

SOMMAIRE

1. REFERENCES	2
2. GLOSSAIRE.....	3
3. OBJET	4
4. IDENTIFICATION DU BESOIN	4
4.1. Préambule	4
4.2. Identification des déchets mixtes issus de l'installation N°1 et volumétries des colis	5
4.3. Identification des déchets issus de l'installation n°4 et volumétries des colis	6
4.4. Autres déchets : identification et volumétries des colis	6
4.5. Exutoire des effluents actifs et douteux	6
5. CHOIX STRATEGIQUE SUR LES BATIMENTS D'ENTREPOSAGE	7
6. EVALUATION DES PERIODES DE SATURATION DE L'INSTALLATION N°1	7
6.1. Déchets irradiants	7
6.2. Déchets mixtes	8
6.3. Opportunité : Entreposage au sein du 438	8
7. STRATEGIE DE MISE A DISPOSITION DE L'INSTALLATION D'ENTREPOSAGE ZZ	8
8. FONCTIONS PRINCIPALES ET FONCTIONS CONTRAINTES	8
9. REFLEXIONS SUR DES OPTIONS DE SURETE ASSOCIEES AUX CONCEPTIONS	8
9.1. Risque d'irradiation	8
9.2. Risque de dissémination	9
9.2.1 Fonctionnement normal	9
9.2.2 Fonctionnement incidentel	9
9.3. Agressions internes et externes	9
9.3.1 Risque d'incendie interne	9
9.3.2 Risque d'explosion interne	10
9.3.3 Risque d'inondation interne	10
9.3.4 Risque liés à la manutention	10
9.3.5 Risques liés aux interférences électromagnétiques	11
9.3.6 Risques liés à la perte ou défaillance des utilités	11
9.3.7 Risques liés aux Facteurs Organisationnels et Humains	11
9.3.8 Risques liés aux conditions climatiques extrêmes	11
9.3.9 Risques liés à la chute d'avion	11
9.3.10 Risques liés à un incendie externe	12
9.3.11 Risques d'inondation externe	12
9.3.12 Risque foudre	13
9.3.13 Risques liés au séisme	13
9.3.14 Risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication	13
10. ARCHITECTURES ENVISAGEES DU BATIMENT ET ESTIMATION FINANCIERE	14
10.1. Itération 1	14
10.1.1 Architecture du bâtiment	14
10.2. Itération 2	16
10.2.1 Architecture des bâtiments	16
10.2.2 Estimation financière des deux pré-esquisses	19
10.3. Itération 3	19
11. PLANNING DE REFERENCE	21
12. IMPLANTATION ET TRAVAUX PREPARATOIRES	21
13. ANALYSE DE RISQUES	21
14. SYNTHESE DES ESTIMATIONS FINANCIERES	21

15. SYNTHESE DES ARCHITECTURES DE BATIMENTS.....23

16. CONCLUSION.....24

1. REFERENCES

	Titre	Référence à 23 caractères <i>(sans indice de version)</i>
[1]	Compte rendu des GT1 & GT 2 - 460	
[2]	Compte rendu du GT 3 - 460	
[3]	Compte rendu du GT 4 - 460	
[4]	Compte rendu restitution GT 460	
[5]	Compte rendu de la réunion ZZ	
[6]	Compte rendu de la réunion ZZ du 16 septembre 2024	
[7]	Recalage des besoins de production de l'installation N°1 et OC	
[8]	Dossier d'orientation : Entreposage de déchets	
[9]	Référentiel estimatifs des durées – Phase amont des projets d'installations nucléaires	
[10]	Bâtiment ZZ : Cahier des charges fonctionnel – phase d'opportunité	
[11]	Chiffrage d'installation par macro ratio	
[12]	Inventaire préliminaire des emballages de transports nécessaires à l'exploitation de l'installation N°1	
[13]	Evaluation des flux de déchets générés par l'installation N°1	

2. GLOSSAIRE

ACIT	Assistance Conception d'Installation Technique
Installation N°1	Atelier Extraction
AMOE SR	Assistance à Maîtrise d'œuvre Suivi de Réalisation
ASI	Alimentation Sans Interruption
BàG	Boîte à Gants
Colis type C	Colis Béton Fibre Cylindrique
Fût type H	Colis Béton Fibre cubique
CdCF	Cahier des Charges Fonctionnelles
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives
CFO	Courant FORT
CFI	Courant Faible Industriel
CFIs	Courant Faible Industriel de Sécurité
CTA	Centrale Traitement d'Air
DAM	Direction des Applications Militaires
DCHTI	Déchet très contaminé
DCHI	Déchet contaminé
DCHM	Déchet Mixte
DOS	Dossier d'Option de Sûreté
DP2I	Département Projet Ingénierie des Installations
DTRI	Département H
GEF	Groupe Electrogène Fixe
GT	Groupe de Travail
GTME	Grand Tamis Moléculaire
LMJ	Laser MagaJoule
II	Installation Individuelle
PC	Poste de Conduite
STEL	Station de Traitement des Effluents Liquides
STEP	Station d'épuration
SCR	Service Compétent en Radioprotection
SPR	Service de Protection Radiologique
REX	Retour d'expérience
TCE	Tout Corps d'Etat
TCR	Tableau de Contrôle des Rayonnements

3. **OBJET**

Le bâtiment ZZ, objet du présent document (extension fonctionnelles d'une installation individuelle existante), a pour vocation principale l'entreposage de déchets contaminés issus de trois installations différentes.

Il est à noter que le périmètre initial des déchets du bâtiment ZZ intégrait les déchets d'une 4^e installation.

Cette note est une synthèse des échanges menés par le Groupe de Travail (GT) « gestion des déchets contaminés » qui s'est tenu de septembre 2023 à novembre 2024 et constitué d'une part des chefs de projet en charge de l'assainissement, du démantèlement et de la gestion des déchets et de leur entreposage à sec et, d'autre part, de représentants de deux départements techniques. Le Directeur du programme (DPT) a mandaté les participants au GT.

L'objectif de ce GT est d'évaluer, au stade de l'étude d'opportunité :

- le besoin, notamment en terme de volumétrie de déchets et d'échéances calendaires pour le dimensionnement et le planning de réalisation des bâtiments,
- les contraintes de performance et de sûreté et leurs conséquences sur le dimensionnement des futurs bâtiments,
- l'architecture et l'aménagement des bâtiments (pré-esquisse) intégrant les contraintes connues à date,
- le chiffrage et le planning,
- l'implantation des bâtiments sur le site d'accueil.

Chaque réunion du GT a fait l'objet d'un compte rendu. Les restitutions de chaque réunion ont été faites en présence du DPT.

4. **IDENTIFICATION DU BESOIN**

4.1. **Préambule**

Lors de la réunion de lancement du GT, le besoin exprimé par le DPT consistait à :

- avoir une réflexion sur l'ensemble des déchets nucléaires contaminés produits par les quatre installations concernées,
- définir des solutions qui impactent le moins possible la production d'une des quatre installation (installation n°1),
- proposer un ou plusieurs bâtiment(s) en fonction du type de déchets pour les quinze premières années d'exploitation de l'installation n°1. En effet, sur la base de la réalité des déchets produits par l'installation n°1, dont on aura une meilleure connaissance après quelques années d'exploitation, une seconde tranche de bâtiment sera réalisée.

Suite aux réflexions menées dans le cadre de ce GT, le périmètre des déchets à prendre en compte pour le dimensionnement du bâtiment ZZ a évolué.

Ces évolutions ont concerné deux typologies de déchets, à savoir :

- le retrait du périmètre des déchets nucléaires contaminés provenant des activités historiques de l'installation n°4. Ces déchets initialement dans le périmètre de réflexion ont été, par la suite, retirés de l'inventaire pour le dimensionnement du bâtiment ZZ pour des raisons financières comme cela est explicité dans le paragraphe 0 « Estimation financière » ;
- le retrait des déchets conditionnés dans des colis type A et type B produits par l'installation n°1. Leurs modalités de gestion nécessitent un entreposage en boîte à gant avec une unité de

traitement dédiée qui ont amené à proposer différentes solutions d'entreposage alternatives pour optimiser le coût de réalisation du bâtiment ZZ.

En conséquence, les volumétries et les typologies de déchets à prendre en compte ont évolué au cours des réflexions menées dans ce GT aboutissant à différentes proposition d'architecture pour le bâtiment ZZ. Ce document retrace un historique des différentes versions considérées en fonction notamment de l'évolution du périmètre des déchets à prendre en compte pour le dimensionnement du bâtiment.

4.2. Identification des déchets mixtes issus de l'installation N°1 et volumétries des colis

Lors de la phase d'exploitation de l'installation n°1, plusieurs types de déchets seront produits à savoir :

- des déchets très irradiants générés dans les enceintes blindées,
- des déchets irradiants issus de l'exploitation et de la maintenance des enceintes blindées,
- des déchets peu irradiants issus de la première et seconde barrière de l'installation n°1 ou issus d'un procédé spécifique d'extraction et d'épuration des gaz,
- des effluents issus des eaux de lavage des sols.

Les déchets irradiants sont non enrobés et conditionnés dans des colis type C. Les déchets peu irradiants sont quant à eux conditionnés en fûts type D et pour certains dans des conteneurs type A et type B.

Les déchets très irradiants nécessitent un conditionnement particulier dans des emballages type E ou type F. Les dimensions des paniers cibles au regard des dimensions des emballages type E nécessitent de couper les têtes de paniers : opération coûteuse en terme de durée. Aussi, il a été décidé très tôt de s'orienter vers la solution emballage type F de plus grandes dimensions. Cette solution offre l'avantage de n'avoir à faire aucune opération de découpe sur les paniers cibles.

Le Tableau 1 ci-après donne le type et la volumétrie des déchets issus de l'installation n°1 pour quinze ans et cinquante ans d'exploitation. Cette volumétrie part de l'hypothèse de traitements thermiques validés.

Provenance	Contenu	Colis	Nombre de colis à 15 ans d'exploitation	Nombre de colis à 50 ans d'exploitation
Installation n°1	Très irradiants	Emballage type F	-	161
	irradiants	Colis type C	170	601
	mixte (2 ^{ème} barrière)	Fûts type D	1530	4845
	Eau contaminée	Fûts type D	95	420
	mixte (1 ^{ère} barrière)	Fûts type D	24	102
	Mixte (procédés d'extraction)	Colis type A	35	130
	Mixte (procédés d'extraction)	Colis type B	6	18
	Effluents (actifs)	Cuves	108 m ³	360 m ³

Tableau 1 : Type et nombre de colis issus de l'installation n°1 pour 15 ans et 50 ans d'exploitation.

L'annexe 4 détaille les contenus de chaque colis ainsi que leurs caractéristiques.

4.3. Identification des déchets issus de l'installation n°4 et volumétries des colis

L'inventaire des déchets nucléaires contaminés de l'installation n°4 est composé [8] :

- des culots de fusion anciens, produits et conditionnés avant 1997,
- des culots de fusion plus récents produits de 1998 à 2012,
- des filtres et des résines contaminés des circuits et des piscines de stockage des réacteurs,
- des eaux contaminées issues des réacteurs.

Le Tableau 2, ci-après, présente le type et la volumétrie des déchets issus de l'installation n°4 à entreposer dans la future installation.

Provenance	Contenu	Colis	Nombre de colis
l'installation n°4	Culots de fusion et filtres	Colis type H	510
		Fûts de type D	150
		Fûts type G	140
	Eau contaminée	Cuves	120 m ³

Tableau 2 : Type et nombre de colis issus de l'installation n°4.

4.4. Autres déchets : identification et volumétries des colis

Les autres déchets à entreposer dans l'installation ZZ sont :

- Les déchets mixtes issus de l'installation n°2,
- Les déchets dit historiques provenant de l'installation n°3 et stockés actuellement en caissons
- Les eaux de lavage des sols issues de l'exploitation de l'installation ZZ,
- Les déchets mixtes solides autogénérés par l'exploitation de l'installation ZZ.

Le Tableau 3, ci-après, présente pour chaque provenance de déchets, le contenu, le type de colis et le nombre total de colis.

Provenance	Contenu	Colis	Nb de colis à 15 ans d'exploitation du ZZ	Nb de colis à 50 ans d'exploitation du ZZ
Installation ZZ	Déchets mixtes et effluents	Fûts type D	300	1000
		Cuve	30m ³	100 m ³
Installation n°2	Déchets mixtes	Fûts type D	450	1500
Installation n°3	Déchets mixtes	Caisson de 5 m ³	6	6

Tableau 3 : Type et nombre de colis

4.5. Exutoire des effluents actifs et douteux

Les effluents actifs et douteux sont des effluents produits en zone délimitée. Ces derniers sont entreposés au sein de l'installation ZZ au travers de cuves tampons (dissociées pour chaque type d'effluents). Ces cuves ont des capacités limitées ce qui nécessite d'identifier des exutoires sur la durée d'exploitation du bâtiment.

La différence entre les deux types d'effluents est la suivante :

- les effluents actifs sont ceux issus d'activités dans des zones où la présence de gaz contaminé est avérée. Ce sont par exemple les eaux de lavage des sols en zone délimitée,
- les effluents douteux peuvent potentiellement présenter une contamination radioactive. Ce sont par exemple des effluents issus des lavabos et sanitaires situés en zone délimitée ou les douches des vestiaires.

Vis-à-vis des effluents actifs et comme indiqué précédemment, la présence de gaz contaminé est avérée. Avant de les transférer vers l'exutoire, une analyse est réalisée afin, d'une part, de déterminer l'activité en gaz contaminé, les caractéristiques chimiques et, d'autre part, d'identifier la présence éventuelle d'autres radionucléides (type alpha, beta, gamma).

Ainsi :

- si la mesure est inférieure au critère d'acceptation de l'exutoire, alors les effluents actifs sont transférés pour être pulvérisés dans des unités dédiées,
- si la mesure est supérieure au critère d'acceptation de l'exutoire, alors les effluents actifs sont transférés vers la station de traitement du CEA civil via des citernes. A cet effet, une convention est en cours de rédaction entre le CEA/DAM et le CEA civil.

Vis-à-vis des effluents douteux, avant leur transfert vers l'exutoire, une analyse est également réalisée afin, d'une part, de déterminer l'activité en gaz contaminé, les caractéristiques chimiques et, d'autre part, d'identifier la présence éventuelle d'autres radionucléides.

Ainsi :

- si la mesure est inférieure au critère d'acceptation de l'exutoire, alors les effluents douteux sont transférés vers la station de traitement du CEA/DAM,
- si la mesure est supérieure au critère d'acceptation de l'exutoire, alors les effluents initialement douteux deviennent des effluents actifs et retrouvent le cycle d'analyses et d'exutoires tel que décrit précédemment.

5. CHOIX STRATEGIQUE SUR LES BATIMENTS D'ENTREPOSAGE

L'entreposage des déchets très irradiants nécessite des emballages spécifiques type E ou F. Aussi, la stratégie retenue repose sur la réalisation de deux bâtiments :

- Le bâtiment 460 pour l'entreposage des déchets très irradiants en emballage type F,
- Le bâtiment ZZ pour l'entreposage des autres catégories de déchets, objet de cette note.

Il est à noter que le bâtiment ZZ est prévu pour entreposer les colis produits pendant la durée d'exploitation de 50 ans de l'installation n°1.

6. EVALUATION DES PERIODES DE SATURATION DE L'INSTALLATION N°1

6.1. Déchets irradiants

Au terme de 50 ans d'exploitation de l'installation n°1, le nombre de colis type C produits est de l'ordre de 600.

La capacité d'entreposage de l'installation n°1 est de 88 colis type C. En considérant un flux de production de 11 colis type C par an, la saturation de l'installation n°1 intervient fin 2037. Cette estimation prend en compte **une mise en exploitation de l'installation n°1 fin 2028.**

6.2. Déchets mixtes

A 50 ans d'exploitation de celle-ci, le nombre de fûts type D est de 4780.

La capacité d'entreposage de l'installation n°1 est de 468 fûts. En considérant, d'une part, un flux de production de 85 fûts par an et, d'autre part, une mise en exploitation de l'installation n°1 fin 2028, la saturation de l'installation n°1 intervient fin 2033.

6.3. Opportunité : Entreposage au sein du 438

Le bâtiment 438 dont la mise en service est planifiée à échéance de fin 2025 dispose de racks d'entreposage qui serait à même de recevoir de l'ordre de 400 colis de DCHM issus de la production de l'installation n°1.

Les estimations montrent que la saturation des capacités d'entreposage de déchets mixtes à l'installation n°1 et la capacité tampon du 438 intervient à fin 2037.

7. STRATEGIE DE MISE A DISPOSITION DE L'INSTALLATION D'ENTREPOSAGE ZZ

A ce stade du projet, il avait été envisagé une installation ZZ en deux tranches :

- tranche 1 (T1), correspondant aux déchets dits « historiques » (provenance des installations n°3 et n°4) et ceux correspondant à une exploitation de l'installation n°1 de 15 ans,
- tranche 2 (T2), correspondant au complément d'exploitation de l'installation n°1 de 35 ans.

Au regard des éléments identifiés aux paragraphes ci-dessus et de la mise en service de l'installation n°1, la mise en exploitation du ZZ (T1) est positionnée à fin 2036. Vis-à-vis de la T2, la mise en exploitation est positionnée en 2050.

Il est à noter que le dimensionnement de la tranche 2 s'appuiera sur le retour d'expérience (REX) d'exploitation de l'installation n°1 afin de dimensionner au juste besoin cette seconde tranche.

8. FONCTIONS PRINCIPALES ET FONCTIONS CONTRAINTES

L'ensemble des fonctions principales et de contraintes sont décrites dans le Cahier des Charges Fonctionnels (CdCF).

9. REFLEXIONS SUR DES OPTIONS DE SURETE ASSOCIEES AUX CONCEPTIONS

Afin de proposer plusieurs choix de conception du futur bâtiment ZZ, une pré analyse de sûreté a été menée.

9.1. Risque d'irradiation

Comme évoqué précédemment, le bâtiment ZZ a vocation à entreposer les déchets irradiants et mixtes. Vis-à-vis des déchets mixtes entreposés en fûts de type D, le risque d'irradiation du travailleur est faible de par le terme source présent au sein des fûts. Concernant les déchets irradiés entreposés en colis type C, le terme source présent nécessite de disposer d'une barrière de protection biologique.

Options de sûreté (OPT 1) :

Disposer d'une barrière de protection biologique pour les colis de type C.

9.2. Risque de dissémination

9.2.1 Fonctionnement normal

Les fûts de type D et les colis de type C dégazent naturellement. Au regard du taux de dégazage, une ventilation forcée est suffisante avec une centrale de traitement d'air sans filtre Très Haute Efficacité (THE).

Les colis de type A et B doivent être entreposés en boîtes à gants reliées à une unité de traitement du gaz contaminé.

9.2.2 Fonctionnement incidentel

Le fonctionnement incidentel correspond à une chute de colis (Fûts et colis type C). Effectivement, ces derniers sont dimensionnés (étanchéité) pour une hauteur de chute inférieure à 1,2 m. Dans le cas d'une chute supérieure à 1,2 m, l'intégrité dudit colis n'est pas garantie et un risque de remise en suspension des matières radioactives est possible.

En conséquence pour un entreposage des colis à une hauteur de chute :

- inférieure à 1,2 m, le risque de dissémination est exclu de par le dimensionnement du colis. Dans cette situation, aucune ventilation nucléaire n'est nécessaire. Il est à noter qu'une ventilation avec un taux de renouvellement de l'atmosphère est nécessaire et suffisant pour permettre les interventions humaines,
- supérieure à 1,2 m, le risque de dissémination n'est pas exclu. Dans cette situation, une ventilation nucléaire à minima II A est requise correspondant à une classe de confinement C2.

Option de sûreté (OPT 2) :

- **Cas 1 : entreposage à une hauteur inférieure à 1,2 m : ventilation non nucléaire compatible d'interventions humaines en présence de gaz contaminé,**
- **Cas 2 : entreposage à une hauteur supérieure à 1,2 m : ventilation nucléaire à minima classe II A.**

9.3. Agressions internes et externes

Les spécifications retenues dans les paragraphes suivants sont celles issues du REX d'une installation existante équivalente (438). Le DOS permettra de valider les hypothèses de dimensionnement notamment vis-à-vis du niveau de séisme, du niveau de tornade et de la fiabilité des ponts.

9.3.1 Risque d'incendie interne

Le risque d'incendie interne dans le bâtiment ZZ serait essentiellement lié :

- à la présence d'équipements électriques dans lesquels un court-circuit ou un arc-électrique pourrait conduire à un départ de feu ;
- à la présence de carburant du véhicule acheminant les colis dans le bâtiment.

Les dispositions de sûreté envisagées vis-à-vis des risques d'incendie interne et des conséquences seraient les suivantes :

- la limitation des sources d'ignition ;
 - le dimensionnement des éléments de structures du bâtiment ;
 - la mise en œuvre de moyens de détection ;
 - les colis restent dans leur configuration transport dans l'attente du refroidissement du moteur du camion ;
-

- la mise en œuvre de moyens de rétention des eaux d'extinction incendie.

Ces dispositions à mettre en place dans l'installation seront définies dans les phases ultérieures du projet, notamment au travers de l'étude du risque incendie.

9.3.2 Risque d'explosion interne

Le risque d'explosion interne dans le bâtiment ZZ serait lié à la présence des batteries des moyens de manutention mobiles et des onduleurs assurant l'alimentation des équipements sensibles et de sûreté-sécurité de l'installation qui lors de leur chargement peuvent produire une atmosphère explosive (production d'hydrogène).

La ventilation des locaux abritant les batteries doit permettre un taux de renouvellement de l'air de manière à limiter toute création d'atmosphère explosive. Ce taux sera à définir dans les phases ultérieures du projet en fonction de la puissance des onduleurs installés.

La mise en œuvre de produits chimiques au sein du bâtiment ZZ sera limitée aux opérations de maintenance, de mesure de l'activité du gaz contaminé avec des solvants ou de nettoyage des locaux et équipements. Les quantités de produits chimiques réceptionnées au sein de l'installation seront limitées au strict nécessaire à l'opération prévue.

9.3.3 Risque d'inondation interne

Le risque d'inondation d'origine interne dans le bâtiment ZZ est lié à l'utilisation de réseaux de fluides liquides dans l'installation, aux transferts d'effluents ainsi qu'à la mise en œuvre d'eau d'extinction incendie pour lutter contre un départ de feu au sein du bâtiment.

Les dispositions de sûreté (rehaussement des équipements électriques, rétention des eaux d'extinction, ...) à mettre en œuvre vis-à-vis du risque d'inondation interne pour éviter la défaillance potentielle d'équipements participant au maintien d'une Fonction Importante pour la Sûreté (FIS) seront définies dans les phases ultérieures du projet (APS/APD).

9.3.4 Risque liés à la manutention

Les activités en conditions normales prévues d'être réalisées dans le bâtiment ZZ sont subdivisées en différentes phases :

- la phase de réception des colis ;
- la phase de contrôle des colis ;
- la phase de transfert entre le hall de manutention et le hall d'entreposage.

Les opérations de manutention seront réalisées à l'aide de chariot automoteur, potence ou de pont roulant.

Les dispositions de sûreté envisagées vis-à-vis des opérations de manutention visent à exclure l'occurrence de chute des colis, à savoir :

- les opérations de manutention des colis sont réalisées à une hauteur aussi basse que possible.
- les opérations de manutentions sont réalisées à faible vitesse ;
- les ponts roulants, avec une fiabilité de 10^{-7} par an, sont munis de freins, de capteurs de fins de courses et de dispositifs de limiteurs de charge ;
- une zone de garage de chaque pont roulant est aménagée hors de la zone d'entreposage ;
- les postes de travail sont conçus de manière à prendre en compte le Facteur Organisationnel et Humain (FOH) ;

- l'entretien du matériel est assuré par une maintenance périodique ainsi que par des contrôles et essais réglementaires.

Une analyse détaillée sera réalisée dans le rapport préliminaire de sûreté (RPrS).

9.3.5 Risques liés aux interférences électromagnétiques

Une étude d'analyse des risques liés aux interférences électromagnétiques devra être réalisée dans les phases ultérieures du projet pour identifier la protection adaptée aux équipements sensibles aux interférences électromagnétiques.

9.3.6 Risques liés à la perte ou défaillance des utilités

Les utilités mises en œuvre dans le bâtiment ZZ sont :

- l'alimentation électrique ;
- l'alimentation en air respirable ;
- les alimentations en eau ;
- la ventilation vis-à-vis du gaz contaminé : ventilation forcée avec un soufflage mécanique (CTA : centrale de traitement d'air) ;
- la ventilation nucléaire pour la zone d'entreposage des colis type C dans le cas d'un entreposage sur deux niveaux ou plus.

L'alimentation électrique assure le fonctionnement :

- des équipements de manutention ;
- des systèmes de sûreté-sécurité associés à la surveillance de l'installation.

Pour prévenir les conséquences d'une perte du réseau électrique haute tension, l'alimentation des équipements importants sera reprise par des onduleurs (alimentation sans interruption) et le bâtiment ZZ devra disposer d'un groupe électrogène fixe (GEF) pouvant assurer la reprise de l'alimentation électrique.

L'air respirable permet l'utilisation d'équipements de protection individuel (EPI) pour les éventuelles interventions des opérateurs en masque à adduction d'air ou en scaphandre en cas de contamination atmosphérique. Pour limiter les conséquences d'une perte du réseau, un ballon tampon d'air respirable sera disponible pour laisser une autonomie nécessaire aux opérateurs pour mettre en sécurité les opérations en cours. Pour les interventions d'urgence, des ARI seront disponibles.

9.3.7 Risques liés aux Facteurs Organisationnels et Humains

Une étude des risques liés aux FOH sera réalisée dans le cadre du rapport préliminaire pour identifier les opérations « sensibles » et définir les dispositions particulières à prendre pour maîtriser la sûreté du point de vue FOH.

9.3.8 Risques liés aux conditions climatiques extrêmes

Le bâtiment ZZ est prévu d'être implanté dans la zone à proximité des bâtiments 438 du site d'accueil du CEA.

Le dimensionnement sera réalisé conformément aux recommandations du CEA et à l'EUROCODE. Le dimensionnement des colis, prend en compte la résistance à l'agression d'une tornade d'intensité EF2 et des projectiles induits.

9.3.9 Risques liés à la chute d'avion



D'une part selon les probabilités de chute d'aéronef et, d'autre part, selon les trois catégories que constituent l'aviation commerciale, générale, et militaire, les calculs montrent que, compte tenu des dimensions du bâtiment, le risque de chute d'avion est exclu car la probabilité est inférieure à 10^{-7} selon les règles de la RFS 1.1 (tableau 4 ci-après).

Familles d'aviation	Probabilité (impact.an ⁻¹)
Générale	$3,30.10^{-09}$
Commerciale	$1,58.10^{-08}$
Militaire	$2,11.10^{-08}$
Total	$4,08.10^{-08}$

Tableau 4 : Evaluation du risque aérien selon les hypothèses du volume II chapitre 10 de l'édition 2020 PGSE

9.3.10 Risques liés à un incendie externe

Compte tenu du contexte environnemental de Valduc, des mesures sont mises en place pour prévenir le risque d'incendie des zones boisées conformément à la PGSE :

- les abords du bâtiment ZZ seront déboisés à une distance minimale de dix mètres du bâtiment pour éviter toute propagation d'incendie ;
- les zones boisées du Centre sont entretenues régulièrement (élagage, débroussaillage, ramassage des rémanents et feuilles mortes) ;
- les voies d'accès et les chemins de circulation dans les différentes zones sont également entretenus régulièrement de façon à garantir la circulation des véhicules d'intervention et l'accès aux éléments du réseau d'eau.

Les dispositions de sûreté envisagées vis-à-vis des risques liés à un incendie visent à empêcher qu'un feu se déclarant en extérieur n'agresse pas le bâtiment ZZ. Pour ce faire, les dispositions de sûreté consistent à :

- disposer d'une distance de sécurité autour du bâtiment garantissant une non propagation de l'incendie en provenance des zones boisées ;
- disposer de poteaux incendie à proximité de l'installation ;
- disposer des aires de circulation et de manœuvre nécessaire à l'accès de la FLS sur le pourtour de l'installation.

Par ailleurs, une organisation du bâtiment ZZ prévoira de ne pas entreposer les colis à proximité des voiles extérieurs : les colis sont entreposés dans le hall d'entreposage qui est séparé de part et d'autre par des couloirs de surveillance.

9.3.11 Risques d'inondation externe

Le risque d'inondation externe du bâtiment ZZ peut avoir pour origine :

- des remontées de niveau de la nappe phréatique ;
- une accumulation d'eaux de pluies au cours de précipitations importantes.

Des dispositions seront mises en œuvre pour prévenir tout risque d'entrée d'eau (fortes pluies, montée de nappes phréatiques). Vis-à-vis des fortes pluies, un système de collecte et d'évacuation de l'eau de

pluie est dimensionné aux pluies de références quantifiées dans la PGSE et conformément aux recommandations édictées dans le guide ASN.

Vis-à-vis des montées de nappe phréatique, les conclusions des études de sol actuellement initiées permettront de statuer sur d'éventuelles dispositions complémentaires à prendre en compte pour la conception du ZZ.

9.3.12 Risque foudre

Les dispositions de sûreté envisagées vis-à-vis du risque foudre consistent à mettre en place la protection foudre des éléments de structure du bâtiment et des équipements sensibles (équipements électriques par exemple) conformément aux recommandations de l'arrêté du 1^{er} octobre 2007. Une Analyse du Risque Foudre (ARF) doit être réalisée en phase APS afin de définir :

- d'une part les Installation Extérieure de Protection Foudre (IEPF) ;
- d'autre part l'installation Intérieure de Protection contre la Foudre (IIPF).

9.3.13 Risques liés au séisme

Les caractéristiques du séisme pris en compte dans l'analyse de sûreté pour évaluer les conséquences sur l'environnement et la population sont celles d'un séisme, dont le spectre de réponse du sol est enveloppe du SMS définis selon la RFS 2001-01, pour le site d'accueil du CEA. Le bâtiment ZZ est prévu d'être implanté sur un sol rocheux, il n'y a donc pas d'effets de site à considérer en situation sismique.

Les dispositions de sûreté envisagées visent à limiter autant que possible l'impact du séisme. Ces dernières seront présentées au sein du DOS.

9.3.14 Risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication

L'analyse des risques est basée sur la RFS I.1.b. Un transport d'hydrocarbure à proximité du bâtiment 438 est nécessaire afin d'approvisionner la cuve de fioul de son GEF ; celle-ci est présente dans le bâtiment 444, à 10 m du bâtiment 438 et est enterrée. La citerne étant présente uniquement pour le remplissage de la cuve, le temps de présence de celle-ci n'est pas suffisant pour considérer le risque d'explosion d'une citerne vide mal dégazée tel que défini par la RFS I.2.d. Le risque d'explosion associé à un transport d'hydrocarbure à proximité du bâtiment ZZ est donc écarté.

Seule l'agression par une onde de surpression incidente de forme triangulaire à front raide présentant une surpression maximale de 50 mbar est à considérer pour le bâtiment ZZ. Les dispositions de sûreté envisagées vis-à-vis des risques d'explosion consistent à vérifier le comportement des colis de manière à ce qu'ils restent stables lorsqu'ils sont soumis à l'agression de l'onde de surpression définie ci-avant.

10. ARCHITECTURES ENVISAGEES DU BATIMENT ET ESTIMATION FINANCIERE

10.1. Itération 1

10.1.1 Architecture du bâtiment

La première itération sur l'architecture du bâtiment ZZ a pris en compte, l'ensemble des déchets nucléaires contaminés produits par l'installation n°1 (hors déchets très irradiés) et les déchets nucléaires contaminés de l'installation n°4. Pour les déchets produits par l'installation n°1, l'entreposage est dimensionné pour 15 ans d'exploitation avec l'arrangement suivant :

- les fûts sur six niveaux,
- les colis type C et type H sur deux niveaux,
- les colis type A et B en boîte à gant avec une unité de traitement de l'air spécifique.

Au regard de la pré-analyse de sûreté (paragraphe 9), une ventilation à minima¹ de type IIA correspondant à une classe de confinement C2 est nécessaire. Ce choix de conception sur une ventilation nucléaire impose **un bâtiment en béton armé**.

Le bâtiment ZZ dans cette configuration, est composé :

- d'un niveau 0 de 6 150 m² disposant :
 - d'un local d'entreposage des fûts de type D,
 - d'un local d'entreposage des colis type C muni d'un pont-roulant de 10 tonnes,
 - d'un local d'entreposage des caissons produits par l'installation n°3,
 - d'un local d'entreposage des fûts type G muni d'un pont,
 - d'un local d'entreposage des fûts type H muni d'un pont de 20 tonnes,
 - d'un « garage » pour l'outillage de manutention des fûts,
 - d'un sas camion muni d'un pont de 40 T,
 - d'un local de caractérisation des fûts,
 - d'un local d'entreposage tampon muni d'un pont de 20 T,
 - d'un local de caractérisations lourdes muni d'un pont de 20 T,
 - d'un local de gestion des déchets,
 - de deux locaux avec la ventilation raccordée à une unité de traitement de l'air spécifique,
 - de deux locaux munis de BâG pour l'entreposage des colis type A et B,
 - de locaux techniques
 - d'un local de dépôtage,
 - de locaux vestiaire et ménage.
- d'un niveau R-1 de 2 600 m² disposant :
 - d'un local muni d'une unité de pulvérisation avec émissaire à proximité,
 - de locaux pour l'entreposage des effluents actifs et douteux,
 - de locaux pour l'entreposage des eaux contaminées de l'installation n°4.
- d'un niveau R+1 de 4 800 m² disposant de locaux techniques (ventilation nucléaire, fluides, électricité, ...).

¹ Il n'est pas exclu à l'heure actuelle que celle-ci soit II B (classe de confinement C3) notamment pour la gestion incidentelle de chute des fûts. Une caractérisation plus fine du terme source permettra de statuer quant au type de ventilation nucléaire.

L'extension pour l'entreposage des déchets issus de l'installation n°1 au-delà de 15 ans d'exploitation de ce dernier pourrait être accolée au bâtiment afin de bénéficier des différents moyens de caractérisations, voire des servitudes. La conception, à partir de la phase d'esquisse, prendra en compte cette exigence (mur fusible, ventilation, électricité).

A partir de la surface plancher définie au stade des pré-esquisses, une estimation par macro ratio a été réalisée (coût sec en M€ HT aux conditions économiques 2024).

Cette estimation prend en compte :

- les marchés A (Génie civil), B (ventilation nucléaire, Fluides et Effluents) et C (électricité),
- les moyens de manutention (ponts roulants),
- les procédés y compris les racks et MML pour les fûts,
- les travaux préparatoires (5 % des marchés A, B, C),
- les majorations d'accès correspondant à un chantier non externalisé signifiant un accès au centre d'accueil du CEA (15 % du marché A et 10 % des marchés B et C),
- les coûts de Maîtrise d'œuvre en phase de conception et réalisation (50 % des marchés A, B, C, MML & travaux préparatoires). Ces coûts prennent en compte les effectifs CEA, les marchés d'assistance en conception et en suivi de travaux
- Les coûts réglementaires (assurances, contrôleur technique, ...) sont intégrés à la MOE,
- des provisions pour indéterminations techniques (15 %),
- une incertitude de chiffrage de +/- 50 % en phase d'opportunité.

Il est à noter que les provisions pour risques et les coûts propres d'assistance à Maîtrise d'ouvrage ne sont pas prises en compte dans les chiffrages présentés ci-après.

Le coût sec est de 227 M€₂₀₂₄ HT avec +/- 50% d'incertitude. La cellule de chiffrage préconise de prendre la borne haute soit 341 M€ HT aux conditions économiques de 2024.

Sur la base des surfaces allouées pour les déchets du CEA/DAM (hypothèse de 15 ans pour l'installation n°1) et de l'installation n°4, une répartition financière a été faite présentée Figure 1 ci-après. L'objectif était d'évaluer le ratio entre, d'une part, le financement par le Fonds pour les déchets de l'installation n°4 et, d'autre part, par la mission pour les déchets de l'installation n°1.

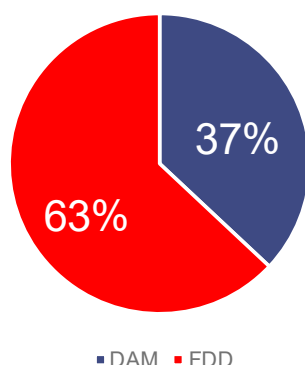


Figure 1 : Répartition financière entre déchets CEA/DAM et FDD (Fonds Dédiés Défense)

Il peut être constaté que la part CEA/DAM représente 37 % de l'investissement global. A la suite de ce constat, il a été décidé :

- d'évaluer un bâtiment ZZ uniquement pour les déchets CEA/DAM objets des itérations 2 et 3 dans la suite de ce document,

- de ré-instruire la stratégie de gestion des déchets nucléaires contaminés de l'installation n°4 avec la MOA Assainissement et démantèlement (A&D) du CEA, notamment l'opportunité de laisser tout ou partie des déchets sur le site dans l'attente d'une évacuation vers les sites de l'Andra²

10.2. Itération 2

Lors de cette itération, il a été décidé d'évaluer un bâtiment uniquement pour les besoins de la DAM (hors installation n°4). En s'appuyant sur les fonctions principales, contraintes et exigences de sûreté. Pour cette évaluation deux pré-esquisses ont été étudiées :

- pré-esquisse 2-1 : un bâtiment de type bâtiment 438 en béton. Ce bâtiment sera muni d'une ventilation nucléaire afin d'entreposer les fûts type D et les colis type C respectivement sur six et sur deux niveaux (cf. paragraphe 9). Les déchets conditionnés en colis type A et B seront entreposés en BâG connectée à une unité de traitement de l'air spécifique. La protection radiologique sera exercée par le bâtiment,
- pré-esquisse 2-2 : un bâtiment en charpente métallique (de type 455). Ce bâtiment sera muni d'une ventilation forcée avec un soufflage mécanique (Centrale de Traitement d'Air). Les fûts type D et les colis type C seront entreposés respectivement sur deux et un niveaux (cf. paragraphe 9). Une protection radiologique sera mise en place pour les colis type C. Les déchets conditionnés en colis type A et B seront quant à eux entreposés dans une extension du 438. En effet, ces derniers nécessitent d'être entreposés en BâG reliée à une unité de traitement de l'air spécifique tout cela dans des locaux de classe de confinement C2 qui pourraient être construits en s'appuyant sur les fonctionnalités du bâtiment 438.

Il est à noter que dans les configurations proposées ci-après, l'inventaire des déchets pris en compte pour le dimensionnement de l'entreposage s'appuie sur 15 ans d'exploitation de l'installation n°1.

10.2.1 Architecture des bâtiments

10.2.1.1. Pré-esquisse 2-1 : bâtiment de type 438 en béton

La pré-esquisse 2-1 a été réalisée en prenant en compte les colis type A et B. Comme l'indique la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ci-après, le bâtiment ZZ dans cette configuration est composé :

- d'un niveau 0 de 2 358 m² disposant :
 - d'un local d'entreposage des fûts de type D,
 - d'un local d'entreposage des colis type C muni d'un pont de 10T,
 - d'un local d'entreposage des caissons provenant de l'installation n°3,
 - d'un « garage » pour l'outillage de manutention des fûts,
 - d'un sas camion muni d'un pont de 40T,
 - d'un local de caractérisation des fûts,
 - d'un local d'entreposage tampon muni d'un pont de 20T,
 - d'un local de caractérisation des colis type C muni d'un pont de 10T,
 - d'un local de gestion des déchets,
 - d'un local muni d'une unité de traitement de l'air spécifique,
 - d'un local muni de BâG pour la gestion des colis type A et B,
 - d'un local muni d'une unité de pulvérisation avec émissaire à proximité,
 - de locaux techniques,
 - un local de dépôtage,
 - de locaux vestiaire et ménage.

² Une première analyse a été réalisée en 2024 avec la MOA A&D. L'objectif est de finaliser cette analyse en 2025.

- d'un niveau R+1 de 1100 m² disposant : de locaux techniques (ventilation nucléaire, fluides, électricité, ...).
- d'un sous-sol déporté de 125 m² disposant :
 - de cuves pour les effluents douteux,
 - de cuves pour les effluents actifs.

L'entrée du personnel se fait via le couloir du personnel. Le cheminement des différents colis est quant à lui réalisé via la couloir personnel & matériel.

L'extension pour l'entreposage des déchets issus de l'installation n°1 ultérieur à 15 ans d'exploitation de ce dernier pourrait être accolée au bâtiment afin de bénéficier des différents moyens de caractérisations, voire des servitudes. La conception, à partir de la phase d'esquisse, prendra en compte cette exigence (mur fusible, ventilation, électricité).

Les capacités d'entreposage sont synthétisées dans le Tableau 5.

Type de colis	Capacité d'entreposage
Fûts type D	2400
Colis type C	176
Caisson 5m ³ (installation n°3)	6
Colis type A	130
Colis type B	18
Effluents actifs (auto-générés)	Local de 70 m ²
Effluents douteux (auto-générés)	Local de 50 m ²

Tableau 5 : Capacité d'entreposage de la solution itération 2 – pré-esquisse 2.

DIFFUSION RESTREINTE**SPECIAL FRANCE****10.2.1.2. Pré-esquisse 2-2 : bâtiment en charpente métallique type 455**

La pré-esquisse 2-2 a été réalisée en considérant l'entreposage de type A et B dans une future extension du bâtiment 438. Les autres déchets sont quant à eux entreposés dans un bâtiment en charpente métallique (type 455).

Le bâtiment en charpente métallique est sur un seul niveau d'une surface de 3790 m². Ce bâtiment est composé :

- d'un sas camion,
- d'un sas matériel,
- d'un local de maintenance et parking du moyen de manutention des fûts type D,
- d'un local de caractérisation des colis type C muni d'un pont de 10T,
- de locaux techniques radioprotection,
- d'un local de ventilation (bien que munie d'une ventilation forcée, il est nécessaire de disposer en entrée d'une Centrale de Traitement d'Air (CTA)),
- de vestiaires,
- d'un local PC de conduite,
- de locaux techniques électriques,
- de locaux pour les effluents actifs et douteux (cuves avec aire de dépotage),
- de couloirs pour la circulation des colis et du personnel,
- d'un local pour l'entreposage des fûts type D,
- d'un local pour l'entreposage muni d'un pont de 10T,
- d'un local pour l'entreposage des caissons provenant de l'installation n°3.

Nota : les fûts ne sont pas caractérisés au sein de cette installation. Par conséquent, il est nécessaire de disposer d'une liaison pour le transfert des fûts entre les bâtiments 438 et ZZ (mesure gaz contaminé, mesure gamma et opérations de reconditionnement à réaliser dans le 438).

L'extension du bâtiment 438 en béton armé sur un niveau d'une superficie de 400 m² et muni d'une ventilation II A correspondant à une classe de confinement C2. Celle-ci est composée :

- d'un local muni de BâG pour l'entreposage des colis type A et B,
- d'un local muni d'une unité de traitement de l'air spécifique,
- d'un local d'entreposage des effluents actifs,
- d'une unité de pulvérisation associée,
- d'un local électrique.

A ce stade de l'étude, la reprise de la ventilation sur le réseau du bâtiment 438 a été prise comme hypothèse. De plus, l'extension est faite au plus proche de l'émissaire afin d'y faciliter la connexion de l'unité de pulvérisation à ce dernier.

Les capacités d'entreposage sont synthétisées dans le Tableau 6.

Type de colis	Capacité d'entreposage	Commentaire
Fûts type D	2448	Bâtiment type 455 en charpente métallique
Colis type C	182	Bâtiment type 455 en charpente métallique
Caisson 5 m ³ (installation n°3)	6	Bâtiment type 455 en charpente métallique
Colis type A	130	Extension 438
Colis type B	18	Extension 438
Effluents actifs installation n°1 pour 15 ans d'exploitation	Local 70 m ²	Extension 438
Effluents actifs auto-générés	Local 70 m ²	Bâtiment type 455 en charpente métallique
Effluents douteux auto-générés	Local 45 m ²	Bâtiment type 455 en charpente métallique

Tableau 6 : Capacité d'entreposage de l'itération 2 – Pré-esquisse 2.2

10.2.2 Estimation financière des deux pré-esquisses

La méthodologie décrite au [11] est reconduite pour l'itération 2 : pré-esquisse 2-1 et pré-esquisse 2-2.

10.2.2.1. Pré-esquisse 2-1

Le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ci-après présente l'estimation financière pour la conception et réalisation de l'installation ZZ en prenant en compte l'ensemble des procédés (moyens de caractérisation, outillage particulier de manutention des fûts, racks d'entreposage...).

Le coût sec est de 85 M€₂₀₂₄ HT +/-50% d'incertitude. La cellule de chiffrage préconise de prendre la borne haute soit 128 M€ HT aux conditions économiques de 2024.

10.2.2.2. Pré esquisse 2-2

Le coût sec est de 74 M€₂₀₂₄ HT +/- 50% d'incertitude. La cellule de chiffrage préconise de prendre la borne haute soit 112 M€ HT aux conditions économiques de 2024.

10.3. Itération 3

A la suite de l'itération 2 et au regard :

- pour l'extension du bâtiment 438, de l'incertitude technique (suffisance du dimensionnement des servitudes, impact sur le Génie Civil), d'exploitation (coactivité entre un bâtiment en exploitation et un chantier d'extension) et financière de chiffrage,

- du fait que les déchets, hors colis A et B, peuvent être entreposés dans un bâtiment en charpente métallique, d'autres solutions ont été investiguées pour l'entreposage des colis A et B qui sont dimensionnants pour la conception du bâtiment ZZ

Vis-à-vis des colis type A, ils sont utilisés afin de balayer le volume interne des emballages type E. Lors du remplissage des OC irradiés, de l'eau résiduelle est présente dans l'emballage type E. La matière nucléaire contaminée contenue dans les OC peut, par diffusion ou en cas de rupture d'OC se recombinaison à l'eau résiduelle et la contaminer. Aussi, avant même d'extraire les OC de l'emballage type E, un colis type A contenant de la zéolithe est connecté à l'emballage type E afin d'extraire l'eau contaminée. Ce colis type A doit être décomprimé périodiquement afin d'évacuer les gaz de radiolyse produits par la présence de radioéléments.

Afin de réduire les risques de rejets de gaz contaminé, deux voies peuvent être envisagées :

- décompression dans une BâG dont l'atmosphère passe par une unité de traitement de l'air spécifique ; principe correspondant à la solution initialement proposée,
- transfert de la zéolithe dans un conteneur emballage de type J spécifique. Dans ce cas, la décompression n'est pas nécessaire. Effectivement, ce conteneur est équipé d'un recombineur contenant un catalyseur au palladium déposé sur substrat d'oxyde d'aluminium. Celui-ci permet donc la recombinaison des gaz issus de la radiolyse de l'eau et écarte le risque potentiel d'explosion.

Cette dernière solution sera compatible de l'inventaire d'eau contaminée vis-à-vis des spécifications actuelles pour ce type de conteneur. Ces emballages type J seront introduits dans un fût type D puis, seront entreposés pour décroissance dans le bâtiment ZZ en complément du flux des emballages type J généré par les unités de traitement de l'air spécifiques de l'installation n°1. En transitoire, il est également prévu la possibilité de les entreposer dans le bâtiment 438 dans l'attente de la mise en exploitation du bâtiment ZZ.

Vis-à-vis des colis type B, ils seraient entreposés en BâG dans l'installation n°1 dont les capacités permettent un entreposage correspondant à 15 ans d'exploitation, puis transférés dans une BâG dans l'extension parasismique d'un bâtiment du site d'accueil du CEA à instruire, notamment vis-à-vis du calendrier de mise en exploitation de cette extension au regard du besoin de l'installation n°1. Pour une mise en service fin 2028 de l'installation n°1, le besoin de cette extension parasismique serait pour 2043.

En conséquence pour cette itération, l'installation ZZ consiste en un bâtiment en charpente métallique de type 455.

Les capacités d'entreposage sont synthétisées dans le Tableau 7.

Type de colis	Capacité d'entreposage
Fûts type D	2448
Colis type C	182
Caisson 5m ³ (installation n°3)	6
Effluents actifs auto-générés	Local de 70 m ²
Effluents douteux auto-générés	Local de 45 m ²

Tableau 7 : Capacité d'entreposage de l'itération 3

Le coût sec est de 53 M€₂₀₂₄ HT +/- 50% d'incertitude. La cellule de chiffrage préconise de prendre la borne haute soit 79 M€ HT aux conditions économiques de 2024.

11. PLANNING DE REFERENCE

Le planning de référence partie « bâtiment et servitude » est construit à partir du référentiel estimatif des durées en phase amont de la cellule planification. Le planning de la partie « procédés » a été établi par le futur exploitant. Enfin, le planning des autres parties « sûreté, étude de sol/travaux préparatoires, protection physique et homologation des systèmes d'information » est construit en cohérence avec les deux premiers plannings « bâtiment et servitude » et « procédés ».

La mise en exploitation de l'installation ZZ à la date du présent document est prévue pour fin 2036. Au regard du REX de la cellule planification, la durée estimée nécessaire pour la phase de conception / contractualisation / réalisation / essais inactifs est de dix ans. Il est à noter que le planning de conception réalisation d'une installation en charpente métallique doit être évalué.

La Erreur ! Source du renvoi introuvable. ci-après présente le planning de référence pour la mise en service de l'installation ZZ à échéance de fin 2035 (1 an de marge).

Nota : Ce planning correspond à un schéma industriel de type MOE interne avec/sans assistances et des marchés de travaux par lots ou par un TCE (Tout Corps d'Etats). Un schéma de type conception-réalisation conduirait à augmenter le délai de réalisation.

12. IMPLANTATION ET TRAVAUX PREPARATOIRES

L'implantation du bâtiment ZZ est prévue, à ce stade, dans une zone dédiée sur le site d'accueil du CEA.

Les chiffrages des coûts de conception/réalisation proposés ci-dessus (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et Tableau 11) prennent en compte des travaux préparatoires sur la zone d'implantation du bâtiment (5 % des marchés de travaux). Cependant, Il est nécessaire d'amener l'ensemble des servitudes (réseaux HT, eau, air comprimé, tranchée, voirie) aux droits des zones d'implantation.

A cet effet, une pré-étude de faisabilité a été menée afin d'évaluer le coût de ces travaux préparatoires complémentaires notamment en mutualisant la zone d'implantation pour les bâtiments 460, ZZ et 455. Celle-ci s'appuie sur le REX du 438 et d'une autre installation.

Pour un chantier non externalisé, la première estimation est évaluée à 12,3 M€₂₀₂₄ HT (16 M€₂₀₂₄ TC). Celle-ci se décompose en :

- 6,6 M€₂₀₂₄ HT de terrassement global de la zone (460, ZZ et 455),
- 4,1 M€₂₀₂₄ HT de raccordement de réseaux permettant ainsi d'acheminer les servitudes aux droits des zones d'implantation des bâtiments,
- 15 % de provision pour incertitudes techniques.

Une étude de niveau esquisse est en cours de lancement afin de fiabiliser ce chiffrage et d'évaluer les gains possibles dans le cas d'un chantier externalisé (présence d'une chaussette) pour un retour attendu fin 2025.

13. ANALYSE DE RISQUES

Une première analyse de risques est en cours. Elle va se concentrer sur les risques liés aux choix de conception du bâtiment ZZ.

14. SYNTHESE DES ESTIMATIONS FINANCIERES

La Figure 2 ci-après synthétise l'ensemble des estimations financières pour les trois itérations. Les rectangles bleus correspondent aux coûts sans incertitudes de chiffrages et les traits rouges aux coûts avec incertitudes de chiffrage (+ 50 %).

Il peut être constaté une baisse significative du coût à terminaison suite aux différentes itérations.

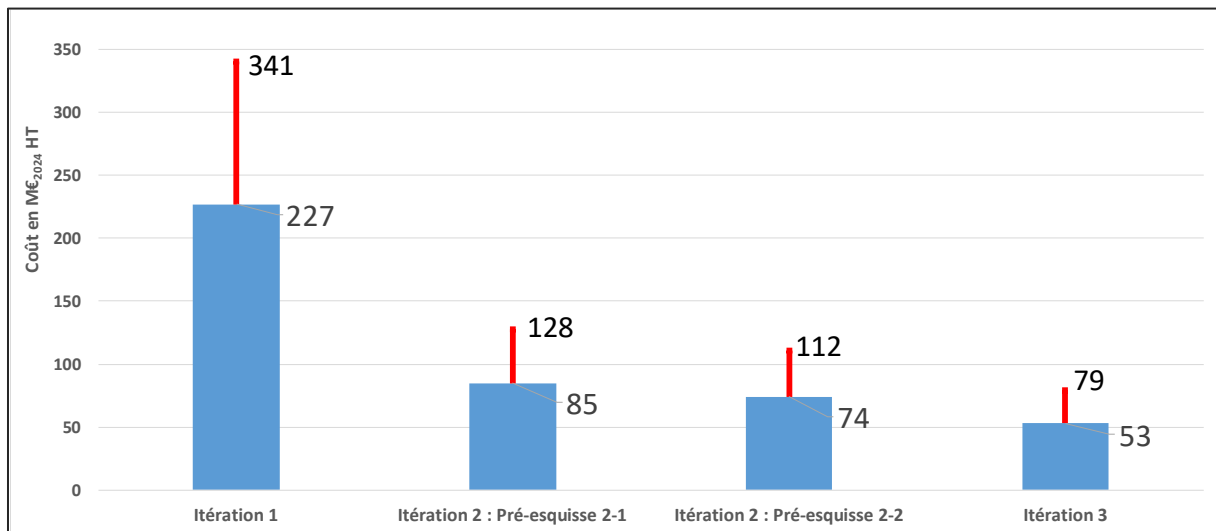


Figure 2 : Synthèse des estimations financières pour 15 ans d'exploitation de l'installation n°1.

15. SYNTHESE DES ARCHITECTURES DE BATIMENTS

L'architecture de bâtiment issue de l'itération 1, prenant en compte l'ensemble des déchets (DAM et installation n°4), hors déchets très irradiants, a été écartée pour des raisons de coûts d'investissement (cf § 10.1.2 supra). Deux architectures dédiés aux déchets DAM (béton armé et charpente métallique) sont encore à l'étude, lesquelles nécessitent de consolider :

- la capacité à entreposer les colis type B, hors ZZ, au-delà de 15 ans d'exploitation de l'installation n°1,
- la capacité en une structure charpente métallique à répondre à l'ensemble des exigences de sûreté, notamment en terme de tenue aux agressions externes et internes (séisme, tornade, chute d'avion...).

Il est à noter que dans le cas de la tenue aux agressions externes et internes, une autre voie peut être investiguée. Celle-ci consiste à évaluer le terme source contenu dans le bâtiment et à évaluer en cas d'agression internes et externes, si la remise en suspension de ce dernier est compatible des rejets du site d'accueil du CEA.

16. CONCLUSION

Ce document fait la synthèse des réflexions menées sur le dimensionnement du bâtiment ZZ dans le cadre du Groupe de Travail mis en place en septembre 2023 sous le pilotage du DPT. Ce bâtiment a pour vocation principale d'entreposer les déchets nucléaires contaminés produits par l'installation n°1 hors déchets très irradiants.

Le périmètre initial des déchets à prendre en compte intégrait les déchets produits par l'installation n°1 (hors déchets très irradiants) ainsi que les déchets de l'installation n°4. Une première itération a donc été proposée consistant à prendre l'ensemble de cette typologie de déchets. Au regard des coûts engendrés, une seconde itération a été menée en prenant en compte uniquement les déchets produits par l'installation n°1. Cette seconde itération consistait en :

- un bâtiment de type « 438 » en structure béton armé avec une ventilation nucléaire,
- un bâtiment en charpente métallique de type « 455 » sans ventilation nucléaire complétée par une extension du bâtiment 438 en béton pour entreposer les emballages de type colis de type A et B en BâG. En effet ces emballages nécessitent une unité de détritiation dimensionnante pour la conception du bâtiment notamment avec une ventilation nucléaire.

A l'issue de cette itération et au regard de l'incertitude de chiffrage pour une extension du bâtiment 438, une troisième itération a été menée consistant à identifier un exutoire spécifique pour les colis de type A et B, à savoir un entreposage des colis de type B sur l'installation n°1 et le transfert du contenu des colis de type A en emballages type J entreposables dans un bâtiment sans ventilation nucléaire de type 455.

Cette stratégie permet d'entreposer les déchets de l'installation n°1 dans un bâtiment type charpente métallique. Toutefois, les capacités d'entreposage des colis type B dans l'installation n°1 sont limitées à 15 ans ce qui nécessite de poursuivre la réflexion pour définir leur entreposage au-delà de ce délai.

Le fait de pouvoir entreposer différemment les colis type B et les colis type A constitue une opportunité sur le dimensionnement du bâtiment ZZ avec une conception type charpente métallique dont l'instruction est à poursuivre également vis-à-vis des options de sûreté (tenue aux agressions internes et externes).

En conséquence, le choix de conception pour l'entreposage des déchets produits par l'installation n°1 (hors déchets très irradiants) devra tenir compte de :

- la capacité d'entreposage des colis type B au-delà de 15 ans d'exploitation de l'installation n°1.
- la capacité d'un bâtiment en charpente métallique à répondre aux options/exigences de sûreté (séisme, tornade, chute d'avion ..).
- la capacité à transférer les effluents actifs de l'installation n°1 avec la présence d'autres radionucléides à la station de retraitement du CEA civil.

Afin de pouvoir lancer la phase d'esquisse début 2026, il est donc nécessaire, de pouvoir consolider ces deux points d'ici cette échéance, notamment vis-à-vis de la tenue du bâtiment à des agressions externes/internes. Pour ce qui concerne ce point une évaluation va être lancée, début S2/2025 sur la base d'agressions enveloppes.