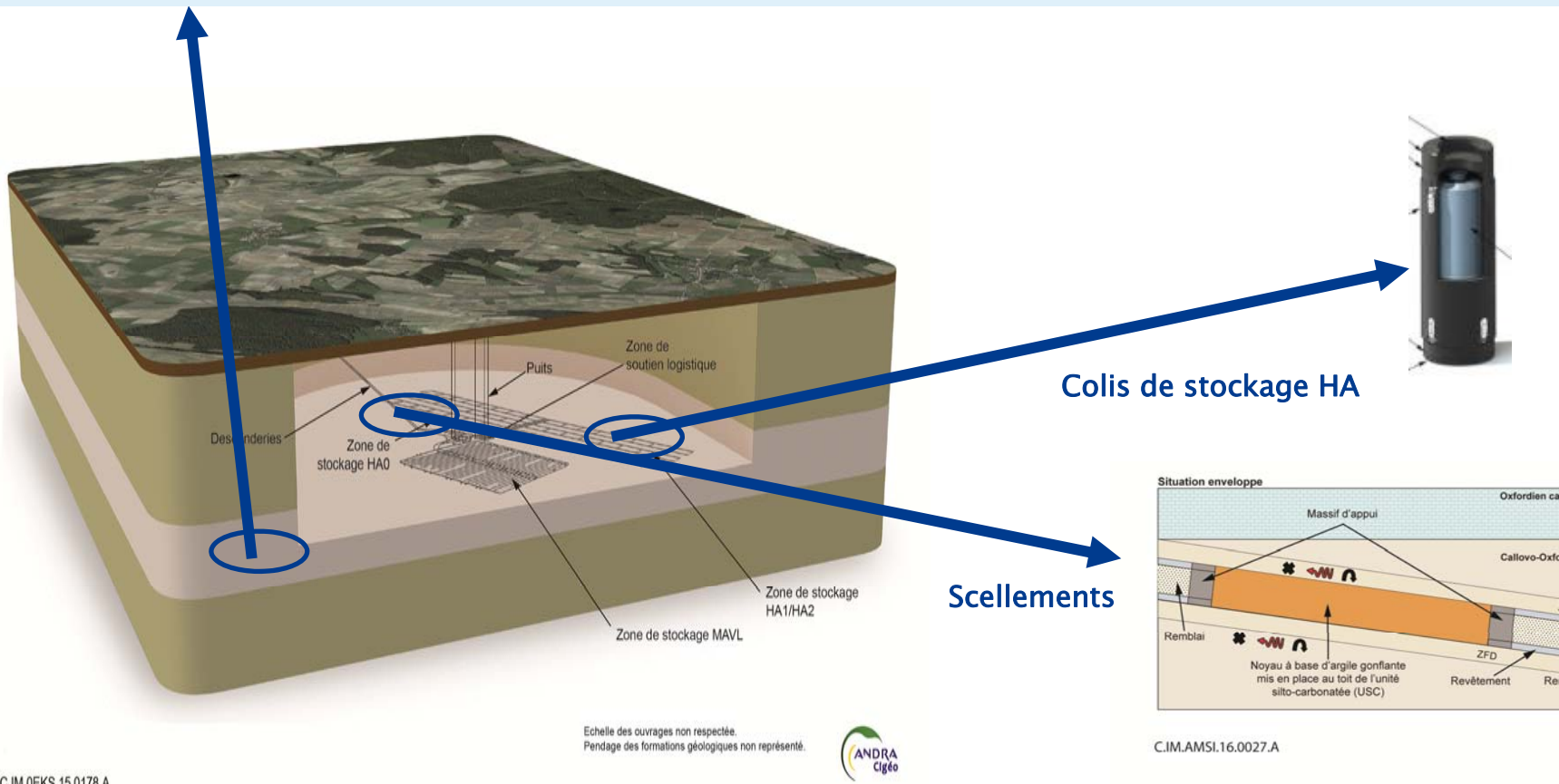
- Béton
- Métallique
- Bituminés



◆◆ Une décroissance radioactive dans le temps .



Le Callovo-Oxfordien, le pilier de la sûreté après fermeture du système de stockage



Les dispositions d'architecture et des composants ouvragés jouant des rôles complémentaires

Le choix d'une implantation dans la couche du Callovo-Oxfordien

- ◆ Une profondeur élevée > 400 m
- ◆ Une forte épaisseur > 140 m
- ◆ Un très faible écoulement d'eau
- ◆ Un piégeage de l'essentiel des radionucléides...(actinides)
 - Des temps de transfert > 100.000 ans pour les radionucléides mobiles

Les caractéristiques des grands composants + les colis de déchets, les alvéoles et les scellements des accès

- ◆ Une lente dégradation des matériaux
 - Un confinement de plusieurs dizaines à centaines de milliers d'années
- ◆ De faibles flux d'eau au sein du stockage

L'architecture et la conception de Cigéo

- ◆ La séparation des types de déchets pour limiter les interactions
- ◆ Un stockage plat qui maximise l'épaisseur de Callovo-Oxfordien de part et d'autre...
- ◆ Un stockage avec tous les accès regroupés au fond

La séparation physique entre la zone nucléaire (zone des déchets) et la zone de travaux

La limitation de la hauteur de levage et de transfert des colis

La limitation des charges calorifiques au fond, en particulier dans les parties à risques (alvéoles...)

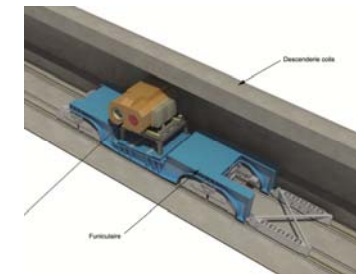
- ◆ Pas d'engin à moteur dans la zone nucléaire
- ◆ L'utilisation de matériaux/substances non inflammables ou difficilement inflammables

Le transport des colis de déchets dans des hottes jusqu'aux alvéoles

Les spécifications sur les colis de déchets

- ◆ Limitation de la production d'hydrogène pour leur mise en stockage
- ◆ Pas de liquide
- ◆ Conditionnement limitant ou empêchant la dispersion de la radioactivité
 - Confinement par le colis primaire et/ou le colis de stockage

Etc..



Le contenu et les clés de lecture

L'inventaire du PIGD

Les caractéristiques dimensionnantes

L'inventaire margé à terminaison

L'adaptabilité de Cigéo à des évolutions d'inventaire

Les réserves FAVL

Les combustibles usés

Les options de conception pour la sûreté en exploitation

Les options de conception pour la sûreté long terme

Les options de conception pour la récupérabilité

L'analyse de risque en exploitation et la classification des scénarios
Une première quantification des impacts

La définition des scénarios d'évolution à long terme
Une première évaluation quantifiée en situation normale, altérée, et intrusions humaines

Les cas de mise en œuvre de la récupérabilité, en exploitation normale et en situation hypothétique

Une première proposition d'éléments importants pour la protection

Les composants importants pour la sûreté à long terme et les enjeux liés au suivi des évolutions de conception

DOS-Expl

DOS-AF

DORec

PDE

Le déploiement progressif du projet au cours du temps et les propositions en matière de gouvernance

Le DOS présente les grands choix de sûreté qui guident la conception du projet

- ◆ Référentiels , démarches, données d'entrées (hypothèses sur les colis; caractéristiques du site, modèles de relâchement...)
- ◆ Fonctions de sûreté
- ◆ Options de conception retenues
- ◆ Scénarios de sûreté en exploitation et après fermeture retenus ;
- ◆ Premières évaluations d'impact « enveloppe » en exploitation et après fermeture

.....Cela n'est pas une démonstration de sûreté.....

Le DOREC précise le rôle de la récupérabilité comme un des outils au service de la réversibilité

- ◆ Les choix techniques en support à la récupérabilité
- ◆ Ces options techniques ne sont pas des options de sûreté
- ◆ Il précise les scénarios de retrait d'exploitation et les scénarios de retrait hypothétiques

...Le DOS Expl traite les risques liés aux opérations de retrait pendant l'exploitation.....

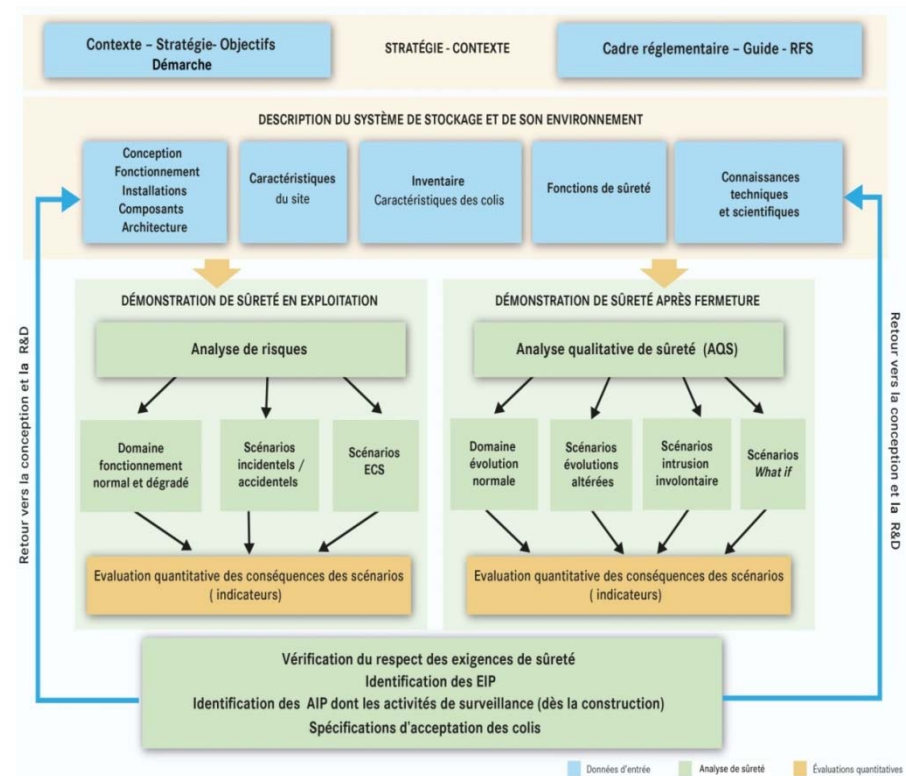
2 parties :

- ◆ en exploitation (DOS-Expl)
- ◆ après-fermeture (DOS-AF)

Une logique identique

Montrant

Une approche coordonnée entre sûreté-exploitation et sûreté après-fermeture.



Quatre volumes dont trois « similaires » en termes de structure et spécifiques en termes de contenu.

Un volume I dédié à la stratégie et à la démarche de sûreté

- ◆ Présentation générale de Cigéo (historique, phasage, déchets ...)
- ◆ Liste des textes et référentiels à prendre en compte (Exemple- Focus sur référentiel incendie dans DOS-Expl)
- ◆ Les fonctions de sûreté et principes associés
 - Fonctions de sûreté « classiques » dans DOS-Expl
 - Fonctions de sûreté spécifiques dans DOS-AF (cf guide de sûreté)
- ◆ Les démarches retenues (comprend l'application du principe de défense en profondeur)

Quatre volumes dont trois « similaires » en termes de structure et spécifiques en termes de contenu.

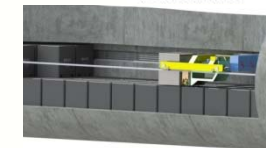
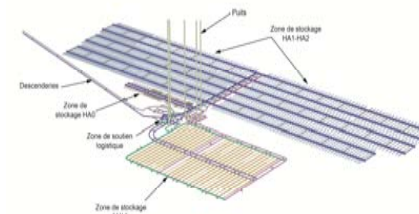
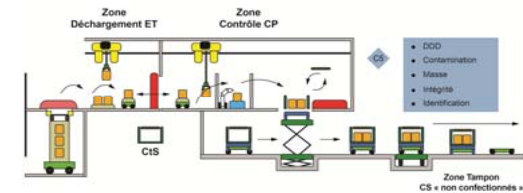
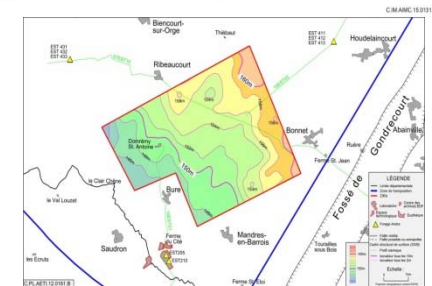
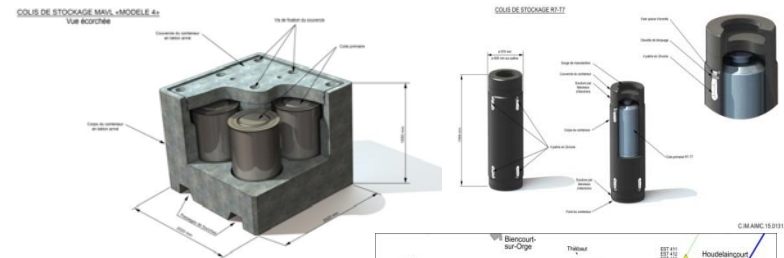
Un volume II dédié à la description : colis/site/installation (fonctions/options de conception)

◆ Un ordre de présentation différent entre le colis et selon l'importance vis-à-vis de la sûreté.

- Colis en chapitre 1 pour DOS-Expl (on suit le cheminement du colis dans l'installation) , le site en chapitre 2, l'installation en chapitre 3
- Site (Callovo-Oxfordien) en chapitre 1 pour DOS-AF (on suite le cheminement des RN en particulier dans la formation) , le colis en chapitre 2 et l'installation souterraine en chapitre 3

◆ Une description de l'installation adaptée à la phase de vie :

- DOS-Expl : installations de surface/souterraine, les équipements et leur exploitation
- DOS-AF : installation souterraine et Liaisons surface-fond remblayées et scellées

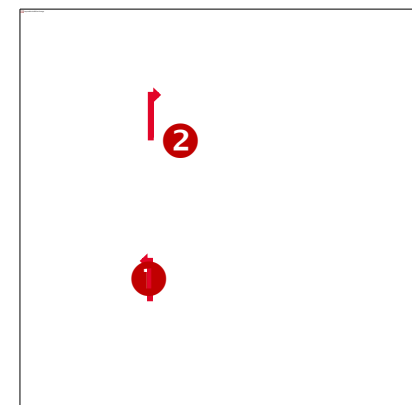
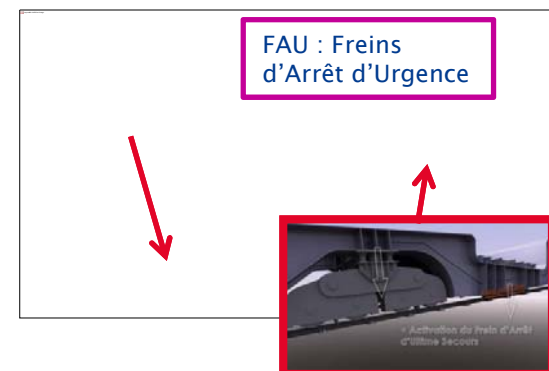


Options retenues pour la maîtrise des risques / maîtrise des incertitudes

- ◆ En exploitation ⇔ suit le transfert des colis
- ◆ Après fermeture ⇔ suit le transfert des RN

Identification des scénarios de sûreté

- ◆ Classification et typologie spécifiques
 - En exploitation : selon arrêté INB et REX Post- Fukushima
 - Fonctionnement normal
 - Scénarios de dimensionnement et d'extension de dimensionnement
 - Scénarios exclus
 - Après fermeture : selon guide ASN 2008 et pratiques internationales
 - Scénario d'évolution normale
 - Scénarios altérés/Scénarios what-if
 - Scénarios intrusions humaines



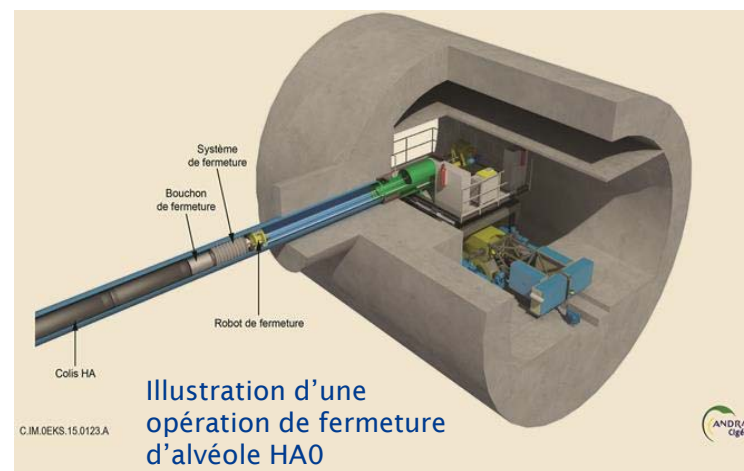
Quantification limitée aux scénarios enveloppes

- ◆ En exploitation
- ◆ Après fermeture

Un volume IV spécifique

◆ DOS-Expl : Les opérations de fermeture

- Premiers éléments décrivant les opérations de fermeture en cohérence avec la stratégie de fermeture
- Première analyse préliminaire des principaux risques liés aux opérations de fermeture

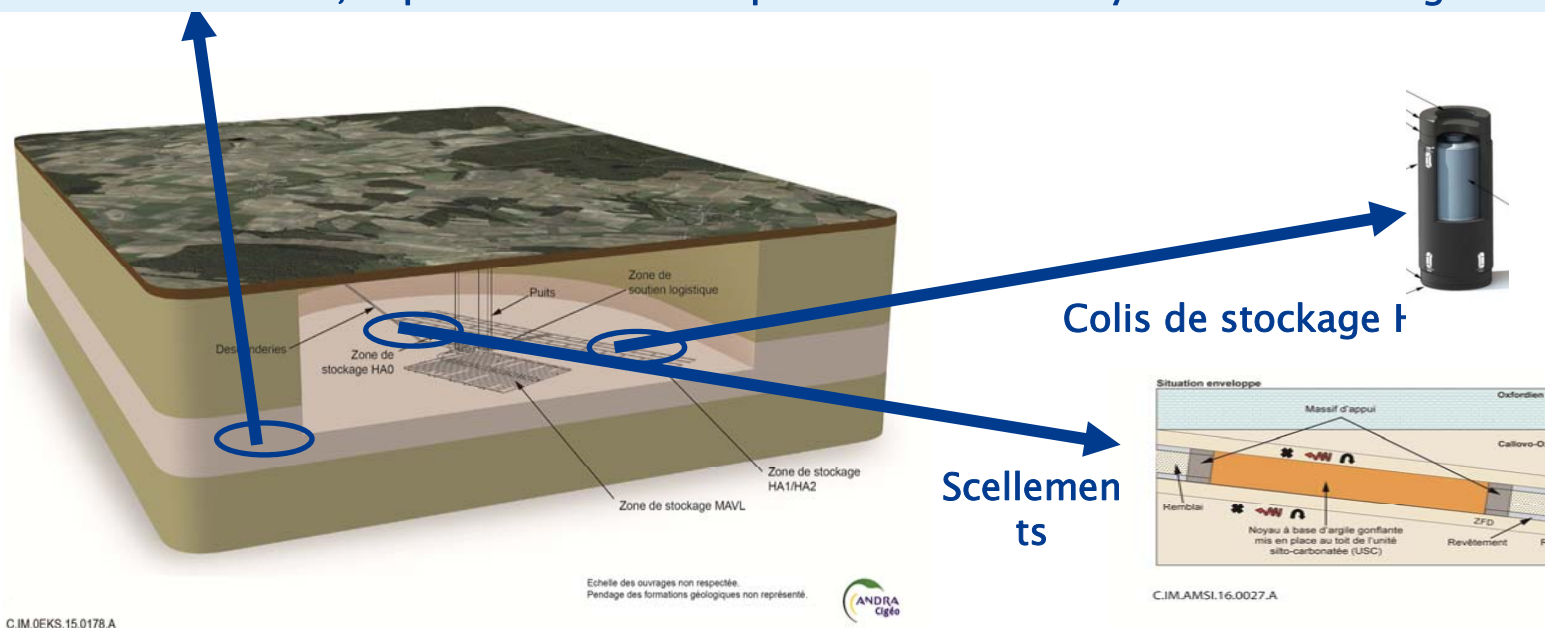


Un volume IV spécifique

DOS-AF : Fait le lien avec l'exploitation et le développement incrémental

- ◆ Positionnement sur les composants importants d'un point de vue de la sûreté après fermeture
- ◆ Éléments stratégiques sur l'intégration progressive des évolutions de conception et des pistes d'optimisations dans le développement de Cigéo

Le Callovo-Oxfordien, le pilier de la sûreté après fermeture du système de stockage



Les dispositions d'architecture et des composants ouvrages jouant des rôles complémentaires

Ce document est la propriété de l'Andra.

Il ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation expresse et préalable.

Accusé de réception du 16/06/2016

Réunion d'enclenchement : 8 juillet 2016

Une vingtaine de réunions techniques ANDRA/IRSN entre septembre et décembre 2016

Instruction en cours par l'IRSN et mise en place de dialogue avec la société

Et revue internationale pilotée par l'AIEA à la demande de l'ASN

◆◆ Séminaire revue internationale du 7 au 15 novembre 2016