



Division Radioprotection  
[www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)

Référence du document : L-10-05.doc  
Établi le : 14.05.2018  
Révision n° 1

## Directive L-10-05 **Recommandations relatives à la protection du personnel lors de la scintigraphie pulmonaire de ventilation**

### 1. Contexte, objet

Dans la plupart des cas, la scintigraphie pulmonaire de ventilation, associée à la scintigraphie de perfusion, vise à mettre en évidence ou à exclure une embolie pulmonaire. Cette méthode consiste à nébuliser dans les voies aériennes un produit radiopharmaceutique, dont on observe la distribution dans les alvéoles pulmonaires au moyen du rayonnement gamma qu'il émet. Elle peut être réalisée avec une gamma caméra, soit pendant l'inspiration d'un gaz noble radioactif, soit après l'inhalation d'un aérosol radioactif, une fois que celui-ci s'est déposé dans le système bronchique.

La scintigraphie pulmonaire de ventilation est parfois remplacée par le scanner avec injection de produit de contraste, sans tenir compte de la dose effective plus élevée à laquelle celui-ci expose le patient : cette dose peut aller de 2 à 6 mSv [1], alors que, lors d'une scintigraphie, elle est en règle générale inférieure à 1 mSv. Outre une plus faible irradiation, la scintigraphie a l'avantage de ne pas recourir à des produits de contraste nocifs pour les reins et de présenter une plus grande sensibilité dans la détection des embolies pulmonaires périphériques. Les médecins doivent prendre d'autres paramètres en compte pour décider de l'examen à faire, à savoir scintigraphie ou angioscanner. La publication de Vock présente de façon claire les avantages et les inconvénients des deux méthodes [2].

La ventilation pulmonaire peut être associée à un certain risque de contamination et d'incorporation pour le personnel. Le présent document compare plusieurs méthodes d'examen. Il fournit des estimations du risque pour le personnel et présente les mesures permettant de réduire la dose de rayonnement à laquelle celui-ci est susceptible d'être exposé.

### 2. Réalisation

Une scintigraphie pulmonaire de ventilation peut être réalisée avec différents systèmes de ventilation et différents produits radiopharmaceutiques, à savoir essentiellement un aérosol marqué au  $^{99m}\text{Tc}$  (tel que le  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA) ou des particules de carbone marquées au  $^{99m}\text{Tc}$ , connues sous le nom de Technegas.

Produit radiopharmaceutique	Activité dans le générateur d'aérosol	Activité dans les poumons	Dose effective pour un patient adulte
$^{99m}\text{Tc}$ -DTPA (aérosol)	400 – 1300 MBq	env. 50 – 100 MBq	env. 0,35 – 0,70 mSv
$^{99m}\text{Tc}$ -Technegas	300 – 700 MBq	env. 20 – 50 MBq	env. 0,30 – 0,75 mSv

#### 2.1 $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA (aérosol)

Le  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA peut être nébulisé sous forme d'aérosol dans différents systèmes (tels que le Ventiscan III et le SmartVent). Selon le système, on introduit entre 400 et 1300 MBq de solution de  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA dans le générateur d'aérosol (sur cette quantité, 20 à 40 MBq se déposeront dans les poumons des patients), et la durée de l'inhalation varie entre 1 et 5 minutes. La dose effective est de 0,007 mSv/MBq, soit, normalement, 0,28 mSv par examen. Si les patients retirent l'embout buccal pendant le traitement, il s'échappe une certaine quantité d'aérosol radioactif, qui varie selon le



Division Radioprotection  
[www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)

Référence du document : L-10-05.doc  
Établi le : 14.05.2018  
Révision n° 1

système employé ; d'après les indications du fabricant, aucune fuite ne devrait être possible avec le SmartVent.

## 2.2 <sup>99m</sup>Tc-Technegas

Le Technegas est produit dans un générateur de Technegas. On chauffe un creuset constitué de graphite de haute pureté en présence de <sup>99m</sup>Tc-pertechnétate de sodium à 2550°C dans une atmosphère d'argon dépourvue d'oxygène, de façon à former une dispersion ultrafine constituée de microparticules de carbone marquées au <sup>99m</sup>Tc. À cette température élevée, une très petite quantité de graphite est vaporisée, générant des agrégats constitués de quelques atomes de carbone ultramicroscopiques, qui contiennent chacun du technétium.

La plus grande partie des particules de <sup>99m</sup>Tc-Technegas sont déposées dans les alvéoles pulmonaires ; seule une petite partie est expirée. Aucune élimination par diffusion dans les vaisseaux sanguins ne se produit, et la radioactivité intra-pulmonaire décroît en pratique avec la demi-vie physique du <sup>99m</sup>Tc. Chez les patients présentant d'importants troubles respiratoires, il peut arriver qu'une partie des particules de <sup>99m</sup>Tc-Technegas se déposent dans les voies respiratoires supérieures et y restent. Cette radioactivité est expulsée avec le mucus, principalement par la toux ou la déglutition, sans absorption par le tractus gastro-intestinal.

On met dans le creuset de graphite 200 à 750 MBq de <sup>99m</sup>Tc-pertechnétate. Cette activité n'est incorporée aux agrégats de carbone du <sup>99m</sup>Tc-Technegas et inhalée par le patient qu'à hauteur de 20 - 30 %. La quantité et l'activité spécifique du <sup>99m</sup>Tc-Technegas inhalé dépendent fortement du temps écoulé entre sa fabrication et son inhalation par le patient. Le Technegas devrait être administré au plus tard dix minutes après sa préparation dans le générateur. Le patient inhale l'aérosol en faisant trois à cinq respirations. La dose effective inhalée est de 0,018 mSv/MBq, soit au maximum 4 mSv (30 % de 750 MBq), mais généralement 0,7 mSv.

## 2.3 Risque de contamination et d'inhalation pour le personnel

Avec les aérosols radioactifs, la mauvaise coopération du patient ou ses difficultés à respirer avec le système de tuyaux sont susceptibles d'entraîner une contamination de l'air et, de ce fait, un certain risque de contamination et d'inhalation pour le personnel. Le système au Technegas présente le risque le plus élevé, raison pour laquelle il est traité plus en détail ci-après.

Une publication sur le Technegas [3] s'est penchée sur l'activité des particules de carbone chargées en <sup>99m</sup>Tc qui était incorporée par le personnel lors de la scintigraphie pulmonaire de ventilation et a présenté les mesures destinées à prévenir une telle incorporation. Ces mesures, qui permettaient de réduire l'incorporation d'un facteur 1000, étaient les suivantes :

- a) ajout au générateur d'une technique de filtrage moderne et modification du logiciel de commande ;
- b) positionnement sur la tête du patient, pendant et après la ventilation, d'une unité d'aspiration supplémentaire dotée d'une cloche d'aspiration et ayant une performance de 300 m<sup>3</sup>/h ;
- c) après la ventilation, obligation pour le patient de respirer au moins une minute de l'air ambiant dans l'unité d'aspiration ;
- d) détermination, par une technique de mesure externe, du moment où l'enrichissement d'activité dans les poumons est suffisant pour la scintigraphie ;
- e) changement de vêtements et douche.

Sans ces mesures, un contaminamètre de l'intégralité du corps a mesuré des activités d'incorporation allant de 500 à 800 kBq pour chaque examen avec du Technegas. Mais une contamination considérable faussait la mesure, car les chiffres diminuaient de 80 à 90 % après le changement de vêtements et la douche. Pour évaluer l'incorporation réelle, on a donc multiplié par 0,25 le chiffre en



Division Radioprotection  
[www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)

Référence du document : L-10-05.doc  
Établi le : 14.05.2018  
Révision n° 1

becquerels calculé pour les poumons, de façon à corriger le pourcentage de contamination surajoutée. Le facteur choisi était plus élevé que le chiffre mesuré le plus grand afin de ne pas sous-estimer l'incorporation. Avec cette correction, l'activité incorporée aboutissait à une dose effective d'au maximum 3,6  $\mu\text{Sv}$  par examen, soit, pour 20 examens par an, 72  $\mu\text{Sv}$ . Si l'on compare cette dose pour le personnel avec, par exemple, celle due à l'irradiation externe lors des scanners, on peut considérer comme très faible le danger dû aux examens pulmonaires de ventilation quand toutes les précautions sont prises. La dose est encore un peu plus faible lors d'examens avec du  $^{99\text{m}}\text{Tc-DTPA}$ .

### 3. Recommandations de l'OFSP

Le risque d'incorporation pour le personnel étant inhérent à tout examen pulmonaire de ventilation, il est recommandé de procéder à une mesure de tri immédiatement après chaque examen, et non pas seulement à la fin de la journée comme l'indique l'Ordonnance sur la dosimétrie [4]. Cette mesure de contrôle permettrait également de détecter une contamination.

Si la mesure de tri donne un chiffre élevé, un changement de vêtements est recommandé. On a constaté que le fait de mettre un vêtement à usage unique ne suffit pas pour empêcher la contamination de ceux sur lesquels il est porté [3]. Après le changement et, le cas échéant, d'autres mesures de décontamination corporelle, on répète la mesure de tri.

Si la ventilation est réalisée à côté de la gamma caméra, il est conseillé de bien recouvrir de draps les surfaces de mesure de celle-ci.

Il convient en outre de veiller à ce que l'intervalle entre la ventilation et la mesure soit le plus court possible. Enfin, l'examen doit se dérouler dans une pièce qui ne soit pas utilisée simultanément par d'autres patients.

### 4. Références bibliographiques

[1] Mayo JR, Alsrich J, Müller NL. Radiation exposure at chest CT: a statement of the Fleischner Society. *Radiology* 2003; 228: 15-21.

[2] Vock P, Müller-Brand J, Valley J-F. Medizinische Strahlenexposition in der Schweiz. Teil 2: Die Rolle dosisintensiver Untersuchungen, insbesondere der Computertomographie (CT). *Schweiz Med Forum* 2004; 4: 865-872.

[3] Jürgen Petzold, Hadi Alborzi, Rico Fundke, Livia Petzold, Osama Sabri, Anita Seese, "Verringerung der Inkorporation von  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  beim Personal während Lungenventilationsuntersuchungen." in *Strahlenschutzpraxis* 2007, Heft 3/2007, S.23-28.

[4] Ordonnance sur la dosimétrie individuelle et la dosimétrie de l'environnement (Ordonnance sur la dosimétrie, RS 814.501.43) du 26 avril 2017 (Etat le 1<sup>er</sup> janvier 2018), annexe 15, n° 22.