

Etat radiologique de l'environnement autour du site de Saint Pierre (Cantal)

Tierce expertise IRSN
Volet 1 : Etat des lieux et identification des
investigations complémentaires à effectuer

DEI/SARG/2006-002

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET DE L'INTERVENTION
Service d'analyse des risques liés à la géosphère

SOMMAIRE

1 INTRODUCTION	3
1.1 ORIGINE ET OBJECTIF DE LA DEMANDE	3
1.2 MODALITES DE DEROULEMENT DE L'ETUDE	3
1.3 MODALITES DE REALISATION DE LA PREMIERE ETAPE	4
2 RAPPEL DES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DU SITE	4
2.1 GEOGRAPHIE PHYSIQUE ET HUMAINE	4
2.1.1 Population, activités agricoles, loisirs, ressource en eau.....	4
2.1.2 Climat, hydrographie, topologie	5
2.2 CONTEXTE GEOLOGIQUE ET MINERALOGIQUE	5
2.3 ACTIVITES MINIERES	6
2.3.1 Extraction du minerai.....	6
2.3.2 Traitement sur site.....	6
2.3.3 Traitement des rejets	6
2.3.4 Gestion des stériles et résidus et réaménagement	7
3 ETAT DES CONNAISSANCES : ANALYSE PAR COMPARTIMENT	8
3.1 EXPOSITION EXTERNE.....	9
3.1.1 Inventaire des données disponibles	9
3.1.2 Premiers enseignements	10
3.1.3 Propositions d'analyses complémentaires.....	10
3.2 RADON ET POUSSIERS	11
3.2.1 Inventaire des données disponibles	11
3.2.2 Premiers Enseignements	11
3.2.3 Propositions d'analyses complémentaires.....	12
3.3 EAUX SOUTERRAINES	12
3.3.1 Inventaire des données disponibles	12
3.3.2 Premiers Enseignements	12
3.3.3 Propositions d'analyses complémentaires.....	13
3.4 EAUX DE SURFACE	13
3.4.1 Le plan d'eau	13
3.4.2 Le Combret	15
3.4.3 La réserve d'eau.....	15
3.4.4 Propositions d'analyses complémentaires.....	16
3.5 SEDIMENTS	16
3.5.1 Les sédiments du plan d'eau	16
3.5.2 Les sédiments du Combret.....	18
3.6 FAUNE ET FLORE AQUATIQUE.....	18
3.6.1 Poissons	18
3.6.2 Végétaux aquatiques.....	19

3.7 PRODUITS ALIMENTAIRES	20
3.7.1 Produits végétaux	20
3.7.2 Produits animaux	21
4 BILAN ET RECOMMANDATIONS	22
5 LES ASPECTS FINANCIERS	25
6 REFERENCES	26
ANNEXE 1 : QUELQUES RESULTATS DES MESURES EFFECTUEES SUR LE SITE ET DANS SON ENVIRONNEMENT	29
ANNEXE 2 : ESTIMATION DU CHIFFRAGE DE LA SECONDE PHASE DE LA TIERCE EXPERTISE	35
ANNEXE 3 : ENCHAINEMENT POSSIBLE DES OPERATIONS	38
ANNEXE 4 : FIGURES	39
ANNEXE 5 : PHOTOS DU SITE ET DES POINTS PARTICULIERS CITES	45

1 INTRODUCTION

1.1 ORIGINE ET OBJECTIF DE LA DEMANDE

Le préfet du Cantal a demandé à COGEMA par courrier du 17 juin 2005 de faire vérifier la pertinence des études et mesures disponibles sur l'ancien site minier de Saint-Pierre, pour ce qui concerne les risques liés à la radioactivité (cf. Référence 1 au paragraphe 6).

Il s'agit notamment :

- de définir le plus complètement possible le périmètre d'influence potentielle du site pour les trois vecteurs (eau, air et sols) au vu des études disponibles et en tant que de besoin au moyen d'analyses complémentaires,
- d'évaluer l'impact radiologique sur les populations vivant, travaillant ou séjournant dans l'environnement du site industriel réaménagé,
- de proposer une évolution du dispositif de surveillance actuel en vue de le rendre plus adapté et fiable.

La réalisation de cette tierce expertise a été confiée à l'IRSN.

1.2 MODALITES DE DEROULEMENT DE L'ETUDE

Une réunion a été organisée le 4 août 2005 dans les locaux de la DRIRE de Clermont-Ferrand afin de préciser les objectifs et les modalités de réalisation de la tierce expertise.

Un déroulement en trois étapes avec présentation des éléments intermédiaires à la fin de chaque étape a été défini :

- **1^{ère} étape - Partie historique bibliographique** : analyse de l'ensemble des documents existant afin de préciser les éléments complémentaires indispensables (analyses, prélèvements, études...) pour obtenir l'état radiologique actuel du site ;
- **2^{ème} étape - Investigations complémentaires** de façon à obtenir un état radiologique le plus complet et fiable possible du site ;
- **3^{ème} étape - Elaboration des recommandations pour le suivi radiologique du site permettant de préparer l'arrêté préfectoral de surveillance**. Cette étape comprendra un bilan de l'état radiologique du secteur ainsi qu'une évaluation de l'impact sanitaire des populations vivant, travaillant ou séjournant sur le site.

Le présent rapport synthétise l'état d'avancement à l'issue de la première étape. Il reprend les points présentés et discutés le 23 novembre 2005 devant le groupe technique mis en place par la DRIRE Auvergne et dans lequel sont représentées, outre la DRIRE, la DDAF et la DDASS du Cantal, l'association FRANE (Fédération Régionale Auvergne Nature Environnement) et COGEMA.

1.3 MODALITES DE REALISATION DE LA PREMIERE ETAPE

Le but de cette étape est de définir les recherches et investigations complémentaires à mener afin de statuer sur l'impact radiologique auquel sont soumises les populations du fait de l'exploitation du gisement d'uranium de Saint Pierre et le cas échéant d'affiner la connaissance des mécanismes de transfert afin d'améliorer le dispositif de surveillance.

Pour atteindre cet objectif, la démarche a consisté dans un premier temps à retracer l'historique du site, de son exploitation ainsi que les conditions de son réaménagement au travers de l'analyse des documents existants. Cette analyse a par ailleurs permis d'étudier le contexte naturel et humain du secteur de Saint Pierre, d'identifier les différentes voies potentielles de transfert des radionucléides dans l'environnement et de faire le bilan des données analytiques existantes pour caractériser sa contamination sur le plan radiologique. Elle a été complétée par une mission sur site le 9 septembre 2005.

Les documents réunis ont pour la part la plus importante été transmis par COGEMA lors de la réunion du 4 août 2005.

Les documents transmis par COGEMA constituent un dossier d'environ 30 pièces et 700 pages (cf. références au chapitre 6). M. le Maire de Saint Pierre a complété ces informations par la transmission d'une thèse en possession de la mairie portant sur les minéralisations uranifères et la géologie du site. L'IRSN s'est également appuyé sur les mesures réalisées en 2001 par la DDASS dans le cadre des dépistages de radon dans les bâtiments recevant du public, ainsi que sur ses propres sources, en particulier les mesures de radon en extérieur effectuées sur le site de Saint Pierre en 1993 et diverses publications traitant du gisement d'uranium de Saint Pierre.

2 RAPPEL DES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DU SITE

2.1 GEOGRAPHIE PHYSIQUE ET HUMAINE

2.1.1 POPULATION, ACTIVITES AGRICOLES, LOISIRS, RESSOURCE EN EAU

La commune de Saint Pierre compte 148 habitants au recensement de 1990 répartis principalement sur le bourg (31 habitants), les hameaux de Gioux (38 habitants) et Chaissac (25 habitants) (voir le plan général de situation sur la figure 1 présentée en annexe 4).

Sa superficie est de 1427 ha, dont 845 ha de surfaces agricoles composées de prairie, cultures fourragères, céréales. Le cheptel est constitué de bovins (503 têtes) et volailles (recensement agricole pour l'année 2000).

Sa situation, dans une boucle de la Dordogne, lui confère une vocation touristique. Un camping de 50 emplacements a été créé en marge de l'emprise de l'ancien site minier, ainsi qu'un stand régional de tir. Un plan d'eau de 1 ha dévolu à la pêche et à la baignade a été créé en 1987, le plan d'eau a été agrandi en 2000, sa surface actuelle est de 7 ha.

Sur le plan de l'alimentation en eau potable, la commune est desservie par le syndicat des eaux du Font-Marilhou à Ydes (SIDRE du Font-Marilhou). Selon les informations communiquées par la Mairie, la ressource en eau se trouve à 35 kilomètres de Saint Pierre, hors influence du site.

Il est à mentionner qu'une partie du village dont l'église, située sur le gisement d'uranium, a été déplacée et reconstruite à proximité avant exploitation du gisement.

2.1.2 CLIMAT, HYDROGRAPHIE, TOPOLOGIE

Situé sur la façade ouest du Massif Central, le village de Saint Pierre subit principalement l'influence océanique. La pluviométrie annuelle moyenne, mesurée à la station de Saignes située à 13 km à l'est, est de 1015 mm sur les relevés des années 1958 à 1991 (source DDE).

Le dossier transmis par COGEMA ne comporte pas de données relatives au régime des vents. Une demande d'information sur le sujet a été faite à COGEMA à l'occasion de la réunion de présentation devant le groupe de travail technique le 23 novembre 2005.

La commune est située sur un plateau granitique à une hauteur moyenne de 600 mètres d'altitude, le site minier se trouve à 600 m au niveau du bourg et son altitude s'abaisse à 560 m côté nord.

En fonction de la topographie, les eaux du site minier sont drainées vers le nord nord-est en direction du ruisseau du Combret et pour la partie sud vers le plan d'eau communal puis le ruisseau de Gioux. Un autre réseau hydrographique de moindre importance est identifiable sur le flanc ouest du site. Le Combret rejoint la Dordogne environ 180 m en contrebas du site.

Sur les 90 ha qui constituent la superficie du bassin versant du plan d'eau communal, environ 8 ha sont occupés par le site de l'ancienne mine d'uranium. Ce plan d'eau est alimenté par des sources captées, par la pluie et la nappe aquifère qui affleure la surface des terrains immergés (source DDE).

Le trop plein du plan d'eau se déverse dans le ruisseau de Gioux. Ce ruisseau reçoit le ruisseau de Chaumeil et rejoint la Dordogne 1900 m plus loin, dans la retenue du barrage de l'Aigle, en amont du pont de Vernéjoux.

Le plan d'eau communal, son bassin versant et la position du gisement uranifère sont localisés sur la figure 2 de l'annexe 4.

2.2 CONTEXTE GEOLOGIQUE ET MINERALOGIQUE

Le gisement minier uranifère de Saint Pierre se situe dans un lambeau de sables oligocènes qui s'étend dans une boucle de la Dordogne entre les villages des Teldes au nord et de Lacollange au sud. La zone minéralisée s'étend sur environ 4 km², l'épaisseur des sables y est au plus de quelques dizaines de mètres. Les formations oligocènes reposent sur le socle granitique constitué par le granite d'Ussel.

Le gisement est en grande partie encastré dans un compartiment effondré compris entre une grande faille nord orientée ENE-WSW (faille bordière nord) et une faille sud parallèle à la première. Ces deux failles s'amortissent dans la partie ouest du gisement (source A. Brassens).

La carte géologique du site de Saint Pierre est reprise sur la figure 3 de l'annexe 4. L'uranium se trouve essentiellement à l'état d'oxydation VI sous la forme de phosphates et vanadates d'uranyle

(UO_2)²⁺ et de calcium et baryum (autunite et francevillite). La présence de phases réduites UO_2 et de minerais jeunes à fortes teneurs en uranium (1 à 4%) a également été reconnue.

Les minerais jeunes présentent un déséquilibre favorable à l'uranium chimique, le rapport des activités de l'uranium 238 par rapport au radium 226 est dans ce cas supérieur à 1.

2.3 ACTIVITES MINIERES

Le site a été exploité de 1958 à 1985 avec une interruption de 10 ans par la Société centrale de l'uranium et des minerais et métaux radioactifs (SCUMRA), à laquelle s'est substituée la Société des mines de Jouac (SMJ) à la fin des années 1980. Actuellement le site réaménagé est géré par COGEMA. L'emprise du site minier est présentée en figure 4 de l'annexe 4.

2.3.1 EXTRACTION DU MINERAI

Compte tenu de la faible profondeur du gisement et de la nature des formations (sables, galets, argiles), l'uranium a été exploité en mine à ciel ouvert à une profondeur maximale d'environ 20 mètres. L'exploitation du gisement s'est effectuée en deux phases : la 1^{ère} de 1958 à 1965 puis une 2^{nde} de 1975 à 1980. Les minerais extraits ont été envoyés pour traitement à l'usine SIMO de Bessines (Haute-Vienne) jusqu'en 1977 puis traités dans l'usine construite sur place.

Compte tenu de l'extension du gisement, les zones excavées restent localisées pour l'essentiel sur l'emprise actuelle du site. Parmi celles-ci, 3 zones ont fait l'objet de travaux d'excavation plus importants (MCO, bassins des résidus, sud du cimetière). Le plan d'ensemble du gisement avec la situation des principaux panneaux d'exploitation est présenté en figure 5, annexe 4.

2.3.2 TRAITEMENT SUR SITE

Les sables grossiers (granulométrie supérieure à 80 μm) ont été traités en stalles de lixiviation.

Les sables fins (granulométrie inférieure à 80 μm) ont été traités dans l'usine de traitement construite à Saint Pierre et opérationnelle en 1977.

De 1980 à 1985 l'activité de l'usine s'est poursuivie avec le traitement des marginaux de Saint Pierre (minerai à faible teneur) et du minerai provenant d'autres sites : Chaux Maillat et La Ribière (Creuse), Le Longy et La Porte (Corrèze), Bertholène (Aveyron).

2.3.3 TRAITEMENT DES REJETS

La neutralisation et la décantation des fines issues des procédés de traitement étaient effectuées en 3 bassins de décantation successifs retenus par une digue collinaire et édifiés en 1976.

Un traitement des effluents liquides au chlorure de baryum (BaCl_2) a été mis en place à dater de 1980 en vue de l'élimination du radium.

Le tableau ci-après repris du rapport de cessation d'activité SMJ 2002 présente les chiffres clés de l'exploitation minière en MCO à Saint Pierre.

Exploitation minière à Saint Pierre	Usine de traitement	Tonnage MINERAI (t)	Teneur en U (‰)	Tonnage METAL (t)	Tonnage STERILES (t)
Exploitation - 1958-1965	SIMO Bessines	288 475	2,84	819,5	868 870
Exploitation - 1975-1977	SIMO Bessines	55 139	2,59	142,6	282 523
Exploitation - 1977-1980	Usine de Saint-Pierre	228 003	1,33	303	969 998
Exploitation des minerais marginaux	Usine de Saint-Pierre	162 886	0,52	85	132 567
Total exploitation MCO de Saint Pierre		734 503	1,84	1350	2 253 958

Bilan de l'exploitation minière à Saint Pierre

Le bilan du minerai traité en stalles de lixiviation et en usine à Saint Pierre apparaît sur le tableau suivant (sources : Rapport SMJ 2002).

Traitement à l'usine de Saint Pierre	Tonnage MINERAI (t)	Teneur en U (‰)	Tonnage METAL (t)
Traitement du minerai sur site (1977-1980)	228 003	1,33	303
Traitement des minerais marginaux (1981-1985)	135 499	0,55	74
Traitement des minerais extérieurs à Saint Pierre (1981-1985)	198 297	1,29	255
Total traitement usine de Saint Pierre	561 799	1,13	632

Traitement du minerai à Saint-Pierre (lixiviation et usine)

2.3.4 GESTION DES STERILES ET RESIDUS ET REAMENAGEMENT

Les résidus de la lixiviation statique et une partie des stériles ont servi au comblement des excavations au fur et à mesure de l'exploitation et jusqu'en 1985.

Une grande partie des stériles a été utilisée pour l'édification d'une digue collinaire (cf. 2.3.3) servant à retenir les résidus de traitement fins et les boues de traitement chimique stockés dans 3 bassins de décantation.

L'usine de traitement a été démantelée entre 1989 et 1990, les équipements ont été transférés aux usines de la société SMJ de Jouac et Bertholène, les gravats de démolition ont été stockés sur place.

Le comblement des stalles et bassins de lixiviation par des stériles et résidus de lixiviation a eu lieu à la même période (1989-1990).

La figure 6 en annexe 4 montre l'emplacement des produits stockés sur le site de Saint Pierre.

Les travaux de couverture des fondations de l'usine, des stalles et bassins de lixiviation, du chenal de traitement des eaux ont été réalisés en 1991-1992 à l'aide de stériles de découverte et de matériaux retirés de la zone du stand de tir.

La phase de compaction, de stabilisation et de couverture des bassins de stockage des résidus fins et boues s'est étalée sur plusieurs années : 1994 à 1997, ainsi que le remodelage de la digue.

Les travaux de nivellement et de mise en place de terre végétale ont eu lieu de 1999 à 2000.

A l'issue du réaménagement, il subsiste donc sur le site un stockage de déchets générés par l'exploitation et le traitement des minerais d'uranium. Ce stockage consiste pour l'essentiel en un remblaiement des excavations réalisées dans la formation oligocène. Les déchets sont recouverts par des matériaux de couverture destinés à servir d'écran vis-à-vis de l'exposition radiologique et des transferts de radon. Il n'existe par contre aucune barrière de confinement vis-à-vis des écoulements souterrains. La maîtrise de l'impact radiologique du stockage ne repose, de ce point de vue, que sur :

- l'hypothèse de faible lixiviation et de faible perméabilité des déchets et le rôle favorable des réactions de cimentation progressive des résidus,
- la connaissance des transferts via les eaux souterraines et la surveillance des exutoires identifiés.

Le tableau suivant donne l'inventaire des produits stockés sur le site de Saint Pierre (sources : données SMJ 2002).

	Tonnage des produits stockés et teneur moyenne en uranium	Activité du radium 226	Observations
Stériles	2 253 958 t <i>20 à 50 ppm</i>	0,6 à 1,4 TBq	Famille considérée à l'équilibre séculaire
Minerai marginal non traité	27 387 t <i>402 ppm</i>	0,1 TBq	Famille considérée à l'équilibre séculaire Teneur en U > 300ppm (cf. décret 90-222)
Résidus de lixiviation	507 760 t <i>159 ppm</i>	5,4 TBq	Nucléide majeur : radium 226
Résidus fins de l'usine et boues chimiques	70 000 t <i>168 ppm</i>	2,4 TBq	Nucléide majeur : radium 226

Nature et masse des produits stockés à Saint Pierre

3 ETAT DES CONNAISSANCES : ANALYSE PAR COMPARTIMENT

Afin d'identifier les données complémentaires nécessaires, une analyse des informations disponibles a été effectuée pour chacun des compartiments selon les étapes suivantes :

- 1) Inventaire des données disponibles : cette étape vise à apprécier la diversité des sources d'information, la couverture spatiale et temporelle auxquelles elles correspondent, la nature des paramètres mesurés ;

- 2) Premiers enseignements : dans le prolongement de l'étape précédente, il s'agit ici de juger les niveaux des activités mesurées et d'évaluer la cohérence et l'exhaustivité des données disponibles ;
- 3) Propositions d'investigations complémentaires : les propositions en réponse aux objectifs fixés dans le cadre de la tierce-expertise à savoir, en premier lieu, évaluer l'impact radiologique sur les populations et adapter le dispositif de surveillance. Éventuellement, des besoins répondant de façon moins immédiate à ces objectifs peuvent être listés. C'est en particulier le cas lorsqu'ils permettent de répondre à une exigence de compréhension (de l'origine de l'activité mesurée par exemple) ou aux interrogations qu'il est possible d'anticiper de la part des populations ou des associations.

Les principaux résultats des mesures de radioactivité concernant les différents compartiments apparaissent en Annexe 1. Les résultats présentés ne sont pas exhaustifs, ils ont été choisis pour donner une première indication de la situation actuelle du site et de son environnement, de la nature des mesures réalisées, de la diversité des laboratoires qui en sont à l'origine et de la variabilité des résultats obtenus en fonction de l'objectif recherché. Les résultats de mesure concernant la chaîne alimentaire (légumes, fruits, lait, volailles), en limite de détection pour la plupart, ne sont pas repris dans les tableaux en annexe.

3.1 EXPOSITION EXTERNE

3.1.1 INVENTAIRE DES DONNEES DISPONIBLES

COGEMA :

Dans le cadre de la surveillance régulière du site, COGEMA dispose de 12 points de mesure (dosimètres thermo-luminescents) permettant un suivi continu de l'irradiation gamma ambiante sur une période donnée, sur et autour du site (9 stations sur le site et 3 stations, respectivement au niveau du camping, du lotissement et de la mairie),

Par ailleurs COGEMA a réalisé en 2002 une cartographie du flux de rayonnement gamma (mesures au scintillomètre SPP2 avec une maille de 10x10m) sur l'emprise du site ainsi que du lotissement, de la zone Sud et Est du cimetière.

SUBATECH :

SUBATECH a procédé à un balayage radiométrique (mesure du flux de rayonnement et du débit de dose gamma) à la demande de la Mairie en juin 2004. Les zones suivantes ont ainsi été contrôlées : le stade de football, la bande de servitude devant le lotissement, le terrain de M.Chassang appartenant au lotissement, la zone agricole face au lotissement, la place de la Mairie, le cimetière, les bords du plan d'eau. SUBATECH a réalisé un zonage à partir de valeurs moyennes et a relevé les valeurs maximales.

CRIIRAD :

CRIIRAD a réalisé une mission de terrain en juillet 2003 autour du site à la demande d'associations locales. Les investigations radiométriques (mesure du flux de rayonnement gamma) ont porté sur le

terrain de football, la proximité du lotissement, le sud du stand de tir, la bordure nord-est du lac et le secteur nord-est du site côté Combret.

3.1.2 PREMIERS ENSEIGNEMENTS

On relève une bonne densité et une bonne couverture spatiale des mesures de débit de dose ambiant sur le site et dans son voisinage.

Plusieurs sources de données permettent de recouper et de conforter les résultats.

Les données disponibles permettent d'identifier l'existence de points singuliers, plus ou moins étendus, sur lesquels le débit de dose est jusqu'à 10 fois supérieur aux valeurs observées en moyenne.

L'origine de ces points singuliers ou marquages éventuels est délicate à apprécier en l'absence de mesures de débit de dose sur une zone pouvant servir de référence naturelle, hors influence du site et dans un contexte géologique identique. L'évaluation de la dose reçue par les populations du fait de la présence du site minier est calculée à partir des mesures de surveillance auxquelles est retranché un bruit de fond naturel traduisant la présence de radioactivité d'origine naturelle dans l'environnement non exploité du site. On parle alors de dose ajoutée. Dans le cas du site de Saint Pierre, le calcul de la dose par exposition externe ajoutée est réalisé par COGEMA en utilisant comme référence pour le milieu naturel la valeur moyenne des doses mesurées sur les stations de référence de ses divers sites miniers français.

3.1.3 PROPOSITIONS D'ANALYSES COMPLEMENTAIRES

La connaissance du site après réaménagement serait à compléter en procédant à la cartographie de l'ancienne parcelle Marion à l'ouest du site ainsi qu'à celle de la parcelle du stand de tir. Ces deux parcelles ont été partiellement balayées lors de la cartographie effectuée par COGEMA en 2002. Elles n'ont pas non plus été totalement étudiées lors des investigations menées par les différents organismes intervenus sur le site. La parcelle Marion est pourtant répertoriée dans les dossiers fournis par COGEMA comme ayant accueilli un dépôt de marginaux dans le passé, puis dans sa partie sud des résidus de lixiviation et les matériaux retirés des berges du plan d'eau. La parcelle du stand de tir se situe elle à proximité immédiate d'un secteur du site ayant fait l'objet de travaux d'exploitation importants (secteur de la MCO).

Pour ce qui concerne l'évaluation de l'impact sur les populations, en l'absence de mesures de débit de dose de référence local, il convient de rechercher une station sur le même contexte géologique et hors influence du site. Les recherches pourraient s'orienter vers la concession de Puy de Teldes au nord des limites de l'ancien permis d'exploitation, aucune activité minière n'ayant été entreprise dans l'emprise de cette concession.

3.2 RADON ET POUSSIÈRES

3.2.1 INVENTAIRE DES DONNÉES DISPONIBLES

COGEMA

Le réseau de surveillance mis en place par COGEMA comporte 5 dosimètres de site (2 sur site, 3 respectivement au niveau du camping, du lotissement et de la mairie). Ces dosimètres fournissent une mesure intégrée mensuelle du radon dans l'air extérieur (mesure de l'énergie alpha potentielle volumique des descendants à vie courte du radon, l'EAP_{V222}) et de la radioactivité des poussières atmosphériques (mesure de l'activité alpha volumique des radionucléides à vie longue des poussières aspirées et déposées sur filtre d'air).

IPSN (devenu IRSN en 2002)

En juin 1993, l'IPSN a mené une campagne de mesure du flux d'exhalaison et de l'activité volumique du radon sur le site. Des mesures en continu de l'activité volumique du radon ont également été effectuées le long de différents parcours autour du site et dans son environnement éloigné à l'aide d'un camion laboratoire ainsi que des mesures de débit de dose gamma.

3.2.2 PREMIERS ENSEIGNEMENTS

Les mesures disponibles suggèrent que le réaménagement du site et en particulier la mise en place de matériaux de couverture contribuent de façon a priori notable à la diminution des transferts de radioactivité par la voie atmosphérique :

- Poussières : résultats $< 1 \text{ mBq.m}^{-3}$,
- Radon : les flux d'exhalaison les plus élevés se trouvent au niveau des stalles de lixiviation, tandis que les flux sur la couverture des bassins sont plutôt faibles,
- EAP_{V222} : il n'y a pas de différence importante entre le site et la mairie ou le camping.

L'influence actuelle du site est cependant difficile à établir en l'absence de référence locale. Pour l'évaluation de l'impact radiologique associé au site, COGEMA compare à la moyenne des stations « milieu naturel » sur ses sites français.

Les mesures effectuées par l'IPSN le long de parcours en bordure du site mettent en évidence une activité volumique en radon accrue le long du Combret ($> 400 \text{ Bq.m}^{-3}$). Ce résultat traduit une variabilité spatiale. Elle peut-être liée à la configuration topographique du cours d'eau (secteur très encaissé et donc moindre dilution du radon dans l'atmosphère) et à la présence de l'affleurement de granite sur la zone concernée mais cette hypothèse n'est pas la seule envisageable.

Il n'y a pas de données sur la concentration en radon dans l'habitat sur la commune de Saint Pierre. Une mesure a été réalisée du 08/11/2000 au 11/01/2001 dans une salle de classe de l'école du village (mesure campagne DDASS dans les ERP). La valeur obtenue (270 Bq.m^{-3}) est inférieure au niveau d'action (400 Bq.m^{-3} en valeur moyenne annuelle) fixé par la réglementation.

3.2.3 PROPOSITIONS D'ANALYSES COMPLEMENTAIRES

Une station de référence pour la mesure de l'énergie alpha potentielle volumique des descendants à vie courte du radon et de l'activité alpha volumique des radionucléides à vie longue contenus dans les poussières est à rechercher sur le même contexte géologique et hors influence du site afin de permettre l'estimation de l'exposition radiologique ajoutée du fait de l'inhalation de radon et de poussières. De la même manière que pour l'exposition externe, les recherches pourraient s'orienter vers la concession du Puy de Teldes après vérification que celle-ci est bien hors de l'influence principale du site vis-à-vis des transferts atmosphériques.

Des mesures de radon le long du plan d'eau et jusqu'au village de Gioux pourraient être entreprises à l'aide d'un camion laboratoire (mesures de jour et de nuit) afin d'évaluer les transferts éventuels en radon dans l'environnement sud du site.

Afin d'évaluer l'exposition associée à l'inhalation de radon en atmosphère intérieure, il serait nécessaire de réaliser des mesures de l'activité volumique du radon à l'intérieur d'habitations situées dans la zone d'influence possible du site. Ces mesures pourraient concerner :

- des maisons particulières : il conviendrait de cibler en priorité les maisons anciennes bâties sur le gisement et à proximité immédiate du site ainsi que les maisons du lotissement en bordure directe du site,
- des bâtiments recevant du public : nouvelles mesures à l'école et mesures à la mairie.

3.3 EAUX SOUTERRAINES

3.3.1 INVENTAIRE DES DONNEES DISPONIBLES

La connaissance des écoulements et des possibilités de transfert de radioactivité depuis le site via les d'eaux souterraines repose pour l'essentiel sur une étude ANTEA de 2000 figurant dans le dossier COGEMA. Celle-ci retient l'hypothèse d'un drainage des formations oligocènes, au niveau du site, par le Combret au Nord et vers le plan d'eau au sud. Le granite sur lequel reposent ces formations est supposé constituer un milieu de faible perméabilité. Il est à noter qu'il n'existe aucun ouvrage de surveillance des eaux souterraines (piézomètre).

La connaissance des caractéristiques radiologiques des eaux repose principalement sur le suivi des eaux collectées aux débouchés de réseaux de drainage ou aux points d'émergence naturelle. Les données correspondantes sont décrites au paragraphe 3.4.1 ci-après.

3.3.2 PREMIERS ENSEIGNEMENTS

Comme indiqué au paragraphe 2.3.4, le stockage des résidus de lixiviation, des minerais marginaux et des résidus d'usine s'est effectué directement dans les sables des formations oligocènes sans mise en place d'une barrière de confinement. Les produits stockés, bien que compactés et sous couverture, se trouvent ainsi en contact avec les eaux souterraines.

Le site est donc à l'origine de rejets diffus par la voie eaux souterraines. Ces rejets sont contrôlés au nord au niveau de l'exutoire du Combret et au sud en divers points d'alimentation du plan d'eau.

Afin d'évaluer la pertinence de ce dispositif de surveillance, il est fondamental de vérifier que les hypothèses relatives aux écoulements sont correctes et qu'il n'existe pas de possibilités de transfert vers des zones sur lesquelles les eaux souterraines ne sont pas surveillées, par exemple dans le secteur nord-ouest du site.

3.3.3 PROPOSITIONS D'ANALYSES COMPLÉMENTAIRES

Compte tenu des caractéristiques du site et de l'importance potentielle des transferts par les eaux souterraines, il paraît indispensable de disposer d'une meilleure compréhension de l'hydrogéologie du site et des directions d'écoulement.

Dans un premier temps, il serait nécessaire de recueillir des informations complémentaires au travers d'une mission de terrain. Celle-ci pourrait avoir pour objectif :

- la réalisation d'un nivellement piézométrique de base à partir des points d'eau et ouvrages existants : Combret, plan d'eau, réserve d'eau sur le site, drains, fossés, puits Vigier et Gérémy, éventuels puits ou forages réalisés par des particuliers ou des agriculteurs.
- la recherche d'émergences des eaux souterraines, en particulier au contact du granite et des sables oligocènes, et le prélèvement et la caractérisation (a minima pH, U, Ra) des eaux recueillies en ces points.

Dans un second temps, et en fonction des résultats obtenus au travers de l'étude de terrain, il serait nécessaire de prévoir l'implantation de piézomètres afin d'améliorer le dispositif de surveillance des eaux souterraines. La définition des emplacements et des caractéristiques de ces piézomètres ainsi que leur réalisation seraient à effectuer par COGEMA.

3.4 EAUX DE SURFACE

3.4.1 LE PLAN D'EAU

3.4.1.1 Inventaire des données disponibles

Des séries de données obtenues par plusieurs laboratoires sont disponibles :

COGEMA : suivi régulier du pH et des concentrations en uranium et radium (U et Ra) au niveau du centre du plan d'eau, du puits Gérémy et du puits Vigier,

CRIIRAD : mesures des concentrations en radon et des concentrations des principaux radionucléides (spectrométrie gamma, alpha global et bêta global) ainsi qu'analyses chimiques sur des échantillons d'eau prélevés en juillet 2003 au niveau du puits Gérémy et sur le secteur nord-est du plan d'eau,

SUBATECH : mesures des concentrations en radon et des concentrations des principaux radionucléides (spectrométrie gamma, U, Ra, alpha global et bêta global) sur des échantillons d'eau prélevés en juin 2004 au niveau du puits Gérémy, du puits Vigier, de la zone marécageuse du stand de tir et de toutes les arrivées du plan d'eau,

Laboratoire des eaux de Limoges : analyses chimiques sur un échantillon d'eau prélevé en mars 2001 au puits Gérémy,

CEMRAD : mesures du pH et des concentrations en uranium et radium (U, Ra) sur des échantillons d'eau prélevés en avril 2005 au niveau du puits Gérémy et de la buse du stand de tir,

IRSN : mesures de radioactivité sur plusieurs échantillons d'eau prélevés de 1997 à 2004 au niveau de la zone de baignade du plan d'eau (mesures d'U, Ra, alpha global et bêta global pour les prélèvements de 1997 à 2000 et spectrométrie gamma pour ceux d'octobre 2004).

3.4.1.2 Premiers enseignements

On dispose d'une gamme de données assez étendue tant du point de vue des paramètres mesurés, que des lieux et dates de prélèvements ou des laboratoires ayant effectués les mesures.

On peut toutefois noter l'absence de mesure du polonium 210 ainsi qu'une relative difficulté à comparer et mettre en cohérence les diverses données : suivant les objectifs des laboratoires et des campagnes de mesures successives, les points de prélèvements ou les paramètres recherchés n'étaient pas les mêmes.

D'une manière générale, les résultats mettent en évidence une contamination radioactive des arrivées d'eau localisées au nord est du plan d'eau : puits Gérémy, buse du stand de tir, font de Pérou. L'extension de la minéralisation dans ce secteur (cf. Figure 2) peut être en partie responsable du niveau de radioactivité mesuré. Il est toutefois probable que le site et le stockage de résidus qu'il abrite y contribuent également de façon sensible.

On observe au niveau du plan d'eau une atténuation notable des concentrations « en pleine eau ».

3.4.1.3 Propositions d'analyses complémentaires

Le plan d'eau est actuellement en cours de remplissage après la vidange effectuée en octobre 2004 et le maintien à un niveau bas jusqu'à la fin de l'année 2005.

Dans un courrier adressé au préfet du Cantal le 26 avril 2005, l'IRSN a indiqué que les résultats des analyses qu'il avait effectuées ne traduisaient pas d'augmentation significative de la radioactivité des eaux et des sédiments imputable à l'opération de vidange. Le courrier précise cependant que cette appréciation ne repose que sur des mesures ponctuelles et qu'il serait donc utile de prévoir une analyse des eaux après remise en eau. Cette suggestion est maintenue à l'occasion de la présente étude.

Idéalement l'acquisition d'un jeu complet et homogène de mesures radiologiques et chimiques en différents points pourrait permettre d'affiner la connaissance de l'origine des eaux qui parviennent au plan d'eau et la compréhension des transferts des eaux depuis le site. Ces mesures ne sont cependant pas strictement indispensables pour un objectif limité à l'appréciation de l'exposition des populations ou la formulation de recommandations en vue de l'évolution du dispositif de surveillance.

3.4.2 LE COMBRET

3.4.2.1 Inventaire des données disponibles

COGEMA

On dispose des résultats des mesures de suivi régulier du pH et des concentrations en uranium et radium (U, Ra) effectuées par COGEMA aux points Rejet Nord et Combret. En complément des mesures régulières, les eaux des fossés dénommés Rejet 1 (contour nord ouest du site) et Rejet 2 (drainage de la digue) en amont du Rejet Nord ont été analysés en mai 2005.

CEMRAD

En parallèle des analyses effectuées par COGEMA dans le cadre de la surveillance du site, le CEMRAD a analysé l'eau du Rejet Nord et du Combret (U, Ra) en avril 2005.

Laboratoire des eaux de Limoges

Le Laboratoire des eaux de Limoges a effectué des mesures chimiques en mars 2001 sur l'eau du Combret.

3.4.2.2 Premiers enseignements

Les données disponibles sur le secteur sont moins nombreuses et diversifiées que celles disponibles du côté du plan d'eau. Elles proviennent essentiellement de COGEMA et il y a peu de paramètres suivis.

Les valeurs obtenues suggèrent une radioactivité sensiblement plus basse sur ce secteur qu'à l'arrivée du plan d'eau côté sud.

Les mesures COGEMA ont été confortées par les mesures CEMRAD.

3.4.2.3 Propositions d'analyses complémentaires

Idéalement des mesures dans la Dordogne en amont du confluent avec le Combret et en aval de l'arrivée du ruisseau de Gioux (au niveau du pont de Vernéjoux) permettraient de disposer d'une référence naturelle amont et d'apprécier l'impact des rejets actuels en relatif.

L'acquisition d'un jeu complet de mesures radiologiques et chimiques sur les eaux côté Combret permettrait d'affiner la compréhension des transferts des eaux depuis le site. De la même façon que pour le secteur du plan d'eau, ces mesures ne sont pas strictement indispensables pour les besoins de la tierce expertise actuelle.

3.4.3 LA RESERVE D'EAU

3.4.3.1 Inventaire des données disponibles

On ne dispose pour l'instant d'aucune donnée sur la radioactivité de l'eau de la réserve située sur le site.

3.4.3.2 Premiers enseignements

Ce plan d'eau est selon toute apparence en relation avec les eaux souterraines au contact des résidus et autres matériaux de remplissage. Il recueille par ailleurs une partie des eaux de ruissellement du

site. Le trop plein du plan d'eau se déverse le cas échéant dans le fossé de drainage longeant les bassins par la droite de la digue (côté est), en suivant le tracé de l'ancien chenal du baryum qui a été comblé. Ces eaux aboutissent au Combret.

La visite de l'IRSN sur site et les discussions lors de la réunion du groupe technique le 23 novembre 2005, ont établi l'absence de dispositif de restriction d'accès (clôture en cours de dépose). Bien qu'aucun usage de la réserve d'eau n'ait été porté à notre connaissance à ce jour, des situations d'exposition sont envisageables.

3.4.4 PROPOSITIONS D'ANALYSES COMPLEMENTAIRES

Compte tenu de l'absence actuelle de restriction d'accès à la réserve d'eau mais également dans la perspective d'une rétrocession des terrains à la municipalité et d'ouverture au public, une caractérisation des eaux de la réserve d'eau du point de vue radiologique et chimique apparaît indispensable.

Cette caractérisation permettrait par ailleurs de compléter la connaissance des différentes eaux présentes sur le site et éventuellement une meilleure compréhension des transferts.

3.5 SEDIMENTS

3.5.1 LES SEDIMENTS DU PLAN D'EAU

3.5.1.1 Inventaire des données disponibles

Plusieurs séries de mesures ont été effectuées par la CRIIRAD et l'IRSN.

CRIIRAD : mesures de radioactivité (spectrométrie gamma) en plusieurs points au nord nord-est du plan d'eau et à son exutoire en aval de la retenue, en juillet 2003 et en cours de vidange, en octobre 2004.

IRSN : mesures des concentrations des principaux radionucléides (spectrométrie gamma, U, Ra) sur des prélèvements dans la zone de baignade au nord du plan d'eau, à mi-bassin et au niveau de l'exutoire, en juin 2000 et en cours de vidange, en octobre 2004.

3.5.1.2 Premiers enseignements

On note des différences de résultats significatives entre les divers résultats disponibles. Ces différences résultent au moins en partie des objectifs retenus lors des choix des points de prélèvement :

CRIIRAD : recherche ciblée des points chauds au niveau des arrivées d'eau et fossés en contrebas de la partie sud du site minier de manière à identifier les zones les plus contaminées,

IRSN : vision d'ensemble et zones sensibles (zone de baignade) dans l'objectif d'apprécier un impact potentiel.

Au-delà de ces différences, les tendances suivantes se dégagent :

- marquages (en uranium notamment) des sédiments dans le secteur nord-est du plan d'eau. Ce secteur correspond à la fois à la localisation des arrivées d'eau en contrebas du site et à l'extrémité sud du gisement.
- présence d'un point singulier (CRIIRAD) présentant une radioactivité très nettement supérieure aux autres points de mesure. Selon nos observations visuelles lors de la mission sur site en septembre 2005, ce point pourrait correspondre à une mise à jour localisée de la minéralisation en place (sédiments contenant des paillettes vertes pouvant être des minéraux d'autunite). Cette observation semble corroborée par la connaissance de l'extension du gisement avant exploitation (cf. Figure 2). Il est à noter que les bordures du secteur correspondant du plan d'eau (nord et est) ont fait l'objet d'un remaniement récent (rognage des berges et enlèvement de matériaux)
- le marquage s'estompe pour les échantillons prélevés à distance de ce secteur,
- une concentration accrue relevée sur certains échantillons pourrait correspondre à des sédiments déposés le long de l'ancien lit du ruisseau de Gioux et ainsi traduire un marquage historique avant création du plan d'eau.

3.5.1.3 Propositions d'analyses complémentaires

Compte tenu des variations spatiales de la radioactivité des sédiments du plan d'eau mise en évidence au travers des différents résultats disponibles, il est jugé nécessaire d'effectuer :

- des prélèvements et des analyses (a minima spectrométrie gamma et uranium) de sédiments le long de profils au droit des principales alimentations. Ces analyses auraient pour objectifs de mettre en cohérence les différentes données disponibles en permettant de relier les mesures obtenues sur des points chauds aux émissaires des eaux souterraines et les mesures représentatives d'une situation moyennes au niveau du plan d'eau. Elles permettraient de mieux évaluer la zone d'influence des rejets et de voir à quelle distance de la berge une diminution significative de la radioactivité est observée. Quelques échantillons de sédiments pourraient être analysés en deux ou plusieurs strates ;
- une cartographie du débit de dose gamma de la bordure nord et est du plan d'eau et de la nouvelle plage. Cette cartographie répond au double objectif de localiser d'éventuelles minéralisations affleurant sur ce secteur (qui correspond à l'extrémité sud du gisement et a fait l'objet d'une rectification récente des berges) et de disposer d'une connaissance précise des niveaux d'exposition sur un secteur voué à un usage récréatif.

Il est à souligner que l'essentiel du secteur nord et est du plan d'eau était encore émergé en novembre 2005. Compte tenu de la phase de remplissage en cours, la réalisation de la cartographie serait à effectuer très rapidement sur les zones non encore recouvertes.

3.5.2 LES SEDIMENTS DU COMBRET

3.5.2.1 Inventaire des données disponibles

Il y a très peu de données sur les sédiments du côté Combret.

La CRIIRAD a analysé en juillet 2003 les sédiments d'un drain en amont du Combret (spectrométrie gamma).

3.5.2.2 Premiers enseignements

L'activité du radium 226 ($2021 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$) est légèrement supérieure à celle des sédiments à l'arrivée du plan d'eau.

3.5.2.3 Propositions d'analyses complémentaires

Il paraît nécessaire d'effectuer des prélèvements et des analyses (spectrométrie gamma et uranium) :

- au droit des points de rejets actuels entre l'aval de la digue fermant le stockage de résidus et le Combret (Rejet 1, Rejet 2, Rejet Nord, partie hors site du fossé de drainage à l'est de la digue) ainsi que sur le Combret en aval des points de rejets jusqu'à la confluence avec la Dordogne,
- au niveau d'autres zones d'écoulement actuelles ou historiques qui pourraient être identifiés à l'occasion d'un balayage radiométrique du secteur le long de la Dordogne, en amont du site, au niveau du barrage de Marèges et au niveau du pont de Vernéjoux. La vidange de la retenue du barrage de Marèges prévue en 2006, pourrait offrir une opportunité intéressante pour acquérir des données sur ce secteur.

3.6 FAUNE ET FLORE AQUATIQUE

3.6.1 POISSONS

3.6.1.1 Inventaire des données disponibles

Plusieurs analyses de poissons ont été effectuées. Les poissons analysés proviennent essentiellement du plan d'eau :

COGEMA : analyse de la radioactivité (spectrométrie gamma) sur des gardons du plan d'eau et des poissons de la Dordogne en août-septembre 2001,

SUBATECH : analyse de la radioactivité (spectrométrie gamma) sur des truites et des perches du plan d'eau en juillet-août 2004,

IRSN : analyse des principaux radionucléides (spectrométrie gamma, U, Ra) sur un mélange de rotengles, perches et gardons du plan d'eau en novembre 2004 et sur des perches du plan d'eau en janvier 2005.

3.6.1.2 Premiers enseignements

Les mesures effectuées permettent d'avoir une idée des niveaux d'activité des poissons du plan d'eau. Des mesures de polonium 210 ont été effectuées sur les différentes fractions d'un échantillon de perches du plan d'eau en 2005, montrant ainsi sa répartition dans la chair, les viscères, la peau et la fraction osseuse.

Il n'y a qu'un seul échantillon de poissons analysé pour la Dordogne, les résultats de mesure ne mettent pas en évidence de différence réellement significative avec les mesures disponibles sur le plan d'eau.

3.6.1.3 Propositions d'analyses complémentaires

Compte tenu des commentaires mentionnés au 3.4.3.2, il paraît nécessaire de compléter le jeu de données existant par des analyses sur des poissons pêchés dans la réserve d'eau (en fonction évidemment de leur présence).

Par ailleurs, bien que des données existent actuellement sur le plan d'eau et la Dordogne, il pourrait être utile de disposer d'un jeu d'analyses complètes (spectrométrie gamma, U, ²²⁶Ra, ²¹⁰Po, thorium isotopique) sur des poissons de préférence d'une même espèce (perche par exemple). En ce qui concerne la Dordogne, le prélèvement pourrait être fait au niveau du barrage de Marèges lors de la vidange prévue en 2006.

3.6.2 VEGETAUX AQUATIQUES

3.6.2.1 Inventaire des données disponibles

Des joncs et des roseaux du plan d'eau ont été analysés par l'IRSN en octobre 2004 (spectrométrie gamma, U, Ra).

3.6.2.2 Premiers enseignements

Les résultats obtenus sont dans la gamme de valeurs attendues pour une zone uranifère. L'interprétation reste délicate compte tenu du petit nombre d'échantillons analysés, du grand nombre d'espèces végétales présentes et de l'absence de référentiel.

3.6.2.3 Propositions d'analyses complémentaires

L'utilisation de végétaux aquatiques en tant que bio-indicateurs peut permettre de préciser la connaissance de la zone d'influence du site. Cela nécessiterait :

- de disposer d'une référence locale sur un secteur dont on peut considérer a priori qu'il est hors influence (un point de prélèvement le long de la Dordogne en amont du site peut être envisagé dans cette optique),
- de compléter par des mesures sur le secteur du Combret, le long de la Dordogne (confluence avec le Combret), la réserve d'eau, les zones humides (ouest du site, parcelle Gérémy, stand de tir),
- de choisir une espèce commune pouvant servir de bio-indicateur (myriophylle ?),

- d'effectuer des analyses identiques sur un jeu de prélèvements (a priori : spectrométrie gamma, U).

3.7 PRODUITS ALIMENTAIRES

3.7.1 *PRODUITS VEGETAUX*

3.7.1.1 Inventaire des données disponibles

Les données disponibles sont issues du réseau COGEMA, il s'agit de prélèvements annuels provenant de Champagnac (point choisi comme référence) et de Saint Pierre (jardin considéré sous influence du site). Trois catégories de légumes ou de fruits sont prélevées sur les deux points : poireau, pomme de terre, pomme. Les radionucléides recherchés en vue de l'évaluation de la dose par ingestion sont : radium 226, uranium 238, plomb 210, thorium 230.

3.7.1.2 Premiers enseignements

L'ensemble des données provient d'une source identique (COGEMA).

Quels que soient le lieu et la date de prélèvement, les résultats de mesure obtenus sont en limite de détection.

Le polonium 210 n'est pas mesuré. Toute proportion gardée, il correspond pourtant à l'un des radionucléides présents les plus radiotoxiques par ingestion.

Pour ses évaluations de dose, COGEMA doit donc faire appel à des hypothèses, d'une part pour dériver des concentrations ajoutées à partir de résultats de mesures non significatifs et d'autre part pour extrapoler les concentrations des radionucléides non mesurés à partir de ceux qui le sont (hypothèse d'équilibre entre le polonium 210 et le plomb 210). L'accumulation de ces hypothèses conduit à une estimation de dose assez grossière et dont il devient difficile d'apprécier la représentativité.

Par ailleurs, il convient de s'interroger sur le bien fondé du choix des points de prélèvement. En particulier, pour ce qui concerne :

- Champagnac : le point de prélèvement est considéré par COGEMA comme représentatif du milieu naturel hors influence du site et utilisé pour estimer l'impact radiologique ajouté. Comme indiqué dans la méthode d'évaluation de l'impact des sites de stockage des résidus de traitement de minerais d'uranium élaborée en 2001 par l'IPSN à la demande du ministère de l'écologie et du développement durable, le choix d'une station de mesure milieu naturel doit effectivement être choisie hors influence du site mais également dans un contexte géologique similaire à celui des stations de surveillance des populations. Cette condition n'est pas remplie pour le village de Champagnac. Contrairement au site et au village de Saint-Pierre situé sur les sables oligocènes, le village de Champagnac est implanté sur une zone de granite sans couverture sédimentaire.
- St Pierre : la localisation des points de prélèvement est essentiellement justifiée par la proximité du site. A la connaissance de l'IRSN, cette localisation ne prend pas en compte la connaissance des voies de transfert. En particulier, dans le cas de produits végétaux, il

conviendrait de connaître le sens des écoulements des eaux et de prendre en compte l'existence éventuelle de puits implantés dans les sables oligocènes et utilisés pour l'arrosage des jardins. Dans la mesure où de tels puits existent et s'ils sont utilisés pour l'arrosage, il conviendrait de s'assurer que les prélèvements sont effectués dans les jardins concernés.

3.7.1.3 Propositions d'analyses complémentaires

Si la présence et l'utilisation de puits pour l'arrosage ou l'irrigation des jardins sont confirmées à Saint Pierre, il y aura lieu d'effectuer des mesures de contrôle sur les produits prélevés dans les jardins irrigués à partir de ces puits.

Il serait dans tous les cas nécessaire de réaliser un jeu de mesures à plus bas niveau, notamment pour le plomb 210 et le thorium 230, et incluant le polonium 210 en vue d'améliorer le degré de précision et la fiabilité de l'estimation de la dose par ingestion.

Il serait judicieux de rechercher un point de référence sur un terrain d'origine géologique identique, par exemple dans le secteur de Puy de Teldes et de sélectionner un jardin ou une ferme présentant des caractéristiques similaires à celles retenues dans la zone d'influence du site.

Idéalement, ces investigations pourraient s'accompagner de mesures sur :

- les cultures : fourrages, céréales (parcelle Gérémy et à l'Ouest du site)
- les produits naturels : champignons sur site, baies (côté Combret).

3.7.2 PRODUITS ANIMAUX

3.7.2.1 Inventaire des données disponibles

COGEMA effectue également des analyses annuelles sur du lait et des volailles provenant des fermes de Champagnac et Saint Pierre en vue d'estimer la dose par ingestion de ces produits (radium 226, uranium 238, plomb 210, thorium 230).

3.7.2.2 Premiers enseignements

Ils sont globalement identiques à ceux formulés à propos des produits végétaux.

Pour ce qui concerne les points de prélèvements dans la zone d'influence du site, les choix seraient également à reconsidérer sur la base de la connaissance des possibilités de transfert jusqu'aux produits considérés. Dans le cas du lait et des volailles, il conviendrait ainsi de vérifier que les animaux, dont les bovins dont est issu le lait, sont bien ceux les plus susceptibles d'ingérer de l'eau ou des aliments en provenance des zones potentiellement contaminées.

3.7.2.3 Propositions d'analyses complémentaires

Comme pour les produits végétaux, il y a lieu de vérifier que les lieux de prélèvement sont bien en relation avec les voies de transfert avérées ou suspectées (i.e. produits issus d'animaux nourris à partir de parcelles critiques (parcelle Gérémy, secteur aval de la digue retenant les résidus, éventuellement secteur ouest) et abreuvés à partir de puits dans les sables oligocènes).

Comme pour les produits végétaux, il serait dans tous les cas nécessaire de réaliser un jeu de mesures à plus bas niveau et incluant la mesure du polonium 210 en vue d'affiner l'estimation de la dose par ingestion.

En complément du lait et des volailles, il conviendrait d'envisager, dans la mesure du possible, une analyse sur une viande bovine (bovin répondant aux mêmes contraintes que précédemment).

4 BILAN ET RECOMMANDATIONS

A partir des différents éléments d'analyse exposés ci-avant, il est possible d'identifier une série de domaines sur lesquels il apparaît nécessaire de compléter les données disponibles au travers d'une série de nouvelles investigations. Celles-ci peuvent être structurées autour de 6 thèmes ou questions, comme suit :

A. Station de mesures de référence (exposition externe / radon-poussières / chaîne alimentaire)

Rappel du constat et objectif visé :

Il est nécessaire de disposer de niveaux de référence les plus possibles représentatifs du contexte naturel local afin de déterminer l'influence du site notamment en termes d'impact radiologique (évaluation de doses ajoutées). Cela implique de se placer sur une zone hors influence du site pour les diverses voies de transfert et présentant des caractéristiques similaires au site du point de vue géologique.

Les mesures utilisées par COGEMA ne répondent pas aux contraintes précédentes. Elles reposent soit sur la moyenne des données disponibles sur les autres sites COGEMA en France, soit sont issues de stations de mesures placées dans un contexte géologique différent.

Proposition :

Rechercher une station de référence dans le secteur du bourg de Chaissac dans la concession de Puy de Teldes. Il convient au préalable d'établir si la situation est hors influence du site par rapport au vent et aux écoulements d'eau [cf. rose des vents et résultats des études hydrogéologiques (C-1)].

B. Niveau de remise en état du site

Rappel du constat et objectif visé :

L'évaluation de l'exposition des populations amenées à fréquenter le site repose sur la caractérisation du site postérieurement à son réaménagement. Du point de vue de l'exposition externe, des données suffisantes sont disponibles sur les secteurs concernés à l'exception de certaines zones ayant accueilli des dépôts de minerais, résidus ou matériaux divers ou situés en périphérie immédiate de zone d'exploitation. Il est par ailleurs nécessaire de disposer de mesures radiologiques sur l'eau, les sédiments et les poissons (le cas échéant) de la réserve d'eau située dans le périmètre du site.

Proposition :

1. Cartographie ou balayage radiométrique de la parcelle Marion (ancien stockage de marginaux) et de la parcelle du stand de tir au sud du site,
2. Réserve d'eau : analyse d'eau, de sédiments et de poissons.

C. Connaissance des voies de transfert

Rappel du constat et objectif visé :

L'évaluation de l'impact du site et de l'exposition des populations repose en premier lieu sur la connaissance des voies de transfert.

Après réaménagement et compte tenu de la nature des déchets présents et des conditions de stockage, l'une des voies a priori prépondérante de dissémination de la radioactivité est le transfert par les eaux souterraines. La connaissance des écoulements repose aujourd'hui sur une hypothèse de transfert vers deux exutoires principaux : le Combret au nord et le plan d'eau au sud. Cette hypothèse nécessite d'être confortée afin notamment de vérifier l'absence de transferts vers un réseau hydrographique secondaire à l'ouest du site.

Par ailleurs, afin de parfaire la connaissance des transferts de radon depuis le site, il apparaît nécessaire de compléter les résultats d'investigations menées dans le secteur du Combret par des investigations similaires du côté du plan d'eau et du ruisseau de Gioux.

Proposition :

1. Etudes relatives aux eaux souterraines : étude de terrain comprenant la recherche, et le prélèvement éventuel, de points d'émergence et de puits ou forages existant ainsi que la réalisation d'un nivellement piézométrique de base.

Dans un second temps, il apparaît utile d'envisager l'installation de piézomètres permettant un suivi des eaux souterraines et de leurs caractéristiques radiologiques.

2. Radon atmosphérique : mesure des concentrations en radon le long d'un parcours longeant le plan d'eau puis le ruisseau de Gioux, au sud du site.

D. Ajustement des groupes critiques par rapport aux voies de transfert et à l'exposition

Rappel du constat et objectif visé :

A partir de la connaissance des voies de transfert, il est nécessaire de définir les voies d'exposition possibles et de définir les groupes critiques sur lesquels repose le suivi de l'exposition des populations.

Les groupes retenus par COGEMA pour ses estimations de dose sont situés à proximité du site dans un secteur jugé a priori sous influence. Leur localisation nécessite cependant d'être justifiée au vu d'une connaissance plus précise des voies de transfert. Il est par ailleurs nécessaire d'améliorer la précision des données disponibles sur les produits alimentaires et de disposer de mesures du polonium 210.

Il est également nécessaire de compléter les données radiométriques dans le secteur du plan d'eau afin de mieux apprécier la présence de points singuliers et l'exposition externe, en particulier sur des zones vouées à un usage récréatif (plage).

Enfin, il est nécessaire de disposer de données relatives à l'exposition au radon en intérieur.

Proposition :

1. Mesures de radon à l'intérieur des habitations et des lieux recevant du public à proximité du site.
2. Exposition externe : cartographie de la plage et de la bordure nord-est du plan d'eau.
3. Chaîne alimentaire : analyses de produits végétaux et animaux en adaptant si nécessaire les lieux de prélèvement (en fonction de la présence de puits d'irrigation et de l'utilisation des parcelles « sensibles »). Les analyses intégreront la mesure du polonium 210 et viseront à abaisser les limites de détection des données actuelles.

E. Apprécier l'impact des rejets actuels et historiques

Rappel du constat et objectif visé :

Au-delà des besoins de l'évaluation d'un impact radiologique, le site a une incidence sur l'environnement du fait de ses rejets actuels et des marquages éventuels liés aux rejets historiques. Les informations disponibles permettent d'apprécier cette incidence mais conduisent parfois à des disparités justifiant l'acquisition de nouvelles données pour disposer d'une image plus complète (cas des sédiments du plan d'eau ou de la concentration de ses eaux lors du remplissage). Dans le cas de la radioactivité des eaux de la Dordogne ces informations sont inexistantes alors que la réalisation de mesure en amont et en aval du site permettrait d'avoir une donnée directement exploitable pour évaluer l'impact sur les eaux de surface à l'échelle de quelque km².

Proposition :

1. Sédiments : réalisation d'analyses sur des prélèvements le long de profils au droit des principaux émissaires des eaux souterraines côté plan d'eau, ainsi que sur des prélèvements ponctuels côté Combret jusqu'à la Dordogne et sur d'éventuelles zones de rejets anciens au nord du site.
2. Eau du plan d'eau : analyse d'un prélèvement après remplissage du plan d'eau afin d'en évaluer l'incidence éventuelle.
3. Dordogne : analyse d'eau en amont et en aval du site.

F. Pour être complet et anticiper les questions sur la situation

En compléments des diverses propositions formulées ci-avant, l'analyse des données disponibles a conduit à identifier des investigations complémentaires dont on peut considérer qu'elles ne sont pas strictement indispensables à la réalisation de la tierce expertise actuelle mais qui seraient susceptibles de conforter la connaissance de l'impact du site.

1. **Poissons dans la Dordogne** : ces analyses permettraient de compléter les données disponibles en fournissant un élément de comparaison utile pour interpréter les données à acquérir dans la réserve d'eau ou le plan d'eau. La vidange du barrage de Marèges devrait par ailleurs fournir une opportunité de disposer facilement de poissons (quantité, diversité d'espèces et d'âges)
2. **Produits sauvages** : ces analyses permettraient de prendre en compte une voie d'exposition potentielle jusque là non étudiée.
⇒ Difficulté : disponibilité et élément de comparaison (référence naturelle).
3. **Bio-indicateurs** : ces analyses permettraient de fournir une appréciation qualitative sur l'extension et le degré d'influence du site à condition de choisir une même espèce végétale.
⇒ Difficulté : prise en compte de la variabilité naturelle.
4. **Nouveaux jeux complets de données sur les eaux Combret et du plan d'eau** : la constitution d'un jeu de données complètes permettrait de disposer d'une base de comparaison uniforme susceptible de faire progresser la compréhension de l'origine de la radioactivité.
⇒ Difficulté : coût des analyses et interprétation.

L'annexe 3 présente un enchaînement possible des opérations. Celui-ci est donné à titre purement indicatif et devra être revu en fonction, notamment, du contour exact des investigations retenues, des contraintes de terrain et de disponibilité des intervenants. Il ne préjuge pas de la répartition du travail correspondant entre plusieurs laboratoires, le cas échéant.

5 LES ASPECTS FINANCIERS

Une première estimation du chiffrage est jointe en annexe 2. Les montants sont détaillés par volet (voir paragraphe précédent : volets A à F). Ils sont fournis comme base de discussion et nécessiteront d'être précisés et validés.

6 REFERENCES

A. La demande

- [1] Courrier du 17 juin 2005 du Préfet du Cantal à Aurillac au Directeur de l'établissement COGEMA de Bessines
- [2] Compte rendu de la réunion du Groupe de travail technique de la CLI de Saint Pierre le jeudi 4 août 2005 à la DRIRE de Clermont-Ferrand
- [3] Courrier IRSN DIR 2005-419 du 4 octobre 2005 - Proposition technique et financière
- [4] Courrier AREVA/Société des Mines de Jouac à Bessines, contrat n°10011079 du 17 octobre 2005

B. Documents soumis à la tierce expertise

- [5] Documents remis par COGEMA à l'IRSN et à la DRIRE le 04/08/05 dans le cadre de l'expertise radioécologique du site
 - OPRI - IRSN
 - Pièce 1-1 : OPRI (1997) : Analyses de la radioactivité de l'eau du plan d'eau
 - Pièce 1-2 : OPRI (1998) : Analyses de la radioactivité de l'eau du plan d'eau
 - Pièce 1-3 : OPRI (1999) : Avis de l'OPRI sur l'extension du plan d'eau
 - Pièce 1-4 : OPRI (2000) : Analyses de la radioactivité (eau et sédiments)
 - Pièce 1-5 : IRSN (2005) : Analyses effectuées par l'IRSN dans le cadre de l'AP complémentaire relatif à la vidange du lac (eaux, sédiments, végétaux)
 - CRIIRAD
 - Pièce 1-6 : Contrôles radiologiques préliminaires dans l'environnement de la mine d'uranium de St Pierre du Cantal (mars 2004) - Etude réalisée à la demande de l'association « Nos enfants et la Sécurité »
 - Pièce 1-7 : Communiqué de presse concernant les résultats de l'étude préliminaire (Avril 2004)
 - Pièce 1-8 : Analyse de sédiments lors de la vidange du lac (mars - avril 2005)
 - SUBATECH
 - Pièce 1-9 : Diagnostic relatif à la radioactivité à la demande de la commune de St Pierre (Août 2004).
 - CEMRAD
 - Pièce 1-10 : Campagne d'analyses contradictoires sur les eaux (Avril 2005)
 - ALGADE
 - Pièce 1-11 : Synthèse des résultats de contrôle radiologique (eau et air) pour l'année 2001
 - Pièce 1-12 : Résultats des analyses sur les poissons du plan d'eau (2001)
 - Pièce 1-13 : Résultats des analyses sur la chaîne alimentaire (2001)
 - Pièce 1-14 : Synthèse des résultats de contrôle radiologique (eau et air) pour l'année 2002
 - Pièce 1-15 : Synthèse des résultats de contrôle radiologique (eau et air) pour l'année 2003
 - Pièce 1-16 : Résultats des analyses sur la chaîne alimentaire (2003)
 - Pièce 1-17 : Résultats des analyses sur l'eau de consommation (2003)

- Pièce 1-18 : Synthèse des résultats de contrôle radiologique (eau et air) pour l'année 2004
- Pièce 1-19 : Synthèse des résultats de contrôle radiologique (eau et air) pour le 1^{er} trimestre 2005
- Pièce 1-20 : Résultats de contrôle radiologique (eau) pour le mois de mai 2005 (avec analyses séparées de tous les rejets et exutoires)
- Pièce 1-21 : Synthèse de résultats (1986 à mai 2005) avec graphiques et CD Rom (IRSN)
- **SMJ**
 - Pièce 2-1 : Dossier de cessation d'activité et réaménagement au titre des ICPE (novembre 2002) intégrant les études :
 - o Annexe 1 : Autorisations administratives
 - o Annexe 2 : Convention de servitude entre la société des mines de Jouac et l'état
 - o Annexe 3 : Convention de servitudes au profit de l'état
 - o Annexe 4 : Etude géotechnique en vue de l'aménagement des bassins de décantation - CEBTP (1991)
Bassins de décantation - Remblaiement - CEBTP (2000)
 - o Annexe 5 : Réhabilitation de la mine de saint Pierre - Impact hydrogéologique - ANTEA (2000)
 - o Annexe 6 : Etude géotechnique en vue de la construction de la digue - CEBTP (1976)
 - o Annexe 7 : Etude géotechnique de stabilité de la digue à son état final - CEBTP (1985)
Compte rendu de la visite de la digue principale du 14/06/1999 - CEBTP (1999)
 - o Annexe 8 : Projet de remise dans le domaine public d'une partie de l'exploitation minière d'uranium de Saint Pierre du Cantal - IPSN (1986)
 - o Annexe 9 : Surveillance radiologique de l'environnement - vecteur air - ALGADE (1985-2001)
 - o Annexes 10 et 11 : Surveillance radiologique de l'environnement - vecteur eau - ALGADE (1985-2001)
 - o Annexe 12 : Rapports d'analyse de type C3 - Eaux - Laboratoire régional de contrôle des eaux de la ville de Limoges
 - o Annexe 13 : Evaluation de l'impact radiologique du site de Saint Pierre en application de la directive européenne n°96/29 pour l'année 2001 - ALGADE (2001)
- **ALGADE**
 - Pièce 2-2 : Evaluation de l'impact radiologique en application de la directive européenne n°96/29 pour l'année 2003
 - Pièce 2-3 : Evaluation de l'impact radiologique en application de la directive européenne n°96/29 pour l'année 2004
- **ANTEA**
 - Pièce 2-4 : Stabilité à long terme de la digue à stériles de St Pierre (Cantal) (2004)
- **Divers**
 - Pièce 3-1 : Extrait de « L'uranium de 2 privés » - P GUIOLLARD (2003)
 - Pièce 3-2 : Chronologie du plan d'eau de Saint Pierre (1987 - 2004)

- Pièce 3-3 : Mission d'expertise IRSN avec :
 - o Compte rendu de la CLI (1er juin 2005)
 - o Extrait de presse (L'Union du Cantal du 8 juin 2005)
 - o Extrait de presse (La Montagne du 2 juin 2005)
- Pièce 3-4 : Tract de l'association « Pour notre qualité de vie » (2004)
- Pièce 3-5 : Divers plans de situation

C. Autres documents consultés par l'IRSN

- [6] Les minéralisations uranifères des dépôts oligocènes de Saint-Pierre (Cantal-France) dans leur cadre géologique régional et local, Thèse de Jean-Louis Carré présentée devant l'Institut national polytechnique de Lorraine le 27 mars 1979 (transmise par courrier de Monsieur le Maire de Saint-Pierre du 27 septembre 2005)
- [7] Note sur le gisement d'uranium dans les sables oligocènes de Saint Pierre (Cantal), A. Brassens - Bulletin de la société géologique de France, 7^{ème} série T.IV, n°4, pp. 602-606, 1962
- [8] Le gisement de Saint Pierre (Cantal, SCUMRA), dans Les minerais uranifères français, T.III, vol. 2, pp.122-137, 1965
- [9] Site de Saint Pierre - Mesure des flux d'émission radon et des activités volumiques atmosphériques, F. Goutelard, A. Beneito, B. Sanchez - Rapport d'études IPSN/SERAC/LEIRPA/93-13, 1994

ANNEXE 1 : QUELQUES RESULTATS DES MESURES EFFECTUEES SUR LE SITE ET DANS SON ENVIRONNEMENT

Nota : Les résultats présentés ci-après ne constituent pas la liste exhaustive des données disponibles ; ils ont été choisis pour donner une 1^{ère} image de la situation actuelle du site et de son environnement, de la nature des mesures réalisées, de la diversité des laboratoires à l'origine de ces mesures et de la variabilité des résultats obtenus en fonction de l'objectif recherché. Les résultats concernant la chaîne alimentaire (légumes, fruits, lait, volailles), en limite de détection pour la plupart, ne sont pas repris dans ces tableaux. Ces tableaux ayant pour vocation de fournir une 1^{ère} appréciation des niveaux d'activité, les résultats sont reportés sans les erreurs de mesure correspondantes.

IRRADIATION GAMMA AMBIANTE

Site	Débit de dose nGy.h ⁻¹	Environnement	Débit de dose nGy.h ⁻¹
Talweg	410-380-480	Clôture terrain de sport	330-305-340
Bassin	200-180-240	Lotissement	285-300
1-Réserve d'eau	390-480	Mairie	200-190-230
2-NE Réserve d'eau	600	Camping	220-220-260
3-NE Bassins	200-250		
4-W Réserve d'eau	340-420		
5-SW Réserve d'eau	350-530		
6-Mur d'escalade	250-380		

*Surveillance de l'irradiation gamma ambiante COGEMA
Valeurs 2003-2005, sauf stations 1 à 6 : valeurs 2001-2002*

Environnement proche	Débit de dose nGy.h ⁻¹	Environnement proche	Débit de dose nGy.h ⁻¹
Marécage terrain du stand de tir	100 à 320	Cimetière	100 à 700
Terrain de football	300 point max : 900	Zone agricole face au lotissement	100 à 180
Servitude lotissement	100 à 500 point max : 1700	Mairie	100 à 200
Maison Chassang	120 à 240		

Mesures radiométriques SUBATECH en juin 2004

Environnement proche	Débit de dose nGy.h ⁻¹	Environnement plus éloigné	Débit de dose nGy.h ⁻¹
Proximité stand de tir	360 à 710	Chalet buvette	210
Terrain de football	350 à 1250	Prairie NO	210
Bordure NE du plan d'eau	310 à 340	Village	190
Proximité lotissement	270 à 1200		
Drain avant rejet Combret	280 à 840		

Mesures radiométriques CRIIRAD en juillet 2003

**ENERGIE ALPHA POTENTIELLE VOLUMIQUE DES DESCENDANTS A VIE COURTE DU
RADON 222**

Site	EAP _{V222} nJ.m ⁻³	Environnement	EAP _{V222} nJ.m ⁻³
Talweg	114-83-78	Lotissement	106-64
Bassin	123-107-124	Mairie	84-64-60
		Camping	91-68-61
		Moyenne stations « milieu naturel » des sites miniers COGEMA 2003	56

Surveillance de l'EAP_{V222} COGEMA

Valeurs 2003-2005, lotissement : valeurs 2004-2005

EAUX

Eaux du côté du Combret - Mesures ALGADE et CEMRAD

Localisation	ALGADE					CEMRAD	ALGADE			CEMRAD
	Rejet 1	Rejet 2	Rejet Nord	Rejet nord	Rejet Nord	Rejet Nord	Combret	Combret	Combret	Combret
Date de prélèvement	23/05/05	23/05/05	moyenne 2004	23/05/05	28/04/05	28/04/05	moyenne 2004	23/05/05	28/04/05	28/04/05
<i>Fraction soluble</i>										
U nat (µg.l ⁻¹)	10	10	20	10	10	6	10	10	10	0
²³⁸ U	0,12	0,12	0,25	0,12	0,12	0,074	0,12	0,12	0,12	0
²²⁶ Ra	0,21	0,06	0,06	0,14	0,04	0,037	0,03	<0,02	<0,02	<0,010
<i>Fraction insoluble</i>										
U nat (µg.l ⁻¹)	<10	<10	<10	<10	<10	<2	<10	<10	<10	2
²³⁸ U	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12	<0,025	<0,12	<0,12	<0,12	0,025
²²⁶ Ra	<0,02	<0,02	0,03	<0,02	0,02	0,006	<0,02	<0,02	<0,02	0,08

EAUX

Eaux du côté sud - Mesures par CRIIRAD et SUBATECH

Localisation	CRIIRAD		SUBATECH							
	Puits Gérémy	Lac NE	Arrivée Les Craux	Sagne Rouge	Font de Pérou	Alimentation du plan d'eau	Exhaure du plan d'eau	Puits Gérémy	Puits Vigier	Zone marécageuse stand de tir
Date de prélèvement	02/07/03	02/07/03	08/06/04	08/06/04	08/06/04	08/06/04	08/06/04	08/06/04	08/06/04	08/06/04
pH	6,7	6,8	6	5,5	5,5	6	6	6	6	6
Bq.l ⁻¹										
<i>Eau brute</i>										
²²² Rn	828	7,3	105	2,4	10	48	14	337	790	143
<i>Fraction soluble</i>										
U nat (µg.l ⁻¹)			2,02	1,88	104	135	3,2	1130	60	50
²³⁸ U	11,8	<0,39	0,025	0,023	1,29	1,67	0,04	13,98	0,74	0,62
²³⁴ Th			<0,21	<0,18	0,68	0,74	<0,32	3,7	0,24	0,28
²²⁶ Ra	0,36	<0,07	0,089	0,053	1,3	0,27	0,029	2,3	5,8	1,1
²¹⁴ Pb			<0,10	<0,059	<0,18	<0,10	<0,12	0,47	1,6	0,27
²¹⁰ Pb	<0,33	<0,23	<0,28	<0,13	<0,44	<0,22	<0,52	0,52	0,83	<0,53
²³⁵ U	1,2		<0,057	<0,033	<0,093	<0,057	<0,060	0,76	<0,066	<0,060
²²⁸ Ac			<0,090	<0,057	<0,15	<0,097	<0,10	<0,096	<0,093	<0,093
²¹² Pb			<0,055	<0,040	<0,064	<0,064	<0,042	<0,055	<0,056	<0,056
⁴⁰ K			<0,71	<0,40	<1,1	<0,66	1,0	1,1	<0,74	0,36
¹³⁷ Cs			<0,026	<0,75	<0,043	<0,025	<0,054	<0,027	<0,028	<0,028
<i>Fraction insoluble</i>										
U nat (µg.l ⁻¹)										
²³⁸ U	3,2									
²³⁴ Th			<0,17	<0,19	<0,46	0,40	<0,12	1,9	0,23	0,69
²²⁶ Ra	0,16		<0,40	<0,43	<1,1	<0,59	<0,24	0,85	<0,53	0,73
²¹⁴ Pb			<0,11	<0,12	<0,13	<0,13	<0,067	<0,072	<0,072	<0,067
²¹⁰ Pb	1,03		<0,25	<0,27	<0,35	<0,36	<0,15	0,22	0,1	0,23

SEDIMENTS

Mesures de sédiments du plan d'eau par CRIIRAD au cours de la vidange 2004 et d'un drain en amont du Combret

	CRIIRAD				
Appellation CRIIRAD	S1A	S1B	S4	S6	S5
Localisation	Rive NO au droit du chalet	Rive NO au droit du chalet (à 5-6m rive /pt chaud)	Rive NE près Font de Pérou (à 5-6m rive/ pt chaud)	Ruisseau de Gioux (sortie plan d'eau)	Drain sortie vers Combret
Date prélèvement	08/10/04	08/10/04	08/10/04	08/10/04	02/07/03
Taux matière sèche	57,35%	49,54%	35,55%	64,53%	36,70%
Fraction	< 2mm	< 2mm	< 2mm	< 2mm	< 2mm
	Bq.kg ⁻¹ sec	Bq.kg ⁻¹ sec	Bq.kg ⁻¹ sec	Bq.kg ⁻¹ sec	Bq.kg ⁻¹ sec
²³⁴ Th	2775	1636	126000	169	3005
²³⁰ Th	631	369	<741	106	13133
²²⁶ Ra	461	384	735	181	2021
²¹⁴ Pb	490	399	779	165	2123
²¹⁴ Bi	432	369	690	156	1918
²¹⁰ Pb	452	408	3533	166	2876
²³⁵ U	152	92	6943	17	170
²³¹ Pa	<23	41	<70	<11	<174
²²⁷ Th	95	37	<19	8	117
²²³ Ra	90	41	167	<5	214
²¹⁹ Rn	80	42	163	7	175
²¹¹ Pb	107	67	426	<7	157
²²⁸ Ac	104	132	114	76	88
²¹² Pb	115	147	109	82	59
²⁰⁸ Tl	37	46	43	26	42
⁴⁰ K	998	1063	942	1035	926
⁷ Be	6	18	<13	<2	<15
¹³⁷ Cs	3,0	4,4	<1,8	2,7	<2,2
¹³⁴ Cs	<0,5	<0,4	<1,6	<0,2	<1,9

SEDIMENTS

Mesures des sédiments du plan d'eau par l'IRSN

	IRSN	IRSN		
		En cours de vidange		
Localisation	Zone baignade nord	Zone baignade nord à 50m de la plage	A mi-bassin dans l'axe de l'exutoire	Exutoire en amont du barrage
Date prélèvement	29/06/00	18/10/04	18/10/04	18/10/04
Fraction	total	< 2mm	< 2mm	< 2mm
	Bq.kg ⁻¹ brut	Bq.kg ⁻¹ sec	Bq.kg ⁻¹ sec	Bq.kg ⁻¹ sec
U nat (µg.kg ⁻¹ sec)		39600	105000	49300
²³⁸ U		490	1300	610
²³⁴ Th	97			
^{234m} Pa		370	1200	230
²³⁴ U		480	1100	680
²²⁶ Ra	160	210	330	760
²¹⁴ Pb		130	210	220
²¹⁴ Bi	52	130	200	200
²¹⁰ Pb	33			
²³⁵ U	<8,6		50	
²²⁸ Ac	24			
⁴⁰ K	440	590	690	720
¹³⁷ Cs	<0,67	1,2	2,1	<1,3

VEGETAUX

Mesures des végétaux aquatiques par l'IRSN au cours de la vidange 2004

	IRSN	IRSN
Espèce	Roseaux	Joncs
Localisation	Ile	Champs de Craux
Date de prélèvement	14/10/04	14/10/04
	Bq.kg ⁻¹ sec	Bq.kg ⁻¹ sec
U nat (µg.kg ⁻¹ sec)	3100	40400
²³⁸ U	38	500
²³⁴ Th	70	850
²³⁴ U	37	570
²²⁶ Ra	48	79
²¹⁴ Pb	23	130
²¹⁴ Bi	20	120

POISSONS

Mesures sur les poissons du plan d'eau par SUBATECH et IRSN

	SUBATECH	SUBATECH	IRSN	IRSN			
Espèce	Truite	Perche	Gardon- perche- rotengle	Perche			
Localisation	Plan d'eau	Plan d'eau	Plan d'eau	Plan d'eau			
Date prélèvement	juil-04	août-04	05/11/04	mars-05			
Fraction analysée	Poisson entier éviscéré	Poisson entier éviscéré	Poisson entier éviscéré	Chair	Viscères	Peau	Tête + arêtes
	Bq.kg ⁻¹ frais	Bq.kg ⁻¹ frais	Bq.kg ⁻¹ frais	Bq.kg ⁻¹ frais	Bq.kg ⁻¹ frais	Bq.kg ⁻¹ frais	Bq.kg ⁻¹ frais
U nat (µg.kg ⁻¹ frais)			260				
²³⁸ U			3,2				
²³⁴ Th	<3,2	36	<6,3	<18	25	<24	<25
^{234m} Pa				<200	<220	<260	<200
²³⁴ U			3,3				
²²⁶ Ra	<9,3	20	2,7				
²¹⁴ Pb	<1,0	9,2	1,8	<3,8	<4,5	<5,5	<4
²¹⁴ Bi			2	<4,2	<4,9	<6,1	<4,5
²¹⁰ Pb	<3,5	<4,7	<4,9	<19	<21	<24	<20
²¹⁰ Po				1,6	26	5,5	10
²³⁵ U	<0,57	<5,9					
²²⁸ Ac	<1,0	<2,9					
²²⁸ Th	<0,69	<1,8					
⁴⁰ K	420	400	74	480	270	170	200
¹³⁷ Cs	0,58	<1,7		5,8	2,9	2,1	2,5

ANNEXE 2 : ESTIMATION DU CHIFFRAGE DE LA SECONDE PHASE DE LA TIERCE EXPERTISE

Les coûts ci-après sont des valeurs HT.

Ils concernent la 2^{de} phase de la tierce expertise, à savoir le recueil de données complémentaires. Ils correspondent à une 1^{ère} estimation, sujette à modification lors de la rédaction de la proposition technique et commerciale.

A - Station et mesures de référence

Estimation du coût :

- ~ 10 k€ hors déplacements (pour l'essentiel mesures sur produits alimentaires)

Hypothèses prises en compte :

- Ce volet (volet A) recouvre 2 aspects :
 - exposition externe, radon, poussières => dosimètre de site et DTL => fourniture du matériel, pose et développement
 - chaîne alimentaire => mesures complètes à bas niveau sur 5 produits
- Le 1^{er} aspect inclut le choix de la localisation du point de mesure
- Préalable : la mise en œuvre de ce volet est conditionnée par la vérification préalable que le secteur du Puy de Teldes est hors influence du site, c'est-à-dire hors influence des vents dominants et des écoulements d'eau souterraine et de surface en provenance du site. Cette vérification implique en particulier le recueil des données relatives à la rose des vents sur le secteur. L'hypothèse retenue est que ces informations sont acquises par COGEMA auprès de Météo France et transmises à l'IRSN.

B - Evaluation du niveau de remise en état

Estimation du coût :

- ~ 7 k€ hors déplacements (essentiellement temps ingénieur)

Hypothèses prises en compte :

- Cartographie de la bordure ouest du site (parcelles Marion et stand de tir)
- Utilisation dans la mesure du possible du système automatisé SOCRATE ; passage en « manuel » pour les zones difficiles d'accès

C - Connaissance des voies de transfert

Estimation du coût :

- ~ 8 k€ hors déplacements (~ 3/4 temps ingénieur + 1/4 mesures)

Hypothèses prises en compte :

- Ce volet comprend 3 aspects :
 - Mission de terrain hydrogéologie (reconnaissance géologique, nivellement, recherche puits et émergences et prélèvement d'eau)
 - Analyse des échantillons prélevés lors de la mission (5 à 10)
 - Mesure du radon dans l'environnement, côté plan d'eau et le long du Gioux (laboratoire mobile)
- Le coût de mise en place de piézomètres n'est pas pris en compte. Il est considéré relever d'une opération séparée à la charge de COGEMA

D - Voies de transfert et d'exposition et ajustement éventuel des groupes de référence

Estimation du coût :

- ~ 15 k€ hors déplacements (dont ~ 4 k€ pour la mission de cartographie du plan d'eau ; mesures produits alimentaires essentiellement, pour le reste)

Hypothèses prises en compte :

- Ce volet comprend 3 aspects :
 - Cartographie des bords nord et est du plan d'eau : mission spécifique à programmer sans attendre (janvier 2006), tant que la zone est hors d'eau (remplissage en cours)
 - Dépistage du radon dans des habitations : fourniture des dosimètres et de fiches définissant le protocole de pose
 - Chaîne alimentaire : mesures complètes à bas niveau sur 6 produits

E - Impact des rejets actuels et historiques

Estimation du coût :

- ~ 16 k€ hors déplacements (essentiellement des mesures)

Hypothèses prises en compte :

- Ce volet comprend 2 aspects :
 - Sédiments : profils en bordure nord du plan d'eau, zone Combret (balayage radiométrique rapide de la zone et choix de points de prélèvement), Dordogne (amont/aval) => ~ 20^{aine} d'échantillons
 - Eaux : Dordogne (amont/barrage), réserve, plan d'eau en cours de remplissage
- Par rapport à proposition initiale : décision de faire remonter l'analyse des eaux de la réserve en prioritaire ; idem pour les mesures d'eau amont/aval sur la Dordogne

F - Autres Données Utiles (options)

F-1 - Poissons

Estimation du coût :

- ~ 7,2 k€ (mesures uniquement)

Hypothèses prises en compte :

- Analyse complète des poissons (perches de préférence) : 4 échantillons (2 en Dordogne, en profitant de la vidange du barrage de Marèges + plan d'eau + réserve)

F-2 - Produits sauvages

Estimation du coût :

- ~ 3,6 k€ (mesures uniquement)

Hypothèses prises en compte :

- Analyse complète de champignons et/ou baies : 2 échantillons en zones présumées sous influence pour compléter l'estimation de dose

F-3 - Produits agricoles intermédiaires

Estimation du coût :

- ~ 3,6 k€ (mesures uniquement)

Hypothèses prises en compte :

- Analyse complète de céréales et/ou fourrage : 2 échantillons en zones présumées sous influence pour conforter la connaissance des voies de transfert

F-4 - Bio-indicateurs

Estimation du coût :

- ~ 3,5 k€ (mesures uniquement)

Hypothèses prises en compte :

- Analyse de végétaux : 7 échantillons en zones naturelles et présumées sous influence pour conforter la connaissance des zones marquées

F-5 - Jeu complet d'analyse sur le plan d'eau et le Combret

Estimation du coût :

- ~ 8,7 k€ (mesures uniquement)

Hypothèses prises en compte :

- Analyse complète des différentes émergences sur la zone Combret et le secteur du plan d'eau : 10 échantillons

Récapitulatif

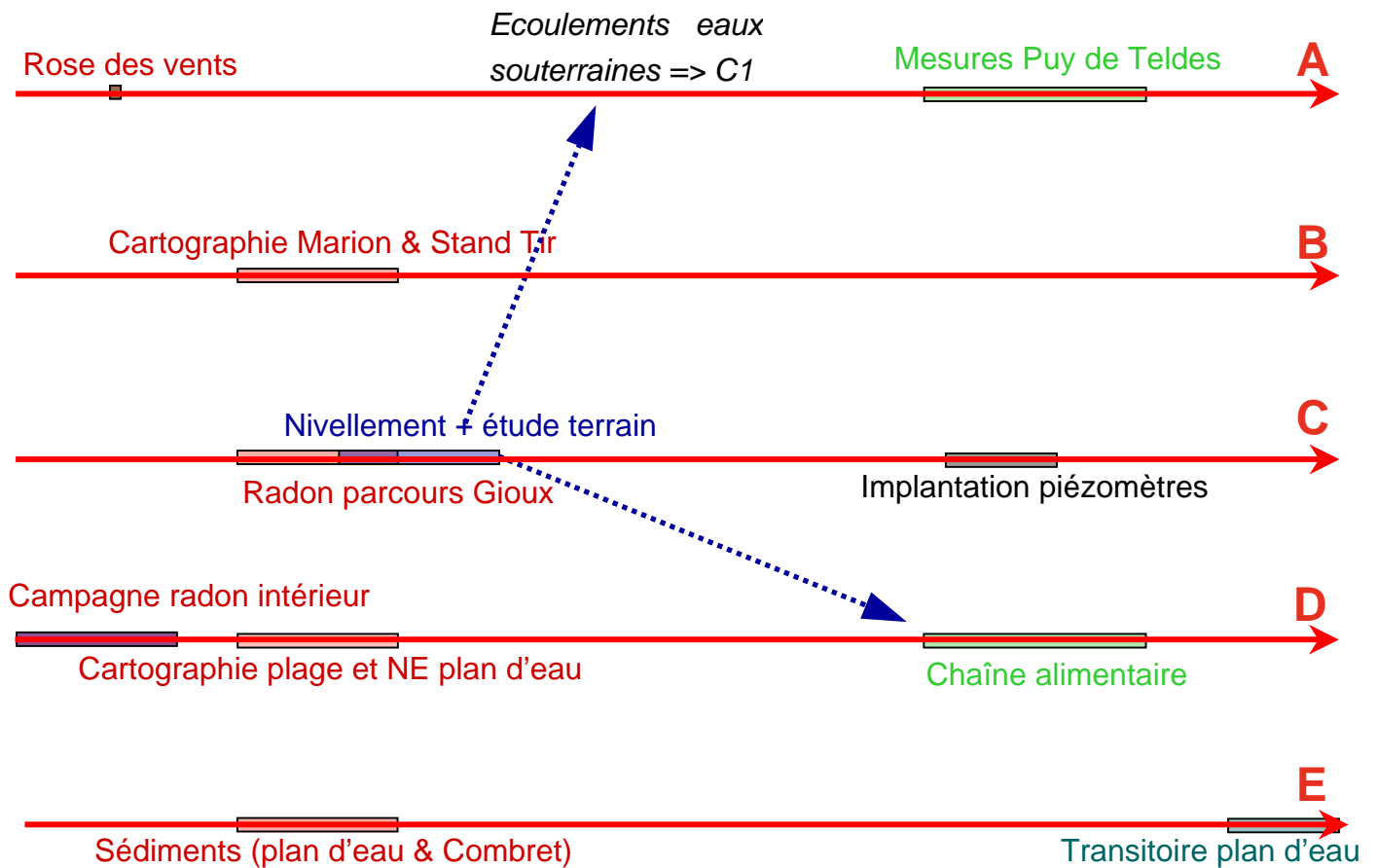
Coût de la proposition de base :

- ~ 56 k€ hors déplacements
- ~ 64 k€ déplacements compris, sur la base d'un recueil de données en 4 missions distinctes (base indicative forfaitaire de 2000 € par mission)

Coût toutes options incluses :

- ~ 83 k€ hors déplacements

ANNEXE 3 : ENCHAINEMENT POSSIBLE DES OPERATIONS



ANNEXE 4 : FIGURES

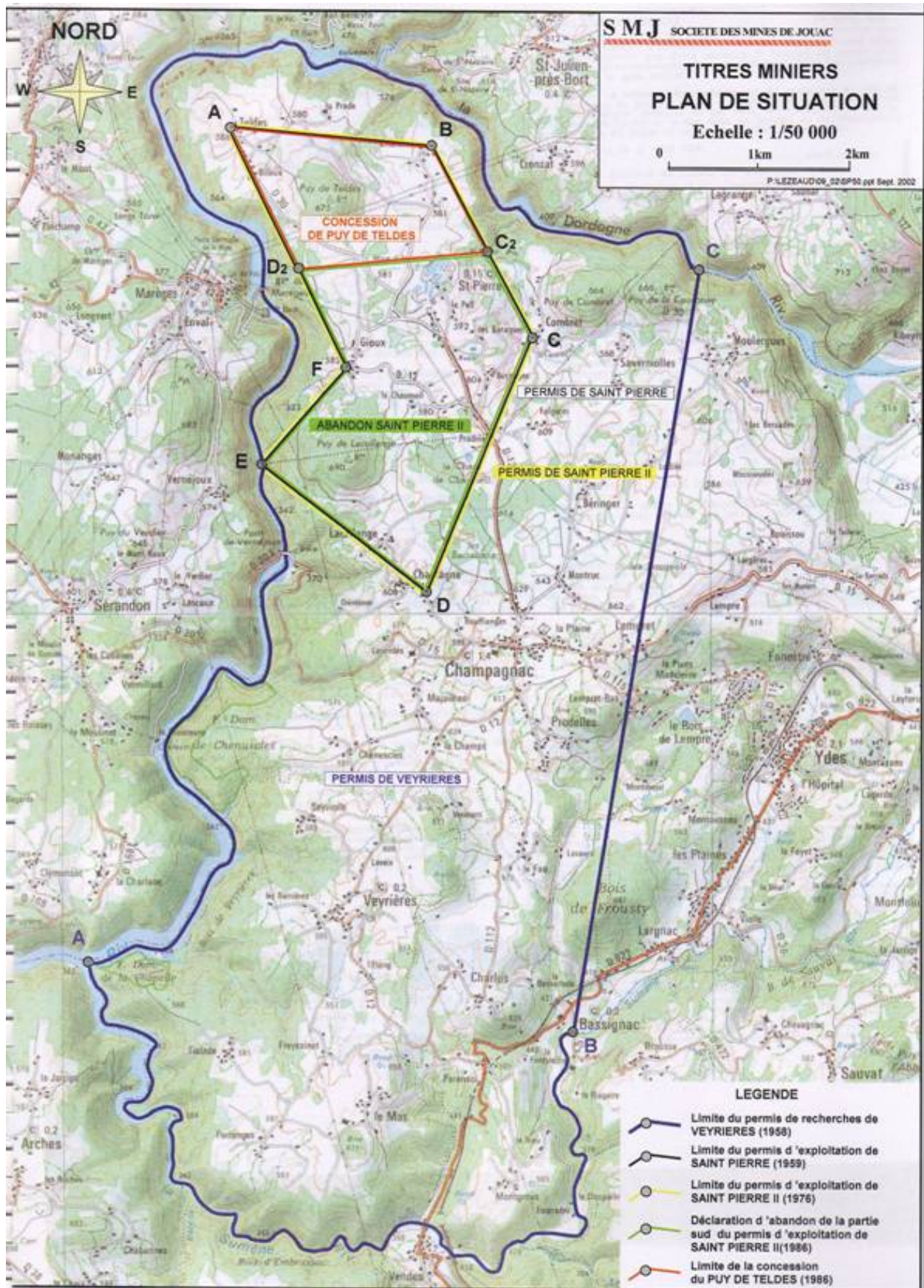


Figure 1 : Plan de situation de l'ancien site minier de Saint Pierre et titres miniers (Rapport SMJ 2002)

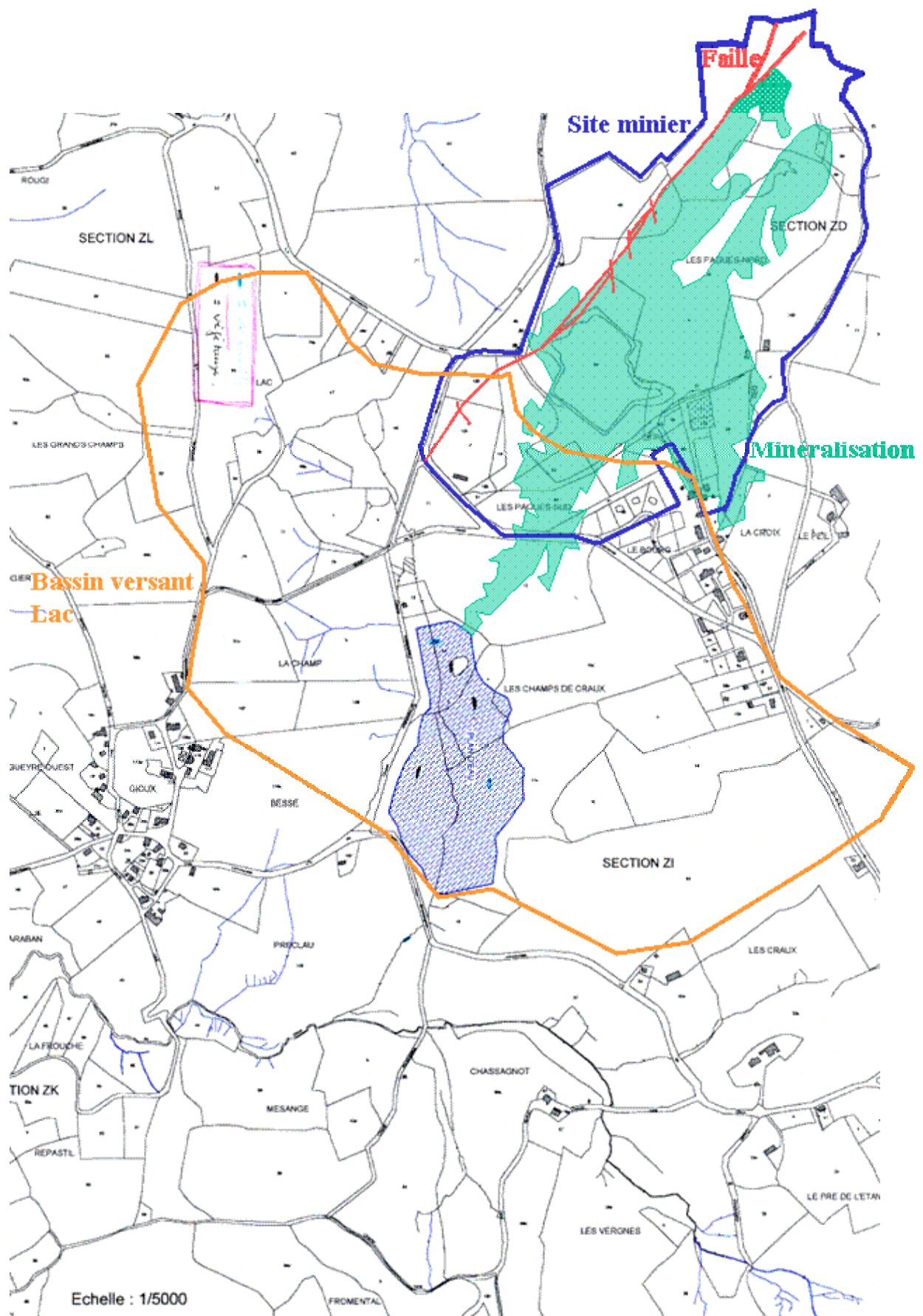


Figure 2 : Le plan d'eau communal, son bassin versant et la position du gisement uranifère

**SITE DE SAINT PIERRE
CADRE GÉOLOGIQUE**

Echelle 1/50000

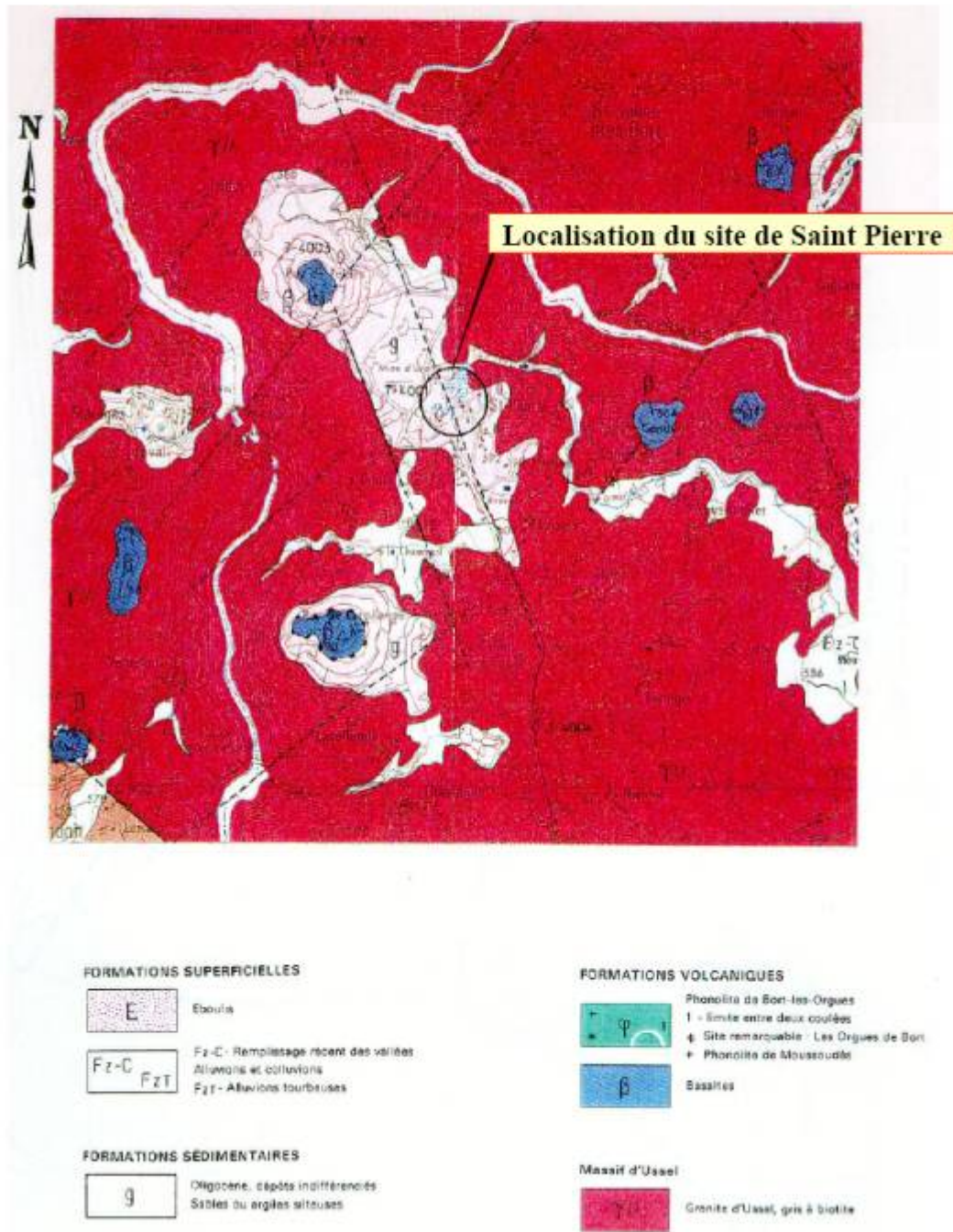


Figure 3 : Cadre géologique du site de Saint Pierre (Rapport SMJ 2002)

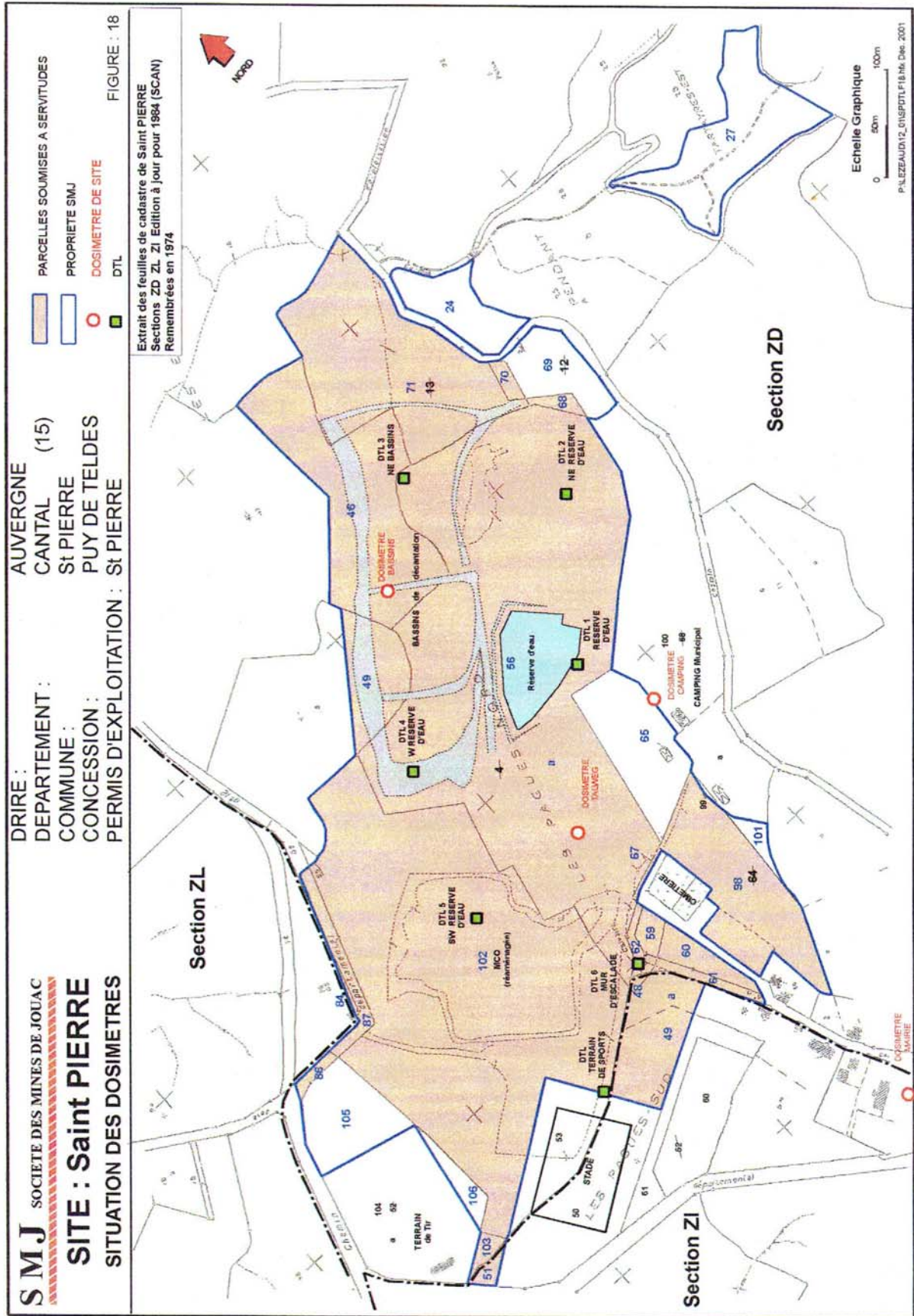


Figure 4 : Emprise du site minier de Saint Pierre (Rapport SMJ 2002)

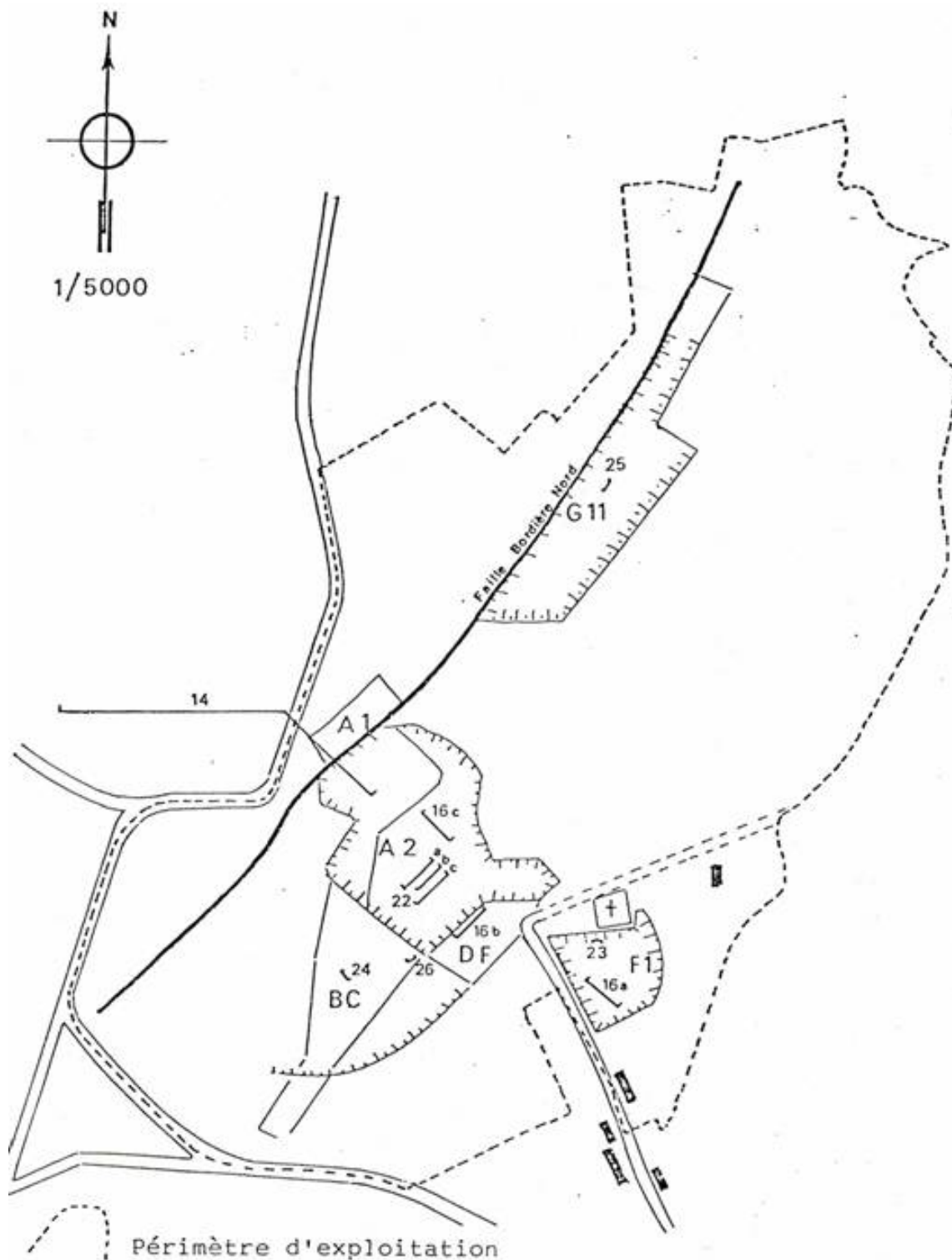


Fig. 15 - Plan d'ensemble du gisement de Saint-Pierre.
 - Situation des panneaux d'exploitation cités dans le texte.
 - Situation des coupes, levés et photographies.
 Ex. : A1, A2, BC, DF, F1, G11 : Panneaux d'exploitation.
 15c : Situation du levé de la figure 15c.

Figure 5 : Plan d'ensemble du gisement de Saint Pierre et des principaux panneaux d'exploitation
 (Thèse Carré)

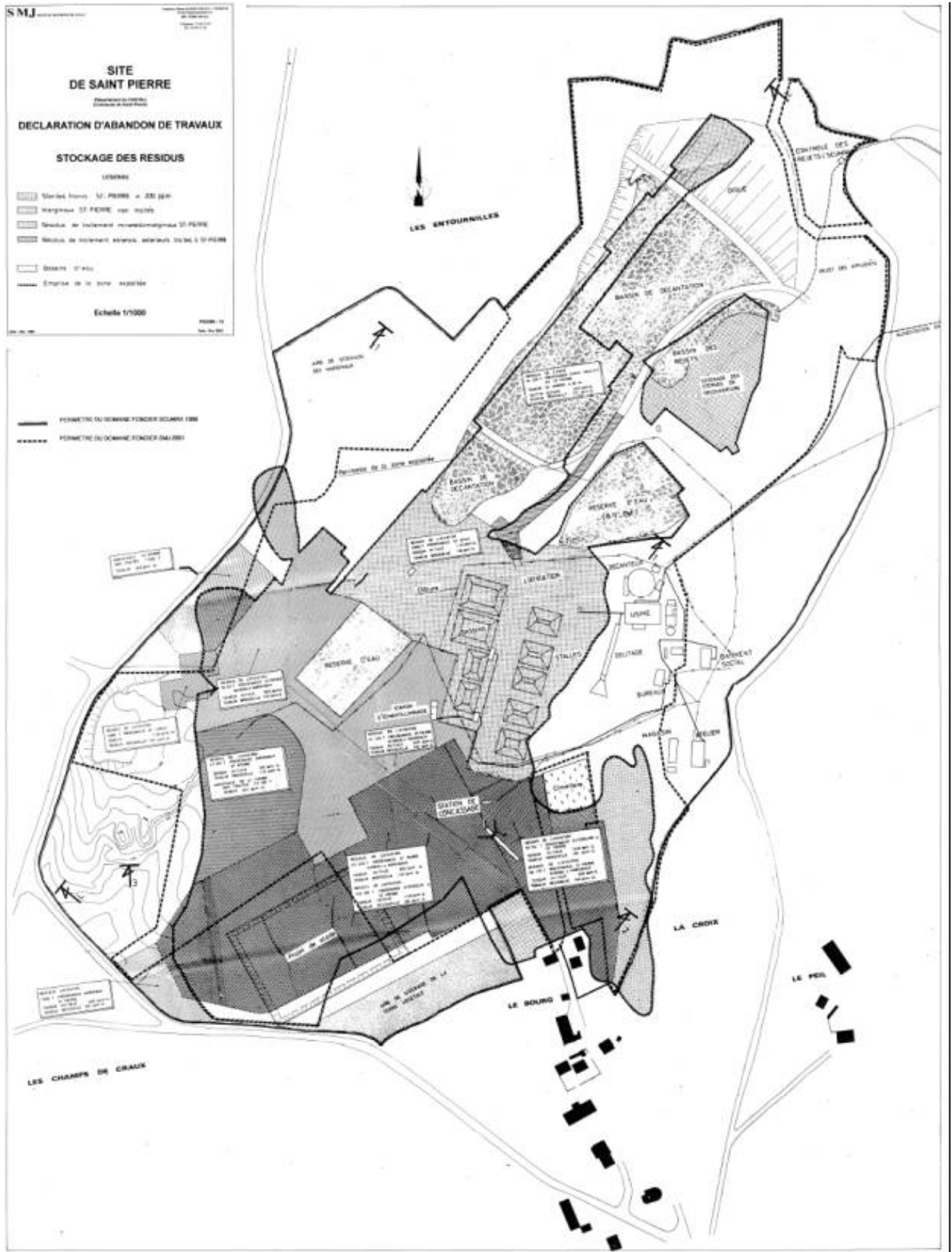


Figure 6 : Emplacement des produits stockés sur le site de Saint Pierre (Rapport SMJ 2002)

ANNEXE 5 : PHOTOS DU SITE ET DES POINTS PARTICULIERS CITES



Photo 1 : zone sud du site minier : lotissement, terrain de football



Photo 2 : zone nord du site : talweg, réserve d'eau, stockage des résidus



Photo 3 : Dosimètre de site et dosimètre thermo-luminescent, au fond la réserve d'eau



Photo 4 : Partie nord de la digue vue de la route bordant l'est du site



Photo 5 : Ruisseau le Combret entre le site et son confluent avec la Dordogne



Photo 6 : Confluent du Combret (à gauche) avec la Dordogne (à droite), la Dordogne s'écoule de la droite vers le centre de la photo



Photo 7 : Vue du plan d'eau communal depuis le lotissement (encore en basses eaux en septembre 2005)



Photo 8 : Stand de tir au sud du site



Photo 9 : Collecte des arrivées d'eau de la parcelle Gérémy et du stand de tir devant la buvette du plan d'eau



Photo 10 : Le puits Vigier devant le lotissement



Photo 11 : Le puits Gérémy   découvert et son trop plein



Photo 12 : Reprise du trop plein du puits Gérémy et autre drainage de la parcelle



Photo 13 : Arrivée des eaux collectées par le drainage Font de Pérou au nord du plan d'eau