

Personnalisation des consignes de radioprotection pour les patients traités à l'iode 131 pour un cancer thyroïdien

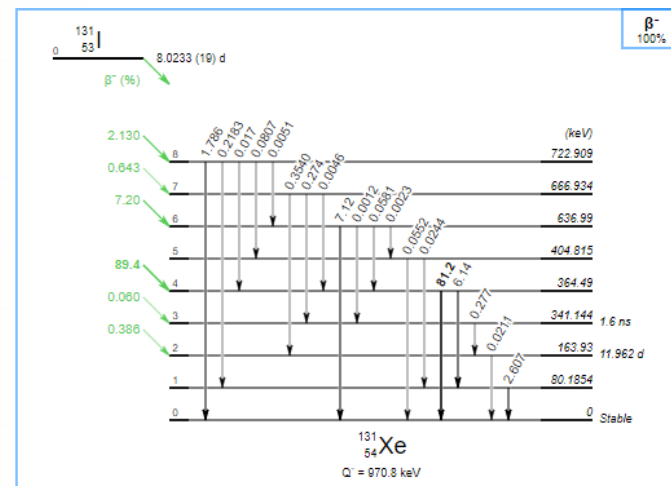
Contexte clinique – Prise en charge du cancer de la thyroïde

Chirurgie

- Thyroïdectomie totale
 - Reliquats

Irathérapie

- Gélule Na^{131}I - 3700 MBq (1110 MBq)
 - Emission β^- ($E_{\text{max}} = 606 \text{ keV}$) pour détruire le tissu thyroïdien
 - Emission γ ($E = 364,49 \text{ keV}$) pour l'imagerie
- Traitement du reliquat et d'éventuelles atteintes ganglionnaires ou métastatiques
- Hospitalisation de 3 jours
 - Du lundi : administration du traitement
 - Au jeudi : imagerie, consignes RP, consultation médicale



Contexte réglementaire



- **Arrêté du 21 janvier 2004 relatif à l'information des personnes exposées aux rayonnements ionisants lors d'un acte de médecine nucléaire :**
 - **Lors d'un acte à visée thérapeutique le médecin doit informer le patient :**
 - du nombre de jours où les contacts avec les enfants et les femmes enceintes doivent être réduits
 - du nombre de jours où le contact avec le conjoint doit être réduit
 - du nombre de jours où le contact avec des personnes doit être réduit dans le cadre du travail
 - et du nombre de jours où le contact avec les autres proches doit être réduit
 - **Ces informations doivent être adaptées pour tenir compte des conditions de vie de la personne et en particulier du contexte familial.**
- **Article R. 1333-18 du CSP**
 - **Le responsable d'une activité nucléaire désigne au moins un CRP pour l'assister et lui donner des conseils sur toutes les questions relatives à la radioprotection de la population et de l'environnement ainsi que celles relatives aux mesures de protection collective des travailleurs vis-à-vis des rayonnements ionisants**

Problématique – Améliorer l'ajustement des consignes post hospitalisation

Avant

- Restriction forfaitaire en fonction du débit de dose efficace, mesuré à 1 m, le jour de la sortie
 - Rapport RADIOPROTECTION 97 Commission Européenne

Objectif

- Tenir compte du mode de vie des patients
 - Enfants, conjoint, collègues, etc.
- Quelles contraintes de dose et pour quelle population?
- Connaître l'élimination biologique de l'¹³¹I propre à chaque patient
 - Mesurer la demi-vie effective

⇒ Déterminer les temps d'application des consignes

- **Prise en compte de la radioprotection de l'opérateur**

Après absorption de l'iode 131,
nous vous demandons de respecter scrupuleusement
les consignes suivantes :



Consignes à respecter pendant [] jours :

- boire au moins un litre et demi d'eau par jour,
- vous laver les mains fréquemment et en particulier :
*avant et après la préparation et la prise des repas
avant et après être allé aux toilettes,
le matin au lever,
le soir au coucher*
- Changer de sous-vêtements tous les jours,
- tirer 2 fois la chasse d'eau après utilisation des toilettes,
- dormir seul (si possible),
- vous tenir à un mètre environ de toute personne,
- ne pas faire de baiser,
- ne pas boire à la bouteille,



Eviter le contact avec les enfants et les femmes enceintes pendant :
[] jours

Issues du Rapport RADIOPROTECTION 97 Commission
Européenne



8 et 9
NOVEMBRE 2022

en partenariat avec la CoRPAR

Mode de vie des patients – Dose efficace à l'entourage

Population	Enfant moins de 3 ans	Enfant moins de 10 ans	Enfant plus de 10 ans	Conjoint	Collègues de travail	Transport en commun
Durée du contact (h)	9	8 - 4	4 - 2	6 - 8	8	0,5
Distance (m)	0,1	1 - 0,1	1 - 0,1	1 - 0,3	1	0,1

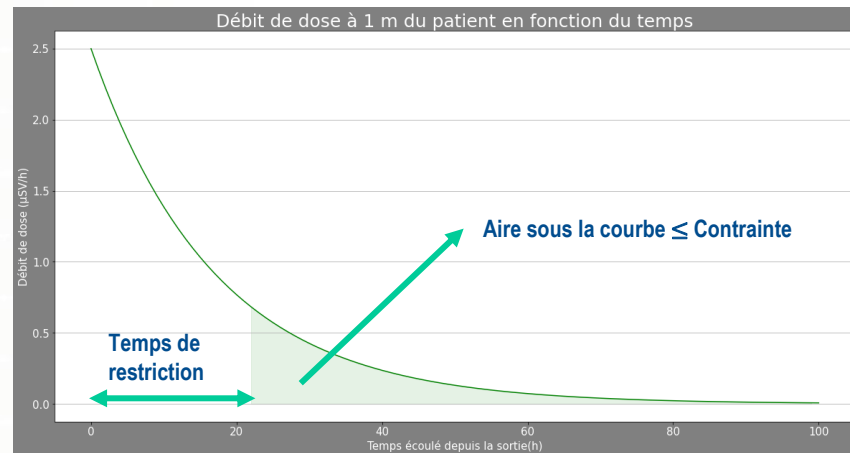
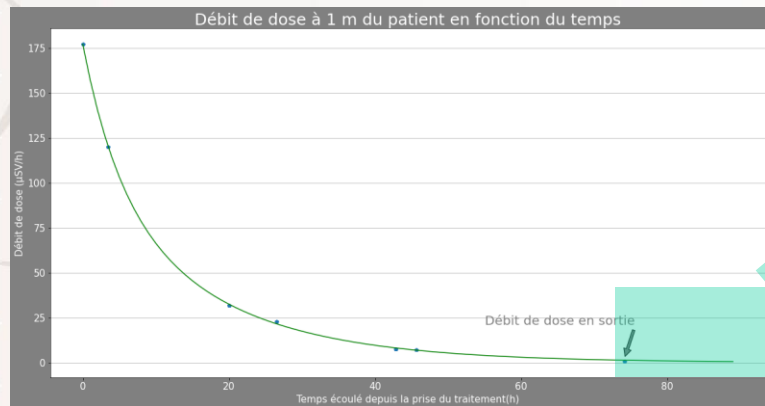
$$D_{eff,i} = \dot{D}_{sortie} \times \int_0^{t_i} e^{-\lambda_{eff} \times t} dt \times \sum_{k=0}^n e^{-\lambda_{eff} \times 24k}$$

$$D_{eff,i} = \dot{D}_{sortie}(d_i) \times \frac{\tau_{eff}}{\ln(2)} \times \frac{1 - e^{-\frac{\ln(2)}{\tau_{eff}} t_i}}{1 - e^{-\frac{\ln(2)}{\tau_{eff}} 24}}$$

Mode de vie – Contrainte de dose, débit de dose limite et temps de restriction

$$\dot{D}_{limite} = D_{contrainte} \times \frac{\ln(2)}{\tau_{eff}} \times \frac{1 - e^{-\frac{\ln(2)}{\tau_{eff}} 24}}{1 - e^{-\frac{\ln(2)}{\tau_{eff}} t}}$$

$$t_{restriction} = \frac{\tau_{eff}}{\ln(2)} \times \ln\left(\frac{\dot{D}_{sortie}}{\dot{D}_{limite}}\right)$$



Contraintes de dose

Population	Enfant de moins de 3 ans	Enfant de moins de 10 ans	Enfant de plus de 10 ans	Conjoint de moins de 60 ans	Conjoint de plus de 60 ans	Conjointe enceinte	Collègues de travail	Transport en commun
Contraintes recommandées (Groupe de travail de la section radioprotection du CSHPF, 2006 et Commission européenne, 1999)	1 mSv	1 mSv	1 mSv	3 mSv	15 mSv	1 mSv	1 mSv	1 mSv
Contraintes de dose utilisées durant l'étude*	100 µSv	250 µSv	500 µSv	3000 µSv	15 000 µSv	100 µSv	1000 µSv	1000 µSv

- Application des contraintes recommandées par le GT de la section radioprotection du CSHPF
- Pour les enfants, prise en compte de l'exposition moyenne lors d'actes d'imagerie diagnostique
 - $D_{eff_diag_moy} + Contrainte < 1 \text{ mSv}$

PRECAUTIONS RECOMMANDEES AUX PATIENTS
AYANT BENEFICIE D'UN TRAITEMENT PAR L'IODIODE RADIOACTIF
AFIN DE LIMITER L'EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS IONISANTS
DES PERSONNES A SON CONTACT

Groupe de travail de la section radioprotection
du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France¹

Pr. D. LEGULUDEC (Présidente, Paris)
Dr Th. KIFFEL (Coordonnateur, Paris)
Pr. A. AURENGO (Paris)
Dr M.H. BOUIN-PINEAU (Poitiers)
Dr M. CALZADA (Lille)
M. P. FRABOULET (Paris)
Mme I. GARDIN (Rouen)
Mme M.T. GUILHEM (Orléans)
M. R. HAMELIN (Paris)
Dr E. HINDIE (Paris)
Dr J. PASQUIER (Marseille)
Pr. I. PERETTI (Paris)
Dr C. SCHWARTZ (Reims)

Le 20 décembre 2006

¹ Ce groupe de travail a été présidé par Mme Leguludec et le secrétariat de l'Académie de Santé Nucléaire.

Détermination de la demi-vie effective – Mesure de l'élimination biologique de l'¹³¹I

Mesurer le débit de dose efficace à proximité du patient

- Détecteur adapté (faible dépendance angulaire, précision de lecture, facilité d'utilisation)
- Conditions de mesure
 - 1 m du patient sans protection plombée
- 2 mesures par jour

Ajustement de la décroissance une fonction bi-exponentielle

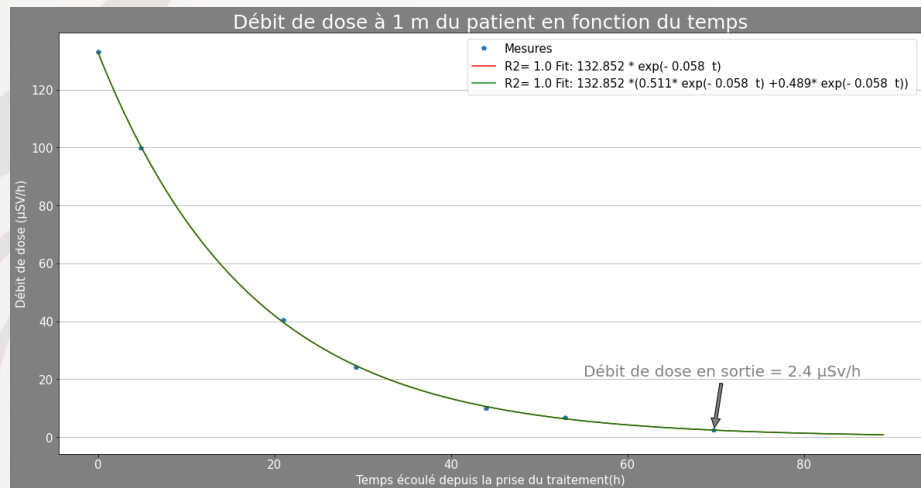
- $\dot{D}(t) = \dot{D}(t_0) [\alpha e^{(-\lambda_{eff,1} \times t)} + (1 - \alpha) e^{(-\lambda_{eff,2} \times t)}]$
 - Mono-exponentielle $\dot{D}(t) = \dot{D}(t_0) e^{(-\lambda_{eff} \times t)}$ ou

Détermination de la demi-vie effective

- $\tau_{eff} = \max\left(\frac{\ln(2)}{\lambda_{eff,1}}, \frac{\ln(2)}{\lambda_{eff,2}}\right)$

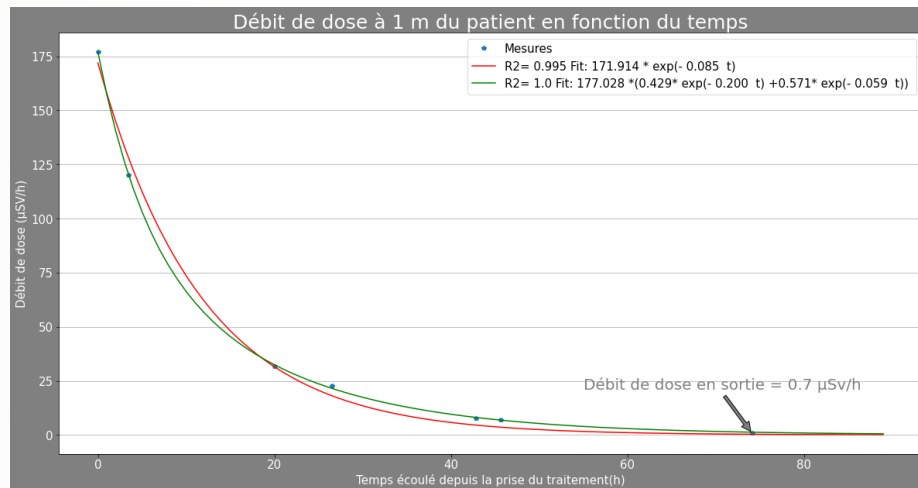


Élimination biologique de l'¹³¹I – Détermination de la demi-vie effective



• $\lambda_{\text{eff}} = 0,058 \text{ h}^{-1}$

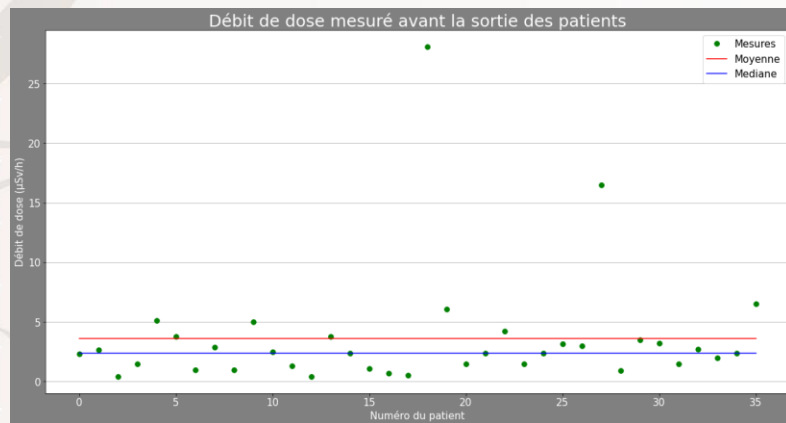
• $\tau_{\text{eff}} = 12,03 \text{ h}$



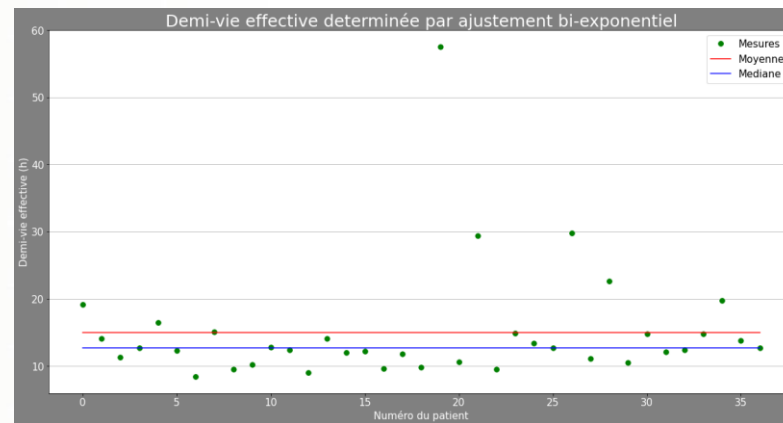
• $\lambda_{\text{eff}_1} = 0,2 \text{ h}^{-1}$ et $\lambda_{\text{eff}_2} = 0,059 \text{ h}^{-1}$

• $\tau_{\text{eff}_1} = 3,47 \text{ h}$ et $\tau_{\text{eff}_2} = 11,75 \text{ h}$

Bilan des mesures – Débit de dose en sortie et demi-vie effective

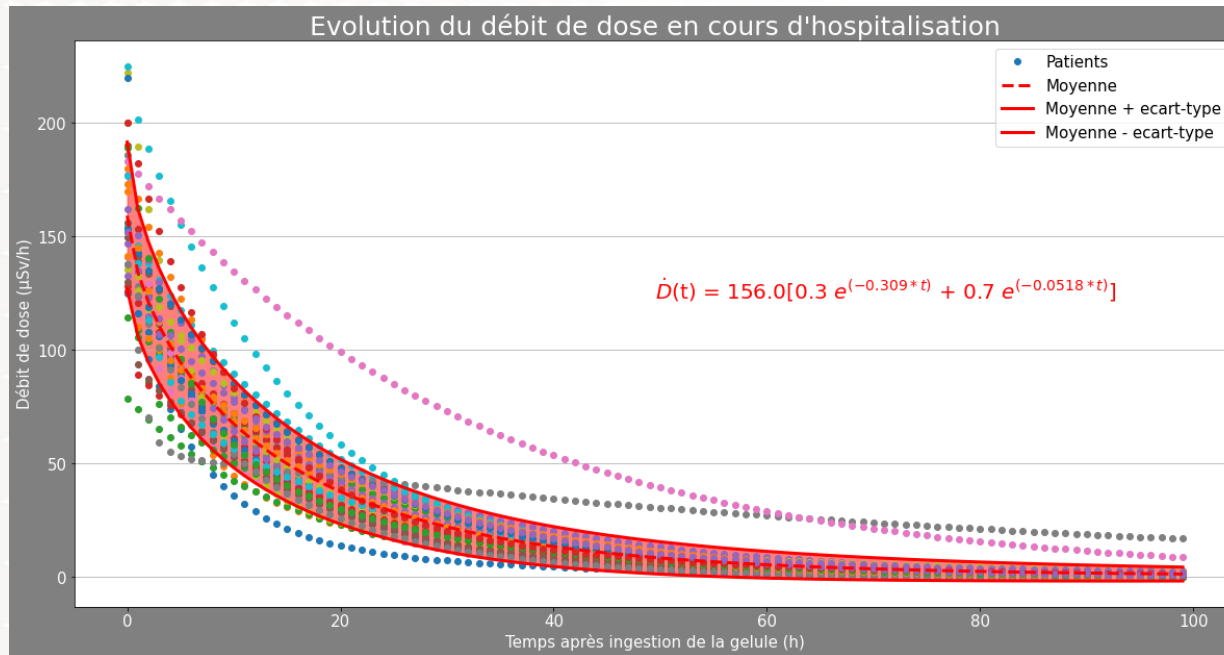


Débit de dose en sortie (µSv/h)	
Moyenne	3.0
Ecart-type	4.2
Médiane	2.3
75ème percentile	3.2
Minimum	0.3
Maximum	28.1



Demi-vie effective (h)	
Moyenne	15.0
Ecart-type	8.6
Médiane	12.6
75ème percentile	14.8
Minimum	8.4
Maximum	57.6

Bilan des mesures



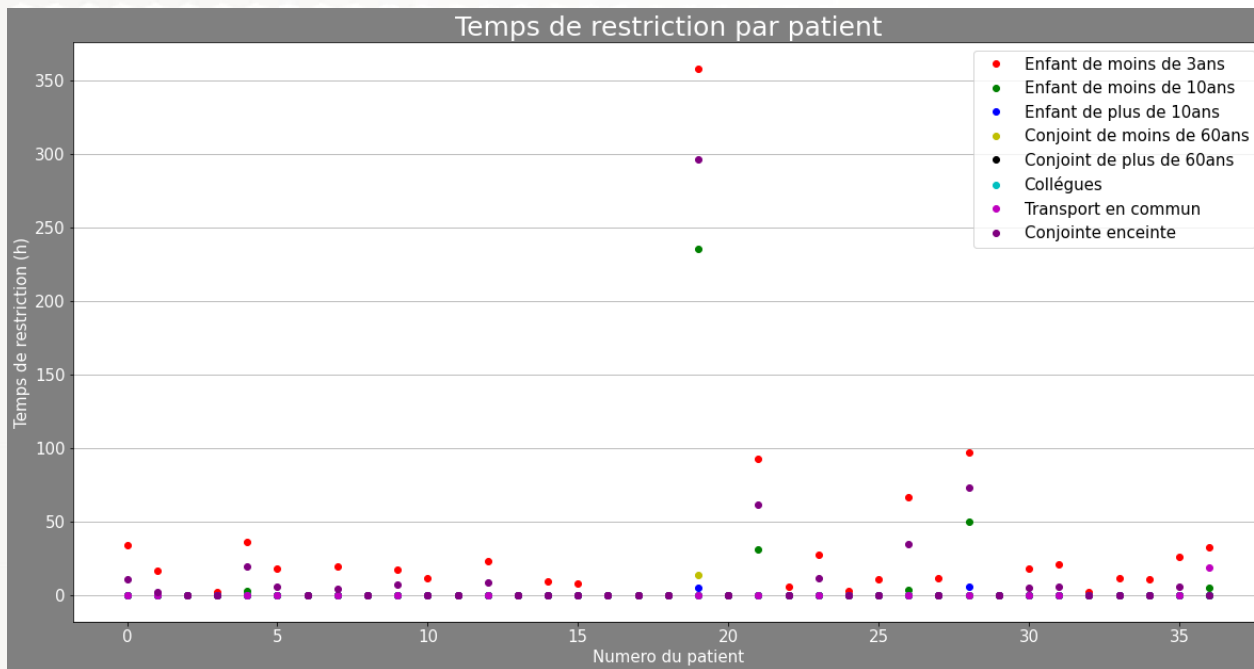
Bilan - Dose efficace sans restriction (μSv)

	Enfant de moins de 3ans	Enfant de moins de 10ans	Enfant de plus de 10ans	Conjoint de moins de 60ans	Conjoint de plus de 60ans	Collègues	Transport en commun	Conjointe enceinte
Moyenne	458.0	272.0	141.0	221.0	221.0	53.0	29.0	221.0
Ecart-type	1210.0	693.0	351.0	577.0	577.0	139.0	71.0	577.0
Médiane	191.0	119.0	63.0	93.0	93.0	22.0	13.0	93.0
75ème percentile	291.0	176.0	94.0	141.0	141.0	34.0	20.0	141.0
Minimum	25.0	16.0	9.0	12.0	12.0	3.0	2.0	12.0
Maximum	7447.0	4264.0	2163.0	3551.0	3551.0	854.0	435.0	3551.0

Bilan – Temps de restriction

	Enfant de moins de 3ans	Enfant de moins de 10ans	Enfant de plus de 10ans	Conjoint de moins de 60ans	Conjoint de plus de 60ans	Collègues	Transport en commun	Conjointe enceinte
Moyenne	27.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	15.0
Ecart-type	60.0	39.0	1.0	2.0	0.0	0.0	3.0	50.0
Médiane	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
75ème percentile	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Maximum	358.0	236.0	6.0	14.0	0.0	0.0	19.0	296.0

Bilan – Temps de restriction



Cas du patient le plus extrême

- Débit de dose en sortie = 28,1 $\mu\text{Sv/h}$
- Demi-vie effective = 57 h
- Ancienne méthode
 - Entre 2 et 3 semaines de restriction
 - 1 semaine supplémentaire pour les enfants

Débit de dose efficace à 1 mètre de distance du patient [$\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ à 1 mètre]	Correspondant à une activité (résiduelle) estimée de *	Périodes d'application des instructions recommandées
< 40	< 800 MBq	3 semaines
< 20	< 400 MBq	2 semaines
< 10	< 200 MBq	1 semaine
< 5	< 100 MBq	4 jours
< 3	< 60 MBq	24 heures consécutives à l'administration

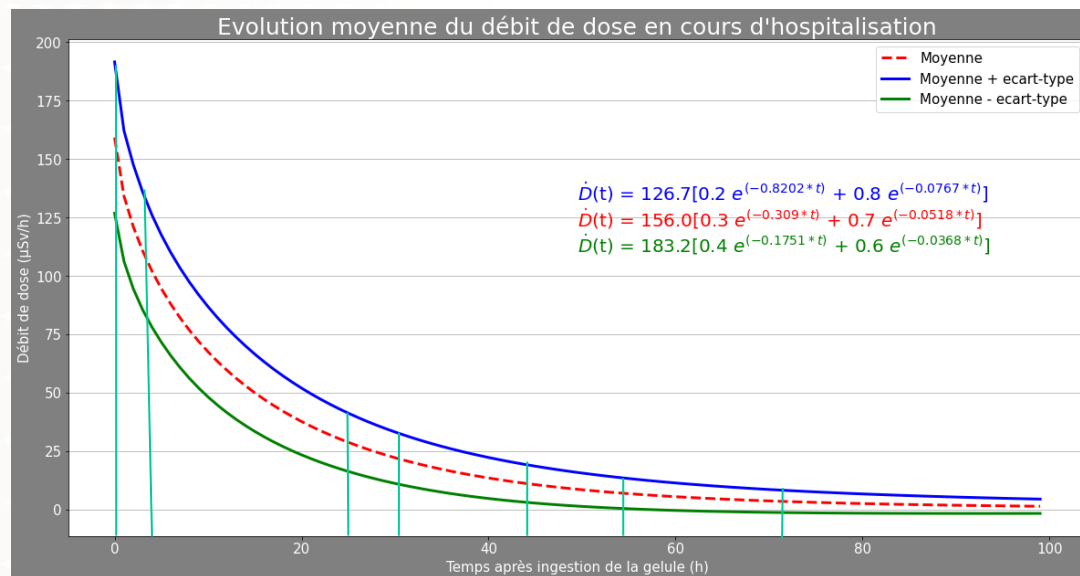


	Enfant de moins de 3ans	Enfant de moins de 10ans	Enfant de plus de 10ans	Conjoint de moins de 60ans	Conjoint de plus de 60ans	Collègues	Transport en commun	Conjointe enceinte
Dose sans restriction (μSv)	7447.3	4263.5	2162.6	3550.7	3550.7	853.7	435.3	3550.7
Contrainte de dose (μSv)	100.0	250.0	500.0	3000.0	15000.0	1000.0	1000.0	100.0
Débit de dose limite ($\mu\text{Sv/h}$)	0.4	1.6	6.5	23.7	118.7	32.9	64.6	0.8
Temps de restriction (j)	15.0	10.0	5.0	1.0	0.0	0.0	0.0	12.0

Exposition de l'opérateur

- Estimation faite à partir de la courbe moyenne de débit
- Mesures faites à $h = 0, 6, 26, 30, 46, 54$ et 73 .
- Temps de mesure estimé à 1 minute

$$D = (5,2 \pm 1,5) \mu Sv$$



Conclusion – Apport et de la méthode

- Une réelle personnalisation des consignes au patient et à son mode de vie (les scénarios sont adaptables si besoin)
 - Retour immédiat à la vie normale pour la majorité des patients
 - Même pour les parents de jeunes enfants avec de fortes contraintes
 - Une amélioration de la qualité de vie du patient à sa sortie
 - Exposition maîtrisée de l'entourage
- Amélioration de la vie « sociale » des patients en cours d'hospitalisation
 - Visites régulières pour les mesures
 - peu coûteuses en temps (~ 5 min) et en exposition (~5 μ Sv)
 - Moins de crainte du personnel d'endocrinologie
- Compléter cette méthode avec des mesures de contamination