

FICHE N°2

LES SOURCES D'EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS IONISANTS DUE AUX ANCIENS SITES MINIERS D'URANIUM

1. QUELLES SONT LES SOURCES D'EXPOSITION A LA RADIOACTIVITE ASSOCIEE AUX ANCIENNES MINES D'URANIUM ?

Les anciens sites miniers d'uranium peuvent être à l'origine d'expositions spécifiques aux rayonnements ionisants, en raison des teneurs en uranium des matériaux et des déchets qui s'y trouvent, ainsi que de la présence de radionucléides descendant de l'uranium. Bien sûr, ces substances étaient déjà présentes dans les minerais et les roches avant leur extraction du sous-sol et aucun produit radioactif nouveau n'a été ajouté par l'activité minière. Celle-ci a par contre modifié la répartition et l'état physique de l'uranium et des substances radioactives initialement présents dans le sous-sol, entraînant du même coup un risque accru de dissémination dans l'environnement et donc d'exposition humaine, même après l'arrêt de l'exploitation minière (figure 1) :

- **augmentation localisée de la radioactivité ambiante et des concentrations du radon (gaz radioactif) dans l'air**, provenant des stériles miniers déposés en surface et, pour certains sites, du stockage des résidus de traitement, avec des teneurs en radionucléides supérieures aux valeurs moyennes habituellement présentes en surface (cf. fiche 1). Lorsqu'une personne se trouve sur un terrain contenant de tels matériaux, elle est soumise à une exposition accrue, due au rayonnement ambiant émis par le sol ou à l'inhalation du radon de l'air. Si l'uranium et les autres substances radioactives associées sont contenus dans des matériaux fins et meubles (sables, argiles...), il peut également exister un risque d'exposition par ingestion involontaire de particules et, éventuellement, par inhalation de poussières remises en suspension dans l'air ; toutefois, sauf conditions particulières et exceptionnelles, ces voies d'exposition sont négligeables ;
- **augmentation des concentrations en uranium et en radium dans les eaux de surface et dans les sédiments**, provoquée par la dissolution des constituants des matériaux stockés en surface par les eaux de pluie ou de ruissellement, ainsi que par l'écoulement des eaux venant des galeries ennoyées. Ce phénomène, qui affecte naturellement les roches et les minerais avant toute exploitation, se trouve renforcé dans le contexte minier car : 1) la disposition de ces matériaux en surface favorise leur exposition aux eaux météoriques ; 2) les caractéristiques physiques des matériaux ont été modifiées par l'activité minière (effets du concassage, du broyage...), favorisant la circulation et l'action de l'eau sur les matériaux. Sur certains sites, les caractéristiques des eaux collectées nécessitent un traitement avant de pouvoir être rejetées vers l'environnement. Plusieurs stations de traitement de l'eau sont encore aujourd'hui exploitées par AREVA. Malgré ces traitements, les rejets d'eau hors de certains sites peuvent conduire à une augmentation de la radioactivité des cours d'eau en aval, ainsi qu'au dépôt de sédiments contenant des substances radioactives, au fond des plans d'eau ou sur les berges.

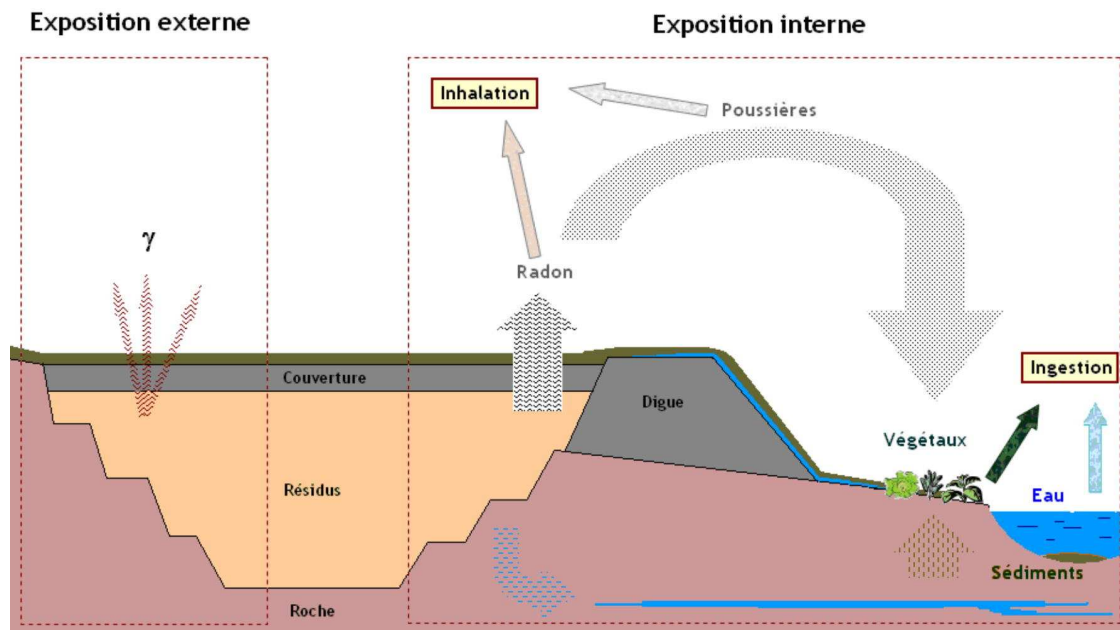


Figure 1 - Voies d'exposition aux sources de radioactivité des anciens sites miniers d'uranium (cas d'un site avec stockage de résidus de traitement)

2. QUELLES SOURCES D'EXPOSITION POUR LES SITES D'EXPLOITATION MINIERE PROPREMENT DITS ?

Sur les sites d'exploitation minière ou dans leur pourtour immédiat, les stériles miniers et, le cas échéant, les résidus stockés sur place sont les principales sources d'exposition aux substances radioactives. A ces sources, généralement bien identifiées, peuvent s'ajouter des zones de contamination plus localisées qui résultent en particulier du déversement accidentel de matériaux ou de résidus au cours des diverses opérations effectuées sur les sites : autour des usines et zones de chargement, le long des trajets empruntés pour le transport des résidus de l'usine de traitement vers les stockages, au niveau de bassins de décantation ou de stations de traitement des eaux...

Compte tenu de la présence d'activités humaines sur ou au voisinage immédiat de ces anciens sites miniers, des personnes peuvent se trouver exposées à ces sources de radioactivité, au moins occasionnellement. En particulier, les situations qui justifient le plus d'attention sont celles liées à la construction de bâtiments et de résidences sur des zones présentant des points de contamination non traités lors des travaux de réaménagement du site minier. La possibilité de rencontrer de telles situations est plus élevée pour des sites ayant connu une activité minière importante (exploitation de mines avec extraction de gros tonnages de minerai, présence d'une usine de traitement) et situés à proximité de villes ou de villages. C'est par exemple le cas à Saint-Pierre (Cantal) où un terrain de football et un lotissement ont été aménagés sur des parcelles situées en bordure immédiate de l'ancien site minier (figure 2), sur lesquelles des expertises récentes ont mis en évidence la présence de résidus de traitement.

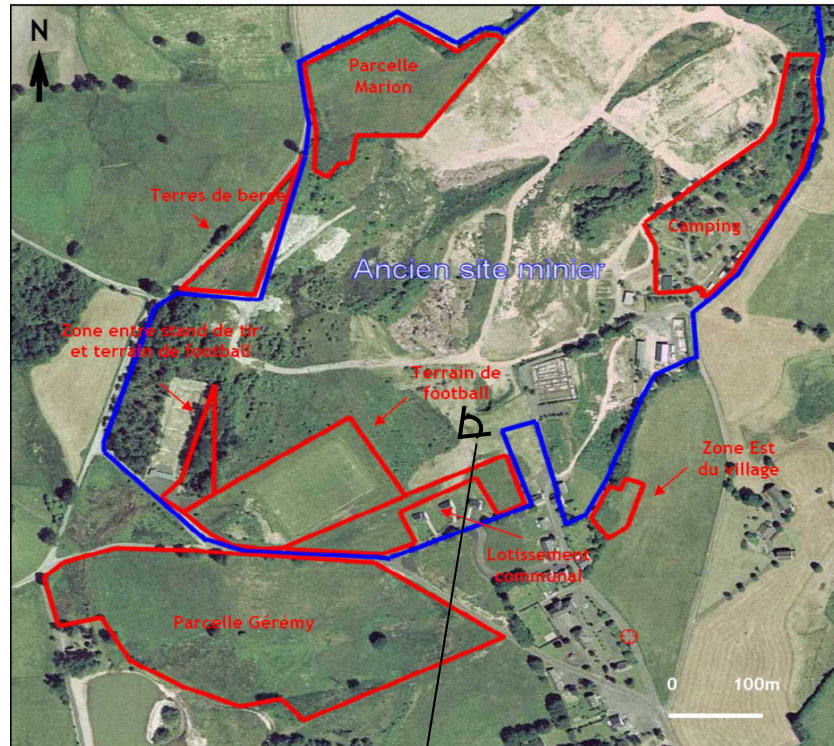


Figure 2 - Vue aérienne de l'ancien site minier de Saint-Pierre-du-Cantal et de son environnement immédiat (en haut) et photographie du terrain de football et du lotissement adjacents au site

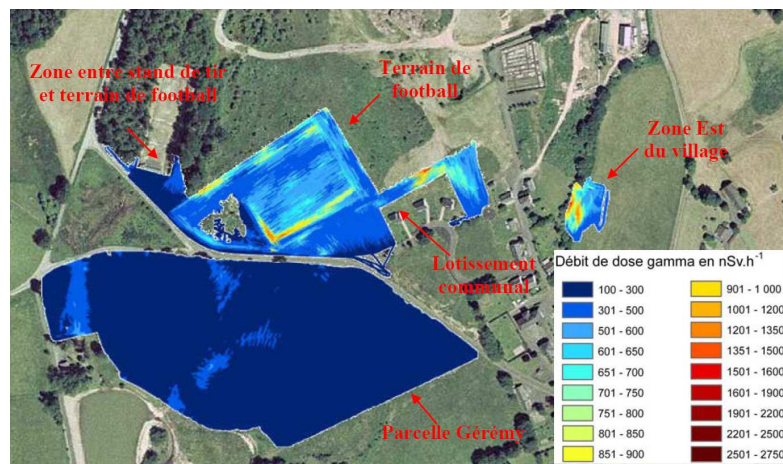


Figure 3 - Cartographie du débit de dose gamma ambiant réalisée par l'IRSN à l'aide du dispositif de mesure portatif SOCRATE, à proximité de l'ancien site minier de Saint-Pierre-du-Cantal

Un autre cas de présence de résidus a été mis en évidence sur le site des Bois-Noirs Limouzat (Loire) à l'occasion de la démolition de l'ancienne usine en 2006. La parcelle concernée n'était alors affectée à aucun usage particulier et les résidus ont été retirés par AREVA pour être placés dans le stockage situé à proximité, sur le même site. La situation mise en évidence sur le site de Gueugnon est plus particulière. Après la découverte de résidus de traitement sous le parking du stade municipal à proximité du stockage qui en accueille près de 200 000 t, les investigations menées par AREVA ont établi la présence de quantités importantes de résidus hors du périmètre de l'ancien site. Ces résidus auraient été déversés intentionnellement au début de l'exploitation de l'usine de traitement afin de combler une dépression naturelle. La surface de la zone concernée est évaluée par AREVA à 6750 m², l'épaisseur de résidus pouvant atteindre 2,5 m.

3. QUELLES SOURCES D'EXPOSITION LIEES AUX REUTILISATIONS DE STÉRILES MINIERS ?

Des stériles miniers ont été acheminés à distance des sites miniers, pour être utilisés comme matériaux de remblai, de terrassement ou en tant que soubassement routier. Les roches excavées pour accéder aux minerais, sans usage pour l'exploitant minier, constituent en effet un matériau valorisable et facile d'accès pour des entrepreneurs de travaux publics et des exploitants de carrières. De nombreux cas de cession de stériles ou d'exploitation de versos sont ainsi répertoriés sur les sites miniers d'uranium.

Les réutilisations de stériles conduisent à créer des zones en surface présentant une radioactivité plus élevée que le bruit de fond naturel local, par exemple le long de routes ou de chemins, dans des cours de ferme, sur des plateformes aménagées et parfois au droit même de certains bâtiments¹. C'est cette dernière situation qui justifie le plus d'attention en termes d'exposition des personnes. En effet, outre l'accroissement de l'exposition externe due aux rayonnements gamma émis par les stériles miniers, ceux-ci peuvent également contenir des teneurs importantes en radium-226, dont la désintégration produit du radon, gaz radioactif qui peut être transféré du sous-sol vers les bâtiments. En fonction des caractéristiques des constructions et de leur mode d'occupation, le radon peut alors s'accumuler dans certaines pièces des bâtiments et atteindre des concentrations élevées. Dans une telle situation, les occupants des lieux peuvent être fortement exposés à ce gaz, ainsi qu'à ses descendants eux-mêmes radioactifs ; l'importance de cette exposition dépend bien sûr du temps de résidence dans les locaux affectés.

Les cas connus de construction de bâtiments sur des stériles restent, à ce jour, assez rares mais des exemples ont été recensés dans plusieurs régions minières. Dans le cas de Lachaux (Puy-de-Dôme), la présence de stériles concernait essentiellement la cour de l'école où des débits de dose de rayonnement gamma, plus élevés que la normale, ont été relevés ; les concentrations en radon dans les locaux restaient dans la gamme habituellement observée dans la région. Dans le cas de la scierie de Lavoine (Allier), à proximité du site des Bois-Noirs Limouzat, des débits de dose importants ainsi que des concentrations en radon élevées (plus de 10 000 Bq/m³) ont été relevés. Pour les deux cas précédents, des actions de retrait des stériles ont été engagées et prises en charge par AREVA. Un autre cas a été récemment mis en évidence sur un lotissement de La Chapelle-Largeau (Deux-Sèvres). Il fera prochainement l'objet d'une campagne de dépistage du radon pour laquelle l'IRSN a été sollicité.

La prise de conscience des risques associés aux réutilisations de stériles a conduit à la mise en place progressive d'un contrôle plus strict des conditions de cession de ces matériaux. Dès 1984, une procédure a ainsi été mise en œuvre par Cogema. Elle reposait :

- sur la tenue d'un registre consignait les cessions et les bénéficiaires de celles-ci ;
- sur un engagement des bénéficiaires à ne pas utiliser les stériles en soubassement de bâtiments ;

¹ Les débits de dose de rayonnement gamma mis en évidence s'élèvent de 500 à plus de 1000 nSv/h avec des valeurs supérieures très localement, le bruit de fond naturel étant lui de l'ordre de 100 à 300 nSv/h.

- sur une limitation à 100 ppm des teneurs en uranium des stériles cédés.

A l'occasion de la modification de la réglementation minière, en 1990, une disposition imposant la mise en œuvre d'un plan de gestion a été introduite dans le règlement général des industries extractives (RGIE) pour tous les matériaux dépassant 300 ppm, actant ainsi du risque potentiel qu'ils pouvaient représenter.

La priorité actuelle est d'identifier les zones concernées par les cas de réutilisation, de caractériser les risques d'exposition et, éventuellement, d'engager les actions pour abaisser les expositions lorsque celles-ci sont importantes. Dans tous les cas, il est important de conserver la mémoire de la présence de ces stériles afin d'éviter que des aménagements ultérieurs (construction de bâtiments en particulier) ne génèrent de nouveaux risques d'exposition. En complément, il convient de s'assurer que les stériles stockés sur les sites ne sont pas exploités sans précaution particulière. Plusieurs cas d'exploitation ou de projets d'exploitation de verses sont encore répertoriés sur d'anciens sites miniers (en Limousin et Vendée en particulier).

Des précautions analogues devraient également être appliquées à toute exploitation de matériaux en carrière dans les secteurs concernés par une exploration ou une exploitation minière, dans la mesure où l'environnement géologique de ces secteurs est propice à la présence naturelle de concentrations élevées d'uranium dans les roches extraites.

4. QUELLE SOURCES D'EXPOSITION LIÉES AU TRANSFERT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES DANS L'EAU ET A LA CONTAMINATION DES SEDIMENTS EN AVAL DES SITES MINIERES ?

L'eau circulant aux travers des stériles miniers ou des résidus de traitement ainsi que celle qui s'écoule des anciennes galeries noyées peuvent provoquer un transfert de substances radioactives (uranium et radium en particulier) vers les cours d'eau en aval. Dans plusieurs cas, il a été mis en évidence que ce transfert pouvait conduire à une accumulation des produits radioactifs (en particulier de l'uranium) dans les sédiments de plans d'eau. Cette situation a notamment été mise en évidence en Haute-Vienne, dans le lac du Saint-Pardoux (utilisé comme plan d'eau de loisir) et dans l'étang de la Crouzille (utilisé comme réserve pour l'alimentation en eau de la ville de Limoges). Dans les deux cas, les concentrations relevées dans les sédiments atteignaient des valeurs supérieures à 10 000 Bq/kg en uranium-238 alors que les teneurs mesurées dans les sédiments des cours d'eau des régions concernées sont généralement inférieures à 1000 Bq/kg. Les concentrations des substances radioactives mesurées aux mêmes points dans les eaux restent, quant à elles, à des niveaux comparables aux niveaux habituellement rencontrés dans ces régions. Dans les deux cas mentionnés ci-avant, des opérations de curage et d'enlèvement des sédiments concernés ont été prises en charge par AREVA à l'occasion de vidanges des plans d'eau.

Pour les sites miniers où existe un transfert de substances radioactives dans l'eau conduisant à de telles accumulations, il convient d'étudier les possibilités de limiter les apports d'uranium en provenance de ces sites afin d'éviter toute nouvelle accumulation. Une action complémentaire consiste à vérifier l'absence d'impact sur les écosystèmes aquatiques lié à ces accumulations d'uranium dans les sédiments. Les évaluations disponibles permettent d'ores et déjà d'exclure tout impact significatif sur l'homme.

5. COMMENT LA SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DES SITES MINIERES EST-ELLE REALISEE ? COMMENT EST-ELLE EVALUEE ?

La réglementation applicable aux anciens sites miniers d'uranium impose la réalisation, par AREVA, d'une surveillance environnementale de ses sites en effectuant des mesures régulières ou en les confiant à des prestataires (dont Algade). Ces mesures permettent d'une part de vérifier le respect des prescriptions réglementaires en matière de rejets, d'autre part d'évaluer l'impact des sites sur l'environnement et les populations. Pour les sites accueillant un stockage de résidus, le suivi est systématique et concerne

toutes les voies de transfert : eau, air (débit de dose ambiant, concentration du radon dans l'air et poussières ; cf. figure 4), produits de la chaîne alimentaire. Pour les autres sites, ce suivi dépend de la nature des rejets (existence d'une station de traitement des eaux par exemple) et de la situation particulière des sites (plan d'eau, usage particulier...).



Figure 4 - Dispositifs fixes de surveillance de la radioactivité de l'air et du débit de dose ambiant à proximité du site de stockage de résidus de Saint-Pierre-du-Cantal

La surveillance des débits de dose, de l'exposition au radon et de la radioactivité des poussières est effectuée au niveau de stations situées sur l'emprise des sites ou dans les zones habitées considérées *a priori* les plus exposées. **Les résultats fournis par ces stations de mesure sont représentatifs des expositions moyennes reçues par les populations riveraines.** Toutefois, cette surveillance ne permet pas de détecter d'éventuelles zones ponctuelles de contamination, telles que celles évoquées ci-avant, ni d'en évaluer l'impact spécifique.

En complément de la surveillance exercée par AREVA et du contrôle effectué par les DRIRE (notamment lors d'inspections inopinées avec prise d'échantillons pour analyse), il existe, pour certains sites, des résultats de mesure issus de plusieurs organismes différents. C'est le cas des sites ayant suscité des questionnements de la part des populations, des élus ou d'associations locales ou nationales.

Ainsi, les sites du Limousin ont fait l'objet de campagnes de mesures menées par des laboratoires associatifs (CRIIRAD, ACRO) et des laboratoires universitaires (université de Limoges, LSCE d'Orsay, école des mines de Paris). L'IRSN a également réalisé des mesures sur plusieurs sites, soit ponctuellement en réponse à des demandes des autorités, soit dans le cadre du suivi régulier qu'il effectue en certains points situés à proximité des sites miniers (cf. fiche n°5).

Deux autres sites ont fait l'objet de mesures environnementales impliquant plusieurs laboratoires intervenant dans des cadres différents :

- le site des Bois-Noirs Limouzat (Loire) sur lequel une double expertise radioécologique a été menée à la demande du ministère en charge de l'environnement de 1999 à 2003. Cette expertise a associé les laboratoires de la CRIIRAD et de Subatech. L'IRSN participait au comité de suivi scientifique et technique ;
- le site de Saint-Pierre (Cantal) sur lequel une expertise, encore en cours, a conduit en 2007 à la réalisation d'une campagne d'investigations assez complète à laquelle la CRIIRAD et l'IRSN ont été associés.