MÉMOIRE DE MASTER PRNT

Alternance en entreprise - 2ème année de Master IS-PRNT

Année 2017 / 2018

Réponse à une problématique sûreté majeure d'une INB : Qualification à la chute de colis de déchets radioactifs



Entreprise :

Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives de Cadarache
CEA Cadarache
13115 Saint-Paul-lez-Durance

Alternant	Mathieu SELMI-ETIENNE
Tuteur(s) Entreprise	Rémy TROUCHET LEYDIER – Eric THUILLET
Tuteur Universitaire	Alain LANGUILLE

		Nom :	Date :	Visa :
Rédacteur	Alternant	SELMI-ETIENNE. M	02/08/2018	
Approbateur	Tuteur Entreprise	THUILLET. E	02/08/18	

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS 4

I. INTRODUCTION 5

II. PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE 6

A. Le Commissariat à l'Énergie Atomique et aux énergies alternatives 6

B. Le centre de Cadarache 7

C. Le Service de Traitement des Matières et d'Entreposage 8

D. L'installation Nucléaire de Base CEDRA 9

III. QUALIFICATION A LA CHUTE DE COLIS DE DÉCHETS RADIOACTIFS 11

A. Contexte 11

B. Choix de l'entreprise prestataire 12

C. Méthodologie des essais 13

1. Aire de chute 13

2. Angle de chute 13

D. Programmes d'essais 14

1. Colis 870 L 15

2. Coques béton 500 L 16

3. Exigences de l'étude 17

4. Critères de validation des essais 17

5. Livrables attendus 17

E. Fabrication des colis et coques béton test 18

1. Colis 870 L 18

2. Coques béton 500 L 21

F. Essais réalisés sur site 23

1. Colis 870 L 23

2. Coques béton 500 L 24

G. Bilan du projet 26

IV. MISE EN SERVICE D'UNE CELLULE D'EXAMEN DE COLIS DE DÉCHETS RADIOACTIFS 27

A. Contexte 27

B. Note technique de synthèse de la mise en actif 28

C. Procès-Verbal de démarrage de la cellule d'examen 29

D. Bilan synthétique du projet 29

V. BILAN 30

VI. CONCLUSION 31

VII. BIBLIOGRAPHIE 32

VIII. GLOSSAIRE 33

IX. ANNEXES : MISSIONS COMPLÉMENTAIRES 34

A. Mise à jour du référentiel sécurité de l'INB 34

B. Travaux de maintenance corrective 38

C. Renforcement de l'intégrité des colis de déchets des bâtiments FI et de l'ICPE RHODIA ... 39

D. Cartographie de la planéité d'un sol 41

REMERCIEMENTS

Avant tout développement de ce rapport, je voulais commencer par remercier ceux qui m'ont épaulé et soutenu tout au long de cette année et qui ont permis de la rendre à la fois enrichissante et plaisante.

Aussi, je tiens tout d'abord à remercier et à témoigner ma reconnaissance à Marc JUANOLA, chef du service STME, qui m'a fait confiance en acceptant ma candidature et en me permettant donc d'intégrer son équipe.

Je tiens à remercier aussi particulièrement, mes tuteurs d'entreprise qui se sont succédés, Eric THUILLET puis Rémy TROUCHET LEYDIER, chefs l'un après l'autre de l'installation CEDRA, qui m'ont à la fois formé et accompagné tout au long de cette expérience en se rendant disponibles pour répondre à mes questions et mes attentes tout au long de ces deux années. Mais de façon plus générale, toute l'équipe de l'installation, pour son accueil et ses conseils, me facilitant une intégration rapide dans la dynamique de travail, tout ceci avec une grande sympathie et dans un esprit de convivialité.

Enfin, du côté universitaire, je tiens à remercier toute l'équipe pédagogique du Master IS-PRNT, sans oublier bien évidemment Monsieur Alain LANGUILLE, tuteur universitaire, pour leur suivi tout au long de l'année.

I. INTRODUCTION

Depuis de nombreuses années, l'électricité provenant de l'énergie nucléaire est la principale source d'énergie en France. Des recherches sont menées afin d'améliorer le fonctionnement et la puissance des réacteurs ainsi que la durée de vie des combustibles. C'est en grande partie à ce niveau que le CEA : « Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives » intervient.

J'ai donc effectué mon alternance dans un centre de recherche CEA, celui de Cadarache, indispensable pour l'avenir du nucléaire. C'est au sein d'un service intervenant en soutien à la gestion opérationnelle des déchets radioactifs, sujet majeur pour cette énergie, que j'ai pu découvrir l'organisation interne du CEA.

Aujourd'hui, le monde du nucléaire est au centre de nombreux débats. Assurer la sécurité des personnes exerçant sur les sites des différents acteurs nucléaires et se préparer au mieux à la gestion des évènements est un atout majeur pour permettre de garantir la fiabilité, la pérennité et la confiance des populations vis-à-vis de la politique énergétique de la France.

Dans le cadre du Master Ingénierie de la Santé cursus Prévention des Risques et Nuisances Technologiques, mon objectif est d'acquérir une expérience issue d'un projet et de missions diverses illustrés dans ce rapport.

Dans un premier temps, je décris brièvement l'organisation du Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives – CEA – et plus particulièrement du Service de Traitement des Matières et d'Entreposage– STME– comprenant mon installation. Ce rapport aborde ensuite une approche globale de mon projet de mémoire pour les deux années du Master, à savoir la qualification à la chute des colis de déchets ainsi que les autres missions et activités annexes réalisées en parallèle. Enfin, je dresserai un bilan général de mon année et une conclusion.

Afin de faciliter et de simplifier la rédaction, j'utiliserai des abréviations qui seront référencées dans le glossaire à la fin de ce rapport.

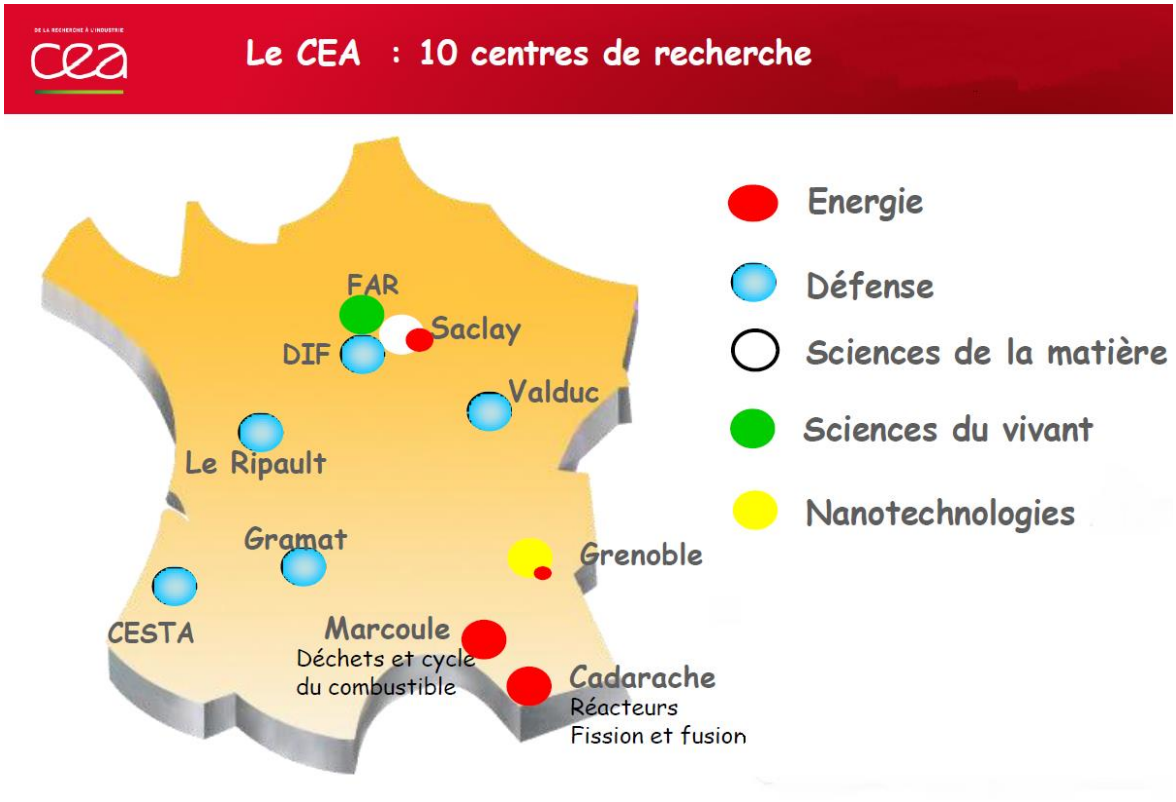
II. PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE

A. Le Commissariat à l'Énergie Atomique et aux énergies alternatives

Le 18 octobre 1945, l'ordonnance du Commissariat à l'Énergie Atomique est approuvée par le gouvernement du président De Gaulle. Le texte définit clairement le rôle du CEA, qui doit poursuivre « les recherches scientifiques et techniques en vue de l'utilisation de l'énergie nucléaire dans divers domaines de la science, de l'industrie et de la défense nationale. »

Le CEA intervient donc dans quatre grands domaines : l'énergie, la défense et la sécurité globale, les technologies pour l'information et les technologies pour la santé, associés à une recherche fondamentale d'excellence, et sur la conception et l'exploitation des très grandes infrastructures de recherche.

Voici la répartition des différents centres CEA en France :



Organisme public singulier, le CEA occupe une place à part dans le paysage français de la recherche où il est désormais l'opérateur majeur de la recherche scientifique et technologique. L'évolution du nom du CEA, aujourd'hui Commissariat à l'Énergie Atomique et aux énergies alternatives, concrétise ses recherches menées depuis de nombreuses années sur une large part de l'ensemble des énergies.

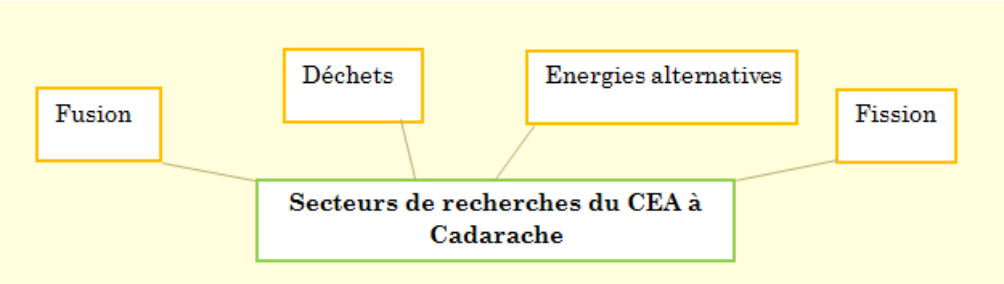
Grâce à ses compétences internationalement reconnues, le CEA constitue une force d'expertise et de proposition pour les pouvoirs publics. Dans le même temps, le CEA développe une recherche fondamentale reconnue au plus haut niveau international, irriguant ainsi les objectifs finalisés de l'organisme. Il est également garant de la pérennité de la dissuasion nucléaire.

Le CEA s'insère pleinement dans l'espace européen de la recherche et accroît sans cesse sa présence au niveau international. Sa stratégie s'articule autour de deux axes principaux : conseil du gouvernement pour la politique nucléaire et appui à la recherche française et aux industriels dans leur déploiement international, dans le domaine de l'énergie nucléaire ainsi que dans tous les autres secteurs d'activités de l'organisme.

Aujourd'hui, la mise en place d'un mix énergétique équilibré, qui combine des sources d'énergies abondantes, moins polluantes et efficaces, s'impose. Ainsi, le rôle dévolu au CEA est de conduire des recherches technologiques sur des énergies compatibles avec un développement durable de la planète. Une part de plus en plus importante de son budget est investie dans la recherche sur les énergies alternatives.

B. Le centre de Cadarache

Implanté sur la commune de Saint-Paul-Lez-Durance (Bouches-du-Rhône), le centre du CEA Cadarache, créé le 14 octobre 1959, est situé à une quarantaine de kilomètres au nord d'Aix-en-Provence, aux confins de trois autres départements (Alpes-de-Haute-Provence, Var et Vaucluse). C'est l'un des plus importants centres de recherche et développement technologique pour l'énergie en Europe.
Le CEA de Cadarache est surtout impliqué dans les secteurs de recherche suivants :



Plusieurs associations ont été développées avec les entreprises régionales, les trois universités d'Aix-Marseille et des instituts de recherche dans le cadre de collaborations scientifiques. Il existe également de nombreux échanges et partenariats dans le cadre de programmes de recherche européens et internationaux pour l'énergie nucléaire (fusion et fission).

Voici quelques données relatives au CEA Cadarache non négligeables :

- 1 600 ha dont 900 clôturés,
- 480 bâtiments dont 21 INB : 15 en fonctionnement, 2 en construction et 4 en arrêt ou en assainissement,
- 4 500 emplois en moyenne,
- 2 150 salariés CEA,
- 1 000 salariés des groupes ORANO et IRSN,
- 1 000 salariés permanents d'entreprises extérieures,
- 350 collaborateurs temporaires (doctorants, alternants, scientifiques français ou étrangers).

C. Le Service de Traitement des Matières et d'Entreposage

Le CEA possède une organisation complexe divisée tout d'abord en 5 grandes directions opérationnelles :

- **DAM** : **D**irection des **A**pplications **M**ilitaires,
- **DRT** : **D**irection de la **R**echerche **T**echnologique,
- **DSM** :**D**irection des **S**ciences de la **M**atière,
- **DSV** : **Direction** des **S**ciences du **V**ivant,
- **DEN : Direction de l'Énergie Nucléaire,** (qui exploite le CEA Cadarache et celui de Marcoule).

Le **D**épartement des **S**ervices **N**ucléaires (**DSN**), qui dépend de la **D**irection de l'**É**nergie **N**ucléaire (**DEN**), a cinq objectifs majeurs au sein du CEA. Pour ce faire, le DSN est constitué d'autant d'unités, qui s'occupent chacune d'une mission spécifique. Ces unités sont les suivantes :

- **SEEC** : **S**ervice d'**E**xploitation, d'**E**xpertise et de **C**aractérisation,
- **SGTD** : **S**ervice de **G**estion et de **T**raitement des **D**échets,
- **STMR** : **S**ervice de **T**ransport des **M**atières **R**adioactives,
- **STME** : **S**ervice de **T**raitement des **M**atières et d'**E**ntreposage.

Le Service de Traitement des Matières et d'Entreposage est chargé :

- D'entreposer les combustibles, matières nucléaires et colis de déchets produits par les unités de la Direction de l'Énergie Nucléaire (DEN),
- De contribuer au désentreposage des laboratoires de recherche et des installations en phase d'assainissement et de démantèlement.

Pour les besoins de ces programmes, le service :

- Apporte son soutien technique aux unités de la DEN pour le conditionnement des matières nucléaires,
- Réalise ou fait réaliser les opérations de transfert et de manutention des combustibles, matières nucléaires et colis de déchets,
- Tient à jour l'inventaire des combustibles, matières nucléaires et colis de déchets de son périmètre,
- Participe en tant que futur exploitant à la conception, la réalisation et aux essais préalables à la mise en actif de la future installation d'entreposage Magenta, en relation étroite avec d'autres départements,
- Exploite les INB Pégase/Cascad, MCMF, Parc d'entreposage et CEDRA,
- Exploite les ICPE "MBB", "terres rares Rhodia" et "D2O eau lourde".

D. L'installation Nucléaire de Base CEDRA

CEDRA signifie **C**onditionnement et **E**ntreposage de **D**échets **RA**dioactifs. Il s'agit d'une installation récente destinée à traiter et entreposer les déchets faiblement et moyennement radioactifs à vie longue du CEA.

Historique de l'installation :

Début 2002	Enquête publique
Novembre 2002	Obtention du permis de construire
Juillet 2004	Pose de la « première pierre »
Octobre 2004	Parution du Décret de création de l'installation CEDRA au Journal Officiel
Décembre 2005	Fin du chantier
Avril 2006	Autorisation de mise en service par l'ASN
Mai 2006	Réception du premier colis FI et mise en exploitation
Juillet 2006	Réception du premier colis MI

Contexte de l'installation :

L'installation CEDRA vise à remplacer les installations de traitement et d'entreposage des déchets radioactifs à vie longue (de plus de 30 ans) construites à Cadarache au début des années 60 (les INB 37 & 56). Ces déchets faiblement et moyennement radioactifs doivent être temporairement entreposés par le CEA, le temps que scientifiques et pouvoirs publics déterminent leur mode de gestion définitif. L'exploitation de l'INB est prévue pour une durée de 50 ans.

Infrastructures :

L'INB CEDRA est composée de :

- Un bâtiment accueil,
- Un bâtiment énergie,
- 2 bâtiments d'entreposage pour les colis FI,
- Un bâtiment d'entreposage pour les colis MI.

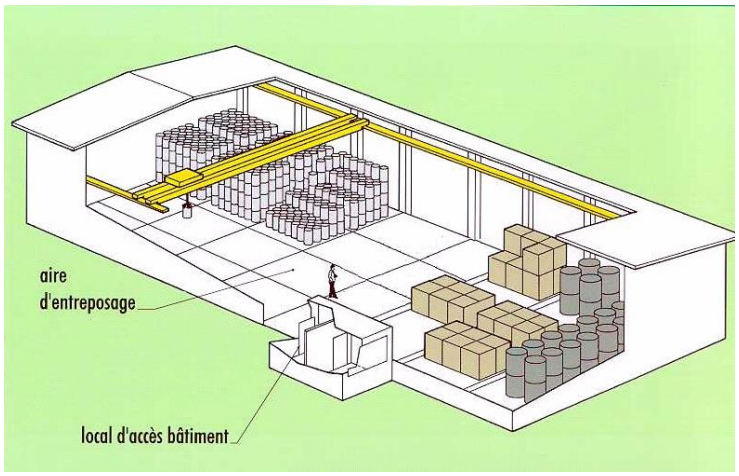


Les bâtiments accueil et énergie :

Ils constituent les moyens généraux de l'installation. Le bâtiment accueil numéroté 371 contient les bureaux et les organes administratifs de l'installation. Le bâtiment n° 373 énergie sert, quant à lui, à recevoir et redistribuer l'électricité. Il abrite le Groupe Électrogène Fixe.

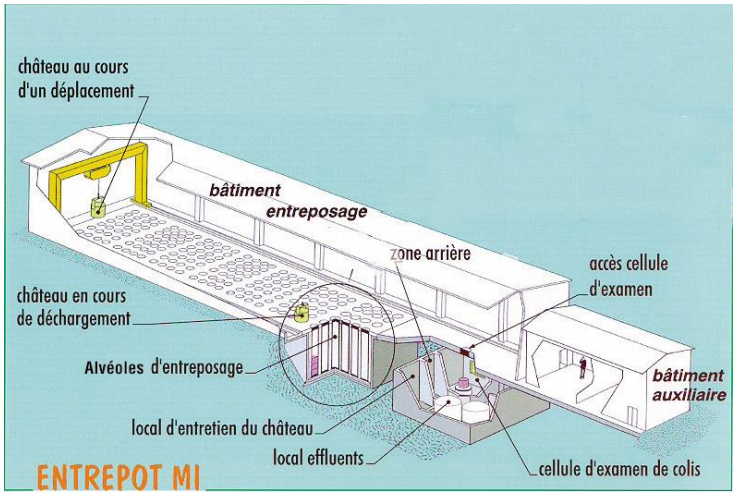
Les bâtiments d'entreposage de colis FI :

Ces deux bâtiments numérotés 374 et 375 sont des entrepôts d'une surface respective de 1656 m^2 et 1875 m^2, équipés chacun d'un pont de manutention.
Ils reçoivent des déchets Faiblement Irradiants (FI) conditionnés en colis acier de 870 litres et colis béton de 500 litres. Ces colis sont entreposés gerbés sur quatre niveaux.
Les deux bâtiments ont une capacité d'entreposage d'environ 4000 colis chacun.



Le bâtiment d'entreposage de colis MI :

Le bâtiment n° 376 MI reçoit des déchets Moyennement Irradiants (MI) conditionnés en colis inox de 500 litres.
Les colis sont entreposés dans des alvéoles (puits) d'environ 8 mètres de profondeur. On peut entreposer 8 colis dans une alvéole, ce qui représente une capacité d'entreposage d'environ 1500 colis.
On trouve également une station technique comprenant des cuves à effluents suspects et une cellule d'examen qui permettra de contrôler les colis ainsi que différents locaux qui permettent de gérer la ventilation du bâtiment.



L'entreposage des colis pendant la durée d'exploitation doit se faire dans des conditions de température et d'humidité optimales afin d'éviter la détérioration de l'enveloppe des colis, notamment par la corrosion. C'est pourquoi les conditions d'entreposage sont améliorées et surveillées.

III. QUALIFICATION A LA CHUTE DE COLIS DE DÉCHETS RADIOACTIFS

A. Contexte

L'installation CEDRA est une INB, ce qui implique donc une réglementation spécifique. De plus, elle doit rendre des comptes en matière de sûreté, sécurité et de protection de l'environnement à l'Autorité de Sûreté Nucléaire. L'ASN n'a pas seulement une mission de contrôle, elle édite des guides dans plusieurs domaines afin d'aider les exploitants d'INB. Ces guides sont proposés aux exploitants afin d'appliquer au mieux la réglementation. Les mesures prises par l'INB sont décrites dans deux documents : le Rapport de Sûreté (RS) et les Règles Générales d'Exploitation (RGE). Ces deux documents sont soumis au contrôle de l'ASN.

Tous les 10 ans, ce RS doit être mis à jour, c'est ce qu'on appelle le réexamen de sûreté. A cette échéance, l'ASN rencontre régulièrement l'installation lors d'inspections qui permettent de relever d'éventuelles non-conformités à la réglementation en vigueur ou au référentiel propre de l'INB.

Suite à une inspection en avril 2016, l'ASN a adressé en juin un courrier à l'INB CEDRA comportant des demandes complémentaires, notamment vis-à-vis des risques de criticité, de séisme et de chute de colis. C'est le dernier item, le risque de chute, qui a été la base du projet que l'on m'a confié.

Depuis la création de l'INB, les caractéristiques des colis FI qui étaient entreposés en 2006 ont évolué et se sont diversifiées. Les essais de chute réalisés dans le passé ne couvrent donc plus la totalité des colis entreposés : pour certains colis, leur résistance à la chute n'a pas été encore prouvée.

En effet, l'installation CEDRA entrepose des colis de déchets 870 L et des coques béton de capacité 500 L dans les bâtiments FI (374 et 375). Les différents essais de chute déjà réalisés limitent les masses à 906 kg pour les CB et 1800, 2193 ou 2330 kg selon le type de colis 870 L. Or, ces limites ne permettent pas de manutentionner l'ensemble des colis FI présents sur l'INB ; le référentiel de sûreté de CEDRA mentionne que la masse maximale des colis est de 3 tonnes pour les colis 870 L et 1 tonne pour les CB 500 L pour une hauteur maximale de manutention de 5 m. L'installation a donc pour objectif de justifier la tenue à la chute d'une hauteur de 5 m des CB (quelle que soit l'épaisseur du bouchon ou le type de fût présent à l'intérieur de la CB) et des colis 870 L (quel que soit le type de couvercle) pour des masses de 1 tonne et de 3 tonnes respectivement.

Dans la foulée du courrier de l'ASN, l'installation a donc mis en place un plan d'actions qui a été présenté à l'ASN lors d'une réunion en janvier 2017. Le compte-rendu de cette réunion, rédigé par l'ASN, met en évidence que l'installation s'engage, notamment, à réévaluer le risque de chute à travers une campagne d'essais sur ses colis FI. Cette étude permettra également de consolider le réexamen de sûreté de l'INB et d'optimiser les conditions d'entreposage de l'INB.

B. Choix de l'entreprise prestataire

Le CEA ne disposant pas des capacités techniques leur permettant d'assurer l'intégralité des essais, nous avons sollicité une société prestataire qui a été choisie selon la démarche présentée ci-dessous :

Étape	Description	Traçabilité
Expression du besoin	Rédaction d'un CDC complet soit : - « Fonctionnel », le rédacteur attend uniquement un résultat sans définir la manière dont l'obtenir, mettant en avant la force de proposition des entreprises - « Technique », le rédacteur définit clairement ses attentes et le mode opératoire attendu	Cahier des charges
Validation hiérarchique	Un circuit de signatures classique s'impose pour la validation du CDC par le chef d'installation	Visas sur cahier des charges des différents acteurs concernés
Mise en relation avec service commercial	Cette étape est obligatoire si plusieurs entreprises ont répondu à la demande décrite dans le CDC et à partir d'une certaine somme, si une seule entreprise a fourni une proposition dont le devis est inférieur au seuil prescrit, l'opération peut se faire sans le service commercial, en « gré à gré »	Fiche de demande d'achat avec visas des différents acteurs concernés
Visite commune avec les entreprises sur le terrain	Cette visite sur le terrain permet de fournir aux entreprises de plus amples informations que celles du CDC, c'est également l'occasion pour les entreprises de poser leurs questions et pour le CEA de bien définir ses attentes et ses contraintes	Compte-rendu de visite
Réception des offres	Les offres complètes et finales des entreprises sont adressées au CEA dans un délai défini dans le CDC, plus ou moins long après la visite	Dossiers d'offres
Dépouillement des offres	Le chargé d'affaire analyse alors précisément les différentes offres reçues en prenant en compte les aspects techniques et financiers afin de retenir une seule entreprise : ce choix devra être justifié	Rapport de dépouillement
Rédaction du contrat	Le CEA doit officialiser son accord avec l'entreprise retenue	Contrat avec entreprise
Préparation à l'accueil de l'entreprise	Pour améliorer l'efficacité de l'intervention, le CEA prépare l'arrivée de l'entreprise extérieure en anticipant toute la prévention en matière de sécurité et de radioprotection mais également les éventuelles formations ou sensibilisations nécessaires	Plan de prévention, protocole de sécurité, délivrance des accès au site, sensibilisations sécurité et radioprotection, compte-rendu de la réunion d'enclenchement…
Suivi de travaux	Le chargé d'affaire est en charge d'assurer le suivi des travaux réalisés par l'entreprise extérieure sur son site	Fiche de suivi de travaux, compte-rendu de réunions de co-activité
L'après travaux	Le chargé d'affaire tire un bilan des travaux réalisés	Rapport de recette ou de retour d'expérience

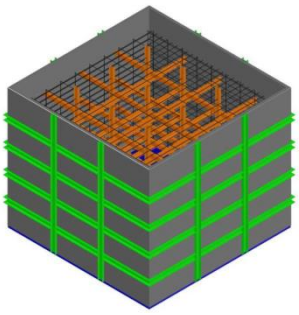
C. Méthodologie des essais

La méthodologie générale des essais a été définie entre SOCOMELU et le CEA en s'appuyant sur le CDC du CEA pour aboutir à un mode opératoire rédigé par SOCOMELU et validé par le CEA. Les caractéristiques relatives aux essais, enveloppes des configurations de chute envisagées dans les bâtiments FI, sont présentées dans les paragraphes suivants.

1. Aire de chute

Il s'agit d'une plateforme indéformable carrée de 9 m² sur 2,5 m de haut pesant 67 tonnes constituée par :

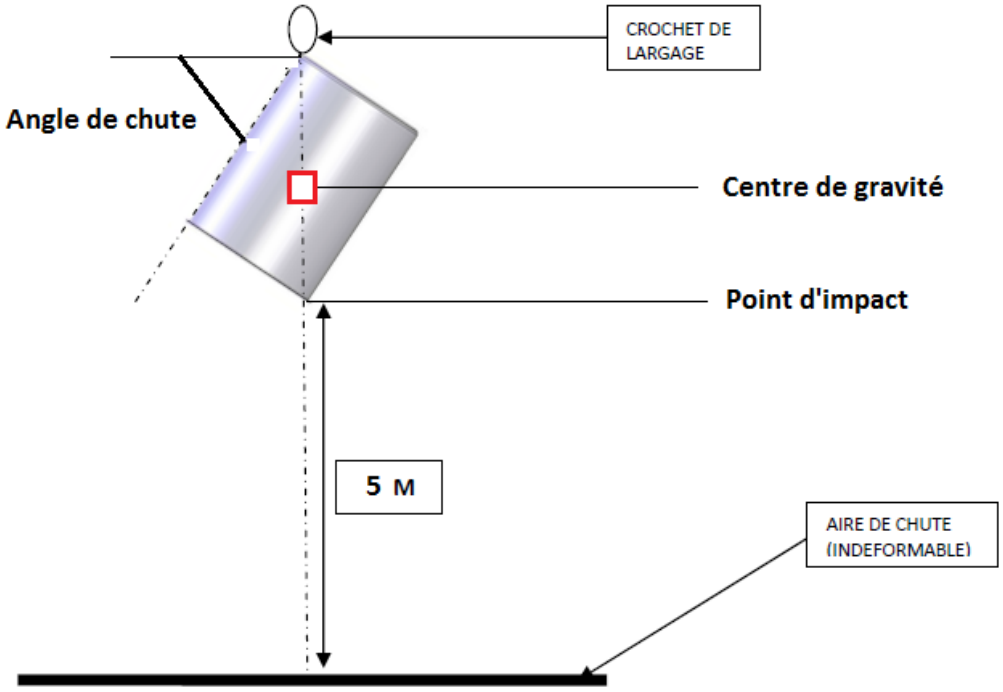
- Une tôle de chute de 6 cm,
- Une ossature métallique répartissant l'énergie du choc,
- Une enveloppe métallique servant de coffrage béton,
- Un treillis métallique périphérique maintenant le béton proche du bord,
- Un renforcement extérieur périphérique permettant le maintien des tôles de coffrage lors du coulage du béton,
- Une dalle de propreté en fond de fouille pour la mise à niveau de la cible,
- Du béton coulé 30 MPa (béton à caractéristique normalisée 30 MPa sous 28 jours).



2. Angle de chute

Les colis et CB seront orientés de manière à ce que l'arête de la face supérieure vienne impacter en premier le sol. Les angles de chute ont été déterminés afin de faire passer la verticale issue du point d'impact par le centre de gravité, dans l'objectif de maximiser l'énergie au point d'impact. L'ajustement angulaire est réalisé pour les CB par « étranglement » avec des élingues textiles dédiées aux essais, et, pour les colis 870 L, par soudage de deux plats. Le visionnage des films réalisés pendant les chutes permet de confirmer le choix de l'angle en vérifiant l'absence de balancier des colis pendant la chute.

Le schéma représentatif des essais est présenté ci-après :



NB : pour les colis 870 L, nous avons décidé de faire chuter les colis sur une « oreille » (partie soudée qui sert à leur manutention via un palonnier) afin de s'assurer que les essais soient les plus pénalisants possibles :



D. Programmes d'essais

Avant de se lancer dans la démarche de travail définie précédemment, il faut passer par une étape intermédiaire, et non des moindres, consistant à déterminer précisément les caractéristiques des colis que nous testerons à la chute. En effet, nous souhaitons que les essais soient les plus pénalisants possibles de manière à être représentatifs au maximum et « enveloppe » de tout ce qu'on peut trouver sur l'INB. Cette étape est divisée en deux parties : les colis 870 L acier et les coques béton 500 L.

1. Colis 870 L

Selon le référentiel de l'installation, deux types de colis 870 L sont entreposés sur CEDRA. Deux essais ont donc été réalisés, un avec un colis au couvercle boulonné et un autre avec un colis au couvercle clipsé : le but étant donc de vérifier l'incidence (ou non) du couvercle sur le résultat final et que les essais soient les plus représentatifs possible de la totalité de l'entreposage. La masse minimale de chaque colis 870 L doit être de 3000 kg.

Coupe d'un colis 870 L ; les déchets sont insérés dans un panier et le béton est injecté ensuite de sorte à remplir le colis et bloquer les déchets

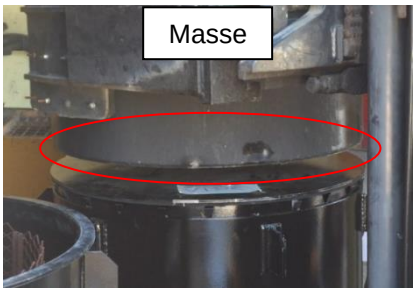




- Les colis aux couvercles boulonnés contiennent des déchets radioactifs déposés « en vrac » ou des fûts compactés à la presse 250 tonnes (presse qui n'est plus en activité aujourd'hui). Une fois le colis rempli, on place un couvercle que l'on attache en vissant les boulons répartis tout au long de son périmètre,



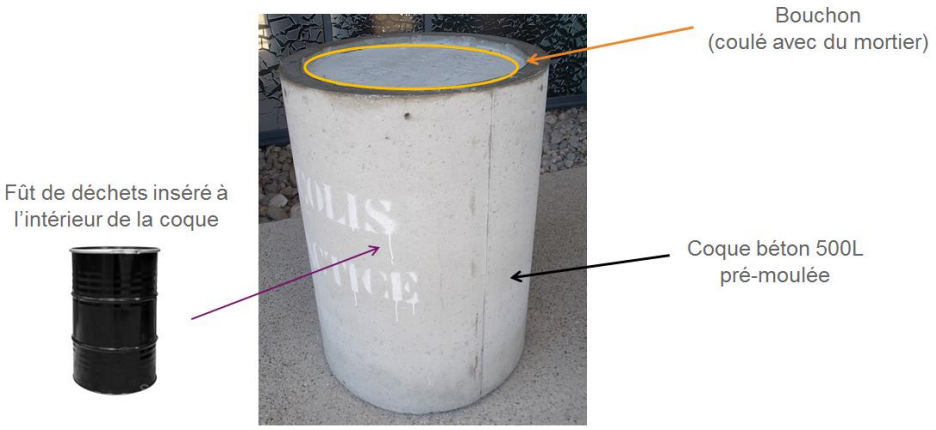
- Les colis aux couvercles clipsés contiennent des fûts compactés à la presse 500 tonnes de l'INB37. Une fois le colis rempli, nous positionnons le couvercle au-dessus du colis et à l'aide d'une masse, nous appuyons sur le couvercle qui vient se clipser sur le colis.



Le contenu en lui-même des colis (déchets en vrac ou fûts compactés) n'impactant pas sur la résistance à la chute, nous avons uniquement mis en avant la condition que la masse soit répartie de manière homogène permettant par la même occasion d'avoir un centre de gravité situé vers le milieu du colis.

2. Coques béton 500 L

CEDRA entrepose des CB 500 L contenant des fûts provenant de différents producteurs (INB 37-B, STE, IZEN, VALDUC). Les caractéristiques géométriques de ces fûts n'étant pas identiques (hauteur et diamètre) et ne pouvant pas définir au préalable quelle géométrie serait la plus pénalisante pour la tenue à la chute, nous avons donc réalisé un essai pour les deux fûts ayant les dimensions les plus extrêmes : hauteur maximale avec diamètre minimal (fût type STE) et hauteur minimale avec diamètre maximal (fût type IZEN). L'épaisseur minimale de béton des bouchons mentionnée dans les RGE est de 5 cm pour pouvoir être manutentionnées à une hauteur de 5 m. L'épaisseur de bouchon retenue est de 5 cm. Cependant, certaines coques pouvant avoir une épaisseur de bouchon inférieure à 5 cm (cf. autorisation ASN), l'épaisseur minimale d'un bouchon retenue est de 2,5 cm. La masse minimale de chaque coque béton 500 L doit être de 1000 kg.



Nous aboutissons ainsi au programme suivant pour les essais sur coques béton 500 L :

Essai	Type de fût	Épaisseur de bouchon
1	Fût type 1 IZEN	5 cm
2	Fût type 2 STE	5 cm
3	Fût type 2 STE (point d'impact au niveau du dispositif de fermeture du fût)	2,5 cm
4	Fût type 2 STE (point d'impact différent du dispositif de fermeture du fût)	2,5 cm

NB : Les essais 1 et 2 font partie de la première campagne d'essais réalisée en juillet 2017. Suite aux résultats de ces essais, nous avons retenu le fût STE comme le plus endommagé, ce qui justifie le fait que ce soit ce même type de fût utilisé lors de la seconde campagne d'essais de septembre 2017, représentée par les essais 3 et 4. Pour ces essais complémentaires, nous avons souhaité tester l'influence de la localisation du point d'impact. Nous avons décidé pour l'un des deux de faire chuter la coque au niveau du dispositif de fermeture du fût qu'elle contenait à l'aide d'un marquage préalable, définissant ainsi la situation la plus pénalisante possible.

3. Exigences de l'étude

Les exigences de l'étude regroupent les points d'arrêts et de contrôles obligatoires que nous avons définis au préalable. Ils permettent à la fois d'assurer la traçabilité complète des essais mais également leur concordance avec les critères que nous nous étions fixés.
À l'issue de chaque essai, les points suivants ont été relevés dans les différents PV :

- État général de la CB / colis,
- État général du fût (pour essais sur CB),
- Éjection ou non du couvercle du fût / colis,
- Éventration ou non du fût / colis,
- Présence ou non de colorant* sur la plateforme (pour essais sur CB),
- Caractéristiques du fût / colis à savoir notamment diamètre, poids et hauteur pour comparaison avec les caractéristiques d'avant chute,
- Mesures des déformations, fissures et impacts occasionnés par la chute.

* voir partie III.E

4. Critères de validation des essais

L'exigence retenue pour valider l'essai de chute est la non atteinte du panier et la non dispersion du déchet radioactif :

- Pour les colis 870 L ; pas d'atteinte du panier,
- Pour les CB 500 L ; pas d'ouverture ou de perforation du fût primaire.

5. Livrables attendus

Les livrables constituent toutes les informations documentées en lien avec l'affaire. La validation de certains documents a été privilégiée comme « point d'arrêt » afin de s'assurer du bon déroulement et de la bonne progression du projet. Pour chaque essai, voici quelques exemples de pièces exigées :

- Le mode opératoire d'essai (point d'arrêt),
- Un PV de contrôle de la bonne réalisation des conditions d'essais (hauteur, inclinaison, qualité et masse nette des colis, éléments constitutifs du colis). Il doit regrouper les différents enregistrements garantissant l'exhaustivité et la conformité du contrôle,
- Un PV de contrôle des points à relever à l'issue de l'essai,
- Un certificat mentionnant que les essais sont représentatifs des colis autorisés sur CEDRA,
- Un recueil de photographies illustrant l'essai et l'état du colis après l'essai de chute,
- La réalisation d'une vidéo au format HD ou numérique de l'essai.

E. Fabrication des colis et coques béton test

L'entreprise prestataire, SOCOMELU, n'ayant à sa charge que la partie « étude » à travers les essais, c'était donc à nous de fournir les colis et les coques chargés. Pour ce faire, nous nous sommes appuyés sur notre opérateur industriel, qui avait donc l'habitude de réaliser ce genre d'opérations : l'objectif étant de fabriquer des colis et CB factices enveloppes de ceux entreposés sur l'INB164-CEDRA. La fabrication a été suivie par le CEA pour s'assurer du bon respect de tous les critères exigés.

En prenant en compte l'acheminement des différents matériels nécessaires et le temps réglementaire imposé de séchage requis pour le béton (28 jours), un important travail de planification s'est imposé pour respecter les délais de l'ASN.

1. Colis 870 L

Approvisionnement des colis vides

Les colis vides conformes aux spécifications de la filière MAVL ont été récupérés sur d'autres installations CEA à savoir l'INB37 pour le « clipsé » et le bâtiment 312 pour le « boulonné ». Ils ont été entreposés à l'INB37 en attente de leur remplissage.

Remplissage des colis

Approvisionnement en mortier

Le mortier servant au coulage des colis a été fabriqué chez UNIBETON conformément aux exigences définies par le CEA pour la filière MAVL en termes de composition chimique, de granulométrie et de fluidité. Voici ci-dessous quelques images de la fabrication et des tests réalisés sur site.





Approvisionnement en lest

Afin d'être enveloppe des colis entreposés sur l'INB164-CEDRA, la condition principale des deux colis fût que leur masse totale finale soit supérieure ou égale à 3 tonnes. De ce fait, du plomb a été utilisé afin de lester le colis pour respecter ce critère. Le plomb a été disposé dans le panier pour que la masse soit répartie de manière homogène et donc que le centre de gravité après coulage se situe vers le milieu du colis (cf. photo ci-après).



Coulage des colis

Le mortier a ensuite été coulé dans les deux colis comme présenté dans les photos ci-dessous :



Colis couvercle boulonné





Colis couvercle clipsé

NB : Sur les photos du couvercle boulonné, le disque en partie supérieure du panier n'apparaît pas car, pour faciliter le coulage, il a été retiré pendant le début du remplissage et positionné quand le niveau du mortier était assez haut.

Colorant

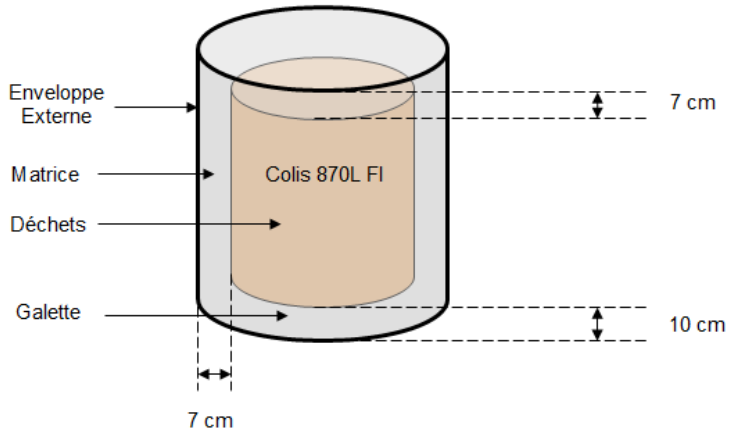
Après quelques jours de séchage, du colorant rouge a été ajouté juste en dessous des couvercles des colis, afin de mettre en évidence la zone béton éventuellement endommagée par la chute. À noter que, ce colorant n'est pas représentatif de matières radioactives : les déchets radioactifs sont placés dans le panier situé à minima à 5 cm de l'enveloppe externe.

Séchage

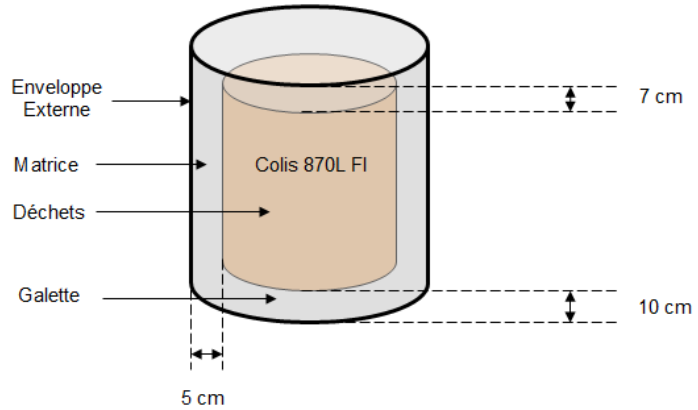
Les colis chargés et fermés ont séché pendant les 28 jours imposés avant d'être récupérés par SOCOMELU pour transfert vers le site d'essai.

Schémas de constitution des colis

Colis type « vrac boulonné »



Colis type « clipsé »



2. Coques béton 500 L

Approvisionnement des coques béton vides

Les coques béton vides ont été commandées par l'installation et reçues sur l'INB164-CEDRA.

Approvisionnement des fûts

Fût type IZEN

Le fût type « IZEN » en provenance de Marcoule a été récupéré déjà rempli et sec : fût froid (factice) de 435 kg.

Fûts type STE

Les fûts type « boues de filtration » de la STE ont été récupérés vides puis remplis avec du plomb et du mortier selon le même principe que pour les colis 870 L (cf. photo ci-dessous).



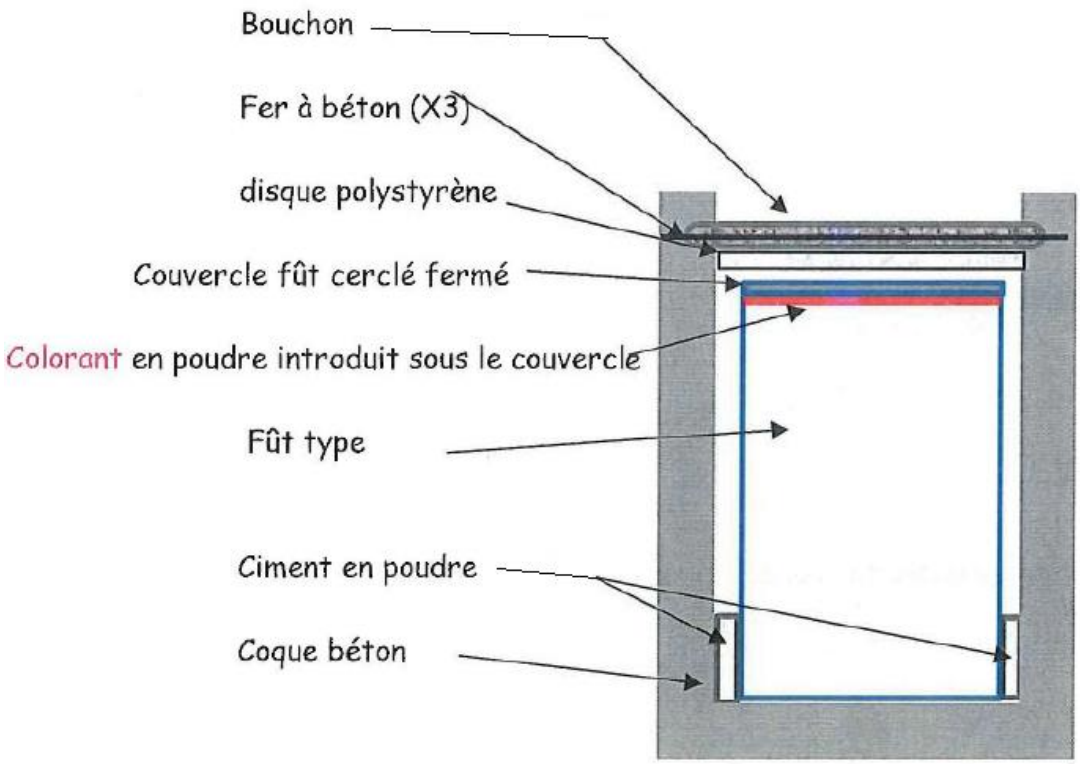
Colorant

Un colorant rouge a été ajouté juste en-dessous des couvercles des fûts : ce dernier permet de mettre en évidence une éventuelle rupture de confinement au niveau du couvercle du fût (cf. photo ci-dessous).



Préparation des coques béton

Afin d'être enveloppe de l'entreposage de coques béton réversibles de l'INB164-CEDRA, la condition principale des CB fût que leur masse totale finale soit supérieure ou égale à 1 tonne. De ce fait, une fois le fût introduit dans les CB, du ciment et quelques échantillons de plomb ont été ajoutés afin de lester les CB pour respecter ce critère. Le fût n'a pas été bloqué dans la CB par du béton afin de conserver le caractère « réversible » de la CB (cf. schéma ci-dessous).



Séchage

Les coques béton chargées et fermées ont séché pendant les 28 jours imposés avant d'être récupérées par SOCOMELU pour transfert vers le site d'essai.

F. Essais réalisés sur site

Les essais ont été réalisés sur le site de SOCOMELU sur trois demi-journées (deux en juillet et une en septembre) : le premier jour les 2 essais colis 870L, le second jour les 2 essais CB et enfin les 2 essais CB complémentaires. La présence CEA permettait de s'assurer de la bonne réalisation des essais et du respect des exigences d'étude définies au préalable. Au fur et à mesure, le chargé d'affaires SOCOMELU remplissait ses différents PV de contrôles avec une vérification du CEA nécessaire pour confirmation.
A la suite des essais, SOCOMELU a rédigé deux comptes-rendus complets et détaillés approuvés par le CEA accompagnés de montages vidéo permettant, entre autres, de valider les angles choisis en contrôlant l'absence de balancier pendant les chutes.

1. Colis 870 L

Colis 870 L couvercle clipsé

Données initiales :

- Angle : 50 °
- Masse : 3270 kg





Résultat :

Colis déformé mais intègre après chute.
Couvercle en place.
Aucune dispersion constatée.

Colis 870 L couvercle boulonné

Données initiales :

- Angle : 50 °
- Masse : 3090 kg







Résultat :

Couvercle éjecté.
Béton fissuré en partie supérieure du colis (5kg de gravats récoltés).
La dégradation surfacique du béton visualisée à l'aide du colorant correspond à environ 0,1 m² sur une profondeur maximale de 6 cm (sur le bord du colis) et de 3 cm (à l'aplomb du panier) inférieure à l'épaisseur minimale de béton en périphérie du panier contenant les substances radioactives.

2. Coques béton 500 L

Fût type STE (juillet 2017)

Données initiales :

- Angle : 43 °
- Masse : 1050 kg
- Épaisseur béton du bouchon : 5 cm





Résultat :

CB : détériorée (fissures sur la virole et en fond de coque).

Bouchon : éjecté.

Fût : déformation du couvercle cerclé au point d'impact sans ouverture du fût.

Aucune dispersion de matière (colorant) constatée.

Fût type IZEN (juillet 2017)

Données initiales :

- Angle : 50 °
- Masse : 1050 kg
- Épaisseur béton du bouchon : 5 cm





Résultat :

CB : détériorée (fissures sur la virole et en fond de coque).

Bouchon : éjecté.

Fût : déformation du couvercle cerclé au point d'impact sans ouverture du fût.

Aucune dispersion de matière (colorant) constatée.

- **Fût type STE avec point d'impact au niveau du dispositif de fermeture du fût (septembre 2017)**

Données initiales :

- Angle : 43 °
- Masse : 1011 kg
- Épaisseur béton du bouchon : 2,5 cm





Résultat :

CB : détériorée (fissures sur la virole et en fond de coque).

Bouchon : éjecté.

Fût : déformation du couvercle cerclé au point d'impact sans ouverture du fût.

Aucune dispersion de matière (colorant) constatée.

- **Fût type STE avec point d'impact différent du dispositif de fermeture du fût (septembre 2017)**

Données initiales :

- Angle : 43 °
- Masse : 1009 kg
- Épaisseur béton du bouchon : 2,5 cm





Résultat :

CB : détériorée (fissures sur la virole et en fond de coque).
Bouchon : éjecté.
Fût : déformation du couvercle cerclé au point d'impact sans ouverture du fût.
Aucune dispersion de matière (colorant) constatée.

G. Bilan du projet

D'après ces résultats, mis en évidence par ailleurs dans les PV et les comptes-rendus d'essais de SOCOMELU, nous pouvons donc en conclure que les essais sont favorables. Le confinement des substances radioactives reste assuré malgré l'impact suite à la chute et les conditions d'essais les plus défavorables possibles. Le risque de chute d'un colis ou d'une CB en cas de séisme ou lors d'une manutention n'entrainera donc pas de dispersion de substances radioactives. Cette étude vient donc valider la tenue à la chute de l'ensemble des colis FI entreposés dans l'INB164-CEDRA.

Le projet ne s'est pas arrêté là pour autant : dans la continuité a été rédigée une note technique de synthèse. Cette dernière, présentée lors de l'assemblée générale du service, permet à la fois d'assurer une traçabilité de tout le travail réalisé à travers un document CEA, mais encore de pouvoir être adressée à l'ASN en élément de réponse à leurs demandes. Cette note technique a d'ailleurs servi également d'appui à l'installation pour la rédaction et la déclaration officielle d'autorisation de manutention de tous les colis FI présents dans les bâtiments 374 et 375 : résolvant une problématique d'entreposage qui fut très contraignante pour l'INB.

IV. MISE EN SERVICE D'UNE CELLULE D'EXAMEN DE COLIS DE DÉCHETS RADIOACTIFS

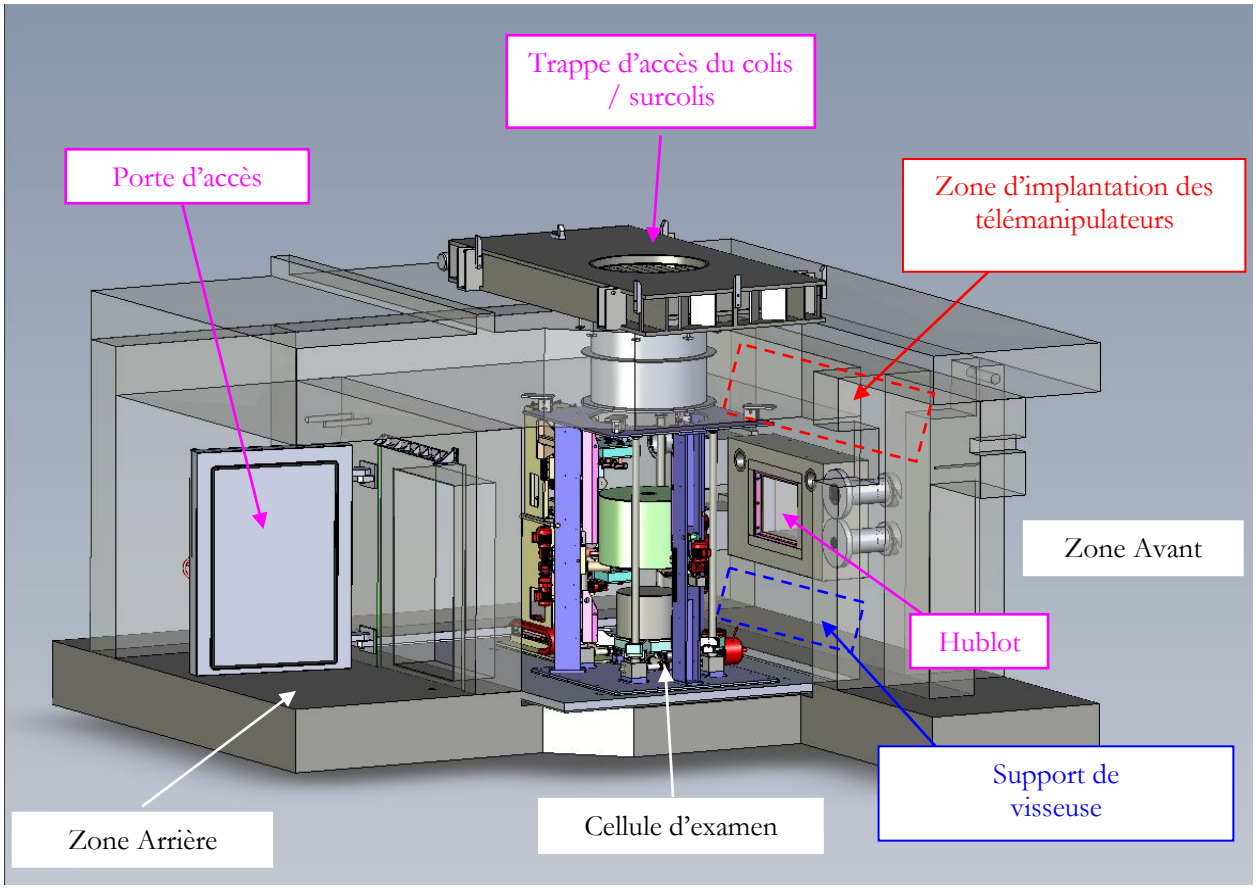
En parallèle du projet principal des essais de chute qui s'est étalé sur quasiment la totalité des deux années de Master, il m'a été confié une autre mission conséquente, à savoir de participer au projet de mise en service de la cellule d'examen de colis de déchets radioactifs de l'INB, notamment sur la partie de rédaction de livrables.

A. Contexte

Dans le cadre de la surveillance des colis Moyennement Irradiants (MI), l'installation CEDRA possède, dans son bâtiment MI N° 376, une cellule d'examen blindée qui permet de visualiser les colis au travers d'un verre au plomb et de contrôler l'état de ces derniers lors de leur réception dans l'installation ou déjà entreposés dans les alvéoles par le biais, notamment, d'une machine à frottis. Un système de sur-colis a été développé pour reconditionner un colis en mauvais état dans un sur-colis neuf, en inox.

Cependant, lors des premiers essais en inactif, des non-conformités ont été mises en évidence engendrant de nombreux travaux. La cellule d'examen, comme elle est définie dans le référentiel de l'INB, est essentielle pour assurer les contrôles réglementaires des colis et joue donc un rôle primordial dans le bon fonctionnement de l'installation : sa mise en service constitue donc un objectif majeur pour l'INB.

Voici, ci-dessous, un schéma représentatif de la cellule d'examen située au sous-sol du bâtiment 376 :

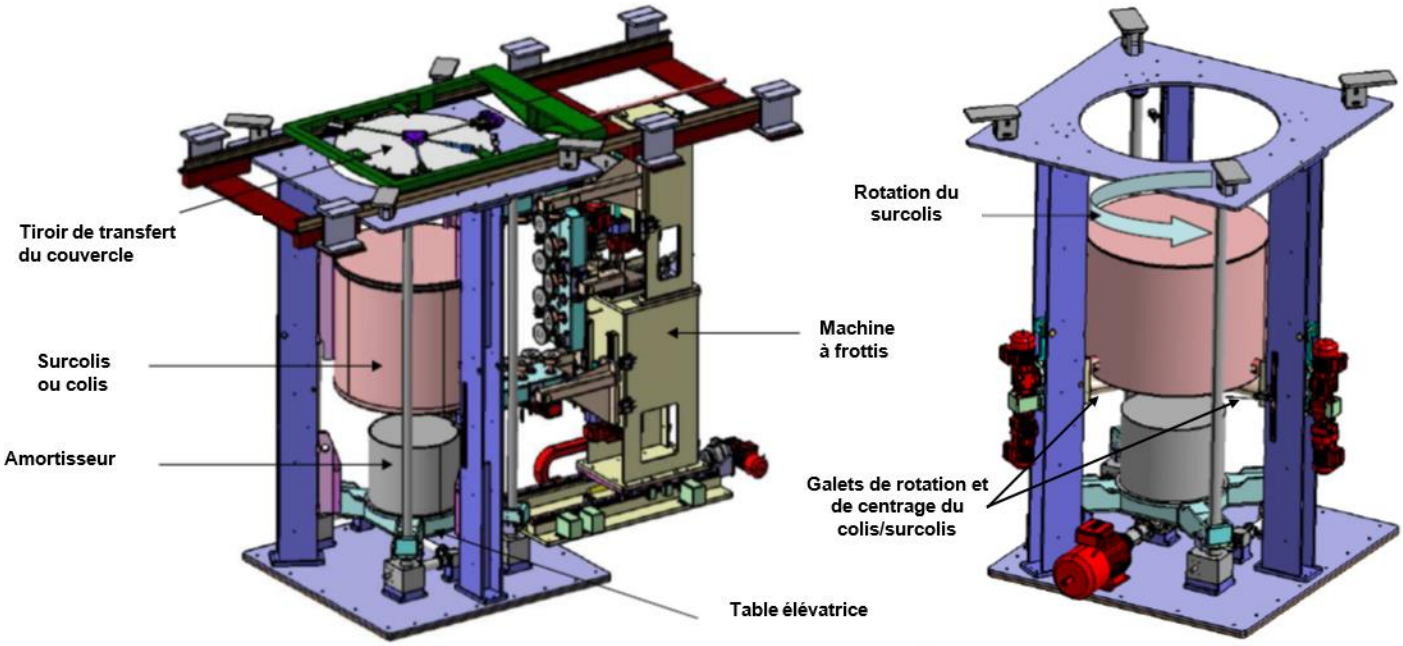


Comme toute mise en service d'un équipement d'une telle ampleur, et encore plus dans le milieu du nucléaire, nombreux sont les livrables attendus pour bien présenter et délimiter le projet. J'ai donc eu la chance de prendre en charge la rédaction de deux documents majeurs : la note technique de synthèse de la mise en actif et le PV de démarrage.

B. Note technique de synthèse de la mise en actif

La note technique de synthèse de mise en actif peut être assimilée à un guide ou un mode d'emploi de la cellule d'examen. Elle constitue un document d'appui important pour l'installation sur le contenu de la cellule d'examen et son fonctionnement. La rédaction s'est divisée en 6 grandes parties où le but principal était à la fois de se rapprocher des chargés d'affaires pour récolter des informations, analyser la documentation de l'installation et enfin se rendre directement sur le terrain pour prendre des photos qui permettent d'illustrer la note technique en la rendant plus interactive et plus parlante pour les lecteurs. Les 6 grands axes de cette dernière sont :

- Présentation des locaux : l'INB, le bâtiment 376 et enfin la cellule d'examen (caractéristiques techniques),
- Génie civil : identification des parois (murs, plafond et plancher), de la sectorisation incendie et des deux types de confinement assurés (statique et dynamique),
- Équipements : la partie majeure, consistant à répertorier tous les équipements de la cellule aussi bien du procédé (contrôle colis ou sur-colisage) que des équipements liés à la sécurité incendie (détecteurs et système d'extinction) ou à la radioprotection (appareils de mesure et de surveillance fixes et mobiles),



- Ventilation : description précise du système de ventilation, des asservissements et du report des éventuelles alarmes,
- Fluides : énumération des différents fluides connectés à la cellule d'examen, qu'il s'agisse de gaz (alimentation en argon-CO_2 et air comprimé) ou bien de liquides (huile de graissage par exemple),
- Installations électriques : description du système électrique de la cellule, divisé en 3 réseaux (normal, secouru et ondulé).

C. Procès-Verbal de démarrage de la cellule d'examen

Le PV de démarrage est un livrable qui a pour objectif de réaliser un état initial complet en réunissant toutes les informations documentées en lien avec la cellule d'examen, à savoir :

- Les références des documents « majeurs » de la cellule d'examen (dossiers de sécurité et de sûreté, dossiers constructeurs des équipements, CDC de mise en service, note technique de synthèse …),
- Les différents PV fixant l'état de la cellule à l'instant T (conformité électrique, tests de bon fonctionnement sur tous les équipements de la cellule, les contrôles et essais périodiques prévus, la maintenance…),
- La sécurité de la cellule d'examen (EVRP, affichage des consignes et documents de sécurité…),
- Les références des documents d'exploitation (MOP, consignes…),
- La conformité avec le référentiel de sûreté et les modifications éventuelles apportées,
- Le tableau des noms des personnes habilitées à travailler dans la cellule avec leur formation reçue en conséquence,
- Le tableau de suivi du « reste à faire » comprenant les actions soldées et non soldées, bloquantes ou non bloquantes ainsi que les réserves des PV énoncés précédemment.

Le travail de fond pour réunir toutes ces informations est semblable à celui réalisé pour la rédaction de la note technique à savoir de la recherche et de l'analyse documentaire avec l'aide des chargés d'affaires de la cellule et des visites terrain directement au cœur du sujet. Ce PV de démarrage est donc un outil efficace permettant de disposer d'une traçabilité sur l'état général d'avancement du projet. Il nécessite donc par conséquent une mise à jour régulière pour assurer sa pérennité avant son émission officielle.

D. Bilan synthétique du projet

Le travail réalisé sur la cellule d'examen à travers la rédaction de la note technique de synthèse et du PV de démarrage a permis de prendre en main de manière autonome un autre projet de l'installation. Cette mission a abouti à la rédaction de 2 documents officiels directement intégrés au référentiel de l'INB et qui sont d'une réelle utilité pour le fonctionnement de la cellule d'examen. En effet, l'installation peut désormais s'appuyer sur deux livrables complémentaires constituant un « état des lieux » global de la situation issu d'un travail de synthèse et de regroupement d'informations pour offrir des réponses rapides à d'éventuelles interrogations sur le sujet.
D'autres missions annexes ont également été traitées et sont présentées synthétiquement en **ANNEXE.**

V. BILAN

Ces deux années d'apprentissage ont été très enrichissantes du point de vue personnel. En effet, la formule de l'alternance est très efficace car elle permet, en parallèle des études, de se plonger dans le monde du travail et de mettre en application ses connaissances théoriques avec pragmatisme en prenant en compte le contexte industriel : discipline, ressources et contraintes de résultats.

Ensuite, cette expérience fût importante d'un point de vue relationnel car j'ai pu partager des réflexions concernant de nombreux sujets avec des intervenants d'horizons différents. Ces discussions ainsi que les missions qui m'ont été attribuées m'ont permis d'étoffer mes connaissances.

Ma grande satisfaction fut surtout de faire preuve d'un réel sentiment d'utilité pour l'INB à travers deux projets concrets qui constituaient des objectifs majeurs pour l'installation et dont le fruit du travail a été intégré au référentiel.

D'un point de vue professionnel, j'ai également mené à bien d'autres missions annexes en parallèle me permettant ainsi d'avoir un regard sur de nombreux et vastes domaines tels que la sécurité, la sûreté, l'environnement, la radioprotection, la qualité, la mécanique, l'exploitation d'une INB... où les apports de ma formation académique ont également été utiles.

Travaillant à la fois en autonomie et auprès des chargés d'affaires, j'ai eu la chance d'évoluer dans une ambiance de travail à la fois conviviale et sérieuse qui m'a permis de progresser de manière indéniable.

Cependant, les plus grosses difficultés que je peux mettre en avant concernent le temps d'adaptation et la disponibilité des chargés d'affaires. En effet, arrivant sur une INB nouvelle, l'imprégnation de toutes les spécificités et caractéristiques de l'installation est assez longue et un travail conséquent de lecture et d'assimilation des documents essentiels du référentiel de l'installation s'est imposé. Les chargés d'affaires, en raison de leur quantité de travail, ne sont pas forcément toujours accessibles, mais le fait d'avoir plusieurs missions différentes me permet de jongler entre les tâches si je rencontre un point bloquant sur un sujet.

VI. CONCLUSION

Durant ces deux années d'apprentissage au sein de l'installation CEDRA, chargée de l'entreposage de colis de déchets radioactifs, j'ai pu découvrir le fonctionnement global d'une INB ainsi que les contraintes et les exigences qu'elle peut susciter.

Rattaché à une équipe composée essentiellement d'ingénieurs chargés d'affaires, j'ai hérité de différentes missions liées entre autres au réexamen de sûreté de l'installation, mais également à quelques problématiques diverses.

La plus importante des tâches, concernant les essais de chute, a pour but de qualifier la tenue à la chute des colis de déchets : une avancée significative pour l'INB afin de consolider le réexamen de sûreté, d'optimiser l'entreposage et surtout de répondre aux attentes de l'ASN. Le projet a été divisé en trois étapes distinctes : la définition précise et complète du besoin à travers un cahier des charges, la fabrication des colis test en s'appuyant sur l'opérateur industriel et la réalisation des essais sur le site de l'entreprise retenue à l'appel d'offre.

Les résultats obtenus sont favorables car, à la suite des essais, les critères de validation définis dans le cahier des charges ont été respectés : pas d'atteinte du panier de déchets radioactifs pour les colis 870 L et aucune constatation de dispersion des matières radioactives factices présentes dans les fûts des coques béton 500 L. Nous pouvons donc avancer qu'en cas de chute, le confinement reste assuré. Par la suite, une note technique de synthèse des essais a été rédigée et fut présentée à l'assemblée générale du service. Cette dernière a pour but de servir d'appui à l'installation afin de répondre à l'ASN mais également pour autoriser de nouveau les mouvements et la manutention de l'intégralité des colis FI des bâtiments 374 et 375.

Une grande partie de la deuxième année fut réservée à un autre projet, celui de la rédaction des livrables concernant la mise en service de la cellule d'examen de colis de déchets radioactifs. Une tâche différente mais complémentaire car contrairement aux essais de chute, plus axés sur un aspect « étude », celle-ci était plus assimilée à une thématique « projet d'exploitation » avec des réunions régulières d'avancement et un suivi très précis des actions en cours, soldées ou non soldées, des points bloquants et des échéances fixées par l'installation.

D'autres missions, plus ou moins longues, en rapport avec des travaux de maintenance corrective, la sécurité et l'intégrité de nos colis ont permis de toucher à d'autres domaines : un plan général personnel de suivi des actions assurait la traçabilité de l'avancée de chaque mission.

Ainsi, ces différents projets ont permis à la fois de mettre en application et d'approfondir les notions étudiées à la faculté, mais également d'en découvrir de nouvelles propres au monde du travail. Le fait d'évoluer en partie en autonomie permet d'accentuer la confiance en soi et les échanges avec différents intervenants de secteurs d'activités variés développent les connaissances techniques dans un métier où le relationnel au travail occupe une place primordiale.

VII. BIBLIOGRAPHIE

Documentation générale :

- Légifrance : https://www.legifrance.gouv.fr/
- ASN : https://www.asn.fr/
- IRSN : http://www.irsn.fr/FR/Pages/Home.aspx
- INRS : http://www.inrs.fr/
- CARSAT : https://www.carsat-sudest.fr/
- ANDRA: http://www.andra.fr/

Documentation interne CEA :

- Serveur DAQ (gestion informatique de la documentation)
- Rapport de Sûreté de l'installation CEDRA
- Règles générales d'Exploitation de l'installation CEDRA
- Serveur informatique de l'installation CEDRA

VIII. GLOSSAIRE

ANDRA = Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs

ASN = Autorité de Sûreté Nucléaire

CB = Coques Béton

CDC = Cahier Des Charges

CEA = Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives

DAQ = Documents applicables Qualité

DSN = Département des Services Nucléaires

DUER = Document Unique d'Évaluation des Risques

EVRP = Évaluation des Risques Professionnels

FDS = Fiche de Données Sécurité

FI = Faiblement Irradiant

FR = Fiche Réflexe

ICPE = Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

INB = Installation Nucléaire de Base

IRSN = Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

IZEN = Installation de Zone d'Entreposage Nord

MAVL = Moyenne Activité à Vie Longue

MI = Moyennement Irradiant

MOP = Mode Opératoire

PV = Procès-Verbal

REX = Retour d'Expérience

RGE = Règles Générales d'Exploitation

RS = Rapport de Sûreté

STE = Station de Traitement des Effluents

STME = Service de Traitement des Matières et d'Entreposage

IX. ANNEXES : MISSIONS COMPLÉMENTAIRES

A. Mise à jour du référentiel sécurité de l'INB

1. Contexte :

L'installation CEDRA fonctionne en horaire normal durant la journée, cependant, comme toutes les installations nucléaires, elle nécessite une surveillance permanente, assurée notamment par un système d'astreinte. Un PC situé à l'accueil du bâtiment, nommé SAFIR, est spécifique à la téléalarme et reçoit toutes les remontées venant de tous types de défauts (incendie, inondation, défaut électrique, défaut de fonctionnement, ventilation…). En dehors des horaires ouvrables, l'astreinte est donc appelée dès qu'un défaut est signalé sur SAFIR, elle doit se rendre sur les lieux et permettre un retour à la situation nominale par une gestion efficace de l'évènement rencontré. La documentation relative à l'installation est mise à disposition des astreintes dans un classeur situé à proximité du poste SAFIR, il contient les fiches réflexes, consignes, procédures ou modes opératoires pouvant être nécessaires à la gestion d'un évènement.

2. Problématique :

Comme toutes les installations nucléaires, l'INB CEDRA a connu de nombreuses évolutions depuis sa mise en service et ce tout au long de son cycle de vie. La documentation sécurité doit donc s'adapter à ces changements pour s'assurer d'être toujours applicable. Cependant, certaines fiches réflexes (FR) et quelques documents de sécurité, ne sont plus à jour et nécessitent un rafraichissement, et d'autres se doivent d'être créés suite à l'apparition de nouveaux équipements ou la mise en service de procédés.
Contrairement aux consignes ou procédures qui ont une sauvegarde informatique, les FR ne sont accessibles qu'au format papier dans le classeur d'astreinte, le but est donc également de créer sur le réseau interne un dossier complet comprenant toutes les FR classées et d'en assurer leur pérennité.

3. Actions réalisées :

- Mise à jour des documents d'intervention comme par exemple les autres FR de l'INB, la procédure d'organisation et des missions de l'astreinte, la consigne générale incendie, la consigne de conduite à tenir en cas de mode dégradé pour la cellule d'examen ou encore la note technique liée à l'astreinte. Comme dans toutes les entreprises, la mise à jour documentaire (comme la création de documents) passe par l'approbation des chargés d'affaires et la vérification du chef d'installation avant l'émission par le secrétariat du service du document, qui dans le même temps actualise la base de données documentaire informatique, le DAQ (Documents Applicables Qualité),
- Création de FR : au CEA, on emploie le terme de défense en profondeur avec trois principes mis en avant qui sont la prévention, la surveillance et la limitation des conséquences. C'est sur cette organisation que nous fondons nos FR. Comme vous pourrez le voir ci-après**,** on peut découper nos FR en plusieurs parties :

- L'en-tête : le nom du libellé de l'alarme, la date de mise à jour, le numéro de voie sur SAFIR, les causes et conséquences probables basées sur une analyse de risque (type DUER) réalisée en amont.
- La liste des actions à réaliser avec les numéros utiles des référents internes ou sous-traitants en charge de contrats pouvant servir d'appui à l'astreinte : cette liste d'actions est élaborée en mélangeant l'expérience terrain des chargés d'affaires et la synthèse par « notes de lecture » des documents d'intervention plus « importants » (procédures, consignes, modes opératoires…). La documentation de l'installation est souvent très générale, elle permet donc d'établir la forme de l'analyse en servant de point de départ, alors que l'expérience terrain et le savoir technique du chargé d'affaires permet d'affiner le tout en améliorant le fond. Le but est d'en extraire de tout cela un protocole d'actions simple, rapide et efficace, tenant sur quelques lignes.
- La localisation : un plan de la zone avec une pastille pour représenter la situation précise du défaut. Il est possible que dans certains cas, des photos soient nécessaires pour préciser davantage.

4. Bilan :

C'est sur cette base de travail que le projet avance, le plus dur étant bien sûr d'assurer la pérennité dans le temps : nous préparons donc actuellement un plan d'actions fixant des échéances annuelles de veille réglementaire et de mise à jour des FR.

Vous pouvez trouver ci-après, un exemple d'une fiche réflexe (recto puis verso) complète et créée au cours de ces deux années sur CEDRA.

	FICHE REFLEXE	CEA CADARACHE INB 164	
Mise à jour le 31/04/2017	NIV - NIVEAU TRES HAUT CUVE FUEL JOURNALIERE BAT. 373 ENERGIE ARMOIRE GROUPE ELECTROGENE TITRE DU DEFAUT	2 371 061 BO N° DE VOIE	373 RC BATIMENT

Conséquences prévisibles

- Risque imminent de débordement de la cuve journalière dans le local groupe du bâtiment énergie.

Causes de l'alarme

- Jauge du niveau bas de la cuve journalière en défaut,
- jauge du niveau très haut de la cuve journalière en défaut,
- commande d'arrêt de la ou des deux pompe (s) de remplissage hors service,
- contact téléalarme en défaut,

Actions à effectuer	Intervenant
Jauge en défaut : ❑ Se rendre au bâtiment 373 ENERGIE situé juste derrière le bâtiment accueil, ❑ Prévenir et informer le Chef d'Installation de l'origine de l'alarme, ❑ Mettre hors service la ou les pompe(s) de remplissage de la cuve via la commande située à l'intérieur de l'armoire du GEF, ❑ Vérifier le bon fonctionnement de la jauge, ❑ Vérifier les seuils de réglage bas et très haut de la jauge, ❑ Contactez l'astreinte STL si le défaut persiste et rester à disposition de leur intervention.	**Astreinte STL** **65.97 si H.N.O.** **ELYO** **45.32 si H.O.** **Responsable Technique d'Installation** **79.91 si H.O.** **si H.N.O.** **25.02 (PC FLS)**
Contact téléalarme en défaut : ❑ Procéder à la vérification du contact, ❑ Contactez l'astreinte SNEF si le défaut persiste et rester à disposition de leur intervention.	**Agent d'astreinte SNEF** **34.94 H.O.**

	INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES	CEA CADARACHE INB 164	
Rédacteur M. SELMI-ETIENNE	NIV - NIVEAU TRES HAUT CUVE FUEL JOURNALIERE BAT. 373 ENERGIE ARMOIRE GROUPE ELECTROGENE	2 371 061 BO	373 RC
	TITRE DU DEFAUT	N° DE VOIE	BATIMENT

Documents techniques à consulter	Emplacement des documents
Plans électriques de l'INB 164	Bâtiment 371 près du poste ETL

Type de détecteur	Emplacement des détecteurs
Contact	Voir plan carroyé ci-dessous

PLAN DE LA ZONE

Indicateur de niveau de la cuve journalière

Localisation de la cuve

Pour des raisons de confidentialité, le plan a été retiré de la Fiche Réflexe

Merci de votre compréhension

B. Travaux de maintenance corrective

1. Contexte :

Afin de recevoir les colis 870 L et les coques béton 500 L, les bâtiments 374 et 375 sont équipés de moyens d'accès aux transports dits « portails camion ». Ils sont équipés de portes à vantaux coulissants actionnées manuellement.



2. Problématique :

Au fil des cycles d'ouverture et fermeture, les rails supports des vantaux des deux bâtiments se sont déformés, provoquant une friction entre ceux-ci et les montures des vantaux qui rend la manœuvre difficile et engendre une abrasion des pièces en contact. Il pourrait subvenir un risque de blocage des vantaux. Afin de permettre la manœuvre sans effort et surtout assurer la protection physique des bâtiments, un fonctionnement optimal de ces portes est nécessaire. Le besoin consiste sur la base du système existant à proposer une solution permettant d'assurer un fonctionnement sans effort et fiable de ces portes dans le temps. Cette tâche m'a donc été confiée car cette opération, d'après le RS de l'INB, touche à un EIP (Élément Important pour la Protection). La modification d'un EIP, participant notamment à la protection physique, entraîne de nombreuses exigences importantes à savoir la confidentialité de la manipulation, le fait de devoir assurer une protection temporaire pendant l'opération, la rédaction d'une Fiche d'Autorisation et de Suivi des Opérations…

3. Actions réalisées :

- Rédaction et validation complète du CDC « fonctionnel » ; libre choix de proposition est laissé aux entreprises sur le système qu'elles trouveraient le plus adéquat,
- Réception des offres et choix justifié de l'entreprise prestataire,
- Planification des travaux en prenant compte des risques liés à la co-activité,
- Plan de prévention et réunion d'enclenchement,
- Suivi des travaux sur site,
- Tests de bon fonctionnement,
- Recette de l'affaire.

4. Bilan :

À la suite des travaux, le système, neuf et plus solide, fonctionnait déjà beaucoup mieux : le coulissement des portes était fluide et ne nécessitait plus de forcer comme auparavant. Les nouveaux plans nous ont été remis afin de pouvoir les intégrer au référentiel.
Cependant, lors des travaux a été mise en évidence la nécessité de faire rajouter des butées basses, permettant de pouvoir bloquer correctement la porte une fois celle-ci ouverte à son maximum. Cette suggestion a bien été prise en compte et une nouvelle affaire est en cours pour répondre à ce besoin au plus vite.

C. Renforcement de l'intégrité des colis de déchets des bâtiments FI et de l'ICPE RHODIA

1. Contexte :

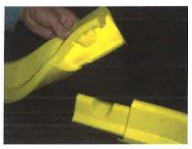
Suite à des épisodes pluvieux importants, les agents d'astreinte de l'INB ont constaté que de l'eau pouvait pénétrer dans les bâtiments, notamment à l'ICPE RHODIA (installation d'entreposage de fûts sur palettes, qui dépend de l'unité en charge de l'exploitation de l'INB CEDRA).

2. Problématique :

Une présence d'eau, et si contact il y a avec des fûts ou colis de déchets radioactifs entreposés, peut remettre en cause l'intégrité de leur enveloppe. Il faut donc protéger nos massifs de colis de déchets radioactifs : par massif, nous entendons colis entreposés en quadrillage sur plusieurs niveaux.

3. Actions réalisées :

- Se renseigner auprès d'autres INB du centre pouvant rencontrer ce genre de problèmes ; un système de « barrages souples » en polyuréthane se dégage comme matériel le plus fréquemment utilisé,
- Détermination du périmètre total des massifs et donc de la distance totale de barrages correspondante au besoin par calculs sur plans et sur le terrain avec pointeur laser,
- Rédaction et validation complète du CDC prenant en compte toutes les exigences de notre besoin ; les massifs étant de formes rectangulaires, il faut donc avoir une protection qui puisse couvrir les angles sans que le système perde pour autant en efficacité de protection,
- Commande puis réception de 90 barrages de 5 m de long,
- Définition d'une zone d'entreposage en attendant la pose des barrages ; opération délicate, que nous avons confiée à notre opérateur industriel,
- Formation des agents de notre opérateur industriel par un salarié de notre fournisseur à la technique de pose des barrages notamment au niveau des jointures entre les barrages (il ne doit pas y avoir de fuites possibles),



- Planification réfléchie de la pose des barrages afin de ne pas avoir d'incidence sur l'exploitation et le fonctionnement normal de l'INB,
- Ajout de la FDS du produit, le polyuréthane, au référentiel de l'INB. La charge calorifique des bâtiments prenant en compte cette nouvelle matière reste quant à elle inchangée,



- Suivi de la pose des barrages sur site,
- Tests de bon fonctionnement,
- Stockage du surplus réservé à la protection du futur massif du bâtiment 374.
- Recette de l'affaire.

4. Bilan :

Suite à une fuite survenue sur l'installation, il a été mis en évidence que certains barrages étaient défectueux. Après avoir recontacté le fournisseur, ce dernier est venu constater le problème sur l'INB. Il nous a par la suite réexpédié de nouveaux barrages qu'il a remis en place lui-même sur site. L'adhérence au sol et la protection permettent désormais d'assurer une barrière à l'atteinte de nos colis de déchets.



D. Cartographie de la planéité d'un sol

1. Contexte

Les colis FI reçus par l'installation sont entreposés dans les bâtiments 374 et 375 : deux « massifs » au 375 et un au 374. La création du bâtiment 855, destiné au stockage de matériel non actif, va permettre de vider la partie ouest du bâtiment 374 pour y constituer un nouveau massif de colis FI.

2. Problématique

Avant de pouvoir recevoir les colis qui seront gerbés sur 4 niveaux de hauteur, l'installation doit s'assurer de la planéité du sol afin de garantir le parfait alignement des piles de colis et ainsi faciliter les opérations de dépose et de prise des colis. Pour ce faire, le besoin consiste à réaliser une étude avec pour aboutissant une cartographie complète de la dalle du massif ouest du bâtiment 374.

3. Actions réalisées

- Rédaction et validation complète du CDC (nombre de points de mesure, pas de mesure, fiabilité de mesure, type de cartographie…),
- Réception des offres et choix justifié de l'entreprise prestataire,
- Planification de l'étude en prenant en compte l'exploitation du bâtiment pour ne pas interférer,
- Retour de l'étude,
- Recette de l'affaire.

NB : Certaines contraintes d'exploitation n'ont pas permis de réaliser les deux dernières actions.

4. Bilan

La cartographie qui sera reçue mettra en évidence ou non les éventuelles légères variations d'altitude de la dalle. Ces éléments permettront donc d'adapter en fonction les conditions d'entreposage du futur massif ou de réaliser des travaux de reprise du sol pour garantir sa sûreté.

RESUME :



L'installation nucléaire de base CEDRA, a été conçue pour recevoir et entreposer des déchets radioactifs. Une équipe composée d'ingénieurs est en charge d'assurer le bon fonctionnement de l'installation en s'appuyant sur un opérateur industriel permanent et différentes entreprises intervenant pour des opérations ponctuelles. L'installation se voit confrontée au réexamen de sûreté ainsi qu'aux différentes visites de contrôle de l'Autorité de Sûreté Nucléaire, et nombreuses sont alors les attentes qui en découlent. Afin d'y répondre, différentes missions à plus ou moins long terme ont été définies et ce dans différents domaines : sûreté, radioprotection, sécurité, environnement... Dans ce rapport sont présentées plusieurs missions réalisées sur ces deux années de Master dont essentiellement une principale, étalée sur deux ans, concernant une demande directe de l'ASN : prouver la tenue à la chute de nos différents types de colis de déchets radioactifs. Les autres missions sont en rapport avec l'exploitation de l'installation : rédiger des documents de mise en service d'une cellule d'examen de colis de déchets radioactifs, renforcer l'intégrité des colis de déchets, mettre à jour la documentation sécurité.

MOTS CLEFS : Installation Nucléaire de Base, Déchets radioactifs, Entreposage, Essais de tenue à la chute, Colis.

ABSTRACT :



The CEDRA nuclear facility has been created to receive and store radioactive wastes. A unit composed of engineers aims to insure the good operation of the facility with a permanent industrial operator and various companies involved in diverse operations. The facility is checked by many inspections of the Nuclear Safety Authority. Different assignments have been defined in various areas : safety, radiation protection, security, and environment ... Several missions have been introduced in this report, particularly a main one. It concerns a direct request of the ASN, and I worked to 2 years on it : we have to prove the resistance to the fall of our different types of packages of radioactive wastes. The other tasks are related to the operation of the facility. For instance, we have to draft documents about commissioning for a radioactive waste package investigation cell, to reinforce the integrity of waste packages, to update the safety documentation.

KEYWORDS: Nuclear facility, Radioactive waste, Storage, Fall tests, Packages.