
Manuel d'utilisation du tableur de calcul de restriction de contact après radiothérapie interne vectorisée

Thomas Carlier, Benoit Denizot

1 Introduction

La Société Française de Médecine Nucléaire a créé en 2014 un groupe de travail (GT) pluridisciplinaire composé de médecins nucléaires, physiciens médicaux, radiopharmaciens et manipulateurs en électroradiologie médicale. Le but de ce GT est d'harmoniser au niveau national les pratiques en terme de radioprotection (travailleurs et patients) en Médecine Nucléaire. L'un des objectifs avait pour vocation de créer un outil permettant de donner des recommandations à l'entourage d'un patient ayant bénéficié d'une radiothérapie interne vectorisée à sa sortie du secteur d'hospitalisation. Pour ce faire, le GT a développé et proposé dès 2014 un outil permettant de remplir cet objectif. La version finale de cet outil a depuis été validée officiellement par la Société de Physique Médicale en 2022. Elle se présente sous la forme d'un tableur accessible librement et gratuitement ici. Nous présentons ci-après le formalisme général et un guide d'utilisation¹.

2 Formalisme général

Le formalisme repose sur un développement très simple publié en 2004 [1]. Brièvement, le calcul de la dose efficace après la sortie du secteur d'hospitalisation dépend d'un scénario de contact qui se répète tous les jours à une ou plusieurs distance. Nous présentons ci-après le cas général d'un calcul à partir d'un scénario à 2 distances.

On appelle \dot{D}^{min} le débit de dose efficace minimal qui conduit à la dose efficace maximale D_T^{max} . d_1 et d_2 sont les deux distances entre le patient le sujet contact considérées dans le modèle et sur lesquelles les scénarios s'appuieront. \dot{D}^{min} est donné par la relation suivante² :

$$\dot{D}^{min} = D_T^{max} \frac{1}{f(d_1) + kf(d_2)} \quad (1)$$

1. Ce modèle peut aussi complètement s'utiliser avec des médicaments radiopharmaceutiques (MRP) utilisés pour le diagnostic sous réserve de disposer des périodes effectives adéquates. Nous rappelons toutefois que les recommandations officielles de la SFMN précisent qu'il n'y a aucune mesure d'éviction particulière recommandée pour aucun des MRP utilisés à but diagnostic.

2. Les temps sont exprimés en jours.

Avec k , le facteur permettant de ramener le débit de dose de d_2 à d_1 et Δt le temps de contact entre le patient et le sujet contact par jour. f prend la forme suivante :

$$f(d) = \frac{T_{eff}}{\ln 2} \left(1 - \exp \left(-\frac{\ln 2}{T_{eff}} \Delta t \right) \right) \frac{1}{1 - \exp \left(-\frac{\ln 2}{T_{eff}} \right)} \quad (2)$$

Le facteur k suit la relation proposé par Siegel [2] :

$$k = \frac{\tan^{-1} \frac{l}{2d}}{l \frac{d}{2}} \quad (3)$$

Avec l la taille du patient et d la distance entre le patient et le sujet contact. Le temps minimal de respect des consignes t_{lim} conduisant à D_T^{max} est donc donné par :

$$t_{lim} = \frac{T_{eff}}{\ln 2} \ln \frac{\dot{D}^{min}}{\dot{D}} \quad (4)$$

Avec \dot{D} le débit de dose mesuré le jour de la sortie.

3 Guide d'utilisation du tableur

3.1 Paramètres à renseigner par l'utilisateur

Il existe trois paramètres pouvant être renseignés par l'utilisateur (Figure 1) :

1. Débit de dose à 1 m mesuré le jour de la sortie du patient (en $\mu\text{Sv/h}$)
2. Période effective dépendant du MRP injecté (en jour)
3. Taille du patient (en cm)

Dans le cas des maladies bénignes de la thyroïde (traitement par iode 131), il faut renseigner l'activité administrée (en MBq) et le pourcentage de l'iode (123 ou 131) au mieux à 24 h, à défaut autour de 6 h.

Éléments obligatoires à préciser (en jaune)	
Isotope (menu déroulant)	PSMA-177Lu
Débit de dose à 1m ($\mu\text{Sv/h}$) en sortie de chambre	100
Taille patient (cm)	160

FIGURE 1 – Cellules à renseigner par l'utilisateur

3.2 Scénarios

Sept scénarios génériques sont définis (Figure 2). Les temps de contact ainsi que les distances entre le patient et le sujet contact pour ces scénarios sont fixes et ne peuvent pas être modifiés. Il est prévu que l'utilisateur puisse créer son propre scénario ("scénario utilisateur") en renseignant les cellules bleues (Figure 3). Il est obligatoire d'avoir une distance à 1 m dans le scénario (cellule jaune dans la figure 3). Les scénarios décrits sont des entités qui se répètent tous les jours.

Scénario	Durée restriction (jours)	Conditions
Contact avec le (la) conjoint(e) > 60 ans	0	8 h à 0,3 m et 3 h à 1 m, limite 15 mSv
Contact avec le (la) conjoint(e) < 60 ans	1	8 h à 0,3 m et 3 h à 1 m, limite 3 mSv
Contact avec la conjointe enceinte	3	8 h à 0,3 m et 3 h à 1 m, limite 1 mSv
Transport en commun	1	3 h à 0,5 m, limite 1 mSv
Contact avec un enfant (<3 ans) au retour à la maison	1	9 h à 1 m, limite 1 mSv
Contact avec un enfant (entre 3 et 11 ans) au retour à la maison	0	2 h à 0,5 m et 2 h à 1 m, limite 1 mSv
Contact avec des collègues de travail	0	6 h à 1 m, limite 1 mSv
Scénario utilisateur	0	2 h à 0,5 m et 10 h à 1 m, limite 1 mSv

FIGURE 2 – Scénarios de contact entre le patient et le sujet contact incluant un scénario libre pour l'utilisateur

Éléments optionnels (en bleu)		
Période effective (j) imposée par l'utilisateur (laisser vide sinon)		1
Scénario utilisateur (éventuel)	Temps (h)	Distance (m)
Durée à la distance X	2	0,5
Durée à 1 m (valeur non nulle obligatoire)	10	1
Limite dosimétrique (mSv)	1	

FIGURE 3 – Paramétrage du scénario libre pouvant être défini par l'utilisateur

Radiopharmaceutique	Période effective en heure	Reference	Remarque	Situation clinique typique
Iode-131-0%-fixation	16,00	Radioprotection 2004 Vol. 39, n° 4, pages 481 à 492 DOI: 10.1051/radiopro:2004012		Cancer opéré
Iode-131-5%-fixation	16,00	Radioprotection 2004 Vol. 39, n° 4, pages 481 à 492 DOI: 10.1051/radiopro:2004012	en considérant la période au niveau de la thyroïde	Cancer oligo-métastaté
Iode-131-25%-fixation	16,00	Radioprotection 2004 Vol. 39, n° 4, pages 481 à 492 DOI: 10.1051/radiopro:2004012	en considérant la période au niveau de la thyroïde	Cancer poly-métastaté
Iode-131-Bénin	122,40	Nuclear Medicine Communications 2006, 27:559-566	en considérant la période au niveau de la thyroïde	Pathologie Bénigne
Radium-223	274,32		Demi vie physique	
PSMA-177Lu	40,00	EANM procedure guidelines for radionuclide therapy with 177Lu-labelled PSMA-ligands 2019	Valeur la plus longue proposée	
Synovectomie-90Y	64,08	EANM Procedure Guidelines for Radiosynovectomy 2003	Demi vie physique	
Synovectomie-186Re	88,80	EANM Procedure Guidelines for Radiosynovectomy 2003	Demi vie physique	
Synovectomie-169Er	225,60	EANM Procedure Guidelines for Radiosynovectomy 2003	Demi vie physique	
Microsphères-90Y	64,20	EANM procedure guideline for the treatment of liver cancer and liver metastases with intra-arterial radioactive compounds 2011	Demi vie physique	
Lipiodol-131I	192,96	EANM procedure guideline for the treatment of liver cancer and liver metastases with intra-arterial radioactive compounds 2011	Demi vie physique	
Lutétium-177 NET	100,00	Fitschen et al, Z Med Phys 2011, Levart et al, EJNMMI Phys 2019	Demi vie effective	
MIBG-131I	10,60	Nucl. Med. Commun. 16 (1995) 767-772	un peu plus longue chez l'adulte que chez l'enfant	
Non défini				

FIGURE 4 – Périodes effectives disponibles en fonction du MRP et de l'indication clinique

3.3 Période effective

Les périodes effectives sont paramétrées à partir des données de la littérature pour différents MRP et différentes indications (Figure 4).

3.4 Résultats

Les durées de respect d'éloignement entre le patient et le sujet contact (en jours) sont données par scénario (Figure 2). Ces durées sont des recommandations. Elles peuvent être adaptées selon les pratiques locales, l'état clinique du patient, l'environnement familial ou l'entourage du patient.

3.5 Configuration

 L'utilisation des boutons de configuration nécessite que les macros puissent être activées au sein du tableur.³

Il est possible de configurer de façon permanente certains affichages (Figure 5) :

- l'identification patient,
- l'identification de l'opérateur,
- l'identification du matériel utilisé.

Par ailleurs, le logo du service peut être rajouté de façon permanente sur chaque résultat⁴.

De plus, vous pouvez sauver les résultats :

- en format images PNG,
- en fichier PDF,
- sous forme de tableau texte lisible par Excel.

Vous pouvez déterminer deux sites de sauvegarde pour chaque type de sauvegarde (par exemple, un partagé pour le service et un pour votre propre activité). Enfin, lors de la fermeture du programme (par la case "Fermeture automatique"), vous pouvez choisir d'imprimer automatiquement la feuille destinée au patient.

3. L'outil peut tout à fait être utilisé sans ces options de configuration

4. Ne pas supprimer le fichier image après configuration

Configuration ×

Affichage de l'identité du (de la) patient(e) <input type="checkbox"/>	Impression automatique lors de la sauvegarde automatisée <input type="checkbox"/>	Consignes: Pour activer la fonction, la case carrée doit être cochée. Les informations sont à renseigner dans les champs allongés. Les chemins des fichiers ou dossiers (locaux C:, D: ou en réseau) peuvent être tapés directement (sans erreur) ou être définis en cliquant sur le chemin (ce qui ouvre sur l'arborescence des fichiers).
Définition de l'utilisateur <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
Définition du matériel utilisé <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
Chemin du logo de l'institution <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
Chemin(s) de sauvegarde du (ou des) fichier(s) image	<input type="checkbox"/> Dossier par défaut	<input type="text"/>
	<input type="checkbox"/> Dossier défini par l'utilisateur	<input type="text"/>
Chemin(s) de sauvegarde du (ou des) fichier(s) PDF	<input type="checkbox"/> Dossier par défaut	<input type="text"/>
	<input type="checkbox"/> Dossier défini par l'utilisateur	<input type="text"/>
Chemin(s) de sauvegarde du (ou des) tableau(x) récapitulatif(s) de l'activité	<input type="checkbox"/> Dossier par défaut	<input type="text"/>
	<input type="checkbox"/> Dossier défini par l'utilisateur	<input type="text"/>

FIGURE 5 – Configuration du tableur

Références

- [1] T. Carlier *et al.*, Recommandations pratiques concernant la sortie des patients après traitement du cancer différencié de la thyroïde à l'¹³¹I, *Radioprotection* **39** (2004) 481-492
- [2] J.A. Siegel *et al.*, Calculating the absorbed dose from radioactive patients : The line-source versus point-source model, *J. Nucl. Med.* **43** (2002) 1241-1244