

INSTRUCTIONS DE SECURITE

JAUGES DE TENEUR EN EAU ET DE DENSITE TROXLER 3430 PLUS ET 3440 PLUS



TROXLER 3430 PLUS



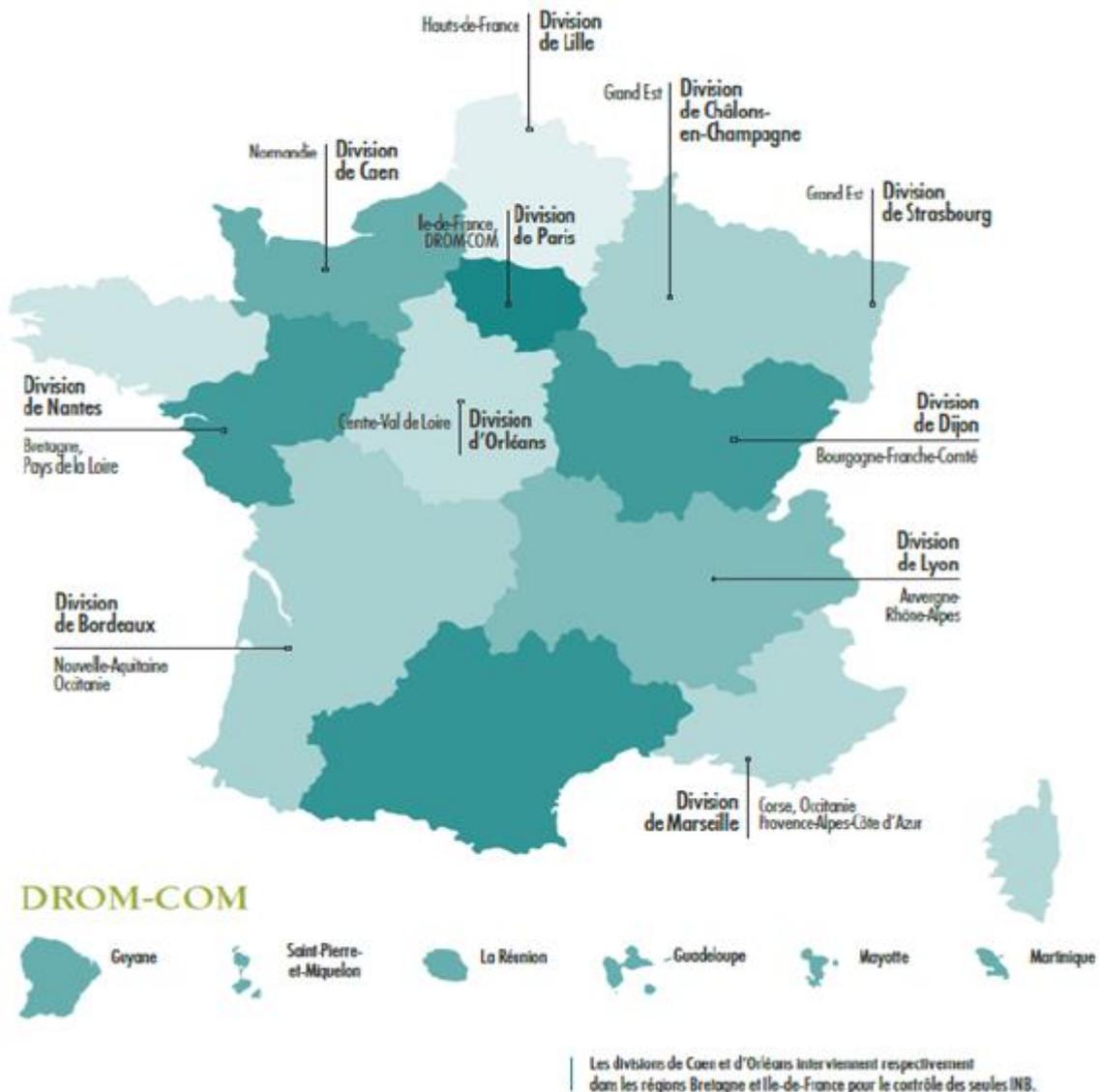
TROXLER 3440 PLUS

APPAREIL		
Marque	Type	N° d'agrément ASN
TROXLER	3430 Plus	TX 3430P
TROXLER	3440 Plus	TX 3440P

SOURCES						
Nature	Symbole	Activité	Conformité	Catégorie AIEA	Catégorie selon annexe 13-8	Certificat Forme Spéciale
Césium 137	137 Cs	296 MBq	ISO 2919	5	D	USA/0356/S96
Américium 241 Béryllium	241 Am / Be	1480 MBq	ISO 2919	4	D	CZ/1009/S96

L'utilisation de ce matériel est soumise à autorisation préalable de l'**Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN)** qui se compose de 11 divisions territoriales compétentes sur une ou plusieurs régions administratives.

Nous vous invitons à vous rapprocher de la division en charge de votre région



Division de Bordeaux : Régions Aquitaine, Poitou-Charentes et Midi-Pyrénées.

Division de Caen : Régions Basse et Haute-Normandie.

Division de Châlons-en-Champagne : Régions Champagne-Ardenne et Picardie

Division de Dijon : Régions de Bourgogne et de Franche-Comté

Division de Lille : Région Nord Pas-de-Calais

Division de Lyon : Régions Rhône-Alpes et Auvergne

Division de Marseille : Régions Provence-Alpes-Côte d'Azur, Languedoc-Roussillon et Corse

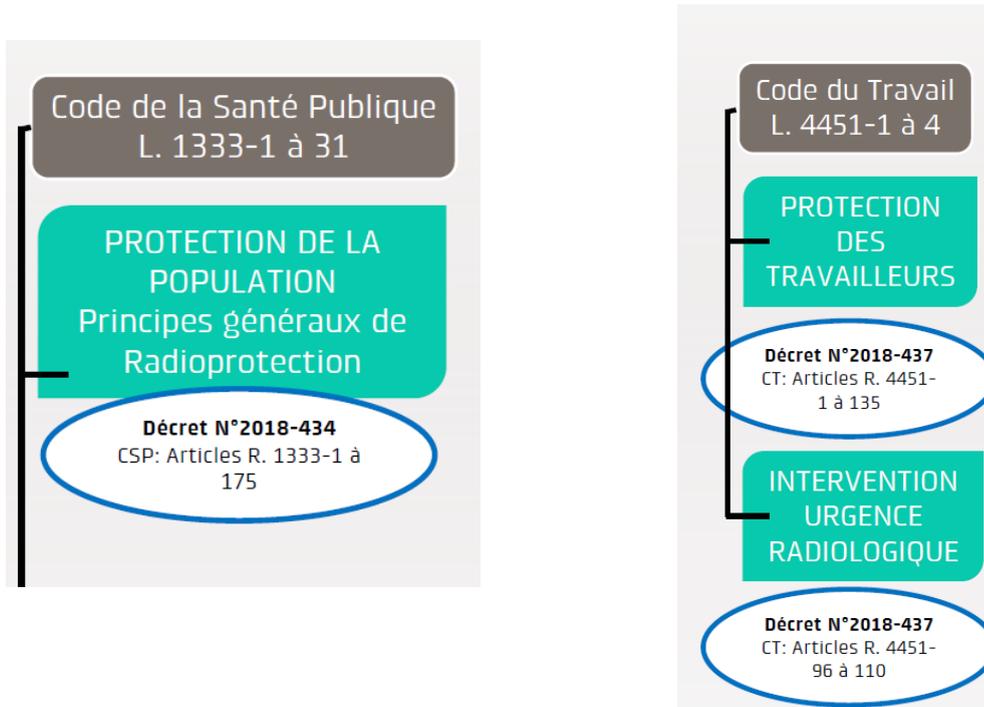
Division de Nantes : Régions Pays de la Loire et Bretagne

Division d'Orléans : Régions Centre et Limousin

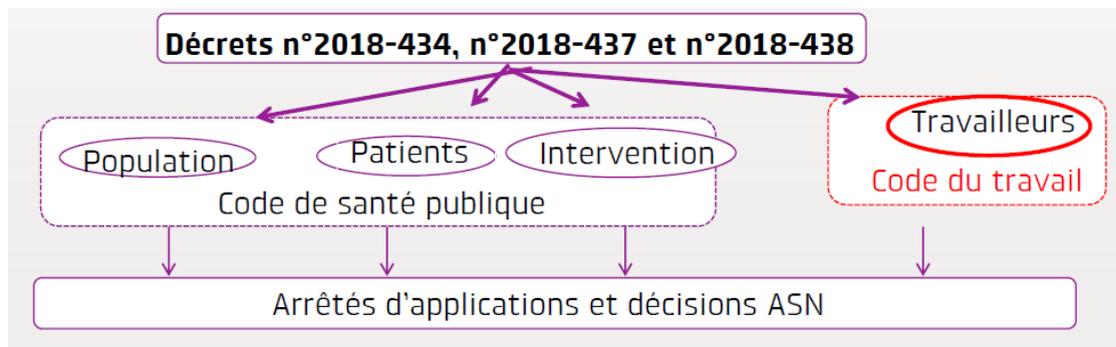
Division de Paris : Région Ile-de-France et les cinq départements d'Outre-Mer (Guadeloupe, Martinique, Guyane, La Réunion, Mayotte).

Division de Strasbourg : Régions Alsace et Lorraine

Rappel des dispositions législatives et réglementaires



Réglementation Française



- Ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016
- Instructions ASN/DGT du 2 octobre 2018
- Arrêté déclaration du 21 novembre 2018
- Arrêté dosimétrie du 26 juin 2019
- Arrêté protection contre les actes de malveillance du 29 novembre 2019, modifié le 24 juin 2020
- Arrêté formation et OCR du 18 décembre 2019
- Arrêté zonage radiologique du 28 janvier 2020
- Arrêté vérifications du 23 octobre 2020
- Arrêté enregistrement hors secteur médical du 4 mars 2021

Pour simplifier :

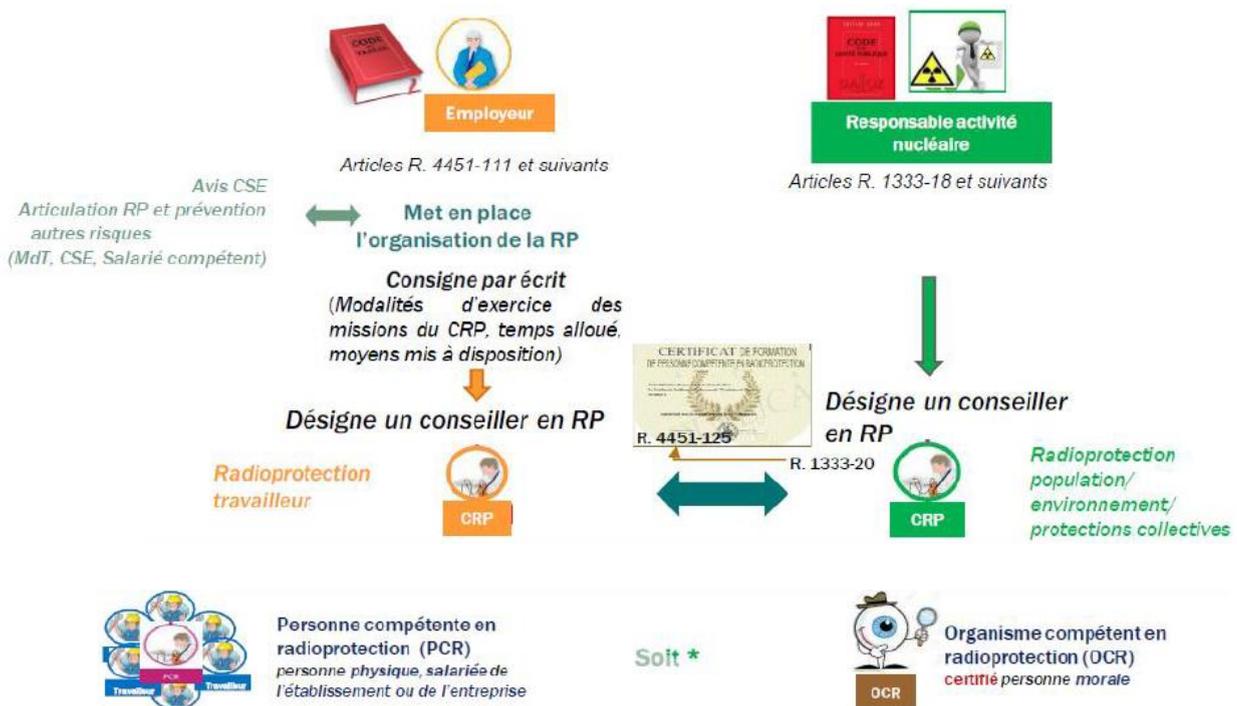
Le code du Travail s'applique à toutes les entreprises qui emploient des personnes susceptibles d'être exposées aux rayonnements ionisants.

Lorsque l'entreprise détient des sources de rayonnements : Le code de la Santé Publique s'applique également.

Législation Française – Evolutions majeures

- Refonte de l'organisation de la Radioprotection
- Rôle du CRP renforcé : missions redéfinies, accès à toutes les doses externes et ouverture aux doses internes sous couvert du Médecin du Travail, secret professionnel
- Abaissement de la limite cristallin
- Intégration du risque radon
- Notion de contrainte de dose
- Introduction du dispositif travailleurs non classés
- Réorganisation profonde des « contrôles techniques » en « vérifications »
- « Simplification » du zonage (niveaux de référence mensuels, spécificités : Extrémités, cristallin et radon, zones intermittentes)
- Réorganisation des dispositions relatives à l'urgence radiologique (intervenants)
- Nouvelles modalités relatives à la gestion des sources de rayonnements ionisants (protection contre la malveillance, catégorisation, régimes administratifs)

Nouvelle organisation de la Radioprotection



Le Conseiller en Radioprotection

CRP =

- PCR « Interne » ou OCR

Réglementation pour le transport terrestre

Règlementation ADR

Le conducteur devra respecter les prescriptions de l'ADR 2021, l'arrêté TMD du 29 Mai 2009 consolidé au 01/01/2021, du code de la route relatif au transport de matières dangereuses en FRANCE et vérifier qu'il dispose des documents et équipements réglementaires.

Conseiller à la sécurité transport marchandises dangereuses classe 7

Chaque entreprise dont l'activité comporte le transport de marchandises dangereuses par route, ou les opérations d'emballage, de chargement, de remplissage ou de déchargement liées à ces transports, désigne un ou plusieurs conseillers à la sécurité, nommés ci-après "conseillers", pour le transport de marchandises dangereuses, chargés d'aider à la prévention des risques pour les personnes, les biens ou l'environnement, inhérents à ces activités.

A partir du 1er janvier 2021, toute entreprise dont l'activité comporte chargement, transport ou déchargement de matières dangereuses sera tenue d'effectuer sa déclaration de conseillers à la sécurité en ligne.

Arrêté du 29 mai 2009

Arrêté du 29 mai 2009 relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres (dit « arrêté TMD »). Texte applicable au transport par route, par chemin de fer et par voies de navigation intérieures des marchandises dangereuses. JO du 27-06-2009 (NOR : DEVP0911622A), *publié le 21 Septembre 2009*

Directive 2008/68/CE du 24 septembre 2008

Directive 2008/68/CE du Parlement européen et du Conseil du 24 septembre 2008 relative au transport intérieur des marchandises dangereuses

Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route

Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR)

Veillez consulter le guide transport en vigueur pour les appareils TROXLER

<https://www.lindqvist-international.com/download/2729/>

Le matériel, le procédé et l'organisation du travail doivent être conçus de telle sorte que les expositions professionnelles individuelles et collectives soient maintenues aussi bas qu'il est raisonnablement possible en dessous des limites prescrites par la réglementation :

Dans chaque établissement où ce type de matériel est implanté, un Conseiller en Radioprotection (CRP) doit être désigné par le chef d'établissement pour veiller au respect des règles de radioprotection. Pour mener à bien cette mission, le Conseiller en radioprotection doit avoir suivi avec succès la formation réglementaire dispensée par un organisme agréé. La formation devra être renouvelée au maximum tous les 5 ans.

Le CRP doit prendre connaissance des présentes instructions, et établir des consignes particulières pour le personnel appelé à utiliser l'appareil ou intervenir à proximité de celui-ci.

Les différentes valeurs d'exposition externe indiquées dans les présentes instructions et relatives à l'utilisation de l'appareil pourront être utilisées pour la délimitation de la zone contrôlée et de la zone surveillée, ainsi que lors de toute intervention autorisée sur ce matériel.

Une vérification initiale prévue à l'article R. 4451-40 du code du travail doit être réalisée par un organisme accrédité avant la première mise en service de l'appareil. Une vérification périodique prévue à l'article R. 4451-42 devra également être réalisée ou supervisée par le conseiller en radioprotection.

Chaque source doit être livrée avec un certificat établi par le fabricant attestant de ses caractéristiques.

En cas de fin de validité ou de cessation d'emploi définitif de l'appareil contenant les sources scellées, le titulaire de l'autorisation ou le chef d'établissement est tenu de le restituer au fournisseur

LINDQVIST INTERNATIONAL S.A.S., Z.I. La Marinière, 5 rue Gutenberg, 91070 Bondoufle. Tél. : 01 60 86 44 72 Fax : 01 60 86 40 23 E.mail : info@lindqvist-international.com

La responsabilité de l'utilisateur ne sera dérogée qu'après réception par l'IRSN du certificat de reprise établi par le fournisseur ou l'organisme repreneur désigné. Le certificat devra impérativement mentionner la date effective de reprise et l'ensemble des caractéristiques permettant d'identifier les sources.

PROCEDURE D'URGENCE

S'il s'agit d'une destruction (écrasement, etc....), baliser à l'aide d'un radiamètre l'aire où se trouve l'appareil, pour en interdire l'accès à toutes personnes non autorisées, et prévenir immédiatement la personne compétente qui prendra les mesures nécessaires.

En cas de perte, vol, disparition ainsi que les faits susceptibles d'engendrer une dissémination radioactive, le chef d'établissement, le titulaire de l'autorisation ou la personne compétente en radioprotection devra avertir immédiatement :

MESURES D'URGENCE EN CAS D'INCENDIE, ACCIDENT OU INCIDENT

Prévenir immédiatement le Conseiller en Radioprotection (CRP) :

En cas de destruction de l'appareil par écrasement, baliser çà l'aide d'un radiamètre la zone où se situe l'appareil a source pour en interdire l'accès à toutes personnes non autorisées.

En cas d'incendie, tenter dans la mesure du possible de retirer l'appareil sans pour autant s'exposer à des risques d'accident et suivre les instructions générales en matière d'incendie.

Si la situation est grave, alerter :

L'IRSN/PRI – 31 avenue de la Division-Leclerc 92260 Fontenay aux Roses

Tél. d'astreinte : 06 07 31 56 63 24h/24 – 7j/7

En secours de cette ligne : 01 58 35 88 88

Prévenir le Préfet du département

Prévenir si nécessaire les Pompiers de la Commune

Informers l'ASN de l'accident et lui transmettre ultérieurement un rapport détaillé sur celui-ci.

ASN

Direction du Transport et des Sources

15 rue Louis Lejeune – CS70013 – 92541 Montrouge Cedex

Secrétariat du Bureau de la Radioprotection et des Sources

Tél. : 01 46 16 41 06 - Fax : 01 46 16 44 20

- Faire une déclaration auprès de la gendarmerie ou des services de police.
- Un centre de secours de sapeurs-pompiers pourra éventuellement être alerté.

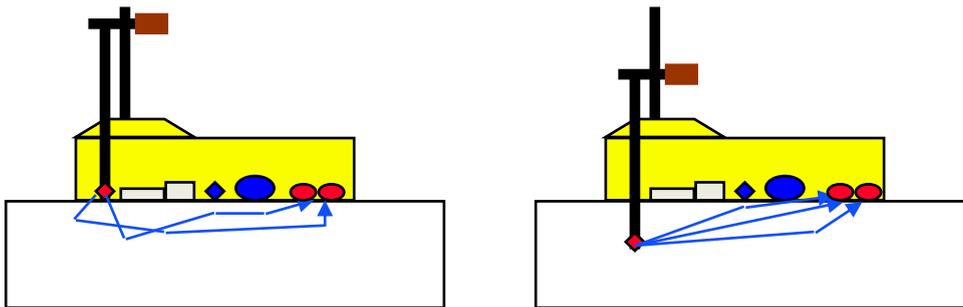
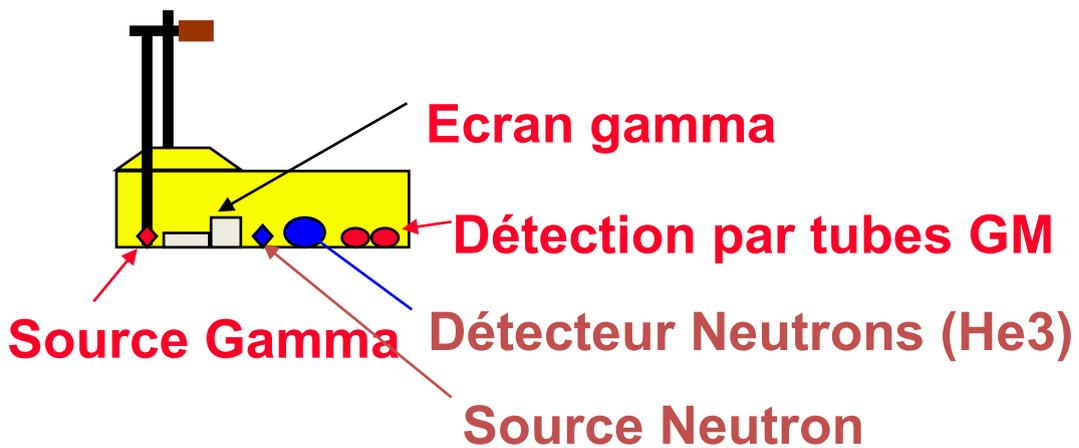
**En cas d'incident radiologique,
numéro vert ASN d'urgence : 0800 804 135
24 h/24 h - 7 j/7 j**

PRESENTATION DU MATERIEL

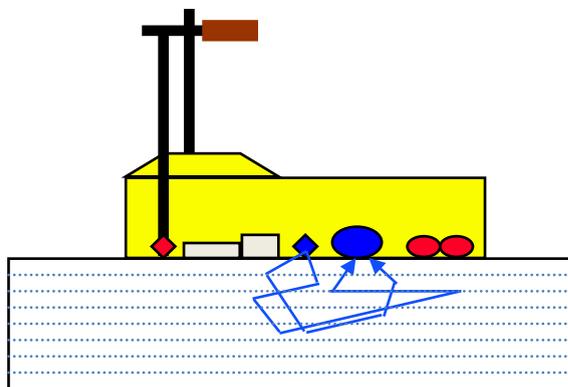
Les appareils TROXLER de la série 3400 Plus (3440 Plus et 3430 Plus), fabriqués par la société Troxler Electronic Laboratories aux Etats-Unis, référencés par l'ASN TX3440P et TX3430P permettent les mesures ponctuelles avec mémorisation de la teneur en eau et de la masse volumique moyenne apparente sur les sols naturels, les assises traitées (au bitume, ciment, ...) ou non traitées (sable, matériaux concassés), les couches de forme et les matériaux de terrassement.

Ils permettent de déterminer la masse volumique des matériaux en effectuant des mesures par absorption (transmission directe) ou par diffusion (rétrodiffusion) grâce au comptage des photons émis ap la source de Césium 137 à l'aide de compteurs Geiger Muller situées dans la semelle de l'appareil.

Ils permettent également de déterminer la teneur en eau des sols par rétrodiffusion des neutrons émis par la source d'Américium 241/Be et thermalisés par les atomes d'hydrogène contenu dans le matériau testé. La mesure des neutrons ralentis (thermalisés) est réalisée par un compteur à l'hélium 3 (He3) situé dans la semelle de l'appareil.



Mode Diffusion Mode Absorption, exemple, 10 cm



Eau dans le Sol

. Ces appareils contiennent 2 radioéléments en sources scellées :

- 1 source scellée de Césium 137 d'activité égale à 296 MBq (8 mCi), norme ISO 2919, catégorie AIEA 5, forme spéciale, pour la mesure de densité.

- 1 source scellée d'Américium 241 Béryllium d'activité égale à 1480 MBq (40 mCi), norme ISO 2919, catégorie AIEA 4, forme spéciale, pour la mesure de teneur en eau

Principaux rayonnements émis par la source de Cs 137 – Période 30,7 ans

Nature du rayonnement	Energies (keV)	Intensité (%)
Béta	512	95
	1173	5
Photon	662	85
	32	6
Electron	624	8

Principaux rayonnements émis par la source d'Am 241 /Be – Période 432,7 ans

Nature du rayonnement	Energies (keV)	Intensité (%)
Alpha	5388	1,45
	5442	12,8
	5485	85,2
Photon X	11,9	0,8
	13,6	12,5
	17,8	18
	20,8	4,7
Photons Gamma	26,3	2,4
	59,5	35,9

La réaction $^{241}\text{Am} (\alpha, n) ^9\text{Be}$ libère un large spectre de neutrons dont l'énergie prépondérante se situe aux alentours de 4,5 MeV.

Constitution et principe de fonctionnement

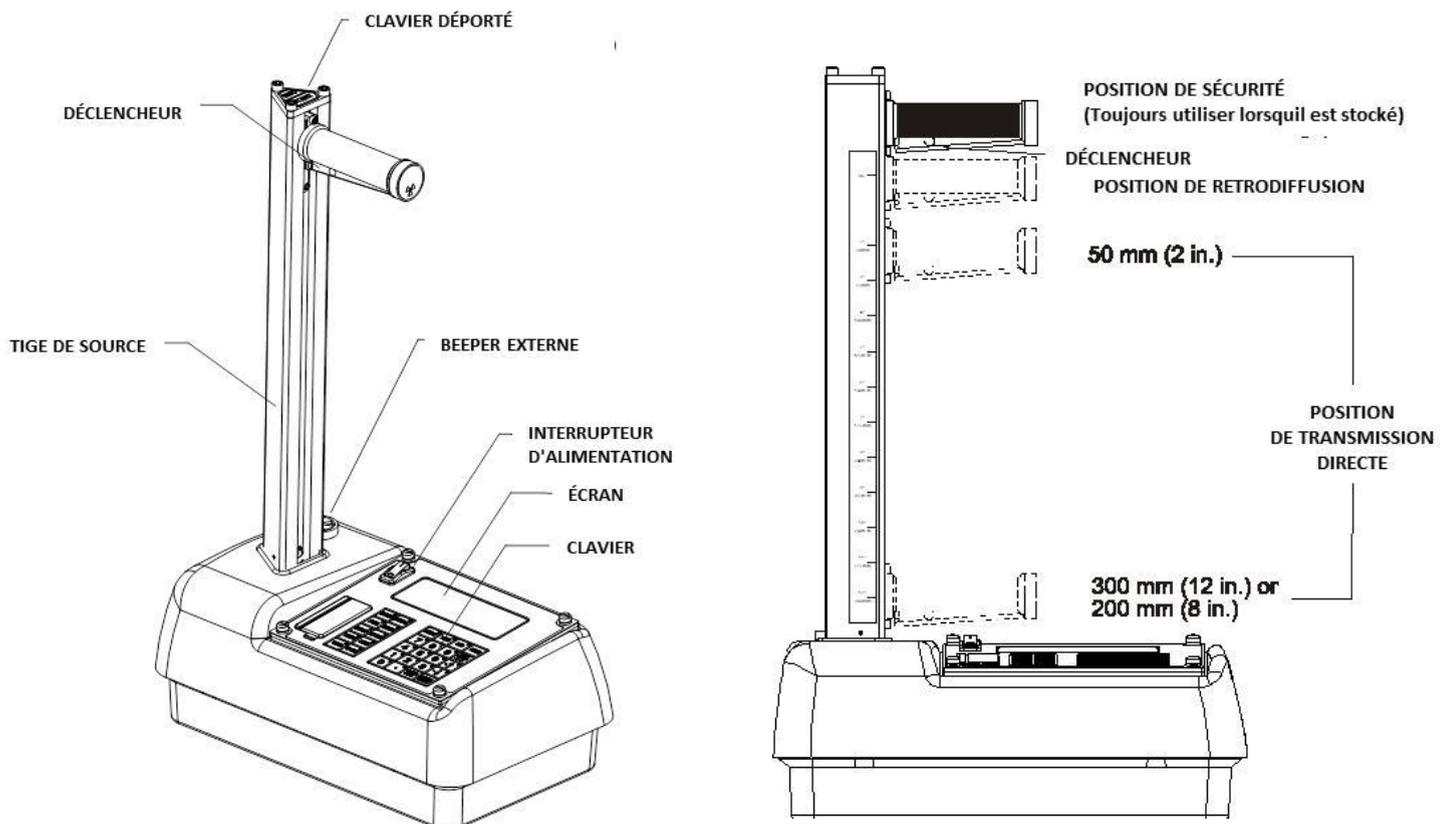
Le Troxler 3440 Plus, 3430 Plus, est constitué d'un bloc émetteurs-récepteurs contenant les sources – dans sa position sécurité pour la source de Césium et les détecteurs.

La source de Césium 137 est fixée à l'extrémité d'une tige porte source. Cette tige peut être introduite dans un trou préalablement percé dans le matériau à analyser. La source de Césium 137 est donc sortie de sa protection lors de la mesure par transmission (absorption). Le matériau constitue alors la protection radiologique de la source de Césium 137.

La tige porte source est déplacée le long d'une colonne de guidage grâce à une poignée munie d'une gâchette. Un dispositif de crantage permet d'introduire la tige porte source dans le matériau à différentes profondeurs 5 à 30 cm. La gâchette est munie d'un trou permettant l'introduction d'un cadenas pour empêcher l'éjection de la tige porte source.

La source Am 241 / Be, solidaire du bloc émetteur-récepteur, est logée dans la semelle de l'appareil à peu près au centre.

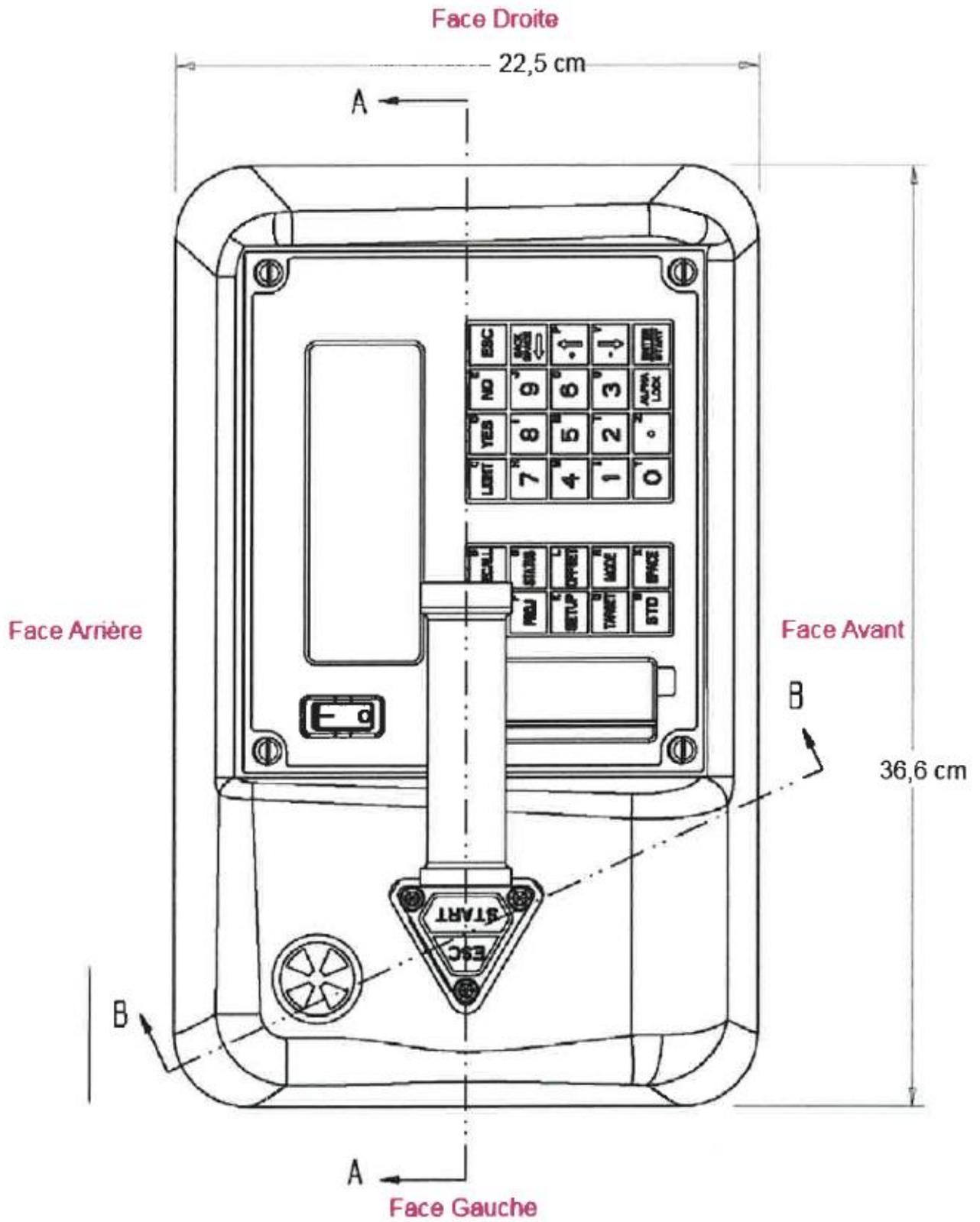
Lorsque la tige porte source est en position sécurité, son extrémité inférieure contenant la source de Césium 137 se trouve confinée dans un cylindre en plomb offrant une protection radiologique radiale d'une épaisseur de 20 mm. Ce cylindre est lui-même fermé par un obturateur en tungstène qui offre une protection radiologique au niveau de la semelle de l'appareil d'une épaisseur de 20 à 41 mm (forme biseautée). La protection au-dessus de la source est assurée par la tige porte-source.

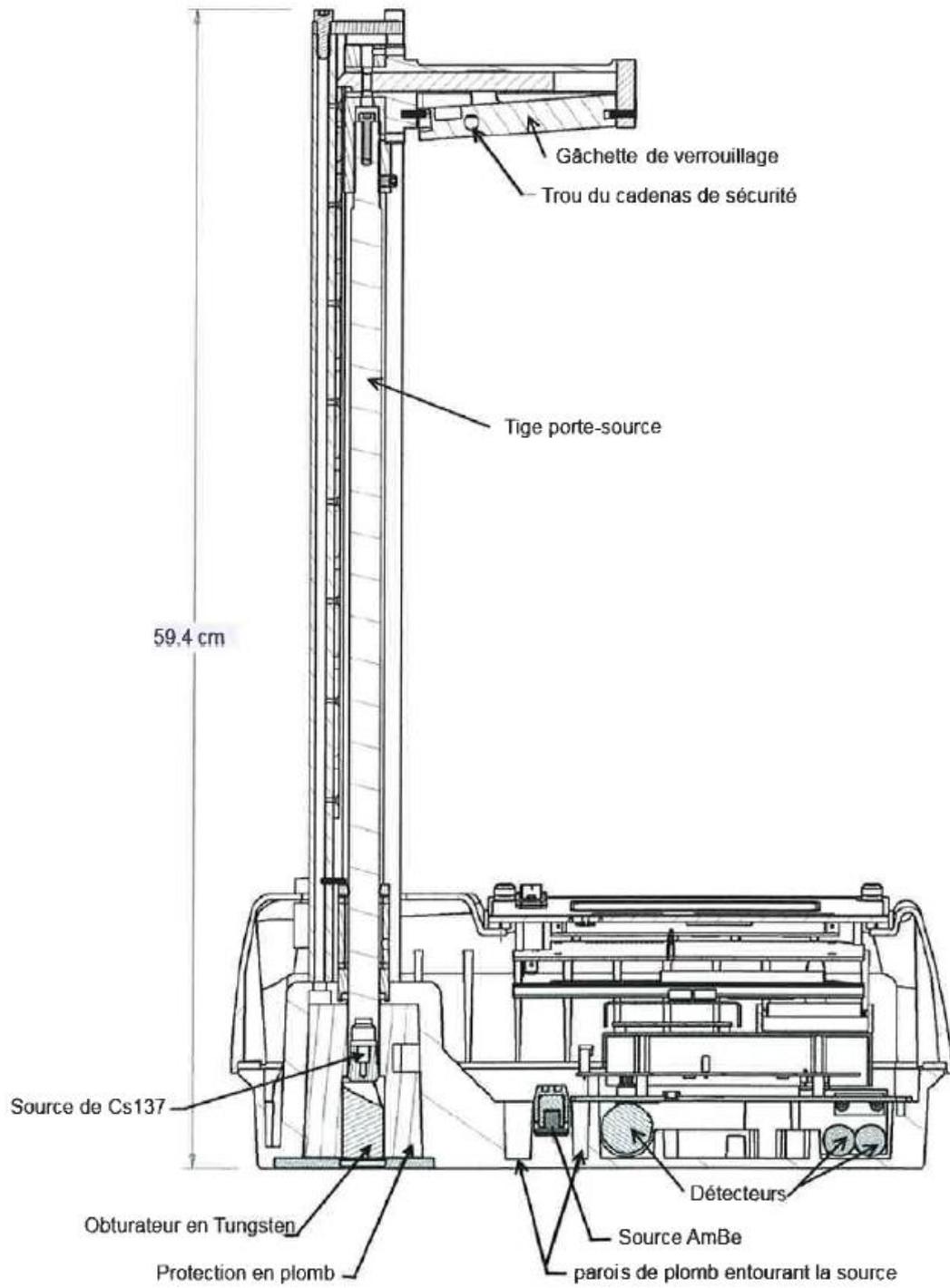


ATTENTION

Lorsqu'aucune mesure n'est prise, toujours maintenir la tige source en position **SÉCURITÉ**.

La tige porte source se rétracte automatiquement en position **SÉCURITÉ** lorsque l'appareil est soulevé par la poignée.





RECOMMANDATIONS DE RADIOPROTECTION

Les précautions suivantes doivent être respectées lors du transport, de l'entreposage, de la maintenance ou de l'utilisation de l'appareil.

LES SOURCES RADIOACTIVES CONTENUES DANS LES APPAREILS TROXLER ÉMETTENT DES RAYONNEMENTS TRÈS DANGEREUX POUR L'ORGANISME.

Pour éviter ces rayonnements, respectez le mode opératoire du manuel d'emploi et recommandations de

L'utilisation des appareils TROXLER doit être faite par du personnel connaissant l'existence des sources radioactives et formé aux risques qui y sont associés.

Obliger toutes personnes non autorisées à rester en dehors des limites de la zone d'utilisation.

Ne jamais prendre à mains nues l'extrémité de la tige porte source ou la semelle au niveau de la source d'Américium. Garder toujours une distance entre la source et l'opérateur.

Le personnel de l'entreprise doit être clairement informé de l'existence des deux sources radioactives, des risques associés et de la signification des diverses signalisations.

Toute intervention sur le conteneur lui-même est interdite. Seul le fournisseur de l'appareil est habilité à le faire.

Lorsque l'appareil est inutilisé, même pour un court laps de temps, prendre soin de garder la tige porte source en position "SECURITE" (dernier cran poignée, tige porte source rentrée).

Hors utilisation la tige porte source doit toujours être verrouillée à l'aide du cadenas fourni avec l'appareil.

Ne jamais verrouiller la tige porte source avec le cadenas hors position sécurité.

Pour la sécurité de l'utilisateur, la tige porte source se rétracte automatiquement en position SÉCURITÉ lorsque l'appareil est levé par la poignée.

Ne pas porter ou transporter l'appareil sans que le bloc coulissant en tungstène ne soit complètement fermé.

Lors de la préparation d'un site d'essai, utiliser la tige de perçage prévue à cet effet. Ne jamais utiliser, d'aucune manière, la tige source de l'appareil pour percer les trous.

L'appareil doit être stocké dans un local fermé à clé, et prévu à cet effet. Celui-ci devra comporter une signalisation évidente prévenant de son contenu.

Lors d'une anomalie de fonctionnement ou d'accident il y a lieu de prévenir immédiatement la personne compétente.

L'abandon ou la destruction des appareils contenant une source radioactive est INTERDIT. L'appareil ne peut être ni abandonné, ni vendu pour être ferrailé ni placé dans une décharge. S'il n'est plus utilisé, prévenir la société LINDQVIST qui se chargera de procéder à la reprise des sources.

Des consignes de sécurité doivent être affichées dans la valise de transport de l'appareil. Un modèle en est donné en page suivante.

Si vous avez des doutes, quels qu'ils soient, sur la manipulation ou sur les règles de sécurité d'utilisation de votre appareil, n'hésitez pas, contactez-nous. **Mr. E. Perez, Tél. : 01 60 86 44 72 Fax : 01 60 86 40 23**

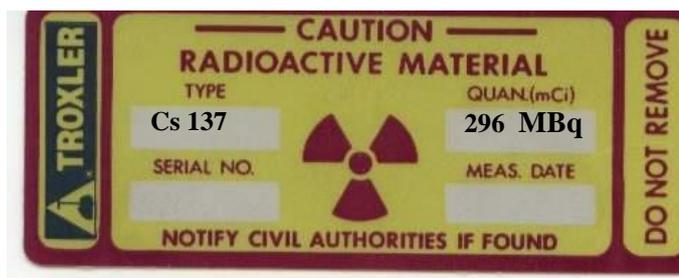
Exemple de CONSIGNE DE SÉCURITÉ

Cet appareil de mesure Troxler modèle 3440 Plus, 3430 Plus contient une source scellée d'Américium 241 Be, activité 1,48 GBq (40 mCi), (neutrons) et une source de césium 137, activité 296 MBq (8 mCi). (gammas).

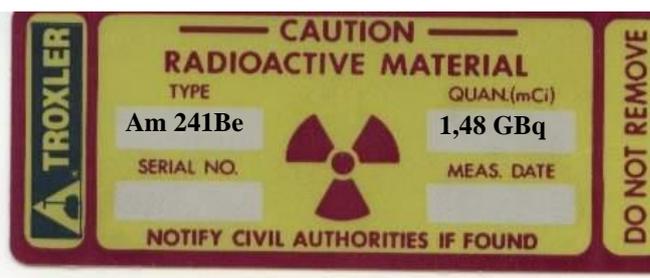
Les sources sont signalées par une étiquette d'identification.

- IL EST INTERDIT D'ENLEVER CES ÉTIQUETTES"

Source Césium 137



Source Américium 241 Be



(Étiquette apposée sur poignée côté opposé de la source)

(Étiquette apposée sur le logement de la source à l'intérieur de l'appareil)

L'appareil doit être transporté dans sa valise normalisée conforme aux spécifications des colis type A.

Entre chaque mesure, la tige porte source doit être replacée en position sécurité "SAFE" (dernier cran supérieur).

Ne jamais mettre les mains en contact avec:

- 1) la tige porte source de césium,
- 2) la semelle au niveau de la source d'américium 241 Be

Ne jamais séjourner près de l'appareil sans nécessité.

Hors utilisation, verrouiller la tige porte source en position "SAFE" et entreposer l'appareil rangé dans sa valise dans le local de stockage prévu à cet effet.

En cas d'accident ou d'anomalie de fonctionnement, prévenir immédiatement la personne compétente :

M.

Téléphone :

Nota : Cette rédaction ne constitue qu'un guide, les consignes de sécurité doivent tenir compte des conditions d'utilisation, elles sont spécifiques à chaque entreprise.

Inspection quotidienne

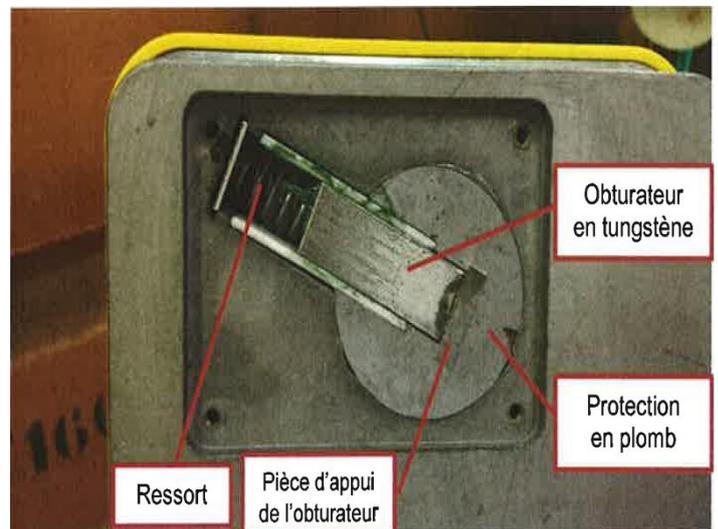
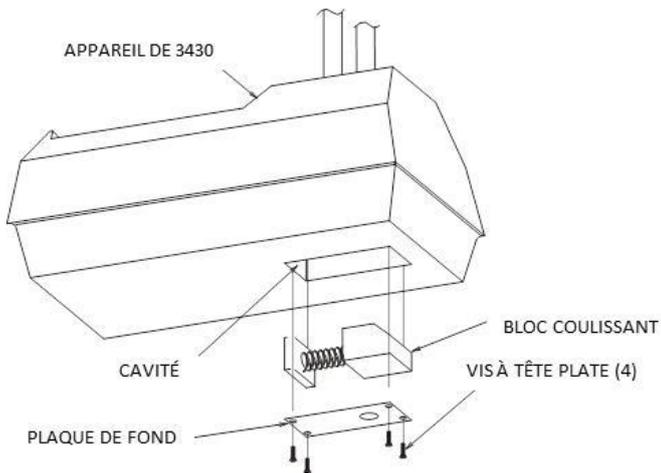
L'appareil doit être inspecté chaque jour avant son utilisation pour s'assurer du bon fonctionnement de tous les dispositifs de sécurité comme suit :

- ◆ En position sécurité, un obturateur coulissant en Tungstène comprimé par un ressort occulte le faisceau de la tige porte source sous l'appareil. Pour vérifier le fonctionnement de l'obturateur, pousser la tige porte source vers le bas en position rétrodiffusion, puis la relever en position **SÉCURITÉ**.
- ◆ Un *clic* doit se faire entendre lorsque l'obturateur s'enclenche en position de fermeture. Pencher l'appareil et vérifier que le bloc coulissant est complètement fermé.



▶ **AVERTISSEMENT !**

Ne pas utiliser ou transporter l'appareil si l'obturateur n'est pas complètement fermé.



"Si le bloc coulissant en tungstène n'est pas propre, il peut coller partiellement et risque de ne pas complètement obturer le faisceau lorsque la tige source est relevée en position **SÉCURITÉ**."

Cela risquerait d'engendrer des débits de dose plus élevés.

Effectuer le contrôle de débit au niveau de l'obturateur selon la procédure de contrôle au radiamètre décrite en pages suivantes.

Si le bloc coulissant ne se referme pas correctement, contacter **LINDQVIST INTERNATIONAL**

Un fonctionnement incorrect du bloc coulissant peut également entraîner des mesures de densité erronées.

PROCEDURE DE CONTROLE AU RADIAMETRE

Contrôle du verrouillage de la tige porte source



Cadenas

Contrôle du débit d'équivalent de dose au contact en tout point du colis



(Uniquement le rayonnement gamma)

Contrôle du débit d'équivalent de dose au niveau de l'orifice d'obturation (Uniquement le rayonnement gamma)

Pour le contrôle au niveau de l'obturateur, il est impératif de suivre la procédure suivante :

- 1/ Contrôler visuellement, de biais, rapidement et à plus de 1 m, que l'obturateur est bien fermé (ce contrôle est effectué en début de check list avant tout chargement)**
- 2/ La personne qui effectue ce contrôle doit se placer impérativement sur le côté de la valise.**
- 3/ Positionner le radiamètre au contact de la semelle, à l'aide du guide prévu et en évitant d'exposer la main ou autres parties du corps à proximité de l'orifice de sortie de la tige porte source.**
- 4/ Effectuer toujours une lecture rapide, quelques secondes maximum, afin de minimiser l'exposition au rayonnement lors de cette procédure.**

Contrôle avec appareil dans sa valise de transport



Contrôle de l'appareil hors de sa valise de transport



CONSIGNE

L'intensité de rayonnement (le rayonnement gamma) au contact et autour de la valise, autour et dans le véhicule (à la place du chauffeur) et au contact de la semelle de l'appareil (au niveau de l'obturateur de sécurité) doit être relevé à l'aide d'un radiamètre à chaque opération de transports afin de s'assurer de la conformité du transport et permettra ainsi d'éviter que le taux d'exposition aux rayonnements ne dépasse le seuil autorisé durant un transport.

Les valeurs relevées sont relatives au rayonnement Gamma émis par la source de Cs 137 contenu à l'extrémité de la tige mobile porte source. Cette tige mobile constitue le point le plus sensible de l'appareil en cas d'accident ou d'écrasement ou autre, pouvant entraîner un dépassement des seuils autorisés d'exposition aux rayonnements.

A l'inverse, la source Am241Be étant contenue en un point fixe et résistant de l'appareil, on peut considérer que le risque en cas d'incident ou d'accident est minime et que, par conséquent ne nécessite pas de contrôles de son intensité de rayonnement pour chaque chargement.

Les valeurs relevées au contact du colis doivent être en cohérence avec les valeurs données par le constructeur (voir « **instruction du fournisseur** » ou « **classification des marchandises dangereuses** »).

Ce contrôle est uniquement effectué avant tout chargement de colis

Contrôle de l'orifice d'obturation

Les valeurs relevées au niveau de l'obturateur doivent être en dessous ou égal aux valeurs limites fixées indiquées par le fournisseur. Ces valeurs limites, relatives, lorsqu'elles sont dépassées peuvent signifier deux situations :

1/ Jusqu'à un seuil de 400 $\mu\text{Sv/h}$ (limite relative fixée au contact, le dépassement est faible et ne représente pas de risque pour les personnes en condition normal d'utilisation. Néanmoins, il est strictement interdit de transporter ou d'utiliser ce type d'appareil dans un tel cas, parce que d'une part ce seuil limites d'exposition sont supérieur à ceux en condition normal et d'autre part en contradiction avec les règles de radioprotection imposées.

Ce dépassement, même s'il est exceptionnellement observé, reste le plus fréquent. Il signifie que des matériaux de construction se sont déposés (collés) sur la surface de contact (de scellement) de l'obturateur. Ces matériaux étant moins dense que celui de l'obturateur, le taux de radioactivité au niveau de l'orifice d'obturation y ait plus élevé. La maintenance du système d'obturation doit être effectuée impérativement avant tout chargement, transport ou utilisation.

2/ Pour une mesure supérieure à 400 $\mu\text{Sv/h}$ (limite relative fixée au contact, le dépassement est important et peut être préjudiciable pour la santé des personnes. Il est donc formellement interdit de transporter ou d'utiliser ce type d'appareil dans un tel cas.

Ce dépassement, rarissime, signifie que l'obturateur de sécurité de l'appareil est défectueux, c'est-à-dire, qu'il est bloqué en ouverture. Le taux de radioactivité au niveau de l'orifice d'obturation peut atteindre, au contact, des niveaux supérieurs à 6 mSv/h.

La maintenance du système d'obturation doit être effectuée impérativement avant tout chargement, transport ou utilisation.

SIGNALISATIONS

3.5 SIGNALISATION

Plusieurs étiquettes sont apposées sur l'appareil pour signaler la présence de source ou pour identifier l'appareil.

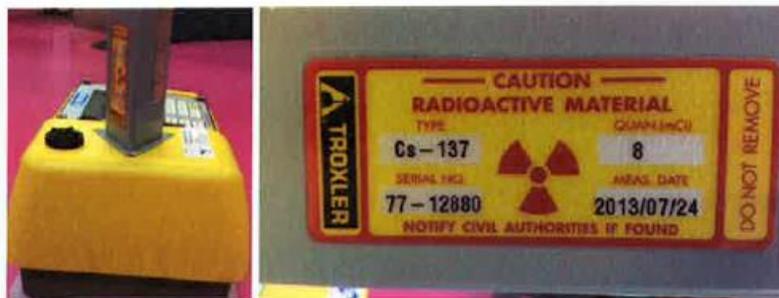
Une première étiquette rivetée sur la semelle de l'appareil indique la présence des deux sources.



A l'intérieur de l'appareil, entourant l'emplacement de la source d'Am-Be, est placée une étiquette spécifique à la source de neutrons indiquant son numéro de série et sa date de calibration.



Sur le bras de préhension est apposée une étiquette spécifique à la source de Cs 137 indiquant son activité, son numéro de série et sa date de calibration.



Deux autres étiquettes sont placées sur l'arrière de l'appareil, l'une indiquant le modèle et le numéro de série de l'appareil, l'autre la date de calibration de l'appareil et des contrôles d'absence de fuite des sources.



EMBALLAGE DE TRANSPORT

Une valise dédiée au transport du Troxler est fournie avec chaque appareil. Outre l'appareil, cette valise bien conçue, contient tous les accessoires nécessaires à l'utilisation de celui-ci. Notamment le bloc de référence en polyéthylène constituant la matrice étalon pour la diffusion.



EVALUATION DES RISQUES

Les débits d'équivalent de dose au contact des sources et à distance sont donnés ci-après (expertise effectuée par le CEA en juillet 2014 sur un appareil Troxler modèle 3440 Plus).

Source de Césium 137 sans protection

Mesure du débit de dose gamma délivré par la source sans protection au contact

130 mGy/heure en bout de tige
125 mGy/heure sur les parois latérales à l'emplacement de la source

Distance en cm	Débit gamma en $\mu\text{Gy/h}$
10	3400
20	600
50	100
100	28
105	25

Source de Césium en position de sécurité, obturateur fermé

Distance en cm	Débit gamma en $\mu\text{Gy/h}$
Au contact de la semelle	400

Source d'Américium 241 Béryllium

Débit d'équivalent de dose dû aux neutrons : 146 $\mu\text{Sv/h}$ au contact de la semelle.

4.1 MESURES EN FONCTIONNEMENT NORMAL OBTURATEUR FERME : LA SOURCE DE CESIUM EST EN POSITION DE SECURITE.

4.1.1 MESURES GAMMA AU CONTACT DE L'APPAREIL

Des mesures gamma au contact à la sonde et à l'aide de détecteurs thermo-fluorescents (FLi) ont été réalisées sur chaque face. Pour positionner les détecteurs, des autoradiographies ont été, au préalable, réalisées. Les FLi ont ensuite été placés sur les endroits les plus irradiants.

Les mesures neutrons ont été réalisées à l'aide des dosimètres EPD-N2.

Figure 6 – Autoradiographies du dessous de l'appareil source en position stockage obturateur fermé

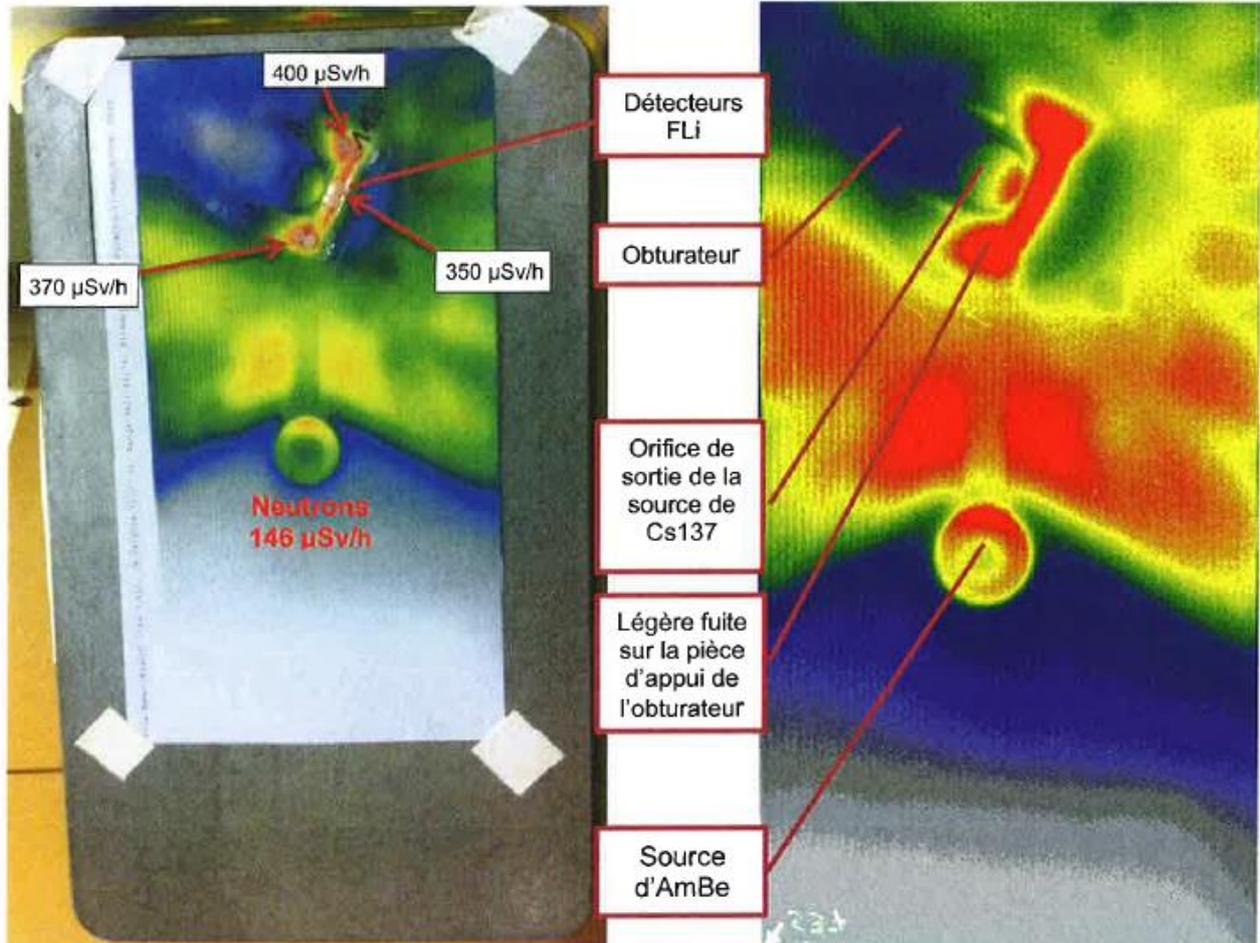


Figure 7 - Autoradiographie de la face arrière de l'appareil source en position stockage obturateur fermé

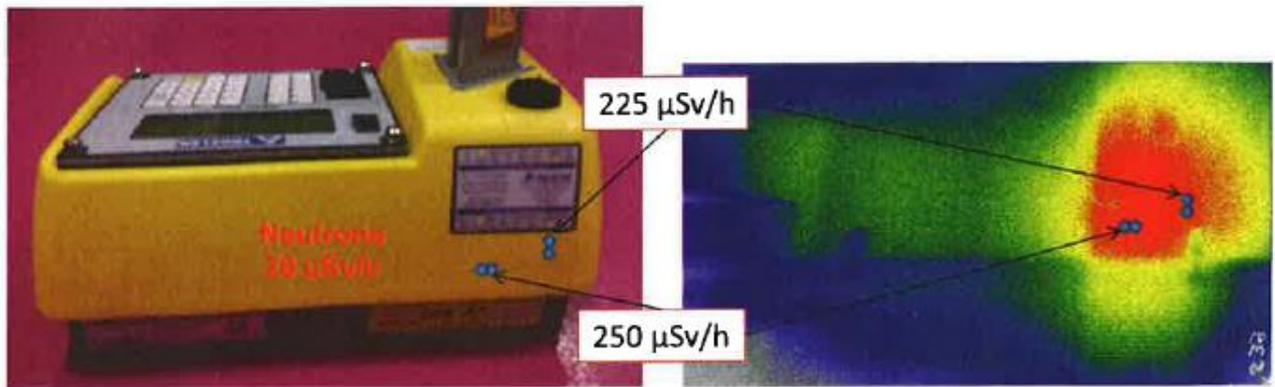
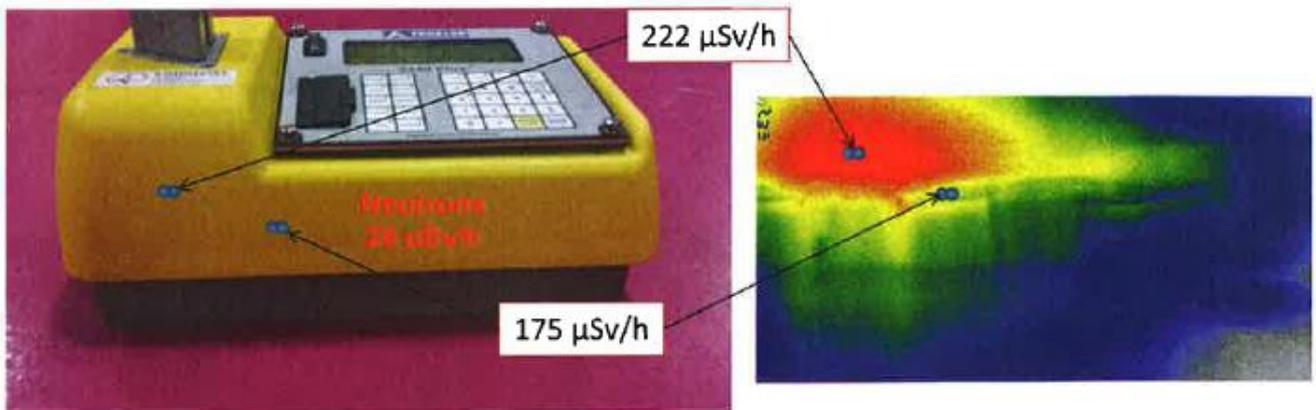


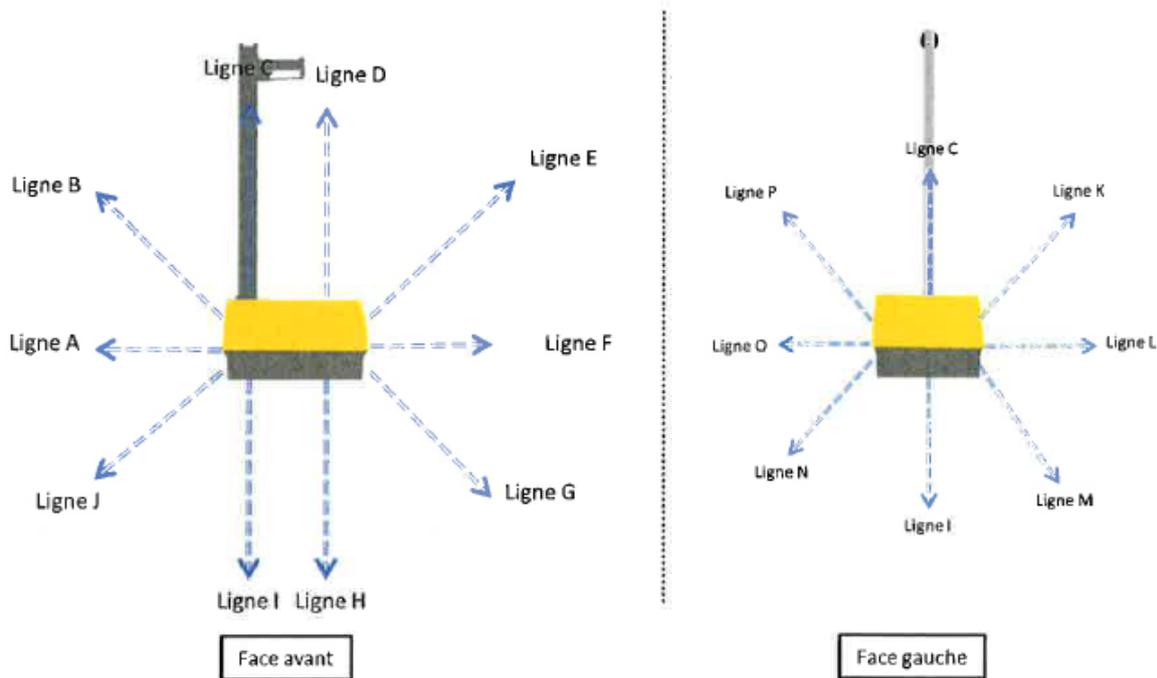
Figure 8 - Autoradiographie de la face avant de l'appareil source en position stockage obturateur fermé



4.1.2 MESURES A DISTANCE AUTOUR DE L'APPAREIL

Les mesures à distances ont été effectuées pour les neutrons à l'aide du LB123 + LB6411 et les mesures gamma à l'aide de l'AD 6/H dans plusieurs directions autour de l'appareil (cf. figure ci-dessous) :

Figure 12 - Représentation des lignes de mesures



Les résultats de ces mesures sont reportés dans les tableaux pages suivantes. Pour chaque direction indiquée dans les schémas ci-dessus sont reportées dans le tableau pour différentes distances :

- En rouge : les mesures des débits de dose neutrons.
- En bleu : les mesures des débits de dose gamma.
- En rouge sur fond bleu : les mesures des débits de dose gamma ou neutrons obtenues à l'aide de détecteur EPD-N2.
- En noir sur fond gris : les valeurs extrapolées à partir d'autres mesures.
- La somme des débits de dose gamma et neutron.
- Un trait rouge indiquant la distance minimale de la limite de la zone d'opération¹ pour une intervention d'une heure (débit de dose gamma + neutron inférieur à 2,5 $\mu\text{Sv/h}$).
- Une indication des zonages extrémités et organismes entiers obtenue à partir des sommes des débits de dose gamma et neutron et en considérant une intervention d'une heure. Ces zonages sont donnés à titre indicatif pour aider la personne compétente en radioprotection et pour avoir une idée du risque encouru à proximité de l'appareil. Les limites présent pour ces zonage sont les suivantes :
 - Organisme entier
 - Zone surveillée – ZS : 0,5 $\mu\text{Sv/h}$ à 7,5 $\mu\text{Sv/h}$
 - Zone contrôlée verte – ZCV : 7,5 $\mu\text{Sv/h}$ à 25 $\mu\text{Sv/h}$
 - Zone règlementée jaune – ZRJ : 25 $\mu\text{Sv/h}$ à 2000 $\mu\text{Sv/h}$
 - Extrémités
 - Zone surveillée– ZSext : <200 $\mu\text{Sv/h}$
 - Zone contrôlée verte – ZCVext : 200 $\mu\text{Sv/h}$ à 650 $\mu\text{Sv/h}$

Tableau 3 - Débits de dose autour de l'appareil obturateur fermé (1/2)

Ligne	distance en cm	mesures neutron en $\mu\text{Sv/h}$	mesures gamma en $\mu\text{Sv/h}$	DdD n + gamma	zonage Extrémité	zonage Organisme entier	Ligne	distance en cm	mesures neutron en $\mu\text{Sv/h}$	mesures gamma en $\mu\text{Sv/h}$	DdD n + gamma	zonage Extrémité	zonage Organisme
A	0	15,00	240,00	255,00	ZCvext	ZRJ	F	0	15,00	68,00	83,00	ZSext	ZRJ
A	10	7,70	74,00	81,70	ZSext	ZRJ	F	10	8,00	44,00	52,00	ZSext	ZRJ
A	12,5	7,70	50,00	57,70	ZSext	ZRJ	F	12,5	8,00	30,00	38,00	ZSext	ZRJ
A	20	3,00	26,00	29,00	ZSext	ZRJ	F	20	5,50	25,00	30,50	ZSext	ZRJ
A	22,5	3,00	24,00	27,00	ZSext	ZRJ	F	22,5	5,50	22,00	27,50	ZSext	ZRJ
A	32,5	2,80	14,00	16,80	ZSext	ZCV	F	32,5	3,30	15,00	18,30	ZSext	ZCV
A	40	1,85	9,80	11,65		ZCV	F	40	2,18	13,00	15,18		ZCV
A	52,5	1,30	6,30	7,60		ZCV	F	52,5	2,40	8,00	11,40		ZCV
A	60	1,00	4,80	5,80		ZS	F	60	1,84	8,70	10,54		ZS
A	72,5	0,60	3,00	3,60		ZS	F	72,5	1,90	3,50	7,40		ZS
A	80	0,49	2,80	3,29		ZS	F	80	1,56	5,00	6,56		ZS
A	100	0,32	1,80	2,12		ZS	F	100	1,00	3,20	4,20		ZS
A	150	0,14	0,90	1,04		ZS	F	150	0,44	1,80	2,24		ZS
A	180	0,10	0,60	0,70		ZS	F	180	0,31	1,50	1,81		
B	0		223,00	223,00	ZCvext	ZRJ	G	0					
B	12,5	8,00	46,00	54,00	ZSext	ZRJ	G	12,5	12,00				
B	22,5	4,40	21,00	25,40	ZSext	ZRJ	G	22,5	6,00				
B	32,5	3,00	11,00	14,00	ZSext	ZCV	G	32,5	5,20				
B	52,5	1,50	5,00	6,50		ZS	G	52,5	2,60				
B	72,5	0,80	2,70	3,50		ZS	G	72,5	2,00				
B	100	0,70	1,40	2,10		ZS	G	100					
B	150		0,50	0,50		ZS	G	150					
C	0		270,00	270,00	ZCvext	ZRJ	H	0	146,00	6,70	152,70	ZSext	ZRJ
C	10	16,90	55,00	71,90	ZSext	ZRJ	H	12,5	36,00	13,60	49,60	ZSext	ZRJ
C	12,5	16,90	35,20	52,10	ZSext	ZRJ	H	22,5	12,00	7,50	19,50	ZSext	ZCV
C	20	8,80	13,00	21,80	ZSext	ZCV	H	32,5	18,00	4,30	22,30	ZSext	ZCV
C	22,5	8,80	10,27	19,07	ZSext	ZCV	H	52,5	4,70	3,50	8,20		ZCV
C	32,5	6,30	6,06	12,36	ZSext	ZCV	H	72,5	2,40	1,40	3,80		ZS
C	40	4,16	4,00	8,16		ZCV	H	100	1,26	0,70	1,96		ZS
C	52,5	3,60	1,31	4,91		ZS	H	150		0,50	0,50		ZS
C	60	2,76	1,00	3,76		ZS	I	0		138,46	138,46	ZSext	ZRJ
C	72,5	2,00	0,73	2,73		ZS	I	10	60,00	26,15	86,15	ZSext	ZRJ
C	80	1,64	0,60	2,24		ZS	I	12,5	60,00	26,15	86,15	ZSext	ZRJ
C	100	1,05	0,30	1,35		ZS	I	20	22,00	10,00	32,00	ZSext	ZRJ
C	150	0,47	0,28	0,75		ZS	I	22,5	22,00	10,00	32,00	ZSext	ZRJ
C	180	0,32	0,25	0,57		ZS	I	32,5	10,20	1,78	11,98	ZSext	ZCV
D	0	76,00	69,00	145,00	ZSext	ZRJ	I	40	6,73	4,08	10,81		ZCV
D	12,5	24,00	40,50	64,50	ZSext	ZRJ	I	52,5	4,90	1,22	6,12		ZCV
D	22,5	12,00	32,00	44,00	ZSext	ZRJ	I	60	3,75	2,08	5,83		ZS
D	32,5	6,60	22,00	28,60	ZSext	ZRJ	I	72,5	2,70	0,88	3,58		ZS
D	52,5	3,70	6,50	10,20		ZCV	I	80	2,22	1,31	3,53		ZS
D	72,5	2,20	2,40	4,60		ZS	I	100	1,42	0,88	2,30		ZS
D	100	1,20	1,20	2,40		ZS	I	150	0,63	0,58	1,21		ZS
D	150		0,90	0,90		ZS	I	180		0,38	0,38		ZS
E	0		50,00	50,00	ZSext	ZRJ	J	0					
E	12,5	7,00	19,50	26,50	ZSext	ZRJ	J	12,5	15,00				
E	22,5	5,50	11,50	17,00	ZSext	ZCV	J	22,5	13,00				
E	32,5	3,30	7,80	11,10	ZSext	ZCV	J	32,5	5,60				
E	52,5	2,20	3,80	6,00		ZS	J	52,5	2,30				
E	72,5	1,00	2,30	3,30		ZS	J	72,5	1,10				
E	100		1,50	1,50		ZS	J	100					
E	150		1,00	1,00	ZSext	ZS	J	150					

Tableau 4 - Débits de dose autour de l'appareil obturateur fermé (2/2)

Ligne	distance en cm	mesures neutron en $\mu\text{Sv/h}$	mesures gamma en $\mu\text{Sv/h}$	DdD n + gamma	zonage Extrémité	zonage Organisme	Ligne	distance en cm	mesures neutron en $\mu\text{Sv/h}$	mesures gamma en $\mu\text{Sv/h}$	DdD n + gamma	zonage Extrémité	zonage Organisme
K	0	28,00	107,69	135,69	ZSext	ZRJ	N	0	28,00	89,23	117,23	ZSext	ZRJ
K	10	17,40	61,54	78,94	ZSext	ZRJ	N	10	16,50	26,92	43,42	ZSext	ZRJ
K	12,5	17,40	39,38	56,78	ZSext	ZRJ	N	12,5	16,50	17,23	33,73	ZSext	ZRJ
K	20	7,80	30,77	38,57	ZSext	ZRJ	N	20	9,10	13,08	22,18	ZSext	ZRJ
K	22,5	7,80	24,31	32,11	ZSext	ZRJ	N	22,5	9,10	10,33	19,43	ZSext	ZCV
K	32,5	4,80	18,64	23,44	ZSext	ZRJ	N	32,5	5,70	7,69	13,39	ZSext	ZCV
K	40	3,17	12,31	15,48		ZCV	N	40	3,76	5,08	8,84		ZCV
K	52,5	3,20	8,54	11,74		ZCV	N	52,5	3,50	2,95	6,45		ZS
K	60	2,45	6,54	8,99		ZCV	N	60	2,68	2,62	5,30		ZS
K	72,5	1,70	5,15	6,85		ZCV	N	72,5	2,00	1,79	3,79		ZS
K	80	1,40	4,23	5,63		ZS	N	80	1,64	1,54	3,18		ZS
K	100	0,89	2,69	3,59		ZS	N	100	1,05	1,31	2,36		ZS
K	150	0,40	1,15	1,55		ZS	N	150	0,47	0,62	1,08		ZS
K	180	0,28	0,92	1,20		ZS	N	180		0,46	0,46		ZS
L	0	28,00	122,00	150,00	ZSext	ZRJ	O	0	28,00	189,00	208,00	ZCVext	ZRJ
L	10	16,70	43,00	59,70	ZSext	ZRJ	O	10	16,00	70,00	86,00	ZSext	ZRJ
L	12,5	16,70	27,52	44,22	ZSext	ZRJ	O	12,5	16,00	53,12	69,12	ZSext	ZRJ
L	20	7,40	22,00	29,40	ZSext	ZRJ	O	20	7,40	31,00	38,40	ZSext	ZRJ
L	22,5	7,40	17,38	24,78	ZSext	ZRJ	O	22,5	7,40	32,40	39,80	ZSext	ZRJ
L	32,5	4,80	8,33	13,13	ZSext	ZCV	O	32,5	5,10	22,72	27,82	ZSext	ZRJ
L	40	3,17	7,40	10,57		ZCV	O	40	3,37	15,00	18,37		ZCV
L	52,5	2,90	4,30	7,20		ZCV	O	52,5	2,40	10,45	12,85		ZCV
L	60	2,22	3,80	5,82		ZCV	O	60	1,84	5,90	7,74		ZCV
L	72,5	1,50	2,47	3,97		ZS	O	72,5	1,90	6,21	8,11		ZCV
L	80	1,23	2,30	3,53		ZS	O	80	1,56	3,90	5,46		ZS
L	100	0,79	1,70	2,49		ZS	O	100	1,00	2,40	3,40		ZS
L	150	0,35	1,00	1,35		ZS	O	120	0,69	1,67	2,36		ZS
L	180	0,24	0,40	0,64		ZS	O	150	0,44	1,04	1,48		ZS
M	0	28,00	85,38	113,38	ZSext	ZRJ	O	180	0,31	0,60	0,91		ZS
M	10	17,30	33,85	51,15	ZSext	ZRJ	P	0	28,00	109,23	137,23	ZSext	ZRJ
M	12,5	17,30	21,66	38,96	ZSext	ZRJ	P	10	16,00	46,92	62,92	ZSext	ZRJ
M	20	15,19	15,15	30,34	ZSext	ZRJ	P	12,5	16,00	30,03	46,03	ZSext	ZRJ
M	22,5	12,00	11,97	23,97	ZSext	ZRJ	P	20	8,60	26,15	34,75	ZSext	ZRJ
M	32,5	4,70	9,09	13,79	ZSext	ZCV	P	22,5	8,60	20,66	29,26	ZSext	ZRJ
M	40	5,34	6,00	11,34		ZCV	P	32,5	6,20	16,31	22,51	ZSext	ZRJ
M	52,5	3,10	4,02	7,12		ZCV	P	40	4,09	10,77	14,86		ZCV
M	60	2,37	3,08	5,45		ZS	P	52,5	2,30	7,54	9,84		ZCV
M	72,5	2,90	2,53	5,43		ZS	P	60	1,76	5,77	7,53		ZCV
M	80	1,34	2,08	3,41		ZS	P	72,5	1,70	3,75	5,45		ZS
M	100	1,52	1,31	2,83		ZS	P	80	1,40	3,08	4,47		ZS
M	150	0,38	0,62	1,00		ZS	P	100	0,89	2,31	3,20		ZS
M	180		0,54	0,54		ZS	P	120	0,62	1,60	2,22		ZS
							P	150	0,40	1,15	1,55		ZS
							P	180	0,28	0,77	1,05		ZS

Plusieurs séries de mesures ont été effectuées à différentes profondeurs d'insertion de la tige porte source contenant la source de Césium 137. Le résultat de cette étude montre que la profondeur d'insertion la plus pénalisante pour l'opérateur est celle de 5 cm.

Les mesures suivantes de débits de dose ont donc été effectuées, tige porte source à cette profondeur.

Deux séries de mesures gamma et neutron sont représentées dans les figures ci-dessous :

Une 1^{ère} série permet de définir le zonage pour l'opérateur durant 1 heure d'intervention, une 2^{ème} série, à une hauteur de 1 m du sol, permet de délimiter la zone d'opération donnée pour 1 h d'intervention.

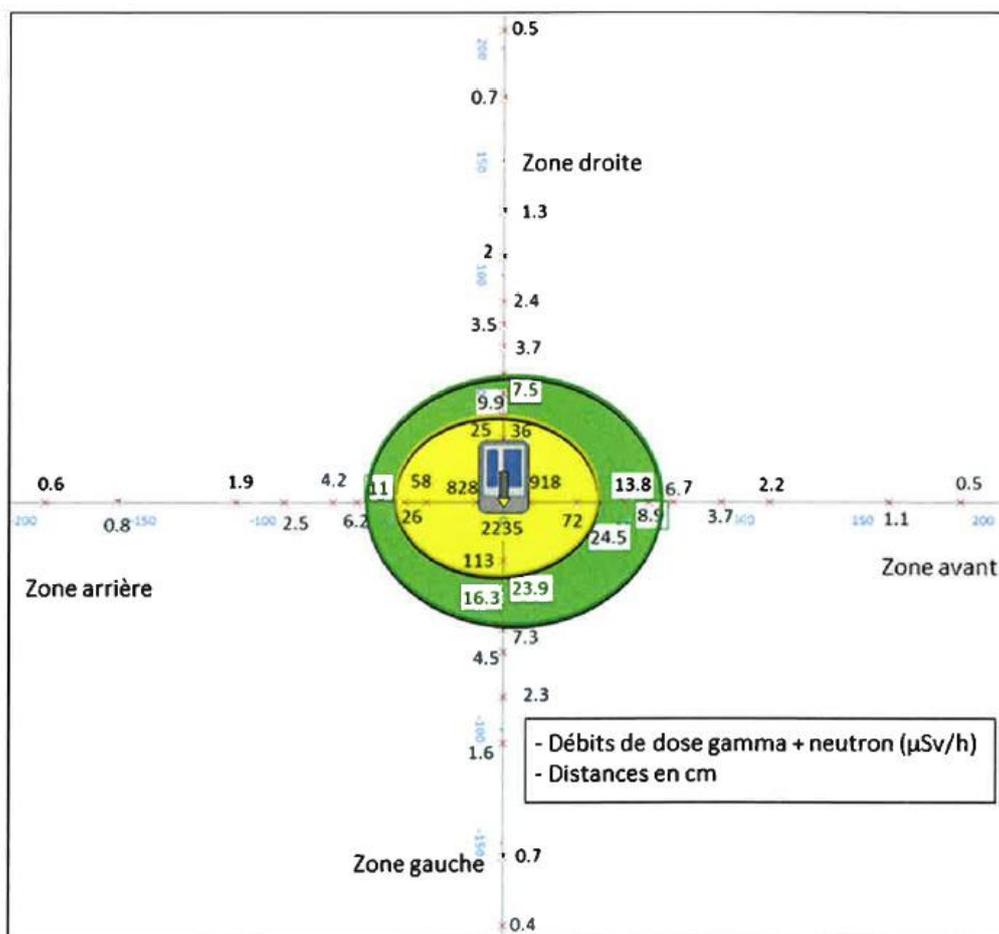


Figure 16 - Zonage au poste de travail pour 1h d'intervention

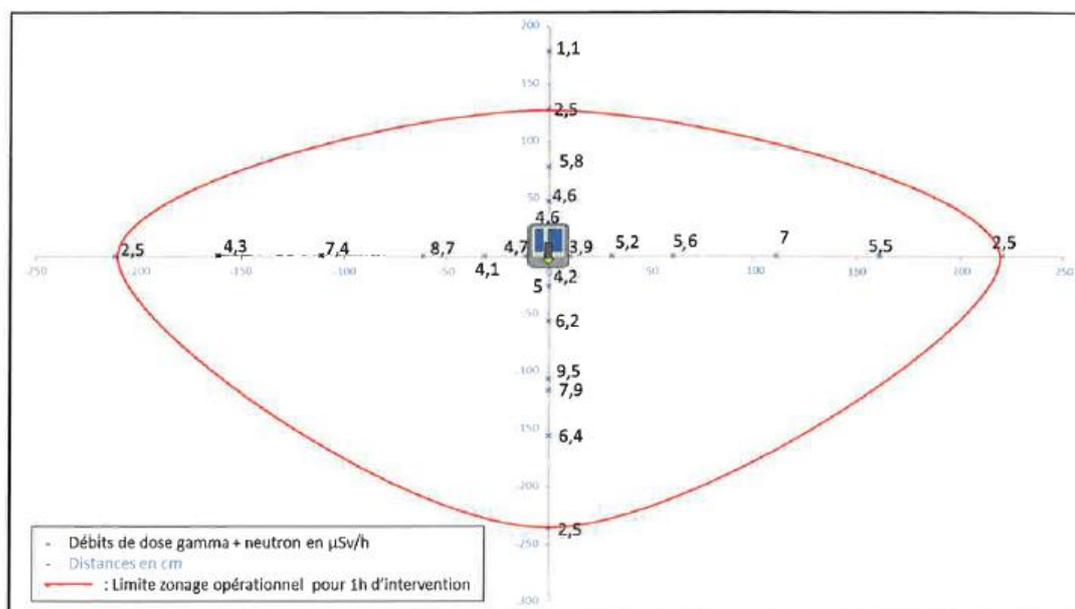


Figure 17 - Zonage opérationnel pour 1h d'intervention

Tableau 6 - Mesures gamma + neutron, source sortie à 5 cm

Face	distance en cm	source à 5cm, mesures au sol				mesures à 100 cm du sol			
		mesure neutron en $\mu\text{Sv/h}$	mesures gamma en $\mu\text{Sv/h}$ (source à 5cm)	DdD n + gamma	zonage	mesure neutron en $\mu\text{Sv/h}$	mesures gamma en $\mu\text{Sv/h}$ (source à 5cm)	DdD n + gamma	zonage
arrière	0	28,0	800,0	828,0	ZRjext	1,2	3,5	4,7	ZS
arrière	20	7,4	51,0	58,4	ZRJ	1,1	3	4,1	ZS
arrière	30	3,3	22,7	26,0	ZRJ				ZS
arrière	40	3,4	8,0	11,4	ZCV				ZS
arrière	50	2,4	3,8	6,2	ZS	1,1	7,6	8,7	ZCV
arrière	60	1,8	2,4	4,2	ZS				ZCV
arrière	80	1,6	1,3	2,9	ZS				ZCV
arrière	100	1,0	0,9	1,9	ZS	0,5	6,9	7,4	ZS
arrière	150	0,4	0,3	0,8	ZS	0,2	4,1	4,3	ZS
arrière	180	0,3	0,3	0,6	ZS		3,3	3,3	ZS
arrière	200						2,5	2,5	ZS
gauche	0	15,0	2220,0	2235,0	ZRjext	0,8	3,4	4,2	ZS
gauche	20	3,0	110,0	113,0	ZRJ	0,7	4,3	5	ZS
gauche	33	2,7	21,2	23,9	ZCV				ZS
gauche	40	1,9	14,4	16,3	ZCV				ZS
gauche	50	1,3	6,0	7,3	ZS	0,7	5,5	6,2	ZS
gauche	60	1,0	3,5	4,5	ZS				ZCV
gauche	80	0,5	1,8	2,3	ZS				ZCV
gauche	100	0,3	1,3	1,6	ZS	0,7	8,8	9,5	ZCV
gauche	110					0,6	7,3	7,9	ZCV
gauche	150	0,1	0,6	0,7	ZS	0,6	5,8	6,4	ZS
gauche	180		0,4	0,4	ZNR		4,4	4,4	ZS
gauche	230						2,5	2,5	ZS
avant	0	28,0	890,0	918,0	ZRjext	1,2	2,7	3,9	ZS
avant	20	9,1	63,0	72,1	ZRJ	1,2	4	5,2	ZS
avant	30	6,7	17,8	24,5					ZS
avant	40	3,8	10,0	13,8	ZCV				ZS
avant	50	3,5	5,4	8,9	ZCV	1,2	4,4	5,6	ZS
avant	60	2,7	4,0	6,7	ZS				ZS
avant	80	1,6	2,1	3,7	ZS				ZS
avant	100	1,1	1,1	2,2	ZS	1	6	7	ZS
avant	150	0,5	0,6	1,1	ZS	0,5	5	5,5	ZS
avant	180		0,5	0,5	ZS		3,6	3,6	ZS
avant	210						2,5	2,5	ZS
droite	0	15,0	21,0	36,0	ZSext	1	3,6	4,6	ZS
droite	10	8,0	17,6	25,6	ZSext				ZS
droite	20	5,5	4,4	9,9	ZCV	0,8	3,8	4,6	ZS
droite	28	4,4	3,1	7,5	ZCV				ZS
droite	40	2,2	1,5	3,7	ZS				ZS
droite	50	2,4	1,1	3,5	ZS	0,8	5	5,8	ZS
droite	60	1,8	0,6	2,4	ZS				ZS
droite	80	1,6	0,4	2,0	ZS				ZS
droite	100	1,0	0,3	1,3	ZS	0,5	2	2,5	ZS
droite	150	0,4	0,2	0,7	ZS	0,5	0,6	1,1	ZS
droite	180	0,3	0,2	0,5	ZNR		0,5	0,5	ZS

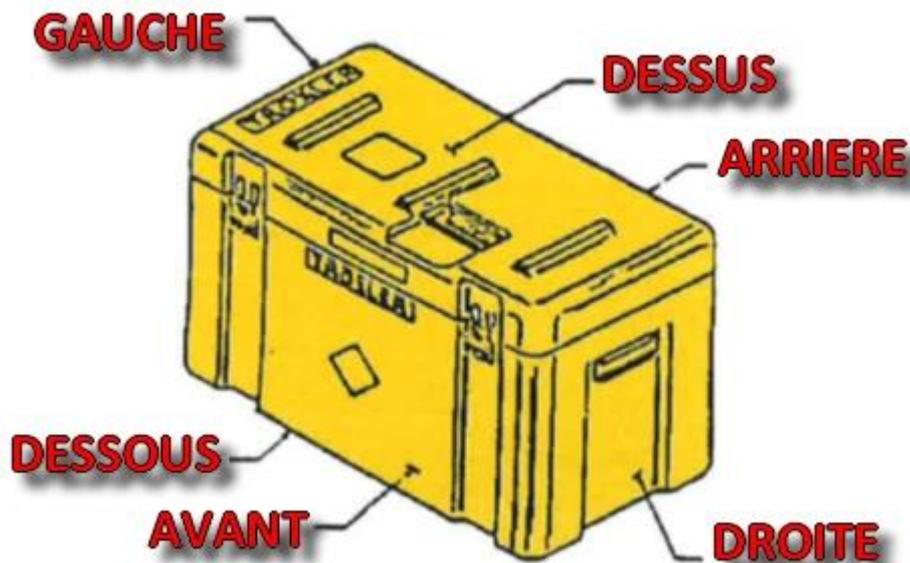
4.6 MESURES SUR LA VALISE DE TRANSPORT

Les mesures obtenues sur la valise de transport contenant l'appareil ainsi que tous les accessoires sont données dans le tableau ci-dessous.

Tableau 8 – Débits de dose autour de la valise de transport

FACE	Distance en cm	Mesures max gamma $\mu\text{Sv/h}$	Mesures max neutrons $\mu\text{Sv/h}$	Total Gamma+ neutrons
Avant	Contact	66,00	7,60	73,60
	100	1,60	1,00	2,60
Droite	Contact	69,00	30,00	99,00
	100	1,60	1,40	3,00
Dessus	Contact	160,00	5,50	165,50
	100	1,90	0,90	2,80
Arrière	Contact	53,00	8,00	61,00
	100	2,00	1,30	3,30
Gauche	Contact	5,60	0,80	6,40
	100	0,80	0,29	1,09
Dessous	Contact	52,00	5,30	57,30
	100	3,30	0,80	4,10

Les débits de dose maximaux gamma + neutrons obtenus au contact ou à 1m sont inférieurs aux limites définies par la réglementation transports ?



ANALYSE DES RISQUES

Les équivalents de dose maximaux admissibles fixés par la réglementation française sont donnés dans le tableau en annexe 1.

En particulier, la valeur maximale admissible, au niveau de la peau ou au niveau des mains, pour un travailleur de catégorie B, est de 150 mSv par an.

En outre, pour cette catégorie de personnel, l'équivalent de dose maximal en profondeur est de 6 mSv par an.

Pour un travailleur de catégorie A, ces valeurs sont respectivement de 500 mSv et de 20 mSv par an.

En fonctionnement normal, les valeurs précédentes seront respectées en tenant compte des recommandations suivantes et en restant en dehors du trajet du faisceau et limites des zones réglementées (surveillée et contrôlée) :

Ne se maintenir à proximité de l'appareil que pour les opérations de mise en place de l'appareil, de commande ou de lecture du clavier. La tige porte source pouvant coulisser hors de l'appareil, il y a éventuellement une possibilité d'accès au faisceau.

Dans les conditions anormales d'utilisation, (intervention sur l'appareil sans obturation du faisceau), l'opérateur tenant la tige porte source de césium 137 à pleine main, la limite d'irradiation au niveau de la peau serait atteinte en 1 heure pour les personnes de la catégorie B et en moins de 4 heures pour ceux de la catégorie A.

Bien que le débit de dose s'atténue rapidement à mesure qu'on s'éloigne du faisceau, il faut noter qu'à une distance de 10 cm, la limite de 150 mSv au niveau de la peau sera atteinte en 44 heures.

D'une manière générale quelles que soient les conditions d'intervention dans la zone contrôlée, il importe d'évaluer à partir des valeurs données dans ce rapport les temps d'exposition permettant le respect des limites d'exposition fixées par réglementation.

F. RECOMMANDATIONS DE RADIOPROTECTION

LES SOURCES RADIOACTIVES CONTENUES DANS LES APPAREILS TROXLER ÉMETTENT DES RAYONNEMENTS TRÈS DANGEREUX POUR L'ORGANISME.

Pour éviter ces rayonnements, respectez le mode opératoire du manuel d'emploi et recommandations de radioprotection.

Toutes les opérations de manipulation doivent être effectuées par une personne ayant suivi une formation à l'utilisation de l'appareil et radioprotection associée.

En situation normale d'utilisation, les débits de dose au contact de l'appareil sont relativement importants de l'ordre de 200 à 500 μ Sv/h et peuvent atteindre jusqu'à 2 mSv/h à l'intérieur de l'appareil au plus proche de la source Césium 137.

Une dosimétrie adaptée au poste de travail devra être mise en place par le CRP de l'entreprise utilisatrice.

Une zone d'exclusion de 2 m autour de l'appareil devra être délimitée physiquement avant chaque utilisation.

L'accès à l'intérieur de l'appareil est réservé au fournisseur.

ANNEXE 1

Limites professionnelles réglementaires d'exposition externe (en mSv) et niveaux fixés comme critères pour la classification des travailleurs.

Le code du travail prévoit que tout travailleur, salarié ou non, exposé aux rayonnements ionisants bénéficie d'une surveillance médicale renforcée sous la responsabilité du médecin du travail. Sa mise en œuvre repose sur un suivi dosimétrique individuel au cours de l'activité professionnelle.

Un travailleur est classé en catégorie A ou B, suivant la nature du poste. Ce classement radiologique par l'employeur après avis du médecin du travail, est effectué sur la base d'une estimation prévisionnelle des doses susceptibles d'être reçues :

- **En catégorie A.** Les travailleurs susceptibles d'être exposés professionnellement à une dose efficace supérieure à 6 millisievert (mSv) sur 12 mois glissants ou une dose équivalente supérieure à 3/10e des limites d'exposition (*cf. ci-dessous*) ;
- **En catégorie B.** Les travailleurs susceptibles de dépasser la limite de dose efficace du public de 1mSv. Peuvent être inclus dans cette catégorie les mineurs de 16 à 18 ans exposés aux rayonnements dans le cadre de leur formation ;
- **Les travailleurs qui ne sont pas classés en catégories A ou B** sont considérés comme non exposés aux rayonnements ionisants dans le cadre de leur métier.

Limites d'exposition sur un an consécutif

	<u>Catégorie A</u>	<u>Catégorie B</u> et <u>jeunes travailleurs</u>	<u>Population générale</u>
Corps entier (dose efficace)	20 mSv	6 mSv	1 mSv
Peau (dose équivalente sur tout cm ²)	500 mSv	150 mSv	50 mSv
Cristallin (dose équivalente)	50 mSv (20 mSv à partir de juillet 2023) *	15 mSv	15 mSv
Main, poignet, pied, cheville (dose équivalente)	500 mSv	150 mSv	non existante

* Par disposition transitoire, la limite est fixée à 50 mSv sur douze mois consécutifs jusqu'au 1^{er} juillet 2023 et 100 mSv sur la période comprise entre le 1^{er} juillet 2018 et le 1^{er} juillet 2023

Des dispositions spécifiques existent pour les femmes enceintes : en cas de grossesse, la dose équivalente au fœtus doit être inférieure à 1 mSv, de la déclaration de la grossesse à l'accouchement. C'est également le cas pour les femmes allaitantes qui ont interdiction de travailler à un poste entraînant un risque

Une surveillance de l'exposition externe et interne

La surveillance individuelle de chaque travailleur sur son poste de travail peut comprendre en fonction du risque d'exposition :

- **Une surveillance de l'exposition externe** aux rayonnements ionisants (rayons X, gamma, bêta, neutrons) avec le port systématique d'un ou plusieurs dosimètres ;
- **Un suivi dosimétrique opérationnel** en cas de d'intervention en zone contrôlée. Il est réalisé à l'aide d'un dosimètre à lecture instantanée.

Le suivi de l'exposition externe repose sur des mesures directes et bien standardisées. Autrement dit, la détermination de la dose externe est possible.

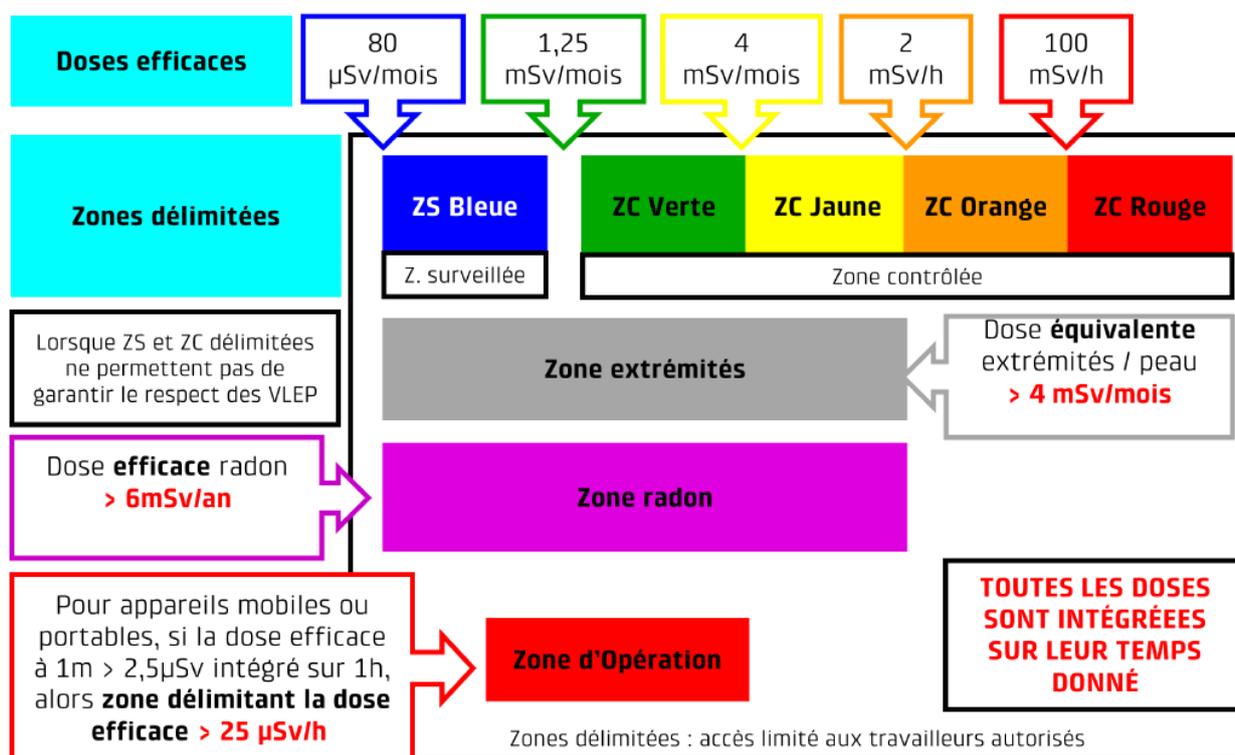
Arrêté du 28 janvier 2020 modifiant l'arrêté du 15 mai 2006 modifié relatif aux conditions de délimitation et de signalisation des zones surveillées et contrôlées et des zones spécialement réglementées ou interdites compte tenu de l'exposition aux rayonnements ionisants, ainsi qu'aux règles d'hygiène, de sécurité et d'entretien qui y sont imposées.

DÉLIMITATION ET SIGNALISATION

Exposition externe & interne de l'organisme entier :

Zonage

Articles R4451-23 et 24 du CT



	ZNR	ZSB	ZCV	ZCJ	ZCO	ZCR	ZO	Radon
Travailleur classé	✓	✓	✓	✓	✓ ‡	✓ ‡‡	✓	✓
Travailleur non classé	✓	✓*	✓*	✓**	⊘	⊘	⊘	✓*

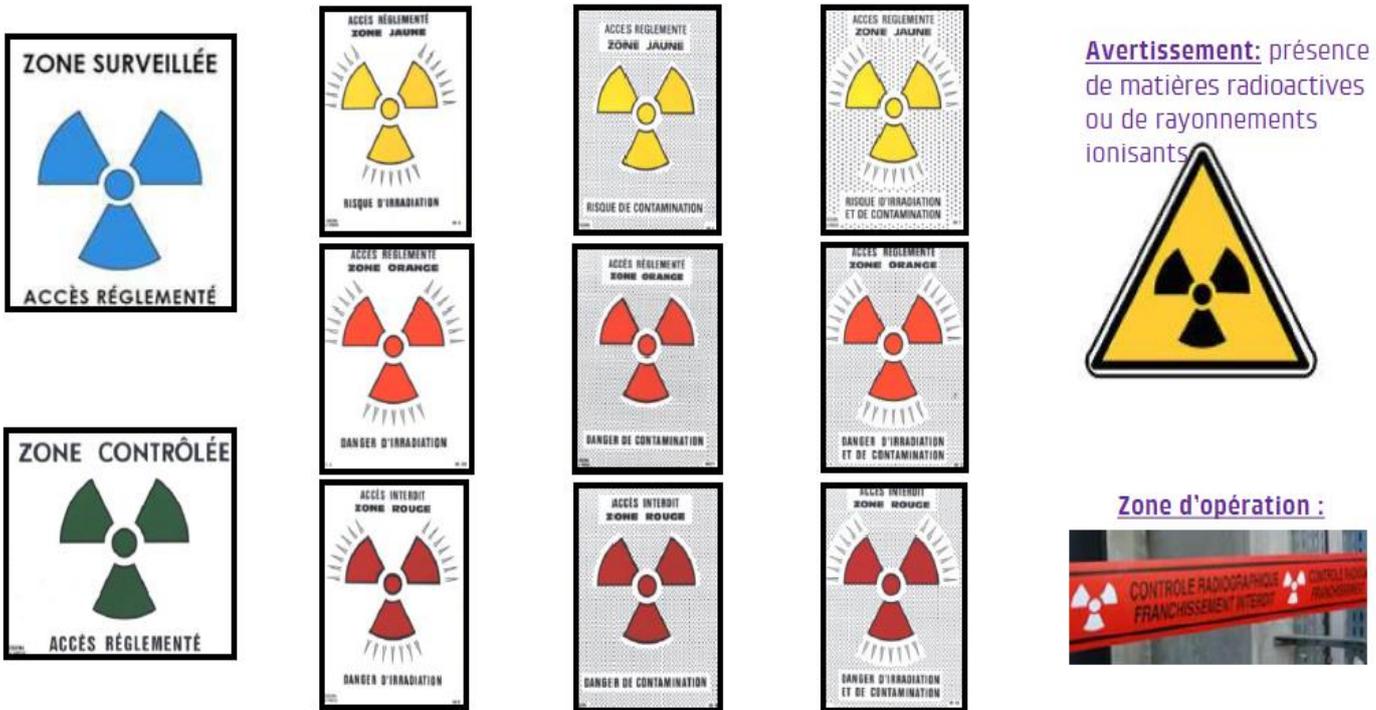
* Si autorisation employeur

** Si justifié, mesures de prévention particulières et information renforcée

‡ Avec autorisation individuelle

‡‡ Avec autorisation individuelle, accès exceptionnel avec enregistrement à chaque entrée

LES BALISAGES



Les zones délimitées sont signalées de manière visible par des panneaux installés à chacun des accès de la zone.

Les zones surveillées et contrôlées sauf la zone contrôlée rouge peuvent être limitées à une partie du local ou un espace de travail défini, sous réserve :

- D'une délimitation continue, visible et permanente permettant de distinguer ces zones et de prévenir tout franchissement fortuit.
- D'une signalisation complémentaire apposée sur chaque accès au local

La signalisation du danger se fait au moyen de panneaux qui indiquent :

- La nature du risque radiologique dans la zone considérée
- Des inscriptions et autres signes peuvent être associés au schéma de base dès lors qu'il convient d'indiquer le type de rayonnement, les limites de l'espace intéressé ou autres indications du même ordre. Elles ne doivent néanmoins en aucun cas affecter la clarté du schéma.

ZONAGE INTERMITTENT

Lorsque l'émission des RI n'est pas continue, la délimitation des zones surveillées ou contrôlées peut être intermittente. Les panneaux peuvent alors être enlevés. La signalisation est assurée par un dispositif lumineux \pm signal sonore.

Une information complémentaire au zonage mentionnant le caractère intermittent est alors affichée à chaque accès de zone.