

Les conséquences des retombées de l'accident de Tchernobyl en France

Laurence Chérié-Challine

InVS, Saint-Maurice

Pierre Verger

Didier Champion

IPSN, Fontenay-aux-Roses

Philippe Pirard

InVS, Saint-Maurice

Pascale Grosclaude

Francim, Toulouse

Laurence Leenhardt

Groupe hospitalier Pitié-Salpêtrière,
service central de Médecine nucléaire,
Paris

Depuis plus de vingt ans les cancers de la thyroïde ont beaucoup augmenté. L'accident de Tchernobyl a-t-il accentué cet accroissement ? Des travaux ont été réalisés pour évaluer les conséquences de l'accident et renforcer la surveillance des cancers thyroïdiens.

L'accident de Tchernobyl, survenu le 26 avril 1986, a eu pour principale conséquence une épidémie de cancers thyroïdiens observée chez l'enfant dans les pays les plus exposés (Biélorussie, Ukraine et Russie). L'exposition à l'iode 131 rejeté lors de l'accident a joué un rôle essentiel dans sa survenue [1]. Les connaissances épidémiologiques sur les rayonnements ionisants et le risque de cancer de la thyroïde montrent que les enfants constituent la population la plus radiosensible [1, 6].

En France, l'augmentation de l'incidence des cancers thyroïdiens est constatée depuis plus de vingt ans¹, et donc bien avant 1986. Néanmoins, le nuage radioactif ayant balayé l'est de la France dans les jours qui suivirent l'accident, l'augmentation de l'incidence de ce cancer, bien qu'antérieure à 1986, est souvent perçue comme une des conséquences possibles de cet accident.

Aussi, la direction générale de la Santé (DGS) a demandé en janvier 2000 à l'Institut de protection et de sûreté nucléaire

(IPSN) et à l'Institut de veille sanitaire (InVS) de réaliser une évaluation des conséquences sanitaires de cet accident en France et de formuler des recommandations sur les approches épidémiologiques qu'il conviendrait de mener pour mettre en évidence l'impact éventuel de cet accident sur la survenue des cancers de la thyroïde. Les résultats des travaux IPSN-InVS ont fait l'objet d'un rapport [10], rendu public le 15 décembre 2000.

Cette première demande du ministère a été parallèlement accompagnée d'une demande à l'InVS de proposer des scénarios de renforcement de la surveillance nationale des cancers thyroïdiens. Elle a été également suivie d'une saisine de ce même institut, le 25 avril 2001, par Bernard Kouchner, ministre délégué à la Santé, de mener les études épidémiologiques nécessaires pour évaluer les conséquences sanitaires éventuelles liées à l'accident de Tchernobyl en France.

Cet article présente, d'une part, un rappel des résultats de l'étude IPSN-InVS portant sur les conséquences estimées pour la population la plus exposée aux retombées de l'accident de Tchernobyl en France (< 15 ans, résidant dans la zone Est), et, d'autre part, les résultats des premiers travaux du groupe pluridisciplinaire coordonné par l'InVS dans le cadre du renforcement de la surveillance nationale des cancers thyroïdiens. Ces travaux ont donné lieu à la production d'un rapport intermédiaire [4] rendu public le 5 décembre 2001, lors d'une conférence de presse du ministre délégué à la Santé.

1. Des estimations de l'incidence annuelle des cancers de la thyroïde ont été publiées par le réseau Francim pour la France entière sur la période 1975-1995 [5]. Ces estimations nationales ont été effectuées par modélisation à partir des données nationales de mortalité jusqu'en 1992 et des données d'incidence observées jusqu'en 1990 dans 8 départements couverts par un registre. Ces modélisations reposent sur le rapport incidence/mortalité. Dans le cas du cancer de la thyroïde, la mortalité étant faible et relativement stable sur la période étudiée, cette méthode d'estimation peut amplifier l'augmentation d'incidence.

Étude IPSN-InVS portant sur l'évaluation des conséquences sanitaires de l'accident de Tchernobyl en France

Cette étude avait l'objectif d'évaluer les risques de cancers thyroïdiens liés à l'accident de Tchernobyl dans la population des enfants âgés de moins de 15 ans au moment de l'accident et résidant dans la zone Est de la France, la plus exposée aux retombées (2 270 000 enfants, recensement Insee 1990), et de proposer des perspectives en termes d'amélioration des connaissances.

Population et méthodes

Les calculs de risque ont été effectués à partir d'estimations des doses moyennes² à la thyroïde par classe d'âges calculées pour des moyennes des dépôts dans la zone Est [12]. Les estimations des doses à la thyroïde sont environ 100 fois moindres que les doses moyennes à la thyroïde reçues par les enfants de Biélorussie touchés par l'épidémie de cancers thyroïdiens (figure 1).

Les nombres attendus de cancers de la thyroïde dans la population étudiée, c'est-à-dire en dehors de l'exposition aux retombées de l'accident de Tchernobyl, ont été calculés à partir de l'incidence moyenne par classe d'âges pour la période 1982-1992 estimée à partir des données de 7 registres généraux des cancers [2]. L'incertitude sur les nombres attendus a été estimée en calculant des intervalles de confiance à 95 % par une loi de Poisson.

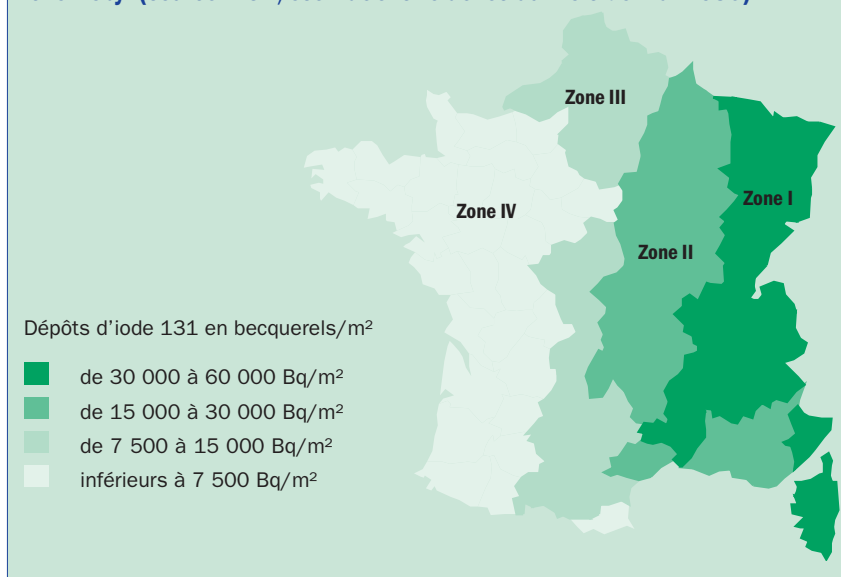
Les calculs de risque ont été effectués, en supposant un délai de latence de cinq ans, pour deux périodes : 1991-2000 (sur laquelle les questions sont actuellement posées) et 1991-2015.

Pour estimer l'excès de cancers thyroïdiens dans la population étudiée, des extra-

2. Après incorporation (ingestion, inhalation), l'iode 131 se fixe préférentiellement sur la glande thyroïde. L'essentiel des doses à la thyroïde liées aux retombées de l'accident de Tchernobyl en France provient de l'ingestion d'aliments contaminés par l'iode 131. La dose à la thyroïde due à l'irradiation externe est très faible : 0,1 mSv sur la 1^{re} année, dans la zone I. Elle n'a pas été prise en compte dans les calculs de risque. Les estimations de dose sont influencées principalement par le type de lait consommé (valeur maximale pour le lait de chèvre), son délai de consommation, ainsi que la zone de provenance des aliments. Les différents types de lait ont été pris en compte, en pondérant leur contribution par les pourcentages correspondants de consommateurs.

figure 1

Dépôts moyens d'iode 131 par département à la suite de l'accident de Tchernobyl (source IPSN, estimations relatives au mois de mai 1986)



populations ont été effectuées en utilisant différents modèles et coefficients de risque disponibles dans des études publiées³.

Résultats

Le nombre total théorique de cancers de la thyroïde en excès dans la population étudiée et liés aux retombées de l'accident de Tchernobyl en France varierait selon le modèle de risque utilisé entre 0,5 [IC à 95 % : 0,2-1,4] et 22 cas [IC à 95 % : 7,0-70,8] sur l'ensemble de la décennie 1991-2000. Le nombre attendu de cancers estimé sur la même période serait

3. Ces derniers proviennent tout d'abord d'une analyse conjointe par Ron *et al.* de cinq études épidémiologiques de cohorte portant sur des populations exposées dans l'enfance à une irradiation externe gamma ou X de la thyroïde [6]. Le ratio entre le pouvoir carcinogène thyroïdien d'une exposition interne à l'iode 131 et celui des rayons externes gamma ou X (coefficient d'efficacité relative, CER) n'est pas bien connu. Dans cette étude, les valeurs de CER de 0,33, 0,66 et 1 ont été appliquées dans les calculs de risque reposant sur le modèle de Ron *et al.* Les autres coefficients de risque utilisés proviennent d'une étude épidémiologique sur une population exposée lors d'un essai nucléaire atmosphérique dans le Pacifique (accident des îles Marshall, 1954) citée dans [6] et d'une étude de corrélation géographique sur l'incidence des cancers de la thyroïde dans les pays les plus fortement contaminés par l'accident de Tchernobyl [5]. Le CER n'a pas été appliqué aux coefficients tirés de ces études car elles concernent des populations exposées à la fois à une irradiation externe gamma et à une irradiation interne par l'iode 131.

de 97 ± 20 , soit un pourcentage en excès compris entre 0,5 et 22,7 % (tableau 1).

Pour la période 1991-2015, le nombre total théorique de cancers de la thyroïde en excès au sein de la même cohorte serait compris entre 6,8 [IC à 95 % : 2,3-20,4] et 54,9 [IC à 95 % : 17,4-176,4] selon le modèle de risque utilisé, pour un nombre attendu de cas estimé sur la même période de 899 ± 60 . Le pourcentage en excès serait alors compris entre 0,8 % et 6,1 %.

Discussion

Ces résultats doivent être interprétés avec prudence. Les coefficients de risque qui ont été utilisés dans cette étude, faute de connaissances publiées plus précises, ne sont pas parfaitement adaptés à l'exposition à l'iode 131. Les extrapolations qui ont été effectuées reposent sur l'hypothèse d'une relation linéaire sans seuil entre la dose à la thyroïde et l'excès de risque de cancer aux doses inférieures à 100 mSv. Cette hypothèse, couramment admise dans une optique de gestion du risque, est difficilement vérifiable au plan scientifique. Il est ainsi possible que l'excès de risque réel de cancer de la thyroïde aux niveaux de dose considérés dans cette étude soit nul. En tout état de cause les valeurs centrales de l'excès estimé pour ces deux périodes sont inférieures ou comparables aux incertitudes sur l'estimation du nombre de cancers attendus. L'excès de risque lié aux

tableau 1

Estimation des cancers de la thyroïde attendus et en excès sur les périodes 1991-2000 et 1991-2015 chez les personnes âgées de moins de 15 ans en 1986 qui résidaient dans la zone I (n=2,27 millions)

	Période 1991-2000			Période 1991-2015	
	n	Intervalle de confiance à 95 %		n	Intervalle de confiance à 95 %
Cas attendus	97	± 20		899	± 60
Cas en excès					
	Coefficient d'efficacité relative	n (%)**	Incertitude sur le nombre total de cancers de la thyroïde en excès	n (%)**	Incertitude sur le nombre total de cancers de la thyroïde en excès
Ron <i>et al.</i>	1,0 ^a	2,4 (2,5)	0,4–13,5	26,9 (3,0)	4,9–150,5
	1,0 ^b	1,4 (1,4)	0,5– 4,3	20,6 (2,3)	6,9– 61,9
	0,66 ^b	0,9 (0,9)	0,3– 2,8	13,6 (1,5)	4,5– 40,8
	0,33 ^b	0,5 (0,5)	0,2– 1,4	6,8 (0,8)	2,3– 20,4
Jacob <i>et al.</i>	^c	22,0 (22,7)	7,0–70,8	54,9 (6,1)	17,4–176,4
Îles Marshall	^c	11,5 (11,8)	2,8–36,2	28,7 (3,2)	7,0– 90,1

a. Modèle d'excès de risque relatif constant pour les 0-14 ans.
 b. Modèle d'excès de risque relatif différent selon les classes d'âge [Land 1997].
 c. Modèle d'excès de risque absolu constant.
 **. Pourcentage en excès = nombre de cas en excès/nombre de cas attendus.

retombées de Tchernobyl n'est donc *a priori* pas détectable.

Des analyses complémentaires sont planifiées afin d'évaluer l'incertitude sur les doses à la thyroïde dans la zone Est, d'évaluer les doses à la thyroïde dans certaines zones où, du fait de précipitations importantes au moment du passage du nuage radioactif, les dépôts ont été plus importants qu'en moyenne dans la zone I, et de baser le calcul prédictif des nombres de cancers de la thyroïde attendus sur des données d'incidence actualisées en tenant compte de la tendance observée en France depuis 1980.

Enfin, des études épidémiologiques analytiques internationales sont en cours dans les pays les plus contaminés en vue de fournir des estimations quantitatives plus précises des risques de cancer de la thyroïde dus aux retombées d'iode 131 de l'accident de Tchernobyl (en prenant en compte d'autres facteurs individuels ou environnementaux). Les résultats de cette évaluation des risques pourront être revus en fonction des conclusions de ces études.

Concernant la question posée notamment par les pouvoirs publics relative à la part éventuelle des retombées de cet accident dans l'augmentation de l'incidence

des cancers de la thyroïde en France, une analyse par période permet d'affirmer les conclusions suivantes : pour la période 1975-1985 antérieure à l'accident, il est évidemment impossible que cette augmentation soit liée aux retombées. Pour la période 1986-1991, il est très improbable que les retombées soient responsables d'un excès de cancers de la thyroïde en France. En effet, les données épidémiologiques publiées indiquent que le délai de latence d'un cancer de la thyroïde radio-induit est d'au moins cinq années. Enfin, pour la période après 1991, les excès de risque calculés dans la présente étude sont relativement faibles (entre 0,002 et 0,1 cas pour 100 000 habitants et par an sur la période 1991-2000). L'augmentation de l'incidence des cancers thyroïdiens après 1991 ne peut donc être directement imputable à l'accident de Tchernobyl.

La DGS a également questionné les deux instituts sur la pertinence d'une étude épidémiologique visant à vérifier l'existence d'un excès de risque de cancer thyroïdien lié aux retombées de l'accident de Tchernobyl en France. Trois approches ont été envisagées dans le rapport commun :

1. Une étude géographique serait peu informative compte tenu du faible excès de risque calculé, des variations régionales

des pratiques diagnostiques et de la difficulté à prendre en compte des facteurs de confusion potentiels tels que les apports alimentaires en iode.

2. Une étude de cohorte portant sur les résidents de la zone I âgés de moins de 15 ans en 1986 ne permettrait pas de déceler un excès de risque de l'ordre de grandeur de ceux estimés dans cette étude compte tenu du faible taux de base de ce cancer dans la population générale. La réalisation d'une telle étude se heurterait notamment aux problèmes de l'identification des sujets et des cas de cancer et de la reconstitution des doses individuelles à la thyroïde.

3. Une étude cas-témoins paraît, *a priori*, une approche épidémiologique plus pertinente mais nécessiterait, pour mettre en évidence les niveaux d'excès de risque estimés dans cette étude, l'inclusion d'un nombre de sujets très important. Elle se heurterait également à des problèmes de biais de mémoire et de fiabilité de la reconstruction des doses individuelles à la thyroïde et par conséquent à la difficulté de mettre en évidence un lien de causalité entre un excès éventuel et l'exposition aux retombées de cet accident.

Renforcement de la surveillance nationale des cancers thyroïdiens

L'InVS a mis en place et coordonne depuis mars 2000 un groupe de travail pluridisciplinaire composé d'épidémiologistes, de cliniciens, de chirurgiens et d'anatomopathologistes chargé :

1. de procéder à une actualisation du bilan sanitaire afin de confirmer l'augmentation de la fréquence des cancers thyroïdiens, d'en expliciter les causes et notamment de préciser le rôle joué par les pratiques de diagnostic des cancers et de prise en charge des pathologies thyroïdiennes bénignes, et d'étudier le rôle éventuel de l'accident de Tchernobyl,

2. de proposer aux pouvoirs publics des modalités de renforcement de la surveillance nationale des cancers thyroïdiens à travers différents scénarios évalués en termes de faisabilité, coût et efficacité par rapport aux trois objectifs attendus : permettre une surveillance nationale en routine et dans des zones géographiques limitées (par exemple : proximité des installations), permettre la détection d'un agrégat spatio-temporel, permettre la surveillance de cohortes de sujets exposés.

Premiers résultats des travaux du groupe

Les premiers résultats des travaux du groupe font l'objet d'un rapport intermédiaire qui présente un inventaire critique des sources et des données disponibles sur les cancers thyroïdiens en France. Les limites actuelles du système concernent essentiellement l'absence de données dans les zones non couvertes par les registres⁴. Les registres des cancers sont analysés en fonction de leurs caractéristiques (registres généraux, registre spécialisé des cancers thyroïdiens, registre national des tumeurs solides de l'enfant). Deux types de données font plus particulièrement l'objet d'études visant à étudier leur pertinence pour la surveillance : les données du PMSI et les données des caisses d'assurance maladie (ALD 30). Une première analyse de concordance de données agrégées réalisée pour l'année 1997 dans onze départements français a montré globalement un excès de 24 % des données des registres par rapport aux données du PMSI, et par rapport aux ALD. Cette étude est poursuivie actuellement par une analyse d'appariement individuel des données des registres avec, d'une part, les données du PMSI et, d'autre part, les ALD30. Les données produites par les anatomo-pathologistes sont particulièrement intéressantes dans la mesure où ce cancer fait systématiquement l'objet d'un diagnostic anatomo-pathologique. Elles devront faire l'objet de recommandations spécifiques. Les données des bases cliniques pourraient présenter également un intérêt dans le cadre de cette surveillance.

Une analyse bibliographique des principaux facteurs de risque incriminés dans la survenue des cancers thyroïdiens est présentée dans ce rapport. Les résultats confirment que le seul facteur de risque avéré est l'irradiation externe (usage thérapeutique des rayons X et gamma), avec une latence d'environ dix ans. Une seule étude porte sur l'effet des examens radiologiques répétés pendant l'enfance, ce qui est insuffisant. Le traitement par l'iode 131 chez l'adulte augmente très faiblement ou pas du tout le risque de survenue de ce cancer. Chez l'enfant, il existe une contradic-

4. La population française actuellement couverte par un registre du cancer concerne 14 % de la population générale et 44 % de la population des enfants de moins de 15 ans. La totalité des enfants sera suivie par un registre à partir de 2002 (registre national en cours de constitution).

tion entre les résultats concernant l'usage médical de l'iode 131 et les observations dans les pays contaminés suite à l'accident de Tchernobyl. Parmi les autres facteurs envisagés (goitre endémique, nodule, facteurs alimentaires, facteurs hormonaux), aucun ne fait consensus. Il est recommandé d'améliorer la connaissance des facteurs de risque en France, qui est relativement récente (moins de dix ans).

Francim a procédé à une actualisation des données des registres et à une analyse détaillée de l'incidence, en menant une étude âge-période-cohorte, à partir de 3 853 nouveaux cas diagnostiqués sur la période 1978-1997 (neuf registres généraux départementaux et un registre spécialisé des cancers thyroïdiens couvrant les départements de la Marne et des Ardennes).

Les disparités départementales sont importantes, d'un facteur 2 chez l'homme et 3 chez la femme. Les taux les plus élevés sont observés dans le Tarn, le Calvados, la Marne et les Ardennes.

Les résultats montrent une évolution variable sur cette période en fonction du type histologique⁵ : augmentation exponentielle des cancers papillaires de l'ordre de 6,2 % par an chez l'homme et de 8,1 % par an chez la femme, plus marquée à partir de la génération née en 1925. Les autres types histologiques sont constants ou en décroissance. Les taux de variation moyenne annuelle sont maximum pour les papillaires dans le Tarn (+ 17,8 %) et dans le Calvados (+ 15,3 %).

Les conclusions de cette étude ne vont pas dans le sens d'une augmentation potentiellement liée à l'accident de Tchernobyl dans la mesure où les départements présentant l'incidence la plus élevée et l'augmentation la plus forte sur la période étudiée sont dans les zones qui ont été les moins exposées au nuage radioactif (Calvados, Tarn), et l'augmentation exponentielle des papillaires, plus marquée chez

5. Les cancers thyroïdiens peuvent être classés en quatre types histologiques principaux : les papillaires, les vésiculaires tous deux radio-sensibles, les médullaires (formes familiales) et les anaplasiques et indifférenciés (sujet âgé). Les cancers papillaires sont les plus fréquents des cancers de la thyroïde en moyenne 58,3 % (43 % en 1978-1982 et 68 % en 1993-1997), avec des variations importantes d'un département à l'autre (maximum observé dans le Tarn : 69 %, et le Calvados : 61 %, minimum observé dans le Bas-Rhin : 45 %). Ces cancers sont plus fréquents chez les sujets jeunes (71 % : < 40 ans, 39 % : > 60 ans).

les femmes jeunes, est en faveur d'un effet cohorte en lien possible avec une évolution du comportement de consommation de soins.

Les données d'incidence concernant les enfants de moins de 15 ans sont d'interprétation délicate en raison de la faible fréquence, comprise entre 0,56 et 1,77 par million sur une base de 4,5 millions d'enfants actuellement surveillés. Aucune augmentation n'est manifeste sur la période 1978-1997. Une validation des données anciennes et une actualisation des données étendues à l'ensemble du territoire national sont en cours. Elles devraient permettre de procéder prochainement à une nouvelle analyse.

Concernant l'augmentation de l'incidence du cancer de la thyroïde en France, la première question qui a été posée par le groupe est de savoir si elle est réelle ou liée à l'évolution des pratiques diagnostiques des cancers et des pratiques de prise en charge des pathologies thyroïdiennes. En effet, plusieurs hypothèses ont été évoquées dans ce sens, reposant sur le constat que les cancers thyroïdiens de petite taille ont une prévalence élevée, de l'ordre de 6 à 20 % sur les pièces d'autopsie. Ainsi, toute intensification des investigations diagnostiques conduirait à une augmentation de leur détection et par conséquent de l'incidence. Un premier élément de réponse est apporté par le registre de la Marne et des Ardennes, qui montre une augmentation des tumeurs de petite taille (<1cm) qui représentaient 4,3 % en 1966-1976 et 37 % sur la période 1997-1999, allant dans le sens d'une augmentation du nombre de cancers diagnostiqués plus précocement, à un stade infraclinique, dans une population sensibilisée suite notamment à la médiatisation de l'accident.

L'évolution des techniques anatomo-pathologiques peut jouer un rôle dans cette augmentation conduisant à une analyse de prélèvements de plus en plus petits et en plus grand nombre. Les pratiques de classification histologique ont, elles aussi, évolué, conduisant à inclure parmi les tumeurs malignes des formes de cancer de la thyroïde auparavant classées comme bénignes, notamment les formes papillaires encapsulées. Ensuite, les techniques de détection du cancer de la thyroïde (échographie, cytoponction) se sont améliorées et leur utilisation, par un personnel médical mieux formé, s'est intensifiée. La sensi-

bilisation à l'accident de Tchernobyl a pu jouer un rôle dans cette intensification après 1986. Enfin, les indications et les pratiques opératoires relatives aux affections thyroïdiennes bénignes ont évolué, conduisant à la découverte fortuite de cancers thyroïdiens non symptomatiques, lors de l'analyse anatomo-pathologique de la pièce opératoire. Des travaux ont été engagés sur ces hypothèses par le groupe de travail. Les résultats de ces études figureront dans le rapport final du groupe de travail qui sera adressé aux pouvoirs publics courant 2002.

Conclusion

Le rapport IPSN-InVS a permis de produire une première estimation de l'excès de risque attendu en lien avec l'exposition aux retombées de l'accident dans la population

potentiellement la plus exposée et la plus radio-sensible. Ce rapport a conclu à la difficulté de mettre en évidence cet excès de risque par une étude épidémiologique et à la nécessité de renforcer la surveillance nationale des cancers thyroïdiens. Il prolonge et approfondit certains éléments du rapport sur la surveillance des effets sur la santé des rayonnements ionisants remis en 1998 aux ministères de la Santé et de l'Environnement [9].

Le premier rapport du groupe de travail sur le renforcement de la surveillance nationale des cancers thyroïdiens [4] constitue une étape essentielle dans l'analyse de l'augmentation observée de l'incidence du cancer de la thyroïde en France. Il apporte les premiers éléments de réponse à la saisine de l'InVS, le 25 avril 2001, par Bernard Kouchner, ministre délégué à la Santé,

de mener les études épidémiologiques nécessaires pour évaluer les conséquences sanitaires éventuelles liées à l'accident de Tchernobyl en France.

Ce rapport sera suivi d'un rapport final du groupe, courant 2002, qui présentera les résultats des différents travaux en cours. En s'appuyant sur ces résultats et l'expérience acquise suite à l'accident de Tchernobyl, ce rapport proposera aux pouvoirs publics des recommandations d'amélioration du dispositif national d'enregistrement des cas de cancers de la thyroïde, en vue d'un choix de scénario et pour une application en 2003. ■

Références

1. Bard D., Verger P., Hubert P. « Chernobyl, 10 years after: health consequences ». *Epidemiol Rev* 1997 ; 19 : 187-204.
2. Grosclaude P., Ménégoz F., Hedelin G., Schaffer P. *Évolution de l'incidence des cancers de la thyroïde en France pendant la période 1982-1992*. Rapport Francim à la DGS, 1996.
3. Jacob P., Kenigsberg Y., Zvonova I. et al. « Childhood exposure due to the Chernobyl accident and thyroid cancer risk in contaminated areas of Belarus and Russia ». *Br J Cancer* 1999 ; 80 : 1461-9.
4. Leenhardt L., Grosclaude P., Chérié-Challine L. et al. *Mise en place d'un dispositif de surveillance épidémiologique nationale des cancers thyroïdiens, rapport intermédiaire*. Paris : InVS, 9745, novembre 2001.
5. Ménégoz F., Chérié-Challine L. *Le Cancer en France : incidence et mortalité. Situation en 1995, évolution entre 1975 et 1995. Rapport Francim-DGS*. Paris : La Documentation française, 1999.
6. Ron E. et al. « Thyroid cancer after exposure to external radiation: a pooled analysis of seven studies ». *Radiat Res* 1995 ; 141 : 259-77.
7. Renaud P., Beaugelin K., Maubert H., Ledenic P. *Les Retombées en France de l'accident de Tchernobyl*. Paris : Institut de protection et de sûreté nucléaire, coll. EDP Sciences, 1999.
8. Shore R. E. « Issues and epidemiological evidence regarding radiation-induced thyroid cancer ». *Radiat Res* 1992 ; 131 : 98-111.
9. Spira A., Boutou O. *Rayonnements ionisants et santé : mesure des expositions à la radioactivité et surveillance des effets sur la santé. Rapport aux ministres de l'Environnement et de la Santé*. Paris : La Documentation française, 1999.
10. Verger P., Chérié-Challine L. et al. *Évaluation des conséquences sanitaires de l'accident de Tchernobyl en France : dispositif de surveillance épidémiologique, état des connaissances, évaluation des risques et perspectives*. Paris : IPSN-InVS, réf. IPSN/00-15, 2000, réf InVS/092432, mai 2001.
11. Verger P., Chérié-Challine L. et al. « Cancers de la thyroïde en France et accident de Tchernobyl : évaluation des risques potentiels et recommandations pour le renforcement des connaissances épidémiologiques ». *BEH*, 2001 ; 21.
12. Vidal M., Renaud P. *Estimation des doses moyennes à la thyroïde reçues par les enfants en France à la suite de l'accident de Tchernobyl et analyse de sensibilité*. Fontenay-aux-Roses : Institut de protection et de sûreté nucléaire, note technique SEGR/SAER/00-67, 2000.

Remerciements aux membres du groupe pluridisciplinaire sur le renforcement de la surveillance nationale des cancers thyroïdiens et à l'ensemble des participants aux travaux de ce groupe