

CRIIRAD

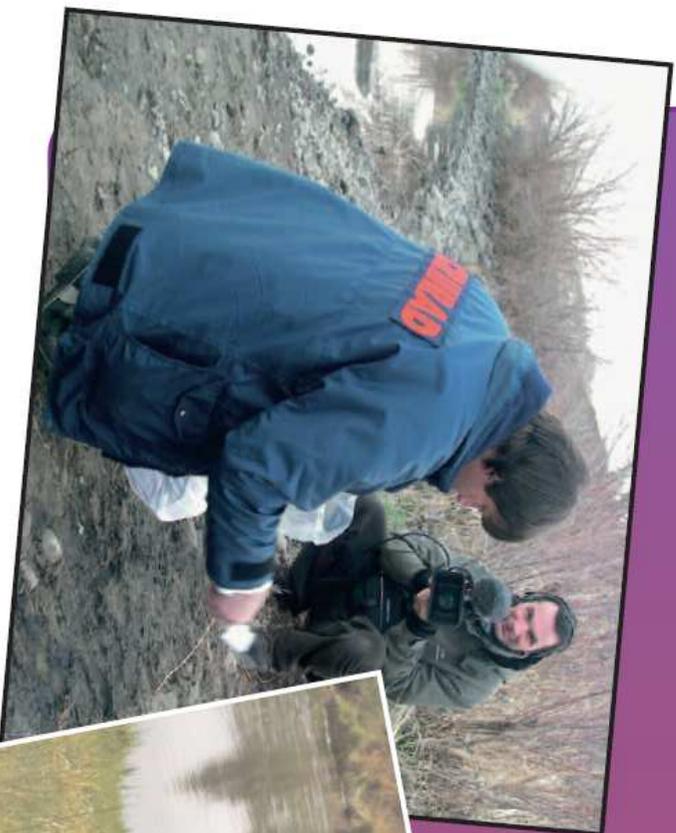
Commission de Recherche et d'Information
Indépendantes sur la Radioactivité

471 Avenue Victor Hugo - 26000 Valence

Tél : 04 75 41 82 50 - Fax : 04 75 81 26 48 - Email : contact@criirad.org

DECHETS : le cauchemar du nucléaire

Les interventions du laboratoire de la CRIIRAD



Contact :

Bruno Chareyron, responsable du laboratoire

Tél : 04 75 41 82 57 (ligne directe)

06 27 27 50 37

Email : bruno.chareyron@criirad.org

Siret 34180254400039 – APE 731 Z

Association agréée pour la protection de l'environnement



CRIIRAD - Le Cime - 471, Avenue Victor Hugo, 26000 Valence - France - ☎ + 33 (0)4 75 41 82 50 📠 + 33 (0)4 75 81 26 48
<http://www.criirad.org> - Email : contact@criirad.org

Note CRIIRAD N°09-102 / 15 septembre 2009

Synthèse de la participation du laboratoire de la CRIIRAD au tournage du documentaire « Déchets, le cauchemar du nucléaire »

1 / Contexte

Le laboratoire de la CRIIRAD a été sollicité par monsieur Eric Gueret, réalisateur d'un documentaire sur les problèmes posés par la gestion des déchets radioactifs.

L'enquête journalistique a été réalisée par Laure Noualhat, journaliste à Libération.

La mission du laboratoire de la CRIIRAD a consisté à :

1 / apporter un conseil scientifique dans le cadre de la réalisation de l'enquête journalistique (analyse de documents, interaction avec les interviews) pour le cas des sites de La Hague, Dounreay, Mayak et Hanford.

2 / réaliser, pour les sites Hanford, Dounreay, Mayak des mesures radiométriques in situ et des prélèvements pour analyse ultérieure au sein du laboratoire de la CRIIRAD ou auprès d'autres laboratoires spécialisés

3 / réaliser un commentaire scientifique sur l'ensemble des éléments d'appréciation recueillis et notamment des résultats de mesures.

Ce documentaire intitulé « Déchets, le cauchemar du nucléaire » a été produit par Bonne Pioche Productions.

Il sera diffusé à l'automne 2009 sur ARTE et a été sélectionné dans la catégorie « Investigations » du festival VISIONS DU RÉEL à Nyon, du 23 au 29 avril 2009.

Pour le tournage, le laboratoire de la CRIIRAD a participé à 3 missions à l'étranger.

- Christian Courbon, technicien spécialisé, s'est rendu sur le site de Mayak (Oural) en Russie en mai 2008.
- Bruno Chareyron, ingénieur en physique nucléaire, s'est rendu sur le site de Hanford aux USA en mars 2008 et de Dounreay en Ecosse en Juin 2008.

Les mesures de terrain ont été effectuées au moyen de radiamètres professionnels : scintillomètre DG5 de marque Novelec (pour la détection des anomalies en termes de radiation gamma), contaminomètre alpha-beta MCB2 de marque Canberra, compteur proportionnel compensé en énergie LB123 de marque Berthold pour la mesure du débit d'équivalent de dose en microSieverts par heure.

Les analyses par spectrométrie gamma et le dosage du tritium dans l'eau (scintillation liquide) ont été effectuées au laboratoire de la CRIIRAD¹ qui est agréé par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), voir Annexe 1. Des analyses spécifiques de plutonium, strontium, tritium organiquement lié ont été confiées par la CRIIRAD à d'autres laboratoires agréés (en France) ou à des laboratoires reconnus (à l'étranger).

La coordination scientifique et l'interprétation des données et analyses a été réalisée par Bruno Chareyron.

Le tournage s'est poursuivi au laboratoire de la CRIIRAD à Valence jusqu'en novembre 2008 pour commenter les résultats des analyses.

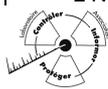
Compte tenu de la masse de données collectées, le volet sur le site de Dounreay n'a pas été intégré au documentaire final.

Les constatations de la CRIIRAD sur le site de Dounreay sont traitées dans un document distinct².

L'objet de la présente note est de synthétiser les constatations de la CRIIRAD sur La Hague, Mayak et Hanford.

¹ Mme Jocelyne Ribouet et M Christian Courbon ont préparé des échantillons, M Stéphane Patrigeon (technicien métrologue, pour les analyses).

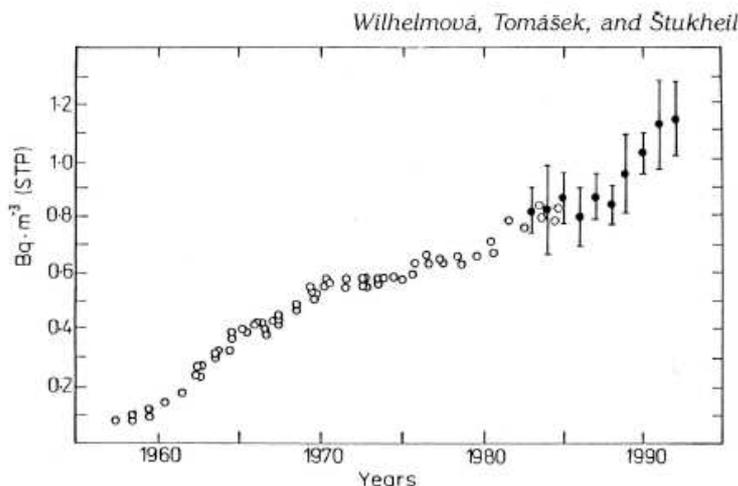
² Note CRIIRAD N°08-105 / Compte rendu de mission du 10 au 12 juin 2008 à Dounreay (Ecosse), partie 1, B Chareyron.



2 / Usine de retraitement AREVA de La Hague (France)

Le retraitement des combustibles nucléaires usés est une opération très polluante. En effet, lors du cisaillement et de la dissolution des combustibles, de grandes quantités de substances radioactives initialement confinées par les gaines sont rejetées dans l'environnement et entraînent des contaminations à très grande distance. Ceci concerne aussi bien les rejets dans l'atmosphère que les rejets en mer.

Malgré l'arrêt des explosions nucléaires dans l'atmosphère, la concentration en krypton 85, un gaz radioactif à longue période³ physique (10 ans) ne cesse d'augmenter dans l'ensemble de l'hémisphère nord, en particulier du fait des rejets des usines de retraitement des combustibles nucléaires (voir graphique⁴ ci-dessous).



Evolution de la concentration en krypton 85 dans l'hémisphère nord.

Ainsi, l'usine de retraitement AREVA à la Hague a rejeté en 2007 dans l'atmosphère 237 000 Terabecquerels (TBq) de gaz rares radioactifs dont le krypton 85 soit plus de 80 000 fois plus que la plus grande centrale nucléaire française (à titre de comparaison les rejets des 6 réacteurs de la centrale nucléaire de Gravelines étaient de 2,91 TBq en 2008).

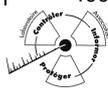
Le laboratoire de la CRIIRAD a soulevé dans un rapport⁵ de décembre 1995 la question de l'impact des rejets de krypton 85 lors des opérations de cisailage et dissolution du combustible nucléaire usé au sein de l'usine de retraitement de la Hague. En effet, la totalité de ce gaz radioactif est libérée dans l'atmosphère. Or les dispositifs de contrôle de la radioactivité de l'air exploités par COGEMA AREVA à cette époque ne portaient pas sur les gaz.

Pour le krypton 85 il a fallu attendre les mesures réalisées par Greenpeace au moyen d'échantillonneurs fixés sur des cerfs-volants en novembre 1998 pour que soit confirmé le fait que la radioactivité de l'air autour de la Hague atteint des niveaux très élevés lors de certaines opérations (90 000 Bq/m³, alors que la moyenne de cette contamination dans l'air de l'hémisphère nord est de 1 à 2 Bq/m³). Ces résultats ont été confirmés par l'IRSN (Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire), laboratoire officiel qui a mesuré jusqu'à 260 000 Bq/m³ au niveau du sol autour de l'usine de la Hague. Ces rejets induisent une contamination chronique de l'air respiré dans les villages alentours (par exemple plus de 1 000 Bq/m³ à Herqueville, voir tableau ci-dessous extrait du rapport AREVA La Hague 2007).

³ La période physique est le temps au bout duquel la radioactivité est divisée par 2. Il faut pratiquement 10 périodes pour qu'au fur et à mesure des désintégrations successives, la radioactivité initiale aie presque totalement disparu.

⁴ Evolution des niveaux moyens d'activité du krypton 85 dans l'atmosphère au niveau du sol aux latitudes moyennes de l'Hémisphère Nord. Extrait de « The measurement of Low Concentrations of Kr 85 in Atmospheric Air Samples / Ludmila Wilhelmová and col / Institute of radiation Dosimetry / Prague.

⁵ Contrôles radiologiques dans l'environnement des installations nucléaires de la Hague / CRIIRAD / B. Chareyron / Décembre 1995 / Etude réalisée pour Greenpeace.



Surveillance de l'air Valeurs moyennes en 2007	Gréville	Digulleville	Beaumont	Herqueville	Jobourg
Tritium (Bq/m ³)	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5
Iodes (Bq/m ³)	≤ 0,020	≤ 0,022	≤ 0,018	≤ 0,020	≤ 0,020
Kr 85 (Bq/m ³)	161	448	272	1 040	143
α (mBq/m ³) ⁽¹⁾	≤ 0,40	≤ 0,33	≤ 0,30	≤ 0,40	≤ 0,38
β (mBq/m ³) ⁽¹⁾	≤ 0,68	≤ 0,53	≤ 0,54	≤ 0,57	≤ 0,62
C14 ⁽²⁾ (Bq/m ³)	0,092	0,10	0,078	0,12	0,074
Pu 238 (mBq/m ³)	≤ 0,0005	≤ 0,0005	≤ 0,0004	≤ 0,0006	≤ 0,0006
Pu 239+240 (mBq/m ³)	≤ 0,0004	≤ 0,0004	≤ 0,0004	≤ 0,0005	≤ 0,0006

(1) d'origine naturelle et artificielle - (2) Carbone 14 d'origine naturelle et artificielle

Surveillance de la radioactivité de l'air à La Hague (AREVA, 2007)

Les panaches de krypton 85 de la Hague sont détectés couramment en Belgique à l'Université de Gand qui a un programme de recherche sur cette question.

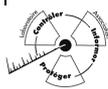
En 1995, en analysant la radioactivité des mousses terrestres autour de la Hague, le laboratoire de la CRIIRAD a montré une contamination notable par de l'iode 129, un autre élément radioactif rejeté massivement dans l'atmosphère et en Manche par l'usine de retraitement de la Hague. Or la période physique de l'iode 129 est de 15,7 millions d'années.

S'agissant des rejets en mer, l'iode 129 rejeté par la Hague est détecté⁶ dans les algues marines jusqu'en Arctique.



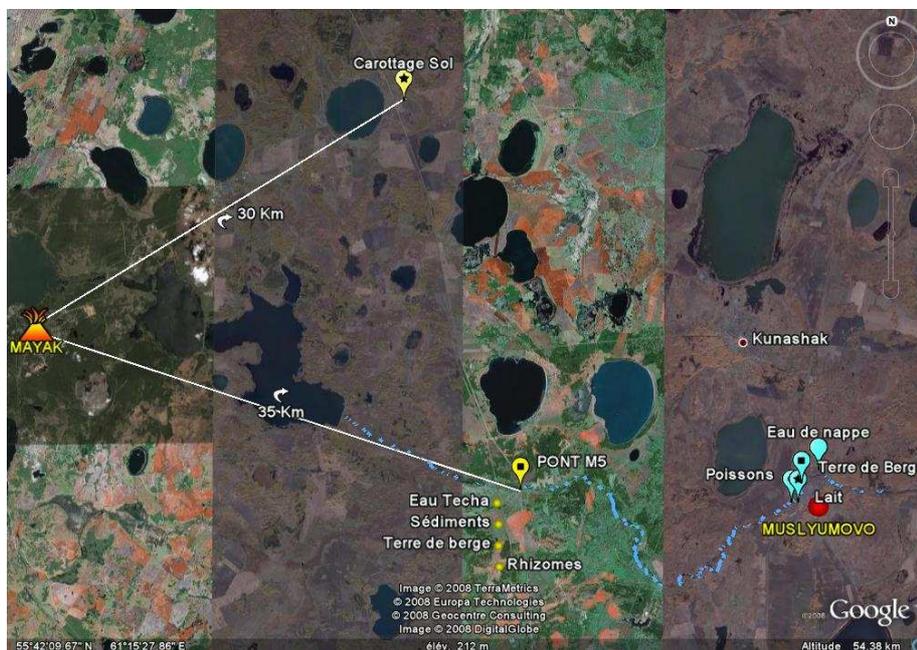
Mesures radiométriques sur la conduite de la Hague
(C Courbon et B. Chareyron, CRIIRAD, 1998)

⁶ Rapport d'étude N°970526 : Contrôles radiologiques sur des organismes marins à la Hague / CRIIRAD / B. Chareyron / Mai 1997 / Etude réalisée pour Greenpeace.



3 / Site nucléaire de Mayak (Oural, Russie)

Les mesures radiométriques in situ et les analyses d'échantillons effectuées par le laboratoire de la CRIIRAD en mai 2008 au niveau de la rivière TETCHA à environ 35 kilomètres en aval du site nucléaire de Mayak dans l'Oural, puis plus en aval au niveau du village habité de MUSLIMOVO, montrent la persistance d'une contamination radiologique par divers éléments radioactifs artificiels.



Localisation des points d'échantillonnage et de mesure (CRIIRAD)

Sur les berges de la rivière, le niveau de radiation gamma au contact du sol atteint 16 000 c/s (pont en amont du village de Muslimovo) et 7 500 c/s au niveau du village soit des valeurs respectivement 160 et 75 fois supérieures au niveau naturel (de 65 à 100 c/s).

Au droit du village sur les berges, le débit de dose est de 4,6 $\mu\text{Sv/h}$ au contact du sol et de 2,1 $\mu\text{Sv/h}$ à 1 mètre au dessus du sol soit des valeurs 15 à 25 fois supérieures à la normale.

Cette contamination est probablement liée aux accidents intervenus sur ce site (dont la catastrophe de 1957) sans exclure une contribution des rejets radioactifs actuels du complexe nucléaire.

La terre prélevée par la CRIIRAD sous le pont dans le cadre du tournage est très contaminée par du césium 137 (183 000 Bq/kg frais), du strontium-90 (2 700 Bq/kg sec) et du plutonium (plutonium 239 et plutonium 240 : 2 200 Bq/kg sec). Les concentrations sont telles que cette terre peut être considérée comme un déchet radioactif. On notera que le plutonium est un élément très radiotoxique à période très longue (il faut 24 100 ans pour que sa radioactivité soit divisée par 2).

Plus en aval, au niveau du village de Muslimovo, les habitants vivent en territoire contaminé. La CRIIRAD a mesuré une contamination en césium 137 de 55 000 Bq/kg dans la terre des berges de la TETCHA.

Le poisson est contaminé par du césium 137 et du strontium 90 (respectivement 640 et 909 Bq/kg soit au total plus de 1 500 Becquerels par kilo de poisson séché). La consommation de 60 grammes de poisson frais par jour entraîne une dose de 370 $\mu\text{Sv/an}$ pour un adulte. Sans tenir compte des autres radionucléides très probablement présents dans le poisson comme le tritium mesuré dans l'eau et le plutonium détecté dans la terre de berge au pont de la Tetcha. A travers la seule consommation du poisson on dépasse déjà la contrainte de dose de 300 microSieverts par an recommandée par la CIPR (Commission Internationale de Protection Radiologique) pour limiter les risques sanitaires induits par l'exposition à un seul site nucléaire.

Le lait collecté chez une fermière lors du tournage est également contaminé par des éléments radioactifs (du césium 137 : 24,3 Bq/l, du strontium 90 : 34 Bq/l et du tritium 14,7 Bq/l). Il faut préciser que les vaches paissent couramment sur les berges de la rivière.

En termes de dose de radioactivité reçue, en ne considérant que le césium 137, strontium 90 et tritium mesurés dans le lait, la dose annuelle pour une consommation de 1 litre par jour serait de 463 microSieverts pour un adulte et 1 013 microSieverts pour un enfant de 1-2 ans.

Pour le jeune enfant, le simple fait de boire un litre de lait par jour peut entraîner un dépassement de la dose maximale annuelle admissible établie par la Commission Internationale de Protection Radiologique (1000 microsievverts par an).

Ces estimations de dose sont effectuées en utilisant les facteurs de risque officiels qui sont susceptibles de sous-estimer fortement les risques. La contamination radiologique du milieu naturel et des principales sources de nourriture (poisson, lait) expose les habitants à une irradiation externe et à une contamination interne. Les doses résultantes imposent que des mesures de protection soient prises pour les habitants de Muslimovo. Il aurait fallu évacuer ces habitants depuis longtemps et au minimum distribuer une nourriture saine, en particulier aux groupes les plus sensibles (femmes enceinte, jeunes enfants).



Russie, rives contaminées de la rivière Tetcha
A Muslimovo (C courbon, mai 2008)

4 / Site nucléaire de Hanford (Etat de Washington, USA)

Dans les premières décennies de fonctionnement, les installations nucléaires de Hanford dont 9 réacteurs nucléaires et 5 usines de retraitement rejetaient de très grandes quantités d'éléments radioactifs dans l'atmosphère et dans la rivière Columbia.

Les rejets « contrôlés » se poursuivent actuellement dans l'atmosphère et le fleuve Columbia à des niveaux nettement inférieurs mais qui restent importants. Par exemple les installations du seul secteur 300 ont rejeté dans l'atmosphère 12,2 TBq de tritium en 2006 soit 8 fois plus que la plus grande centrale nucléaire française (Gravelines en 2008).

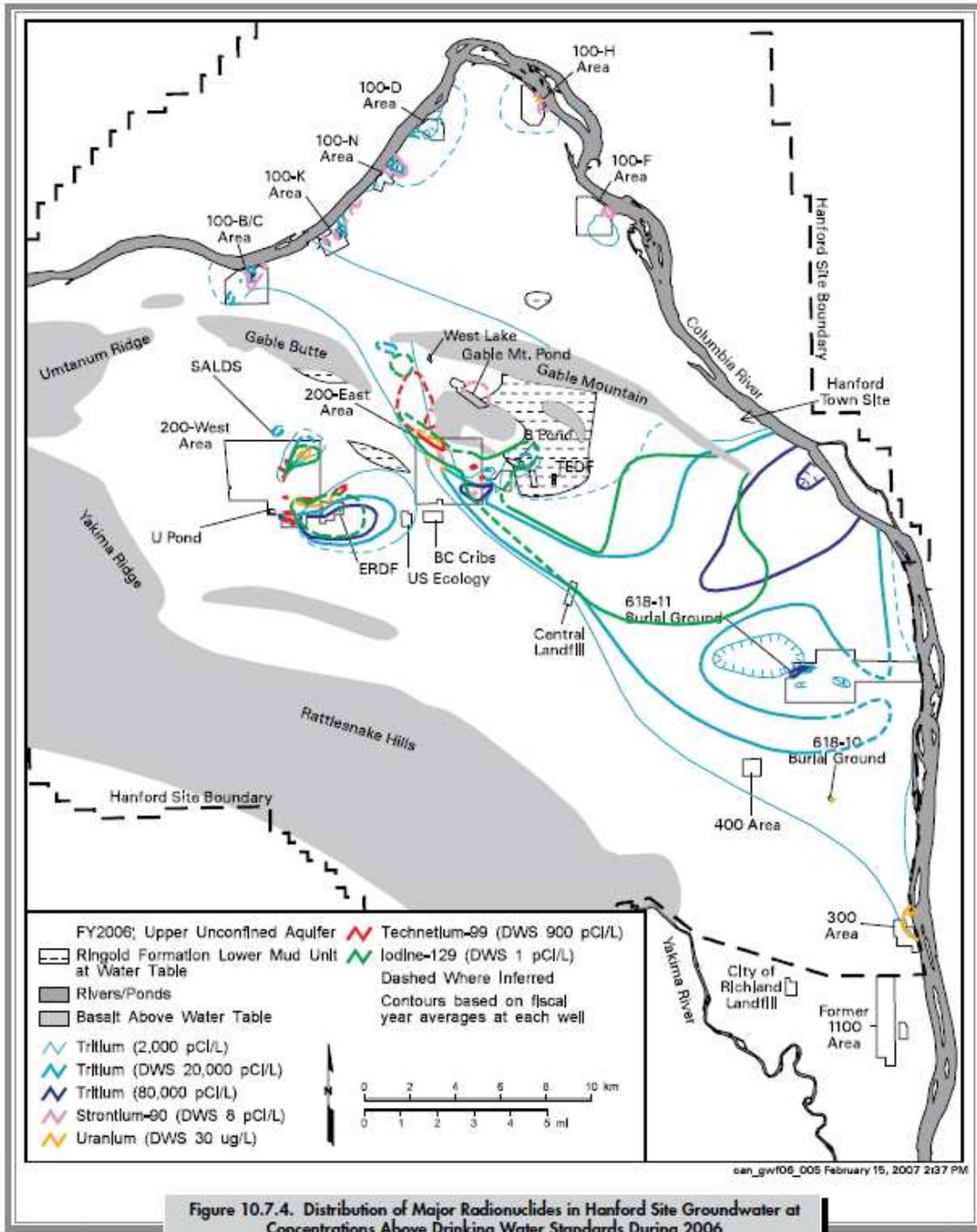
Outres les rejets proprement dits, le site de Hanford est marqué par l'impact de la contamination « historique » induite par les conditions déplorables de gestion des déchets radioactifs à l'intérieur du site.

Le déversement de déchets radioactifs liquides dans des tranchées et les fuites⁷ des réservoirs d'entreposage des déchets de haute activité a conduit à une large contamination du sous-sol et des eaux souterraines par de nombreux polluants chimiques (chrome, nitrates, etc.) et radioactifs (tritium, strontium 90, iode 129, technétium 99, uranium, etc) dont certains à très longue période physique (la période physique du technétium 99 est de 213 000 ans, celle de l'iode 129 de 15,7 millions d'années).

D'après les publications de l'Etat de Washington, la contamination des eaux souterraines dépasse 80 000 Bq/l pour le tritium (secteur 300), 800 Bq/l pour le technétium 99, 600 Bq/l pour le strontium 90 (réacteur N), 80 Bq/l pour l'uranium (secteur 300), etc... Ces niveaux de pollution dépassent d'un facteur 20 à 2 000 les normes de potabilité américaines (voir carte page suivante).

Des dispositifs de traitement ont été mis en place pour limiter l'impact de certaines de ces contaminations (pompage des eaux souterraines et traitement), mais ils ne concernent que quelques secteurs isolés.

⁷ Sur les 200 000 m³ de déchets entreposés dans 177 cuves, on estime que plusieurs millions de litres se sont échappés de 67 cuves (IEEER, N°8).



Les autorités reconnaissent qu'il n'est pas possible de traiter la contamination diffuse par l'iode 129 et le tritium car les surfaces concernées sont trop importantes (les surfaces au droit desquelles la contamination dépasse les seuils de potabilité sont respectivement de 67 km² et 121 km² en 2006).



Une migration progressive de substances radioactives s'opère donc vers la rivière Columbia via des sources souterraines. Ces transferts concernent d'ores et déjà le strontium 90, le tritium et l'uranium et concerneront d'autres radionucléides dans le futur (prédiction à 80 ans pour le technétium 99).

Les prélèvements préliminaires et analyses effectuées par le laboratoire de la CRIIRAD en mars 2008 au niveau de la Columbia en aval du site nucléaire de Hanford confirment cette contamination radioactive. Le laboratoire de la CRIIRAD a mis en évidence la présence de tritium⁸ dans l'eau du fleuve (13 Bq/l), d'uranium d'origine industrielle⁹ (168 Bq/kg sec) et d'europium 152 (2,6 Bq/kg sec) dans les terres des berges au droit du secteur 300.

La réalisation d'une expertise approfondie passe par des investigations lourdes qu'il n'était pas possible de conduire dans le cadre du tournage.

Pour étudier la contamination due aux rejets liquides historiques il faudrait par exemple faire des carottages de sédiments en profondeur (cf étude CRIIRAD sur le plutonium accumulé dans le delta du Rhône en Camargue du fait des rejets du site nucléaire de Marcoule). S'agissant des rejets radioactifs dans l'atmosphère, il faudrait analyser les cernes de croissance d'arbres qui poussaient dans les années 50.

Pour apprécier l'intensité des fuites actuelles via la nappe il faudrait faire des prélèvements d'eau directement dans les sources qui parviennent dans la Columbia sous le niveau d'eau du fleuve, or elles ne sont accessibles qu'en période de basses eaux.

Il faut disposer par ailleurs d'autorisations pour s'approcher des berges au droit des installations nucléaires. Le 24 mars 2008, la tentative de collecter des échantillons sur les berges au droit du réacteur N, une des zones les plus contaminées par le strontium 90, a été abandonnée du fait de la présence de personnel de l'installation à proximité et des travaux engagés pour masquer la contamination (suppression des arbustes contaminés, recouvrement par des remblais).

La CRIIRAD après avoir pris connaissance du rapport officiel de l'année 2006 portant sur le suivi radiologique de l'environnement autour de Hanford a identifié un certain nombre de lacunes ou d'incohérences.

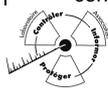
Un avis préliminaire (cf Annexe 2) a été adressé par la CRIIRAD à des associations de protection de l'environnement américaines et de riverains du site.

Rédacteur : Bruno Chareyron, ingénieur en physique nucléaire, responsable du laboratoire de la CRIIRAD.

Vérificateur : Corinne Castanier, directrice de la CRIIRAD.

⁸ En amont du site nucléaire le tritium n'est pas détecté (limite de détection < 2,5 Bq/l)

⁹ Par comparaison à ce qui est mesuré dans des échantillons de référence du secteur (terres et sédiments), la terre au droit du secteur 300 présente une concentration en uranium 3 à 5 fois supérieure et un déséquilibre uranium-radium qui suggère une contamination anthropique.



ANNEXE 1 / Agréments du laboratoire de la CRIIRAD



Agréments du laboratoire de la CRIIRAD

Le laboratoire de la CRIIRAD est agréé par l'Autorité de sûreté nucléaire pour les mesures de radioactivité de l'environnement. La portée détaillée de l'agrément est disponible sur le site internet de l'Autorité de sûreté nucléaire.

Une liste actualisée¹ est présentée ci-dessous :

1 / Matrice **eaux** : émetteurs gamma d'énergie inférieure à 100 keV et d'énergie supérieure à 100 keV (agrément valable jusqu'au 31/12/2009) et tritium (agrément valable jusqu'au 31/12/2009).

2 / Matrice **sols** : émetteurs gamma d'énergie supérieure à 100 keV, uranium et descendants, thorium et descendants, Ra 226 et descendants, Ra 228 et descendants (agrément valable jusqu'au 31/12/2009).

3 / Matrices **biologiques** : émetteurs gamma d'énergie inférieure à 100 keV et d'énergie supérieure à 100 keV (agrément valable jusqu'au 31/12/2009).

4 / Matrices **gaz** : émetteurs gamma d'énergie inférieure à 100 keV et d'énergie supérieure à 100 keV et gaz halogénés (agrément valable jusqu'au 31/12/2009).

En outre, le laboratoire de la CRIIRAD est agréé pour la mesure du radon dans les lieux ouverts au public (niveaux 1 et 2 ; validité jusqu'au 15 septembre 2011).

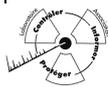
¹ Décision n°DEP-DEU-0373-2009 du 23 juin 2009 du président de l'Autorité de sûreté nucléaire portant agrément de laboratoires de mesures de la radioactivité de l'environnement.

ANNEXE 2 / Hanford, remarques critiques et questions complémentaires

Reproduction du contenu de l'E-Mail adressé par B Chareyron, responsable du laboratoire de la CRIIRAD le 1/4/2008 au représentant des indiens Yakama et au président de l'association Hanford Challenge rencontrés lors du tournage. Ce texte liste un certain nombre d'observations et de questions complémentaires à poser à l'administration américaine à propos de la surveillance de la radioactivité dans l'environnement du site de Hanford telle que décrite dans le rapport annuel 2006 : [HS 06] "Hanford Site / Near Facility Environmental Monitoring Data Report for calendar year 2006 / PNNL-16623"

1 / Vegetation Contamination

In [HS 06], page 10.107, table 10.10.5 gives the Annual Number of Vegetation Contamination Incidents Investigated Near Hanford Site Facilities and Operations, 1997 through 2006. The number of reported incidents is between 16 (year 2002) and 85 (year 1999).



In [HS 06], page 10.107 is stated : "During 2006, radiological contamination was found in 75 vegetation samples collected during investigations. Seventy-four samples were tumbleweeds (Russian thistle) or tumbleweed fragments, and one sample was listed as moss. None of the samples were analyzed for specific radionuclides and were disposed of onsite in burial grounds".

We would recommend that in the future such samples are properly analyzed in order to determine the nature of the radionuclides and their activity.

In the meantime we would like to receive the results of alpha and beta:gamma field measurements made on the 75 samples discovered during year 2006.

2 / Control of Pests and Contaminated Biota

In [HS 06], page 10.128 is stated : "Biological control personnel responded to approximately 28,000 animal control requests (ranging from requests to remove animals within radioactive waste facilities to insect invasions of work areas) from Hanford Site employees in 2006. / ...There were 21 contaminated animals or animal-related materials discovered during 2006."

We would like to receive the results of field measurements and laboratory analysis made on these contaminated animals and details about the samples (location, sample description).

3 / Tritium discharges to the atmosphere

According to [HS 06], page 10.11 tritium is discharged to the Atmosphere as HT and HTO from 300 Area and as HTO from 400 Area. Total discharge from 300 Area is about 330 Ci which is 12.2 TBq. Such a level is quite high (about 6 to 8 times more than a typical 1 300 MW NPP).

Why is Area 300 discharging tritium to the atmosphere ?

Why area 200 and 100 have no measurement of tritium discharges to the atmosphere (mention NM = Not Measured in discharge table 10.1.1) ?

What is the typical tritium diffusion rate from the Tank Farms ?

How are evaluated the tritium diffuse emissions to the atmosphere from contaminated water, soil or waste at Hanford site ?

4 / Anthropogenic Carbon 14

Surprisingly, [HS 06] mentions no passed or present C14 discharges from Hanford facilities to the environment. Environmental monitoring reports include no C14 activity measurements. Yet C14 is one of the most important contributor to collective dose near other Nuclear Reactors and / or Reprocessing Plants abroad. Why would it be different at Hanford ?

What where past C14 discharges from Hanford facilities to the Columbia River and the atmosphere ?

What are present C14 inventories in liquid and solid wastes stored at Hanford site ?

Are there unpublished C14 measurements in Hanford environment?

5 / Uranium 238 and Thorium 232 Decay chains

Uranium contamination near 300 Area is well documented (U238, U234, U235, U236 measurements are performed in the environment). But no information is given about radium isotopes from U238, U235 and TH 232 decay chains, nor Lead 210 and Po 210 isotopes from U 238 decay chain. What is the reason for this ?

At the same time, it seems to be that uranium and thorium processed at Area 300 for fuel production were not chemically pure and might have been associated with their radioactive byproducts. In effect, 300 Area is discharging quite significant amounts of radon gas to the atmosphere (see [HS 06], page 10.11 : radon discharges from 300 area during year 2006 were about 0.91 Ci and 30 Ci for radon 222 and radon 220 respectively).

If radon 222 is discharged to the atmosphere from 300 Area, it means that radium 226 is present there (half life 1,600 years). What is the radium 226 inventory in the wastes stored at Area 300 ? Why are there no measurements of radium 226 and its very radiotoxic byproducts lead 210 and polonium 210 in the environment and the food chain at Hanford ?

If radon 220 is discharged, it means that thorium 232 and radium 228 are present. What is the thorium 232 inventory in the wastes stored at Area 300 ?

