

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Exposition aux rayonnements ionisants liée à l'utilisation industrielle de minerai de monazite

Exemple du site de Pargny-sur-Saulx



Grains de monazite
(Madagascar)

Plan de la présentation

	Chronologie
1. Historique du site industriel de Pargny-sur-Saulx	1932 - 1997
2. Mise en évidence de la contamination du site	1997
3. Mesures d'urgence et mise en place de la surveillance radiologique et dosimétrique	1997-1998
4. Etat de la contamination de l'environnement	2002
5. Mise en sécurité et réhabilitation du site	2003 - 2004
6. Conclusion	→ ?

Exposition aux rayonnements ionisants liée à l'utilisation industrielle de minerai de monazite

Exemple du site de Pargny-sur-Saulx



1. Historique du site industriel
2. Mise en évidence de la contamination du site
3. Mesures d'urgence et mise en place de la surveillance radiologique et dosimétrique
4. Etat de la contamination de l'environnement
5. Mise en sécurité et réhabilitation du site
6. Conclusion

Historique du site industriel ORFLAM-PLAST de Pargny-sur-Saulx

1. Situation géographique



2340 habitants

Deux rivières : la Saulx et l'Ornain

Canal de la Marne au Rhin

Historique du site industriel ORFLAM-PLAST de Pargny-sur-Saulx

2. Historique

1932 : Installation de l'Usine de Traitement de la Monazite (UTM)

1934-1967 : - Fabrication de pierres à briquets puis de briquets à partir de 1950
- Production de nitrate de thorium pur (jusqu'en 1959) à partir de minerai de monazite provenant de Suède puis de Madagascar



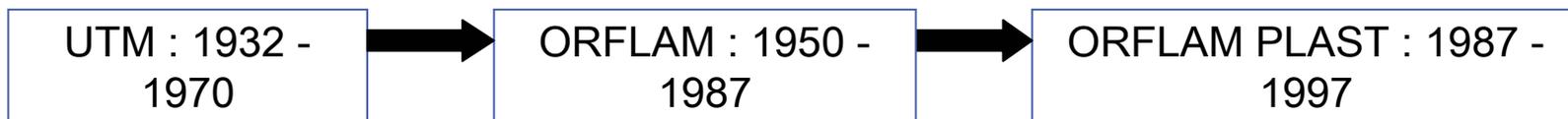
Extraction du cérium par procédés chimiques

1967-1996 : Fabrication de briquets uniquement (importation des pierres à briquets)



Abandon de l'utilisation de la monazite

1997 : Liquidation judiciaire de la société ORFLAM PLAST



Exposition aux rayonnements ionisants liée à l'utilisation industrielle de minerai de monazite

Exemple du site de Pargny-sur-Saulx

1. Historique du site industriel
2. Mise en évidence de la contamination du site
3. Mesures d'urgence et mise en place de la surveillance radiologique et dosimétrique
4. Etat de la contamination de l'environnement
5. Mise en sécurité et réhabilitation du site
6. Conclusion



Mise en évidence de la contamination du site

1. Thorium, terres rares et monazite

Les minéraux de monazite contiennent du thorium radioactif associé à des terres rares non radioactives mais très recherchées pour les besoins de l'industrie.

	<i>Oxydes de terres rares</i>			<i>Minerais</i>			
	<i>Noms</i>		<i>Formules</i>	<i>Monazite</i>		<i>Bastnaésite</i>	
<i>Terres cériques</i>	Lanthane	138,92	La ₂ O ₃	23,9	92,4	32	98,9
	Cérium	140,13	Ce ₁ O ₂	46		49	
	Praséodyme	140,91	Pr ₆ O ₁₁	5,1		4,4	
	Néodyme	144,27	Nd ₂ O ₃	17,4		13,5	
<i>Terres yttriques</i>	Samarium	150,35	Sm ₂ O ₃	2,5	7,6	0,5	1,1
	Europium	152	Eu ₂ O ₃	0,05		0,1	
	Gadolinium	157,26	Gd ₂ O ₃	1,5		0,3	
	Terbium	158,93	Tb ₄ O ₇	0,04		0,01	
	Dysprosium	162,51	Dy ₂ O ₃	0,69		0,03	
	Holmium	164,94	Ho ₂ O ₃	0,05		0,01	
	Erbium	167,27	Er ₂ O ₃	0,2		0,01	
	Thulium	168,94	Tm ₂ O ₃	0,01		0,02	
	Ytterbium	173,04	Yd ₂ O ₃	0,12		0,01	
	Lutécium	174,97	Lu ₂ O ₃	0,04		0,01	
	Yttrium	88,91	Y ₂ O ₃	2,4		0,1	
	Thorium	232,05	Th ₁ O ₂	6,7		0,35	
	Uranium	238,07	U ₃ O ₈	0,28		<0,05	

Mise en évidence de la contamination du site

1. Thorium, terres rares et monazite

A Pargny-sur-Saulx, des terres rares et des produits thorifères ont été extraits à partir de sables à monazite de 1934 à 1967

Le cérium, l'une de ces terres rares, servait à produire les pierres à briquets

Le procédé d'extraction chimique du cérium entraîne une production importante de résidus solides à base de sels de thorium

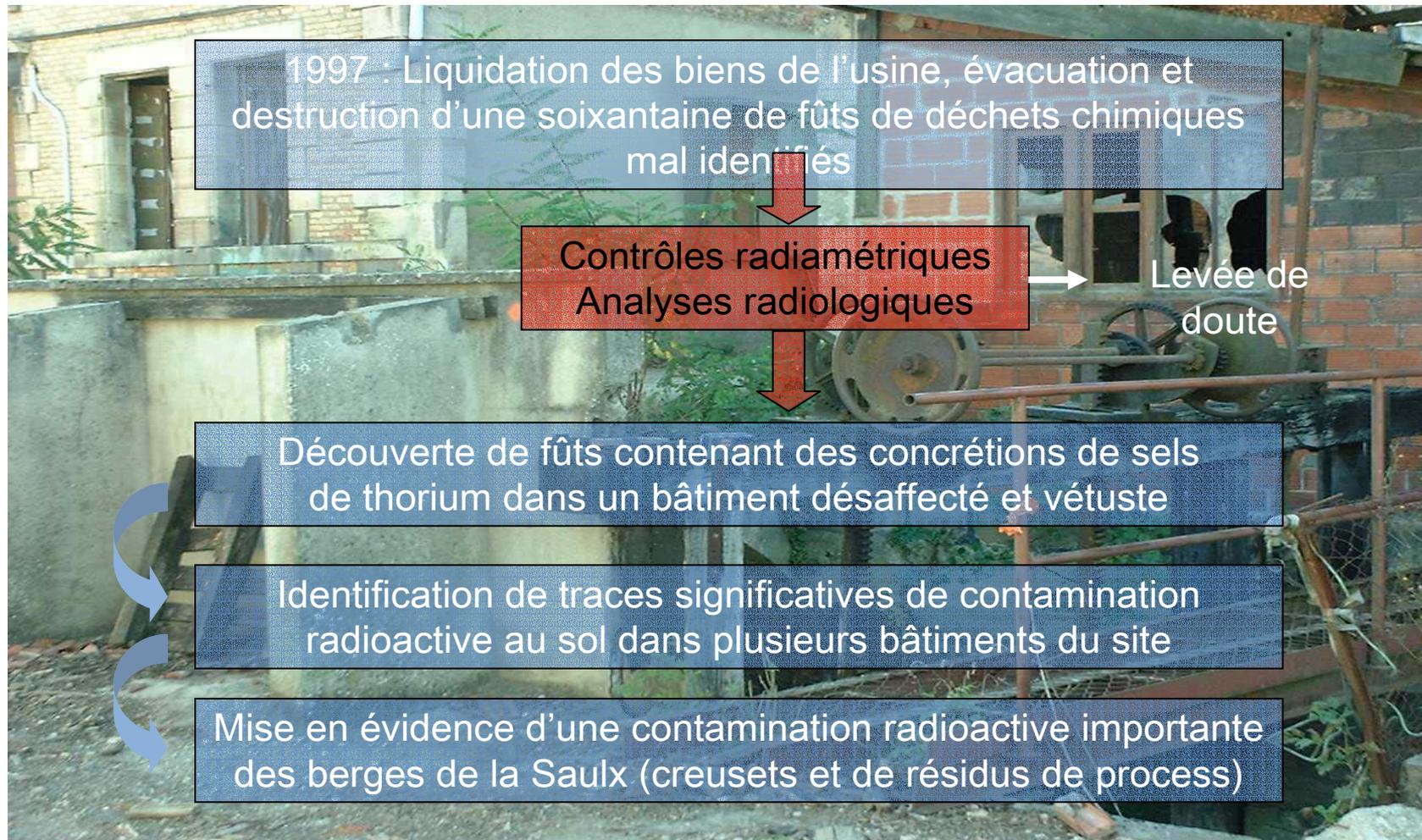
Plusieurs centaines de tonnes de minerais ont été traitées sur le site de Pargny-sur-Saulx, conduisant à des contaminations localisées des sols et des bâtiments de l'usine

Une partie de ces résidus a été utilisée comme matériau de remblayage pour l'usine et pour édifier une digue sur la berge de la rivière qui partage le site en deux parties



Mise en évidence de la contamination du site

2. Constats généraux



Exposition aux rayonnements ionisants liée à l'utilisation industrielle de minerai de monazite

Exemple du site de Pargny-sur-Saulx

1. Historique du site industriel
2. Mise en évidence de la contamination du site
3. Mesures d'urgence et mise en place de la surveillance radiologique et dosimétrique
4. Etat de la contamination de l'environnement
5. Mise en sécurité et réhabilitation du site
6. Conclusion



Mesures d'urgence et mise en place de la surveillance radiologique et dosimétrique

1. Reconditionnement et évacuation des déchets

→ **radioactifs** : évacuation vers une installation d'entreposage au CEA

→ **chimiques** : évacuation vers une installation spécialisée d'ECOTECH sous la responsabilité de l'ADEME

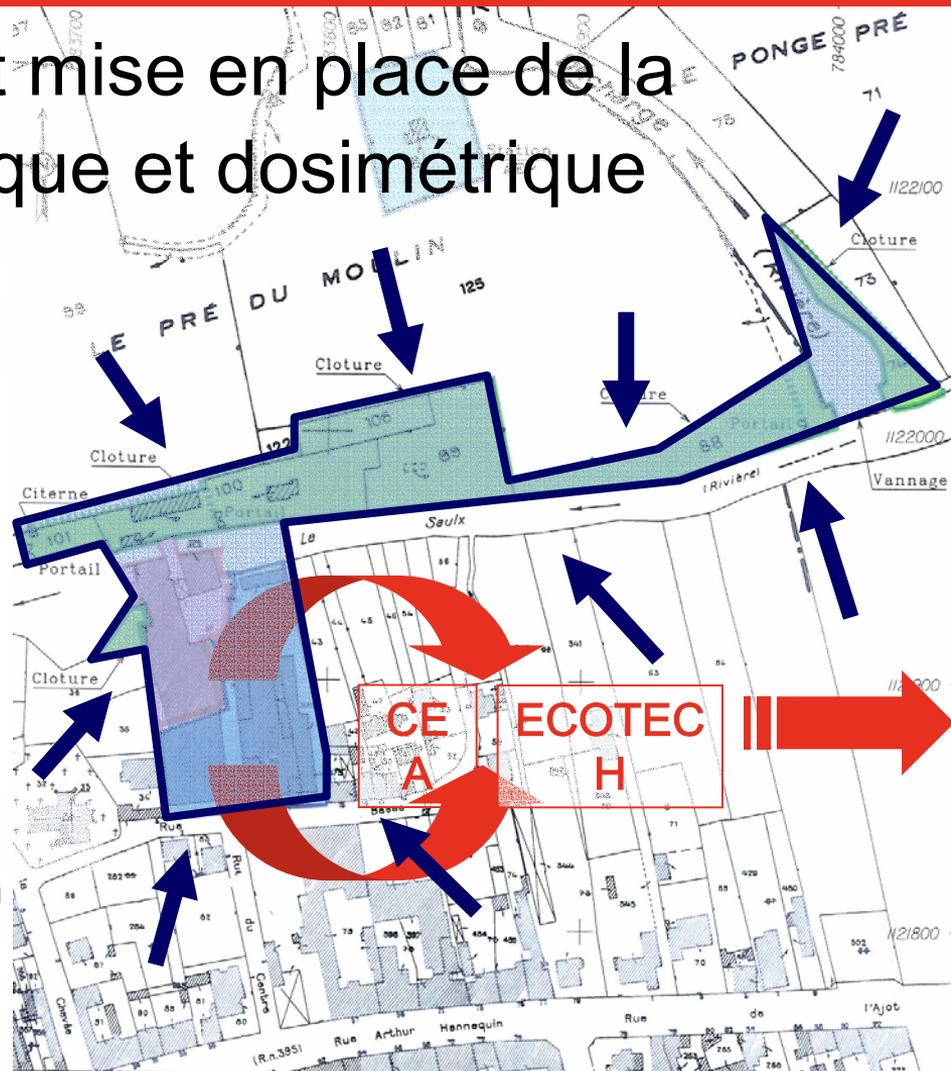
2. Protection du site

Dépassement de la limite d'exposition pour le public sur certaines zones d'où :

→ **Interdiction d'accès au site**

→ **Mise en place de clôtures**

→ **Surveillance du site**



LEGENDE

	Zone 1 : Bâtiments récents		Zone 3 : Dignes
	Zone 2 : Bâtiments anciens		Zone 4 : Captage d'eau potable

NOTA : Le fond de plan est extrait de l'assemblage des feuilles cadastrales scannées de Pargny-sur-Saulx (Marne), sections AC et AD

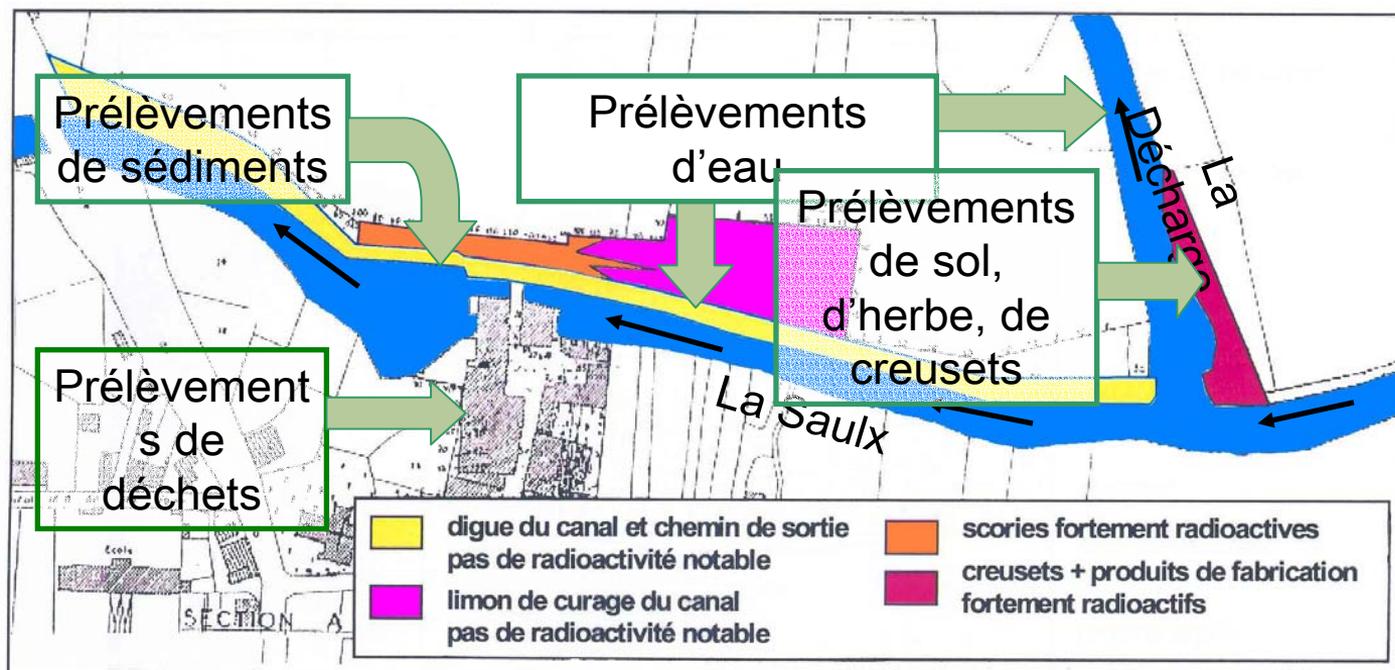


Mesures d'urgence et mise en place de la surveillance radiologique et dosimétrique

3. Investigation radiologique de l'ensemble du site

Mesures radiologiques effectuées par l'IRSN et la sécurité civile afin de contrôler les niveaux de radioactivité sur le site et ses abords.

Diagnostic initial réalisé par l'IRSN en 1997 :



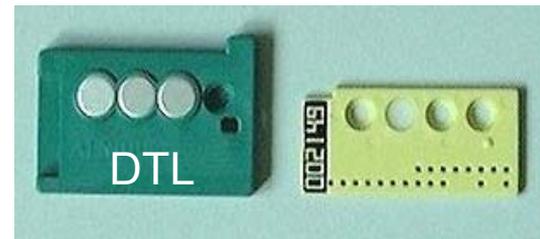
Mesures d'urgence et mise en place de la surveillance radiologique et dosimétrique

4. Surveillance de la nappe phréatique et surveillance dosimétrique

Depuis 1997 et par arrêté préfectoral n°2001-A-126-IC du 9 novembre 2001, **deux types de surveillance semestrielles** sont réalisées par l'IRSN sur le site Orflam-Plast :

→ Une surveillance radiologique de la nappe au niveau d'un piézomètre placé entre les zones polluées et le captage d'alimentation en eau potable, afin de prévenir toute pollution radioactive de l'unique point de captage d'eau de la commune.

→ Une surveillance dosimétrique en limite de site destinée à contrôler l'exposition gamma externe de la population locale.



Exposition aux rayonnements ionisants liée à l'utilisation industrielle de minerai de monazite

Exemple du site de Pargny-sur-Saulx

1. Historique du site industriel
2. Mise en évidence de la contamination du site
3. Mesures d'urgence et mise en place de la surveillance radiologique et dosimétrique
-  4. Etat de la contamination de l'environnement
5. Mise en sécurité et réhabilitation du site
6. Conclusion

Etat de la contamination de l'environnement (1998 – 2003)

1. Creusets, sols et végétaux

Etudes pour la stabilisation et la mise en place d'écrans imperméables sur les zones polluées (digues) par des substances radioactives

Expertise radiologique sur des prélèvements d'arbres, de sols et de creusets réalisés dans les zones les plus contaminées.



Zone de
Prélèvement : creusets
et résidus de process
fortement radioactifs

Débit de Dose au
contact du sol :
15 à 30 $\mu\text{Sv/h}$

Etat de la contamination de l'environnement (1998 – 2003)

1. Creusets, sols et végétaux

<i>Bq/kg sec</i>	Famille de l'Uranium 238				Famille du Thorium 232		
Nature	²¹⁰ Pb	²¹⁴ Pb	²¹⁴ Bi	²²⁶ Ra	²⁰⁸ Tl	²¹² Pb	²²⁸ Ac
Creusets	950	1 800	1 700	2 300	1 400	4 600	4 400
Sol	1 200	6 300	6 200	8 400	6 200	18 000	20 000
Radicelles	840	3 900	3 800	5 100	2 400	7 300	7 200
Racines	870	1 800	1 700	2 500	820	2 700	2 400
Branches	LD	42	35	LD	110	380	580



Caractérisation de l'ensemble des émetteurs gamma de la chaîne de désintégration naturelle de l'Uranium 238 et du thorium 232



Marquage radioactif important des fragments de creusets entassés sur la digue



Forte contamination des sols dans la zone « creusets » reflétant la composition du minerai de départ

Thorium	13000 g/t	54 Bq/g
Uranium	385 g/t	36 Bq/g



Marquage radioactif significatif des végétaux par accumulation continue via le transfert racinaire (gradient décroissant de concentration sol – racines – bois - feuilles)

Etat de la contamination de l'environnement (1998 – 2003)

2. Surveillance de la nappe phréatique et de la Saulx

Objectif : surveillance radiologique des eaux afin de prévenir toute pollution radioactive due à l'imprégnation des sols contaminés et à l'impact des crues de la rivière sur l'érosion des berges.

Résultats :

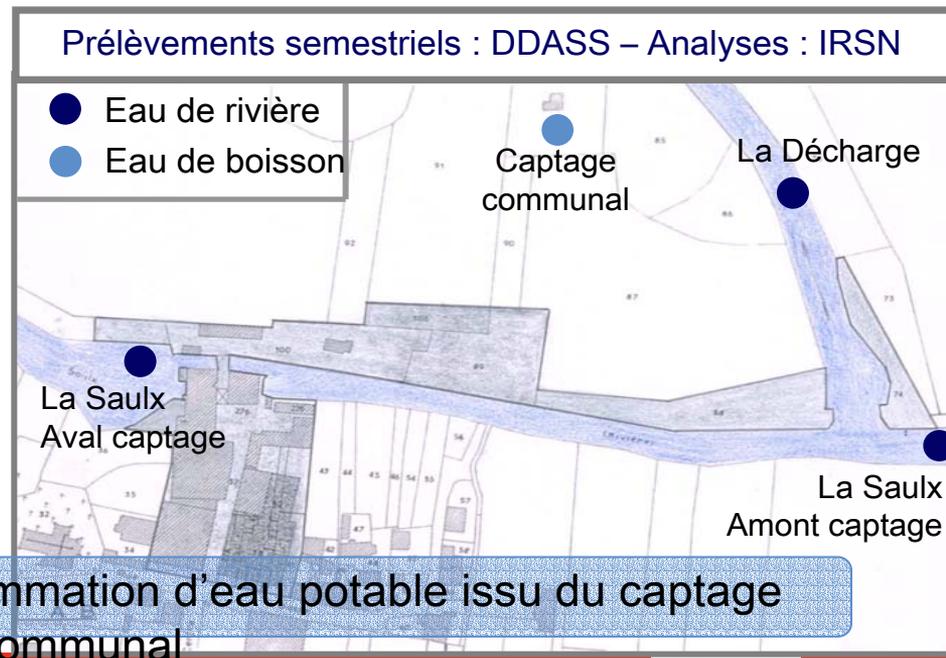
Mises en évidence de traces d'isotopes de la famille de l' ^{238}U en 1998

Depuis 1999, les activités alpha et bêta globales sont inférieures aux valeurs guides recommandées par l'OMS pour les eaux de boisson :

Activité alpha globale : 0,1 Bq/l

Activité bêta globale : 1 Bq/l

Pas de restriction sur la consommation d'eau potable issu du captage communal



Etat de la contamination de l'environnement (1998 – 2003)

3. Surveillance dosimétrique

Objectif : surveillance dosimétrique destinée à mesurer l'exposition gamma externe de la population locale

La surveillance dosimétrique du site Orflam-Plast est effectuée semestriellement par 13 dosimètres thermoluminescents.

Résultats :

Valeur de référence : 0,7 mSv / an

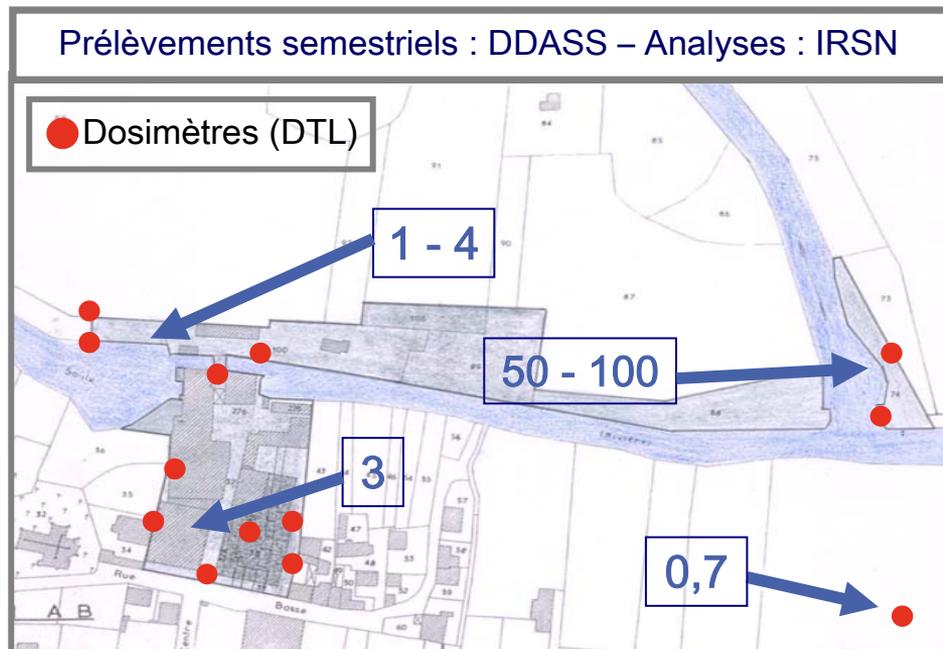
Anciens ateliers : 3 mSv / an

Berges de la Saulx : 1 à 4 mSv / an

Zone creusets : 50 à 100 mSv / an



Affinement du périmètre de sécurité
Identification et contrôle des zones les plus contaminées



Etat de la contamination de l'environnement

4. Synthèse

SITE

Environnement aquatique

- Absence de contamination dans l'eau de la Saulx, les sédiments, les algues et les poissons (IRSN, 1997-2003)

Environnement terrestre

- Forte contamination des berges le long de la Saulx : sol et végétaux (herbes, arbres) contaminés

- Débits de dose élevés (jusqu'à 100 mSv/an)

Chaîne alimentaire

- Absence de contamination dans la chaîne alimentaire (eau, herbe, lait, urines) (IRSN, 1998)

- Débit de dose = BDF (0,6 – 0,7 mSv/an)

- Pas de contamination de l'eau potable issue du captage communal à proximité du site

HORS SITE



Exposition aux rayonnements ionisants liée à l'utilisation industrielle de minerai de monazite

Exemple du site de Pargny-sur-Saulx

1. Historique du site industriel
2. Mise en évidence de la contamination du site
3. Mesures d'urgence et mise en place de la surveillance radiologique et dosimétrique
4. Etat de la contamination de l'environnement
-  5. Mise en sécurité et réhabilitation du site
6. Conclusion

Mise en sécurité et réhabilitation du site

1. Financement et choix de la stratégie de réhabilitation

2001 : Insolvabilité du responsable du site, l'ANDRA devient exécuteur d'office des travaux de mise en sécurité fixés par l'arrêté préfectoral du 9 novembre 2001.

2003 : Obtention des financements nationaux nécessaires de la part des producteurs de l'industrie nucléaire (EDF, COGEMA, CEA)

Parvenir à des doses résiduelles, après réhabilitation, aussi basses que raisonnablement possible, compte tenu des facteurs économiques et sociaux (ALARA)

Stratégie « site pollué orphelin » :

- Gestion des risques immédiats : éviter des dépassements de doses sur les scénarii d'usage applicables (pêcheurs et squatter)
- Suivre l'évolution du site (entretien des dispositifs et surveillance)
- Laisser au futur repreneur la charge de la réhabilitation pour un usage défini

Mise en sécurité et réhabilitation du site

2. Rive droite de la Saulx : travaux d'aménagement des berges

Sols et creusets :

Stabilisation des berges à l'aide de palplanches et d'enrochements

Recouvrement des zones les plus radioactives à l'aide d'écrans d'isolement afin de respecter la valeur limite d'exposition annuelle (1mSv)



Zone d'enfouissement des souches d'arbres

Végétation des berges :

Arrachage et regroupement des végétaux extraits des digues contaminées

Stockage in situ (enfouissement des souches d'arbres)



Mise en sécurité et réhabilitation du site

3. Contrôle radiologique des zones confinées et stabilisées (2003)

Vérification des objectifs fixés par arrêté préfectoral : mise en place d'écrans afin de réduire la dose annuelle au groupe « pêcheur » à 0,5 mSv/an

Scénario retenu : présence de pêcheurs sur les berges de la Saulx, pour une durée maximale de 300 heures par an, assis sur un siège à 0,3 mètre du sol (soit un débit de dose maximum de 1,6 μ Sv/h)



Travaux d'assainissement complémentaires sur certaines zones



Objectifs fixés par l'AP atteints sur toutes les secteurs définis par l'ANDRA

Mise en sécurité et réhabilitation du site

4. Bâtiments

2004 - 2005 : achèvement du programme de mise en sécurité du site

Enlèvement des déchets non radioactifs mais dangereux encore présents sur le site

Opérations de murage des bâtiments contaminés

Surveillance du site



Conclusions

- ➔ Forte implication des parties prenantes dès la levée de doute (1997)
- ➔ Information et communication auprès du public et des acteurs locaux mises en place dès le déclenchement de l'affaire (DRIRE)
- ➔ Action combinée de l'ANDRA et de l'IRSN pour l'établissement :
 - du pré-diagnostic (restriction d'accès, balisage, ...)
 - du diagnostic initial (caractérisation radiologique du site, mesure de l'exposition externe, analyse historique, cartographie, ...)
- ➔ Mise en place rapide d'une surveillance périodique de l'évolution de la contamination de l'environnement dès 1998
- ➔ Application par les parties prenantes du principe d'optimisation dans le choix de la stratégie de réhabilitation : réduction de l'impact radiologique (confinement, stabilisation) et mise en sécurité (murage)

MAIS

Difficultés pour réunir les financements dans le cas d'un site pollué orphelin
Étalement dans le temps des travaux de mise en sécurité du fait des procédures réglementaires



BP17 - 92262 Fontenay-aux-Roses Cedex
77-83, avenue du Général-de-Gaulle -
92140 Clamart - France

Tél. : 33 (0)1 58 35 88 88

Fax : 33 (0)1 58 35 84 51

Sites Internet de l'Institut :

Institutional website : www.irsn.org

Scientific website : www.irsn.org/net-science

Direct monitoring website : www.irsn.fr

