

## **FICHE N° 1**

# **L'EXTRACTION DE L'URANIUM EN FRANCE : données et chiffres clés**

### **1. MINES D'URANIUM EN FRANCE : PANORAMA GENERAL**

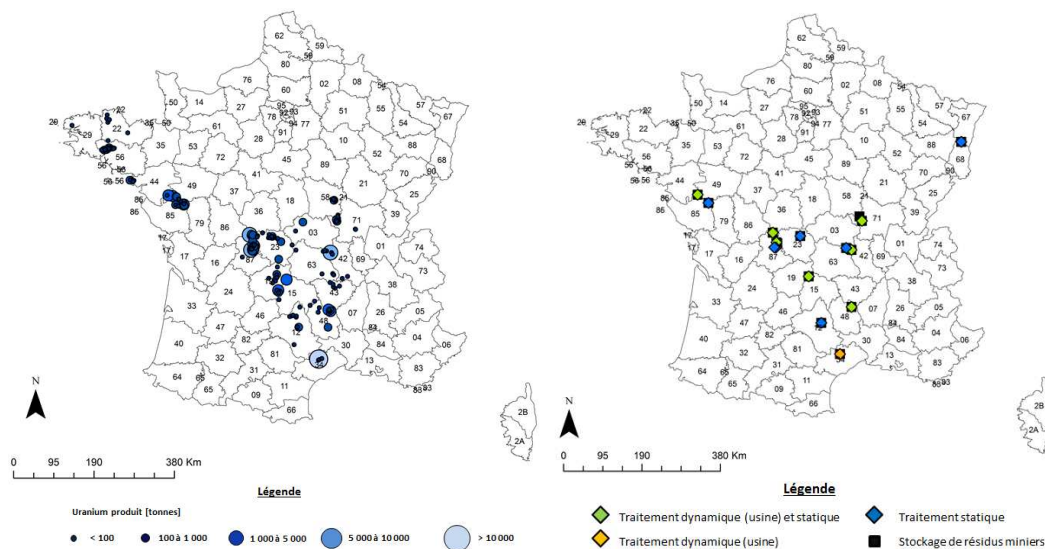
L'exploitation industrielle de l'uranium en France a duré près de 50 ans. Elle a débuté après la 2<sup>nd</sup>e guerre mondiale et a pris fin en 2001 avec la fermeture du site de Jouac (Haute-Vienne). Le CEA, et à partir de 1976 la COGEMA, sa filiale industrielle, ont joué un rôle de premier plan tout au long de cette période. Plusieurs sociétés privées ont toutefois également participé à l'exploration et à l'exploitation minière. Au gré des consolidations successives de l'industrie de l'uranium, la quasi-totalité de ces anciens sites miniers est aujourd'hui passée sous la responsabilité d'AREVA NC.

L'IRSN a entrepris un recensement exhaustif de l'ensemble des anciens sites d'exploration, d'exploitation et de traitement de minerai d'uranium, dans le cadre d'un programme intitulé MIMAUSA, à la demande du ministère de l'écologie (cf. fiche n°5). Depuis le début 2009, l'ensemble des données disponibles est accessible via une interface cartographique sur le site Internet de l'IRSN ([www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)). Cet inventaire permet de dresser le panorama général suivant.

**Au total, 250 sites répartis sur 27 départements ont été concernés par ces activités, avec des conséquences inégales selon l'étendue des activités : exploration minière, extraction de minerais, traitement de minerais (8 sites avec usines), stockage de résidus de traitement (16 sites).** Les gisements exploités présentaient des teneurs en uranium relativement faibles (un peu plus de 1000 ppm, soit 1 kg d'uranium par tonne de minerai, c'est-à-dire environ 100 fois moins que les teneurs des gisements actuellement exploités au Canada). Au total, 52 millions de tonnes de minerais extraits des mines françaises ont été traités pour produire 80 000 tonnes d'uranium. Pour disposer de ces 52 millions de tonnes de minerai exploitable, il a fallu extraire du sol environ 200 millions de tonnes de roches dites « stériles », c'est-à-dire présentant des taux d'uranium nuls ou trop faibles pour l'exploitation industrielle.

Les gisements se distribuent principalement sur le pourtour du Massif-Central ainsi qu'en Vendée, en Bretagne, en Alsace et, dans une moindre mesure, dans les Alpes et en Aquitaine (figure 1).

Beaucoup de sites sont de petite taille et ont produit de faibles quantités d'uranium. Moins d'une vingtaine de sites ont produit plus de 1000 tonnes. Les plus importants se situaient en Limousin (Haute-Vienne), Languedoc-Roussillon (Hérault et Lozère), Auvergne (Loire, en limite de l'Allier, Cantal) et en Vendée (Deux-Sèvres, Loire-Atlantique, Maine-et-Loire).



**Figure 1 - Localisation a) des zones minières d'uranium en France en fonction des tonnages produits et b) des lieux de traitement et de stockage de résidus**

**8 sites ont accueilli des usines de traitement de minerais<sup>1</sup>, dont le rôle était d'extraire et de concentrer l'uranium** : le Site Industriel de Bessines (SIB) et le Bernardan en Haute-Vienne, le Bosc dans l'Hérault, Gueugnon en Saône-et-Loire, les Bois-Noirs Limouzat dans la Loire, Le Cellier en Lozère, Saint-Pierre dans le Cantal et l'Ecarpière à la limite de la Loire-Atlantique et du Maine-et-Loire. Des traitements de minerais plus sommaires, limités à une lixiviation des minerais placés en tas sur des aires aménagées, ont eu lieu sur 9 autres sites (voir figure 1).

**16 sites accueillent des stockages de résidus issus du traitement des minerais** : les 8 sites mentionnés ci-avant sur lesquels ont été exploitées des usines ainsi que les sites de Bellezane et Montmassacrot en Haute-Vienne, Bauzot en Saône-et-Loire, Bertholène en Aveyron, Rophin dans le Puy-de-Dôme, la Ribière dans la Creuse, La Commanderie à la limite de la Vendée et des Deux-Sèvres et Teufelsloch dans le Haut-Rhin.

Sur les autres sites, l'activité minière s'est limitée à l'extraction du minerai. Selon les caractéristiques des gisements et l'avancée des techniques, l'exploitation s'est faite en mine à ciel ouvert ou en mine souterraine. Pour les plus petits sites, l'exploitation était réalisée en tranchées.

## 2. APRES LA PHASE D'EXPLOITATION MINIÈRE : LES STÉRILES, LES RÉSIDUS DE TRAITEMENT, ET L'AMÉNAGEMENT DES SITES

L'exploitation et le traitement de minerais d'uranium a conduit à générer deux types de matériaux ou déchets : les stériles et les résidus de traitement. Des aménagements spécifiques ont été réalisés sur les sites pour assurer leur sécurité, et réaménager les paysages.

### **2.1. Les stériles miniers**

Le terme de stériles désigne les roches excavées pour accéder au minerai. Rien ne les distingue des roches présentes dans les zones concernées, si ce n'est que, du fait de leur localisation à proximité de zones minéralisées, ils sont généralement plus riches en uranium.

Les teneurs en uranium des stériles miniers sont comprises entre des valeurs très faibles (quelques g/t ou ppm) pour les « stériles francs » constitués de roches ordinaires entourant le gisement, et des valeurs plus élevées (quelques centaines de g/t ou ppm) pour les « stériles de sélectivité » extraits des gisements uranifères ; ce dernier cas correspond à des roches dont la teneur en uranium est trop faible (inférieure à un « seuil de coupure ») pour être considérées comme des minerais. La valeur du seuil de coupure a évolué dans le temps

<sup>1</sup> A ces 8 usines, s'ajoute celle du Bouchet dans l'Essonne. Son cas est toutefois très particulier : elle est située en dehors des zones minières et a été construite pour mettre au point les procédés de traitement et traiter les minerais étrangers.

en fonction de l'évolution des prix de l'uranium et de l'évolution des techniques d'exploitation. Au début des années 1990, avec l'effondrement des cours, le seuil de coupure est ainsi passé de 100 à 400 ppm pour les mines à ciel ouvert et de 200 à 400 ppm pour les mines souterraines.

Les stériles représentent des volumes extrêmement importants. Produire 1 tonne de minerai conduisait à générer en moyenne 9 tonnes de stériles pour des exploitations en mine à ciel ouvert et 0,65 tonne en mine souterraine. Pour une production totale de 52 millions de tonnes de minerais, environ 200 millions de tonnes de stériles ont été générées en France. Compte tenu de la présence d'uranium et de ses descendants radioactifs, ces stériles ont une activité massique allant de quelques milliers de Bq/kg jusqu'à plusieurs dizaines de milliers de Bq/kg.

Pour l'essentiel, les stériles sont restés sur leurs sites de production (figure 2). Ils y ont été placés en tas (également appelés « verses ») ou utilisés pour combler les mines à ciel ouvert et effectuer des travaux de réaménagement (couverture des stockages de résidus de traitement en particulier).



Verse à stériles



Stériles en talus

Figure 2 - Dépôts de stériles miniers, en verse ou en talus

Au cours de l'exploitation minière, le tri entre stériles et minerai était fait par mesure de la radioactivité des chargements (godets ou camion-bennes). Compte tenu des quantités en jeu, ce tri restait relativement grossier. Des blocs de minerais pouvaient ainsi se retrouver mélangés dans des tas de stériles.

## **2.2. Les résidus de traitement du minerai**

Une fois séparé des stériles, le minerai était broyé puis traité chimiquement de manière à en extraire l'uranium. Ces opérations industrielles, qui étaient réglementées au titre de la législation relative aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), étaient effectuées soit en usine (on parle alors de lixiviation dynamique), soit en tas sur des aires aménagées (on parle de lixiviation statique). A l'issue des étapes de traitement, étaient récupérés d'un côté l'uranium (sous forme d'une poudre jaune appelée « yellow cake »), de l'autre des résidus de traitement.

Dans le cas d'un traitement par lixiviation dynamique, les résidus se présentent sous la forme de pulpes de faible granulométrie. La granulométrie des résidus statiques est beaucoup plus grossière. Contrairement aux stériles miniers, les résidus de traitement sont des déchets industriels qui se différencient de la roche initiale du fait des modifications physique (broyage) et minéralogiques induites par les traitements chimiques. S'ils sont appauvris en uranium par rapport aux minerais, les résidus contiennent une radioactivité relativement importante du fait de la présence de l'ensemble des produits radioactifs descendant de l'uranium, dont en particulier le radium 226.

L'activité en radium 226 est classiquement de l'ordre de quelques dizaines de milliers de Bq/kg et l'activité totale, tous radionucléides confondus, de l'ordre de plusieurs centaines de milliers Bq/kg. Ces résidus s'apparentent en cela à des déchets radioactifs de faible à très faible activité et à vie longue.

Le traitement des 52 millions de tonnes de minerais français a conduit à générer des quantités équivalentes de résidus. La quasi-totalité des résidus produits ont été déposés dans 17 stockages aménagés sur les sites miniers ou à proximité des usines<sup>2</sup>. Une petite part a également été utilisée pour remblayer d'anciens ouvrages souterrains. Les stockages sont installés soit dans d'anciennes mines à ciel ouvert, soit derrière des digues. Ces stockages sont réglementés en tant qu'ICPE.

Les stockages de résidus ont été réaménagés, clôturés et font actuellement l'objet d'une surveillance par AREVA sous le contrôle de la DRIRE. Les réaménagements ont notamment conduit à la mise en place, au-dessus des résidus, d'une couverture constituée d'une couche de stériles de quelques mètres d'épaisseur et d'une couche de terre végétale<sup>3</sup> (figure 3). Cette couverture a principalement pour objectif d'empêcher tout contact direct avec les résidus, de constituer un écran radiologique et de limiter les quantités de radon<sup>4</sup> dans l'air.



Stockage de résidus de Montmassacrot



Stockage de résidus de Bellezane

Figure 3 - Stockages réaménagés de résidus miniers

### ***2.3. Le réaménagement des sites miniers après la fin de leur exploitation***

Après exploitation, l'ensemble des sites a été réaménagé de manière à les mettre en sécurité, à réduire leur impact radiologique et à effectuer leur intégration paysagère. Les travaux miniers souterrains ont été partiellement remblayés puis noyés. Les accès aux galeries ont été condamnés (figure 4), les puits scellés. Les mines à ciel ouvert ont été soit noyées, créant ainsi des plans d'eau artificiels, soit remblayées avec des stériles ou encore utilisées comme site de stockage pour les résidus de traitement.



Figure 4 - Une des entrées de l'ancienne mine souterraine de Bellezane

<sup>2</sup> Le site le Site industriel de Bessines compte deux stockages : celui du Brugeaud et celui de Lavaugrasse. On distingue ainsi 17 stockages répartis sur 16 sites.

<sup>3</sup> Le stockage des Bois-Noirs Limouzat à la double particularité de ne pas disposer d'une couverture de stériles au-dessus des résidus (les résidus sont à la place maintenus sous une lame d'eau) et d'être aménagé derrière une digue-barrage de grande hauteur.

<sup>4</sup> Le radon (Rn-222) est un gaz radioactif produit par désintégration du radium (Ra-226). Il est reconnu comme cancérigène pulmonaire depuis 1988.

La plupart des installations de surface (chevalement, concasseurs, aires bétonnées et bassins divers, ateliers, usines, laboratoires...) ont été démontées ou détruites. Contrairement aux stockages de résidus qui sont tous propriétés d'AREVA, la jouissance de nombreux terrains occupés pendant la phase d'activité minière a été rendue à leurs propriétaires, les exploitants miniers n'étant généralement que concessionnaires. Des terrains directement impactés par l'activité minière (notamment des zones de dépôts de stériles et des mines à ciel ouvert) ont ainsi été rendus à leurs usages initiaux ou affectés à de nouveaux usages. Dans de nombreux cas, il s'agit d'usages agricoles (bois et pâtures en particulier). D'autres types de reconversion sont également répertoriés dans la base de données MIMAUSA :

- certains bâtiments et certains terrains ont été aménagés en zones industrielles ou repris par des municipalités pour y aménager des locaux d'usage divers ;
- des carrières ont été ouvertes sur certains sites, parfois pour exploiter des tas de stériles ;
- des stockages de déchets de diverses natures ont été aménagés dans des mines à ciel ouvert ;
- des activités de loisir (terrain de chasse, chemin de randonnée, stand de tir, circuit de moto-cross) se sont installées sur certains terrains libérés ;
- des plans d'eau créés par l'ennoyage de mines à ciel ouvert ont été reconvertis pour des usages de loisir (base de loisir, pêche, plongée) ou à des fins d'irrigation.
- Au cours des procédures qui ont conduit au changement d'utilisation, certains terrains ont été grevés de restrictions d'usage afin de prendre en compte les risques associés aux parcelles.

### 3. CHIFFRES CLES ET VALEURS REPERES

*Ordres de grandeur des teneurs en uranium et niveaux de radioactivité classiquement associés aux matériaux et déchets présents sur les sites miniers :*

	Teneur en uranium (g/t)	Activité en Ra-226 (Bq/kg)	Activité totale (Bq/kg)
<b>Moyenne des sols et roches en France**</b>	Quelques g/t	Quelques dizaines	Quelques centaines
<b>Roche Granitique*</b>	Quelques dizaines de g/t	Quelques centaines	Quelques milliers
<b>Minerais</b>	De l'ordre de mille g/t	Quelques dizaines de milliers	Quelques centaines de milliers
<b>Stériles</b>	Quelques dizaines à centaines de g/t	Quelques centaines à milliers	Quelques milliers à dizaines de milliers
<b>Résidus</b>	Quelques centaines de g/t	Quelques dizaines de milliers	Quelques centaines de milliers

\* hors minéralisation

\*\* moyenne des valeurs constatées pour des sols et des roches en France, quel que soit le contexte géologique concerné

#### **Quantités produites en France durant la période d'exploitation (1945-2001)**

**Production d'uranium** : 80 000 tonnes

**Quantité de minerai extrait** : 52 millions de tonnes

**Quantité de stériles miniers produits par l'exploitation minière** : environ 200 millions de tonnes

**Quantité de résidus de traitement produits** : 52 millions de tonnes