

Fontenay-aux-Roses, le 16 décembre 2013

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

**Avis IRSN n° 2013-00462**

**Objet :** Etablissement de La Hague  
INB n° 80  
Projet de construction des cellules de reprise et de conditionnement de déchets dans le bâtiment silo HAO

**Réf. :** 1. **Lettre ASN CODEP-DRC-2013-053701 du 23 septembre 2013**  
2. Lettre ASN CODEP DRC-2013-000148 du 19 avril 2013

Par lettre citée en première référence, vous demandez l'avis de l'IRSN sur les éléments transmis par AREVA NC en août 2013 en réponse à vos demandes formulées en annexe 1 de votre courrier cité en seconde référence, relatives au projet de construction, dans le bâtiment silo HAO de l'INB n° 80, de cellules de reprise et de conditionnement des déchets entreposés dans le silo HAO et dans les piscines du « stockage organisé des coques et embouts » (SOC). Les points 2, 3, 4 et 7 de cette annexe concernent en particulier :

- la justification que l'absence de ferrailage du joint en chicane horizontal, entre les tirants au niveau de la dalle du silo HAO et les poutres-voiles des cellules de reprise et de conditionnement, ne met pas en cause les exigences de stabilité, de confinement et de protection radiologique en toutes circonstances ;
- la justification que les soudures de la plaque de protection de la dalle du silo ne constituent pas de zone de rupture potentielle en cas de chute d'une charge ;
- la justification que les sollicitations déterminées avec le modèle tridimensionnel et la redistribution des efforts provenant de la dalle de couverture du silo et des parties hautes des voiles enterrés du silo ont été prises en compte dans les calculs d'exécution relatifs à la détermination des sections d'armatures dans les voiles ouest et est des cellules de reprise et de conditionnement ainsi que dans leurs surbaux ;
- les dispositions de prévention des risques liés à la manutention lors des travaux.

Ces demandes font suite à l'avis de l'IRSN de juin 2012 relatif au dossier de sûreté des opérations de reprise et conditionnement des déchets (RCD) entreposés dans le silo HAO et dans le SOC. Ces opérations devraient débuter en 2016.

## 1. Présentation des cellules de reprise et de conditionnement

Dans le cadre du projet de reprise et conditionnement des déchets du silo HAO et du SOC, l'exploitant construit, au-dessus du silo HAO et de l'extension sud du bâtiment silo, deux cellules juxtaposées et reliées entre elles, de reprise et de conditionnement des déchets. Ces cellules sont appelées « cellule de

**Adresse courrier**  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses  
Cedex France

**Siège social**  
31, av. de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses  
Standard +33 (0)1 58 35 88 88  
RCS Nanterre B 440 546 018

reprise » dans la suite du présent avis. La partie de la cellule située au-dessus de l'emprise du silo HAO est conçue pour reporter son poids sur les voiles nord et sud du silo, sans prendre appui sur sa dalle. Ainsi, les voiles longitudinaux est et ouest de la cellule de reprise sont conçus en système « poutre-voile » pour ponter la dalle du silo et sont désolidarisés de cette dernière par un joint.

Le cuvelage interne de la cellule de reprise, assurant son étanchéité, est constitué de deux parties en acier inoxydable :

- un revêtement mural constitué de tôles d'épaisseur 1,5 mm soudées sur des lattes chevillées fixées dans les voiles ;
- une lèchefrite en partie basse, qui remonte de 20 cm sur les bords, constituée de tôles d'épaisseur 6 mm soudées sur des profilés en forme de U ancrés sur le fond.

Une représentation en coupe du silo HAO et de la cellule de reprise est présentée en figure 1 de l'annexe 1 au présent avis.

## **2. Joint en chicane entre les tirants et les poutres-voiles de la cellule de reprise**

Le joint situé entre les tirants de la dalle du silo et les poutres-voiles de la cellule de reprise, conçu en forme de chicane, permet de désolidariser ces deux parties. Il est réalisé sans ferrailage, avec un mortier de clavage sans retrait (cf. figure 2 de l'annexe 1 au présent avis).

L'IRSN a estimé, dans son avis de juin 2012, qu'en l'absence de ferrailage de ce joint, la continuité mécanique entre la dalle du silo et les voiles de la cellule de reprise n'est pas garantie, notamment en cas de séisme. Or, une fissuration importante du joint ne permettrait pas d'assurer la continuité de la protection radiologique. De même, un déchirement du cuvelage au droit de la zone de clavage peut affecter le confinement statique. Les compléments transmis par l'exploitant, en réponse au point 2 de l'annexe de votre lettre, appellent les commentaires suivants.

La continuité de la protection radiologique pourrait être mise en cause par une fissuration du joint résultant de déplacements différentiels entre la dalle du silo et la base des voiles de la cellule. A cet égard, l'exploitant précise qu'un mortier sans retrait est mis en place dans le joint une fois la cellule construite et avant la mise en place du cuvelage. De ce fait, les éventuels déplacements différentiels entre la partie basse des voiles et le surbau sont dus, en fonctionnement normal, à la masse des équipements introduits à l'intérieur de la cellule de reprise, de l'ordre de 12 % de la masse totale de la cellule de reprise. Les déplacements liés à cette masse sont très inférieurs à ceux considérés par l'exploitant lors du dimensionnement, correspondant à la masse totale de la cellule, de l'ordre de 5 mm en direction verticale et 1 mm en direction horizontale, et ne créeront pas de fissures significatives dans le joint. En cas de séisme, l'exploitant estime qu'une éventuelle fissure s'élargirait de 2 mm supplémentaires. **L'IRSN considère que, compte tenu de la taille limitée d'une éventuelle fissure du mortier de remplissage du joint et du profil en chicane de celui-ci, la protection radiologique restera assurée.**

Le confinement statique des matières radioactives est assuré par le cuvelage métallique ancré à la structure en béton armé de la cellule de reprise. Les exigences retenues par l'exploitant à l'égard du confinement sont la résistance du cuvelage, d'une part aux contraintes thermiques, d'autre part aux déformations imposées par les déplacements des éléments structuraux en béton. **Ces exigences n'appellent pas de remarque.**

En outre, le support de la lèchefrite (dalle du silo et remontées de 20 cm) présente un caractère suffisamment monolithique pour que la lèchefrite ne subisse pas, en dehors de la zone de raccordement avec le revêtement des voiles verticaux, de déformations susceptibles de mettre en cause son étanchéité. Le critère de déformation maximale retenu par l'exploitant pour les éléments de cuvelage est une déformation plastique inférieure à 45 % d'allongement. **Un niveau de plastification élevé dans le**

cuvelage peut entraîner des amorces de fissuration au droit des zones singulières telles que la zone de raccordement entre les tôles du cuvelage vertical et de la lèchefrite. Par conséquent, l'IRSN considère que le critère de déformation de 45 % retenu par l'exploitant n'est pas adapté pour répondre aux exigences d'étanchéité précitées. Les critères de déformation généralement retenus pour les éléments de cuvelage sont inférieurs à 5 % (hors éléments soudés).

L'IRSN recommande que l'exploitant revoie les critères de déformations maximales admissibles dans les tôles et les joints soudés de manière à assurer, en toutes circonstances, l'exigence d'étanchéité fixée pour le cuvelage métallique, notamment au niveau des points singuliers. Les critères retenus devront être définis en fonction du type de soudure réalisée et du degré de contrôle des soudures retenu.

Par ailleurs, l'exploitant a transmis lors de l'instruction un schéma de la zone de raccordement entre le revêtement mural et la lèchefrite sans préciser la localisation de leurs ancrages respectifs, ni les dispositions retenues pour tenir compte des déplacements différentiels attendus entre ces deux éléments en fonctionnement normal et lors des situations accidentelles considérées.

Aussi, au regard des exigences d'étanchéité du cuvelage de la cellule de reprise, l'IRSN recommande que l'exploitant précise, avant la réalisation du cuvelage, la conception de la zone de raccordement entre le cuvelage vertical et la lèchefrite (soudure et forme du raccordement). La capacité de déformation de cette zone doit garantir, sans rupture par concentration de déformation, l'étanchéité du cuvelage et l'absorption des déplacements différentiels entre les ancrages du cuvelage.

De plus, s'agissant des joints soudés entre les tôles, l'exploitant retient des cordons de soudure continus d'étanchéité et prévoit des contrôles surfaciques de ressuage à 100 % et visuels à 100 %. L'IRSN considère qu'afin de minimiser les défauts dans les soudures, celles-ci devraient être réalisées en multi-passes. Cependant, une telle réalisation n'est techniquement pas possible pour les soudures de faible épaisseur, telles que celles réalisées entre les tôles du revêtement mural (épaisseur 1,5 mm). Pour ces soudures en particulier, l'IRSN considère que les contrôles prévus pourraient être insuffisants pour détecter un défaut.

L'IRSN recommande que les soudures entre les tôles du cuvelage de la cellule de reprise soient réalisées en multi-passes pour les tôles d'épaisseur supérieure à 1,5 mm, afin de garantir un minimum de défauts dans celles-ci. Des contrôles supplémentaires de ces soudures, quelle que soit leur épaisseur, devront être effectués afin de garantir leur fiabilité en regard des exigences de confinement des gaz et aérosols attribuées au cuvelage.

### 3. Sections d'armatures dans les voiles est et ouest de la cellule de reprise

L'exploitant a effectué un calcul de rebouclage complet de l'ensemble constitué du silo et de la cellule de reprise. Ce calcul s'appuie sur des modèles tridimensionnels mis à jour en tenant compte en particulier :

- du taux d'armatures dans les angles de la dalle du silo ;
- de la section d'armatures horizontales dans les voiles enterrés du silo ;
- de l'absence de liaison verticale entre la partie basse des voiles est et ouest de la cellule de reprise et la dalle du silo.

A partir des sollicitations déterminées avec ces modèles tridimensionnels, l'exploitant vérifie les épaisseurs et les sections d'armature dans les éléments structuraux en béton armé de la cellule de reprise, notamment au niveau des singularités de la dalle du silo (trémies et platines préscellées). **Ces éléments sont satisfaisants.**

Enfin, l'IRSN rappelle qu'il a indiqué dans son avis de juin 2012 que compte tenu d'incertitudes sur les caractéristiques mécaniques et géométriques des voiles enterrés du silo, la stabilité de ce dernier n'est pas démontrée en cas de séisme, s'il contient une hauteur d'eau inférieure à 7,60 m. Aussi, l'IRSN a

recommandé que les opérations de reprise des déchets du silo s'effectuent en maintenant une hauteur d'eau dans le silo HAO d'au moins 7,60 m.

#### 4. Risques liés aux manutentions

La dalle du silo HAO a fait l'objet d'une étude de résistance à la chute de charge à partir de laquelle l'exploitant détermine des zones de survol possible, auxquelles sont associés des couples (masse maximale ; hauteur de manutention maximale) pour les objets manutentionnés au-dessus d'elles ; ces zones sont représentées sur la figure 3 de l'annexe 2 du présent avis. Cependant, comme indiqué dans l'avis de l'IRSN de juin 2012, des équipements de masse supérieure à celles définies dans ces couples masse-hauteur de manutention doivent être manutentionnés au-dessus de la dalle du silo lors des travaux de construction des installations de reprise. Pour ces opérations, l'ASN a demandé à AREVA, dans sa lettre citée en seconde référence (point 7 de l'annexe), de présenter le cheminement des charges ainsi que les dispositions de manutention associées.

En réponse, l'exploitant indique que les équipements concernés sont le poste de mesure par interrogation neutronique active de masse 15 t, la porte blindée et la trappe blindée du garage-pont de masses respectives 14,5 t et 5,4 t. La localisation de ces équipements une fois mis en place dans la cellule de reprise est présentée sur la figure 4 de l'annexe 2 du présent avis.

Le poste de mesure par interrogation neutronique active est situé en dehors de la dalle du silo. L'exploitant indique, d'une part que celui-ci est constitué d'éléments de masse inférieure à 3 t, d'autre part que ces éléments ne survolent pas la dalle du silo lors de leur manutention. **Ceci n'appelle pas de commentaire.**

La porte blindée du garage-pont est constituée de six éléments de masse inférieure à 3 tonnes, manutentionnés unitairement. Ces éléments sont acheminés vers la cellule de reprise par le sud du hall silo, dont un schéma d'ensemble est présenté sur la figure 1 de l'annexe 1 du présent avis. Avant d'être introduits dans la cellule de reprise par une ouverture provisoire à hauteur des voies de roulement du pont de cette cellule, ils sont posés à plat à l'aide du pont du hall Silo et sanglés sur un platelage muni de garde-corps disposé sur une plateforme installée devant cette ouverture. Le platelage est introduit dans la cellule et, en dehors de l'emprise du silo, fixé à l'aide de « crapauds » sur les voies de roulement du pont de manutention de la cellule de reprise, situées à 5,7 m au-dessus de la dalle du silo (cf. figure 5 de l'annexe 2 du présent avis). Le platelage avec sa charge est translaté jusqu'au plancher du garage-pont, situé à moins de 1,20 m en dessous des voies de roulement du pont et dimensionné pour résister à la chute d'une charge de 3 tonnes d'une hauteur de 1,2 m. La charge est alors manutentionnée dans le garage-pont par un monorail de chantier et déposée à plat sur ce plancher. Une structure antichute est installée dans l'emprise de la future porte blindée afin d'exclure la chute d'un panneau de porte en dehors du garage-pont sur la dalle du silo lors de sa mise en place. La mise à la verticale des éléments de la porte blindée en vue de leur montage est effectuée par deux engins de manutention distincts et indépendants (chacun ayant la capacité de reprendre la charge manutentionnée) et un palan de retenue permet de stabiliser la charge lors de son basculement. Un schéma de principe des opérations de montage des éléments de la porte blindée est représenté sur la figure 6 de l'annexe 2 du présent avis.

Les opérations sont similaires pour l'acheminement et le montage de la trappe blindée, qui sera, de même que la porte blindée, constituée d'éléments de masse inférieure à 3 tonnes.

**L'IRSN estime satisfaisantes les dispositions prises par l'exploitant pour la manutention des éléments de la porte blindée et de la trappe blindée du garage pont. Toutefois, la vitesse du pont de la cellule de reprise devra être limitée à la plus petite vitesse (1,5 m.min<sup>-1</sup>) lors de la manutention des éléments lourds constituant la porte blindée et la trappe blindée fixés sur le platelage.**

Enfin, le point 3 de l'annexe 1 de votre lettre citée en seconde référence demande à AREVA de montrer que les soudures de la plaque de protection de la dalle du silo ne constituent pas de zone de rupture potentielle en cas de chute d'une charge. En réponse à cette demande, AREVA indique qu'une révision du calcul de résistance de la plaque de protection à la chute de charge intégrant la vérification des soudures

sera effectuée. Ceci n'appelle pas de commentaire. L'IRSN considère que la réalisation et le contrôle des soudures de la plaque de protection pourraient être examinés par l'ASN lors d'une inspection.

#### **5. Autres points**

Les réponses d'AREVA aux autres demandes de l'annexe 1 de votre lettre précitée n'appellent pas de remarque de l'IRSN.

#### **6. Conclusion**

L'IRSN considère que les éléments transmis par l'exploitant répondent convenablement aux demandes formulées en annexe 1 de votre lettre citée en seconde référence, sous réserve que celui-ci tienne compte des recommandations formulées dans le présent avis et rappelées en annexe 3.

Pour le Directeur général de l'IRSN, et par délégation,  
l'adjoint au Directeur de l'Expertise de Sûreté

Jean-Michel FRISON

**Pièces jointes : 3 annexes**

**Copies :**

- M. le Directeur général de l'Autorité de sûreté nucléaire
- M. le Directeur de l'ASN/DRC FAR (2 exemplaires)
- M. le Chef de la division ASN de Caen

Cellules de reprise et de conditionnement

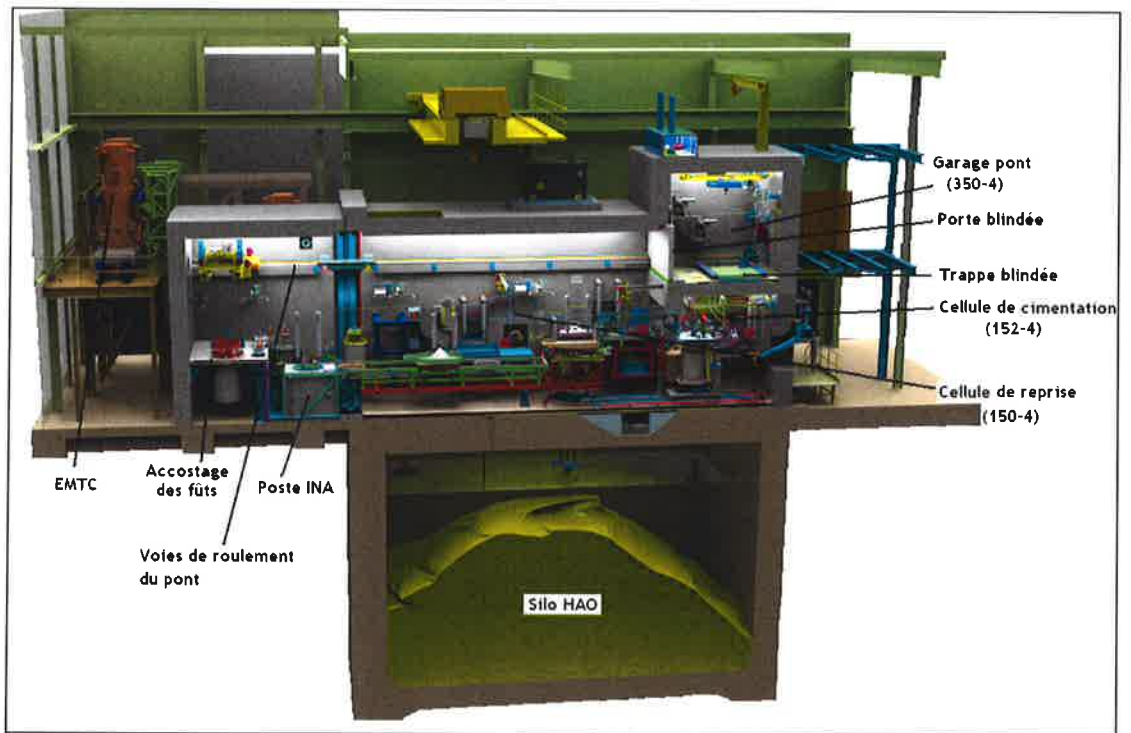


Figure 1 : Vue en coupe du silo HAO et des cellules de reprise et de conditionnement

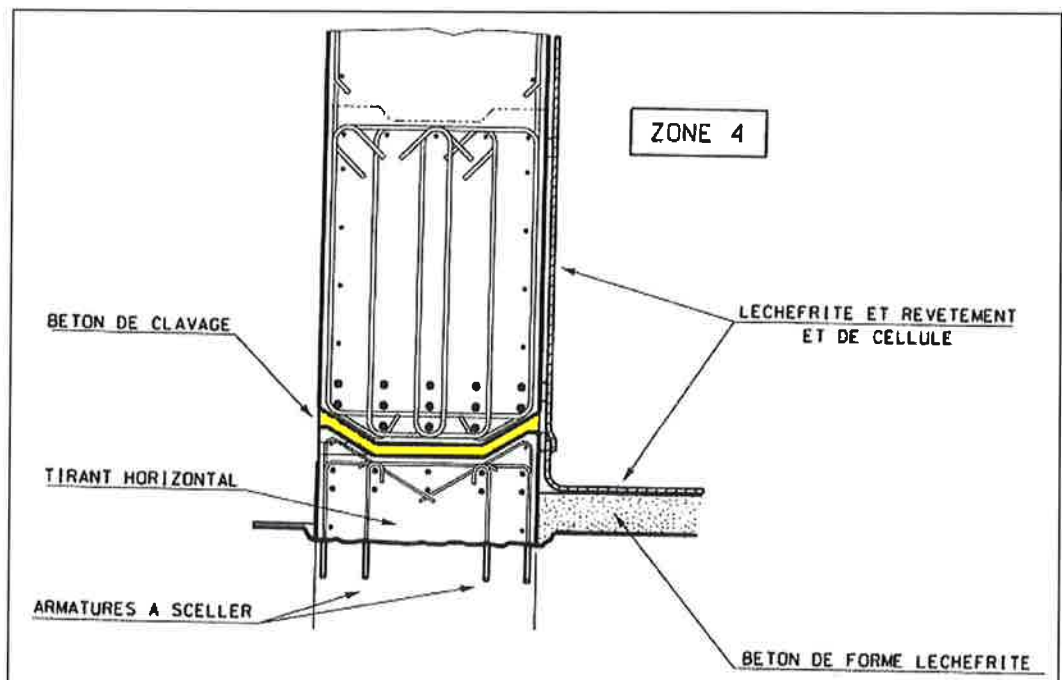


Figure 2 : Coupe transversale du joint en chicane séparant la dalle du silo des voiles de la cellule de reprise

Manutention au-dessus de la dalle du silo HAO

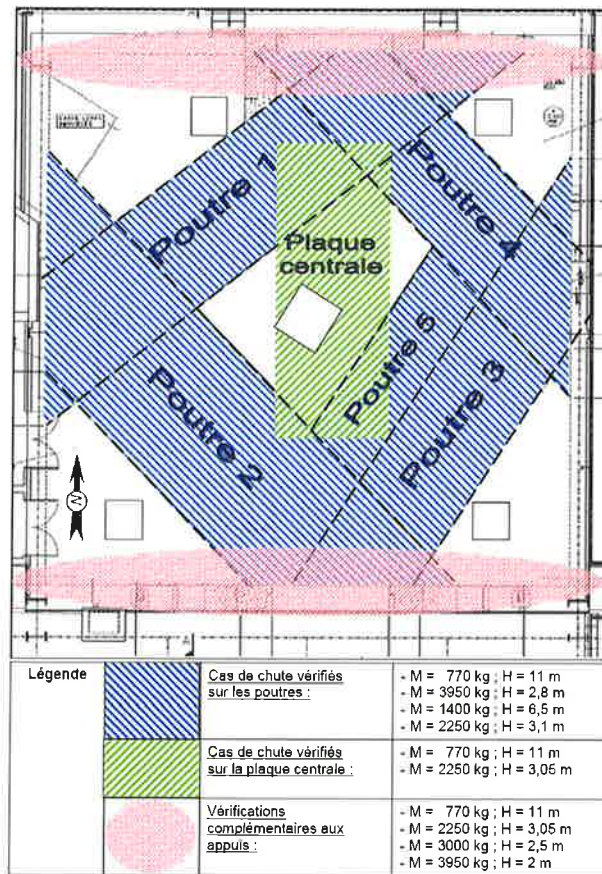


Figure 3 : Résistance à la chute de charge de la dalle du silo HAO

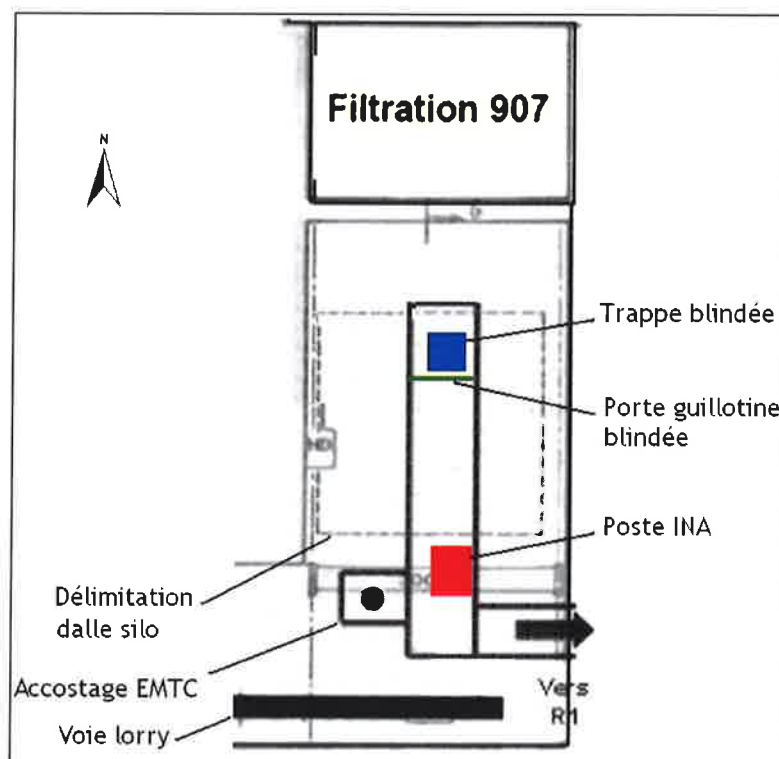


Figure 4 : Représentation de l'implantation de la cellule de reprise sur la dalle du silo HAO et des équipements lourds à manutentionner

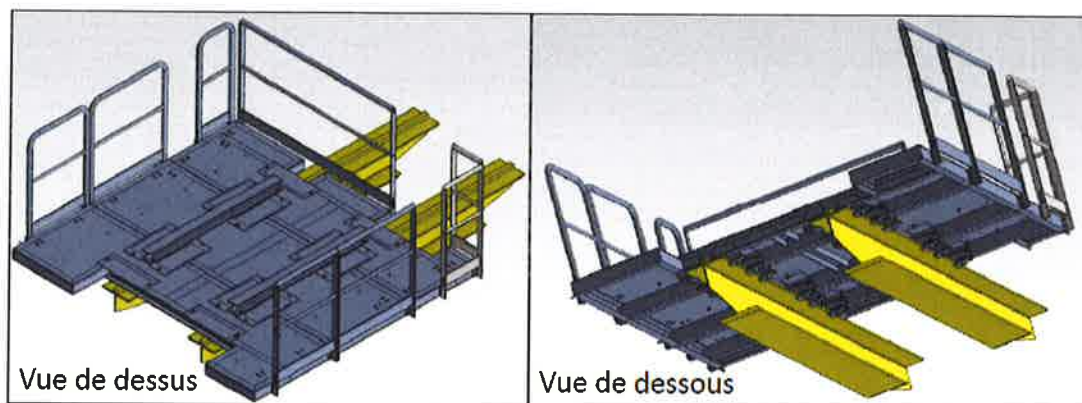


Figure 5 : Platelage fixé aux voies de roulement du pont de la cellule de reprise

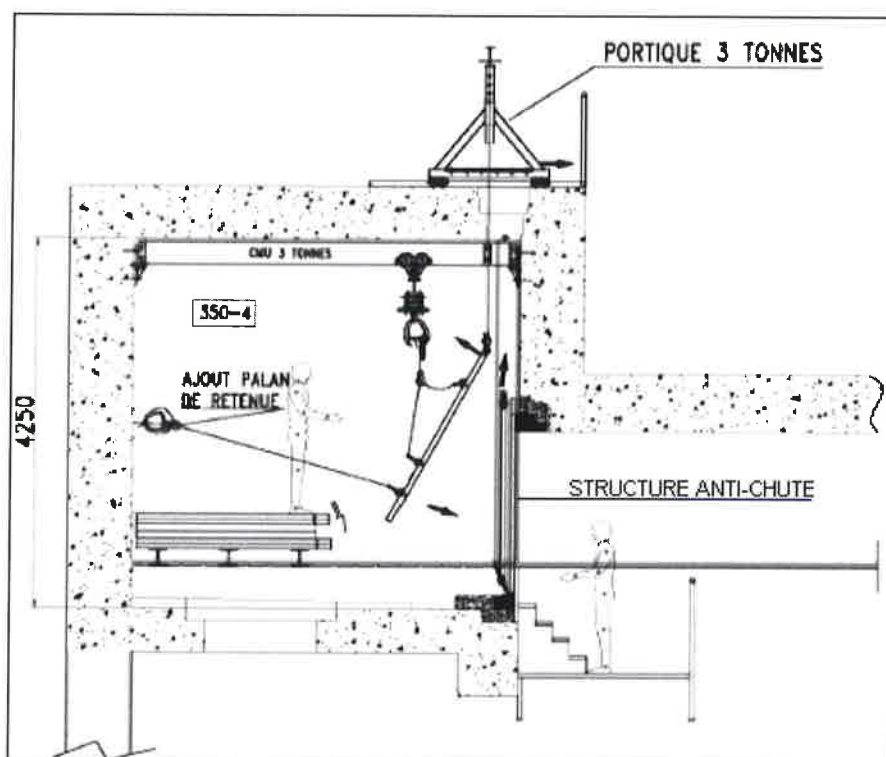


Figure 6 : Schéma de principe des opérations de montage de la porte blindée du garage-pont



**Recommandations de l'IRSN**

L'IRSN recommande que :

1. avant la mise en place du cuvelage, l'exploitant :
  - a. précise les critères de déformations maximales admissibles dans les tôles et les joints soudés de manière à assurer, en toutes circonstances, l'exigence d'étanchéité fixée pour le cuvelage métallique, notamment au niveau des points singuliers ; les critères retenus devront être définis en fonction du type de soudure réalisée et du degré de contrôle des soudures retenu,
  - b. précise la conception de la zone de raccordement entre le cuvelage vertical et la lèchefrite (soudure et forme du raccordement) ; la capacité de déformation de cette zone doit garantir, sans rupture par concentration de déformation, l'étanchéité du cuvelage et l'absorption des déplacements différentiels entre les ancrages du cuvelage,
  - c. complète les contrôles prévus des soudures entre les tôles du cuvelage de la cellule de reprise, quelle que soit leur épaisseur, de manière à garantir leur fiabilité en regard des exigences de confinement des gaz et aérosols attribuées au cuvelage,
  - d. retienne un soudage de ces tôles en multi-passes pour les tôles d'épaisseurs supérieures à 1,5 mm, afin d'assurer un minimum de défauts dans les soudures ;
2. la vitesse du pont de la cellule de reprise soit limitée à la plus petite vitesse lors de la manutention des éléments lourds constituant la porte blindée et la trappe blindée.