

## Comment appréhender les conséquences d'un relargage accidentel d'iode radioactif ?

Jean-Philippe VUILLEZ,  
MD, PhD, PUPH de Biophysique et Médecine Nucléaire

Les conséquences d'une contamination à l'iode radioactif sont largement étudiées et documentées, ayant fait l'objet de très nombreuses publications dans divers contextes, notamment post-accidentels mais pouvant aussi traiter de simples rejets intempestifs, émanant en particulier de structures de soins intégrant de la médecine nucléaire thérapeutique.

Les contributions que peut apporter un médecin nucléaire, ayant par ailleurs siégé au HCTISN et élargé à un plan d'action de son CHU en cas d'accident radiologique (heureusement jamais activé en 30 ans de carrière...) s'articulent autour de la réflexion suivante : la question étant in fine celle de possibles retentissements sur la santé des individus, et donc des populations (santé publique), comment prévoir ces retentissements, et en déduire des recommandations à proposer aux autorités comme aide à la décision en vue d'actions à mener – ou non.

Or il existe une contradiction entre l'évaluation se voulant précise des effets potentiels sur la santé, qui demande du temps, et la nécessaire rapidité des actions préventives pour limiter ces effets. Il est donc essentiel d'avoir la meilleure représentation possible a priori, en fonction des seules données immédiatement disponibles après la découverte d'un incident, ou après la survenue d'un accident.

Le propos ici n'est bien sûr pas d'édicter des règles de conduite à tenir, ce qui relève des autorités compétentes, mais de proposer des éléments de réflexion, du point de vue médical, permettant d'appréhender au mieux ce qui, d'un point de vue préventif, risque de se produire.

Les conséquences d'un relargage d'iode radioactif doivent s'envisager à plusieurs niveaux, dont le niveau ultime – mais en rien inéluctable – est celui des conséquences sanitaires. Nous nous proposons d'envisager les événements et leurs conséquences de façon chronologique.

L'évènement initial est donc celui d'une libération inopinée, intempestive, d'isotopes radioactifs de l'iode. En cas d'accident, cette fuite est rapidement connue, ce qui n'est pas forcément le cas d'une fuite résultant d'un dysfonctionnement. Dès lors la première question est bien entendu la quantification de l'activité (en Bq) relarguée dans l'environnement. Nous ne parlons que d'iode 131 mais une question corollaire est celle des autres radionucléides possiblement associés.

Le second niveau considère que cette activité relâchée n'a en soi aucune conséquence, ce qui importe est l'activité retrouvée dans l'environnement, en particulier la chaîne alimentaire et in fine l'activité pouvant contaminer les individus. Ceci dépend de facteurs géographiques (distance), climatiques (vents, précipitations), architecturaux (bâtiments ouverts ou fermés, privés ou recevant du public) se traduisant par une dilution plus ou moins grande et hétérogène de l'activité.

Le troisième niveau, crucial, est celui de la contamination des individus, en activité (en Bq) inhalée ou ingérée. Tous les moyens pour la limiter doivent être mis en œuvre, à commencer par le confinement lorsqu'il est possible. La distribution et la prise d'iode stable s'inscrivent dans ce cadre.

Au-delà, même si on n'a pas pu empêcher une contamination des individus par l'iode 131, il faut insister sur le caractère non inéluctable des effets sur la santé, et d'une gravité pas nécessairement très

préoccupante de ceux-ci. Ce qui est volontiers contre intuitif, en tous cas dans la perception médiatique et du public.

L'iode radioactif, à l'instar de son homologue stable, a un métabolisme bien connu<sup>(1)</sup>. Les apports nutritionnels conseillés pour l'iode chez l'adulte sont fixés au niveau européen à 100 µg/24 h. Essentiel pour la synthèse des hormones thyroïdiennes indispensables à la vie (thermogenèse, métabolismes des lipides, protéines et hydrates de carbone, rôle prépondérant dans le développement du système nerveux central durant les périodes fœtale et néonatale), l'iode est normalement absorbé à plus de 90 % dans les conditions normales (entre 50 et 100 % selon les aliments) par le tube digestif, passe dans la circulation sanguine puis est capté à hauteur de 20 à 40 % (selon le statut iodé de l'individu) par la glande thyroïde, le reste étant majoritairement éliminé dans les urines. Une faible partie de l'iode plasmatique est capté par d'autres organes (glandes salivaires, estomac, plexus choroïdes, glandes mammaires). Ces organes voient leur captation d'iode majorée en cas de traitement par l'iode 131 d'un cancer de la thyroïde, puisque l'administration d'iode radioactif est précédée d'une thyroïdectomie.

En cas de contamination accidentelle chez un sujet normal avec statut iodé normal et thyroïde en place, celle-ci est donc le seul organe cible à considérer. Les effets déterministes pouvant conduire à une dysthyroïdie ne sont pas rencontrés car supposant des quantités d'iode irréalistes même dans les pires conditions. La problématique se résume donc à l'occurrence possible de cancers thyroïdiens radioinduits.

La survenue d'un tel cancer radioinduit dépend, non pas directement de l'activité en jeu mais de la dose délivrée à la thyroïde. Contrairement à une irradiation externe, cette dose n'est pas délivrée instantanément mais étalée dans le temps en fonction du temps de séjour de l'iode 131 dans la glande. Or l'activité captée par la glande dépend du statut iodé de l'individu (allant de la carence qui augmente la captation à la saturation avec effet Wolff-Chaikoff). La dose en Gy (ou la dose équivalente en Sv, ce qui crée volontiers une confusion avec la dose efficace qui n'a bien entendu rien çà voir) dépend elle de l'activité cumulée (résultat de la décroissance radioactive avec période de 8,02 jours, et de la clairance biologique, la période effective étant de 7 jours dans les conditions normales), de la masse de la glande, et de l'âge. La dose sera majorée chez des sujets carencés en iode, une contamination à l'iode 131 n'aura donc pas les mêmes conséquences en région côtière ou en région montagnaise.

En supposant cette dose connue, ou estimée avec suffisamment de précision, il n'est pas possible de prédire la survenue d'un cancer, seulement d'en estimer la probabilité, laquelle doit être pensée comme une augmentation de probabilité par rapport à la population non exposée. Cette probabilité pour un individu correspond dans la population à une surincidence potentielle.

Sur le plan physiopathologique, il en va des cancers de la thyroïde comme des cancers en général, les cellules sont armées pour faire face à de faibles doses, donc de faibles activités<sup>(2)</sup>. Autrement dit, pour de faibles ou très faibles contaminations, aucun cancer radioinduit n'est à redouter.

Les données épidémiologiques apportent une vision différente, mais s'accordent à dire que pour des doses inférieures à 100 mGy, les cas supplémentaires seront dans tous les cas peu nombreux. Elles insistent sur le fait que le risque dépend de l'âge, maximal avant l'âge de 5 ans lors de l'exposition, et devenant négligeable au-delà de 21 ans.

Il faut rappeler par ailleurs que chez les milliers de patients traités en médecine nucléaire par iode 131 avec des activités élevées (3 700 MBq) il n'a jamais été mis en évidence d'effets stochastiques radioinduits délétères<sup>(3,4)</sup>. Bien entendu ces patients ayant eu une thyroïdectomie pour cancer, il n'est plus question de cancer radioinduit. Mais les traitements à l'iode 131 de pathologies bénignes (nodules toxiques, maladies de Basedow) par des activités plus faibles (37 à 550 MBq) n'ont jamais été associés à une surincidence de cancers de la thyroïde.

Au total les conséquences possibles et imposant des mesures à prendre ne deviennent significatives ou réelles que chez les enfants de moins de 15 ans et pour des doses à la thyroïde supérieures à 50, voire 100 mGy <sup>(5)</sup>.

En admettant maintenant la réalité d'une surincidence liée au relargage d'iode radioactif (supposant donc des activités relarguées suffisantes pour entraîner des doses significatives), plusieurs aspects contribuent à en relativiser la gravité. Sans bien entendu minimiser l'impact d'un diagnostic de cancer thyroïdien, il faut cependant rappeler qu'il s'agit le plus souvent de cancers de bon pronostic et d'évolution lente. De plus le contexte favorise la surveillance et le dépistage, permettant un diagnostic très précoce et une prise en charge optimale. Le traitement est efficace avec un taux de guérison très élevé. Les moyens diagnostiques sont très performants, à tel point que le dépistage et le suivi consécutifs à un incident/accident posent des problèmes de sur-diagnostic.

Qui plus est, le délai d'apparition de ces cancers est de plusieurs années, rien ne justifie donc une attitude de panique dans les jours, les semaines ou même les mois suivant l'accident. Il semble au contraire important de rassurer, à travers une communication attentive et argumentée, afin d'éviter l'effet délétère de voir s'installer une angoisse pouvant être néfaste, voire pathologique, liée à l'attente d'un cancer qui ne surviendra le plus souvent jamais.

En résumé, il existe un décalage entre une perception volontiers alarmiste, voire catastrophiste, de la libération d'iode 131 dans l'environnement, et la réalité de sa réelle dangerosité, souvent limitée voire inexistante, et dont les éventuelles conséquences peuvent recevoir un traitement adapté. Bien entendu en cas d'accident cette perception alarmiste se comprend aisément, dans le cadre de la perception globale des conséquences, où l'iode 131 n'est qu'un volet parmi beaucoup d'autres, et plus graves. En revanche dans le cas d'un rejet isolé d'iode 131, comme cela a pu être le cas à partir de structures hospitalières dans des fleuves<sup>(6)</sup>, cette tendance à la dramatisation peut être beaucoup plus nocive que le rejet lui-même, lequel pour regrettable (et critiquable) qu'il soit, n'aura aucune conséquence sanitaire réelle.

Il importe donc de bien distinguer la question du relargage, qui en général est parfaitement avéré, avec celles de ses conséquences. Lesquelles se situent à deux niveaux, d'une part la dissémination dans l'environnement et la contamination de celui-ci, d'autre part des effets sanitaires éventuels, au sens de conséquences sur la santé. Si les premières peuvent être traitées, à titre préventif, afin d'en limiter l'ampleur (par exemple, en interdisant la consommation de légumes), les secondes ne doivent pas être exagérées. Lors d'accidents comme Tchernobyl, il y a eu incontestablement des cas non attendus de cancers thyroïdiens<sup>(7)</sup>, mais qui représentent un problème maîtrisé de santé publique par rapport à d'autres risques en particulier chimiques. Et pour les relargages plus modestes, on peut souvent considérer que les conséquences sanitaires sont limitées voire nulles, en tout cas ne nécessitant pas des mesures lourdes, coûteuses et pouvant être contre-productives, comme des mesures d'évacuation. Rappelons que déplacer une population a en général un impact sanitaire important (on l'a bien montré à Fukushima par exemple), représentant un risque beaucoup plus élevé que le risque théorique de cancer, dont le cancer thyroïdien, pour les faibles doses.

C'est pourquoi, du point de vue de l'exercice médical, la meilleure façon le plus souvent d'appréhender les conséquences d'un relargage accidentel, a fortiori incidentel, d'iode radioactif, est de tenir un discours rassurant, évitant des réactions de panique possibles, et surtout l'installation d'une angoisse à moyen et long terme. Ce qui ne veut pas dire qu'il ne faut pas, tant qu'on manque d'informations précises sur l'activité en jeu et sa dissémination, inciter aux mesures simples que sont le confinement et éventuellement la prise d'iode stable.

## Références

- (1) Dalila Lebsir. Toxicologie de l'iode stable : étude in vivo des effets biologiques associés à une prophylaxie répétée à l'iodure de potassium. Thèse de doctorat de l'Université Paris-Saclay préparée à l'université Paris Sud (École doctorale n°569 Innovation thérapeutique, du fondamental à l'appliqué : Pharmacologie-toxicologie). Thèse présentée et soutenue à Fontenay Aux Roses le 16 /11/2018.
- (2) Elisabetta Albi et al. Radiation and Thyroid Cancer, *Int. J. Mol. Sci.* 2017, 18, 911; doi:10.3390/ijms18050911
- (3) Verburg FA, Luster M, Lassmann M, Reiners C. (131)I therapy in patients with benign thyroid disease does not conclusively lead to a higher risk of subsequent malignancies. *Nuklearmedizin*. 2011;50(3):93-9; quiz N20. doi: 10.3413/Nukmed-0341-10-08. Epub 2010 Dec 17. PMID: 21165539.
- (4) Verburg FA, Hoffmann M, Iakovou I, Konijnenberg MW, Mihailovic J, Gabina PM, Ovčariček PP, Reiners C, Vrachimis A, Zerdoud S, Giovanella L, Luster M. Errare humanum est, sed in errare perseverare diabolicum: methodological errors in the assessment of the relationship between I-131 therapy and possible increases in the incidence of malignancies. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2020 Mar;47(3):519-522. doi: 10.1007/s00259-019-04580-5. PMID: 31807882.].
- (5) Iglesias ML, Schmidt A, Ghuzlan AA, Lacroix L, Vathaire F, Chevillard S, Schlumberger M. Radiation exposure and thyroid cancer: a review. *Arch Endocrinol Metab*. 2017 Mar-Apr;61(2):180-187. doi: 10.1590/2359-3997000000257. Epub 2017 Feb 16. PMID: 28225863; PMCID: PMC10118869.
- (6) Expertise de l'IRSN en matière de rejets hospitaliers de médecine nucléaire. Communiqué de presse 09/10/2009 <https://www.irsn.fr/actualites/expertise-lirsn-matiere-rejets-hospitaliers-medecine-nucleaire>
- (7) <https://www.irsn.fr/savoir-comprendre/sante/cancers-thyroide-apres-accident-nucleaire>