

Après Tchernobyl : Observations médicales en Haute-Corse

D. FAUCONNIER*

Je suis médecin de campagne. Avant l'accident de Tchernobyl, je ne m'étais jamais préoccupé des problèmes de pollution nucléaire.

Le 3 mai 1986, nous avons appris par Radio Monte-Carlo que la radioactivité de l'air avait augmenté dans des proportions importantes.

A la mi-mai, un de mes patients qui revenait d'Italie m'a parlé des mesures prises dans ce pays : éviction de produits frais, destruction de cultures maraîchères. Dans les restaurants, il n'y avait plus moyen de trouver de légumes frais...

Il m'a remis une coupure du journal «Il Tirreneo» qui donnait en détail les mesures prises par les militaires américains de l'ex-Camen basés à Pise (mesures de confinement, etc...).

Pise et l'Île d'Elbe, c'est bien près de la Corse. Nous avons donc voulu avoir les chiffres de contamination chez nous. Nous avons appelé le numéro vert mis à disposition par le Ministère de l'Industrie. Seul chiffre disponible : la contamination moyenne de l'ensemble du Sud-Est, ce qui n'apportait pas grand chose.

Nous contactons alors le Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants (SCPRI), qui nous propose d'analyser des échantillons de lait. Nous les expédions les 26 et 27 mai.

Nous faisons faire d'autres analyses par le Laboratoire de la Faculté de Lyon avant que la CRII-RAD ne s'équipe en spectrométrie gamma, et par un laboratoire de la région parisienne.

Dans le tableau 1 figurent tous les résultats dont nous disposons concernant la Haute-Corse en mai-juin 1986. S'y trouvent également les chiffres parus dans les rapports du SCPRI, rendus publics en septembre.

* Médecin généraliste, Costa, Haute-Corse.

Tableau 1

Haute-Corse : ensemble des résultats d'analyse connus
concernant les denrées alimentaires
et le foin en mai, juin, juillet 1986
(en becquerels par kilo ou par litre)

	PRODUIT	DATE DU PRELE- VEMENT	DATE DE LA MESURE	Iode 131	Césium 134	Césium 137	Autres radioéléments éventuellement mesurés et ORGANISME AYANT EFFECTUÉ LES MESURES
H A U T E - C O R S E	LAIT DE CHEVRE	12/5		4.400	160	410	
	OU DE BREBIS	13/5		2.900	210	410	
	FROMAGE DE CHEVRE	20/5		NM	NM	NM	
	OU DE BREBIS	20/5		NM	60	230	
		20/5		NM	90	310	
	LAIT DE BREBIS	21/5		NM	150	460	(1)
		26/5		350	110	230	
		27/5		320	150	460	
	FROMAGE	01/6		NM	60	190	(2)
		11/6		NM	NM	NM	
	LAIT DE BREBIS	10/6		150	68	130	
	FROMAGE		01/7	7		80	(3)
	VEAU	20/6	10/7		156	284	(4)
	THYM CULTIVE	05/7	10/7			1.025	
	ROMARIN	05/7	10/7		554	423	
	THYM SAUVAGE	07/7	16/7	341	1.082	1.366	
	FROMAGE BREBIS	23/5	16/7		250	405	
	FOIN Balagne	15/5	16/7	118	235	253	Ruthénium : 231
	Côte Orientale	15/5	16/7	80	541	1.578	
	Bastia	15/5	16/7	traces	249	338	
	PECHES		16/6	NM	NM	NM	(5)
	NECTARINES		16/6	NM	NM	NM	
			01/7	NM	NM	NM	
	LAITUES		01/7	NM	NM	NM	
REGION VOISINE	LAITUE Marché Mandelieu (seule denrée végétale fraîche analysée en période critique dans tout le Sud-Est de la France).	02/5		2.750	270	430	Ruthénium 103 : 850 (6) Rhodium + Ruthénium 106 : 440 Zirconium + Niobium 95 : 450 Barium + Lanthane 40 : 514 Tellure + Iode 132 : 1.560

NM = activité non mesurable.

(1) = SCPRI (Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants)

(2) = Autre Laboratoire et Communiqué de Presse Ministère de la Santé

(3) = CEA (Commissariat à l'Energie Atomique)

(4) = Faculté de Lyon (les analyses effectuées à la Faculté de Lyon sont des analyses de la CRIIRAD)

(5) = Résultats communiqués par la DDASS (Direction Départementale de l'Action Sanitaire et Sociale) de Haute-Corse

(6) = CEA-Cadarache

La première analyse de denrées alimentaires pour la Haute-Corse date du 12 mai 1986 !!

1 - EVALUATION DE LA CONTAMINATION

Il est intéressant, à partir de ces données chiffrées (a) d'évaluer la contamination initiale (b) d'évaluer la quantité totale d'Iode 131 ingérée par nos populations à partir d'un menu-type, même pour les populations «critiques».

Je me réfère pour ce faire aux travaux du CEA (Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire) (Tableau 2 et Annexe 1).

Pour évaluer la contamination initiale à partir de données tardives on doit utiliser la notion de **période effective** : c'est le temps au bout duquel l'activité d'un radioélément présent dans un produit ou dans un organisme vivant a diminué de moitié.

Expérimentalement, on observe qu'il faut 4,5 jours pour que l'activité de l'Iode 131 dans le lait de chèvre d'un même troupeau trait chaque jour diminue de moitié (1).

En appliquant cette période aux chiffres de contamination trouvés à partir du 12 mai, on peut déterminer la contamination initiale du début du mois de mai au moyen de la formule mathématique classique :

$$A = A^{\circ} e^{-\lambda t}$$

où A = l'activité du radioélément au temps t

A° = l'activité initiale du radioélément

e = fonction exponentielle

$$\lambda = \frac{\text{Ln}2}{T}$$

Ln2 = 0,6931472 = logarithme népérien de 2

T = la période physique ou la période effective du radioélément

t = le temps écoulé (en jours ou en années) entre le moment du dépôt radioactif et le moment de l'analyse

Ainsi pour le lait :

— à partir des 150 Bq d'Iode 131 mesurés dans le lait le 10 juin nous trouvons un taux de contamination de 70.000 Bq d'Iode 131 par litre de lait le 2 mai.

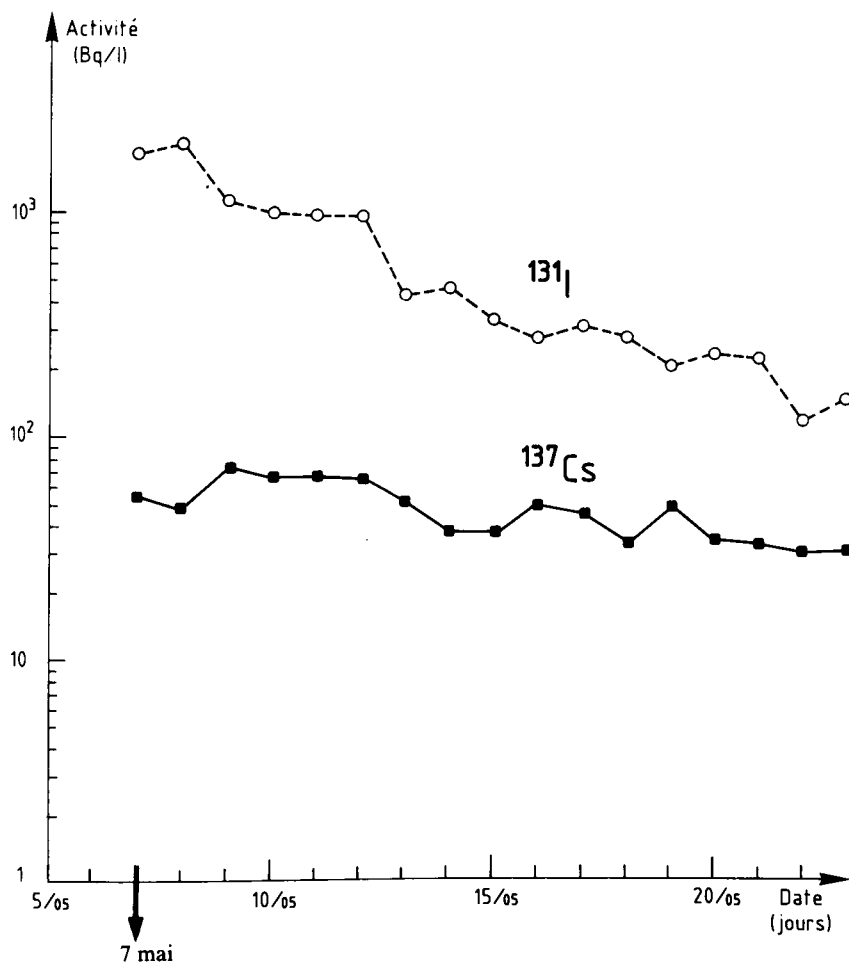
— à partir des 4.400 Bq d'Iode 131 mesurés le 12 mai, nous trouvons une contamination de 24.000 Bq par litre de lait le 2 mai.

Nous sommes très loin des 440 Bq maximum annoncés au public pour la France par le SCPRI et le CEA.

Un mot sur la fiabilité des données du SCPRI : il est inexplicable de trouver des fromages ayant une activité non mesurable à partir du 20 mai

(1) troupeau pacageant sur un parcours contaminé.

Tableau 2
Concentration dans le lait de chèvre
CADARACHE



CEA-IPSN, *L'Accident de Tchernobyl*. Rapport IPSN 2/86, révision 3, page 109 et *Estimation des conséquences sanitaires en France de l'accident nucléaire de Tchernobyl à partir des mesures faites par le groupe CEA*, Rapport du 27/6/1986, page 9.

Dans le texte du même rapport (page 9) on peut lire «le centre de Cadarache a effectué un suivi de l'évolution de l'activité du lait de chèvre d'une exploitation du 2 au 23 mai 1986». Pourtant la première valeur qui apparaît sur ce graphique ne concerne que le 7 mai 1986 et elle est encore très élevée : 2.000 Bq d'Iode par litre.

alors que (a) le lait qui sert à faire ces mêmes fromages en contient à la même époque et même plus tard des quantités non négligeables (b) la totalité de l'Iode du lait se retrouve dans le caillé et donc dans le fromage (2).

On peut également grâce à cette formule se faire une idée de ce que fut la contamination initiale du foin en Iode : ainsi, deux échantillons de foin coupé et stocké à la mi-mai, l'un dans le Nord-Ouest, l'autre dans le Sud-Est de la Corse, révélaient le 16 juillet 1986 une activité respective de 118 et 80 Becquerels (Bq) par kilo (Tableau I).

La formule ci-dessus nous permet de calculer la contamination initiale de chacun de ces deux échantillons : respectivement 80.000 et 60.000 becquerels d'Iode par kilogramme de foin.

Nous pouvons ainsi nous faire une idée d'une part de ce qu'a été la contamination de l'environnement (on récolte environ 1 kg de foin par mètre carré en Corse) et d'autre part de ce qu'a pu ingurgiter le bétail. Les coefficients de transfert foin-lait (proportion de radioéléments que l'on doit retrouver dans le lait après consommation de foin contaminé) nous permettent de vérifier les estimations de la contamination initiale ainsi obtenues.

Ces données, confrontées aux données relatives à l'ensemble du territoire français, semblent indiquer que la proportion d'Iode radioactif a été beaucoup plus importante en Corse que dans les autres départements français. Ceci se trouve confirmé par le fait que l'Iode était encore présent dans des échantillons corses analysés en juillet 86 alors qu'il avait totalement disparu ailleurs.

2 - HABITUDES ALIMENTAIRES ET CONTAMINATION DE L'HOMME.

Les habitudes alimentaires varient suivant les régions et surtout suivant les saisons car, pour les populations rurales, la consommation est étroitement liée à la production.

En Corse, au printemps, il y a production de lait de brebis et de chèvre en grande quantité ; cette production s'arrête fin juin. Il y a donc en mai-juin une grande consommation de produits à base de lait frais et de fromage frais. Il n'y a pas de temps de latence entre la production et la consommation car le consommateur est souvent soit le producteur lui-même soit son voisin (même village, même canton).

Pour une activité moyenne de 40.000 Bq d'Iode 131 par litre de lait de chèvre ou de brebis au 2 mai, la contamination totale due à l'Iode 131 ingéré en 40 jours par une personne consommant 1 litre de lait par jour

(2) CEA-IPSN, *Estimation des conséquences sanitaires en France de l'accident nucléaire de Tchernobyl à partir des mesures faites par le groupe CEA*, rapport du 27/6/1986, page 9.

(ou son équivalent en fromage frais, broccio, etc...) est de l'ordre de 300.000 Bq.

Pour une consommation quotidienne de 2 litres de lait (ou équivalent), ce qui est courant dans les familles d'éleveurs et en général dans les populations rurales de mon secteur, cette contamination s'élève à 600.000 Bq en 40 jours. **Et ce, rappelons-le, uniquement pour l'Iode 131 ingéré par l'intermédiaire du lait et des produits laitiers.**

Cette consommation peut aller jusqu'à 4 litres (un fromage frais) par jour pour certaines personnes — soit 1.200.000 Bq ingérés en 40 jours.

3 - ESTIMATION DES DOSES ENCAISSEES (Annexe 2)

Elles sont 100 fois supérieures aux estimations officielles (Annexe 1).

Pour les Corses qui ont consommé de 1 à 4 litres de lait par jour (ou l'équivalent en produits laitiers frais) — 4 litres, cela peut sembler énorme, mais autour de nous c'est fréquent à cette époque de l'année — il y a eu ingestion, nous venons de le voir, de **300.000 à 1.200.000 Bq d'Iode 131** (4 litres de lait = un fromage frais).

On estime grossièrement que 100.000 Bq délivrent 5 rems à la thyroïde d'un **adulte**. Ces personnes ont donc reçu, du seul fait de la consommation de produits laitiers contaminés par l'Iode 131, des doses de **15 à 60 rems à la thyroïde**. Pour un **enfant de 5 ans**, dont la glande thyroïde est plus petite, il faut multiplier ce chiffre par 4 : c'est à des doses de **60 à 240 rems** qu'a été exposée la glande thyroïde des enfants de 5 ans.

La **thyroïde foetale**, à certaines périodes de la grossesse, encaisserait quant à elle une **dose 100 fois supérieure** à celle reçue par la thyroïde de la mère.

L'**équivalent de dose efficace** H_{OT} est la dose d'irradiation uniforme du corps entier qui donnerait le même nombre de morts (par cancer et par défaut génétique) que l'irradiation d'un organe par une dose donnée, symbolisée par H_T .

On passe de l'un à l'autre à l'aide d'un coefficient W_T (appelé *facteur de pondération*) :

$$H_{OT} = W_T + H_T$$

$$\text{où } W_T = \frac{H_{OT}}{H_T} = \frac{\text{risque de mortalité associé à l'irradiation d'un tissu T ou d'un organe}}{\text{risque de mortalité associé à l'irradiation de l'organisme entier}}$$

lors d'une irradiation uniforme de l'organisme entier (donc de ses tissus et de ses organes)

La CIPR a attribué à ce coefficient une valeur différente selon les organes. Pour la thyroïde, W_T est égal à 0,03.

On peut également déterminer directement les doses reçues par un organe et l'équivalent de dose efficace à partir de la quantité de radioéléments ingérés en appliquant les facteurs de doses du NRPB et du ISH (3) (Annexe 2). Les **facteurs de doses** représentent la dose délivrée à un organe ou l'équivalent de dose efficace par unité de rayonnement, c'est-à-dire par becquerel reçu. Ils sont généralement exprimés en sieverts.

4 - L'IODE 131

L'Iode 131 est un corps volatile. Chimiquement, il se comporte comme l'iode stable.

Inhalé ou ingéré, l'Iode 131 va se concentrer dans la glande thyroïde. Sa fixation dépend fortement de la saturation de la thyroïde en iode stable. Cette saturation est très variable, et fonction des habitudes alimentaires (consommation de fruits de mer, de poisson) et de la proximité de la mer. Il y a des carences en iode dans les régions de l'intérieur et en montagne. Plus la fixation d'Iode 131 aura été importante, plus l'irradiation de la glande sera grande.

Le taux de fixation de l'Iode 131 est d'environ 25 % si l'alimentation est habituellement riche en iode stable, de 75 % au moins si elle est carencée en iode stable (4).

L'iode passe la barrière placentaire, mais il n'est fixé par la thyroïde foetale et concentré qu'à partir de la 12ème semaine. A cette date commence la synthèse de la thyroxine, qui augmente vers la 20ème semaine sous l'influence de la TSH (5).

5 - Voyons maintenant quel est le **ROLE DE LA THYROIDE** (Tableau 3).

La thyroïde synthétise les hormones thyroïdiennes (T3, T4), le contrôle étant fait par la TSH de l'hypophyse.

La thyroïde joue un rôle essentiel au stade foetal dans la maturation des tissus cérébraux, des tissus pulmonaires, dans la morphogenèse et la croissance (elle accélère la croissance osseuse).

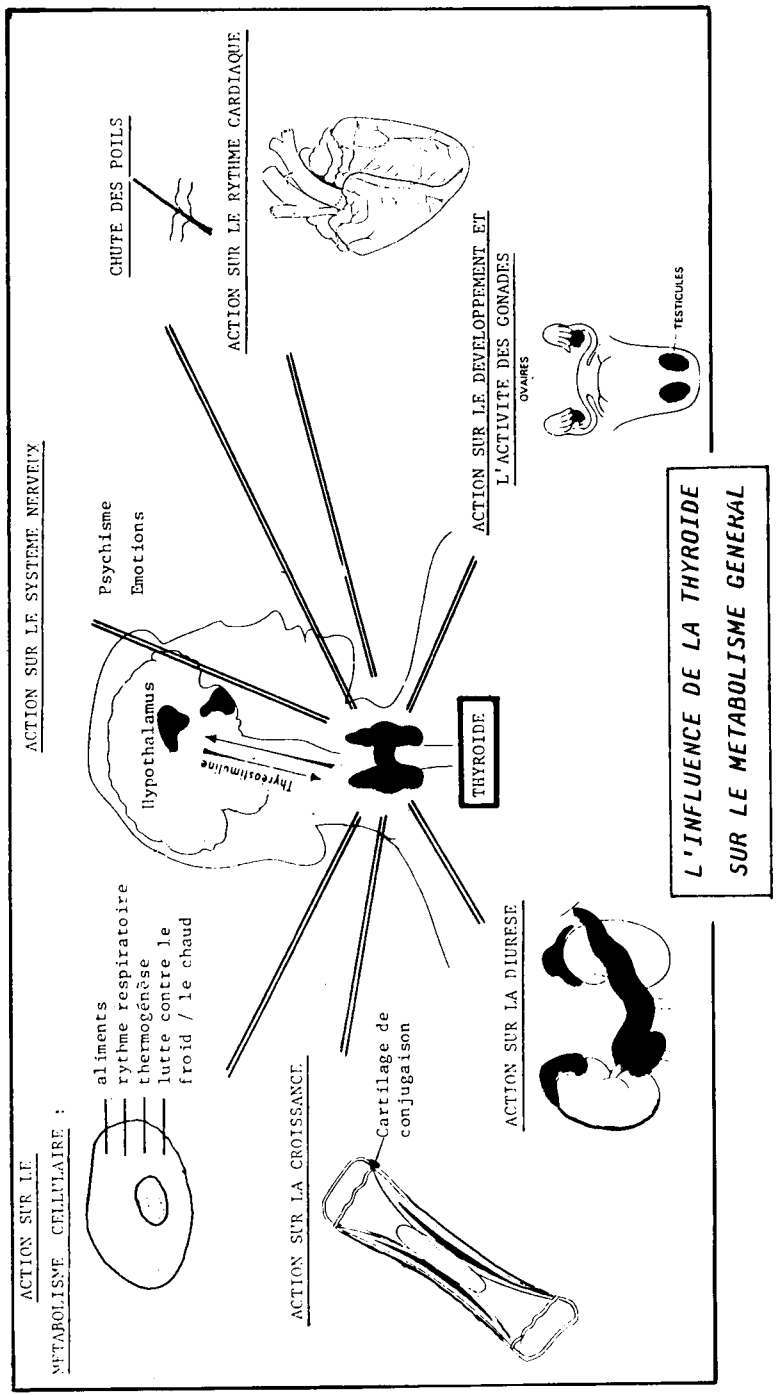
(3) **NRPB** = National Radiological Protection Board (Bureau National de Protection Radiologique). Le NRPB est l'équivalent anglais à la fois du Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants (SCPRI) et de l'Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire (IPSN) du Commissariat à l'Energie Atomique français.

ISH = Institut für-Strahlen Hygiene Neuheuberg (près de Munich) (organisme conseil auprès du Ministère de l'Intérieur de la République Fédérale Allemande).

(4) M. Tubiana, «Métabolisme et Radioactivité de l'Iode radioactif», *Toxiques Nucléaires*, Masson, 1982.

(5) **TSH** = Thyroid Stimulating Hormon - Hormone de Stimulation Thyroïdienne.

Tableau 3



Chez l'enfant, elle a un rôle important dans l'ossification et la croissance.

Chez l'adulte, la thyroïde joue également un rôle très important. Elle régularise le métabolisme des glucides, des lipides, des protéines. Elle a un effet diurétique et une action sur la thermorégulation. Elle a une action sur le système nerveux. La thyroïde agit sur le cœur, sur le rythme cardiaque, sur le transit intestinal, sur le système pileux.

Les hyperthyroïdies se manifestent par un hypercatabolisme, un amaigrissement, une asthénie, des sudations, des troubles du rythme cardiaque, de la nervosité. Pour les hypothyroïdies, c'est le contraire : prise de poids, constipation, également asthénie ; la peau est sèche, les cheveux tombent. On note un ralentissement du psychisme. Ce sont des syndromes très parlants et d'un diagnostic assez facile.

6 - CONSÉQUENCES DE L'IRRADIATION DE LA GLANDE THYROÏDE (Annexe 3)

Les études visant à évaluer les **conséquences de l'irradiation et de la contamination de la glande thyroïde** sont très rares et elles sont difficilement superposables à ce que l'on a rencontré en Corse.

Ces études ont montré que les effets précoces de l'irradiation ou de la contamination de la thyroïde par l'Iode radioactif (thyroïdites, nodules, hypothyroïdies néonatales) sont faibles et que les effets tardifs (cancers en particulier) sont très importants. Il faut un délai de 10 ans pour qu'apparaissent les premiers cancers après une irradiation ; le délai moyen est de l'ordre de 20 ans. Le recul est donc insuffisant pour la plupart de ces enquêtes.

La fréquence des effets tardifs fait de la thyroïde un des organes les plus radiosensibles.

Les enfants et les fœtus, dont la glande thyroïde est en pleine croissance, sont beaucoup plus vulnérables.

Les fortes doses peuvent occasionner des troubles fonctionnels tardifs (hypothyroïdies) car les cellules thyroïdiennes ont un faible potentiel de régénération (à un moment donné, une cellule pour 1000 seulement serait en cours de division).

Le facteur de risque officiellement admis par la CIPR (6) pour la thyroïde est de 5 cancers mortels pour 1.000.000 d'hommes-rem (pour 1 million de personnes recevant chacune une irradiation de 1 rem, ou pour 10.000 personnes recevant chacune une irradiation de 100 rems, etc ...)

(6) CIPR = Commission Internationale de Protection Radiologique (organisme international chargé de définir et de justifier les normes internationales de radioprotection).

c'est-à-dire 5 cancers mortels pour une dose collective à la thyroïde de 1 million de rems ($0,5 \cdot 10^{-5}$ cancer par rem).

Mais la CIPR prend seulement en compte les cancers mortels. Or on estime que seuls 5 % des cancers de la thyroïde sont mortels.

Ceci signifierait donc que sur 10.000 personnes qui reçoivent une centaine de rems à la thyroïde (ce qui a été le cas des enfants des populations rurales dites «critiques»)

— 5 vont en effet mourir d'un cancer de la glande thyroïde (soit 1 pour 2.000)

— mais aussi qu'une centaine environ (soit 1 %) présenteront un cancer radio-induit (non mortel dans 95 cas).

De surcroît, ces estimations sont remises en question par les données figurant dans l'annexe 3. D'après celles-ci en effet, le risque global de cancer de la thyroïde radio-induit (mortel et non mortel) serait en fait de l'ordre de quelques cas (environ 5) pour 10.000 rems, soit 5 cas pour 10.000 personnes recevant 1 rem. Il serait donc 5 fois supérieur aux estimations qui découlent des calculs de la CIPR.

De plus, la CIPR ne fait pas de distinction entre adultes et enfants. Or, comme nous le disions ci-dessus, la thyroïde des enfants est considérablement plus sensible que celle des adultes (plus petite et en pleine croissance).

Notons qu'on peut également estimer le détriment total en convertissant la dose thyroïde (H_T) en équivalent de dose efficace (H_{OT}) au moyen du facteur de pondération W_T (voir plus haut : $H_{OT} = W_T \cdot H_T$).

Le nombre de morts attendu sera égal au produit de l'équivalent de dose efficace H_{OT} par le facteur de risque global lié à l'irradiation uniforme du corps entier. Celui-ci a été fixé par la CIPR à $1,67 \cdot 10^{-4}$ par rem (1,67 mort pour 10.000 hommes-rem) qui se répartissent en $1,25 \cdot 10^{-4}$ mort par cancer et $0,42 \cdot 10^{-4}$ mort par défaut génétique.

Prenons le cas de nos populations rurales, qui ont reçu à la thyroïde, du fait de l'ingestion d'Iode 131, des doses de l'ordre de 100 rems.

L'équivalent de dose efficace sera $H_{OT} = 0,03 \times 100 = 3$ rems.

Le nombre de morts attendu pour une population d'individus recevant chacun 100 rems à la thyroïde est le même que si chaque individu de cette population avait reçu une irradiation uniforme du corps entier de 3 rems. Le nombre de morts attendu pour cette population de 10.000 personnes est donc de :

$$3 \times 1,67 \cdot 10^{-4} \times 10.000 = 5 \text{ morts}$$

L'intérêt de la conversion des doses reçues par les organes (irradiation non uniforme par des radioéléments qui ont des points d'impact différents dans un organisme) en équivalents de dose efficaces est de pouvoir faire la sommation des risques lors de contaminations multiples comme cela a été le cas après Tchernobyl, et d'évaluer le risque global.

Le risque global pour les personnes du public ne doit pas dépasser $8,3 \cdot 10^{-5}$ par an, soit 8,3 morts pour 100.000 personnes. Ce chiffre correspond à une irradiation du corps entier de 0,5 rem. En effet, $1,67 \cdot 10^{-4} \times 0,5 \text{ rem} = 8,3 \cdot 10^{-5}$, où $1,67 \cdot 10^{-4}$ est le risque global auquel est exposé le corps entier pour une irradiation de 1 rem, et 0,5 la dose maximale admissible fixée par la CIPR 26 et le traité EURATOM du 15 juillet 1980.

Précisons qu'à la lumière des études les plus récentes sur les survivants des bombardements d'Hiroshima et Nagasaki, la plupart des organismes concernés par la question des facteurs de risques et de l'établissement des normes de radioprotection (BEIR, RERF, NRPB,...) (7), ainsi que des spécialistes indépendants de notoriété internationale, considèrent que les chiffres émanant de la CIPR sont, pour les adultes, sous-estimés d'un facteur 4 à 30.

7 - PATHOLOGIES LOCALES LIEES A L'IODE 131

Le cas de la petite Angélique

En mai 86 Angélique a 5 ans, elle est «rondelette», en parfaite santé. Ses parents ont quelques chèvres et quelques brebis, un jardin que la mère cultive et qui nourrit toute la famille, bref ils vivent en semi-autarcie. Ils habitent la montagne, ne vont jamais à la mer et ne consomment pas de poisson.

A la mi-mai la petite fille se plaint du cou, elle pleure et à l'air de souffrir beaucoup, sa thyroïde est augmentée de volume et douloureuse, elle maigrit beaucoup (de 24,5 kg à 19,7 kg en moins d'un mois), l'oropharynx est indemne.

L'endocrinologue ne peut que constater comme moi l'augmentation du volume de la thyroïde, la douleur à la palpation, l'amaigrissement.

Le tableau évoque une thyroïdite.

Il faut préciser que cette enfant consomme énormément de lait et de fromage frais (fait par sa mère). Le lait analysé par le SCPRI venant de chez elle, nous pouvons donc déterminer sa contamination en Iode 131 (sans compter celui contenu dans les fruits, les légumes, la viande, l'eau...).

Angélique a souffert pendant des mois, elle s'est rétablie seulement à la fin de l'hiver (début 87).

Envoyée à Marseille avec une lettre précisant le risque induit par son alimentation, les analyses éliminent une thyroïdite et... on lui fait une scintigraphie (au Technétium) ! Le diagnostic ne sera pas précisé : nous apprenons trop tard, par Mariette Gerber (CNRS), qu'il aurait fallu faire une biopsie pour mettre en évidence une nécrose des cellules.

Pour le CEA, une atteinte de la fonction thyroïdienne ne peut se manifester qu'**au delà d'une dose de 250 rems**. J'en conclus qu'Angélique a reçu au moins cette dose.

(7) **BEIR** = Biological Effects of Ionizing Radiations = Comité chargé d'étudier les Effets Biologiques des Rayonnements Ionisants (instance officielle américaine liée à l'Académie des Sciences des Etats-Unis).

RERF = Radiation Effects Research Foundation = Fondation pour la Recherche sur les Effets des Rayonnements (co-financée par les gouvernements Américain et Japonais).

NRPB = cf note (1)

Les hypothyroïdies néonatales en Corse (Tableau 4)

Pour avoir des données sur 7 ans, j'ai fait remonter mes recherches à 1980.

J'ai collecté mes données auprès de médecins dans les hôpitaux et les cliniques.

On a observé 6 cas d'hypothyroïdies néonatales en Corse en 6 ans, de 1980 à 1985, pour 2 800 naissances par an. Soit 1 cas par an pour 2.800 naissances. La moyenne nationale serait de 1 pour 4.000.

En 1986, on observe 5 cas, dont 4 entre le 15 mai et le 15 octobre, soit 4 en 5 mois : cela représente 1 cas pour 290 naissances. Près de **10 fois plus que le taux habituel**.

Bien que l'échantillon soit réduit, il est statistiquement significatif.

Pathologie thyroïdienne locale (Tableau 5)

Je vais maintenant vous parler des constatations de pathologie thyroïdienne que j'ai pu effectuer dans ma clientèle. J'exerce en Haute-Balagne, un secteur de montagne. Je suis le seul médecin. Ma clientèle est très stable.

Au cours des années 1979-1986 j'ai rencontré 5 cas d'**hyperthyroïdie** qui ont nécessité un traitement médical ou chirurgical. J'ai trouvé **5 cas** en 1987.

En ce qui concerne l'apparition de **nodules euthyroïdiens**, j'ai eu 3 cas en 7 ans et **7 cas** depuis le mois de novembre 1986.

Autre pathologie thyroïdienne ayant augmenté : les **goîtres anciens**, stables jusque-là, devenus compressifs et gênants, et nécessitant le plus souvent une intervention.

Ces chiffres m'ont conduit à étendre mon enquête sur toute la Haute-Corse. Nous avons analysé 5.501 dossiers de personnes ayant consulté pour des problèmes endocriniens de 1983 à 1987 (diabète, problèmes de nutrition, de stérilité, problèmes thyroïdiens, etc...)

8 - ETUDE COMPARATIVE DES PROBLEMES ENDOCRINIENS EN HAUTE-CORSE (Tableau 6).

En 1983, 1984, 1985, la proportion de nouveaux patients consultant pour un problème thyroïdien est stable par rapport aux autres pathologies endocriniennes : 7,06 à 7,60 %.

Cette proportion passe à 20 % en 1987, soit une **augmentation de 172 %**.

L'année 1986 est une année intermédiaire, 4 mois avant Tchernobyl et 8 mois après. Elle accuse une **augmentation d'environ 100 %**.

Tableau 4
Hypothyroïdies néonatales en Corse

ANNÉE	Nombre de cas d'hypothyroïdies néonatales pour une moyenne annuelle de 2 800 naissances		Nombre total de cas d'HYPOTHYROIDIES NEONATALES
	Corse du Sud (enquête auprès des médecins)	Haute-Corse (données officielles)	
1980	0	2	6
1981	0	2	
1982	0	0	
1983	0	0	
1984	0	0	
1985	1	1	
1986	3	2	5 (dont 4 entre le 15 mai et le 15 octobre 1986)

Tableau 5
Pathologie thyroïdienne en Haute Balagne
(Nord-Ouest de la Corse)

ANNÉE	HYPERTHYROIDIES ayant nécessité un traitement médical ou chirurgical	NODULES EUTHYROIDIENS
1979	0	0
1980	0	0
1981	2	2
1982	0	1
1983	1	0
1984	0	0
1985	2	0
1986	0	2 (novembre 86)
1987	5	5

Tableau 6
Part des différentes pathologies thyroïdiennes dans l'ensemble
des pathologies endocriniennes (en pourcentages)
Nouveaux dossiers ouverts au cours des années 1983 à 1987 en endocrinologie (5.501 dossiers)

Type de pathologie thyroïdienne Année d'ouverture des dossiers	HYPERTHYROIDIES			HYPOTHYROIDIES			NODULES CHAUDS	NODULES FROIDS		ENSEMBLE DES PATHOLOGIES THYROIDIENNES	
	BASE-DOW	NODULES	DE CAUSE IATROGENE	TOTAL	THYROIDITES	DE CAUSE IATROGENE	TOTAL	SUBTHYROÏDIEN NORMO-THYROÏDIEN	KYSTES ADÉNOMES		CANCERS
1983-1984	0,71 % * 9,5 %	0,47 % 6,3 %	0,31 % 4,21 %	1,51 % 20 %	0,79 % 10,52 %	0,24 % 3,15 %	1,03 % 13,67 %	1,11 % 14,73 %	3,67 % 48,42 %	0,24 % 3,15 %	7,6 %
1985	0,83 % * 11,85 %	0,42 % 5,92 %	0,57 % 8,14 %	1,83 % 25,91 %	0,73 % 10,37 %	0,21 % 2,96 %	0,94 % 13,33 %	1,25 % 17,7 %	2,82 % 29,6 %	0,21 % 2,96 %	7,06 %
1986	1,62 % * 10,79 %	0,94 % 6,25 %	1,37 % 9,09 %	3,94 % 26,13 %	1,88 % 12,25 %	0,60 % 3,97 %	2,48 % 16,22 %	2,40 % 15,9 %	5,74 % 38 %	0,51 % 3,4 %	15,09 %
1987	2,38 % * 11,9 %	1,19 % 5,95 %	1,95 % 9,78 %	5,53 % 27,63 %	2,72 % 13,65 %	0,85 % 4,25 %	3,57 % 17,90 %	3,57 % 17,87 %	6,64 % 33,19 %	0,68 % 0,68 %	20 %
Augmentation, par rapport à la moyenne des années 1983-1985, de la part des différentes pathologies thyroïdiennes dans l'ensemble des pathologies endocriniennes en 1987.	209 %	170 %	343 %	231 %	257 %	277 %	264 %	202 %	104 %	202 %	172 %

* En italique : la part de chaque pathologie dans l'ensemble des pathologies thyroïdiennes (en pourcentages).

Tous les types de pathologie augmentent mais on remarque que les **perturbations fonctionnelles** prédominent.

L'augmentation est moins importante pour les nodules froids, chauds, chauds normothyroïdiens ou s'accompagnant d'hyperthyroïdies et pour les cancers.

On remarquera l'importance des hyper- ou hypothyroïdies de cause iatrogène :

— Apparition d'hyperthyroïdies chez des patients sous Cordarone (nom commercial de l'amiodarone, spécialité composée pour les 3/4 d'iode et utilisée en cardiologie pour régulariser le rythme cardiaque et prévenir les crises d'angine de poitrine dans les coronarites)

— Apparition d'hypothyroïdies chez des patients sous Théralithe (spécialité à base de lithium utilisée dans le traitement des dépressions nerveuses).

En dehors de la pathologie néonatale et du cas d'Angélique, la pathologie thyroïdienne rencontrée en Corse ces derniers mois (hyperthyroïdie, hypothyroïdie, nodules...) n'est pas la conséquence directe d'une irradiation massive supérieure à 250 rems qui, elle, s'accompagne d'une destruction cellulaire importante engendrant rapidement des perturbations fonctionnelles. Il faut plutôt en rechercher l'origine dans les **mécanismes d'induction** des thyroïdites, des nodules toxiques ou nodules froids, et d'une **éventuelle synergie** entre les rayonnements ionisants et certains médicaments. Il est vraisemblable que l'**état des populations** (carence en iode ou inversement pléthore) joue également un rôle.

Tout se passe comme si l'irradiation thyroïdienne avait révélé une pathologie latente (déstabilisation fonctionnelle) qui, peut-être, ne se serait jamais manifestée.

Une augmentation des **cancers** est également constatée. Cela ne veut pas dire que ce supplément concerne des cancers radio-induits. Il peut s'agir de cancers occultes «réveillés». Ces patients ont consulté parce que leur thyroïde était devenue gênante.

On peut enfin remarquer que la proportion de patients présentant une pathologie thyroïdienne augmente par rapport à l'ensemble des patients :

	1983/1984	1987
* Basedow	0,71 %	1,3%
* Thyroïdite	0,79 %	1,49 %
* Nodules froids	3,67 %	4,45 %
* Cancers	0,24 %	0,38 %

Il est très curieux que l'Observatoire Régional de la Santé chargé par la Direction Départementale de l'Action Sanitaire et Sociale (DDASS)

d'étudier les conséquences de la catastrophe de Tchernobyl n'ait rien remarqué de tout cela, car chaque patient répertorié ici a dû se déplacer sur le continent pour y subir une scintigraphie et ces déplacements sont subordonnés à une prise en charge des caisses de Sécurité Sociale.

9 - EN CONCLUSION

On vous a toujours dit que l'accident de Tchernobyl avait conduit à délivrer aux personnes des doses insignifiantes sans aucune conséquence sanitaire, et qu'aucune contre-mesure n'était justifiée. **Vous avez eu la preuve du contraire.**

La contamination a été importante, les doses maximales admissibles (DMA) largement dépassées, les effets précoces (non mortels pour la plupart) importants. Tous les chiffres ne font que confirmer la **nécessité d'études épidémiologiques** portant sur la **morbidité**.

Les chiffres sont également inquiétants en ce qui concerne l'avenir, les effets à long terme : on peut s'attendre à ce que, dans les 10 à 15 ans à venir, la pathologie soit très sérieuse et concerne essentiellement des cancers.

Dans cette affaire, le SCPRI a montré son **incompétence totale** (sous-estimation grotesque des contaminations les plus importantes, comparaisons ridicules). Il est malheureux de voir que certains de mes confrères, sans doute mal informés, profitent de leur notoriété pour cautionner les erreurs du SCPRI. Nous, on s'en souviendra.

Je voudrais mettre l'accent sur les **populations critiques**, ces populations qui vivent dans les fermes, en campagne, qui font de l'auto-consommation, qui mangent les produits potagers et boivent du lait frais. Les doses qu'elles encaisseront lors d'un accident nucléaire ou des retombées d'un nuage seront 100 fois supérieures aux doses qu'encaisseront les populations urbaines soumises à des retombées identiques. Tchernobyl nous a en outre appris qu'entre des régions voisines, les dépôts étaient quantitativement très hétérogènes (jusqu'à 30 fois plus importants d'une région à l'autre (8)) mais également hétérogènes sur le plan qualitatif. La **radioprotection** doit donc se baser sur ces populations dites critiques et non pas sur la moyenne de toute une population.

En cas d'accident, l'attitude qui consiste à surveiller puis éventuellement intervenir, préconisée par la CIPR, est très critiquable. Des contre-mesures doivent être prises **rapidement** et éventuellement assou-

(8) H. Maubert, *Premiers résultats des observations consécutives aux dépôts radioactifs de mai 1986 dans le bassin du Var*, résumé, CEA-Cadarache : «[Dans le Var], l'hétérogénéité des dépôts [...] d'un facteur 30 [...] est le fait le plus marquant».

plies en fonction des résultats des analyses, dont la réalisation demande un certain délai (9).

Le **coût** des contre-mesures : l'administration publique avance un argument qui est le coût qu'auraient pu représenter les contre-mesures. A long terme, le coût des conséquences sanitaires de l'accident de Tchernobyl sera en France sans commune mesure avec ce qu'aurait été le coût de contre-mesures.

Il est à signaler que l'Observatoire Régional de la Santé en Corse, mis en place en juillet 1986, n'a **rien remarqué** depuis l'accident de Tchernobyl. Ceci me permet d'émettre un doute sur le reste de son travail. L'Observatoire Régional de la Santé a, paraît-il, enquêté sur les pathologies infectieuses du nourrisson. J'ai été alerté par des médecins pédiatres que des nourrissons nés durant l'été 1986 présentaient à l'automne 1986 des problèmes respiratoires sévères. L'Observatoire Régional de la Santé a fait une enquête — personnellement, on m'a refusé l'accès aux dossiers — et a conclu que ce n'était rien et que c'était une pathologie saisonnière. Une pathologie saisonnière qui commence à la naissance, je ne connais pas.

Pour ma part j'ai tenu, avec mon épouse, à porter plainte contre la France auprès de la Commission des Communautés Européennes pour le **non respect du traité EURATOM**, dans le but que soient déterminées les responsabilités, que des sanctions soient prises, dans l'espoir que de telles erreurs ne seront plus commises.

(9) M. Schlumberger, N. Parmentier, J. Chavaudra, C. Parmentier et M. Tubiana, «Conduite à tenir en cas de contamination par les radio-isotopes de l'iode», *La Revue du Praticien*, 8 octobre 1987, pp. 2449 - 2455 : «La prévention de l'irradiation thyroïdienne par l'administration d'iodure est efficace à condition d'être précoce, ce qui nécessite qu'elle soit prévue».

Annexe

Suite au Colloque des 21, 22 et 23 janvier 1988, nous avons réussi à nous faire communiquer les statistiques officielles du dépistage systématique de l'hypothyroïdie en France et plus particulièrement dans la région Provence-Côte d'Azur - Corse (Tableaux 7 et 8).

Les chiffres attirent de notre part les commentaires suivants.

Entre 1978 et 1985, 322.009 tests de dépistage ont été effectués dans la région Provence-Côte d'Azur - Corse.

75 cas d'hypothyroïdie néonatale ont été dépistés en 8 ans soit une fréquence de **1 cas pour 4.293 tests** une moyenne de **9,3 cas par an**.

Dans cette même région 56.508 tests de dépistage ont été effectués en 1986 et il a été dépisté **23 cas d'hypothyroïdie néonatale**. Ceci représente **1 cas pour 2.457 tests**.

On observe donc en 1986 un excès de 14 cas.

Ces chiffres paraissent éloquents. Cependant un traitement statistique intégrant des informations complémentaires telles que le taux de couverture (le nombre de tests effectués par rapport au nombre de naissances), les variations annuelles entre 1978 et 1985, les départements et surtout les mois de naissance des cas recensés en 1986 est indispensable pour se prononcer de manière irréfutable.

Il est évident que dans l'hypothèse où une grande majorité des cas serait apparue au cours du deuxième semestre 1986, ces résultats seraient particulièrement significatifs.

Tableau 7
HYPOTHYROIDIE en FRANCE MÉTROPOLITAINE jusqu'en 1985 INCLUS

	1978-1984	1985	TOTAL	CAS DÉPISTÉS	FRÉQUENCE
NORD	458 519	65 924	524 443	120	1 p 4 097
PICARDIE	147 902	25 265	173 167	47	1 p 3 684
CHAMPAGNE-ARDENNES	142 702	19 720	162 422	60	1 p 2 707
LORRAINE	207 094	34 361	241 455	61	1 p 3 958
ALSACE	130 038	22 719	152 757	54	1 p 2 828
FRANCHE-COMTÉ	80 818	15 356	96 174	21	1 p 4 580
BOURGOGNE	106 594	20 245	126 839	29	1 p 4 374
RHONE-ALPES	464 040	73 425	537 465	126	1 p 4 266
PROVENCE-COTE D'AZUR	253 031	52 345			
CORSE	13 827	2 806	322 009	75	1 p 4 293
LANGUEDOC-ROUSSILLON	133 897	23 181	157 078	42	1 p 3 740
MIDI-PYRENEES	206 260	26 384	232 644	55	1 p 4 230
AQUITAINE	178 656	32 133	210 789	33	1 p 6 300
POITOU-CHARENTES	113 417	18 654	132 071	27	1 p 4 891
PAYS de LOIRE	291 242	42 998	334 240	73	1 p 4 579
BRETAGNE	204 377	36 483	240 860	65	1 p 3 706
NORMANDIE	300 527	46 459	346 986	113	1 p 3 071
ILE DE FRANCE	874 115	150 868	1 032 983	230	1 p 4 491
CENTRE	145 317	28 768	174 085	55	1 p 3 165
LIMOUSIN	42 993	7 245	50 238	9	1 p 5 582
AUVERGNE	83 851	13 667	97 518	20	1 p 4 875
	4 529 217	767 006	5 346 223	1 323	1 p 4 041

Statistiques Officielles du Dépistage Systématique de l'Hypothyroïdie en France

Tableau 8
HYPOTHYROIDIE en FRANCE MÉTROPOLITAINE jusqu'en 1986 INCLUS

	1978-1985	1986	TOTAL	CAS DÉPISTÉS	FRÉQUENCE
NORD	524 443	66 535	590 978	155	1 p 3 813
PICARDIE	173 167	26 203	199 370	50	1 p 3 987
CHAMPAGNE-ARDENNES	162 422	20 333	182 755	68	1 p 2 728
LORRAINE	241 455	34 205	275 660	67	1 p 4 114
ALSACE	152 757	22 617	175 374	58	1 p 3 024
FRANCHE-COMTÉ	96 174	15 380	111 554	22	1 p 5 070
BOURGOGNE	126 839	19 884	146 723	35	1 p 4 192
RHONE-ALPES	537 465	74 567	612 032	136	1 p 4 500
PROVENCE-COTE D'AZUR	322 009	56 508	378 517	98	1 p 3 862
CORSE					
LANGUEDOC-ROUSSILLON	157 078	24 027	181 105	48	1 p 3 773
MIDI-PYRENEES	232 644	26 079	258 723	59	1 p 4 385
AQUITAINE	210 789	32 449	243 238	36	1 p 6 757
POITOU-CHARENTES	132 071	18 876	150 947	35	1 p 4 313
PAYS de LOIRE	334 240	42 549	376 789	84	1 p 4 486
BRETAGNE	240 860	38 081	278 941	81	1 p 3 444
NORMANDIE	346 986	46 227	393 213	120	1 p 3 277
ILE DE FRANCE	1 032 983	162 355	1 195 338	268	1 p 4 460
CENTRE	174 085	29 278	203 363	61	1 p 3 334
LIMOUSIN	50 238	7 268	57 506	12	1 p 4 792
AUVERGNE	98 439	15 083	113 522	23	1 p 4 935
	5 347 144	778 504	6 125 648	1 516	1 p 4 041

Statistiques Officielles du Dépistage Systématique de l'Hypothyroïdie en France

Annexe 1

Interprétation des résultats de mesure de l'Iode 131
et du Césium 137 sur un lait de chèvre (Environnement de Cadarache)
Conséquences sanitaires pour l'adulte (Sv) (sieverts ingérés par jour)

(Extrait de CEA-IPSN - Département de Protection Sanitaire, *L'Accident de Tchernobyl - Rapport IPSN 2/86 révision 3, p.124*)

		IODE 131	CESIUM 137
LAIT			
Valeur maximale Bq. l ⁻¹ (en becquerels par litre)		2.000	74
Nombre de prélèvements mesurés		18	18
Méthode de calcul		Intégration graphique $T = 4,5 \text{ j}$	Intégration mathématique $T = 14,2 \text{ j}$
Période effective utilisée (T)		Déterminée graphiquement	Déterminée graphiquement
Activité intégrée dans le lait Bq.j.l ⁻¹ (en becquerels jour par litre)		11.800	1.330
Activité intégrée pour le fromage Bq.j.kg ⁻¹ (en becquerels jour par kilo)		4.400	1.145
Equivalent de dose engagé efficace Sv (en sieverts - Sv - / 1 sievert = 100 rems)	Lait Fromage	$5,1 \cdot 10^{-5}$ $3,1 \cdot 10^{-6}$	$5,4 \cdot 10^{-6}$ $7,7 \cdot 10^{-7}$ (1)
Equivalent de dose engagé thyroïde Sv (idem)	Lait Fromage	$1,7 \cdot 10^{-3}$ $1,0 \cdot 10^{-4}$	(1)

(1) Pour une consommation quotidienne adulte de 0,3 litre de lait et 50 grammes de fromage.

(2) Les précisions entre parenthèses ainsi que la note (1) sont de l'auteur du présent article.

Annexe 2

Age et Administration de référence	FACTEUR DE DOSE en Sv par Bq Dose délivrée à la thy- roïde par l'ingestion d'un Becquerel d'Iode 131 en fonction de l'âge (exprimée en sieverts)	DOSE A L'ORGANE CIBLE (THYROÏDE) exprimée en rems - niveau d'irradiation de la thyroïde après ingestion d'une quantité d'Iode 131 de :		FACTEUR DE DOSE en Sv par Bq Equivalent de dose ef- ficace délivré par l'in- gestion d'un Becquerel d'Iode 131 (exprimé en sieverts)	EQUIVALENT DE DOSE EFFICACE exprimé en rems - niveau d'irradiation du corps entier correspondant à l'irradiation de la thyroïde par l'ingestion d'une dose d'Iode 131 de :	
		300 000 Bq (1)	1 200 000 Bq (2)		300 000 Bq	1 200 000 Bq
enfant de 1 AN (NRPB)	$3,7 \cdot 10^{-6}$ (3)	111 rems ou 1,11 Sv	cas non envisagé (4)	$1,1 \cdot 10^{-7}$	3,3 rems	cas non envisagé (4)
enfant de 5 ANS (ISFH)	$1,9 \cdot 10^{-6}$	57 rems ou 0,57 Sv	228 rems ou 2,28 Sv	$5,5 \cdot 10^{-8}$	1,65 rem	6,6 rems
enfant de 10 ANS (NRPB)	$1,2 \cdot 10^{-6}$	36 rems ou 0,36 Sv	114 rems ou 1,14 Sv	$3,6 \cdot 10^{-8}$	1,08 rem	4,32 rems
adulte (NRPB)	$4,4 \cdot 10^{-7}$	13,2 rems ou 0,13 Sv	52,8 rems ou 0,52 Sv	$1,3 \cdot 10^{-8}$	0,39 rem	1,56 rem

Estimation officielles :

- SCPR1... maximum 10 millirems (mrem)
- CEA... maximum 17 millirems supplé-
mentaires toutes sources de rayonnement
confondues !

- (1) dose ingérée par les Corse suite à la
consommation d'un litre de lait (ou équiva-
lent) par jour pendant 40 jours.
- (2) dose ingérée par les Corse suite à la
consommation de quatre litres de lait (ou
équivalent) par jour pendant 40 jours.

$$(3) 10^{-6} = \frac{1}{10^6} = \frac{1}{1000000} \quad \text{donc} \quad 3,7 \cdot 10^{-6} = 3,7 \times \frac{1}{10^6}$$

- (4) les enfants de 1 an ne consommant pas 4 litres de lait par jour, aucun enfant de cet âge n'est susceptible d'avoir ingéré, avec les produits
laitiers, 1.200.000 becquerels d'Iode 131 en 40 jours.
- (5) 1 millirem = 1 millième de rem.
1 sievert = 100 rems.

Rappel des normes et des Limites Annuelles d'Incorporation (LAI) :

- FRANCE : Pour l'exposition des personnes du public entraînant une irradiation globale
de l'organisme, l'équivalent de dose reçu au cours d'une année ne doit pas dépasser 0,5 rem.
La Limite Annuelle Maximale Admissible pour la thyroïde a été fixée à 1 500 millirems, soit 1,5
rem (Décrets des 20 juin 1966 et 15 mars 1967, et Recueil du J.O. de la République Française
n° 1420 du 3 mai 1985).
- EUROPE : Limite Annuelle d'Incorporation de l'Iode 131 (Directive Euratom) :
- 100 000 becquerels par an (Bq/an).
- GRANDE BRETAGNE : Le NRPB a fixé pour les enfants les LAI suivantes :
- 36 000 becquerels à 5 ans, 13 000 becquerels à 1 an.

Annexe 3

Irradiation et contamination par l'Iode 131 : estimation du risque thyroïdien
Etudes épidémiologiques

ETUDE	ESTIMATION DE LA DOSE REÇUE par la glande thyroïde de chacun des sujets	OBSERVATIONS (Population concernée/ Taux de cancers ou autre pathologie)
Irradiation pour hypertrophie thymique de l'enfant dans les années 1940-1950 (Grande-Bretagne). Hempelmann L.H., Hall W.J., Phillips M., Cooper R.A., Ames W.R., «Neoplasms in persons treated with X-rays in infancy : fourth survey in 20 years» - <i>Journal of National Cancer Institute</i> , 55, 519-530, 1975.	150 à 400 rads	* 3 000 enfants irradiés * 19 cancers de la thyroïde * soit un taux d'environ 2,3 cancers pour une dose collective d'irradiation de 100 000 rads (ou $2,30 \cdot 10^{-5}$ cancer par rad)
Traitement de la teigne par irradiation du cuir chevelu (Israël). Ron E., Mondan B., «Benign and malignant thyroid neoplasm after childhood irradiation for tinea capitis» - <i>Journal of National Cancer Institute</i> , Vol 65, N° 1, 7-11, July 1980.	9 rads environ	* 10 842 enfants irradiés * 23 cancers de la thyroïde * groupe témoin : 5 cancers * donc excès de 18 cancers pour une irradiation collective de la thyroïde d'environ 90.000 rads, soit environ 2 cancers pour 10.000 rads (ou $2 \cdot 10^{-4}$ cancer par rad)

ETUDE	ESTIMATION DE LA DOSE REÇUE par la glande thyroïde de chacun des sujets	OBSERVATIONS (Population concernée/ Taux de cancers ou autre pathologie)
Scintigraphie (Stockolm, Suède), 1952-1965, recul : 12-25 ans. Holm L.H., « Incidence of malignant thyroid tumors in man after diagnostic and therapeutic doses of Iodine 131 » - <i>Thesis</i>, Stockolm, 1980. Holm L.E., Dahlovist I., Israelsson A., Lundell G., « Malignant thyroid tumors after Iodine 131 therapy : a retrospective cohort study » - <i>New England Journal of Medicine</i>, 303, 188-191, 1980.	58 à 159 rads	* 10.133 patients * 8 cancers thyroïdiens : taux comparable à celui du groupe témoin (problèmes d'interprétation des résultats)
Retombées atomiques, enfants de l'Utah. Rallison M.L., Dobyns B.M., Keating F.R., Rall J.E., Tyler F.H., « Thyroid disease in children - A survey of subjects potentially exposed to fallout radiation » - <i>American Journal of Medicine</i>, 56, 457-463, 1974. (a) Johnson C.J., « Cancer incidence in an area of radioactive fallout downwind from the Nevada test site » - <i>JAMA</i>, 13 janvier 1984, vol 251 n° 2, 230-236. (b)	46 à 100 rads	* pas d'excès de cancer par rapport au groupe témoin (a) * excès de cancers thyroïdiens : 14 cancers observés au lieu de 1,7 attendus (b)

ETUDE	ESTIMATION DE LA DOSE REÇUE par la glande thyroïde de chacun des sujets	OBSERVATIONS (Population concernée/ Taux de cancers ou autre pathologie)
Explosion à Bikini, Iles Marshall, 1954. Conrad R.A., «Summary of thyroid findings in Marshallese 22 years after exposure to radioactive fallout» - <i>Radiation-Associated thyroid carcinoma</i>, Ed. L.J. Degroot, Grune and stration, New York, 241-260, 1977.	* 700 à 1.400 rads par enfant * moyenne pour l'ensemble de la population : 330 rads	* 19 enfants de moins de 10 ans irradiés * 15 tumeurs cancéreuses apparues avant l'âge de 21 ans, soit un taux de cancers de 82 % * 33 % des sujets âgés de 10 à 18 ans et * 15 % des sujets âgés de plus de 18 ans au moment de l'irradiation ont présenté des cancers déclarés ou occultes (1)
Three Mile Island (Pensylvanie, Etats-Unis, 1979) Sternglass E.J., <i>Secret fallout : low level radiation from Hiroshima to Three Mile Island</i>, Mac Graw Hill, New-York 1981, Chapitres 17, 18, 19.	0,2 à 1,1 rem reçu par la thyroïde foetale	* 13 cas d'hypothyroïdie néonatale observés en Pensylvanie au lieu de 3 attendus

(1) *Cancer déclaré* = cancer avec manifestations cliniques.
Cancer occulte = cancer asymptomatique.