

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).

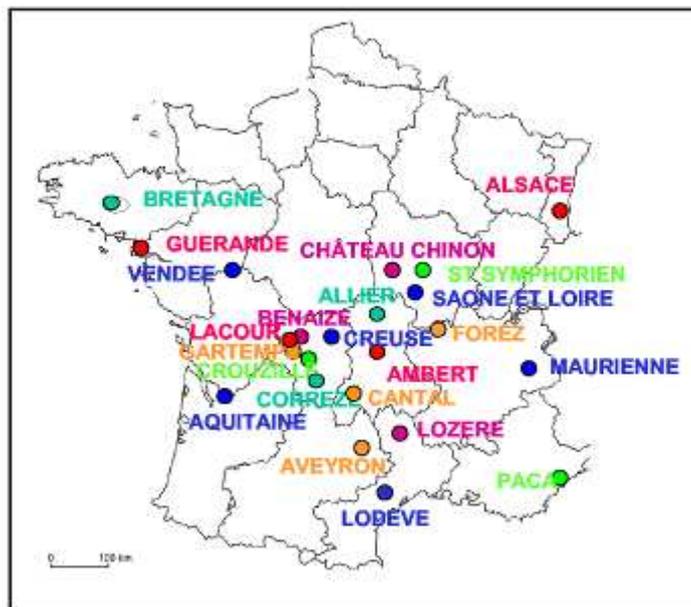


figure 2 : répartition des 23 zones minières définies

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 scabérés 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 (dues 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 Cruzille, 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).

Radiological hazards from uranium mining

Bruno Chareyron ¹

¹CRIIRAD (Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité), Immeuble CIME, 471 av Victor Hugo, 26 000 Valence, FRANCE, E-mail : bruno.chareyron@criirad.org

Abstract. At all the French uranium mines where it made radiological surveys, the CRIIRAD laboratory discovered situations of environmental contamination and a lack of proper protection of the inhabitants against health risks due to ionizing radiation. Radiological problems are not only to be addressed during mining or milling operations but also on the longer term after mine closure.

Uranium and its by-products

All natural uranium isotopes (²³⁸U, ²³⁴U, ²³⁵U) are radioactive. The most common isotope, ²³⁸U, decays naturally into a succession of 13 other radioactive nuclides. All are metals (thorium 230, radium 226, lead 210, polonium 210, etc) except one, radon 222, which is a radioactive gas.

Uranium and its decay products emit various ionizing radiation such as alpha and beta particles and gamma radiation.

The Earth's crust has a typical ²³⁸U activity of about 40 Becquerels per kilogram (Bq/kg). Since the creation of the Earth, this level of radiation has decreased by two-fold because ²³⁸U half-life is very long and equal to the age of the planet earth (4.5 billion years).

This presence of natural uranium in the Earth crust, and therefore in numerous building materials made out of natural minerals, is the main source of exposure of mankind to ionizing radiation.

This is especially due to the diffusion of radon gas from the soil and materials containing uranium- and its accumulation in the air inside buildings and dwellings. This radiological hazard is now well documented and International (The International Commission on Radiological Protection, ICRP) and European (Euratom) regulations determine recommendations and action levels in order to lower radon concentration inside buildings and reduce cancer risks.

The health impacts of ionizing radiation even at low doses include the increase of various types of cancers, genomic instability, life-shortening and negative impacts on all the body functions.

Radiological situation before extraction

The activities of uranium ores have an important variability. Typical ore with a uranium content of 0.2 % has a ^{238}U activity of about 25,000 Bq/kg. The total activity, including all the ^{238}U by-products and the ^{235}U decay chain will therefore exceed 360,000 Bq/kg. Such material should be managed with a great deal of caution due to the risks of exposure to ionizing radiation.

As long as the ore remains buried underground - the depth being a few tens and even a few hundreds of meters - the radiation levels at the surface of the earth remain low and usually have the same order of magnitude as of typical natural radiation levels. Except in places where the ore reaches the ground surface (typically a few square meters), the protection offered by the soil is usually sufficient to reduce the risks for the people living in the area.

Indeed, alpha and low energy beta particles are stopped by a thin layer of soil (much less than 1 cm.). Even penetrating gamma radiation does not cross a layer of soil of a few meters.

Regarding the radiological characteristics of air and water, the situation is more complex. Nevertheless before mining activities most of the radon gas remains trapped inside the soil. Because of its short half-life (3.8 days) a lot of the gas atoms will disintegrate inside the soil during their migration before reaching the biosphere.

The amount of nuclides in underground water may remain low if the minerals containing uranium are trapped in impermeable layers.

Radiological situation during uranium extraction

The radiological situation is reversed as soon as the uranium extraction begins. There are many reasons for this.

Radioactive dust is transferred to the atmosphere by mining operations, extraction and crushing of ore, uranium milling, management of waste rocks and tailings. This has to be emphasized because some of the nuclides contained in the uranium decay chains (such as thorium 230) are very radiotoxic when inhaled. For example, when inhaled, a given activity of actinium 227 (part of the ^{235}U decay chain) gives a radiation dose 5 times higher than the same activity of plutonium 238 (Euratom 1996).

Radon gas is transferred to the atmosphere by the vents of the mines and by diffusion from radioactive rocks and tailings (Chareyron and Castanier 1994).

Surface and / or underground water is contaminated by uranium and its by products. Some of them are very radiotoxic when ingested (Chareyron and Castanier 1994). Lead 210 and polonium 210 for example are among the most radiotoxic elements. When ingested, a given activity of polonium 210 gives a radiation dose 4.8 times higher than the same activity of plutonium 239 (Euratom 1996).

Huge amounts of waste rocks, with activities exceeding the normal activity of the earth crust by one to two orders of magnitude are dispersed into the environ-

ment and may be used for landfill, road construction or even building (Chareyron 2002b).

Huge amounts of radioactive tailings (with typical total activities exceeding 100,000 and even 500,000 Bq/kg) are generated and stored without proper confinement (Chareyron and Castanier 1994).

Long term contamination after mines closure

Even decades after the shut down of uranium mines and mills, the radioactive contamination of the environment will remain. This is due to the fact that ²³⁸U half life is very long (4.5 billion years).

But even the tailings from the mills - whose uranium content is lower than the initial uranium concentration in the ore - will remain radioactive on the long term. They contain all the radioactive metals included in the uranium decay chain which have not been extracted in the mill, especially thorium 230 and radium 226 whose half lives are 75,000 years and 1,600 years respectively.

This long term impact will occur in many ways. Some examples are given below, based on studies performed by the CRIIRAD laboratory since 1992 in France (and Niger).

Transfer of radionuclides to the aquatic environment

Accumulation of radioactive metals in sediments and plants of rivers, ponds, and lakes by contaminated waters from former mines (and also tailing deposits, uncovered waste rock deposits, etc.) is a problem that is not yet properly addressed by the companies.

Table 1. Radioactivity of sediments upstream and downstream Saint-Pierre ^a mine (year 2003, 2004, 2006).

Sample type	Sample Location	Year	Uranium 238 (Bq/kg dry)	Radium 226 (Bq/kg dry)	Lead 210 (Bq/kg dry)
Sediment	Brook, upstream	2006	76	77	123
Sediment	Ditch, near Lake, downstream	2003	49,900	1,191	1,387
Sediment	Ditch, near Lake	2006	144,000	430	2,150
Sediment	Lake, downstream	2004	126,000	735	3,533

^a Saint Pierre mine is located in Cantal (France). Uranium extraction took place from 1956 to 1985. The mining companies were SCUMRA, then Total Compagnie Minière. The site is now under COGEMA-AREVA's responsibility (Chareyron 2004, 2005a; Chareyron and Constantin Blanc 2007).

The CRIIRAD laboratory discovered that sediments, aquatic plants and soil from river banks downstream former uranium mines have such a contamination that they deserve in many cases the terminology: “radioactive waste” (238U activity or the activity of some of its by-products were exceeding 10,000 Bq/kg).

Some results are summarized in tables above (Table 1) and below (Tables 2 to 4).

Table 2. Radioactivity of sediments and soil upstream and downstream Les Bois Noirs^b uranium mine (year 1996, 2001 and 2006).

Sample type	Sample Location	Year	Uranium 238 (Bq/kg dry)	Radium 226 (Bq/kg dry)	Lead 210 (Bq/kg dry)
Sediments	River, upstream	1996	87	85	109
Marshy soil	downstream tailings pond	2001	7,900	18,400	7,500
Sediments	River, 25 m downstream water discharge	2001	510	770	390
Soil	River shore 25 m downstream discharge	2001	5,900	10,600	4,100
Deep sediment (20/30 cm)	Dam, 12 km downstream	1996	4,048	1,928	1,613
Sediment	Dam, 12 km downstream	2006	4,700	1,630	1,680

^b Les Bois Noirs mine is located in the Loire department (France). Uranium has been extracted there from 1955 to 1980 by the CEA and then COGEMA-AREVA. (Chareyron 2002b, Chareyron 2008b).

As shown in the table above (Table 2) the accumulation of uranium and or radium downstream uranium mines is usually more intense for surface soil sampled from the river shore than for river sediments (one order of magnitude in this example).

Bioaccumulation of radioactive metals can be extremely high in the biota. In some cases, the contamination of aquatic plants by radium 226 downstream uranium mines can exceed 100,000 Bq/kg dry (Table 3). This shows that the mine water treatment system is not operating properly.

The problem of bioaccumulation is usually not taken into consideration by the companies nor the administrations in charge of environmental monitoring and regulatory control.

It should be noted as well that radioactive metals are transported far away from the mines. At Les Bois Noirs mine, uranium accumulation in sediments is still 54 times above background value 12 km downstream the mine (Table 2). Uranium

and radium accumulation in aquatic plants are 4 to 6 times above background value 30 km downstream the discharge pipe from the mine (Table 3).

Table 3. Radioactivity of aquatic plants upstream and downstream Les Bois Noirs^b uranium mine (Year 2001 and 2006)

Sample type	Sample Location	Year	Uranium 238 (Bq/kg dry)	Radium 226 (Bq/kg dry)	Lead 210 (Bq/kg dry)
Fontinales	River, upstream	2001	109	144	323
Fontinales	Drain downstream tailings pond	2001	32,400	113	1,250
Fontinales	River, 25 m downstream the discharge pipe	2001	9,000	93,600	1,430
Fontinales	River 1.5 km downstream	2001	3,500	37,800	600
Fontinales	River, 9 km downstream	2001	1,900	5,500	480
Fontinales	River, 30 km downstream	2001	450	990	210
Fontinales	Inside discharge pipe	2006	3,400	143,000	6,000
Fontinales	River < 1 km downstream	2006	10,200	147,000	2,400

Table 4. Radioactivity of sediments and soil upstream and downstream (PDL) Puy de l'Age^c and (BZN) Bellezane^d uranium mines (year 1993, 2004).

Sample Mine	Sample Location	Year	Uranium 238 (Bq/kg dry)	Radium 226 (Bq/kg dry)	Lead 210 (Bq/kg dry)
Sediment	River, upstream	1993	73	60	68
Sediment PDL	River, downstream	1993	13,470	28,740	7,282
Sediment BZN	River, downstream	1993	36,167	1,971	1,928
Sediment BZN	River, 1.5 m downstream	2004	63,000	13,400	2,770

^cPuy de l'Age mine is located in the department of Haute-Vienne (Limousin, France). The mine has been reclaimed by COGEMA-AREVA in 1993 (Chareyron and Castanier, 1994).

^dBellezane mine is located in the department of Haute-Vienne (Limousin, France). Uranium has been extracted from 1975 to 1992 by COGEMA-AREVA (Chareyron and Castanier, 1994, Chareyron 2006).

Dispersal of radioactive minerals

At many places, radioactive minerals from the mines are kept by local people or former workers unaware of the radiological hazards which are, in some cases, very significant.

For example, the CRIIRAD laboratory discovered in France that an inhabitant living near Les Bois Noir former uranium mine was keeping a sample of waste rock with a dose rate of 1 milliSievert per hour at the surface of the stone (Chareyron, 2002a). This figure is about 5,000 times above local background level.

The gamma dose rate was 18.3 microSievert per hour at a distance of one meter. Staying at a distance of 1 meter during only 10 minutes per day will lead to exceeding the annual maximum permissible dose for members of the public i.e. 1 milliSievert per year (Euratom, 1996).

Dispersal of radioactive waste rocks and radon gas accumulation

Re-use of radioactive waste rocks for landfill has been in some areas a common practice. CRIIRAD demonstrated that several places near a French uranium mine were contaminated including the car park of a restaurant, the yard of a farm, several sawmill buildings, kilometres of path and roads, etc. (Chareyron 2002b).

In one case, a sawmill building had been built several decades ago directly on the radioactive waste rocks taken at the mine. Due to gamma radiation and radon gas accumulation, the radiation dose inside the building could exceed the annual maximum permissible dose for members of the public by a factor exceeding 20. The mining company had therefore to pay during year 2003, for the evacuation of 8,000 m³ of radioactive waste rock from the sawmill back to the former open pit (Chareyron 2002b).

Dispersal of contaminated scrap metal

Dispersal and re-use of contaminated scrap metal from the mines or mills has also been a common practice.

During 2003, the CRIIRAD laboratory discovered in Niger that radioactive scrap metal was sold in Arlit city. One piece was a pipe from the uranium mill. It was sold without previous decontamination and the ²²⁶Ra activity of the crust inside the pipe exceeded 200,000 Bq/kg. Such a practice cannot be justified.

The mining company COGEMA (now known as AREVA) stated that before 1999, no radiation limit was used for scrap metal recycling. Later, a dose limit of 1 microGray per hour at a distance of 50 cm had been applied. Such a limit is much too high. If someone uses such metallic pieces inside his house – which is common in African countries – staying 3 hours per day at a distance of 50 cm will lead to exceed the annual maximum permissible dose for members of the public. (Chareyron 2003, 2005b).

At present, discussions are still going on with the mining company, local NGO's and the administration, in order to decide whether radioactive rocks used at other places will or will not be evacuated (ski resort house, garage of a citizen, etc.).

Radioactive material have been detected again in 2007 inside private houses or at scrap merchants (Chareyron 2008a).

Problems posed by the disposal of tailings

The disposal of radioactive tailings and their control on the long term, has not received yet satisfying solutions, taking into consideration their activity, radiotoxicity and long half-lives. Some examples from France (where about 50 million tons of tailings are stored) and Niger are given below.

In France 1.5 million tons of tailings have been dumped in a former open pit (Bellezane mine) but the CRIIRAD laboratory discovered that the finest fraction of the radioactive material could reach the underground galleries underneath the pit. Furthermore, the mine water treatment plant was not efficient enough to prevent the contamination of the river and meadows downstream (Chareyron and Castanier 1994, Chareyron 2006).

In Niger, more than 20 million tons of radioactive tailings are stored in the open air, near SOMAÏR and COMINAK mills, a few kilometers away from the cities of ARLIT and AKOKAN (about 70,000 inhabitants). Radon gas and radioactive dust can be scattered away by the powerful winds of the desert (Chareyron 2003, 2005b, 2008a).

Conclusion

At all the French uranium mines where it made radiological surveys, the CRIIRAD laboratory discovered situations of environmental contamination and a lack of proper protection of the inhabitants against health risks due to ionizing radiation.

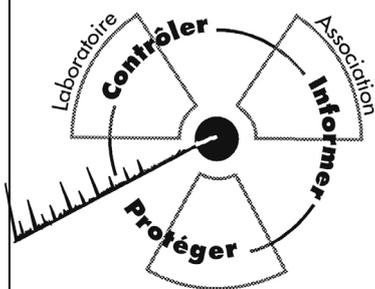
This is due to the lack of proper regulations, a poor awareness of the radiological hazards associated with uranium and its by products, insufficient monitoring practices, the lack of controls by the local and national administration, etc.

When the mines are shut down, the radioactive waste remains, and it seems that the costs for managing this radioactive legacy will have to be largely supported by the society, not the companies.

If such a situation occurs in a so-called "developed country" one should fear what could actually happen in other parts of the world. The preliminary mission made by CRIIRAD to Niger confirmed this fear. In Gabon, the improvement of the conditions in which tailings are disposed is being paid for by the European Community and not by the mining company. The former workers and local population do not benefit any more from medical care and they receive no compensation when they become sick, years and decades after the mine shut down.

References

- Chareyron B, Castanier C (1994) CRIIRAD, Etudes radioécologiques sur la division minière de la Crouzille, Février 1994
- Chareyron B (2002a) Compte rendu de mesures effectuées par le laboratoire de la CRIIRAD sur un bloc de minerai d'uranium présent chez un particulier de la commune de Saint-Priest-La-Prugne (Loire)
- Chareyron B (2002b) Rapport CRIIRAD N°03-38, Bilan radioécologique du Site Bois Noirs, octobre 2002
- Chareyron B (2003) Note CRIIRAD N°03-40. Compte rendu de mission à Arlit (Niger) du 3 au 11 décembre 2003. Décembre 2003
- Chareyron B (2004) Rapport CRIIRAD N°04-05. Contrôles radiologiques préliminaires dans l'environnement de la mine d'uranium de Saint-Pierre (Cantal). Mars 2004
- Chareyron B (2005a) Note CRIIRAD N°05-02. Analyse de sédiments lors de la vidange du lac de Saint-Pierre (Cantal). Mars-avril 2005
- Chareyron B (2005b) Note CRIIRAD N°05-17. Impact de l'exploitation de l'uranium par les filiales de COGEMA-AREVA au Niger. Avril 2005
- Chareyron B (2006) Note CRIIRAD N°06-41. Remarques sur le projet COGEMA-AREVA de stockage de boues et sédiments contaminés sur le site de Bellezane (Haute-Vienne). Juin 2006
- Chareyron B, Constantin-Blanc T (2007) Rapport CRIIRAD N°07-68 Expertise 2006 Phase 2 Tome 1 Milieu aquatique. Situation radiologique de la mine d'uranium de Saint-Pierre (Cantal) et de son environnement. Octobre 2007
- Chareyron B (2008a) Note CRIIRAD N°08-02 AREVA : du discours à la réalité – L'exemple des mines d'uranium du Niger. Janvier 2008
- Chareyron B (2008b) Note de synthèse CRIIRAD N°08-50 Ancien site d'extraction d'uranium AREVA des Bois Noirs / Suivi CRIIRAD-Collectif des Bois Noirs 2006-2007. Avril 2008
- EURATOM (1996) Directive 96/29/Euratom du Conseil, du 13 mai 1996, fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants. L 159



CRIIRAD

Commission de Recherche
et d'Information Indépendantes
sur la Radioactivité
471 avenue V. Hugo – 26000 Valence
Site internet : www.criirad.org
E-mail : contact@criirad.org

COMMUNIQUE CRIIRAD

11 février 2009

MINES D'URANIUM

Impact des anciennes mines d'uranium

Les demandes de la CRIIRAD

Emission « Pièces à Conviction » du 11 février 2009

La CRIIRAD a apporté son appui scientifique à la réalisation de reportages pour un numéro de « Pièces à conviction » consacré aux déchets et pollutions laissées par l'exploitation des mines d'uranium.

Sous le titre « le scandale de la France contaminée », il doit être diffusé mercredi 11 février à 20h35 sur France 3.

Le sujet reprend plusieurs des études réalisées par le laboratoire de la CRIIRAD : Saint-Priest-La-Prugne (site des Bois Noirs) dans la Loire, La Cruzille en Haute-Vienne, Gueugnon en Saône-et-Loire, Saint-Pierre dans le Cantal...

Nous espérons que cette émission permettra au grand public de prendre conscience de la nécessité de corriger de graves dysfonctionnements dont certains sont dénoncés par la CRIIRAD depuis plus de 15 ans : contamination des ressources en eau, des sols, de l'air ; réglementation laxiste et incohérente privilégiant les intérêts de l'industriel au détriment de la protection sanitaire ; législation inadaptée qui ne permet pas la justice de condamner des pollutions pourtant avérées ; dispositif d'autosurveillance totalement inadapté conduisant à cacher la réalité des contaminations ; revente de terrains contaminés ; expertises complaisantes réalisées par les différents laboratoires qui se sont succédés qu'ils soient associés à l'Etat (SCPRI, OPRI, IPSN, IRSN) ou privés (SUBATECH, ALGADE) ... la liste est longue et les exemples sont détaillés à travers les rapports de la CRIIRAD disponibles sur son site (www.criirad.org).

Il est urgent que les pouvoirs publics, les services officiels (Ministères, ASN, IRSN, DRIRE) et l'industriel (AREVA) interviennent. Parmi la longue liste des demandes de la CRIIRAD nous n'en re prenons que 2 ci-dessous :

1. Mise en place d'une politique nationale sur la gestion des stériles radioactifs

L'exploitation des mines d'uranium a conduit à la production sur le territoire français de plus de 160 millions de tonnes de déchets radioactifs appelés par convention des « stériles ». Un terme trompeur puisque leur radioactivité est en général plusieurs dizaines de fois supérieure à la normale et le niveau de radiation au contact peut même être plus de 500 fois supérieur à la normale lorsque des blocs de minerai d'uranium sont mélangés aux stériles.

Tant que ces roches étaient en profondeur à plusieurs mètres et parfois plusieurs centaines de mètres sous nos pieds, la radioactivité subie par les populations était le plus souvent faible. Mais du fait du laxisme de la réglementation, ces matériaux ont été « recyclés » pendant des décennies et utilisés comme remblais, parfois même pour des écoles, habitations, locaux industriels. Dans certains cas, les doses subies par le public peuvent être largement supérieures aux limites sanitaires.

Les efforts conjugués d'associations locales, de collectivités territoriales et de la CRIIRAD ont permis d'obtenir ponctuellement d'AREVA que des terrains soient décontaminés.

Ainsi la cour de l'école de Lachaux (Puy de Dôme en 2006), la cour d'une ferme et le parking d'un restaurant sur le site des Bois Noirs (Loire et Allier _ partir de 2004).

Mais AREVA, avec l'aval des autorités, dont l'Autorité de S_rété Nucléaire, refuse de traiter tous les sites contaminés. Pour effectuer l'analyse des risques, AREVA n'utilise que des mesures de radiation _ hauteur de la ceinture ce qui peut diviser la dose par un facteur 10, 100 et plus. L'ASN et l'IRSN continuent de refuser d'imposer _ AREVA la prise en compte du niveau de radiation au contact du sol.

AREVA et l'Etat jugent, par exemple, admissible de laisser des stériles radioactifs sur le parking du foyer de ski de fond de Lavoine (Allier). Pourtant la CRIIRAD a montré que des morceaux de minerai y délivrent une irradiation au contact supérieure _ 100 microSieverts par heure (pour un niveau naturel local de 0,2 microSievert par heure). Cette radioactivité perdurera indéfiniment si ces mati_res ne sont pas enlevées.

Dans le m_me temps le Minist_re de l'Environnement et l'ASN interdisent la mise en décharge d'ordures ménag_res contaminées par des radionucléides _ période courte (pratiques médicales) d_s lors que le débit de dose au contact dépasse 5 microSieverts par heure ?!

La CRIIRAD demande :

- La mise en place d'une politique nationale de recensement des sites concernés par la réutilisation de remblais radioactifs basée sur le couplage d'un questionnaire adressé aux populations et de mesures sur le terrain (comme cela a été fait _ partir de 2004 sur le site des Bois Noirs).
- La définition, au niveau national, de crit_res stricts _ partir desquels les sites doivent _tre décontaminés. Ces crit_res doivent tenir compte de l'ensemble des voies d'exposition dont l'irradiation au contact et les risques liés _ l'ingestion et _ l'inhalation de poussi_res et de radon. Le niveau des risques sanitaires résiduels doit _tre le plus faible possible et ce d'autant plus que la contamination va perdurer _ l'infini si rien n'est fait. Le crit_re de 500 microSieverts par an retenu par exemple par la DRIRE de la Loire est beaucoup trop élevé. Cette valeur est en effet plus de 50 fois supérieure _ la dose annuelle « officielle » re_ue par les riverains de l'usine de retraitement de la HAGUE qui est pourtant une des installations nucléaires parmi les plus polluantes de France.
- La fixation de servitudes pour les sites qui ne seraient pas décontaminés afin que les futurs acquéreurs des terrains ach_tent en connaissance de cause.

2. Révision des normes sur le traitement des eaux contaminées

M_me plusieurs années et décennies apr_s cessation de l'activité, les eaux qui s'écoulent depuis les anciens sites miniers et/ou les stockages de résidus radioactifs issus des anciennes usines d'extraction de l'uranium sont contaminées par des radionucléides tr_s radiotoxiques (émetteurs alpha).

Alors que les rejets de radionucléides émetteurs alpha sont interdits aux centrales nucléaires, ils sont autorisés pour les mines d'uranium.

De plus, les normes de rejets sont fixées _ des niveaux trop élevés qui ne tiennent pas compte des phénom_nes d'accumulation des métaux lourds radioactifs _ longue période dans la faune et la flore aquatiques, les sédiments et les terres des berges.

Le laboratoire de la CRIIRAD a démontré ces probl_mes depuis 1993 (Limousin) et n'a cessé d'alerter sur ce probl_me depuis cette date.

Dans le cas par exemple de la mine des Bois Noirs (Loire) les rejets radioactifs effectués dans la rivi_re transforment certaines plantes aquatiques en déchets radioactifs avec des accumulations en radium 226 supérieures _ 100 000 Bq/kg sec (mesures CRIIRAD de 2006).

En Limousin, les eaux qui s'écoulent de la mine de Bellezane contaminent les prairies en aval _ un point tel que les sols soumis au débordement du cours d'eau deviennent des déchets radioactifs. L'administration est consciente de cette réalité. Pourtant, malgré les demandes de la CRIIRAD (2006) elle a autorisé AREVA _ rajouter, aux 1,5 millions de

tonnes de déchets radioactifs déjà présents dans la mine, les boues contaminées issues du curage du lac de Saint-Pardoux et de l'étang de la Crouzille.

La CRIIRAD demande :

- Que l'analyse de l'impact des rejets radioactifs liquides prenne en compte tous les radionucléides et tienne compte des phénomènes de bioaccumulation.
- Que les normes de rejets soient abaissées de manière drastique.
- Que les prairies soumises à ces écoulements soient décontaminées.

Pour en savoir plus :

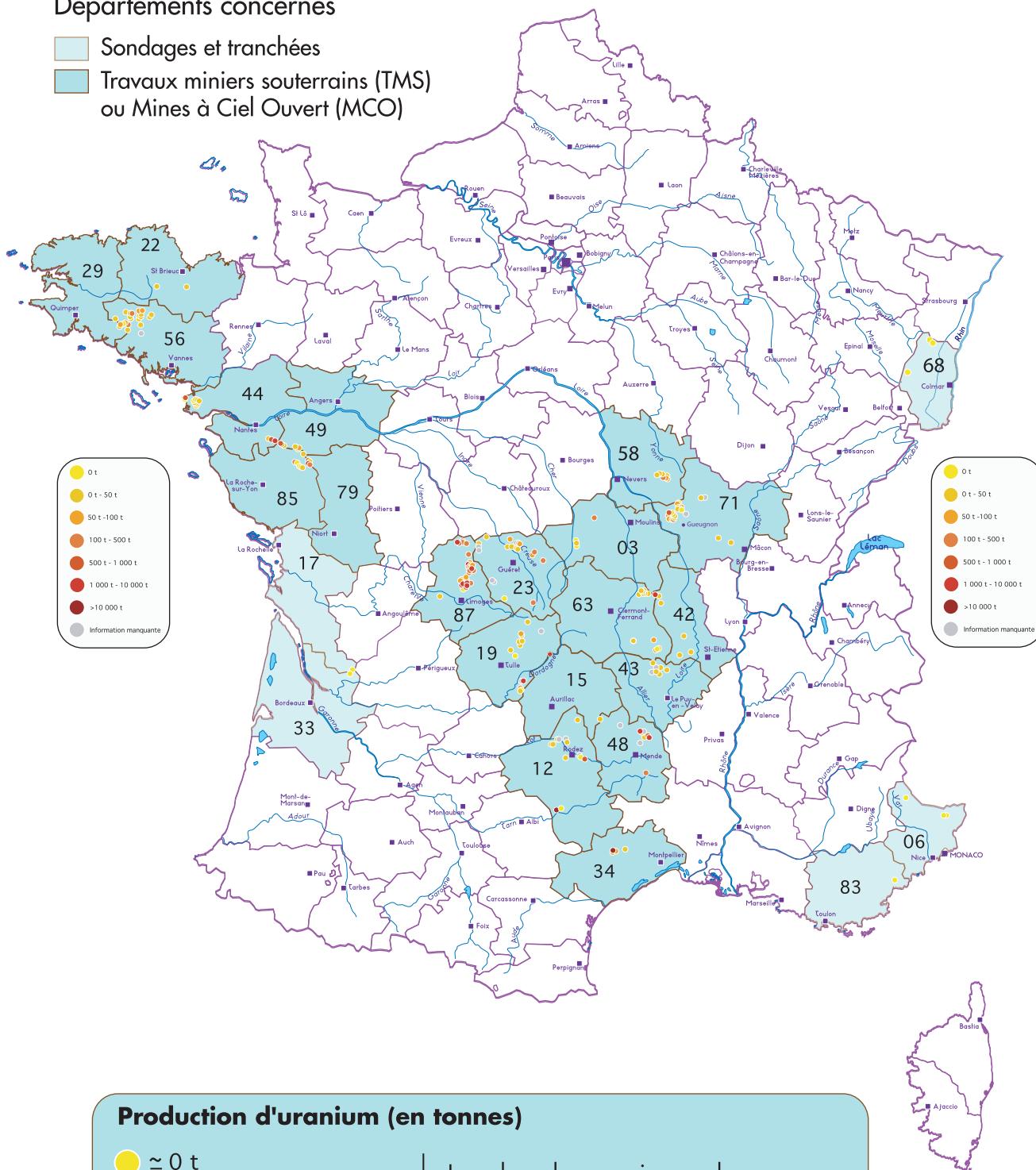
CRIIRAD : 04 75 41 82 50 / Par E-Mail : bruno.chareyron@criirad.org (portable ; 06 27 27 50 37) et contact@criirad.org partir du samedi 14 février 2009.

Localisation des sites d'extraction du minerai d'uranium

Avril 2010 - © CRIIRAD

Départements concernés

- Sondages et tranchées
- Travaux miniers souterrains (TMS) ou Mines à Ciel Ouvert (MCO)



Production d'uranium (en tonnes)

- ≈ 0 t
- > 0 t - 50 t
- > 50 t - 100 t
- > 100 t - 500 t
- > 500 t - 1 000 t
- $> 1 000$ t - 10 000 t
- $> 10 000$ t
- Information manquante

Le code couleur renseigne sur la masse d'uranium métal produite à partir du minerai extrait des mines concernées (et non pas sur le tonnage du minerai).

En France, pour produire 1 tonne d'uranium, il a fallu extraire, en moyenne, 1400 tonnes de minerai (stériles uranifères non compris).

Les sites d'extraction du minerai d'uranium

Classement par département : 03 - 06 -12

Nom de la commune	Nom de la concession	Nom du PEX (PER)	Nom du site minier	Nom des mines et localisations	Dates d'exploitation			Uranium extrait (t)	Type d'ouvrages		
					Début	Fin	An(s)		MCO	TMS	Autres
03 - ALLIER / Région Auvergne											
Cérilly-et-Théneuille	La Varenne		LOMBRE	Cérilly, St-Pardoux, Chez Heuillard, L'Ombre	1978	1981	3	285	oui	non	
Givarlais	Verneix		LES MARAIS		1985	1985	0	0	non	non	tranchée
Verneix	Verneix		SAVIGNY		1954	1958	4	3,3	non	non	reconnaisances
Verneix	Verneix		LES TANNIERES		1985	1985	0	0	non	non	tranchée
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								288	tonnes d'uranium (et non de minerai)		
06 - ALPES-MARITIMES / Région provence Alpes Côte d'Azur.											
Saorge	?	?	CIME DU RAUS		1958	1959	1	0	non	non	reconnaisances
le Belvedere	?	?	LES GRANGES DU COLONEL		1958	1959	1	0	non	non	reconnaisances
Saint Etienne de Tinée	?	?	ROYA		1958	1958	0	0	non	non	reconnaisances
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								0			
12 - AVEYRON / Midi Pyrénées											
Bertholene	Balaures		BERTHOLENE		1977	1994	17	745	oui	oui	
Brousse-le-Château	Roube		BROUSSE-BROQUIES	le Rouble	?	?		?	non	non	galeries, décapages
Espeyrac		(Espeyrac)	CANABEL		1957	1960	3	3	non	non	tranchée + reconnaisances
Estaing	?	?	COURSIERE		?	?		1,2	non	non	tranchées
Espeyrac	?	?	FALGUIERES		1957	1960	3	5	non	non	tranchées + reconnaisances
Montrozier	Les Plaines		LUSSAGUES	Gages	1964	?		1,6	non	non	décapages
Entraygues-sur-Truyere	?	?	MARGABAL		1959	1960	1	1,5	non	non	reconnaisances
Graissac	Les Plagnes		LES PLAGNES	Sainte Geneviève	1963	1979	16	1,4	non	non	reconnaisances
Florentin-la-Chapelle		(Previnquieres)	PREVINQUIERES		1949	1956	7	?	non	non	reconnaisances
Saint Martin et Brousse le Château	Roube		LE ROUBE		1977	1981	4	0	non	non	reconnaisances
Senergues		(Senergues)	SENERGUES		1959	1960	1	1,5	non	non	reconnaisances
Le Nayrac	?	?	VIC-CONQUETTES		?	?		?	non	non	reconnaisances
Gages + Montrozier	Les Plaines		BENNAC	La Lussagues	1959	1968	9	0	non	non	reconnaisances + tranchées
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								760	tonnes d'uranium (et non de minerai)		

Les sites d'extraction du minerai d'uranium

Classement par département : 15 et 17

Nom de la commune	Nom de la concession	Nom du PEX (PER)	Nom du site minier	Nom des mines et localisations	Dates d'exploitation			Uranium extrait (t)	MCO	Type d'ouvrages	
					Début	Fin	An(s)			TMS	Autres
15 - CANTAL / Auvergne											
Saint Pierre		St Pierre II	SAINT PIERRE DU CANTAL	Saint Pierre	1958	1981	23	1 350	oui	non	
Anterrieux	Gisement de Valette-Chazal							3			
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								1 353	tonnes d'uranium (et non de minerai)		
17 - CHARENTE MARITIME / Aquitaine											
La Barde	Fieu		CHANTEMERLE II	Jean Vincent	1987	1988	1	0	non	non	tranchée
La Barde	Fieu		CHANTEMERLE I	Jean Vincent	1981	1981	0	0	non	non	tranchée
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								0			

Les sites d'extraction du minerai d'uranium

Classement par département : 19 - 22

Nom de la commune	Nom de la concession	Nom du PEX (PER)	Nom du site minier	Nom des mines et localisations	Dates d'exploitation			Uranium extrait (t)	Type d'ouvrages		
					Début	Fin	Durée		MCO	TMS	Autres
19 - CORREZE / Limousin											
Darnets	?	?	LA BARRIERE	La Prade	1958	1961	3	7	non	non	reconnaissance
Auriac	La Besse		LA BESSE	Plagne, Hourtoule, Vialhaure	1960	1993	33	1 046	oui	oui	
Davignac	Le Boucheron		LE BOUCHERON	FE 5	1976	1989	13	87,6	oui	non	
Saint Augustin	Beaumont		LA BREJADE		1958	1963	5	39	non	oui	
La Chapelle Spinasse		Escoussac	LE CHATAIGNER		1961	1961	0	1	non	non	tranchées
Davignac	Le Boucheron		FE5 NW		1978	?		23,8	oui	non	
Saint Julien au Bois		La Porte	GALERIE DES BIROTTE	Les Biaurottes	1979	1981	2	0	non	non	reconnaissance
Davignac	Le Boucheron		JACQUET		1960	1963	3	2,7	non	non	reconnaissance
Saint Julien au Bois	Les Jaladys		JALADYS-BAS	Le Jaladis, Jaladys	1959	1981	22	115	oui	non	
Millevaches	Puy Curare		LE LONGY		1976	1982	6	48	oui	non	
Eyrein	Le Peuch		LE PEUCH		1964	1964	0	0	non	non	reconnaissance
Saint Julien au Bois		La Porte	LA PORTE		1982	1984	2	29	oui	non	
Darazac		Escoussac	PUITS MARINIE		1958	?		?	non	oui	
Ussel	?	?	LES SALLES		1961	1961	0	?	non	non	reconnaissance
Egletons	La Vedrenne		LA VEDRENNE SUD		1959	1961	2	14	non	non	reconnaissance
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								1 413	tonnes d'uranium (et non de minerai)		
22 - COTES D'ARMOR / Bretagne											
Hénon	Gisement Le Port Martin							2			
Saint-Gilles-Pligeaux	Gisement de Kergonec							2			
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								4	tonnes d'uranium (et non de minerai)		

Les sites d'extraction du minerai d'uranium

Classement par département : 19 - 22

Nom de la commune	Nom de la concession	Nom du PEX (PER)	Nom du site minier	Nom des mines et localisations	Dates d'exploitation			Uranium extrait (t)	Type d'ouvrages		
					Début	Fin	Durée		MCO	TMS	Autres
23 - CREUSE / Limousin											
Vareilles		(Vareilles)	BASSENEUILLE		1958	1963	5	?	non	non	reconnaissance
Champsanglard	Montilloux		CHAMPSANGLARD	Le Villard	1956	1980	24	29,3	oui	non	reconnaissance
Clugnat	Les Riots		CHAUMAILLAT	Chaux-Maillat	1956	1982	26	90	oui	non	reconnaissance
Bonnat	Montilloux		COUSSAT		1954	1989	35	205	oui	non	reconnaissance
Crozant		(Crozant)	CROZANT		1957	1961	4	8,5	non	oui	
Saint-Agnant-de-Versillat	?	?	LA CUEILLERE		1957	1963	6	?	non	non	reconnaissance
Cheniers		Fournioux	LE FOURNIOUX		1981	1983	2	51	oui	non	
Gouzon		Grands Champs	GRANDS CHAMPS	Gouzon	1986	1988	2	201	oui	non	
Chatelus le Marcheix	?	?	LE GRAND PEUX		1956	1961	5	?	non	non	tranchée
Croze	Hyverneresse		HYVERNERESSE	la Brousse	1970	1986	16	484	oui	oui	
Vareilles		(Vareilles)	LAFAT VIEILLE		1957	1965	8	17	non	oui	
Jouillat	Montilloux		LOMBARTEIX		1958	1969	11	14,4	oui	oui	
Champsanglard	Montilloux		MAS ROUSSINE	Roussine, Le Mas, Les Dauges, Tirrelanue	1968	1982	14	30,9	oui	non	
Roches	Montilloux		LE MONTAGAUD		1957	1967	10	87	oui	non	
Bonnat	Montilloux		MONTEIL		1987	1988	1	?	oui	non	
Domeyrot + Ladapeyre	Les Riots		LA RIBIERE		1959	1984	25	149	oui	non	
Saint-Martin-Château		(Neuvialle)	SALAMANIERE		?	?		0	non	non	tranchée
Anzeme	Montilloux		LE VIGNAUD		1957	1962	5	44	non	oui	
Chatelus le Marcheix	?	?	VILLEPIGUE	Villepique	1956	1961	5	?	non	non	tranchée + reconnaissance
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								1 410,8	tonnes d'uranium (et non de minerai)		

Les sites d'extraction du minerai d'uranium

Classement par département : 29 - 33 -34

Nom de la commune	Nom de la concession	Nom du PEX (PER)	Nom du site minier	Nom des mines et localisations	Dates d'exploitation			Uranium extrait (t)	Type d'ouvrages		
					Début	Fin	An(s)		MCO	TMS	Autres
29 - FINISTERE / Bretagne											
Querrien	Lignol		CARROS COMBOUT		1956	1964	8	0,56	non	non	tranchées
Guilligomarc'h	Lignol		KERJEAN		1978	1980	2	4,35	non	oui	
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								4,91	tonnes d'uranium (et non de minerai)		
33 - GIRONDE / Aquitaine											
Chamadelle	Fieujou		MARTIN	Jean Vincent	1988	1988	0	0	non	non	tranchée
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								0			
34 - HERAULT / Languedoc Roussillon											
Le Bosc	le Lodevois		LA PLANE CAMPAGNAC	Campagnac	1992	1994	2	62	oui	non	tranchées
Saint Jean de la Blaquiere	le Lodevois		PEUCH BOUISSOU		1992	1994	2	9	non	oui	
Le Puech	le Lodevois		RABEJAC		1959	1990	31	72	oui	non	
Le Bosc, Lodeve, Le Puech et Soumont	le Lodevois		SITE DU BOSC	Lodeve, Mas Lavayre, Treviels, Les Mares, Mas d'Alary, Failles, le	1959	1997	38	14 630	oui	oui	
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								14 773	tonnes d'uranium (et non de minerai)		

Les sites d'extraction du minerai d'uranium

Classement par département : 42 - 43

Nom de la commune	Nom de la concession	Nom du PEX (PER)	Nom du site minier	Nom des mines et localisations	Dates d'exploitation			Uranium extrait (t)	Type d'ouvrages		
					Début	Fin	An(s)		MCO	TMS	Autres
42 - LOIRE / Rhône-Alpes											
Grezieux le Fromental		Ambert	GREZIEUX LE FROMENTAL		1968	1971	3	8,5	non	non	tranchée
Chambles		Labory	LABORY	La garde, Chambles, Cessieux	1977	1978	1	7,47	oui	non	tranchée
La Tourette	?	?	MAIN MORTE		1978	1979	1	3,1	non	non	tranchée
Saint Priest la Prugne	Les Bois Noirs		BN 2	Saint Priest	1953	1978	25	16	oui	non	recherche par petit chantier
Saint Priest la Prugne	Les Bois Noirs		BOIS NOIRS LIMOUZAT	Le Forez, BN 6, BN 5, BN3, Ancienne Mines, Limouzat	1955	1980	25	6 919	oui	oui	
Saint Priest la Prugne	Les Bois Noirs		LES GADAILLERES	BN 10 Lagadaillere	1957	1960	3	6	non	oui	
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								6 960,07	tonnes duranium (et non de minerai)		
43 - HAUTE-LOIRE / centre											
Solignac-sous-Roche		(Solignac-sous-Roche)	BESSE	Solignac	1960	1961	1	1	non	oui	
Saint-Georges-Lagricol		(La Garde)	DIMENGEAL		1976	?		0,6	?	?	?
Vorey		Les Driots	LES DRIOTS		1956	1961	5	40	oui	oui	
Bellevue-la-Montagne		(Jullianges)	LIGONZAC	Ligouzac	1959	1960	1	5	non	non	reconnaisances
Jullianges		(Jullianges)	LE MONT		1959	1962	3	?	?	?	?
Monlet		(Allegre Saint-Pal)	MONTESTUDIER		1959	1962	3	?	?	?	?
La Chaise Dieu		Prades	LES PRADES		1974	1977	3	50	oui	non	
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								96,6	tonnes duranium (et non de minerai)		

Les sites d'extraction du minerai d'uranium

Classement par département : 44 - 48

Nom de la commune	Nom de la concession	Nom du PEX (PER)	Nom du site minier	Nom des mines et localisations	Dates d'exploitation			Uranium extrait (t)	Type d'ouvrages		
					Début	Fin	An(s)		MCO	TMS	Autres
44 - LOIRE-ATLANTIQUE / Pays de Loire											
La Turballe		Coispean	COISPEAN		1985	1985	0	6	oui	non	
Saint Molf		Cormier	LE CORMIER		1982	1983	1	24	oui	non	
Guerande	Le Haut Mora		LA GARENNE		1975	1976	1	2	non	non	tranchées
Guerande	Le Haut Mora		KERCRE DIN	ker Credin	1985	1985	0	4	oui	non	
Guerande	Le Haut Mora		KEROLAND		1975	1976	1	11	oui	non	
Piriac sur Mer		Pen Ar Ran et Castelli	KERVIN		1983	1983	0	0	non	non	tranchée
Guerande	Le Haut Mora		METAIRIE NEUVE		1977	1978	1	3	oui	non	
Piriac sur Mer		Pen Ar Ran et Castelli	PEN AR RAN	Pennaran	1975	1989	14	602	oui	oui	
Guerande	Le Haut Mora		SAINT NOM		1978	1978	0	0	non	non	tranchées
Guerande	Le Haut Mora		TESSON		1985	1985	0	23	oui	non	
Gorges	Clisson		CHARDON	La Racine, La Margerie	1965	1991	26	3 570	oui	oui	
Gorges-Monnières-Saint-Lumine	Clisson		MORTIERS		1981	1982	1	41	oui	non	
Getigne et Saint Crespin (49)	Clisson		L'ECARPIERE	La Moine, Braudiere, Le Tail	1955	1990	35	4 112	oui	oui	
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								8 398	tonnes duranium (et non de minerai)		
48 - LOZERE / Languedoc Roussillon											
Les Bondons		Cros	LES BONDONS		1980	1989	9	338	oui	oui	
Saint Jean la Fouillousse	Grandieu		LE CELLIER	La Fouillousse, La Poudriere	1956	1988	32	2 283	oui	oui	
Saint Jean la Fouillousse	Grandieu		LE DEVES		1982	1982	0	2	non	non	tranchées
Grandieu	Grandieu		LES PIERRES PLANTEES		1958	1987	29	1 280	oui	oui	
Arzenc de Rendon	?	?	LA PIQUE	Arzenc de Rando,	?	?		?	non	non	tranchées
Grandieu	Grandieu		LA ROUCHETTE		1977	?		?	non	non	tranchées
Saint Alban sur Limagnole		Montalbert	SAINT ALBAN	Montalbert	1977	?		?	oui	oui	
Grandieu	Grandieu		LE SAPET		?	?		20	non	non	reconnaissance
Saint Jean de la Fouillousse	Grandieu		LE VILLERET		1962	1988	26	427	oui	oui	
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								4 350	tonnes duranium (et non de minerai)		

Les sites d'extraction du minerai d'uranium

Classement par département : 49

Nom de la commune	Nom de la concession	Nom du PEX (PER)	Nom du site minier	Nom des mines et localisations	Dates d'exploitation			Uranium extrait (t)	Type d'ouvrages		
					Début	Fin	An(s)		MCO	TMS	Autres
49 - MAINE-ET-LOIRE / Pays de Loire											
Roussay	Clisson		AUJOUGERIE	Anjouerie-Ouest et Anjouerie Centre	1974	1982	8	159	oui	non	
Roussay-Torfou	Clisson		LA BACONNIERE	La Basse Boissière, Bastille, Roussay	1977	1988	11	565	oui	oui	
La Romagne	Evrunes		LA BONNIERE	La Grande Bonniere	1979	1980	1	31	oui	oui	
Roussay	Clisson		LA COURAILLERE		1982	1983	1	41	oui	non	
St Christophe des Bois	Evrunes		LES QUATRE-CHENES		1980	1980	0	5	oui	non	
La Romagne	Evrunes		LE RETAIL		1978	1983	5	53	oui	oui	
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								854	tonnes duranium (et non de minerai)		

Les sites d'extraction du minerai d'uranium

Classement par département : 03 - 06 -12

56 - MORBIHAN / Bretagne

Berne	Lignol	BONOTE	Bonot	1960	1971	11	400	non	oui	
Saint Caradec-Tregomel	Lignol	CALERDEN		1968	1984	16	28	non	oui	
Bubry	Lignol	GALHAUT		1966	1967	1	1,23	non	oui	
Lignol	Lignol	LE HINGUER		1963	1968	5	48	non	oui	
Plouay	Lignol	KERHUENNEC		1977	1980	3	6,72	non	oui	
Lignol	Lignol	KERLER	Kerlech	1961	1978	17	146	non	oui	
Guern	Lignol	KEROC'H	kerroch	1963	1964	1	5	non	oui	tranchées
Lignol	Lignol	KERSEGALEC		?	?		2	non	oui	reconnaisances
Meslan	Lignol	KERVREC'H	Kervrech	1956	1977	21	11	non	oui	
Bubry	Lignol	KERYACUNFF		1971	1977	6	40	oui	non	
Quistinic	Lignol	MANE MABO	Kermeze	1963	1964	1	?	non	non	tranchées + reconnaisances
Lignol	Lignol	MOULIN DE BRODIMON		1962	1965	3	20	non	oui	
Bubry	Lignol	POULPRIO		1980	1984	4	15	non	oui	
Persquen	Lignol	PRAT MERIEN		1960	1982	22	72	oui	oui	
Guern	Lignol	QUISTIAVE		1957	1962	5	33	non	oui	
Berne	Lignol	ROSCORBEL		1959	1960	1	0,4	non	oui	
Meslan	Lignol	ROSGLAS		1964	1975	11	114	oui	oui	
Persquen	Lignol	SULLIADO		1969	1976	7	69	non	oui	
Bubry	Lignol	TY GALLEN		1963	1981	18	49	oui	oui	
Berne	Lignol	VOUEDEC		1962	1971	9	58	non	oui	

Masse d'uranium métal extraite sur le département : **1 118,35 tonnes d'uranium (et non de minerai)**

Les sites d'extraction du minerai d'uranium

Classement par département : 58 - 63 - 68

Nom de la commune	Nom de la concession	Nom du PEX (PER)	Nom du site minier	Nom des mines et localisations	Dates d'exploitation			Uranium extrait (t)	Type d'ouvrages		
					Début	Fin	An(s)		MCO	TMS	Autres
58 - NIEVRE / Bourgogne											
Saint-Hilaire-en-Morvan		L'Huis Jacques	CHAMPIGNY		1971	1974	3	68	oui	non	
Saint-Hilaire-en-Morvan		L'Huis Jacques	LES CHAUMOTTES		1972	1973	1	51	oui	non	
Saint Hilaire en Morvan		Outeloup	COURMONT		1973	1973	0	8	oui	non	
Dun sur Grandry		Outeloup	GRANDRY		1974	1975	1	14	oui	non	
Dommartin		L'Huis Jacques	L'HUIS JACQUES		1956	1975	19	109	oui	non	reconnaisances
Dommartin		Outeloup	OUTELOUP		1955	1976	21	2	oui	oui	
Dun sur Grandry		Vaussegre	VAUSSEGRE		1973	1980	7	47	oui	non	
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								299	tonnes duranium (et non de minerai)		
63 - PUY-DE-DOME /Auvergne											
Ris	Lachaux		BANCHERELLE		1952	1954	2	2,3	non	oui	
Lachaux	Lachaux		BIGAY GOURNIAUD		1950	1955	5	5,9	non	oui	
Grandrif + Baffie		Ambert	BOIS DES FAYES		1955	1974	19	67	oui	oui	
Saint-Martin des Olmes		St Martin des Olmes	BOIS DES GARDES		1955	1980	25	73	oui	oui	
Chameane		Saint Genes la Tourette	CHAMEANE		1964	1965	1	0,7	non	oui	
Ris		Ris	DRAGON		1976	1976	0	0,6	non	non	tranchée
Lachaux	Lachaux		ETANG DU RELIEZ		1950	1954	4	?	non	oui	
Ris	Lachaux		GAGNOL		1949	1953	4	0,3	non	non	recherche par petit chantier
Baffie		Ambert	LE POYET		1955	1971	16	4,6	oui	oui	
Ris	Lachaux		RELIEZ	Chez Reliez	1949	1952	3	1	non	oui	
Lachaux	Lachaux		ROPHIN	Roffin	1950	1954	4	24,6	non	oui	
Baffie		Ambert	LE TEMPLE		1955	1958	3	0,0			reconnaisances
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								179,95	tonnes duranium (et non de minerai)		
68 - HAUT-RHIN / Alsace											
Kruth	St-Hippolyte		KRUTH		1953	1954	1	0	non	non	reconnaisances
Bergheim	St-Hippolyte		SCHAENTZEL		1954	1956	2	0	non	non	reconnaisances
Saint-Hippolyte	St-Hippolyte		TEUFELSLOCH		1956	1958	2	0	non	oui	
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								0			

Les sites d'extraction du minerai d'uranium

Classement par département : 71

Nom de la commune	Nom de la concession	Nom du PEX (PER)	Nom du site minier	Nom des mines et localisations	Dates d'exploitation			Uranium extrait (t)	Type d'ouvrages		
					Début	Fin	An(s)		MCO	TMS	Autres
71 - SAONE-ET-LOIRE / Bourgogne											
Issy l'Evêque	Grury		LE BATOU		1953	1954	1	1	non	oui	
Issy l'Evêque	Grury		BAUZOT		1950	1986	36	54,5	oui	oui	
Suin		Trappan	BOIS DE NIALIN	Bois de Megine	1978	1979	1	11	oui	non	
Issy l'Evêque	Grury		BROAILLE	Broye	1949	1963	14	0,5	oui	oui	
Neuvy Grandchamp et La Chapelle au Mans	Grury		LES BROSSES		1955	1986	31	128,5	oui	oui	
Grury	Grury		LE CARTELET	La Cartelee	1981	1989	8	12,6	oui	non	
Uxeau	?	?	CHEVALOT	Veillerot, Le Chavelot	1962	?		?	non	non	tranchées
Issy l'Evêque	?	?	LA CROIX		?	?		?	non	non	tranchées
Grury	Grury		LA FAYE		1947	1984	37	60,87	oui	oui	
Neuvy Grandchamp	Grury		LES GAULINS	Le Gaulin	1953	1953	0	0,05	non	oui	
Gueugnon	Grury		GUEUGNON	Inb 31	1955	1980	25	?	non	non	?
Grury	Grury		LES JACQUOTS		1981	1990	9	63,6	oui	oui	
Grury	Grury		LES JALERYS		1954	1989	35	623	oui	oui	
Sivignon		Trappan	MAZILLE		1978	1979	1	3,7	non	non	
Issy l'Evêque	Grury		MONTGILLARD		1950	1951	1	0	non	oui	
Issy l'Evêque	Grury		LES OUDOTS		1980	1982	2	51,3	oui	non	
Grury	Grury		LE ROMPEY		1982	1989	7	33,7	oui	oui	
Issy l'Evêque	Grury		LES USAGES		1951	1951	0	0	non	oui	
Grury	Grury		LA VALETTE		1950	1950	0	0	non	oui	
Grury	Grury		LES VERNAYS		1950	1981	31	12,4	oui	oui	
Saint Symphorien de Marmagne	?	?	LES RUAUX	Les Riaux	1905	1958	53	1,5	non	oui	
Marmagne	?	?	LA TROCHE		1905	1905	0	?	non	oui	
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								1 058,22	tonnes duranium (et non de minerai)		

Les sites d'extraction du minerai d'uranium

Classement par département : 73 - 79 - 83 - 85

Nom de la commune	Nom de la concession	Nom du PEX (PER)	Nom du site minier	Nom des mines et localisations	Dates d'exploitation			Uranium extrait (t)	MCO	Type d'ouvrages	
					Début	Fin	An(s)			TMS	Autres
73 - SAVOIE / Rhône-Alpes											
Saint Michel de Maurienne	?	?	GALERIE DES ALPES		?	?		0	non	non	reconnaisances
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								0			
79 - DEUX-SEVRES / Pays de Loire											
La Chapelle Largeau	Mallièvre		LA CHAPELLE LARGEAU	Bel Air	1958	1970	12	665	oui	oui	
Saint Amand sur Sevre	Mallièvre		DORGISSIERE	La Dorgisiere	1959	1983	24	295	oui	oui	
La Chapelle Largeau	Mallièvre		ROCHE PUY ROTI	Roche Pied Roti	1982	1983	1	18	oui	non	
Le Temple (et Treize Vents dans le 85)	Mallièvre		LA COMMANDERIE		1955	1991	36	3 978	oui	oui	
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								4 956	tonnes d'uranium (et non de minerai)		
83 - VAR / Provence Alpes Côte d'Azur											
Fréjus		(Malavalettes)	LE CHARBONNIER		1957	1958	1	0	non	non	reconnaisances
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								0			
85 - VENDEE / Pays de Loire											
Les Herbiers	Les Herbiers		EDRILLERE		1954	1956	2	0,5	non	non	reconnaisances
Les Herbiers	Les Herbiers		EMENTRUERE		1953	1954	1	0	non	non	reconnaisances
Beaurepaire	Les Herbiers		GODARDIERE		1983	1984	1	37	oui	non	
Les Herbiers	Les Herbiers		GORANDIERE		1955	1956	1	0	non	non	reconnaisances
Mortagne sur Sevre	Evrunes		POITOU LA GABRIELLE		1957	1986	29	48	oui	non	reconnaisances + tranchées
Beaurepaire	Les Herbiers		LA PREE		1979	1980	1	171	oui	non	
Masse d'uranium métal extraite sur le département :								257	tonnes d'uranium (et non de minerai)		

Les sites d'extraction du minerai d'uranium

Classement par département : 87

Nom de la commune	Nom de la concession	Nom du PEX (PER)	Nom du site minier	Nom des mines et localisations	Dates d'exploitation			Uranium extrait (t)	MCO	Type d'ouvrages	
					Début	Fin	An(s)			TMS	Autres
87 - HAUTE-VIENNE / Limousin											
Jouac	Mailhac sur Benaize		LE BERNARDAN	Jouac, Le Cherbois	1977	2001	24	6 608	oui	oui	
Cromac	Mailhac sur Benaize		LA COTE MOREAU		1959	1987	28	280	oui	non	
Saint Leger Magnazeix	Mailhac sur Benaize		LES LOGES	Les Balais, La Futaie, Les Avoines, Les Pres, Les Blés	1958	1988	30	615	oui	non	tranchées
Mailhac sur Benaize	Mailhac sur Benaize		LES MASGRIMAUDS		1982	1986	4	146	oui	non	
Cromac	Mailhac sur Benaize		PIEGUT		1963	1985	22	159	non	oui	reconnaisances
Compreignac	Saint Sylvestre		BACHELLERIE		1976	1976	0	59	oui	non	
Bonnac la Cote	Lavaud		BONNAC		1979	1980	1	0	non	oui	
Razes	Saint Sylvestre		CHAMPOUR		1985	1986	1	70	oui	non	
Sainte-Marie-de-Vaux		Cognac-la-Forêt	LE DOGNON		1981	1981	0	6,71	oui	non	
Communes de Saint-Sylvestre et de Razes	Saint Sylvestre		FANAY	Les Sagnes, Augeres, Tenelles, St Sylvestre, La Borderie, Silord, Gouillet, La Betouille, Les Vieilles Sagnes, Grammont, La Goutte, Point J, La Soumagne, Puy Garnoux	1951	1992	41	4 542	oui	oui	
Razes	Saint Sylvestre		LE FRAISSE		1965	1990	25	1 069	oui	oui	
Saint Leger la Montagne	Saint Sylvestre		GORGES SAIGNEDRESSE		1977	1991	14	437	oui	oui	
Saint Sylvestre	Saint Sylvestre		HENRIETTE	Crouzille, Pre Cantiant	1949	1981	32	186	non	oui	
Compreignac	Saint Sylvestre		MARNAC	Cible limousine, Peny, Massauvas, Margnac, Pény, La Vauzelle, Chatenet-Maussan, Daumart	1953	1995	42	9 454	oui	oui	reconnaisances + petits chantiers
Razes	Saint Sylvestre		ROUDET		1949	1993	44	0	non	oui	
Razes	Saint Sylvestre		SANTRO	Santrot, Santrop	1983	1984	1	26	oui	non	
Compreignac	Saint Sylvestre		VENACHAT		1955	1995	40	748	oui	oui	reconnaissance
Bessines + Bersac sur Rivallier	La Gartempe		BELLEZANE	Belzane	1975	1992	17	4 053	oui	oui	
Bessines + Razes	La Gartempe		CHANTELOUBE		1964	1979	15	326	oui	oui	
Bessines	La Gartempe		MONTMASSACROT		1976	1981	5	138	oui	oui	
Bessines	La Gartempe		PETITES MAGNELLES		1991	1992	1	83	oui	non	
Bessines	La Gartempe		POINT 117	Pierre Belle	1969	1994	25	285	oui	oui	
Bersac sur Rivallier	La Gartempe		PUY DE L'AGE		1977	1993	16	421	oui	oui	
Bessines	La Gartempe		PUY TEIGNEUX		1990	1991	1	85	oui	non	
Bessines	La Gartempe		SITE INDUSTRIEL DE BESSINES	Bessines, Le Brugeaud, Lavaugrasse, Croix du Breuil	1955	1972	17	2 124	oui	oui	
Bessines	La Gartempe		TRAVERSE		1990	1991	1	68	oui	non	
Bessines	La Gartempe		VILLARD		1954	1973	19	60	oui	non	reconnaisances
Saint Sornin Leulac	Lacour		MONTULAT		1979	1983	4	285	oui	non	

Masse d'uranium métal extraite sur le département : 32 333,71 tonnes d'uranium (et non de minerai)

Classement des départements par tonnage d'uranium métal obtenu à partir du minerai.

Départements	Tonnage uranium	Principaux sites du département	Etudes CRIIRAD
87 Haute-Vienne	32 334	Margnac - Le Bernardan - Fanay	Oui
34 Hérault	14 773	Lodève - Le Bosc	Oui
44 Loire-Atlantique	8 398	L'Ecarpière - Le Chardon	Oui
42 Loire	6 960	Bois Noirs Limouzat	Oui
79 Deux-Sèvres	4 956	La Commanderie - la Chapelle Largeau	Oui
48 Lozère	4 350	Le Cellier - Les Pierres Plantées	Non
19 Corrèze	1 413	La Besse	Non
23 Creuse	1 411	Hyverneresse	Non
15 Cantal	1 353	Saint-Pierre	Oui
56 Morbihan	1 118	Bonote	Oui
71 Saône-et-Loire	1 058	Les Jalerys - Les Brosses	Oui
49 Maine-et-Loire	854	La Baconnière	Oui
12 Aveyron	760	Bertholène	Non
58 Nièvre	299	L'Huis-Jacque	Non
3 Allier	288	Lombre	Non
85 Vendée	257	La Prée	Non
63 Puy-de-Dôme	180	Bois des Gardes - Bois des Fayes	Oui
43 Haute-Loire	97	Les Driots - Les prades	Non
29 Finistère	5		Non
22 Côtes d'Armor	4		Non
6 Alpes-Maritimes	0		Non
17 Charente maritime	0		Non
33 Gironde	0		Non
68 Haut-Rhin	0		Non
73 Savoie	0		Non
83 Var	0		Non

Recensement à fin 2008 : 26 départements concernés

dont 20 avec un volume d'uranium métal extrait supérieur à 0 tonne.