

Doses externes individuelles

Il est toujours délicat d'évaluer les doses externes reçues par les personnes à partir des mesures de débit de dose dans l'air extérieur. En effet, une personne passe une grande partie de son temps à l'intérieur de constructions dans lesquels le débit de dose est plus faible qu'à l'extérieur en raison d'une moindre contamination en césium des surfaces intérieures, d'une plus grande distance par rapport aux activités de césium présentes à l'extérieur et d'une protection apportée par les matériaux de construction. Par ailleurs, une personne peut être amenée à se déplacer entre des zones présentant des débits de dose dans l'air très différents.

Différentes évaluations ont été faites pour estimer les doses externes reçues au cours des premiers mois par des personnes évacuées en prenant en compte leur itinéraire d'évacuation¹. Sur la base d'une enquête de reconstitution des parcours individuels, l'Institut National japonais des Sciences Radiologiques (NIRS) a estimé les doses externes reçues par 445 000 personnes au cours des 4 premiers mois suivant les dépôts radioactifs. 99,3% des personnes (travailleurs employés à la centrale exceptés) auraient reçu une dose inférieure à 3 mSv durant cette période, la dose maximale étant de 25 mSv. Des doses cumulées sur l'année atteignant 68 mSv/an ont également été calculées² à partir des débits de dose dans l'air, sur la base d'un temps de présence à l'intérieur de 16 h/j contre 8h/j à l'extérieur et en considérant la protection la plus faible apportée par une construction (celle d'une maison de plein pied en bois). Ce type de calcul conduit à considérer que la dose effectivement reçue par une personne correspond à la moitié de la dose mesurée dans l'air extérieur où elle évolue. Cette correspondance a été utilisée notamment comme valeur guide pour fixer des objectifs de décontamination. Un débit de dose dans l'air de 0,23 µSv/h correspondrait ainsi à une dose individuelle de 1 mSv/an.

Depuis, cette relation a été étudiée sur la base de mesures de dose individuelle effectuées sur des personnes résidant dans plusieurs localités de la Préfecture de Fukushima. De juillet 2012 à juin 2013, puis de juillet 2013 à juin 2014, près de 53 000 personnes de la commune de Date (18 700 pour la seconde période, pour une population totale de 62 000 habitants) ont fait l'objet d'un suivi dosimétrique individuel. La figure 1 présente les moyennes annuelles des doses efficaces externes mesurées pour l'ensemble de la commune et pour les différents ensembles (villages) qui la composent. Sur la première période 66,3% de la population a reçu une dose inférieure à 1 mSv, 28,1% une dose comprise entre 1 et 2 mSv et 4,4% une dose comprise entre 2 et 3 mSv. Pour la seconde période, ces taux sont passés à 75%, 22% et 2,4% respectivement. La diminution des doses mesurées entre les deux périodes résulte d'une part de la diminution du débit de dose dans l'air liée principalement à la décroissance du césium 134 et d'autre part des opérations de décontamination.

¹ Les évacuations d'urgence ont souvent été menées en 2, voire 3 étapes en fonction des directives d'évacuations passant de 3 à 10 puis 20 km et des possibilités d'hébergement.

² Dose annuelle théorique ajoutée = (DDDa - 0,04) x (8 h + (16 h x 0,4)) x 365 j/an

Des doses similaires, quoique inférieures en raison d'une moindre contamination environnementale, ont été mesurées chez des enfants d'âge scolaire des localités de Koriyama (25 550 à 5 500 enfants) et Fukushima-ville (16 223 enfants) : jusqu'à 99% des enfants ont reçu une dose inférieure à 1 mSv/an (ce taux était de l'ordre de 80% chez les enfants de Date).

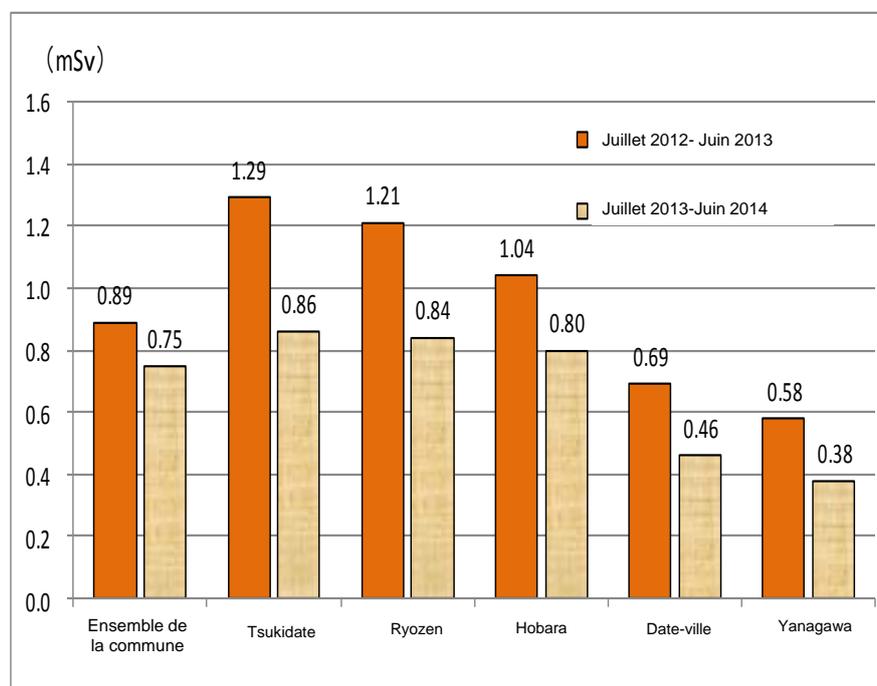


Figure 1 : Doses externes individuelles moyennes mesurées pour 53 000 personnes (période de juillet 2012 à juin 2013) et 18 700 personnes (période de juillet 2013 à juin 2014) habitant différents ensembles (villages) de la commune de Date.

Ces doses individuelles mesurées sont très inférieures à celles évaluées par calcul pour l'année 2011 et présentées précédemment. Une partie de cet écart est liée à la diminution générale du débit de dose dans l'air depuis 2011. Mais il résulte surtout, d'une sous-estimation de la protection apportée par des constructions plus massives que des maisons en bois de plain-pied, et d'autre part d'une sous-estimation du temps passé à l'intérieur notamment par les enfants.

La figure 2 permet de comparer les doses moyennes mesurées et les doses individuelles théoriques calculées comme indiqué précédemment (maison en bois et 8 heures par jour à l'extérieur)⁵ en fonction du débit de dose dans l'air. Elle montre que les doses effectivement reçues sont toujours de 2 à 2,5 fois inférieures aux doses théoriques calculées pour la population dans son ensemble et jusqu'à 5 fois inférieures pour les enfants.

La figure 3 présente pour différents quartiers de Date, les moyennes correspondantes (courbes rouge et noire), la dose annuelle mesurée dans l'air extérieur (courbe bleue), ainsi que le rapport global entre la dose annuelle dans l'air et la dose effectivement reçue par les personnes (bâtons bleu). Il apparaît ainsi que les doses mesurées sur les habitants de Date sont de l'ordre de 3 à 5 fois inférieures aux doses mesurées dans l'air à l'extérieur sur cette commune. Ce rapport peut atteindre 10 pour les enfants.

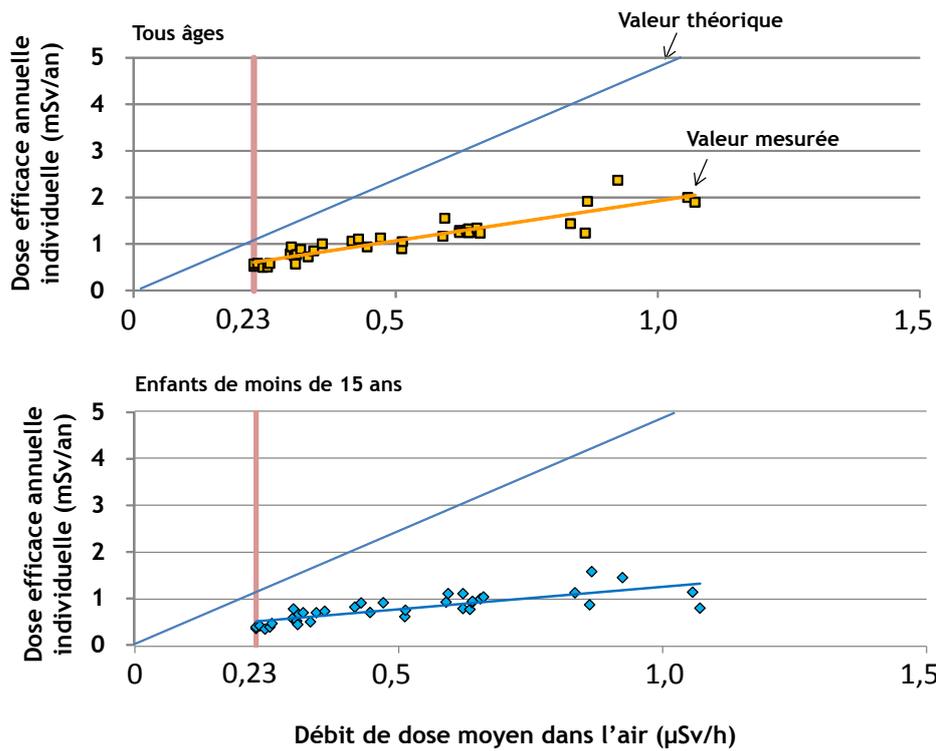


Figure 2 : Dose individuelles théoriques et mesurées à Date (en mSv/an) pour différentes valeurs du débit de dose dans l'air (en µSv/h) également mesurés sur cette localité.

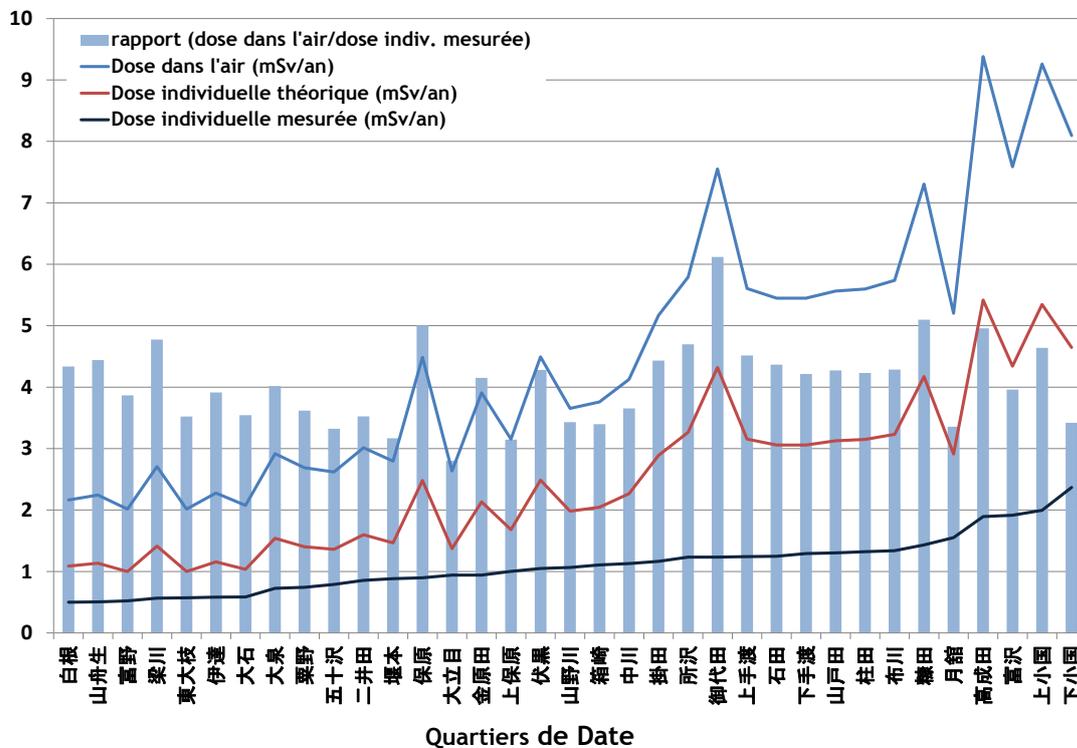


Figure 3 : Doses moyennes annuelles (mSv/an) pour différents quartiers de Date mesurée dans l'air (courbe bleue), estimées par calcul pour les personnes (courbe rouge) et effectivement mesurées sur les personnes (courbe noire), et rapport global entre la dose annuelle dans l'air et la dose effectivement reçue par les personnes (bâtons bleu).

En septembre-octobre 2013, 26 travailleurs de la région de Fukushima ont fait l'objet d'un suivi dosimétrique individuel sur une période de 1 à 2 semaines. Il s'agissait de personnes de Fukushima-ville (11), Tenei (3), Date (1), Nihonmatsu (5), Koriyama (5) et Tamura (1), 17 travaillant en extérieur, 7 en intérieur ainsi que 2 autres personnes. Les résultats obtenus confirment tout à fait les résultats obtenus à Date. La figure 14b montre que le rapport entre les doses individuelles mesurées et les doses dans l'air (rapport inverse de la figure 3) sont compris entre 0,2 et 0,5, c'est-à-dire que les doses effectivement reçues sont 2 à 5 fois inférieures à celles mesurées dans l'air.

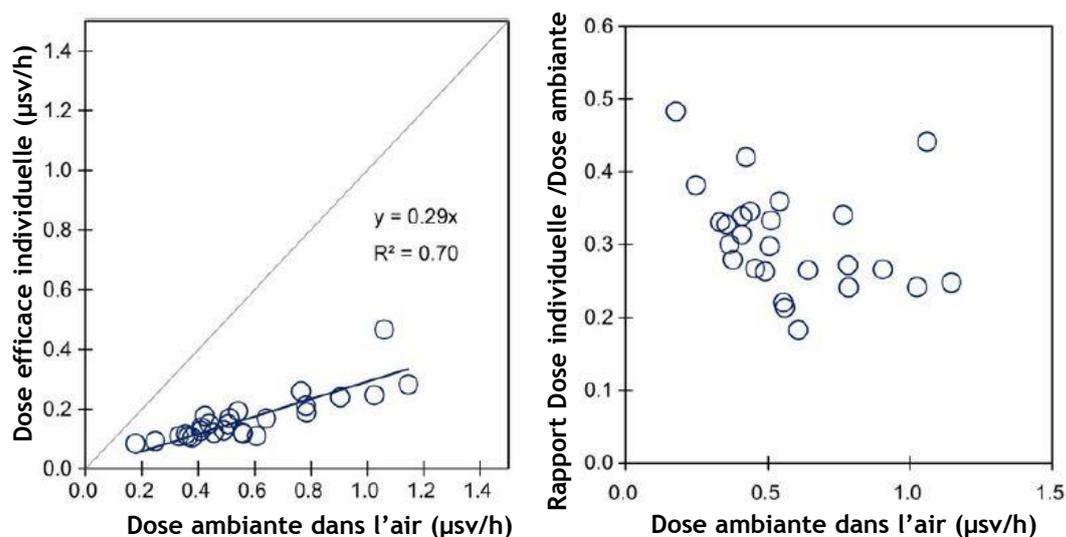


Figure 4 : a) Doses efficaces individuelles mesurées sur 26 travailleurs de 6 localités de la Préfecture de Fukushima en septembre-octobre 2013 en fonction du débit de dose ambiant dans l'air extérieur ($\mu\text{Sv/h}$), b) valeur du rapport entre ces deux grandeurs

Enfin, entre mars et juin 2011, c'est-à-dire dans les premiers mois suivant les dépôts radioactifs, trois infirmières travaillant à l'Université Médicale de Fukushima avaient fait l'objet d'un suivi dosimétrique. Bien que se trouvant la majeure partie du temps en intérieur et notamment à l'hôpital même pour préparer des traitements, leur travail les amenait à passer entre 1 à 6 heures par jours à l'extérieur pour mesurer les débits de dose autour de l'hôpital. En raison probablement du nombre d'heures passées à l'intérieur, de la protection apportée par un bâtiment de cette taille, et peut être de la contribution d'autres radionucléides que les césiums, les doses reçues par les infirmières de l'hôpital de Fukushima ont été de l'ordre de 10 fois et jusqu'à 14 fois inférieures à celles mesurées dans l'air.