

Rédacteur(s) : Fontbonne Noémie	Date de création du document : 29/04/2021
Approbateur(s) : Teilhet Emmanuelle	Date d'application du document : N/A

Objectif	Décrire le processus de gestion des déchets issus du recyclage de l'eau enrichie irradiée
Champ d'application	SBZ hors RP, Service S/E;Service Prod
Dernière modification	Création
Documents qualité liés	I0150, I0026, E02267.

I. TYPES DE DECHETS RADIOACTIFS GENERES AU COURS DU RECYCLAGE DE L'EAU ENRICHIE

Ce paragraphe reprend plus en détail le tableau de gestion des déchets de Saint-Beauzire : I0150.

Le recyclage de l'eau enrichie irradiée se déroule en 2 grandes étapes générant chacune différents types de déchets :

1) Etape 1 : Décontamination (pré-purification) :

L'objectif de cette opération est de retirer toutes les impuretés radio nucléidiques émettrices gammas générées lors de l'irradiation de l'eau enrichie après une décroissance d'un an (hors tritium).

Lors de cette décontamination les déchets radioactifs solides générés sont :

- Les résines ou le charbon en poudre utilisés pour capter les impuretés radio-nucléidiques émettrices gamma
- Les filtres servant à retenir la poudre de résine ou de charbon
- Le papier absorbant, les lingettes et pipettes pasteur usagées en plastiques
- Les gants et/ou la blouse en cas de contamination lors des manipulations

Les déchets radioactifs liquides sont :

- L'eau de rinçage de la verrerie

2) Etape 2 : Distillation (retraitement)

L'objectif de cette opération est d'extraire les solvants résiduels, les métaux lourds, diminuer la conductivité et la biocharge de l'eau enrichie pour avoir les mêmes caractéristiques physico-chimiques qu'une eau neuve.

Lors de cette distillation les déchets radioactifs solides générés sont :

- Le papier absorbant et des lingettes
- Les gants et/ou la blouse en cas de contamination lors des manipulations

Les déchets radioactifs liquides sont :

- L'eau de rinçage de la verrerie
- L'eau de récupération de la pompe
- L'eau enrichie non valorisable à savoir la tête et le culot de distillation

II. CARACTERISATION ET QUANTIFICATION

En se basant sur les caractérisations faites sur l'eau enrichie irradiée on peut facilement en déduire les activités présentes dans les déchets issus du recyclage de cette eau.

Après une décroissance d'un an l'eau enrichie irradiée contient les activités maximales suivantes (voir Tableau 1 ci-dessous) :

Tableau 1 : Caractérisation de l'eau enrichie irradiée après 1 an de décroissance (DDC Flacon 250 mL : 5 μ Sv/h)

Radioéléments	Activité massique (kBq/kg)	Références
T3	4,00E+05	Activité massique maximale admise pour le recyclage et basée sur le REX : Voir différents résultats d'analyses en Annexe 1
Mn54	2,35E+01	Activités massiques maximales mesurées sur un échantillon d'eau enrichie : voir résultat d'analyses en Annexe 2
Co56	3,69E+01	
Co57	2,33E+02	
Co58	1,49E+02	

1) Caractérisation des déchets solides :

La décontamination d'un lot d'eau enrichie d'environ 9kg entraine la production de 3L de déchets solides :

Cette étape consistant à retirer tous les radioéléments émetteurs gamma de l'eau enrichie, ils se retrouveront donc en totalité dans nos déchets et plus particulièrement dans les déchets solides.

Etant donné que la quantité de déchets solides représente le triple de la quantité d'eau enrichie décontaminée on a une concentration multipliée par 3. L'activité massique totale des déchets solides sera donc au maximum de : **1,33 MBq/L**.

2) Caractérisation des déchets liquides :

Le recyclage (décontamination + distillation) d'un lot d'eau enrichie d'environ 3000g entraine la production de 2,5L de déchets liquides. Ces déchets radioactifs comprennent :

- L'ensemble de l'eau enrichie non valorisable à savoir les fractions de tête, les culots de distillation et l'eau issue du recueil de la pompe représentant un volume d'environ 0.5L et dont le taux de tritium maximal sera de **0,4 GBq/L**.
- L'eau de rinçage de la verrerie représentant un volume d'environ 2L et dont le taux de tritium est négligeable. En effet le résidu d'eau enrichie restant sur les parois de la verrerie est de l'ordre du μ L.

On obtient donc pour un volume total de $V=2,5L$ avec une concentration en tritium de **80 MBq/L**

III. GESTION ET EXUTOIRE

Les déchets générés présentant des radioéléments de demi-vie supérieur à 100j le seul exutoire possible est la reprise par l'ANDRA. La caractérisation radiologique et physico/chimique des différents types de déchets décrit dans le §II nous amène à 2 gestions différentes :

1) Gestions des déchets solides :

Les déchets solides correspondent aux critères de la fiche 7 du guide enlèvement ANDRA en vigueur pour les solides incinérables (voir Annexe 3).

Ils seront donc collectés lors des opérations de recyclage dans un conteneur intermédiaire de 7L ensuite transvasé dans un sac en plastique de 120L placé dans le sarcophage du local décroissance puis repris par l'ANDRA (voir Annexe 6)

2) Gestion des déchets liquides

Les déchets liquides issus du recyclage de l'eau enrichie ont une concentration maximale de 80 MBq/L et ne peuvent donc être repris directement par l'ANDRA.

La solution retenue pour une reprise conforme aux spécifications de la fiche 10 du guide d'enlèvement (voir Annexe 4) est de mélanger ces déchets avec les effluents de synthèse gérés sur les sites de production dont l'activité massique en tritium sera au maximum de 0,4 MBq/L.

D'après le REX le taux de tritium maximal observé est de 0,28 MBq/L (voir Annexe 5) par précaution on retient une valeur pénalisante de 0,4 MBq/L dans nos estimations.

Ainsi les 2,5L de déchets liquides issus du recyclage de l'eau enrichie vont être ajoutés à 26,5L d'effluents de synthèse (voir Annexe 7). On obtient ainsi une activité massique maximale en tritium de **7.26 MBq/L**.

Sachant que dans les effluents de synthèse les impuretés gamma sont présentes à l'état de trace, le bidon contenant le mélange d'effluents liquides respecte les critères de la fiche 10 du guide d'enlèvement ANDRA pour les liquides aqueux (voir Annexe 4).

A noter que pour chaque demande d'enlèvement des déchets liquides, des analyses seront effectuées sur chaque bidon pour une caractérisation plus précise.

Pour conclure, la gestion de ces déchets se fera selon les modalités suivantes :



Fût SI 120L Am total < 16 MBq/L	Bidon LA 30L Am total < 16 MBq/L
EPI contaminés (gants, blouses)	Waste synthétiseur
Poudre de résine et charbon	Eau de rinçage de la verrerie
Filtres	Fractions de tête et culots de distillation
Pipettes pasteur plastiques	Eau de récupération de la pompe
Papiers et lingettes	
Mn-54 : 7,06E-02 MBq/L	H-3 : 7,26 MBq/L
Co-56 : 1,11E-01 MBq/L	Impuretés présentes dans les effluents de synthèse (Co-57, Co-56, Co-58, Mn-54) : Traces
Co-57 : 7,00E-01 MBq/L	
Co-58 : 4,48E-01 MBq/L	
Activité massique totale :	Activité massique totale :
1,33 MBq/L	7,26 MBq/L

ANNEXE 1 : Résultats des analyses tritium sur différents Lot d'eau enrichie irradiée

Site	Batch #	Weight (g)	Volume (ml)	Activity gamma impurities (GBq/l)	Tritium activity (GBq/l)
Nîmes	NMS-2016-01-P	1176	1060,41	< LOD	2,50E-01
Nîmes	NMS-2017-01-P	1105	996,39	< LOD	2,60E-01
Sarcelles	SSL-2018-03-P	1125	1014,43	< LOD	2,80E-01
Sarcelles	SSL-2018-04-P	873	787,20	< LOD	2,80E-01
Sarcelles	SSL-2019-01	1029	927,86	< LOD	2,70E-01

ANNEXE 2 : Résultats des analyses par spectrométrie gamma sur de l'eau enrichie irradiée

Résumé des radioéléments depuis bibliothèque

Nucléide	LD [Bq/ml]	Activité [Bq/ml]	Incertitude totale [%]	Pic clé [keV] depuis biblio	ΔE [keV]	Période
Mn-52	< 0.00E+000		-	1 434,05 (99,99 %)	-0,06	5,59 Jours
Pb-210	< 0.00E+000		-	46,54 (4,25 %)	0,02	22,24 Ans
Ni-57	< 0.00E+000		-	127,16 (16,00 %)	0,64	35,90 Heures
Na-22	< 0.00E+000		-	1 274,54 (99,94 %)	-0,93	2,60 Ans
Mn-54	0.00E+000	23,54 ± 2,29	9,71	834,85 (99,98 %)	-0,10	312,19 Jours
Sc-46	< 0.00E+000		-	1 120,54 (99,97 %)	1,47	83,79 Jours
Sc-47	< 0.00E+000		-	159,37 (68,10 %)	-0,93	3,35 Jours
V-48	< 0.00E+000		-	944,13 (7,76 %)	0,70	15,97 Jours
Co-56	0.00E+000	36,94 ± 3,38	9,16	846,76 (99,94 %)	-0,13	77,24 Jours
Co-57	0.00E+000	233,48 ± 21,75	9,32	122,06 (85,50 %)	-0,03	271,80 Jours
Co-60	< 0.00E+000		-	1 173,23 (89,87 %)	-0,23	5,27 Ans
Co-58	0.00E+000	149,34 ± 13,15	8,80	810,76 (99,44 %)	-0,12	70,85 Jours
Ga-67	< 0.00E+000		-	93,31 (38,10 %)	0,11	3,26 Jours
Tc-95M	< 0.00E+000		-	204,12 (63,25 %)	0,09	61,00 Jours
U-235	< 0.00E+000		-	93,35 (5,75 %)	0,15	7.04E+008 Ans
Tc-96	< 0.00E+000		-	778,22 (100,00 %)	-1,67	4,28 Jours
Cd-109	< 0.00E+000		-	22,08 (84,31 %)	1,36	1,27 Ans
Fe-59	< 0.00E+000		-	192,35 (2,91 %)	-0,86	44,49 Jours
Eu-154	< 0.00E+000		-	42,31 (7,20 %)	-0,47	8,61 Ans
Eu-152	< 0.00E+000		-	39,52 (20,80 %)	0,53	13,53 Ans
Cs-137	0.00E+000	111,52 ± 48,64	43,62	32,19 (3,59 %)	0,03	30,07 Ans
Cr-51	< 0.00E+000		-	320,08 (9,89 %)	-0,18	27,70 Jours
Ag-105	< 0.00E+000		-	21,10 (71,10 %)	0,38	41,29 Jours
Ag-106M	< 0.00E+000		-	21,10 (59,30 %)	0,38	8,28 Jours
Re-183	< 0.00E+000		-	57,98 (34,40 %)	0,36	70,00 Jours
Co-55	< 0.00E+000		-	931,30 (75,00 %)	0,60	17,53 Heures
Tc-95	< 0.00E+000		-	765,79 (93,82 %)	-0,06	20,00 Heures
Re-181	< 0.00E+000		-	59,32 (60,50 %)	0,36	19,90 Heures
Re-182	< 0.00E+000		-	67,72 (22,60 %)	0,79	2,67 Jours
Re-182M	< 0.00E+000		-	57,98 (31,30 %)	0,36	12,70 Heures
Re-186	< 0.00E+000		-	59,32 (2,98 %)	0,36	3,72 Jours
Re-186M	< 0.00E+000		-	40,35 (5,04 %)	-0,54	2.00E+005 Ans
Cd-107	< 0.00E+000		-	22,16 (59,00 %)	1,47	390,00 Minutes
Zn-65	< 0.00E+000		-	1 115,54 (50,22 %)	-0,15	244,01 Jours
Ta-182	< 0.00E+000		-	65,72 (2,97 %)	0,57	114,61 Jours
Ta-179	< 0.00E+000		-	54,61 (13,60 %)	0,45	1,82 Ans
Sc-48	< 0.00E+000		-	1 312,12 (99,90 %)	-0,55	43,68 Heures
Re-184M	< 0.00E+000		-	57,98 (8,30 %)	0,36	169,00 Jours
Re-184	< 0.00E+000		-	57,98 (25,40 %)	0,36	38,00 Jours
K-40	< 0.00E+000		-	1 460,82 (10,55 %)	-0,12	1.25E+009 Ans
Ag-110M	< 0.00E+000		-	657,76 (94,38 %)	-0,10	249,78 Jours
Al-26	< 0.00E+000		-	1 129,67 (2,50 %)	-0,32	7.17E+005 Ans

↑
Non présent dans
le échantillon

< = pas d'activité identifiée, LD affichée
A = Activité identifiée, mais activité plus petite que LD
F = Echec test fraction ou pic clé
H = limite période dépassée, LD non corrigéel
n.a. = Calcul de LD non activé
n.p. = impossible de calculer la LD

ANNEXE 3 : Fiche 7 du guide d'enlèvement ANDRA de 2018

Guide d'enlèvement des déchets radioactifs

Fiche
7

Solides incinérables

Spécifications

SI

Déchets solides incinérables en vrac : papiers, chiffons, gants, plastiques non halogénés, flacons ou contenants en polyéthylène (vides, égouttés et ouverts), bois (sec), absorbant organique.

Déchets admis en quantité limitée :

Les limites d'acceptation physico-chimiques des déchets dangereux sont présentées sur la fiche n°4.
Déchets imbibés de liquides non-exudables* < 5 kg



Liquides ou déchets imbibés de liquides exudables*

Solides non combustibles : pièces et éléments métalliques, verres, terres, gravats, bétons, poudre d'extincteur, etc.

Déchets réactifs ou à risque : explosif, pyrophorique, toxique, biologique, putrescible, infectieux, cancérigène, mutagène ou reprotoxique (CMR), amianté, etc.

Déchets dangereux pour les opérateurs : seringues, objets piquants, coupants ou tranchants non conditionnés en boîte anti-pique.

Déchets peu combustibles : papier en forte épaisseur (listing, livres épais, bottin, etc.).

Autres : sources scellées, flacons ou contenants bouchés, bombes aérosols, tubes fluorescents, écrans, néons.

* Exudable : présence d'égouttures par simple pression de la main.

Catégories

Elles dépendent de l'activité et de la nature des radioéléments contaminant les déchets.



La nature des déchets est à reporter dans la colonne « contenu des colis » de la demande d'enlèvement.

Mentionner la quantité (en kg) en déchets celluloseux (papier, tissu, chiffon) et en bois.

Émetteurs bêta et bêta-gamma
de période < 31 ans et ¹⁴C
Activité massique (hors poids du fût)
inférieure à 16 MBq.kg⁻¹

SI

Au-delà de ces spécifications, de ces activités
ou en présence d'autres émetteurs :
catégorie nécessitant un enlèvement particulier
(cf. fiche 15)

SI4

Emballages à utiliser

- > F120 – fût de 120 litres en polyéthylène de masse maximale à l'enlèvement (fût + déchets) de 60 kg.
Proscrire les inscriptions directes sur les fûts.
Utiliser des étiquettes pour vos identifications internes.



Transport de Marchandises Dangereuses : voir principales désignations des colis de déchets en Annexe 1.

Précautions indispensables avant enlèvement

- ✓ Vérifier la bonne fermeture des sacs et des fûts.
- ✓ Contrôler la non contamination surfacique des colis et mesurer leur intensité de rayonnement (cf. fiche 4).
- ✓ Peser les colis (masse brute) et reporter le poids sur la demande d'enlèvement.

ANNEXE 4 : Fiche 10 du guide d'enlèvement ANDRA de 2018

Guide d'enlèvement des déchets radioactifs

Fiche
10

Solutions aqueuses

Spécifications

LA

Solutions aqueuses monophasiques de pH compris entre 2 et 13.

Déchets admis en quantité limitée :

Les limites d'acceptation physico-chimiques des déchets dangereux sont présentées sur la fiche n°4.



Les déchets solides. Les liquides multiphasiques. Les solvants.

Déchets réactifs ou à risque : explosif, toxique, biologique, putrescible (sang, urines, ...), infectieux, cancérogène, mutagène ou reprotoxique (CMR), amianté, etc.

Particules en suspension de granulométrie supérieure à 1500 µm.

Catégories

Elles dépendent de l'activité et de la nature des radioéléments contenus dans le liquide.



La composition des liquides devra être précisée dans la colonne « contenu des colis » de la demande d'enlèvement. Si aucune précision sur la demande d'enlèvement : refus de prise en charge.

Émetteurs bêta et bêta-gamma
de période < 31 ans et ¹⁴C
Activité massique (hors poids du fût)
inférieure à 16 MBq.kg⁻¹

LA

Au-delà de ces spécifications, de ces activités
ou en présence d'autres émetteurs :
catégorie nécessitant un enlèvement particulier
(cf. fiche 15)

LA4

Emballages à utiliser

- > B3 : Fût à bondes. Un remplissage maximum au niveau du jonc supérieur doit être respecté (cf. fiche 4).
Proscrire les inscriptions directes sur les fûts.
Utiliser des étiquettes pour vos identifications internes.



Transport de Marchandises Dangereuses : voir principales désignations des colis de déchets en Annexe 1.
Un classement en UN332 1 nécessite un enlèvement particulier (LA4).

Précautions indispensables avant enlèvement

- Contrôler la non contamination surfacique des colis et mesurer leur intensité de rayonnement (cf. fiche 4).
- Peser les colis (masse brute) et reporter le poids sur la demande d'enlèvement.

ANNEXE 5 : Résultat d'analyse en tritium des effluents de synthèse



Direction du CEA/PARIS-SACLAY
Département de Sécurité Protection Santé
Service de Protection contre les Rayonnements et de surveillance de l'Environnement
Laboratoire d'Analyses Radiologiques et Physico-chimiques

RAPPORT D'ANALYSE n° 21,0327

Client : DOUILLARD Unité : CisBio

Echantillon : PET Glisy

Analyses demandées :

Activité tritium et carbone 14 suivant norme NF ISO 13168

Observations :

Tout résultat est présenté sous la forme activité \pm incertitude (calculée pour un facteur d'élargissement $k=2$) ou \leq SD (seuil de décision).

Les résultats du présent rapport ne concernent que l'échantillon soumis à l'essai et tel qu'il a été reçu.

La date de prélèvement et/ou le volume sont des données transmises par le client.

Technicien responsable : PAUTE Jimmy

Date de validation : 22/02/2021

Rapport validé par :

Frédéric BONNIEC
Resp. techn. suppléant LARP

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Direction du CEA/PARIS-SACLAY - Etablissement de Saclay - CEA/P-SAC/DS/SPS/SPRE/LARP | 91191 Gif-sur-Yvette Cedex

T. +33 (0)1 69.08.24.67 | F. +33 (0)1 69.08.20.21

stephane.brun@cea.fr

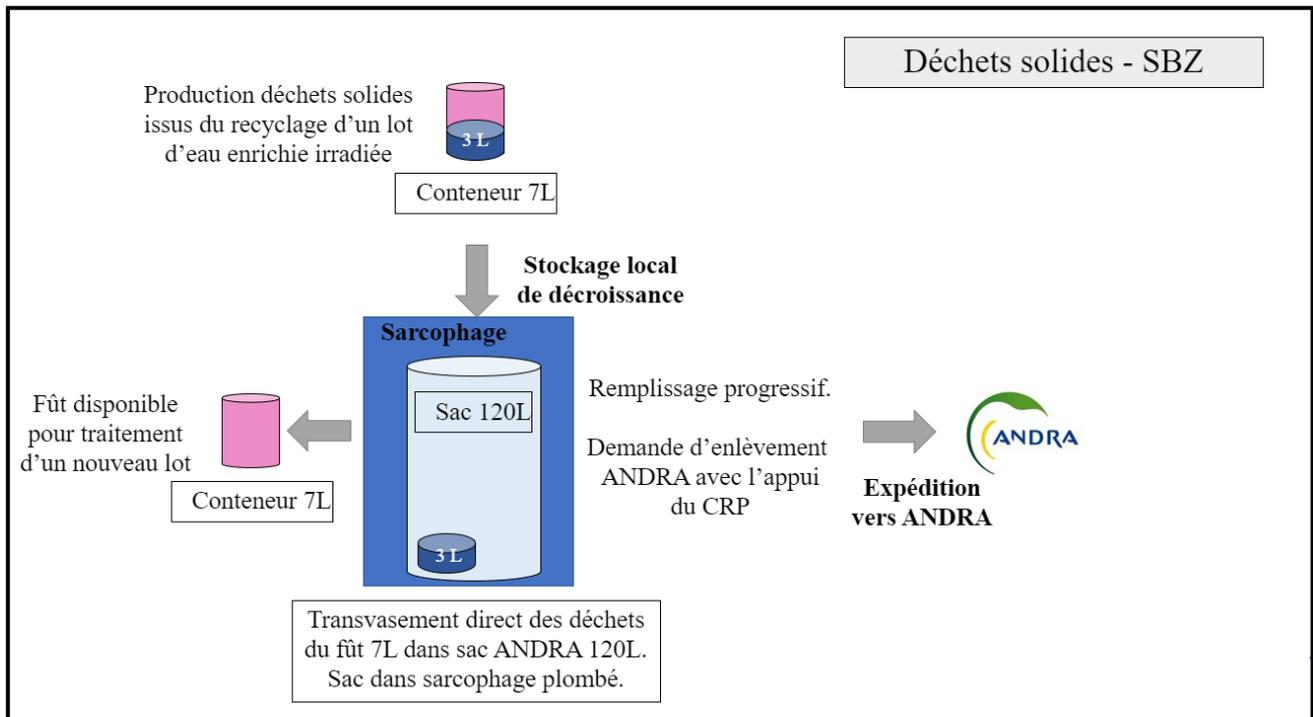
Etablissement public à caractère industriel et commercial | RCS Paris B 775 685 019

Rapport n° : 21,0327
Demande n° : C0224

Résultats à la date de mesure en : Bq/m3

SCINTILLATION LIQUIDE		
Echantillon	Date de mesure	³ H
DG/C1858	17/02/2021	2,5E+08 ± 11 %
DG/C2005	17/02/2021	2,8E+08 ± 11 %
DG/C2104	17/02/2021	2,6E+08 ± 11 %
DG/C2211	17/02/2021	2,4E+08 ± 11 %
DG/C2323	17/02/2021	2,1E+08 ± 11 %

ANNEXE 6 : Schéma bilan de la gestion de l'évacuation des déchets solides issus du recyclage de l'eau enrichie irradiée



ANNEXE 7 : Schéma bilan de la gestion de l'évacuation des déchets liquides issus du recyclage de l'eau enrichie irradiée

