

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

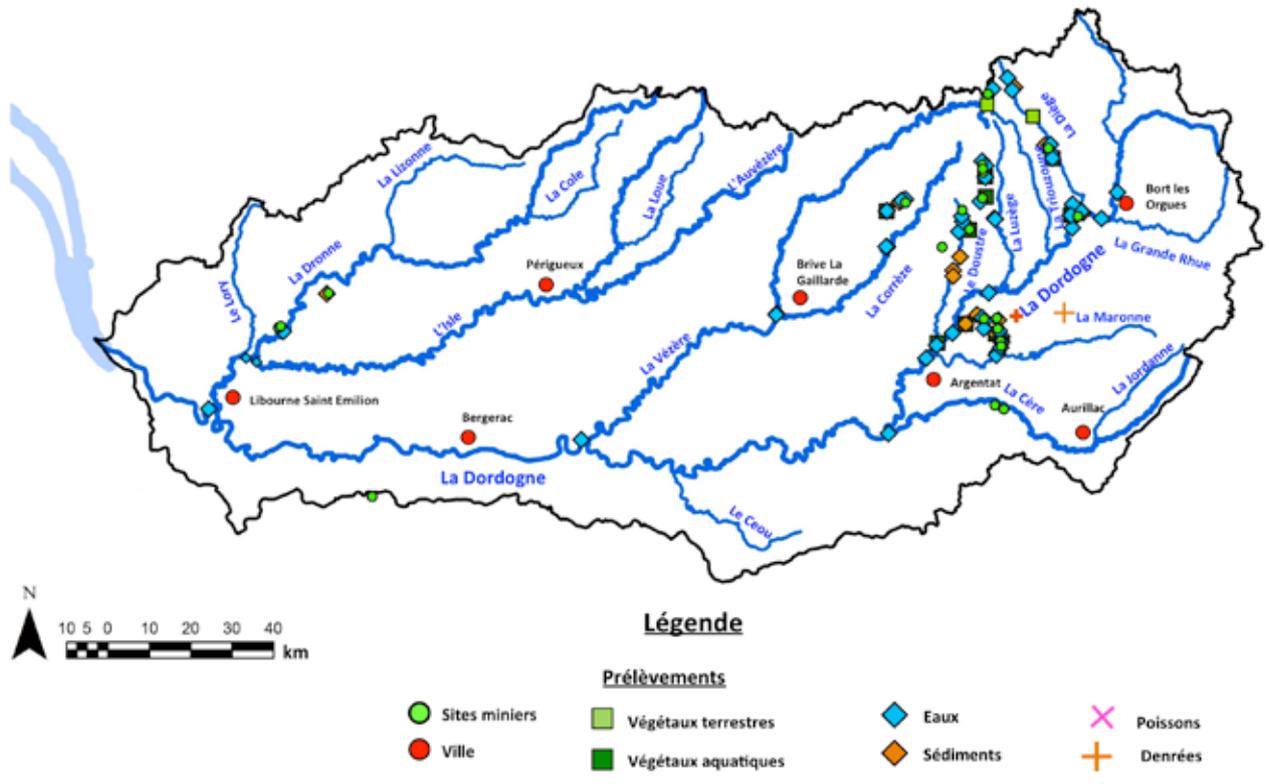
Faire avancer la sûreté nucléaire

Constat radiologique minier du bassin versant de la Dordogne sur la base d'une démarche pluraliste menée avec les acteurs du territoire

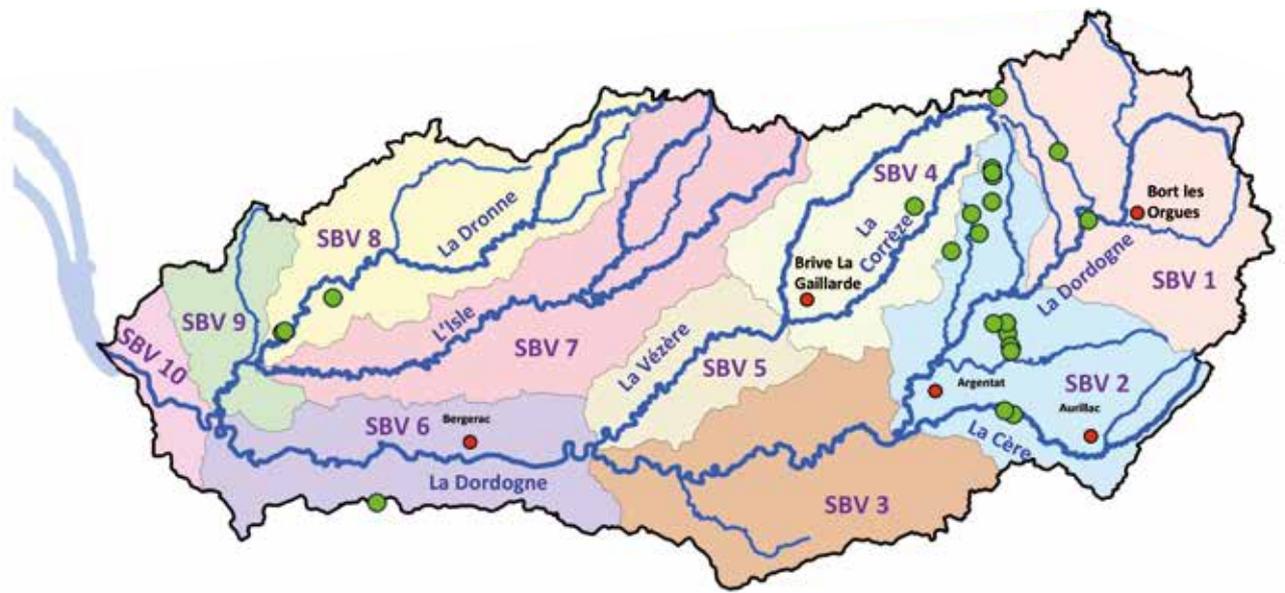


Faire avancer la sûreté nucléaire en France et dans le monde

Créé par l'article 5 de la loi n° 2001-398 du 9 mai 2001, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) est un établissement public industriel et commercial autonome, dont les missions ont été définies par la loi n° 2015-992 du 17 août 2015. Il est placé sous la tutelle conjointe des ministres chargés de la défense, de l'environnement, de l'industrie, de la recherche et de la santé. Expert public en matière de recherches et d'expertises relatives aux risques nucléaires et radiologiques, l'Institut traite l'ensemble des questions scientifiques et techniques associées à ces risques, en France et à l'international. Ses activités couvrent ainsi de nombreux domaines complémentaires : surveillance de l'environnement, intervention en cas de risque radiologique, radioprotection de l'homme en situation normale et accidentelle, prévention des accidents majeurs, sûreté des réacteurs nucléaires, usines, laboratoires, transports et déchets. L'Institut est également présent dans le domaine de l'expertise nucléaire de défense. L'IRSN concourt aux politiques publiques en matière de sûreté nucléaire, de protection de l'homme et de l'environnement contre les rayonnements ionisants, ainsi que de protection des matières nucléaires, installations et transports à l'égard du risque de malveillance. Il interagit, dans ce cadre, avec tous les acteurs concernés par ces risques : pouvoirs publics et notamment les autorités de sûreté et de sécurité nucléaires, collectivités locales, entreprises, organismes de recherche, associations de parties prenantes, etc.

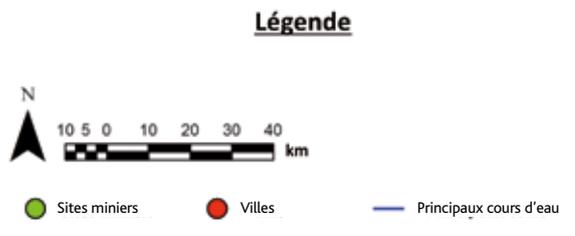


Localisation des points de prélèvement du constat minier sur le bassin versant de la Dordogne.



Sous-bassin versant de la Dordogne

- SBV 1: La Dordogne de sa source au confluent de l'Auze
- SBV 2: La Dordogne du confluent de l'Auze (inclus) au confluent de la Cère (inclusive)
- SBV 3: La Dordogne du confluent de la Cère au confluent de la Vézère
- SBV 4: La Vézère de sa source au confluent de la Corrèze (inclusive)
- SBV 5: La Vézère du confluent de la Corrèze au confluent de la Dordogne
- SBV 6: La Dordogne du confluent de la Vézère au confluent de l'Isle
- SBV 7: L'Isle de sa source au confluent de la Dronne
- SBV 8: La Dronne
- SBV 9: L'Isle du confluent de la Dronne au confluent de la Dordogne
- SBV 10: La Dordogne du confluent de l'Isle au confluent de la Garonne



Implantation des sites miniers sur fond de carte géologique (source BRGM) et de carte des limites de bassins secondaires.

Le constat radiologique minier sur le bassin versant de la Dordogne s'appuie sur les résultats des analyses effectuées sur différentes matrices de l'environnement et des échanges du groupe de suivi tout au long de sa réalisation.

société de chasse
propriétaires ONF éleveurs parc naturel régional des Millevaches
conseils généraux maires fédération de pêcheurs
UNE COMPOSITION PLURALISTE
agriculteurs EPIDOR membres de Clis
agences de l'eau exploitants de barrages riverains médecins
association de défense de l'environnement



Un diagnostic partagé

L'INTÉRÊT POUR L'IRSN

Recueil des éléments d'amélioration
de la pertinence pour les futurs constats



Des échanges sur le plan des prélèvements

Un accompagnement sur le terrain Un dialogue au plus près du territoire concerné

L'INTÉRÊT D'UN GROUPE DE SUIVI TERRITORIAL

Une participation aux prélèvements Des interactions à chaque étape du constat
Un besoin de partager la démarche



CONSTAT RADIOLOGIQUE MINIER DU BASSIN VERSANT DE LA DORDOGNE

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	6
2	LA RADIOACTIVITÉ NATURELLE ET L'EXPLOITATION MINIÈRE D'URANIUM EN FRANCE	8
3	STRATÉGIE DE SURVEILLANCE DES ANCIENS SITES MINIERES D'URANIUM PAR L'IRSN	14
	3.1 SURVEILLANCE DES ANCIENS SITES MINIERES D'URANIUM PAR L'IRSN : UNE QUADRUPLE EXIGENCE	14
	3.2 LE CHOIX D'UNE APPROCHE PAR CONSTAT RADIOLOGIQUE MINIER	16
4	IMPLICATION DES ACTEURS LOCAUX DANS LA RÉALISATION DU CONSTAT : LA CRÉATION D'UN GROUPE DE SUIVI PLURALISTE	18
5	APPLICATION AU BASSIN VERSANT DE LA DORDOGNE	21
	5.1 SOUS-BASSINS VERSANTS DU COMBRET ET DU GIOUX	24
	5.2 SOUS-BASSIN VERSANT DE LA DIÈGE	25
	5.3 SOUS-BASSIN VERSANT DE LA LUZÈGE	26
	5.4 SOUS-BASSIN VERSANT DU DOUSTRE	27
	5.5 SOUS-BASSIN VERSANT DE LA MARONNE	28
	5.6 SOUS-BASSIN VERSANT DE LA VIMBELLE	29
	5.7 SOUS-BASSIN VERSANT DE LA GLANE DE SERVIÈRES	30
	5.8 SOUS-BASSIN VERSANT DE LA CÈRE	31
	5.9 SOUS-BASSIN VERSANT DE LA DRONNE	32
6	PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE ET DE MESURE	33
7	RÉSULTATS	35
	7.1 ÉCHELLE DU BASSIN VERSANT DE LA DORDOGNE	35
	7.2 ÉCHELLE LOCALE	39
8	CONCLUSION	44
9	ANNEXES	45



L'IRSN a réalisé un constat pilote spécifique à la thématique de l'après-mine, dédié à un bassin versant minier : le bassin versant de la Dordogne.

La surveillance radiologique de l'environnement en France constitue une des missions permanentes confiées à l'IRSN dans le cadre des politiques publiques de sûreté nucléaire et de radioprotection. Les activités menées dans ce cadre par l'Institut ont vocation à fournir des informations complémentaires et indépendantes de celles produites par les exploitants. D'une manière générale, elles visent à renforcer la connaissance des niveaux de radioactivité sur le territoire français et contribuent à l'évaluation de l'exposition des populations autour des sites nucléaires français (centrales nucléaires, installations de stockage de déchets radioactifs, sites de recherche, etc.).

Ces dernières années, l'IRSN a mené une réflexion sur sa stratégie de surveillance radiologique du territoire afin d'optimiser la performance et de renforcer l'utilité et la pertinence du dispositif progressivement constitué au fil des décennies passées. Cette réflexion a conduit, d'une part, à la définition d'un plan de modernisation et d'optimisation des réseaux permanents de surveillance de l'IRSN, d'autre part, à la mise en place de constats radiologiques régionaux destinés à couvrir l'ensemble du territoire français. Les parties prenantes sont associées au déroulement de ces constats grâce à des réunions d'échanges où sont conviés notamment des représentants des collectivités locales. Les constats radiologiques doivent permettre de disposer d'un état des lieux de la situation radiologique des milieux et des produits alimentaires sur un territoire, régulièrement mis à jour.

Ce travail, réalisé en concertation avec les parties prenantes locales, contribue au développement de la dimension territoriale de la démarche d'ouverture à la société menée par l'IRSN.

L'IRSN a choisi de décliner à l'environnement autour des anciens sites miniers la démarche des constats radiologiques régionaux. L'exploitation minière d'uranium exercée dans le passé en France a eu, et a encore dans certains cas, une incidence sur l'état radiologique du territoire métropolitain. La connaissance et le suivi de l'influence des anciens sites miniers d'uranium sur la radioactivité de l'environnement relèvent, de ce fait, du champ de la surveillance exercée par l'IRSN, au même titre que l'influence des autres activités nucléaires. Ces sites comportant de

nombreuses spécificités, une réflexion particulière a été conduite afin de définir les modalités d'application de la stratégie de surveillance retenue par l'IRSN à leur cas. À l'issue de cette réflexion, l'IRSN a conclu à la nécessité de réaliser un constat pilote spécifique à la thématique de l'après-mine, dédié à un bassin versant minier. **Le bassin versant retenu est celui de la Dordogne.** La surveillance a été déployée en considérant l'eau comme vecteur principal de dispersion de la radioactivité et en tenant compte des usages et enjeux identifiés sur la base de la connaissance des sites et de leur environnement mais également des préoccupations des riverains. **Le renforcement de l'utilité sociétale est l'un des principes directeurs retenus par l'IRSN pour réviser sa stratégie de surveillance radiologique de l'environnement.** Ce principe a conduit à centrer la surveillance sur les zones portant les enjeux les plus forts, en particulier du fait de leurs usages, de leur impact économique, ou faisant l'objet de préoccupations locales. Il se traduit par une volonté d'implication des populations et autres acteurs concernés lors de l'élaboration et du déploiement des actions de surveillance et un effort d'adaptation des modes de restitution des résultats pour en faciliter leur compréhension par le public.

Dans le cas du constat radiologique minier du bassin versant de la Dordogne, le choix a été fait d'une concertation renforcée tout au long du processus. Celle-ci s'est formalisée par la mise en place, début 2013, d'un groupe de suivi pluraliste. Les parties prenantes représentées au sein de ce groupe ont été sollicitées pour la définition du plan d'échantillonnage ainsi que pour sa mise en œuvre sur le terrain, notamment pour ce qui concerne l'identification et l'accès aux points de prélèvements et les échanges avec les populations.

Ce rapport présente le constat radiologique minier sur le bassin versant de la Dordogne. Il s'appuie sur les résultats des analyses effectuées sur différentes matrices de l'environnement et des échanges du groupe de suivi tout au long de sa réalisation. Pour rendre compte de la dimension territoriale du constat, le présent rapport est émaillé de la parole des personnes qui y ont participé, à travers des citations signées particulièrement significatives ainsi que des focus permettant au lecteur d'aller plus loin comme l'a souhaité le groupe ou en apportant des réponses à un grand nombre des questions soulevées en réunion.



Impliquer les acteurs régionaux et locaux a permis à l'IRSN de bénéficier de leur connaissance du territoire.

LA RADIOACTIVITÉ NATURELLE ET L'EXPLOITATION MINIÈRE D'URANIUM EN FRANCE

Dès la formation de la Terre, il y a environ cinq milliards d'années, la matière était constituée d'éléments radioactifs et d'éléments stables. La radioactivité décroît depuis et de nombreux atomes radioactifs se sont transformés en éléments stables. Néanmoins, les éléments radioactifs à vie longue vont perdurer pendant encore de nombreuses années ; c'est le cas notamment de l'uranium 238 et du thorium 232. Ces radionucléides ont plusieurs descendants radioactifs, qui constituent des familles ou chaînes de désintégration comportant chacune entre 10 et 15 radionucléides différents (Figure 1). L'uranium 238 et le thorium 232 sont par conséquent présents dans l'écorce terrestre ; ils sont, avec le potassium 40, les principaux contributeurs à la radioactivité naturelle d'origine tellurique.

La concentration des éléments radioactifs dans les différents compartiments de l'environnement (eau, sols, sédiments, végétaux, etc.) dépend de divers paramètres tels que la géologie ou l'hydrologie. La radioactivité des eaux reflète ainsi partiellement la nature géologique des terrains traversés. Les caractéristiques chimiques de l'eau et le degré de solubilité des radionucléides influent aussi sur les concentrations en radionucléides dans les eaux. Les eaux minérales sont plus radioactives que les eaux

POUR EN SAVOIR +



Les origines de la radioactivité naturelle

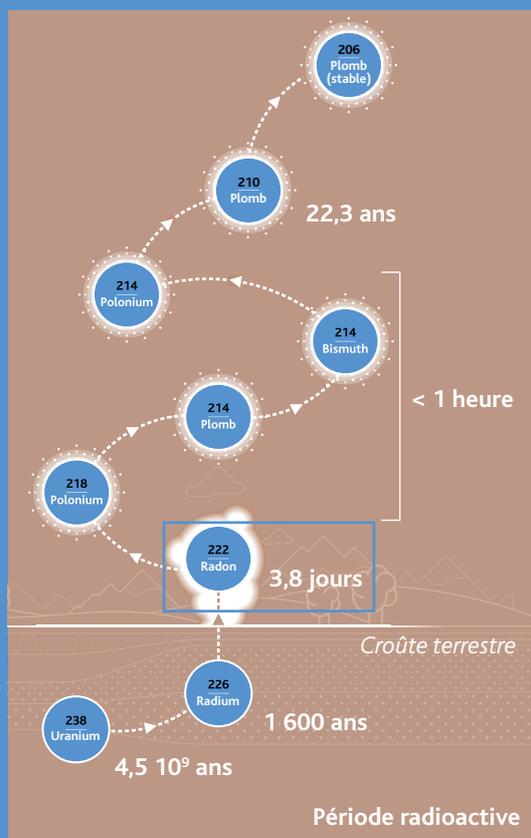


Figure 1 – Chaîne de désintégration de l'uranium 238.

QU'EST-CE QUE LE RADON ?

Le radon est un gaz radioactif d'origine naturelle. Il est issu de la désintégration de l'uranium et du radium présents dans la croûte terrestre. Il est présent partout à la surface de la planète et provient surtout des sous-sols granitiques et volcaniques, ainsi que de certains matériaux de construction.

Le radon est un des agents responsables du cancer du poumon, toutefois bien loin derrière le tabac. Le radon peut s'accumuler dans les espaces clos, notamment dans les maisons. Les moyens pour diminuer les concentrations en radon dans les maisons sont simples :

- aérer et ventiler les bâtiments, les sous-sols et les vides sanitaires ;
- améliorer l'étanchéité des murs et des planchers.

POUR EN SAVOIR +



Le radon

de surface et certaines eaux souterraines sont riches en gaz radon 222 dissous. La radioactivité de l'air est essentiellement due au gaz radon 222, descendant de la chaîne de désintégration de l'uranium 238. Elle dépend notamment de la richesse du sol en uranium 238 et de sa porosité.

LE RADON DANS L'EAU

En raison de la volatilité du radon et de sa période radioactive de 3,8 jours, l'eau mise en bouteille contient peu ou pas de radon. Seule l'eau acheminée par un réseau de distribution est susceptible d'en contenir de manière significative. Compte tenu du phénomène de dégazage et de l'utilisation de lieux de stockage comme des châteaux d'eau, l'eau issue du réseau public et arrivant au robinet est considérée comme une source de radon secondaire par rapport au radon venant du sol. L'eau peut toutefois devenir localement une source de radon plus importante dans le cas d'un captage privé comme par exemple un puits.

Les études épidémiologiques réalisées à ce jour sont peu nombreuses et n'apportent pas de conclusions définitives quant au risque pour la santé lié à la consommation d'eau fortement chargée en radon. C'est donc l'objectif de réduire la concentration de radon dans l'eau de consommation à un niveau aussi bas que raisonnablement possible qui a conduit la Commission européenne à recommander une valeur guide à ne pas dépasser. On considère que l'usage d'une eau du robinet contenant 1 000 Bq/L de radon peut contribuer à générer 100 Bq/m³ dans une habitation. Pour les eaux de surface, le problème ne se pose pas car le radon dégaze très rapidement dans l'environnement.



L'uranium mesuré dans les différentes composantes de l'environnement (sols, productions animales et végétales, eaux et sédiments des rivières) provient initialement des roches du sous-sol. Les concentrations en uranium varient fortement selon le type de roche. Les plus élevées sont généralement rencontrées dans les granites, dont les activités massiques en uranium 238 sont de l'ordre de 50 Bq/kg sec et parfois plus, comme dans le Massif central. À l'opposé, les roches volcaniques et sédimentaires sont globalement plus pauvres en uranium (15 Bq/kg sec environ). Dans les sédiments des rivières et des fleuves, l'activité massique en uranium est comprise entre quelques Bq/kg sec et quelques centaines de Bq/kg sec avec une moyenne de l'ordre de 40 Bq/kg sec, comparable à celle des sols des plaines alluviales. Les valeurs les plus élevées sont observables dans les sédiments des cours d'eau qui drainent les zones granitiques (jusqu'à 1 000 Bq/kg sec). La concentration de l'uranium dans les eaux est très variable ; en effet, elle s'étend entre 0,01 et 100 µg/L. Cette limite peut être dépassée exceptionnellement, en certains points du territoire, en fonction de la géologie locale. Le fond géochimique en uranium des eaux de rivière est estimé à 0,1 µg/L dans les zones sédimentaires et 0,2 µg/L dans les zones de socle hercynien (le Massif central ou la Bretagne) et alpin. En comparaison, l'activité volumique en uranium dans l'eau de mer est un peu plus élevée et plus homogène, en moyenne de 3 µg/L.

L'activité en uranium dans la chaîne alimentaire varie fortement en fonction du type de matrice (matrices animales/matrices végétales) et d'une région à une autre. C'est dans les salades et le blé que les valeurs les plus élevées sont mesurées, de 0,01 à 0,2 Bq/kg de matière fraîche. L'activité en uranium des matrices végétales est influencée par le fond géochimique et est ainsi plus élevée dans les régions granitiques. Les productions animales (fromage, œufs et viande de volaille) témoignent d'une activité massique en uranium plus faible (de 0,002 à 0,03 Bq/kg de matière fraîche) que dans les végétaux.

Le radium 226 est un descendant de l'uranium 238 qui est toujours à l'équilibre avec ses descendants. Il est présent dans les sols uranifères mais le rayonnement gamma émis par ses descendants contribue faiblement à l'exposition d'origine tellurique à laquelle les individus sont soumis de façon naturelle. L'activité moyenne du radium 226 dans la roche est de quelques dizaines de Bq/kg sec, mais elle peut être mille fois supérieure dans les sols ou les zones riches en minerai d'uranium. La concentration du radium 226, comme celle de l'uranium, peut être importante dans les eaux d'infiltration des mines d'uranium. Le radium 226 produit un gaz radioactif, le radon.

Les concentrations en éléments radioactifs d'origine naturelle présentent une grande variabilité à l'échelle du territoire mais également à l'échelle locale.



L'exploitation des roches a pu entraîner une redistribution de l'uranium.

10

Cette variabilité rend délicate l'interprétation des résultats de mesure des concentrations en éléments radioactifs naturels dans les différents compartiments de l'environnement qui nécessite la prise en compte du contexte géologique et hydrogéologique local.

L'exploitation de roches, que ce soit pour leurs propriétés radioactives (exploitation minière d'uranium), chimiques (industries des engrais phosphatés et d'acide phosphorique) ou énergétiques (utilisation du charbon dans les centrales thermiques), a pu entraîner une redistribution de l'uranium, mais également de ses descendants, pouvant conduire à leur accumulation dans certains compartiments de l'environnement (sols, sédiments, eaux continentales et marines). Certaines installations nucléaires de l'amont du cycle du combustible (anciens sites miniers, usine Areva de Malvési¹, site industriel du Tricastin, etc.) marquent leur environnement par des rejets anciens ou récents liés à leurs activités.

Le constat minier du bassin versant de la Dordogne s'est intéressé à l'environnement des anciennes exploitations minières d'uranium.

En France, l'exploitation de l'uranium a été exercée entre 1948 et 2001 et a concerné près de 250 sites répartis sur 27 départements. Au total, 52 millions de tonnes de minerais extraits des mines françaises ont été traitées pour produire 76 000 tonnes d'uranium ;

environ 200 millions de tonnes de roches dites « stériles » ont été dans le même temps générées.

Le nombre élevé et la relative dispersion géographique des sites concernés, illustrés par la Figure 2, constituent une première spécificité importante à souligner. Celle-ci est toutefois à relativiser en tenant compte des quantités d'uranium produit sur chaque site. Ainsi, sur la base des données disponibles, un peu moins de 80 % des sites ont conduit à la production d'uranium métal. Parmi ceux-ci, une quinzaine a produit plus de 1 000 tonnes et environ 140 sites ont produit moins de 100 tonnes (Figure 3).

Bien que l'uranium ait été exploité en France par plusieurs opérateurs – dont le CEA et la Cogema mais également de petites sociétés privées –, c'est progressivement **Areva Mines** (anciennement la Cogema) qui a **repris la responsabilité de la plupart des anciens sites miniers encore couverts réglementairement par la police des mines**. Il existe actuellement quelques sites relevant de la responsabilité directe de l'État du fait de la disparition de leurs anciens exploitants (une vingtaine recensée à ce jour, en Auvergne, Limousin et Bretagne).

Une deuxième spécificité des sites miniers français tient au fait que l'activité d'exploitation a cessé avec la fermeture, en 2001, de la mine de Jouac, en Haute-Vienne. Les cessations d'activité se sont échelonnées

¹ Malvési : l'usine Areva de Malvési de traitement des produits miniers Tricastin : site industriel du Tricastin spécialisé dans le traitement de l'uranium.

LES STÉRILES MINIERS

Le terme de stériles désigne les roches excavées pour accéder au minerai. Du fait de leur localisation à proximité de zones minéralisées, les stériles sont naturellement plus ou moins riches en uranium. Ils représentent des volumes extrêmement importants. Pour une production totale de 52 millions de tonnes de minerais, environ 200 millions de tonnes de stériles ont été générées en France. Pour l'essentiel, les stériles sont restés sur leurs sites de production. 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). De par l'attrait qu'ils présentent en tant que matériau de remblai ou de terrassement, les stériles miniers ont fait l'objet de cessions à des entrepreneurs locaux ou à des particuliers dès les premières décennies d'exploitation des mines d'uranium. La cession de stériles miniers s'effectuait sans contraintes particulières et sans traçabilité jusqu'en 1984, date à laquelle un registre de cessions a été mis en place. Les procédures de cessions se sont arrêtées dans les années 1990.

Des actions ont été entreprises par les pouvoirs publics et l'Autorité de sûreté nucléaire pour améliorer la connaissance de la localisation et des caractéristiques des stériles dispersés dans le domaine public.



Stériles miniers.

L'émission d'une circulaire conjointe en juillet 2009 a contraint Areva Mines à engager des actions de recensement de ces stériles. À cet effet, une campagne de mesures héliportée a été lancée en 2009 consistant à survoler les zones du territoire fortement exploitées pour identifier les secteurs du domaine public pour lesquels il existait une suspicion de présence de stériles miniers. Le département de la Corrèze a pour partie été soumis aux survols aériens. Areva Mines est responsable du traitement des données obtenues et de la restitution des résultats auprès des communes concernées et des pouvoirs publics.



Les principaux secteurs susceptibles de présence de stériles miniers ont fait l'objet d'une campagne de mesures héliportée par Areva Mines.

sur toute la période d'exploitation de l'uranium en France. Elles se sont accompagnées d'opérations de réaménagement destinées à maîtriser les risques miniers (en particulier ceux liés aux mouvements de terrain) et les impacts sur l'homme et l'environnement et à assurer l'intégration paysagère des sites, voire le développement de nouveaux usages.

Dans de nombreux cas, les traces de l'activité minière passée se réduisent visuellement à une modification plus ou moins marquée de la topographie (dépressions associées aux anciennes mines à ciel ouvert, buttes constituées par des dépôts de stériles miniers, etc.). Les parcelles concernées sont aujourd'hui boisées ou exploitées pour l'agriculture ou encore reconverties pour des usages récréatifs (pêche, promenade, etc.). Une partie d'entre elles a été rétrocédée à des particuliers, des communes ou des entreprises, une autre partie demeurant propriété d'Areva Mines. Des aménagements et des équipements plus notables subsistent toutefois sur les sites susceptibles d'induire des risques pour la sécurité des personnes ou d'exposition de l'homme ou l'environnement du fait de la dispersion d'éléments chimiques et radiologiques. Il peut s'agir de stations de traitement des eaux, de dispositifs mis en place pour confiner la radioactivité (digues, couvertures) ou de dispositifs physiques d'interdiction d'accès. Les sites sur lesquels ont été aménagés des stockages de résidus de traitement de minerais sont particulièrement concernés.



Ancien site minier à usage récréatif.

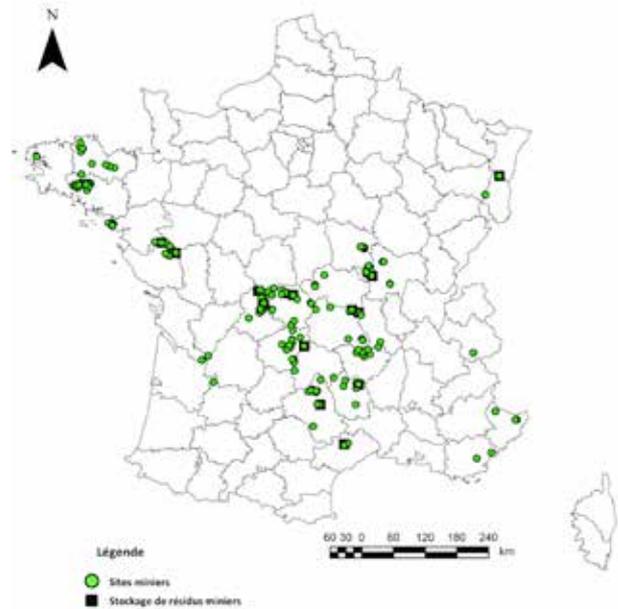


Figure 2 – Localisation des sites miniers d'uranium en France métropolitaine.

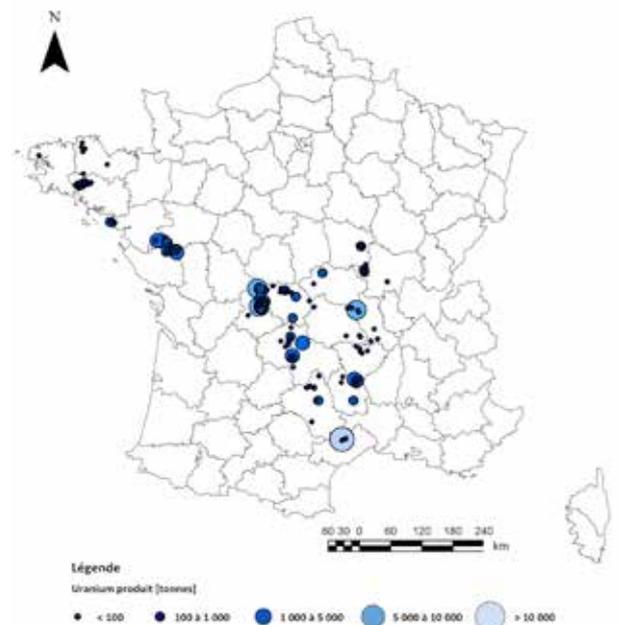


Figure 3 – Répartition géographique de la production d'uranium française.

POUR EN
SAVOIR +



L'exploitation des minerais
d'uranium en France

LE PROGRAMME MIMAUSA

Depuis plusieurs années, le ministère du développement durable a engagé, en lien avec les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal), l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et Areva Mines, une série d'initiatives destinées à vérifier les conditions de remise en état des anciens sites miniers d'uranium. Au nombre de ces initiatives figure notamment la mise en place du programme MIMAUSA (mémoire et impact des mines d'uranium : synthèse et archives) dont l'objectif est de constituer, de tenir à jour et de rendre publique une source d'information complète sur la localisation, l'historique et la situation administrative des sites concernés. En juillet 2009, le ministère du développement durable et l'ASN ont défini un plan d'action composé de quatre axes pour la gestion des anciennes mines : contrôler les anciens sites miniers – améliorer la connaissance de l'impact environnemental et sanitaire des anciennes mines d'uranium et la surveillance – gérer les stériles (mieux connaître leurs utilisations et réduire les impacts si nécessaire) – renforcer l'information et la concertation.

Ce plan d'action prévoit notamment la réalisation par Areva Mines, pour chaque département concerné, de bilans environnementaux (BE) des anciens sites mi-

niers d'uranium dont il est responsable.

Dans le cadre du programme MIMAUSA et en lien avec le plan d'action, le ministère du développement durable a demandé à l'IRSN de réaliser des contrôles dits de second niveau, dont les objectifs sont de :

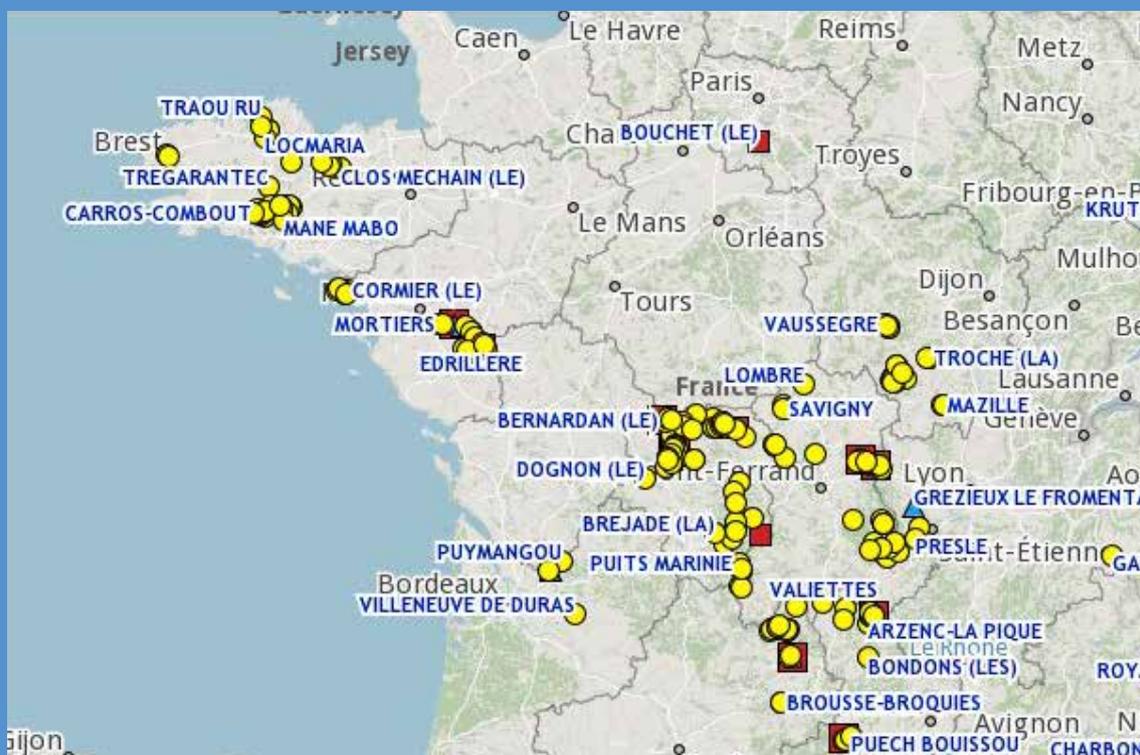
- conforter la fiabilité du contenu de la base de données MIMAUSA en confrontant les informations qui y figurent avec la réalité de terrain ;
- vérifier sur le terrain les résultats et les informations des BE produits par Areva Mines (mesures sur certains des points contrôlés par Areva Mines et sur des points complémentaires) ;
- faire connaître le programme MIMAUSA en établissant des contacts avec les acteurs locaux.

Les rapports de contrôle de l'IRSN sont disponibles après la réalisation des missions de terrain, sur le site Internet de l'institut.

**POUR EN
SAVOIR +**



Le programme Mimausa



Le programme Mimausa répertorie les anciens sites miniers d'uranium.

3.1 SURVEILLANCE DES ANCIENS SITES MINIERS D'URANIUM PAR L'IRSN : UNE QUADRUPLE EXIGENCE

Quatre exigences ont guidé l'IRSN pour définir son dispositif de surveillance des anciens sites miniers d'uranium : la couverture de l'ensemble des sites – la focalisation du dispositif sur les voies de transfert prépondérantes – la complémentarité de la surveillance exercée par l'IRSN avec les autres actions en cours sur les anciens sites miniers – la concertation avec les acteurs locaux.

3.1.1 COUVRIR L'ENSEMBLE DES SITES

La **première exigence** est de donner une vision globale de l'état radiologique de l'environnement couvrant l'ensemble des sites recensés. Le dispositif doit ainsi permettre de prolonger la description de la situation radiologique des anciens sites miniers d'uranium établie par Areva Mines, les pouvoirs publics, l'Autorité de sûreté nucléaire, l'IRSN

lors des contrôles qu'il effectue dans le cadre du programme MIMAUSA et les associations. La recherche d'une couverture globale ne signifie pas que la surveillance de l'IRSN vise une caractérisation détaillée des impacts de chacun des sites au plus près de ceux-ci mais une caractérisation des impacts en champ plus éloigné.

3.1.2 SE FOCALISER SUR LES VOIES DE TRANSFERT MAJEURES

La **deuxième exigence** concerne la focalisation du dispositif de surveillance sur les voies de transfert principales à l'origine de l'impact des sites sur leur environnement. Les impacts associés aux anciens sites miniers se manifestent, en premier lieu, sur les zones directement concernées par l'exploitation de l'uranium, en lien avec la présence de matériaux et déchets miniers, et, en second lieu, à plus grande distance, le long des voies d'écoulement des eaux.

les pouvoirs publics, notamment l'ASN, au travers du plan national d'actions pour la gestion du risque lié au radon ainsi que dans le cadre de la campagne de recherche de stériles miniers mise en œuvre par Areva Mines.

En champ éloigné des sites miniers, les écoulements d'eau constituent un vecteur prépondérant de transport de la radioactivité issue de l'exploitation minière vers l'environnement. Son incidence peut se manifester sur des périmètres allant bien au-delà du voisinage immédiat des anciens sites miniers. Divers usages (utilisation de l'eau à des fins domestiques, baignade, pêche, irrigation de cultures, abreuvement de bétail, etc.) peuvent alors être impactés.

En champ proche des sites miniers, les possibilités d'exposition concernent l'irradiation directe et l'inhalation de poussières (potentiellement importante lors de l'exploitation des mines mais négligeable après leur réaménagement, en dehors de circonstances particulières) **et de radon.** L'évaluation de l'irradiation directe renvoie davantage à un besoin de caractérisation du site qu'à une exigence de surveillance. Elle ne dépend pas directement des mécanismes de transfert dans l'environnement (en dehors du déplacement des matériaux eux-mêmes). S'agissant de l'exposition au radon, sa prise en compte dans les zones d'exploitation de mines d'uranium se pose d'abord dans des lieux clos (bâtiments en général et bâtiments d'habitation en particulier). La part de cette exposition imputable aux activités minières est le plus souvent liée à des constructions dont les soubassements sont constitués de stériles miniers. Ces situations ne relèvent pas directement du déploiement des dispositifs de surveillance de l'environnement. Elles ont davantage vocation à être traitées dans le cadre de la politique générale de gestion du risque radon menée par



La surveillance s'est orientée vers le réseau hydrographique.

De ce point de vue, la focalisation de la surveillance de l'IRSN sur la voie eau est prioritaire. Les eaux de surface étant par ailleurs généralement associées à des transferts plus rapides et d'extension plus importante que les transferts par les eaux souterraines, c'est vers le réseau hydrographique de surface qu'il apparaît plus

particulièrement important d'orienter la surveillance. Ce réseau comprend à la fois l'eau et les sédiments. Ces derniers constituant généralement un support préférentiel de fixation de la radioactivité, la surveillance des sédiments par l'IRSN s'est focalisée sur les zones d'accumulation, à savoir les rivières, plans d'eau et barrages.

3.1.3 RECHERCHER LA COMPLÉMENTARITÉ AVEC LES AUTRES ACTEURS DE LA SURVEILLANCE

La troisième exigence concerne la complémentarité des actions menées par l'IRSN, dans le cadre de sa mission de surveillance, avec les autres actions en cours sur les anciens sites miniers :

- contrôles réglementaires par l'exploitant ;
- inspections ou contrôles inopinés par les inspecteurs des Dreal et/ou de l'ASN (l'IRSN peut être impliqué dans la réalisation de certains de ces contrôles à la demande des services de l'État, en dehors de ses propres actions de surveillance) ;
- contrôles par des organismes indépendants à leur initiative ;
- contrôles de second niveau dans le cadre du programme MIMAUSA par l'IRSN.

La surveillance prévue par l'IRSN tient ainsi compte de la réalisation par Areva Mines de bilans environnementaux qui couvrent, département par département, l'ensemble des sites. Les éléments contenus dans ces bilans constituent une base de connaissance examinée par l'IRSN lors des contrôles de second niveau. Il est de

ce fait prévu de les exploiter directement en tant que base de travail pour la définition et la mise en œuvre des actions de surveillance.

De la même manière, la surveillance prévue par l'IRSN ne vise pas à valider la pertinence ou la qualité du dispositif de surveillance mis en œuvre par Areva dans le cadre de ses obligations réglementaires.

Enfin, le dispositif défini par l'IRSN se veut complémentaire de l'action engagée par Areva Mines pour localiser et caractériser les lieux de réutilisation de stériles en dehors de l'emprise directe des sites miniers. Les lieux concernés ne sont pour cela pas considérés comme entrant dans le champ de la surveillance de l'IRSN.

POUR EN
SAVOIR +



Les acteurs de la surveillance

3.1.4 TRAVAILLER EN CONCERTATION AVEC LES ACTEURS LOCAUX

L'implication des acteurs locaux contribue au développement de la dimension territoriale de la démarche d'ouverture à la société mise en œuvre par l'IRSN. Au-delà du partage de ses connaissances et de la transparence de ses travaux, l'IRSN s'engage, au travers de cette démarche, à accompagner les acteurs de la société dans l'acquisition des compétences nécessaires à leur implication et à construire avec eux l'évaluation des risques. C'est ainsi que des réunions de présentation et d'échanges avec les commissions locales d'information (CLI) mises en place autour des installations nucléaires sont systématiquement organisées pour les différents constats radiologiques.

Pour la réalisation de la surveillance radiologique autour des anciens sites miniers d'uranium, l'IRSN a choisi de mettre en place une démarche de concertation qui s'est notamment traduite par la création d'un groupe de suivi. Par ce dialogue avec les acteurs locaux, l'IRSN favorise l'accès aux informations nécessaires à la compréhension de la problématique de surveillance de l'environnement autour des sites miniers. L'IRSN a rendu disponibles, au fil des réunions du groupe, des connaissances scientifiques, en mettant en évidence les incerti-

tudes, les manques de connaissance et les controverses éventuelles, de manière à aider les acteurs de la société à se forger leur propre opinion de la façon la plus éclairée possible. L'IRSN reconnaît la légitimité et l'intérêt de différentes formes d'expertise, convaincu que l'existence d'acteurs organisés, compétents et porteurs des préoccupations du public constitue un facteur de renforcement de la vigilance à l'égard des risques.



Les acteurs locaux sur le terrain.

POUR EN
SAVOIR +



L'ouverture à la société

3.2 LE CHOIX D'UNE APPROCHE PAR CONSTAT RADIOLOGIQUE MINIER

Comme les constats radiologiques régionaux, les constats miniers répondent à l'objectif général d'évaluation de l'état radiologique de l'environnement. Ils contribuent en effet à disposer d'états radiologiques de référence, représentatifs des différentes parties concernées du territoire et des diverses composantes de l'environnement susceptibles d'être affectées par l'activité d'exploitation minière de l'uranium. Comme l'a montré le déploiement des premiers constats radiologiques régionaux, les constats constituent par ailleurs une forme de surveillance particulièrement adaptée à l'implication des parties prenantes au niveau local. Ils permettent également d'orienter le dispositif vers la surveillance des composantes les plus sensibles de l'environnement plus simplement que les réseaux permanents. L'écoulement de l'eau depuis les sites constituant la voie de transfert majeure, l'IRSN a choisi de structurer son dispositif de surveillance autour des anciens sites miniers d'uranium en privilégiant la surveillance des réseaux hydrographiques et de leurs usages. En raison de ce choix, le découpage géographique retenu pour la réalisation des constats miniers est celui des bassins versants.

À cette échelle, la surveillance des réseaux hydrographiques permet, en particulier, de prendre en compte l'effet cumulatif potentiel de l'ensemble des sites d'un même bassin et constitue un complément de la surveillance réglementaire réalisée à une échelle plus locale. Le déploiement de cette stratégie à l'ensemble des bassins versants concernés par l'exploitation minière passée répond par ailleurs à l'exigence de couvrir l'ensemble des sites miniers du territoire français que s'est fixée l'IRSN.

En pratique, quatre grands bassins versants sur les six que compte la France sont concernés par l'activité minière d'uranium (Figures 4 et 5). Compte tenu des contraintes logistiques et opérationnelles liées au nombre et à la dispersion des sites, un découpage en sous-bassins versants a été retenu pour définir les zones d'intérêt pour la réalisation de constats miniers. Le nom et la localisation des sous-bassins versants ainsi que le nombre de sites et les stockages recensés pour chacun d'entre eux sont indiqués dans le Tableau 1. Plusieurs constats seront nécessaires pour couvrir l'ensemble du territoire.

16

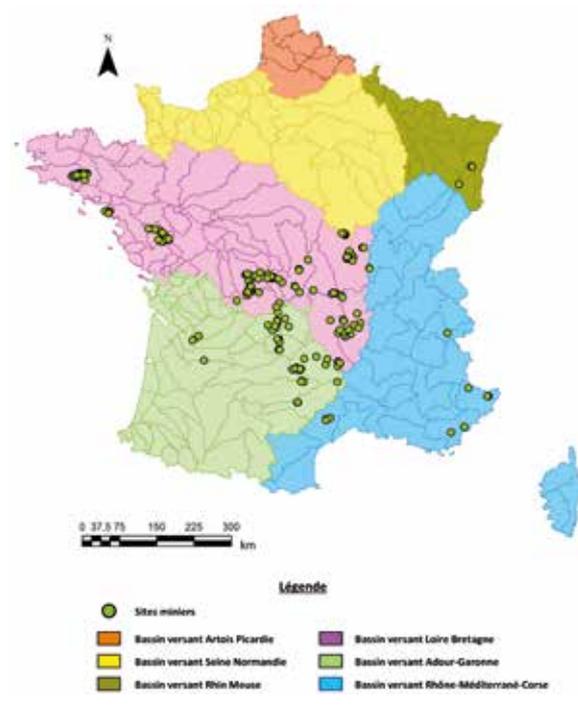


Figure 4 – Les six grands bassins versants à l'échelle de la France (d'après données Agence de l'eau et Carthage).

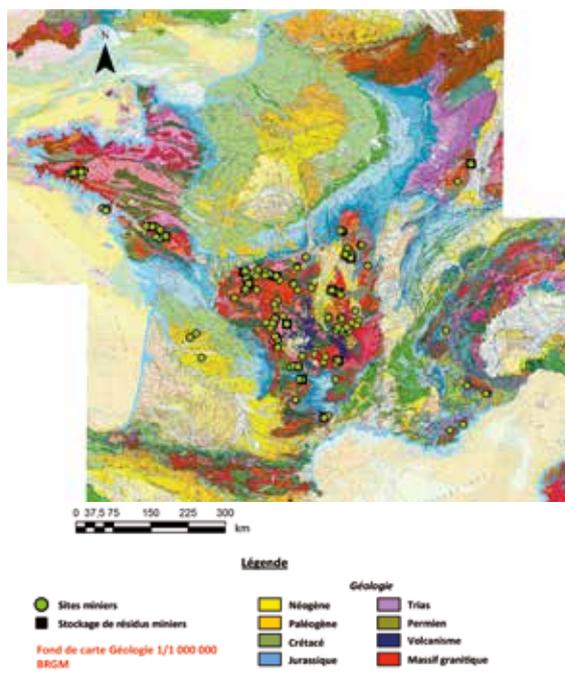


Figure 5 – Localisation des sites miniers d'uranium sur fond géologique (fond de carte BRGM).

POUR EN
SAVOIR +



Les constats radiologiques
régionaux de l'environnement

Grands bassins versants	Sous-bassins versants	Nombre de sites	Stockage de résidus
ARTOIS PICARDIE	L'Escaut et fleuves côtiers	0	
	Les affluents du Rhin	0	
SEINE NORMANDIE	Les bassins côtiers de la limite du bassin Artois Picardie à l'embouchure de la Seine (exclu)	0	
	La Seine du confluent de l'Oise à l'embouchure	0	
	La Seine de sa source aux confluent de l'Oise (exclu)	0	
	Les bassins côtiers de l'est de la Seine (exclu) à la limite du bassin Loire Bretagne	0	
RHIN MEUSE	La Meuse	0	
	Le Rhin	3	TEUFELSLOCH
LOIRE BRETAGNE	Les bassins de la Bretagne	32	
	La Loire de la Maine à la mer	18	LA COMMANDERIE ÉCARPIÈRE
	Les bassins côtiers du sud de la Loire	0	
	Les bassins côtiers de l'est de la Seine (exclus) à la limite du bassin Loire Bretagne	50	BELLEZANE LE BERNARDAN MONTMASSACROT LA RIBIÈRE LAVAUGRASSE LE BRUGEAUD
	La Loire de sa source à la Vienne (non comprise)	75	LE CELLIER BOIS NOIRS ROPHIN GUEUGNON BAUZOT
	Les îles marines	0	
	Les bassins côtiers du sud de la Loire	0	
ADOUR GARONNE	Les îles marines	0	
	La Dordogne	23	SAINT-PIERRE
	La Charente	0	
	Les fleuves côtiers	0	
	L'Adour	0	
	La Garonne	27	BERTHOLENE
	Les côtiers méditerranéens		
RHÔNE-MÉDITERRANÉE-CORSE	L'ouest	4	LE BOSC
	L'est	5	
	La Corse	0	
	Les îles marines	0	
	Le Rhône (Saône, Isère, Durance exclues)	0	
	La Durance	0	
	L'Isère	1	
	La Saône	2	

Tableau 1 – Grands bassins versants et sous-bassins versants, sites miniers d'uranium et stockages de résidus.

IMPLICATION DES ACTEURS LOCAUX DANS LA RÉALISATION DU CONSTAT : LA CRÉATION D'UN GROUPE DE SUIVI PLURALISTE

Dans le cas du constat radiologique minier sur le bassin versant de la Dordogne, le choix a été fait d'une concertation renforcée tout au long du constat, qui s'est formalisée par la mise en place, en 2013, d'un groupe de suivi pluraliste. Mener cette action en association du début jusqu'à la fin avec les acteurs locaux permet de bénéficier de leur connaissance du territoire ciblé pour le constat et de prendre en compte leurs préoccupations.

« Les échanges avec le groupe de suivi ont renforcé notre expertise en nous permettant d'avoir une meilleure connaissance du territoire et des préoccupations locales. »

*Marie-Odile GALLERAND,
ingénieure IRSN*

En amont de la mise en place du constat radiologique minier et de son groupe de suivi pluraliste, des interactions ont eu lieu sur le terrain dans le cadre d'autres actions de l'IRSN (contrôle de second niveau MIMAUSA, études spécifiques, etc.). De même, des échanges avec des associatifs, la Dreal Limousin et le Groupe d'expertise pluraliste (GEP) ont été organisés pour discuter de la démarche de l'IRSN. Ces échanges et interactions sur le terrain ont confirmé l'intérêt de poursuivre la démarche associant les acteurs locaux. L'étendue géographique du constat étant très grande, il a été choisi de privilégier les interactions au plus près des acteurs dans un territoire particulier. La Corrèze a été retenue en raison du grand nombre d'anciens sites miniers présents dans le département mais également des liens tissés avec les acteurs locaux dans le cadre des contrôles de second niveau MIMAUSA menés en Corrèze en 2010. L'interaction avec les acteurs locaux a été initiée à Saint-Julien-aux-Bois, commune accueillant l'ancien site minier le plus important de Corrèze de par sa surface et sa production d'uranium (site de La Besse).

LES ÉTATS GÉNÉRAUX DE LA DORDOGNE

L'établissement public territorial du bassin de la Dordogne (EPIDOR) a organisé les 8 et 9 novembre 2012 à Bergerac les deuxièmes États généraux du bassin de la



Dordogne auxquels l'IRSN a participé. L'objectif de ce rendez-vous était de partager l'information sur l'eau et les milieux aquatiques et les expériences de gestion. Après une consultation préalable, deux jours de débat ont permis de soutenir le dialogue territorial autour de quatre thèmes : assurer la qualité des eaux, prendre en compte la quantité d'eau, préserver les milieux naturels et assurer la gouvernance. L'IRSN a pu y rencontrer un grand nombre d'acteurs du bassin versant pour leur faire part de la démarche de constat radiologique et les inviter à y participer. Il a également pu répondre aux questions qui ont été posées sur la qualité radiologique de l'eau.

POUR EN SAVOIR +



Les États généraux de la Dordogne

Une première réunion a été organisée avec les acteurs locaux à la mairie de Saint-Julien-aux-Bois à l'occasion de la première mission de prélèvements en octobre 2012. Elle a eu lieu en présence de maires, représentants de fédérations de pêche et de chasse, agriculteurs, associatifs notamment. Cette réunion a aussi permis des rencontres au fil des prélèvements (pisciculteur, associatif, propriétaires des terrains, etc.). Enfin, la participation de l'IRSN aux États généraux de la Dordogne en novembre 2012 a été une nouvelle opportunité pour l'IRSN de rencontrer 500 gestionnaires et usagers de la rivière, rassemblés par l'établissement public territorial du bassin de la Dordogne (EPTB EPIDOR). Ces différents échanges ont confirmé

« Le groupe pluraliste a permis une coconstruction du constat qui le rend plus intéressant et plus clair. Cette démarche constructive était pourtant une tâche ardue que le groupe a pu réaliser. »

*Élise DE GEETERE,
exploitante de barrage hydroélectrique*

une volonté de lancer un groupe de suivi avec tous les acteurs du bassin versant de la Dordogne.

La première réunion du groupe de suivi a eu lieu en février 2013. Se sont réunis avec les experts de l'IRSN, une vingtaine de participants notamment agriculteurs et représentants des commissions locales d'information, agence de l'eau, maires, sociétés de chasse, fédération de pêche, association de défense de l'environnement, gestionnaires de barrage hydro-électriques sur la Dordogne (SHEM, EDF). Un dialogue s'est établi sur la démarche de surveillance de l'environnement au travers de la réalisation de constats régionaux, le plan d'échantillonnage proposé par l'IRSN, les lieux de prélèvement et les préoccupations locales. Tous les participants ont confirmé leur intérêt à s'investir sur cette thématique.

Une autre mission de prélèvements, organisée à la fin du printemps 2013, a permis de prendre directement en compte les préoccupations locales exprimées au sein du groupe de suivi. Cet échantillonnage s'est ainsi concentré sur les enjeux locaux, notamment ceux associés à des usages particuliers de l'eau (arrosage, abreuvement de bovins, etc.). Il a également permis de compléter les prélèvements qui n'avaient pu se faire au cours de la première mission (notamment de végétaux et de produits cultivés).

Deux réunions spécifiques ont ensuite été organisées (le 3 juin 2013 et le 19 juin 2014) pour discuter de la restitution des résultats.

L'accompagnement du constat minier par son groupe de suivi pluraliste dédié a ainsi permis aux acteurs locaux intéressés de s'impliquer dans la définition du plan d'échantillonnage, dans sa mise en œuvre mais également dans la restitution de ses résultats. Les riverains ont également pu participer aux campagnes de prélèvements en accompagnant les équipes sur le terrain. Ils ont également pu proposer des prélèvements complémentaires. Ainsi, à leur demande, des analyses de viande de cerf et de champignons ont été réalisées par l'Institut.

Toutes ces actions ont conduit à dessiner un diagnostic partagé. Tout au long de ce rapport, l'IRSN essaye de répondre aux questions posées par les acteurs du territoire rencontrés au gré des missions de terrain ou dans les réunions du groupe de suivi. Pour cela, il a intégré à son rapport et pour la première fois, des encadrés informatifs, afin de permettre au lecteur d'aller plus loin.



La réunion organisée en octobre 2012 avec les acteurs locaux lors de la première mission de prélèvements.

LES GRANDS RENDEZ-VOUS DU CONSTAT MINIER EN RÉGIONS



Échanges en marge d'une réunion du groupe de suivi pluraliste devant la mairie de Saint-Julien-aux-Bois.

20

2012

Mai	• Rencontre de l'IRSN avec l'association Sources et rivières du Limousin
Juillet	• Rencontre de l'IRSN EPIDOR et de l'Agence de l'eau
Septembre	• Rencontre de l'IRSN avec la Dreal Limousin
Octobre	• Réunion avec les acteurs locaux : réunion de préfiguration du groupe à Saint-Julien-aux-Bois • Prélèvements (est du BV)
Novembre	• Participation de l'IRSN aux États généraux de la Dordogne à Bergerac • Vidange de l'étang du Quinsac : prélèvement de poissons

2013

Février	• Première réunion du groupe de suivi à Saint-Julien-aux-Bois
Mars	• Réunions avec les gestionnaires des barrages (EDF, SHEMA)
Avril	• Prélèvements (ouest du BV)
Mai	• Établissement des conventions d'accès aux barrages
Juin	• Deuxième réunion du groupe de suivi • Prélèvements (est du BV, rivière Dordogne)

2014

Septembre	• Troisième réunion : restitution des résultats et bilan • Présentation de la démarche du constat à la Commission locale de l'eau (Souillac)
-----------	---



Une vingtaine de sites miniers concernés par le constat pilote du bassin versant de la Dordogne.

La déclinaison par l'IRSN de sa nouvelle stratégie de surveillance radiologique de l'environnement au cas particulier des anciens sites miniers d'uranium à travers un constat pilote sur le bassin versant de la Dordogne concerne une vingtaine de sites.

Le bassin de la Dordogne occupe 24 000 km², compte 150 cours d'eau de plus de 15 km et concerne 1 500 communes réparties sur 11 départements et cinq régions. Le constat radiologique réalisé par l'IRSN n'avait pas pour objet de couvrir tout ce territoire. Il s'est concentré, pour des raisons de localisation des sites miniers, sur le bassin versant amont de la Dordogne. Ce bassin amont s'étend sur une superficie de 9 700 km². Il comprend la Dordogne et ses principaux affluents, soit 8 930 km de cours d'eau. Les principaux affluents sont : en rive droite, le Chavanon, la Diège, la Triouzoune, la Luzège, le Doustre et en rive gauche, la Rhue, la Sumène, l'Auze, la Maronne, la Cère, la Bave, l'Ouyse et le Céou. Les départements concernés sont le Puy-de-Dôme, le Cantal, la Creuse, la Corrèze, le Lot et la Dordogne.

Sur le secteur concerné, les principaux indices uranifères ont été mis en évidence au sein des terrains granitiques du plateau de Millevaches et d'Ussel. Les minéralisations

« Les interactions avec les acteurs locaux ont facilité les prélèvements d'indicateurs biologiques. »

Damien TOURNIEUX, ingénieur IRSN

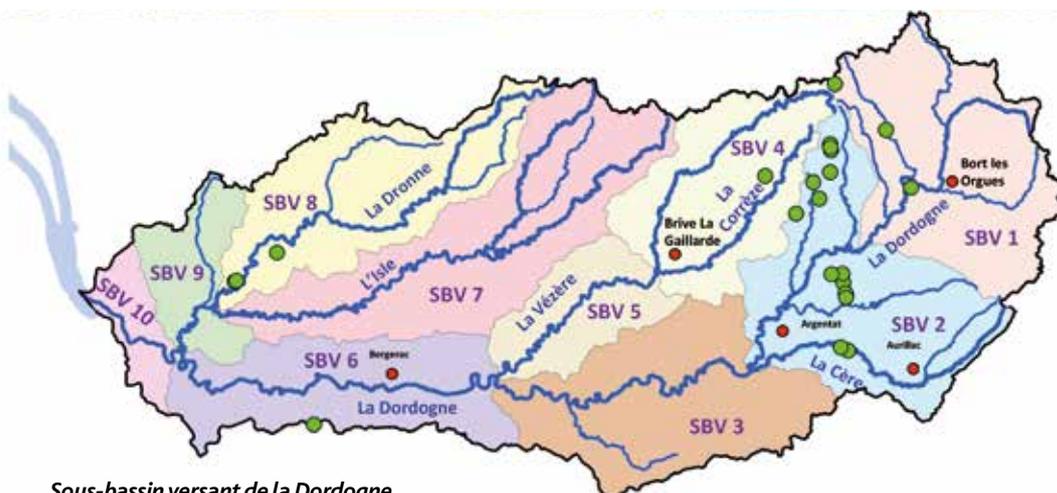
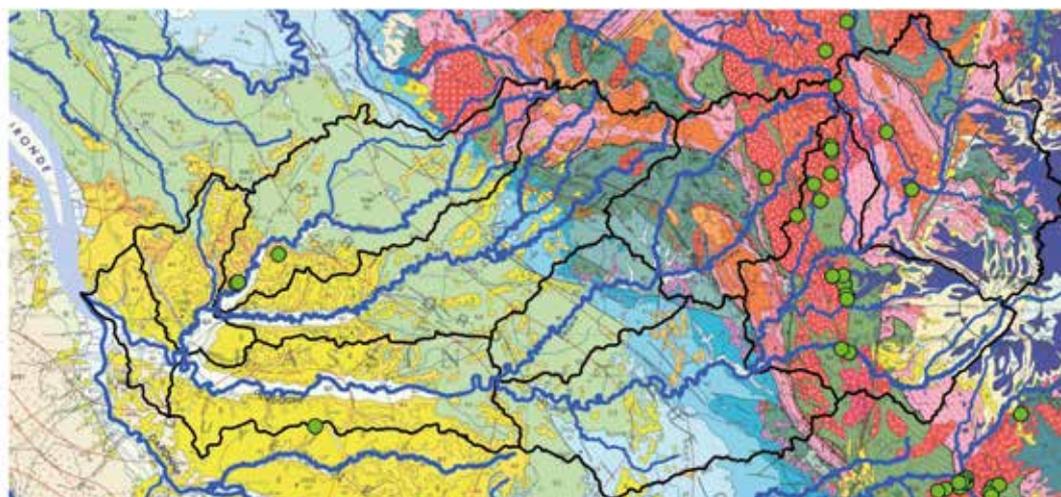
uranifères au sein de ces massifs se présentent surtout sous la forme d'amas ou corps minéralisés, qui se sont développés dans les zones situées le long ou à l'intersection d'accidents tectoniques. Elles sont constituées, en majeure partie, de pechblende et plus rarement d'autunite, de phosphates d'uranium. La teneur des minerais extraits est comprise entre 1 ‰ et 7 ‰, pour une teneur moyenne de 2,7 ‰.

Les secteurs exploités de la Corrèze sont établis au sein des massifs cristallins localisés dans la partie ouest du département. Cette région comprend deux zones principales, constituées par des

terrains métamorphiques composés de gneiss et de micaschistes, et par un complexe granitique du plateau de Millevaches, localisé dans la partie centrale du département et s'étalant du nord au sud. Ce plateau inclut le massif granitique d'Ussel, localisé au nord-ouest.

À l'échelle locale, les sites sont répartis en sous-

bassins versants, correspondant à un ou plusieurs affluents de la Dordogne (Figure 6 et 7). L'implantation géographique des sites miniers est indiquée à la figure 6 sur fond de carte géologique (source BRGM) et de limites de bassins versants secondaires. La figure 7 est un synoptique du réseau hydrographique à l'échelle du bassin versant, qui indique le sens d'écoulement des eaux depuis les exutoires de mines jusqu'à la Dordogne.



Sous-bassin versant de la Dordogne

- SBV 1: La Dordogne de sa source au confluent de l'Auze
- SBV 2: La Dordogne du confluent de l'Auze (inclus) au confluent de la Cère (inclusive)
- SBV 3: La Dordogne du confluent de la Cère au confluent de la Vézère
- SBV 4: La Vézère de sa source au confluent de la Corrèze (inclusive)
- SBV 5: La Vézère du confluent de la Corrèze au confluent de la Dordogne
- SBV 6: La Dordogne du confluent de la Vézère au confluent de l'Isle
- SBV 7: L'Isle de sa source au confluent de la Dronne
- SBV 8: La Dronne
- SBV 9: L'Isle du confluent de la Dronne au confluent de la Dordogne
- SBV 10: La Dordogne du confluent de l'Isle au confluent de la Garonne

Figure 6 – Implantation des sites miniers sur fond de carte géologique (source BRGM) et de carte des limites de bassins secondaires.

5.1 SOUS-BASSINS DU COMBRET ET DU GIOUX

Le site de Saint-Pierre, dans le Cantal, accueille une installation classée pour la protection de l'environnement stockant 70 000 tonnes de résidus fins issus du traitement du minerai d'uranium. Il accueille également 507 000 tonnes de résidus issus du traitement statique de minerai pauvre ; ceux-ci sont stockés dans l'ancienne mine à ciel ouvert (MCO), sur un terrain appartenant à la commune de Saint-Pierre. L'ancien site est drainé par les ruisseaux du Combret au nord et du Gioux au sud. Le drainage sud s'effectue vers un plan d'eau, dont la surverse alimente le ruisseau du Gioux. Ces ruisseaux sont tous deux affluents de la Dordogne.

POUR EN SAVOIR +

www.irsln.fr

La base de données MIMAUSA

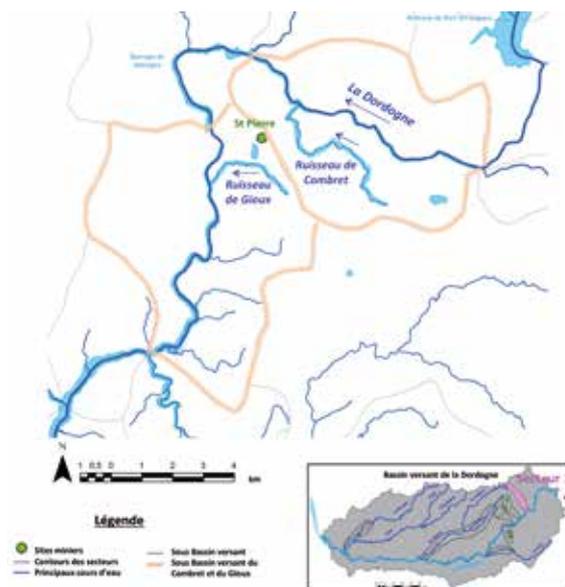


Figure 8 – SBV 1 – Sous-bassins versants du Combret et du Gioux.

Site minier	Propriété : Areva Mines	Surface du site	Type(s) d'exploitation	Dates (Début-fin)	Quantité d'uranium produit (T)
Saint-Pierre	Oui pour ce qui concerne le stoc- kage de résidus fins	25 ha	MCO	1958 1982	1 339

Tableau 2 – Caractéristiques des sites miniers des sous-bassins du Combret et du Gioux.



La Dordogne après sa confluence avec le Combret.

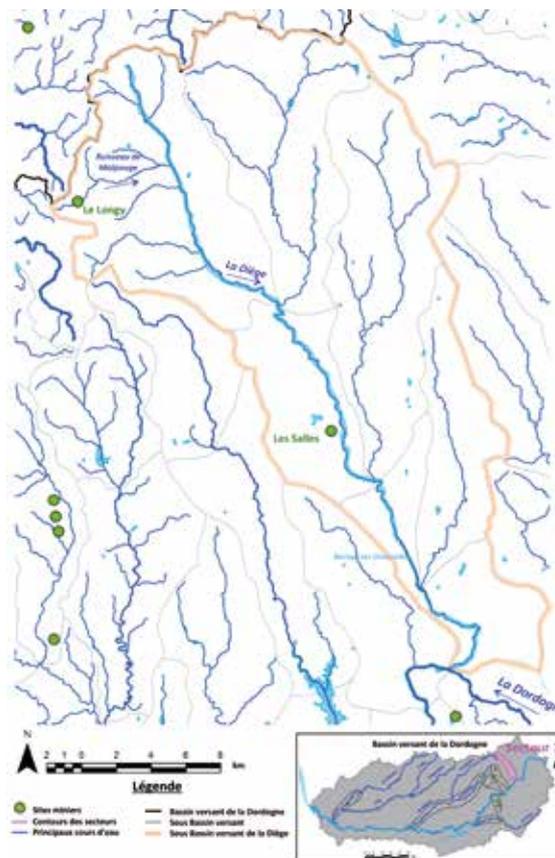
5.2 SOUS-BASSIN VERSANT DE LA DIÈGE

Le sous-bassin versant de la Diège, d'une surface de 508 km², se situe dans la zone amont du bassin versant de la Dordogne. Deux zones sont concernées par les exploitations minières.

Le site du Longy est susceptible d'impacter le ruisseau de Malpouge, via le ruisseau de la Petite Rebière. Le site est localisé à flanc de coteau et possède une mine à ciel ouvert (MCO) laissée en eau à la fin de l'exploitation. Les eaux du site sont dirigées vers le ruisseau de la Petite Rebière.

Le site des Salles, siège de travaux miniers souterrains (TMS), est susceptible d'impacter les eaux du talweg de la Platane. Le site est localisé à flanc de coteau. L'ensemble des eaux du site est dirigé vers une zone humide située en fond de vallée où le talweg prend sa source.

Une pisciculture, située au lieu-dit La Grange sur la commune de Saint-Pardoux-le-Vieux, est alimentée par les eaux de la Diège. Celle-ci est située en aval de la confluence avec le ruisseau de Malpouge et en amont de celle du talweg de la Platane.



POUR EN SAVOIR +

www.irsln.fr

La base de données MIMAUSA

Figure 9 – SBV 1 – Sous-bassin versant de la Diège.

Site minier	Propriété : Areva Mines	Surface du site	Type(s) d'exploitation	Dates (Début-fin)	Quantité d'uranium produit (T)
Le Longy	Oui pour partie	6 ha	MCO	1981-1983	48
Les Salles	Non	0 ha 20 a	TMS	1962	0

Tableau 3 – Caractéristiques des sites miniers du sous-bassin de la Diège.



La Diège.

5.3 SOUS-BASSIN VERSANT DE LA LUZÈGE

Le sous-bassin versant de la Luzège, d'une surface de 402 km², est concerné par trois anciennes exploitations minières (Le Boucheron-FE5NW, Le Jacquet et La Barrière) situées sur un seul tronçon. Celui-ci traverse la commune de Lamazière-Basse et est alimenté par le ruisseau de la Soudeillette. **Le premier site susceptible d'impacter la Soudeillette est le site du Boucheron-FE5NW**, exploité par mines à ciel ouvert (MCO). Une MCO en eau y est encore présente. Ce site a fait l'objet d'une exploitation des stériles par un carrier. Un ruisseau à faible débit traversant les versants alimente le plan d'eau. En contrebas, les anciens bassins de décantation ont été conservés par l'actuel propriétaire.

Le site du Jacquet, exploité par travaux miniers souterrains (TMS) et MCO est le second site pouvant influencer la qualité des eaux de la Soudeillette. Il est localisé à flanc de coteau et comprend une galerie horizontale recoupant les différentes formations géologiques, également appelée travers-banc, qui draine les terrains situés en amont. Des écoulements sont observables ponctuellement à l'entrée du travers-banc.

Enfin, **le site de La Barrière** est le dernier site susceptible d'avoir un impact sur la Soudeillette, située à 500 m en contrebas du site. Aucun écoulement d'eau en provenance de ce site, exploité par TMS, n'a été observé à ce jour.

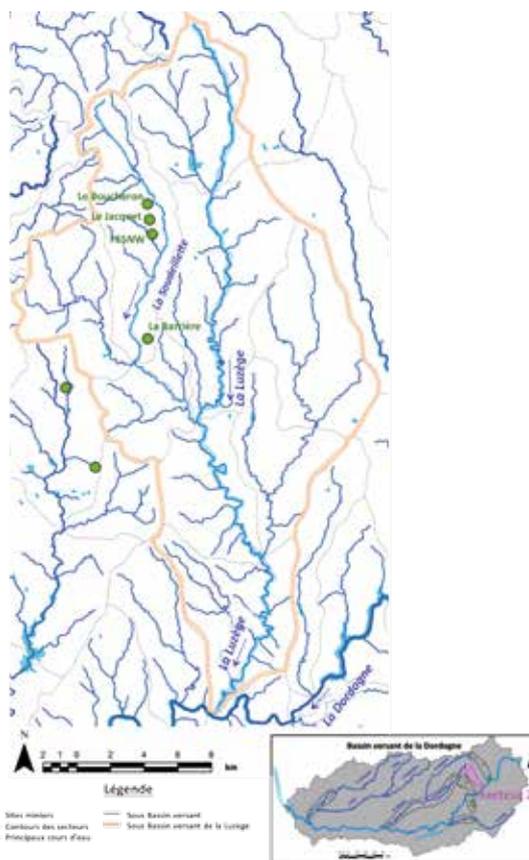


Figure 10 – SBV 2 – Sous-bassin de la Luzège.

La base de données MIMAUSA

Site minier	Propriété : Areva Mines	Surface du site	Type(s) d'exploitation	Dates (Début-fin)	Quantité d'uranium produit (T)
Le Boucheron - FE5NW	Non	6 ha 70 a	MCO	1979-1989	126
Le Jacquet	Non	1 ha 60 a	TMS, MCO	1961-1981	9
La Barrière	Non	0 ha 50 a	TMS	1959-1962	6

Tableau 4 – Caractéristiques des sites miniers du sous-bassin de la Luzège.

5.4 SOUS-BASSIN VERSANT DU DOUSTRE

Le sous-bassin versant du Doustre, d'une surface de 257 km², est concerné par trois anciennes exploitations minières (Le Châtaignier, exploité par mine à ciel ouvert – MCO, La Védrenne et Le Peuch, exploités par travaux miniers souterrains – TMS). En amont, le tronçon situé sur les communes d'Égletons, Rosiers d'Égletons et La Chapelle Spinasse, concerne les sites du Châtaignier et de La Védrenne. Plus en aval, un deuxième tronçon, situé sur la commune de Marsillac-la-Croisille, concerne **le site du Peuch**.

Le plan d'eau du Puy Nachet se trouve sur le Doustre en aval des confluences avec les ruisseaux du Rabelin et de Barras. Le ruisseau de l'étang de Bourre se jette dans ce plan d'eau. Le site pouvant impacter les eaux du ruisseau du Rabelin est celui de **La Védrenne**, situé à une centaine de mètres du ruisseau. Une zone humide existe à proximité immédiate en aval hydraulique du site.

Le site du Châtaignier est susceptible d'influencer la qualité des eaux du ruisseau de Barras, qui prend sa source à proximité immédiate du site. Le site du Peuch est susceptible d'influencer la qualité des eaux du ruisseau de l'étang de Bourre.

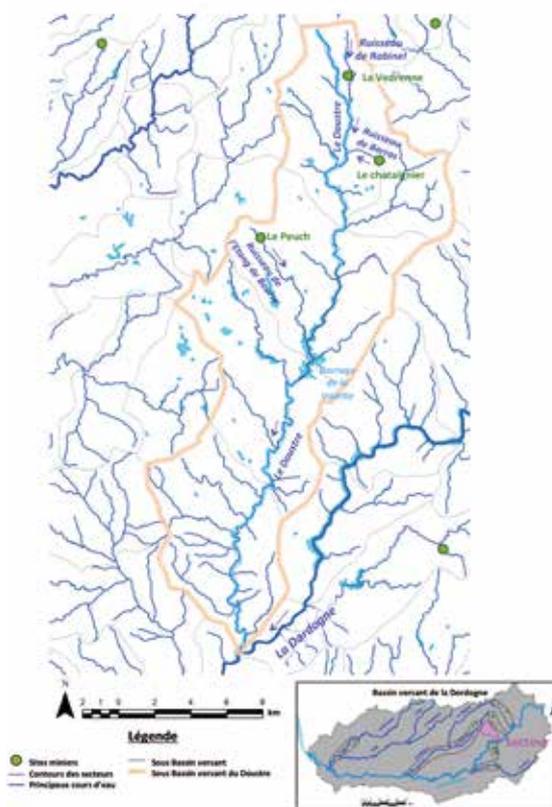


Figure 11 – SBV 2 – Sous-bassin du Doustre.

POUR EN
SAVOIR +



La base de données MIMAUSA

Site minier	Propriété : Areva Mines	Surface du site	Type(s) d'exploitation	Dates (Début-fin)	Quantité d'uranium produit (T)
Le Châtaignier	Non	7 ha	MCO	1978-1982	< 1 T - (0,9)
La Védrenne	Non	1 ha 50 a	TMS	1959-1961	14
Le Peuch	Oui	0 ha 50 a	TMS	1964	< 1 T

Tableau 5 – Caractéristiques des sites miniers du sous-bassin du Doustre.



Prélèvements sur la Maronne (voir 5.5 ci-contre).

5.5 SOUS-BASSIN VERSANT DE LA MARONNE

Le sous-bassin versant de la Maronne, d'une surface de 821 km², possède un tronçon concerné par cinq anciennes exploitations minières (La Besse, La Clare, Le Jaladis, Galerie des Biaurottes et La Porte). Ce tronçon traverse la commune de Saint-Julien-aux-Bois. La Besse et Le Jaladis sont susceptibles d'influencer les eaux du ruisseau de la Rochette, affluent du Riou-Tort, de même que la Clare *via* le ruisseau de Clamensac.

Le site **Le Jaladis** possède une mine à ciel ouvert (MCO) en eau pour laquelle une surverse a été créée en cas de débordement, s'écoulant vers le cours d'eau. Le plan d'eau est alimenté par des écoulements provenant des terrains situés en amont sur lesquels se trouve une verse à stériles.

Plus au sud, **les sites de Galerie des Biaurottes et La Porte** peuvent influencer le ruisseau du Riou-Tort, affluent de la Maronne à Lieu. En aval du site, le Moulin du Jaladis est alimenté par le Riou-Tort, juste après sa confluence avec le ruisseau de la Rochette. **Le site de Galerie des Biaurottes** est susceptible d'impacter le Riou-Tort, coulant à environ 80 m à l'ouest du site. Des écoulements sont observables ponctuellement en contrebas du travers-banc. **Les sites de La Clare et Galerie des Biaurottes** ont fait l'objet de travaux de reconnaissance par petits chantiers (TRPC), d'où la faible production d'uranium. Le site de La Porte possède une MCO en eau sans surverse.

Le site de La Besse, situé sur une ligne de crête, appartient à la fois au bassin versant de la Maronne et à celui du ruisseau de la Glane de Servières. Il a été exploité par MCO et travaux miniers souterrains (TMS).

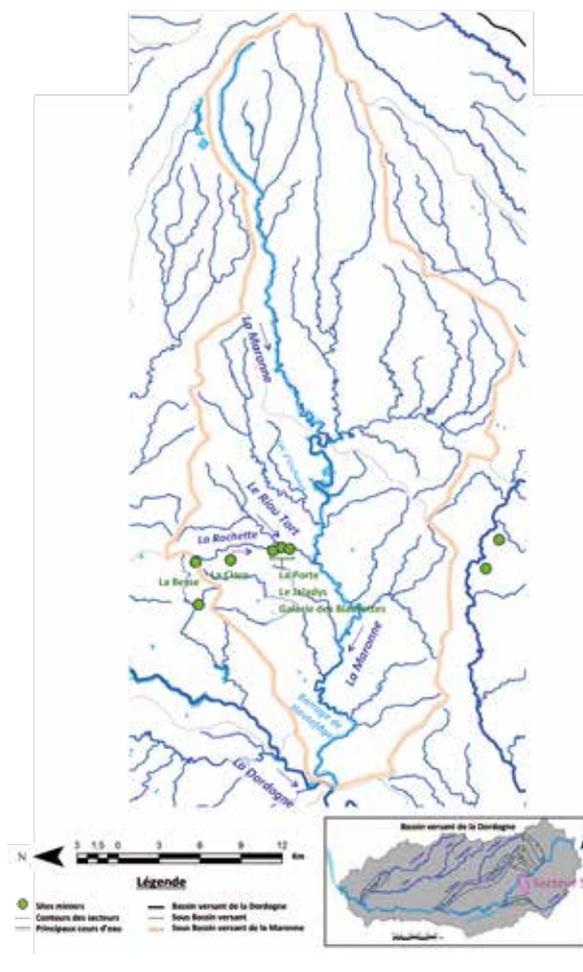


Figure 12 – SBV2 – Sous-bassin versant de la Maronne et schéma du réseau hydrographique.

Site minier	Propriété : Areva Mines	Surface du site	Type(s) d'exploitation	Dates (Début-fin)	Quantité d'uranium produit (T)
La Besse	Non	23 ha	TMS, MCO	1960-1994	1 046
La Clare	Non	0 ha 20 a	TRPC	1957	2
Le Jaladis	Non	14 ha 50 a	MCO	1978-1982	114
Galerie des Biaurottes	Non	0 ha 20 a	TRPC	1979	(< 1)
La Porte	Oui pour partie	6 ha 50 a	MCO	1982-1984	30

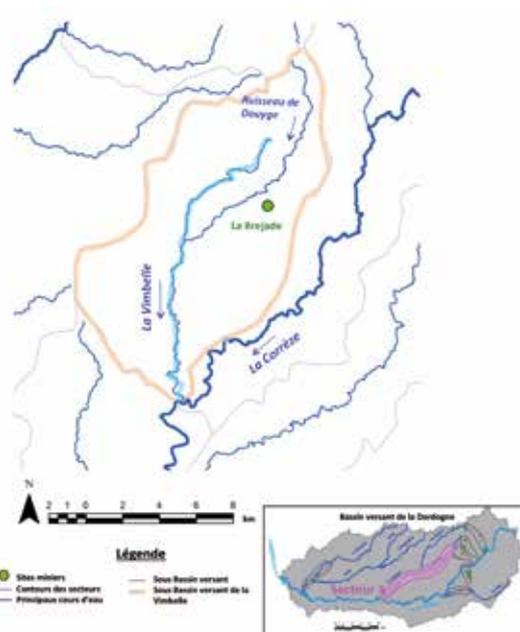
Site minier	Cours d'eau sous influence des rejets directs ou des rejets diffus potentiels				
	Le Pré Bos	Glane de Servières		La Dordogne	
La Besse	La Rochette	Le Riou-Tort	La Maronne	La Dordogne	
La Clare	Clamensac	La Rochette	Le Riou-Tort	La Maronne	La Dordogne
Le Jaladis	La Rochette	Le Riou-Tort	La Maronne	La Dordogne	
Galerie des Biaurottes	Le Riou-Tort		La Maronne	La Dordogne	
Le Jaladis	Le Riou-Tort		La Maronne	La Dordogne	

Tableau 6 – Caractéristiques des sites miniers du sous-bassin de la Maronne et système hydrographique.

5.6 SOUS-BASSIN VERSANT DE LA VIMBELLE

Le sous-bassin versant de la Vimbelle, affluent de la Corrèze, elle-même affluent de la Vézère, affluent de la Dordogne possède une surface de 147 km². Le tronçon localisé sur la commune de Saint-Salvadour est concerné par un ancien site minier (La Bréjade) et est alimenté par le ruisseau de Douyge.

Le site de La Bréjade est susceptible d'impacter les eaux de la Vimbelle, via un talweg puis le ruisseau de Douyge. Des écoulements de pied de versé pourraient correspondre à une résurgence minière. Deux plans d'eau sont situés en aval hydraulique du site : le premier sur le ruisseau de Douyge et le second (plan d'eau de la Chapelle de Bort) sur la Vimbelle.



POUR EN SAVOIR +

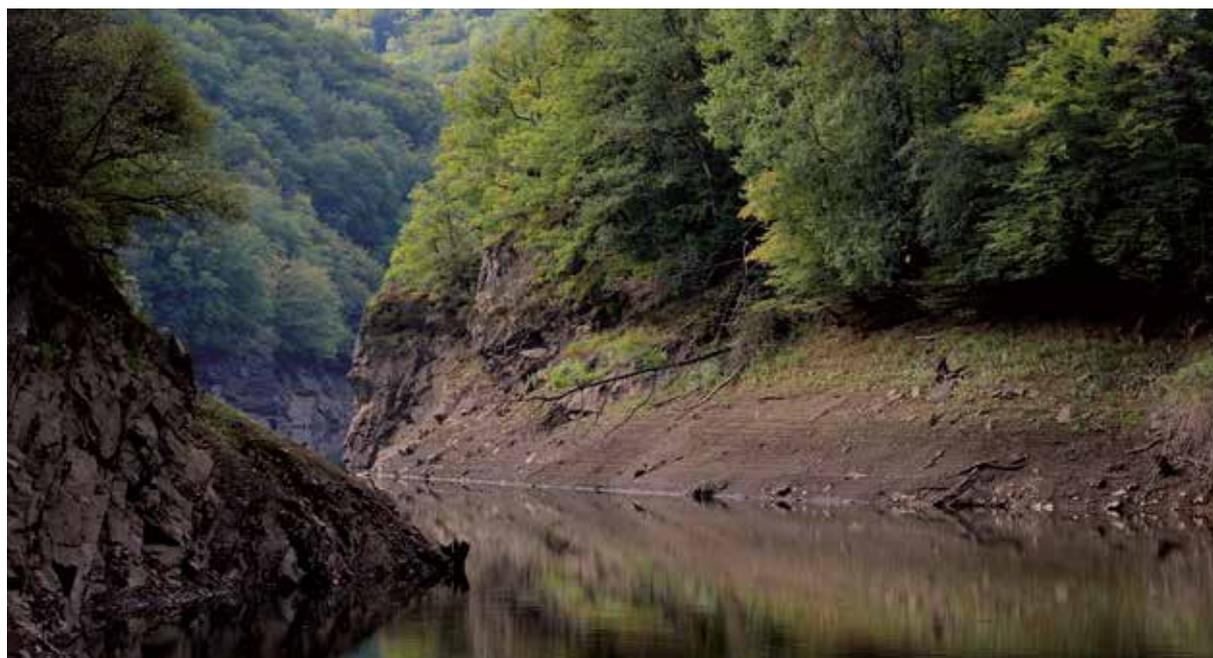


La base de données MIMAUSA

Figure 13 – SBV 4 et 5 – Sous-bassin versant de la Vimbelle.

Site minier	Propriété : Areva Mines	Surface du site	Type(s) d'exploitation	Dates (Début-fin)	Quantité d'uranium produit (T)
La Bréjade	Non	1 ha 50 a	TMS	1958-1963	39

Tableau 7 – Caractéristiques des sites miniers du sous-bassin de la Vimbelle.



La Maronne.

5.7 SOUS-BASSIN VERSANT DE LA GLANE DE SERVIÈRES

Deux anciens sites miniers (La Besse, Puits Marinié), exploités par mine à ciel ouvert (MCO) et travaux miniers souterrains (TMS) sont localisés pour tout ou partie sur les communes d'Auriac, de Darzac et Saint Privat ; ils sont susceptibles d'influencer le ruisseau de la Glane de Servières. La partie nord du site de La Besse peut influencer ce ruisseau, *via* le ruisseau du Pré Bos. Plus en aval, le site du Puits Marinié, où aucun écoulement de surface n'est observable, est susceptible d'influencer le ruisseau de la Glane de Servières. Deux plans d'eau se trouvent sur la Glane de Servières en aval de ces sites : le premier (plan d'eau de la Glane) est situé après sa confluence avec le ruisseau du Pré Bos et le second (lac de Feyt) est situé en aval du rejet potentiel du site du Puits Marinié.

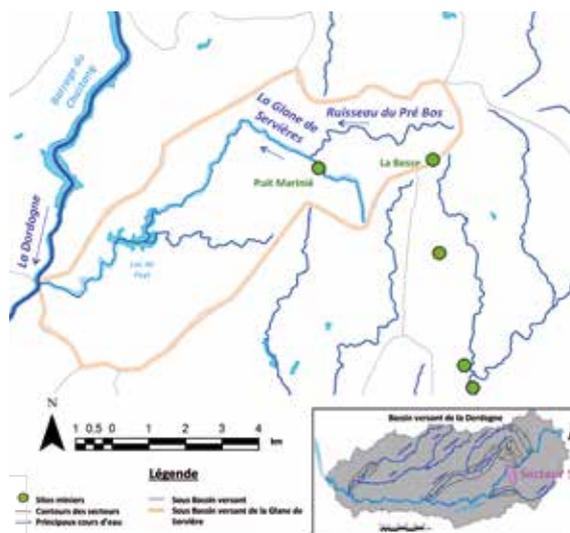


Figure 14 – SBV 2 – Sous-bassin versant de la Glane de Servières.

Site minier	Propriété : Areva Mines	Surface du site	Type(s) d'exploitation	Dates (Début-fin)	Quantité d'uranium produit (T)
La Besse	Non	23 ha	TMS, MCO	1960-1994	1 046
Puits Marinié	Non	0 ha 10 a	TMS	1959-1960	1

Tableau 8 – Caractéristiques des sites miniers du sous-bassin de la Glane de Servières.



Relevé des paramètres physico-chimiques.

5.8 SOUS-BASSIN VERSANT DE LA CÈRE

Le sous-bassin versant de la Cère comporte un ancien site minier, siège de travaux de reconnaissance par petits chantiers (TRPC) et travaux miniers souterrains (TMS) – un puits d'extraction : **Salvanhac**. Très peu d'informations sont disponibles concernant ce site.



POUR EN
SAVOIR +



La base de données MIMAUSA

31

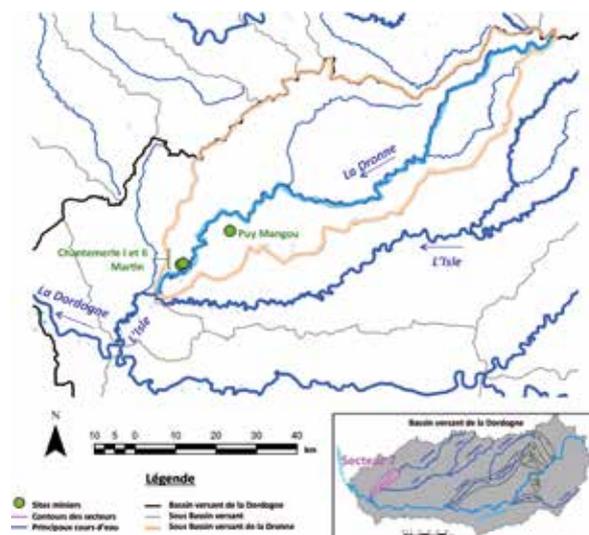
Figure 15 – SBV2 – Sous-bassin versant de la Cère.

Site minier	Propriété : Areva Mines	Surface du site	Type(s) d'exploitation	Dates (Début-fin)	Quantité d'uranium produit (T)
Salvanhac	Non	-	TRPC, TMS	1959-1962	< 1

Tableau 9 – Caractéristiques des sites miniers du sous-bassin de la Cère.

5.9 SOUS-BASSIN VERSANT DE LA DRONNE

Le sous-bassin versant de la Dronne comporte quatre anciens sites miniers, sièges de mine à ciel ouvert (MCO) ou de travaux de reconnaissance par petits chantiers (TRPC) : **Puymangou**, **Chantemerle I**, **Chantemerle II** et **Martin**. Très peu d'informations sont disponibles concernant ces sites.



POUR EN SAVOIR +

www.irsn.fr

La base de données MIMAUSA

Figure 16 – SBV8 et 9 – Sous-bassin versant de la Dronne.

Site minier	Propriété : Areva Mines	Surface du site	Type(s) d'exploitation	Dates (Début-fin)	Quantité d'uranium produit (T)
Puymangou			Pas d'information		
Chantemerle I	Non	-	MCO	1988	0
Chantemerle II	Oui	-	TRPC	1987-1988	0
Martin	Non	-	MCO	1988	-

Tableau 10 – Caractéristiques des sites miniers du sous-bassin de la Dronne.

Pour la réalisation du plan d'échantillonnage, le bassin versant est découpé en sept secteurs qui englobent la Dordogne et les sous-bassins versants des zones minières (Figure 17) :

- **Secteur 1** : sous-bassin de la Diège (sites du Longy et des Salles), du Combret et du Gioux (site de Saint-Pierre).
- **Secteur 2** : sous-bassin de la Luzège (sites de la Barrière, Le Boucheron-FE5NW et Le Jacquet).
- **Secteur 3** : sous-bassin du Doustre (sites du Châtaignier, La Védrenne et Le Peuch).
- **Secteur 4** : sous-bassin de la Vimbelle (site de La Bréjade).
- **Secteur 5** : sous-bassin de la Maronne et de la Glane de Servières (sites de La Besse, La Clare, Le Jaladis, Galerie des Biaurottes et La Porte).
- **Secteur 6** : sous-bassin de la Cère (site de Salvanhac).
- **Secteur 7** : sous-bassin de La Dronne (sites de Puyman-gou, Chantemerle I, Chantemerle II et Martin).

La première étape de l'échantillonnage consiste à définir un plan type fondé sur la connaissance actuelle des sites, de leur environnement hydrographique et des usages associés. Une démarche d'échantillonnage systématique est appliquée, s'appuyant en premier lieu sur les données fournies par les bilans environnementaux produits par Areva Mines ainsi que sur les informations complémentaires acquises à l'occasion des contrôles de second niveau MIMAUSA. Ces éléments sont croisés avec ceux accessibles *via* diverses bases de données publiques, alimentées par les organismes



Prélèvement de sédiments et de végétaux aquatiques.

intervenant dans la gestion de l'eau et des milieux aquatiques. L'exploitation de ces bases de données est utile pour préciser le tracé du réseau hydrographique et des limites des bassins versants, localiser les obstacles à l'écoulement ou repérer d'éventuels enjeux liés à l'utilisation de l'eau (baignade, irrigation, pêche, etc.) méritant d'être pris en compte.

Le plan d'échantillonnage est orienté par les écoulements d'eau de surface en amont et en aval de l'ensemble des sites du bassin versant et au niveau des principales confluences, le milieu récepteur direct des sites n'étant pas pris en compte par le plan de prélèvements IRSN. Les prélèvements réalisés permettent de cartographier la distribution des concentrations en

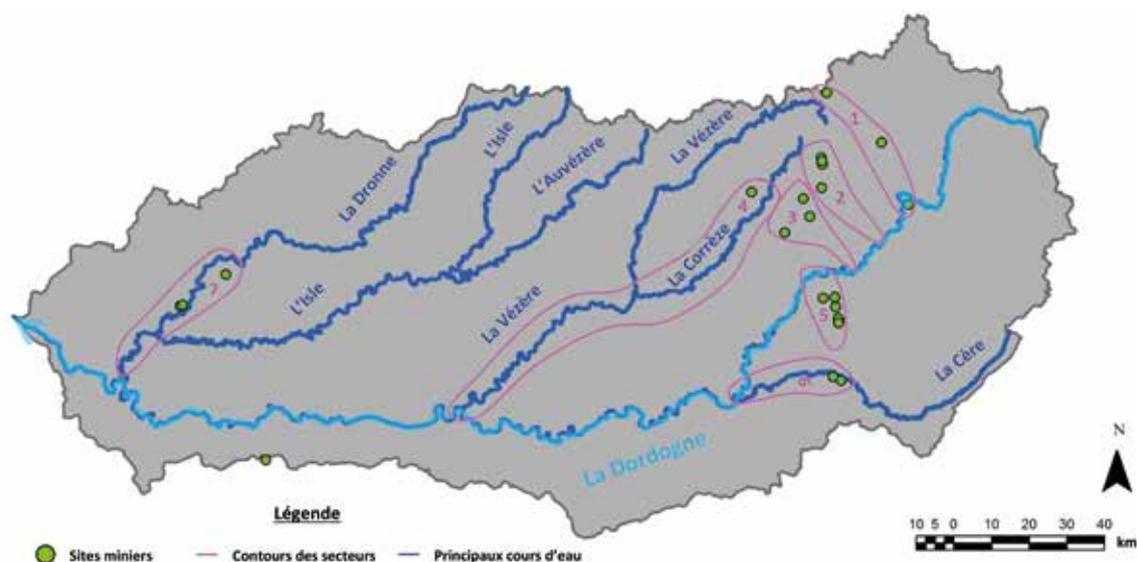


Figure 17 – Secteurs miniers du bassin versant de la Dordogne définis dans le cadre de l'étude.

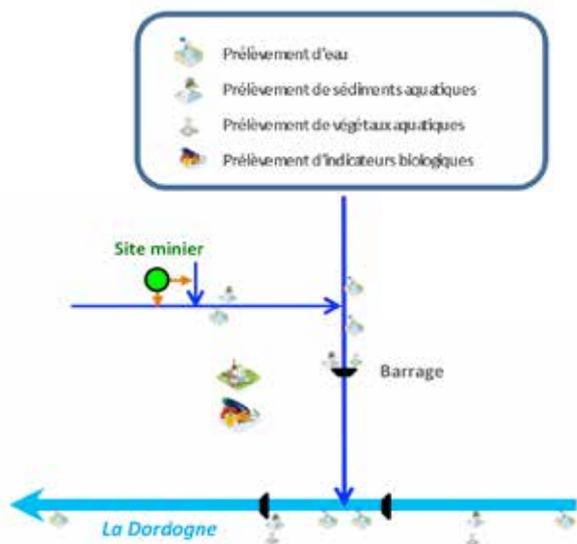


Figure 18 – Principe d'élaboration du plan d'échantillonnage systématique.

uranium et radium 226 à chaque confluence du réseau hydrographique et de préciser l'incidence, en champ éloigné, des anciens sites miniers. Des prélèvements de sédiments sont également définis à ce stade, en ciblant les zones propices à leur accumulation (plans d'eau, barrages ou bras morts en aval des sites miniers). Par ailleurs, des végétaux aquatiques ayant la capacité d'accumuler les radionucléides présents dans l'eau ont aussi été prélevés, autant que possible, sur les mêmes lieux que les eaux et sédiments (Figure 18).

La seconde étape consiste à compléter le plan d'échantillonnage systématique par l'ajout de points complémentaires destinés à tenir compte de demandes particulières ou de suggestions. Celles-ci ont été formulées par certains acteurs locaux et ont conduit à l'élargissement du plan d'échantillonnage par l'ajout de points de prélèvement et la réalisation de mesures sur d'autres compartiments que ceux envisagés initialement (production locale de fromage, légumes, gibier ou poisson). Cette seconde étape, prenant en compte l'expertise de terrain des acteurs locaux, vise à renforcer la pertinence et l'utilité sociétale du constat minier. Le plan d'échantillonnage a abouti à 93 prélèvements d'indicateurs biologiques au total (Figure 19). Pour ces types d'échantillon, les analyses portent en priorité sur l'uranium et le radium 226, ainsi que sur les descendants de l'uranium 238 et du radium 226. Elles mettent en œuvre des techniques de mesure à bas niveau afin de disposer du plus grand nombre possible de valeurs significatives, c'est-à-dire supérieures à la limite de détection des appareils de mesure.

« C'est judicieux d'avoir prélevé des tanches et des carpes, qui sont des poissons fouisseurs et qui donc naviguent dans les sédiments où s'accumule la radioactivité. »

Alain MAGNE, agriculteur

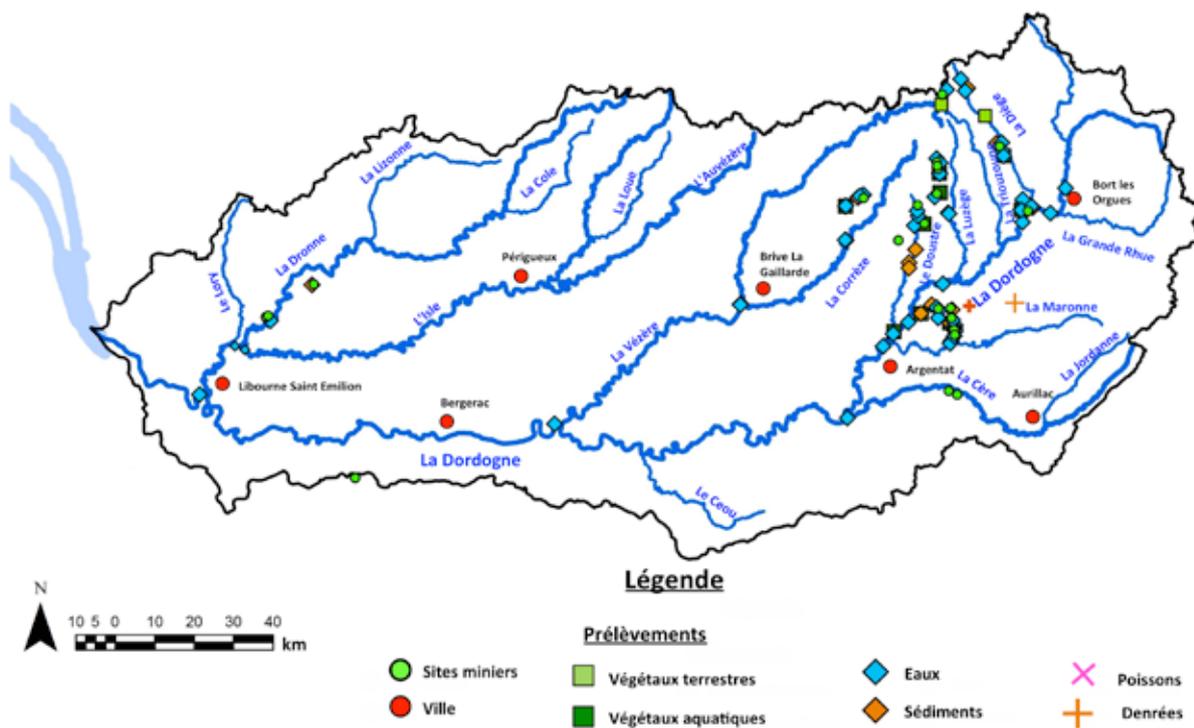


Figure 19 – Localisation des points de prélèvement du constat minier sur le bassin versant de la Dordogne.

7 RÉSULTATS

Les résultats des analyses effectuées dans le cadre du constat sont restitués dans une première partie à l'échelle du bassin versant de la Dordogne et dans une seconde partie à une échelle plus locale. Pour ce qui concerne l'échelle du bassin versant, les résultats sont présentés sous forme de valeurs moyennes par secteur et sont comparés à des niveaux de référence. Ces niveaux correspondent à des valeurs mesurées sur un site minier, dans un environnement proche d'un site minier, dans un environnement spécifique (proche d'une installation nucléaire) et dans l'environnement courant. Pour ce qui concerne l'échelle locale, les données sont présentées en fonction de la distance aux sites miniers et ne concernent qu'une partie des résultats.

7.1 ÉCHELLE DU BASSIN VERSANT DE LA DORDOGNE

7.1.1 L'URANIUM ET LE RADIUM DANS L'EAU

Les concentrations en uranium et en radium 226 dissous ont été mesurées dans 50 échantillons d'eau prélevés dans le bassin versant de la Dordogne selon le plan d'échantillonnage défini au chapitre 6. La concentration en uranium est exprimée en $\mu\text{g/L}$; celle du radium 226 en Bq/L .

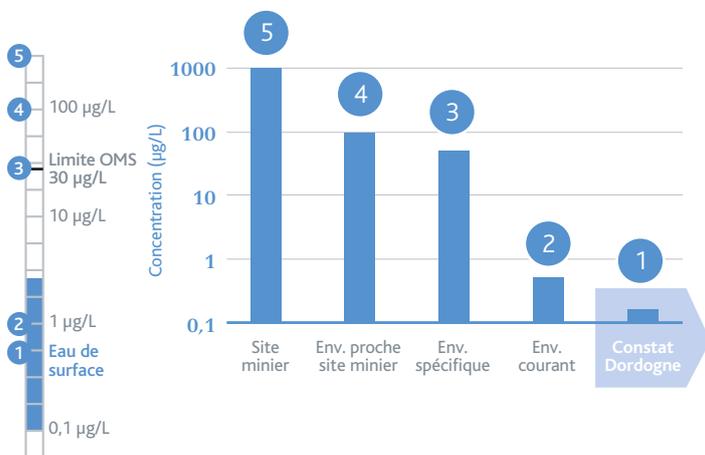
La concentration moyenne de l'uranium dans l'eau de l'ensemble des échantillons prélevés est de $0,14 \pm 0,01 \mu\text{g/L}$. Les valeurs mesurées sont comprises entre $0,1 \mu\text{g/L}$ et $1,24 \pm 0,12 \mu\text{g/L}$. Elles peuvent être comparées à un référentiel de concentration en uranium dans l'eau (Figure 20) dans d'autres contextes en France métropolitaine. L'environnement proche de certaines installations nucléaires (telles que l'usine de Malvési) ou celui d'anciens sites miniers d'uranium de la concession de la Crouzille, en Haute-Vienne, présente des marquages pouvant atteindre des niveaux de l'ordre de $100 \mu\text{g/L}$. **Les activités observées dans le cadre du constat minier avoisinent les niveaux mesurés dans l'environnement naturel, de l'ordre de $0,1$ à $0,5 \mu\text{g/L}$.**

« Les présentations des résultats avec graphiques permettent de suivre clairement et de remettre les données en perspective avec le référentiel. »

André MAROT, riverain

Les concentrations moyennes en uranium les plus élevées se rencontrent dans les secteurs de La Besse ($0,22 \pm 0,03 \mu\text{g/L}$) et d'Aquitaine ($0,53 \pm 0,06 \mu\text{g/L}$). L'eau prélevée dans les autres secteurs présente des concentrations homogènes d'uranium, comprises entre $0,10 \pm 0,02 \mu\text{g/L}$ et $0,17 \pm 0,03 \mu\text{g/L}$.

L'analyse des données en fonction de la localisation des points de prélèvement vis-à-vis des sites miniers offre un point de vue complémentaire.



Concentration moyenne de l'uranium dans l'eau par secteur

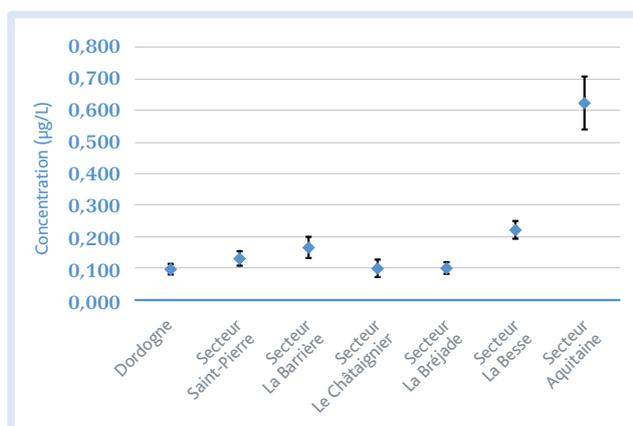


Figure 20 – Référentiel de concentration de l'uranium dans l'eau par secteur.

EAUX À FORTE TENEUR EN URANIUM : QUELS EFFETS SANITAIRES SUR L'HOMME ?

Seules quelques études épidémiologiques ont été réalisées sur des populations exposées à l'uranium via l'ingestion d'eau de boisson fortement concentrée en uranium naturel. Il s'agissait de populations restreintes, possédant un puits d'eau souterraine, pour lesquelles ont été recherchées des pathologies cancéreuses (leucémie, lymphome, cancer de l'estomac, du rein ou de la vessie) ainsi que des pathologies non cancéreuses (fonction rénale et métabolisme osseux).

Du fait du faible nombre de ces études (13 au total), du faible nombre d'individus étudiés au sein de chacune de ces études (inférieur à 500), de la variabilité des effets étudiés et également de la difficulté à relier les effets observés à la seule exposition à l'uranium, les résultats de ces études ne sont pas conclusifs. Seul un effet sur la fonction rénale semble émerger, même si les effets observés ne sont pas délétères.

Pour plus de renseignements, se référer à la revue d'Irina Guseva Canu, intitulée *'Health Effects of Naturally Radioactive Water Ingestion: The Need for Enhanced Studies'* et publiée dans le journal *Environmental Health Perspectives* en 2011.

Quatre jeux de données sont ainsi constitués :

- le jeu de données « **amont bassin versant** » qui comprend les points situés en amont de tous les sites (6 points) ;
- le jeu de données « **aval sites** » qui comprend les points situés à la première confluence en aval de tous les sites (9 points) ;
- le jeu de données « **aval bassin versant** » qui comprend les points situés au-delà de la première confluence en aval de tous sites (21 points) ;
- le jeu de données « **Dordogne** » qui comprend les points situés sur la rivière Dordogne (12 points).

L'eau collectée en amont des sites miniers (jeu de données « **amont bassin versant** ») présente une concentration moyenne en uranium de $0,11 \pm 0,02 \mu\text{g/L}$.

Les échantillons d'eau collectés à la première confluence en aval des sites (jeu de données « **aval sites** ») indiquent une concentration légèrement supérieure ($0,21 \pm 0,02 \mu\text{g/L}$). Les points de prélèvement situés en aval de cette première confluence (jeu de données « **aval bassin versant** ») ainsi que les concentrations dans les échantillons prélevés dans la rivière Dordogne (jeu de données « **Dordogne** »), exutoire du bassin versant, présentent des concentrations comparables aux données amont ($0,13 \pm 0,01 \mu\text{g/L}$ et $0,10 \pm 0,02 \mu\text{g/L}$ respectivement).

Les données peuvent également être comparées au fond géochimique, les sites miniers étant principalement localisés sur les substrats peralumineux potentiellement riches en uranium. La localisation des points de prélèvement d'eau au regard de la géochimie indique des concentrations maximales de l'uranium plus élevées au niveau des monzogranites et granites peralumineux ($1,23 \pm 0,12 \mu\text{g/L}$). Toutefois, les concentrations moyennes sont équivalentes entre elles quel



La vallée de la Dordogne.

GÉOCHIMIE	LITHOLOGIE	Nombre de n° échantillon
Granits peralumineux	leucogranites peralumineux	30
	monzogranites, granodiorites	18
Roches métamorphiques : siliceux, alumineux	Non	-
	micaschistes, paragneiss	9
	migmatites paradérivées	1
	paragneiss plagioclasiques	2
	sables, argiles, graviers, galets	5
Roches métamorphiques : siliceux, alumineux, carbonaté	calcaires, marnes, argiles, sables	1
	marnes, argiles, calcaires, conglomérats	2
	sables, marnes, argiles, conglomérats	3
Roches métamorphiques : siliceux, alumineux, carboné	Grès, conglomérats, schistes, charbons	2
Roches métamorphiques : siliceux, alumineux, magnésien	Paragneiss, leptynites, amphibolites	9

Tableau 11 – Géochimie et lithologie des échantillons d'eau et de sédiments aquatiques.

que soit le fond géochimique, comprises entre 0,10 et 0,17 µg/L (Figure 21). Les données relatives aux eaux prélevées au niveau des substrats peralumineux indiquent que les concentrations de l'uranium sont plus élevées en aval direct des sites qu'en amont ou en aval dans le bassin versant (Figure 22).

En conclusion, les sites miniers semblent avoir un effet sur la concentration en uranium mesurée dans l'eau, indépendamment de la géochimie. Toutefois, d'autres paramètres physico-chimiques sont susceptibles d'influencer la concentration de l'uranium dissous tels que le pH de l'eau et la teneur en matière organique. Le pH moyen de l'eau mesuré *in situ* est situé en zone neutre (7,2) et ne présente pas de corrélation avec la concentration de l'uranium. À pH neutre, l'uranium circule principalement sous forme hydroxylée $UO_2(CO_3)_2^{2-}$ et $UO_2(CO_3)_3^{4-}$. L'ion uranyle UO_2^{2+} est l'espèce dominante dans les eaux de surface en milieu oxydant, jusqu'à pH 6. Au-delà, apparaissent les formes hydroxylées puis, pour des pH supérieurs à 8, les formes carbonatées. La spéciation de l'uranyle en eau douce peut être influencée par la concentration en ligands organiques, en particulier les substances humiques qui forment des complexes d'uranyle stables, et contribuent ainsi à la migration de l'élément dans les systèmes aquatiques.

L'activité moyenne du radium 226 dans les échantillons d'eau prélevés dans le bassin versant est de $0,012 \pm 0,007$ Bq/L ; elle est homogène sur l'ensemble des échantillons. Ces activités sont similaires à celles observées dans l'environnement courant (0,01 à 0,02 Bq/L, Figure 23).

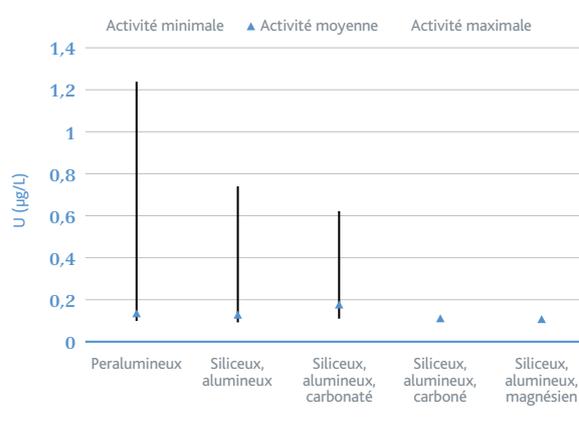


Figure 21 – Concentrations moyennes, minimales et maximales de l'uranium dans l'eau au regard du fond géochimique.

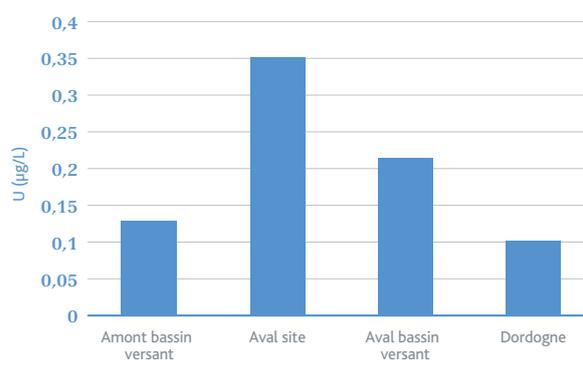


Figure 22 – Concentrations moyennes de l'uranium dans l'eau prélevée sur des substrats peralumineux.

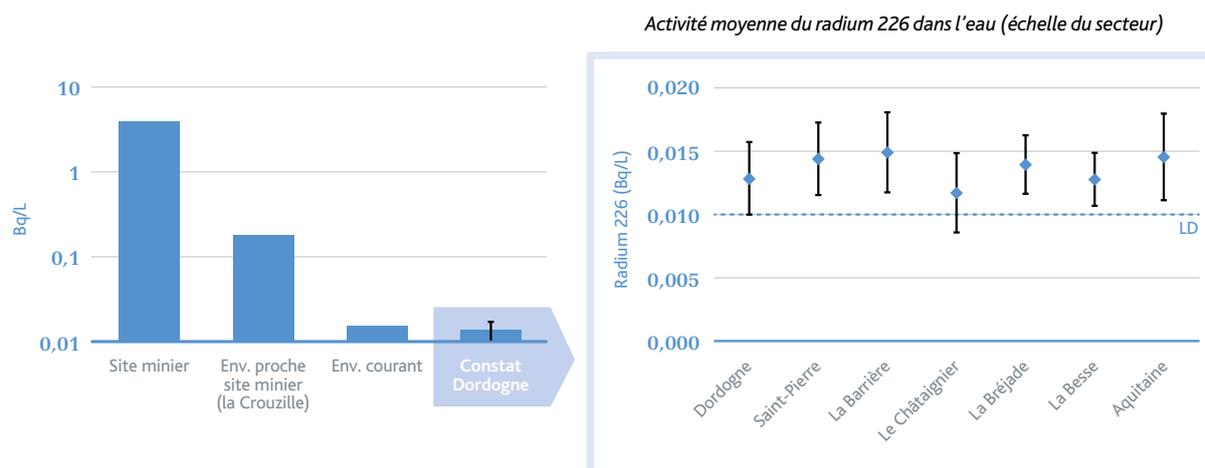


Figure 23 – Référentiel d'activité du radium 226 dans l'eau.

7.1.2 L'URANIUM ET LE RADIUM DANS LES SÉDIMENTS

L'activité moyenne de l'uranium 238 dans les sédiments prélevés dans l'ensemble du bassin versant est de $36,8 \pm 3,6$ Bq/kg sec, avec une dispersion homogène au sein de chaque secteur, excepté pour le secteur de La Besse qui présente une activité moyenne de l'uranium de 135 ± 20 Bq/kg sec. Ces activités sont comparables à celles rencontrées dans des environnements de types sédimentaire (10 Bq/kg sec) ou granitique (100 à 500 Bq/kg sec) (Figure 24).

Les activités du radium 226 varient dans des proportions comparables à celles de l'uranium 238 au

sein de chacun des secteurs échantillonnés.

Du point de vue géochimique, les activités maximales et moyennes de l'uranium 238 sont mesurées dans les granites peralumineux (Tableau 11 et Figure 25). L'activité de l'uranium 238 dans les roches peralumineuses est en moyenne de $70,0 \pm 8,4$ Bq/kg sec, alors que, dans le cas des autres roches métamorphiques ou sédimentaires, cette activité est de $34,1 \pm 9,0$ Bq/kg sec. La typologie des zones de prélèvement des sédiments (cours d'eau, plan d'eau, barrages) ainsi que la taille plus restreinte du

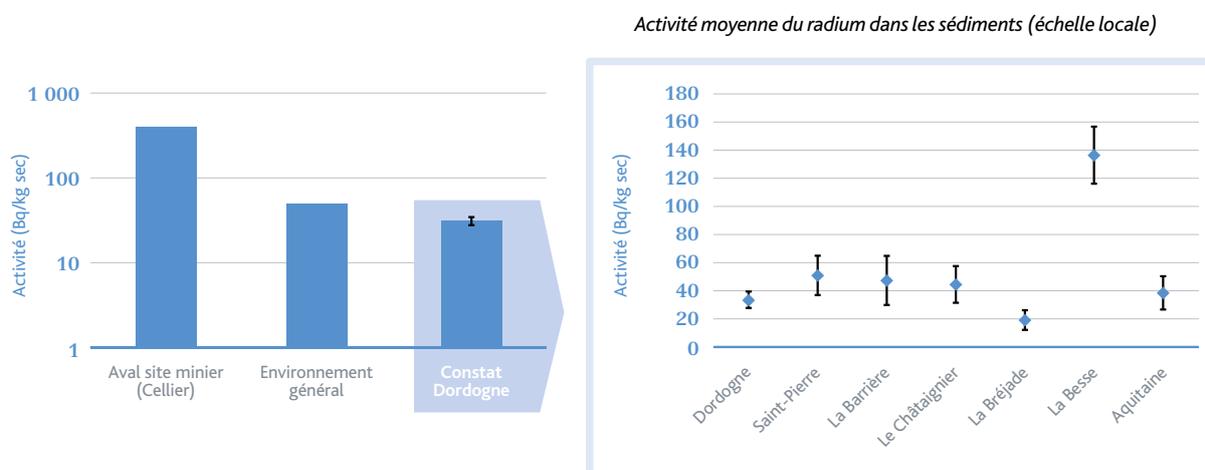


Figure 24 – Référentiel d'activité de l'uranium 238 dans les sédiments.

jeu de données acquises (25 sédiments analysés) ne permettent pas de mettre en évidence une influence des sites miniers. Toutefois, le substrat géologique semble avoir un effet sur l'activité de l'uranium 238 mesurée dans les sédiments de rivières et de lacs.

En conclusion, les activités de l'uranium mesurées dans les sédiments semblent liées préférentiellement au fond géochimique. En tout état de cause, elles ne mettent pas en évidence d'effets significatifs des sites miniers.

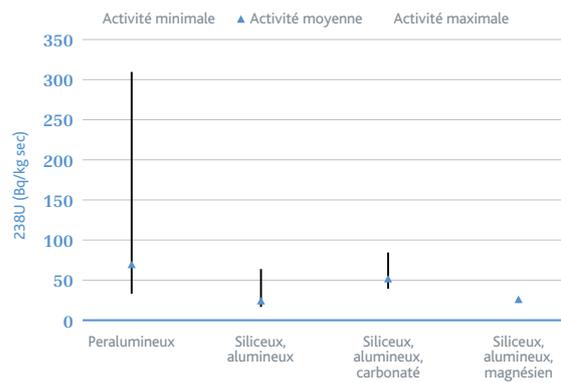


Figure 25 – Activités moyennes de l'uranium 238 dans les sédiments au regard du fond géochimique.

7.2 ÉCHELLE LOCALE

L'analyse des données à l'échelle locale a mis en avant deux sous-bassins d'intérêt, l'un au niveau du secteur de la Besse (sous-bassins de la Maronne et de la Glane de Servièrès) et l'autre au niveau du secteur Aquitaine (sous-bassin de La Dronne). Pour ces deux sous-bassins, les données sont évaluées en fonction de la distance des prélèvements par rapport aux sites miniers.

7.2.1 SOUS-BASSINS VERSANTS DE LA MARONNE ET DE LA GLANE DE SERVIÈRES (SECTEUR LA BESSE)

Les sous-bassins versants de la Glane de Servièrès et de la Maronne drainent un certain nombre de sites miniers. L'impact potentiel des anciennes activités minières d'uranium sur la Maronne se fait par l'intermédiaire de son affluent le Riou-Tort qui draine la partie sud du site de La Besse et les sites de La Clare, du Jaladis, de Galerie des Biaurottes et enfin de La Porte (Figure 26). Le bassin versant de la Glane de Servièrès draine la partie nord du site de La Besse via son affluent le ruisseau Le Pré Bos et le site du Puits Marinié.

La Glane de Servièrès et la Maronne sont tous deux affluents de la Dordogne.

Le site de La Besse est traversé par la route départementale D145 et se situe à environ 4 km au nord-est de Saint Privat. Il se situe également à environ 4 km d'Auriac, au nord, et Saint-Julien-aux-Bois, au sud, par la route départementale D111. Il est drainé au nord par le ruisseau Le Pré Bos, affluent du ruisseau Glane de Servièrès, lui-même affluent de La Dordogne et au

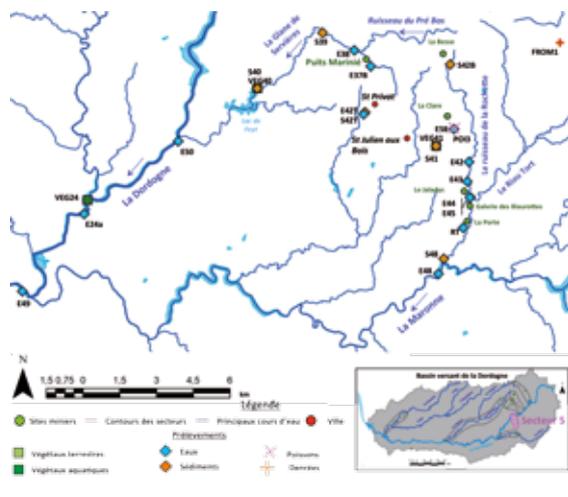


Figure 26 – SBV 2 – Sous-bassins versants de la Maronne et de la Glane de Servièrès (réseau hydrologique, localisation des sites miniers et des points de prélèvement).

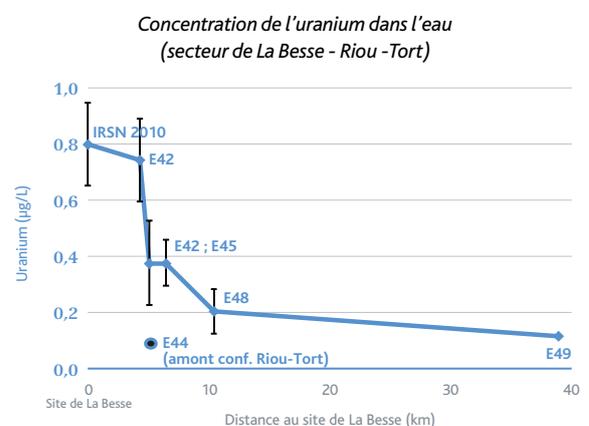


Figure 27 – Concentration de l'uranium dans l'eau du Riou-Tort.

sud par le ruisseau la Rochette, affluent du ruisseau la Riou-Tort, lui-même affluent de la rivière la Maronne qui se jette ensuite dans la Dordogne.

Des prélèvements d'eau et de sédiments ont été réalisés depuis l'aval du site de La Besse jusqu'à la Dordogne, au niveau des principales confluences des cours d'eau. Dans le cadre d'un contrôle de second niveau du programme MIMAUSA réalisé par l'IRSN en 2010, dix prélèvements d'eau et deux prélèvements, un de sol et un de sédiments, ont été effectués sur et au voisinage du site de La Besse. Les points situés en amont et en aval immédiat de la verse, à la sortie de la buse, servent de référence et sont complémentaires au plan d'échantillonnage mis en œuvre dans le cadre du constat minier. À partir de ces données, on observe que la concentration de l'uranium dans l'eau du Riou-Tort va décroissant de l'amont vers l'aval (Figure 27).

En amont du site du puits Marinié, la concentration en uranium mesurée dans le ruisseau de la Glane de Servièrès est de $0,18 \pm 0,13 \mu\text{g/L}$ (Figure 28, point E37b). Les eaux prélevées en aval des sites de La Besse et du puits Marinié présentent une teneur en uranium de l'ordre de 0,8 à 1,2 $\mu\text{g/L}$ (Figure 28, points IRSN 2010 et E38). Cette concentration se dilue en aval, au niveau de la confluence avec la Dordogne ($0,010 \pm 0,005 \mu\text{g/L}$) (Figure 26 et Figure 28, points E50 et E24a).

Les activités de l'uranium 238 dans les sédiments et dans les végétaux aquatiques (déduites de l'activité du thorium 234) décroissent de l'amont vers l'aval du bassin versant. Les sédiments prélevés dans la Glane de Servièrès, en aval du site du puits Marinié, indiquent des activités en uranium 238 de $160 \pm 70 \text{ Bq/kg sec}$ au point S39 et $119 \pm 49 \text{ Bq/kg sec}$ au point S40.

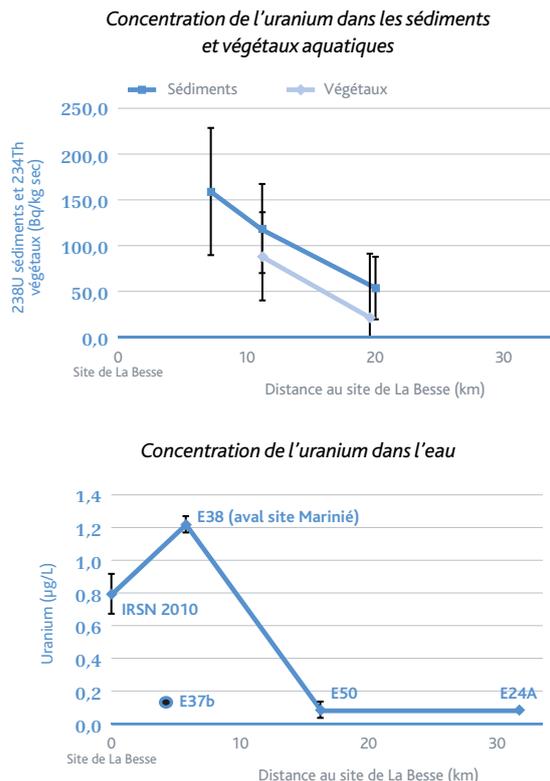


Figure 28 – Teneur en uranium dans l'eau, les sédiments et les végétaux aquatiques dans le sous-bassin versant de la Glane de Servièrès.

Après la confluence avec la Dordogne, l'activité de l'uranium 238 mesurée au point S24b est de $53,8 \pm 34,3 \text{ Bq/kg sec}$. Les végétaux aquatiques prélevés à proximité de ces points présentent des activités en uranium 238 corrélées avec celles des sédiments (Figure 28).

7.2.2 SOUS-BASSIN VERSANT DE LA DRONNE (SECTEUR AQUITAINE)

Le secteur Aquitaine du bassin versant de la Dordogne comprend les anciennes mines de Puymangou, Chantemerle I, Chantemerle II et Martin. La concentration de l'uranium dans l'eau prélevée dans ce secteur augmente de l'amont ($0,47 \pm 0,19 \mu\text{g/L}$) vers l'aval du bassin versant ($0,88 \pm 0,18 \mu\text{g/L}$). Comparativement, l'activité bêta globale augmente dans des proportions similaires à celle de l'uranium 238 (Figure 29). L'activité bêta peut être utilisée comme indicateur de la salinité de l'eau. En effet, l'eau de mer, qui contient 2,8 à 3,5 $\mu\text{g/L}$ d'uranium en fonction de son taux de salinité, remonte le bassin versant au moment des marées et influe sur la concentration de l'uranium de l'eau douce ($0,1$ à $0,5 \mu\text{g/L}$) en provenance de l'amont du bassin versant. Les concentrations plus élevées en uranium mesurées sur ce secteur s'expliquent par la contribution de l'eau de mer.



Prélèvement de sédiments.

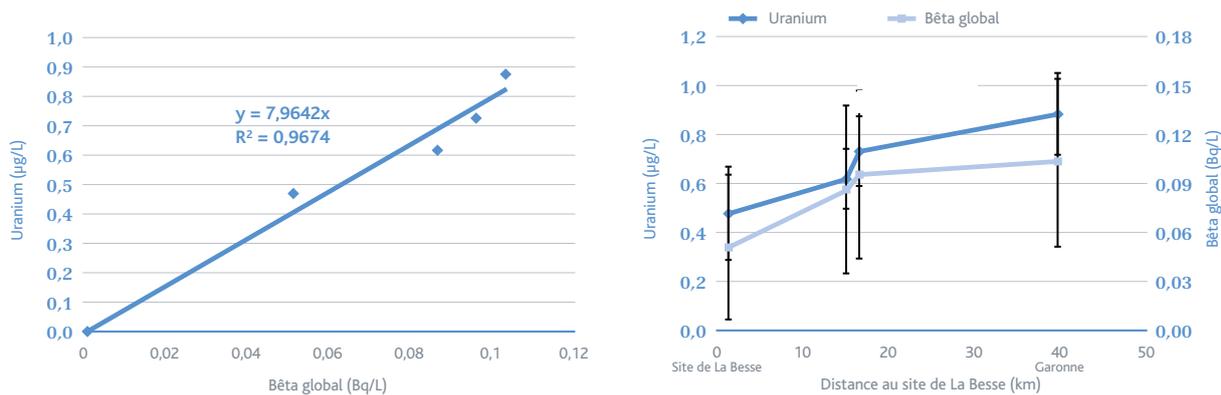


Figure 29 – Concentrations en uranium et indice bêta global dans les eaux prélevées dans le secteur Aquitaine.

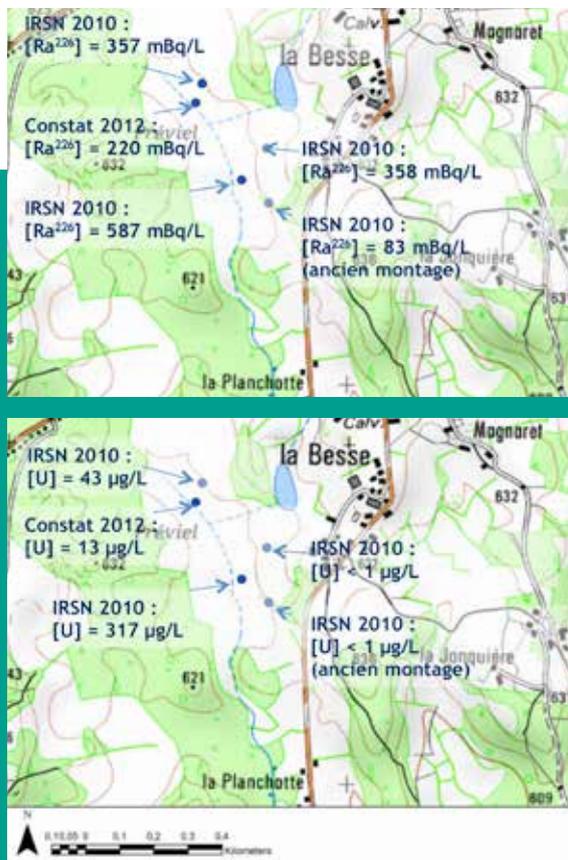
LES RÉSULTATS DANS UN ABREUVOIR

L’ancien site minier de La Besse s’étend sur les communes d’Auriac et de Saint-Julien-aux-Bois. Plusieurs parcelles situées dans l’emprise de l’ancien site minier sont utilisées comme pâturages pour des troupeaux de bovins. Plusieurs points d’eau sur ces parcelles servent d’abreuvoirs. Certains sont alimentés par des eaux traversant les anciens travaux miniers souterrains. Dans le cadre de contrôles effectués par l’IRSN en 2010 (contrôles de second niveau MIMAUSA), des concentrations parfois importantes en uranium et en radium 226 ont été mesurées dans l’eau de certains abreuvoirs.

Lors du constat minier, un éleveur a demandé à l’IRSN d’effectuer un prélèvement dans un abreuvoir qui n’avait pas fait l’objet de mesures dans le cadre du contrôle de 2010.



Les résultats des concentrations en uranium et en radium 226 dissous obtenus sont légèrement supérieurs aux valeurs caractéristiques du milieu naturel mais nettement inférieures aux valeurs relevées dans l’abreuvoir situé le plus au sud.



Concentrations en uranium dans l’environnement du site de La Besse.

7.2.3 RIVIÈRE DE LA DORDOGNE

L'uranium a été mesuré dans des échantillons d'eau prélevés depuis le barrage de Bort-les-Orgues (figure 30) dans le Cantal, jusqu'à l'embouchure de la Garonne.

L'uranium est peu ou pas détectable ($0,1 \mu\text{g/L}$) jusqu'en aval de la confluence avec la Vézère situé à environ 230 km du premier point de prélèvement ($0,17 \pm 0,12 \mu\text{g/L}$). Ces résultats peuvent être mis en regard de la teneur en uranium mesurée au niveau de l'embouchure de la Garonne qui est marquée plus significativement par l'uranium présent dans l'eau de mer ($0,88 \pm 0,17 \mu\text{g/L}$). L'augmentation de la concentration en uranium est liée à l'augmentation de l'activité bêta global qui est très dépendante de la teneur en potassium 40 de l'eau de mer et donc du gradient de salinité déjà observé dans la Dronne (Figure 31).

Les sédiments collectés dans la Dordogne présentent des activités en uranium comprises entre 22,3 et 84,5 Bq/kg sec. Ces activités sont similaires à celles rencontrées dans l'environnement courant (voir paragraphe 7.1.2).



Barrage sur la Dordogne.

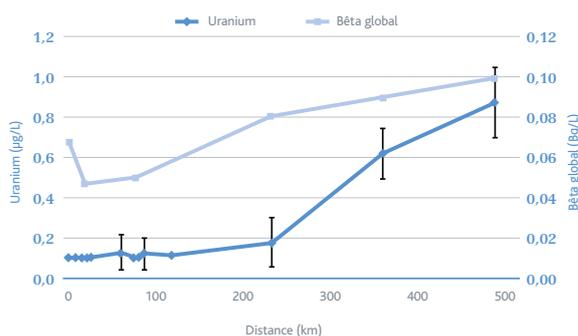


Figure 31 – Concentrations en uranium dans la rivière de la Dordogne depuis l'aval de la confluence avec la Vézère à la Garonne.

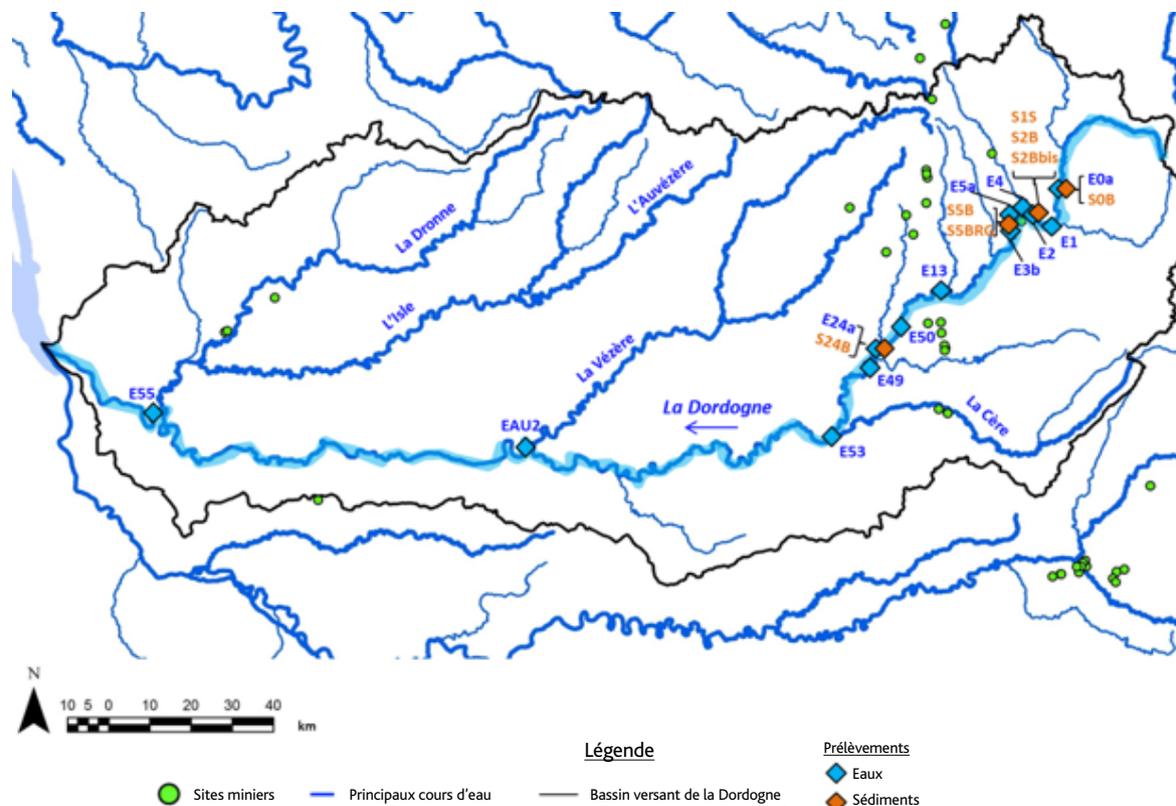


Figure 30 – Rivière de la Dordogne, réseau hydrologique, localisation des sites miniers et des points de prélèvement.

7.2.4 DENRÉES

Les prélèvements de denrées ont été réalisés en grande partie avec les partenaires locaux ; il s'agit de prélèvements de fromage (tome de Rilhac), de gibier (cerf), de poissons, de légumes et de champignons.

Les activités des principaux radionucléides de la chaîne de l'uranium 238 mesurées dans les denrées analysées dans le cadre du constat sont toutes du même ordre de grandeur (Figure 32). Elles sont légèrement supérieures à celles de l'environnement courant utilisées



Prélèvement de denrées.

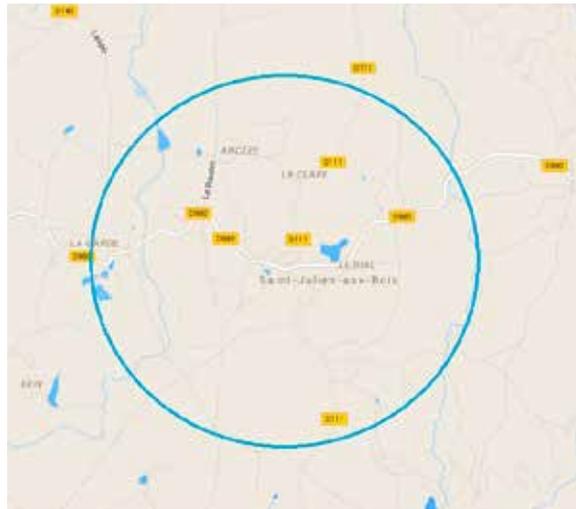


Figure 32 – Périmètre échantillonnage des denrées autour de Saint-Julien-aux-Bois.

au titre de référentiel. Il faut noter que le référentiel relatif aux teneurs en uranium 238 dans les denrées est assez limité à ce stade et ne permet pas de porter un avis critique sur les résultats obtenus. Les niveaux observés en Corrèze pourraient être liés au contexte géologique.

Le rapport entre le potassium 40 et les autres radionucléides tels que l'uranium 238 ou le radium 226 peut être utilisé comme indicateur d'activités anthropiques. Ainsi, les matrices biologiques prélevées sur un site minier, comme des végétaux aquatiques présentent des activités des principaux radionucléides supérieures au potassium 40. Dans le cas présent, les activités des principaux radionucléides sont inférieures à celles du potassium 40 (Figure 33) ce qui ne révèle pas d'influence d'activités anthropiques comme l'exploitation minière passée.

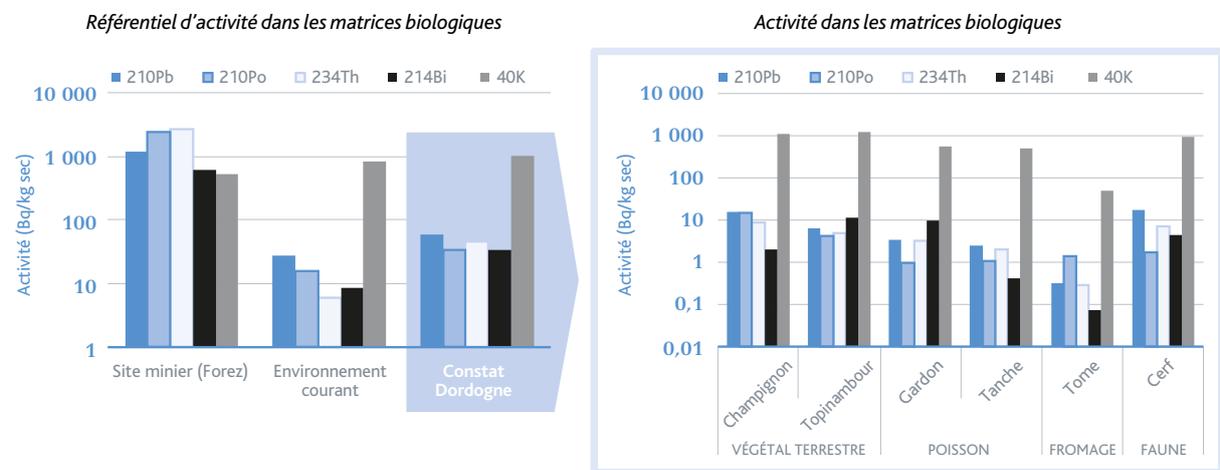


Figure 33 – Activité des principaux radionucléides mesurés dans les indicateurs biologiques.

8 CONCLUSION

De manière générale, les constats radiologiques réalisés par l'IRSN dans le cadre de sa mission de surveillance du territoire ont pour objectif principal de constituer une base de référence des niveaux d'activité des radionucléides dans l'environnement. Un constat minier pilote s'intéressant à l'environnement des sites miniers d'uranium a démarré en 2012 sur le bassin versant de la Dordogne. Ce bassin versant comprend une vingtaine d'anciennes mines d'uranium, implantées principalement sur des substrats géologiques cristallins. En se focalisant sur les principales voies de transfert des radionucléides, le constat minier assure la complémentarité entre la surveillance exercée par l'IRSN et les actions mises en œuvre sur les anciens sites miniers et dans leur environnement proche par Areva Mines, les pouvoirs publics et les associations.

L'eau constituant la voie de transfert majeure des radionucléides issus des sites miniers, l'IRSN a privilégié, pour son constat pilote, la surveillance des réseaux hydrographiques en tenant compte des usages associés (irrigation, abreuvement, pêche, etc.). À cet effet, des prélèvements d'eau mais également de sédiments, parce qu'ils présentent la capacité à concentrer la radioactivité, ont été réalisés à chaque confluence du réseau hydrographique, dans l'objectif de cartographier la distribution des concentrations en uranium et radium 226 à l'échelle du bassin versant. Des échantillons de denrées ont également été collectés. La concentration moyenne de l'uranium mesurée dans l'eau des échantillons prélevés sur l'ensemble du bassin versant de la Dordogne est de l'ordre de 0,13 µg/L. Elle est similaire aux concentrations généralement relevées dans l'environnement courant. Les concentrations en uranium les plus élevées ont été mesurées dans les secteurs de la Glane de Servières (0,22 µg/L en moyenne) et d'Aquitaine (0,53 µg/L en moyenne). S'agissant du secteur Aquitaine, cette valeur est vraisemblablement liée à la contribution de l'eau de mer, lors des marées montantes, qui se propage dans l'estuaire de la Gironde ; la concentration en uranium étant corrélée à la salinité de l'eau.

« L'expérience d'un constat avec groupe de suivi permet à la fois de progresser dans notre faculté à dialoguer avec les acteurs locaux et à affiner nos stratégies d'échantillonnage et de restitution des résultats. L'IRSN mettra à profit ces enseignements pour les futurs constats. »

Audrey LEBEAU-LIVÉ, ingénieure IRSN

L'activité moyenne du radium 226 dans l'eau du bassin versant est de 0,012 Bq/L, elle est homogène sur tous les secteurs investigués. L'activité de l'uranium 238 dans les sédiments pour l'ensemble du bassin versant est de l'ordre de 40 Bq/kg sec en moyenne, avec une dispersion homogène au sein de chaque secteur, excepté celui de La Besse qui présente une activité moyenne de l'uranium plus élevée, de 135 Bq/kg sec. Ces activités sont cohérentes avec celles rencontrées dans des environnements de type sédimentaire ou granitique. Les activités du radium 226 dans les sédiments varient dans des proportions comparables à celles de l'uranium au sein de chacun des secteurs échantillonnés. Les prélèvements de denrées ont été assurés en grande partie avec les partenaires locaux. Les activités des principaux radionucléides de la chaîne de l'uranium 238, mesurées dans ces denrées sont toutes du même ordre de grandeur. La comparaison avec les caractéristiques de l'environnement courant est, à ce stade, difficile du fait du peu de données disponibles concernant l'environnement courant.

Les différentes analyses effectuées par l'IRSN, dans le cadre du constat, montrent qu'il n'y a pas d'impact perceptible des anciens sites miniers sur l'environnement à l'échelle du bassin versant.

L'IRSN, au travers de ce constat, a souhaité mettre en application sa politique d'ouverture à la société en mettant en place des actions spécifiques de concertation avec les acteurs locaux. Ce principe d'implication des acteurs du territoire fait partie intégrante de la stratégie de surveillance radiologique de l'environnement de l'IRSN. L'implication des acteurs locaux a permis de compléter le plan d'échantillonnage proposé initialement par l'IRSN en prenant en compte leur connaissance du territoire et leurs demandes liées à des préoccupations spécifiques. Elle s'est traduite par la mise en place d'un groupe de suivi pluraliste, qui s'est réuni plusieurs fois à Saint-Julien-aux-Bois, en Corrèze. Les parties prenantes ont ainsi contribué à la définition et à la réalisation du constat et ont participé aux échanges avec la population sur le terrain. Des réunions dédiées à la restitution des résultats ont conduit à retenir un format plus lisible, améliorant ainsi l'utilité des résultats. Toutes les actions de concertation menées dans le cadre du constat minier pilote ont permis d'établir un diagnostic partagé sur la qualité radiologique du bassin versant et de renforcer les interactions entre les différents acteurs.

9.1 COMPOSITION DU GROUPE

Liste des participants au groupe de suivi pluraliste du constat radiologique minier du bassin versant de la Dordogne :

Nicole BARDI	Maire d'Auriac
Nathalie BARDIN	EPIDOR (Établissement public territorial du bassin de la Dordogne)
Viviane BATTU	EPIDOR
Nicolas BOUILLARD	Pisciculteur bio
Jean-Marie BRIANT	ONF (office national des forêts)
Valentin CORDERO	Maire de Darnets
Adeline COUTURIER	EPIDOR
Élise DE GEETERE	SHEM (exploitant de barrage)
Michel DEGRON	Membre de la société de chasse
Michel DELZONGLE	Premier adjoint au maire de Saint-Julien-aux-Bois
Didier DUPEYROUX	Agriculteur (site La Besse)
Frédéric EHRHARDT	EPIDOR
Rémi FEUILLADE	Directeur de Limair
Serge GALLIEZ	Conseiller général de Corrèze, Maire de Saint-Privat, médecin
Francis HOURTOULLE	Maire de Saint-Julien-aux-Bois
Danièle JUSSIAUX	Présidente de l'ADEX
Guillaume LALOGÉ	EPIDOR
Bernard LAVIOLETTE	EDF (exploitant de barrage)
Alain MAGNE	Membre de la société de chasse
Charles MAGNE	Agriculteur, propriétaire d'un terrain sur l'ancien site de La Besse
Vincent MAGNET	Parc naturel régional de Millevaches
André MAROT	Habitant
Frédérique MOINOT	EPIDOR
Philippe MOULIN	Membre de la société de pêche
Henri PIGEYRE	Ancien géologue de la mine de La Besse et propriétaire du Jaladis
Camille PILLET	Riveraine
Yonnel QUEVENNE	Président de l'ADEX
Daniel SOULARUE	Représentant de la Mairie de Darnets, président de Corrèze environnement
Claire TESTU-VIALANEIX	Mairie de Mauriac (jusqu'en mars 2014)
Sébastien VERSANNE	Maison de l'eau et de la pêche (19)
Benoit WIBAUX	Agence de l'eau Adour-Garonne
Gilles ALCALDE	IRSN
Valérie BRUNO	IRSN
Isabelle DUBLINEAU	IRSN
Marie-Odile GALLERAND	IRSN, pilote du groupe
Audrey LEBEAU-LIVÉ	IRSN, pilote du groupe
Christophe SERRES	IRSN
Emilie SMETS	IRSN
Damien TOURNIEUX	IRSN, pilote du groupe

9.2 PRÉSENTATION DE L'ACTION, INVITATION À Y PARTICIPER



L'IRSN : un acteur de la surveillance de l'environnement

La surveillance radiologique de l'environnement français constitue l'une des missions fondamentales confiées à l'IRSN par son décret de création. Cette surveillance s'exerce sous une forme régulière *via* des réseaux de mesure et de prélèvement déployés sur l'ensemble du territoire, en particulier autour des installations nucléaires. Afin de compléter son dispositif et d'en renforcer l'efficacité et l'utilité, l'IRSN a récemment entrepris de constituer des états de référence à l'échelle régionale au travers de la réalisation de constats radiologiques. La déclinaison de ces constats est actuellement en cours sur les territoires concernés par l'exploitation minière d'uranium.

Pour en savoir plus sur la surveillance exercée par l'IRSN : <http://environnement.irsrn.fr>

Exploitation de l'uranium exercée en France entre 1948 et 2001 :
230 sites répartis sur 25 départements
20 bassins versants concernés



■ La réalisation d'un 1^{er} constat minier sur le bassin versant de la Dordogne

Le bassin versant de la Dordogne est l'un des vingt bassins concernés historiquement par l'exploitation de l'uranium. Abritant une vingtaine d'anciens sites, il a été choisi par l'IRSN pour réaliser son 1^{er} constat minier. Ce constat vise à acquérir une connaissance fine de la distribution de la radioactivité naturelle (liée à la présence de l'uranium et de ses descendants radioactifs, en particulier le radium) dans les secteurs exploités et de manière plus générale à l'échelle du bassin. Cette connaissance viendra compléter les données déjà accessibles dans le cadre du contrôle réglementaire des sites miniers et donnera accès à un état de référence sur la radioactivité dans l'environnement aux niveaux local et régional.

Pour en savoir plus sur l'exploitation de l'uranium en France :

http://www.irsrn.fr/FR/base_de_connaissances/Environnement/surveillance-environnement/sites-miniers-uranium

■ Les actions de l'IRSN : Élaboration d'un plan d'échantillonnage en 2 étapes

L'impact des anciens sites miniers d'uranium étant essentiellement lié aux circulations d'eau, le plan d'échantillonnage est construit en fonction du réseau hydrographique. Le plan définit les lieux retenus pour effectuer les prélèvements d'eaux, de sédiments et d'indicateurs biologiques (végétaux aquatiques et poissons notamment). Les échantillons prélevés seront ensuite analysés pour déterminer les concentrations en uranium et radium en mettant en œuvre les meilleures techniques disponibles.



Réunion à Saint-Julien-aux-Bois (19)
à l'occasion de la mission d'octobre.

1 Un plan type basé sur la connaissance des sites et une description sommaire du bassin

Pour initier sa démarche de constat minier, l'IRSN établit un 1^{er} plan d'échantillonnage reposant principalement sur sa connaissance des anciens sites miniers et sur des données génériques descriptives du bassin versant étudié. L'information utilisée à cette étape est en particulier celle fournie par les bilans environnementaux produits par Areva et celle acquise par l'IRSN dans le cadre du programme MIMAUSA. Ce programme est destiné à recenser les lieux d'exploitation d'uranium en France et à rendre publique l'information correspondante.

Pour en savoir plus sur MIMAUSA : <http://mimausa.irsn.fr>

Dans le cadre du constat minier sur le bassin versant de la Dordogne, une première mission de terrain a été effectuée en octobre 2012. Elle a été l'occasion d'établir un premier contact avec les acteurs locaux (DREAL, membres des Clis, EPIDOR, agence de l'eau, maires, sociétés de chasse, fédération de pêche, agriculteurs, association de défense de l'environnement de la Xaintrie, etc.).



2 Un plan d'échantillonnage complémentaire défini au plus près des enjeux locaux

Le 1^{er} plan d'échantillonnage est complété par une 2^e mission de prélèvements destinée notamment à tenir compte d'éventuels enjeux locaux. Ces enjeux sont notamment ceux associés à des usages de l'eau particuliers ou sensibles. Pour les identifier, l'IRSN s'appuie sur les acteurs locaux concernés, en particulier ceux avec lesquels il a pu entrer en contact lors de la 1^{ère} mission.

Dans le cas du constat minier du bassin versant de la Dordogne, une 2^e mission est prévue à la fin du printemps 2013.



La possibilité de suivre le constat et de contribuer à chacune de ses étapes

Le déroulement du constat minier permet aux acteurs locaux intéressés de s'impliquer dans la définition du plan d'échantillonnage, dans sa mise en œuvre (aide aux prélèvements) mais également dans la restitution de ses résultats.

Pour cela l'IRSN a créé un groupe de suivi dont les membres suivront les étapes successives de réalisation du constat minier du bassin versant de la Dordogne tout au long de l'année 2013.

Pour de plus amples informations :

Marie-Odile Gallerand : marie-odile.gallerand@irsn.fr

Damien Tournieux : damien.tournieux@irsn.fr

Audrey Lebeau-Livé : audrey.lebeau@irsn.fr

L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) est l'expert public national des risques nucléaires et radiologiques. Il contribue à la sûreté des installations nucléaires par son appui technique à l'Autorité de sûreté nucléaire et au délégué de l'autorité de sûreté nucléaire de défense. Il assure la surveillance radiologique de l'environnement et des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants. Il mène les recherches qui lui sont nécessaires pour évaluer les risques de manière indépendante. Il contribue à l'information du public sur ces risques.

L'IRSN est un établissement public à caractère industriel et commercial placé sous la tutelle conjointe du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, du ministère du redressement productif, du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, du ministère de la défense et du ministère des affaires sociales et de la santé.



Siège social

31, avenue de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
RCS Nanterre B 440 546 018

Téléphone : +33 (0) 1 58 35 88 88

Courrier : BP 17 - 92262 Fontenay-aux-Roses Cedex

Site Internet : www.irsn.fr

9.3 MÉTHODE D'ANALYSE DES RÉSULTATS

Pour restituer dans ce bilan les mesures de la radioactivité dans l'environnement de manière plus synthétique et représentative, l'IRSN a choisi d'exprimer les résultats acquis sous la forme d'un estimateur unique qui tient compte de toutes les valeurs acquises en un point au cours de la période considérée, y compris des valeurs inférieures aux seuils de décision. Cette présentation évite de délivrer l'ensemble des résultats individuels dans des tableaux ou graphiques de manière trop répétitive, tout en restant scientifiquement rigoureuse.

L'estimateur choisi correspond à une moyenne pondérée (m), associée à une incertitude (u_m). La méthode consiste à prendre les valeurs significatives avec leur incertitude associée et à substituer aux valeurs dites inférieures au seuil de décision ($<Y$), une valeur Y associée à une incertitude de $Y/2$. Cette méthode de substitution n'est pas la plus précise mathématiquement, mais ne minimise pas l'influence possible de valeurs considérées comme non significatives.

Le meilleur estimateur de la moyenne d'un ensemble de valeurs Y_i associées à des incertitudes u_i (y compris les valeurs substituées précédemment) peut être calculé comme suit :

$$\text{Moyenne pondérée : } m = \frac{\sum_i \frac{1}{u_i^2} Y_i}{\sum_i \frac{1}{u_i^2}}$$

$$\text{avec comme incertitude : } um = \sqrt{1 / \left(\sum_i \frac{1}{u_i^2} \right)}$$

À titre d'exemple, si l'on dispose des résultats de mesures ci-dessous (Bq/L) :

Échantillon	Résultat	Incertitude
A1	130	20
A2	140	10
A3	< 160	

Le tableau des résultats pour le calcul de la moyenne pondérée est le suivant (Bq/L) :

Échantillon	Résultat	Incertitude
A1	130	20
A2	140	10
A3	160	80

$$\text{Le calcul de cette moyenne s'exprime de la façon suivante : } m = \frac{\left(\frac{130}{20^2} + \frac{140}{10^2} + \frac{160}{80^2} \right)}{\left(\frac{1}{20^2} + \frac{1}{10^2} + \frac{1}{80^2} \right)} = 138,0$$

L'incertitude associée est : $um = \sqrt{\frac{1}{(\frac{1}{20^2} + \frac{1}{10^2} + \frac{1}{80^2})}} = 9,0$

La moyenne pondérée correspondant aux trois mesures A1, A2 et A3 est donc égale à $138,0 \pm 9,0$ BQ/L.

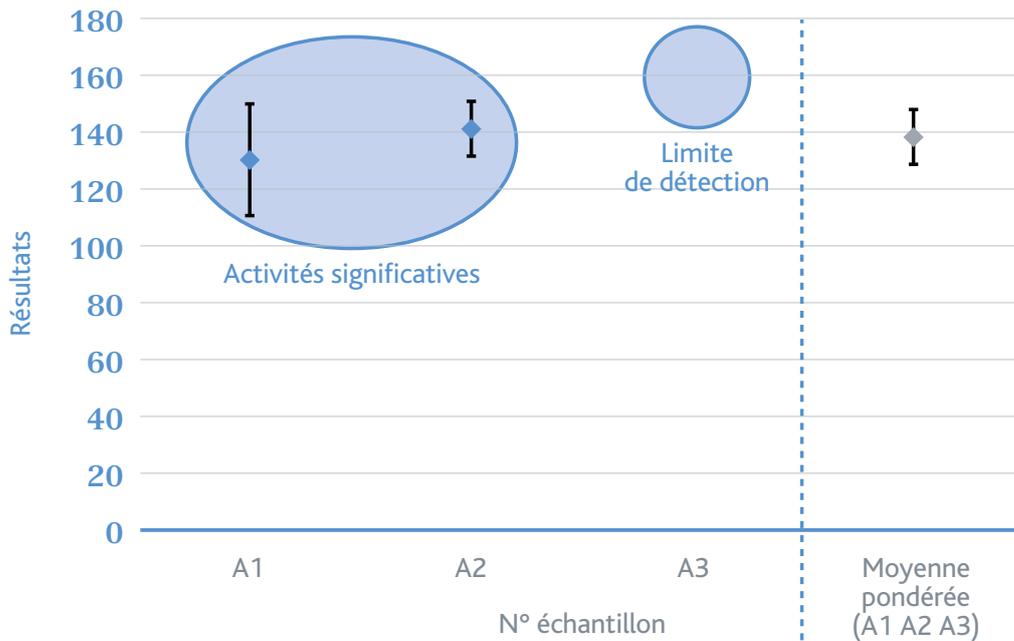


Figure 37 – Détermination de la moyenne pondérée.

9.4 AUTEURS

Marie-Odile GALLERAND IRSN
 Audrey LEBEAU-LIVÉ IRSN
 Damien TOURNIEUX IRSN

L'IRSN tient à remercier toutes les personnes qui ont collaboré à la réalisation de ce constat radiologique et plus particulièrement tous les riverains du bassin versant qui nous ont ouvert leurs accès à la rivière dans leurs jardins et dans leurs lieux d'activité.

Siège social

31, avenue de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
RCS Nanterre B 440 546 018

Téléphone

+33 (0)1 58 35 86 57

Courrier

B.P. 17
92262 Fontenay-aux-Roses Cedex

Site Internet

www.irsn.fr