

**Les retombées de l'accident de Tchernobyl en Corse :  
contamination de la chaîne alimentaire  
et doses à la thyroïde associées**

Philippe RENAUD, Daniel ROBEAU, Marianne VIDAL, Laurent POURCELOT

IRSN

Rapport IRSN / 02-22

06 -2002

# IRSN INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

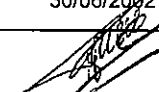
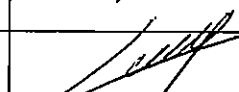
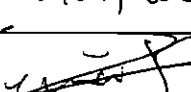
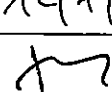
BP 17, 92262 FONTENAY-AUX-ROSES CEDEX, France - Téléphone : 01.46.54.88.88

Demandeur	Préfecture de Corse
Référence de la demande	Lettre DSSC 01/176/JCM/AM à DPRE
Numéro de la fiche d'action	4018

Les retombées de l'accident de Tchernobyl en Corse :  
contamination de la chaîne alimentaire  
et doses à la thyroïde associées

IRSN

Rapport IRSN / 02-22

	Réservé à l'unité		Visas pour diffusion		
	Auteur(s)	Vérificateur *	Chef d'Unité	Chef du DPRE	Administrateur provisoire de l'IRSN
Noms	Ph. RENAUD	D. LOUVAT	N. LEMAITRE	J.C. BARESCUT	D. QUÉNIART
Dates	30/06/2002	11/07/2002	5/07/2002	12/7/2002	15/7/02
Signatures					D. Quéniart

\* rapport sous assurance de la qualité

---

## RESUME

L'évolution de la contamination en iode 131 et en césium 137 des denrées produites en Corse en 1986 peut être reconstituée à partir des quelques mesures de ces radionucléides dans les produits agricoles locaux effectuées dans les trois mois qui ont suivi les dépôts. Cette contamination peut aussi être calculée à partir des estimations des dépôts radioactifs obtenues par l'IPSN sur le territoire corse. Comme cela a déjà été fait pour estimer la contamination moyenne des chaînes alimentaires dans les autres départements, l'utilisation du modèle ASTRAL permet de vérifier la cohérence des mesures entre elles et de reconstituer les évolutions complètes des activités dans les denrées, ponctuellement validées par les mesures disponibles.

Cet ensemble de mesures et de modélisation confirme que les départements corses font partie des départements où les retombées de l'accident de Tchernobyl ont été les plus importantes. C'est notamment le cas de la plaine orientale de l'île où les dépôts d'iode 131 ont pu atteindre  $400\ 000\ \text{Bq.m}^{-2}$  et où les activités en iode 131 du lait de chèvre et des légumes feuilles ont pu atteindre respectivement  $100\ 000\ \text{Bq.l}^{-1}$  et  $20\ 000\ \text{Bq.kg}^{-1}$ .

Pour pouvoir établir une évaluation réaliste des risques sanitaires liés à ces retombées, il faudrait disposer au delà de l'évaluation de la contamination des denrées alimentaires locales, de données suffisamment précises concernant la proportion de produits frais consommés, la provenance des aliments, les délais de consommation et le recensement par classe d'âge des enfants ayant résidé dans la région Corse à cette époque. Avec les connaissances actuelles, quelques points de comparaison avec des études comme celles réalisées dans l'Est de la France peuvent toutefois être établis.

Pour une majorité des enfants présents en Corse entre mai et juillet 1986, les doses à la thyroïde n'ont pas dû dépasser de manière importante la dose moyenne des enfants de l'Est de la France, soit 10 mSv. Des doses plus importantes ont pu être reçues par des enfants qui, à cette époque, ont consommé des produits frais provenant des zones où les dépôts ont été les plus forts comme la plaine orientale ou par des enfants qui avaient un régime alimentaire particulier.

En Balagne, où les dépôts ont été similaires à ceux de l'Est de la France, la charge thyroïdienne en iode d'un jeune garçon de 13 ans (en 1986) ayant ce type de régime alimentaire particulier, a été mesuré début juillet 1986. Elle confirme la cohérence entre les mesures et les estimations des transferts dans les chaînes alimentaires. Cette mesure d'activité thyroïdienne correspond bien à une consommation modérée mais régulière de produits locaux parmi lesquels du lait ou du fromage de chèvre, produits ayant également fait l'objet de mesures. Elle fournit également un élément de validation des évaluations dosimétriques. Ainsi, la dose à la thyroïde du jeune garçon de Balagne a été de l'ordre de  $18,5 \pm 8,5\ \text{mSv}$ . Cette dose est cohérente avec ce régime alimentaire particulier et avec l'intensité des dépôts radioactifs ayant affecté la zone d'élevage caprin de la Balagne.

Des doses à la thyroïde plus élevées ont pu être reçues par des enfants ayant consommé du lait ou du fromage de chèvre et des produits frais provenant des zones les plus touchées comme la plaine orientale. Dans ce cas, les doses à la thyroïde ont pu dépasser 50 mSv et atteindre 150mSv.

**MOTS-CLES :**

<sup>137</sup>Cs, Tchernobyl, Corse, doses, thyroïde

**HISTORIQUE DES MODIFICATIONS**

Version	Date	Auteur	Modifications	Description ou commentaires
0	10 janvier 2002	Ph. Renaud		
1	11 janvier 2002	Ph. Renaud	document	Remarques de D. Louvat
2	11 janvier	Ph. Renaud	document	Remarques de D. Robeau
3	14 janvier	Ph. Renaud	document	Remarques de J. Joly
4	11 février	Ph. Renaud	document	Remarques de D. Quéniart et A. Sugier

**RELECTURES**

Nom	Fonction	Date	Visa
D. Louvat	vérificateur	10 janvier 2002	
D. Robeau	auteur	11 janvier 2002	
J. Joly	Adjoint au chef de département	14 janvier 2002	
A. Sugier	Directrice Déléguée à la Protection	15 janvier 2002	
D. Quéniart	Directeur adjoint	15 janvier 2002	

**DIFFUSION**

Destinataires	Nombre d'exemplaires	Commentaires

## SOMMAIRE

1	INTRODUCTION.....	5
2	LES PRODUITS QUI ONT CONTRIBUE A LA DOSE A LA THYROÏDE APRES L'ACCIDENT DE TCHERNOBYL.....	6
3	LES MESURES EFFECTUEES EN CORSE DANS LA CHAINE ALIMENTAIRE .....	7
4	CARTE DES DEPOTS THEORIQUES D'IODE 131 EN CORSE .....	7
5	INTERPRETATION DES MESURES DISPONIBLES DANS LA CHAINE ALIMENTAIRE.....	9
5.1	INTERPRETATION DES MESURES D'IODE 131 .....	10
5.2	INTERPRETATION DES MESURES DE CESIUM 137.....	11
6	CONTAMINATION DE LA CHAINE ALIMENTAIRE DES REGIONS LES PLUS TOUCHEES .....	13
7	EVALUATIONS DOSIMETRIQUES.....	14
7.1	RAPPEL DES EVALUATIONS DE DOSES MOYENNES A LA THYROÏDE DES ENFANTS DE L'EST DE LA FRANCE.....	14
7.2	VALIDATION DES RATIONS ALIMENTAIRES PAR DES MESURES FAITES SUR DES PERSONNES EN 1986 15	
7.3	DOSES A LA THYROÏDE DES ENFANTS PRESENTS EN CORSE ENTRE MAI ET JUILLET 1986 .....	16
7.3.1	<i>Cas des enfants ayant eu une alimentation proche du régime alimentaire standard .....</i>	16
7.3.2	<i>Cas des enfants ayant consommé du lait et des fromages de chèvre frais.....</i>	16
8	CONCLUSION .....	17
9	ANNEXE : ELEMENTS DE CALCUL DES EVALUATIONS DOSIMETRIQUES .....	19
10	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	22

## 1 INTRODUCTION

Avec les Alpes-Maritimes, la Drôme et le Jura, les deux départements de Corse font partie des départements français les plus touchés par les retombées de l'accident de Tchernobyl. Des pluies importantes durant la première semaine de mai 1986 ont conduit dans certaines parties de l'île, à des dépôts supérieurs à 20 000 Bq.m<sup>-2</sup> de césium 137 et 100 000 Bq.m<sup>-2</sup> d'iode 131 (Renaud & Métivier, 2000). Bien que les sols corses n'aient retenu qu'une faible partie du césium 137 déposé alors, ceux des environs de Solenzara qui ont reçu de très fortes précipitations et ceux de certains sites d'altitude témoignent de dépôts ayant initialement dépassé 50 000 Bq.m<sup>-2</sup> de césium 137, soit plus de 250 000 Bq.m<sup>-2</sup> d'iode 131 (Pourcelot *et al*, 2002).

L'iode est un élément nécessaire au fonctionnement de la glande thyroïde. Aussi, une partie de l'iode incorporé par un individu se trouve concentrée dans cette glande. La présence d'iode 131 dans les dépôts radioactifs consécutifs à l'accident de Tchernobyl s'est donc traduite par une exposition particulière de la thyroïde aux rayonnements émis par ce radionucléide. Dans ce rapport seules sont considérées les doses à la thyroïde des enfants qui représentent la population la plus sensible et la plus exposée (Verger *et al*, 2000).

L'iode 131 a une période radioactive de 8,04 jours, c'est-à-dire que son activité diminue de moitié tous les 8,04 jours. Ainsi, 3 mois après un dépôt d'iode 131, il reste moins du millième de l'activité initialement déposée. Il en résulte qu'à la fin du mois de juillet 1986, l'iode 131 avait pratiquement disparu de la chaîne alimentaire.

L'évaluation de la dose de rayonnement reçue par la thyroïde d'une personne repose sur l'évaluation de l'activité d'iode 131 incorporée entre mai et juillet 1986 par la personne concernée. La connaissance de cette incorporation résultant principalement de l'ingestion de denrées contaminées en iode 131, nécessite de déterminer les teneurs en iode 131 des denrées et les quantités consommées durant cette période.

L'évolution de la contamination en iode 131 des denrées produites en Corse en 1986 peut être estimée à partir des quelques mesures de ce radionucléide effectuées dans du lait de chèvre, de brebis et de vache, ainsi que dans du fromage, au cours des trois mois qui ont suivi les dépôts, mais aussi à partir des mesures de césium 137 faites à cette époque. En effet, le rapport entre les activités de ces deux radionucléides a été assez constant : début mai 1986, les activités en iode 131 mesurées dans l'environnement étaient 5 à 10 fois plus élevées que celles de césium 137. Enfin, comme cela a déjà été fait pour estimer la contamination moyenne de la chaîne alimentaire sur les autres départements, l'utilisation du modèle ASTRAL permet de vérifier la cohérence des mesures entre elles et d'estimer les évolutions complètes des activités dans les denrées, ponctuellement validées par les mesures disponibles.

## 2 LES PRODUITS QUI ONT CONTRIBUE A LA DOSE A LA THYROÏDE APRES L'ACCIDENT DE TCHERNOBYL

Seules les denrées agricoles ou d'élevage produites et consommées entre mai et juillet 1986 ont pu contribuer à l'incorporation d'iode 131. Compte tenu de la date des dépôts il s'agit principalement des légumes consommés frais, du lait de vache, de chèvre ou de brebis et de leurs dérivés consommés frais, notamment le Brocciu (brousse) pour la Corse. La figure 1 présente l'évolution théorique des activités en iode 131 de différentes productions agricoles et d'élevage dans les 3 mois suivant un dépôt de  $100\ 000\ \text{Bq.m}^{-2}$  de ce radionucléide. Elle montre que les produits les plus sensibles sont effectivement les laits, de chèvre et de vache, et les légumes.

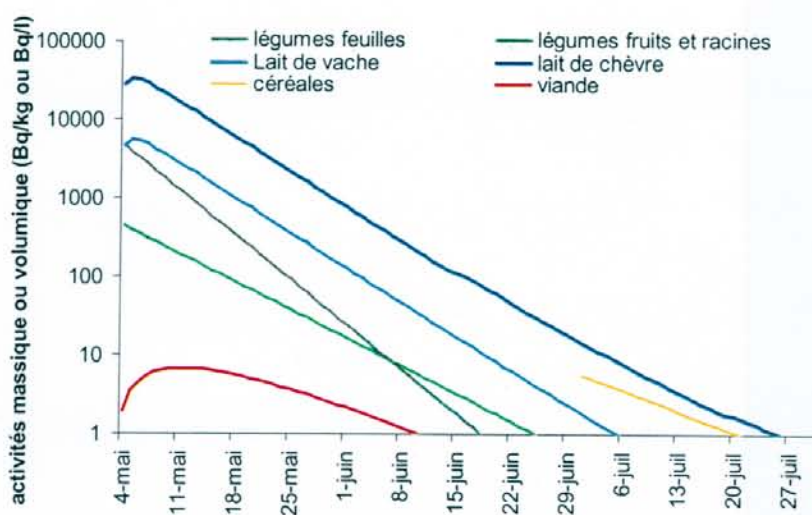


Figure 1 : Evolution théorique obtenue par ASTRAL des activités en iode 131 de différentes productions agricoles dans les trois mois suivant un dépôt de  $100\ 000\ \text{Bq.m}^{-2}$  constitué lors de pluies importantes ( $> 20\ \text{mm}$ )

Les activités élevées du lait résultent d'une consommation exclusive par les animaux d'herbe ou autres végétaux qui ont reçu les dépôts. La diminution très rapide des activités est due, d'une part à la décroissance radioactive de l'iode 131, d'autre part à des mécanismes biologiques de dilution et d'épuration, notamment la repousse des végétaux et l'élimination métabolique de l'animal. Si les animaux sont en partie nourris avec des fourrages ou des compléments non contaminés ou moins contaminés car provenant d'une région moins touchée, l'activité du lait en est d'autant réduite. A l'extrême, le lait d'une vache nourrie avec des fourrages récoltés avant les dépôts peut être considéré comme exempt de contamination. L'activité des légumes-feuilles est plus élevée que celle des autres légumes car ce sont les feuilles qui ont reçu l'essentiel des dépôts ; les fruits, racines ou tubercules sont plus protégés. La diminution des activités massiques des légumes récoltés dans les jours suivants est également due à la décroissance radioactive, au stade de développement du végétal au moment des dépôts, et à sa croissance depuis lors.

Tout traitement de préparation ou de conservation agroalimentaire supplémentaire induit des délais suffisants pour que l'iode 131 s'élimine significativement. Les céréales et leurs dérivés, la plupart des fruits dont le raisin n'ont pu être produits et donc consommés qu'après élimination de l'iode 131 (après juillet 1986). Dans le cas de la viande d'élevage ou du gibier, le délai nécessaire à la contamination de l'animal (quelques jours) puis entre son abattage et la consommation de la viande (quelques semaines) est suffisant pour assurer une diminution significative de l'activité en iode 131.

Il apparaît ainsi que, dans le cas d'une personne ayant consommé du lait, des produits laitiers et des légumes frais, de manière continue depuis les dépôts radioactifs, l'incorporation d'iode 131 la plus forte résulterait des aliments ingérés les premiers jours de mai 1986.

### **3 LES MESURES EFFECTUEES EN CORSE DANS LA CHAINE ALIMENTAIRE**

Dans le cadre de ses contrôles départementaux mensuels le SCPRI (devenu OPRI) a effectué des prélèvements de lait de vache dans la région d'Ajaccio (Alata, Afa, Sarola-Carcopino) et de Propriano. Les analyses de ces prélèvements permettent de suivre l'évolution des activités en  $^{137}\text{Cs}$  et  $^{131}\text{I}$  depuis mai 1986 et dans les semaines (pour  $^{131}\text{I}$ ) et les mois (pour  $^{137}\text{Cs}$ ) qui ont suivi les dépôts radioactifs (SCPRI, 1986).

Des prélèvements de lait et fromage de chèvre ont été effectués par le Dr Fauconnier, notamment en Balagne (Zone A de la figure 3), près de Vallica et mesurés par le SCPRI et l'IPSN (SCPRI, 1986).

En juin et novembre 1986, différentes denrées ont été prélevées par l'IPSN dans la région d'Aléria : orge, légumes, fruits et agrumes, châtaignes et champignons (Renaud *et al*, 2001).

Enfin de 1986 à 1989 des poissons provenant du Tavignano, du réservoir de Teppe-Rosse et des lacs d'altitude ont été analysés par l'IPSN (Renaud *et al*, 2001).

D'autres organismes ont également effectué en 1986 des mesures ponctuelles, notamment la DDASS et la CRIIRAD (ORS Corse, 1986 ; CRIIRAD, 1997).

En 2001, à la demande de la Direction Générale de la Santé de Corse, l'OPRI a effectué une vaste campagne de prélèvements et d'analyses d'échantillons de denrées de différentes natures provenant de la région de Belgodère en Balagne, de la région d'Ajaccio et de celle de Bastia (OPRI, 2001), et l'IPSN a prélevé et analysé des échantillons de sols provenant de plus de 100 sites répartis sur l'ensemble de la Corse et plus particulièrement des environs de Solenzara (Pourcelot *et al*, 2002).

### **4 Carte des dépôts théoriques d'iode 131 en Corse**

Une étude sur les activités en césium 137 des sols de la basse vallée du Rhône a permis de quantifier une relation empirique liant l'intensité des dépôts radioactifs consécutifs à l'accident de Tchernobyl et l'importance des précipitations durant le passage des masses d'air contaminées dans la première semaine de mai 1986 (Renaud *et al*, 2001). Plus il a plu, plus les dépôts de césium ont été importants.



La constatation d'un rapport assez constant entre les activités d'iode 131 et de césium 137 mesurées après le 30 avril 1986 dans l'environnement permet de penser que cette relation pluie-dépôt est également applicable pour l'iode 131 (Renaud & Métivier, 2000).

En absence de pluie, les dépôts radioactifs ont été faibles, de l'ordre de 5 000 à 10 000 Bq.m<sup>-2</sup> d'iode 131. Avec les incertitudes associées, la relation présentée sur la figure 2 est valide et applicable jusqu'à des hauteurs de pluie de l'ordre de 60 mm (surface grisée). Des hauteurs supérieures, atteignant 100 mm, ont été mesurées en Corse. L'étude faite par l'IPSN à partir des résultats des mesures de césium 137 dans les échantillons de sol de Corse prélevés en 2001 laisse à penser que cette relation est probablement vérifiée sur l'île pour des hauteurs de précipitations supérieures (surface hachurée de la figure) (Pourcelot *et al*, 2002).

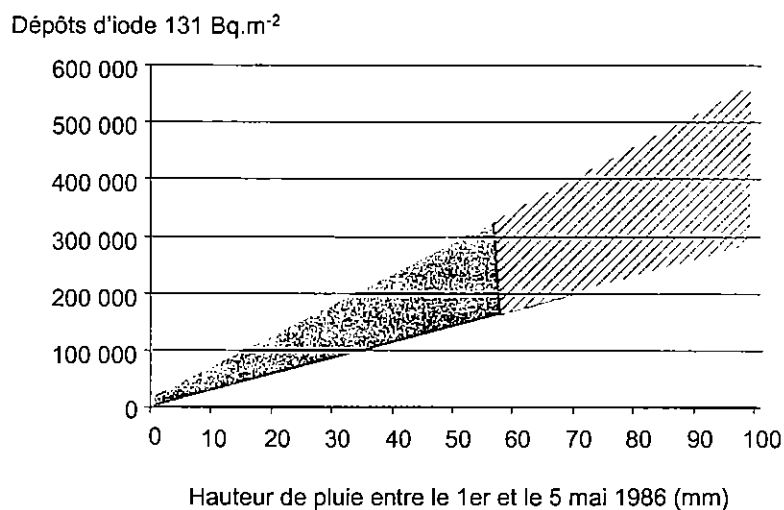


Figure 2 : Relation théorique entre les dépôts d'iode 131 et les hauteurs de pluies au cours de la première semaine de mai 1986

Cette relation appliquée aux hauteurs de pluie mesurées par Météo-France entre le 1<sup>er</sup> et le 5 mai 1986 a permis d'établir une carte théorique des dépôts d'iode 131 (Figure 3). Une limite importante quant à la validité de cette cartographie est liée à la couverture des mesures effectuées par Météo-France et au caractère sporadique des précipitations : certains endroits ont pu recevoir des précipitations plus (ou moins) importantes sans qu'aucune station de Météo-France n'ait pu en témoigner.

Compte tenu de ces remarques, cette carte (figure 3) fait apparaître trois grandes zones : la zone A sur laquelle les dépôts d'iode 131 ont été plus faibles ou du même ordre de grandeur que le dépôt moyen départemental sur les surfaces agricoles de l'est de la France continentale (Renaud *et al*, 1999), la zone B sur laquelle les dépôts ont pu être jusqu'à 3 fois supérieurs à ce dépôt moyen, et la zone C qui figure parmi les plus touchées de l'est de la France.

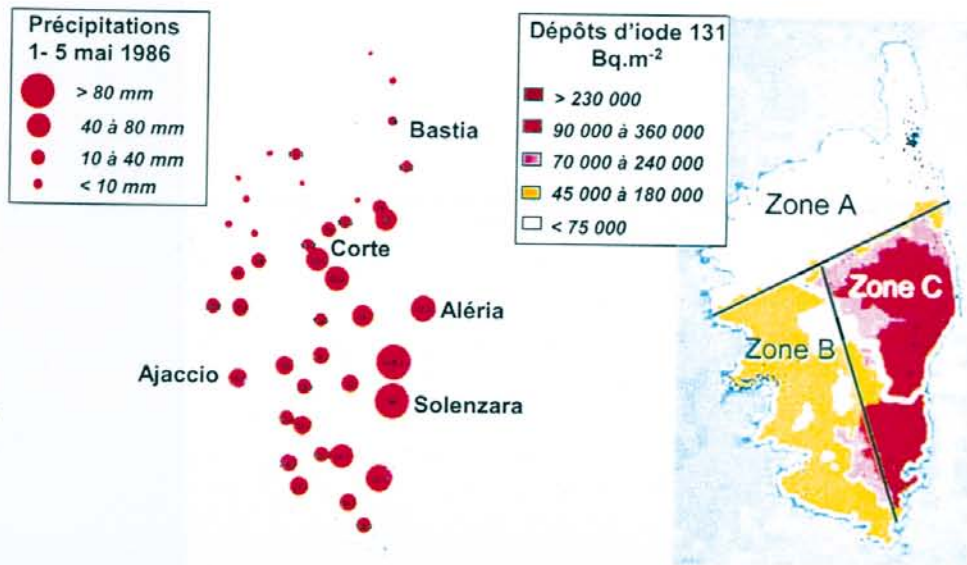


Figure 3 : Répartition des stations de Météo-France en Corse, hauteurs de pluies enregistrées entre le 1<sup>er</sup> et le 5 mai 1986 et carte des dépôts théoriques d'iode 131 sur l'île.

## 5 Interprétation des mesures disponibles dans la chaîne alimentaire

Parmi les mesures effectuées par les différents organismes, certaines sont utilisables pour rendre compte des niveaux de dépôt et de contamination de la chaîne alimentaire ou pour vérifier la cohérence globale des mesures entre elles. C'est le cas des mesures d'iode 131 et de césium 137 effectuées par le SCPRI sur des échantillons de lait de vache prélevés dans la région d'Ajaccio et de Propriano. C'est le cas des mesures effectuées par le SCPRI et l'IPSN sur des échantillons de lait de chèvre et de fromages fournis par le Dr Fauconnier et prélevés dans les environs de Vallica. C'est également le cas des mesures de césium 137 effectuées par le SCPRI et la CRII-Rad dans des échantillons de sol, ainsi que de certaines mesures de césium 137 dans des échantillons de légumes, d'orge et de maïs prélevés dans la région d'Aléria. Les autres, comme les mesures faites sur des fromages ou des foins, sont indicatives des niveaux d'activité atteints mais sont plus difficilement utilisables pour ce type d'expertise.

Le modèle ASTRAL développé par l'IPSN permet d'établir la relation entre un dépôt radioactif et l'évolution de la contamination des produits agricoles et d'élevage qui en résulte (Renaud *et al*, 1996). Il a déjà été utilisé pour établir les dépôts moyens départementaux consécutifs à l'accident de Tchernobyl à partir des mesures d'activités effectuées par l'OPRI et la DGCCRF dans le lait de vache et les légumes-feuilles (salades, épinards..) produits en France en 1986 (Renaud *et al*, 1999).

Le logiciel ASTRAL permet également de vérifier la cohérence des activités mesurées dans les différents échantillons de la chaîne alimentaire prélevés en Corse en 1986. Ces mesures sont alors comparées avec les estimations obtenues à partir de la carte des dépôts de mai 1986 (figure 3).

### 5.1 Interprétation des mesures d'iode 131

La figure 4 montre que les activités d'iode 131 mesurées dans les 5 échantillons de lait de chèvre prélevés en Balagne sont cohérentes entre elles et témoignent d'un dépôt d'iode 131 de l'ordre de 30 000 à 70 000 Bq.m<sup>-2</sup>. Cette gamme de valeurs estimée par le modèle ASTRAL n'est qu'indicative car très dépendante de la nature et de la quantité de fourrages produits localement entrant dans l'alimentation des animaux. Elle est cependant cohérente avec des dépôts estimés sur la Balagne à moins de 75 000 Bq.m<sup>-2</sup> (figure 3).

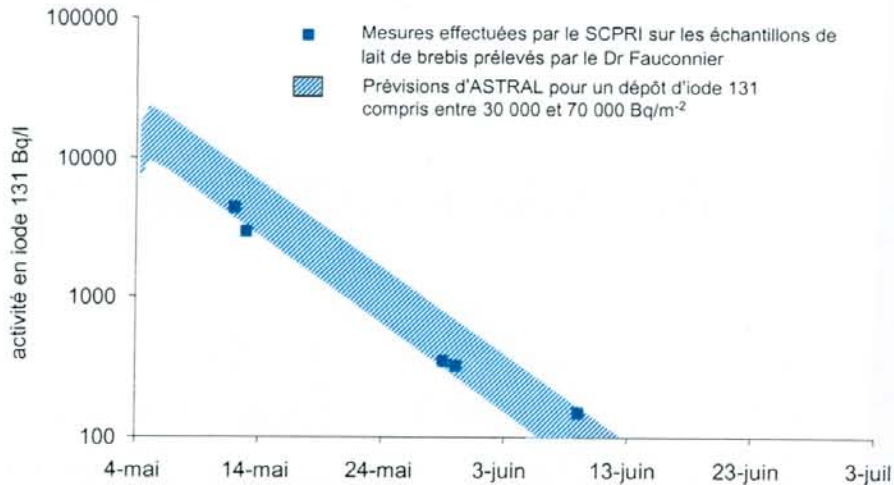


Figure 4 : Evolution des activités en iode 131 mesurées dans des échantillons de lait de brebis de Balagne et dépôt théorique correspondant estimé avec le modèle ASTRAL

Les activités mesurées dans les échantillons de lait de vache prélevés dans la région d'Ajaccio et de Propriano, sont inférieures à celles que l'on aurait pu attendre de vaches nourries d'affouragements verts locaux. Des précipitations et donc des dépôts très variables dans cette région (22 mm à 34 mm) ont sans doute conduit à une contamination très variable des fourrages donnés aux bovins.

Les autres mesures d'iode 131 concernent des fromages ou des foin. Ces mesures sont plus difficiles à interpréter sans informations complémentaires. Dans le cas d'un fromage, il est notamment nécessaire de faire des hypothèses sur le procédé et le délai de fabrication. Toutefois, l'activité de 7 Bq.kg<sup>-1</sup> mesurée début juillet 1986 par l'IPSN dans un échantillon de fromage de brebis provenant de Balagne, semble assez cohérente avec une activité initiale du lait de l'ordre de 15 000 Bq.l<sup>-1</sup> conforme aux activités mesurées dans le lait de Balagne (cf Figure 4).

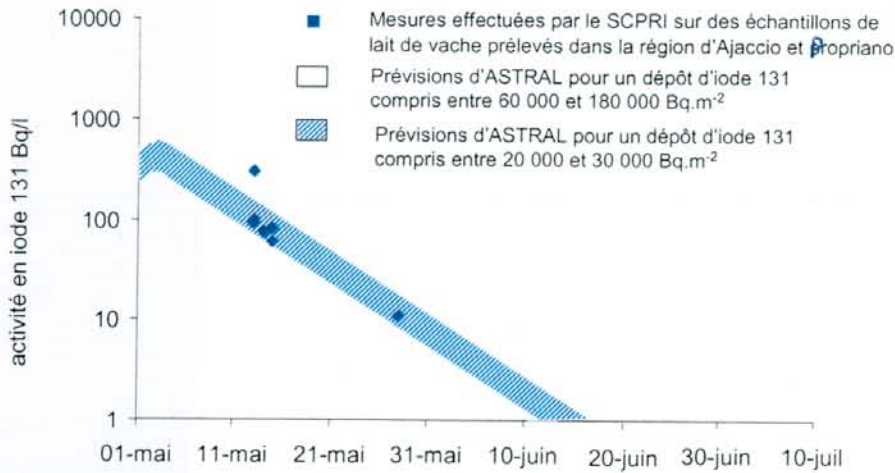


Figure 5 : Evolution des activités en iode 131 mesurées dans des échantillons de lait de vache de la région d'Ajaccio et de Propriano et dépôt théorique correspondant estimé avec le modèle ASTRAL

## 5.2 Interprétation des mesures de césium 137

Bien que la contribution du césium 137 soit négligeable dans l'atteinte de la thyroïde par rapport à l'iode 131, l'interprétation des activités de ce radionucléide est intéressante à plusieurs titres. Lorsqu'elle concerne un échantillon ayant également fait l'objet d'une mesure d'iode 131, la mesure du césium 137 permet de recouper celle d'iode 131 par l'examen du rapport des activités iode131/césium137. Après l'accident de Tchernobyl, il s'est déposé en moyenne dans tout l'est de la France 5 à 10 fois plus d'iode 131 que de césium 137. Compte tenu des fluctuations et des incertitudes, le rapport de ces activités ramenées au moment des dépôts doit être compris entre 3 et 12. Tout rapport d'activités initiales hors de cette gamme peut conduire à émettre des réserves sur la qualité de la mesure (Renaud *et al*, 2000). Par ailleurs, de nombreuses mesures de césium 137 ont été faites après la disparition de l'iode 131. Lorsqu'elles sont jugées cohérentes, ces mesures, même tardives, peuvent témoigner de l'atteinte initiale de l'environnement après les dépôts et permettent de reconstituer les activités d'iode 131.

Les activités de césium 137 mesurées dans les échantillons de lait de brebis provenant de Balagne et de lait de vache de la région d'Ajaccio sont cohérentes avec celles d'iode 131. Celles de Balagne pourraient témoigner de dépôts de l'ordre de 10 000 Bq.m<sup>-2</sup> de césium 137. Celles de la région d'Ajaccio sont, à l'instar des mesures d'iode 131, inférieures à celles attendues (cf chapitre 3.1).

Dans les mois suivants, les mesures de césium faites par le SCPRI sur le lait de vache de la région d'Ajaccio permettent de suivre l'évolution des activités en distinguant plusieurs phases probablement liées à l'alimentation des animaux. La première phase de diminution rapide de l'activité de césium ([1] sur la figure 6) est similaire à celle observée partout en France à la suite de l'accident de Tchernobyl (Renaud *et al*, 1997). Elle résulte des effets conjugués de la diminution de l'activité des herbages consommés verts et du métabolisme de l'animal. L'augmentation de l'activité observable ensuite ([2] sur la figure 6) traduit une modification de l'alimentation qui pourrait correspondre par exemple à l'utilisation de fourrages plus contaminés donnés en complément. Sur le continent, dans les régions

laitières, une augmentation similaire a été observée en début de stabulation (début d'hiver) lorsque des foins de printemps, dont l'activité en césium n'avait pas diminué depuis, ont été donnés aux animaux. Enfin, la diminution progressive des activités de césium 137 mesurées ([3] sur la figure 6) témoigne de l'épuration générale de l'environnement initialement soumis aux retombées directes. Cette diminution est comparable à celle observée dans le sud-est de la France.

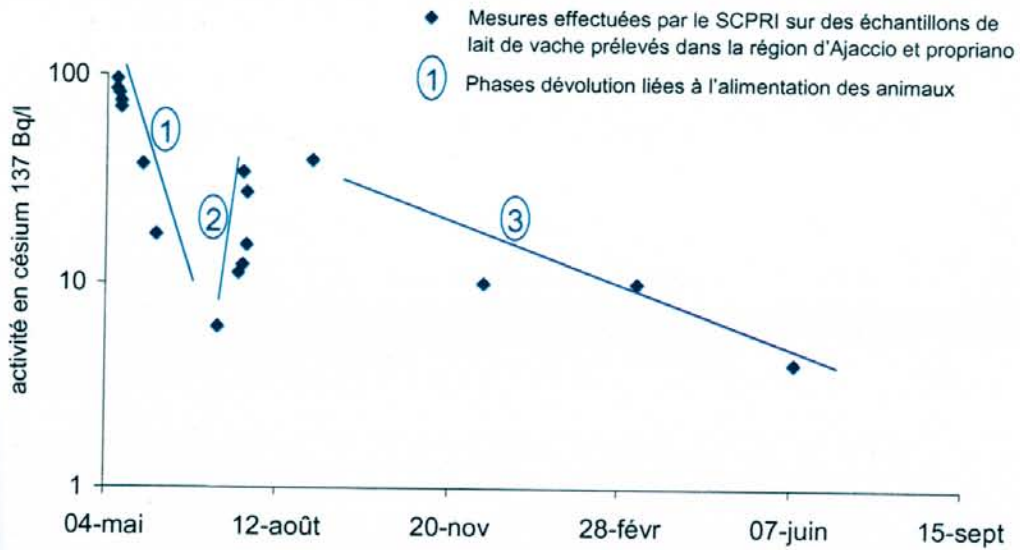


Figure 6 : Evolution de l'activité en césium 137 du lait de vache prélevé dans la région d'Ajaccio par le SCPRI au cours des mois suivant les dépôts radioactifs

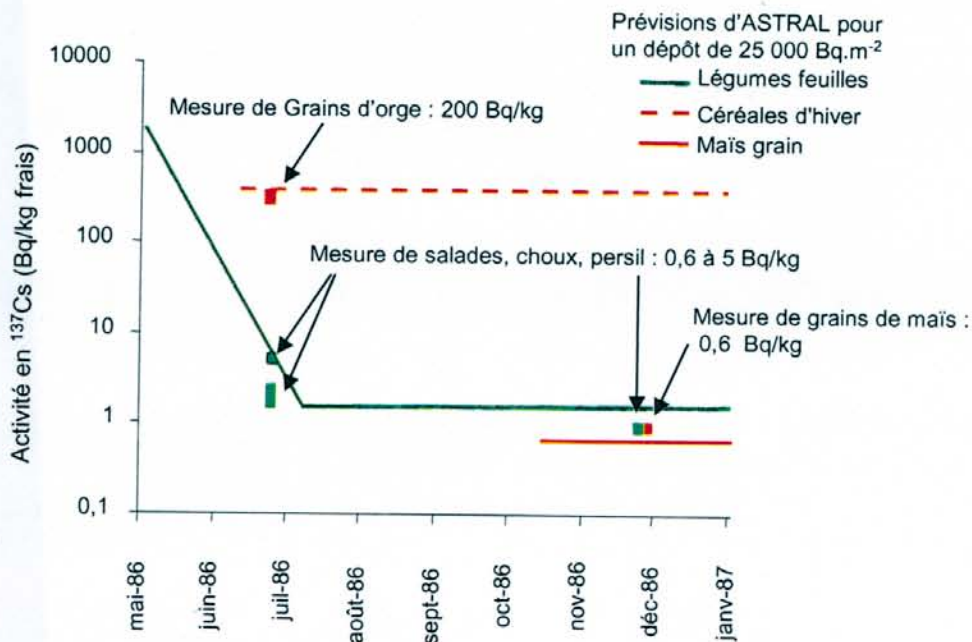


Figure 7 : Interprétation au moyen d'ASTRAL des mesures de césium 137 faites par l'IPSN sur des échantillons prélevés en juin et en novembre 1986 près d'Aléria.

L'utilisation du logiciel ASTRAL montre que les mesures effectuées par l'IPSN sur des échantillons de salade, de chou, de persil, d'orge et de maïs prélevés fin juin 1986 près d'Aléria (Domaine de Casabianda) sont cohérentes entre elles et témoignent d'un dépôt initial de césium 137 de l'ordre de 25 000 Bq.m<sup>-2</sup>. Cette valeur de dépôt ainsi reconstituée est cohérente avec le dépôt théorique de césium évalué entre 23 000 et 34 000 Bq.m<sup>-2</sup> à partir de la hauteur de pluies mesurée en mai 1986 par Météo-France. Deux échantillons de sol ont également été prélevés dans la région. L'un, prélevé à Ghisonaccia-Gare et mesuré par la CRII-Rad, présente une activité de 32 000 Bq.m<sup>-2</sup>. Cette mesure confirme les estimations précédentes. Le second échantillon prélevé à Casabianda et mesuré par l'IPSN présente une activité de 16 000 Bq.m<sup>-2</sup>. Cette valeur plus faible peut résulter d'un lessivage du sol littoral très sableux, au moment des dépôts.

Cet ensemble cohérent de mesures effectuées dans la région d'Aléria-Ghisonaccia permet d'évaluer l'activité d'iode 131 déposée dans cette région entre 100 000 et 350 000 Bq.m<sup>-2</sup>, ce qui constitue un élément de validation de la carte des dépôts établie sur la base des précipitations (cf figure 3).

## 6 Contamination de la chaîne alimentaire des régions les plus touchées

Dans la région de Solenzara, les précipitations durant la première semaine de mai 1986 ont dépassé 100 mm. Il s'agit des valeurs les plus élevées enregistrées sur le territoire français. Sur cette zone, les dépôts radioactifs ont pu théoriquement dépasser 35 000 Bq.m<sup>-2</sup> de césium 137 et 400 000 Bq.m<sup>-2</sup> d'iode 131. Les analyses effectuées par l'IPSN en 2001 montrent que les activités en césium 137 des sols de cette région figurent effectivement parmi les élevées de Corse 15 ans après les dépôts (Pourcelot *et al*, 2002).

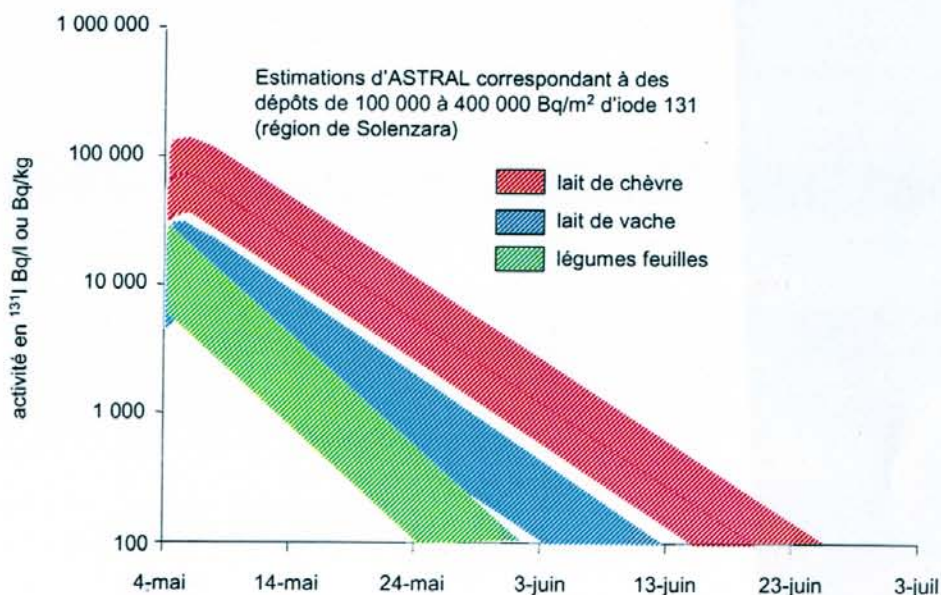


Figure 8 : Activités théoriques en iode 131 du lait de chèvre, du lait de vache et des légumes feuilles produits dans la région de Solenzara de mai à juillet 1986

La cohérence constatée entre la carte des dépôts théorique établie sur la base des précipitations (figure 3) et les mesures effectuées dans la chaîne alimentaire en Balagne, dans la région d'Ajaccio-Propriano et dans celle d'Aléria, soutient les évaluations des activités en iode 131 des productions laitières et légumières présentées dans la figure 8.

En dehors de cette zone, il est possible que de fortes précipitations locales se soient produites sans qu'une station de Météo-France ait pu les détecter, notamment sur certains cols et autres sites d'altitude dont les sols sont encore aujourd'hui très marqués par le césium 137 (Pourcelot *et al*, 2002).

## 7 Evaluations dosimétriques

### 7.1 Rappel des évaluations de doses moyennes à la thyroïde des enfants de l'Est de la France

Les évaluations les plus récentes des doses moyennes à la thyroïde, reçues par les enfants français, ont été faites par l'IPSN en 1997 et en 2000 et sont présentées dans le tableau 1.

En 1997, l'IPSN avait considéré le cas d'un enfant de 5 ans résidant dans l'Est de la France et dont toute la consommation de produits lactés aurait été constituée de produits frais, sans délai de consommation, soit l'équivalent de 340 cl de lait frais par jour. Cette simplification pénalisante avait pour objectif de fournir une valeur pessimiste de la dose moyenne reçue par la majorité des enfants résidants dans le tiers Est du pays. Par ailleurs toutes les denrées consommées étaient supposées provenir de l'Est de la France. La dose moyenne à la thyroïde ainsi évaluée était inférieure à  $11 \pm 5$  mSv (Renaud *et al*, 1999).

En 2000, une évaluation plus fine des doses moyennes dans l'Est de la France a été effectuée en se fondant sur une étude plus approfondie des habitudes alimentaires d'enfants de 3 mois, 1 an, 5 et 10 ans (Vidal & Renaud, 2000). Une annexe précise les hypothèses de consommation et d'origine des aliments retenues pour cette étude. La majeure partie des denrées consommées est toujours supposée provenir de l'Est de la France (plus de 80% du lait et de 70 % des légumes), le complément étant originaire des autres régions moins touchées de France. L'adoption de ces hypothèses plus réalistes a conduit l'IPSN à diminuer l'estimation de la dose moyenne à la thyroïde pour l'enfant de 5 an :  $6 \pm 2$  mSv au lieu de  $11 \pm 5$  mSv. Dans cette approche, les enfants de 1 an (en 1986) ont été les plus exposés avec une dose à la thyroïde atteignant  $10 \pm 3$  mSv.

De manière générale, lorsque l'on considère un régime alimentaire standard similaire à celui proposé en annexe, les enfants de 1 an constituent la population la plus exposée. Les nourrissons de quelques mois sont moins exposés car ils ne consomment pas ou peu de denrées autres que le lait maternel ou du lait conditionné adapté.

Une partie de cette étude a par ailleurs consisté à déterminer les habitudes alimentaires susceptibles de conduire à des doses supérieures à la valeur moyenne ainsi déterminée. Les doses à la thyroïde

dépendent surtout de l'origine et de la nature des produits lactés consommés en liaison avec les délais de consommation. Plus les produits laitiers sont consommés frais, moins l'iode 131 a décliné avant la consommation, plus les doses sont élevées. Ainsi, un enfant de 1 an qui consommerait exclusivement du lait cru ou pasteurisé aurait reçu une dose à la thyroïde 2 fois supérieure à celle d'un enfant nourri avec du lait UHT. Bien que ne correspondant pas à une pratique courante, la dose résultant d'une consommation exclusive de lait de chèvre frais a été calculée à titre indicatif ; elle aurait entraîné des doses à la thyroïde pouvant atteindre 200 mSv.

Tableau 1 : Doses moyennes à la thyroïde des enfants de l'Est de la France en 1986

Doses moyennes en mSv				
3 mois	1 an	5 ans	5 ans*	10 ans
1,9 ± 0,6	9,8 ± 3,2	5,9 ± 1,9	11 ± 5	3,0 ± 0,9

\*Estimation de 1997

Outre l'ingestion de denrées, l'inhalation d'iode 131 a également été prise en compte dans les évaluations dosimétriques ; elle conduit à moins de 10 % des valeurs présentées dans le tableau 1.

### ***7.2 Validation des rations alimentaires par des mesures faites sur des personnes en 1986***

Les estimations dosimétriques reposent d'une part sur les évaluations de la contamination des denrées consommées et d'autre part sur les hypothèses de régimes alimentaires.

En 1998, les estimations de doses moyennes dues à l'ingestion de césium 137 avaient pu être validées par des mesures de charges corporelles ou des analyses d'urines faites en 1986 et 1987 sur des milliers de personnes réparties sur toute la France. En effet, dans le cadre de leur suivi médical, les personnes travaillant sur les sites nucléaires d'Electricité de France, du Commissariat à l'Energie Atomique et de la COmpagnie GENérale des MATières nucléaires font l'objet de mesures régulières de l'activité en radionucléides de leur organisme ou de leurs urines. La confrontation de ces mesures avec les estimations des doses moyennes a permis de vérifier à la fois les estimations de contamination de la chaîne alimentaire en césium 137 et aussi les hypothèses sur les quantités de denrées consommées. En particulier, très peu de mesures de charge corporelle en césium 137 ont dépassé les valeurs correspondant aux évaluations dosimétriques faites avec le modèle ASTRAL. Beaucoup moins nombreuses, les mesures de charge thyroïdiennes en iode 131 n'ont pas permis une telle comparaison mesures/estimations. Néanmoins, la validation du régime alimentaire obtenue à partir des mesures de césium 137 vaut dans une certaine mesure pour les estimations de doses à la thyroïde.



### **7.3 Doses à la thyroïde des enfants présents en Corse entre mai et juillet 1986 <sup>1</sup>.**

#### **7.3.1 Cas des enfants ayant eu une alimentation proche du régime alimentaire standard**

Il est probable qu'une grande partie des enfants résidant en Corse après l'accident de Tchernobyl a reçu des doses proches des estimations moyennes faites pour les enfants de l'Est de la France et présentées précédemment.

C'est en particulier le cas de tous les enfants n'ayant pas consommé de produits frais : légumes, lait et fromages, provenant des régions les plus touchées de l'île (zones C de la figure 3) ou n'ayant pas d'habitudes alimentaires particulières vis-à-vis de produits sensibles comme le lait et les fromages de chèvre par exemple. Ainsi, un enfant résidant en Corse qui aurait consommé exclusivement des légumes, du lait et des fromages (de vache) en provenance du nord de la Corse (zone A) suivant un régime alimentaire standard (Annexe 1), a reçu une dose inférieure à 10 mSv. Cette valeur est égale à la dose moyenne estimée pour les enfants résidant dans le tiers Est de la France.

Dans le cas où l'enfant aurait consommé des produits frais provenant de régions où les dépôts radioactifs ont été plus importants (zone B et C), et suivant un régime standard, les doses à la thyroïde seraient plus élevées, de l'ordre de quelques dizaines de mSv. Ainsi, si l'on se réfère toujours à une alimentation standard, en excluant notamment le lait et les fromages de chèvre, la dose à la thyroïde des enfants ayant régulièrement mangé des produits frais originaires de la région de Solenzara (zone C) entre mai et juillet 1986, a pu atteindre 50 mSv.

#### **7.3.2 Cas des enfants ayant consommé du lait et des fromages de chèvre frais**

Comme indiqué précédemment, le lait et les fromages sont les denrées qui présentaient les plus fortes teneurs en iode 131. Il en résulte que leur consommation, immédiatement après les dépôts, a conduit à augmenter les doses à la thyroïde ; il fallait cependant une consommation importante et régulière de ces produits pour que cette augmentation soit significative.

A la suite des mesures d'iode 131 effectuées par l'IPSN dans du lait et des fromages de chèvre provenant de la région de Vallica en Balagne, la charge thyroïdienne en iode 131 d'un enfant de 13 ans (en 1986) qui mangeait régulièrement de ces produits, a été mesurée. Une activité de 45 Bq d'iode 131 a ainsi été mesurée le 5 juillet 1986 dans la thyroïde de l'enfant. En faisant l'hypothèse que cette activité résultait d'une consommation continue et régulière de produits locaux incluant du lait et du fromage de chèvre, et ceci depuis début mai 1986, on peut estimer que l'activité totale d'iode 131 ingérée par cet enfant a été de l'ordre de  $18500 \pm 8500$  Bq, ce qui correspond à une dose à la thyroïde de  $18,5 \pm 8,5$  mSv<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Les calculs qui sous-tendent les résultats présentés dans ce chapitre sont fournis en annexe. Si l'enfant a arrêté de consommer ces produits avant la fin du moins de mai 1986, suivant ainsi les conseils de son médecin qui a demandé la mesure de la charge thyroïdienne, l'activité totale ingérée et donc la dose résultante ont pu être jusqu'à trois fois plus élevées.

Il est important de noter que l'activité mesurée dans la thyroïde de ce garçon est tout à fait cohérente avec les mesures faites dans le lait et le fromage, par exemple pour une consommation quotidienne de 25 cl de lait de chèvre frais par jour ou de 50 g de fromage de chèvre et 200 g de légumes-feuilles frais par jour. La dose qui en résulte est donc elle-même cohérente avec les mesures dans la chaîne alimentaire et les estimations de dépôts faites pour la région de Vallica où résidait le garçon. De plus, la charge corporelle de 770 Bq de césium 137 mesurée chez ce jeune garçon est également cohérente avec sa charge thyroïdienne en iode 131, ainsi qu'avec les activités de césium 137 mesurées dans le lait et le fromage. Cette charge corporelle est du même ordre de grandeur que celles qui ont pu être mesurées dans les populations des départements de l'Est et du Sud de la France continentale.

Cette dose est supérieure à la dose maximale calculée pour un enfant ayant mangé des produits de cette région (zone A) sans consommer de lait ou de fromage de chèvre. Elle résulte d'une pratique alimentaire qui, bien que particulière, peut être considérée comme répandue dans les villages de montagne. Si l'on suppose que des enfants ont pu manger les mêmes quantités de ces produits mais originaires des zones les plus touchées par les dépôts radioactifs, notamment de la région de Solenzara (zone C), les doses à la thyroïde de ces enfants ont pu dépasser 50 mSv et atteindre 150 mSv. Il est évidemment impossible de fournir une meilleure estimation sans une enquête approfondie sur les habitudes alimentaires d'une telle population au printemps 1986.

De plus fortes consommations de lait et de fromage de chèvre sont théoriquement possibles ; les doses à la thyroïde seraient alors augmentées proportionnellement aux quantités ingérées.

## **8 CONCLUSION**

De nombreuses mesures ont été faites en France dans les mois suivant l'accident de Tchernobyl. Pourtant, lorsque l'on s'intéresse spécifiquement à un ou deux départements, leur nombre devient faible. C'est le cas des deux départements corses malgré un suivi régulier de l'activité du lait de vache effectué par le SCPRI, les mesures particulières faites par l'IPSN et celles de différents autres organismes.

Bien que se référant à un nombre limité de résultats, l'analyse de ces mesures permet d'estimer de façon sensiblement cohérente la contamination de la chaîne alimentaire en différents lieux de Corse représentatifs de la variabilité des dépôts radioactifs qui se sont produits en mai 1986 : la Balagne (zone A), les environs d'Ajaccio (zone B) et ceux de Solenzara (zone C). Ainsi, les mesures d'iode 131 et de césium 137 dans des échantillons de lait et de fromage de chèvre prélevés en Balagne sont cohérentes entre elles et le sont également avec les estimations des dépôts faites par l'IPSN. Il en est de même des mesures effectuées par l'OPRI sur le lait de vache de la région d'Ajaccio, ainsi que des mesures effectuées par l'IPSN sur des légumes, du maïs et de l'orge provenant de la région de Solenzara.

Cet ensemble de mesures et la modélisation associée confirment que les départements corses font partie des départements les plus touchés par les retombées de l'accident de Tchernobyl. C'est notamment le cas de la plaine orientale de l'île où les dépôts d'iode 131 ont pu excéder 400 000 Bq.m<sup>-2</sup> et où les activités en iode du lait de chèvre et des légumes feuilles ont pu atteindre respectivement 100 000 Bq.l<sup>-1</sup> et 20 000 Bq.kg<sup>-1</sup>.

La mesure début juillet 1986 de la charge thyroïdienne d'un jeune garçon de 13 ans (en 1986) résidant dans la partie la moins touchée de l'île vérifie encore la cohérence entre mesures et estimations des transferts dans la chaîne alimentaire. Cette mesure d'activité thyroïdienne correspond bien à une consommation modérée mais régulière de produits locaux parmi lesquels du lait ou du fromage de chèvre, produits ayant également fait l'objet de mesures. Elle fournit également un élément de validation des évaluations dosimétriques.

Pour une majorité des enfants présents en Corse entre mai et juillet 1986, les doses à la thyroïde n'ont pas dû dépasser de manière importante la dose moyenne des enfants de l'Est de la France, soit 10 mSv. Seule la consommation de produits frais provenant des zones les plus touchées, ou la consommation de lait et de fromage de chèvre ont pu conduire à des doses significativement plus élevées. Ainsi, la dose à la thyroïde du jeune garçon de Balagne a été de l'ordre de  $18,5 \pm 8,5$  mSv. Bien que plus élevée en raison de la consommation de fromage de chèvre, cette dose reste cohérente avec son lieu de résidence, la Balagne, qui fait partie des endroits de Corse où les retombées de l'accident de Tchernobyl ont été les plus faibles. Si l'on suppose que des enfants ont pu manger les mêmes quantités de ces produits mais originaires des zones les plus touchées par les dépôts radioactifs, notamment de la région de Solenzara (zone C), les doses à la thyroïde de ces enfants ont pu dépasser 50 mSv et atteindre 150 mSv. Il est impossible de fournir une meilleure estimation sans une enquête approfondie sur les habitudes alimentaires d'une telle population au printemps 1986.

## 9 ANNEXE : ELEMENTS DE CALCUL DES EVALUATIONS DOSIMETRIQUES

Les évolutions jour par jour des activités massiques des denrées consommées ont été évaluées par le logiciel ASTRAL sur la base des estimations des dépôts et des mesures d'activités effectuées en 1986. Le modèle a été utilisé dans les mêmes conditions de paramétrage que celles qui ont permis les évaluations des doses moyennes en France (Renaud *et al*, 1999). La contribution du dépôt par temps sec au dépôt total, données d'entrée du modèle a cependant été fixée entre 5 % et 10%, contre 20 % lors des estimations de moyennes. Ceci se justifie par les précipitations plus importantes qui ont arrosé certaines régions de Corse, conduisant à des dépôts pluvieux souvent 20 fois supérieurs aux dépôts secs que l'on peut estimer entre 1000 et 1500 Bq.m<sup>-2</sup>.

Le régime alimentaire standard, présenté dans le tableau 1, a été déterminé dans le cadre de l'estimation des doses à la thyroïde moyennes reçues par les enfants en France (Vidal & Renaud, 2000) (étude qui a servi de base à l'évaluation des conséquences sanitaire de l'accident de Tchernobyl à l'échelle de la France entière : Verger *et al*, 2000). Il en est de même des délais de consommation, et de la contribution des différents types de lait. Les adaptations pour la présente étude concernent les lieux de production de certaines denrées. Pour l'évaluation des doses moyennes dans l'Est de la France, les denrées étaient supposées provenir en majeure partie de l'Est de la France, avec une contribution de l'ordre de 20 % à 30 % des zones moins touchées situées plus à l'ouest. Dans la présente étude, certaines denrées sont supposées provenir de l'une ou l'autre des trois zones différenciées par l'importance des dépôts radioactifs (zones A, B et C de la figure 3). Il s'agit des légumes (feuilles, fruits et racines) et du lait de chèvre lorsque sa consommation est envisagée. La provenance des autres denrées est répartie comme dans l'étude relative aux doses moyennes (Vidal & Renaud, 2000).

Les doses à la thyroïde ont alors été calculées pour les enfants de 3 mois, 1, 5 et 10 ans en utilisant les facteurs de doses présentés dans le tableau 2 retenus par la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR, 1996) et déjà utilisés pour les évaluations de doses moyennes dans l'Est de la France. Le tableau 3 fournit comme exemple les doses à la thyroïde calculées pour des enfants ayant consommé des denrées provenant de zone A (dépôt d'iode 131 de 75000 Bq.m<sup>-2</sup> qui correspond à la valeur maximale estimées sur cette zone).

Tableau 1 : Régimes alimentaires « standards » utilisés pour les calculs de dose

Type d'aliment	3 mois	1 an	5 ans	5 ans*	10 ans
Légumes feuilles surgelés et conserves	0	0,00135	0,0015		0,00375
<b>Légumes feuilles frais</b>	<b>0</b>	<b>0,00765</b>	<b>0,0085</b>	<b>0,04</b>	<b>0,0213</b>
Légumes fruits surgelés et conserves	0	0,0165	0,009		0,015
<b>Légumes fruits frais</b>	<b>0</b>	<b>0,0935</b>	<b>0,051</b>	<b>0,14</b>	<b>0,085</b>
Légumes racines surgelés et conserves	0	0,0135	0,0075		0,0105
<b>Légumes racines frais</b>	<b>0</b>	<b>0,0765</b>	<b>0,0425</b>	<b>0,06</b>	<b>0,0595</b>
Céréales	0	0,05	0,18	0,1	0,3
<b>Lait</b>	<b>0**</b>	<b>0,2**</b>	<b>0,3**</b>	<b>0,34***</b>	<b>0,225**</b>
Lait concentré pour nourrisson	0,8*	0	0		0
Lait maternel	0,8*	0	0	0	0
Produits laitiers	0	0,17	0,175	0	0,15
Viande de bœuf et de veau	0	0,015	0,03	0,03	0,037
Autres viandes	0	0,007	0,04	0,04	0,08
Oeufs	0	0,008	0,02	0,01	0,03
Poisson	0	0,0008	0,002	0	0,01
Terre	0	0,00011	0,000026	0	0,0000063

\* Estimation de 1997

\*\* Origine du lait : UHT : 76 %, pasteurisé : 17 %, en poudre : 4,6 %, cru 2,2 %, de chèvre : 0,2 %

\*\*\* exclusivement du lait frais

Tableau 2 : Coefficients de doses à la thyroïde par ingestion d'iode 131 pour des enfants de différents âges

3 mois	1 an	5 ans	10 ans
$3,7 \cdot 10^{-6}$	$3,6 \cdot 10^{-6}$	$2,1 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$

Tableau 3 : Doses à la thyroïde des enfants ayant consommé des légumes feuilles provenant de la zone A (< 75000 Bq.m<sup>-2</sup> d'iode 131) entre mai et juillet 1986

3 mois	1 an	5 ans	10 ans
< 2	< 9*	< 9*	< 5

\*Dans le texte p19, une dose inférieure à 10 mSv est annoncée par arrondi

L'interprétation des charges, thyroïdienne en iode 131 et corporelle en césium 137, du jeune garçon de Balagne, mesurées le 5 juillet 1986 par l'IPSN, a été faite de la manière suivante.

L'évolution de la charge en radionucléide de l'organisme ou de la thyroïde d'une personne consommant des denrées dont l'activité décroît de manière exponentielle (cas du lait ou du fromage de chèvre par exemple) est décrite par l'équation différentielle suivante :

$$\frac{dR_i}{dt} = \alpha \cdot R_0 \cdot e^{-\lambda t} - \lambda_i \cdot R_i \quad 1$$

où :

$R_i$ :	<i>la charge thyroïdienne en iode 131</i>	Bq
$\alpha$ :	<i>la fraction de l'iode 131 qui parvient à la thyroïde</i>	sans dimension
$R_0$ :	<i>l'activité ingérée le premier jour</i>	Bq
$\lambda_i$	<i>la constante de décroissance effective de l'iode dans l'organe ou l'organisme</i>	$j^{-1}$
$\lambda$	<i>la constante de décroissance effective des denrées ingérées</i>	$j^{-1}$

Une solution analytique de l'équation 1 est fournie par l'équation 2

$$R_i(t) = \frac{\alpha \cdot R_0}{\lambda_i - \lambda} [e^{-\lambda \cdot t} - e^{-\lambda_i \cdot t}] \quad 2$$

L'activité totale ingérée  $Q_i(\Delta t)$  entre la date de la première ingestion et la date de mesure est alors :

$$Q_i(\Delta t) = \frac{R_0}{\lambda} [1 - e^{-\lambda \cdot \Delta t}] \quad 3$$

$Q_i(\Delta t)$  est directement proportionnelle à la dose reçue par l'utilisation du facteur de dose approprié ;

Dans le cas qui nous intéresse,  $Q_i(\Delta t)$  est égal à 45 Bq d'iode 131. Ces 45 Bq ont été mesurés le 5 juillet. Si l'on suppose que l'enfant a eu une consommation régulière, et que l'essentiel des dépôts s'est constitué le 4 mai 1986, on peut estimer  $\Delta t$  entre 58 et 61 jours (prise en compte du délai nécessaire pour atteindre l'activité maximale du lait après la première contamination de l'animal).

Le coefficient d'incorporation de l'iode dans la thyroïde recommandé par la CIPR est égal à 0,3. Il ne dépend pas de l'âge mais de l'incorporation quotidienne d'iode stable. Il correspond à une incorporation quotidienne de 150 microgrammes, 0,25 pour 200  $\mu\text{g}$  et 0,1 pour 600  $\mu\text{g}$ .

La période d'élimination de l'iode dans la thyroïde pour un enfant de 13 ans est de 75 jours (CIPR), ce qui porte la période effective de l'iode dans la thyroïde à 7,2 jours pour un enfant de 13 ans, soit  $\lambda_i = 0,096 j^{-1}$ .

Le logiciel ASTRAL propose une période d'élimination de l'iode 131 dans le lait de chèvre de 5,3 jours mais des mesures faites après l'accident de Tchernobyl montrent que cette période peut être plus courte (4,5 jours), soit :  $\lambda$  compris entre 0,131 et 0,154 j<sup>-1</sup>.

Avec ces paramètres et leurs incertitudes, l'équation (2) fournit une valeur de l'incorporation du premier jour comprise entre 1400 et 4100 Bq. L'équation (3) donne alors une valeur de l'activité totale incorporée comprise entre 10 000 et 27 000 Bq. A une incorporation totale moyenne de 18 500 ± 8500 Bq correspond alors une dose à la thyroïde de 18,5 ± 8,5 mSv en utilisant un coefficient de dose de 10<sup>-6</sup> Sv par Bq ingéré (cf tableau 2).

## 10 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Castronovo F. P. Iodine-131 Thyroid uptake results in travellers returning from Europe after the Chernobyl accident. *J Nucl Med* 28 : 535-541. 1987.

CRII-Rad : Conférence de Presse, avril 1997.

OPRI : Résultats des analyses sur des produits agro-alimentaires et de l'environnement prélevés en Corse en 2001. Phase 1 : prélèvements effectués dans la région de Belgodère, Phase 2 : Prélèvements effectués dans la région d'Ajaccio et de Bastia. Office de Protection contre les Rayonnements Ionisants, sous-direction de l'impact sanitaire. Juin- août 2001.

ORS Corse : Exposition supplémentaire de la région Corse aux rayonnements ionisants suite à l'accident de Tchernobyl, Observatoire Régional de la Santé. Ajaccio. Septembre 1986.

Pourcelot L., Renaud Ph., Métivier J. M., Louvat D. : Etude des retombées de l'accident de Tchernobyl en Corse : Estimation des dépôts de 1986 et état actuel de la contamination des sols. Rapport IPSN/DPRE/SERNAT 2002 à paraître.

Renaud Ph., Beaugelin K., Maubert H., Ledevic Ph. Les retombées en France de l'accident de Tchernobyl, conséquences radioécologiques et dosimétriques. Ed. de Physique. 1999.

Renaud Ph. & Métivier J. M. Caractérisation des zones de France métropolitaine ayant reçu les dépôts de 131I les plus importants à la suite de l'accident de Tchernobyl. Rapport IPSN/DPRE/SERNAT/ 2000-33

Renaud Ph., Métivier J. M., Morello M. Modélisation de la répartition spatiale des dépôts de 137Cs dans la basse vallée du Rhône. Rapport IPSN/DPRE/SERNAT/ 2001-17.

Renaud Ph., Descamps B., Pourcelot L., Louvat D. Synthèse des connaissances acquises par l'IPSN en Corse à la suite de l'accident de Tchernobyl. Rapport IPSN/DPRE/SERNAT/ 2001-18.

SCPRI : Bulletins mensuels de mesures du Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants, mai, juin, juillet, août et septembre 1986.

Verger P., Chérié-Challine L. Evaluation des conséquences sanitaires de l'accident de Tchernobyl en France : dispositif de surveillance épidémiologique, état des connaissances, évaluation des risques et perspectives. Rapport IPSN-InVS 2000-15.

Vidal M., Renaud Ph. Estimation des doses moyennes à la thyroïde reçues par les enfants en France en 1986 à la suite de l'accident de Tchernobyl, et analyse de sensibilité. Note technique IPSN/SEGR/SAER/ 2000-67. Novembre 2000.

