

### Prophylaxie par l'iode

### Limites, problèmes et incertitudes

A4.c

#### Une protection limitée

**Les comprimés d'iodure de potassium ont un rôle précis : empêcher l'iode radioactif de se concentrer dans la glande thyroïde.**



Pour évaluer l'impact sanitaire d'une contamination radioactive, il faut prendre en compte toutes les voies d'exposition (externe, interne par inhalation, par ingestion), tous les radionucléides et tous les organes.

L'iodure de potassium (KI) sont sans effet contre l'irradiation externe : les rayonnements (surtout gamma) émis par les radionucléides (y compris les radio-isotopes de l'iode) concentrés dans les panaches radioactifs ou accumulés sur les sols vont provoquer une irradiation globale du corps (thyroïde incluse) contre laquelle les comprimés de KI ne peuvent rien. Le constat est le même pour la contamination externe : tous les produits de fission (iodes inclus) ou d'activation déposés sur la peau provoqueront son irradiation, avec ou sans iodure de potassium.

Il est également sans effet contre l'incorporation des polluants radioactifs autres que l'iode. Les isotopes radioactifs du césium se diffuseront dans les muscles, le cœur... ; les strontiums se concentreront dans les os ; les plutoniums pourront irradier le foie, les os, les gonades ; etc. Certains radionucléides contribueront d'ailleurs à irradier la thyroïde, de l'intérieur pour certains, ou à partir d'autres organes (mais les contributions sont marginales par rapport aux doses induites par l'iode radioactif).

France : iconographie officielle sur l'extension de 10 à 20 km du rayon de pré-distribution des comprimés d'iode stable



*L'utilité de l'iode stable a longtemps été négligée dans les plans d'urgence français. La dangerosité de l'iode 131 était sous-estimée et les autorités appréhendaient les réactions de la population, distribuer des comprimés revenant à reconnaître la réalité du risque.*

*Cette période est révolue. A lire certains textes, l'iode stable serait même le remède miracle en cas d'accident. Il n'en est rien.*

Et pour finir, l'iodure de potassium empêche la concentration de l'iode dans la thyroïde mais n'évite pas totalement l'irradiation interne : pendant tout le temps où l'iode radioactif circule dans l'organisme, il pourra irradier l'estomac, les intestins, la vessie... et les poumons s'il est inhalé. La dose efficace liée à l'incorporation de l'iode est considérablement réduite mais elle n'est pas nulle.

#### Des conditions à remplir

**L'efficacité de l'iode stable est subordonnée à la rapidité de la prise. Or, les choix d'organisation ne garantissent pas forcément que les comprimés seront mis à disposition sans trop de retard.**

Les choix logistiques concernent à la fois la constitution de stocks suffisants et la distribution préventive au domicile des habitants et dans les lieux collectifs (établissements scolaires, sanitaires, lieux de travail, etc.).

Dans ses recommandations de 1999, l'OMS soulignait que les doses à la thyroïde peuvent être importantes à des centaines de kilomètres du site de rejet, bien au-delà des zones de planification d'urgence qui, souvent, ne dépassaient pas 5 à 10 km.

Depuis lors, le rayon de pré-distribution des comprimés de KI s'est progressivement élargi, mais les distances restent encore insuffisantes en regard des enseignements des catastrophes de Tchernobyl et Fukushima. En France, l'extension de 10 km à 20 km date de 2016 mais la mise en œuvre n'a commencé qu'en 2019 et n'est toujours pas achevée courant 2021. En Suisse, les progrès sont plus significatifs : le rayon a été porté de 20 km à 50 km en 2014. Certains pays ont cependant décidé de couvrir l'ensemble de leur territoire, en tout cas pour les groupes à risque. C'est notamment le cas du Luxembourg, de la Belgique et de l'Allemagne.

Il faut souligner que dans les zones de pré-distribution, en tout cas en France, le taux de couverture est bien loin de 100%. Le retour d'expérience montre que le taux de récupération des comprimés dans les pharmacies est plutôt

décevant (50% pour la campagne 2009-2010 ; 40% pour 2019). Le taux de conservation est lui-aussi préoccupant : une étude a révélé que 60% seulement des personnes qui ont bénéficié de la mesure étaient à même de retrouver les comprimés d'iode.

**En dehors des zones de prédistribution**, les personnes seront approvisionnées à partir de stocks nationaux, régionaux ou départementaux. Les organismes de référence admettent aujourd'hui que les comprimés d'iode doivent pouvoir être distribués dans un rayon d'au moins 100 km autour des réacteurs nucléaires. En France, en Belgique ou en Suisse, cela signifie qu'il faut couvrir les besoins de la quasi-totalité du pays. L'Allemagne considère que la distribution aux groupes prioritaires peut être nécessaire jusqu'à 200 km du point de rejet, ce qui implique la couverture de l'ensemble de son territoire. En Europe, peu de régions sont suffisamment éloignées d'un réacteur nucléaire pour pouvoir exclure tout besoin potentiel d'une prophylaxie par l'iode stable.

**Dans ces zones, toute la question est de savoir en combien de temps les comprimés seront mis à disposition des habitants.**

En France, la distribution est confiée à des grossistes-répartiteurs en charge de stocks départementaux. Dès le déclenchement de la pré-alerte, ils ont **3h** pour donner accès à leur site aux services chargés d'approvisionner les intervenants, sachant qu'ils sont joignables 365 jours par an mais seulement de 8h à 18h. Dès que l'ordre de distribution est donné, ils ont alors un délai de **12h** pour livrer tous les chefs-lieux de cantons. Une fois la livraison effectuée, les communes du canton doivent aller chercher leurs lots et les ramener pour distribution sur leur territoire. Il faut donc tenir compte des heures ouvrables, des délais de livraison aux chefs-lieux, des allers-retours avec les communes et de la phase de distribution aux habitants (qu'il faut parvenir à joindre et informer).

S'ajoutent à cela les difficultés qui pourraient survenir du fait de l'accident, notamment s'il est causé par un événement type séisme, inondation ou forte chute de neige, susceptible de provoquer des dégâts importants, des pertes d'alimentation électrique, et/ou de rendre impraticables les réseaux routiers et/ou les autoroutes. Il faut aussi ajouter les éventuels bouchons et accidents provoqués par les départs en masse et les possibles mouvements de panique. **Toutes ces difficultés sont à mettre en rapport avec les vitesses de déplacement des masses d'air contaminé**: avec un vent de 60 km/h, assez fréquent dans la vallée du Rhône, une distance de 100 km est parcourue en moins de deux heures.

Une autre question concerne l'opportunité d'inviter la population à sortir (et faire éventuellement la queue) pour récupérer des comprimés d'iode en s'exposant le cas échéant à des risques d'irradiation et de contamination. L'option de la livraison à domicile (qui sera nécessaire pour certains publics) ne pourrait que déplacer les risques d'exposition vers le personnel d'intervention : moins de personnes exposées mais à des doses supérieures.

### Un choix personnel

Au-delà des décisions des pouvoirs publics, dans de nombreux pays, les comprimés d'iode de potassium sont en vente libre dans les pharmacies. Cela permet à chaque famille de s'approvisionner même en dehors des zones de distribution gratuite. En Suisse, des boîtes de 12 comprimés sont en vente au prix de 5 CHF (4,70€). En France les prix sont libres (typiquement 5 à 6 € la boîte de 10) mais les pharmaciens souvent réticents. Il faut dire que l'expert officiel en matière de radioprotection (IRSN) continue d'affirmer sur son site Internet que « *l'iode n'est pas un médicament en vente libre* ». La CRIIRAD a publié début 2021 un courrier de la présidente de l'Ordre des pharmaciens qui permet de lever les résistances.

## Des problèmes à résoudre

### 1. Les seuils d'intervention

Comme expliqué plus haut, la protection n'est pas automatique. Elle n'interviendra que si les calculs indiquent que les doses de rayonnements reçues par la thyroïde risquent de dépasser un certain seuil. En deçà, le risque radiologique est jugé acceptable en regard des risques et des coûts induits par la distribution de l'iode.

Les différences dans les niveaux d'intervention retenus (10 mGy, 50 mGy, 100 mGy... selon les Etats ou les groupes d'âge) soulignent la part de subjectivité des choix opérés par les pouvoirs publics.

Au-delà de ces divergences, on peut s'interroger sur le fait que les arbitrages entre le risque sanitaire induit par l'iode radioactif et les effets secondaires (voire les coûts) associés aux comprimés de KI sont faits par rapport au seul **cancer** de la thyroïde<sup>1</sup>. Or, beaucoup d'études indiquent que ce n'est qu'une part du problème. Pour mesurer correctement le risque radiologique, il faudrait prendre en compte **l'ensemble des pathologies thyroïdiennes**, en incluant la thyroïdite auto-immune, l'hypothyroïdie (y compris congénitale), les goitres (sans nodule, avec un ou plusieurs nodules), les nodules, les dysfonctionnements hormonaux, etc.

<sup>1</sup> Dans ses recommandations de 1999, l'OMS se réfère, par exemple à un risque de cancer de la thyroïde de  $2,3 \cdot 10^{-4}$ /Sv par an et qui

pourrait avoisiner  $10^{-2}$ /Sv sur la vie (estimations pour les personnes exposées avant l'âge de 16 ans).

### 2/ Les calculs de dose

Les prévisions de dose équivalente à la thyroïde ne tiennent compte que des doses reçues du fait de l'**inhalation** des iodes radioactifs présents dans l'air contaminé. C'est logique puisqu'une autre mesure est censée protéger la population de l'autre voie d'exposition, l'**ingestion** d'aliments contaminés. La réglementation prévoit en effet le retrait des denrées qui présentent une radioactivité supérieure aux Niveaux Maximaux Admissibles (NMA).<sup>2</sup>

Le problème est que ces limites n'apportent pas le niveau de protection attendu. En procédant à l'analyse critique du rapport d'expertise<sup>3</sup> qui les a validées, la CRIIRAD a identifié de nombreuses anomalies parmi lesquelles... le défaut de prise en compte des doses à la thyroïde ! Dans une note de bas de tableau, les experts européens se contentent d'indiquer qu'en cas d'incorporation prolongée d'iode 131, il est conseillé de vérifier la dose reçue par cet organe ! Etant donné les enjeux sanitaires, une telle légèreté est incompréhensible.

Les calculs de la CRIIRAD démontrent que les niveaux d'iode 131 autorisés dans les aliments conduisent à des niveaux d'irradiation bien trop élevés et que le problème est d'autant plus aigu que les consommateurs sont jeunes. En consommant pendant deux mois des aliments contaminés par l'iode à des niveaux conformes aux limites réglementaires, les nourrissons pourraient ainsi recevoir des doses supérieures, voire très supérieures, au seuil de 50 mGy, a fortiori aux 10 mGy recommandés par l'OMS.

Le problème se pose aussi pour des consommations sur quelques jours, voire même pour des incorporations ponctuelles. Pour mesurer le problème, il suffit de considérer qu'un enfant de **1 an** ingérant **150 g** de patates douces contaminées au niveau maximum autorisé (soit 20 000 Bq/kg en iode 131) recevrait une dose équivalente à la thyroïde de **10 mGy**, c'est-à-dire en un seul jour, un seul repas, un seul plat, la dose de rayonnement qui nécessite, selon l'OMS, l'administration de comprimés de de KI pour protéger la thyroïde du risque de cancer.

En 2015-2016, la CRIIRAD a multiplié les démarches pour obtenir la révision à la baisse des NMA mais seules l'Allemagne et l'Autriche ont pris des positions en ce sens.

Une présentation approfondie de la question dépasse le cadre de ce document mais des garanties doivent être recherchées dans 3 directions : 1/ l'obligation de mesures de protection immédiates (ainsi la mise en stabulation du bétail ou l'interdiction de commercialiser les aliments à

2 La fiche AI3 apporte des précisions sur les normes de contamination alimentaires applicables en cas d'accident nucléaire. Elles sont globalement communes à l'UE et à la Suisse.

3 Radiation Protection 105: EU Food Restriction Criteria for Application after an Accident. Rédigé en 1998 par les experts de l'article 31 du traité Euratom, confirmé par leurs avis de 2011 et 2012.

risque)<sup>4</sup> ; 2/ la révision à la baisse des Niveaux Maximaux Admissibles afin qu'ils apportent le niveau de protection revendiqué dans la réglementation ; 3/ dans certaines configurations, l'obligation d'intégrer dans les calculs, en sus des doses induites par l'inhalation, les doses à la thyroïde induites par l'ingestion des aliments contaminés (en particulier lorsqu'il est impossible d'évacuer les jeunes enfants ou de les alimenter avec des produits sains).

### 3. La décision des autorités

Les documents officiels indiquent que les autorités prendront leur décision sur la base des prévisions de dose. Or, rien ne garantit que ce soit possible. Le retour d'expérience des catastrophes nucléaires montre en effet que la plupart des données font défaut, en particulier sur le paramètre clef de l'activité volumique de l'air. Les rejets radioactifs sont incontrôlables, leur survenue imprévisible et brutale. Prendre une décision implique de faire des hypothèses, et des paris, sur le déroulement de l'accident. Chacun sait combien les opérateurs de Fukushima Daiichi étaient désemparés, faute d'information sur ce qui se passait réellement dans les réacteurs.

Face à l'incertitude, l'approche des autorités et des organismes d'expertises peut différer radicalement d'un pays à l'autre. A Fukushima, en pleine phase d'urgence, les autorités américaines recommandèrent à leurs ressortissants de s'éloigner d'au moins 80 km du site accidenté tandis que l'expert de l'Etat français (l'IRSN<sup>5</sup>) publiait des simulations assurant que les doses de rayonnement ne justifiaient ni l'évacuation ni la distribution d'iode stable, et ce quelle que soit la distance !

### 3. La question des prises multiples

L'effet de l'iodure de potassium n'est maximum que pendant 24 h alors que les rejets peuvent se prolonger bien au-delà de ce délai. Les effets des prises multiples d'iode stable sont encore mal documentés mais les risques semblent limités pour la majorité de la population.

En revanche, le renouvellement de la prise est en général déconseillé pour les nouveau-nés et les femmes enceintes étant donné le risque d'hypothyroïdie néo-natale.



4 La Suisse prescrit par exemple qu'une interdiction de récolte et de mise en pâture doit être ordonnée à titre préventif, en particulier dans toutes les zones situées dans la direction des vents et jusqu'à la frontière.

5 Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire.

La première prise doit être mise à profit pour organiser l'évacuation de ces groupes à risque.

La Suisse autorise une seconde administration, mais pas plus, aux femmes enceintes ou qui allaitent. En France, certains documents envisagent le renouvellement des prises en cas d'exposition persistante. Le sujet est assez peu étudié, en particulier pour les enfants.

Certaines études indiquent qu'après la première prise des dosages moindres resteraient efficaces : après l'absorption de 130 mg de KI, des doses quotidiennes de 15 à 20 mg assureraient une protection d'environ 90%. Un seul comprimé de 65 mg pourrait ainsi couvrir les besoins de 4 personnes de plus de 12 ans pendant 24h supplémentaires. Cela peut être important en cas de rejet prolongé et de pénurie de comprimés. Les boîtes contiennent 10 comprimés en France et 12 en Suisse. Une famille composée de 2 adultes, 1 adolescent et 1 enfant de 10 ans utiliserait d'emblée 7 comprimés. Avec une seule boîte, il serait impossible de renouveler le dosage initial mais, une boîte de 12 pourrait donner 5 jours de protection supplémentaires à dosage réduit. Les études sont toutefois limitées et leurs conclusions restent à confirmer à l'échelle de la population.

### Des incertitudes à dissiper

Les connaissances sur l'efficacité de la prophylaxie par l'iode reposent sur des expériences réalisées avec un petit nombre de sujets, sur des expérimentations réalisées sur des animaux (dont la transposition à l'Homme est toujours délicate) et sur des modélisations nécessairement simplificatrices et intégrant diverses hypothèses. Ces travaux documentent en général l'effet de l'iodure de potassium sur une incorporation ponctuelle d'iode radioactif : l'ingestion d'une gélule d'I<sup>131</sup> par exemple. Cette configuration est assez éloignée des conditions réelles d'un accident où l'exposition sera le plus souvent progressive et prolongée dans le temps, (des heures, des jours, des semaines...).

Il ne s'agit pas de remettre en question l'efficacité de l'iode stable (la CRIIRAD en est convaincue et a œuvré depuis sa création pour sa mise en œuvre effective), mais de s'interroger sur certaines zones d'ombre. Il y a par exemple très peu de travaux qui justifient la posologie choisie pour les enfants (qui peut d'ailleurs varier selon les Etats). Ne faudrait-il pas d'ailleurs tenir compte du poids des sujets et pas seulement de leur âge (sans pour autant trop compliquer la posologie) ? Les études portent en général sur des personnes en bonne santé et sans problème thyroïdien. Chez des personnes dont les conditions physiologiques ou cliniques ne sont pas optimales, le niveau de protection ne risque-t-il pas d'être sensiblement inférieur aux attentes ?

### Un suivi médical après la prophylaxie ?

Il est inutile pour la grande majorité de la population. Il est cependant nécessaire de consulter un médecin aussitôt que possible si le KI a été pris à partir de la 10-12ème semaine de la grossesse (surveillance échographique du fœtus, puis suivi médical du nouveau-né). Un contrôle de la fonction thyroïdienne s'impose également pour les nourrissons qui ont reçu du KI alors qu'ils avaient moins de 1 an (dosage hormonal 2 semaines après l'administration de KI impératif pour le nouveau-né). Les personnes atteintes d'un goitre ancien, d'une pathologie thyroïdienne évolutive ou ayant des antécédents thyroïdiens devraient également consulter leur médecin traitant.

### En guise de conclusion

Dans les plans d'urgence, tout est planifié et s'enchaîne parfaitement mais il y a souvent loin de la théorie à la pratique. La réalité est faite d'imprévus, parsemée d'erreurs et de difficultés.

En France, un site était dédié à l'information de la population en cas d'accident nucléaire : « *Alertes nucléaire : je sais quoi faire* ». En 2020, « *en raison de la situation sanitaire* » (covid 19), le numéro vert a été suspendu pendant des mois (puis le site a été fermé). Gérer un accident nucléaire dans un contexte de pandémie n'avait pas été envisagé dans le plan national de gestion d'un accident nucléaire.

Les erreurs humaines viendront également compliquer la gestion de crise. Lors de l'accident de Fukushima Daiichi la CRIIRAD a ainsi constaté l'oubli fréquent de la forme gazeuse de l'iode, l'activité de l'iode particulière étant présentée comme la concentration totale à laquelle la population était exposée. C'était déjà le cas en France lors de la catastrophe de Tchernobyl.

Certains dysfonctionnements sont déjà constatés dans des documents de référence qui ont pourtant été vérifiés et validés à de multiples niveaux. Le plan d'urgence de la centrale nucléaire de Civaux indique par exemple que l'efficacité de l'iode stable est maximale « *s'il est ingéré une heure avant l'exposition au rejet et au plus tard 24 heures après l'exposition* »<sup>6</sup>. Il faudrait pratiquement inverser l'affirmation avec une efficacité maximale de 24h avant à 1h après l'exposition ! On trouve une erreur similaire sur le site Internet de l'IRSN, l'expert qui conseillera les pouvoirs publics sur l'administration de l'iode stable à la population. Il soutient que les comprimés doivent être administrés « *au plus tôt une heure avant l'exposition à la radioactivité, et au plus tard dans les 6 à 12 heures qui suivent* »<sup>7</sup>. Cela préjuge mal de la gestion d'un accident nucléaire majeur par les autorités françaises.

<sup>6</sup> Plan ORSEC / Vienne : Distribution de comprimés d'iode à la population. Arrêté préfectoral n°2017-SIDPC-036

<sup>7</sup> Prise d'iode stable : mettre fin aux idées reçues.