

Traitement du plomb FMA-VC

Résumé

Cette note présente les résultats des études d'avant-projet sommaire sur une installation de traitement du plomb FMA avec un objectif principal de le recycler au sein de la filière nucléaire. Elle répond à la demande du PNGMDR 2016-2018 et fait suite à l'étude réalisée pour le PNGMDR en 2015 qui avait conduit l'ASN à recentrer les réflexions sur le traitement du plomb FMA.

La décontamination par fusion du plomb FMA est faisable d'un point de vue technique, elle a déjà été réalisée dans une installation du site de Marcoule (l'Atelier de Décontamination de Marcoule) mise à l'arrêt en 2013 pour des raisons non liées à cette activité. L'Avant-Projet Sommaire (APS) réalisé montre qu'il serait possible de recréer une installation industrielle. Selon les producteurs, le coût de cette décontamination par fusion s'avère élevé même avec des hypothèses favorables : flux de déchets entrants important et mutualisation de fonctions avec l'usine Centraco, lieu d'implantation de l'installation retenu par hypothèse pour cette étude.

Même si les conditions économiques venaient à évoluer très fortement en faveur d'un traitement, les contraintes réglementaires et l'adéquation entre offre et demande resteraient une difficulté pour le déploiement d'une filière.

Au-delà des aspects techniques et économiques étudiés dans l'APS, une évolution est constatée ces dernières années par les producteurs : les pratiques des chantiers d'assainissement – démantèlement favorisent les techniques de décontamination surfacique ce qui réduit notablement l'inventaire prévisionnel à traiter éventuellement dans une « filière plomb FMA ».

Pour les producteurs de déchets il semble préférable de continuer le développement des techniques de décontamination et de prévoir la prise en charge de l'inventaire résiduel en stockage de déchets FMA.

Table des matières

Résumé.....	1
1 Introduction.....	3
1.1 Contexte et objet du document.....	3
1.2 Retour d'expérience du recyclage et du stockage du plomb.....	3
1.2.1 Synthèse de l'expérience de recyclage.....	3
1.2.2 Stockage du plomb au CIRES et au CSA.....	4
2 Inventaire concerné	4
3 Résultats de l'étude d'APS.....	5
3.1 Données générales du projet	5
3.1.1 Choix d'implantation	5
3.1.2 Plomb pris en charge, Flux et Produits sortants.....	6
3.1.3 Cadre réglementaire.....	7
3.2 Description technique de l'installation	8
3.2.1 Partie réception et préparation des déchets	8
3.2.2 Partie four.....	8
3.2.3 Partie affinage et refroidissement.....	9
3.3 Options de sûreté retenues.....	9
3.3.1 Données de base sur le plomb	9
3.3.2 Classement ICPE	10
3.3.3 Analyse des risques nucléaires internes.....	10
3.3.4 Analyse des risques non nucléaires d'origine interne.....	12
3.3.5 Analyse des risques non nucléaires d'origine externe	14
3.3.6 Radioprotection.....	15
3.3.7 Ventilation	16
3.4 Principes d'exploitation.....	17
4 Evaluation industrielle.....	18
4.1 Aspects économiques.....	18
4.2 Aspects réglementaires	19
4.3 Débouchés.....	19
5 Alternatives à la filière étudiée	20
6 Conclusion	20

1 Introduction

1.1 Contexte et objet du document

Le recyclage du plomb par fusion-décontamination suivie d'un façonnage est une pratique ayant eu cours dans les années 2003 à 2013 avec environ 1 000 tonnes fondues. La dernière filière industrielle de recyclage du plomb a fonctionné durant les années 2003 à 2013 sur le site de Marcoule pour la partie fusion-décontamination et en partenariat avec des industriels du nucléaire pour le façonnage de nouveaux équipements ; elle était exploitée par Orano jusqu'en 2005 puis par le CEA. L'activité a été stoppée en 2013 à la suite de la mise à l'arrêt de l'installation, l'Atelier de Décontamination de Marcoule (ADM), qui abritait certains des équipements de fusion-décontamination sur Marcoule.

L'intérêt de la remise en œuvre d'une filière de recyclage du plomb a été étudié dans le cadre du PNGMDR 2013-2015. Le rapport remis à l'époque par les exploitants nucléaires préconisait de différencier le cas du plomb dont l'activité radiologique est de niveau TFA par rapport au cas du plomb dont l'activité relève d'un niveau FMA-VC et pour lequel la capacité de stockage au CSA est plus limitée qu'elle ne l'est au CIRES.

Dans son avis n° 2016-AV-0258 du 18 février 2016, l'ASN a estimé nécessaire la réalisation d'un avant-projet sommaire (APS) d'une installation de traitement du plomb pour l'optimisation de la gestion des déchets FMA-VC. L'arrêté PNGMDR 2016-2018 du 23 février 2017 pris en application du décret 2017-231 du 23 février 2017 établit dans son article 33 : « Areva, le CEA et EDF, en lien le cas échéant avec Socodei, remettent au ministre chargé de l'énergie avant le 31 décembre 2018 les options techniques et de sûreté d'un niveau avant-projet sommaire d'une installation de traitement du plomb. L'ASN est saisie pour avis sur cette étude. ».

Le présent document, qui présente l'analyse portée par les seuls trois producteurs, constitue la réponse à cette demande. Il fait d'abord un état des lieux des inventaires prévisionnels de plomb en tant que déchet dans les différentes natures TFA et FMA-VC. Les résultats d'étude de l'APS, qui avait été réalisé par Socodei avec une implication des trois exploitants nucléaires et des industriels façonneurs¹, sont ensuite présentés avec notamment le cadre réglementaire envisagé, les options de conception retenues et, au niveau de la description technique, une analyse de l'impact du flux de dimensionnement. Enfin une évaluation industrielle de l'installation projetée est fournie ainsi qu'une analyse des autres possibilités d'optimisation de la gestion du plomb FMA-VC.

1.2 Retour d'expérience du recyclage et du stockage du plomb

1.2.1 Synthèse de l'expérience de recyclage

La filière de recyclage du plomb a fonctionné avec un flux de 100 t/an en moyenne alors qu'elle était dimensionnée pour 400 t/an car les débouchés étaient limités aux seules installations nucléaires dont les besoins, hors période de déploiement, étaient réduits. Deux sociétés, d'HUART et ROBATEL, réalisaient le façonnage avec réutilisation du plomb. Sur le plan de l'organisation industrielle, la filière a parfaitement fonctionné avec satisfaction des clients (le fournisseur de matières et les ré-utilisateurs) et des partenaires industriels. Cette situation aurait pu perdurer mais la fermeture de l'ADM (l'Atelier de Décontamination de Marcoule) a été décidée pour des raisons complètement indépendantes de la fusion-décontamination du plomb. En effet, l'ADM était intégré à d'autres ateliers et l'ensemble des installations ont été fermées : sans les bénéfices de la mutualisation avec les autres installations, celle de fusion du plomb seule n'était pas rentable pour 100 t/an.

¹ Le CEA, EDF, ORANO, D'HUART, ROBATEL et SOCODEI ont cofinancé cette étude et ils sont à ce titre copropriétaires de ses résultats.

1.2.2 Stockage du plomb au CIRES et au CSA

1.2.2.1 Stockage au CIRES du plomb TFA

La quantité de plomb stockée au CIRES ne fait pas l'objet d'une limitation par colis de déchets mais d'une déclaration en tant que produit toxique chimique. Lorsque la quantité de plomb dépasse 3% en masse du déchet, il est géré comme déchets dangereux et fait l'objet de contrôles supplémentaires sur le taux de remise en suspension.

1.2.2.2 Stockage au CSA du plomb FMA-VC

La quantité de plomb envoyée au Centre de Stockage de l'Aube (CSA) fait l'objet d'une déclaration annuelle de la part de chaque producteur de déchets au titre de la déclaration des produits toxiques chimiques accompagnant les déchets FMA-VC. Il n'y a pas de limitation de quantité par colis mais, dès que la quantité de plomb dépasse 1% de la masse du déchet, le colis doit faire l'objet d'une déclaration particulière permettant de le gérer correctement au niveau des contrôles radiologiques.

1.2.2.3 Acceptabilité du plomb dans les stockages ANDRA

Compte tenu des éléments exposés ci-avant, le plomb est acceptable dans les deux centres de stockage de déchets VC.

2 Inventaire concerné

Dans le rapport de décembre 2014 en réponse au PNGMDR 2013-2015, l'inventaire total en plomb TFA et FMA était estimé à 12 200 tonnes, majoritairement générées de 2020 à 2033 par les opérations de démantèlement. La part de cet inventaire relevant d'une nature de déchets FMA-VC était estimée de l'ordre de 30% du total, soit environ 3 600 tonnes.

Depuis, les études d'assainissement/démantèlement ont avancé. L'inventaire total est en légère hausse : 14 500 tonnes dont le détail est donné dans le tableau suivant. **Par rapport aux valeurs précédentes, l'estimation de la part FMA-VC est par contre fortement revue à la baisse.** Cela est lié à la prise en compte de nouvelles techniques pour décontaminer superficiellement le plomb initialement classé FMA. **La partie FMA est désormais estimée à un peu moins de 10 % de l'inventaire total, soit 1 300 tonnes de plomb FMA-VC.** En termes de flux de dimensionnement pour l'installation de fusion-décontamination, cet inventaire correspond à un traitement de l'ordre de **100 t/an** (contre 1 000 t/an pris comme hypothèse dimensionnante dans l'APS).

Producteur	Inventaire Total (t)	Inventaire TFA (t)	Inventaire FMA-VC (t)
EDF	1 200	900	300
CEA	6 000	5 400	600
ORANO	7 300	6 900	400
Total (t)	14 500	13 200	1 300

3 Résultats de l'étude d'APS

3.1 Données générales du projet

3.1.1 Choix d'implantation

Au regard des relativement faibles quantités de plomb à traiter, l'APS retient comme hypothèse que l'installation est implantée sur le site de Centraco afin de rechercher la plus grande synergie possible avec une installation qui réalise déjà des opérations de fusion et incinération sur les déchets dont l'activité radiologique est du niveau FMA-VC. Toutes les unités fonctionnelles seraient mutualisées (surveillance, logistique, informatique, ...) mais les unités opérationnelles (réception, déchargement, pré-traitement, fusion, gestion des produits sortants, ...) seraient par contre spécifiques et indépendantes des unités opérationnelles existantes.

Cinq solutions d'implantation ont été analysées, elles sont toutes localisées dans la partie Ouest du site de Centraco avec des positionnements variant suivant l'axe Nord-Sud.



La solution prise comme hypothèse dans l'APS est une implantation dans la partie Nord-Ouest du site (emplacement repéré S1 sur la figure ci-dessus). Les raisons ayant conduit à ce choix sont :

- la protection contre les risques d'inondation externe, la zone Nord-Ouest se situe naturellement à un niveau NGF de 34,80 m très proche du niveau de crue millénaire majorée qui est à 34,99 m NGF (plus l'implantation se situera au Sud plus les remblais à mettre en œuvre devront être importants) ;
- la protection contre le risque d'explosion depuis la voie routière longeant la partie Sud du site, le risque d'explosion d'une citerne de propane est pris en compte avec la création d'une onde de surpression de 30 mbar à 50 m de la route (une explosion au niveau du réseau de gaz naturel de Marcoule serait sans conséquence pour les installations du site de Centraco) ;
- par rapport aux réseaux enterrés, la zone Ouest du site est globalement plutôt dégagée avec un seul réseau enterré dans sa partie Nord-Ouest, le réseau 63 kVA ;

- par rapport aux infrastructures de surface, l'implantation la plus au Nord évite de devoir déplacer la zone de parking et la zone ATC utilisée pour l'entreposage des déchets issus des installations de Centraco ;
- sur tous les autres aspects intervenant dans le choix d'une implantation, notamment les conditions radiologiques en limite de site, les conditions seraient équivalentes entre les différentes solutions envisagées.

3.1.2 Plomb pris en charge, Flux et Produits sortants

3.1.2.1 Plomb pris en charge

Les fonctions de préparation et de transport entre les chantiers d'où le plomb est issu et l'installation de traitement ne sont pas étudiées dans l'APS. Ces fonctions de conditionnement et de transport sont nécessaires quelle que soit la gestion retenue et ne soulèvent pas de question de faisabilité ni d'enjeu industriel particulier.

L'option a été prise de limiter le domaine de fonctionnement de l'installation à la réception d'éléments dont le débit de dose serait inférieur à 0,3 mGy/h avec un spectre de type $\beta\gamma$ majoritaires avec α accompagnants. En regard des spectres des installations des différents producteurs et dans un souci d'homogénéité avec les activités admissibles dans la partie fusion des déchets métalliques de Centraco, l'activité α admissible a été réduite à 15 Bq/g.

L'installation serait dédiée au traitement du plomb, les pièces pourraient contenir des impuretés comme des peintures, inserts ferreux, ..., mais il ne serait pas prévu de recevoir des métaux libres autres que le plomb ni de graisse, plastique, batteries, ..., ni de corps creux ou autres formes incompatibles avec un procédé thermique.

Les éléments seraient reçus en conteneur ISO 20 pieds de charge totale maximale inférieure à 25 tonnes. Les éléments respecteraient un gabarit standard inférieur à 2 × 1 × 1 m et de masse inférieure à 1 tonne. Un seul emplacement de déchargement serait prévu dans la nouvelle installation, si un besoin en entreposage tampon complémentaire venait à apparaître pour de faibles quantités, il y serait répondu en utilisant les capacités de Centraco.

3.1.2.2 Flux traité

L'étude d'APS a été menée par rapport à une plage de flux traité très large, jusqu'à 1 000 t/an. Ce flux couvrait au départ l'inventaire total de plomb, TFA et FMA. L'impact d'un flux plus ou moins élevé est analysé dans le chapitre 4 « évaluation industrielle ».

La charge utile des conteneurs de transport est estimée à 20 tonnes. Le traitement de 100 t/an de plomb FMA conduirait à la réalisation d'environ 5 transports par an.

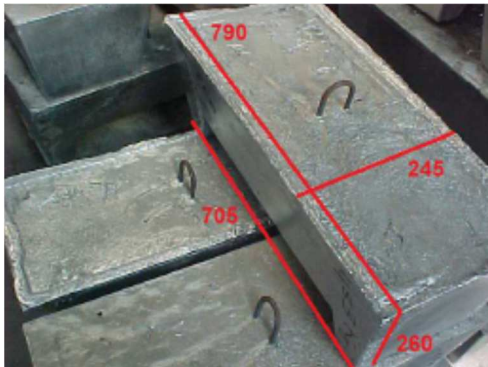
Un régime de travail en horaire normal serait suffisant pour traiter le flux. Ce résultat est obtenu en tenant compte d'une disponibilité de l'installation d'environ 210 jours par an et y compris pour des flux traités de l'ordre de 1 000 t/an qui correspondraient à une très forte demande de recyclage non envisagée à ce jour.

L'hypothèse est faite que le flux traité correspond aux quantités recyclées ou pouvant être gérées comme déchets après le traitement. Après l'opération de fusion-décontamination il n'est pas prévu d'entreposer le plomb au-delà d'un entreposage tampon nécessaire à la gestion des programmations industrielles.

3.1.2.3 Produits sortants

L'installation est étudiée pour produire des lingots de masse maximale 500 kg dont le débit de dose au contact serait inférieur à $1 \mu\text{Sv/h}$ et la contamination surfacique inférieure à 1Bq/cm^2 en α et $\beta\gamma$ afin de s'affranchir des principales contraintes de radioprotection lors des manipulations des lingots post-fusion et en particulier celles liées à la filière de recyclage pour réutilisation dans l'industrie nucléaire.

Suivant la qualité du plomb prescrite par le recyclage, le temps d'affinage et de titrage pourrait être augmenté avec éventuellement des analyses supplémentaires sur les matières en amont du four. L'effet est de l'ordre d'un facteur 2 sur le temps de présence de la matière dans le procédé, donc sur le flux traité. L'étude d'APS a été menée en considérant une répartition égale des productions, entre sans et avec spécification de composition chimique, du plomb sortant. Comme indiqué dans le paragraphe précédent, aucune difficulté de gestion des flux n'est identifiée.



Les scories (laitier) issues de la décontamination, voire de l'affinage du plomb, seront traitées par la filière déchets de CENTRACO. De même, les poussières seront prises en charge par cette filière déchets (bétonnage dans malaxeur 8E et expédition au centre de stockage de l'Aube de l'Andra). Scories et poussières sont estimées à 4 % du tonnage de plomb traité.

Les déchets reçus autre que le plomb et les rebuts hors plomb libérés à la fusion seraient également traités par les procédés disponibles dans l'installation Centraco, les dispositions de tri en amont devraient permettre de maintenir ce flux à un niveau marginal.

Les éléments réfractaires du four et tous les autres déchets d'exploitation de l'installation seront gérés par les filières en place sur Centraco.

3.1.3 Cadre réglementaire

L'usine Centraco est une INB (n° 160 créée par décret n° 2008-1003 du 25/09/2008). L'activité de traitement du plomb relève quant à elle du régime des ICPE. Sur le plan réglementaire, la première question soulevée concerne donc le lien entre l'ICPE et l'INB. L'ICPE, telle que définie dans le présent document, ne serait pas nécessaire à l'exploitation de l'INB. La création de cette nouvelle ICPE devrait a minima nécessiter une modification de l'INB au titre de l'article 26 du décret n° 2007-1557 (décret Procédures) voire, en fonction de l'impact de cette création sur les éléments essentiels mentionnés à l'article L. 593-8 du code de l'environnement, une modification du décret d'autorisation de création de l'INB Centraco (au titre de l'article 31 ou de l'article 32 du décret Procédures).

Le recyclage du plomb serait réalisé au sein de la filière nucléaire – hors considération des besoins réels de la filière et de la faisabilité de ce recyclage, aucun matériau ne sort dans le domaine public. Tant que ces dispositions seraient en place, il ne serait pas prévu d'appliquer les prescriptions du code de l'environnement qui s'appliquent aux matières recyclées dans le domaine public.

3.2 Description technique de l'installation

Un schéma descriptif du procédé est donné en annexe, il facilite la compréhension de ce paragraphe.

3.2.1 Partie réception et préparation des déchets

Les conteneurs de transport ISO 20 pieds seraient manutentionnés à l'extérieur puis déposés dans le hall de réception au moyen d'un chariot élévateur de capacité 27 tonnes. Dans ce hall la manutention serait assurée par un pont roulant.

Pour le déchargement des caisses de déchets, le conteneur ISO 20 pieds serait introduit dans un SAS au moyen d'un lorry (chariot sur rail). Le couvercle du conteneur et la trappe situé dans le plafond du SAS seraient ouverts simultanément. Cette conception est inspirée de ce qui est en place sur Centraco pour des déchets aux caractéristiques radiologiques similaires.

Les caisses standards seraient déchargées au moyen du pont roulant du hall fonderie dont la capacité serait de 30 tonnes. Individuellement elles seraient placées sur un basculeur permettant d'en vider le contenu sur une table de tri. Le contrôle des déchets, de façon visuelle, et le tri éventuel seraient réalisés à distance par caméra et télémanipulateur. Ponctuellement des opérateurs interviendront dans cette salle pour l'élingage des caisses ou certaines opérations sur les déchets.

Les pièces unitaires dont les dimensions dépassent les capacités d'alimentation du four seraient extraites du conteneur de transport au moyen du pont roulant et déposées dans une salle de découpe. Les opérations de mise au gabarit seraient pilotées à distance, les opérateurs n'accèdent dans cette salle que pour les manutentions, la maintenance ou la gestion de situations occasionnelles. Les moyens de découpe ne seraient pas implantés sur la ligne principale mais dans un local séparé afin de réduire les risques de perturbation du flux et de gérer les risques spécifiques de contamination. Après découpe, les éléments retrouvent le flux des déchets standards au niveau de la table de tri.

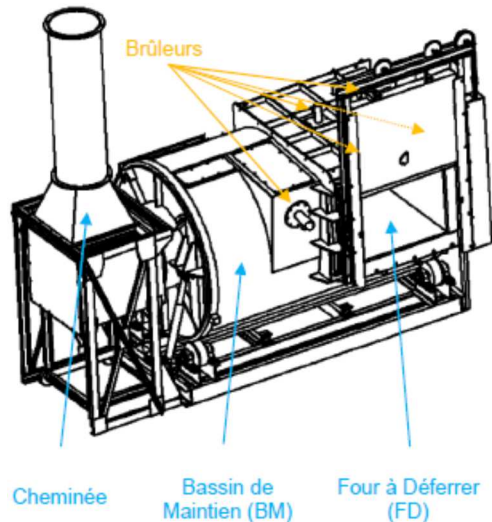
En sortie de la table de tri, les déchets tombent dans une chargeuse qui, par batch de 2 tonnes de masse maximale, assure la translation jusqu'au four (éloigné pour des raisons de thermique et de confinement) et la poussée des déchets pour les introduire dans le four.

3.2.2 Partie four

Dans la recherche de la meilleure mutualisation possible avec les moyens existants de Centraco, la première idée est l'utilisation du four de fusion des déchets métalliques. Cette solution a été écartée car elle nécessiterait une mise à un gabarit de 300 mm, de plus il est interdit dans le fonctionnement actuel d'introduire du plomb dans le four de fusion et enfin on n'aurait pas la possibilité d'affiner le plomb sortant, affinage nécessaire dans le cas d'une réutilisation avec spécification sur la composition chimique.

Dans le cadre des études d'APS, le choix s'est porté sur un module composé :

- d'un four à déferrer fonctionnant au gaz, température de 400 °C,
- d'un bassin de maintien,
- d'une ventilation (conception Dross).



Le four présente la capacité de basculer de 30° vers l'avant et de faciliter ainsi la récupération des pièces métalliques (inserts non fondus) sans avoir à utiliser de panier.

3.2.3 Partie affinage et refroidissement

La vidange du bassin de maintien vers la cuve d'affinage serait réalisée en point bas, en cas de fuite, un bac de rétention serait envisagé sous le bassin de maintien. L'écoulement vers les cuves d'affinage, implantées à un dizaine de mètres du four, serait gravitaire. Sans hypothèse précise sur le flux total à traiter ainsi que sur la part recyclée et les contraintes de composition chimique qui pourraient être associées, il est envisagé une conception avec deux cuves d'affinage présentant toutes la souplesse possible en termes de gestion des flux. Les cuves seraient enterrées et équipées de rétentions en cas de fuite. Les cuves seraient équipées d'un agitateur et ont un ciel ouvert qui permet à l'opérateur d'injecter les produits d'affinage et de réaliser l'écumage du bain de fusion.

Après affinage le plomb serait coulé dans des lingotières au moyen d'un transfert par pompe. Le remplissage des lingotières serait prévu en mode automatique avec un pilotage depuis la salle de conduite. La circulation des lingotières se ferait sur convoyeur jusqu'à une zone d'entreposage pour refroidissement, les lingotières peuvent être entreposées sur plusieurs niveaux.

Opération de « décrassage » du plomb en cuve d'affinage et modèle de lingotière (conception Dross) :



3.3 Options de sûreté retenues

3.3.1 Données de base sur le plomb

Les principales hypothèses intervenant dans les analyses de sûreté au niveau de l'APS sont les suivantes :

- la concentration maximale dans l'air (IDLH) admissible pendant 30 minutes, le temps nécessaire à la personne pour s'éloigner, est de 100 mg/m³,
- le plomb est inflammable voire explosif s'il est sous forme de poussière en présence d'une source de chaleur ou d'une flamme,
- la réaction entre l'eau à température ambiante et du plomb en fusion est très explosive, plus le volume d'eau est élevé, plus l'explosion est importante
- les activités radiologiques maximales retenues sont de 500 Bq/g en $\beta\gamma$ et de 15 Bq/g en α ,
- la température du plomb en fusion est inférieure à 400 °C (327,4 °C pour du plomb pur), Les fumées composées de poussières de plomb seraient récupérées et traitées dans une chambre de post combustion et seraient ensuite dirigées vers la ligne de traitement des fumées ; la présence d'impuretés dans les pièces de plomb augmentera la quantité de poussières produite au cours de la fusion,
- les scories récupérées au cours de l'affinage seraient, suivant le retour d'expérience de l'ADM, de niveau FMA,
- la quantité de poussières et scories est estimée à 4% du tonnage de plomb traité.

3.3.2 Classement ICPE

D'après la rubrique 2797 de la nomenclature ICPE (gestion des déchets radioactifs), l'installation serait sous régime d'autorisation étant donné que la quantité de déchets radioactifs susceptible d'être présente serait supérieure à 10 m³.

3.3.3 Analyse des risques nucléaires internes

L'installation serait concernée par les risques de dispersion de matières radioactives et les risques d'exposition interne et externe aux rayonnements ionisants. Par contre, les trois autres risques nucléaires : criticité, dégagement thermique et radiolyse seraient sans objet dans l'installation. Les activités maximales admissibles seraient suffisamment faibles pour exclure les risques de dégagement thermique et de radiolyse. Pour la criticité, la faible activité et une absence d'accumulation de matière dans l'installation (pas d'entreposage amont ni aval et nettoyage régulier des équipements de procédé) permettent de garantir la maîtrise du risque.

3.3.3.1 Risque de dispersion de matières radioactives

Les hypothèses retenues pour les coefficients de remise en suspension sont les suivantes.

Type de déchets	Nombre d'enveloppes*	Action	Fraction de mise en suspension					
			1	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷
Pulvérulent (Cendres, Poussières de fusion, de découpe, de filtres à manches, Mâchefers, ...)	0	Mise en œuvre, chute		x				
		Vibration (sans chute)			x			
		Sans mouvement				x		
	1	Chute d'une hauteur de 10 m****		x				
		Chute jusqu'à 5 m			x			
2	Chute jusqu'à 5 m				x			
Non Pulvérulent (Déchets Métalliques DM, Déchets Solides Incinérables DSI, Déchets technologiques, réfractaires, laitiers, rebuts de mâchefers, bain de fusion refroidi, ...)	0	Découpe thermique (contamination non fixée)	x					
		Mouvement mécanique***			x			
		Vibration faible, déplacement					x	
		Sans mouvement						x
	1	Chute d'une hauteur de 10 m			x			
		Chute jusqu'à 5 m				x		
	2	Chute d'une hauteur de 10 m				x		
Chute jusqu'à 5 m						x		

* Nombre d'enveloppes :

- 0 : Contenant ouvert ou matériel sans enveloppe
- 1 : Matériel dans une enveloppe fermée (ex : fût, caisse, conteneur ...),
- 2 : Matériel dans une première enveloppe fermée, elle-même dans une autre enveloppe fermée (ex : conteneur)

Les incidents de dimensionnement retenus sont des chutes de hauteur inférieure à 5 m :

- d'un conteneur avec une caisse qui n'est plus intègre dans la partie réception et sas,
- d'une caisse ouverte ou d'une pièce unitaire en cellule de tri,
- d'un fût de poussières ouvert ou d'une pièce unitaire dans la cellule de mise au gabarit,
- d'un bac de scories ou un épandage de plomb en fusion dans la partie fonderie,
- d'un bac de scories ou le percement d'une cuve dans le local d'affinage du plomb,
- d'un bac de scories dans le local scories et la suite du transfert,
- d'un lingot refroidi ou un fût de poussières dans la partie entreposage et évacuation,
- d'un fût de poussières dans le local ventilation chaude,

Les options de sûreté retenues pour la maîtrise du risque de dissémination sont les suivantes :

1. Le confinement statique serait assuré entre les différentes zones contaminantes.
2. Le confinement dynamique serait assuré entre les différents locaux via une cascade de dépression dont le sens d'air va du local le plus propre radiologiquement, vers le local le plus contaminé.
3. Un zonage déchets de référence serait défini en cohérence avec les risques de contamination des différentes zones.
4. La surveillance et le contrôle radiologique des différentes zones seraient assurés en continu.

3.3.3.2 Risque d'exposition externe et interne

Les règles de zonage radiologique retenues lors de la réalisation de l'APS correspondent à la classification donnée dans le tableau suivant (à noter que ces limites ont été modifiées depuis selon le nouvel article R. 4451-23 du code du travail).

Zonage radiologique		Exposition interne	Exposition externe
Nature de la zone	Couleur / Désignation	L'équivalent de dose est l'estimateur de la dose efficace	La contamination est l'estimateur de la dose efficace
Non réglementée	Sans objet	Dose efficace < 80 µSv/mois	
Surveillée	Zone Bleue (R1 et/ou C0)	Equiv. dose < 7,5 µSv/h	< 0,3 LPCA
Contrôlée	Zone Verte (R2 et/ou C1/C2)	Equiv. dose < 25 µSv/h	< 1 LPCA
	Zone Jaune (R3A et/ou C3A)	Equiv. dose < 2 mSv/h et DeD < 2 mSv/h	< 80 LPCA
	Zone Orange (R3B et/ou C3B)	Equiv. dose < 100 mSv/h et DeD < 100 mSv/h	< 4 000 LPCA
	Zone Rouge (R4/C4)	Equiv. dose ≥ 100 mSv/h et DeD ≥ 100 mSv/h	> 4 000 LPCA

En regard de l'activité admissible des déchets, il ne serait pas prévu de zone orange ni de zone rouge dans l'installation.

Les options de sûreté retenues pour la maîtrise du risque d'exposition externe et interne sont les suivantes :

1. Le zonage radiologique serait cohérent avec les risques d'irradiation et de contamination identifiés,
2. Les moyens de suivi de la dosimétrie et la maîtrise de l'exposition et du suivi des travailleurs serait conforme à la réglementation en vigueur,
3. Les contrôles réglementaires seraient assurés (respect de la réglementation relative à l'exposition du public).

Le plan de zonage radiologique de l'installation est donné en annexe.

3.3.4 Analyse des risques non nucléaires d'origine interne

L'appréciation du degré de présence des risques non nucléaires d'origine interne sur l'installation est la suivante.

Risque	Degré de présence
Incendie	Risque potentiel
Explosion	Risque potentiel
Chimique	Risque potentiel
Inondation d'origine interne / épandage	Risque faible
Collision / chute de charges	Risque potentiel
Interférences électromagnétiques	Risque faible
Usage de l'électricité	Risque faible
Appareils à pression	Risque faible
Perte contrôle-commande et alimentation électrique	Risque potentiel
Facteurs organisationnels et humains	Risque potentiel

Les options de sûreté retenues pour chacun de ces risques sont exposées ci-dessous.

Risque	Option de sûreté
Incendie	<ol style="list-style-type: none"> Définition des spécifications d'acceptation des déchets entrants. Sectorisation incendie. Regroupement des entreposages de matières combustibles. Surveillance de l'installation vis-à-vis du risque incendie. Mise à disposition des moyens d'extinction automatique si nécessaire (à noter les précautions à prendre par rapport à la réaction de l'eau avec du plomb en fusion qui est explosive et par rapport à la solubilité du plomb dans l'eau qui conduit à un contrôle avant rejet des eaux).
Explosion	<ol style="list-style-type: none"> Stockage du propane servant au chauffage du four sous forme liquide, en quantité limitée à 4 m³ et dans une citerne enterrée. Les spécifications d'acceptation des déchets devant être traités par l'installation devront interdire tout déchet contenant du liquide ou mouillé. Les déchets mouillés devront par défaut, être nettoyés avant traitement en fonderie. Les déchets seront entreposés dans des locaux abrités de toute intempérie, avant acheminement dans l'installation.
Chimique	<ol style="list-style-type: none"> La prise en compte du risque chimique aux postes de travail mettant en œuvre des produits chimiques. Le choix des matériaux de conception. Le confinement des salles avec risque chimique clairement identifié.
Inondation d'origine interne et épandage de plomb en fusion	<ol style="list-style-type: none"> Le choix des matériaux de conception. Mise en place de système de récupération des eaux de décontamination dans les locaux prévus à cet effet (SAS contrôle Rp hall affinage et hall fonderie). Dispositifs de détection permettant d'alerter en cas d'épandage.
Collision / chute de charges	<ol style="list-style-type: none"> Consignes d'utilisation des appareils de levage et de manutention. Les organes de manutention sont adaptés aux opérations à réaliser. Les matériels contribuant à la sûreté et les tuyauteries (ventilation / incendie) sont protégés des chocs éventuels.
Interférences électromagnétiques	Les dispositions de maîtrise de ces risques seront développées dans les phases d'étude détaillée en fonction des équipements électriques et électroniques projetés.
Usage de l'électricité	<ol style="list-style-type: none"> Protection du personnel vis-à-vis du risque d'électrocution. Prévention des incendies d'origine électrique.

	3. Protection des systèmes électriques vis-à-vis des agressions externes (inondation).
Appareils à pression	<ol style="list-style-type: none"> 1. Les appareils sont adaptés aux opérations à réaliser. 2. Des dispositifs de détection permettent d'alerter les opérateurs.
Perte du contrôle-commande, de l'alimentation électrique et des utilités	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fiabilisation du contrôle/commande des fonctions de sûreté (ventilation, surveillance de l'environnement, DAI). 2. Conception de la distribution électrique suivant le principe d'alimentation normal/secours. 3. Prévention des modes communs pour les fonctions de sûreté. 4. Secours électrique des matériels contribuant à la sûreté et permanence de l'alimentation des systèmes pour lesquels une coupure courte n'est pas acceptable (dispositifs de surveillance).
Facteurs organisationnels et humains	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilisation de fiches de poste intégrant la sécurité. 2. Définition de signaux de danger (auditifs et visuels). 3. Ergonomie de l'environnement de travail. 4. Habilitation et formation du personnel aux postes de travail.

3.3.5 Analyse des risques non nucléaires d'origine externe

L'appréciation du degré de présence des risques non nucléaires d'origine externe est la suivante.

Risque	Degré de présence
Inondation d'origine externe	Risque faible
Conditions météorologiques extrêmes	Risque faible
Sismique	Risque faible
Environnement industriel et voies de communication	Risque faible
Chute d'avion	Risque faible
Foudre et interférences électromagnétiques	Risque faible
Incendie	Risque faible
Actions de malveillance	Risque faible

L'installation serait par hypothèse construite sur le site de Centraco. Toute la partie analyse des risques d'origine externe de Centraco est donc valable pour l'installation étudiée. Les options de sûreté retenues sont données dans le tableau suivant.

Risque	Option de sûreté
Inondation d'origine externe	<ol style="list-style-type: none"> 1. Construction à un niveau rehaussé à + 35 m NGF protégeant l'installation par rapport au crues centennale et millénaire majorée. 2. Identification d'un scénario d'inondation par voie externe (cumul) et de l'impact sur l'installation.

Conditions météorologiques extrêmes	Dimensionnement par rapport à : <ul style="list-style-type: none"> – des vents de 182 km/h, – une épaisseur équivalente de neige de 1 m, – des températures mini de - 12,5 °C et maxi de + 40 °C, – des précipitations exceptionnelles de 1,85 mm/mn pendant 15 mn.
Sismique	Confinement statique garantissant la non dispersion des matières dans l'environnement.
Environnement industriel et voies de communication	Minimisation des transferts de matières dans l'environnement en cas d'incendie ou d'explosion se produisant dans les installations voisines ou sur les routes et voies navigables longeant le site.
Chute d'avion	Une approche probabiliste sera développée en regard d'un objectif de fréquence inférieure à 10^{-7} /an.
Foudre et interférences électromagnétiques	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maintien du confinement statique des matières radioactives. 2. Non déclenchement d'un incident de catégorie II ou d'un accident de catégorie IV à la suite de conditions météorologiques extrêmes.
Incendie	Pas d'ajout par rapport aux options de sûreté retenues pour maîtriser les risques liés aux incendies d'origine interne.
Actions de malveillance	Des scénarios de malveillance seront identifiés et leurs conséquences éventuelles intégrées dans les scénarios accidentels.

3.3.6 Radioprotection

L'installation serait autonome dans la surveillance des travailleurs et intégrée à la surveillance radiologique du site de CentraCo.

La mesure des colis entrants serait faite par débit de dose au contact couplé au spectre type.

La contamination surfacique fixée serait évaluée par des contaminamètres surfaciques et la contamination surfacique non fixée par des frottis.

L'ensemble du bâtiment serait sous surveillance continue par des balises fixes et des préleveurs atmosphériques sur filtres, disposés dans toute l'installation, avec un report d'alarme en salle de conduite assurant la radioprotection des travailleurs. De plus, chaque chantier serait équipé de matériels portables.

Des contrôles réglementaires seront réalisés dans les sas de sortie afin de garantir le respect des valeurs de contamination à l'extérieur et ainsi respecter le zonage déchet.

Les seuils d'alarme de chaque appareil de radioprotection seront à définir à la mise service et seront propres à chaque appareil.

Les détecteurs fixes Gamma seront positionnés à hauteur d'homme et au poste de travail clairement identifié. Cette hauteur permet d'être au plus proche de la réalité et ainsi garantir au mieux la sécurité radiologique des travailleurs.

Les balises fixes Alpha/Bêta présentes dans les locaux à risque de contamination, feront un prélèvement d'air au niveau de chaque bouche d'aspiration de la ventilation. Les mesures de surveillance de la contamination dans les salles fonderie, cellule de tri, atelier de mise au gabarit seront reportées dans les SAS d'accès personnel.

La surveillance radiologique de l'installation telle que prévue au stade de l'APS est décrite salle par salle sur les plans donnés en annexe.

3.3.7 Ventilation

La ventilation assure les fonctions :

- de confinement dynamique en assurant un sens préférentiel d'écoulement de l'air avec une vitesse suffisante pour limiter le risque de propagation de la contamination (la mise en mouvement de l'air serait générée par la pression différentielle entre les locaux, le flux d'air allant des locaux à faible potentiel de contamination vers ceux dont le potentiel de contamination est plus élevé) ;
- d'épuration en dirigeant les gaz collectés vers des emplacements définis et contrôlés, y compris les poussières, les aérosols, les composés volatils, en vue de leur collecte, leur traitement ou leur élimination (par utilisation de filtres, pièges, etc.) ;
- de surveillance de l'installation, par l'architecture des réseaux aérauliques sur lesquels sont connectés des équipements de contrôle et mesures diverses ;
- d'assainissement de l'atmosphère des locaux, par renouvellement d'air ;
- de confort en assurant la régulation de la température et de l'humidité relative dans les locaux (chauffage ou refroidissement de l'air).

Le système de ventilation serait composé :

- d'un réseau comprenant les familles de ventilation de types F 3A et F 3B dédié au local et aux équipements de la ligne de fusion ;
- d'un réseau comprenant les familles de ventilation de types F 2A et F 2B dédié aux locaux se situant dans la zone contrôlée du bâtiment ;
- d'un réseau de la famille de ventilation de type F 1 dédié aux locaux se situant en dehors de la zone contrôlée du bâtiment ;
- d'un réseau de désenfumage pour certains locaux se situant en dehors de la zone contrôlée du bâtiment.

Pour certains locaux de la famille de ventilation F 1, l'air extrait serait rejeté directement en toiture du bâtiment. L'air extrait de tous les autres locaux serait collecté et rejeté par une cheminée commune.

L'installation comprendra trois modes de fonctionnement :

- les modes de fonctionnement "nominaux" correspondant aux conditions permanentes d'exploitation de l'installation ainsi qu'aux régimes transitoires associés (mise en route ou mise en veille d'un équipement) ;
- les modes de fonctionnement "particuliers" correspondant à des "événements" nécessitant une action corrective pour revenir à une situation normale. Il s'agit de situations réelles transitoires ne remettant en cause ni le fonctionnement ni la sûreté de l'installation et ne relevant cependant pas du "régime nominal de fonctionnement" ;
- les modes de fonctionnement "Arrêts Programmés pour Maintenance" (APM) correspondant aux travaux de maintenance programmés pour lesquels l'exploitant serait amené à placer tout ou partie de l'installation ou des procédés hors des plages de valeurs admises définies par les modes de fonctionnement normaux et particuliers. La mise en œuvre de mesures compensatoires permet dans le cadre du fonctionnement "APM" de conserver un niveau de sûreté acceptable.

Les ventilateurs d'extraction seraient redondants, le principe de fonctionnement étant : deux ventilateurs à 50% en fonctionnement normal et un ventilateur à 100 % en fonctionnement dégradé.

Les exigences relatives aux dépressions et taux de renouvellement d'air dans les différents locaux sont définies dans le tableau suivant.

Zone	Classe de confinement	Famille de ventilation	Dépression (daPa)	Taux renouvellement horaire (h ⁻¹)	
				Souf.	Extr.
Non réglementée	C0 (gris)				
Surveillée	C0 (bleu)	F 1	0	2	1,7
Contrôlée	C1 (vert)	F2A	3 à 6	1,7	2
	C2 (vert)	F2B	8 à 10		
Contrôlée spécialement réglementée	C3A (jaune)	F3A	12 à 14	2	2
	C3B (jaune)	F3B	22 à 24	2	4

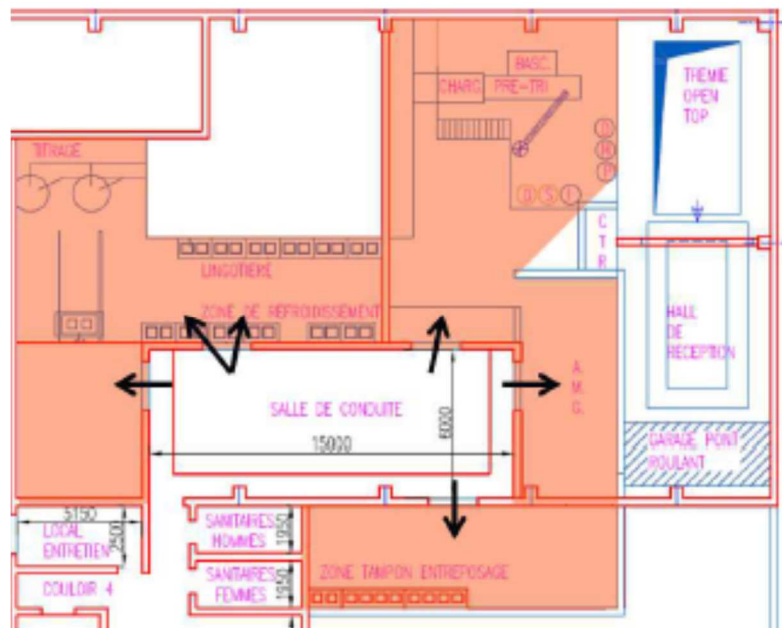
Au stade des études d'APS, les options de sûreté retenues vis-à-vis du risque sismique sont :

- stabilité, intégrité et maintien en conditions opérationnelles du dernier niveau de filtration THE, des extracteurs et de l'émissaire,
- lorsque d'autres équipements de ventilation peuvent devenir projectiles et endommager des équipements critiques pour la sûreté, ils seront dotés de supportages dimensionnés au séisme de référence.

3.4 Principes d'exploitation

L'installation serait conduite par un opérateur en salle de conduite. L'avancement des différentes phases du traitement se fera visuellement. Seule la conduite en amont du four serait automatisée.

L'opérateur aura la vision directe sur le hall fonderie. Un réseau de caméras de surveillance serait mis en place. La surveillance des opérations depuis la salle de conduite est illustrée sur la figure suivante.



Pour les opérations réalisées en local et présentant un risque de contamination, les opérateurs porteront une tenue et un masque de protection appropriés. La durée de travail dans ces conditions n'excédera pas 2 h/jour pour les opérateurs.

L'effectif d'exploitation serait composé d'un chef d'installation, d'un chef d'équipe et de 10 opérateurs pour un régime d'exploitation en horaire normal. Des reports d'informations seraient prévus en salle de conduite de l'incinération de Centraco afin d'assurer une surveillance continue jour et nuit avec la capacité de déclencher des arrêts d'urgence et de réaliser, au besoin, des opérations de mise en sécurité.

Les contrôles de remplissage des équipements contenant du plomb fondu seraient réalisés :

- par pesée pour le bain de maintien du four,
- visuellement par l'opérateur pour les cuves d'affinage.

Des prélèvements seront réalisés dans les cuves d'affinage pour des analyses de physico-chimie et d'activité radiologique du plomb traité. Les contrôles finaux réalisés sur les lingots de plomb seraient une mesure de débit de dose et un contrôle de non contamination par frottis.

Les matières seraient traitées au fil de leur réception en constituant des batch indépendants des propriétaires des déchets. La traçabilité de la matière serait assurée de la façon suivante :

1. à la réception des conteneurs, récupération des informations du producteur par un système d'identification des caisses contenant les déchets,
2. contrôle du poids de la caisse à son arrivée sur le basculeur,
3. contrôle du poids de la caisse vide,
4. pesée des déchets hors plomb séparés au niveau du tri,
5. pesée, au niveau de la chargeuse, du batch préparé,
6. pesée du bain de fusion et création d'un numéro de coulée pour le suivi,
7. récupération et pesée des résidus hors plomb et suivi par création d'un numéro de colis,
8. prélèvement en cuve d'affinage pour analyse physico-chimique,
9. prélèvement en cuve d'affinage pour contrôle radiologique,
10. pesées à vide et en charge de la cuve d'affinage,
11. identification des lingots,
12. pesée des lingots,
13. contrôle du débit de dose et de non contamination surfacique sur chaque lingot,
14. affectation de chaque lingot à un producteur et à un recycleur.

4 Evaluation industrielle

4.1 Aspects économiques

La réalisation et l'exploitation d'une installation conforme aux études d'APS conduirait à :

- un coût d'investissement ;
- des charges fixes d'exploitation (personnel, frais généraux, taxes, maintenance, ...) ;
- des charges variables d'exploitation (énergie et utilités, sous-traitance, déchets, ...) ;
- l'amortissement de l'investissement ;
- des frais financiers.

A partir de l'étude APS menée, nous avons étudié quelle serait la rentabilité économique d'une installation qui traiterait 100 t/an (en fonction du nouvel inventaire FMA) par rapport à 1 000 t/an (étudié dans le cadre de l'APS) : quel que soit le flux traité, les opérations de procédé décrites dans le chapitre 3 seraient nécessaires et la variation du coût d'investissement (CAPEX) en fonction du flux de dimensionnement est faible.

Ainsi, la rentabilité d'une installation qui traite 100 t/an est encore plus difficile à démontrer que pour un traitement de 1 000 t/an et, tout en tenant compte du foisonnement résultant d'un conditionnement du plomb FMA en colis stockable, le coût de la filière de traitement du plomb via une fusion recyclage (100 t/an) est estimé à 5 à 10 fois celui d'une prise en charge directe au CSA par l'Andra.

Par ailleurs, la valorisation de la matière recyclée, compte tenu de l'équilibre sur le marché des matières premières, serait à un niveau bien inférieur (environ d'un rapport 2 à 3) au surcoût du traitement nécessaire à son recyclage et à la traçabilité à mettre en œuvre par rapport au stockage

direct en tant que déchet (constat déjà formulé dans le premier rapport PNGMDR émis en 2015 sur le recyclage du plomb).

4.2 Aspects réglementaires

Le schéma industriel du déchet jusqu'à l'utilisateur du matériau recyclé est complexe et il faut intégrer les contraintes d'ordre réglementaire lors des opérations de façonnage (l'expérience passée a certes montré qu'elles sont gérables par les partenaires industriels mais elles peuvent devenir déterminantes dans un contexte commercial tendu). Les arrêtés préfectoraux de ROBATEL et D'HUART désignent MARCOULE comme origine du plomb radioactif autorisé à être traité sur leurs installations. Le risque lié à la modification de cette origine serait de plus à étudier dans le cadre de la mise en place d'une nouvelle installation de traitement du plomb.

4.3 Débouchés

Le débouché visé est le recyclage du plomb dans la filière nucléaire via la fabrication de nouveaux équipements, en garantissant une traçabilité des matières au sein de cette filière. Au regard des activités de la filière nucléaire depuis une dizaine d'années et des projections sur le moyen terme, il n'est pas identifié à ce jour de besoin significatif chez les trois exploitants nucléaires.

Par ailleurs, il existe une réelle difficulté opérationnelle à imposer, pour les besoins ponctuels en plomb, un approvisionnement *via* le plomb potentiellement issu d'une installation de recyclage. Cette difficulté est liée à :

- la non adéquation entre les volumes produits régulièrement par l'installation vs des besoins ponctuels des projets nucléaires
- l'obligation des projets de faire appel à différents fournisseurs et de faire ainsi jouer la concurrence
- la différenciation des besoins des projets (brique de plomb, tabliers, pièces aux dimensions précises,..)

Ainsi, l'engagement dans la création d'une installation telle que projetée à la suite des études d'APS, nécessiterait des garanties à long terme sur la réutilisation du plomb traité. Ce sujet n'a pas été abordé avec les industriels concernés, mais ce type d'engagement ne semble pas envisageable dans les cadres contractuels actuels.

De plus, l'organisation industrielle à mettre en place nécessiterait de synchroniser la production du plomb usagé, issu principalement de l'activité de démantèlement, et de réutilisation du plomb ; ce qui, sauf à mettre des entreposages conséquents en place pour de longues durées, semble difficile car les deux activités ont des plannings indépendants.

Enfin, la création d'une nouvelle filière induirait des contraintes pour les partenaires industriels lors des opérations de façonnage en matière de traçabilité et de séparation des flux, avec un impact négatif (un coût supplémentaire lié à la traçabilité) sur l'équilibre économique de la filière.

Un intérêt pourrait résider dans la décontamination du plomb FMA avec, en sortie, des lingots TFA et des scories qui resteraient FMA, ces dernières concentrant l'activité. Mais, d'une part, la quantité de plomb FMA est stockable au CSA dans le respect de ses règles d'acceptation et, d'autre part, l'activité du plomb provient généralement d'une contamination surfacique qui peut être retirée au moyen d'autres techniques que la fusion décontaminante.

5 Alternatives à la filière étudiée

Il n'y a pas d'incertitude dans la définition d'un procédé de traitement du plomb par fusion, il s'agit là d'opérations bien maîtrisées sur le plan industriel. Par contre, la mise en œuvre d'une filière « plomb FMA » présente pour sa part de grandes incertitudes qui se traduisent notamment dans l'évolution très significativement à la baisse de l'inventaire concerné.

Dans ce rapport, au fur et à mesure de la présentation des résultats de l'APS, des solutions alternatives ou des possibilités d'orientations différentes ont été mentionnées, on peut les récapituler de la façon suivante (par ordre d'intérêt décroissant) :

- Poursuite du développement des techniques de décontamination chimique et/ou mécanique qui sont à l'origine de la baisse de l'inventaire prévisionnel et qui bénéficient d'une synergie avec les besoins d'autres situations nécessitant une décontamination surfacique ;
- Stockage au CSA pour les quantités correspondant aux déchets non décontaminables (la partie décontaminée et les déchets de décontamination induits ne posant pas de problème d'acceptabilité respectivement en stockage TFA et en stockage FMA) ;
- Envoi du plomb dans des installations de fusion existantes à l'étranger, adaptées au traitement du plomb, en capacité d'accueillir un tel flux, en dehors de toute considération réglementaire et économique à ce stade de la réflexion, comme par exemple dans l'installation suédoise de Cyclife.

6 Conclusion

Cette étude d'avant-projet sommaire s'est concentrée sur le traitement du plomb FMA avec un objectif principal de le recycler au sein de la filière nucléaire. Elle fait suite à l'étude menée en 2015 sur le traitement de l'ensemble du plomb dans les inventaires de déchets TFA et FMA.

L'absence d'intérêt pour un traitement du plomb TFA avait conduit l'ASN à recentrer l'étude sur le traitement du plomb FMA dans le cadre du PNGMDR 2016-2018.

Le traitement par fusion du plomb FMA est faisable, il a déjà été réalisé dans une installation du site de Marcoule mise à l'arrêt en 2013 pour des raisons sans lien avec cette activité.

L'avant-projet sommaire réalisé montre qu'il est possible de recréer une installation industrielle de traitement du plomb. Le coût de revient s'avère néanmoins très élevé et non compétitif par rapport aux autres solutions existantes (décontamination surfacique et/ou stockage direct).

Enfin, au-delà des aspects techniques et économiques étudiés dans l'APS, deux évolutions sont constatées ces dernières années :

- Les pratiques des chantiers de maintenance et d'assainissement – démantèlement favorisent les techniques de décontamination surfacique ce qui réduit notablement l'inventaire prévisionnel à traiter éventuellement dans une « filière plomb FMA » ;
- En termes de débouchés, il n'est ni observé, ni pressenti l'émergence d'un besoin significatif en plomb pour les chantiers de la filière nucléaire au regard des projections consolidées des trois producteurs.

De plus, il semble difficile de mettre en adéquation le gisement de plomb recyclé issu de l'installation avec les besoins dans la filière nucléaire, ce qui ajoute une incertitude importante sur le potentiel de valorisation.

Du point de vue des producteurs, il ne semble ainsi pas opportun d'investir dans une installation nouvelle.

Comme mentionné, les techniques de décontamination ont conduit à une forte diminution de l'inventaire prévisionnel en plomb FMA, rendant l'enjeu du volume au CSA associé à un niveau très faible. Pour les exploitants nucléaires il semble préférable de continuer le développement de ces techniques et de prendre en charge l'inventaire résiduel en stockage de déchets FMA.

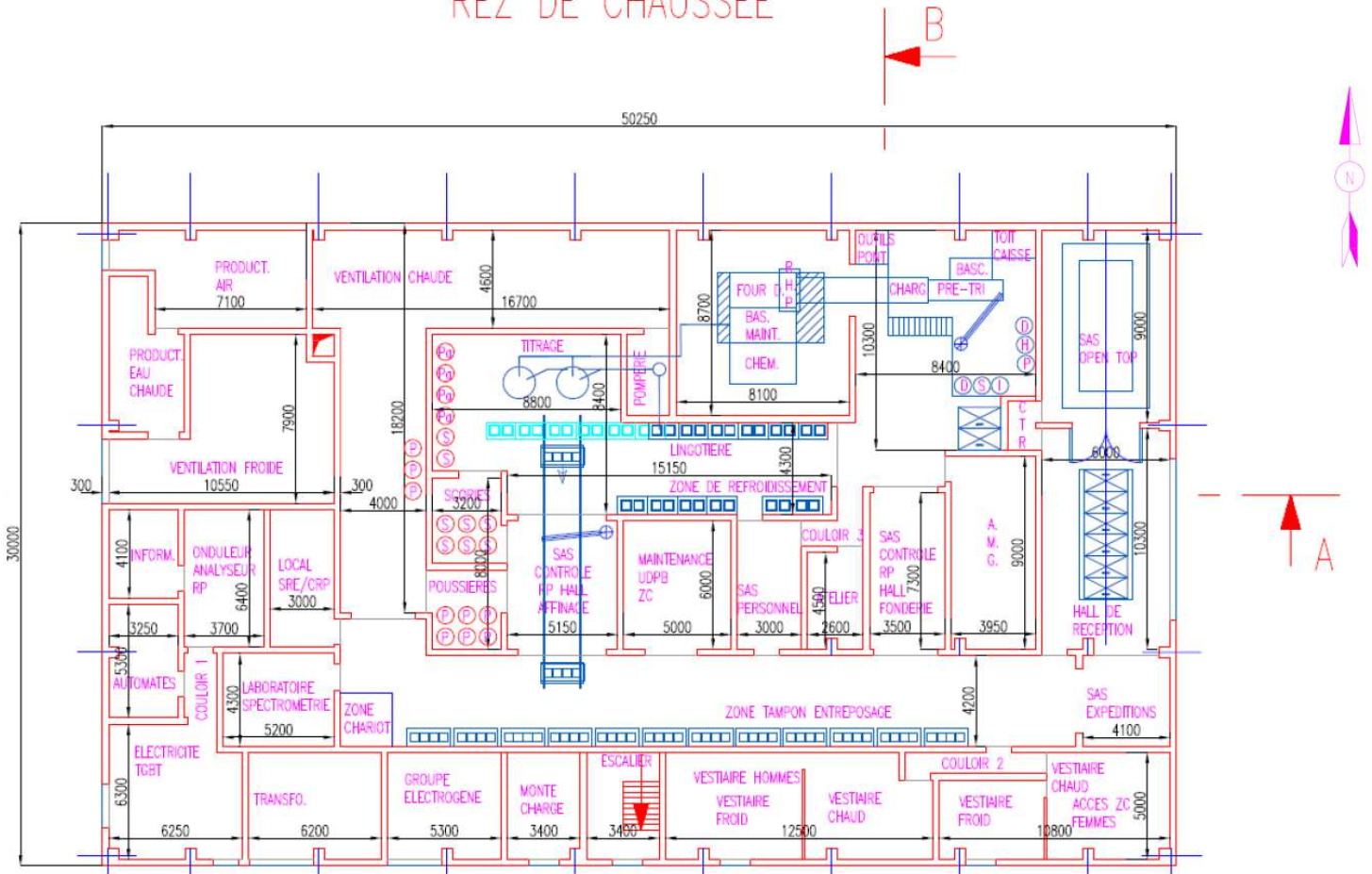
ANNEXES

Ratio Q de l'ICPE

	Spectre S122	Spectre S122 (Bq)	Spectre S122	Spectre %	Spectre S059	Spectre S059 x	Total	Seuil	Ai/Aexi	
	(Bq) %		(Bq) x 8.4%	S059	(Bq)	91,6% (Bq)	(Bq) 100%	d'exemption		
B	90 Sr		0,00E+00	0,00E+00	0,17	8,54E+10	7,82E+10	7,82E+10	1,00E+04	7,82E+06
	90 Y		0,00E+00	0,00E+00	0,17	8,54E+10	7,82E+10	7,82E+10	1,00E+05	7,82E+05
	54 Mn	4,00%	2,00E+10	1,68E+09	0,00	5,08E+08	4,65E+08	2,15E+09	1,00E+06	2,15E+03
	58 Co	41,00%	2,05E+11	1,72E+10		0,00E+00	0,00E+00	1,72E+10	1,00E+06	1,72E+04
	60 Co	39,00%	1,95E+11	1,64E+10	0,09	4,72E+10	4,32E+10	5,96E+10	1,00E+05	5,96E+05
	106 Ru		0,00E+00	0,00E+00	0,02	7,68E+09	7,03E+09	7,03E+09	1,00E+05	7,03E+04
	106 Rh		0,00E+00	0,00E+00	0,02	7,68E+09	7,03E+09	7,03E+09	1,00E+05	7,03E+04
	110m Ag	11,00%	5,50E+10	4,62E+09		0,00E+00	0,00E+00	4,62E+09	1,00E+06	4,62E+03
	125 Sb	1,00%	5,00E+09	4,20E+08	0,01	7,15E+09	6,55E+09	6,97E+09	1,00E+06	6,97E+03
	134 Cs	1,00%	5,00E+09	4,20E+08	0,00	9,47E+08	8,67E+08	1,29E+09	1,00E+04	1,29E+05
	137 Cs	2,00%	1,00E+10	8,40E+08	0,47	2,35E+11	2,16E+11	2,17E+11	1,00E+04	2,17E+07
	144 Ce		0,00E+00	0,00E+00	0,02	9,15E+09	8,38E+09	8,38E+09	1,00E+05	8,38E+04
	144 Pr		0,00E+00	0,00E+00	0,02	9,15E+09	8,38E+09	8,38E+09	1,00E+05	8,38E+04
	154 Eu		0,00E+00	0,00E+00	0,01	2,72E+09	2,49E+09	2,49E+09	1,00E+06	2,49E+03
	155 Eu		0,00E+00	0,00E+00	0,00	7,50E+08	6,87E+08	6,87E+08	1,00E+07	6,87E+01
	63Ni		0,00E+00	0,00E+00	0,00	3,56E+07	3,26E+07	3,26E+07	1,00E+08	3,26E-01
	99Tc		0,00E+00	0,00E+00	0,00	9,04E+07	8,28E+07	8,28E+07	1,00E+07	8,28E+00
151 Sm		0,00E+00	0,00E+00	0,00	6,81E+08	6,23E+08	6,23E+08	1,00E+08	6,23E+00	
TOTAL B	100,00%	5,00E+11	4,20E+10	1,00	5,00E+11	4,58E+11	5,00E+11	/	/	
A	238 Pu		0,00E+00	0,00E+00	0,11	1,71E+09	1,57E+09	1,57E+09	1,00E+04	1,57E+05
	239 Pu		0,00E+00	0,00E+00	0,17	2,48E+09	2,27E+09	2,27E+09	1,00E+04	2,27E+05
	240 Pu		0,00E+00	0,00E+00	0,24	3,66E+09	3,35E+09	3,35E+09	1,00E+03	3,35E+06
	241Pu		0,00E+00	0,00E+00	0,00	6,97E+06	6,39E+06	6,39E+06	1,00E+05	6,39E+01
	242 Pu		0,00E+00	0,00E+00	0,00	3,02E+06	2,76E+06	2,76E+06	1,00E+04	2,76E+02
	241 Am		0,00E+00	0,00E+00	0,47	7,12E+09	6,52E+09	6,52E+09	1,00E+04	6,52E+05
	234 U		0,00E+00	0,00E+00	0,00	8,80E+06	8,06E+06	8,06E+06	1,00E+04	8,06E+02
	236 U		0,00E+00	0,00E+00	0,00	1,04E+06	9,53E+05	9,53E+05	1,00E+04	9,53E+01
238 U		0,00E+00	0,00E+00	0,00	1,02E+07	9,31E+06	9,31E+06	1,00E+04	9,31E+02	
TOTAL A	104,00%	0	0,00E+00	1,00	1,33E+10	1,22E+10	1,22E+10	/	/	

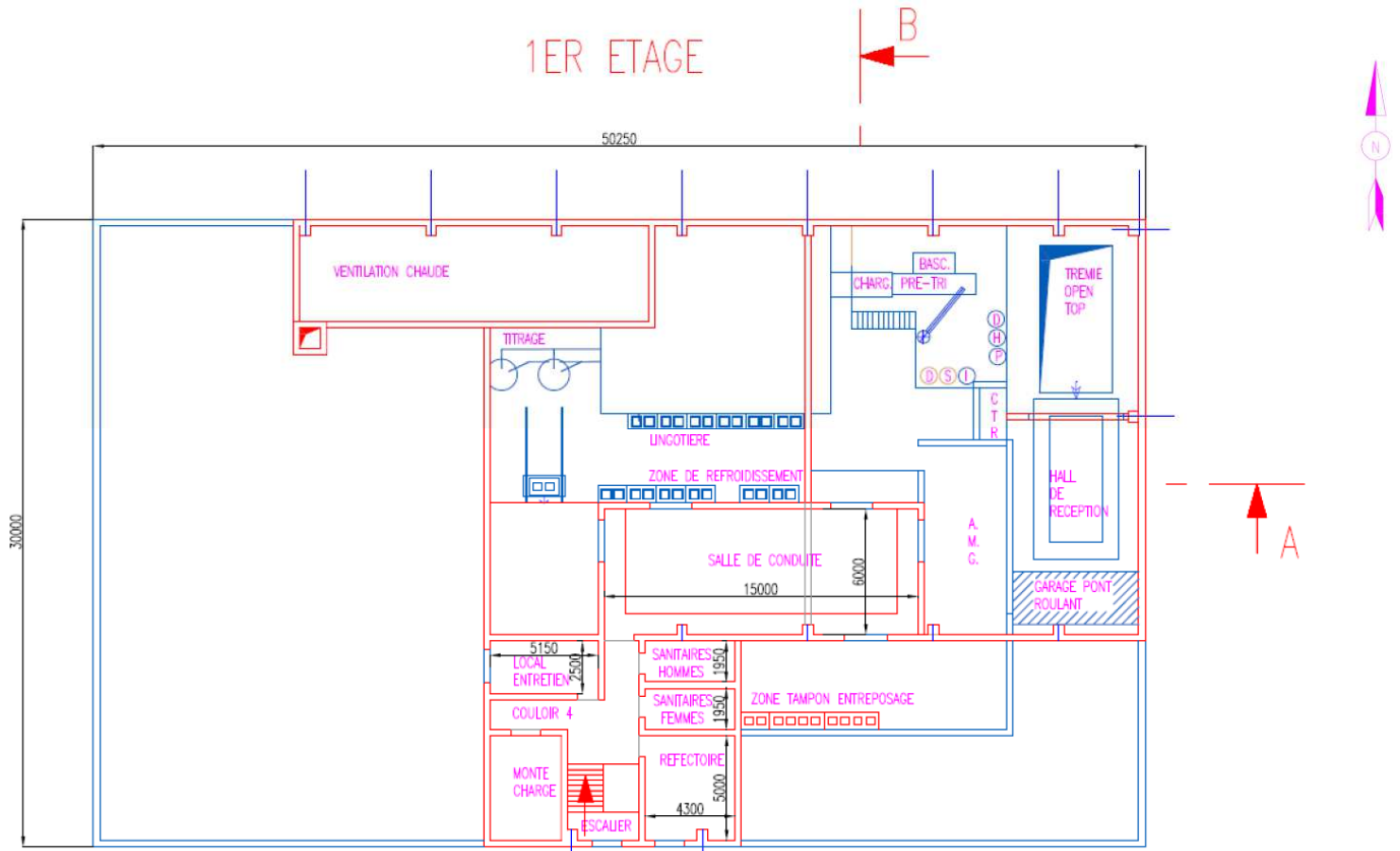
Implantation Rez de Chaussée

REZ DE CHAUSSEE

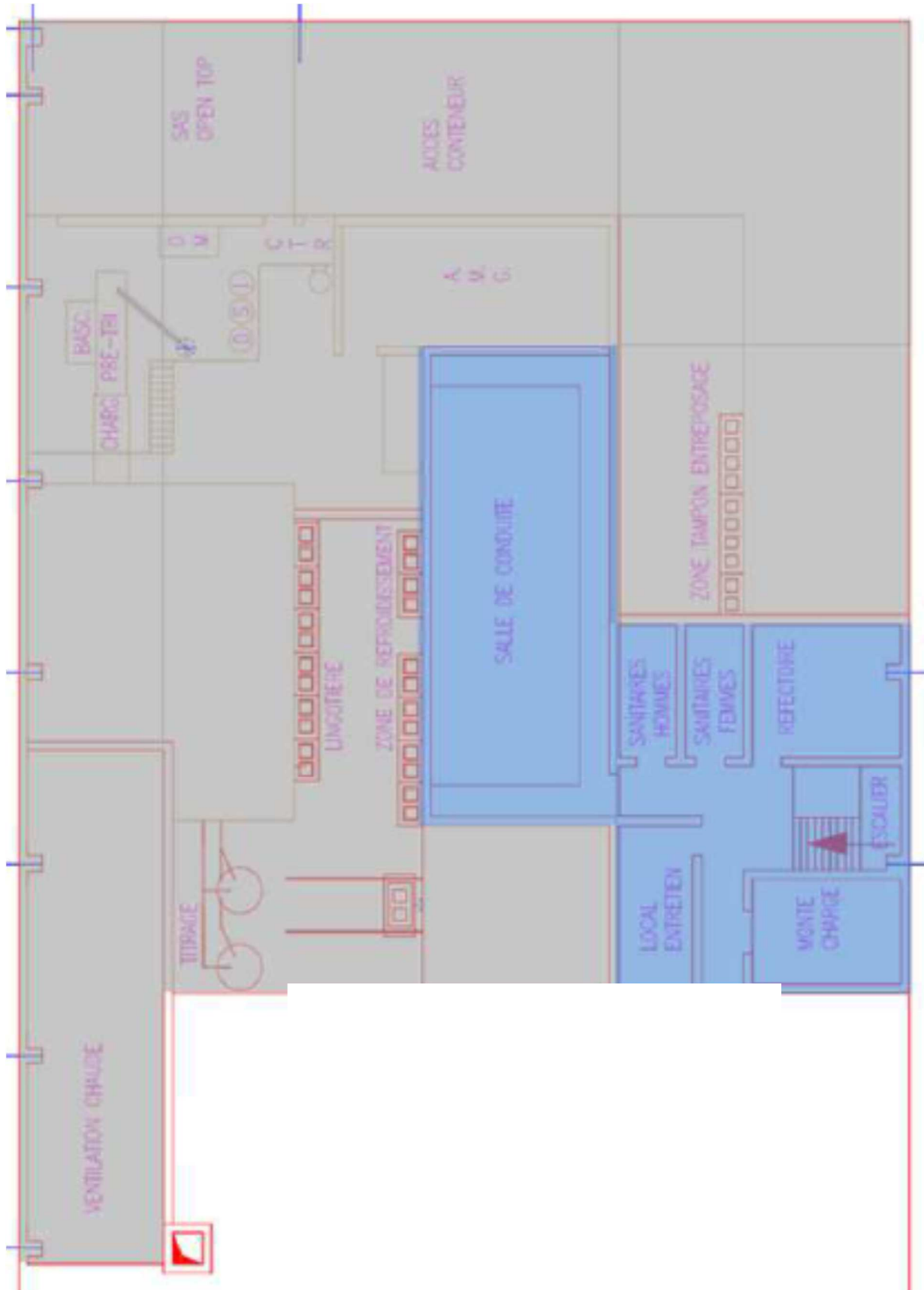


Implantation 1^{er} étage

1ER ETAGE



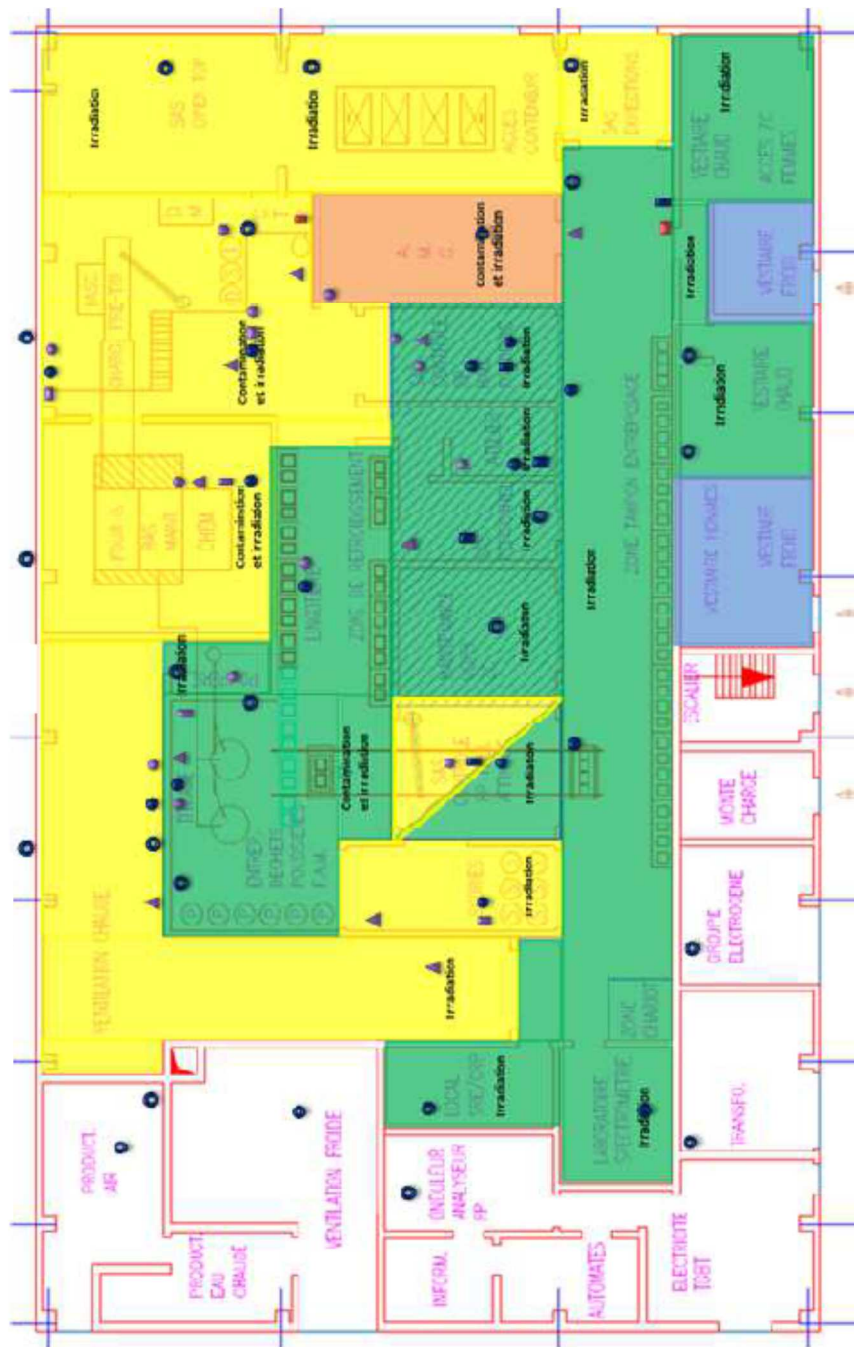
Zonage radiologique 1^{er} étage



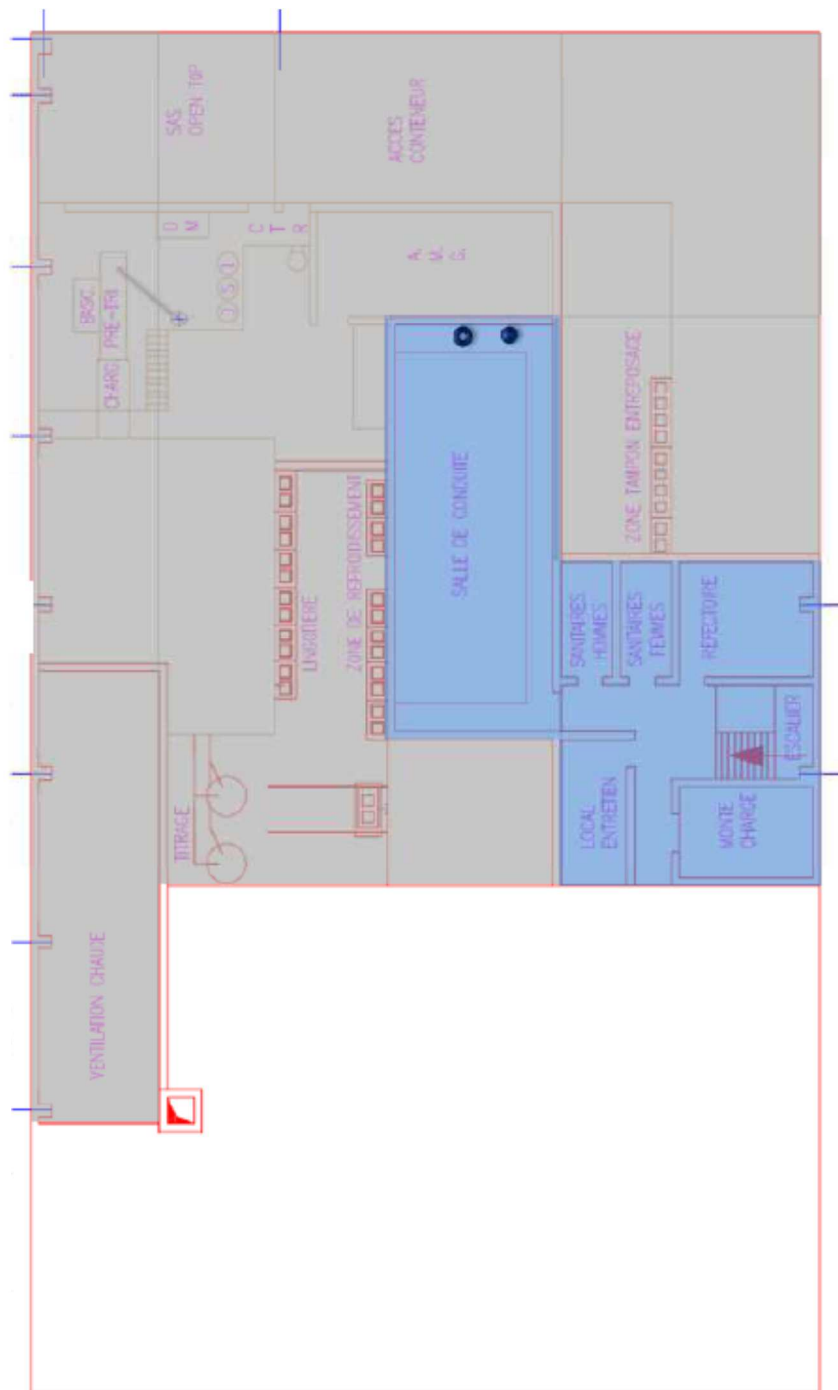
Description de la radioprotection - niveau Rez-de-chaussée

Légende:

- Dosimètre (FLI)
- contrôleurs mains/pieds
- Préleveurs atmosphériques
- Balises ou mesures d'irradiation (emplacement de la mesure)
- Boitiers valeurs des baïses en zones contaminantes (identifiés à l'emplacement de la balse et non pas à l'emplacement du report)
- Balises ou mesures contamination (emplacement de la mesure)
- contaminamètre avec sondes alpha/bêta



Description de la radioprotection – 1^{er} étage



Légende:

- Dosimètre (FLI)
- contrôleurs mains/pieds
- Préleveurs atmosphériques
- Balises ou mesures d'irradiation (emplacement de la mesure)
- Boitiers valeurs des balises en zones contaminantes (identifiés à l'emplacement de la balise et non pas à l'emplacement du report)
- Balises ou mesures contamination (emplacement de la mesure)
- contaminamètre avec sondes alpha/bêta