

CRIIRAD

Commission de Recherche
et d'Information Indépendantes
sur la Radioactivité

Site : www.criirad.org
Tel : + 33 (0)4 75 41 82 50
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48
E-mail : laboratoire@criirad.org

*NB : il s'agit du texte original de
l'article publié par le magazine
« L'Ecologiste N°16 septembre-
octobre-novembre 2005 / Mines
d'Uranium : la pollution
cachée ».*

L'impact radiologique de 50 années d'extraction de l'uranium en France Exiger de COGEMA-AREVA un réaménagement satisfaisant des sites

Rédaction : Bruno CHAREYRON, ingénieur en physique nucléaire, responsable du laboratoire de la CRIIRAD / année 2005

Plus de 200 sites miniers en France

En France, environ 200 sites d'extraction d'uranium ont été exploités sur 25 départements (voir carte officielle ci-après). Plus de 70 000 tonnes d'uranium ont été extraites entre 1946 et 2001.

Les principaux gisements se situaient dans le Limousin, le Forez, la Vendée, la Lozère et l'Hérault.

En fonction de la profondeur du gisement, le minerai d'uranium était extrait par carrières à ciel ouvert ou par galeries souterraines.

Dans tous les cas, l'accès au filon a nécessité l'extraction préalable de roches plus ou moins radioactives appelées stériles (typiquement 10 tonnes de stériles pour une tonne de minerai dans le cas des mines à ciel ouvert et une tonne pour une tonne dans le cas des travaux souterrains).

Ces travaux ont favorisé les émanations de poussières radioactives, de radon (gaz radioactif) et la contamination des eaux circulant sur des roches fracturées, dans les galeries de mines, etc...

L'activité de l'uranium 238 est en moyenne de 40 Becquerels par kilogramme (Bq/kg) dans l'écorce terrestre, 200 Bq/kg dans un granite classique et de l'ordre de 25 000 Bq/kg dans un minerai dont la teneur en uranium est de 0,2 %.

Dans les roches naturelles, l'uranium 238 est dit en « équilibre séculaire » c'est-à-dire que ses 13 descendants radioactifs (thorium 234, uranium 234, thorium 230, radium 226, radon 222, plomb 210, polonium 210, etc...) ont la même activité que lui (voir chaîne de désintégration ci-après).

Ainsi un kilogramme de minerai contenant 25 000 Becquerels d'uranium 238 a une radioactivité totale de 14 fois ce chiffre soit 350 000 Bq/kg (à laquelle il faut ajouter l'activité d'autres radionucléides naturels : l'uranium 235, le thorium 232 et leurs descendants ainsi que le potassium 40).

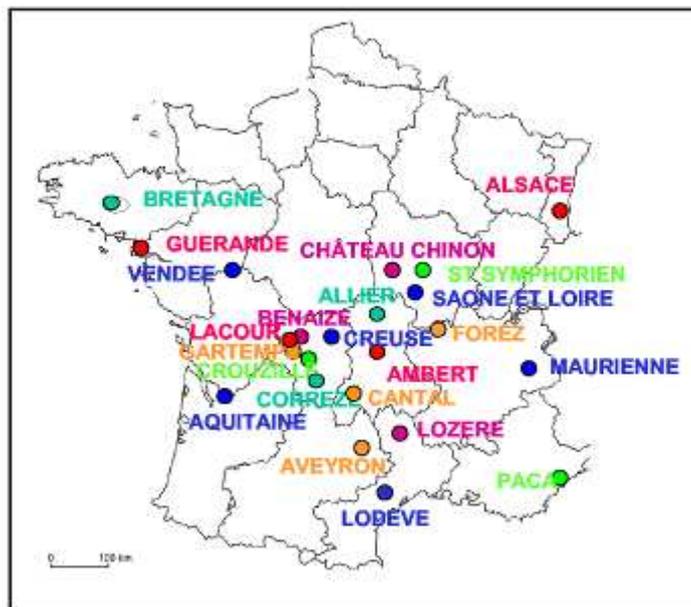


figure 2 : répartition des 23 zones minières définies

Carte IRSN et Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable / Inventaire National des Sites Miniers / Avril 2004

CHAINE RADIOACTIVE Famille de l'Uranium 238		
Radioéléments	Mode de désintégration	Période radioactive
Uranium 238	α	$4,5 \cdot 10^9$ ans
Thorium 234	β	24 jours
Protactinium 234	β	1,2 minutes.
Uranium 234	α	$2,5 \cdot 10^5$ ans
Thorium 230	α	$7,5 \cdot 10^4$ ans
Radium 226	α	$1,6 \cdot 10^3$ ans
Radon 222	α	3,8 jours
Polonium 218	α	3 minutes
Plomb 214	β	27 minutes
Bismuth 214	β	20 minutes
Polonium 214	α	$1,6 \cdot 10^{-4}$ secondes
Plomb 210	β	22,3 ans
Bismuth 210	β	5 jours
Polonium 210	α	138,5 jours
Plomb 206		Stable

Les radioéléments en gras dans les tableaux, sont scabifiés par spectrométrie gamma

Chaîne de désintégration de l'uranium 238 (source : CRIIRAD)

Extraire l'uranium, une opération à risque

L'extraction du minerai uranifère puis de l'uranium conduit à manipuler des substances radioactives qui ont des caractéristiques très pénalisantes en termes de radioprotection :

- Il s'agit de radionucléides à **très longue période physique**. La période physique de l'uranium 238 étant de 4,5 milliards d'années, la radioactivité des roches et déchets uranifères ne décroît quasiment pas à l'échelle humaine.
- Certains des descendants de l'uranium 238 (plomb 210 et polonium 210) figurent parmi les radionucléides les plus **radiotoxiques par ingestion** (radiotoxicité¹ égale ou supérieure à celle du plutonium 239).
- Certains des descendants de l'uranium 238 (thorium 230) figurent parmi les radionucléides les plus **radiotoxiques par inhalation** (radiotoxicité égale ou supérieure à celle du plutonium 239).

Si des précautions drastiques ne sont pas prises, l'exploitation de l'uranium ne peut que conduire à augmenter le niveau de radioactivité de la biosphère. Tous les milieux peuvent être touchés (air, sol, eau, faune, flore).

Les usines d'extraction de l'uranium et les résidus d'extraction

L'extraction de l'uranium contenu dans les minerais se fait par attaque chimique qui permet de dissoudre et entraîner sélectivement l'uranium. Ce procédé est appelé lixiviation. En fonction de la teneur en uranium du minerai les exploitants ont pratiqué la lixiviation statique (acide versé sur le tas de minerai « pauvre » par exemple) ou la lixiviation dynamique en usine. Dans ce dernier cas, les minerais étaient envoyés à l'usine d'extraction de l'uranium où la roche était concassée, broyée puis attaquée à l'acide. Environ 95 % de l'uranium contenu dans la roche pouvait être extrait.

Les résidus d'extraction de l'uranium sont caractérisés par :

- **une radioactivité importante**, supérieure à 100 000 Bq/kg et parfois à plus de 500 000 Bq/kg. En effet, les résidus contiennent encore 80 % de la radioactivité initiale du minerai car les 10 radionucléides descendants de l'uranium à partir du thorium 230 (typiquement de 10 000 à 20 000 Bq/kg pour chacun) n'ont pas été extraits par le traitement chimique. La quantité d'uranium résiduel non extrait présente en outre une activité non négligeable (de l'ordre de 1 000 Bq/kg),
- une **faible granulométrie** (boue fine) qui favorise la dispersion ultérieure des radionucléides. Le minerai initial, roche dure située en profondeur, devient un résidu d'extraction sous forme d'une boue de très fine granulométrie. Lorsque cette boue sèche, les poussières radioactives qu'elle contient peuvent être dispersées par le vent. Si elle est humide, le transport est possible via les eaux. Or ces résidus contiennent des éléments **très radiotoxiques** (thorium 230, plomb 210 et polonium 210),
- La présence de **100 % du radium 226** initialement contenu dans le minerai. Sa désintégration génère en permanence un gaz radioactif, le radon 222, difficile à confiner,
- la présence de radionucléides à **très longue période physique**, ce qui pose la question du confinement à long terme. Ces déchets seront radioactifs pendant des centaines de milliers d'années compte tenu de la période physique du thorium 230 (75 000 ans).
- La présence de **produits chimiques** liés au traitement (attaque à l'acide sulfurique, neutralisation à la chaux) dans une proportion de 100 kilogrammes par tonne environ.

Huit usines d'extraction de l'uranium par voie chimique ont fonctionné en France : l'Ecarpière en Loire-Atlantique, Jouac et Bessines-sur-Gartempe en Haute-Vienne, Gueugnon en Saône-et-Loire, Les Bois Noirs dans la Loire, Le Cellier en Lozère, Saint-Pierre dans le Cantal et Le Bosc (Lodève) dans l'Hérault.

¹ Par exemple, pour un adulte, l'ingestion de 1 Becquerel de polonium 210 entraîne une exposition interne de 1,2 microSieverts, soit une exposition supérieure à celle induite par l'ingestion de 1 Becquerel de plutonium 239 : 0,25 microSieverts (*Arrêté du 1^{er} septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants*). En revanche, l'activité spécifique du plutonium 239 (c'est-à-dire le nombre de becquerels par unité de masse) est plus de 100 000 fois supérieure à celle de l'uranium 238.

Ces usines ont généré plus de **50 millions de tonnes de résidus d'extraction** répartis sur une vingtaine de sites de « stockage » officiels. Il s'agit de stockages à sec (en carrière) ou sous eau (derrière des digues). Sans compter les situations où la fraction sableuse des résidus a été utilisée pour remblayer d'anciennes galeries (remblayage hydraulique par plus d'un million de tonnes en Limousin). Dans ce cas, les déchets sont directement au contact des eaux souterraines.

Le cas du Limousin

En Limousin par exemple, l'exploitation des gisements d'uranium a commencé en 1949, d'abord sous la responsabilité du CEA, puis, à partir de 1976, sous celle de sa filiale, la COGEMA (COmpagnie GEnérale des MATières nucléaires). Au terme de plus de 40 ans d'exploitation, la division minière de la Crouzille comportait une quarantaine de sites miniers (incluant mines à ciel ouvert et galeries souterraines) ainsi qu'une usine d'extraction physico-chimique de l'uranium contenu dans le minerai. Implantée à Bessines, l'usine était exploitée par la SIMO, filiale à 100% de la COGEMA.

L'exploitation de l'uranium s'est terminée sur le sol français en mai 2001 (fermeture de la mine de Jouac). Aujourd'hui l'uranium utilisé dans les centrales nucléaires françaises est extrait principalement au Niger et au Canada.

Tous les sites français sont aujourd'hui fermés et placés, du moins actuellement, sous la responsabilité de COGEMA-AREVA.

Plus de 10 ans d'études de la CRIIRAD

La CRIIRAD a travaillé sur la problématique de l'impact des mines d'uranium à partir du début des années 90. Elle a étudié plus d'une dizaine de sites des départements de Haute-Vienne, Loire-Atlantique, Haute-Loire, Loire, Hérault, Cantal, Saône-et-Loire, etc...

Une liste des études conduites par le laboratoire de la CRIIRAD est reportée en [annexe 1](#).

Toutes ces études ont été réalisées pour le compte d'associations ou de collectivités locales (Mairies, Conseils Généraux, Conseils Régionaux) et ont systématiquement pour origine l'action d'associations locales de protection de l'environnement qui, par un travail de longue haleine, parviennent à sensibiliser les élus locaux.

Un impact radiologique inacceptable

Sur tous les sites miniers qu'elle a contrôlés, la CRIIRAD a pu constater que l'exploitation de l'uranium a entraîné une contamination très significative de l'environnement, une violation des principes internationaux de radioprotection. Il en découle des expositions aux rayonnements ionisants qui conduisent presque systématiquement à des risques de cancer « non négligeables » (au sens de la directive Euratom de mai 1996, soit une dose efficace ajoutée supérieure à 10 microSieverts par an) et dans de nombreux cas à des risques inacceptables (dose efficace ajoutée supérieure à 1 000 microSieverts par an).

Cet impact, manifeste pendant l'exploitation des installations (mines et carrières, usines d'extraction de l'uranium) est également très significatif après cessation de l'exploitation et « réaménagement » des sites.

Il est dû à la dispersion de matériaux radioactifs solides, à l'insuffisance du traitement des eaux contaminées, à la réutilisation de ferrailles contaminées, au manque de confinement des résidus radioactifs, aux émanations de gaz radioactif, le radon 222, etc... Certains exemples sont illustrés ci-dessous.

Des matériaux radioactifs sortis des entrailles de la terre ...

Avant leur extraction, les minerais radioactifs étaient enfouis très souvent à plusieurs dizaines, voire centaines de mètres sous la surface (certaines galeries de mines sont à plus de 400 mètres de profondeur). A l'exception de quelques affleurements localisés : les « *indices uranifères* » - qui avaient permis aux prospecteurs de découvrir les filons en parcourant les campagnes au moyen de compteurs

Geiger ou de scintillomètres gamma - les radiations émises par l'uranium et les autres corps radioactifs qui lui sont associés étaient donc largement arrêtées par les couches du sol.

L'uranium 238 émet des rayonnements alpha ; ses descendants radioactifs émettent selon leur nature des rayonnements alpha ou bêta accompagnés parfois de rayonnements gamma. La manipulation du minerai d'uranium et des déchets associés conduit à subir une irradiation par tous ces rayonnements.

Tant que le minerai est sous plusieurs mètres de terre, les risques d'irradiation directe à la surface du sol sont quasiment nuls. La situation est très différente lorsque le minerai est remonté au jour.

Les rayonnements alpha de l'uranium peuvent parcourir 2,5 centimètres dans l'air et sont arrêtés par l'équivalent d'une feuille de papier à cigarette (parcours de 30 microns dans l'eau).

Les rayonnements bêta les plus énergétiques peuvent parcourir plusieurs mètres dans l'air, mais sont arrêtés par une feuille d'aluminium de 2 millimètres d'épaisseur.

Les rayonnements gamma qui sont en réalité des ondes électromagnétiques très pénétrantes peuvent parcourir des dizaines de mètres dans l'air (120 mètres et plus pour certains rayonnements très énergétiques associés au plomb et au bismuth 214, descendants de l'uranium). C'est pourquoi il est possible de détecter des filons d'uranium affleurants au moyen de sondes embarquées sur hélicoptère. Par contre, il suffit de quelques centimètres de terre pour diviser le rayonnement par 2. Un mètre de terre le diviserait par un facteur supérieur à 100 fois.

L'extraction du minerai a consisté à remonter à la surface, par une exploitation en carrières à ciel ouvert ou galeries souterraines, des millions de tonnes de roches (plus de 57 millions de tonnes de roches par exemple pour le Limousin, selon la COGEMA).

Ces roches étaient systématiquement « triées » au compteur Geiger. Lorsque leur radioactivité était « faible », donc leur teneur en uranium « relativement » basse, l'exploitant les mettait de côté. Ces roches étaient alors appelées « stériles ». Malheureusement la radioactivité de ces stériles pouvait être plusieurs dizaines de fois et même plus de cent fois plus élevée que celle des sols naturels « normaux ». Le seuil de coupure « économique » était typiquement en Limousin de 4 000 Bq/kg soit 100 fois l'activité moyenne de l'écorce terrestre et 20 fois celle d'un granite classique.

Une partie de ces roches radioactives a été amoncelée en tas (les verses à stériles, voir [photographie 1](#)) situées sur l'emprise des sites miniers. Ces verses posent des problèmes car elles n'ont pas été correctement réaménagées. Les mesures effectuées par la CRIIRAD depuis plus de 10 ans montrent que le niveau de radiation au dessus de ces verses est anormalement élevé (le débit de dose à 1 mètre du sol est alors typiquement 2 à 5 fois supérieur à la normale, et plus, lorsque des morceaux de minerai sont mélangés au « stérile »). Elles sont pourtant bien souvent accessibles au public (ni répertoriées, ni grillagées) et parfois réutilisées pour des activités de loisir. Elles posent également problème dans la mesure où les eaux de pluie qui ruissellent sur les verses se chargent en uranium et ses descendants et transfèrent ces radionucléides au milieu aquatique de surface.

... et réutilisés sans précaution

Une partie de ces stériles a même été utilisée par les municipalités, les Directions Départementales de l'Équipement et les particuliers pour remblayer des routes, des chemins ou des plates-formes. Parfois ces matériaux radioactifs ont même été utilisés sur des terrains de sport ou sous des bâtiments.

La CRIIRAD a pu mettre en évidence la dispersion de ces matériaux radioactifs autour de toutes les mines d'uranium qu'elle a contrôlées en Loire Atlantique, Haute-Vienne, dans l'Hérault, le Cantal ou la Loire, etc...

Le site minier des Bois Noirs, par exemple, situé à la limite des départements de la Loire et de l'Allier, a été exploité par le CEA puis la COGEMA de 1955 à 1980. La municipalité de Saint-Priest-La-Prugne et le collectif des Bois Noirs se sont battus pendant 5 ans pour obtenir que soit réalisée une expertise indépendante de la situation radiologique du site. Cette étude, réalisée par la CRIIRAD de 2001 à 2004, dans le cadre d'une contre-expertise soumise à un comité scientifique – les prélèvements étaient effectués en double par un second laboratoire choisi par la COGEMA - , a permis de déceler, sur de nombreux sites proches de l'ancienne mine, un niveau de radiation anormalement élevé (débit de dose à 1 mètre du sol supérieur à 1 microSievert par heure soit plus de 5 fois supérieur à la normale, flux de rayonnement gamma au contact du sol parfois plus de 100 fois supérieur à la normale). Il s'agit de chemins, de parkings (foyer de ski de fond, cour du centre de loisir et restaurant), cour d'habitations privées, scieries, hangars, etc...



1 Verse à Stériles de Puy de l'Age (CRIIRAD, 1993)

Dans tous ces cas, les matériaux radioactifs étant à la surface du sol, il n'y a plus de protection par la terre. Le niveau de radiation à 1 mètre du sol est alors nettement plus élevé que celui du terrain naturel. La dose de radiation subie par les habitants dépend bien entendu de la surface de terrain remblayée par les stériles, du degré de radioactivité des stériles (concentration en uranium) et du temps passé sur ces terrains. Il est certain que ces doses ne sont pas négligeables sur le plan sanitaire (au sens de la directive Euratom de mai 1996) et pourraient très probablement conduire certains habitants à des niveaux de risque inacceptables.

C'est le cas en particulier lorsque les stériles radioactifs sont situés sous des bâtiments habités. En effet, s'ajoute alors à l'irradiation directe (rayonnement gamma principalement), l'inhalation du radon, gaz radioactif produit en permanence par la désintégration de l'uranium, et qui s'accumule d'autant plus qu'un espace est clos et insuffisamment ventilé. Le radon 222 est reconnu comme cancérigène pour l'homme par l'Agence Internationale de Recherche sur le Cancer et serait, selon les experts, la seconde cause de cancer du poumon après le tabac.

Cette situation concernait une scierie dans l'Allier, construite il y a plus de 20 ans sur des remblais radioactifs issus de la mine d'uranium des Bois Noirs. La CRIIRAD a démontré en 2001, que, du fait de la présence de ces « stériles », les niveaux de radon dans la scierie dépassaient fortement les limites sanitaires (la CRIIRAD mesurait $7\,700\text{ Bq/m}^3$ alors que, dans les lieux de travail, la limite actuelle est de 400 Bq/m^3 et que, pour les établissements ouverts au public, est défini un seuil d'urgence de $1\,000\text{ Bq/m}^3$, au-delà duquel la préfecture peut faire fermer l'établissement). Pour une personne qui aurait travaillé 2 000 heures dans l'atelier concerné, les doses de radiation (dus au radon) auraient pu dépasser les valeurs maximales admises pour un « *travailleur du nucléaire* », soit 20 milliSieverts par an. Compte tenu de la gravité de cette situation, la CRIIRAD a fait part de ces résultats rapidement aux autorités et la COGEMA a été contrainte de financer la décontamination du site ([voir photographies 2 et 3](#)) d'où ont été enlevés en 2003 environ $8\,000\text{ m}^3$ de remblais radioactifs. Un technicien de la COGEMA a pourtant reconnu publiquement avoir fait des contrôles radiométriques, il y a quelques années, sur les remblais situés devant la scierie. Il savait qu'ils étaient radioactifs mais n'avait pas jugé la situation « anormale ».



2 et 3 Scierie en cours de décontamination près du site des Bois Noirs (photo B Chareyron et Jeff Rachel, janvier 2004)

De nombreux autres sites sont concernés, bien qu'à un niveau de risque nettement inférieur. Lors de la réunion de présentation des résultats en préfecture de Roanne, le 7 octobre 2003, la CRIIRAD a insisté auprès des autorités pour que les remblais radioactifs présents dans l'environnement accessible au public, et en priorité lorsqu'ils sont à proximité des lieux d'habitation, soient également retirés. Dans certains cas, il serait justifié de retirer rapidement les blocs de minerai les plus actifs. Cette démarche a conduit les pouvoirs publics à distribuer un questionnaire aux habitants des communes proches du site des Bois Noirs, en 2004, afin de déterminer s'ils ont pu utiliser des remblais miniers ou collectionner des minéraux issus de la mine. C'est une première en France.

Sous la pression des associations et de la CRIIRAD, la cour d'une ferme ([voir photographies 4 et 5](#)) a également été décontaminée par la COGEMA en 2004, à Saint-Priest-La-Prugne, mais il faudra que les habitants et leurs représentants élus ou associatifs restent vigilants, mobilisés et exigeants pour obtenir une remise en état de l'environnement la plus proche possible de l'état antérieur à l'exploitation minière.



4 La CRIIRAD (B Chareyron) mesure le niveau de radiation émis par du minerai uranifère dans la cour de la ferme de Moulin Poyet (Photo Jeff Rachel, janvier 2004) /

5 La CRIIRAD invite les media à constater la présence de remblais radioactifs dans la cour d'une ferme à Saint-Priest-La-Prugne en présence du maire de la commune et du Collectif des Bois Noirs (Janvier 2004, photo Jeff Rachel)

En effet, lors d'une courte mission sur place en janvier 2005, la CRIIRAD a voulu vérifier le niveau de radiation sur le parking d'un restaurant qu'elle avait identifié en 2001 et dont elle avait publiquement demandé la décontamination en janvier 2004 (lors d'une réunion publique en présence des élus locaux, de la DRIRE et de la COGEMA). Le site avait été entre-temps revendu à un jeune hollandais. Ce dernier, qui ne parlait pas le français, a été très surpris quand nous lui avons montré le niveau de radiation sur son terrain. Personne ne l'avait prévenu lors de la transaction. Nous avons informé la mairie le jour même.

Un représentant de la DRIRE, que nous avons interpellé sur ce dossier, a estimé que dans la mesure où la présence de remblais radioactifs ne faisait pas l'objet de servitudes, il n'y avait pas lieu d'informer l'acquéreur. La CRIIRAD estime cette réponse inacceptable et considère que les remblais radioactifs doivent être recherchés, enlevés et stockés sur des sites dédiés hors d'atteinte du public. Dans cette attente une procédure d'information des propriétaires et des servitudes adéquates doivent être mises en place (inscription au POS, etc.).

Il faut donc que, sur toutes les communes proches d'anciennes mines d'uranium, les habitants se mobilisent pour obtenir un recensement des sites où ont été réutilisés des remblais miniers et leur enlèvement. Il va sans dire que c'est un travail de longue haleine, mais qui doit être engagé car l'industriel responsable - la COGEMA - est actuellement solvable et doit assumer les travaux de rémédiation. Ces travaux doivent être engagés avant que l'on perde la mémoire de ces sites et que les matériaux radioactifs – dont la radioactivité ne décroîtra pratiquement pas à l'échelle humaine - ne soient dispersés plus loin au gré des travaux à venir.

L'insuffisance de la gestion et du traitement des effluents liquides

L'exploitation par carrière ou galeries souterraines impose de pomper en permanence les eaux de ruissellement ou les eaux de nappe qui ont tendance à combler les excavations. Ces eaux, appelées « eaux d'exhaure », contiennent des métaux lourds et des radionucléides dont certains sont très radiotoxiques par ingestion. Il en va de même pour les eaux industrielles issues des usines d'extraction de l'uranium. Certaines de ces eaux n'étaient pas du tout, ou très insuffisamment, traitées avant rejet. Dans certains cas, elles ont même été déversées dans des ruisseaux alimentant des réserves d'eau destinée à la consommation humaine.

Les mesures effectuées en 1993 par la CRIIRAD sur la division minière de la Crouzille, en Limousin, ont montré :

- que la charge en uranium et en radium des eaux d'exhaure pouvait être 100 fois supérieure aux niveaux naturels, voire plusieurs milliers de fois.
- que l'activité de l'uranium et / ou du radium dans les eaux d'exhaure après traitement était susceptible de dépasser les normes (pour 2 contrôles sur 5, sachant que la COGEMA était prévenue des dates et lieux de prélèvement).

L'examen des documents transmis à la DRIRE a montré que les dépassements étaient fréquents et parfois permanents. Ainsi, pour la mine de Puy de l'Age, la concentration en radium des rejets de l'année 1991 dépassait la limite fixée par arrêté préfectoral, en mai, juin, août et septembre. La moyenne annuelle elle même était en dépassement.

L'insuffisance des normes de traitement des effluents avant restitution au milieu naturel et le caractère rudimentaire des dispositifs de traitement mis en œuvre par la COGEMA ([voir photographies 6 et 7](#)) expliquent l'intensité de la contamination du milieu aquatique en aval des mines d'uranium.



6 Bassin de décantation des eaux d'exhaure de la mine COGEMA de Puy de l'Age en Limousin (CRIIRAD, 1993)



7 Station de traitement des eaux des mines COGEMA-AREVA à 'Augères en Limousin (CRIIRAD, janvier 2005)

Dans le cadre de l'étude de 1993 en Limousin, la CRIIRAD a montré par exemple que dans les ruisseaux situés en aval immédiat des mines de Puy de l'Age et de Bellezane, l'accumulation d'uranium et de radium était telle (plusieurs dizaines de milliers de Bq/kg) que l'on pourrait qualifier les plantes aquatiques et les sédiments de « déchets radioactifs ».

On mesurait dans les plantes aquatiques du ruisseau de Bellezane, en aval des rejets traités du site de Puy de l'Age, une activité en radium 226 de 28 700 Bq/kg sec soit plus de 200 fois le niveau naturel. Dans la rivière Gartempe, située au cœur de la division minière, la contamination des sédiments et des plantes était détectable sur les 8 stations de contrôle et jusqu'au confluent avec la Brame, à plus de trente kilomètres de Bessines-sur-Gartempe.

A Puy de l'Age, malgré les constats de la CRIIRAD, renouvelés en 1998, la COGEMA n'a pas amélioré ses dispositifs de collecte et de traitement des eaux, et n'a pas accepté de décontaminer les berges du ruisseau et les prairies. La préfecture a même accepté, par arrêté de 1999, que la COGEMA cesse tout traitement des eaux et abandonne les contrôles de radioactivité dans l'environnement. La mine de Puy de l'Age est officiellement parfaitement réaménagée. Elle sert même de vitrine à la COGEMA pour illustrer la qualité de son réaménagement (elle a d'ailleurs fait l'objet de la visite de presse organisée par la COGEMA le 25 mai 2005).

En 2003 et 2004, pourtant, la CRIIRAD a pu vérifier à nouveau que les sédiments du ruisseau en aval de la mine de Puy de l'Age et les terres des berges des prairies en aval restaient contaminés (plus de 10 000 Bq/kg pour l'uranium 238 et plus de 30 000 Bq/kg pour le radium 226). Ce degré de contamination dépasse pourtant largement (parfois d'un facteur supérieur à 10) les seuils définis par la Direction Générale de la Santé pour la décontamination des terrains pollués... et la COGEMA refuse de racheter les terrains à leurs propriétaires ([voir photographies 8 et 9](#)).



8 et 9 MCO de Puy de l'Age réaménagée et contamination de la prairie en aval (CRIIRAD).

La dispersion de ferrailles contaminées

Dans le cadre d'une mission préliminaire au NIGER, la CRIIRAD a découvert que les filiales de COGEMA-AREVA laissaient sortir dans le domaine public des ferrailles dont le degré de contamination peut induire une exposition supérieure aux normes sanitaires ([voir photographies 10 et 11](#)).

Récemment en 2004, dans le cadre du projet de démantèlement de l'ancienne usine SIMO à Saint-Priest-La-Prugne, la COGEMA envisageait toujours de recycler des ferrailles avec un taux de contamination inacceptable (jusqu'à 1 microGray par heure à 50 centimètres). Le fait de passer 4 heures par jour pendant 300 jours de l'année à 50 cm de ces ferrailles conduirait à une exposition externe de 1 200 microSieverts par an. Une telle valeur est supérieure à la limite de dose maximale annuelle admissible pour la somme de toutes les voies d'exposition à toutes les pratiques (1 000 microSieverts par an). Or selon le mode de réutilisation de ces ferrailles (poutres, ventilateurs, tuyauteries) des personnes pourront très bien passer chaque jour un temps important à proximité.



10 et 11 la CRIIRAD (B Chareyron) détecte la présence de ferrailles contaminées sur le marché à Arlit, Niger en décembre 2003.

Photo de droite : un fragment de tartre est prélevé sur la tuyauterie contaminée

L'association Collectif des Bois Noirs et la CRIIRAD ont exigé qu'aucun matériau de démantèlement de l'usine ne soit recyclé, ce que la COGEMA a finalement accepté.

Mais il est très probable que des ferrailles contaminées issues des 200 chantiers miniers et recyclées dans le passé soient encore utilisées par des artisans ou des entreprises inconscientes de la radioactivité.

La dispersion de blocs de minerai et minéraux radioactifs

Les minéralisations uranifères peuvent avoir de magnifiques couleurs (verte, jaune, rouge) selon la forme chimique de l'uranium. L'exploitation de l'uranium a donc conduit des particuliers, riverains des sites, travailleurs, collectionneurs, à ramener à leur domicile des « cailloux » radioactifs. Au cours des années 90, la CRIIRAD a déjà fait évacuer par les CMIR (Cellule Mobile d'Intervention Radiologique) des minéraux chez des particuliers de la région Rhône-Alpes. Le niveau de radiation au contact de certains minéraux peut en effet être très significatif.

En juin 2002, la CRIIRAD a mesuré un débit de dose de 1 milliSievert par heure au contact d'un morceau de minerai déposé dans la plate-bande d'un pavillon à Saint-Priest-La-Prugne dans la Loire. Une heure de présence au contact de ces roches radioactives conduit à dépasser la limite de dose maximale annuelle. La CRIIRAD et le Collectif des Bois Noirs ont informé les autorités préfectorales et le minerai a été évacué par la COGEMA. Selon des témoignages locaux, la forte radioactivité de l'échantillon était bien connue des spécialistes. Il avait même été présenté à l'exposition universelle dans les années 50. Par la suite, le Collectif des Bois Noirs a organisé une campagne de mesure chez les particuliers au moyen d'un petit compteur Geiger fourni par la CRIIRAD. Une dizaine d'échantillons ont été collectés et remis à la COGEMA.

La contamination de l'air extérieur (poussières et gaz radioactifs)

Les activités minières ont entraîné, lors de l'exploitation et du réaménagement, la dispersion de poussières radioactives (tirs à l'explosif, roulage des engins, concassage du minerai). Le fonctionnement des usines d'extraction également. Dans le cadre de l'étude réalisée en 1993 sur la division minière de la Crouzille, la CRIIRAD a montré cet impact en analysant la concentration en uranium dans les mousses terrestres. Dans un rayon de 1,5 kilomètres autour du site COGEMA de Bessines, les teneurs moyennes en uranium et radium étaient 4 fois supérieures au niveau naturel régional. Ceci montre que des poussières radioactives sont présentes dans l'air ambiant et donc inhalées par les populations.

Or les appareils de mesure utilisés par la COGEMA-Algade pour mesurer la radioactivité effective de l'air ambiant dans l'environnement et les villages étaient tellement peu sensibles que leurs résultats sont pratiquement toujours restés inférieurs aux limites de détection.

Dans le cadre de cette étude, la CRIIRAD a montré également que la concentration en radon dans l'air extérieur autour du site de Bessines-sur-Gartempe était anormalement élevée (10 à 30 fois supérieure au niveau naturel estimé à 33 Bq/m³), respectivement dans un hameau proche (294 Bq/m³) et sur la route

communale qui traverse le site (895 Bq/m^3). Les doses reçues par les riverains étaient susceptibles de dépasser les limites sanitaires. Les résultats de la COGEMA concluaient pourtant à l'absence d'impact du fait d'un réseau de stations de surveillance inadapté et du choix d'une station de référence située au droit d'une anomalie et permettant de gommer l'impact réel des sites (la concentration en radon au niveau de ce site de « référence » était supérieure à celle mesurée au niveau des sites miniers eux-mêmes).

Ces 2 exemples illustrent l'incapacité de l'exploitant à mesurer sérieusement l'impact de ses activités.

Lors de l'exploitation minière, l'augmentation de la radioactivité de l'air extérieur est accrue en particulier par le fonctionnement des bouches d'aéragé. Afin de réduire la quantité de radon inhalée par les mineurs lors du travail en galeries souterraines, de puissants ventilateurs insufflent en effet de l'air frais dans ces galeries et en extraient l'air vicié. L'air extrait est chargé de poussières radioactives et de radon. Dans certains cas, les bouches d'aérages étaient à quelques centaines de mètres des habitations. Or les registres de la COGEMA en Limousin font état de rejets de plusieurs milliards de becquerels de radon par heure (moyenne mensuelle) avec une concentration en radon pouvant dépasser $200\,000 \text{ Bq/m}^3$ (juin 91, siège de Margnac).

Le problème du stockage à long terme des résidus d'extraction de l'uranium

En Limousin plus de 20 millions de tonnes de résidus sont accumulés sur 3 sites principaux (Montmassacrot, Bellezane, et Bessines) dans des conditions qui ne seraient pas acceptées pour l'enfouissement des ordures ménagères. En 1993, la CRIIRAD a montré par exemple qu'à Bellezane le stockage en carrière n'était pas étanche. La fraction la plus fine des 1 514 000 tonnes de résidus radioactifs déversés par camion ([voir photographies 12, 13, 14](#)) traversait le fond de la carrière et atteignait les galeries de mine souterraines. Ce constat n'avait rien d'étonnant puisque pour permettre « l'essorage des résidus », la COGEMA avait foré des sondages de liaison entre le fond de la carrière et les galeries souterraines. Ce stockage risque donc de contaminer à long terme les eaux souterraines de la région.



12 et 13 Déversement de résidus de l'usine SIMO de Bessines dans la carrière COGEMA de Bellezane en Limousin (CRIIRAD, 1993)

La banalisation de ces résidus était telle en France que des personnes en ont utilisé pour faire le ciment de la dalle de leur cuisine, se retrouvant avec de très forts niveaux de radon dans la maison. A Bessines-sur-Gartempe (Limousin), les résidus étaient transportés par camions non bâchés et tombaient sur la chaussée devant les habitations. En 2005, la CRIIRAD a démontré que des résidus sont encore présents dans les fossés au bord de certains sites.



14 Accumulation de résidus dans une galerie sous le stockage de résidus de COGEMA à Bellezane (CRIIRAD, 1993).

On peut s'interroger également sur la faisabilité de l'entretien et de la surveillance à très long terme des stockages de type digue comme à Saint-Priest-La Prugne dans la Loire où 1 300 000 tonnes de résidus sont retenus, dans un bassin en eau de 18 hectares, par une digue en terre de 400 mètres de long.

Au Niger, ces déchets sont même amoncelés à l'air libre. La verse de stockage des résidus de l'exploitant, la COMINAK a une hauteur de 25 mètres et une surface de 50 hectares. Cela représentait au 31 décembre 2000, 10 500 000 tonnes de résidus avec une teneur moyenne de 49 000 Bq/kg pour le thorium 230, 57 000 Bq/kg pour le radium 226 et 54 000 Bq/kg pour le plomb 210, soit une radioactivité totale supérieure à 500 000 Bq/kg (si l'on ajoute la contribution de tous les descendants de l'uranium). Ces déchets sont pourtant soumis à l'action des puissants vents du désert.

Mise en cause de l'administration

Pour tous les sites miniers qu'elle a étudiés, la CRIIRAD a pu démontrer l'insuffisance des dispositifs d'autocontrôle mis en œuvre par la COGEMA pourtant placée sous le contrôle de l'administration (DRIRE et préfecture). Il faut dire que les DRIRE reconnaissent volontiers leur manque de moyens en hommes et en matériel. Elles ne peuvent donc que très rarement effectuer des contrôles effectifs sur le terrain.

Les dysfonctionnements constatés mettent également en cause les différents services de l'Etat en charge des contrôles de radioprotection et des expertises officielles (se sont succédés : SCPRI-OPRI-IPSN-IRSN). Ces organismes ne sont que très peu intervenus pour vérifier la situation sur le terrain, sauf à une date récente et systématiquement sur des anomalies relevées par la CRIIRAD et les associations locales.

L'insuffisance des dispositifs d'auto-contrôle peut être illustrée par la métrologie de l'exposition externe c'est-à-dire l'évaluation du niveau de rayonnement gamma ambiant au voisinage des sites. La COGEMA confie cette prestation au laboratoire ALGADE, qui était, il y a quelques années encore, sa filiale à 100 %. Ce laboratoire utilise des capteurs fixes dont la CRIIRAD a pu démontrer qu'ils sont quasi-systématiquement placés au droit de terrains sans anomalie radiologique, alors qu'à proximité il existe des secteurs où l'excès de radiation est manifeste (présence de remblais radioactifs, boues, sédiments ou terres contaminées par les écoulements).

A Puy de l'Age par exemple, la CRIIRAD mesurait en 1998 un débit de dose ambiant de 0,39 µSv/h au niveau du capteur COGEMA-ALGADE, soit une valeur 2 fois supérieure au niveau naturel estimé par la COGEMA à 0,19 µSv/h. Pourtant, la CRIIRAD mesurait 0,85 µSv/h à 20 mètres du capteur, du fait de la présence de stériles radioactifs dans le chemin, 1,1 µSv/h à moins de 100 mètres (au droit des berges du ruisseau contaminées par les écoulements de la mine) et 5,0 µSv/h au droit de l'ancien bassin de décantation des eaux de la mine dont le fond était constitué de boues radioactives.

Le niveau de radiation ajouté par les anciennes mines est calculé en soustrayant le niveau de radiation jugé « naturel ». La CRIIRAD a constaté que, du fait d'un choix de stations inadéquat, la COGEMA publiait des résultats laissant à penser qu'il y avait moins de radioactivité au voisinage des anciennes mines d'uranium que dans l'environnement naturel.

Les anomalies concernent également la pertinence des contrôles portant sur l'impact des poussières radioactives, du radon, la pollution des eaux, etc.... Ces dysfonctionnements, dénoncés par la CRIIRAD dès 1993 sont toujours monnaie courante (en Limousin, dans le Cantal, le Lodévois, la Loire, etc...).

Le procès du 24 juin 2005 contre la COGEMA

L'action conjointe des associations locales, des élus et de la CRIIRAD a permis dans certains cas précis d'améliorer la protection des citoyens contre la radioactivité imputable à l'exploitation de l'uranium (enlèvement de remblais radioactifs ou de morceaux de minerai). Mais ces victoires limitées ne sont pas à la hauteur de l'enjeu écologique et sanitaire.

En s'appuyant en particulier sur les rapports scientifiques de la CRIIRAD concernant l'impact des mines d'uranium de la COGEMA en Limousin (1993 et 1998), l'association Sources et Rivières du Limousin a porté plainte contre la COGEMA en 1999 pour pollution des eaux et abandon de déchets.

Les juges de la cour d'appel de Limoges ont rendu en mars 2004 un arrêt qui confirme le travail du juge d'instruction et met clairement en cause l'administration (DRIRE) et la COGEMA : « *modes de gestion non réglementaires des déchets radioactifs* », « *défaillances avérées* » dans le respect des conditions d'exploitation fixées par l'administration, « *négligence fautive* » du fait de l'utilisation de moyens techniques « *rudimentaires* » pour prévenir la dissémination des substances radioactives. Outre ces constats accablants, les magistrats pointent également 1/ la mauvaise foi de l'exploitant qui a commencé par soutenir - contre toute évidence - que les concentrations de radioactivité étaient dues à des phénomènes naturels et non à ses activités 2/ l'intentionnalité des délits, la COGEMA ayant eu « *connaissance des nombreux rapports* » qui mettent en cause sa gestion et n'ayant « *rien fait pour l'améliorer* ».

L'arrêt souligne en outre que tout cela est le fait « *d'une société industrielle d'envergure mondiale (...)* dont l'importante communication publicitaire est presque exclusivement concentrée sur le thème de la protection de l'environnement ».

L'arrêt se conclut sur l'attachement des magistrats au principe du pollueur payeur : « *La réalisation de ces diverses infractions a permis à la société COGEMA de réaliser des économies sur les coûts d'exploitation du site* ». Par conséquent, « *il apparaît socialement normal que le coût environnemental de cette activité ancienne ne soit pas supporté par les habitants du Limousin* » d'autant que « *La Cogéma a réalisé d'importants profits avec l'exploitation du minerai d'uranium.* »

Le procès s'est tenu à Limoges le 24 juin 2005. Le tribunal a mis le jugement en délibéré au 14 octobre 2005. Les enjeux de la décision à venir sont considérables. **Il s'agit de savoir si la COGEMA va être autorisée à se retirer en laissant l'héritage radioactif à la charge des habitants et de leurs descendants ou si elle va devoir assumer ses responsabilités en tant que producteur des déchets et responsable des pollutions.**

La qualité du réaménagement conditionne notre avenir

L'extraction de l'uranium a été effectuée, en France, à moindre frais. Les exploitants ont bénéficié en particulier d'une réglementation inadaptée. L'héritage radiologique est lourd et l'impact sur l'environnement manifeste. Nous sommes à un moment clef où est organisé l'abandon administratif et juridique des sites.

Les populations et leurs élus doivent se battre pour exiger une meilleure surveillance radiologique, à long terme et des travaux de rémediation. Le dossier du réaménagement des anciennes mines d'uranium et de la gestion des déchets associés doit être remis à plat. Il faut revoir le cadre réglementaire, reconnaître la radiotoxicité du minerai d'uranium et des déchets associés, améliorer les dispositifs de collecte et de traitement des eaux issues des anciennes mines, inventorier les sites à risque, reprendre et confiner les remblais dispersés, curer les ruisseaux, lacs et étangs contaminés, revoir les concepts de stockage des résidus, recouvrir les versées à stériles de matériaux limitant le ruissellement, etc...

La question de l'impact sanitaire passé et futur de l'extraction de l'uranium ne peut être abordée ici. L'impact sur les mineurs est avéré au niveau international en particulier en ce qui concerne l'excès de cancer du poumon. Les études épidémiologiques conduites sur les mineurs français par le CEA-IPSN-IRSN devraient être ré-examinées par des experts indépendants.

Comme pour les autres sites à risque radiologique, l'impact sur la santé des riverains des mines d'uranium françaises n'a pas été étudié. Des études conduites à l'étranger suggèrent une augmentation des taux d'aberrations chromosomiques chez les mineurs et les populations riveraines ce qui, pour les biologistes, est l'indication d'un risque plus important de développer des pathologies cancéreuses. Il y a lieu de s'interroger également sur les conséquences en termes génétiques. Des travaux récents sur l'instabilité génomique montrent que l'exposition chronique de mammifères à de faibles doses de radiations a des effets sur plusieurs générations et que les effets, au lieu de décroître au fil des générations, peuvent s'amplifier.

Compte tenu des estimations dosimétriques effectuées par la CRIIRAD, il est possible de démontrer que dans l'environnement des mines d'uranium françaises, certains groupes de population ont subi et subissent encore des expositions très significatives qui doivent être abaissées, en application du principe d'optimisation.

En utilisant les modèles dosimétriques officiels² il est possible de démontrer par ailleurs que l'impact dosimétrique passé, présent et futur pour les riverains des anciennes mines d'uranium est - même après « réaménagement par la COGEMA » - plusieurs centaines de fois supérieur à celui calculé par EDF pour les riverains des centrales nucléaires (soumis aux rejets radioactifs atmosphériques et liquides).

L'UNSCEAR estimait d'ailleurs en 1993 qu'à l'échelle mondiale, l'extraction de l'uranium représentait 47 % de la dose collective liée à l'ensemble de la filière de production d'énergie électronucléaire. L'analyse rigoureuse des coûts environnementaux et sanitaires liés à la production d'énergie électronucléaire ne doit plus faire l'impasse sur la première étape du cycle du combustible : l'extraction de l'uranium.

Au-delà de la situation sur le territoire français, il est de notre responsabilité collective de veiller à ce que les conditions d'extraction de l'uranium à l'étranger soient plus respectueuses de l'environnement et de la santé des travailleurs et des populations. Les premiers éléments récemment recueillis au Niger par la CRIIRAD et l'association SHERPA montrent que les filiales du groupe français COGEMA-AREVA exportent un savoir faire pour le moins discutable (eau de distribution dépassant les normes de l'OMS du fait de la contamination en uranium, stockage des résidus à l'air libre, dispersion de ferrailles contaminées, etc..).

Questions par Mail à bruno.chareyron@criirad.org

Informations complémentaires : voir le site www.criirad.org ou téléphoner au 0475418250

² Ces modèles restent par ailleurs très critiquables tant en ce qui concerne l'évaluation du terme source, des voies de transfert et scénarii d'exposition, des facteurs de dose et des facteurs de risque, en particulier pour l'exposition interne chronique.

Encart 1 : la CRIIRAD

Le laboratoire de la CRIIRAD est un laboratoire indépendant des exploitants nucléaires, des partis politiques et de l'Etat. Il est géré par la CRIIRAD (Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la RADioactivité), association loi 1901, dont la raison d'être est d'informer les citoyens, élus, populations sur la radioactivité de leur environnement afin d'améliorer leur protection contre les effets des rayonnements ionisants sur la santé.

Créée en 1986 pour faire la lumière sur les conséquences de la catastrophe de Tchernobyl, la CRIIRAD effectue des études radioécologiques et des expertises dans tous les domaines concernés par la radioactivité (naturelle, utilisée en médecine, liée à l'industrie nucléaire). La CRIIRAD a effectué depuis la fin des années 90 des expertises sur plus d'une dizaine de sites miniers uranifères en France et à l'étranger (Niger).

L'association a besoin de votre soutien, le nombre actuel d'adhérents (environ 4 000) est très insuffisant compte tenu de la masse des demandes de particuliers ou associations (soldats exposés à l'uranium appauvri, citoyens exposés aux retombées de Tchernobyl, propriétaires de terrains contaminés par l'industrie du radium, futurs acquéreurs de terrains proches de mines d'uranium, riverains de centrales nucléaires et usines de retraitement, patients soumis à des examens mettant en jeu des radionucléides, ONG étrangères confrontées à la toute puissance des filiales de COGEMA-AREVA, etc...).

Dans le domaine des mines d'uranium, le laboratoire de la CRIIRAD peut assister les particuliers, associations et collectivités locales. Des mesures préliminaires du niveau de radiation gamma peuvent être effectuées par les particuliers au moyen de **petits compteur Geiger** (voir site CRIIRAD). Il est recommandé dans les régions où a été exploité l'uranium, de faire vérifier le niveau de radon dans l'air intérieur (vous pouvez contacter le service « radon » de la CRIIRAD, agréé par le Ministère de la Santé pour les dépistages radon et expertises radon dans les bâtiments recevant du public).

Annexe 1 : liste des principales études du laboratoire de la CRIIRAD concernant l'impact de l'extraction de l'uranium.

- Division minière de Vendée / Site de l'Écarpière / Pour la municipalité de Gétigné / Étude Juridique (1991) et Étude radioécologique (1992-1993).
- Division minière de Vendée / Site de l'Écarpière, La Baconnière, Le Chardon / Pour l'association Moine et Sèvre pour l'Avenir et sur fonds propres / Étude ponctuelle (1998-1999).
- Division minière de la Crouzille / Pour le Conseil Régional du Limousin et le Conseil Général de la Haute Vienne / Contre-expertise (1993 – 1994).
- Division minière du Forez / site des Bois Noirs Limouzat / Pour le Collectif des Bois Noirs (1996) et la municipalité de Saint-Priest-La-Prugne / Contre-expertise (2000 – 2003) / Subventions du Conseil Régional Rhône-Alpes, du Conseil Général de la Loire, et du Conseil Général de l'Allier.
- Division minière de l'Hérault (Lodévois) / Étude préliminaire / Sur fonds propres (2003) et avec une subvention du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable.
- Site de Saint-Pierre (Cantal) / Étude préliminaire / Pour l'association Nos Enfants et leur Sécurité (2003-2004).
- Division minière de la Crouzille / Mission d'assistance technique pour la définition des périmètres de protection de réserves en eau potable situées en aval d'anciennes mines d'uranium / Pour la Ville de Limoges (2004).