



Surveillance radiologique des opérations de radiographie industrielle

DG/CEA CAD/D3S/SPR/DON161 du 08/03/2022

RÉSUMÉ

Ce document décrit la démarche nécessaire pour la réalisation d'opérations de radiographie industrielle sur le centre de Cadarache. Il définit également les actions menées par le SPR dans le cadre de la surveillance de ce type d'opérations.

Enfin, il sert de guide à l'intention des Chefs d'installations, des donneurs d'ordre ou de leurs représentants.

DIFFUSION

SIGLE DU DESTINATAIRE	NOM DU DESTINATAIRE et/ou B.A.L. DU SECRETARIAT DESTINATAIRE	POUR ACTION	POUR INFO	TYPE DE DIFFUSION
DG/ DIR	J.VAYRON, L. BOISSET		<input checked="" type="checkbox"/>	Informatique
D3S	S. RATEAU		<input checked="" type="checkbox"/>	Informatique
CSMN	S. DARROUX		<input checked="" type="checkbox"/>	Informatique
CQSE	E. ALVITRE		<input checked="" type="checkbox"/>	Informatique
Chefs d'INB, INBS et ICPE nucléaire	TOUS	<input checked="" type="checkbox"/>		Informatique
SPR	TOUS	<input checked="" type="checkbox"/>		Informatique
FLS	L. ORSOLA, S. GRAJWODA	<input checked="" type="checkbox"/>		
Formulaire / Modèle	Secrétariat ED	<input checked="" type="checkbox"/> (Cochez si oui)		Informatique (joindre le fichier)
Site Intranet SPR		<input checked="" type="checkbox"/> (Cochez si oui)		Informatique
GED SPR		<input checked="" type="checkbox"/> (Classement)		Informatique

FONCTION	RÉDACTEURS	VÉRIFICATEUR	VERIFICATEUR QUALITÉ	APPROBATEUR
VISA et DATE				
NOM	V. CHEVOLOT S. MORANVILLE	C. GUY	V. MICHAUD	S. RATEAU

Attention : Seule la version de ce document SPR, accessible par le serveur informatique, est maintenue à jour.

	CAD/D3S/SPR	RPI.02	000	PCDG 001	04	1/17
	ÉMETTEUR	PROCESSUS	INSTALLATION	REPÈRE	INDICE	PAGE

TABLE DES MODIFICATIONS

INDICE	DATE DE L'INDICE	NATURE DE LA MODIFICATION	RÉDACTEUR
01	26/10/2016	<p>Passage de la procédure en PCDG. Révision pour une meilleure définition des actions à réaliser par l'ensemble des acteurs contributeurs, préciser leurs planifications et établir précisément les documents requis.</p> <p>Les principales modifications :</p> <ul style="list-style-type: none"> les éléments liés à l'habilitation des personnels intervenants sont transmis sous la forme d'une fiche de synthèses signée par le responsable de l'EE intervenante et de la PCR, de même pour les éléments liés au passé dosimétrique des salariés de l'EE, la liste des personnes à contacter (Entreprise Intervenante comprise) en cas de situation anormale ainsi que leurs coordonnées doivent être intégrées au dossier d'autorisation ainsi que les consignes associées, le cas où la zone d'exclusion s'étend au-delà du périmètre de l'installation et impacte la circulation du Centre nécessite une simple information préalable à CQSE (et non plus une demande d'autorisation), les formulaires requis ont été revus (autorisation de travail) pour clarifier les exigences et améliorer leur lisibilité, Introduction d'une adresse mail générique CAD-D3S-SPR-GAMMAGRAPHIE@cea.fr pour toute communication des éléments du dossier au SPR (remplace le fax). 	JM TEILLERIE
02	27/06/2018	<p>Les principales modifications sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> sollicitation du SPR de PMS au démarrage des opérations de gammagraphie qui doit dorénavant être effectué avant 22h sauf cas exceptionnel, modification de la consigne de contrôles radiologiques des appareils de radiographie industrielle à la sortie de la Porte Principale du Centre de Cadarache (PEP) pris en charge par la FLS dorénavant (cf. ANNEXE 9) AVEC APPUI SPR SEULEMENT SI NECESSAIRE), actualisation du formulaire DIMR, complément sur les prérequis dans le cas de l'entreposage du projecteur sur installation. 	JM TEILLERIE
03	01/08/2019	Mise à jour conformément au Décret 2018- 437 du 04 juin 2018 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants	R.ZANON
04	Voir date approbation 1 ^{ère} page	Refonte du document	V. CHEVOLOT S. MORANVILLE

	CAD/D3S/SPR	RPI.02	000	PCDG 001	04	2/17
	ÉMETTEUR	PROCESSUS	INSTALLATION	REPÈRE	INDICE	PAGE

DOCUMENT(S) DE RÉFÉRENCE

- [DR1] Règles Générales de Radioprotection du CEA (MR/DPSN/SPHE/RAD/001 Ind.0) et Fiches Techniques de Radioprotection de mises à jour
- [DR2] Procédure de gestion des événements radiologiques par le SPR au CEA/CADARACHE. INT.02.050-PCDG001.
- [DR3] Evaluation et optimisation du risque radiologique pour les entreprises extérieures sur le Centre de CADARACHE. RPI.06.050-PCDG001.
- [DR4] Dossier d'intervention en milieu radioactif – Radiographie industrielle. RPI.02.000-FML.001
- [DR5] Fiche d'autorisation de travail pour une opération nécessitant l'utilisation d'appareils de radiographie industrielle. RPI.02.000-FML003

DOCUMENT AMONT

- [DA1] Code du travail.
- [DA2] Arrêté du 28 janvier 2020 modifiant l'arrêté du 15 mai 2006 modifié relatif aux conditions de délimitation et de signalisation des zones surveillées et contrôlées et des zones spécialement réglementées ou interdites compte tenu de l'exposition aux rayonnements ionisants, ainsi qu'aux règles d'hygiène, de sécurité et d'entretien qui y sont imposées
- [DA3] Arrêté du 2 mars 2004 fixant les conditions particulières d'emploi applicables aux dispositifs destinés à la radiographie industrielle utilisant le rayonnement gamma
- [DA4] Arrêté du 24 novembre 2009 portant homologation de la décision n° 2009-DC-0151 de l'ASN du 17 Juillet 2009 fixant la liste des appareils ou catégorie d'appareils pour lesquels la manipulation requiert le certificat d'aptitude mentionné à l'article R4453-11 du code de travail

ABROGATION

Fiche de synthèse des données administratives requises. RPI.02.000-FML002

	CAD/D3S/SPR	RPI.02	000	PCDG 001	04	3/17
	ÉMETTEUR	PROCESSUS	INSTALLATION	REPÈRE	INDICE	PAGE

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	5
2. ABREVIATIONS	5
3. EXIGENCES DE L'ENTREPRISE INTERVENANTE ET DES OPERATEURS	5
4. OBLIGATIONS DU DEMANDEUR DE LA PRESTATION (CHEF D'INSTALLATION, CHEF DE PROJET, CHARGE D'AFFAIRES,...)	5
4.1. AUTORISATION DE TRAVAIL (RPI.02.000 FML 003) OU NOTICE	5
4.1. PLAN DE BALISAGE	5
4.2. DOSSIER D'INTERVENTION EN MILIEU RADIOACTIF (DIMR) (RPI.02.000 FML 001)	6
5. DISPOSITION PREALABLES AU TIR	6
5.1. JUSTIFICATION DE L'OPERATION	6
5.2. PLANIFICATION ET ACTIONS ASSOCIEES	6
6. DELIMITATON ET BALISAGE DE LA ZONE D'OPERATION	7
7. DETAIL DES ACTIONS A REALISER	8
7.1. AVANT LE DEBUT DES OPERATIONS	8
7.2. AU MOMENT DES OPERATIONS	8
7.3. EN FIN DE CHANTIER	9
8. CONDUITE A TENIR EN CAS D'INCIDENT	9
9. CAS PARTICULIERS	9
9.1. CAS DES CHANTIERS LONGUES DUREES	9
9.2. CAS DES CHANTIERS CLOS ET INDEPENDANT	10
ANNEXE 1 : DELIMITATION ET BALISAGE DE LA ZONE D'OPERATION	11
DELIMITATION DE LA ZONE D'OPERATION	12
UTILISATION HORS ZONE REGLEMENTEE	12
AIDE AU CALCUL DE LA DISTANCE BALISAGE	13
FACTEUR CORRECTIF/DISTANCE	14
ANNEXE 2 : EXEMPLES DE SIGNALISATION	15
ANNEXE 3 : CONTROLES RADIOLOGIQUES DES APPAREILS DE RADIOGRAPHIE INDUSTRIELLE A LA SORTIE DE LA PORTE PRINCIPALE DU CENTRE DE CADARACHE (PEP)	17

	CAD/D3S/SPR	RPI.02	000	PCDG 001	04	4/17
	ÉMETTEUR	PROCESSUS	INSTALLATION	REPÈRE	INDICE	PAGE

1. INTRODUCTION

Ce document a pour objet de formaliser la démarche liée à l'encadrement des opérations de radiographie industrielle à l'aide d'appareil de gammagraphie, de générateur électrique de rayons X ou d'accélérateur de particules.

Il permet également de définir les actions à réaliser par les différentes parties prenantes (entreprise de radiographie, service donneur d'ordre, CTRI,...) ainsi que celles menées par le pôle de compétence de Cadarache dans le cadre de la surveillance de ce type d'opérations.

2. ABREVIATIONS

- ALARA : As Low As Reasonably Achievable
- CAMARI : Certificat d'Aptitude à Manipuler des Appareils de Radiographie Industrielle
- CI : Chef d'Installation
- CQSE : Cellule Qualité Sécurité Environnement
- CRP : Conseiller en Radioprotection
- CTIR : Coordinateur de Tirs de Radiographie Industrielle
- DIMR : Dossier d'Intervention en Milieu Radioactif
- EE : Entreprise Extérieure
- FLS : Formation Locale de Sécurité
- LMTE : Laboratoire de Modélisation et de Transfert dans l'Environnement
- PdC : Pôle de compétence
- RGR : Règles Générales de Radioprotection
- SPR : Service de Protection contre les Rayonnements ionisants

3. EXIGENCES DE L'ENTREPRISE INTERVENANTE ET DES OPERATEURS

- Les entreprises de radiographie industrielle doivent être en possession de la certification exigée par le code du travail [DA1].
- L'entreprise doit être titulaire d'une autorisation d'utilisation et de détention de sources et appareils en contenant
- L'appareil utilisé doit être à jour de ses vérifications réglementaires
- L'opération doit être réalisée par 2 salariés de l'entreprise, conformément au Code du Travail.
- Au moins un des opérateurs doit être titulaire du certificat d'aptitude (CAMARI) délivré par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire à l'issue d'une formation appropriée (Conformément au Code du Travail)
- Les opérateurs doivent être classés radiologiquement et à jour de leur formation réglementaire en radioprotection et de leur aptitude médicale
- Lorsque les opérateurs réalisent le transport d'appareil de gammagraphie, l'un deux doit être titulaire du certificat de formation de conducteur classe 7 (transport matières radioactives) en cours de validité

4. OBLIGATIONS DU DEMANDEUR DE LA PRESTATION (CHEF D'INSTALLATION, CHEF DE PROJET, CHARGE D'AFFAIRES,...)

4.1. Autorisation de travail (RPI.02.000 FML 003) ou notice

Le chef d'installation ou son délégataire établit une Fiche d'autorisation de travail (exemple donné en référence [DR5]), signée avant le début de l'intervention par le représentant de l'entreprise en charge de l'opération (qui peut être le manipulateur responsable de l'opération).

Cette autorisation permet de vérifier que l'ensemble des dispositions requises a été pris en compte pour que l'opération se déroule dans des conditions de sécurité satisfaisantes et conformément à la réglementation et à la charte des bonnes pratiques.

Cette autorisation de travail ou notice est nécessaire et suffisante pour les tirs de rayons X associée au plans de balisages. Le DIMR est requis en plus de cette autorisation pour les tirs de gammagraphie et pour les accélérateurs.

4.1. Plan de balisage

Le plan de balisage présente les délimitations de la zone d'opération et doit répondre aux exigences du paragraphe 6. Il est obligatoire quel que soit le type de radiographie réalisée.

	CAD/D3S/SPR	RPI.02	000	PCDG 001	04	5/17
	ÉMETTEUR	PROCESSUS	INSTALLATION	REPÈRE	INDICE	PAGE

4.2. Dossier d'Intervention en Milieu Radioactif (DIMR) (RPI.02.000 FML 001)

En complément du plan de prévention, un DIMR est systématiquement renseigné lors de la mise en œuvre d'une opération de gammagraphie ou réalisée avec un accélérateur. Il est initié par l'installation en collaboration avec le SPR et le prestataire responsable de l'opération pour chaque campagne de radiographie.

Le DIMR spécifique à ce type d'intervention doit reprendre les éléments du modèle donné par la référence [DR 4].

La manipulation de l'appareil de radiographie industrielle et de la source associée (dans le cas d'opérations de gammagraphie) ainsi que la mise en place du balisage est réalisée exclusivement par les opérateurs manipulateurs.

Le DIMR doit être affiché sur les lieux de l'intervention et les différents opérateurs doivent en avoir pris connaissance.

5. DISPOSITION PREALABLES AU TIR

5.1. Justification de l'opération

A l'initiative du donneur d'ordre, en application des principes de justification et d'optimisation sont systématiquement recherchées et favorisées :

- les alternatives à la gammagraphie ; elles sont mises en œuvre dès lors que cela est techniquement possible et/ou légalement requis,
- les préfabrifications de tuyauteries en atelier avec réalisation des tirs radiologiques dans des espaces aménagés,
- l'utilisation de protection(s) biologique (s) pour les postes de replis et de commande. Par exemples des moyens de types écrans mobiles de plomb, béton, acier...

5.2. Planification et actions associées

Les opérations doivent être réalisées en dehors des heures ouvrables du Centre (06h30-19h30), sauf dispositions particulières prises en accord avec le Chef d'installation et le pôle de compétence.

- 1) Le Chef d'Installation qui a programmé l'opération :
 - S'assure de la **présence d'un représentant** de son installation lors de la réalisation des opérations de radiographie.
 - Initie le renseignement des documents requis de l'Entreprise :
 - Effectue une information auprès de DIR/CQSE et du Laboratoire de Modélisation et de Transfert dans l'Environnement (DTN) pour le cas où la zone d'exclusion s'étend au-delà du périmètre de l'installation et que cela impacte la circulation sur le Centre. Le CI s'assure de la nature et de l'existence des moyens prévus pour le balisage et la condamnation des voies de circulations, des moyens de communication associés.

Lorsque l'importance du chantier nécessite le travail de plusieurs équipes de radiologues sous une même maîtrise d'œuvre, un "coordinateur de tirs radio" sera nommé par le donneur d'ordre. La mission de coordination fera l'objet d'une mention spécifique dans le plan de prévention.

- 2) L'entreprise titulaire du marché :
 - renseigne et transmet au donneur d'ordre :
 - **Fiche d'Autorisation de Travaux** pour la partie concernant les personnes à contacter en cas de situation anormale. La complétude des renseignements requis par cette fiche sera finalisée et signée le jour J en préalable au démarrage de l'opération.
 - **Les plans de balisages.**
 - **Dossier d'Intervention en Milieu Radioactif (DIMR)** auprès de l'entreprise. Il doit être renseigné par l'entreprise responsable de l'opération pour la partie qui la concerne puis validé par l'agent SPR de la zone concernée.

Cinq jours ouvrés avant les opérations, ce dossier doit être fourni au donneur d'ordre et les documents doivent être envoyés à l'adresse spécifique suivante : CAD-D2S-SPR-GAMMAGRAPHIE@cea.fr

	CAD/D3S/SPR	RPI.02	000	PCDG 001	04	6/17
	ÉMETTEUR	PROCESSUS	INSTALLATION	REPÈRE	INDICE	PAGE

- 3) Le pôle de compétence :
 - valide le DIMR et le complète le cas échéant (si participation de salariés CEA par exemple)
 - vérifie le dossier global.
- 4) Le Chef d'Installation qui a programmé l'opération informe au moins **48 heures à l'avance** la FLS du Centre par tout moyen et informe par mail (CAD-D2S-SPR-GAMMAGRAPHIE@cea.fr) le SPR en précisant :
 - *le lieu,*
 - *la date,*
 - *les heures de début (avant 22h sauf cas exceptionnel) et de fin d'intervention,*
 - *le nom de l'entreprise intervenante et des salariés intervenants,*
 - *la nature et l'activité du ou des radioéléments dans le cas de gammagraphie.*

6. DELIMITATION ET BALISAGE DE LA ZONE D'OPERATION

La démarche en matière de définition de la zone d'exclusion est définie en Annexe 1.

Les dispositions du Code du travail en matière de délimitation de zone d'opération, s'appliquent dans le cas d'un appareil mobile ou portable émetteur de rayonnements ionisants lorsque la dose efficace évaluée à 1 mètre de la source de rayonnements ionisants est supérieure à 2,5 µSv intégrée sur une heure. Ces dispositions ne s'appliquent pas si l'appareil est utilisé à poste fixe ou couramment dans un même local ou en mouvement.

Le responsable de l'appareil prend les dispositions nécessaires pour que soit délimitée la zone d'opération, telle que, à la périphérie de celle-ci, le débit d'équivalent de dose moyen DD_{limite} , évalué sur la durée de l'opération, reste inférieur à 25 µSv/h.

Lorsque l'appareil est mis en œuvre à l'intérieur d'une zone surveillée ou contrôlée, déjà délimitée au titre d'une autre source de rayonnements ionisants, l'employeur adapte la délimitation de la zone d'opération

L'employeur limite préalablement l'accès à la zone d'opération aux seuls travailleurs autorisés. La démarche ayant permis d'identifier chaque zone d'opération et de définir les moyens techniques et organisationnels retenus par l'employeur est consignée sous une forme susceptible d'en permettre la consultation pour une période d'au moins dix ans.

La délimitation de la zone d'opération de manière visible et continue, tant que l'appareil est en place, est à la charge du responsable de l'appareil. Il la signale par des panneaux appropriés (cf. annexe 2), installés de manière visible, mentionnant notamment la nature du risque et l'interdiction d'accès à toute personne non autorisée ainsi que la plage horaire des travaux. Une balise gamma à alarme lumineuse clignotante et sonore est activée durant toute la période d'émission des rayonnements ionisants. Cette signalisation est complétée, en tant que de besoin, par des dispositifs sonores ou lumineux afin de bien visualiser le balisage (en particulier la nuit sur un balisage routier).

Lorsque la délimitation matérielle de la zone n'est pas possible, notamment lorsque l'appareil est utilisé en mouvement, le responsable de l'appareil établit en concertation avec le chef d'installation et la FLS et le SPR un protocole spécifique à l'opération considérée. Ce protocole précise notamment les dispositions organisationnelles nécessaires au contrôle des accès à cette zone d'opération.

A noter que si le balisage impacte une voirie, une demande de fourniture de barrières pour assurer un balisage des routes peut être faite auprès de la FLS,

UTILISATION EN ZONE DELIMITEE

La délimitation de ces zones et les expositions potentielles correspondantes doivent prendre en compte les débits de doses inhérents à l'appareil ainsi que ceux déjà existant dans les zones réglementées.

	CAD/D3S/SPR	RPI.02	000	PCDG 001	04	7/17
	ÉMETTEUR	PROCESSUS	INSTALLATION	REPÈRE	INDICE	PAGE

7. DETAIL DES ACTIONS A REALISER

7.1. Avant le début des opérations

Actions	Qui (traçabilité)
Vérifier que l'opération est bien couverte par un plan de prévention et que l'entreprise répond aux exigences requises	Chef d'installation ou son représentant
Contrôler que l'autorisation de travail (ou notice) a bien été initiée, le plan de balisage fourni et le DIMR, le cas échéant, correctement renseigné (pour la partie avant intervention)	Chef d'installation ou son représentant et pole de compétence (visent le DIMR)
Retrait préalable des dosimètres de zone pour le cas où ceux-ci présentent un risque d'exposition lors de l'opération si nécessaire.	SPR local
Inhiber ou adapter les seuils d'alarmes des détecteurs susceptibles d'être impactés (seuils, remontées Téléalarmes...) si nécessaire.	SPR local
Réalisation d'information des risques complémentaires à la gammagraphie aux opérateurs si l'intervention est réalisée dans une zone susceptible de générer un risque radiologique autre que celui apporté par la radiographie (risque exposition interne par exemple) si nécessaire.	SPR local

7.2. Au moment des opérations

Actions	Qui (traçabilité)
Appel du SPR en charge du suivi. Sauf cas particulier et exceptionnel la sollicitation du SPR intervient au démarrage de la mise en place de l'opération et doit être réalisée avant 22h.	Chef d'installation ou son représentant
Diffusion d'un message d'évacuation de la zone concernée via le réseau de diffusion d'ordre. <i>Ce message doit préciser le motif de l'évacuation et les zones concernées. Il doit être diffusé deux fois</i>	Chef d'installation ou son représentant
Vérification du balisage mis en place et la zone de repli par des mesures au poste de commande, au point de repli et au balisage lors de la première émission de rayonnement	Opérateur camariste et SPR le cas échéant (voir nota)
Autorise l'exécution de l'opération de radiographie industrielle après vérification des conditions requises et des mesures faites par le camariste (éventuellement vérifié par le SPR)	Chef d'installation ou son représentant
Vérification de la bonne réalisation du balisage de la zone d'exclusion prévue par le prestataire (matérialisation, affichage, balise(s) débit d'équivalent de dose en limite de celui-ci...), du poste de commande et de replis y compris lors d'un changement de la zone de tir.	Opérateur camariste (ou SPR par sondage si suivi particulier du chantier dans le cadre de la maîtrise du prestataire voir nota)
Intervention sur incident	SPR de permanence de la zone concernée (fiche PMS/FIR)
Gestion des alarmes du TCR si les opérations ont lieu dans un bâtiment	SPR de permanence de la zone concernée (fiche PMS)

Nota :

→ En cas de Présence de CTRI, le SPR réalise les actions suivantes

☐ Tirs X :

- Vérification **systématique** du prévisionnel dosimétrique et du plan de balisage. (**RA gammagraphie**)
- Vérification **par sondage** des formations, conformité de l'appareil,... (**RA gammagraphie**)
- **Pas** de vérification du balisage

	CAD/D3S/SPR	RPI.02	000	PCDG 001	04	8/17
	ÉMETTEUR	PROCESSUS	INSTALLATION	REPÈRE	INDICE	PAGE

- ❑ Tirs GAM :
 - Vérification **systématique** du prévisionnel dosimétrique, du DIMR et du plan de balisage. (**RA gammagraphie**)
 - Vérification **par sondage** des formations, conformité de l'appareil,... (**PMS Spécifique non systématique**)
 - Vérification **par sondage** du balisage (**PMS Spécifique non systématique**)

➔ En absence de CTRI :

- Vérification **systématique** du prévisionnel dosimétrique, du DIMR et du plan de balisage. (**équipe du périmètre**)
- Vérification **par sondage** des formations, conformité de l'appareil,... (**PMS tour concerné**)
- Vérification **systématique** du balisage (**PMS tour concerné**)

7.3. En fin de chantier

Actions	Qui (traçabilité)
Vérification que la source est bien à l'intérieur de son conteneur (cas lors d'utilisation d'appareil de type « gammatron ») ou que l'appareil est hors tension (cas des générateur X ou accélérateurs de particules)	Opérateur Camariste de l'entreprise titulaire <i>et SPR si présence au titre de la maîtrise de la sous traitance</i>
Renseignement de l'autorisation de travail et du DIMR le cas échéant, des doses prises par les opérateurs de l'entreprise titulaire	Opérateur Camariste de l'entreprise titulaire (DIMR)
Renseignement des doses prises par les salariés CEA et renseigne le fichier Excel de bilan des gammagraphies du SPR (accès \\lurs\ unites\D2S\SPR\CHANTIER\06-GAMMAGRAPHIE)	SPR (DIMR) et suivi interne
Renseignement du REX	CRP entreprise
Gestion des alarmes du TCR si les opérations ont lieu dans un bâtiment	SPR de permanence (fiche PMS)
Contrôle du véhicule de transport conformément à la réglementation en vigueur (ADR), après chargement de l'appareil de radiographie industrielle et du collimateur	Opérateur Camariste de l'entreprise titulaire (complète et signe l'annexe à la déclaration d'expédition de matières radioactives)
Contrôle de détrompage de matières nucléaires en sortie du site si l'appareil de radiographie industrielle et du collimateur sortent par la Porte d'Entrée Principale. <i>Ce contrôle s'effectue dans un créneau horaire défini préalablement</i>	PEP : FLS avec appui SPR SER en HO ou PMS coordination/intervention en HNO si déclenchement CRCV. Voir ANNEXE 3
Remise d'une copie de l'annexe à la déclaration d'expédition à la FLS.	Entreprise titulaire
Clôture du DIMR	Responsable intervention, chargé de travaux, SPR, CRP Entreprise titulaire

8. CONDUITE A TENIR EN CAS D'INCIDENT

En cas d'incident de nature radiologique (exposition anormale, source bloquée...), les opérateurs doivent informer dès que possible le SPR (de permanence en HNO) .

9. CAS PARTICULIERS

9.1. Cas des chantiers longues durées

Si des opérations de radiographie industrielle doivent être faites de façon répétée sur une durée étendue, il est fortement recommandé d'entreposer l'appareil de radiographie industrielle sur le chantier. Pour cela, les conditions suivantes sont requises :

	CAD/D3S/SPR	RPI.02	000	PCDG 001	04	9/17
	ÉMETTEUR	PROCESSUS	INSTALLATION	REPÈRE	INDICE	PAGE

- l'autorisation de détention et d'utilisation de l'installation de l'appareil de radiographie délivrée par l'autorité de sûreté à l'EE doit mentionner explicitement la possibilité d'entreposer le projecteur et sa source chez leur client,
- l'installation d'accueil doit posséder une autorisation de détention de sources délivrée par l'ASN (qui couvre l'entreposage de cette source),
- l'appareil de radiographie industrielle entreposé doit être exclusivement utilisé pour le bénéfice de cette installation,
- l'appareil de radiographie industrielle doit être entreposé dans un local garantissant une protection physique et une surveillance contre l'incendie (selon les conditions définies dans les RGS),
- une convention d'hébergement doit être écrite entre le CEA et l'EE détentrice de l'appareil de radiographie industrielle,
- une gestion de la matière doit être réalisée pour prendre en compte la quantité d'uranium appauvri contenue dans l'enveloppe de l'appareil de radiographie industrielle et du collimateur.

9.2. Cas des chantiers clos et indépendant

Sauf dispositions particulières, le SPR n'assure pas de façon permanente le suivi des gammagraphies sur les chantiers clos et indépendants mais peut intervenir ponctuellement. Il vérifie alors les dispositions prévues dans cette procédure.

	CAD/D3S/SPR	RPI.02	000	PCDG 001	04	10/17
	ÉMETTEUR	PROCESSUS	INSTALLATION	REPÈRE	INDICE	PAGE

ANNEXE 1 : DELIMITATION ET BALISAGE DE LA ZONE D'OPERATION

Avant l'exécution de l'opération de radiographie industrielle, un message d'évacuation de la zone concernée est diffusé via le réseau de diffusion d'ordre à deux reprises. Ce message doit préciser le motif de l'évacuation et les zones concernées.

A l'intérieur des zones délimitées, les appareils de radiographie industrielle doivent être signalés.

Les accès aux locaux ou bâtiments concernés doivent être condamnés et une signalisation appropriée doit y être apposée (Cf. Annexe 2).

Détermination de la zone d'exclusion

CARACTERISTIQUES DES SOURCES UTILISEES

Les sources utilisées pour ces opérations de radiographie sont essentiellement de l'¹⁹²Ir et du ⁶⁰Co. Lorsque les conditions le permettent, le ⁷⁵Se (Sélénium) peut être également utilisé. Les principales caractéristiques de ces radioéléments sont présentées dans les tableaux ci-dessous :

Source	Principales émissions gamma	Période	Constante spécifique	Activité maximales
¹⁹² Ir	0,317 Mev (80%)	73,8 jours	0,108 Gy/h par TBq à 1m	2,96 TBq (GAM80) 4,44 TBq (GAM120)
	0,468 Mev (48%)		0,135 Gy/h par TBq à 1m	
	0,604 Mev (8%)		retenue par les radiologues	
⁶⁰ Co	1,17 Mev (100%)	5,27 ans	0,305 Gy/h par TBq à 1m	1,11TBq (GR30) 2,2TBq (GR50)
	1,33 Mev (100%)		0,354 Gy/h par TBq à 1m	
			retenue par les radiologues	
⁷⁵ Se	0,26 Mev (59%)	119,8 jours	≈ 0,055 Gy/h par TBq à 1m	2,96TBq (GAM80)
	0,14 Mev (59%)			
	0,28 Mev (25%)			

Rappels : 1 TBq = 27 Ci 1 Ci = 37 GBq

Source	Epaisseur « moitié »* (mm)		Epaisseur « dixième »** (mm)	
¹⁹² Ir	Béton	60	Béton	180
	Acier	13	Acier	44
	Plomb	7	Plomb	22
⁶⁰ Co	Béton	90	Béton	280
	Acier	21	Acier	70
	Plomb	14	Plomb	45
⁷⁵ Se	Acier	10	Acier	41
	Plomb	1	Plomb	5

* épaisseur « moitié » : épaisseur qui atténue d'un facteur 2 le débit de dose

** épaisseur « dixième » : épaisseur qui atténue d'un facteur 10 le débit de dose

	CAD/D3S/SPR	RPI.02	000	PCDG 001	04	11/17
	ÉMETTEUR	PROCESSUS	INSTALLATION	REPÈRE	INDICE	PAGE

Calcul du débit de dose

▪ Appareil de gammagraphie

Le débit de dose à 1 m de la source est estimé à partir de son activité et de la constante spécifique du radioélément utilisé selon la relation :

Activité (TBq) \times constante spécifique (Gy/h pour 1 TBq à 1 m) = Débit de Dose à 1 mètre (Gy/h)

▪ Générateur électrique rayons γ

Le débit de dose est fonction de la tension appliquée (kV), de l'intensité du faisceau primaire (mA), de la filtration inhérente ou additionnelle. Il est estimé à partir de la courbe caractéristique du tube radiogène fourni par le constructeur. Il est souvent indiqué pour une distance de 0,5m

▪ Accélérateur de particules

Le débit de dose est fonction de paramétrage propre à l'appareillage. Il est estimé par qualification du faisceau par le constructeur.

Pour ces trois types d'appareil, l'atténuation du débit de dose en fonction de la distance est déterminée en utilisant la formule suivante :

$$DD_a \times X_a^2 = DD_b \times X_b^2$$

avec DD , le débit de dose à la distance X (en m)

Soit DD_1 , le débit de dose à 1 mètre de la source, le débit de dose à d mètres de la source dans le faisceau direct de l'appareil de radiographie (sans écran) est alors de :

$$DD_d = \frac{DD_1}{d^2}$$

DELIMITATION DE LA ZONE D'OPERATION

UTILISATION HORS ZONE REGLEMENTEE

Le responsable de l'appareil établit les consignes de délimitation de la zone d'opération, dont l'accès est limité aux travailleurs devant nécessairement être présents. La délimitation de cette zone prend en compte notamment les caractéristiques de l'appareil émetteur de rayonnements ionisants, les conditions de sa mise en œuvre, l'environnement dans lequel il doit être utilisé et, le cas échéant, les dispositifs visant à réduire l'émission de rayonnements ionisants.

Le balisage de la zone d'exclusion est déterminé à partir de la formule ci-dessous :

$$d = \sqrt{\frac{DD_1}{DD_{limite}}}$$

avec DD_1 , le débit de dose à 1 mètre de la source et DD_{limite} , le débit de dose en limite de balisage.

A noter que le collimateur permet d'assurer une atténuation importante du rayonnement hors faisceau direct (de 1/250 à 1/400).

	CAD/D3S/SPR	RPI.02	000	PCDG 001	04	12/17
	ÉMETTEUR	PROCESSUS	INSTALLATION	REPÈRE	INDICE	PAGE

AIDE AU CALCUL DE LA DISTANCE BALISAGE

Le tableau ci-dessous présente les distances de balisage de la zone d'opération en fonction de l'activité du radioélément mis en œuvre, avec ou sans collimateur.

Activité

Distance de balisage de la zone d'opération

Ci	Bq	radioélément ¹⁹² Ir				radioélément ⁶⁰ Co			
		à 2,5μSv durant 1 h		à 25μSv durant 1 h		à 2,5μSv durant 1 h		à 25μSv durant 1 h	
		sans collimateur	avec collimateur FA 250	sans collimateur	avec collimateur FA 250	sans collimateur	avec collimateur FA 300	sans collimateur	avec collimateur FA 300
1	3,70E+10	45	3	14	1	72	4	23	1
2	7,40E+10	63	4	20	1	102	6	32	2
3	1,11E+11	77	5	24	2	125	7	40	2
4	1,48E+11	89	6	28	2	145	8	46	3
5	1,85E+11	100	6	32	2	162	9	51	3
6	2,22E+11	109	7	35	2	177	10	56	3
7	2,59E+11	118	7	37	2	192	11	61	3
8	2,96E+11	126	8	40	3	205	12	65	4
9	3,33E+11	134	8	42	3	217	13	69	4
10	3,70E+11	141	9	45	3	229	13	72	4
13	4,81E+11	161	10	51	3	261	15	83	5
15	5,55E+11	173	11	55	3	280	16	89	5
18	6,66E+11	190	12	60	4	307	18	97	6
25	9,25E+11	223	14	71	4	362	21	114	7
28	1,04E+12	237	15	75	5	383	22	121	7
35	1,30E+12	264	17	84	5	428	25	135	8
40	1,48E+12	283	18	89	6	458	26	145	8
45	1,67E+12	300	19	95	6	486	28	154	9
50	1,85E+12	316	20	100	6	512	30	162	9
55	2,04E+12	331	21	105	7	537	31	170	10
60	2,22E+12	346	22	109	7	561	32	177	10
65	2,41E+12	360	23	114	7	584	34	185	11
70	2,59E+12	374	24	118	7	606	35	192	11
75	2,78E+12	387	24	122	8	627	36	198	11
80	2,96E+12	400	25	126	8	647	37	205	12
85	3,15E+12	412	26	130	8	667	39	211	12
90	3,33E+12	424	27	134	8	687	40	217	13
95	3,52E+12	436	28	138	9	705	41	223	13
100	3,70E+12	447	28	141	9	724	42	229	13
105	3,89E+12	458	29	145	9	742	43	235	14
110	4,07E+12	469	30	148	9	759	44	240	14
115	4,26E+12	479	30	152	10	776	45	245	14
120	4,44E+12	490	31	155	10	793	46	251	14

FA 250 = facteur d'atténuation du collimateur égale à 250 pour le radioélément référencé.

Calculs réalisés avec les constantes spécifiques retenues par les radiologues (cf. Annexe 1)

	CAD/D3S/SPR	RPI.02	000	PCDG 001	04	13/17
	ÉMETTEUR	PROCESSUS	INSTALLATION	REPÈRE	INDICE	PAGE

FACTEUR CORRECTIF/DISTANCE

Le tableau ci-dessous présente à titre indicatif en fonction d'un coefficient de réduction à obtenir :

- le facteur correctif à apporter sur la distance,
- l'ordre de grandeur du nombre d'épaisseur de demi-transmission à mettre en place.

Nota : privilégier la détermination d'une épaisseur d'écran par l'utilisation d'un code de calcul (prise en compte du build-up)

Coefficient de réduction	Distance	Nombre d'épaisseur moitié		Coefficient de réduction	Distance	Nombre d'épaisseur moitié
1,25	1,1	0,3		2500	50	11,3
1,5	1,2	0,6		3000	55	11,6
1,75	1,3	0,8		4096	64	12,0
2	1,4	1,0		5000	71	12,3
2,5	1,6	1,3		7000	84	12,8
4	2,0	2,0		10000	100	13,3
5	2,2	2,3		12500	112	13,6
6	2,4	2,6		15000	122	13,9
8	2,8	3,0		20000	141	14,3
9	3,0	3,2		25000	158	14,6
10	3,2	3,3		30000	173	14,9
12	3,5	3,6		40000	200	15,3
15	3,9	3,9		60000	245	15,9
20	4,5	4,3		80000	283	16,3
25	5,0	4,6		100000	316	16,6
30	5,5	4,9		125000	354	16,9
40	6,3	5,3		150000	387	17,2
45	6,7	5,5		200000	447	17,6
50	7,1	5,6		250000	500	17,9
60	7,7	5,9		300000	548	18,2
80	8,9	6,3		350000	592	18,4
100	10	6,6		400000	632	18,6
128	11	7,0		450000	671	18,8
150	12	7,2		500000	707	18,9
200	14	7,6		550000	742	19,1
256	16	8,0		600000	775	19,2
300	17	8,2		650000	806	19,3
400	20	8,6		700000	837	19,4
512	23	9,0		750000	866	19,5
600	24	9,2		800000	894	19,6
800	28	9,6		850000	922	19,7
1024	32	10,0		900000	949	19,8
1250	35	10,3		950000	975	19,9
1750	42	10,8		1000000	1000	19,9
2048	45	11,0		1050000	1025	20,0

	CAD/D3S/SPR	RPI.02	000	PCDG 001	04	14/17
	ÉMETTEUR	PROCESSUS	INSTALLATION	REPÈRE	INDICE	PAGE

ANNEXE 2 : EXEMPLES DE SIGNALISATION

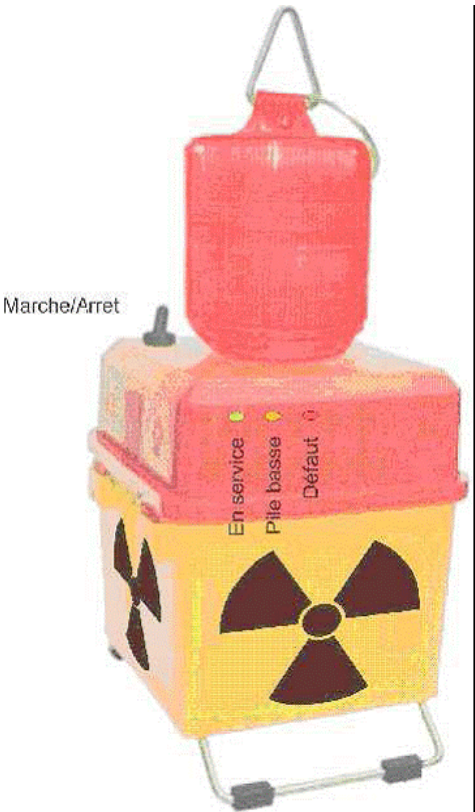
Exemple de bande de balisage à utiliser



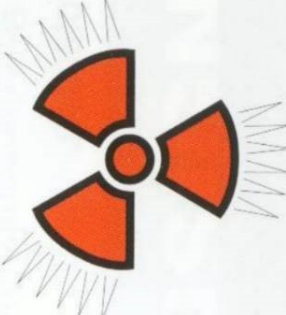
Panneau type pour accès interdit Danger d'irradiation



Exemple de balise de détection et d'alarme gamma

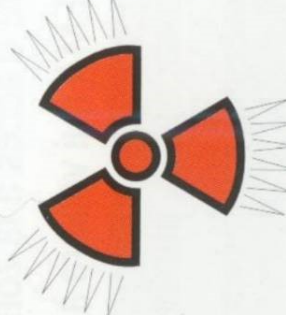


	CAD/D3S/SPR	RPI.02	000	PCDG 001	04	15/17
	ÉMETTEUR	PROCESSUS	INSTALLATION	REPÈRE	INDICE	PAGE



CONTROLES GAMMAGRAPHIQUES

RESPECTER LA SIGNALISATION



HORAIRES DE TIRS : du au

Jours ouvrables : de à

Samedi : de à

Dimanche : de à

INFORMATIONS : **S.P.R.** **Tél :** **Bip :**

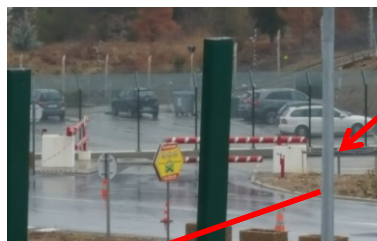
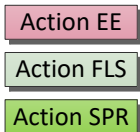
Exploitant **Tél :** **Bip :**

INTERDICTION FORMELLE DE FRANCHIR LES BALISAGES !...

	CAD/D3S/SPR	RPI.02	000	PCDG 001	04	16/17
	ÉMETTEUR	PROCESSUS	INSTALLATION	REPÈRE	INDICE	PAGE

ANNEXE 3 : CONTROLES RADIOLOGIQUES DES APPAREILS DE RADIOGRAPHIE INDUSTRIELLE A LA SORTIE DE LA PORTE PRINCIPALE DU CENTRE DE CADARACHE (PEP)

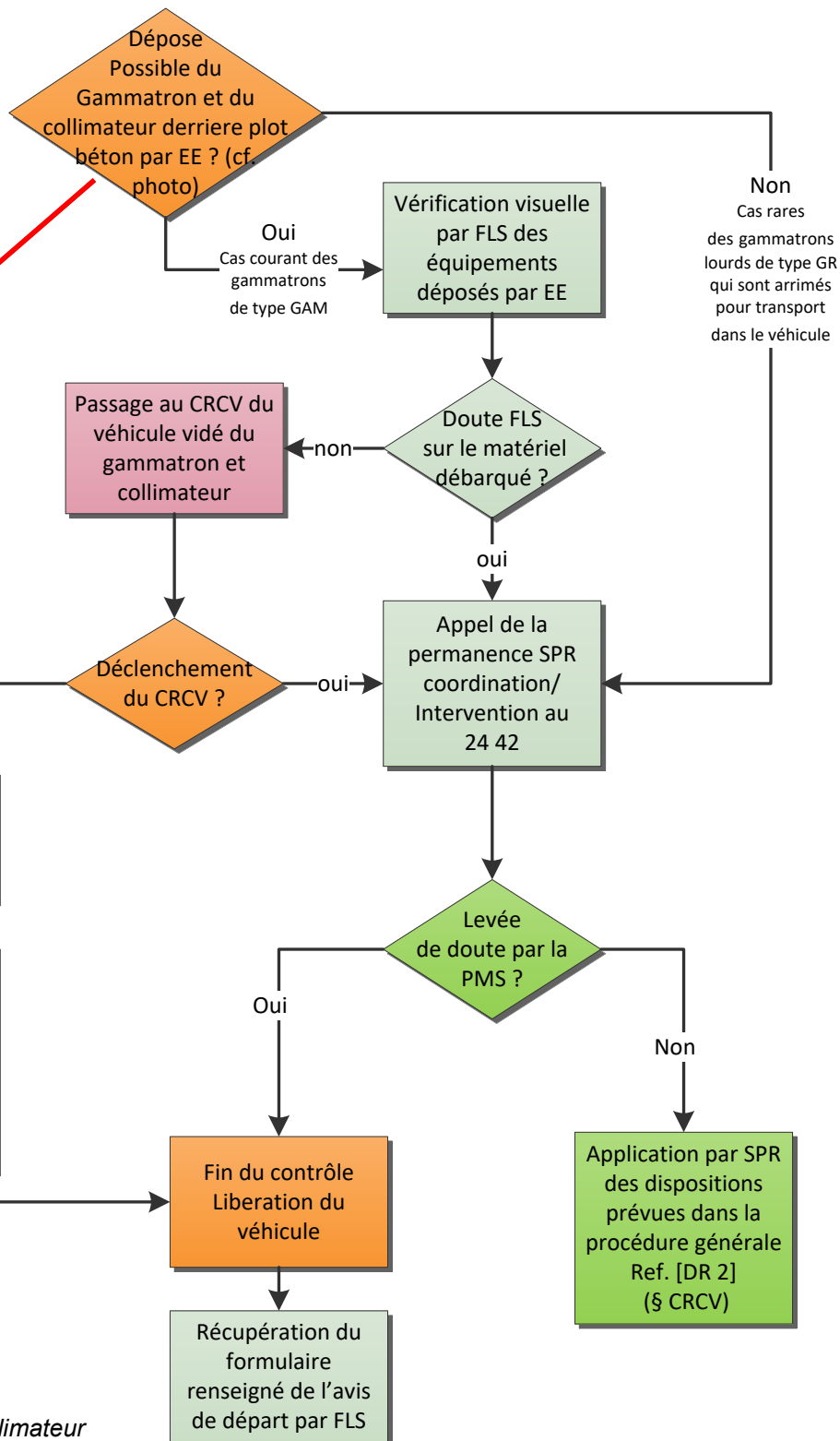
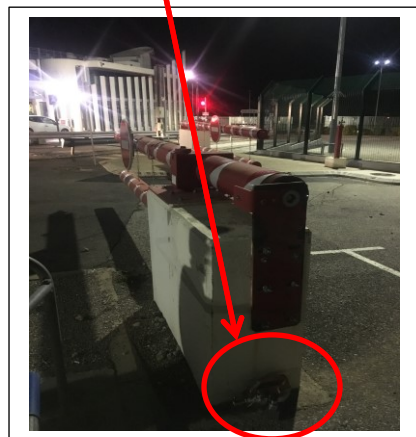
Légende :



GAM



Collimateur



	CAD/D3S/SPR	RPI.02	000	PCDG 001	04	17/17
	ÉMETTEUR	PROCESSUS	INSTALLATION	REPÈRE	INDICE	PAGE