



Compte rendu d'intervention  
N°BC 01-17 C

## CRIIRAD

Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

### Contrôles radiamétriques autour de la SICN à Annecy

Mesures réalisées par le laboratoire de la CRIIRAD à la demande des  
Verts Haute-Savoie

Date de l'intervention, : Vendredi 20 juillet 2001

Rédaction du compte rendu : Version provisoire :Vendredi 10 août 2001.

Version définitive : Mercredi 12 septembre 2001

Responsable d'étude : Bruno CHAREYRON, ingénieur en physique nucléaire,

Responsable de l'intervention : Christian COURBON, technicien spécialisé,

Préparation des échantillons : Jocelyne RIBOUËT, assistante au laboratoire,

Analyses par spectrométrie gamma : Stéphane PATRIGEON, technicien mesures.

**LABORATOIRE DE LA CRIIRAD**

**471, Avenue Victor Hugo, 26000 Valence**

**→ 04 75 41 82 50 ⇨ 04 75 81 26 48**

## GENERALITES SUR LA SICN

La description ci-dessous est tirée du rapport du chef de Subdivision de la DRIRE Rhône-Alpes, groupe de Subdivisions des Deux Savoies, Subdivision d'Annecy en date du 26 avril 2001 :

« La société SICN (Société Industrielle de Combustible Nucléaire) d'Annecy, filiale de la COGEMA, a été créée en 1957 pour réaliser les éléments combustibles des centrales nucléaires de la filière graphite gaz.

Depuis le début des années 1980 et le déclin de cette filière, cette société a cherché à diversifier son activité en mettant à profit son savoir-faire en matière de travail de **l'uranium naturel ou appauvri**, de mécanique générale et de micromécanique. Dans les années 1990, après l'arrêt complet de la production d'éléments combustibles, elle s'est orientée vers l'armement avec la fabrication de missiles de chars en uranium appauvri. Elle produisait aussi différents composants en acier destinés à l'industrie nucléaire. En 1998, les missiles de chars n'ont plus été fabriqués par l'entreprise. Cette production représentait 80 % de l'activité liée à l'uranium.

Aujourd'hui, l'activité relative à l'uranium est toujours en très fort ralentissement. En ce qui concerne la fonderie, en 2001, pour toutes les fabrications confondues environ 130 coulées de 600 Kg en moyenne d'uranium seront réalisées. Ce nombre a été divisé par 10 depuis les années 1970 lorsque l'activité uranium était à son maximum.

L'activité uranium se subdivise en 4 productions :

- ◆ Fabrication de boulets de broyage,
- ◆ Réalisation de galets en uranium naturel destinés à servir de matière première à l'élaboration d'uranium enrichi par le procédé SILVA,
- ◆ Réalisation de protections biologiques pour le stockage et le transport de sources radioactives,
- ◆ Fabrications destinées à des applications militaires. »

## OBJECTIFS DES CONTROLES CRIIRAD

Début Juillet 2001, monsieur Thierry Billet, au nom des Verts Haute Savoie a demandé au laboratoire de la CRIIRAD de réaliser quelques contrôles préliminaires de la radioactivité dans l'environnement proche de l'usine SICN. Compte tenu du budget disponible (inférieur à 10 000 FF), il ne s'agissait pas de réaliser une étude d'impact, mais quelques sondages préliminaires afin de déterminer si les activités de la SICN avaient conduit, du point de vue radiologique, à un marquage significatif de l'environnement proche.

## REALISATION DES PRELEVEMENTS

Un impact est possible par voie atmosphérique (émission de poussières) et aquatique (rejets liquides, fuites). Afin d'examiner ces 2 voies de transfert divers prélèvements d'échantillons ont été effectués le 20 juillet 2001, par monsieur Christian Courbon, technicien spécialisé du laboratoire de la CRIIRAD, en présence de monsieur Thierry Billet. Compte tenu du temps disponible (quelques heures), il n'a pas été possible de réaliser une cartographie radiométrique des abords de l'usine.

Ont été prélevés :

#### **Pour l'impact atmosphérique (cf tableau T1)**

- ◆ Des aiguilles de pins en référence (SA 5, vers la rue de la Colombière au Nord de l'usine) et sous les vents (SA 4) dans la résidence au sud de l'usine. Les aiguilles de pin ont été retenues parce qu'elles peuvent constituer un bon indicateur pour l'uranium.
- ◆ Des sédiments en bordure de toit (SA1) et dans une descente d'eaux pluviales (SA3), sur un bâtiment en limite Sud de l'usine SICN. Des sédiments (SA2) dans un regard d'écoulement des eaux pluviales dans le parking de la résidence au sud de l'usine. Ces sédiments peuvent être contaminés lorsque la pluie ruisselle sur le toit et lessive les polluants d'origine atmosphérique déposés sur la surface des toitures.

#### **Pour l'impact aquatique (cf tableau T2)**

- ◆ Des sédiments mélangés à des plantes dans un collecteur d'eaux pluviales en bordure du Fier. Ce collecteur a été retenu compte tenu de sa proximité de l'usine SICN mais il n'a pas été possible de vérifier si les eaux de ruissellement de l'usine aboutissaient effectivement en ce point. Il n'a pas été possible de séparer les sédiments de la matière organique.
- ◆ Des boues dans la station d'épuration (STEP) de la ville d'Annecy afin d'examiner un marquage éventuel via les eaux usées.
- ◆ Des sédiments dans le Fier en amont de l'usine SICN d'une part, et en aval hydraulique de l'usine SICN et de la STEP d'autre part. La comparaison entre les 2 échantillons devait permettre de déterminer si les concentrations en uranium étaient supérieures en aval hydraulique.

## **REALISATION DES ANALYSES**

A réception au laboratoire, les échantillons ont subi un contrôle du flux de rayonnement gamma au moyen d'un scintillomètre SPP2 de marque Saphymo. Un seul échantillon a révélé un flux significativement supérieur au bruit de fond naturel de 45 c/s. Il s'agit du sédiment SA3 prélevé dans la descente des eaux pluviales de toiture (75 c/s).

Les échantillons ont ensuite été triés, séchés en étuve à 90°C (30 °C pour les aiguilles de pin), tamisés à 2 mm pour les sédiments et ont subi une analyse par spectrométrie gamma sur détecteur EGG Ortec au germanium hyperpur. Les caractéristiques des échantillons et les conditions de comptage sont précisées dans les tableaux T1 et T2.

La spectrométrie gamma permet de détecter 2 isotopes naturels de l'uranium : l'uranium 238 (par son premier descendant le thorium 234) et l'uranium 235. Elle ne permet pas de détecter l'uranium 234<sup>1</sup> qui est le 3<sup>ème</sup> descendant de l'uranium 238 (voir la chaîne de désintégration de l'uranium 238 en annexe). Elle permet de quantifier en outre d'autres radionucléides naturels et artificiels émetteurs gamma. Nous avons reporté dans les tableaux T1 et T2 tous les résultats significatifs.

Le laboratoire de la CRIIRAD est agréé par le Ministère de la Santé pour la mesure de la radioactivité dans l'environnement et l'alimentation.

---

<sup>1</sup> Dans le cas d'uranium naturel, les activités massiques de l'uranium 238 et de l'uranium 234 sont égales, ce qui n'est plus vrai pour l'uranium enrichi ou appauvri.

## INTERPRETATION DES RESULTATS

### A / Impact atmosphérique

On ne détecte dans les aiguilles de pin que le béryllium 7, radionucléide naturel d'origine cosmogénique qui se dépose régulièrement sur le sol. Les teneurs en uranium sont inférieures au seuil de détection (< 20 à 60 Bq/kg). Il faudrait mettre en œuvre des analyses plus poussées et plus coûteuses pour quantifier les traces d'uranium.

#### On observe dans les 3 sédiments (de toiture et du parking) :

1. **Des taux anormalement élevés d'uranium 238 et 235.** En effet, dans une situation normale, la teneur naturelle en uranium 238 dans les sédiments ou sols est typiquement de l'ordre de 40 Bq/kg et la chaîne de désintégration est à l'équilibre (autant d'uranium 238 que de radium 226 et autres descendants). Or pour les 3 sédiments, alors que la teneur en radium 226 est normale (de 20 à 26 Bq/kg) celle de l'uranium 238 est 4 à 300 fois supérieure (jusqu'à 6 500 Bq/kg dans le sédiment de la descente). Ceci montre qu'il s'agit d'un apport d'uranium d'origine industrielle et non pas d'une accumulation de traces d'uranium contenues naturellement dans l'atmosphère.

On observe également pour les 3 sédiments une contamination en uranium 235. Le rapport isotopique U238/U235 mesuré est compatible, compte tenu des marges d'incertitude, avec la valeur de 21,6 typique d'un uranium qui n'est ni enrichi, ni appauvri. Ceci suggère un apport d'uranium d'origine industrielle par voie atmosphérique. On ne constate pas par contre d'excès significatif pour les radionucléides naturels de la chaîne du thorium 232 ou le potassium 40.

2. Un excès de plomb 210 et de béryllium 7. Il s'agit de radionucléides d'origine naturelle et dont la présence ne semble pas liée à des activités humaines spécifiques. L'excès de plomb 210 provient de la désintégration du radon 222 naturellement présent dans l'air. Compte tenu de sa période physique relativement longue (22,3 ans), le plomb 210 s'accumule en surface. Le fait que la teneur en béryllium 7 est 17 fois supérieure dans le sédiment de toiture par rapport au sédiment de descente provient probablement du fait que le second est représentatif d'accumulations plus anciennes (la période physique du béryllium 7 n'est que de 53 jours).
3. Une contamination par le césium 137 (de 79 à 3 730 Bq/kg). Le césium 137 est un radionucléide artificiel. On le rencontre fréquemment dans l'environnement du fait des retombées des essais militaires des années 50/60 et des retombées de Tchernobyl en 1986. La présence de césium 134 dans l'échantillon de sédiment de la descente permet à partir du rapport isotopique césium 137 / césium 134 d'affirmer que les 2 radiocésiums proviennent essentiellement de Tchernobyl<sup>2</sup> et par conséquent que le sédiment témoigne de contaminations atmosphériques dont certaines remontent à 1986. La forte accumulation de césium 137 dans le sédiment de la descente montre l'intérêt de ce type de prélèvement pour rendre compte de pollutions atmosphériques car il y a un phénomène d'accumulation.

---

<sup>2</sup> Le rapport isotopique césium 137 / césium 134 au 20 juillet 2001 est de 235 si les 2 isotopes proviennent des retombées de Tchernobyl en mai 1986. Le rapport mesuré est de 223. Ce type de raisonnement n'est possible que dans l'hypothèse où il n'y a pas d'apports supplémentaires par d'autres installations nucléaires.

**B / Impact aquatique**

Dans les **sédiments du collecteur d'eau pluviale et les sédiments du Fier**, on n'observe aucune anomalie :

- ◆ Les teneurs en radionucléides naturels d'origine tellurique sont comparables aux valeurs moyennes de l'écorce terrestre et sont relativement homogènes entre amont et aval (14 à 25 Bq/kg pour l'uranium 238 et le radium 226, 13 à 17 Bq/kg pour les descendants du thorium 232, 250 à 300 Bq/kg pour le potassium 40). Le léger excès d'uranium 238 en aval par rapport à l'amont n'est pas significatif mais il conviendrait de réaliser un programme de contrôle plus approfondi pour déterminer s'il existe un marquage en uranium d'origine industrielle dans le Fier (meilleure connaissance du circuit des écoulements de l'usine, multiplication du nombre de points de prélèvement sur le cours d'eau, réalisation de prélèvements carottés pour étudier les différences de répartition de l'uranium en fonction de la profondeur donc de la période de sédimentation).
- ◆ On note un excès de plomb 210 et de béryllium 7 dans les sédiments du collecteur d'eaux pluviales. Ceci est dû au fait que les eaux pluviales transportent le plomb 210 et le béryllium 7 présents naturellement dans l'air et qui se déposent à la surface du sol. Mais l'origine de cet excès n'est pas liée à une activité industrielle.
- ◆ Du césium 137 est mesuré systématiquement à des niveaux attendus pour la région, compte tenu des retombées de Tchernobyl. Aucun autre radionucléide artificiel émetteur gamma n'est détecté dans les sédiments.

Dans les **boues de la station d'épuration** les radionucléides naturels sont en limite des capacités de détection et on ne met pas en évidence d'accumulation d'uranium. Outre la présence attendue de béryllium 7 d'origine naturelle et de traces de césium 137 artificiel, on observe une contamination par 3 radionucléides à période courte, couramment utilisés en médecine nucléaire : l'iode 131 (21 Bq/kg sec), l'indium 111 (95 Bq/kg sec) et le thallium 201 (1 058 Bq/kg sec). Ces radionucléides peuvent provenir des rejets directs des établissements d'Annecy qui disposent d'un service d'imagerie médicale ou de médecine nucléaire, mais aussi des rejets diffus liés à la contamination des urines de patients de retour à domicile après un diagnostic dans un service de médecine nucléaire (cf études réalisées par la CRIIRAD à Toulouse et sur le Bassin Seine Normandie). Une étude complémentaire serait nécessaire pour répondre à cette question.

## CONCLUSIONS

Les mesures préliminaires effectuées par le laboratoire de la CRIIRAD montrent que les activités de la SICN ont conduit à un rejet d'uranium par voie atmosphérique.

L'activité massique totale de la terre prélevée dans la descente de toiture est telle que l'on peut la qualifier de déchet radioactif<sup>3</sup>. La directive EURATOM 96/29 applicable désormais en droit français donne des seuils d'exemption pour les pratiques. Ces seuils sont des valeurs d'activité massique et d'activité totale appliquées à des substances. Au-delà de ces seuils, la pratique industrielle qui met en jeu ces substances est considérée comme à risque du point de vue de la radioactivité. Avec une activité de 6 500 Bq/kg en uranium 238 (et autant en uranium 234), la terre de gouttière dépasse de plus de 30 % les valeurs de la directive Européenne concernant l'activité massique<sup>4</sup>. En ce qui concerne l'activité totale, il suffit d'environ 750 grammes de cette terre pour dépasser le critère Européen. La terre prélevée dans la gouttière de toiture peut donc être considérée comme un déchet radioactif au sens de la directive Européenne. Il convient de rechercher sur le site de l'usine et dans son environnement proche les points d'accumulation en uranium (par voie atmosphérique et liquide) et de procéder à leur enlèvement.

De plus, une étude approfondie doit être engagée afin de déterminer l'impact des rejets atmosphériques sur l'environnement de l'usine et les doses subies par la population par inhalation de particules d'uranium. Il faut rappeler en effet que les uranium 238 et 234 sont des émetteurs alpha, particulièrement radiotoxiques par inhalation. L'uranium est également un toxique chimique (cf fiche CRIIRAD sur l'uranium). Il serait utile également de vérifier, par des analyses spécifiques, les niveaux d'incorporation en uranium chez les riverains proches de l'usine.

Il n'est pas mis en évidence dans le cadre de ces contrôles préliminaires d'excès mesurable d'uranium dans les sédiments du Fier, mais la présente étude est trop succincte pour apporter une conclusion définitive. Des prélèvements complémentaires sont indispensables pour étudier un éventuel impact sur le milieu aquatique de surface et sur les eaux souterraines (prélèvements d'eau et de sédiment au droit de l'usine SICN).

On note une contamination des boues de la station de traitement des eaux de la ville d'Annecy, par des radionucléides liés probablement aux activités de médecine nucléaire, ce qui nécessite un suivi et une étude complémentaire.

---

<sup>3</sup> La somme des activités de l'uranium 238 et de ses 3 premiers descendants (thorium 234, protactinium 234m et uranium 234 –non mesurable par spectrométrie gamma) donne 4 fois 6 500 Bq/kg soit 26 000 Bq/kg. Auxquels il faut ajouter les activités des autres radionucléides présents. On dépasse donc au total 10 000 Bq/kg ce qui permet de classer cette terre dans la catégorie des déchets radioactifs de Très Faible Activité (TFA).

<sup>4</sup> La directive EURATOM 96/29 fixe le seuil d'activité massique à 10 000 Bq/kg pour l'uranium 238 (en équilibre avec thorium 234 et protactinium 234<sup>m</sup>) et 10 000 Bq/kg pour l'uranium 234. Dans le cas où une substance contient un mélange de radionucléides on étudie la somme des quotients de l'activité mesurée par le seuil d'activité massique pour chaque radionucléide. Le seuil d'exemption est dépassé si cette somme est supérieure à 1.