



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 5 novembre 2020

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté
nucléaire

AVIS IRSN N° 2020-00174

Objet : Avis de l'IRSN sur la demande d'autorisation au titre des ICPE formulée par la société Placoplatre pour l'exploitation d'une carrière de gypse sur les communes de Coubron et Vaujourns (93)

Réf. : [1] Lettre ASN CODEP-PRS-2019-046935 du 20 décembre 2019

Par lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la demande d'autorisation au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) d'exploiter, pour une durée de 30 ans, une carrière de gypse sur les communes de Coubron et Vaujourns (93) incluse dans le dossier de demande d'autorisation environnementale (DDAE) déposé le 23 septembre 2019 par la société Placoplatre (également dénommée « l'exploitant » par la suite).

L'ASN demande plus particulièrement l'avis de l'IRSN sur :

- (i) la stratégie de caractérisation radiologique et les modalités de gestion retenues par l'exploitant pour les différents matériaux,
- (ii) l'évaluation du risque d'exposition radiologique des travailleurs et des riverains aux différents stades d'exploitation de la carrière et les dispositions de protection et de suivi envisagées pour prévenir et limiter ce risque,
- (iii) l'impact radiologique sur l'environnement des opérations prévues aux différents stades d'exploitation de la carrière et les mesures de surveillance associées.

MEMBRE DE
ETSON

1. CONTEXTE

1.1. PERIMETRE DE L'ICPE

Le périmètre de l'ICPE, appelée « site » par la suite, couvre une emprise d'environ 43 ha dont Placoplatre est propriétaire. Il comprend deux secteurs (cf. annexe 1) :

- le secteur 1, situé sur les communes de Vaujours et Coubron, comprend notamment l'ancienne carrière dite d'Aiguisy ;
- le secteur 2, situé sur le territoire communal de Vaujours, à l'est de l'ancienne carrière d'Aiguisy, correspond à la partie du site du fort de Vaujours située en Seine-Saint-Denis, hors la partie centrale au sein de laquelle le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) a conduit des expérimentations (cf. § 1.3.2).

1.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

L'exploitant indique (i) que les terrains du périmètre de l'ICPE occupent le sommet d'une butte (dite d'Aulnay), (ii) que les versants et le pied de la butte sont recouverts par des colluvions marno-gypseuses et (iii) que les terrains géologiques non remaniés de la butte sont de haut en bas : les terres végétales, les limons, les calcaires de Brie (les trois constituant « les terres de surface » dans la suite du document), les argiles vertes, les marnes blanches et bleues et le gisement de gypse constitué de quatre masses, avec intercalations marneuses, dont il n'est prévu d'exploiter que les trois premières (cf. annexe 2).

L'exploitant indique que les principaux aquifères au droit du site sont, de haut en bas, la nappe des calcaires de Brie et la nappe de l'Eocène supérieur (cf. annexe 2). La nappe des calcaires de Brie se situe au sommet de la butte d'Aulnay avec une épaisseur de calcaires saturés faible. Elle est alimentée par l'infiltration des eaux pluviales. Ses exutoires naturels correspondent à des sources situées sur les flancs de la butte (au niveau des argiles vertes) ou bien à des écoulements diffus au sein des colluvions marno-gypseuses (cf. annexe 2). La nappe de l'Eocène supérieur est une nappe d'extension régionale, maintenue captive sous les marnes infra-gypseuses et s'écoulant vers le Sud. Selon l'exploitant, elle est peu sujette aux infiltrations.

1.3. HISTORIQUE ET ETAT DES LIEUX DU SITE

1.3.1. Carrière d'Aiguisy (comprise dans le secteur 1)

La première masse de gypse (*i.e.* la couche la moins profonde) de la carrière d'Aiguisy a déjà été exploitée, entre 1974 et 2004, en souterrain puis à ciel ouvert. Une fosse, avec de l'eau au fond, et des galeries résiduelles (« cavages ») situées sur sa périphérie nord, ouest et sud témoignent de cette exploitation passée.

1.3.2. Site du fort de Vaujours (comprenant le secteur 2)

Entre 1940 et 1944, le site du fort de Vaujours a été utilisé comme dépôt de munitions par l'armée allemande, puis comme site d'essais pyrotechniques par la Poudrerie Nationale de Sevran et enfin, entre 1955 et 1997 comme terrain d'expérimentations par le CEA pour l'étude d'explosifs et du comportement de matériaux sous choc. Ces expérimentations ont été réalisées dans la partie centrale du fort, d'abord à l'air libre puis dans des

chambres de tir (semi-) confinées, et ont mis en œuvre notamment de l'uranium¹ naturel² et de l'uranium appauvri³, ce dernier provenant pour partie du retraitement d'éléments combustibles irradiés en réacteurs comme l'indique le CEA dans une note qu'il a rédigée à l'occasion du débat public organisé en 2018 en vue de l'ouverture de la carrière par la société Placoplâtre.

Lors de la construction du fort en 1877, des puits maçonnés ont été implantés afin d'assurer l'élimination des eaux pluviales par infiltration au sommet de la première masse de gypse à une trentaine de mètres de profondeur. Certains puits, tels que les puits P1, P2 et P4, ont été dotés, en leur fond, de galeries horizontales afin d'intercepter suffisamment de fissures dans le gypse pour permettre l'infiltration du débit d'eau attendu. Du fait de la dissolution du gypse au contact des eaux d'infiltration, des cavités se sont rapidement développées au pied des puits, provoquant l'effondrement de certains. C'est notamment le cas pour le puits P1, effondré et remplacé en 1985 par le nouveau puits P1 construit à quelques mètres de distance et possédant un tubage en fonte.

Le puits P2, connecté à des chambres de tir, a recueilli les eaux de lavage de ces chambres à l'issue des expérimentations du CEA. Le puits P4, quant à lui, n'a pas été impacté par l'infiltration d'eaux de lavage mais, du fait de son implantation dans la partie centrale du fort, il a pu, selon l'IRSN, être impacté par la lixiviation des retombées au sol des tirs aériens. Il est à noter que les puits P2 et P4 se situent à moins de 100 m du périmètre de l'ICPE. Seuls sont inclus dans le périmètre de l'ICPE l'ancien et le nouveau puits P1 ; ces deux puits P1 n'étaient cependant reliés à aucune chambre de tir.

Des opérations d'assainissement des sols et de structures ont été menées par le CEA en vue de la cessation de ses activités sur le site du fort. A l'issue de la procédure de cessation d'activité, compte tenu des pollutions résiduelles pyrotechniques et radioactives, des servitudes d'utilité publique (SUP) sur l'utilisation des sols et du sous-sol ainsi que sur l'exécution de certains travaux ont été instaurées en 2005 par un arrêté inter-préfectoral. Eu égard à la présence éventuelle de radioactivité résiduelle (autre que naturelle) dans les terrains, cet arrêté précise notamment que « tous travaux de terrassement, d'excavation ou intervention sous la surface du sol [...] sont réalisés avec les précautions conformes aux règles de radioprotection. [...] Les déchets éventuellement contaminés sont évacués selon les règles en vigueur. Les terres issues de travaux de terrassement [...] ou modification du terrain doivent être stockées sur le site même ». Par ailleurs, « en cas d'ouverture de carrière, les modalités d'extraction et les conditions de sortie des matériaux sont fixées dans l'autorisation correspondante qui détermine notamment les niveaux de radioactivité acceptables tant du point de vue de la santé des travailleurs que des usages prévus des matériaux ».

Après rachat d'une partie du site du fort par la société Placoplâtre en 2010 en vue d'exploiter le gypse sous-jacent, celle-ci a réalisé des opérations de dépollution pyrotechnique, de désamiantage, d'assainissement radiologique, de terrassement de terres ainsi que de démolition/retrait de structures (bâtiments, canalisations...). Dans le cadre des travaux de démolition, une contamination par de l'uranium a été découverte sur des fûts et des objets ainsi que dans les terres avoisinantes, entre juillet 2017 et mars 2018⁴. En outre, la

¹ L'uranium mis en œuvre sur le site du fort de Vaujours, qu'il soit naturel ou appauvri, est constitué des isotopes 238 et 235 à l'équilibre avec leurs premiers descendants. Ainsi, les radionucléides qu'il contient sont l'uranium 238, le thorium 234, le protactinium 234m, l'uranium 234, l'uranium 235 et le thorium 231.

² Uranium présentant une abondance (en %) de ses trois isotopes (238, 234 et 235) correspondant à celle de l'uranium d'origine naturelle.

³ Uranium dont l'abondance en uranium 235 est inférieure à celle de l'uranium naturel et contenant des traces d'uranium 236 lorsqu'il provient du retraitement d'éléments combustibles irradiés en réacteurs.

⁴ Les objets sont actuellement entreposés dans une casemate dédiée du fort de Vaujours (côté Seine-et-Marne) en attendant d'être pris en charge par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra). Les terres contaminées issues de l'assainissement des

découverte du merlonnage de bâtiments, préalablement à leur démolition, a conduit au déplacement des terres de merlonnage vers les zones A1, A2 et A3 du secteur 2 et à la constitution des tas n°1, 2 et 3⁵ d'un volume total de 108 000 m³ (terres appelées « terres de recouvrement des bâtiments » par la suite). Les tas n°1 et 2 ont été constitués avant la découverte des fûts et objets contaminés ; le tas n°3 ultérieurement. L'exploitant indique ainsi que trois « anomalies » radiologiques ont été identifiées, deux au niveau du tas n°1 et une au niveau du tas n°2. Il précise à cet égard que l'activité maximale mesurée est de 0,5 Bq/g de thorium 234 dans le tas n°1. Enfin, les gravats de démolition des bâtiments ont été pour partie utilisés pour le renforcement des pistes de circulation, le reliquat étant entreposé sur le site du fort.

Les opérations d'assainissement et de déconstruction ont été menées à leur terme dans le secteur 2 du périmètre de l'ICPE, à l'exception de la déconstruction des puits P1 prévue au moment des opérations de découverte du gypse dans la zone où ils se trouvent, ainsi que de la dépollution de deux zones (appelées « zones polluées » par la suite) et du retrait des infrastructures qui s'y trouvent. Les sols de la première zone, située au niveau du bâtiment LG3, sont pollués radiologiquement et chimiquement. L'exploitant indique que les terres de cette zone sont actuellement bâchées en attendant l'assainissement de la zone qui aura lieu après l'obtention de l'autorisation d'exploiter l'ICPE. Les sols de la seconde zone, dénommée A3 Est, présentent une pollution par des matériaux amiantifères. L'exploitant indique que les travaux de désamiantage seront eux aussi effectués après l'obtention de l'autorisation d'exploiter l'ICPE.

1.4. MODALITES D'EXPLOITATION RETENUES ET MATERIAUX IMPLIQUES

La société Placoplatre prévoit d'exploiter le gypse à ciel ouvert et de réaménager la carrière au fur et à mesure de l'avancée de l'exploitation (cf. annexe 3). Elle indique que l'exploitation débutera au niveau de la fosse d'Aiguisy en secteur 1 (pour les deuxième et troisième masses de gypse) et se poursuivra vers l'est et le site du fort (secteur 2) pour les trois premières masses de gypse (cf. annexe 4). L'exploitant précise les différentes étapes d'exploitation, à savoir (i) le défrichement des terrains si nécessaire, (ii) la découverte du gypse, (iii) l'extraction du gypse (par tirs de mine pour la première masse uniquement et par abattage mécanique pour toutes les masses), (iv) le concassage in situ du gypse extrait, (v) le convoyage du gypse concassé au moyen d'une bande transporteuse jusque dans l'usine de transformation de Vaujours, (vi) le remblaiement coordonné de la fosse d'extraction du gypse, (vii) la végétalisation des terrains remblayés.

Pour ce qui concerne plus particulièrement le remblaiement de la fosse, l'exploitant prévoit d'utiliser (i) les terres, assainies, de recouvrement des bâtiments et celles issues des deux zones polluées après assainissement, (ii) les matériaux issus de la découverte du gypse (terres végétales⁶, limons, calcaires, marnes et argiles), (iii) les gravats de démolition des bâtiments et de l'ancien puits P1 et (iv) des matériaux extérieurs. Il précise que les matériaux déblayés sur le site seront utilisés pour le remblaiement de la fosse de préférence sans entreposage intermédiaire. Concernant les gravats de démolition des bâtiments et de l'ancien puits P1, l'exploitant prévoit de les valoriser pour la réalisation et le renforcement des pistes de circulation qui seront ensuite recouvertes au sein de la fosse après son remblaiement total.

zones impactées ont été mises en « big-bags » et sont entreposées dans une dizaine de bâtiments couverts du côté seine-et-marnais du fort, en attente de leur évacuation vers des filières à définir.

⁵ Le tas n°3 comprend également les terres de recouvrement des bâtiments déjà démolis dans les zones A8, A9, A10 et A12 situées du côté seine-et-marnais du site du fort de Vaujours (en dehors du fort lui-même).

⁶ Seules les terres végétales provenant de la partie boisée située au Nord du périmètre ICPE (hors secteur 2) seront utilisées pour constituer la couche finale de la remise en état du site.

Afin de permettre l'évacuation des terres polluées hors du site du fort vers des filières adaptées et la mise en remblai de matériaux issus du secteur 2 soumis aux SUP vers la fosse d'extraction du gypse pouvant se situer hors du secteur 2 selon le phasage de l'exploitation (cf. annexe 4), l'exploitant a sollicité une modification des SUP.

2. ENJEUX ASSOCIES A L'EXPLOITATION DE LA FUTURE CARRIERE

Les différents matériaux qui seront mis en jeu lors de l'exploitation de la future carrière (cf. § 1.4) peuvent avoir été impactés par les activités réalisées sur le site du fort et, de ce fait, présenter des teneurs en radionucléides supérieures à celles de matériaux identiques non soumis à l'influence de ces activités, c'est-à-dire dont la radioactivité est au niveau du « bruit de fond environnemental ». Lorsque la présence de radioactivité à des niveaux supérieurs au niveau du bruit de fond est avérée, suspectée ou ne peut pas être exclue, ces matériaux sont considérés, dans le présent avis, comme « à enjeu radiologique ». Les enjeux suspectés et ceux ne pouvant pas être exclus en première approche nécessitent d'être consolidés par le biais de l'amélioration des connaissances des caractéristiques radiologiques des matériaux concernés (*i.e.* la réalisation de mesures ; cf. § 4). En effet, les enjeux radiologiques consolidés constituent la base à partir de laquelle doivent être confirmés ou réévalués le devenir des matériaux (valorisation ou élimination dans une filière de gestion de déchets ; cf. chapitre 3), les risques d'exposition des personnes (travailleurs, riverains ; cf. chapitre 5) ou de marquage de l'environnement (cf. chapitre 6) dus à leur présence ou manipulation, ainsi que les dispositions de protection et de surveillance adaptées à mettre en place (cf. chapitres 5 et 6). Les enjeux radiologiques associés aux matériaux, identifiés à ce stade par l'exploitant et par l'IRSN, sont discutés au paragraphe 2.1 et sont synthétisés en annexe 5.

Par ailleurs, les opérations qui seront menées dans le cadre du projet peuvent conduire à une vulnérabilité potentielle des milieux et notamment des aquifères ; c'est le cas en particulier de la nappe de l'Eocène supérieur (cf. § 2.2).

2.1. ENJEUX RADIOLOGIQUES ASSOCIES AUX MATERIAUX

2.1.1. Matériaux présents sur site avant exploitation

L'exploitant retient un enjeu radiologique pour les terres de recouvrement des bâtiments et les terres issues des zones polluées, où des anomalies radiologiques et une contamination ont été mises en évidence, ce qui n'appelle pas de commentaire de l'IRSN. Concernant les gravats issus de la déconstruction à venir des infrastructures encore en place dans les zones polluées, l'IRSN estime qu'ils présentent un enjeu radiologique potentiel (notamment pour ce qui concerne les infrastructures de la zone située au niveau du bâtiment LG3 où des pollutions radiologiques ont été identifiées). Concernant les gravats issus des démolitions déjà réalisées, l'exploitant ne considère pas d'enjeu radiologique sur la base des résultats des caractérisations effectuées, ce dont l'IRSN convient, l'Institut s'étant déjà prononcé sur ce point en 2015 (cf. avis N°2015-00015).

2.1.2. Puits P1 et matériaux environnants, hors gypse

Dans son dossier, l'exploitant évoque « le puits P1 », sans distinguer l'ancien et le nouveau puits. Compte tenu des résultats des investigations menées à partir de la fin des années 1990 et considérant que « le puits P1 »

n'avait pas vu transiter d'effluents de lavage des chambres de tir, l'exploitant considère que « le puits P1 » n'est pas à enjeu radiologique.

L'IRSN convient de l'absence d'enjeu radiologique associé au nouveau puits P1. En revanche, l'IRSN considère que l'ancien puits P1 étant contemporain des expérimentations à l'air libre et n'ayant pas fait l'objet d'un état des lieux radiologique puisqu'effondré dans les années 1980, une contamination par les eaux d'infiltration de sa structure maçonnée et *in fine* des matériaux géologiques environnants ne peut pas être totalement exclue à ce stade.

Au vu de ces éléments, l'IRSN recommande que l'exploitant confirme l'absence d'enjeu radiologique associé à l'ancien puits P1 (structure maçonnée et matériaux environnants) sur la base des résultats de caractérisations précises. Si l'enjeu venait à être avéré, il conviendrait que l'exploitant adapte les modalités de gestion de ces matériaux à cet enjeu et mette à jour ses évaluations de l'exposition des personnes (cf. § 3.2.2, 4 et 5.1).

2.1.3. Gypse

Sur la base, d'une part des éléments évoqués au paragraphe 2.1.2 conduisant l'exploitant à ne pas retenir « le puits P1 » comme voie de transfert possible de polluants radiologiques vers le gypse, d'autre part de la présence au-dessus du gypse d'une couche de marnes et argiles, peu perméables, assurant une protection des couches sous-jacentes vis-à-vis d'éventuelles pollutions en surface, l'exploitant ne retient pas d'enjeu radiologique associé au gypse qu'il prévoit d'exploiter dans le périmètre de l'ICPE.

L'IRSN estime que, lors des expérimentations conduites par le CEA dans la partie centrale du fort, les puits d'infiltration recueillant les eaux pluviales et (pour certains) les eaux de lavage des chambres de tir ont constitué une des principales voies de dissémination des matières mises en œuvre (explosifs, métaux dont l'uranium) vers la première masse de gypse.

Compte tenu du pendage des couches géologiques, l'exploitant considère que les écoulements des eaux issues des puits d'infiltration sont dirigés vers le sud, en dehors du périmètre de l'ICPE. Toutefois l'IRSN estime que le pendage des couches géologiques n'est pas suffisant pour déterminer les directions d'écoulement des eaux au travers des fissures de la première masse de gypse. Aussi, l'IRSN estime qu'il est possible que les eaux issues des puits P2 et P4, proches du périmètre de l'ICPE, aient pu circuler vers le nord (*via* le réseau de fissures) dans les zones de fracturation de la première masse de gypse qui sera exploitée dans la carrière ICPE et y apporter des traces d'uranium. Par conséquent, l'IRSN considère qu'à ce stade des connaissances, un enjeu radiologique ne peut pas être totalement exclu au niveau des fissures où les eaux issues des puits P2 et P4 ont pu circuler (cf. § 1.3.2).

Par ailleurs, l'IRSN considère qu'il n'est pas exclu que la fosse d'Aiguisy, telle qu'elle subsiste depuis la fin de son exploitation en 2004, puisse drainer des eaux issues des puits d'infiltration. En raison de l'interface entre ces eaux et le gypse, l'IRSN considère qu'à ce stade des connaissances, un enjeu radiologique ne peut pas être exclu pour la seconde masse de gypse au niveau de la fosse d'Aiguisy. Aussi, l'IRSN recommande que l'exploitant statue quant à l'enjeu radiologique associé au gypse dans les zones sous influence potentielle de la circulation des eaux issues des puits P2 et P4 et au niveau de la fosse d'Aiguisy, sur la base de résultats de caractérisations précises, adapte les modalités de gestion de ces matériaux à cet enjeu et, le cas échéant, mette à jour ses évaluations de l'exposition des personnes (cf. § 3, 4 et 5.1).

2.1.4. Matériaux de découverte du gypse

Sur la base de l'historique des activités passées sur le site du fort (secteur 2 du périmètre de l'ICPE) ainsi que des travaux et contrôles déjà réalisés, l'exploitant retient un enjeu radiologique potentiel pour les « terres de surface » (les terres végétales, les limons et les calcaires) issus de la découverte du gypse, ce dont l'IRSN convient. S'agissant des marnes et argiles, l'IRSN convient d'une absence d'enjeu radiologique, à l'exception de celles présentes dans l'environnement de l'ancien puits P1. Par conséquent, l'IRSN recommande que l'exploitant statue quant à l'enjeu radiologique associé aux marnes et argiles présentes dans l'environnement de l'ancien puits P1 sur la base des résultats de caractérisations précises, adapte les modalités de gestion de ces matériaux à cet enjeu et, le cas échéant, mette à jour ses évaluations de l'exposition des personnes (cf. § 3.2, 4 et 5.1).

2.1.5. Végétaux

L'exploitant indique que les végétaux restants dans le périmètre ICPE correspondent au boisement situé dans la partie nord du secteur 1, les défrichements ayant déjà été réalisés dans le secteur 2 (site du fort) avant et/ou pendant les opérations de dépollution pyrotechnique et de démolition/retrait des structures. Sur la base de la localisation de ce boisement hors du site du fort auquel sont associées les SUP radiologiques, l'exploitant ne retient pas d'enjeu radiologique pour ces végétaux, ce dont l'IRSN convient compte tenu également de la localisation du boisement en dehors des vents dominants et à plus de 100 m autour des chambres de tir, distance considérée par l'exploitant comme maximale pour le transfert possible d'aérosols consécutivement aux tirs à l'air libre.

2.2. VULNERABILITE POTENTIELLE DE LA NAPPE DE L'EOCENE SUPERIEUR

L'IRSN observe que les teneurs en uranium dans la nappe de l'Eocène supérieur, comprises⁷ entre 10 et 20 µg/L au droit du site du fort, sont supérieures à celles mesurées en d'autres points, notamment à l'amont hydraulique, avec des valeurs proches de celles mesurées dans les eaux en fond de fosse d'Aiguisy. Pour l'IRSN, ces valeurs interrogent sur un potentiel transfert de polluants présents sur le site vers la nappe de l'Eocène supérieur du fait de l'exploitation de la carrière. Aussi, l'IRSN considère que, pour apprécier la vulnérabilité de la nappe de l'Eocène supérieur, il convient de déterminer si l'uranium mesuré dans cette nappe est susceptible d'émaner des activités passées conduites sur le site du fort. Par conséquent, l'IRSN encourage l'exploitant à réaliser une levée de doute sur la nature de l'uranium détecté dans la nappe de l'Eocène supérieur, par exemple en recherchant l'uranium 236 au niveau de tous les points de surveillance des eaux (y compris des eaux au fond de la fosse d'extraction), à l'occasion d'une campagne exploratoire.

Par ailleurs, l'IRSN rappelle que l'exploitation du gypse conduit à une diminution de l'épaisseur des terrains au-dessus de cette nappe jusqu'au toit des marnes infra-gypseuses. De ce fait, l'IRSN estime que la réalisation du projet doit intégrer, à l'issue de la remise en état du site, le rétablissement d'un niveau de protection de la nappe de l'Eocène supérieur équivalent à celui qui préexistait avant toute exploitation du gypse dans le périmètre de l'ICPE. A cet égard, l'IRSN recommande la mise en place d'une couche peu perméable au fond de la fosse, préalablement à son remblaiement, sur l'ensemble de l'emprise concernée par l'exploitation, en privilégiant les marnes et argiles de découverte du gypse.

⁷ Mesures jusqu'en 2017

3. GESTION DES MATERIAUX

3.1. STRATEGIE DE GESTION DES MATERIAUX

La stratégie retenue par l'exploitant pour la gestion des matériaux impliqués dans l'exploitation de la future carrière (y compris le gypse destiné à être transformé ou le gypse potentiellement contaminé présent à proximité des puits) (cf. § 1.4) consiste en priorité en leur valorisation et, à défaut, en leur élimination dans les filières de gestion de déchets adaptées. Ainsi, pour ce qui concerne les matériaux sans enjeu radiologique, l'exploitant prévoit de les utiliser directement sur site ou de les diriger vers des filières de valorisation conventionnelles. Pour ce qui concerne les matériaux à enjeu radiologique avéré ou potentiel, l'exploitant envisage de réaliser des mesures destinées à circonscrire les éventuelles pollutions (cf. § 4), à les éliminer le cas échéant, puis à valoriser les matériaux assainis. Enfin, les matériaux dans lesquels persiste une contamination résiduelle seront éliminés en tant que déchets dans les filières de gestion appropriées (cf. § 3.2).

L'IRSN considère que, pour ce qui concerne le volet radiologique, la stratégie de gestion des matériaux retenue par l'exploitant est satisfaisante sur le principe, moyennant une modification des SUP. Par ailleurs, l'IRSN tient à souligner que la déclinaison de cette stratégie de l'exploitant repose entièrement sur la précision de la connaissance des caractéristiques radiologiques des matériaux (cf. § 4) et sur l'identification des enjeux radiologiques associés (cf. § 2.1). A cet égard, l'IRSN recommande que l'exploitant considère également comme matériaux à enjeu radiologique l'ancien puits P1 et les matériaux (dont le gypse) environnants l'ancien puits P1 et les puits P2 et P4 (cf. § 2.1).

3.2. MODALITES DE GESTION DES MATERIAUX A ENJEU RADIOLOGIQUE

3.2.1. Terres de recouvrement des bâtiments, terres issues des zones polluées, autres terres de surface

L'exploitant prévoit de réaliser des mesures radiologiques complémentaires pour les terres de recouvrement des bâtiments, les terres issues des zones polluées et les autres terres de surface (cf. § 4). Les matériaux dont la radioactivité sera supérieure au bruit de fond seront considérés comme des « anomalies radiologiques » et isolés. Les terres assainies ou naturellement exemptes de contamination et respectant les critères des matériaux inertes définis dans l'arrêté du 12 décembre 2014 seront utilisées pour remblayer la fosse d'extraction du gypse. Les terres présentant une radioactivité supérieure au bruit de fond ou ne respectant pas les critères des matériaux inertes seront, quant à elles, éliminées soit vers une installation de stockage de déchets dangereux (ISDD) si leur activité massique est inférieure à 5 Bq/g⁸, soit vers le Cires⁹ dédié au stockage de déchets de très faible activité (TFA), si leur activité est supérieure à cette valeur. L'IRSN considère que les modalités de gestion retenues par l'exploitant pour les terres de recouvrement des bâtiments, les terres issues des zones polluées et les autres terres de surface sont pertinentes et relèvent d'une gestion des déchets optimisée, voire contraignante dans la mesure où la réglementation actuelle autorise une mise en ISDD de déchets présentant une radioactivité jusqu'à 20 Bq/g pour les radionucléides des chaînes de l'uranium. Toutefois, l'IRSN souhaite appeler l'attention de l'exploitant sur les critères d'acceptation des installations de stockage de déchets au regard de la présence de radionucléides d'origine artificielle, pour ce qui est des filières conventionnelles, et d'éventuelles pollutions

⁸ 5 Bq/g par radionucléide présent.

⁹ Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage de déchets de Morvilliers, géré par l'Andra.

concomitantes (par exemple, amiante et/ou substances chimiques notamment hydrocarbures). A cet égard, même si aucune contamination radiologique n'a été détectée à ce jour dans la zone A3 Est polluée par des matériaux amiantifères, l'IRSN souligne qu'en cas de pollution concomitante d'un matériau par de l'amiante et un ou plusieurs radionucléides, l'exploitant pourrait être confronté à une absence de filière opérationnelle pour ce type de déchets. En tout état de cause, les modalités de gestion des déchets présentées par l'exploitant pourront être affinées ou révisées au vu des données consolidées qui seront acquises par le biais des mesures radiologiques à venir (volume et nature des pollutions et activités/concentrations associées).

3.2.2. Puits P1 et matériaux environnants

Au cours de l'instruction, l'exploitant indique que les puits P1 seront démolis par tranches d'environ 5 mètres au fur et à mesure des phases de terrassement. N'identifiant pas d'enjeu radiologique associé aux puits P1 et aux matériaux environnants (cf. § 2.1.2), il prévoit, sans contrôle particulier, de récupérer les matériaux de maçonnerie constituant l'ancien puits P1 et de les placer avec les gravats de démolition des bâtiments pour un devenir similaire (utilisation pour les pistes de circulation qui seront *in fine* recouvertes au sein de la fosse après son remblaiement total). Concernant le tubage en fonte du nouveau puits P1, il indique que celui-ci sera entreposé dans une benne à métaux puis valorisé à l'extérieur en filière conventionnelle après contrôle en sortie de site (cf. § 4). Compte tenu des enjeux radiologiques discutés au paragraphe 2.1.2, l'IRSN estime que le principe de gestion des matériaux de déconstruction des puits P1 est satisfaisant à condition de démontrer l'absence d'enjeu radiologique associé à l'ancien puits P1 (cf. § 4). A défaut, les matériaux concernés devront être gérés en cohérence avec la stratégie de gestion des matériaux présentant un enjeu radiologique.

Enfin, s'agissant des matériaux environnants l'ancien puits P1, l'exploitant n'évoque pas de modalités de gestion spécifiques. L'IRSN estime que la stratégie préconisée ci-dessus pour les matériaux des puits P1, est également applicable aux matériaux environnant ce puits.

4. CARACTERISATIONS RADIOLOGIQUES DES MATERIAUX ET MOYENS MIS EN ŒUVRE

4.1. STRATEGIE DE CARACTERISATION RADIOLOGIQUE DES MATERIAUX

L'exploitant prévoit la réalisation de mesures radiologiques sur tous les matériaux, à l'exception de ceux qu'il considère sans enjeu radiologique, qui, de ce fait, seront valorisés dans le périmètre de l'ICPE ou dans des filières spécifiques (végétaux, métaux,...). L'IRSN considère que la stratégie de mesures radiologiques des matériaux impliqués lors de l'exploitation de la carrière, retenue par l'exploitant, est satisfaisante sur le principe. Toutefois, concernant sa déclinaison, l'IRSN appelle l'attention sur la nécessité de réaliser une caractérisation radiologique de tous les matériaux à enjeu radiologique mentionnés au paragraphe 2.1. La caractérisation est en effet une étape fondamentale en vue de l'identification des possibilités de valorisation des matériaux ou, à défaut, de leur filière d'élimination. A cet égard, l'IRSN considère que, pour les matériaux excavés lors de l'exploitation de la carrière, l'exploitant doit démontrer, en préalable à l'exploitation, sa capacité à réaliser la caractérisation de l'ensemble des matériaux à enjeu radiologique et ce, avec un haut niveau de confiance. En outre, l'IRSN recommande que l'exploitant réévalue chaque fois que nécessaire la déclinaison de sa stratégie de gestion des matériaux à la lumière des résultats de caractérisation radiologique.

4.2. MODALITES DES CARACTERISATIONS RADIOLOGIQUES

Pour ce qui concerne les terres de recouvrement des bâtiments, les terres issues des zones polluées et les autres terres de surface, l'exploitant prévoit la réalisation de mesures radiologiques par spectrométrie gamma sur des échantillons prélevés par sondage. Pour ce qui concerne les métaux destinés à être valorisés à l'extérieur, il prévoit d'utiliser un portique de détection de la radioactivité situé en sortie de site. Enfin, pour ce qui concerne le gypse, il retient trois niveaux de contrôle : (1) des contrôles, par sondages et analyses par spectrométrie gamma, avant l'extraction de la 1^{ère} masse de gypse, (2) des contrôles, par portique de détection de la radioactivité, des 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} masses de gypse au cours de leur traitement (concassages) et (3) des contrôles par scintillateur plastique installé sur le convoyeur à bande transportant les trois masses de gypse vers l'usine de transformation.

S'agissant des modalités de prélèvement des échantillons par sondage, l'IRSN estime que l'objectif de confiance (de 99%) associé au plan d'échantillonnage (en particulier au maillage et au pas d'échantillonnage), visé par l'exploitant pour le gypse, est satisfaisant. Toutefois, en l'absence de données établies ou fournies par l'exploitant, l'IRSN ne peut pas se prononcer sur la pertinence du plan d'échantillonnage retenu pour les autres matériaux (terres de recouvrement des bâtiments, terres issues des zones polluées et autres terres de surface). Aussi, l'IRSN estime que l'exploitant devra s'assurer que le maillage et le pas d'échantillonnage qu'il retient pour les différentes zones concernées par des prélèvements par sondage permettent d'atteindre un haut niveau de confiance dans les résultats.

S'agissant de la spectrométrie gamma retenue par l'exploitant pour l'analyse des différents matériaux, l'IRSN note que celle-ci met en œuvre des détecteurs autorisant des limites de détection suffisamment basses par rapport aux bruits de fond. L'IRSN appelle l'attention sur l'importance de l'interprétation des spectres obtenus par cette technique, qui doit cibler la mise en évidence de l'ensemble des radionucléides d'intérêt. Par ailleurs, étant donnée la variabilité observée de l'activité dans les matériaux de différentes natures analysés par le passé, l'IRSN estime que l'exploitant devra établir les bruits de fond radiologiques des différents types de matériaux concernés par les analyses par spectrométrie gamma, par des recherches bibliographiques ou des mesures, afin de limiter les risques de mauvaise interprétation des résultats d'analyse.

S'agissant des contrôles par le système de détection prévu sur le convoyeur à bande par lequel passera le gypse destiné à l'usine de Vaujours, les capacités théoriques de ce système peuvent comprendre, sous certaines hypothèses, une limite de détection du système inférieure à 1 Bq d'uranium 238 par gramme de gypse, seuil réglementaire au-dessus duquel il convient de faire des études spécifiques pour déterminer si des dispositions de radioprotection sont nécessaires pour l'utilisation d'un matériau de construction. L'exploitant indique qu'il doit encore (i) vérifier par la mesure l'adéquation des moyens de détection qui seront mis en œuvre sur le convoyeur à bande avec le seuil visé d'1 Bq/g en uranium 238, (ii) conduire des tests pour adapter les réglages du convoyeur et des détecteurs en fonction du bruit de fond local et (iii) conduire des études théoriques pour évaluer les capacités du système installé sur le convoyeur à bande à détecter des sources ponctuelles d'uranium. En effet, la présence et la localisation de telles sources ponctuelles en surface ou au fond de la bande de gypse transportée sont susceptibles d'influer sur la limite de détection. La fiabilité et la confiance qui peut être accordée aux mesures radiologiques des matériaux constituant un élément clef de la stratégie de gestion des matériaux, l'IRSN estime que les études susmentionnées relatives au système de détection prévu par l'exploitant sur le convoyeur à bande transportant le gypse vers l'usine doivent avoir été validées, du point de vue opérationnel, avant le commencement de l'exploitation du gypse.

Enfin, s'agissant des contrôles par portique de détection, l'IRSN souligne que l'utilisation d'un tel portique permet seulement de détecter, dans la masse du matériau passant sous le portique, une anomalie radiologique

significative par rapport au bruit de fond radiologique ambiant. En effet, la limite de détection indiquée par l'exploitant est par exemple de 15 Bq/g pour l'uranium dans le gypse. Malgré cela, l'IRSN considère que l'utilisation d'un portique de détection reste une bonne pratique permettant de contrôler la totalité du gypse et des matériaux sortant du site, lorsqu'elle est accompagnée par des investigations préalables ciblées qui restent le moyen le plus adapté pour prévenir tout risque de dissémination de matériaux contaminés.

5. EXPOSITIONS RADIOLOGIQUES DES TRAVAILLEURS ET DES RIVERAINS ET DISPOSITIONS DE PROTECTION ET DE SURVEILLANCE ASSOCIEES

5.1. EXPOSITIONS RADIOLOGIQUES DES TRAVAILLEURS ET DES RIVERAINS

Sur la base des mesures réalisées durant les différentes phases d'assainissement du site du fort et de la géologie du site, l'exploitant considère que les phases de découverte du gypse (à partir des argiles vertes), d'exploitation et de réaménagement ne sont pas susceptibles d'entraîner un impact radiologique. Plus précisément, il considère que seul le déplacement des terres remaniées historiquement lors du découvrage des bâtiments vers la fosse d'Aiguisy lors de leur transport ou des opérations de chargement et déchargement des dumpers est susceptible d'occasionner une exposition radiologique des travailleurs et des riverains.

L'IRSN convient que la gestion des terres de recouvrement des bâtiments, pour une partie desquelles une contamination est avérée, est susceptible d'induire un impact radiologique au début de l'exploitation de la carrière. Toutefois, le risque de transfert de la pollution de la surface du site vers le sous-sol ne pouvant pas être exclu, l'IRSN considère, à ce stade, qu'un impact est envisageable à chacune des phases d'exploitation du site et que l'évaluation de l'impact associé à la gestion des terres de recouvrement, seules, ne permet pas de donner une vision globale de l'impact radiologique lié au projet. Ainsi, l'IRSN constate que, pour les « autres terres de surface¹⁰ », l'ancien puits P1 et les matériaux dans son environnement, la première masse de gypse située sous influence potentielle des puits P2 et P4, ainsi que le gypse au niveau de la fosse d'Aiguisy, pour lesquels l'Institut a identifié un enjeu radiologique potentiel, l'exploitant n'a retenu aucun scénario d'exposition radiologique associé à la manipulation de ces matériaux. L'IRSN recommande que, sur la base des résultats des investigations radiologiques prévues par l'exploitant ou préconisées par l'IRSN au paragraphe 4.1 pour ces matériaux, l'exploitant identifie les éventuelles sources additionnelles d'exposition radiologique et évalue les impacts associés en conséquence au travers de nouveaux scénarios, pour chacune des phases d'exploitation de la carrière. De même, l'exploitant ne considère pas, à l'heure actuelle, de scénario d'exposition radiologique associé aux zones polluées (notamment celle située au niveau du bâtiment LG3). Aussi, l'IRSN recommande qu'à l'issue des investigations radiologiques complémentaires prévues par l'exploitant dans ces zones, celui-ci considère les contaminations identifiées précisément comme sources d'exposition radiologique et évalue les impacts associés.

Pour évaluer l'impact radiologique associé au seul déplacement des terres remaniées de recouvrement des bâtiments, l'exploitant retient deux configurations différentes : (i) des terres et objets contaminés non découverts durant les opérations de terrassement et pouvant être présents dans les trois tas de terres de recouvrement des bâtiments, et (ii) une pollution résiduelle pouvant subsister au droit d'une zone de découverte assainie malgré les moyens mis en œuvre pour atteindre l'assainissement total visé. La configuration (i) se

¹⁰ Terres de surface autres que les terres de recouvrement des bâtiments et les terres issues des zones polluées

caractérise par un volume de 300 m³ qui correspond au volume du plus gros spot de terres contaminées lié à des objets enterrés découverts. La configuration (ii) est, quant à elle, caractérisée par un volume de 60 m³, correspondant à 20 % du volume précédent. Dans les deux cas, des concentrations d'activité de 23 Bq/g, pour l'uranium 234 et l'uranium 238 et de 1 Bq/g pour l'uranium 235, sont retenues, valeurs qui correspondent à la concentration d'activité maximale historiquement mesurée sur le site du fort.

Deux scénarios d'exposition sont associés à ces configurations par l'exploitant :

S'agissant des travailleurs, le scénario retenu correspond à leur exposition aux poussières émises lors de la reprise, à l'aide d'engins mécaniques, des tas de terres à des fins de remblaiement de la fosse d'Aiguisy.

S'agissant des riverains, le scénario retenu correspond à leur exposition lors de l'utilisation des eaux de la nappe de l'Eocène supérieur pour la boisson, ces eaux étant supposées présenter une contamination induite par la lixiviation des terres de remblaiement de la fosse d'Aiguisy.

L'exploitant indique que l'exposition radiologique des travailleurs qu'il a évaluée est faible (22 µSv au maximum, pour l'ensemble des opérations de déplacement des matériaux), uniquement au travers de la voie inhalation de poussières, les autres voies d'exposition étant considérées comme négligeables. Pour les riverains, l'exposition radiologique est évaluée à 10 µSv/an au maximum, pour la seule voie d'ingestion d'eau. L'exploitant ne réalise pas d'évaluation de l'exposition des riverains par inhalation due à des envols de poussière.

L'IRSN estime que les hypothèses retenues par l'exploitant pour évaluer l'impact associé au déplacement des terres de recouvrement des bâtiments sont pénalisantes dans la mesure où elles combinent les volumes maximaux de terres présentant effectivement des anomalies et les activités les plus élevées rencontrés sur le site du fort, lors des opérations d'assainissement déjà réalisées. L'IRSN constate ainsi que dans les tas de terres de recouvrement actuellement entreposés sur le site du fort, l'activité maximale mesurée est de 0,5 Bq/g d'uranium, soit 40 fois plus faible que la valeur retenue par l'exploitant. Compte tenu de ces hypothèses, l'IRSN convient que l'exposition des travailleurs pour cette situation restera faible.

Conformément à son avis 2015-00015, l'IRSN convient que, sur la base des mesures de débit d'équivalent de dose faites sur le site du fort jusqu'à aujourd'hui et des évaluations d'impact réalisées par l'exploitant par le passé, l'exposition externe et l'exposition par ingestion de poussières des travailleurs sur site peuvent être négligées au regard de l'inhalation de poussières dans le contexte du site du fort de Vaujourn.

S'agissant de l'exposition des riverains, l'ordre de grandeur de l'impact calculé pour le scénario de consommation d'eau de la nappe de l'Eocène supérieur n'appelle pas de commentaire de l'IRSN, au regard des hypothèses pénalisantes retenues par l'exploitant sur les volumes et les activités considérés pour la source de pollution. Pour ce qui concerne l'exposition par inhalation de poussières, l'IRSN considère que compte tenu de l'éloignement de quelques centaines de mètres par rapport au site des riverains les plus proches et de la dispersion atmosphérique attendue sur une telle distance, cette voie d'exposition peut effectivement être négligée.

Enfin, l'IRSN note qu'au-delà de l'impact radiologique associé aux radio-isotopes de l'uranium, l'exploitant ne considère pas le risque chimique associé à cet élément dans son évaluation des risques sanitaires chimiques. Or, la toxicité chimique de l'uranium pour l'homme est prépondérante par rapport à sa radiotoxicité pour les types d'uranium manipulés sur le site du fort par le passé. Aussi, l'IRSN recommande que l'exploitant réalise une évaluation du risque chimique pour l'homme associé à l'uranium pour chacun des scénarios pertinents au vu des enjeux potentiels identifiés au paragraphe 4.1.

5.2. DISPOSITIONS DE PROTECTION ET DE SURVEILLANCE

S'agissant des dispositions retenues par l'exploitant pour la protection des travailleurs, celles-ci consistent d'une manière générale essentiellement à les protéger de l'impact des poussières (par le port de masques à poussières, le recours à des engins de chantier équipés de cabines en surpression, des arrosages des pistes de circulation des engins...), ce qui n'appelle pas d'observation de la part de l'IRSN sur le principe. L'exploitant indique retenir de telles dispositions de protection pour les opérateurs de terrassement des terres accolées aux bâtiments et de dépollution pyrotechnique et pour les conducteurs d'engins, mais ne mentionne pas particulièrement de dispositions de protection pour les travailleurs effectuant d'autres opérations mettant en œuvre des matériaux pour lesquels un enjeu radiologique avéré ou potentiel (cf. § 2.1) a été identifié (opérateurs de terrassement des terres des zones polluées, des terres de recouvrement des bâtiments et des matériaux environnants l'ancien puits P1, opérateurs intervenant lors de la démolition de l'ancien puits P1 et de la gestion des matériaux de démolition engendrés). Aussi, il conviendrait que, sur la base des enjeux radiologiques identifiés, l'exploitant prévoi, le cas échéant, des dispositions de protection pour les travailleurs susmentionnés.

S'agissant de la protection des riverains, l'IRSN estime que l'arrosage des pistes envisagé par l'exploitant pour limiter l'envol des poussières concourt également à leur protection, ce qui est satisfaisant.

S'agissant de la surveillance radiologique des postes de travail, l'exploitant retient la mise en œuvre d'au moins un dispositif de prélèvement atmosphérique au plus près des chantiers de terrassement et de dépollution pyrotechnique des terres accolées aux bâtiments, ainsi que de « terrassement des infrastructures ». Il ne précise toutefois pas les éventuelles dispositions de surveillance qu'il retient pour d'autres chantiers mettant en œuvre des matériaux pour lesquels un enjeu radiologique avéré ou potentiel (cf. § 2.1) a été identifié (terrassement des zones polluées, des terres de recouvrement des bâtiments et des matériaux environnants l'ancien puits P1, démolition de l'ancien puits P1 et gestion des matériaux de démolition produits, extraction, concassage, transport de la première masse de gypse située à proximité des puits P2 et P4 ainsi que du gypse situé au niveau de la fosse d'Aiguisy). Aussi, à l'instar des dispositions de protection des travailleurs, il conviendrait que, sur la base des enjeux radiologiques identifiés, l'exploitant prévoi, le cas échéant, des dispositions de surveillance radiologique des postes de travail susmentionnés.

S'agissant de la surveillance radiologique des riverains, celle-ci est conduite par le biais de la surveillance de l'environnement décrite dans le chapitre suivant.

6. IMPACT RADIOLOGIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES DE SURVEILLANCE ASSOCIEES

L'influence sur l'environnement des activités menées sur le site est appréhendée au travers de l'analyse des résultats de la surveillance de la qualité de l'air, des eaux souterraines et des eaux de surface collectées sur le site, ce que l'IRSN estime pertinent.

6.1. ENVIRONNEMENT ATMOSPHERIQUE

L'impact radiologique du site sur l'environnement atmosphérique est dû à l'éventuel transfert d'aérosols contaminants dans l'environnement immédiat du site. Afin de contrôler le niveau d'aérosols contaminants dans

l'air, l'exploitant prévoit, durant toute la période d'exploitation et de remise en état de la carrière, de poursuivre les dispositions déjà en place :

- aux quatre points cardinaux en bordure d'exploitation :
 - ✓ des balises (dites « à filtre déroulant » par la suite) de prélèvement et de mesures (α et β globales) en temps réel, permettant la détection d'éventuelles élévations de la radioactivité liées aux activités industrielles. Un seuil d'investigation est associé à ces balises ;
 - ✓ des dispositifs de prélèvement sur filtres fixes mesurés (par contaminamètre (α , β et γ)) en différé mensuellement ou instantanément en cas de dépassement du seuil d'investigation associé aux balises à filtre déroulant. Ces dispositifs permettent de dédouaner les fausses alertes et d'obtenir des données plus précises sur un éventuel évènement. Des seuils d'investigation sont associés à ces dispositifs ;
- dans les localités environnantes du site, des dispositifs de prélèvement atmosphérique sur filtres fixes pour mesure en α global en différé, permettant d'assurer une surveillance en champ éloigné et au plus proche de la population. Des seuils d'investigation sont associés à ces dispositifs.

La poursuite à l'identique de la surveillance de l'environnement atmosphérique telle qu'envisagée par l'exploitant n'appelle pas de commentaire de l'IRSN, les opérations envisagées sur le site n'étant pas de nature à remettre en cause les conclusions formulées par l'IRSN dans ses avis précédents (N°2015-00015 et N°2016-00131). Toutefois, les modalités de détection d'éventuels évènements et la gestion qui en découle appellent les observations suivantes.

S'agissant des balises à filtre déroulant, l'IRSN estime qu'en situation normale les balises en bordure de site enregistreront principalement le bruit de fond dû aux descendants du radon au niveau local. Concernant le seuil d'investigation associé à ces balises, l'exploitant a réalisé une étude dans le but d'optimiser sa valeur tout en limitant le nombre de fausses alarmes. A cet égard, il a fait le choix de retenir une unique valeur correspondant à la valeur maximale parmi celles calculées pour chacune des quatre balises mises en place. L'IRSN estime ceci satisfaisant sur le principe, tout en considérant que le seuil d'investigation associé aux balises à filtre déroulant devrait correspondre au niveau supérieur de la gamme de variation du bruit de fond associé au radon.

S'agissant des éventuels dépassements de seuil, l'IRSN estime nécessaire que l'exploitant élabore et mette en place une procédure graduelle décrivant l'analyse de l'évènement, les éventuelles mesures radiologiques complémentaires¹¹ permettant de déterminer précisément l'origine de l'évènement, et les dispositions prévues pour le gérer.

6.2. EAUX SOUTERRAINES

L'actuel suivi radiologique de la qualité des eaux souterraines a été établi en considérant les pollutions radiologiques présentes sur l'ensemble du site du fort, c'est-à-dire sur les parties du site situées en Seine-Saint-Denis (secteur 2 du périmètre ICPE) et en Seine-et-Marne (hors de la présente demande d'autorisation). L'IRSN observe donc que l'impact radiologique potentiel du site du fort sur les eaux souterraines est susceptible de persister tant que le secteur 2 du périmètre ICPE n'aura pas été assaini et exploité et la partie seine-et-marnaise du site du fort assainie et/ou exploitée comme l'envisage l'exploitant à plus long terme. En tout état de cause,

¹¹ Pour l'interprétation des résultats de ces mesures complémentaires, il conviendra que, préalablement à l'exploitation de la carrière, l'exploitant ait réalisé des mesures permettant d'établir le bruit de fond radiologique du site en termes de seuils de référence pour ces types de mesure.

l'impact radiologique potentiel de la future carrière sur les eaux souterraines concerne essentiellement la nappe de l'Eocène supérieur en phase d'exploitation (cf. § 2.2), la nappe des calcaires de Brie étant vouée à disparaître progressivement sur l'emprise exploitée au fur et à mesure des excavations.

Pour contrôler la qualité radiologique des eaux souterraines, l'exploitant prévoit de poursuivre la surveillance d'ores et déjà en place, au-delà du réaménagement du site. Celle-ci consiste, pour les deux nappes, en des mesures semestrielles (mesures α global, mesures β global, mesures de l'activité des radionucléides présents par spectrométrie gamma et de l'uranium pondéral par ICP-MS), via un réseau de piézomètres situés sur le site du fort, à l'amont et à l'aval hydraulique ainsi qu'à un exutoire de la nappe des calcaires de Brie. L'IRSN souligne que les dispositions de surveillance associées aux eaux de surface recueillies en fond de fosse pendant la phase d'exploitation et susceptibles de s'infiltrer jusqu'à la nappe de l'Eocène supérieur (cf. § 6.3.2) renforcent la surveillance de cette nappe par le suivi du terme-source potentiel qu'elles constituent avant leur dilution dans la nappe. Aussi, l'IRSN estime que les dispositions de surveillance radiologique de la nappe de l'Eocène supérieur (accompagnées de dispositions de surveillance des eaux de surface collectées sur le site) prévues par l'exploitant pour les phases d'exploitation et de remise en état de la carrière sont adaptées, et qu'elles sont effectivement à poursuivre, autant que possible, après le réaménagement de la carrière.

En outre, considérant que l'exploitation de la carrière de gypse est susceptible de modifier localement le régime d'infiltration des eaux pluviales jusqu'à la nappe de l'Eocène supérieur et donc les directions locales d'écoulement, l'IRSN recommande que l'exploitant vérifie périodiquement (par exemple tous les trois à cinq ans) les directions locales d'écoulement dans cette nappe en relevant le niveau sur l'ensemble des piézomètres disponibles dans un rayon de 2 km autour du site, et le cas échéant adapte en conséquence le plan de surveillance de la nappe de l'Eocène supérieur.

En complément, l'IRSN appelle l'attention sur les deux points suivants d'ordre secondaire.

Premièrement, l'IRSN estime que, compte tenu de la vulnérabilité de la nappe des calcaires de Brie et des activités passées conduites dans la partie nord du site du fort, le ressuyage¹² de ces calcaires après leur excavation pourrait entraîner une dissémination de polluants, principalement chimiques et potentiellement radiologiques, lors de l'entreposage de ces calcaires, si cette option devait être retenue par l'exploitant. L'IRSN considère que la gestion des eaux de ressuyage des calcaires de Brie excavés, non traitée dans le dossier, est à considérer par l'exploitant afin de prévenir tout risque de dispersion de polluants par ce biais.

Deuxièmement, les talus de découverte du gypse devant intercepter la nappe des calcaires de Brie, des zones de suintement sont susceptibles de s'y développer et d'entraîner des polluants (chimiques et éventuellement radiologiques) vers la fosse. Toutefois, les débits transitant dans cette nappe étant faibles, ce phénomène risque de se produire principalement après l'aménagement des talus. L'IRSN considère que ce risque d'entraînement potentiel de polluants devra être pris en compte par l'exploitant dans le cadre de la gestion des eaux sur la carrière.

6.3. EAUX DE SURFACE COLLECTÉES SUR LE SITE

Les eaux de surface collectées sur le site correspondent aux eaux pluviales ruisselant sur le site ainsi qu'aux eaux des puits d'infiltration ayant pu circuler à travers le gypse et s'écouler après résurgence au fond de la fosse

¹² Pour rappel, la partie inférieure des calcaires de Brie peut être saturée en eau (nappe des calcaires de Brie) en fonction de la zone considérée. Le ressuyage des calcaires correspond à la libération de l'eau contenue dans leur structure.

d'extraction. L'IRSN identifie donc un enjeu radiologique potentiel pour les eaux collectées en fond de fouille pendant la phase d'exploitation.

6.3.1. Stratégie de gestion des eaux de surface

L'exploitant indique que, pendant la phase d'exploitation du gypse, les eaux pluviales seront récupérées par un bassin de rétention en fond de fouille (comme c'est le cas actuellement au fond de la fosse d'Aiguisy). Pour la phase post-remblaiement de la carrière, il indique que les eaux pluviales seront régulées sur le site par plusieurs bassins de rétention placés en fonction du modelé réaménagé. Cinq bassins de rétention sont prévus, dont deux correspondront à des bassins d'infiltration et ne présenteront donc pas de débit de rejet. Le cheminement ultérieur des eaux de surface collectées sera ensuite le même pour les phases d'exploitation et post-remblaiement de la carrière. L'exploitant indique ainsi qu'elles seront dirigées par pompage ou gravitairement vers un bassin à ciel ouvert dit « du rond-point ». Il précise que les pompages ne seront effectués qu'après décantation dans les bassins de rétention. Les eaux du bassin « du rond-point » seront ensuite dirigées par pompage vers le réseau de gestion des eaux de l'usine Placoplatre de Vaujourns si elles présentent une teneur en uranium inférieure à la valeur de 100 µg/L retenue en première approche ; les eaux du réseau de l'usine seront ensuite rejetées dans le réseau d'assainissement de la commune de Vaujourns. L'exploitant précise que la valeur de référence précitée sera réévaluée sur la base des premières données recueillies après le début de l'exploitation du gypse et que sa stratégie de gestion des eaux de surface collectées sur le site présentant une teneur en uranium supérieure à la valeur de référence consolidée sera définie sur la base des teneurs qui seront réellement mesurées et des volumes d'eau associés. L'IRSN estime que l'approche retenue par l'exploitant, consistant à déterminer ou consolider les différents volets de sa stratégie de gestion des eaux de surface collectées sur le site pendant la phase d'exploitation sur la base des données qui seront recueillies après le début de l'exploitation, permettra d'identifier les modalités de gestion de ces eaux les plus pertinentes au regard des impacts globaux et est de ce fait appropriée. Il conviendra toutefois que ces modalités fassent l'objet d'une instruction pour en valider les principes.

Par ailleurs, l'exploitant indique que, lors des phases d'exploitation de la carrière et après son remblaiement, les produits de décantation qui se seront déposés dans le bassin « du rond-point » pourront être curés si nécessaire. Toutefois il ne prévoit aucun contrôle radiologique de ces produits. Considérant que les eaux de surface collectées en fond de fouille pendant la phase d'exploitation et qui vont transiter par le bassin « du rond-point » présentent un enjeu radiologique potentiel, l'IRSN recommande, d'une part que l'exploitant réalise des caractérisations radiologiques des produits déposés dans le bassin du rond-point pendant la phase d'exploitation et tant qu'un enjeu radiologique persiste pour les eaux collectées, et précise, à la lumière des résultats obtenus, les options de gestion qu'il envisage pour ces produits. Ces options devront tenir compte de l'éventuelle concomitance de pollutions radiologiques et chimiques.

6.3.2. Dispositions de surveillance

Concernant la surveillance radiologique des eaux de surface collectées pendant la phase d'exploitation, l'exploitant indique qu'il poursuivra les dispositions actuellement en place consistant en des mesures semestrielles (α global, β global, spectrométrie γ et uranium pondéral (par ICP-MS)) des eaux en fond de fosse. Il précise qu'en cas de dépassement de la valeur de référence mentionnée au paragraphe 6.3.1, il réalisera des mesures similaires dans les eaux du bassin « du rond-point » vers lequel ces eaux sont dirigées. L'IRSN estime que les dispositions de surveillance retenues par l'exploitant pour les eaux de surface collectées pendant la phase d'exploitation sont adaptées aux enjeux radiologiques associés à ces eaux. L'IRSN recommande toutefois de retenir une fréquence plus importante des mesures étant donné que la surveillance des eaux collectées en fond

de fosse renforce la surveillance de la nappe de l'Eocène supérieur vers laquelle elles sont susceptibles de s'infiltrer (cf. § 6.2).

S'agissant de la phase post-remblaiement de la carrière, l'exploitant n'identifie pas d'enjeu radiologique et ne prévoit donc pas de surveillance radiologique pour les eaux pluviales collectées dans les bassins de rétention sur le site, ce qui n'appelle pas d'observation de la part de l'IRSN. En effet, les matériaux présents en surface à l'issue du réaménagement du site proviendront de l'extérieur et ne présenteront pas d'enjeu radiologique.

7. CONCLUSION

Le dossier de demande d'autorisation environnementale déposé le 23 septembre 2019 par la société Placoplatre fournit un ensemble important d'éléments permettant une première appréciation des impacts radiologiques associés à l'exploitation de la carrière de gypse qu'elle projette sur les communes de Coubron et Vaujours (93), ainsi que des mesures envisagées pour prévenir et limiter ces impacts. Bien que ces dispositions soient globalement satisfaisantes, des compléments doivent encore être apportés par l'exploitant, soit avant le démarrage de l'exploitation, soit au cours de celle-ci, afin de garantir la pertinence des modalités de gestion des matériaux impliqués, des évaluations des expositions radiologiques et des dispositions de protection et de surveillance des personnes et de l'environnement.

S'agissant de la stratégie de gestion des matériaux retenue par l'exploitant, l'IRSN estime appropriées, d'un point de vue radiologique et moyennant la modification des servitudes d'utilité publique associées au site du fort de Vaujours, l'approche consistant à valoriser en tant que remblais de la fosse d'extraction du gypse les matériaux naturels excavés présentant une radioactivité de l'ordre du bruit de fond radiologique, ainsi que l'approche consistant à éliminer en tant que déchets les matériaux présentant une radioactivité supérieure au bruit de fond, soit vers une installation de stockage de déchets dangereux, soit vers le Cires dédié au stockage de déchets de très faible activité, en fonction de leur niveau d'activité. Toutefois, il conviendrait que l'exploitant s'assure, d'une part que la concomitance éventuelle de polluants chimiques et radiologiques ne compromet pas l'élimination des déchets dans les filières envisagées, d'autre part que l'ensemble des critères d'acceptation des déchets fixés par les installations de stockage est respecté, notamment celui relatif à la présence éventuelle de radionucléides d'origine artificielle pour ce qui concerne les filières conventionnelles.

Cette stratégie suppose une connaissance précise des caractéristiques radiologiques des matériaux, connaissance que l'exploitant prévoit d'acquérir au moyen de trois niveaux de contrôle : le premier consiste en l'analyse ponctuelle d'échantillons prélevés sur les matériaux excavés, le second en un mesurage en continu du gypse transporté vers l'usine de transformation et le dernier en un passage sous un portique de détection des matériaux valorisés hors du site. L'IRSN considère que cette stratégie est satisfaisante sur le principe. Il estime néanmoins nécessaire que l'exploitant :

- étende la caractérisation ponctuelle prévue dans le dossier déposé aux matériaux dont les enjeux radiologiques ne sont pas établis avec certitude. Il s'agit notamment des matériaux de structures de l'ancien puits P1 et des matériaux environnants. Il s'agit également d'établir une caractérisation radiologique plus fine du gypse au niveau des zones de fracturation sous influence des puits d'infiltration des eaux pluviales (zone fissurée de la 1^{ère} masse de gypse sous influence des eaux d'infiltration issues des puits P2 et P4 et seconde masse au niveau de la fosse d'Aiguisy) ;
- valide, avant démarrage de l'exploitation du site, les études théoriques menées pour l'élaboration du dispositif de contrôle prévu sur le convoyeur à bande transportant le gypse jusqu'à l'usine de transformation ;

- définisse le niveau de confiance associé au plan d'échantillonnage pour les matériaux autres que le gypse (terres de recouvrement des bâtiments, terres issues des zones polluées et autres terres de surface).

S'agissant de l'impact sur l'homme dû à l'exploitation de la future carrière, l'IRSN convient que les expositions radiologiques resteront faibles mais appelle l'attention sur le fait que le risque chimique associé à l'uranium reste à estimer par l'exploitant.

Enfin, s'agissant de la nappe de l'Eocène supérieur, l'IRSN considère que l'exploitant doit s'attacher à surveiller de manière accrue l'influence potentielle de l'exploitation de la carrière sur les écoulements d'eau de cette nappe, ainsi qu'à définir les modalités de remblaiement de la fosse d'extraction du gypse permettant de garantir la préservation de la qualité de la nappe de l'Eocène après le réaménagement du site.

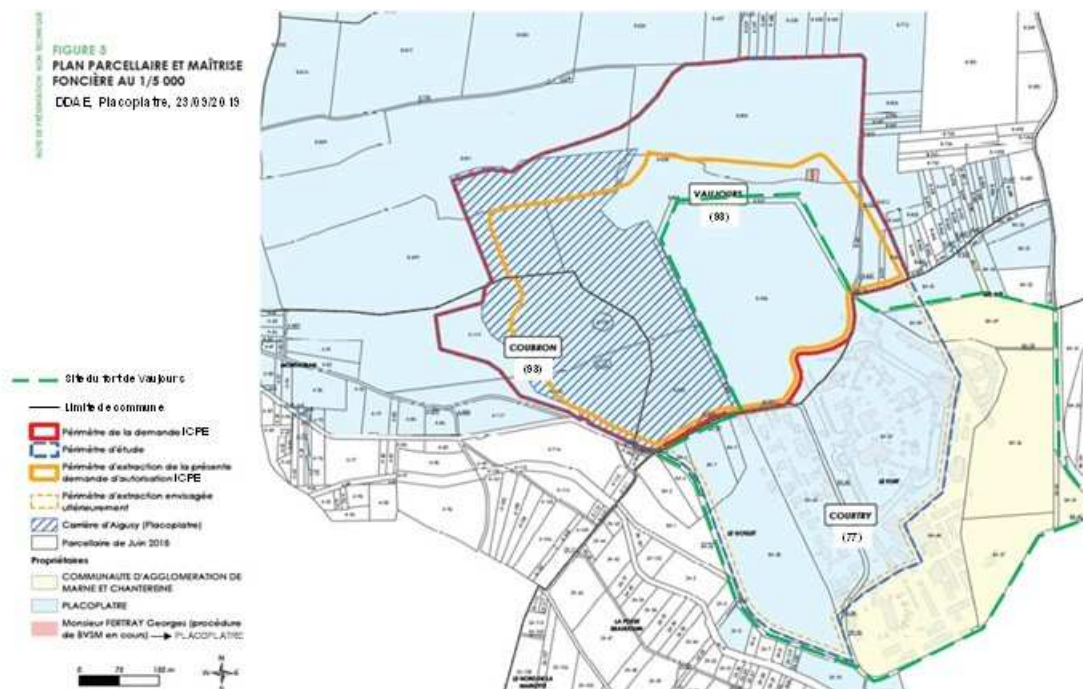
Pour le Directeur général et par délégation,
Michel BAUDRY
Adjoint au directeur de l'environnement

ANNEXE 1 A L'AVIS IRSN N° 2020-00174 DU 05/11/2020

Périmètres de l'ICPE, de la carrière d'Aiguisy, du site du fort de Vaujours et périmètre d'étude

Le périmètre de l'ICPE est représenté sur le plan ci-dessous. L'écart entre le périmètre de l'ICPE sollicité (~43 ha ; trait rouge) et le périmètre d'extraction du gypse envisagé (~28 ha ; trait orange) correspond notamment à l'emprise réservée pour d'éventuelles pistes et aux cavages à remblayer.

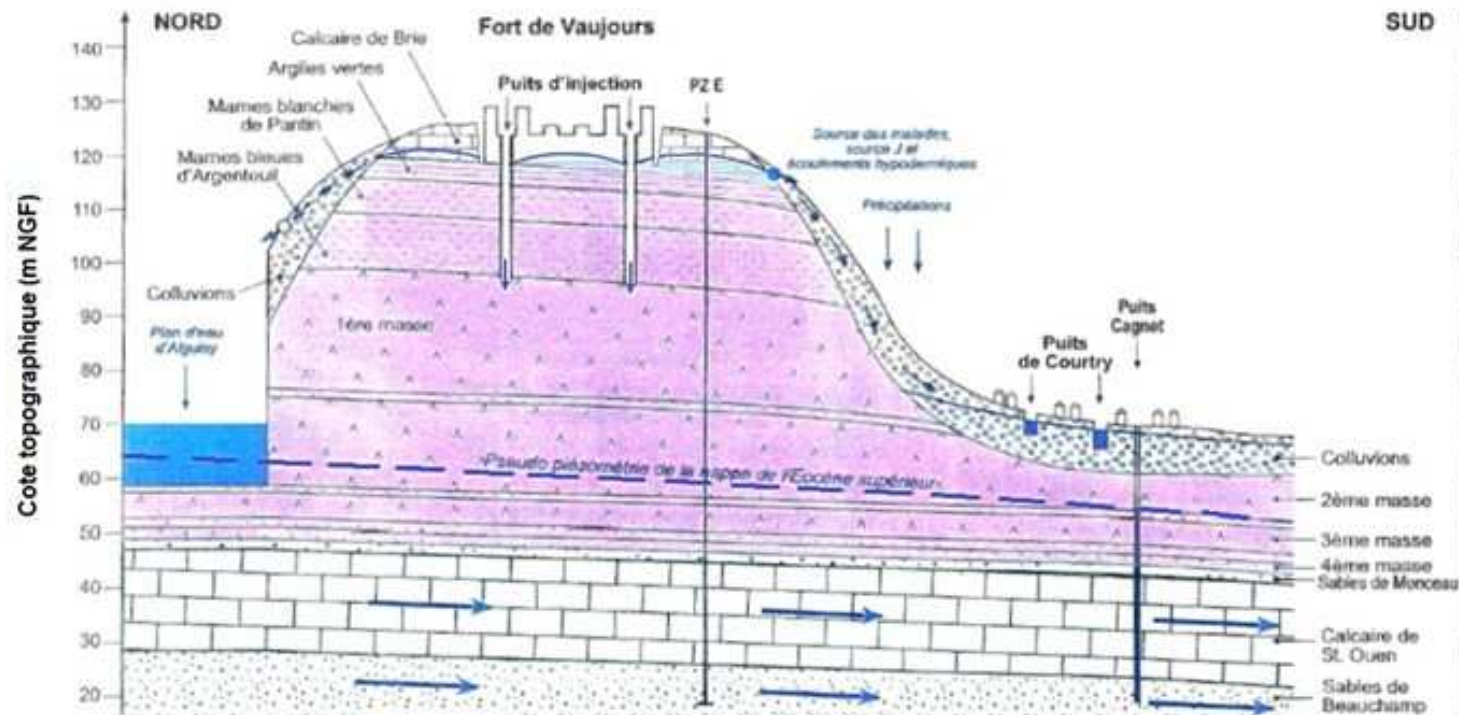
Sont également visibles sur ce plan l'ancienne carrière d'Aiguisy (zone hachurée), comprise dans le secteur 1 du périmètre de l'ICPE, ainsi que le site du fort de Vaujours (trait pointillé vert) dont le côté situé en Seine-Saint-Denis (hors la partie centrale du fort) correspond au secteur 2 du périmètre de l'ICPE.



Par ailleurs, dans son dossier de demande d'autorisation environnementale (DDAE), l'exploitant envisage d'exploiter ultérieurement la partie dont il est propriétaire du côté seine-et-marnais du site du fort de Vaujours (« périmètre d'étude » comprenant ~20 ha supplémentaires ; pointillé bleu sur le plan ci-dessus).

ANNEXE 2 A L'AVIS IRSN N° 2020-00174 DU 05/11/2020

Coupe hydrogéologique



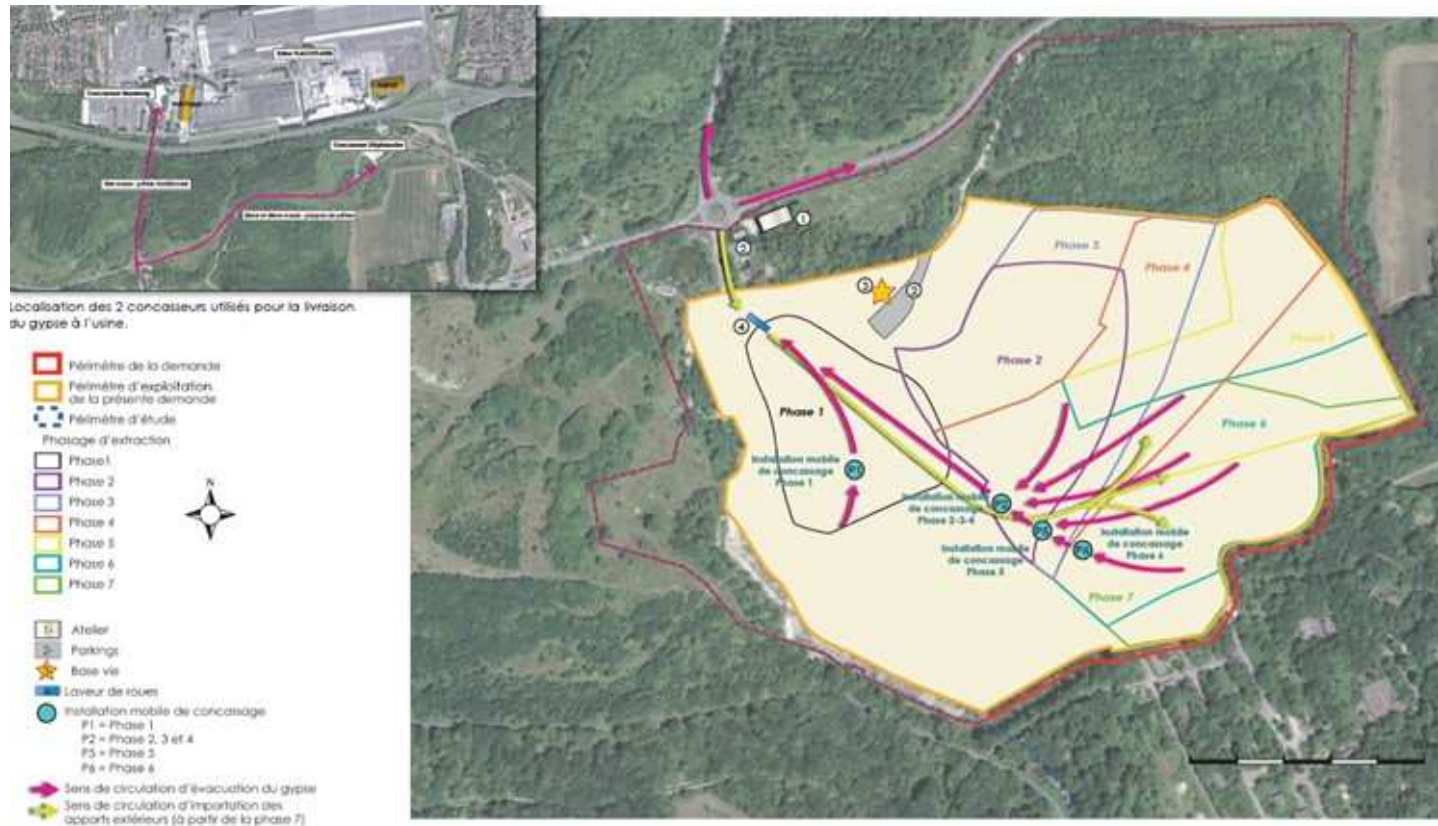
ANNEXE 3 A L'AVIS IRSN N° 2020-00174 DU 05/11/2020

Coupe de fonctionnement de l'exploitation de la future carrière prévu par l'exploitant



ANNEXE 4 A L'AVIS IRSN N° 2020-00174 DU 05/11/2020

Phasage d'extraction du gypse prévu par l'exploitant



ANNEXE 5 A L'AVIS IRSN N° 2020-00174 DU 05/11/2020

Synthèse des enjeux radiologiques identifiés à ce stade par l'exploitant et par l'IRSN pour les différents matériaux impliqués dans l'exploitation de la future carrière

	Enjeu radiologique identifié par l'exploitant	Enjeu radiologique identifié par l'IRSN
Terres de recouvrement des bâtiments	Oui	Oui
Terres des zones polluées (particulièrement au niveau du bâtiment LG3)	Oui	Oui
Autres terres de surface	Oui potentiellement	Oui potentiellement
Nouveau puits P1 et matériaux environnants	Non	Non
Ancien puits P1 et matériaux environnants		Absence à confirmer
Gypse	Non	Potentiellement ⁽¹⁾
Marnes et argiles	Non	Potentiellement à proximité de l'ancien puits P1
Gravats de démolition des bâtiments	Non	Non
Végétaux	Non	Non

⁽¹⁾ Zone fissurée de la 1^{ère} masse de gypse sous influence des eaux d'infiltration issues des puits P2 et P4 et seconde masse au niveau de la fosse d'Aiguisy