REJET ACCIDENTEL D'IODE- 131 I, A L'USINE UP-2 DU CENTRE DE LA HAGUE

2-3 octobre 1968

J. SCHEIDHAUER, G. CASSABOIS, R. GANDON*

(Manuscrit reçu le 19 septembre 1970)

RÉSUMÉ

Le 2 octobre 1968 s'est produit à l'Usine UP.2 du Centre de La Hague un rejet accidentel d'iode- 131 I. L'activité rejetée en une dizaine d'heures n'a pas excédé 5 curies dispersés dans environ 8 millions de mètres cubes d'air.

Les contrôles extérieurs, immédiatement mis en œuvre, n'ont permis de mettre en évidence aucune conséquence radiologique sur la production laitière de l'environnement. Cependant, dans le but de tirer le maximum d'enseignement de cet incident, un petit troupeau de vaches laitières, mis en pâture sur des prés très faiblement contaminés, a pu être identifié. Sa production a été suivie et les activités mesurées dans le lait ont été reliées à celles détectées sur les prélèvements d'herbe.

Par contre, les résultats obtenus sur l'herbe n'ont pu être associés d'une manière satisfaisante aux activités rejetées, les valeurs de dépôt étant inférieures d'un facteur 100 aux résultats prévus par le calcul et annoncés couramment dans la littérature. Aucun contrôle atmosphérique n'ayant pu être effectué au niveau des pâturages contaminés, cette lacune interdit de tirer des conclusions définitives sur la valeur de la vitesse de dépôt.

ABSTRACT

On October 2nd 1968, an accidental release of 131 iodine occurred at the UP2 plant of La Hague Center. The release spread over a period of about 10 hours was never superior to 5 curies scattered within roughly 8 millions cube meters of air.

Environmental controls were immediatly put into action and gave no evidence of radiological consequences on the surrounding milk production. However, in order to gather the greatest possible number of data from this incident, a small herd of milk cows, grazing on very slightly contaminated pastures was identified and its production was monitored for a certain time, the activities measured in the milk were related to those found on grass samplings.

On the contrary, results found on grass could not be satisfactorily associated with the released activities since deposited values were inferior by a factor 100 to those anticipated by calculation or currently predicted by litterature. Since no atmospheric control could be effected at the level of the contaminated pastures, this lack prevents to draw any definitive conclusions as to the deposition velocity.

* S.P.R. - Centre de La Hague, B.P. n° 209, 50-Cherbourg.

INTRODUCTION

L'Usine UP.2 constitue l'installation essentielle du Centre de La Hague. Cet ensemble a pour but l'extraction du plutonium par traitement par voie humide des combustibles irradiés dans les réacteurs de puissance de l'Electricité de France. L'Usine proprement dite comprend trois bâtiments :

- un bâtiment dit de Haute Activité qui abrite les installations de stockage des combustibles avant traitement, de dégainage, de dissolution et du premier cycle solvant (élimination des produits de fission);
- un bâtiment « Produits de Fission » qui assure la concentration et le stockage des produits de fission;
- un bâtiment dit de Moyenne Activité dont les installations terminent le procédé par la partition de l'uranium et du plutonium, purification de ces éléments et élaboration du plutonium métal ou oxyde.

En servitude radioactive, il existe également une Station de Traitement des Effluents et un atelier de décontamination du matériel.

Chaque bâtiment de l'Usine et la Station de Traitement des Effluents comportent deux circuits d'extraction d'air desservant respectivement les zones actives et peu actives sous les appellations de Haute Dépression et Moyenne Dépression. L'air extrait de l'ensemble Usine est rejeté par une cheminée de 100 mètres (diamètre 6,50 mètres). La vitesse d'éjection est d'environ 10 m/s et le débit moyen de 805 000 m³/h.

La Station de Traitement des Effluents rejette environ 70 000 m³/h par une cheminée s'élevant à environ 28 mètres. Dans tous les cas, l'air rejeté est filtré à travers des filtres incombustibles. A noter également qu'une partie des effluents gazeux de l'atelier pilote de traitement des combustibles au plutonium (AT.1) et du Laboratoire d'examen des combustibles irradiés est rejetée au niveau de la cheminée UP.2.

Pour la surveillance des rejets, l'équipement originel défini lors de la construction de l'usine prévoyait uniquement le contrôle des émissions au niveau de la cheminée UP.2.

Le débit important de la cheminée et son diamètre rendaient l'échantillonnage de l'air sortant assez difficile. D'autre part, il était intéressant de se rapprocher des sources d'émission et de chiffrer leurs importances relatives. Grâce à une récupération de matériel, plusieurs points de surveillance ont été équipés en dehors de la cheminée.

Une station type de contrôle des effluents gazeux a été définie. Elle comprend :

- un dispositif de contrôle de la radioactivité des poussières, soit en prélèvement et mesure continus (E.A.R.), soit par prélèvement continu et mesure discontinue (filtre fixe);
- un dispositif de piégeage de l'iode en continu exploité par mesure discontinue;
- un dispositif de mesure continue de l'activité des gaz constitué par une chambre différentielle à circulation (volume 22 litres);
- des dispositifs de mesure de débit.

Cet ensemble peut être complété par des contrôleurs en continu d'iode-131 et, éventuellement, des pièges à vapeur d'eau pour piégeage de l'eau tritiée. Il peut également être allégé en fonction de l'installation contrôlée. Les points de surveillance (fig. 1 et 2) sont ainsi équipés :

- Station cheminée UP.2
 - Piège à iode
 - Contrôleur continu d'iode
 - Filtre à poussières fixe
 - Chambre d'ionisation.
- Station Bâtiment Produits de Fission
 - Piège à iode
 - Filtre à poussières fixe
 - Chambre d'ionisation.
- Station Bâtiment Moyenne Activité
 - Filtre à poussière fixe
 - Piège à iode (reprise des effluents AT.1)
 - Chambre d'ionisation (AT.1).
- Station Bâtiment Haute Activité
 - Piège à iode
 - Contrôleur continu d'iode (mis en place depuis l'incident)
 - Filtre à poussières fixe
 - Enregistreurs d'aérosols radioactifs
 - Chambre d'ionisation.
- Station Bâtiment Traitement des Effluents
 - Piège à iode
 - Filtre à poussières fixe
 - Enregistreur d'aérosols radioactifs.
- Station Bâtiment Décontamination
 - Enregistreur d'aérosols radioactifs
- Station Bâtiment AT.1
 - Piège à iode
 - Enregistreur d'aérosols radioactifs.

L'ensemble de ces dispositifs permet une ventilation et un recouplement satisfaisant des activités rejetées.

Le contrôle des rejets est complété par la surveillance de l'environnement. Cette surveillance consiste en prélèvement continu et mesure continue ou discontinue de la radioactivité de l'air. Trois stations fixes abritent un appareillage classique. La station principale des Hauts Marais, située dans l'extension Est du Centre, joue également le rôle de station climatologique. Ces stations ont l'équipement de base suivant :

- un dispositif de collection continue et, éventuellement, de mesure continue des poussières;
- un dispositif de piégeage de l'iode;
- un dispositif de mesure d'activité des gaz (chambre d'ionisation);
- un collecteur de précipitations.

En liaison avec cette surveillance, est organisée la surveillance de la production laitière. Le plan de prélèvement a deux objectifs. Tout d'abord, disposer en permanence d'une information sur le « bruit de fond » de la production laitière de La Hague, permettant de détecter des évolutions et contribuant, en même temps, à la surveillance de la chaîne alimentaire du territoire national. Pour atteindre ce but, des prélèvements moyens correspondant à des zones de ramassage sont effectués au niveau de la laiterie centralisatrice. D'autre part, il est nécessaire, dans l'hypothèse d'un incident ou pour l'étude particulière d'une émission d'iode, de définir, a priori, des zones de collection d'herbage et de prélèvement de lait des vaches pâturent sur ces zones. Ces prélèvements « au pis de la vache » sont préparés par l'identification de producteur disposant d'herbages regroupés dans une seule zone, en général autour de la ferme. Ces collections d'échantillons ne font l'objet que de contrôles épisodiques et motivés.

I. DÉTECTION DE L'INCIDENT ET MESURES IMMÉDIATES

1) DÉTECTION

La campagne 68/3 a débuté vers la mi-septembre. Des charges étant mises successivement en dissolution, le 2 octobre 1968 un changement de panier intervenait. Vers 22 h 15, l'appareil de contrôle en continu de l'émission d'iode 131 à la cheminée UP.2 a enregistré une montée brutale de l'activité correspondant au début de l'introduction d'un nouveau lot de combustible. En moins de huit heures, l'activité instantanée rejetée est passée de quelques 10^{-8} Ci/s à 10^{-4} Ci/s, la limite autorisée pour un rejet *permanent* étant de 10^{-6} Ci/s. La courbe en annexe (fig. 3) montre la montée nette pendant environ huit heures, puis le taux d'activité rejetée a décliné rapidement pendant une quinzaine d'heures jusqu'à quelques 10^{-6} Ci/s. Le détecteur en continu a été rapidement saturé. La cartouche de charbon actif a été, d'autre part, remplacée dès le 3 au matin.

2) MESURES IMMÉDIATES DE CONTRÔLE

Dès la détection du début de l'incident, le plan de contrôle des zones extérieures pouvant être concernées a été mis en œuvre. Le vent soufflait du Sud-Ouest dès le début du rejet, à une vitesse inférieure à 10 m/s (voir tableaux climatologiques en annexe). Ce contrôle est fondé sur des prélèvements exceptionnels de production laitière et d'herbages.

La production des coopérateurs de la zone sous le vent, soit au Nord-Est du Centre, a été prélevée le 4 octobre à la laiterie. Le prélèvement correspondait aux traites du 3 au soir et du 4 au matin, ramassées simultanément par les soins

de la Société Coopérative. Une mesure sur l'ensemble de ces échantillons n'a permis qu'une mise en évidence de traces d'iode-131.

Simultanément, les pièges à iode des stations extérieures des Hauts Marais et de Greville ont été recueillis. Ces derniers n'ont donné lieu à aucune détection.

Dès le 4 au matin, un certain nombre d'échantillons d'herbes prélevés à la faucille en des points repérés ont été contrôlés.

TABLEAU I
HERBES du 4-10-68
(Voir Carte)

Lieux de prélèvement Voir Carte	Poids herbe sèche g/m ²	Activité pCi/m ²
1	907	1 000
2	572	Δ
3	712	240
4	891	140
5	830	10 000
6	1 226	Δ
7	727	Δ
8	877	Δ

Δ : Traces non dosables.

TABLEAU II
HERBES du 7-10-68
(Voir Carte)

Lieux de prélèvement Voir Carte	Poids herbe sèche g/m ²	Activité pCi/m ²
9	1 216	Δ
10	1 025	3 200
11	625	Δ
12	712	Δ
13	871	Δ

Δ : Traces non dosables.

La zone sous le vent prospectée a été limitée tout d'abord en distance entre 500 et 1 500 m pour encadrer les points de retombées maximales théoriques et pratiques (Opération K). Les résultats ont été positifs (tableaux I et II), mais ont présenté une grande dispersion. Une exploration rapide plus lointaine de la direction intéressée n'a pas permis de détecter de pollution. Le manque de concordance entre ces résultats et ceux obtenus pour le lait, a conduit à revoir nos modes de prélèvement et à s'adresser, malgré les risques psychologiques, directement aux coopérateurs.

Les contrôles atmosphériques sur le site s'étaient avérés négatifs, cependant, l'évolution du traitement devait, normalement, conduire à l'envoi, à la Station de Traitement des Effluents, de solutions riches en iode- 131 . L'expérience avait montré que lors de traitements d'effluents et particulièrement de la neutralisation des solutions acides, un dégagement quantitatif d'iode- 131 était prévisible. Néanmoins, les impératifs de production ont contraint à effectuer des traitements dès le lundi 7 octobre 1968.

Le contrôle habituel a permis de suivre l'émission d'iode- 131 par la cheminée d'environ 28 mètres de la S.T.E. (fig. 4). En prévision de cette émission, un contrôle atmosphérique a été mis en place sur le site sous le vent de la station, au voisinage de l'Atelier Electronique-Mécanique. Les contrôles ont été poursuivis par la suite. Simultanément, le concours de la Section Médicale et Sociale a été demandé pour surveiller la contamination interne éventuelle du personnel le plus directement exposé.

II. ÉVOLUTION DE L'INCIDENT

Après l'émission inattendue et pour laquelle ont été prises des mesures d'urgence, l'exploitation de l'incident a été entreprise sans perdre de vue l'aspect sanitaire de la situation.

La détection positive d'iode- 131 sur l'herbe, à des niveaux assez élevés, n'était accompagnée d'aucune montée significative dans le lait. Un prélèvement particulier de la production de la Ferme Le Pont Durand, située dans la zone polluée, n'a donné que des résultats décevants. En effet, seules des traces d'iode- 131 ont pu être mises en évidence dans le lait.

TABLEAU III
HERBES du 9-10-68
(Voir Carte)

Lieux de prélèvement Voir Carte	Poids herbe sèche g/m ²	Activité pCi/m ²
2	1 112	1 100
3	963	330
4	746	170
5	638	440
7	917	300
10	702	2 800

Notre méthode de contrôle satisfaisante sur le plan sanitaire, en permettant de s'assurer qu'aucune pollution du lait n'était à déplorer, s'avérait décevante pour tirer quelques enseignements de l'incident. Les taux d'iode- 131 mesurés sur l'herbe au voisinage du Centre demeurant assez élevés (voir tableaux III, IV), la localisation des animaux, se trouvant en pâture dans les pâturages situés au voisinage des points contaminés, a dû être entreprise. La quasi absence d'iode- 131

dans le lait a rapidement pu être expliquée, aucune vache ne se trouvant dans la zone contaminée relativement restreinte, jusqu'au 10 octobre 12 h 00.

TABLEAU IV
HERBES du 10-10-68
(Voir Carte)

Lieux de prélèvement Voir Carte	Poids herbes sèches g/m ²	Activité pCi/m ²
1	672	1 200
10 (matin)	669	770
10 (après-midi)	708	5 700
14	762	2 300

A ces date et heure, un troupeau de 19 vaches a été mis à paître dans le champ situé au point n° 10 (fig. 5). A partir de cette date, la production et la localisation de ces animaux ont été suivies (tableaux V, VI). En particulier, un changement de pré a été noté le 11 octobre, le point de pâture se trouvant être le pré n° 15 très voisin.

TABLEAU V
HERBES du 11 au 17-10-68
(Voir Carte)

HERBE DU 11-10-68 :

Lieux de prélèvement Voir Carte	Poids herbe sèche g/m ²	Activité pCi/m ²
10	502	2 500
15	471	1 700

HERBE DU 14-10-68 :

Lieux de prélèvement Voir Carte	Poids herbe sèche g/m ²	Activité pCi/m ²
15	719	3 500

HERBE du 15-10-68 :

Lieux de prélèvement Voir Carte	Poids herbe sèche g/m ²	Activité pCi/m ²
15	673	1 150

HERBE DU 16-10-68 :

Lieux de prélèvement Voir Carte	Poids herbe sèche g/m ²	Activité pCi/m ²
15	579	2 000

Les résultats sur les prélèvements simultanés de lait et d'herbe (fig. 5 et 6) sont reportés sur le tableau VII. Les valeurs très différentes qui apparaissent

immédiatement dans les résultats obtenus sur l'herbe, sont dues essentiellement à la dispersion de l'iode sur le pré et la difficulté de prélèvement reproductible.

TABLEAU VI
HERBES DU 17 au 20-10-68
(Voir Carte)

Lieux de prélèvement Voir Carte	Poids herbe sèche g/m ²	Activité pCi/m ²
15	247	1 200

TABLEAU VII

Date	Activité de l'herbe pCi/m ²	Activité du lait en iode-131 - pCi/l
7-10	3 200	
9-10	2 800	
10-10	770	
10-10	5 700	
11-10 (matin)	1 700	65
11-10 (soir)	—	93
14-10	3 500	130
15-10	1 150	180
16-10	2 000	140
17-10	—	109
18-10	1 200	110
Changement de pré		
21-10	—	70
23-10	Traces	Non significatif

Les prélèvements de lait ont été effectués sur l'ensemble du troupeau. La consommation d'herbe par vache a été estimée à environ 40 à 50 kg pour une production d'une dizaine de litres par jour.

Pendant cette période, la surveillance de l'ensemble des tournées de ramassage a été poursuivie. Aucune détection positive n'a été possible. De plus, un contrôle de l'ensemble des fermes voisines du Centre a été effectué. En dehors de la zone Nord-Est déjà contrôlée, il n'a été mis en évidence aucune contamination de l'herbe et du lait.

A noter cependant, à la Ferme Le Ricard (C), la présence de traces correspondant à une très courte situation sous le vent (le 4 octobre). De plus, en bordure de la zone Nord-Est sous le vent, dans laquelle se trouve le point A (Le Pont Durand), la Ferme Le Chesnaye a été mise en contrôle sans résultat positif.

Le 21 octobre, les vaches surveillées ont été déplacées. Les mesures d'iode-131 sur l'herbe des nouveaux prés n'ont donné aucun résultat.

En très bon accord, le lait prélevé à partir de cette date ne présente plus aucune activité en iode-131.

Enfin, une nouvelle prospection systématique et plus serrée de la zone jusqu'à la mer n'a donné lieu à aucune autre détection de contamination sur l'herbe.

Durant les opérations de contrôle extérieur, essentielles pour la production laitière, l'intérieur du Centre était sous surveillance au point de vue atmosphérique. De plus, un contrôle du sol a été entrepris pour éliminer une solution de continuité entre le point de rejet et les limites du Centre.

A partir de la zone sous le vent extérieure au Centre, une exploration du terrain et en particulier des gazons du site a permis de mettre en évidence des contaminations non négligeables. Compte tenu de l'incidence des rejets de la Station de Traitement des Effluents, de la présence des bâtiments et des variations de la direction du vent, il était difficile de définir, a priori, des zones à contrôler. Néanmoins, il semble que les chiffres maximaux ont été trouvés au Nord-Est de la S.T.E. Les résultats trouvés sont notés dans le tableau VIII.

TABLEAU VIII

Lieux	¹³¹ Iode en pCi/m ²
1	12 500
2	54
3	traces
4	36
5	34
6	7 500
7	3 100
8	traces
9	traces
10	traces
11	300
12	550
13	1 000
14	1 250

Les contrôles atmosphériques sur le Centre, qui se sont poursuivis pendant une dizaine de jours, ont indiqué une activité de l'ordre de 10^{-12} Ci/m³ dans la zone Atelier.

Les contrôles effectués sur le personnel n'ont donné lieu à aucun résultat significatif.

III. EXAMEN DES RÉSULTATS

BILAN DES ACTIVITÉS REJETÉES

Les évaluations des quantités d'iode-131 rejetées ont été effectuées par mesure des pièges à accumulation de charbon actif et par exploitation des courbes de l'EAR à iode.

Du 2 octobre 22 h, au 3 octobre 11 h, la quantité d'iode-131 rejetée est de l'ordre de 5 curies avec une activité maximale instantanée légèrement supérieure à 10^{-4} Ci/s, soit 100 fois la limite admise.

Après un retour à la valeur de 2.10^{-6} Ci/s, une légère montée nouvelle correspondant au redémarrage de la dissolution, arrêtée le 3 octobre dans l'après-midi, a été enregistrée.

Ensuite, les activités contrôlées par période de 24 heures, ont permis d'établir la courbe ci-jointe. Le total correspondant à la période indiquée par ce graphique (2 au 10 octobre) est de l'ordre de 7 curies.

Le traitement des effluents correspondant à la période de dissolution responsable du rejet a donné lieu, comme prévu, à un dégagement d'iode-131. Le contrôle a permis de tracer la courbe ci-jointe concernant la période du 7 au 31 octobre.

L'activité totale rejetée entre ces deux dates est d'environ de 0,2 curie. Deux maximums (moyenne sur 24 heures) ont été détectés :

- le 8 octobre : $5,5.10^{-7}$ Ci/s
- le 15 octobre : $1,1.10^{-7}$ Ci/s.

ASPECTS SANITAIRES ET TECHNIQUES

L'examen des résultats obtenus sur les échantillons de fourrage frais fait apparaître une forte dispersion dans les valeurs trouvées. Les collections de végétaux ont été effectuées à la faucille en tentant de faire correspondre la partie prélevée à celle que, normalement, un animal consomme. Dans la même pâture, certains échantillons étaient contaminés et, parfois, des valeurs élevées étaient mesurées; d'autres, prélevés à un point très proche, ne donnaient que des valeurs nulles à la mesure. Il est évident qu'il est regrettable que les moyens insuffisants et les risques psychologiques aient interdit un prélèvement de la surface réceptrice sur toute sa hauteur.

D'autre part, la mise en œuvre relativement tardive d'une intervention extérieure et encore des moyens restreints n'ont pas permis d'effectuer des prélèvements atmosphériques significatifs pendant le rejet à débit d'activité élevée.

Néanmoins, le dépôt maximal au sol a été retrouvé dans la zone prévue, à la fois par les calculs et les résultats de l'expérience de rejet de traceurs colorés.

Au point de vue sanitaire, la surveillance de la production laitière a permis d'affirmer, en permanence, qu'en aucun cas des valeurs critiques n'étaient atteintes.

En effet, la valeur maximale relevée dans le lait a été de 180 pCi/l. La limite la plus sévère retenue avait été de 250 pCi/l, valeur adoptée par le Département de Protection Sanitaire. En reprenant les travaux de P.M. BRYANT et en considérant le cas le plus critique, la valeur de 400 pCi/l est admise également pour une consommation permanente.

L'aspect local du ramassage est également à considérer. En effet, la laiterie centralisatrice ne distribue pas directement de lait à la consommation. Sa production est représentée uniquement par du beurre et de la poudre de lait pour l'alimentation humaine et animale. La production laitière de La Hague est effectivement diluée dans l'ensemble des ramassages effectués par la Société dans le rapport de 18 000 à 240 000 litres quotidiens. Les prélèvements ont, cependant, eu pour objet la production des zones de ramassage de La Hague. Sur le plan sécurité de la chaîne alimentaire, aucun problème ne s'est donc posé.

CRITIQUE DES RÉSULTATS

En ce qui concerne le rejet, l'activité émise correspond environ à un peu plus de 1 % de l'activité de l'iode-131 mise en solution. Cette valeur rejoint les rapports habituellement déterminés à l'usine UP.2. Dans le domaine extérieur, les résultats à prendre en considération sont essentiellement l'emplacement des zones où une pollution a été détectée et les niveaux de contamination de l'herbe et du lait. Comme il est dit plus haut, la coïncidence des zones trouvées polluées avec les points prévus par l'expérience et par le calcul, peut être considérée comme très satisfaisante. Par contre, les niveaux d'activité mesurés sur l'herbe sont nettement inférieurs aux valeurs prévues par le calcul, les activités différant des valeurs attendues d'un facteur de 10 à 100 par défaut. Il est à noter cependant qu'un élément précieux manque. Il s'agit de la valeur de la concentration atmosphérique en iode-131 au niveau du sol dans les zones polluées. De ce fait, la contamination de l'herbe n'a pu être reliée que directement au débit du rejet et à l'activité rejetée.

Comme on l'a vu, le rejet a eu lieu pendant une dizaine d'heures à un débit d'activité de l'ordre de 10^{-4} Ci/s. La situation météorologique était du type diffusion moyenne avec un vent de l'ordre de 7 à 10 m/s. Dans ce cas, la concentration atmosphérique au niveau du sol entre 800 m et 1 000 m aurait dû être de l'ordre de 2.10^{-10} Ci/m³.

En admettant une vitesse de dépôt de 2.10^{-2} m/s, couramment trouvée dans la littérature, la contamination au sol aurait dû être, en une dizaine d'heures, de l'ordre de 10^5 pCi/m². Les maximums détectés ont été de 10^4 pCi/m² avec une moyenne « forte » (seuls étant retenus les résultats des échantillons contaminés) de $2,5.10^3$ pCi/m².

La faible valeur de l'activité *mesurée* peut provenir du mode de prélèvement qui ne s'est adressé autant que possible qu'aux parties consommables de l'herbe.

Les résultats demeurent néanmoins nettement inférieurs à ceux prévisibles, divers auteurs signalant en effet que le dépôt sur la partie consommable représentait au moins 10 à 25 % du dépôt total. Il faudrait donc admettre que la valeur de V_g adoptée est nettement surévaluée.

En ce qui concerne le transfert de l'iode de l'herbe vers le lait, les résultats peuvent être considérés comme satisfaisants. La collection des échantillons d'herbe a été effectuée par élément de surface de un mètre carré. Le poids sec de ces échantillons se situe entre 500 grammes et 1 200 grammes avec une moyenne voisine de 1 kilogramme. Le rapport entre l'activité mesurée sur l'herbe et celle retrouvée dans le lait est de 10 à 20 (rapport entre l'activité de 1 kilogramme d'herbe et l'activité de 1 litre de lait). La comparaison de ce facteur de transfert avec les valeurs publiées dans la littérature révèle une assez bonne concordance (annexe III).

Il est enfin à noter que l'évolution de l'iode dans le lait a suivi étroitement les variations de la contamination de la nourriture des animaux.

IV. CONCLUSION

L'incident limité survenu au Centre de La Hague le 2 octobre 1968 n'a eu aucune conséquence radiologique ou psychologique notable.

Dans le domaine de la sécurité, cette expérience a permis de montrer l'aspect sûr du site de La Hague dans le domaine de la dispersion atmosphérique des effluents gazeux.

L'organisation du contrôle en cas d'incident n'a pas révélé de lacune grave. Néanmoins, diverses améliorations ont été apportées et surtout certains types de contrôles ont démontré leur peu d'utilité. Les contrôles relativement fréquents et directs, habituellement faits chez les coopérateurs laitiers, ont permis, lors de l'incident, de ne susciter aucune inquiétude. Les enseignements tirés de ce rejet permettent donc d'assurer sur un site favorable tel que La Hague, une surveillance immédiate et efficace par une équipe restreinte, entraînée et disposant d'un matériel spécialisé.

BIBLIOGRAPHIE

- LE QUINIO, R. Expériences de diffusion atmosphérique en vraie grandeur. *La Météorologie*, 5^e série, n° 69 (1963), 177-92.
- HUGON, J. Etude de la diffusion atmosphérique sur le Centre de La Hague - Rapport interne CEA-SEBR-EDC 66-29 (1966).
- BOUZIGUE, H., SCHEIDHAUER, J., MESSAINGUIRAL, R. Les problèmes de Radioprotection posés par les isotopes de l'Iode dans les installations de traitement chimique des combustibles. Rapport CEA 2164 (1962).
- ESTOURNEL, R. « Contrôle de l'Iode-131 dans une Usine de traitement des combustibles irradiés ». C.r. Coll. int. sur la pollution radioactive des milieux gazeux, Saclay, 12-16 novembre 1963. Presses Universitaires de France, Paris (1965).

ANNEXE I

TECHNIQUE ANALYTIQUE

La majeure partie des mesures a été effectuée par spectrométrie gamma directe, sur échantillon de trois litres de lait. Néanmoins, dans le cas où une détection de traces de radio-iode a seulement pu être effectuée, une concentration a été réalisée par fixation sur résine.

Dans aucun cas cependant des valeurs significatives n'ont pu être obtenues. Compte tenu que cette technique avait montré expérimentalement que quelques picocuries par litre pouvaient ainsi être mesurés, on est en droit de supposer que la détection directe de traces, effectuée parfois sur 15 à 20 litres, correspondait à des valeurs inférieures. D'autre part, des échantillons sur lesquels ont été réalisées des mesures significatives par spectrométrie gamma directe, ont été traités par fixation de l'Iode sur résine Dowex 1 $\times$ 8 (50 - 100 mesh) sous forme chlorure et par agitation de quatre heures.

L'opération s'est effectuée en présence d'entraîneur (20 mg d'Iodure de potassium).

Les résultats suivants ont été obtenus :

Iode en pCi/l

Date	Lieu	Spectrométrie gamma directe	Spectrométrie gamma après fixation sur résine
11-10 matin	Le Pont-Durand	65	75
11-10 soir	—	93	83
14-10	—	133	108
15-10	—	185	150
16-10	—	140	120
17-10	—	109	68
18-10	—	110	96
21-10	—	63	80
18-10	La Chesnaye	120	112
21-10	—	48	30

Il apparaît immédiatement qu'il est impossible de tirer des enseignements sur la répartition minérale ou organique de l'iode. En fait, en tenant compte de la dispersion des résultats, il semblerait que la quasi totalité de l'halogène soit demeurée sous forme minérale.

D'autre part, le 17 octobre, une séparation de matière grasse, sous forme de beurre, a été effectuée sur 10 litres de laits des fermes Le Pont-Durand et La Chesnaye. Le contrôle de ce beurre n'a permis aucune détection d'Iode-131. A cette date, les laits présentaient des activités en Iode de :

Le Pont-Durand : 109 pCi/l.

La Chesnaye : 150 pCi/l.

ANNEXE II

TRAITEMENTS DES EFFLUENTS LIQUIDES

Deux traitements d'effluents ont été particulièrement suivis au point de vue dégagement d'Iode-131.

Le premier concernait 490 mCi d'iode-131 dans 330 m³. Le traitement a duré trois jours. L'activité rejetée dans les effluents gazeux peut être évaluée à $2,1 \cdot 10^{-3}$ Ci, soit environ 0,5 % de l'activité traitée.

Le second effluent contenait 46 mCi d'iode-131 dans 170 m³ et a été traité en 48 heures. Le rejet atmosphérique peut être évalué à $0,4 \cdot 10^{-3}$ Ci, soit environ 0,8 % de l'activité Iode traitée.

Ces chiffres pourront être utilisés dans l'avenir, après confirmation, pour juger de l'opportunité du traitement d'effluent riche en Iode-131.

DESIGNATION	MONITEUR 322 X PITMAN
APPLICATION	Radioprotection des installations rayons X et des centres nucléaires pour les éléments transuraniens.
FONCTIONNEMENT	Détecteur à scintillation portatif a cristal mince, à fenêtre d'aluminium fine, suivi d'un analyseur à un canal, a deux positions prédéterminées et d'un intégrateur quasi logarithmique.
SPECIFICATIONS	<p>Gammes couvertes : 10 keV à 150 keV</p> <p>Pour éléments transuraniens :</p> <p>canal 1 : 12 à 22 keV ^{239}Pu 14, 17 et 20 keV canal 2 : 45 à 75 keV ^{241}Am 59 keV canal 3 : 10 à 150 keV</p> <p>Pour installations rayons X</p> <p>canal 1 et 2 réglables de 10 à 150 keV canal 3 couvrant toute la gamme</p> <p>Sensibilité : 12 à 22 keV $6 \cdot 10^{-4} \mu\text{Ci/cm}^2$ de ^{239}Pu donne 1,5 c/sec Bruit de fond : 0,5 c/sec pour $15 \mu\text{ R/h}$ Gamme logarithmique de 0 à 1000 c/sec en 240° Crystal $1 \frac{1}{2}'' \times 1 \text{ mm}$ de NaI (Tl) Autonomie : 100 heures Poids : 2,2 kg</p>

2. PETITE PLACE — 78 VERSAILLES

Tél. 951-29-30

FICHE D'INFORMATION

MONITEUR RAYONS X

APPLICATION : SURVEILLANCE DE DOSE DES INSTALLATIONS RAYONS X
SURVEILLANCE DE CONTAMINATION PAR PLUTONIUM 239.

ANNEXE III

DÉTERMINATION DU TAUX DE PASSAGE DE L'IODE-131 DE L'HERBE DANS LE LAIT

DÉPÔT CONSOMMABLE.

Lorsqu'on tient compte de la vitesse de dépôt V_g , on obtient des valeurs de contamination par unité de surface. D'après diverses publications, il semble que l'activité transférable à l'animal est de l'ordre de 10 à 25 % de l'activité effectivement déposée.

FACTEUR DE TRANSFERT HERBE/LAIT

De nombreux auteurs ont mentionné des valeurs expérimentales reliant l'activité des végétaux par unité de poids ou du sol par unité de surface, à l'activité du lait par unité de volume, soit à l'équilibre atteint en 5 jours pour une contamination unique des pâturages, soit pour une contamination permanente, à partir d'installations nucléaires ou dues aux retombées d'expériences militaires.

Le tableau suivant donne diverses valeurs, K est le rapport entre le rapport entre l'activité de 1 kg d'herbe consommée et l'activité de 1 litre de lait produit :

Référence	Type de contamination	K	Observations
1	Retombées	14	$V_g = 5 \cdot 10^{-3}$ m/s
2	Retombées	4,4	Activité donnée au m^2 0,120 kg d'herbe par mètre carré.
3	Retombées	3	1 % de la quantité ingérée par jour rejetée par litre de lait.
4	Emission accidentelle Usine	6 à 14	
5	Non précisé (prévisions)	20 à 40	Activité donnée par mètre carré. 0,25 kg d'herbe par mètre carré.
6	Rejet instantané-étude	3	Equilibre 5 jours valeur au mètre carré 0,130 kg d'herbe par mètre carré.
7	Retombées	6 à 7	
8	Contaminations expérimentales par pulvérisation sur pâturages	10 à 40	
9	Emission accidentelle Usine	10 à 20	Moyenne d'activité de l'herbe.
10	Retombées	5	
11	Emission accidentelle Réacteur	10	

Certains auteurs se réfèrent à l'activité à l'unité de surface :

$$K = \frac{\text{Activité au mètre carré.}}{\text{Activité au litre de lait}}$$

Référence	Type de contamination	K
2	Retombées	37
5	Prévisions	5 à 10
6	Rejet instantané	0,5
8	Contamination expérimentale par pulvérisation sur pâturages	10

La moyenne dans le premier cas est de l'ordre de :

$$K = \frac{\text{A/kg herbe}}{\text{A/l de lait}} \approx 14$$

Cette dernière valeur est en bon accord avec la valeur expérimentale trouvée lors de l'incident d'octobre 1968 à La Hague.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] HULL. Végétation retention and vegetation-milk ratios of fallout I-131. *Health Physics*, Vol. 9, pp. 1173-1177 (1963).
- [2] STRAUB-FOOK. Cooperative fields studies on environmental factor influencing I-131 levels in milk. *Health Physics*, Vol. 9, pp. 1187-1195 (1963).
- [3] MICHON-JEANMAIRE. Essai d'étude de la contamination du cheptel par l'Iode-131 dans des conditions naturelles. *Bull. Acad. Vet.*, Tome 36 (juillet 1963).
- [4] SOLDAT. Environmental evaluation of an acute release of 131 Iode to the atmosphere. H W S A - 3338.
- [5] BRYANT. Derivation of working limits for continuous release rates of Iodine 131 to atmosphere in a milk producing area. *Health Physics*, Vol. 10, pp. 249-257 (1964).
- [6] STIGALL-LEARY. Prediction of 131 Iode in milk for protective action planning nuclear safety, Vol. 3, n° 3, pp. 364-370.
- [7] SOLDAT. The relation ship between Iode-131 concentrations in various environmental samples. *Health Physics*, Vol. 9, pp. 1167-1171 (1963).
- [8] EDWARSON, EKMAN, ERIKSSON, FREDRIKSSON, GREITZ. Studies on the relations ship between 131 I deposited on pasture and its concentration in milk. F O A 4 rapport A 4438 - 3623 (Juillet 1965).
- [9] POTTER, MCINTYRE, POMEROY. Transport of fallout radionuclides in the grass to milk food chain studied with a germanium lithium drifted detector. *Health Physics*, Vol. 16 pp. 297-300 (1969).
- [10] BOOKER. Physical measurements of activity in samples from Windscale. A.E.R.E. HP/R, 2607 (1958).
- [11] KAHN, STRAUB, JONE. *Science* 138-1334 (1962).

Fig. 1. — Centre de La Hague.

Fig. 2. — Synoptique des rejets atmosphérique.

FIG. 3. — Activité Iode-131 Cheminée UP 2.

Fig. 4. — Activité Iode-131 Cheminée STE.

Fig. 5. — Centre de La Hague Surveillance extérieure.

Fig. 6. — Zone de prélèvement herbe et lait autour du Centre.