



BILAN DE L'ETAT RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT FRANÇAIS EN 2004

SYNTHÈSE DES RESULTATS DES RESEAUX DE SURVEILLANCE DE L'IRSN

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET DE L'INTERVENTION
SERVICE D'ETUDE ET DE SURVEILLANCE DE LA
RADIOACTIVITE DANS L'ENVIRONNEMENT

Demandeur	
Référence de la demande	
Numéro de la fiche programme	

**BILAN DE L'ETAT RADIOLOGIQUE
 DE L'ENVIRONNEMENT FRANÇAIS
 EN 2004**

**SYNTHESE DES RESULTATS DES
 RESEAUX DE SURVEILLANCE DE L'IRSN**

Rapport DEI/SESURE. n° 2005-33

	Réservé à l'unité		Visas pour diffusion		
	Auteur(s)	Vérificateur *	Chef du SESURE	Directeur de la DEI	Directeur Général
Noms	Collectif LVRE	O. PIERRARD	N. LEMAITRE	D. CHAMPION	J. REPUSSARD
Dates		27/02/06	28/02/06	31/03/06	20/05/2006
Signatures					

*rapport sous assurance de la qualité

Page intentionnellement blanche

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Auteur	Pages ou paragraphes modifiés	Description ou commentaires
V2	15/11/2005	O. PIERRARD		
V3	1/12/2005	N. LEMAITRE		
V4	15/12/2005	D. CHAMPION		
V5	14/02/2006	D. BOULAUD		
V6	29/03/2006	D. CHAMPION		
V7	18/04/2006	J. REPUSSARD		

LISTE DES PARTICIPANTS

Nom	Organisme
ALFERES Maria Luisa	IRSN/DEI/SESURE/LVRE
CHITRY Frédéric	
D'AMICO Donato	
DEBAYLE Christophe	
GUILLEVIC Jérôme	
LE BAIL Claude	
LEPRIEUR Fabrice	
PIERRARD Olivier	
RAPICAULT Clément	

Page intentionnellement blanche

LISTE DE DIFFUSION

Nom	Organisme
J. REPUSSARD	IRSN/DIR
M. BRIERE	IRSN/DIR
M. BOUVET	IRSN/DSDRE
J. LEWI	IRSN/DESTQ
MP. BIGOT	IRSN/COM
F. SOULET	DESTQ/DISCT/CRIS
D. CHAMPION	DEI/DIR
D. BOULAUD	DEI/DIR
B. DUFER	DEI/DIR
JM. PERES	DEI/SARG
JC GARIEL	DEI/SECRE
P. DUBIAU	DEI/SESUC
JP. MAIGNE	DEI/SIAR
N. MICHEL	DEI/SIAR/GIRO/Sud Ouest
C. SORIA	DEI/SIAR/GIRO/Sud Est
MC ROBE	DEI/STEME
B. DESCAMPS	DEI/SESURE/LESE
O. PIERRARD	DEI/SESURE/LVRE
P. RENAUD	DEI/SESURE/LERCM
	Ministères
	Agences
	Préfectures
	DDASS - DRASS
	CLI
	Correspondants locaux et collaborateurs
	Exploitants
	Instances internationales

Page intentionnellement blanche

- SOMMAIRE -

I. AVANT PROPOS.....	15
II. RAPPEL DES MISSIONS DE L'IRSN.....	17
III. MODE DE PRÉSENTATION DES RÉSULTATS.....	21
IV. LA SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT.....	23
IV.1. LES OBJECTIFS DE LA VEILLE RADIOLOGIQUE.....	23
IV.2. ORGANISATION DE LA SURVEILLANCE ET MOYENS ALLOUES	24
IV.2-1 Les réseaux de télésurveillance.....	25
IV.2-2 Les réseaux de prélèvements.....	26
IV.3. MÉTHODOLOGIE ADOPTÉE POUR LE CHOIX DES STATIONS DE SURVEILLANCE	27
IV.3-1 Choix des stations de prélèvements.....	27
IV.3-2 Choix des matrices environnementales.....	28
IV.3-3 Plan d'analyse.....	30
V. LES RÉSULTATS DE LA SURVEILLANCE DES SITES DU CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLEAIRE. 31	
V.1. LE CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE.....	31
V.2. LA SURVEILLANCE DES EFFLUENTS RADIOACTIFS	32
V.3. LA SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT A PROXIMITÉ DES SITES.....	35
V.4. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS.....	36
V.5. RESULTATS DE SURVEILLANCE DES ANCIENS SITES MINIERES	37
V.5-1 Site du Cellier (12).....	37
V.5-2 Division minière de la Crouzille (87).....	38
V.5-3 Site du Forez (42).....	42
V.5-4 Site de Lodève (34).....	43
V.5-5 Sites de Vendée (44).....	44
V.6. RESULTATS DE SURVEILLANCE DES INDUSTRIES EN AMONT DU CYCLE DU COMBUSTIBLE.....	45
V.6-1 Site de Malvesi (11).....	46
V.6-2 Site de Pierrelatte (26).....	49
V.7. RESULTATS DE SURVEILLANCE DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ	53
V.7-1 Brennilis (29).....	53
V.7-2 Belleville-sur-loire (18).....	53
V.7-3 Le Blayais (33).....	55
V.7-4 Le Bugey (01).....	57
V.7-5 Cattenom (57).....	59
V.7-6 Chinon (37).....	61
V.7-7 Chooz (08).....	63
V.7-8 Civaux (86).....	65
V.7-9 Creys-Malville (38).....	68
V.7-10 Cruas-meysses (07).....	70
V.7-11 Dampierre-en-burly (45).....	71
V.7-12 Fessenheim (68).....	73
V.7-13 Flamanville (50).....	76
V.7-14 Golfech (82).....	78
V.7-15 Gravelines (59).....	81
V.7-16 Nogent-sur-seine (10).....	84
V.7-17 Paluel (76).....	86
V.7-18 Penly (76).....	88
V.7-19 Saint-Alban (38).....	89
V.7-20 Saint-Laurent-des-Eaux (41).....	91
V.7-21 Tricastin (26).....	93
V.8. RESULTATS DE SURVEILLANCE DES INDUSTRIES EN AVAL DU CYCLE DU COMBUSTIBLE	96
V.8-1 Site de la Hague (50).....	96
V.8-2 Site de Marcoule (30).....	113

V.9. RESULTATS DE SURVEILLANCE DES CENTRES DE STOCKAGE.....	118
V.9-1 Centre de stockage de Soulaïnes (10).....	118
V.9-2 Centre de stockage de la Manche (50).....	120
VI. LES RÉSULTATS DE LA SURVEILLANCE DES SITES NUCLEAIRES DE RECHERCHE & D'ÉTUDE ET DES BASES NAVALES NUCLEAIRES ET AUTRES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES	121
VI.1. LES CENTRES D'ÉTUDES.....	122
VI.1-1 CEN de Cadarache (13).....	122
VI.1-2 CEN de Fontenay-aux-Roses (92).....	123
VI.1-3 CEN de Grenoble (38).....	124
VI.1-4 CEN de Pierrelatte - Valrhô (26).....	125
VI.1-5 CEN de Saclay (91).....	126
VI.1-6 CEN de Valduc (21).....	129
VI.1-7 CERN - Preveessin (01).....	135
VI.1-8 Institut Laue Langevin - Grenoble (38).....	136
VI.2. LES BASES NAVALES NUCLEAIRES	137
VI.2-1 Brest (29).....	137
VI.2-2 Cherbourg (50).....	138
VI.2-3 Toulon (83).....	141
VII. LES RÉSULTATS DE LA SURVEILLANCE DES REJETS RADIOACTIFS DES SERVICES DE MEDECINES NUCLEAIRE.....	143
VII.1. UTILISATION DES RADIONUCLEIDES PAR LA MEDECINE NUCLEAIRE	143
VII.2. LE RÉSEAU TÉLÉHYDRO	143
VII.2-1 Principe de fonctionnement.....	144
VII.2-2 Synthèse des résultats acquis en 2004.....	146
VIII. LES RÉSULTATS DE LA SURVEILLANCE GENERALE DE LA RADIOACTIVITE DU TERRITOIRE	150
VIII.1. LE RAYONNEMENT GAMMA AMBIANT	150
VIII.1-1 Le réseau Télecay.....	150
VIII.1-2 Le réseau de dosimètres thermoluminescents (DTL).....	155
VIII.1-3 Valeurs de débit de dose par département (données comparées TÉLÉRAY/DTL)....	156
VIII.2. LES RADIONUCLEIDES DANS L' AIR.....	159
VIII.2-1 Le réseau AS (Air au niveau du sol)	159
VIII.2-2 Le réseau SARA (Surveillance Automatisée de la Radioactivité des Aérosols).....	165
VIII.2-3 Les eaux de pluies.....	169
VIII.3. LE MILIEU CONTINENTAL.....	171
VIII.3-1 Les cours d'eau (fleuves et rivières).....	171
VIII.3-2 Les stations de suivi continental terrestre	185
VIII.3-3 Cas particulier des rizières de Camargue.....	190
VIII.4. LE LITTORAL.....	192
VIII.4-1 Les eaux de mer.....	192
VIII.4-2 La baie de Seine.....	195
VIII.5. LES CONSTITUANTS DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE	195
VIII.5-1 Le lait	195
VIII.5-2 Le blé.....	198
VIII.5-3 La ration alimentaire.....	199
IX. ACTIONS DE SURVEILLANCE SPECIALE A LA SUITE D'ÉVENEMENTS EN 2004	201
IX.1. EXPERTISES SUITE À DES INCIDENTS SUR DES CNPE.....	201
IX.2. ADAPTATION DE LA SURVEILLANCE APRES LES CRUES DU RHONE DE 2003	201
IX.3. USINE COMURHEX DE MALVÉSI.....	202
X. DIFFUSION DES DONNÉES VIA INTERNET	203
X.1. SITE TÉLÉRAY	203
X.2. SITE EAUX	204

X.3. DONNEES AÉROSOLS.....	205
XI. GLOSSAIRE.....	207
XII. NOTIONS DE RADIOPROTECTION.....	211
XIII. CONTACTS.....	213
XIV. INDEX DES FIGURES.....	215
XV. INDEX DES CARTES.....	219
XVI. INDEX DES TABLEAUX.....	221

Page intentionnellement blanche

Page intentionnellement blanche

I. AVANT PROPOS

En 2004, l'institut a abandonné la diffusion des « tableaux mensuels des mesures » anciennement publiés par l'Office de protection contre les rayonnements ionisants (OPRI) puis par l'IRSN jusqu'en décembre 2003. Afin d'améliorer sa communication autour des mesures de la surveillance, l'IRSN a choisi une diffusion permanente de ces résultats, rendus accessibles via internet (WWW.IRSN.ORG / rubrique « surveillance de l'environnement »), assortie d'une synthèse annuelle éditée sous forme papier, et également disponible en ligne.

Elaboré sous cette forme pour la première fois, et traitant rétrospectivement des données 2004, ce rapport annuel sera probablement amené à évoluer dans sa structure afin de répondre au mieux aux attentes des autorités, des parties prenantes, et du public. Les remarques sur cette première édition seront donc les bienvenues, dans la perspective de l'édition prochaine du rapport 2005.

L'année 2004 a par ailleurs été une année de transition particulièrement importante pour les différentes activités de l'IRSN relatives à la surveillance radiologique de l'environnement français.

Durant cette année, l'Institut a en effet initié une réflexion visant à refonder les buts opérationnels de cette mission de surveillance. Cette réflexion a permis notamment d'identifier les différents axes de développement des moyens à mettre en œuvre pour réaliser au mieux la protection de l'environnement et des personnes. L'Institut a également dû tenir compte de certaines évolutions conjoncturelles affectant ses réseaux de surveillance et en particulier l'abandon d'un certain nombre de prélèvements traditionnellement effectués par les DDASS suite à la réorientation de leurs missions.

L'année 2004 a enfin marqué le démarrage des travaux de conception du réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement, instauré par l'article R.1333-11 du code de la santé publique. La gestion technique de ce réseau a été confiée à l'Institut, avec pour tâche principale de mettre en place une application informatique qui permettra le rassemblement sous un format homogène, la valorisation et la diffusion des résultats produits par les acteurs de la surveillance radiologique de l'environnement (exploitants, IRSN, laboratoires agréés), tout en renforçant l'harmonisation et la qualité des mesures.

Je remercie l'ensemble des collaborateurs impliqués dans les diverses tâches associées à la surveillance radiologique de l'environnement. Leur implication personnelle est essentielle à la mise en œuvre efficiente de cette mission opérationnelle majeure de l'institut.

Jacques Repussard

Directeur Général

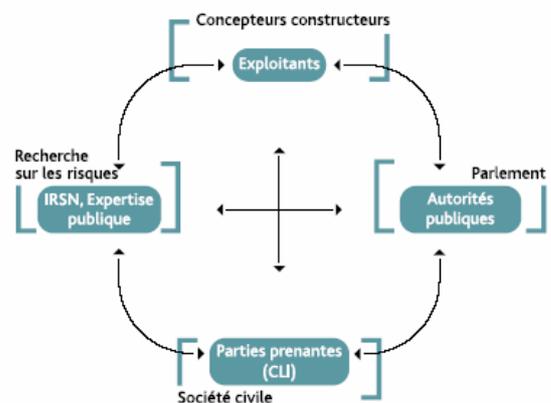
Page intentionnellement blanche

II. RAPPEL DES MISSIONS DE L'IRSN

L'institut de radioprotection et de sûreté nucléaire a été créé par la loi 2001-398 du 9 mai 2001. Expert public des risques, l'IRSN concourt aux politiques publiques en matière de sûreté nucléaire et de protection de la santé et de l'environnement au regard des rayonnements ionisants. Il interagit avec tous les acteurs concernés par ces politiques.

EN FRANCE, LA PRÉVENTION DES RISQUES NUCLÉAIRES REPOSE SUR QUATRE PILIERS COMPLÉMENTAIRES.

- Les exploitants sont responsables de la sûreté de leurs installations nucléaires. Ils doivent démontrer la pertinence des moyens techniques et organisationnels mis en œuvre à cet effet (dossiers de sûreté, études d'impact des rejets).
- Les autorités publiques déterminent les politiques de sûreté nucléaire et de radioprotection. Elles organisent et mettent en œuvre le contrôle.
- L'IRSN, pôle public d'expertise sur les risques nucléaires, évalue pour les différentes autorités compétentes, les dossiers fournis par les exploitants. Il analyse en permanence le retour d'expérience du fonctionnement des installations et l'exposition des hommes et de l'environnement aux rayonnements. L'expertise de l'IRSN repose sur ses activités de recherche, conçues le plus souvent dans un cadre international, qui lui assurent les moyens d'investigation les plus performants.
- Les Commissions Locales d'Information (CLI) rassemblent les parties prenantes concernées par une installation nucléaire donnée et forment un organe d'accès à l'information et de vigilance autour des enjeux de sûreté, de protection de la santé et de l'environnement.



L'IRSN EST UN EPIC RATTACHÉ AUX MINISTRES CHARGÉS DE L'ÉCOLOGIE, DE LA RECHERCHE, DE LA SANTÉ, DE LA DÉFENSE ET DE L'INDUSTRIE

- Son budget, (290M€ en 2006) est financé à hauteur de 85 % par une subvention inscrite au budget du ministère de l'Écologie, dans le cadre de la mission LOLF « recherche et enseignement supérieur », programme « recherche sur les risques environnementaux », action « risques nucléaires et radiologiques ». Cette subvention est complétée par des financements publics ou privés, nationaux, européens ou internationaux dédiés à des programmes de recherche ou d'expertise spécifiques. L'IRSN dispose de 1500 salariés, dont plus d'un millier d'experts et de chercheurs.

- Ses ressources sont consacrées :
 - ✓ Pour 50 % à la recherche. Les programmes les plus lourds, nécessitant des réacteurs nucléaires de recherche ou des moyens conséquents (comportement des combustibles, simulations d'accidents, etc.), sont mutualisés au niveau international ;
 - ✓ Pour 35 % à l'appui technique aux autorités et aux missions de service public (surveillance radiologique, information, enseignement, etc.) ;
 - ✓ Pour 7 % à l'expertise nucléaire de défense, en appui aux autorités compétentes dans ce domaine ;
 - ✓ Pour 8 % aux prestations d'expertises et d'études réalisées dans un cadre contractuel.

L'IRSN COUVRE L'ENSEMBLE DU CHAMP DES ACTIVITÉS NUCLÉAIRES CIVILES OU DE DÉFENSE

- La sûreté des installations nucléaires (on en dénombre environ 250, dont 58 réacteurs EDF et 85 installations intéressant la défense, parmi lesquelles le porte-avion Charles de Gaulle et 10 sous-marins).
- La sûreté des transports de matières radioactives et fissiles (plus de 1 500 par an).
- La protection des travailleurs : l'IRSN gère les données d'exposition individuelle d'environ 250 000 travailleurs.
- La protection de la population et de l'environnement contre les risques liés aux rayonnements ionisants : l'IRSN dispose sur l'ensemble du territoire national de réseaux automatisés de surveillance radiologique et d'alerte, et surveille par échantillonnage la radioactivité des eaux de boisson et de la chaîne alimentaire.
- La protection des matières et sensibles contre les risques de détournement à des fins de prolifération ainsi que la protection des installations et des transports nucléaires contre la malveillance.
- Le suivi des sources radioactives, notamment en secteur médical.
- En cas d'accident, l'IRSN est prêt à déployer ses moyens d'expertise, de mesure et d'intervention en appui aux autorités publiques, grâce à son Centre technique de crise et à ses moyens mobiles. Ces moyens permettent de dresser, en temps réel, un pronostic de l'évolution de l'installation accidentée et des rejets possibles de radioactivité dans l'environnement, de cartographier ces rejets sur le terrain, d'évaluer l'exposition des victimes éventuelles et de fournir un appui médical spécialisé aux unités de soins. Ce dispositif est régulièrement testé lors d'exercices nationaux.

L'IRSN EST UN ACTEUR DE LA TRANSPARENCE NUCLÉAIRE

- L'information du public fait partie des missions de l'IRSN. Son portail Internet (www.irsn.org) propose une large palette d'informations adaptées à différents types de publics, plus de 900 000 consultations ont été enregistrées en 2005.
- L'IRSN anime une exposition itinérante sur le thème de la maîtrise des risques nucléaires. Il contribue à l'enseignement sur ces sujets.
- L'IRSN a signé un accord cadre avec la fédération des CLI, l'ANCLI, afin de rendre son expertise accessible aux parties prenantes et ainsi faciliter la compréhension de dossiers techniques qui sont souvent complexes.
- L'IRSN anime sur demande des pouvoirs publics des groupes d'expertise pluraliste sur des thèmes potentiellement générateurs de controverse au sein de la société.



Figure 1 : Implantations des sites de l'IRSN

Page intentionnellement blanche

III. MODE DE PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Ce rapport annuel a été élaboré dans l'objectif de faciliter l'accès aux données et la compréhension des résultats.

La présentation des résultats se décline selon un découpage thématique par type d'installation utilisant la radioactivité (CNPE, centre de retraitement, service de médecine nucléaire...) ou par compartiment environnemental surveillé (air, eaux, milieu biologique...). Chaque partie peut être consultée indépendamment des autres.

Compte tenu du grand nombre de données acquises tout au long de l'année, seuls les résultats les plus pertinents ont été présentés sous forme de graphiques ou de tableaux synthétiques (valeur minimale, valeur maximale et moyenne sur l'année) :

- Une couleur est attribuée à chaque radionucléide dont l'activité est présentée sous forme de graphique ;
- Les signes « < » indiquent des résultats de mesure inférieurs aux limites de détection de nos appareils de mesures ;
- Les moyennes de valeurs indiquées dans les tableaux sont calculées dès lors que plus de la moitié des résultats sont « significatifs », c'est-à-dire supérieurs aux limites de détection de nos appareils de mesures ;
- Ces résultats sont assortis de commentaires explicatifs faisant référence aux séries chronologiques disponibles.

Pour des sites de même nature, des différences peuvent apparaître dans les plans de surveillance appliqués pour des raisons géographiques, historiques ou à titre d'étude.

L'ensemble des résultats issus de la surveillance environnementale est par ailleurs disponible sur les sites Internet de l'IRSN ou sur demande auprès des unités en charge de la surveillance radiologique de l'environnement (voir la rubrique « contacts » en page 212).

Enfin, une carte d'implantation des stations de surveillance est systématiquement présentée en début de chaque chapitre thématique.

Page intentionnellement blanche

IV. LA SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT

IV.1. LES OBJECTIFS DE LA VEILLE RADIOLOGIQUE

La surveillance radiologique de l'environnement du territoire français est une des missions fondamentales de l'IRSN¹. Celle-ci est indissociable de celles d'information du public et d'appui technique aux pouvoirs publics, notamment en de la Direction Générale de la Sûreté Nucléaire et de la Radioprotection.

Les objectifs de la surveillance radiologique de l'environnement menée par l'IRSN sont les suivants :

1. Vérifier l'état sain et conforme des niveaux radiologiques dans l'environnement en lien avec un dispositif d'alerte ;
2. Contribuer au contrôle des sources radioactives et participer au respect et à l'évolution de la réglementation sur les installations susceptibles de rejeter des radionucléides dans l'environnement ;
3. Observer l'évolution spatiale et temporelle de la qualité radiologique des milieux afin d'évaluer les améliorations de la gestion des sources d'émissions radioactives ;
4. Mettre à disposition de la population des éléments d'information sur l'état radiologique de l'environnement et de la chaîne alimentaire.

En pratique, cette surveillance se décline selon les thématiques suivantes :

- la surveillance de l'environnement à proximité des installations susceptibles de rejeter des radionucléides (INB, INBS, ICPE, services de médecine nucléaire,...) ;
- la surveillance générale du territoire, au travers de divers composants de l'environnement allant de la source jusqu'à l'homme ; l'IRSN dispose ainsi, pour chaque compartiment étudié, de réseaux de prélèvement dédiés à :
 - la surveillance de l'air (aérosols, eaux de pluie, activité gamma ambiante) ;
 - la surveillance des eaux de surface (fleuves) et des eaux souterraines (nappes phréatiques) ;
 - la surveillance du littoral (sédiments, faune et flore aquatiques, eau de mer) ;
 - la surveillance de produits de la chaîne alimentaire de l'homme (lait, céréales, rations alimentaires) ;
 - la surveillance continentale terrestre (stations de référence éloignées de toute installation nucléaire ou industrielle).

La présentation des résultats acquis au cours de l'année 2004 est également déclinée selon cette logique.

¹ Voir le décret de création de l'IRSN n°2002-254 du 22 février 2002

IV.2. ORGANISATION DE LA SURVEILLANCE ET MOYENS ALLOUES

Afin de mener à bien sa mission de surveillance de l'environnement, l'IRSN développe et exploite deux approches complémentaires :

- I. La mesure en continu in situ par des systèmes autonomes permettant la transmission en temps réel des résultats (réseaux de télésurveillance) ;
- II. Le traitement et la mesure en laboratoire d'échantillons prélevés dans différents compartiments de l'environnement à proximité ou non d'installations susceptibles de rejeter des radionucléides (réseaux de prélèvements).

Ces approches sont développées et gérées à l'échelle nationale par l'IRSN. Elles se matérialisent par des stations fixes de télémesure et/ou de prélèvements.

Les positions des stations sont définies en fonction de la proximité ou non d'installations nucléaires, de la présence de grands centres urbains ou pour respecter un maillage garantissant une bonne couverture géographique du territoire national.

Afin de couvrir l'ensemble du territoire, les prélèvements d'échantillons ou les opérations de maintenance des stations de télémesure sont réalisés par les équipes de l'IRSN, mais aussi par d'autres organismes avec lesquels l'Institut développe des collaborations :

- Les services techniques des exploitants du nucléaire et des centres de recherches ;
- Météo France ;
- La Marine Nationale ;
- L'Ifremer ;
- Des institutions locales ou services déconcentrés de l'état : mairies, préfectures, DDASS, DRASS ... ;
- L'Office national interprofessionnel des céréales ;
- Des particuliers ou exploitants agricoles ;
- D'autres organismes ou laboratoires locaux (Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris, Laboratoire de la ville de Nice, ...).

Ces réseaux relationnels contribuent ainsi au bon fonctionnement des dispositifs de surveillance, qu'il s'agisse de moyens autonomes (réseaux de télésurveillance) ou de prélèvements rapatriés au centre IRSN du Vésinet pour y être analysés (réseaux de prélèvements).

IV.2-1 LES RÉSEAUX DE TÉLÉSURVEILLANCE

Les réseaux de télésurveillance sont constitués de 210 sondes analysant en continu la radioactivité ambiante, dans le but de détecter de façon précoce toute élévation anormale de la radioactivité dans les milieux surveillés.

Ces sondes, réparties en quatre réseaux différents, sont spécifiquement adaptées aux milieux atmosphérique et aquatique :

- **TÉLÉRAY** : réseau dédié à la surveillance en continu de la radioactivité gamma ambiante de l'air (voir chapitre VIII.1-1) ;
- **SARA** : réseau dédié à la surveillance en continu de la radioactivité des aérosols atmosphériques (voir chapitre VIII.2-2) ;
- **HYDROTÉLÉRAY** : réseau dédié à la surveillance en continu des principaux fleuves, en aval de toutes les installations nucléaires et avant leur sortie du territoire national (voir chapitre VIII.3.1.a.2) ;
- **TÉLÉHYDRO** : réseau dédié à la surveillance en continu des eaux usées au sein des stations d'épuration de grandes agglomérations françaises (voir chapitre VII.2).

Les données acquises par ces quatre réseaux sont transmises automatiquement vers une infrastructure informatique centralisée, la salle de télésurveillance, dédiée au stockage, aux échanges et à la consultation des données ainsi qu'au pilotage des réseaux en phase d'urgence radiologique.

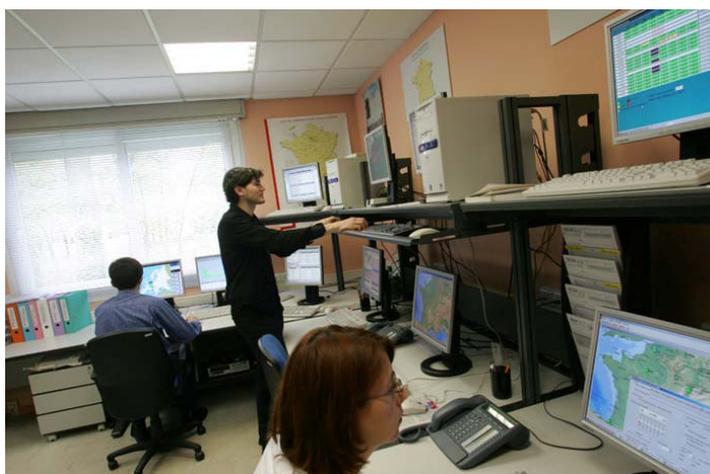


Tableau 1 : Nombre de données collectées en 2004 par les réseaux de télésurveillance

<u>Réseau</u>	<u>Nombres de mesures /an</u>
<i>Téléray</i>	19 000 000
<i>SARA</i>	114 000
<i>Hydrotéléray</i>	211 000
<i>Téléhydro</i>	316 000

IV.2-2 LES RÉSEAUX DE PRÉLÈVEMENTS

Les réseaux de surveillance par prélèvements de l'IRSN sont alimentés par plus de 600 stations de prélèvements automatisés ou manuels. Ces prélèvements concernent différents types d'échantillons :

- Les effluents rejetés par les installations sous forme gazeuse, aérosols et liquide ;
- Les prélèvements de différents compartiments de l'environnement susceptibles d'être contaminés et avec lesquels l'homme peut entrer en contact :
 - Le milieu atmosphérique par le biais de stations de prélèvements d'aérosols atmosphériques (voir VIII.2-1), de collecte d'eaux de pluies et de prélèvements de sols ;
 - Les prélèvements d'eaux de surface continentale ou marine associés à des prélèvements de matières en suspension ou de sédiments ;
 - La chaîne alimentaire : laits, blés, riz, rations alimentaires ;
 - Les végétaux terrestres ;
 - La faune aquatique (poissons, crustacés, mollusques) ;
 - La flore aquatique (algues) ;
 - Le rayonnement gamma ambiant, à l'aide de dosimètres intégrateurs environnementaux (voir VIII.1-2).

En 2004, 34000 prélèvements de 29 types différents ont été effectués sur l'ensemble du territoire français. Ils ont donné lieu à plus de 71000 analyses.

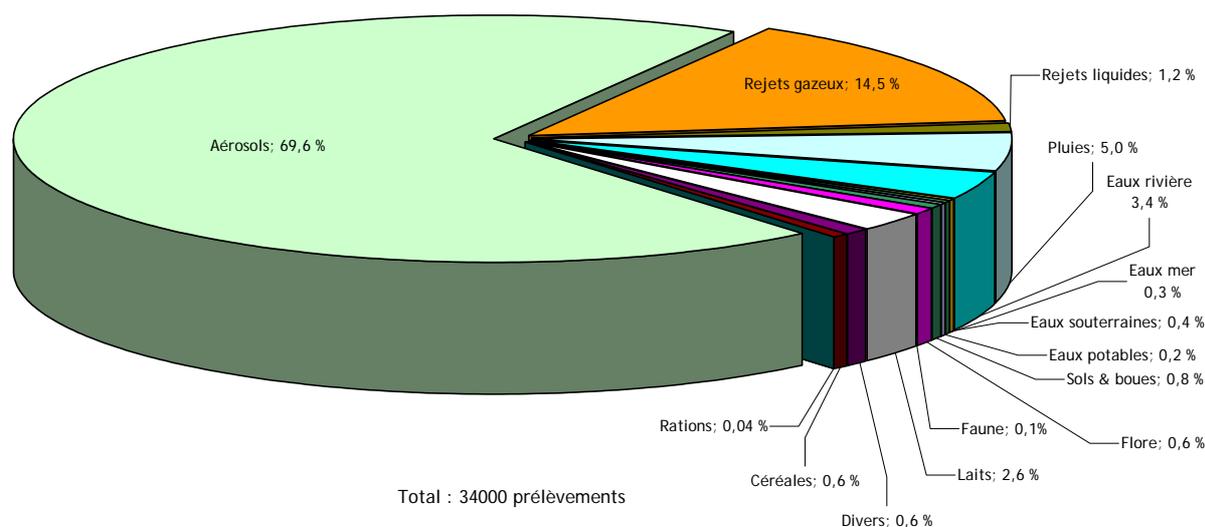


Figure 2 : Répartition par matrice des prélèvements réalisés en 2004

IV.3. MÉTHODOLOGIE ADOPTÉE POUR LE CHOIX DES STATIONS DE SURVEILLANCE

Les rejets d'éléments contaminants dans les milieux récepteurs continentaux et marins présentent des caractéristiques et des mécanismes de transfert similaires qu'ils soient radioactifs ou non. En conséquence, les principes généraux d'échantillonnage appliqués in situ sont similaires à ceux utilisés pour toute caractérisation d'une contamination. Ils s'appuient sur les guides et normes établis notamment dans le cadre du Bureau de Normalisation des Equipements Nucléaires (BNEN - AFNOR). Le recours à des bioindicateurs de contamination qui facilitent l'identification et la quantification de la pollution concernée est nécessaire.

Sur un plan méthodologique, un des éléments essentiels qui conditionne la représentativité et la validité des mesures tient à la démarche suivie pour l'acquisition des données et dépend donc de la stratégie d'échantillonnage adoptée. Pour chaque milieu étudié, terrestre, aquatique continental ou marin, il convient de déterminer les critères de choix des stations.

IV.3-1 CHOIX DES STATIONS DE PRÉLÈVEMENTS

IV.3.-1.a. COMPARTIMENT TERRESTRE

Dans le domaine terrestre, le choix des stations de prélèvements est effectué en tenant compte des conditions de dispersion des rejets atmosphériques de l'installation nucléaire surveillée. La dispersion des rejets est directement influencée par la rose des vents locale. L'examen de la rose des vents permet donc de sélectionner les zones de prélèvements dans des secteurs sous influence ou non des vents principaux ou secondaires. A titre d'exemple, autour des installations nucléaires, les stations de prélèvement d'aérosols atmosphériques et les collecteurs d'eau de pluie sont systématiquement disposés sur des secteurs sous l'influence des vents principaux. Dans la mesure du possible, les prélèvements de lait sont également effectués dans des exploitations agricoles implantées à proximité de l'installation sous les vents dominants.

L'IRSN dispose également de stations de référence implantées en milieu rural qui représentent les différentes régions climatiques françaises. Elles sont en outre éloignées de toute activité nucléaire significative. Ces stations permettent d'évaluer la composante radiologique "naturelle" en relation avec les caractéristiques climatiques régionales. Typiquement, une station de référence comporte des prélèvements quotidiens d'aérosols atmosphériques ainsi que l'échantillonnage d'eau de pluie, de sol, de lait, de végétaux et d'os de lapin.

En complément de ces deux réseaux de surveillance, il a été jugé pertinent de surveiller certaines agglomérations représentatives de la démographie locale et régionale. Bien que certaines soient peu éloignées d'installations nucléaires importantes, ces stations n'entrent pas pour autant dans le dispositif spécifique de surveillance de ces sites. Leur finalité, différente de celles des stations de référence rurales, est d'évaluer l'exposition des populations dans des sites urbanisés, qu'ils soient proches ou non de sites nucléaires ou industriels.

IV.3.-1.b. COMPARTIMENT AQUATIQUE CONTINENTAL

Dans ce compartiment, le choix des stations de prélèvement tient compte de la présence d'installations nucléaires en amont du site surveillé, ou de divers rejets provenant d'autres sources susceptibles d'interférer. Il est donc nécessaire d'effectuer des prélèvements à la fois en amont et en aval du site, pour attribuer, par comparaison des résultats, la contribution de chaque installation.

Les stations automatiques du réseau Hydrotéléray sont implantées en aval de toute installation nucléaire afin d'effectuer une surveillance radiologique en continu des eaux de surface continentales avant leur sortie du territoire français, aux frontières terrestres et maritimes.

L'échantillonnage d'eau de surface peut être manuel ou automatique (hydrocollecteurs), et être associé à un prélèvement de sédiments ou de boues de décantation.

IV.3.-1.c. COMPARTIMENT MARIN

Le milieu marin proche des installations nucléaires situées sur le littoral de la Manche et de la Mer du Nord subit, en plus des marées, des courants résiduels entraînant un déplacement des masses d'eau de l'ouest vers l'est. Ainsi l'ouest de la Manche constitue l'amont et la Mer du Nord l'aval des rejets de cette façade maritime.

En Méditerranée, c'est le courant ligure d'est en ouest, qui influe de façon prédominante sur le transport et la dispersion des rejets associés, pour l'essentiel, aux eaux du Rhône. Des prélèvements d'eau de mer, de sédiments, de faune et de flore aquatiques sont alors réalisés de part et d'autre du point de rejet.

La surveillance radiologique des eaux de mer est exercée par prélèvements ponctuels ou par hydrocollecteurs à partir de 31 stations métropolitaines et de 3 stations situées en Outre-Mer.

IV.3-2 CHOIX DES MATRICES ENVIRONNEMENTALES

Les tableaux ci-dessous détaillent les différents prélèvements effectués dans les compartiments terrestre, aquatique continental et marin, ainsi que les critères associés à ces choix. Les moyens développés par l'IRSN pour assurer le prélèvement ou la télésurveillance de ces compartiments sont également indiqués.

IV.3.-2.a. DOMAINE TERRESTRE

Milieux/Produits	Justification	Moyens IRSN
Air	Milieu récepteur des rejets atmosphériques. Les particules et les gaz radioactifs présents dans l'air délivrent une dose à l'homme par irradiation externe et interne (inhalation)	Réseau Téléray Réseau SARA Réseau Aérosols Réseau DTL
Eaux de pluie	Dépôt humide des aérosols (et donc de la radioactivité) par lessivage de la colonne d'air traversée par les gouttes d'eau	Eaux de pluie
Sols	Accumulation - concentration de radioactivité par dépôts sec ou humide. Les sols sont également responsables, par voie racinaire, de la contamination des légumes, des fruits ou des graminées	Sols des stations de référence
Productions végétales	Contamination par dépôt sur les parties aériennes ou par absorption racinaire. Risque de contamination interne après consommation	Végétaux (herbe) Céréales (blés, riz)
Productions animales	La présence de radioactivité dans l'affouragement entraîne son transfert dans les produits d'origine animale dont le lait, vecteur important de radionucléides (césium, strontium, iode,...)	Lait de vache Lait de chèvre Os de lapin
Ration alimentaire	Contamination interne par ingestion de produits de la chaîne alimentaire (aliments solides, boissons et lait) consommés par la population	Ration alimentaire - collecte pendant 7 jours

IV.3.-2.b. DOMAINE AQUATIQUE CONTINENTAL

Milieux/Produits	Justification	Moyens IRSN
Eaux continentales	Milieu récepteur des rejets liquides des installations mais également des apports éventuels de radionucléides par les eaux de ruissellement. L'eau est le vecteur direct de la contamination des composants du milieu aquatique	Réseau Hydrotéléray Hydrocollecteurs Eaux de surface Eaux de nappe Eaux de boisson
Matières en suspension	Les M.E.S. contribuent à la mobilité des radionucléides. Irradiation externe par contamination des berges, des plages ou des terres après des épisodes de crues	M.E.S. (bac à décantation)
Sédiments	Les sédiments sont de bons intégrateurs de contamination, et constituent un réservoir de contamination du milieu aquatique par des phénomènes de désorption	Sédiments (prélèvements manuels)
Poissons	Régulièrement consommés par l'homme, les poissons sont de bons intégrateurs de radionucléides	Poissons espèces consommées
Végétaux aquatiques	Les végétaux aquatiques ont une grande capacité à fixer rapidement certains radionucléides. Leur large répartition géographique permet de comparer les concentrations en radionucléides	Végétaux aquatiques ou semi aquatiques

IV.3.-2.c. DOMAINE MARIN

Milieux/Produits	Justification	Moyens IRSN
Eaux de mer	Milieu récepteur des rejets liquides et des apports de radionucléides par les eaux de ruissellement, l'eau de mer constitue un vecteur direct de la contamination des composants du milieu marin	Eaux de mer (prélèvements ou hydrocollecteurs)
Matières en suspension	Les M.E.S. contribuent à la mobilité des radionucléides.	M.E.S. (bac à décantation)
Sédiments	Les sédiments sont de bons intégrateurs de radionucléides	Sédiments (prélèvements manuels)
Poissons Crustacés	Leur position en fin de chaîne alimentaire en fait de bons intégrateurs des radionucléides, et ils sont largement consommés par les populations	Poissons, crustacés espèces consommées
Mollusques	De par leur mode de nutrition, les mollusques marins sont de bons bioindicateurs de surveillance à long terme, qu'ils soient filtreurs ou brouteurs	Mollusques espèces consommées
Algues	Les algues marines réagissent rapidement à des variations de concentration de la radioactivité de l'eau	Algues vertes ou brunes, répandues

IV.3-3 PLAN D'ANALYSE

Dès leurs arrivées, les caractéristiques des prélèvements sont enregistrées dans une base de données informatiques. Chaque prélèvement est ensuite conditionné en fonction des analyses radiologiques auxquelles il va être soumis.

Parmi les analyses réalisables, figurent les indicateurs suivants, assortis au préalable ou non d'une radiochimie séparative :

- Spectrométrie gamma (^{58}Co , ^{60}Co , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{129}I , ^{131}I , ^{134}Cs ; ^{137}Cs , ...) ;
- Activité alpha globale ;
- Spectrométrie alpha (^{226}Ra , ^{234}U , ^{235}U , ^{238}U , ^{241}Am , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ...) ;
- Mesure de l'uranium pondéral ;
- Activité bêta globale (^{90}Sr , Sr+TR, ...) ;
- Comptage par scintillation liquide (^3H , ^{14}C , ...) ;
- Débit de dose
- Élément (K, Na, ...)

Les analyses réalisées sur chaque échantillon suivent des plans prédéfinis élaborés en fonction de la nature du prélèvement, du compartiment ou de la nature de l'installation surveillée (taille, nature des rejets - voir au paragraphe V.2- , milieux récepteurs...) et de son historique événementiel (incidents, rejets passés,...).

Les résultats d'analyses sont ensuite intégrés dans la base de données afin d'y être validés, exploités puis diffusés.

V. LES RÉSULTATS DE LA SURVEILLANCE DES SITES DU CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLEAIRE

V.1. LE CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLEAIRE

Toutes les installations exploitées dans le cadre de la production d'énergie nucléaire donnent lieu à une surveillance systématique de leur environnement, et ce à tous les stades du cycle du combustible nucléaire. Ce cycle regroupe les opérations industrielles suivantes :

- Extraction de l'uranium des mines ;
- Concentration et conversion des composés d'uranium ;
- Enrichissement isotopique en uranium 235 (processus par lequel est accrue la teneur d'un élément chimique en un de ses isotopes) ;
- Fabrication et assemblage du combustible² ;
- Utilisation dans les réacteurs des Centres Nucléaires de Production d'Electricité (CNPE) ;
- Retraitement du combustible usé déchargé des réacteurs ;
- Traitement et stockage des déchets issus ou non du retraitement.

Le cycle du combustible français est dit fermé ou semi-ouvert du fait des étapes de retraitement et de réutilisation d'une partie du combustible usé (MOX).

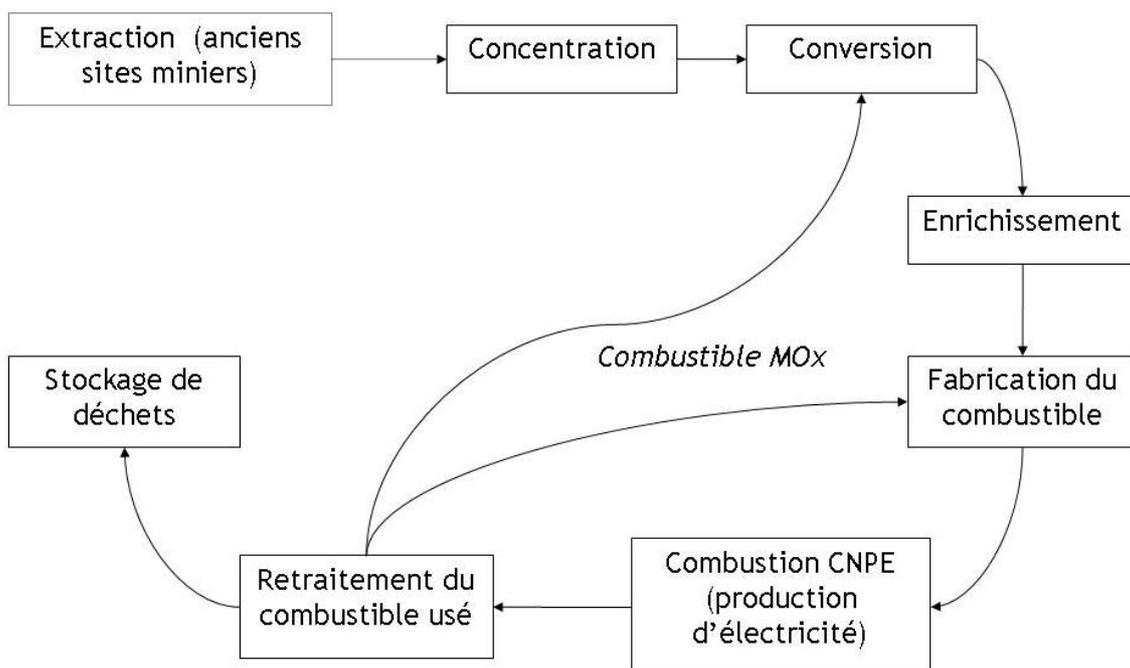


Figure 3 : Schéma simplifié du cycle du combustible nucléaire français

Jusqu'en 2001, date de fermeture de la dernière mine en exploitation, la France était le seul pays à être doté sur son territoire de l'ensemble des industries du cycle décrit ci-dessus.

² Le combustible peut être « moxé », c'est-à-dire constitué d'un mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium issu du retraitement

Les installations du cycle du combustible, pour la plupart, rejettent en fonctionnement normal, des effluents radioactifs liquides et gazeux dans des conditions qui doivent respecter les prescriptions réglementaires (limites annuelles, conditions de rejet et de contrôles à effectuer).

Dans ce cadre, l'IRSN intervient en tant qu'expert des autorités françaises pour veiller au respect des prescriptions réglementaires relatives aux conditions de rejets radioactifs et à la surveillance de leur impact dans l'environnement. C'est pourquoi les installations du cycle du combustible nucléaire font l'objet d'une étroite surveillance portant à la fois sur les effluents rejetés (terme source) et sur les niveaux d'activité mesurés dans leur environnement proche.

V.2. LA SURVEILLANCE DES EFFLUENTS RADIOACTIFS

L'IRSN réalise une surveillance des rejets de polluants radioactifs en pratiquant des analyses radiologiques sur des échantillons d'effluents gazeux et liquides prélevés aux principaux émissaires des installations nucléaires du cycle du combustible.

L'objectif de cette surveillance est double :

1. Permettre à la DGSNR de contrôler les valeurs déclarées par l'exploitant et de vérifier le respect des limites imposées dans les arrêtés d'autorisation de rejet. Pour cela, les plans d'analyses sont établis en fonction des radionucléides les plus représentatifs des rejets (^3H et ^{14}C pour les CNPE) ;

Le graphique (Figure 4) illustre cette complémentarité aux seules exigences réglementaires : il représente les activités volumiques en carbone 14 rejetées dans les effluents liquides d'un CNPE. Alors que ce type de mesure n'est imposé aux exploitants que depuis l'année 2000 pour les premiers CNPE, celles-ci sont réalisées à l'IRSN depuis 1998 pour l'ensemble du parc de CNPE.

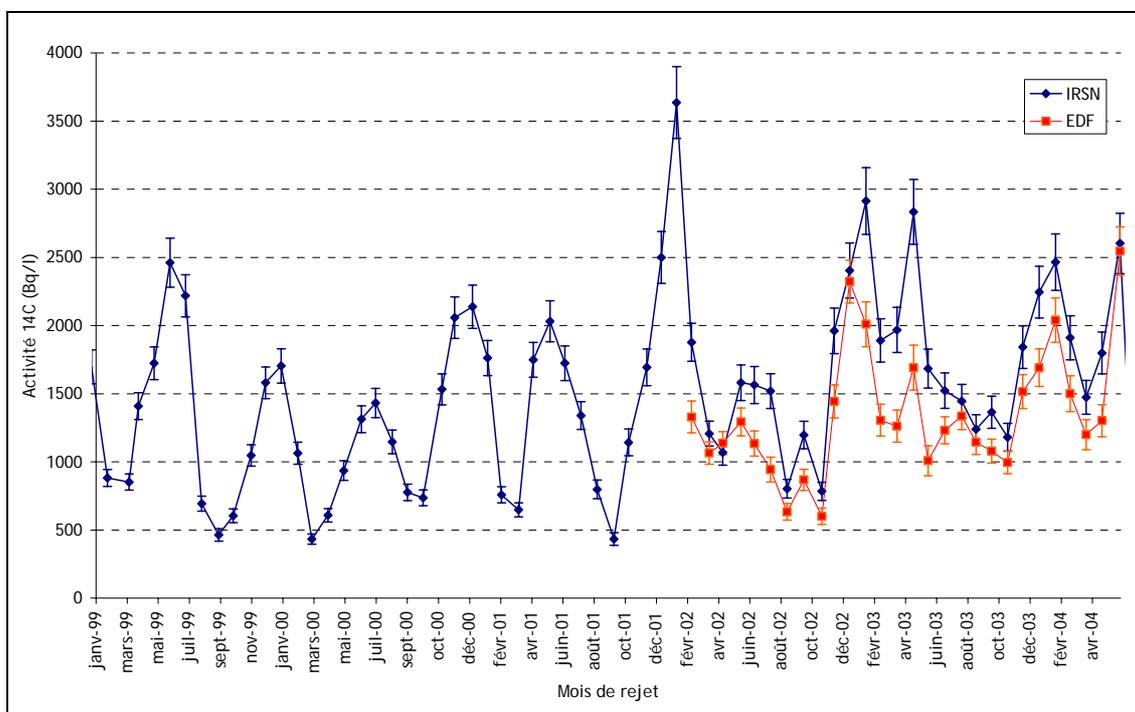


Figure 4 : Activité volumique en carbone 14 dans les rejets liquides d'un CNPE (données IRSN & EDF)

2. Compléter la connaissance de la nature et de l'activité des radionucléides présents dans les effluents ainsi que leurs évolutions dans le temps dans le but d'adapter le plan de surveillance environnementale propre à chaque site. Pour cela, l'IRSN procède à des analyses plus complètes menées au moins une fois par an pour chaque site.

La série de graphiques suivants illustre la variation de la composition des radionucléides dans les effluents liquides rejetés, en fonction du type d'industrie dans le cycle du combustible : les sites « en amont » du cycle - c'est-à-dire avant les CNPE - rejettent des radionucléides liés à la nature du minerai naturel qu'est l'uranium alors que les industries « en aval » présentent des rejets de radionucléides issus de processus de fission et d'activation de ce combustible dans les réacteurs.

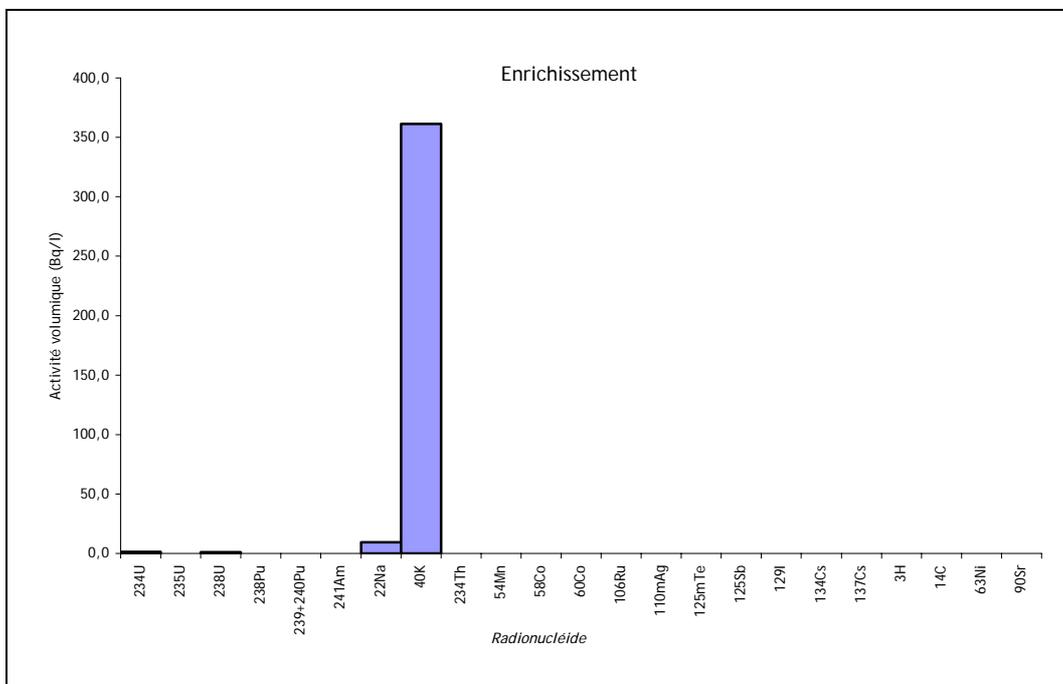


Figure 5 : Composition type des radionucléides contenus dans les effluents liquides d'une usine d'enrichissement - (données IRSN)

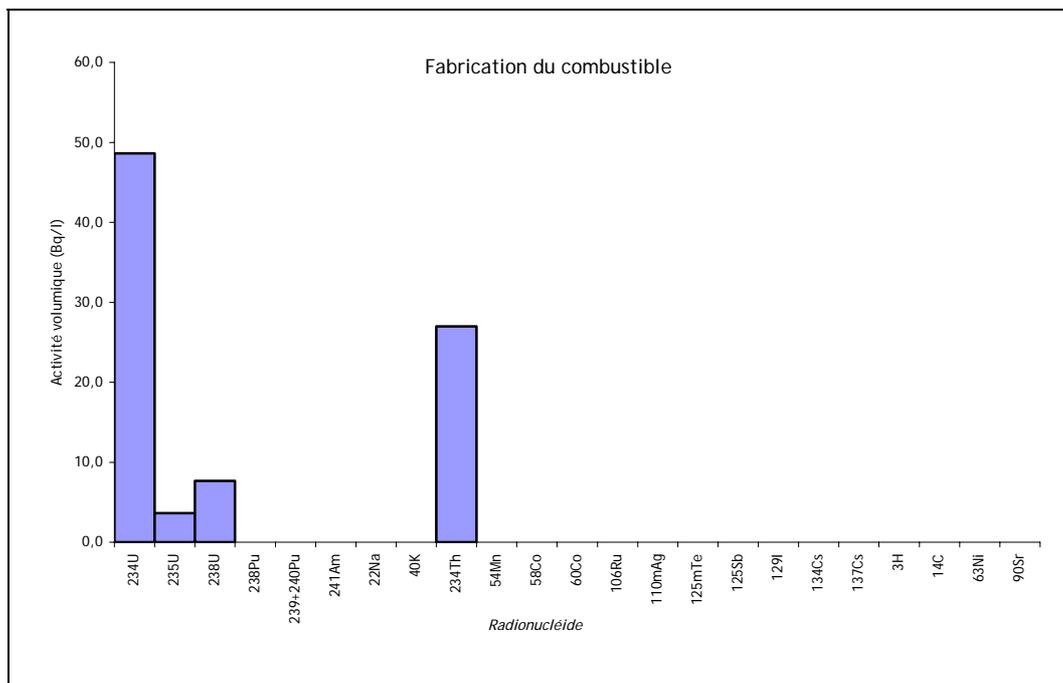


Figure 6 : Composition type des radionucléides contenus dans les effluents liquides d'une usine de fabrication du combustible nucléaire - (données IRSN)

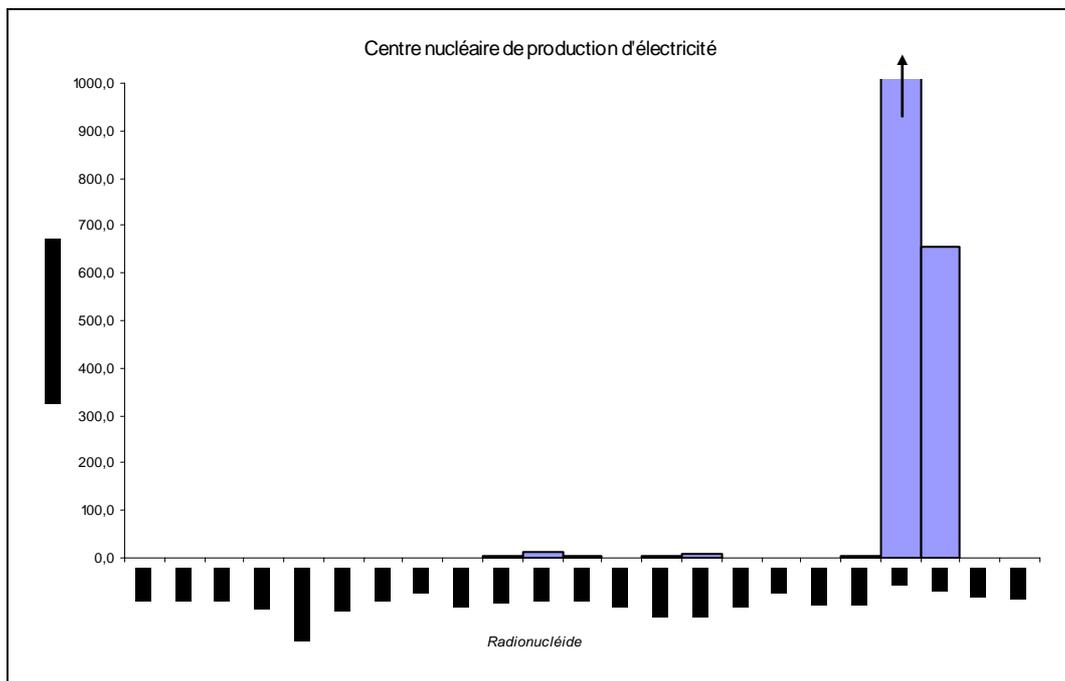


Figure 7 : Composition type des radionucléides contenus dans les effluents liquides d'un CNPE - (données IRSN)

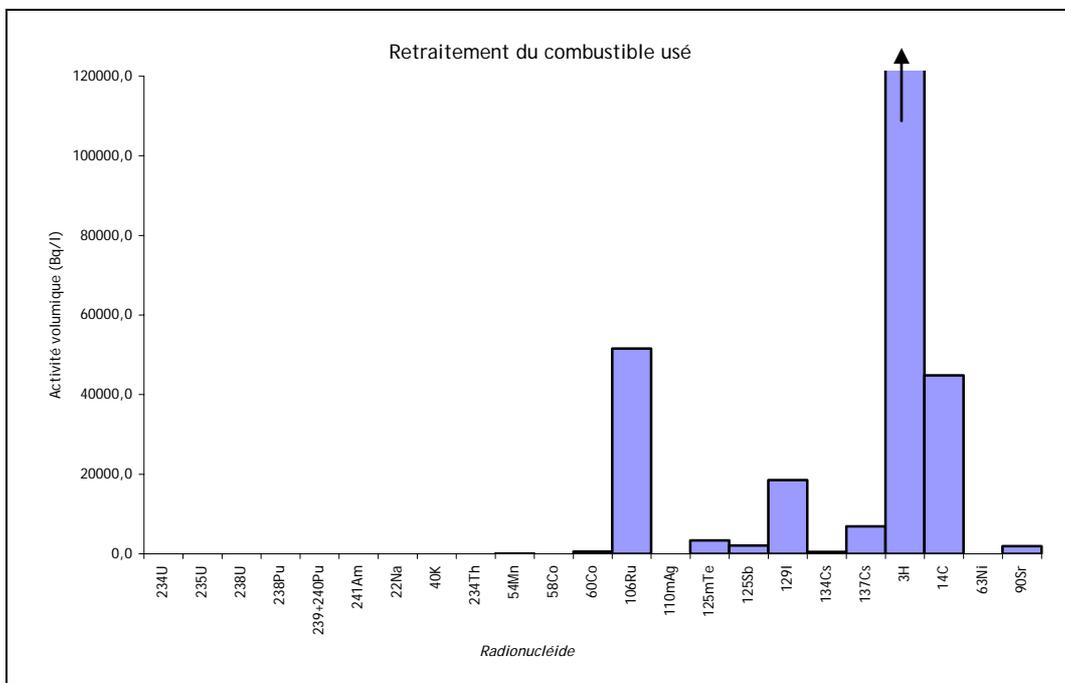


Figure 8 : Composition type des radionucléides contenus dans les effluents liquides d'une usine de retraitement du combustible nucléaire utilisé - (données IRSN)

Les analyses réalisées sur les prélèvements d'effluents liquides complètent celles effectuées par l'exploitant au titre de l'autocontrôle. Elles portent sur des échantillons aliquotes mensuels réalisés à partir des prélèvements individuels dans les cuves avant rejet (exemple : type KER pour les CNPE...).

L'échantillonnage des effluents gazeux s'effectue à chacune des cheminées de rejet par des prélèvements (hebdomadaires ou trimestriels) en continu sur des filtres, cartouches filtrantes (pièges à iode, tamis moléculaires pour le ^{14}C) ou des barboteurs (^3H).

En cas de rejet accidentel, les données d'analyses des effluents sont complétées par celles obtenues à partir des prélèvements dans l'environnement proche du site surveillé afin de quantifier l'ampleur du rejet et son impact sur l'environnement.

V.3. LA SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT A PROXIMITE DES SITES

Les plans de surveillance développés autour des installations du cycle du combustible tiennent compte du type d'installation surveillée et varient en fonction de son environnement géographique. Ils répondent à deux objectifs :

1. la détection précoce par le biais des balises IRSN de télésurveillance (Téléray, ...) et/ou celles de l'exploitant ;
2. l'évaluation des niveaux d'activités mesurés dans des prélèvements d'échantillons représentatifs des différentes composantes de l'environnement susceptibles d'être contaminés par les rejets liquides ou gazeux de l'installation surveillée. Ces niveaux sont ensuite comparés aux niveaux habituellement mesurés sur le même site. Le plan d'analyse appliqué à ces échantillons est établi en fonction de la nature de l'installation surveillée (sa situation dans le cycle du combustible), c'est-à-dire les radionucléides rejetés ainsi que les niveaux d'activités.

Le plan type de surveillance établi à proximité des installations surveillées comprend :

- la mesure du rayonnement gamma ambiant par une sonde Téléray et le déploiement de dosimètres thermoluminescents (DTL) ;
- le prélèvement de l'air au niveau du sol sous les vents dominants de l'installation surveillée ;
- le prélèvement des eaux de pluies sous les vents dominants par un collecteur ;
- le prélèvement des eaux souterraines ;
- le prélèvement du lait dans une exploitation agricole implantée sous les vents dominants ;
- le prélèvement dans le milieu récepteur des rejets liquides par un hydrocollecteur implanté en aval de l'installation, associé à un prélèvement de sédiments et complété par un prélèvement en amont.

Ce plan type est complété le cas échéant par des prélèvements de sols, de végétaux et de productions agricoles, réalisés lors d'études spécifiques.

V.4. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Les résultats de la surveillance autour des installations du cycle du combustible sont présentés selon le déroulement du cycle du combustible. Ces résultats concernent les analyses réalisées sur les échantillons prélevés en 2004 dans l'environnement des installations. Les résultats des analyses des prélèvements d'effluents ne sont pas présentés dans ce rapport dédié à l'environnement stricto sensu.



Carte 1 : Implantation des sites du cycle du combustible surveillés

V.5. RESULTATS DE SURVEILLANCE DES ANCIENS SITES MINIERES

L'exploitation minière d'uranium constitue l'étape initiale du cycle du combustible. Les mines françaises, autrefois importantes (plus de 2000 tonnes extraites par an), sont aujourd'hui inexploitablement économiquement. La dernière mine en exploitation, à Jouac, a fermé en 2001. En fin d'exploitation, l'environnement doit être réaménagé pour effacer ou réduire l'impact laissé par l'activité minière. En effet, on retrouve dans les résidus de traitement du minerai de l'uranium résiduel ainsi que ses descendants, en particulier le ^{230}Th (période 75000 ans) et le ^{226}Ra (période 1600 ans). Les résidus de traitement constituent ainsi une source importante de radionucléides, parmi lesquels l'uranium, mais surtout le radium et le radon, dont il convient de limiter l'impact radiologique. La gestion des résidus miniers est soumise à la réglementation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). L'exploitant (COGEMA) assure donc le contrôle de l'état de l'environnement autour de la mine pendant et après l'exploitation.

La stratégie de surveillance de l'IRSN autour des anciens sites miniers est ciblée sur le contrôle des voies de transfert de l'uranium et de ses descendants par diffusion dans le domaine aquatique (collecte et analyse d'échantillons d'eaux de rivière, de sédiments, de végétaux aquatiques, de poissons). Seules les mines les plus importantes ou présentant des risques de contamination de l'environnement font l'objet de cette surveillance particulière par l'IRSN.

V.5-1 SITE DU CELLIER (12)

Dans le cadre du suivi de l'évolution de la radioactivité du site minier du Cellier, des prélèvements de sédiments, de végétaux aquatiques et de poissons sont réalisés tous les 2 ans dans le ruisseau La Fouillouse, en aval de l'ancien site minier.

V.5.-1.a. SÉDIMENTS ET VÉGÉTAUX AQUATIQUES :

La présence significative de radionucléides naturels descendants de la chaîne de l'uranium 238 et du thorium 232 a été décelée dans les prélèvements annuels de sédiments et de végétaux aquatiques réalisés en août 2004 :

Tableau 2 : Résultats d'analyse des sédiments et des végétaux aquatiques prélevés dans Le ruisseau « la Fouillouse »

Prélèvements	Activités (Bq/kg sec)					
	^{226}Ra	^{228}Th	^{230}Th	^{232}Th	^{234}U	^{238}U
Sédiments	320 ± 50	49 ± 10	260 ± 50	37 ± 7	5100 ± 900	5000 ± 900
Végétaux aquatiques	$6,8 \pm 0,6$	$0,7 \pm 0,1$	$1,3 \pm 0,3$	-	370 ± 30	360 ± 30

L'ensemble des résultats de mesure indique un marquage net en radionucléides naturels (chaînes de l'uranium 238 et du thorium 232) dans les sédiments et les végétaux aquatiques, conséquence de l'influence de l'ancien site minier. Ces résultats sont néanmoins conformes aux valeurs habituellement mesurées en secteur minier et comparables aux années précédentes.

V.5.-1.b. POISSONS

Les poissons sont mesurés entiers. La présence de radium 226, radionucléide naturel, a été décelée pour le prélèvement annuel de truites fait en septembre 2004 : $0,57 \pm 0,16$ Bq/kg frais. Ce résultat est comparable aux valeurs en radium 226 de poissons prélevés dans des environnements hors influence minière.

V.5-2 DIVISION MINIÈRE DE LA CROUZILLE (87)

La division minière de La Crouzille rassemble plusieurs anciennes concessions minières souterraines et à ciel ouvert, situées dans le département de la Haute-Vienne. Dans le cadre du suivi de l'évolution de la radioactivité de cette division minière, des prélèvements d'eaux sont réalisés mensuellement ou trimestriellement dans les cours d'eau et les étangs.

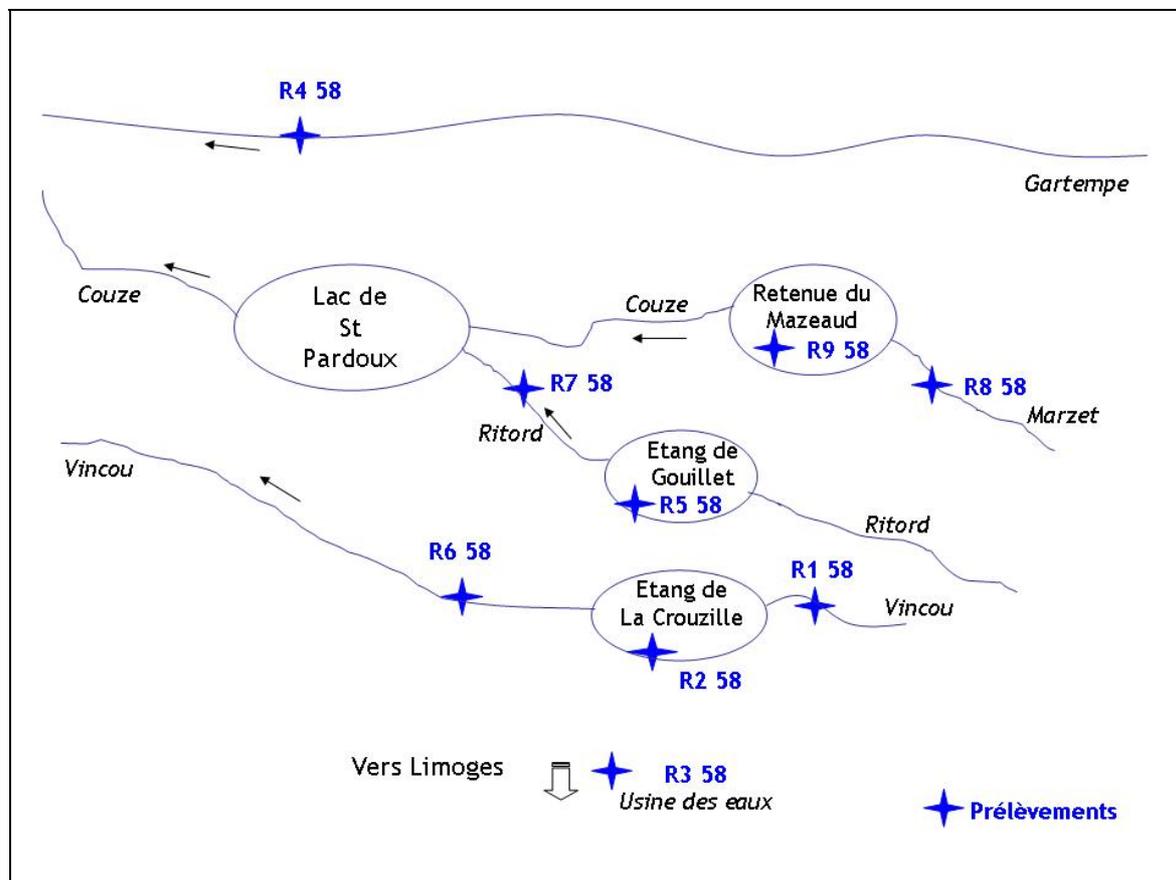


Figure 9 : schéma du plan de prélèvements dans les eaux de surface du secteur minier de la division de la Crouzille

V.5.-2.a. EAUX DE SURFACE

Le Vincou est un ruisseau qui alimente l'étang de la Crouzille et rejoint la Gartempe au niveau de Bellac. Son lit traverse plusieurs secteurs miniers. Un prélèvement de l'eau du Vincou est effectué en amont de l'étang de la Crouzille (point R1 58 VNV), sur la commune de Saint Sylvestre, en aval des sites miniers. Deux autres prélèvements sont réalisés dans l'étang de la Crouzille (point R2 58 VNV), et dans l'eau du Vincou à Margnac (point R6 58 VNC, à 4 km en aval de Saint-Sylvestre).

La comparaison des activités des isotopes naturels de l'uranium et du radium dans les eaux de l'étang de la Crouzille, et dans celles du Vincou à Saint Sylvestre et à Margnac, met en évidence un marquage significatif des eaux de surface. La moyenne de l'activité alpha globale dans l'eau du Vincou à Saint Sylvestre (en amont de l'étang de la Crouzille) est supérieure d'un facteur 2 à celle de l'eau de l'étang. Plus en aval, à Margnac, l'activité moyenne alpha global de l'eau du Vincou est inférieure d'un facteur 5 à celle mesurée en amont à Saint-Sylvestre. Pour ces trois points de prélèvements, les niveaux d'activité alpha globale sont supérieurs aux recommandations faites par l'OMS pour les eaux de boisson (0,1 Bq/l), mais restent dans la gamme des niveaux habituellement observés en secteur sous influence minière.

Tableau 3 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans le ruisseau Le Vincou à Saint Sylvestre (point R1 58 VNV), en aval du site

	Résultats dans l'eau filtrée (Bq/l sauf indication contraire)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
²²⁶ Ra	0,13 ± 0,01	0,28 ± 0,02	0,18	12/12
²³⁸ U	0,10 ± 0,02	0,49 ± 0,06	0,22	12/12
²³⁴ U	0,09 ± 0,02	0,50 ± 0,06	0,22	12/12
Equivalent U pondéral (µg/l)	8,1 ± 1,6	40 ± 8	18	12/12
α globale	0,43 ± 0,04	1,1 ± 0,1	0,64	12/12
β globale	0,53 ± 0,05	1,7 ± 0,1	0,82	12/12
K (mg/l)	<1,0	1,0 ± 0,1		1/12

Tableau 4 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans l'étang de la Crouzille (point R2 58 VNV)

	Résultats dans l'eau filtrée (Bq/l sauf indication contraire)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
²²⁶ Ra	< 0,030	0,11 ± 0,02	0,070	7/12
²³⁸ U	0,063 ± 0,010	0,19 ± 0,02	0,12	12/12
²³⁴ U	0,066 ± 0,011	0,20 ± 0,02	0,12	12/12
Equivalent U pondéral (µg/l)	4,3 ± 0,9	15 ± 3	9,4	12/12
α globale	0,15 ± 0,02	0,53 ± 0,03	0,29	12/12
β globale	0,26 ± 0,04	0,59 ± 0,06	0,40	12/12
K (mg/l)	<1,0	1,0 ± 0,1	1,0	3/12

Tableau 5 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans le ruisseau Le Vincou à Margnac (R6 58 VNV), à 4 km en aval de Saint Sylvestre

	Résultats dans l'eau filtrée (Bq/l sauf indication contraire)			
	Min	Max.	Moyenne	*
²²⁶ Ra	< 0,03	< 0,04	-	0/4
²³⁸ U	0,031 ± 0,005	0,082 ± 0,011	0,054	4/4
²³⁴ U	0,028 ± 0,005	0,087 ± 0,011	0,053	4/4
Equivalent U pondéral (µg/l)	2,3 ± 0,4	7,1 ± 1,0	4,3	4/4
α globale	0,11 ± 0,01	0,16 ± 0,04	0,125	4/4

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

Le Ritord est un ruisseau qui prend sa source au lieu dit Marzet et alimente l'étang de Gouillet. À la sortie de cette retenue, il collecte les rejets de plusieurs sites miniers. Un premier prélèvement de l'eau du Ritord est réalisé à l'étang de Gouillet (point R5 58 GOU). Un second prélèvement est réalisé à Razes (point R7 58 RIT) à 4 km en aval de l'étang de Gouillet.

La comparaison des activités alpha globales moyennes dans les eaux de l'étang de Gouillet et dans celles du Ritord à Razes met en évidence un marquage significatif des eaux de surface (augmentation d'un facteur 10 entre l'amont et l'aval des sites miniers). Néanmoins, l'activité alpha globale dans le Ritord à Razes s'explique par la présence d'isotopes naturels de l'uranium et du radium, et le niveau d'activité alpha globale moyenne (0,34 Bq/l), bien que supérieur aux recommandations de l'OMS pour les eaux de boisson (0,1 Bq/l), reste dans la gamme des niveaux habituellement observés en secteur sous influence minière.

Tableau 6 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans l'étang de Gouillet (R5 58 GOU)

	Résultats dans l'eau filtrée (Bq/l sauf indication contraire)			
	Min	Max	Moyenne	*
²²⁶ Ra	< 0,03	< 0,04	-	0/11
U pondéral (µg/l)	0,27 ± 0,05	0,85 ± 0,17	0,46	11/12
α globale	0,017 ± 0,007	0,058 ± 0,010	0,034	10/12
β globale	< 0,10	< 0,14	-	0/12
K (mg/l)	< 1,0	< 1,0	-	0/12

Tableau 7 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans le ruisseau Le Ritord (point R7 58 RIT) à Razes, en aval de l'étang de Gouillet

	Résultats dans l'eau filtrée (Bq/l sauf indication contraire)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
²²⁶ Ra	0,047 ± 0,007	0,11 ± 0,02	0,072	12/12
²³⁸ U	0,031 ± 0,009	0,36 ± 0,05	0,10	12/12
²³⁴ U	0,030 ± 0,010	0,37 ± 0,05	0,10	12/12
Equivalent U pondéral (µg/l)	2,5 ± 0,5	29 ± 6	8,2	12/12
α globale	0,12 ± 0,02	0,92 ± 0,05	0,34	12/12
β globale	0,23 ± 0,05	0,75 ± 0,07	0,42	12/12
K (mg/l)	1,4 ± 0,1	3,0 ± 0,2	2,0	12/12

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

La Gartempe est une rivière qui longe la zone minière de Bessines. Un prélèvement est réalisé à Châteauponsac, à 5 km en aval de la zone minière de La Gartempe (point R4 58 GTP). Les activités alpha globales et bêta globales sont inférieures aux valeurs guides de l'OMS pour les eaux de boisson (respectivement 0,1 et 1 Bq/l).

Tableau 8 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans la rivière La Gartempe (point R4 58 GTP), à Châteauponsac

	Résultats dans l'eau filtrée (Bq/l sauf indication contraire)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
²²⁶ Ra (Bq/l)	< 0,30	< 0,40	-	0/12
U pondéral (µg/l)	0,9 ± 0,2	4,1 ± 0,8	1,8	11/12
α globale	< 0,023	0,044 ± 0,009	0,033	8/12
β globale	< 0,12	0,15 ± 0,04	0,13	7/12
K (mg/l)	1,8 ± 0,1	3,0 ± 0,2	2,4	12/12

V.5.-2.b. RESSOURCES EN EAU POTABLE

L'alimentation en eau potable de la ville de Limoges repose pour moitié sur la réserve de la retenue du Mazeaud (commune de St Léger La Montagne), ainsi que sur des réserves situées dans les monts d'Ambazac au nord-est de Limoges. Toutes ces réserves sont proches des anciens sites miniers de La Cruzille. Ainsi le ruisseau Le Marzet recueille les eaux d'exhaure d'anciennes mines et se déverse ensuite dans la réserve du Mazeaud.

Des prélèvements sont réalisés dans le ruisseau Le Marzet (point R8 58 ZET) et dans la retenue d'eau du Mazeaud (point R9 58 ETM), ainsi qu'à la sortie de l'usine de traitement des eaux de Limoges (point R3 58 USL).

Les activités alpha globales mesurées dans le ruisseau Le Marzet présentent un niveau moyen supérieur à la valeur guide de 0,1 Bq/l recommandée par l'OMS pour les eaux de boisson. En revanche, dans les eaux de la retenue du Mazeaud et à la sortie de l'usine de traitement des eaux de Limoges, les résultats des mesures d'activités alpha et bêta globales sont inférieurs aux valeurs guides de l'OMS (respectivement de 0,1 et 1 Bq/l).

Tableau 9 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans le ruisseau Le Marzet (point R8 58 ZET)

	Résultats dans l'eau filtrée (Bq/l sauf indication contraire)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
α globale	0,06 ± 0,01	0,23 ± 0,02	0,11	12/12
β globale	< 0,10	0,31 ± 0,05	0,21	5/12
K (mg/l)	< 1,0	< 1,0	-	0/12

Tableau 10 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans l'étang du Mazeaud (point R9 58 ETM)

	Résultats dans l'eau filtrée (Bq/l sauf indication contraire)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
α globale	0,019 ± 0,006	0,054 ± 0,009		12/12
β globale	< 0,1	< 0,13	-	5/12
K (mg/l)	< 1,0	< 1,0	-	0/12

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

Tableau 11 : Résultats d'analyse des eaux prélevées à la sortie de l'usine des eaux à Limoges (point R3 58 USL)

	Résultats dans l'eau filtrée (Bq/l sauf indication contraire)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
²²⁶ Ra	< 0,030	0,049 ± 0,010	-	2/12
²³⁸ U	0,014 ± 0,004	0,043 ± 0,006	0,026	12/12
²³⁴ U	0,013 ± 0,003	0,045 ± 0,006	0,027	12/12
Equivalent U pondéral (µg/l)	1,1 ± 0,2	3,5 ± 0,7	2,1	12/12
α globale	0,04 ± 0,01	0,16 ± 0,02	0,074	12/12
β globale	0,12 ± 0,04	0,22 ± 0,04	0,16	8/12
K (mg/l)	<1,0	1,5 ± 0,1	1,2	7/12

V.5-3 SITE DU FOREZ (42)

Dans le cadre du suivi de l'évolution de la radioactivité du site minier du Forez, des prélèvements d'eaux de surface sont réalisés mensuellement et des eaux souterraines annuellement.

V.5.-3.a. EAUX DE SURFACE

Un prélèvement mensuel d'eau de rivière est réalisé dans la Besbre, en aval de la digue, à Saint-Priest-la-Prugne.

Tableau 12 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans la Besbre (point R2 89 BE)

	Résultats dans l'eau filtrée (Bq/l sauf indication contraire)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
²²⁶ Ra	0,031 ± 0,006	0,14 ± 0,01	0,062	11/11
²³⁸ U	0,039 ± 0,006	0,10 ± 0,01	0,073	11/11
²³⁴ U	0,043 ± 0,007	0,18 ± 0,01	0,078	11/11
Equivalent U pondéral (µg/l)	3,5 ± 0,5	14,6 ± 1,5	6,3	11/11
α globale	0,14 ± 0,02	0,32 ± 0,02	0,22	11/11
β globale	0,16 ± 0,04	0,39 ± 0,05	0,24	11/11
K (mg/l)	< 1,0	1,0 ± 0,1	-	1/11

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

Les activités alpha globales mesurées dans la Besbre présentent un niveau supérieur à la valeur guide de 0,1 Bq/l recommandée par l'OMS pour les eaux de boisson. Les résultats des mesures bêta globales sont inférieurs à la valeur guide de l'OMS de 1 Bq/l.

V.5.-3.b. EAUX SOUTERRAINES

Les activités alpha globales et bêta globale mesurées dans les prélèvements d'eaux représentatifs de cette nappe phréatique sont inférieures aux valeurs guides recommandées par l'OMS précitées.

Tableau 13 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point P10 89

Résultats dans l'eau filtrée (Bq/l sauf indication contraire)	
²²⁶ Ra	< 0,040
²³⁸ U	< 0,007
²³⁴ U	< 0,008
Equivalent U pondéral (µg/l)	< 0,65
α globale	0,028 ± 0,010
β globale	0,67 ± 0,05
K (mg/l)	17 ± 1

V.5-4 SITE DE LODÈVE (34)

Dans le cadre du suivi de l'évolution de la radioactivité du site minier de Lodève, sont réalisés : des prélèvements quotidiens d'aérosols atmosphériques, des prélèvements mensuels d'eaux de surface, des prélèvements annuels de végétaux terrestres et de sédiments de rivières.

V.5.-4.a. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés dans l'environnement du site (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.5.-4.b. EAUX DE SURFACE

La comparaison des résultats de mesures entre l'amont et l'aval du site montre un marquage net de l'eau en uranium, lié à l'influence de la zone minière de Lodève. L'eau analysée en aval présente des activités en uranium supérieures d'un facteur cinq environ à celles mesurées en amont. Ces activités expliquent également la différence des activités alpha et bêta globales entre l'amont et l'aval. Celles-ci restent néanmoins proches (parfois supérieures pour l'alpha) aux valeurs guides recommandées par l'OMS pour les eaux de boisson (respectivement 0,1 et 1 Bq/l).

Tableau 14 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans la Lergue (point R0 86 LEM), en amont du site

	Résultats dans l'eau filtrée (Bq/l sauf indication contraire)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
²²⁶ Ra	0,028 ± 0,007	< 0,040	-	1/11
U pondéral (µg/l)	< 0,38	2,3 ± 0,5	1,2	3/11
α globale	< 0,024	0,079 ± 0,014	0,053	8/11
β globale	< 0,10	0,17 ± 0,04	-	2/11
K (mg/l)	1,0 ± 0,1	3,3 ± 0,2	1,9	11/11

Tableau 15 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans la Lergue (point R1 86 LEV), en aval du site

	Résultats dans l'eau filtrée (Bq/l sauf indication contraire)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
²²⁶ Ra	< 0,030	< 0,040	-	0/12
²³⁸ U	0,038 ± 0,006	0,16 ± 0,02	0,088	12/12
²³⁴ U	0,046 ± 0,007	0,18 ± 0,02	0,099	12/12
Equivalent U pondéral (µg/l)	3,7 ± 0,6	14,6 ± 1,8	8,1	12/12
α globale	0,088 ± 0,022	0,24 ± 0,03	0,17	12/12
β globale	< 0,20	0,43 ± 0,09	0,34	2/12
K (mg/l)	1,1 ± 0,1	3,6 ± 0,2	2,2	11/11

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.5.-4.c. SÉDIMENTS ET VÉGÉTAUX TERRESTRES

Les prélèvements annuels de végétaux terrestres et de sédiments sont réalisés au bord ou dans la rivière la Lergue au lieu-dit Pétou à Le Bosc.

Tableau 16 : Résultats d'analyse de sédiments et de végétaux prélevés dans l'environnement du site de Lodève

Prélèvements	Activités (Bq/kg sec)		
	²²⁶ Ra	²³⁴ U	²³⁸ U
Sédiments	20 ± 3	40 ± 4	40 ± 4
Végétaux (herbe)	6,5 ± 1,4	20 ± 4	18 ± 4

Que ce soit dans les végétaux terrestres comme dans les sédiments, les activités des radionucléides de la chaîne de l'uranium 238 sont du même ordre de grandeur que les années précédentes au même point et sont comprises dans la gamme des valeurs habituellement mesurées en France sur des sites non soumis à influence minière. L'activité en isotopes de l'uranium dans les végétaux terrestres s'explique par des phénomènes connus de transfert du sol vers les plantes.

V.5-5 SITES DE VENDÉE (44)

Dans le cadre du suivi de l'évolution de la radioactivité des sites miniers de Vendée, des prélèvements d'eaux de surface sont réalisés mensuellement.

La Moine est une rivière qui coule dans une vallée dans laquelle est situé le site minier de l'Ecarpière. En aval du site, elle se jette dans la Sèvre Nantaise au niveau de Clisson.

Un premier prélèvement d'eau est réalisé dans la Moine à Gétigné (point R2 44 MOI) en aval immédiat du site de l'Ecarpière. Le second prélèvement est effectué dans la Sèvre Nantaise à Gorges (point R1 44 SVN), en aval de la confluence avec la Moine.

V.5.-5.a. EAUX DE SURFACE

Tableau 17 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans la Moine (point R2 44 MOI), à Gétigné

	Résultats dans l'eau filtrée (Bq/l sauf indication contraire)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
²²⁶ Ra	< 0,030	< 0,040	-	1/12
²³⁸ U	0,017 ± 0,004	0,13 ± 0,02	0,053	12/12
²³⁴ U	0,021 ± 0,004	0,14 ± 0,02	0,059	12/12
Equivalent U pondéral (µg/l)	1,4 ± 0,3	10,5 ± 2,1	4,3	
α globale	< 0,04	0,20 ± 0,02	0,1	11/12
β globale	0,28 ± 0,04	0,50 ± 0,06	0,39	12/12
K (mg/l)	2,7 ± 0,1	16 ± 1	9,6	12/12

Tableau 18 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans la Sèvre Nantaise (point R1 44 SVN), à Gorges

	Résultats dans l'eau filtrée (Bq/l sauf indication contraire)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
²²⁶ Ra	< 0,030	< 0,040	-	0/12
U (µg/l)	0,60 ± 0,12	2,0 ± 0,4	1,1	10/12
α globale	< 0,026	0,049 ± 0,011	0,033	9/12
β globale	0,17 ± 0,04	0,32 ± 0,05	0,25	12/12
K (mg/l)	5,2 ± 0,3	12,0 ± 1,0	7,1	12/12

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

Les activités mesurées dans les prélèvements réalisés en ces deux points sont du même ordre de grandeur ou inférieures aux valeurs guides fixées par l'OMS pour la potabilité des eaux. On note cependant une activité alpha globale et une teneur en uranium 3 à 4 fois supérieures dans l'eau de la Moine par rapport à l'eau de la Sèvre Nantaise. Cela s'explique par la proximité immédiate de la Moine par rapport à l'ancienne mine.

V.6. RESULTATS DE SURVEILLANCE DES INDUSTRIES EN AMONT DU CYCLE DU COMBUSTIBLE

Les usines de traitement et concentration près des mines délivrent essentiellement des uranates (contenant environ 70% d'uranium) et parfois des oxydes (pouvant contenir jusqu'à 80% d'uranium). Aujourd'hui c'est l'UO₂ faiblement enrichi à 3-5% d'uranium 235 qui constitue la matière finale du combustible des réacteurs à eau sous pression (REP). Dans les usines actuelles d'enrichissement, l'opération se fait sur un composé chimique ultra pur, l'hexafluorure d'uranium (UF₆) fourni par la conversion des concentrés miniers.

La France dispose de deux usines de la COMURHEX (groupe COGEMA) travaillant en série pour produire l'UF₄ et l'UF₆. A Malvési près de Narbonne, les concentrés sont transformés en UF₄. A Pierrelatte, dans la vallée du Rhône, une seconde usine assure la conversion de l'UF₄ en UF₆.

L'uranium arrive à l'usine EURODIF (Pierrelatte) sous forme d'UF₆ solide. Les trois isotopes de l'uranium (de masse 234, 235 et 238) sont séparés sélectivement lors du passage de l'UF₆ gazeux au travers d'une paroi poreuse. Les isotopes les plus légers passant plus facilement que les plus lourds, on procède ainsi à un enrichissement sélectif. Il faut répéter l'opération de séparation un grand nombre de fois pour obtenir un enrichissement significatif.

Même si, en théorie, ces usines ont un impact radiologique sur l'environnement extrêmement réduit, un contrôle continu de l'environnement terrestre et aquatique de ces sites est effectué. La stratégie de surveillance de l'IRSN est ciblée sur le contrôle des voies de transfert de l'uranium et de ses descendants par diffusion dans le domaine atmosphérique (aérosols, eaux de pluie), terrestre (eaux de surface, eaux souterraines, végétaux) et aquatique (sédiments).

V.6-1 SITE DE MALVESI (11)

Dans le cadre de la surveillance de l'environnement autour du site de Malvés de la société COMURHEX à Narbonne, des prélèvements d'eaux de surface sont réalisés mensuellement. Ils sont complétés par des prélèvements mensuels de végétaux terrestres.

V.6.-1.a. EAUX DE SURFACE

V.6.1.a.1. Prélèvements réalisés sur le site de la Société COMURHEX

Tableau 19 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans le lac artificiel de Malvés

	Résultats dans l'eau filtrée (Bq/l)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
²²⁶ Ra	0,029 ± 0,007	< 0,040	-	1/12
²³⁸ U	0,58 ± 0,09	2,6 ± 0,3	1,5	12/12
²³⁴ U	0,60 ± 0,10	2,5 ± 0,3	1,5	12/12
Equivalent U	48,8 ± 8,1	203 ± 23	122	12/12
α globale	0,98 ± 0,13	4,4 ± 0,2	2,5	12/12
β globale	0,75 ± 0,16	3,6 ± 0,3	1,9	12/12
K (mg/l)	4,1 ± 0,2	7,9 ± 0,2	5,9	12/12

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

Les mesures réalisées mensuellement dans les eaux du lac artificiel mettent en évidence des activités significatives en isotopes 238 et 234 de l'uranium, et proches de la limite de détection pour le radium 226. La présence de ces radionucléides et de leurs descendants explique les activités alpha globales et bêta globales (hors potassium 40) mesurées dans le lac.

V.6.1.a.2. Prélèvements réalisés dans l'environnement placé sous l'influence de l'usine.

Tableau 20 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans le canal du Tauran (R 465 TAV)

	Résultats dans l'eau filtrée (Bq/l)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
²²⁶ Ra	< 0,030	< 0,040	-	1/12
²³⁸ U	< 0,026	0,64 ± 0,08	0,43	5/12
²³⁴ U	< 0,025	0,62 ± 0,07	0,41	5/12
Equivalent U	< 2,0	50,4 ± 6,3	33,3	5/12
α globale	0,032 ± 0,003	1,0 ± 0,3	0,35	11/12
β globale	< 0,11	0,77 ± 0,05	0,41	8/12
K (mg/l)	4,1 ± 0,2	6,3 ± 0,3	4,9	12/12

Tableau 21 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans le canal de Cadariège (R8 65 CDG)

	Résultats dans l'eau filtrée (Bq/l)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
²²⁶ Ra	< 0,030	0,048 ± 0,007	0,037	7/12
²³⁸ U	0,010 ± 0,003	0,022 ± 0,004	0,014	12/12
²³⁴ U	0,019 ± 0,004	0,030 ± 0,005	0,024	12/12
Equivalent U pondéral	1,5 ± 0,5	2,5 ± 0,4	1,9	12/12
α globale	0,08 ± 0,01	0,13 ± 0,03	0,10	12/12
β globale	0,17	0,31 ± 0,05	0,22	11/12
K (mg/l)	4,1 ± 0,2	6,3 ± 0,3	4,95	12/12

Tableau 22 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans la résurgence de l'Oueillat (R7 65 RES)

	Résultats dans l'eau filtrée (Bq/l)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
²²⁶ Ra	< 0,032	0,048 ± 0,007	0,039	5/12
²³⁸ U	0,008 ± 0,003	0,015 ± 0,004	0,013	11/12
²³⁴ U	0,016 ± 0,005	0,028 ± 0,005	0,022	12/12
Equivalent U	1,3 ± 0,4	2,3 ± 0,6	1,8	12/12
α globale	0,08 ± 0,01	0,14 ± 0,02	0,11	12/12
β globale	< 0,22	0,34 ± 0,05	0,26	6/12
K (mg/l)	4,6 ± 0,2	6,9 ± 0,3	4,95	12/12

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

Les résultats des analyses mensuelles des eaux de surface prélevées dans l'environnement sous influence des rejets liquides de l'usine Comurhex montrent un léger marquage en uranium. Ce marquage en isotopes de l'uranium et ses descendants explique l'activité alpha globale. Dans l'eau prélevée dans le canal du Tauran, la moyenne annuelle est supérieure à la valeur guide recommandée par l'OMS de 0,1 Bq/l pour les eaux de boisson. Aux autres points de prélèvements, les activités alpha globales sont inférieures à cette valeur guide.

En ce qui concerne l'activité bêta globale, elle est inférieure à la valeur de 1 Bq/l recommandée par l'OMS, en tous lieux de prélèvement autour du site.

V.6.-1.b. VÉGÉTAUX TERRESTRES

Les végétaux terrestres sont prélevés en cinq points du site.

La présence d'uranium 234 et d'uranium 238, isotopes radioactifs de l'uranium naturel, a été décelée dans tous les prélèvements réalisés aux points ci-dessous :

Tableau 23 : Résultats d'analyse de végétaux (conifères) prélevés dans l'environnement du site de Malvési

Lieu de prélèvement	Activités (Bq/kg sec)					
	²³⁴ U			²³⁸ U		
	Min.	Max.	Moyenne	Min.	Max.	Moyenne
au niveau de la source dans l'Oeillat	1,2 ± 0,3	10 ± 2	4,5	1,3 ± 0,3	9,6 ± 1,8	4,5
lieu-dit Livièrre Basse (vent de nord-ouest)	0,9 ± 0,3	15 ± 3	4,3	0,9 ± 0,3	15 ± 3	4,1
voisinage des Almérats Hauts (vent de nord-est)	2,2 ± 0,4	24 ± 4	12	2,0 ± 0,4	25 ± 5	12

La présence de ces radionucléides naturels a également été relevée dans 9 des prélèvements effectués au lieu-dit Tauran et 8 des prélèvements effectués au voisinage du point Echine d'Ane :

Tableau 24 : Résultats d'analyse de végétaux (herbe et tamaris) prélevés dans l'environnement du site de Malvési

Lieu de prélèvement	Activités (Bq/kg sec)			
	²³⁴ U		²³⁸ U	
	Min.	Max.	Min.	Max.
lieu-dit Tauran (vent de nord-ouest)	1,1 ± 0,3	11 ± 2	0,9 ± 0,3	11 ± 2
voisinage de l'Echine d'Ane (vent de sud-est)	0,9 ± 0,4	11 ± 1	0,9 ± 0,4	11 ± 1

Les résultats des mesures réalisées sur la flore terrestre ne montrent aucun marquage anormal consécutif aux rejets de l'usine Comurhex. Ceux-ci sont du même ordre de grandeur que les valeurs habituellement rencontrées dans des zones non soumises à l'influence d'une industrie nucléaire. Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection. Il est à noter que suite à la rupture de la digue du bassin de décantation en mars 2004, aucun impact sur l'environnement n'a été mis en évidence.

V.6-2 SITE DE PIERRELATTE (26)

L'environnement proche des sites de Tricastin et de Pierrelatte fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux de surface en amont et en aval, sédiments en aval, eaux souterraines).

V.6.-2.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants des installations (voir données au paragraphe VIII.1).

V.6.-2.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, sous les vents dominants de Pierrelatte (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.6.-2.c. EAUX DE PLUIES

Deux collecteurs d'eaux de pluies sont présents sur le site de Pierrelatte. Ces eaux sont collectées hebdomadairement et font l'objet de mesures sur les mélanges mensuels.

Tableau 25 : Résultats d'analyse des eaux de pluies recueillies à la station Nord du site de Pierrelatte (PH62 PLA)

	Activités dans l'eau brute (Bq/l)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
^3H	< 9	15 ± 3	-	1/9
^{238}Pu	-	< 0,0026	-	0/9
$^{239+240}\text{Pu}$	-	< 0,0021	-	0/9
^{241}Am	-	< 0,0032	-	0/9
α global	-	< 0,0034	-	0/9
β global	< 0,097	$0,55 \pm 0,05$	-	3/9

Tableau 26 : Résultats d'analyse des eaux de pluies recueillies à la station des Genêts du site de Pierrelatte (PH 62 PRL)

	Activités dans l'eau brute (Bq/l)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
^3H	< 8,4	16 ± 3	-	1/9
^{238}Pu	-	< 0,0019	-	0/9
$^{239+240}\text{Pu}$	-	< 0,0019	-	0/9
^{241}Am	-	< 0,0028	-	0/9
α global	< 0,017	$0,031 \pm 0,008$	-	1/9
β global	< 0,097	$0,34 \pm 0,05$	-	3/9

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

En dehors du tritium parfois présent en faible quantité (activité maximale proche de nos limites de détection), aucune activité n'a été décelée au dessus de nos limites de détection dans les eaux de pluies recueillies sur les sites du Tricastin et de Pierrelatte.

V.6.-2.d. EAUX DE SURFACE

Le plan de surveillance des eaux de surface autour des installations nucléaires prévoit trois prélèvements ponctuels réalisés annuellement à proximité du site de Pierrelatte (un amont et deux aval) et un point de prélèvement continu par le biais d'un hydrocollecteur situé en aval du CNPE du Tricastin (voir paragraphe V.7-21).

Tableau 27 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R0 62 CAM dans le canal de Donzère-Mondragon en amont du site de Pierrelatte

		Résultats dans l'eau filtrée
α global	Bq/l	0,03 ± 0,01
β global		< 0,11
K	mg/l	1,9 ± 0,1

Tableau 28 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R2 62 CAV dans le canal de Donzère-Mondragon en aval du site de Pierrelatte

		Résultats dans l'eau filtrée
α global	Bq/l	< 0,02
β global		< 0,12
K	mg/l	2,1 ± 0,1

Tableau 29 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R3 62 GAF dans la Gaffière en aval du CNPE de Pierrelatte

		Résultats dans l'eau filtrée
²²⁶ Ra	Bq/l	< 0,04
²³⁴ U		0,18 ± 0,02
²³⁸ U		0,16 ± 0,02
α global		0,28 ± 0,03
β global		0,27 ± 0,05
K	mg/l	4,6 ± 0,2

Dans l'eau prélevée en aval du site, on constate un marquage en uranium. La présence des isotopes 234 et 238, et de leurs descendants émetteurs alpha explique l'activité alpha globale supérieure à la valeur guide recommandée par l'OMS pour les eaux destinées à la consommation humaine. En ce qui concerne l'activité bêta globale, le niveau mesuré s'explique principalement par la présence de potassium 40.

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de surface collectées et aucune différence significative n'a été mise en évidence entre l'amont et l'aval du site.

V.6.-2.e. SÉDIMENTS

Des prélèvements sont réalisés mensuellement à Saint-Etienne-des-Sorts au confluent du Rhône et du canal de Donzère.

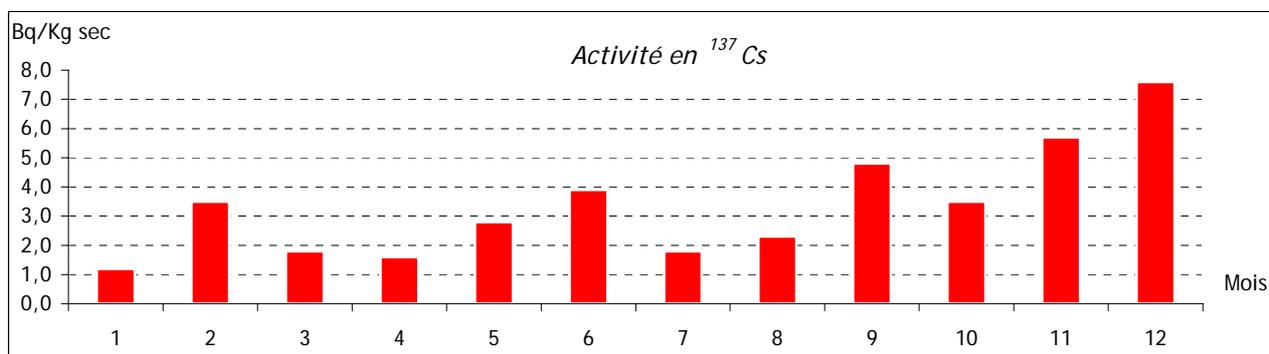


Figure 10: Activité en ¹³⁷Cs mesurée dans les sédiments de rivière prélevés en aval du site du Tricastin (SR-170-ROV)

Des traces de césium 137 ont été décelées dans tous les prélèvements de sédiments effectués. Ces activités, du même ordre de grandeur que celles des années passées, s'expliquent par les retombées atmosphériques de l'accident de Tchernobyl, les retombées des essais nucléaires passés ainsi que par les rejets liquides des installations nucléaires situées sur le Rhône.

Aucune activité significative n'a été mesurée au dessus de nos limites pour les autres radionucléides recherchés.

V.6.-2.f. EAUX SOUTERRAINES

Cinq prélèvements d'eaux souterraines sont réalisés dans l'environnement proche du site de Pierrelatte, à un rythme annuel.

Tableau 30 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point S8 62 PRL

		Résultats dans l'eau filtrée
β global	Bq/l	< 0,11
K	mg/l	2,0 ± 0,1

Tableau 31 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point S16 62

		Résultats dans l'eau filtrée
β global	Bq/l	< 0,13
K	mg/l	2,9 ± 0,1

Tableau 32 : Résultats d'analyse des eaux de puits prélevées au point P 62EP

		Résultats dans l'eau filtrée
β global	Bq/l	< 0,14
K	mg/l	2,2 ± 0,1

Tableau 33 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point S24 62 PRL

		Résultats dans l'eau filtrée
^{234}U	Bq/l	$0,44 \pm 0,05$
^{238}U		$0,39 \pm 0,05$
α global		$0,70 \pm 0,06$
β global		$0,79 \pm 0,06$
K	mg/l	$11,0 \pm 0,6$

Tableau 34 : Résultats d'analyse des eaux de puits prélevées au point P3 62 PRL

		Résultats dans l'eau filtrée
β global	Bq/l	$< 0,098$
K	mg/l	$1,8 \pm 0,1$

En ce qui concerne le point de prélèvement S24 sur le site de Pierrelatte, on note une activité alpha globale supérieure à la valeur guide recommandée par l'OMS pour l'eau destinée à la consommation ($0,1$ Bq/l). Cette activité s'explique par la présence des isotopes ^{238}U et ^{234}U de l'uranium, émetteurs alpha, dont la présence est imputable aux activités des installations nucléaires du site. Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux collectées aux autres points de prélèvements.

V.7. RESULTATS DE SURVEILLANCE DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

Les sites EDF, sur lesquels sont implantés des centres nucléaires de production d'électricité (CNPE), sont soumis, au titre de la réglementation applicable aux INB et à leurs rejets, à des autorisations de rejets d'effluents. A ce titre, une surveillance réglementaire de l'environnement des 19 sites est imposée à EDF dès la mise en service de la première installation et pendant toute la durée de vie de la centrale selon un programme réglementé et contrôlé par la DGSNR.

L'IRSN, à l'image du programme de surveillance défini pour l'exploitant, effectue des analyses sur les rejets liquides et gazeux d'une part, et des contrôles du milieu récepteur d'autre part (rayonnement gamma, activités des poussières atmosphériques, de l'eau de pluie, des eaux de surface et souterraines, des sols et sédiments, du lait, de la faune et de la flore).

V.7-1 BRENNILIS (29)

L'environnement proche de l'ancien CNPE de Brennilis (en cours de démantèlement) fait l'objet d'une surveillance basée sur les prélèvements d'aérosols, d'eau de rivière, d'eaux de pluies et de lait de vache.

V.7.-1.a. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, dans l'environnement de l'ancien CNPE (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.7.-1.b. EAUX DE PLUIES

Les mesures sont réalisées sur les mélanges mensuels. Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement de l'ancien CNPE.

V.7.-1.c. EAUX DE SURFACE

Aucune activité n'a été mesurée au dessus de nos limites de détection sur les prélèvements ponctuels réalisés mensuellement dans l'Ellez.

V.7.-1.d. LAIT DE VACHE

Dans tous les prélèvements mensuels analysés en 2004 provenant d'une ferme à Kerelcun, les activités relevées pour le tritium, l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 sont restées inférieures à nos limites de détection.

Une faible activité en strontium (méthode Sr + TR) a été décelée dans 5 des 11 prélèvements analysés. Le minimum est de $0,13 \pm 0,03$ Bq/l, le maximum est de $0,28 \pm 0,05$ Bq/l.

V.7-2 BELLEVILLE-SUR-LOIRE (18)

Le CNPE de Belleville est situé au nord-est du département du Cher, sur la rive gauche de la Loire, à la limite des départements du Loiret, de la Nièvre et de l'Yonne. Le site est implanté à 11 km en aval de Cosne-sur-Loire, 30 km en amont de Gien et 175 km environ au sud de Paris. Il comporte 2 réacteurs de 1300 MWe (dates de divergence : 1987 - 1988).

L'environnement proche du CNPE de Belleville-sur-Loire fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux de surface en amont et en aval, boues de décantation en aval).

V.7.-2.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.7.-2.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, dans l'environnement du CNPE (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.7.-2.c. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du CNPE.

V.7.-2.d. EAU DE SURFACE

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de surface prélevées en amont et en aval du CNPE.

Tableau 35 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R0 149 LOM sur la Loire en amont du CNPE de Belleville

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,11	0,18 \pm 0,04	0,16	5/6
α global		< 0,023	< 0,032	-	
²²⁶ Ra		-	< 0,04	-	
³ H		< 8,4	< 12	-	
K	mg/l	2,0 \pm 0,1	4,5 \pm 0,2	3,4	6/6

Tableau 36 : Résultats d'analyse des eaux prélevées par un hydrocollecteur au point R1 149 LOV sur la Loire en aval du CNPE de Belleville

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,13	0,18 \pm 0,04	0,16	4/6
α global		< 0,02	< 0,03	-	-
³ H		< 9	< 13	-	-
K	mg/l	2,9 \pm 0,2	4,4 \pm 0,2	3,7	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.7.-2.e. BOUES DE DÉCANTATION

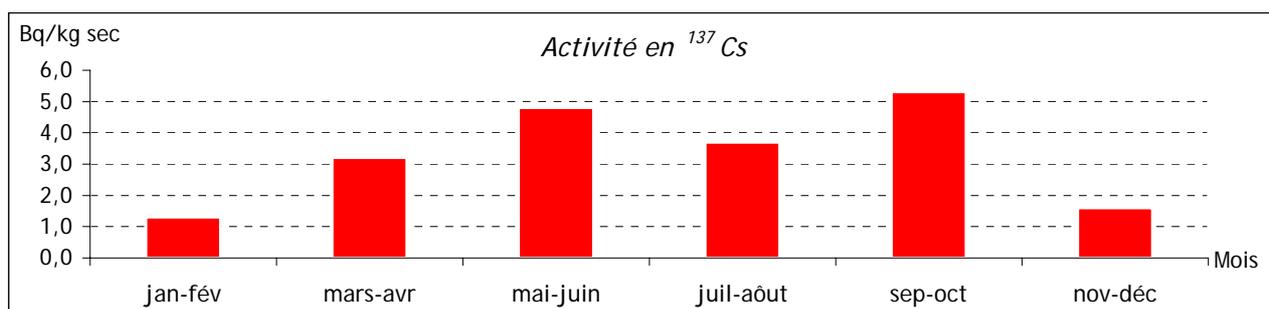


Figure 11: Activité en ¹³⁷Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées dans l'hydrocollecteur situé dans la Loire en aval du CNPE de Belleville (SD 149 LOV)

Des traces de césium 137 ont été décelées dans tous les mélanges bimestriels de boues de décantation provenant de l'hydrocollecteur disposé sur la Loire à Châtillon-sur-Loire. La présence de ce radionucléide, dont l'activité est du même ordre de grandeur que celles des années passées, s'explique à la fois par les retombées atmosphériques de l'accident de Tchernobyl et des essais nucléaires passés ainsi que par les rejets liquides chroniques du CNPE.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7.-2.f. LAIT DE VACHE

Dans tous les prélèvements analysés en 2004 provenant d'une ferme à Neuvy-sur-Loire, les activités relevées pour l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 sont restées inférieures à nos limites de détection. Une faible activité en strontium (méthode Sr + TR) a été mesurée en septembre 2004 : $0,12 \pm 0,03$ Bq/l.

V.7-3 LE BLAYAIS (33)

Le CNPE du Blayais est situé sur la rive droite de l'estuaire de la Gironde, à mi-chemin entre Bordeaux et Royan, sur la commune de Braud-et-Saint-Louis. Il comporte 4 réacteurs de 900 MWe (dates de divergence : 1981 - 1982 - 1983 - 1983).

L'environnement proche du CNPE du Blayais fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux de surface en amont et en aval, boues de décantation en aval).

V.7.-3.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.7.-3.b. AÉROSOLS ATMOSPHERIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, sous les vents dominants du CNPE (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.7.-3.c. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du CNPE.

V.7.-3.d. EAUX DE SURFACE

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de surface prélevées en aval du CNPE.

Tableau 37 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1138 sur la Gironde en aval du CNPE du Blayais

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,39	< 5,6	-	0/6
α global		< 0,12	< 0,960	-	0/6
^{226}Ra		-	< 0,040	-	0/1
^3H		< 7,7	< 9,3	-	2/6
K	mg/l	13,0 \pm 0,7	110 \pm 5	53	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.7.-3.e. BOUES DE DÉCANTATION

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans tous les mélanges bimestriels de boues de décantation provenant de la Gironde à Braud-et-Saint-Louis :

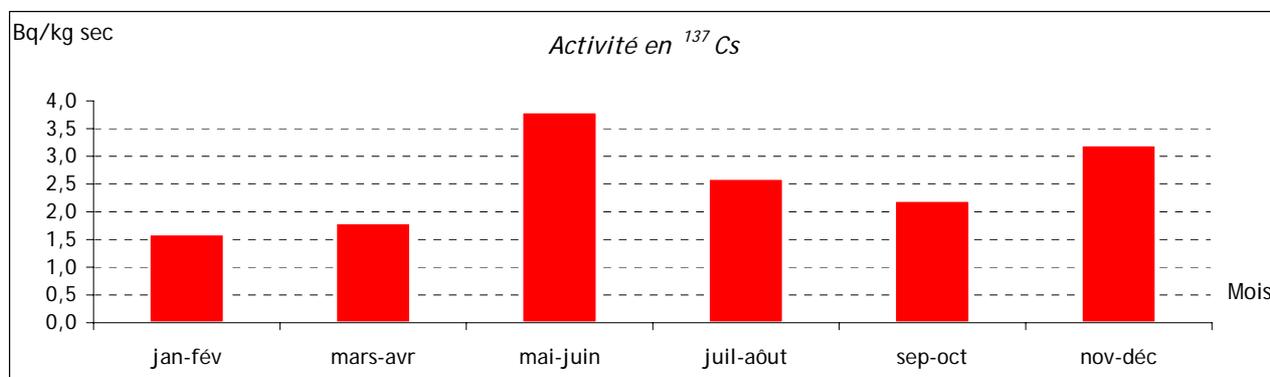


Figure 12 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées dans la Gironde en aval du CNPE du Blayais

Ces activités, du même ordre de grandeur que celles des années passées, s'expliquent par les retombées atmosphériques de l'accident de Tchernobyl, les retombées des essais nucléaires passés ainsi que par les rejets liquides du CNPE.

Une faible activité en plutonium 239+240, autre radionucléide artificiel, a été relevée dans le mélange de septembre et octobre 2004 : 0,30 \pm 0,09 Bq/kg sec. Cette activité s'explique par les retombées des essais nucléaires atmosphériques passés.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7.-3.f. LAIT DE VACHE

Dans les 34 prélèvements mensuels provenant de 3 fermes situées à Braud-et-Saint-Louis analysés en 2004, de faible activité en césium 137 a été décelée dans 4 prélèvements et en strontium dans 22 prélèvements :

Tableau 38 : Résultats d'analyse du lait de vache prélevé dans l'environnement du CNPE du Blayais

	Activités (Bq/l)	
	Min.	Max.
¹³⁷ Cs	0,16 ± 0,06	0,45 ± 0,08
Sr (Sr+TR)	0,11 ± 0,03	0,41 ± 0,05

Les activités relevées en iode 131 et césium 134 sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7-4 LE BUGEY (01)

Le CNPE du Bugey est implanté sur la commune de Saint-Vulbas. Il comporte quatre réacteurs de 900 MWe (date de divergence : 1978 - 1978 - 1979 - 1979) et une ancienne tranche UNGG 450 MWe arrêtée en 1994.

L'environnement proche du CNPE de Bugey fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux de surface en amont et en aval, boues de décantation en aval). A cela s'ajoute un prélèvement d'eaux souterraines.

V.7.-4.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.7.-4.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, dans l'environnement du CNPE (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.7.-4.c. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du CNPE.

V.7.-4.d. EAUX DE SURFACE

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de surface prélevées en amont et en aval du CNPE.

Tableau 39 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 47 sur le Rhône en amont du CNPE du Bugey

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,10	0,19 \pm 0,04	0,14	3/6
α global		< 0,02	0,04 \pm 0,01	0,03	3/6
K	mg/l	1,4 \pm 0,1	2,1 \pm 0,1	1,7	6/6

Tableau 40 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R2 47 sur le Rhône en aval du CNPE du Bugey

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,096	< 0,150	-	0/6
α global		< 0,021	0,029 \pm 0,009	0,026	3/6
^3H		< 9,1	< 13	-	0/6
K	mg/l	1,3 \pm 0,1	2,1 \pm 0,1	1,7	6/6

V.7.-4.e. EAUX SOUTERRAINES

Excepté pour le tritium, présent en très faible proportion, aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux souterraines prélevées semestriellement dans l'environnement du CNPE.

Tableau 41 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point P6 47 dans l'environnement du CNPE du Bugey

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,096	< 0,098	-	0/2
^3H		< 9,3	13 \pm 2	-	1/2
K	mg/l	2,3 \pm 0,1	2,6 \pm 0,1	2,5	2/2

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.7.-4.f. BOUES DE DÉCANTATION

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans tous les mélanges bimestriels de boues de décantation provenant du Rhône à Loyettes :

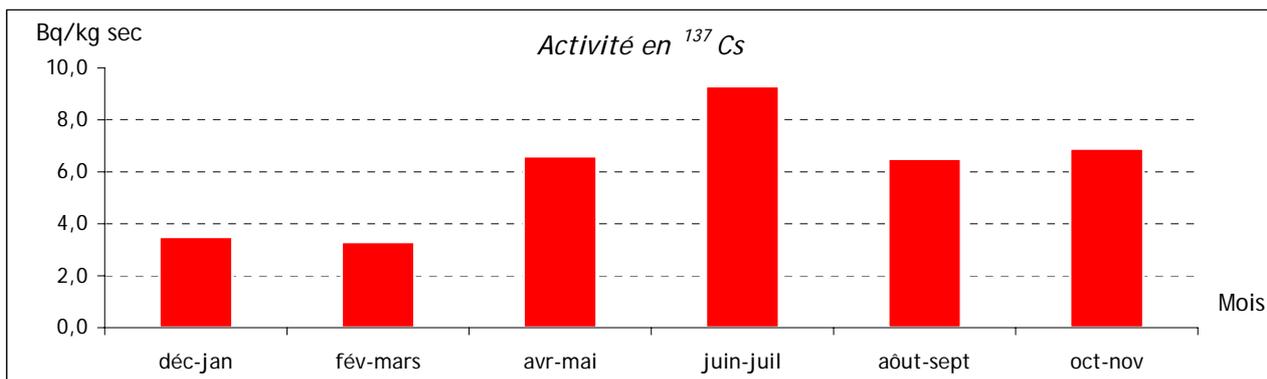


Figure 13 : Activité en ¹³⁷Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées dans le Rhône en aval du CNPE du Bugey (SD 47 ROV)

Ces activités, du même ordre de grandeur que celles des années passées, s'expliquent par les retombées atmosphériques de l'accident de Tchernobyl, les retombées des essais nucléaires passés ainsi que par les rejets liquides du CNPE.

Par ailleurs, de faibles activités ont été relevées pour trois autres radionucléides artificiels, produits d'activation présents dans les rejets liquides chroniques du CNPE :

- le cobalt 58 : $2,2 \pm 0,8$ Bq/kg sec dans le mélange de juin et juillet 2004 ;
- le cobalt 60 dans 2 des mélanges analysés en 2004 avec une valeur maximale de 11 ± 1 Bq/kg sec dans celui de juin et juillet 2004 ;
- l'argent 110 métastable : $2,6 \pm 0,8$ Bq/kg sec dans le mélange d'octobre et novembre 2004.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection

V.7.-4.g. LAIT DE VACHE

Dans tous les prélèvements analysés en 2004 provenant d'une ferme à Optevoz, les activités relevées pour l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 et les activités en strontium (méthode Sr + TR) sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7-5 CATTENOM (57)

La CNPE de Cattenom est situé en Lorraine, en bordure de Moselle, à une quinzaine de kilomètres de Thionville, à l'orée de la forêt domaniale de Garche, non loin des frontières allemande et luxembourgeoise. Le CNPE comporte 4 réacteurs de 1300 MWe (dates de divergence : 1986 - 1987 - 1990 - 1991).

L'environnement proche du CNPE de Cattenom fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux de surface en amont et en aval, boues de décantation en aval).

V.7.-5.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.7.-5.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, dans l'environnement du CNPE (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.7.-5.c. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du CNPE.

V.7.-5.d. EAUX DE SURFACE

Tableau 42 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R0 144 sur la Moselle en amont du CNPE de Cattenom (Haute Ham)

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	0,20 \pm 0,036	0,29 \pm 0,04	0,24	6/6
α global		0,022 \pm 0,004	< 0,066	-	1/6
^{234}U		-	0,010 \pm 0,003	-	1/1
^{238}U		-	< 0,007	-	0/1
^{226}Ra		-	< 0,04	-	0/1
^3H		< 8,9	< 14	-	0/6
K	mg/l	7,6 \pm 0,4	9,6 \pm 0,5	8,2	6/6

Tableau 43 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 144 en aval du CNPE de Cattenom, à Berg sur Moselle

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	0,21 \pm 0,04	0,26 \pm 0,05	0,24	6/6
α global		< 0,029	< 0,037	-	
^{234}U		-	0,007 \pm 0,003	-	1/1
^{238}U		-	0,008 \pm 0,003	-	1/1
^{226}Ra		-	< 0,04	-	
^3H		26 \pm 4	44 \pm 4	36	6/6
K	mg/l	5,7 \pm 0,3	8,3 \pm 0,4	7,1	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de surface prélevées en amont du CNPE.

Les analyses réalisées sur les eaux prélevées en aval ont mis en évidence la présence en faible quantité de tritium (activité maximale de 44 ± 4 Bq/l) due aux rejets liquides du CNPE.

V.7.-5.e. BOUES DE DÉCANTATION

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans tous les mélanges bimestriels de boues de décantation provenant de la Moselle à Berg-sur-Moselle :

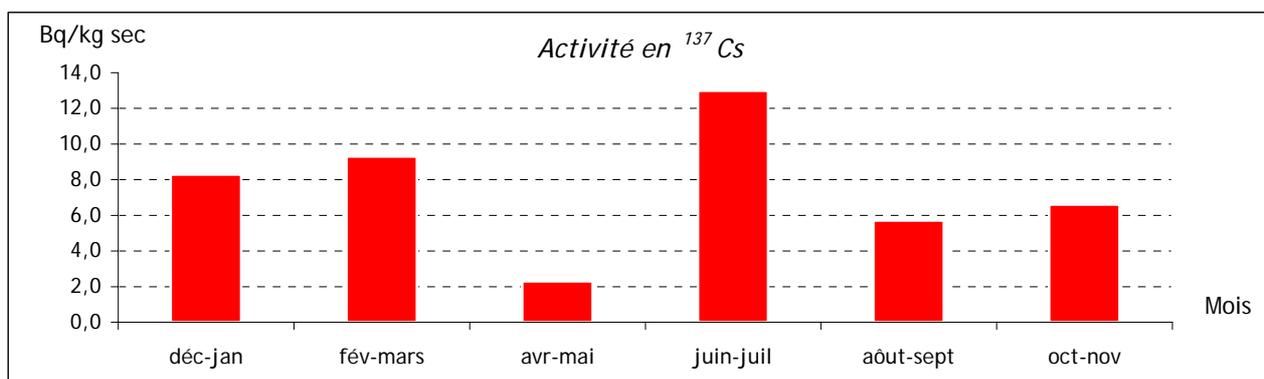


Figure 14 : Activité en ¹³⁷Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées en aval du CNPE de Cattenom, à Berg sur Moselle (SD 144 CTN)

Ces activités, du même ordre de grandeur que celles des années passées, s'expliquent par les retombées atmosphériques de l'accident de Tchernobyl, les retombées des essais nucléaires passés ainsi que par les rejets liquides du CNPE.

Une faible activité en cobalt 60, autre radionucléide artificiel présent dans les rejets liquides du CNPE, a été relevée dans le mélange de février et mars : $4,2 \pm 1,0$ Bq/kg sec.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection

V.7.-5.f. LAIT DE VACHE

Dans tous les prélèvements analysés en 2004 provenant d'une ferme à Fixem, les activités relevées pour l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 et les activités en strontium (méthode Sr + TR) sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7-6 CHINON (37)

Implanté au sein du Parc Naturel Régional Loire Anjou Touraine, le CNPE de Chinon est installé à proximité de la commune d'Avoine, à l'ouest du département d'Indre et Loire, à mi-chemin entre Tours et Angers. Le site comporte 4 tranches de 900 MWe (date de divergence : 1982 - 1983 - 1986 - 1987) et 3 anciennes tranches UNGG arrêtées, démantelées ou en cours de démantèlement.

L'environnement proche du CNPE de Chinon (A & B) fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux de surface en amont et en aval, boues de décantation en aval).

V.7.-6.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.7.-6.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, sous les vents dominants du CNPE (voir paragraphe VIII.2.-1.b).

V.7.-6.c. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du CNPE.

V.7.-6.d. EAUX DE SURFACE

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de surface prélevées en amont du CNPE.

Tableau 44 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 52 sur la Loire en amont du CNPE de Chinon

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	$0,13 \pm 0,04$	$0,19 \pm 0,04$	0,17	5/6
α global		$< 0,02$	$< 0,03$	-	
K	mg/l	$2,8 \pm 0,1$	$4,7 \pm 0,2$	3,7	6/6

Les analyses réalisées sur les eaux prélevées en aval ont mis en évidence la présence en faible quantité de tritium (activité maximale de 15 ± 4 Bq/l) due aux rejets liquides.

Tableau 45 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R3 52 sur la Loire en aval du CNPE de Chinon

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	$0,12 \pm 0,04$	$0,18 \pm 0,04$	0,15	6/6
α global		$< 0,022$	$0,028 \pm 0,009$	-	1/6
^3H		$< 8,3$	15 ± 4	-	1/6
K	mg/l	$2,8 \pm 0,1$	$4,7 \pm 0,2$	3,8	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.7.-6.e. BOUES DE DÉCANTATION

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans la plupart des mélanges bimestriels de boues de décantation provenant de la Loire à Candès-Saint-Martin :

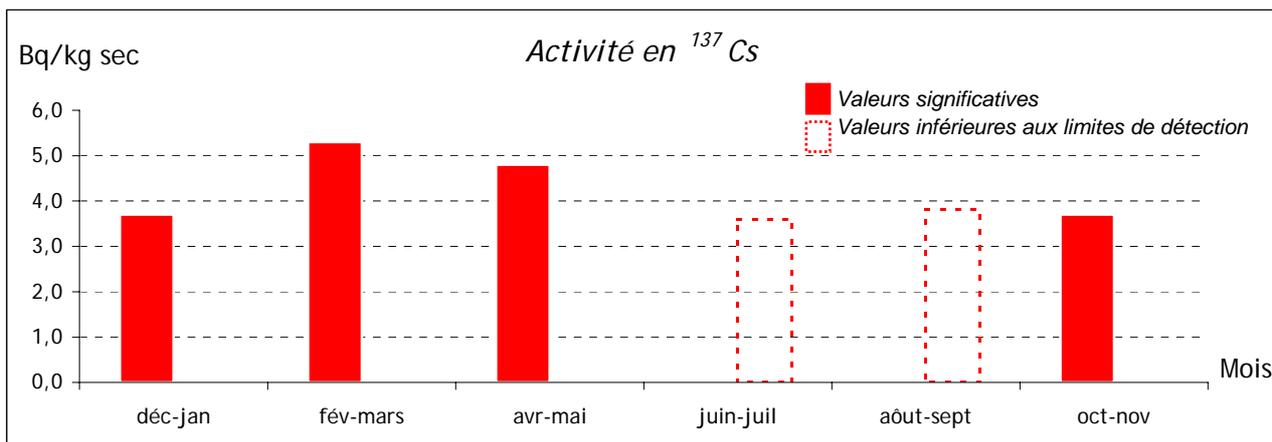


Figure 15 : Activité en ¹³⁷Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées dans la Loire en aval du CNPE de Chinon (SD 52 LOV)

Ces activités, du même ordre de grandeur que celles des années passées, s'expliquent par les retombées atmosphériques de l'accident de Tchernobyl, les retombées des essais nucléaires passés ainsi que par les rejets liquides du CNPE.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7.-6.f. LAIT DE VACHE

Dans tous les prélèvements analysés en 2004 provenant d'une ferme à Brehemont, les activités relevées pour l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 et les activités en strontium (méthode Sr + TR) sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7-7 CHOOZ (08)

Le CNPE de Chooz est implanté dans les Ardennes, près de la frontière belge. Il comporte deux réacteurs de 1450 MWe (date de divergence : 1996) et une ancienne tranche UNGG arrêtée.

L'environnement proche du CNPE de CHOOZ (A & B) fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux de surface en amont et en aval, boues de décantation en aval).

V.7.-7.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.7.-7.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, dans l'environnement du CNPE (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.7.-7.c. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du CNPE.

V.7.-7.d. EAUX DE SURFACE

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de surface prélevées en amont du CNPE.

Tableau 46 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 83 sur la Meuse en amont du CNPE de Chooz

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,11	0,16 \pm 0,04	-	1/6
α global		< 0,021	< 0,024	-	0/6
^3H		< 8,8	< 11,0	-	0/6
K	mg/l	2,0 \pm 0,1	0,2	2,9	6/6

Les analyses réalisées sur les eaux prélevées en aval ont mis en évidence la présence en faible quantité de tritium (activité maximale de 33 \pm 4 Bq/l) due aux rejets liquides.

Tableau 47 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R2 83 sur la Meuse en aval du CNPE de Chooz, à Rancennes

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,10	0,20 \pm 0,04	0,15	3/6
α global		< 0,023	< 0,024	-	0/6
^{226}Ra		-	< 0,040	-	1/6
^3H		< 10	33 \pm 4	21	5/6
K	mg/l	2,0 \pm 0,1	3,8 \pm 0,2	3,0	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.7.-7.e. BOUES DE DÉCANTATION

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans tous les mélanges bimestriels de boues de décantation provenant de la Meuse à Rancennes :

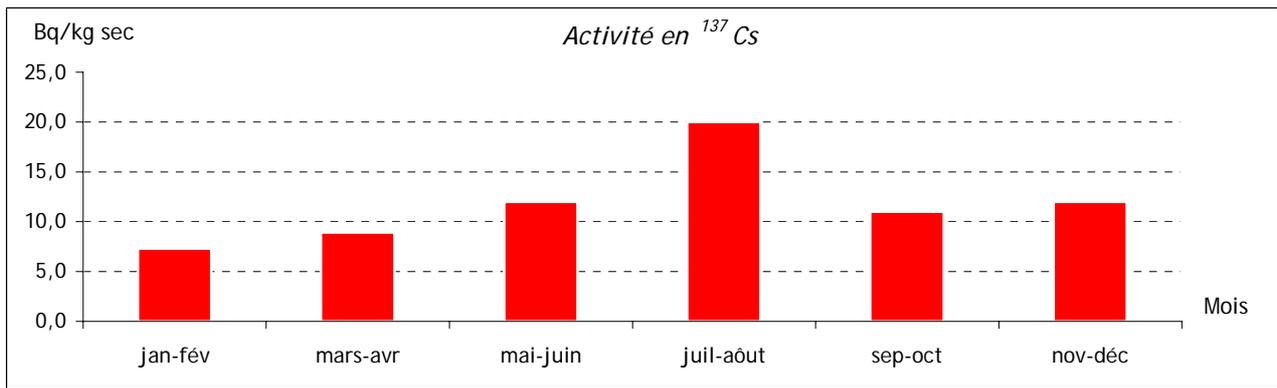


Figure 16 : Activité en ¹³⁷Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées dans la Meuse en aval du CNPE de Chooz (SD 83 MEV)

Ces activités, du même ordre de grandeur que celles des années passées, s'expliquent par les retombées atmosphériques de l'accident de Tchernobyl, les retombées des essais nucléaires passés ainsi que par les rejets liquides du CNPE.

Une faible activité en Argent 110 métastable, autre radionucléide artificiel présent dans les rejets liquides, a été relevée dans 3 des mélanges analysés avec une valeur maximale de $4,3 \pm 1,8$ Bq/kg sec dans celui de mai et juin 2004.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7.-7.f. LAIT DE VACHE

Dans tous les prélèvements analysés en 2004 provenant d'une ferme à Foisches, les activités relevées pour l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 sont restées inférieures à nos limites de détection. Une faible activité en strontium (méthode Sr + TR) a été décelée en novembre : $0,24 \pm 0,05$ Bq/l.

V.7-8 CIVAUX (86)

Le CNPE de CIVAUX est situé à 60 km au sud de Poitiers en bordure de la Vienne. Il comporte 2 réacteurs de 1450 MWe (dates de divergence : 1997-1999).

L'environnement proche du CNPE de CIVAUX fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - boues de décantation en aval). A cela s'ajoutent des analyses effectuées sur des prélèvements de sols, végétaux terrestres et végétaux aquatiques.

V.7.-8.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.7.-8.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, dans l'environnement du CNPE (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.7.-8.c. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du CNPE.

V.7.-8.d. EAUX DE SURFACE

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de surface prélevées en amont du CNPE.

Tableau 48 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R0 169 VIV dans la Vienne en amont du CNPE de Civaux

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,10	$0,12 \pm 0,03$	-	3/6
α global		< 0,011	< 0,026	-	0/6
^3H		< 7,7	< 9,3	-	0/6
K	mg/l	$2,1 \pm 0,1$	$3,0 \pm 0,2$	2,6	6/6

Les analyses réalisées sur les eaux prélevées en aval ont mis en évidence la présence en faible quantité de tritium (activité maximale de 20 ± 4 Bq/l) due aux rejets liquides.

Tableau 49 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 169 dans la Vienne en amont du CNPE de Civaux

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,09	$0,11 \pm 0,03$	0,10	5/6
α global		< 0,012	< 0,024	-	0/6
^3H		< 9,1	20 ± 4	15	5/6
K	mg/l	$2,1 \pm 0,1$	$3,3 \pm 0,2$	2,7	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.7.-8.e. BOUES DE DÉCANTATION

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans tous les mélanges bimestriels de boues de décantation provenant de la Vienne au lieu-dit Cave de Bréchonnière :

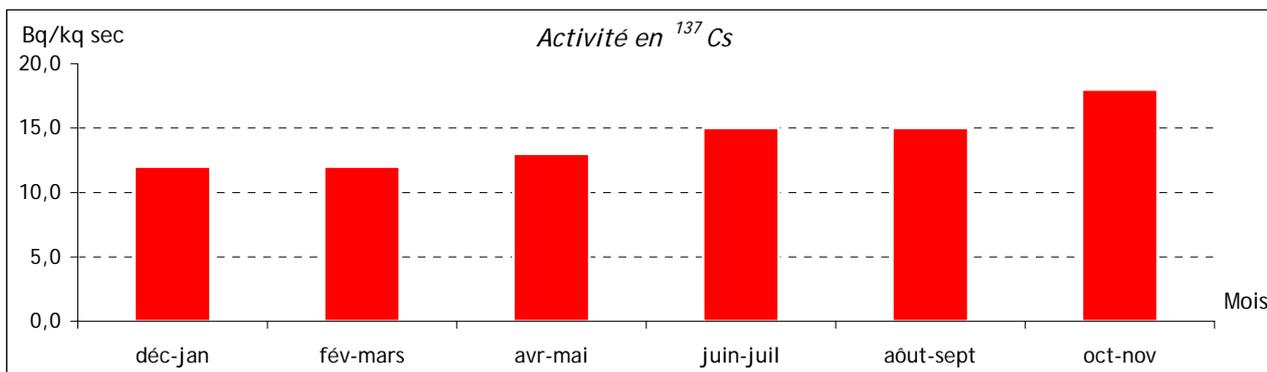


Figure 17 : Activité en ¹³⁷Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées dans la Vienne en aval du CNPE de Civaux (SD 169 VIV)

Ces activités, du même ordre de grandeur que celles des années passées, s'expliquent par les retombées atmosphériques de l'accident de Tchernobyl, les retombées des essais nucléaires passés ainsi que par les rejets liquides du CNPE.

Des activités significatives ont été relevées pour plusieurs autres radionucléides artificiels présents dans les rejets liquides du CNPE, dans le mélange d'octobre et novembre 2004 :

Tableau 50 : Résultats d'analyse des boues de décantation prélevées dans la Vienne, en aval du CNPE de Civaux

	Activités (Bq/kg sec)
⁵⁴ Mn	43 ± 6
⁵⁸ Co	13 ± 6
⁶⁰ Co	120 ± 10
^{110m} Ag	130 ± 10

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7.-8.f. VÉGÉTAUX TERRESTRES ET SOL

Des prélèvements mensuels d'herbe et de feuilles d'arbre et un prélèvement annuel de mousses et de sol sont réalisés dans une ferme à la Chapelle Viviers.

V.7.8.f.1. Végétaux terrestres

Dans tous les prélèvements mensuels d'herbe, les activités des radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection. Dans le prélèvement de mousses effectué en mars, des traces de césium 137, radionucléide artificiel (voir commentaire sur les sédiments), ont été relevées : $9,3 \pm 2,0$ Bq/kg sec. Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7.8.f.2. Sol

Des traces de strontium 90 : $4,4 \pm 0,5$ Bq/kg sec et de césium 137 : $8,4 \pm 0,9$ Bq/kg sec, radionucléides artificiels, ont été décelées dans le prélèvement annuel de sol effectué en mars 2004.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7.-8.g. VÉGÉTAUX AQUATIQUES

Des traces de cobalt 58 ($2,0 \pm 0,5$ Bq/kg frais) et de cobalt 60 ($75 \pm 0,28$ Bq/kg frais), radionucléides artificiels, ont été décelées dans le prélèvement annuel de végétaux aquatiques (bryophytes) effectué dans la Vienne à proximité de Cubord en septembre 2004. Leur présence s'explique par les rejets liquides du CNPE.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7.-8.h. LAIT DE VACHE

Dans tous les prélèvements mensuels analysés en 2004 provenant d'une ferme à La Chapelle Viviers :

- les activités relevées pour le tritium, l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 sont restées inférieures à nos limites de détection ;
- de faibles activités en strontium (méthode Sr + TR) ont été décelées en 2004 : de $0,14 \pm 0,03$ Bq/l pour la valeur minimale à $0,26 \pm 0,07$ Bq/l pour la valeur maximale et une moyenne située à $0,19$ Bq/l.

V.7-9 CREYS-MALVILLE (38)

Le site de Creys-Malville est implanté sur la commune de Creys-Mépieu, dans le département de l'Isère, sur la rive gauche du Rhône, à 50 km à l'est de Lyon. Le CNPE abrite un réacteur à neutrons rapides de 1200 MWe, arrêté en 1998.

L'environnement proche du CNPE de Creys-Malville fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux de surface en amont et en aval, boues de décantation en aval).

V.7.-9.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.7.-9.b. AÉROSOLS ATMOSPHERIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, sous les vents dominants du CNPE (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.7.-9.c. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du CNPE.

V.7.-9.d. EAUX DE SURFACE

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de surface prélevées en aval du CNPE.

Tableau 51 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 60 sur le Rhône en aval du CNPE de Creys-Malville

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,13	0,15 \pm 0,036	0,14	4/6
α global		< 0,021	0,027 \pm 0,003	-	1/6
^3H		< 8,7	< 11	-	0/6
K	mg/l	1,4 \pm 0,1	2,4 \pm 0,1	1,8	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.7.-9.e. BOUES DE DÉCANTATION

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans tous les mélanges bimestriels de boues de décantation provenant du Rhône à Bouvesse-Quirieu :

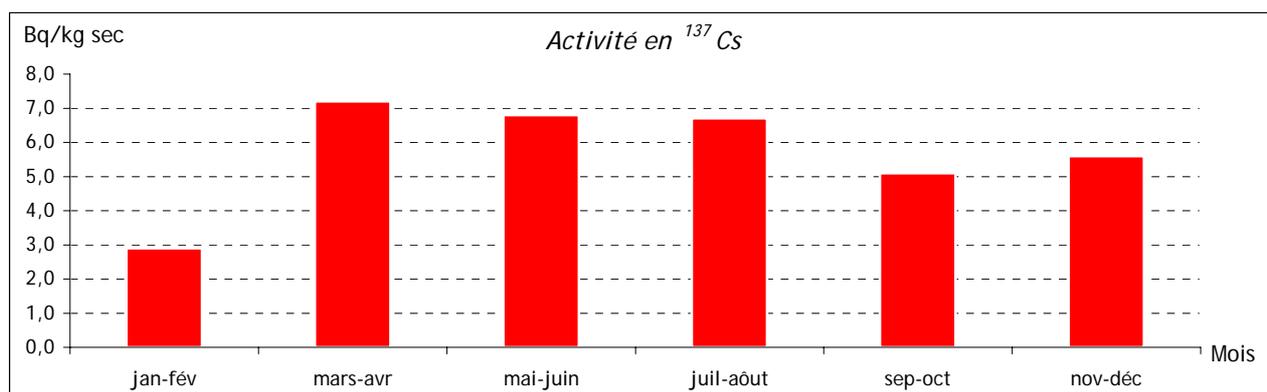


Figure 18 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées dans le Rhône en aval du CNPE de Creys-Malville (SD 60 ROV)

Ces activités, du même ordre de grandeur que celles des années passées, s'expliquent par les retombées atmosphériques de l'accident de Tchernobyl, les retombées des essais nucléaires passés ainsi que par les rejets liquides du CNPE. Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7.-9.f. LAIT DE VACHE

Dans tous les prélèvements analysés en 2004 provenant d'une ferme à Saint-Victor-de-Morestel, les activités relevées pour l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 et les activités en strontium (méthode Sr + TR) sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7-10 CRUAS-MEYSSE (07)

Le CNPE de Cruas-Meysse se situe dans le département de l'Ardèche, sur la rive droite du Rhône, à proximité de Montélimar, Le Teil, Privas et Valence. Il comprend 4 réacteurs de 900 MWe (dates de divergence : 1983 - 1984 - 1984 - 1984).

L'environnement proche du CNPE fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - boues de décantation en aval). Actuellement, le point de prélèvement d'eau de surface en amont de ce site correspond au point aval du CNPE de Saint-Alban.

V.7.-10.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.7.-10.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, sous les vents dominants du CNPE (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.7.-10.c. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du CNPE.

V.7.-10.d. EAUX DE SURFACE

Les données relatives au point amont (point aval du CNPE de Saint-Alban) sont accessibles au paragraphe V.7.-19.d.

Les analyses réalisées sur les eaux prélevées en aval ont mis en évidence la présence en faible quantité de tritium (activité maximale de 15 ± 3 Bq/l) due aux rejets liquides.

Tableau 52 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 157 ROV sur le Rhône en aval du CNPE de Cruas.

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,11	$0,13 \pm 0,04$	-	2/6
α global		< 0,023	< 0,031	-	
^3H		< 9,4	15 ± 3	12	3/6
K	mg/l	$1,5 \pm 0,1$	$2,7 \pm 0,1$	2,1	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.7.-10.e. BOUES DE DÉCANTATION

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans tous les mélanges bimestriels de boues de décantation provenant du Rhône à Rochemaure :

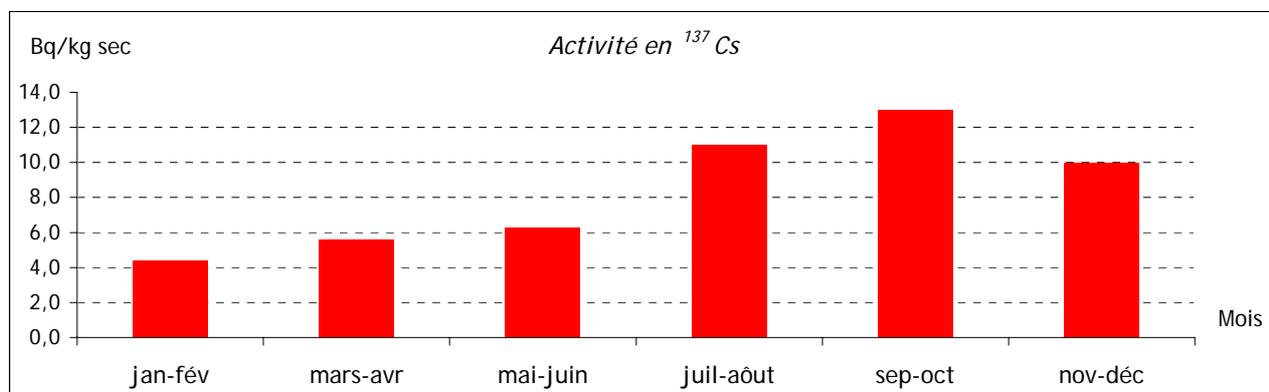


Figure 19 : Activité en ¹³⁷Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées dans le Rhône en aval du CNPE de Cruas (SD 157 ROV)

Ces activités, du même ordre de grandeur que celles des années passées, s'expliquent par les retombées atmosphériques de l'accident de Tchernobyl, les retombées des essais nucléaires passés ainsi que par les rejets liquides du CNPE.

De faibles activités ont été relevées pour deux autres radionucléides artificiels présents dans les rejets liquides :

- le cobalt 58 dans 2 des mélanges analysés avec une valeur maximale de $2,6 \pm 1,1$ Bq/kg sec dans celui de septembre et octobre 2004 ;
- le cobalt 60 dans 3 des mélanges analysés avec une valeur maximale de $2,7 \pm 0,9$ Bq/kg sec dans celui de mai et juin 2004.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7-11 DAMPIERRE-EN-BURLY (45)

Le CNPE de Dampierre est situé dans la région Centre, à l'Est du département du Loiret, sur la commune de Dampierre-en-Burly. Il borde la rive droite de la Loire, à 10 km en aval de Gien, et à 45 km en amont d'Orléans. Ce CNPE comporte 4 réacteurs de 900 MWe (dates de divergence : 1980 - 1980 - 1981 - 1981).

L'environnement proche du CNPE de Dampierre fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux de surface en amont et en aval, boues de décantation en aval).

V.7.-11.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.7.-11.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, sous les vents dominants du CNPE (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.7.-11.c. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du CNPE.

V.7.-11.d. EAUX DE SURFACE

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de surface prélevées en amont du CNPE.

Tableau 53 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point RO 85 sur la Loire en amont du CNPE de Dampierre

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	0,11 \pm 0,03	0,16 \pm 0,04	0,14	5/6
α global		< 0,020	0,033 \pm 0,009	-	2/6
^3H		< 9,5	< 14	-	0/6
K	mg/l	3,0 \pm 0,2	4,6 \pm 0,2	3,6	6/6

Les analyses réalisées sur les eaux prélevées en aval ont mis en évidence la présence en faible quantité de tritium (activité maximale de 42 \pm 8 Bq/l) due aux rejets liquides.

Tableau 54 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 85 sur la Loire en aval du CNPE de Dampierre

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,11	0,29 \pm 0,04	0,20	5/6
α global		< 0,021	0,029 \pm 0,008	0,026	3/6
^3H		< 9,4	42 \pm 8	21	5/6
K	mg/l	2,7 \pm 0,1	5,0 \pm 0,3	3,9	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.7.-11.e. BOUES DE DÉCANTATION

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans tous les mélanges bimestriels de boues de décantation provenant de la Loire à Ouzouer-sur-Loire à l'exception du mélange d'août et septembre :

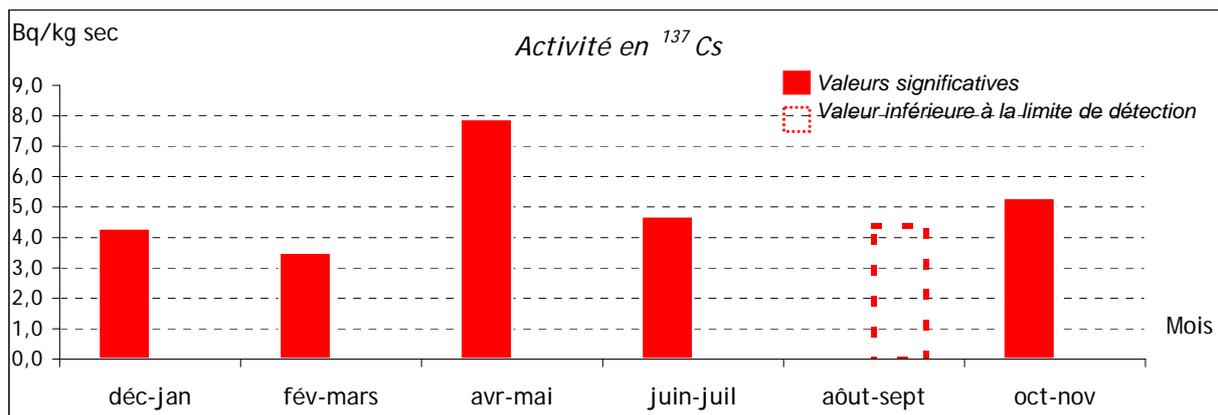


Figure 20 : Activité en ¹³⁷Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées dans la Loire en aval du CNPE de Dampierre (SD 85 LOV)

Ces activités, du même ordre de grandeur que celles des années passées, s'expliquent par les retombées atmosphériques de l'accident de Tchernobyl, les retombées des essais nucléaires passés ainsi que par les rejets liquides du CNPE.

Une faible activité en cobalt 58, autre radionucléide artificiel présent dans les rejets liquides du CNPE, a été relevée dans le mélange de juin et juillet 2004 : $6,2 \pm 2,4$ Bq/kg sec.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7.-11.f. LAIT DE VACHE

Dans tous les prélèvements analysés en 2004 provenant d'une ferme à Les Choux, les activités relevées pour l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 sont restées inférieures à nos limites de détection. Une faible activité en strontium (méthode Sr + TR) a été décelée en septembre : $0,16 \pm 0,04$ Bq/l.

V.7-12 FESSENHEIM (68)

Le CNPE de Fessenheim est situé en Alsace, dans le département du Haut-Rhin, à une trentaine de kilomètres au nord-est de Mulhouse et autant au sud-est de Colmar, sur les bords du Grand Canal d'Alsace. Il comporte 2 réacteurs de 800 MWe (dates de divergence : 1977 - 1977).

L'environnement proche du CNPE de Fessenheim fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux de surface en amont et en aval, boues de décantation en aval). A cela s'ajoute un prélèvement d'eaux souterraines.

V.7.-12.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.7.-12.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, sous les vents dominants du CNPE (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.7.-12.c. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du CNPE.

V.7.-12.d. EAUX SOUTERRAINES

Les prélèvements et analyses des eaux souterraines sont effectués semestriellement. Aucune activité anormale n'a été décelée en 2004.

Tableau 55 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point P4 48 du CNPE de Fessenheim

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,12	< 0,12	-	0/2
α global		< 0,025	< 0,026	-	0/2
^3H		< 9	< 11	-	0/2
K	mg/l	2,0 \pm 0,1	2,5 \pm 0,1	2,3	2/2

V.7.-12.e. EAUX DE SURFACE

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de surface prélevées en amont et en aval du CNPE.

Tableau 56 : Résultats d'analyse des eaux prélevées à Kembs dans le Grand Canal d'Alsace au point RO 70CAM en amont du CNPE de Fessenheim

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,10	0,13 \pm 0,04	0,13	
α global		< 0,021	< 0,026	-	
^{226}Ra		-	< 0,030		
^3H		< 8,3	< 11	-	
K	mg/l	1,3 \pm 0,1	2,2 \pm 0,1	1,8	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

Tableau 57 : Résultats d'analyse des eaux prélevées à Kembs dans le Grand Canal d'Alsace au point R1 73 CAV en aval du CNPE de Fessenheim

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,09	0,14 \pm 0,04	0,14	2/6
α global		< 0,022	0,030 \pm 0,009	-	1/6
^3H		< 8,4	< 11	-	
K	mg/l	1,5 \pm 0,1	3,0 \pm 0,1	2,3	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.7.-12.f. BOUES DE DÉCANTATION

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans tous les mélanges bimestriels de boues de décantation provenant du Grand Canal d'Alsace à Kembs et Vogelgrun :

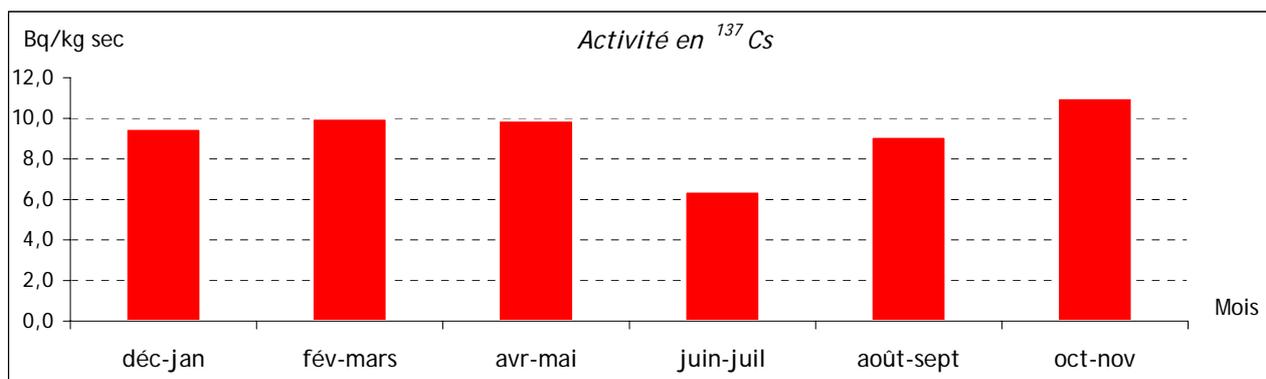


Figure 21 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les boues de décantation du Grand Canal d'Alsace à Kembs (SD 70 CAM)

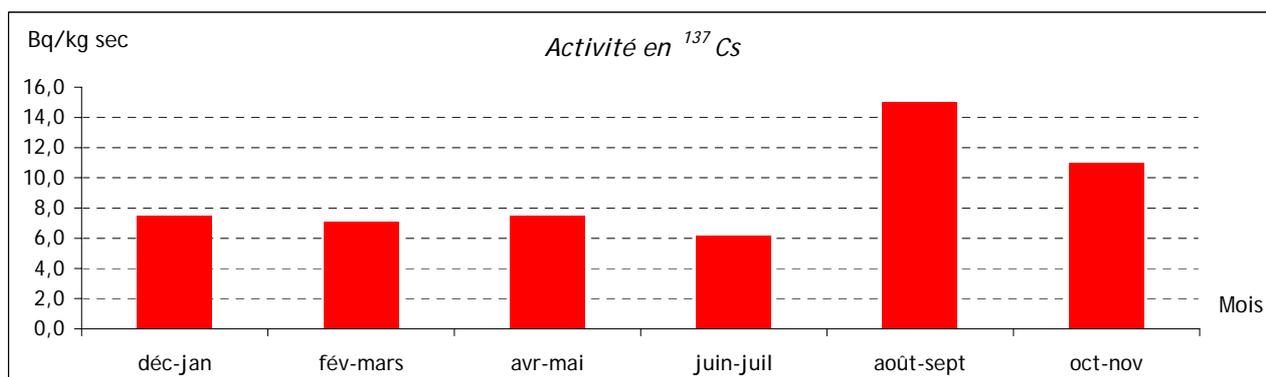


Figure 22 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les boues de décantation du Grand Canal d'Alsace à Vogelgrun (SD 73 CAV)

Ces activités, du même ordre de grandeur que celles des années passées, s'expliquent par les retombées atmosphériques de l'accident de Tchernobyl, les retombées des essais nucléaires passés ainsi que par les rejets liquides du CNPE.

Pour chacun des points de prélèvement, de faibles activités ont été relevées pour deux autres radionucléides artificiels présents dans les rejets liquides du CNPE, le cobalt 58 dans 3 des mélanges analysés et le cobalt 60 dans 2 des mélanges analysés :

Tableau 58 : Résultats d'analyse des boues de décantation provenant du Grand Canal d'Alsace à Kembs et Vogelgrün

	Activités maximales (Bq/kg sec)	
	Grand Canal d'Alsace à Kembs	Grand Canal d'Alsace à Vogelgrün
⁵⁸ Co	7,4 ± 1,5 (mélange avril mai)	5,2 ± 1,6 (mélange août sept.)
⁶⁰ Co	1,6 ± 0,6 (mélange avril mai)	1,3 ± 0,5 (mélange avril mai)

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7.-12.g. LAIT DE VACHE

Dans tous les prélèvements analysés en 2004 provenant d'une ferme à Geiswasser, les activités relevées pour l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 sont restées inférieures à nos limites de détection. Une faible activité en strontium (méthode Sr + TR) a été décelée en février : 0,21 ± 0,04 Bq/l.

V.7-13 FLAMANVILLE (50)

Le CNPE de Flamanville est implanté en Normandie, au bord de la Manche. Il est situé sur la commune de Flamanville, sur la côte Ouest du Cotentin, à 30 km de Cherbourg et à 35 km de Valognes. Le CNPE comporte 2 réacteurs de 1300 MWe (dates de divergence : 1985 - 1986).

L'environnement proche du CNPE de Flamanville fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux de la conduite sous-marine, sédiments marins).

V.7.-13.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.7.-13.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, sous les vents dominants du CNPE (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.7.-13.c. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du CNPE.

V.7.-13.d. EAUX DE LA CONDUITE SOUS-MARINE

Les analyses réalisées sur les eaux de la conduite sous-marine ont mis en évidence la présence en faible quantité de tritium (activité maximale de 44 ± 4 Bq/l) due aux rejets liquides.

Tableau 59 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point RF 145 - conduite sous-marine du CNPE de Flamanville

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	10 ± 1	$12,0 \pm 1,2$	11	6/6
^{234}U		-	$< 0,024$		
^{238}U		-	$< 0,027$		
^{226}Ra		-	$< 0,040$		
^3H		21 ± 3	44 ± 4	35	6/6
K	mg/l	390 ± 20	410 ± 21	400	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.7.-13.e. SÉDIMENTS MARINS

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans la plupart des prélèvements mensuels de sédiments effectués plage du Platé à Diélette :

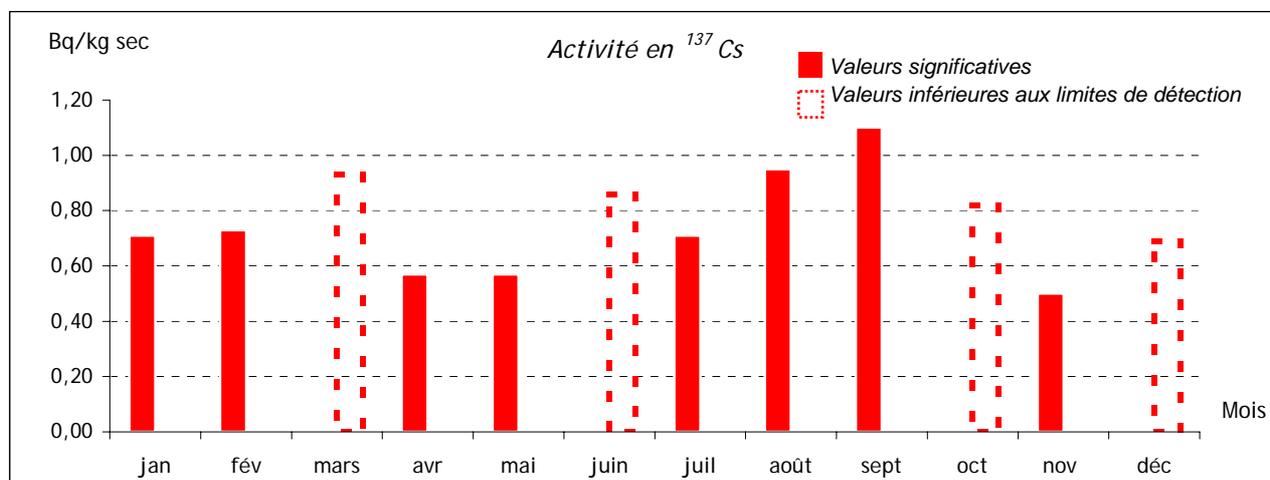


Figure 23 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les sédiments marins du Platé - environnement du CNPE de Flamanville (SM 145 FLA)

Ces activités, du même ordre de grandeur que celles des années passées, s'expliquent par les retombées atmosphériques de l'accident de Tchernobyl, les retombées des essais nucléaires passés ainsi que par les rejets liquides du CNPE. Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7.-13.f. LAIT DE VACHE

Dans tous les prélèvements analysés en 2004 provenant d'une ferme à Héauville, les activités relevées pour l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 et les activités en strontium (méthode Sr + TR) sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7-14 GOLFECH (82)

Le CNPE de Golfech est situé dans le Tarn et Garonne, en aval du confluent du Tarn et de la Garonne, sur la rive droite de la Garonne, à la hauteur de la commune de Golfech, entre Agen (20 km) et Toulouse (80 km). Le CNPE comporte 2 réacteurs de 1300 MWe (dates de divergence : 1990 - 1991).

L'environnement proche du CNPE de Golfech fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux de surface en amont et en aval, boues de décantation en aval). A cela s'ajoutent des prélèvements de sédiments, végétaux terrestres et végétaux aquatiques.

V.7.-14.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.7.-14.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, sous les vents dominants du CNPE (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.7.-14.c. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du CNPE.

V.7.-14.d. EAUX DE SURFACE

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de surface prélevées en amont du CNPE.

Tableau 60 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point RO 159 CAM - sur la Garonne en amont du CNPE de Golfech

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,09	0,10 \pm 0,02	0,097	3/6
α global		< 0,018	< 0,028	-	0/6
^{226}Ra		< 0,03	-	-	0/1
^3H		< 7,6	< 9,3	-	0/6
K	mg/l	1,5 \pm 0,1	2,4 \pm 0,1	1,9	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

Les analyses réalisées sur les eaux prélevées en aval ont mis en évidence la présence en faible quantité de tritium (activité maximale de 22 ± 2 Bq/l) due aux rejets liquides.

Tableau 61 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 159 GAV - sur la Garonne en aval du CNPE de Golfech

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,09	$0,11 \pm 0,03$	0,10	4/6
α global		< 0,012	< 0,024	-	0/6
^3H		< 9,1	22 ± 2	12,3	4/6
K	mg/l	$1,4 \pm 0,1$	$2,6 \pm 0,1$	2,0	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.7.-14.e. BOUES DE DÉCANTATION ET SÉDIMENTS

V.7.14.e.1. Boues de décantation

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans tous les mélanges de boues de décantation provenant de la Garonne à St Romain le Noble :

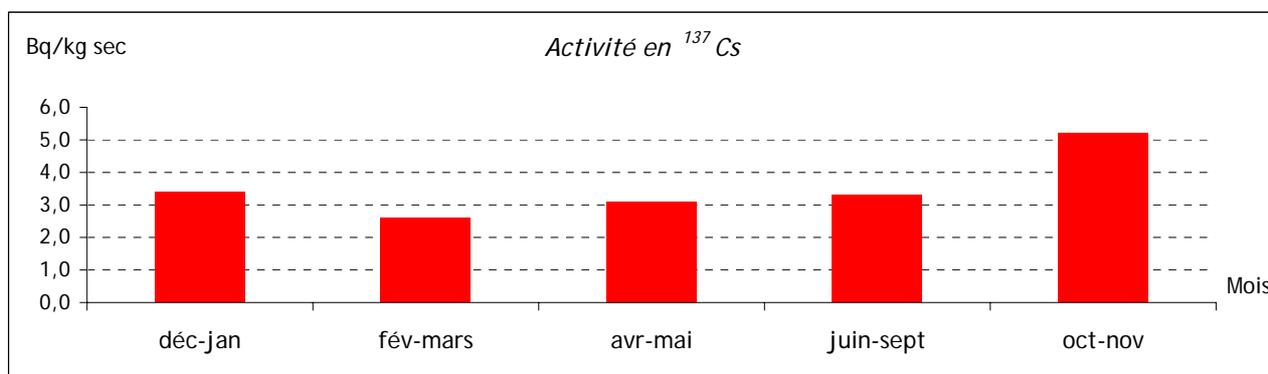


Figure 24 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les boues de décantations prélevées dans la Garonne en aval du CNPE de Golfech (SD 159 GAV)

Ces activités, du même ordre de grandeur que celles des années passées, s'expliquent par les retombées atmosphériques de l'accident de Tchernobyl, les retombées des essais nucléaires passés ainsi que par les rejets liquides du CNPE.

Une faible activité en cobalt 60, autre radionucléide artificiel présent dans les rejets du CNPE, a été relevée dans 2 des mélanges analysés avec une valeur maximale de $8,8 \pm 1,8$ Bq/kg sec dans celui correspondant à la période de juin à septembre 2004.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7.-14.f. SÉDIMENTS

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées (voir commentaires des boues de décantation) dans 2 prélèvements mensuels de sédiments de la Garonne à Lamagistère avec une valeur maximale de $2,3 \pm 0,6$ Bq/kg sec en janvier.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7.-14.g. VÉGÉTAUX TERRESTRES ET VÉGÉTAUX AQUATIQUES

Des prélèvements mensuels de végétaux terrestres et de myriophylles de la Garonne sont effectués à Lamagistère et Saint-Nicolas-de-la-Grave.

V.7.14.g.1. Végétaux terrestres

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans :

- 3 des prélèvements effectués à Lamagistère avec une valeur maximale de $4,2 \pm 0,6$ Bq/kg frais dans un prélèvement de mousse effectué en mai 2004 ;
- 9 des prélèvements effectués à Saint-Nicolas-de-la-Grave avec une valeur maximale de $4,2 \pm 0,9$ Bq/kg frais dans un prélèvement de mousse effectué en juillet 2004.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7.14.g.2. Végétaux aquatiques

Des traces d'iode 131, radionucléide artificiel, ont été décelées dans :

- 3 des prélèvements effectués à Lamagistère avec une valeur maximale de $3,7 \pm 0,5$ Bq/kg frais dans un prélèvement de myriophylles effectué en novembre 2004 ;
- 6 des prélèvements effectués à Saint-Nicolas-de-la-Grave avec une valeur maximale de $7,1 \pm 0,5$ Bq/kg frais dans un prélèvement de myriophylles effectué en octobre 2004.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7.-14.h. LAIT DE VACHE

Dans tous les prélèvements mensuels analysés en 2004 provenant d'une ferme à Merles, les activités relevées pour l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 sont restées inférieures à nos limites de détection.

Une faible activité en strontium (méthode Sr + TR) a été décelée dans 8 des 12 prélèvements analysés. Le minimum est de $0,098 \pm 0,015$ Bq/l, le maximum est de $0,23 \pm 0,03$ Bq/l.

V.7-15 GRAVELINES (59)

Le CNPE de Gravelines, dans le Nord, est situé en bordure de mer, à égale distance de Dunkerque et de Calais (20 km). Il comporte 6 réacteurs de 900 MWe (dates de divergence : 1980 - 1980 - 1980 - 1981 - 1984 - 1985).

L'environnement proche du CNPE de Gravelines fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eau et boues de décantation dans le canal marin). A cela s'ajoute un prélèvement d'eaux souterraines.

V.7.-15.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.7.-15.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, dans l'environnement du CNPE (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.7.-15.c. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du CNPE.

V.7.-15.d. EAU DU CANAL MARIN

Les analyses réalisées sur les eaux prélevées dans le canal marin ont mis en évidence la présence en faible quantité de tritium due aux rejets liquides.

Tableau 62 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point M1 84 (canal marin) du CNPE de Gravelines

		Résultats				
		Min.	Max.	Moyenne	*	
Eau brute	²³⁸ Pu	Bq/l	< 0,0007	< 0,0012	-	0/6
	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu		< 0,0008	< 0,0011	-	0/6
	²⁴¹ Am		< 0,0014	< 0,0029	-	0/6
	⁹⁰ Sr		< 0,004	< 0,009	-	0/6
Eau filtrée	β global	9,7 ± 1,0	12 ± 11	11	6/6	
	²³⁴ U	-	< 0,041	-	0/1	
	²³⁸ U	-	< 0,038	-	0/1	
	²²⁶ Ra	-	< 0,040	-	0/1	
	³ H	10 ± 2	14 ± 3	12	6/6	
	K	mg/l	380 ± 19	460 ± 23	420	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.7.-15.e. EAUX SOUTERRAINES

Les prélèvements et analyses des eaux souterraines sont effectués semestriellement. Aucune activité anormale n'a été décelée en 2004.

Tableau 63 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point P1 84 dans l'environnement du CNPE de Gravelines

		Résultats dans l'eau filtrée		
		Min.	Max.	Moyenne
β global	Bq/l	< 0,096	< 0,098	-
^3H		< 9,3	13 \pm 2	-
K	mg/l	2,3 \pm 0,1	2,6 \pm 0,1	2,5

V.7.-15.f. BOUES DE DÉCANTATION

Des traces de cobalt 60 et césium 137, radionucléides artificiels, ont été décelées dans tous les mélanges mensuel et bimestriels de boues de décantation prélevées au niveau du canal marin du CNPE :

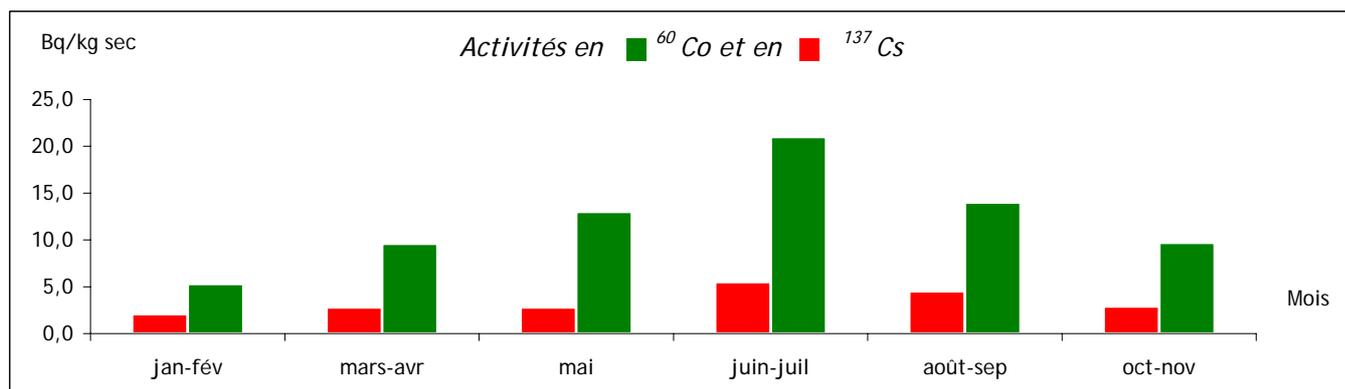


Figure 25 : Activités en ^{60}Co et en ^{137}Cs mesurées dans les boues de décantation prélevées dans le canal marin du CNPE de Gravelines (SD 84 CAV)

L'activité en césium 137, du même ordre de grandeur que celles des années passées, s'explique par les retombées atmosphériques de l'accident de Tchernobyl, les retombées des essais nucléaires passés ainsi que par les rejets liquides du CNPE et de l'installation Cogema La Hague

La présence de cobalt 60 s'explique principalement par les rejets liquides des installations du littoral de la Manche (usine Cogema de La Hague et les CNPE de Flamanville, Paluel, Penly, Gravelines).

Des traces de plutonium 238, plutonium 239+240, plutonium 241 et d'américium 241, autres radionucléides artificiels présents dans les rejets liquides de l'usine Cogema La Hague, ont également été décelées :

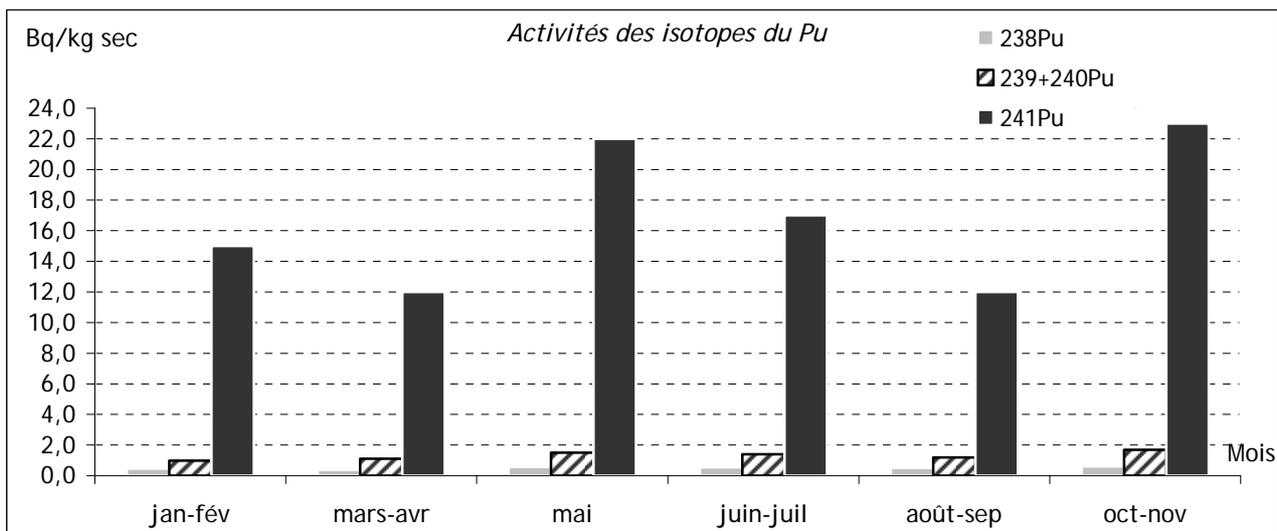


Figure 26 : Activités des isotopes du plutonium mesurées dans les boues de décantation prélevées dans le canal marin du CNPE de Gravelines (SD 84 CAV)

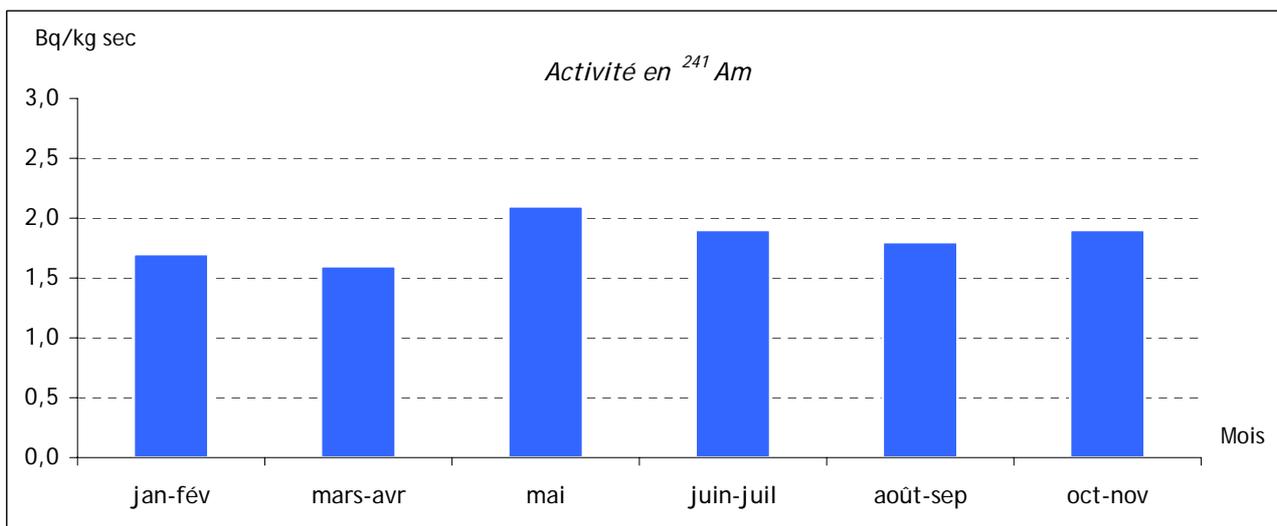


Figure 27 : Activité en ²⁴¹Am mesurée dans les boues de décantation prélevées dans le canal marin du CNPE de Gravelines (SD 84 CAV)

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection

V.7.-15.g. LAIT DE VACHE

Dans tous les prélèvements analysés en 2004 provenant d'une ferme à Saint-Folquin, les activités relevées pour l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 et les activités en strontium (méthode Sr + TR) sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7-16 NOGENT-SUR-SEINE (10)

Le CNPE de Nogent-sur-Seine est implanté sur la rive droite de la Seine, à l'ouest du département de l'Aube (région Champagne-Ardenne), à la limite de l'Île-de-France. Il se situe à 60 km à l'ouest de Troyes et 120 km à l'est de Paris. Il comporte 2 réacteurs de 1300 MWe (dates de divergence : 1987 - 1988).

L'environnement proche du CNPE de Nogent fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux de surface en amont et en aval, boues de décantation en aval).

V.7.-16.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.7.-16.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, sous les vents dominants du CNPE (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.7.-16.c. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du CNPE.

V.7.-16.d. EAUX DE SURFACE

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de surface prélevées en amont du CNPE.

Tableau 64 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R0151 SEM - sur la Seine en amont du CNPE de Nogent

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,12	0,14 \pm 0,04	-	2/6
α global		< 0,023	< 0,027	-	0/6
^{226}Ra		-	< 0,04	-	0/1
^3H		< 9,4	< 12	-	0/6
K	mg/l	1,8 \pm 0,1	3,1 \pm 0,2	2,5	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

Les analyses réalisées sur les eaux prélevées en aval ont mis en évidence la présence en faible quantité de tritium (activité maximale de 50 \pm 5 Bq/l) due aux rejets liquides.

Tableau 65 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 151 SEV sur la Seine en aval du CNPE de Nogent

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,086	0,17 \pm 0,04		1/6
α global		< 0,023	< 0,026		0/6
^3H		31 \pm 3,4	50 \pm 5	42	6/6
K	mg/l	1,9 \pm 0,1	2,6 \pm 0,1	2,2	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.7.-16.e. BOUES DE DÉCANTATION

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans tous les mélanges bimestriels de boues de décantation provenant de la Seine à Nogent-sur-Seine :

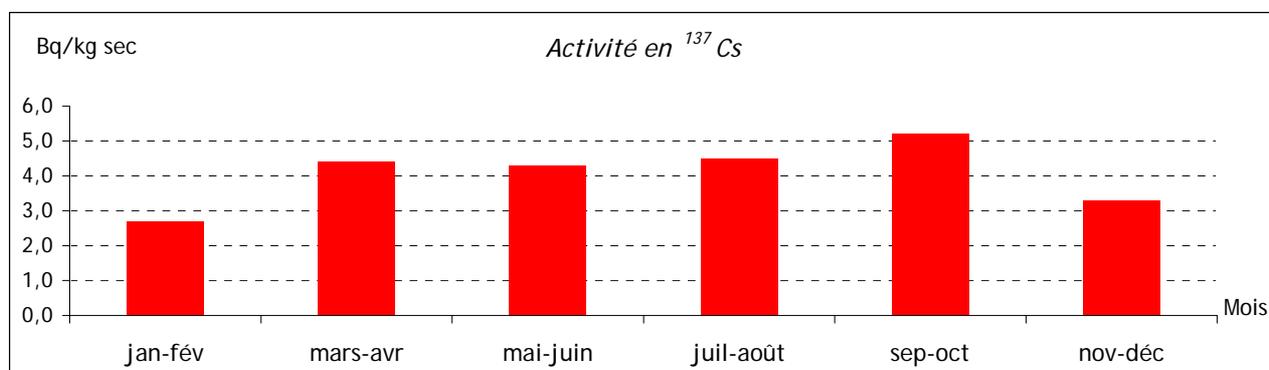


Figure 28 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les boues de décantations prélevées en aval du CNPE de Nogent-sur-Seine (SD 151 SEV)

Ces activités, du même ordre de grandeur que celles des années passées, s'expliquent par les retombées atmosphériques de l'accident de Tchernobyl, les retombées des essais nucléaires passés ainsi que par les rejets liquides du CNPE.

De faibles activités ont été relevées pour deux autres radionucléides artificiels présents dans les rejets liquides du CNPE dans 3 des mélanges analysés avec des valeurs maximales dans le mélange de septembre et octobre : le cobalt 58 : 33 \pm 5 Bq/kg sec et le cobalt 60 : 16 \pm 3 Bq/kg sec.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection

V.7.-16.f. LAIT DE VACHE

Dans tous les prélèvements analysés en 2004 provenant d'une ferme à Marcilly-sur-Seine, les activités relevées pour l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 et les activités en strontium (méthode SR + TR) sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7-17 PALUEL (76)

Le CNPE de Paluel se situe en Seine-Maritime, entre Dieppe et Fécamp, sur la côte normande, à quelques encablures de Saint-Valéry-en-Caux. Il comporte 4 réacteurs de 1300 MWe (dates de divergence : 1984 - 1984 - 1985 - 1986).

L'environnement proche du CNPE de Paluel fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux et boues de décantation au niveau de la conduite sous-marine).

V.7.-17.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.7.-17.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, dans l'environnement du CNPE (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.7.-17.c. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du CNPE.

V.7.-17.d. EAUX DE LA CONDUITE SOUS-MARINE

Les analyses réalisées sur les eaux de la conduite sous-marine ont mis en évidence la présence en faible quantité de tritium (activité maximale de 82 ± 7 Bq/l) due aux rejets liquides chroniques.

Tableau 66 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point RF 146 (eaux sous-marine du CNPE de Paluel)

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	$9,6 \pm 1,0$	$11 \pm 1,0$	11	6/6
^{234}U		-	0,039		1/1
^{238}U		-	< 0,037		0/1
^{226}Ra		-	< 0,040		0/1
^3H		31 ± 3	82 ± 7	68	6/6
K	mg/l	360 ± 18	410 ± 21	380	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.7.-17.e. BOUES DE DÉCANTATION

Des traces de cobalt 60 et césium 137, radionucléides artificiels, ont été décelées dans pratiquement tous les mélanges bimestriels de boues de décantation prélevées au niveau de la conduite sous marine du CNPE :

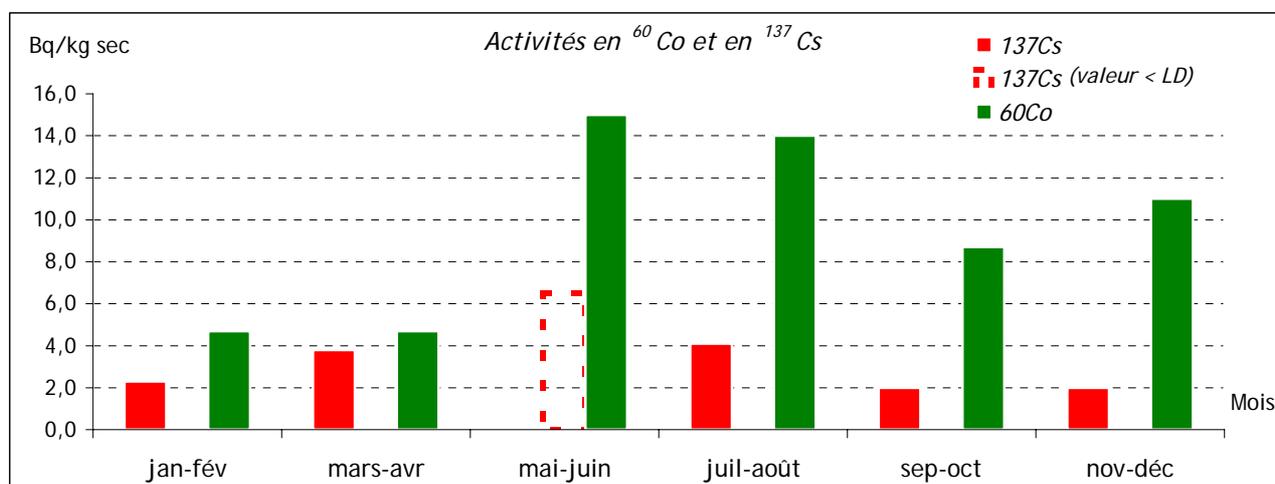


Figure 29 : Activités en ⁶⁰Co et en ¹³⁷Cs mesurées dans les boues de décantation prélevées dans la conduite marine du CNPE de Paluel (SD 146 CDM)

L'activité en césium 137, du même ordre de grandeur que celles des années passées, s'explique par les retombées atmosphériques de l'accident de Tchernobyl, les retombées des essais nucléaires passés ainsi que par les rejets liquides du CNPE et de l'installation Cogema La Hague

La présence de cobalt 60 s'explique principalement par les rejets liquides des installations du littoral de la Manche (usine Cogema de La Hague et les CNPE de Flamanville, Paluel).

De faibles activités ont été relevées pour trois autres radionucléides artificiels présents dans les rejets liquides :

- le manganèse 54 dans le mélange de novembre et décembre : $1,7 \pm 0,5$ Bq/kg sec ;
- le cobalt 58 dans 3 des mélanges analysés avec une valeur maximale de $5,3 \pm 1,5$ Bq/kg sec dans celui de juillet et août ;
- l'argent 110 métastable dans 2 des mélanges analysés avec une valeur maximale de $3,5 \pm 0,8$ Bq/kg sec dans celui de novembre et décembre.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7.-17.f. LAIT DE VACHE

Dans tous les prélèvements analysés en 2004 provenant d'une ferme à Paluel, les activités relevées pour l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 et les activités en strontium (méthode Sr + TR) sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7-18 PENLY (76)

Le CNPE de Penly est situé en Seine-Maritime, au bord de la Manche, à 15 km de Dieppe, 20 km du Tréport et 70 km de Rouen. Il comporte 2 réacteurs de 1300 MWe (dates de divergence : 1990 - 1992).

L'environnement proche du CNPE de Penly fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux et boues de décantation au niveau de la conduite sous-marine).

V.7.-18.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.7.-18.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, dans l'environnement du CNPE (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.7.-18.c. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du CNPE.

V.7.-18.d. EAUX DE LA CONDUITE SOUS-MARINE

Les analyses réalisées sur les eaux de la conduite sous-marine ont mis en évidence la présence en faible quantité de tritium (activité maximale de 36 ± 4 Bq/l) due aux rejets liquides.

Tableau 67 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point RF 153 - conduite sous- marine du CNPE de Penly

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	$8,0 \pm 0,8$	10 ± 1	9,6	6/6
^{234}U		-	$< 0,034$		0/1
^{238}U		-	$< 0,029$		0/1
^{226}Ra		-	$< 0,040$		0/1
^3H		12 ± 3	36 ± 4	26	6/6
K	mg/l	380 ± 19	420 ± 21	400	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.7.-18.e. BOUES DE DÉCANTATION

Des traces de cobalt 60 et césium 137, radionucléides artificiels, ont été décelées dans pratiquement tous les mélanges bimestriels de boues de décantation prélevées au niveau de la conduite sous marine du CNPE :

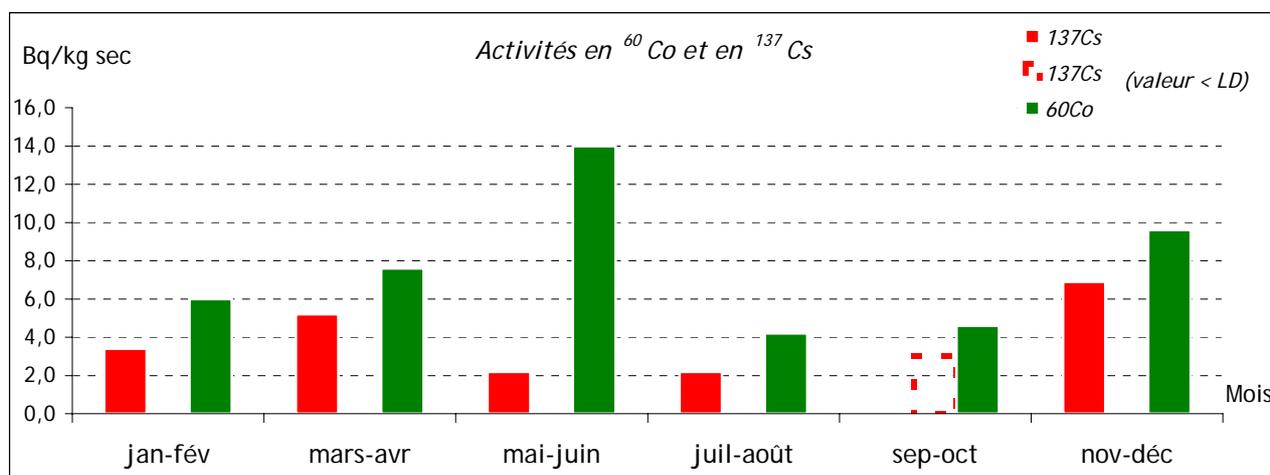


Figure 30 : Activités en ⁶⁰Co et en ¹³⁷Cs mesurées dans les boues de décantations prélevées dans la conduite marine du CNPE de Penly (SD 153 CDM)

L'activité en césium 137, du même ordre de grandeur que celles des années passées, s'explique par les retombées atmosphériques de l'accident de Tchernobyl, les retombées des essais nucléaires passés ainsi que par les rejets liquides du CNPE et de l'installation Cogema de la Hague

La présence de cobalt 60 s'explique principalement par les rejets liquides des installations du littoral de la Manche (usine Cogema de La Hague et les CNPE de Flamanville, Paluel, Penly).

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7.-18.f. LAIT DE VACHE

Dans tous les prélèvements analysés en 2004 provenant d'une ferme à Penly, les activités relevées pour l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 et les activités en strontium (méthode Sr + TR) sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7-19 SAINT-ALBAN (38)

Le CNPE de St Alban est implanté sur la rive gauche du Rhône, dans le département de l'Isère (région Rhône-Alpes), sur les territoires des communes de Saint-Alban-du-Rhône et de Saint-Maurice-l'Exil, à 50 km au Sud de Lyon. Il comporte 2 réacteurs de 1300 MWe (dates de divergence : 1985 - 1986).

L'environnement proche du CNPE de Saint-Alban fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux de surface en amont et en aval, boues de décantation en aval).

V.7.-19.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.7.-19.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, dans l'environnement du CNPE (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.7.-19.c. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du CNPE.

V.7.-19.d. EAUX DE SURFACE

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de surface prélevées en amont et aval du CNPE.

Tableau 68 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R0 155 ROM sur le Rhône en amont du CNPE de Saint Alban

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,10	0,13	-	0/5
α global		< 0,023	0,030 \pm 0,009	0,027	3/5
^3H		< 8,9	25 \pm 3	-	1/5
K	mg/l	2,0 \pm 0,1	2,7 \pm 0,1	2,3	5/5

Tableau 69 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 155 ROV sur le Rhône en aval du CNPE de Saint Alban

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	0,11 \pm 0,03	0,13 \pm 0,04	-	2/6
α global		< 0,023	< 0,031	-	0/6
^3H		< 8,9	< 11	-	0/6
K	mg/l	2,0 \pm 0,1	2,8 \pm 0,1	2,4	6/6

V.7.-19.e. BOUES DE DÉCANTATION

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans tous les mélanges bimestriels de boues de décantation provenant du Rhône en aval du barrage de St-Pierre-de-Bœuf :

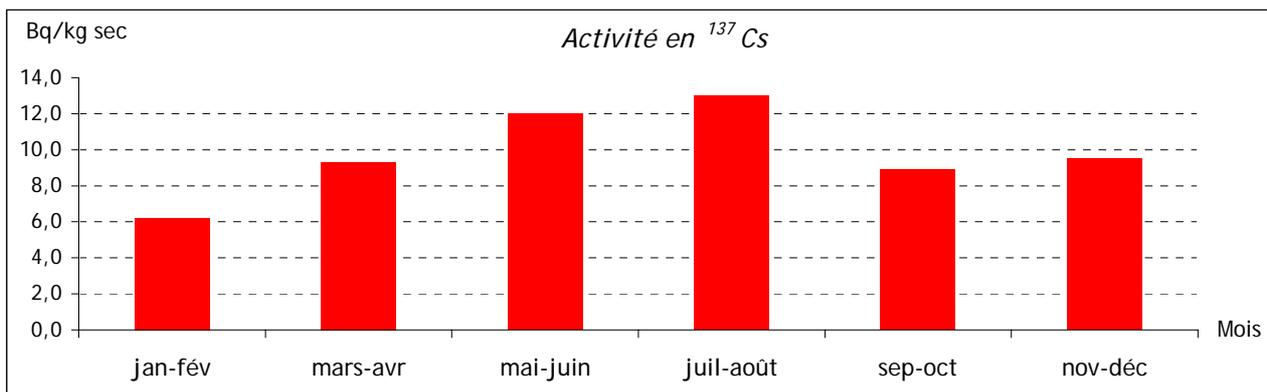


Figure 31 : Activité en ¹³⁷Cs mesurée dans les boues de décantations prélevées dans le Rhône, en aval du CNPE de St Alban (SD 155 ROV)

L'activité en césium 137, du même ordre de grandeur que celles des années passées, s'explique par les retombées atmosphériques de l'accident de Tchernobyl, les retombées des essais nucléaires passés ainsi que par les rejets liquides du CNPE.

Une faible activité en cobalt 60, autre radionucléide artificiel présent dans les rejets liquides, a été relevée dans 3 des mélanges analysés avec une valeur maximale de 15 ± 2 Bq/kg sec dans celui de mai-juin 2004. Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7.-19.f. LAIT DE VACHE

Dans tous les prélèvements mensuels analysés en 2004 provenant d'une ferme à St Pierre de Boeuf, les activités relevées pour l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 sont restées inférieures à nos limites de détection.

Une faible activité en strontium (méthode Sr + TR) a été décelée dans 8 des 12 prélèvements analysés.

La valeur minimale est de $0,14 \pm 0,04$ Bq/l et la valeur maximale est de $0,25 \pm 0,04$ Bq/l.

V.7-20 SAINT-LAURENT-DES-EAUX (41)

Le CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux se situe sur le territoire de la commune de Saint-Laurent-Nouan, à l'est du département du Loir-et-Cher. Il est construit sur la rive gauche de la Loire, entre Blois (30 km) et Orléans (24 km), à 150 km de Paris. Le CNPE comporte deux réacteurs de 900 MWe (dates de divergence : 1981 - 1981) et 2 anciennes tranches UNGG arrêtées.

L'environnement proche du CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux de surface en amont et en aval, boues de décantation en aval).

V.7.-20.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.7.-20.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, dans l'environnement du CNPE (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.7.-20.c. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du CNPE.

V.7.-20.d. EAUX DE SURFACE

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de surface prélevées en amont du CNPE.

Tableau 70 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 98 LOM sur la Loire en amont du CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	$0,13 \pm 0,04$	$0,17 \pm 0,04$	0,16	4/6
α global		$< 0,021$	$0,030 \pm 0,009$	-	1/6
K	mg/l	$2,8 \pm 0,1$	$5,2 \pm 0,3$	3,9	6/6

Les analyses réalisées sur les eaux prélevées en aval ont mis en évidence la présence en faible quantité de tritium (activité maximale de 26 ± 5 Bq/l) due aux rejets liquides.

Tableau 71 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R2 98 LOV sur la Loire en aval du CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	$0,14 \pm 0,04$	$0,17 \pm 0,04$	0,16	6/6
α global		$< 0,021$	$< 0,022$	-	0/6
^3H		12 ± 3	26 ± 5	16	4/6
K	mg/l	$2,8 \pm 0,1$	$4,9 \pm 0,2$	4,0	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.7.-20.e. BOUES DE DÉCANTATION

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans tous les mélanges bimestriels de boues de décantation provenant de la Loire à Muides-sur-Loire :

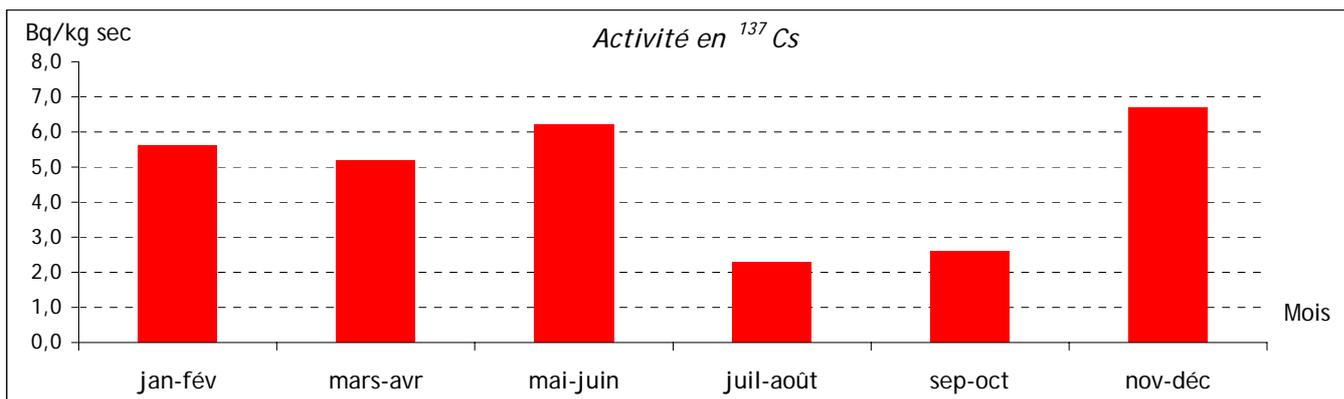


Figure 32 : Activité en ¹³⁷Cs mesurée dans les boues de décantations prélevées dans la Loire, en aval du CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux (SD 98 LOV)

L'activité en césium 137, du même ordre de grandeur que celles des années passées, s'explique par les retombées atmosphériques de l'accident de Tchernobyl, les retombées des essais nucléaires passés ainsi que par les rejets liquides du CNPE.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7.-20.f. LAIT DE VACHE

Dans tous les prélèvements analysés en 2004 provenant d'une ferme à Lailly-en-Val, les activités relevées pour l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 sont restées inférieures à nos limites de détection.

Une faible activité en strontium (méthode Sr + TR) a été décelée dans 3 des 11 prélèvements analysés. Les valeurs extrêmes ne sont pas statistiquement différentes : $0,14 \pm 0,04$ Bq/l et $0,18 \pm 0,05$ Bq/l.

V.7-21 TRICASTIN (26)

Le CNPE du Tricastin est implanté sur le territoire de la commune de Saint-Paul-Trois-Châteaux, au sud de la Drôme, sur la rive droite du canal de dérivation du Rhône. Il comporte 4 réacteurs de 900 MWe (dates de divergence : 1980 - 1980 - 1980 - 1981).

L'environnement proche du CNPE du Tricastin fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux de surface et boues de décantation en aval). A cela s'ajoute le prélèvement d'eaux souterraines. Le point de prélèvement d'eau de surface en amont de ce site correspond au point aval du CNPE de Cruas.

V.7.-21.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.7.-21.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, dans l'environnement du CNPE (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.7.-21.c. EAUX DE PLUIES

Un collecteur d'eau de pluie est présent sur le site du CNPE du Tricastin. Les eaux recueillies sont collectées hebdomadairement et font l'objet de mesures sur les mélanges bimestriels.

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du CNPE.

V.7.-21.d. EAUX DE SURFACE

Le point de prélèvement en amont est représenté par le point aval du CNPE de Cruas (voir données du paragraphe V.7.-10.d).

En aval du site du Tricastin, aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de surface prélevées en aval du CNPE.

Tableau 72 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 75 CAV (Canal de Donzère-Mondragon) en aval du CNPE du Tricastin

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,09	0,16 \pm 0,04	-	2/6
α global		< 0,024	0,030 \pm 0,010	-	1/6
^3H		< 9,3	< 12	-	0/6
K	mg/l	1,8 \pm 0,1	2,6 \pm 0,1	2,1	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.7.-21.e. BOUES DE DÉCANTATION

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans tous les mélanges bimestriels de boues de décantation provenant du canal de Donzère-Mondragon à Bollène :

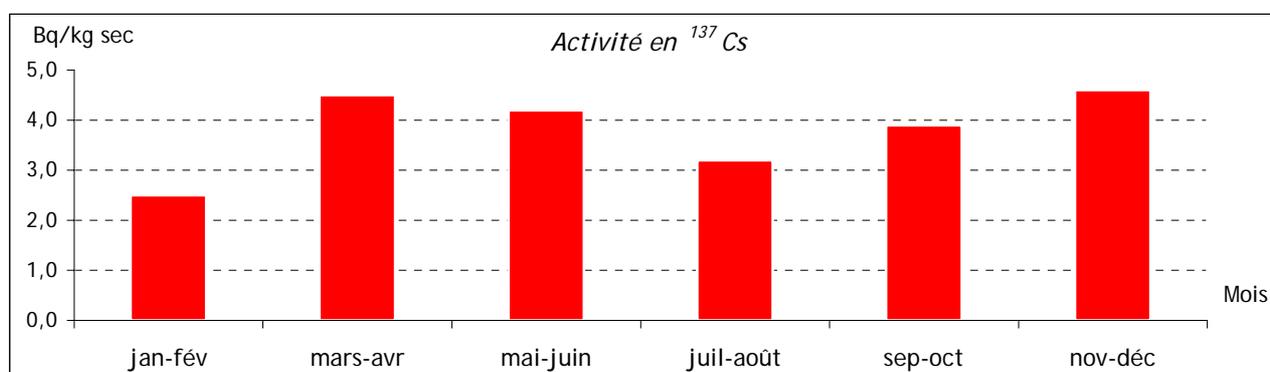


Figure 33 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées en aval du CNPE du Tricastin (SD 75 CAV)

L'activité en césium 137, du même ordre de grandeur que celles des années passées, s'explique par les retombées atmosphériques de l'accident de Tchernobyl, les retombées des essais nucléaires passés ainsi que par les rejets liquides du CNPE.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.7.-21.f. EAUX SOUTERRAINES

Les prélèvements et analyses des eaux souterraines sont effectués semestriellement. Aucune activité anormale n'a été décelée en 2004.

Tableau 73 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point P5 75, dans l'environnement du CNPE du Tricastin

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	0,11 \pm 0,03	0,14 \pm 0,04	0,13	2/2
^3H		13 \pm 2	14 \pm 2	14	2/2
K	mg/l	3,0 \pm 0,2	3,2 \pm 0,2	3,0	2/2

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.8. RESULTATS DE SURVEILLANCE DES INDUSTRIES EN AVAL DU CYCLE DU COMBUSTIBLE

L'industrie de l'aval du cycle reçoit le combustible déchargé des réacteurs. La matière nucléaire est devenue des millions de fois plus radioactive que l'uranium naturel, même après un certain temps de refroidissement dans les piscines. L'objectif de l'industrie de l'aval est le traitement du combustible usé. En France, on réalise dans d'imposantes installations d'une part la séparation et la purification de l'uranium et du plutonium, et d'autre part le conditionnement final des déchets ultimes, sous forme vitrifiée pour les produits de fission et dans des conteneurs de déchets compactés ou immobilisés dans du ciment pour les débris de structures.

Ce cycle a été plus récemment complété par l'industrialisation du recyclage du plutonium, grâce à la mise en service d'ateliers de fabrication de combustible mixte (plutonium- uranium), dit MOX (mélange d'oxyde d'uranium et de plutonium).

V.8-1 SITE DE LA HAGUE (50)

Sur le site de la Hague, COGEMA assure les opérations de traitement des combustibles usés.

L'environnement proche du site COGEMA de la Hague fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux de mer et sédiments marins). A cela s'ajoutent les prélèvements d'eaux pluviales, d'eaux souterraines, d'eaux et de sédiments de rivières, de sol, de végétaux terrestres, de faune et flore marines

V.8.-1.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.8.-1.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, dans l'environnement du centre COGEMA (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.8.-1.c. EAUX DE PLUIES

Les eaux de pluies sont prélevées à une fréquence hebdomadaire. Les mesures sont faites sur les eaux brutes collectées mensuellement.

Aucune activité en radionucléides artificiels n'a été mesurée au dessus de nos limites de détection.

Seuls les résultats d'analyses des radionucléides régulièrement détectés dans les cartouches à la cheminée de l'installation COGEMA et susceptibles d'être mesurés dans les eaux de pluies sont donnés dans le tableau ci-après.

Tableau 74 : Résultats d'analyse des eaux de pluie recueillies dans l'environnement du centre COGEMA de la Hague

Activité (Bq/l) Période	⁵⁸ Co	¹⁰³ Ru	¹⁰⁶ Ru	¹²⁴ Sb	¹²⁵ Sb	¹²⁹ I	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	²⁴¹ Am	³ H	⁷ Be	α globale	β globale
	⁶⁰ Co							¹³⁷ Cs					
Janvier	< 0,2	< 0,4	< 1,3	< 0,5	< 0,4	< 0,6	< 9,8	< 0,2	< 0,002	< 8,3	< 2,6	< 0,02	< 0,10
Février	< 0,2	< 0,3	< 1,8	< 0,5	< 0,5	< 0,6	< 2,7	< 0,2	< 0,002	< 8,8	1,9 ± 1,0	< 0,02	< 0,10
Mars	< 0,2	< 0,3	< 1,5	< 0,5	< 0,4	< 0,5	< 4,5	< 0,2	< 0,001	< 10,0	< 2,2	< 0,02	< 0,11
Avril	< 0,2	< 0,4	< 1,5	< 0,6	< 0,4	< 0,5	< 25,0	< 0,2	< 0,002	< 9,6	< 2,8	< 0,02	< 0,10
Mai	< 0,7	< 0,8	< 4,6	< 1,6	< 1,3	< 0,7	< 13,0	< 0,6	< 0,001	< 11,0	< 7,0	0,02 ± 0,01	0,13 ± 0,04
Juin	< 0,6	< 0,8	< 4,0	< 1,4	< 1,3	< 0,7	< 12,0	< 0,5	< 0,001	< 11,0	< 6,5	< 0,02	< 0,12
Juillet	< 0,2	< 0,2	< 1,5	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 1,8	< 0,5	0,5 0,001	< 9,0	1,4 ± 0,8	< 0,02	< 0,11
Août	< 0,2	< 0,2	< 1,4	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 1,4	< 0,2	< 0,002	< 10,0	< 1,9	< 0,02	< 0,11
Septembre	< 0,7	< 0,9	< 4,1	< 1,6	< 1,3	< 0,7	< 11,0	< 0,6	< 0,002	< 10,0	< 6,8	< 0,02	< 0,10
Octobre	< 0,2	< 0,3	< 1,6	< 0,5	< 0,4	< 0,5	< 4,8	< 0,2	< 0,001	< 10,0	< 2,3	< 0,02	< 0,10
Novembre	< 0,2	< 0,3	< 1,5	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 2,5	< 0,2	< 0,002	< 9,0	2,4 ± 1,0	< 0,02	< 0,10
Décembre	< 0,2	< 0,3	< 1,3	< 0,5	< 0,4	< 0,3	< 11,0	< 0,2	< 0,002	< 9,0	< 2,4	< 0,02	< 0,10

V.8.-1.d. EAUX PLUVIALES

Le réseau de collecte des eaux pluviales du site COGEMA (commun à celui de l'ANDRA) fait l'objet de prélèvements ponctuels réalisés mensuellement.

Des activités significatives en tritium sont mesurées sur chacun des points de prélèvements avec un maxima enregistré au sud de l'installation (point W1 87). On note également la présence de césium 137, mesuré aux deux points sud (W1 et W3 87) du réseau, ainsi que de strontium 90 au point W1 87. La présence de ces radionucléides est due aux rejets des installations de l'établissement COGEMA.

Tableau 75 : Résultats d'analyse des eaux pluviales prélevées au point W1 87 (sud), dans l'environnement du site de la Hague

		Résultats				
		Min.	Max.	Moyenne	*	
Eau filtrée	β global	Bq/l	0,23 ± 0,04	1,1 ± 0,08	0,51	24/24
	α global		< 0,019	< 0,030	-	0/24
	^3H		< 9,5	330 ± 36	90	22/24
	K	mg/l	1,7 ± 0,09	4,4 ± 0,22	3,1	24/24
Eau brute	^{137}Cs	Bq/l	0,08 ± 0,05	0,19 ± 0,06	0,14	18/24
	^{90}Sr		< 0,018	0,42 ± 0,04	0,14	22/24

Tableau 76 : Résultats d'analyse des eaux pluviales prélevées au point W2 87 (ouest), dans l'environnement du site de la Hague

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	0,12 ± 0,02	0,20 ± 0,03	0,16	24/24
α global		< 0,019	< 0,022	-	0/24
^3H		9,8 ± 2,2	54 ± 4,3	21	24/24
K	mg/l	2,2 ± 0,11	3,1 ± 0,16	2,8	24/24

Tableau 77 : Résultats d'analyse des eaux pluviales prélevées au point W3 87 (sud), dans l'environnement du site de la Hague

		Résultats				
		Min.	Max.	Moyenne	*	
Eau filtrée	β global	Bq/l	0,40 ± 0,06	0,72 ± 0,07	0,55	24/24
	α global		< 0,025	< 0,073	-	0/24
	^3H		21 ± 3,2	240 ± 26	69	24/24
	K	mg/l	7,9 ± 0,4	21 ± 1,1	13	24/24
Eau brute	^{137}Cs	Bq/l	0,009 ± 0,005	0,021 ± 0,007	0,01	18/24

Tableau 78 : Résultats d'analyse des eaux pluviales prélevées au point RO 87 (Nord Est, limnigraphe), sur le site de la Hague

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,11	0,18 \pm 0,04	0,14	14/24
α global		< 0,019	< 0,023	-	0/24
^3H		53 \pm 5,8	130 \pm 10	85	24/24
K	mg/l	2,1 \pm 0,01	3,5 \pm 0,18	2,7	24/24

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.8.-1.e. EAUX DE SURFACE

Des prélèvements trimestriels d'eaux sont réalisés dans les ruisseaux de Sainte Hélène, des Landes et des Moulinets.

Des activités significatives en tritium ont été mesurées dans l'eau de tous les ruisseaux situés dans l'environnement immédiat du site avec des maxima enregistrés dans le ruisseau de la Sainte Hélène à Diguleville. Dans le ruisseau des Landes, des activités significatives en ^{90}Sr ont été enregistrées dans tous les prélèvements de l'année.

Tableau 79 : Résultats d'analyse de l'eau prélevée au point R1 87 dans le ruisseau de Sainte Hélène, à Diguleville dans l'environnement du centre COGEMA de la Hague

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,10	0,22 \pm 0,04	0,17	6/12
α global		< 0,020	< 0,023	-	0/12
^{226}Ra		< 0,030	< 0,040	-	0/12
^3H		44 \pm 4,8	190 \pm 13	100	12/12
K	mg/l	1,9 \pm 0,1	3,1 \pm 0,2	2,6	12/12

Tableau 80 : Résultats d'analyse de l'eau prélevée au point R2 87 dans le ruisseau des Moulinets (Source RecBoc) dans l'environnement du centre COGEMA de la Hague

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	0,12 \pm 0,04	0,47 \pm 0,06	0,27	24/24
α global		< 0,020	< 0,036	-	0/24
^3H		11 \pm 2,5	50 \pm 4,5	27	24/24
K	mg/l	1,6 \pm 0,1	6,8 \pm 0,3	3,0	24/24

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

Tableau 81 : Résultats d'analyse de l'eau prélevée au point R3 87 dans le ruisseau des Moulinets (Le Batardeau) dans l'environnement du centre COGEMA de la Hague

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	0,13 \pm 0,04	0,34 \pm 0,05	0,23	24/24
α global		< 0,019	0,043 \pm 0,012	-	6/24
^3H		11 \pm 2,6	28 \pm 3,9	20	24/24
K	mg/l	1,7 \pm 0,1	3,6 \pm 0,2	2,8	24/24

Tableau 82 : Résultats d'analyse de l'eau prélevée au point R4 87 dans le ruisseau des Landes, dans l'environnement du centre COGEMA de la Hague

			Résultats dans l'eau filtrée			
			Min.	Max.	Moyenne	*
Eau filtrée	β global	Bq/l	2,3 \pm 0,2	6,5 \pm 0,3	3,7	4/4
	α global		< 0,015	0,040 \pm 0,006	0,03	2/4
	^3H		<11	14 \pm 2,7	12	2/4
	K	mg/l	2,3 \pm 0,115	3,3 \pm 0,165	2,7	4/4
Eau brute	^{90}Sr	Bq/l	1,0 \pm 0,1	1,7 \pm 0,1	1,4	4/4

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.8.-1.f. SÉDIMENTS DE RIVIÈRES

Des prélèvements de sédiments sont également réalisés dans les ruisseaux de Sainte Hélène, des Landes et des Moulinets.

L'analyse des sédiments de ces ruisseaux révèle la présence de radionucléides artificiels (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am), due essentiellement aux rejets liquides passés et présents des installations du site COGEMA.

Les moyennes annuelles des résultats significatifs sont représentées sur les graphiques ci-après.

On notera que pour la plupart des radionucléides recherchés, les sédiments du ruisseau de Sainte Hélène semblent être les moins marqués, ceux du ruisseau des Landes les plus marqués.

En ce qui concerne le césium 137, on note que le ruisseau des Moulinets présente l'activité la plus importante.

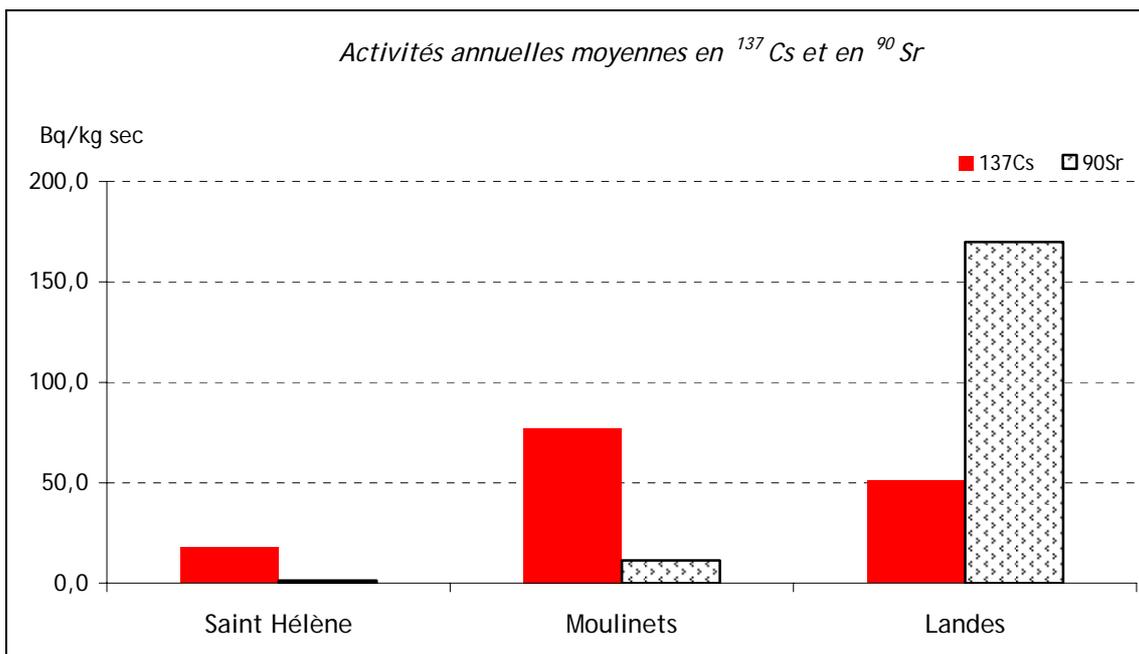


Figure 34 : Activités en ¹³⁷Cs et en ⁹⁰Sr mesurées dans les sédiments de rivières prélevés à proximité de COGEMA la Hague

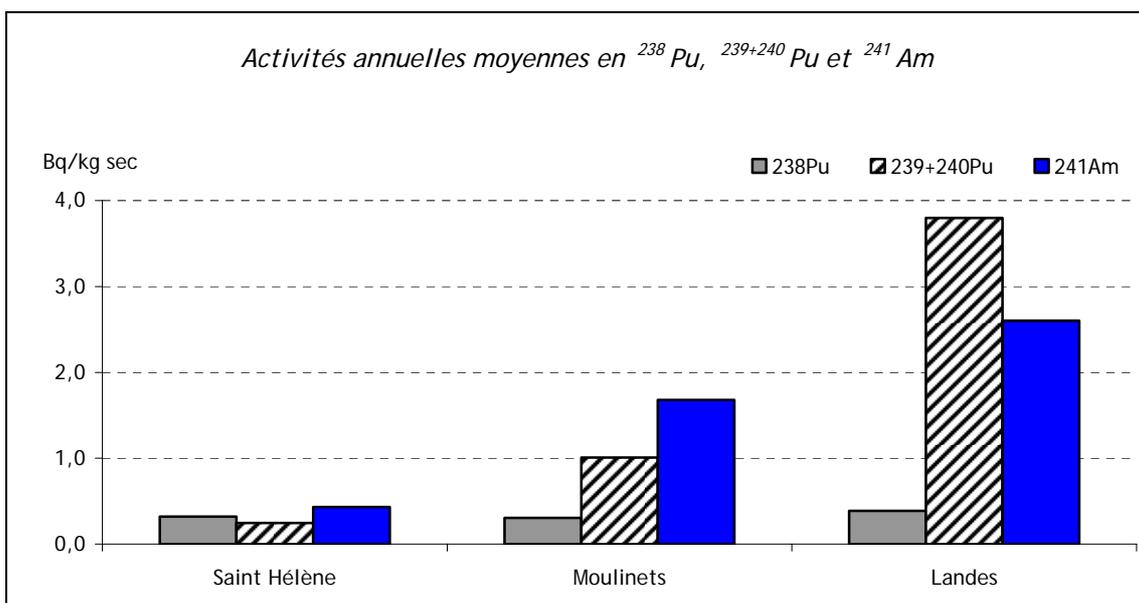


Figure 35 : Activités en ²³⁸Pu, ²³⁹⁺²⁴⁰Pu et en ²⁴¹Am mesurées dans les sédiments de rivières prélevés à proximité de COGEMA la Hague

V.8.-1.g. EAUX SOUTERRAINES

Cinq piézomètres du site de COGEMA font l'objet d'une surveillance par l'IRSN. Les eaux de chacun de ces piézomètres présentent une activité significative en tritium. Les activités les plus élevées ont été enregistrées aux points 358 et 702 (entre 4000 et 5000 Bq/l). Au point 106, des activités significatives ont été enregistrées en césium 137 et strontium 90. La présence de ces radionucléides explique l'activité bêta globale élevée, supérieure à 1 Bq/l.

Tableau 83 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point P1 87 (piézomètre 106) du site COGEMA de la Hague

			Résultats			
			Min.	Max.	Moyenne	*
Eau filtrée	β global	Bq/l	4,80 \pm 0,24	12,0 \pm 0,6	8,2	4/4
	α global		< 0,018	0,04 \pm 0,01	0,03	2/4
	^3H		< 11	16 \pm 2,72	14	3/4
	K	mg/l	2,50 \pm 0,13	6,80 \pm 0,34	4,1	4/4
Eau brute	^{137}Cs	Bq/l	0,41 \pm 0,09	3,0 \pm 0,4	1,3	4/4
	^{90}Sr		4,0 \pm 0,3	5,7 \pm 0,5	4,7	4/4

Tableau 84 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point P2 87 (piézomètre 222) du site COGEMA de la Hague

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	0,11 \pm 0,03	0,15 \pm 0,04	0,13	3/4
α global		< 0,021	< 0,022	-	0/4
^3H		< 11	13 \pm 2,7	12	3/4
K	mg/l	2,6 \pm 0,1	3,3 \pm 0,2	2,9	4/4

Tableau 85 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point P3 87 (piézomètre 326) du site COGEMA de la Hague

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,11	< 0,12	-	0/2
α global		< 0,02	< 0,022	-	0/2
^3H		740 \pm 81	900 \pm 63	820	2/2
K	mg/l	1,5 \pm 0,1	2,2 \pm 0,1	1,9	2/2

Tableau 86 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point P4 87 (piézomètre 358) du site COGEMA de la Hague

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	0,14 \pm 0,04	0,25 \pm 0,05	0,19	4/4
α global		0,10 \pm 0,02	0,16 \pm 0,02	0,13	4/4
^3H		3900 \pm 312	5200 \pm 364	4500	4/4
K	mg/l	1,8 \pm 0,1	3,1 \pm 0,2	2,3	4/4

* Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

Tableau 87 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point P5 87 (piézomètre 702) du site COGEMA de la Hague

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,15	0,26 \pm 0,04	-	1/2
α global		< 0,021	< 0,022	-	0/2
^3H		4600 \pm 322	4900 \pm 392	4800	2/2
K	mg/l	2,5 \pm 0,1	2,7 \pm 0,1	2,6	2/2

* Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.8.-1.h. SOLS

Un prélèvement de sol en deux profondeurs est réalisé à Herqueville annuellement :

Tableau 88 : Résultats d'analyse des sols prélevés à Herqueville en novembre 2004

profondeur (cm)	Activités (Bq/kg sec)					
	^{137}Cs	^{14}C	^{238}Pu	$^{239+240}\text{Pu}$	^{241}Am	^{90}Sr
0-5	10,0 \pm 1,2	<150	< 0,3	0,4 \pm 0,1	0,3 \pm 0,1	2,2 \pm 0,3
5-10	13,0 \pm 2,1	<150	< 0,3	0,3 \pm 0,1	< 0,3	2,2 \pm 0,3

L'activité la plus importante dans le sol prélevé à Herqueville au point A12 a été mesurée pour le ^{137}Cs . On relève également des activités significatives en ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ et ^{241}Am .

Les activités mesurées dans les prélèvements de sols sont représentatives des retombées atmosphériques passées (accident de la centrale de Tchernobyl, retombées des essais nucléaires atmosphériques), et des rejets gazeux de l'installation.

V.8.-1.i. VÉGÉTAUX TERRESTRES

Des prélèvements de végétaux terrestres (herbe) sont réalisés dans la direction des vents dominants, à Herqueville et Beaumont à un rythme mensuel ou trimestriel.

Les résultats de ^{90}Sr et de ^{14}C sont présentés dans les figures ci-après.

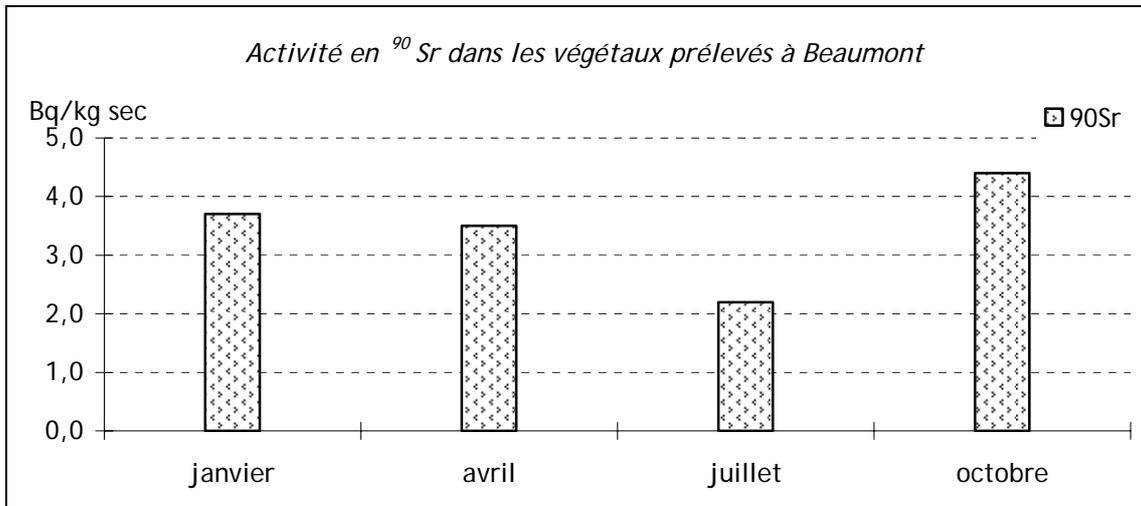


Figure 36 : Activité en ⁹⁰Sr mesurée dans les végétaux prélevés à Beaumont

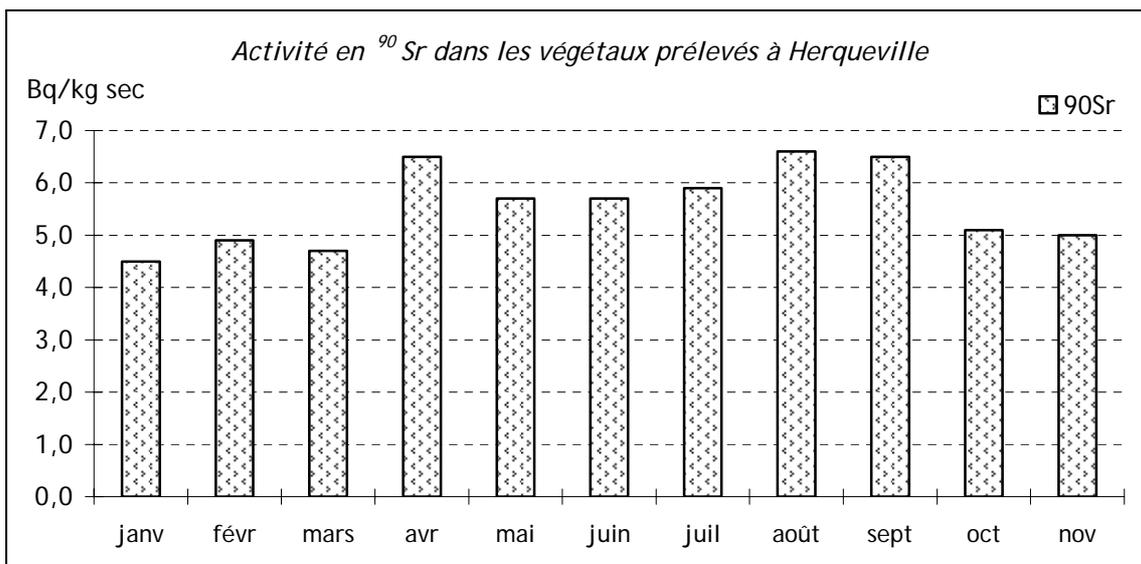


Figure 37 : Activité en ⁹⁰Sr mesurée dans les végétaux prélevés à Herqueville (point A12)

On note une activité significative en ⁹⁰Sr, comprise entre 4 et 7 Bq/kg sec, sur l'ensemble de l'année. Des activités du même ordre de grandeur sont également mesurées dans les végétaux prélevés aux stations de suivi continental terrestre (voir paragraphe VIII.3.-2.b).

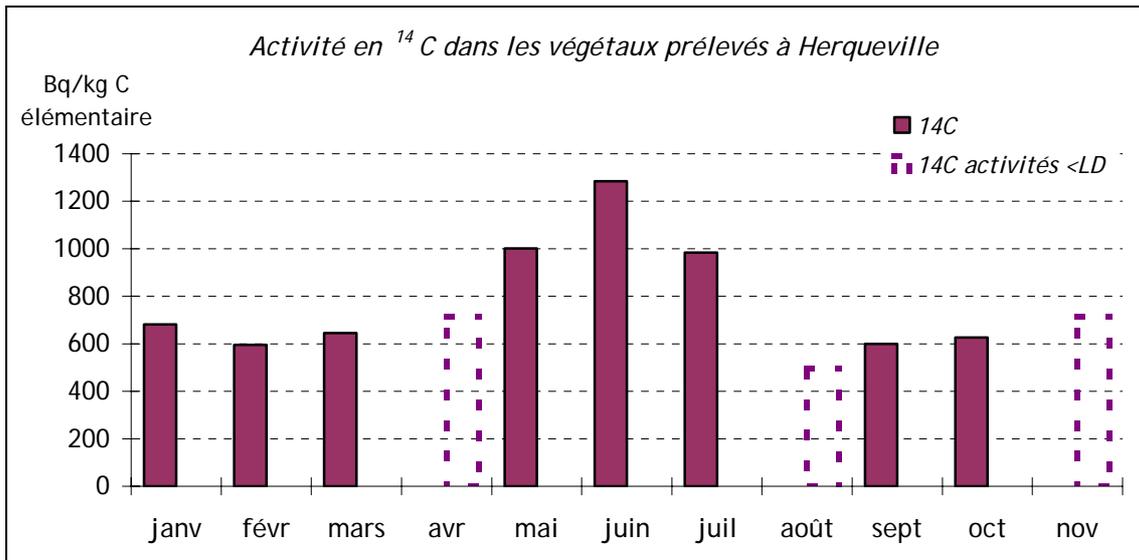


Figure 38 : Activité en ¹⁴C mesurées dans les végétaux prélevés à Herqueville (point A12)

A Herqueville, on note une augmentation de l'activité en ¹⁴C l'été. Cette augmentation n'est pas explicable par les variations naturelles de ¹⁴C dans l'atmosphère (de l'ordre de 5 Bq/kg de carbone élémentaire). Cette variation est vraisemblablement due à une augmentation de rejets de radionucléides pendant cette période de l'année.

A la station de Beaumont, une seule activité significative a été mesurée au dessus de nos limites de détection.

V.8.-1.j. LAIT DE VACHE

Dans les 47 prélèvements analysés en 2004 provenant d'une coopérative à Sottevast et 3 fermes situées à Digulleville, Beaumont-Hague et Omonville-la-Rogue, les activités relevées pour le tritium, l'iode 129, l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 sont restées inférieures à nos limites de détection.

Une faible activité en strontium (méthode Sr + TR) a été décelée dans 24 prélèvements de $0,13 \pm 0,04$ Bq/l en valeur minimale à $0,27 \pm 0,05$ Bq/l en valeur maximale.

V.8.-1.k. EAUX DE MER

Des prélèvements sont réalisés en 10 points le long du littoral de la Basse-Normandie. Il s'agit de Granville, Barneville-Carteret, Sciotot, Anse des Moulinets, baie d'Ecalgrain, Pointe de Jardeheu, Querqueville, Cherbourg (voir paragraphe VI.2.-2.a), Anse de Brick et Barfleur. Sauf indication contraire, les prélèvements sont réalisés trimestriellement.

Les analyses mettent en évidence un léger marquage en tritium pour les eaux prélevées à proximité du point de rejet des effluents liquides du site de la Hague. Il se traduit par une activité faible (maximum : 45 ± 4 Bq/l) mais très souvent significative pour l'ensemble des échantillons prélevés dans l'anse des Moulinets et dans la Baie d'Ecalgrain.

Pour les autres points de prélèvements, l'activité mesurée en tritium est souvent inférieure à nos limites de détection, et proche de ces limites lorsqu'elle est significative (maximum : 18 ± 6 Bq/l à Querqueville pour le premier trimestre).

Aucune autre activité anormale n'a été mise en évidence pour l'ensemble des prélèvements analysés.

Tableau 89 : Résultats d'analyse des eaux de mer prélevées dans la baie d'Ecalgrain (M 111 JBG)

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
Eau brute	Emetteurs gamma artificiels (^{60}Co , ^{125}Sb , ^{134}Cs , ^{137}Cs)	-	< 0,063	-	0/36
	^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$		< 0,0023	-	0/9
	^3H	< 9,0	45 ± 4	23	7/9
	β global	11 ± 1	12 ± 1	11	9/9
	K (mg/l)	340 ± 17	400 ± 20	380	9/9

Tableau 90 : Résultats d'analyse des eaux de mer prélevées dans l'anse des Moulinets (M 110 MLN)

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
Eau brute	Emetteurs gamma artificiels (^{60}Co , ^{125}Sb , ^{134}Cs , ^{137}Cs)	-	< 0,057	-	0/36
	^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$		< 0,0019	-	0/4
	^3H	< 9,0	25 ± 3	22	3/4
	β global	$7,7 \pm 1$	11 ± 1	9,4	9/9
	K (mg/l)	300 ± 15	400 ± 20	348	9/9

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.8.-1.I. SÉDIMENTS MARINS

10 stations de prélèvements sont disposées le long du littoral de la Basse-Normandie, il s'agit de Granville, Barneville-Carteret, Sciotot, Siouville, Anse des Moulinets, baie d'Ecalgrain, Querqueville, Cherbourg (voir paragraphe VI.2.-2.b), Anse de Brick et Barfleur. Sauf indication contraire, les prélèvements de sédiments sont réalisés sur les plages, trimestriellement.

L'analyse de ces sédiments marins révèle la présence de radionucléides artificiels (^{137}Cs , ^{60}Co , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am), due essentiellement aux rejets liquides passés et présents des installations du site COGEMA.

V.8.1.1.1. ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am

En ce qui concerne les isotopes du plutonium, on observe une activité maximale dans l'anse des Moulinets, zone la plus soumise à l'influence du canal de rejet des effluents liquides de l'usine COGEMA. On constate une diminution progressive de l'activité à mesure que l'on s'éloigne du terme source. On constate, en outre, une bonne adéquation des résultats de mesure de ces deux isotopes avec un rapport isotopique $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ constant, de l'ordre de 0,5 et caractéristique des rejets passés de l'usine de retraitement de la Hague.

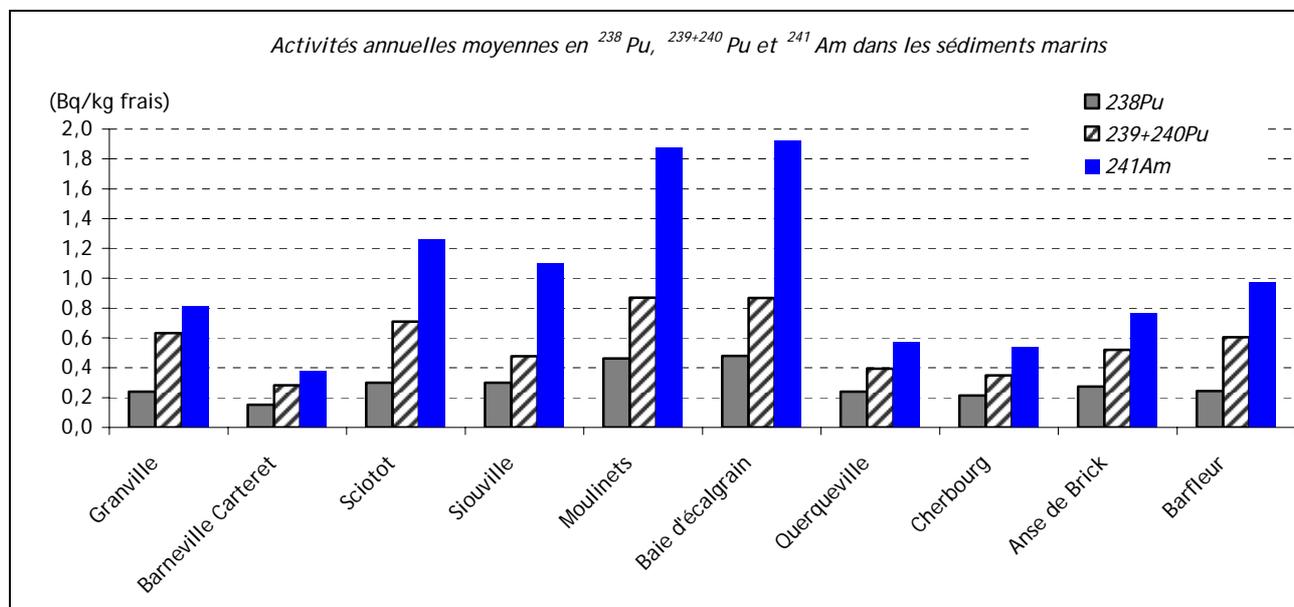


Figure 39 : Activités en ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$ et ^{241}Am mesurées dans les sédiments marins prélevés sur le long du littoral du Cotentin

V.8.1.1.2. ^{60}Co , ^{137}Cs

Ces deux radionucléides sont présents dans les effluents liquides rejetés par les installations de retraitement des usines COGEMA de la Hague et dans une moindre mesure par le CNPE de Flamanville. Quelques valeurs significatives ont été mesurées en ^{137}Cs et ^{60}Co sur les stations les plus soumises à l'influence des rejets de ces deux installations.

Tableau 91 : Activités en ^{60}Co et ^{137}Cs mesurées dans les sédiments marins prélevés sur le long du littoral du Cotentin

Lieux de prélèvement	Activités (Bq/ka sec)			
	^{137}Cs	*	^{60}Co	*
Granville	0,610	1/4	-	
Barneville-Carteret	-		-	
Sciotot	-		1,35	2/3
Siouville	0,650	1/4	-	
Moulinets	6,25	4/4	-	
Baie d'Écalgrain			0,8	4/4
Querqueville	0,65	3/4	-	
Cherbourg	0,55	2/4	-	
Anse de Brick	0,69	2/5	1,5	1/5
Barfleur	-		-	

V.8.1.1.3. Données complémentaires :

Dans le cadre de la surveillance du démantèlement du tuyau de rejet, mis en place en 1999, un prélèvement trimestriel de sédiment est réalisé au large de l'anse des Moulinets. Les activités des radionucléides mesurés sont du même ordre de grandeur que celles enregistrées sur la plage des moulinets.

Tableau 92 : Activités mesurées dans les sédiments marins prélevés au large de l'anse des Moulinets

Lieux de prélèvement	Activités moyennes annuelles (Bq/kg sec)									
	^{238}Pu	*	$^{239+240}\text{Pu}$	*	^{241}Am	*	^{60}Co	*	^{137}Cs	*
Moulinets Au large	0,59	4/4	0,96	4/4	2,15	4/4	1,98	3/4	0,55	1/4

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.8.-1.m. FLORE MARINE

7 stations de prélèvements sont disposées le long du littoral bas normand, il s'agit de Granville, Barneville-Carteret, Siouville, Anse des Moulinets, Querqueville, Anse de Brick et Barfleur. Seules les algues d'espèces « *Fucus serratus* » sont prélevées à un rythme trimestriel.

V.8.1.m.1. ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am

Les observations faites pour les algues confirment celles des résultats des sédiments marins sur la distribution géographique des activités : une diminution progressive de l'activité à mesure que l'on s'éloigne du terme source, au large de la plage des Moulinets.

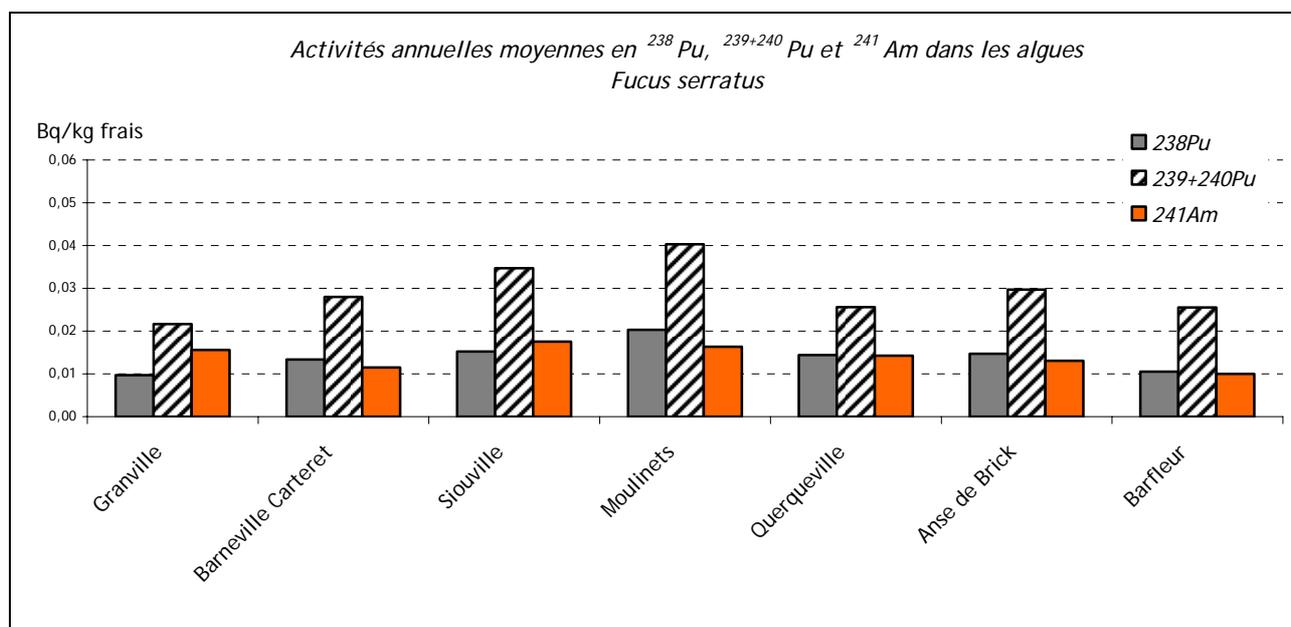


Figure 40 : Activités en ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$ et en ^{241}Am mesurées dans les algues prélevées le long du littoral du Cotentin

Le rapport isotopique $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ est constant, de l'ordre de 0,5 et caractéristique également des rejets passés de l'établissement de la Hague. L'interprétation de la distribution géographique des activités mesurées est moins évidente pour l'américium 241. L'incertitude liée à la mesure (de l'ordre de 30%) explique cette différence. On note, cependant, une évolution similaire.

V.8.1.m.2. ^{60}Co , ^{129}I

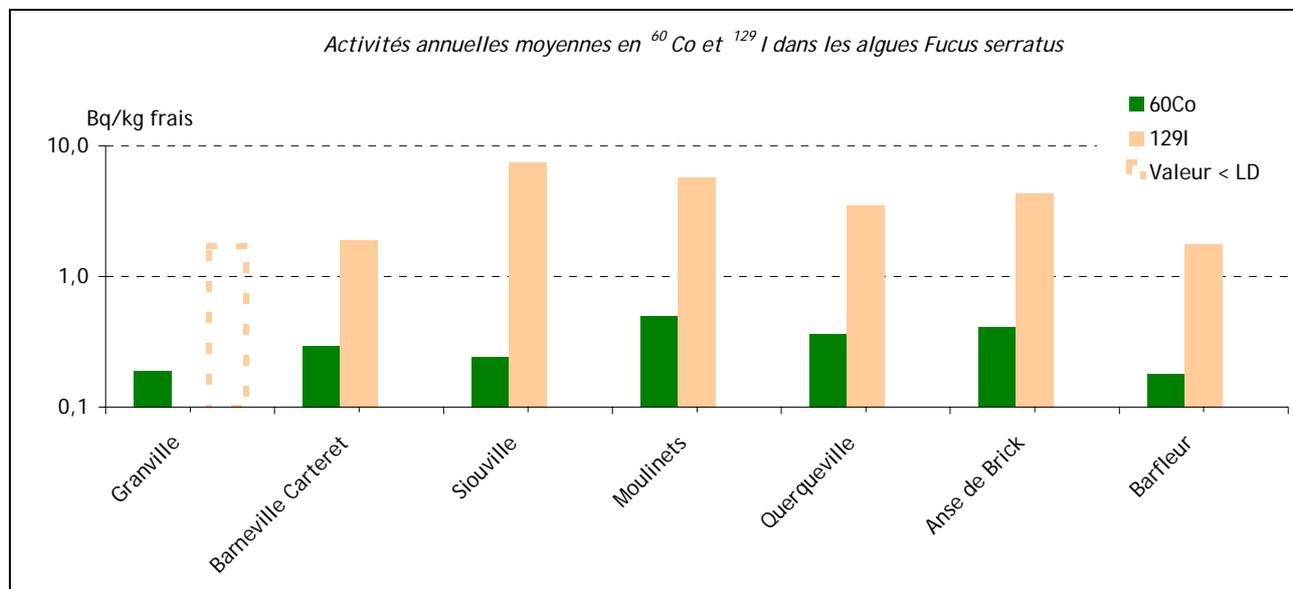


Figure 41 : Activités en ^{60}Co et ^{129}I mesurées dans les algues prélevées le long du littoral du Cotentin

La différence d'activité constatée entre le ^{60}Co et le ^{129}I (d'un facteur 10 environ) s'explique par les caractéristiques physico chimiques de ces deux radionucléides. L'iode 129, caractéristique des rejets de l'installation de Cogema, est fortement soluble. Il est donc plus facilement assimilé par l'algue que le ^{60}Co , présent majoritairement sous forme particulaire.

Les résultats confirment les observations faites à partir des activités des transuraniens (Am et Pu), c'est-à-dire la diminution des activités à mesure que l'on s'éloigne du terme source. On note néanmoins une anomalie pour l'iode 129, dont l'activité mesurée à Siouville est supérieure à celle mesurée dans l'anse des Moulinets. Cette différence s'explique par une activité faible en ^{129}I (de l'ordre de 4 Bq/kg frais), au mois d'avril à l'anse des moulinets, en regard des résultats habituellement enregistrés sur ce site à la même période.

V.8.1.m.3. ^{14}C

Ce radionucléide est rejeté essentiellement par l'installation de Cogema et dans une moindre mesure par le CNPE de Flamanville.

Le profil d'évolution géographique de l'activité en ^{14}C , est comparable à celui observé pour le ^{60}Co . A la station de Granville, la plus éloignée, aucune activité n'a été mesurable en 2004.

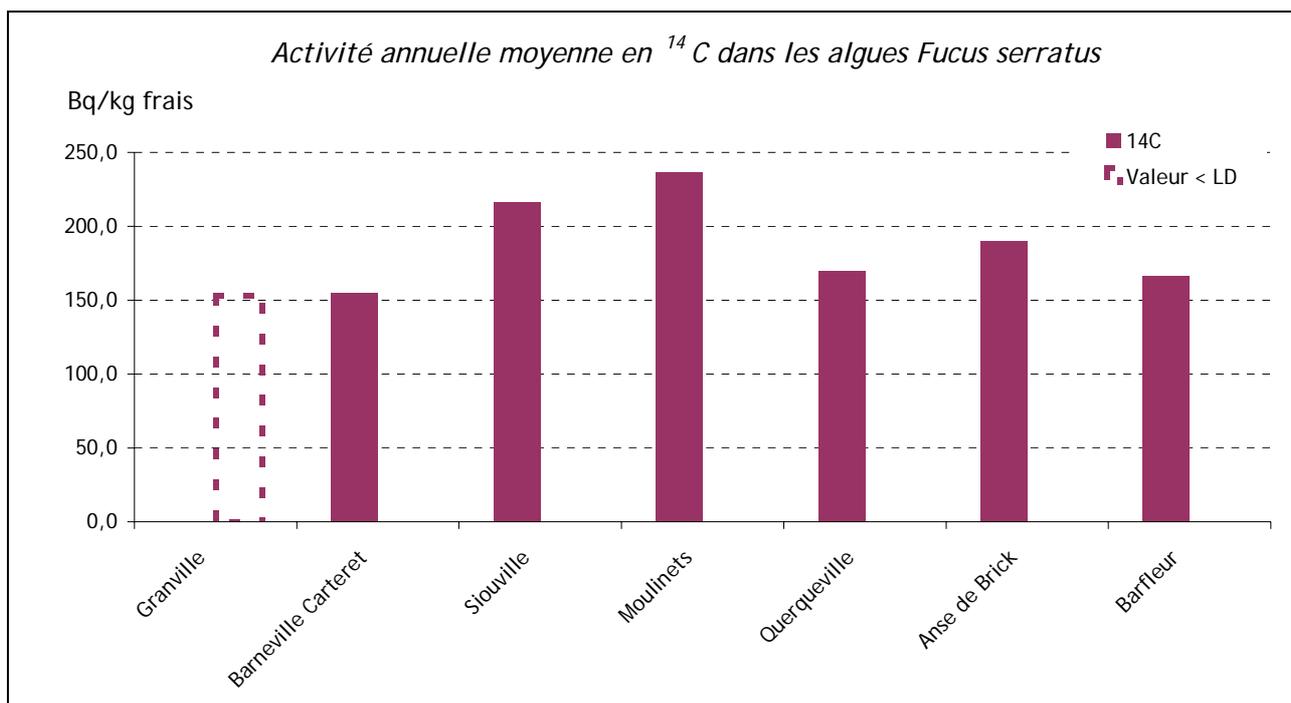


Figure 42 : Activité en ¹⁴C mesurée dans les algues prélevées le long du littoral du Cotentin

V.8.1.m.4. Autres radionucléides : ¹⁰⁶Ru, ⁹⁰Sr, ¹³¹I

Seules les activités supérieures à nos limites de détection sont reportées dans le tableau présenté ci-après.

Quelques activités significatives ont été mesurées en ¹⁰⁶Ru et ⁹⁰Sr parmi les stations les plus proches de l'émissaire. La présence de ces radionucléides, caractéristiques des rejets de l'installation COGEMA, ne peut être due aux rejets du CNPE de Flamanville.

Tableau 93 : Activités en ⁹⁰Sr, ¹³¹I et ¹⁰⁶Ru mesurées dans les algues marines prélevées le long du littoral du Cotentin

Lieux de prélèvement	Activités (Bq/kg frais)					
	¹⁰⁶ Ru	*	⁹⁰ Sr	*	¹³¹ I	*
Granville	-		-		0,42	1/3
Barneville-Carteret	-		-		-	
Siouville	-		-		-	
Moulinets	0,98	2/3	0,43	1/3	-	
Querqueville	-		-		1,20	1/5
Anse de Brick	0,97	1/3	-		-	
Barfleur	-		-		-	

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.8.-1.n. FAUNE MARINE

7 stations de prélèvements sont disposées le long du littoral de la Basse-Normandie, il s'agit de Granville, Barneville-Carteret, Siouville, Anse des Moulinets, Querqueville, Anse de Brick et Barfleur. Les mollusques d'espèces « *Patella vulgaris* » sont prélevés à un rythme trimestriel.

V.8.1.n.1. ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am

On retrouve le même profil de distribution spatiale des radionucléides que celui constaté dans les algues et les sédiments. On relève néanmoins, à Granville, une moyenne élevée en ^{241}Am . Cette anomalie s'explique par une activité élevée au mois de décembre, environ trois fois supérieure aux valeurs habituellement mesurées sur cette station.

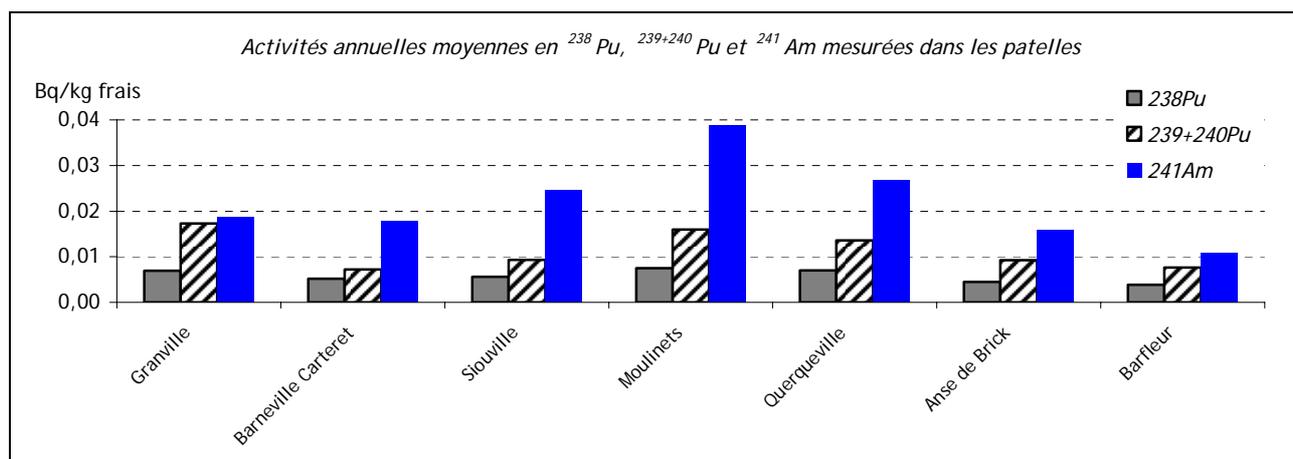


Figure 43 : Activités en ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$ et en ^{241}Am mesurées dans les patelles prélevées le long du littoral du Cotentin

V.8.1.n.2. ^{14}C

Le marquage des mollusques en ^{14}C est nettement mis en évidence dans la zone d'influence proche du tuyau de rejet. Aux incertitudes de mesures près, les niveaux sont similaires aux stations de Siouville, Moulinets et Querqueville.

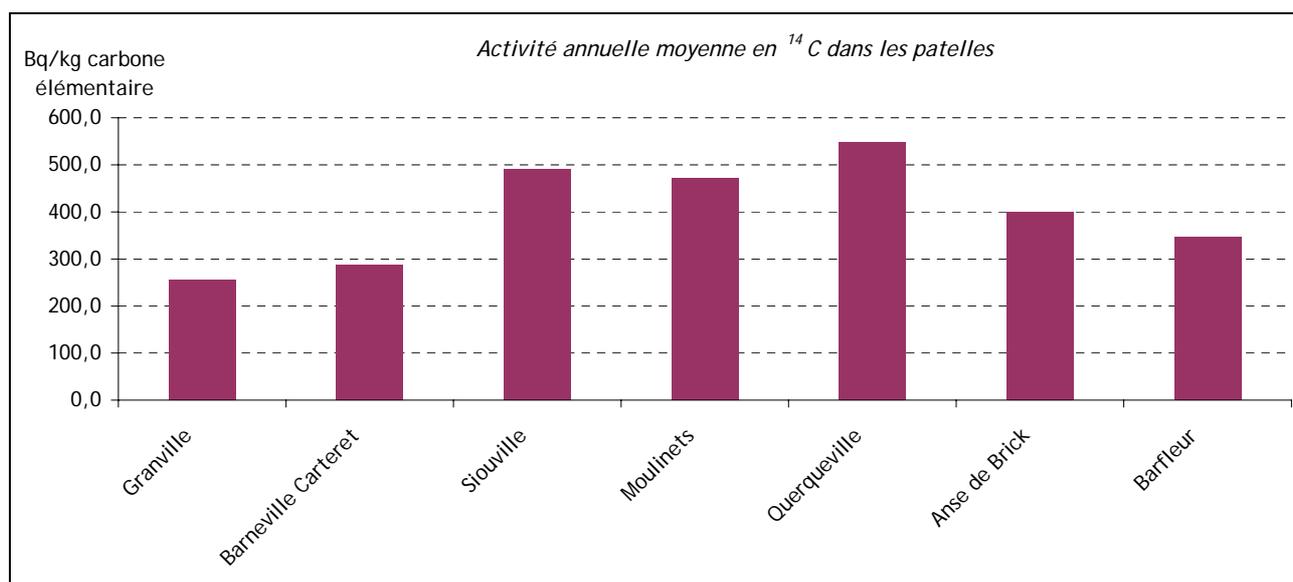


Figure 44 : Activité en ^{14}C mesurée dans les patelles prélevées le long du littoral du Cotentin

V.8.1.n.3. ^{60}Co

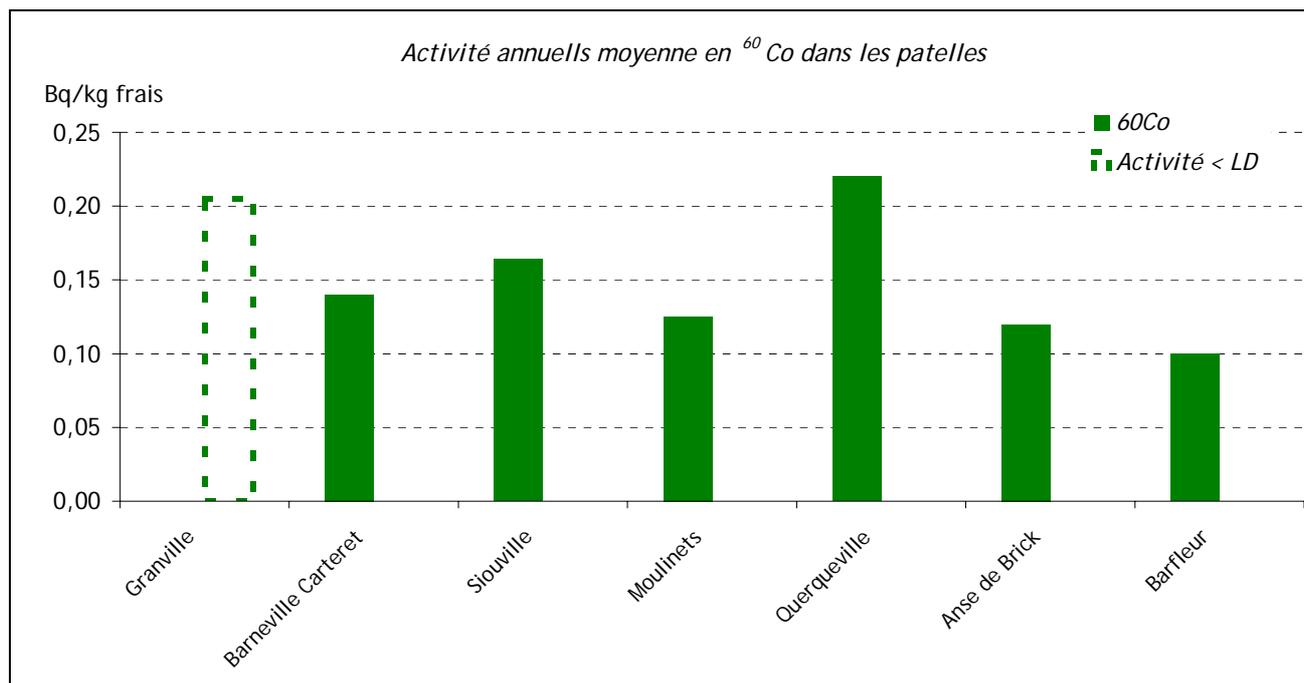


Figure 45 : Activité en ^{60}Co mesurée dans les patelles prélevées sur le littoral du Cotentin

Contrairement aux distributions observées pour les autres radionucléides on observe pour ce radionucléide un maximum d'activité à Querqueville. Le pic de distribution est décalé vers la station de Querqueville. Cependant, compte tenu des incertitudes (de 30 à 50%), ces résultats sont à interpréter avec réserve.

V.8.1.n.4. Autres radionucléides (^{106}Ru , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{137}Cs)

Le ruthénium 106 et le césium 137 sont mesurés sur les deux stations les plus proches de l'émissaire de l'installation de Cogema.

Une activité significative en argent 110 métastable ($^{110\text{m}}\text{Ag}$) a été mesurée à Siouville. Ce radionucléide est caractéristique des rejets liquides du CNPE de Flamanville.

Tableau 94 : Activités en ^{106}Ru , $^{110\text{m}}\text{Ag}$ et ^{137}Cs mesurées dans les patelles prélevées sur le littoral du Cotentin

Lieux de prélèvement	Activités (Bq/kg sec)					
	^{137}Cs	*	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	*	^{106}Ru	*
Granville	-		-		-	
Barneville-Carteret	-		-		-	
Siouville	-		0,083 ± 0,042	1/4	1,1 ± 0,39	1/4
Moulinets	-		-		0,79 ± 0,46	1/4
Querqueville	0,23 ± 0,12	1/4	-		-	
Anse de Brick	-		-		-	
Barfleur	-		-		-	

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

L'ensemble des résultats de mesures des échantillons marins montre que l'activité maximale est enregistrée à l'émissaire. Ils indiquent également une dilution des rejets liquides en fonction de l'éloignement des points de prélèvements par rapport au terme source. On note pour l'ensemble des radionucléides une diminution de l'activité à Querqueville. Ce résultat peut s'expliquer par la configuration géographique du lieu de prélèvement, situé sur une bande littorale légèrement enclavée, et donc moins soumis à l'influence directe des courants, vecteur de la contamination.

V.8-2 SITE DE MARCOULE (30)

Sur le site de Marcoule, COGEMA assure l'assainissement, le démantèlement, la reprise et le conditionnement des déchets des installations de l'ancienne usine de traitement. Sur ce même site, MELOX assure la production de combustible MOX.

L'environnement proche du site de Marcoule fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux de surface et boues de décantation en aval). A cela s'ajoute le prélèvement d'eaux souterraines (eaux de puits).

V.8.-2.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.8.-2.b. AÉROSOLS ATMOSPHERIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, dans l'environnement du centre COGEMA (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.8.-2.c. EAUX DE PLUIES

Les résultats d'analyses des eaux de pluies collectées à proximité du site de Marcoule ont révélé la présence récurrente de tritium, due essentiellement aux rejets gazeux chroniques d'installations présentes sur le site. La présence d'aucun autre radionucléide artificiel n'a pu être mise en évidence au dessus de nos limites de détection.

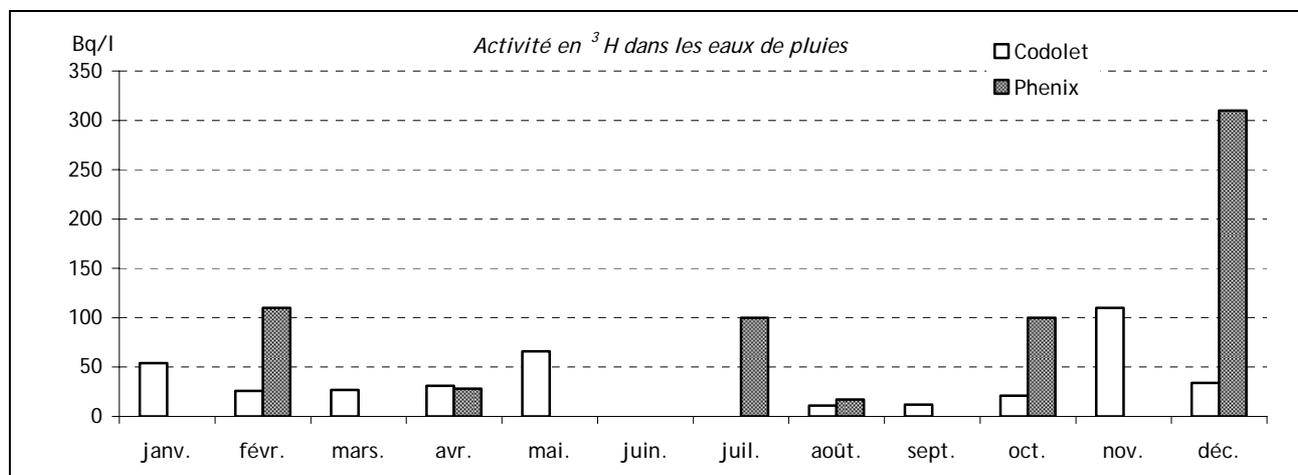


Figure 46 : Activité en ³H mesurée dans les eaux de pluies recueillies dans l'environnement du site de Marcoule

V.8.-2.d. EAUX DE SURFACE

Les analyses réalisées sur les eaux prélevées en amont du centre COGEMA ont mis en évidence la présence en faible quantité de tritium (activité maximale de 19 ± 4 Bq/l) due vraisemblablement aux rejets liquides des installations nucléaires situées en amont sur le Rhône.

Tableau 95 : Résultats d'analyse de l'eau prélevée dans le Rhône en amont du centre COGEMA de Marcoule

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,086	< 0,150		
α global		< 0,023	< 0,030	-	
^3H		< 8,8	$19 \pm 4,2$	-	4/12
K	mg/l	$1,4 \pm 0,1$	$2,9 \pm 0,1$	2,0	12/12

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de surface prélevées en aval du centre.

Tableau 96 : Résultats d'analyse de l'eau prélevée dans le Rhône en aval du centre COGEMA de Marcoule

			Résultats dans l'eau filtrée			
			Min.	Max.	Moyenne	*
Eau filtrée	β global	Bq/l	$0,11 \pm 0,03$	$0,14 \pm 0,04$	-	5/12
	α global		< 0,023	$0,034 \pm 0,009$	-	5/12
	^3H		< 8,9	< 12	-	0/12
	K	mg/l	$1,4 \pm 0,1$	$2,8 \pm 0,1$	1,9	12/12

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.8.-2.e. SÉDIMENTS DE RIVIÈRE

Des sédiments sont prélevés dans le Rhône ou le petit Rhône en 6 points autour du site COGEMA de Marcoule semestriellement (Port-Louis, Codolet, pont de Sylveréal, Caderousse) ou mensuellement (Roquemaure et l'Ecluse d'Avignon)

La présence de plusieurs radionucléides artificiels est régulièrement mise en évidence en ces différents points. Par ordre d'occurrence décroissante, elle concerne le ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{241}Am , ^{238}Pu et $^{239+240}\text{Pu}$. Leur présence s'explique par les rejets liquides passés et présents des installations du site de Marcoule.

Tableau 97 : Résultats d'analyse des sédiments prélevés dans le Rhône à l'Ecluse d'Avignon

	Résultats (Bq/kg sec)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
⁶⁰ Co	< 0,94	4,5 ± 0,6	2,5	10/15
¹³⁷ Cs	13 ± 2	36 ± 4	21	15/15
²⁴¹ Am	< 0,26	0,56 ± 0,15	-	5/15
²³⁸ Pu	< 0,10	< 0,22	-	0/15
²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	< 0,24	0,46 ± 0,11	0,34	12/12

Tableau 98 : Résultats d'analyse des sédiments prélevés dans le Rhône à Roquemaure

	Résultats (Bq/kg sec)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
⁶⁰ Co	< 0,69	9,9 ± 1,1	4,3	7/12
¹³⁷ Cs	3,1 ± 0,6	36 ± 3	13,8	12/12
²⁴¹ Am	< 0,19	0,82 ± 0,18	-	2/12
²³⁸ Pu	< 0,12	0,26 ± 0,08	-	1/12
²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	< 0,15	0,71 ± 0,14	-	3/12

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

Leurs activités sont du même ordre de grandeur que celles des années passées. Aucun autre radionucléide artificiel n'a pu être mis en évidence au dessus de nos limites de détection.

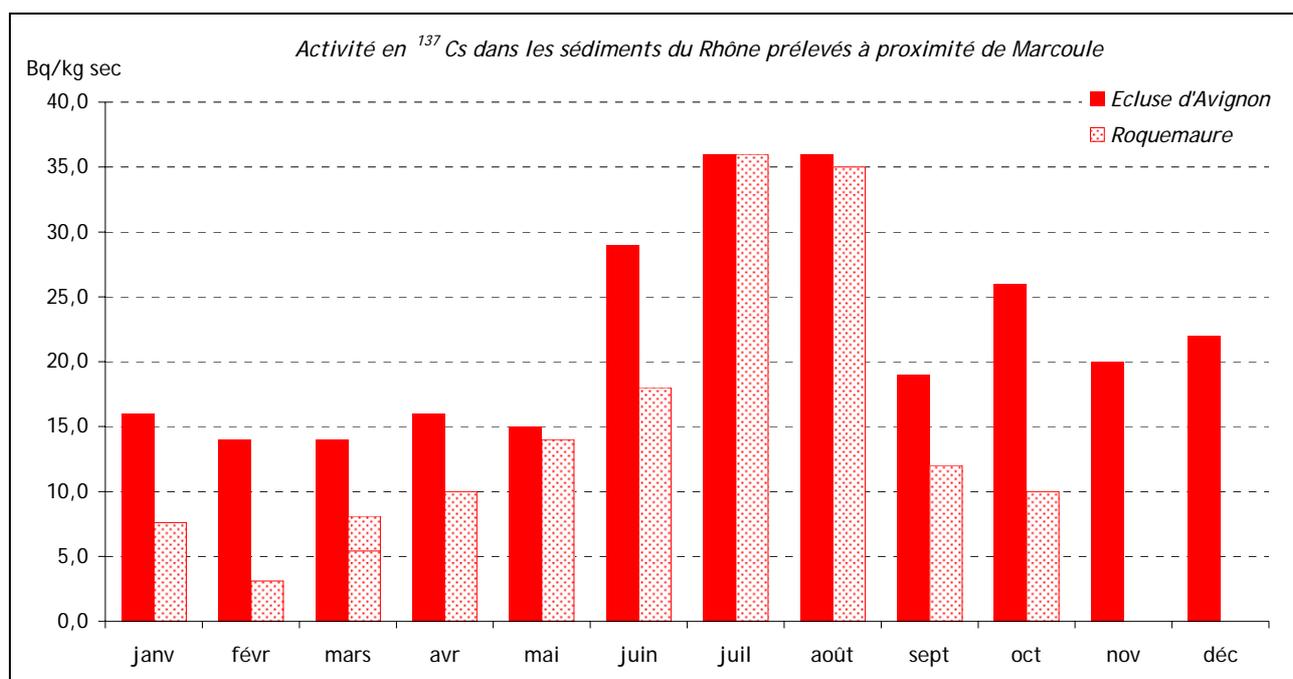


Figure 47 : Activité en ¹³⁷Cs mesurée dans les sédiments du Rhône (point SR 50 R07) , à l'Ecluse d'Avignon et à Roquemaure

V.8.-2.f. EAUX DE PUIITS

La surveillance des eaux souterraines est basée sur l'analyse de prélèvements trimestriels d'eaux dans 8 piézomètres. Les analyses réalisées sur ces eaux ont mis en évidence la présence, en faible quantité, de tritium (activité maximale de 100 ± 8 Bq/l). Celle-ci est due vraisemblablement aux rejets gazeux et liquides présents ou passés. Aucun autre radionucléide artificiel n'a pu être mis en évidence au dessus de nos limites de détection.

Tableau 99 : Résultats d'analyse de l'eau du puits P1 59 SES - site COGEMA de Marcoule

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	$0,13 \pm 0,039$	$0,31 \pm 0,05$	0,23	4/4
^3H		< 9,4	11 ± 3	-	1/4
K	mg/l	$2,8 \pm 0,1$	$9,2 \pm 0,5$	6,0	4/4

Tableau 100 : Résultats d'analyse de l'eau du puits P2 59 COD - site COGEMA de Marcoule

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	$0,16 \pm 0,0416$	$0,26 \pm 0,04$	0,19	4/4
^3H		24 ± 4	48 ± 5	38	4/4
K	mg/l	$3,7 \pm 0,2$	$5,4 \pm 0,3$	4,6	4/4

Tableau 101 : Résultats d'analyse de l'eau du puits P9 59 CAD - site COGEMA de Marcoule

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	$0,94 \pm 0,094$	$1,2 \pm 0,1$	1,0	4/4
^3H		< 9,0	< 10	-	0/4
K	mg/l	23 ± 1	36 ± 2	30	4/4

Tableau 102 : Résultats d'analyse de l'eau du puits P10 59 MON - site COGEMA de Marcoule

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,10	< 0,14	-	0/4
^3H		< 8,9	< 10	-	0/4
K	mg/l	$2,0 \pm 0,1$	$2,6 \pm 0,1$	2,3	4/4

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

Tableau 103 : Résultats d'analyse de l'eau du puits P11 59 ORA - site COGEMA de Marcoule

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,097	< 0,130	-	0/4
^3H		< 8,9	< 10	-	0/4
K	mg/l	1,6 \pm 0,1	2,5 \pm 0,1	1,9	4/4

Tableau 104 : Résultats d'analyse de l'eau du puits P13 59 MRC - site COGEMA de Marcoule

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	0,17 \pm 0,04	0,37 \pm 0,05	0,25	3/4
^3H		46 \pm 9	76 \pm 10	56	4/4
K	mg/l	1,7 \pm 0,1	5,0 \pm 0,7	3,2	4/4

Tableau 105 : Résultats d'analyse de l'eau du puits P14 59 MRC - site COGEMA de Marcoule

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	< 0,11	0,12 \pm 0,1	-	1/4
^3H		14 \pm 4	63 \pm 6	34	3/4
K	mg/l	1,7 \pm 0,1	2,4 \pm 0,1	2,0	4/4

Tableau 106 : Résultats d'analyse de l'eau du puits P15 59 MRC - site COGEMA de Marcoule

		Résultats dans l'eau filtrée			
		Min.	Max.	Moyenne	*
β global	Bq/l	0,12 \pm 0,04	0,49 \pm 0,05	0,27	3/4
^3H		58 \pm 6	100 \pm 8	71	4/4
K	mg/l	1,0 \pm 0,1	2,7 \pm 0,1	1,6	4/4

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.8.-2.g. LAIT DE VACHE

Dans tous les prélèvements analysés en 2004 provenant d'une ferme à Montfavet, les activités relevées pour le tritium, l'iode 131, le césium 134, le césium 137 et les activités en strontium (méthode Sr + TR) sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.9. RESULTATS DE SURVEILLANCE DES CENTRES DE STOCKAGE

Pour les déchets radioactifs de faible et moyenne activité à vie courte, l'ANDRA assure la surveillance du Centre de stockage de la Manche, actuellement fermé, et exploite le Centre de stockage de l'Aube qui accueille les colis de déchets pour conditionnement et stockage. Pour les déchets de très faible activité, l'ANDRA exploite le centre de stockage TFA de l'Aube (ICPE). Les colis sont stockés de manière définitive dans ces centres dits de stockage de surface.

Les sites de l'ANDRA sont soumis soit à la réglementation applicable aux INB, soit à celle relative aux ICPE. Une surveillance réglementaire de l'environnement des sites est donc imposée à l'ANDRA. Pendant toute la durée d'exploitation des centres, l'ANDRA assure une surveillance des sites et de leur environnement, en particulier par des mesures radiologiques et chimiques sur les eaux pluviales, de surface (ruisseaux) et souterraines, et sur l'air ambiant. Après la phase d'exploitation, l'ANDRA maintient une surveillance du site et de l'environnement pendant plusieurs dizaines d'années pour garantir l'innocuité du stockage sur l'homme et son environnement. A ce titre, une surveillance de l'environnement est régulièrement pratiquée par l'IRSN dans tout le milieu environnant de ces sites de stockage.

L'environnement proche du centre de stockage fait l'objet d'une surveillance prévoyant : DTL - Téléray, aérosols, eaux de pluies, eaux usées, eaux de surface, sédiments végétaux aquatiques et lait de ferme prélevés sous les vents dominants.

V.9-1 CENTRE DE STOCKAGE DE SOULAINES (10)

V.9.-1.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

V.9.-1.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, dans l'environnement du centre de stockage (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

V.9.-1.c. EAUX DE PLUIES

Un prélèvement d'eaux de pluies est réalisé mensuellement. Aucune activité en radionucléide artificiel n'a pu être mise en évidence au dessus de nos limites de détection.

V.9.-1.d. EAUX USÉES ET EAUX PLUVIALES

Un prélèvement d'eaux est réalisé mensuellement dans le bassin collecteur avant rejet. Ce bassin recueille les eaux pluviales et les eaux usées du site.

Aucune activité en radionucléide artificiel n'a pu être mise en évidence au dessus de nos limites de détection.

V.9.-1.e. EAUX DE SURFACE

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de surface prélevées à proximité du centre de stockage.

Tableau 107 : Résultats d'analyse de l'eau prélevée dans les Noues d'Amance, à proximité du centre Andra (R1 96 NDA)

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
Eau brute	Emetteurs gamma artificiels (^{60}Co , ^{137}Cs ...)	-	< 0,22	-	0/12
Eau filtrée	^3H	-	< 13	-	0/12
	β global	< 0,12	0,25 \pm 0,05	0,18	10/12
	α global	-	< 0,034	-	0/12
	K (mg/l)	2,7 \pm 0,1	8,1 \pm 0,4	4,5	12/12

Tableau 108 : Résultats d'analyse de l'eau prélevée dans la Voire, à proximité du centre Andra (R2 96 VOI)

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
Eau filtrée	^3H	-	< 11	-	0/4
	β global	< 0,098	0,16 \pm 0,04	-	0/4
	K (mg/l)	1,9 \pm 0,1	4,4 \pm 0,2	3,0	4/4

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

V.9.-1.f. SÉDIMENTS ET VÉGÉTAUX AQUATIQUES

Des prélèvements trimestriels de sédiments et un prélèvement annuel de végétaux aquatiques sont effectués respectivement dans la Voire à Chalette-sur-Voire et les Noues-d'Amance à La-Ville-aux-Bois.

V.9.1.f.1. Sédiments

De faibles activités ont été relevées pour deux radionucléides artificiels :

- sédiments de La Voire : le césium 137 dans 3 prélèvements (valeur maximale 6,5 \pm 0,8 Bq/kg sec en décembre 2004) et le plutonium 239 dans le prélèvement de décembre : 0,20 \pm 0,07 Bq/kg sec ;
- sédiments des Noues-d'Amance : le césium 137 dans 2 prélèvements (valeur maximale 5,7 \pm 0,9 Bq/kg sec en mai 2004) et le plutonium 239 dans 2 prélèvements (valeur maximale 0,36 \pm 0,10 Bq/kg sec en novembre 2004) ;

La présence de ces radionucléides s'explique par les retombées des essais nucléaires atmosphériques et de l'accident de Tchernobyl.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

V.9.1.f.2. Végétaux aquatiques

Des traces d'uranium 234 et d'uranium 238, isotopes de l'uranium naturel, ont été décelées dans les 2 prélèvements effectués en juin :

Tableau 109 : Résultats d'analyse des végétaux prélevés dans l'environnement du centre ANDRA de Soulaines

	Activités (Bq/kg frais)	
	²³⁴ U	²³⁸ U
La Voire à Chalette-sur-Voire	0,51 ± 0,09	0,49 ± 0,09
Les Noues-d'Amance à La-Ville-aux-	0,63 ± 0,11	0,57 ± 0,10

Dans le prélèvement effectué dans Les Noues-d'Amance, on relève également des traces d'actinium 228 : $3,2 \pm 1,0$ Bq/kg frais.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

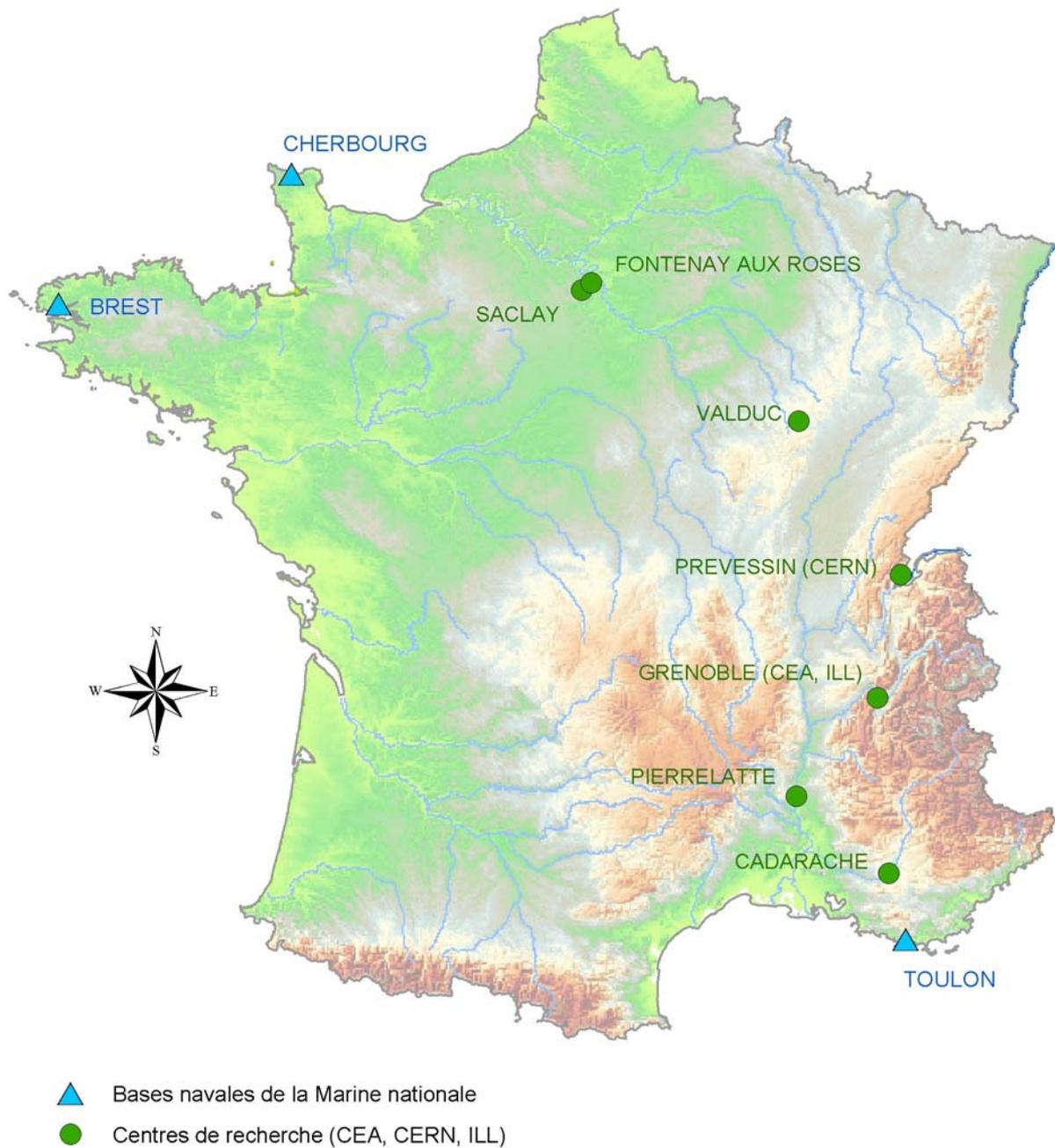
V.9.-1.g. LAIT DE VACHE

Dans le prélèvement annuel effectué en juin 2004 dans une ferme de La-Ville-aux-Bois, les activités relevées pour l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 sont restées inférieures à nos limites de détection. Des traces de strontium 90 ont été relevées : $0,061 \pm 0,010$ Bq/l.

V.9-2 CENTRE DE STOCKAGE DE LA MANCHE (50)

Voir les résultats de la surveillance du centre Cogema de la Hague au paragraphe V.8-1.

VI. LES RÉSULTATS DE LA SURVEILLANCE DES SITES NUCLEAIRES DE RECHERCHE & D'ÉTUDE ET DES BASES NAVALES NUCLEAIRES ET AUTRES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES



Carte 2 : Implantation des sites de recherches et autres industries surveillées

VI.1. LES CENTRES D'ÉTUDES

VI.1-1 CEN DE CADARACHE (13)

Créé en octobre 1959, le centre d'étude de Cadarache est implanté sur la commune de Saint-Paul-Lez-Durance, à une quarantaine de kilomètres au nord d'Aix-en-Provence. Les activités de ce centre sont réparties autour de plusieurs plateformes de recherche et développement technologiques essentiellement pour l'énergie nucléaire (fission et fusion) mais aussi pour les nouvelles technologies pour l'énergie (la biomasse, l'hydrogène) et les études sur les effets des rayonnements sur les plantes (écophysiologie végétale et microbiologie).

VI.1.-1.a. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, dans l'environnement du centre d'étude (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

VI.1.-1.b. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du centre d'étude.

VI.1.-1.c. EAUX DE SURFACE

Les analyses réalisées sur les eaux prélevées en amont et en aval du centre de Cadarache n'ont mis en évidence aucune activité anormale.

Tableau 110 : Résultats d'analyse de l'eau prélevée dans la Durance en amont du centre CEA de Cadarache (R0 63 DUM)

Résultats (prélèvement de septembre 2004)			
Eau filtrée	β global	Bq/l	< 0,096
	α global		< 0,025
	K	mg/l	1,0 \pm 0,1
	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	Bq/l	< 0,001
	⁹⁰ Sr		< 0,015

Tableau 111 : Résultats d'analyse de l'eau prélevée dans la Durance en aval du centre CEA de Cadarache (R4 63 DUV)

Résultats (prélèvement de septembre 2004)			
Eau filtrée	β global	Bq/l	< 0,1
	α global		< 0,025
	K	mg/l	1,1 \pm 0,1
Eau brute	¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs	Bq/l	< 0,1
	²³⁸ Pu		< 0,0014
	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu		< 0,001
	⁹⁰ Sr		< 0,015

VI.1.-1.d. SÉDIMENTS

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans le prélèvement trimestriel de sédiments de la Durance effectué en juin à St Paul Lez Durance : $1,6 \pm 0,6$ Bq/kg sec.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

VI.1.-1.e. LAIT DE CHÈVRE

Dans tous les prélèvements analysés en 2004 provenant d'une ferme à Rians, les activités relevées pour l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 sont restées inférieures à nos limites de détection. Une faible activité en strontium (méthode Sr + TR) a été décelée en septembre 2004 : $0,14 \pm 0,04$ Bq/l.

VI.1-2 CEN DE FONTENAY-AUX-ROSES (92)

Le CEA s'est établi au fort de Châtillon, qui fait partie des anciennes fortifications de Paris, en 1946, quelques mois après sa création. Pendant près de dix ans, Fontenay était au coeur des activités de recherche et de développement nucléaire en France, avec entre autres la première pile atomique française, Zoé, une usine pilote de retraitement, un atelier de concentration d'uranium, et des laboratoires d'analyses et de production de radionucléides.

Après s'être orienté vers la chimie du plutonium et des transuraniens, l'irradiation et l'examen de combustibles, la radio métallurgie et la fusion contrôlée, le CEA a stoppé en 1995 toute activité de recherche nucléaire à Fontenay. Ce centre est aujourd'hui tourné vers des recherches ciblées sur des thématiques à forts enjeux socio-économiques et de santé publique : radiobiologie et toxicologie, neuro virologie et maladie à prions, robotique et réalité virtuelle.

La surveillance de ce centre d'étude porte sur les aérosols, les eaux de pluies, les eaux usées et la dosimétrie environnementale (DTL et Téléray).

VI.1.-2.a. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, dans l'environnement du centre d'étude (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

VI.1.-2.b. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du centre d'étude.

VI.1.-2.c. EAUX USÉES

En vue de surveiller les rejets du CEN de Fontenay-aux-Roses, un prélèvement mensuel est réalisé dans les égouts de Châtillon. Une faible activité en tritium, proche de notre limite de détection, a été mesurée ponctuellement au mois de décembre 2004 : $0,14 \pm 0,04$ Bq/l.

VI.1-3 CEN DE GRENOBLE (38)

Le CEA y a réduit ses activités nucléaires. Ce site est désormais consacré au développement des micro et nanotechnologies. Installé au coeur d'un environnement scientifique, industriel et universitaire très riche, ses activités sont centrées sur les nouvelles technologies de l'énergie et les biotechnologies (piles à combustibles, nanoélectronique, matériaux et biopuces).

La surveillance du centre d'étude porte sur les aérosols, la dosimétrie environnementale, les eaux de pluies, les eaux de surface, les boues de décantation et les eaux souterraines.

VI.1.-3.a. AÉROSOLS ATMOSPHERIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, dans l'environnement du centre d'étude (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

VI.1.-3.b. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies à la station AS1, dans l'environnement du centre d'étude.

VI.1.-3.c. EAUX DE SURFACE

Les analyses réalisées dans les eaux de surface prélevées dans le Drac et dans l'Isère en amont et en aval du centre de Grenoble n'ont mis en évidence aucune activité anormale.

Tableau 112 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans l'Isère (R2 77 ISM), en amont du CEN de Grenoble

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
Eau filtrée	β global	-	< 0,20	-	0/12
	α global	< 0,036	0,054 \pm 0,015	0,046	3/4
	K (mg/l)	< 1,0	1,6 \pm 0,1	1,3	9/12

Tableau 113 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans l'Isère (R4 77 ISV), en aval du CEN de Grenoble

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
Eau filtrée	β global	< 0,086	< 0,20	-	0/12
	α global	-	< 0,037	-	0/4
	K (mg/l)	< 1,0	1,8 \pm 0,1	1,4	8/12

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

Tableau 114 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans le Drac (R3 77 DRV), en aval du CEN de Grenoble

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
Eau filtrée	β global	-	< 0,20	-	0/12
	K (mg/l)	< 1,0	5,4 \pm 0,3	-	3/12

Tableau 115 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans l'Isère (R 77 GNB), en aval du CEN de Grenoble, après confluence avec le Drac

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
Eau brute	Emetteurs gamma artificiels (^{60}Co , ^{134}Cs , ^{137}Cs)	-	< 0,085	-	0/4
Eau filtrée	^3H	-	< 11,0	-	0/4
	β global	-	< 0,12	-	0/4
	α global	-	0,034 \pm 0,01	-	1/4
	K (mg/l)	1,10 \pm 0,06	1,30 \pm 0,07	1,15	4/4

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

VI.1.-3.d. SÉDIMENTS

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans les 3 prélèvements de sédiments de l'Isère effectués en 2004 au niveau du barrage de Saint-Egrève avec une valeur maximale de $8,8 \pm 1,2$ Bq/kg sec dans celui prélevé en janvier.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

VI.1.-3.e. EAUX SOUTERRAINES (PUITS ET PIEZOMÈTRES)

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les 3 prélèvements d'eaux de piézomètres prélevées sur le centre d'étude.

VI.1-4 CEN DE PIERRELATTE - VALRHÔ (26)

Le CEA a créé le site de Pierrelatte en 1960 pour y construire une usine de séparation isotopique de l'uranium pour usage militaire. En 1976, le CEA a transféré les activités du site à caractère industriel à la COGEMA, mais a conservé des laboratoires et des unités pilotes situés dans la zone nord. En 1979, il a créé le Centre d'études nucléaires de la Vallée du Rhône (CEN Valrhô), comprenant ces installations et les installations de recherche et développement de Marcoule.

Implanté à Marcoule (30) et Pierrelatte (26), ce centre constitue donc un regroupement de compétences en R&D pour la gestion des combustibles usés, depuis les procédés de séparation, de traitement et de conditionnement des matières jusqu'à la conception d'installations d'entreposage. Les activités de recherche portent également sur les techniques d'assainissement et de démantèlement des installations nucléaires en fin de vie, la préparation de l'aval du cycle des combustibles des systèmes nucléaires du futur et la toxicologie nucléaire.

Pour les données, se reporter aux données des paragraphes V.6-2.

VI.1-5 CEN DE SACLAY (91)

Créé en 1947 dans l'Essonne pour le CEA, ce centre fait de la recherche fondamentale dans les domaines de la chimie, la physique, la biologie et la métallurgie. Dans le domaine de la recherche appliquée, le centre étudie des combustibles et participe au développement des technologies de séparation isotopique ainsi qu'au développement de divers types de réacteurs. Il a enfin joué un rôle important dans le développement de la propulsion des sous-marins et la fabrication de radionucléides.

L'environnement proche du centre d'études nucléaires (CEN) de Saclay fait l'objet d'une surveillance type (DTL - Téléray - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux de surface et sédiments dans le milieu récepteur des effluents liquides, eaux souterraines).

VI.1.-5.a. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

VI.1.-5.b. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, dans l'environnement du centre d'étude (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

VI.1.-5.c. EAUX DE PLUIES

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies recueillies au sein du centre d'étude. Une seule activité significative, proche de nos limites de détection, a pu être mise en évidence au mois de juin pour le tritium : $12,0 \pm 2,2$ Bq/l.

VI.1.-5.d. EAUX DE SURFACE

Dans le cadre de la surveillance du centre d'études nucléaires du CEA de Saclay, des prélèvements ponctuels d'eau de surface sont réalisés mensuellement ou semestriellement dans l'environnement du site.

En champ proche, 3 prélèvements sont réalisés dans le milieu récepteur des rejets du centre :

- A l'aqueduc des mineurs (W1.23) ;
- Dans l'étang vieux (W2.23) ;
- Dans l'étang neuf (R3.23).

Sur ces prélèvements, les analyses ont révélé des activités en tritium systématiquement significatives. Ces activités sont plus élevées à proximité du point de rejet (aqueduc des mineurs W2-23) et plus faibles du côté de l'étang neuf, situé à l'opposé. Ces activités sont du même ordre de grandeur que celles mesurées les années précédentes.

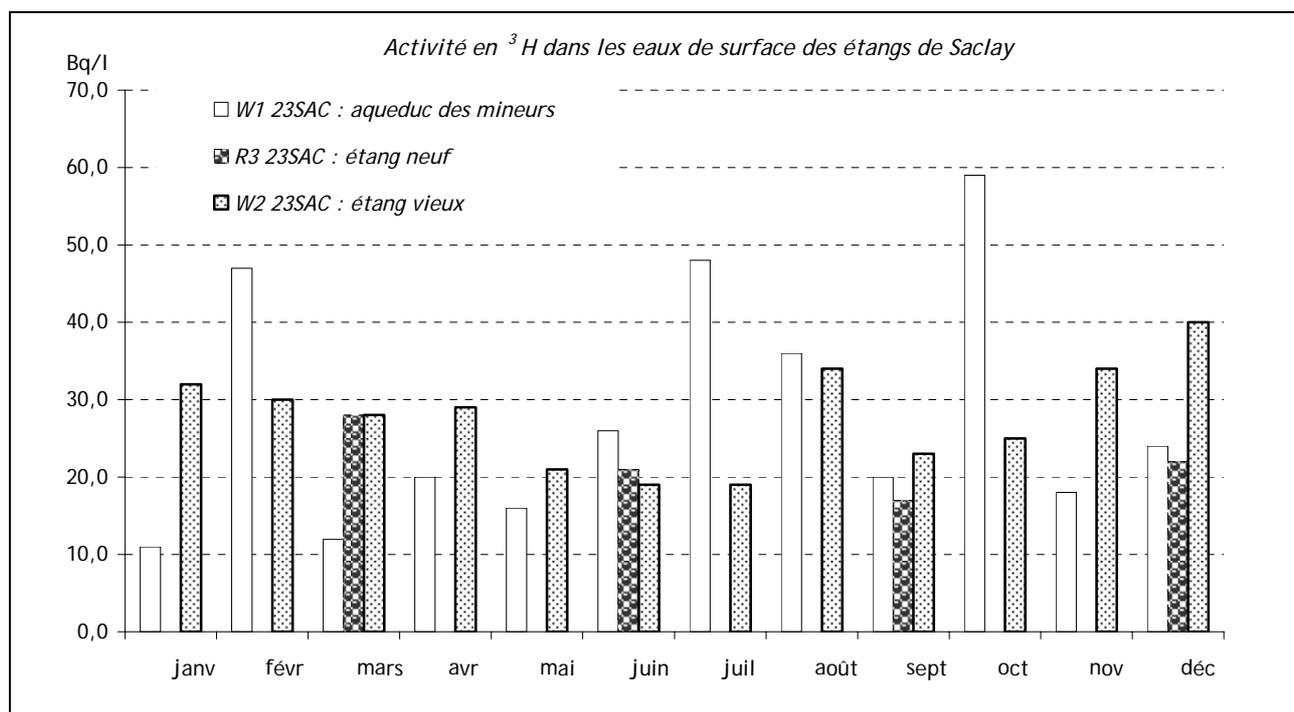


Figure 48 : Activité en ^3H mesurée dans les eaux de surface des étangs de Saclay

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

Plusieurs autres prélèvements sont réalisés semestriellement en des points plus éloignés du CEN de Saclay :

- Dans l'Yvette (Orsay) ;
- Dans la Remarde ;
- Dans les étangs de St Quentin.

Pour ces trois points, aucune activité n'a été mise en évidence au dessus de nos limites de détection.

VI.1.-5.e. SÉDIMENTS

En complément des prélèvements d'eaux, un prélèvement trimestriel de sédiment est réalisé dans l'étang vieux.

L'analyse de ce sédiment a révélé la présence systématique de traces de césium 137. Le marquage actuel du milieu récepteur des rejets liquides du centre par ce radionucléide artificiel s'explique essentiellement par d'anciens rejets radioactifs, les retombées des anciens tirs aériens. Les rejets actuels du CEN ne permettent pas d'expliquer les activités maximales mesurées : 61 ± 5 Bq/kg sec pour le mois d'août 2004. Ces activités sont du même ordre de grandeur que celles mesurées les années précédentes.

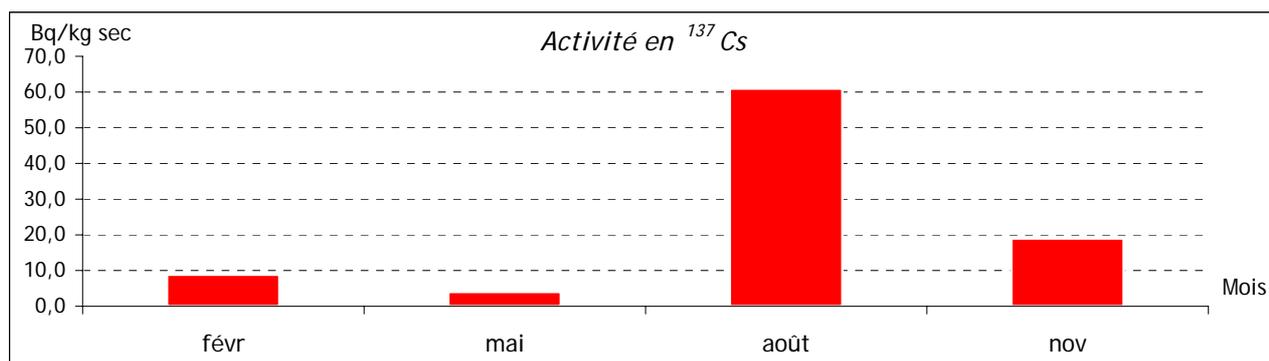


Figure 49: Activité en ^{137}Cs mesurée dans les sédiments de l'étang vieux - CEN de Saclay (SR 23 SAC)

Ponctuellement, des activités significatives ont été mesurées pour 3 autres radionucléides artificiels :

- ^{60}Co : $1,4 \pm 0,4$ Bq/kg sec en août 2004 ;
- ^{238}Pu : $0,32 \pm 0,08$ Bq/kg sec en mai 2004 ;
- $^{239+240}\text{Pu}$: dans deux prélèvements avec une valeur maximale dans celui de mai ($0,73 \pm 0,13$ Bq/kg sec).

Leur présence s'explique également par les anciens rejets liquides du CEN de Saclay.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

VI.1.-5.f. EAUX SOUTERRAINES

Des prélèvements d'eaux de nappe phréatique sont réalisés semestriellement à 3 piézomètres situés dans l'enceinte du CEN de Saclay. Les analyses réalisées en 2004 ont révélé un marquage en tritium identique aux années précédentes. Il est imputable indirectement aux rejets, essentiellement sous forme liquide du CEN.

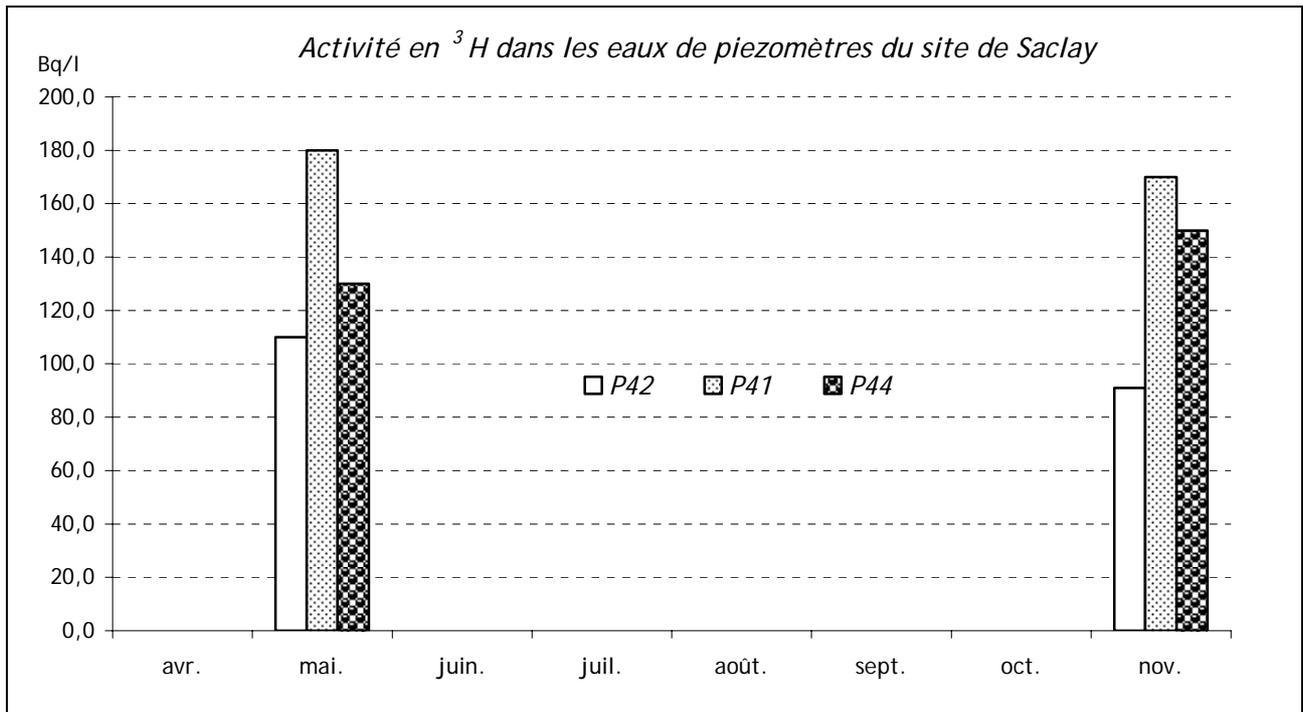


Figure 50 : Activité en ³H mesurée dans les eaux souterraines prélevées sous le site de Saclay

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

VI.1.-5.g. LAIT DE VACHE

Dans tous les prélèvements analysés en 2004 provenant d'une ferme à Jouy-en-Josas, les activités relevées pour l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 et les activités en strontium (méthode Sr + TR) sont restées inférieures à nos limites de détection.

VI.1-6 CEN DE VALDUC (21)

Depuis 1957, le centre du CEA de Valduc, situé à 45 km au nord-ouest de Dijon, est exclusivement dédié aux études et développements technologiques sur les matériaux nucléaires des armes nécessaires à la force de dissuasion française. De la recherche à la fabrication des composants nucléaires de l'arme, les spécialistes de ce centre se chargent également de la maintenance des têtes nucléaires et de leur démantèlement.

Les rejets du site sont caractérisés principalement par des activités importantes en tritium, mesuré sur le site même et dans son environnement proche. Les cibles principales de ces rejets, sous forme gazeuse ou liquide, sont les eaux de surfaces et les eaux de nappe qui alimentent les communes alentours en eau potable. Une attention particulière a donc été portée sur la mesure de ce radionucléide.

L'environnement proche du centre d'études nucléaires (le CEN de Valduc fait l'objet d'une surveillance par : DTL - Télecay - aérosols, eaux de pluies et lait de ferme prélevés sous les vents dominants - eaux de surface et eaux souterraines).

Des mesures sont réalisées mensuellement sur des eaux de pluie, des eaux de surfaces et des eaux de nappe phréatique.

VI.1.-6.a. ECHANTILLONS PRÉLEVÉS SUR LE SITE DU CEA

VI.1.6.a.1. Eaux

Des prélèvements d'eaux sont réalisés semestriellement dans le ruisseau le Noirveau et le Grand étang.

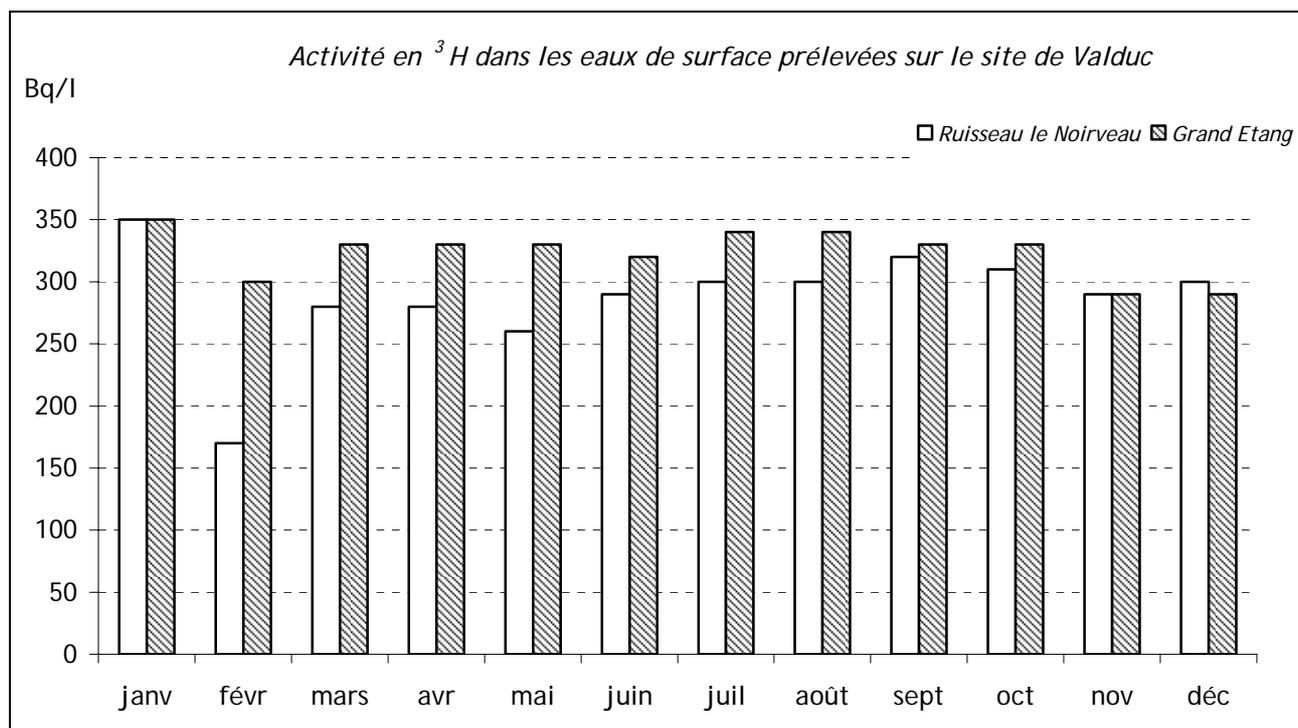


Figure 51 : Activité en ^3H mesurée dans les eaux prélevées sur le site de Valduc

VI.1.6.a.1.1. Ruisseau « le Noirveau »

Les activités mesurées sont comprises entre 250 et 350 Bq/l, à l'exception du mois de février où un minimum de 160 Bq/l a été mesuré. L'activité la plus importante a été mesurée au mois de janvier (350 Bq/l).

VI.1.6.a.1.2. Grand étang

Les activités mesurées dans le grand étang sont comprises entre 280 et 300 Bq/l, avec un maximum enregistré au mois de janvier et des minima aux mois de février, novembre, et décembre.

La comparaison des niveaux d'activité des eaux du grand bassin et de la rivière Noirveau, son exutoire, ne montre pas de différence significative. Néanmoins, les activités mesurées plus en aval, hors du site dans la Douix qui rejoint l'Ignon (voir paragraphe suivant « environnement proche du site »), montrent une diminution d'activité d'un facteur 10 environ, probablement due à une dilution des eaux de surfaces durant le trajet le long du réseau hydrographique.

VI.1.-6.b. EAUX SOUTERRAINES

Des prélèvements d'eaux de nappes phréatiques sont réalisés mensuellement, en deux points différents au point D13, nappe supérieure et D1 bis, nappe inférieure.

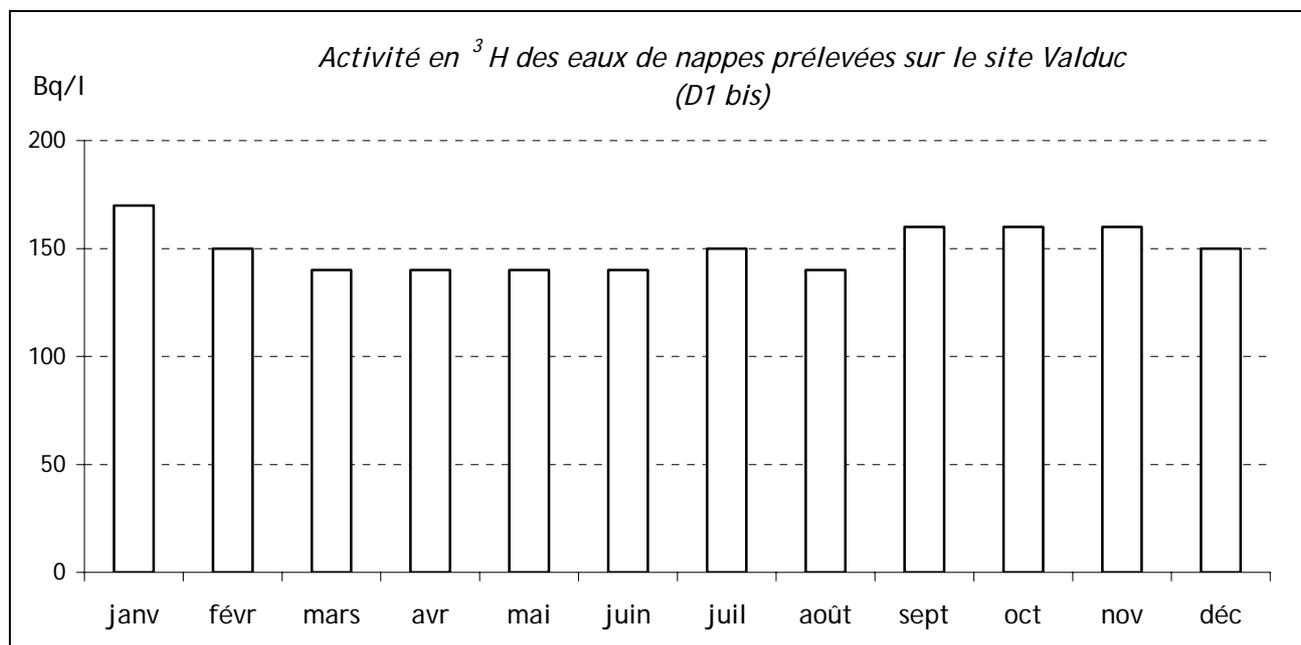


Figure 52 : Activité en ³H mesurée dans les eaux souterraines prélevées dans l'environnement sur le site de Valduc (1)

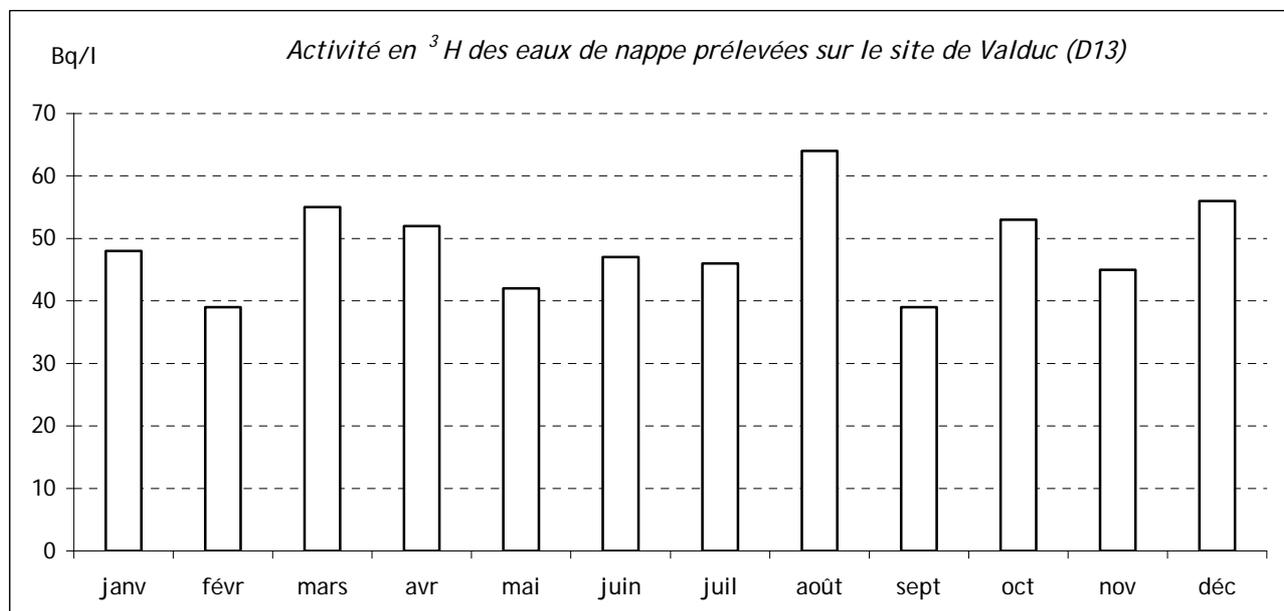


Figure 53 : Activité en ³H mesurée dans les eaux souterraines prélevées dans l'environnement sur le site de Valduc (2)

Les activités mesurées au point D1 bis sont supérieures à celles mesurées au point D 13 d'un facteur 4 environ. Le marquage plus important de la nappe inférieure pourrait s'expliquer par la présence, à proximité du point de prélèvement du cours d'eau « le Noirveau », qui présente des activités en tritium relativement élevées.

VI.1.-6.c. RAYONNEMENTS GAMMA AMBIANT (DTL-TÉLÉRAY)

Aucune activité anormale n'a été enregistrée par les dosimètres thermoluminescents environnants ou par la balise Téléray implantée sous les vents dominants de l'installation (voir données au paragraphe VIII.1).

VI.1.-6.d. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, dans l'environnement du centre d'étude (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

VI.1.-6.e. EAU DE PLUIE

Un collecteur d'eau de pluie est présent sur le site. L'activité tritium est mesurée mensuellement.

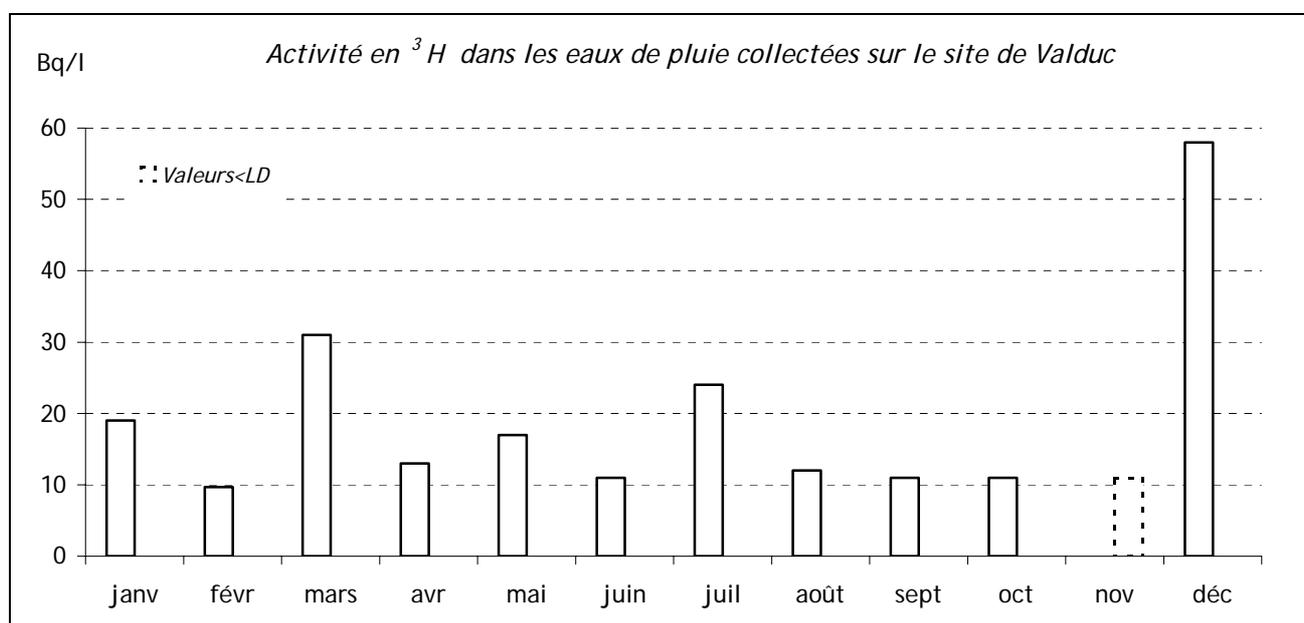


Figure 54 : Activité en ^3H mesurée dans les eaux de pluies recueillies sur le site de Valduc (1)

Les activités sont comprises entre 10 et 60 Bq/l avec un maximum enregistré au mois de décembre. Aucune activité n'a été mesurée au dessus de notre limite de détection au mois de novembre.

Ces résultats montrent qu'il existe un rejet atmosphérique tritié tout au long de l'année de l'installation de Valduc. N'ayant pas de précision sur l'occurrence des épisodes pluvieux, il n'est pas possible de statuer sur la régularité ou non de ces rejets. Il existe donc certainement une contribution au marquage des eaux de surface par les retombées atmosphériques, notamment dues aux précipitations.

NB : Une recherche des produits de fissions et d'activation est également effectuée sur les eaux de pluies, mais aucune activité n'a été mesurée au dessus de nos limites de détection.

VI.1.-6.f. ECHANTILLONS PRÉLEVÉS DANS L'ENVIRONNEMENT PROCHE DU SITE CEA

Des prélèvements d'eaux de rivière et de nappe phréatique sont réalisés semestriellement dans environ 8 communes situées dans l'environnement proche du site CEA de Valduc. Pour ces derniers, seuls les résultats de mesures tritium sont présentés ci après.

VI.1.6.f.1. Eaux de rivières

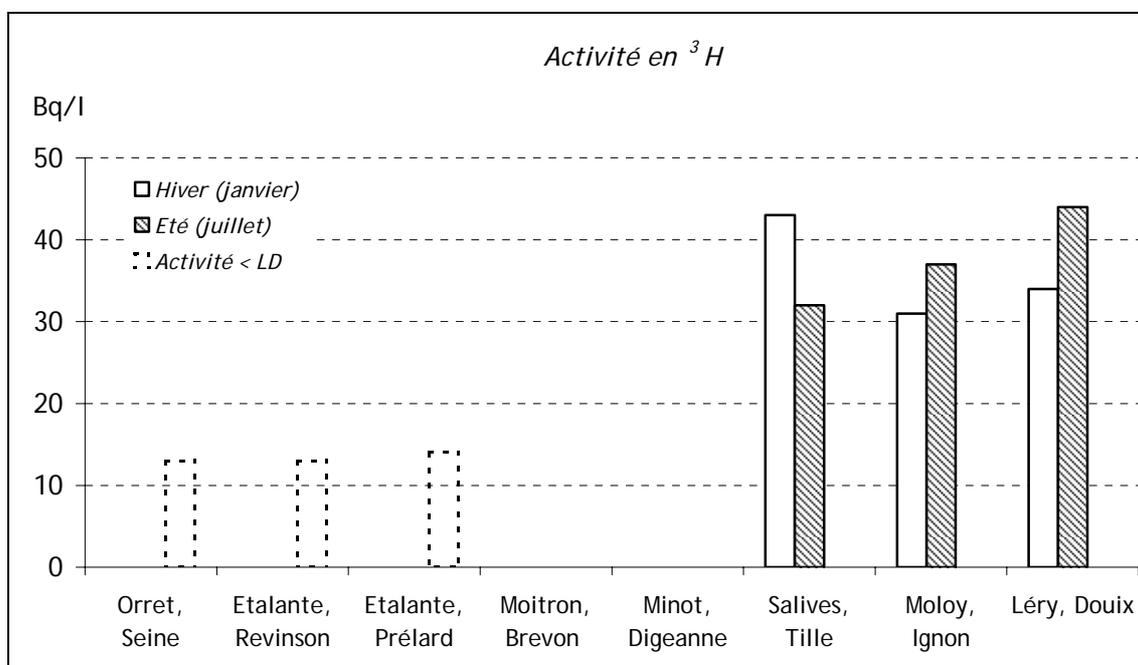


Figure 55 : Activité en ^3H mesurée dans les eaux prélevées dans les communes proches du CEN de Valduc

Les activités maximales, comprises entre 30 et 50 Bq/l ont été mesurées à Salives dans la Tille, Moly dans l'Ignon et à Léry dans la Douix, communes situées sur le même bassin versant et les plus proches du site.

En ce qui concerne la Tille à Salives, cette contamination surfacique peut être due soit aux retombées atmosphériques ou par résurgence des nappes contaminées.

En ce qui concerne les communes de Moly et de Léry, la contamination des cours d'eau semble directement liée au ruisseau Noirveau qui se jette dans la Douix qui rejoint lui-même l'Ignon (voir paragraphe « site de Valduc »). On constate une légère diminution de la contamination entre ces deux cours d'eau, qui semble confirmer l'hypothèse émise précédemment de dilution progressive des eaux de surface.

Aucun prélèvement n'a été reçu pour les communes de Moitron et Minot.

Dans les Communes d'Orret et Etalante, aucune valeur n'a été mesurée au dessus de notre limite de détection.

VI.1.6.f.2. Eaux souterraines

Des prélèvements d'eau de nappe sont réalisés semestriellement dans 7 communes différentes.

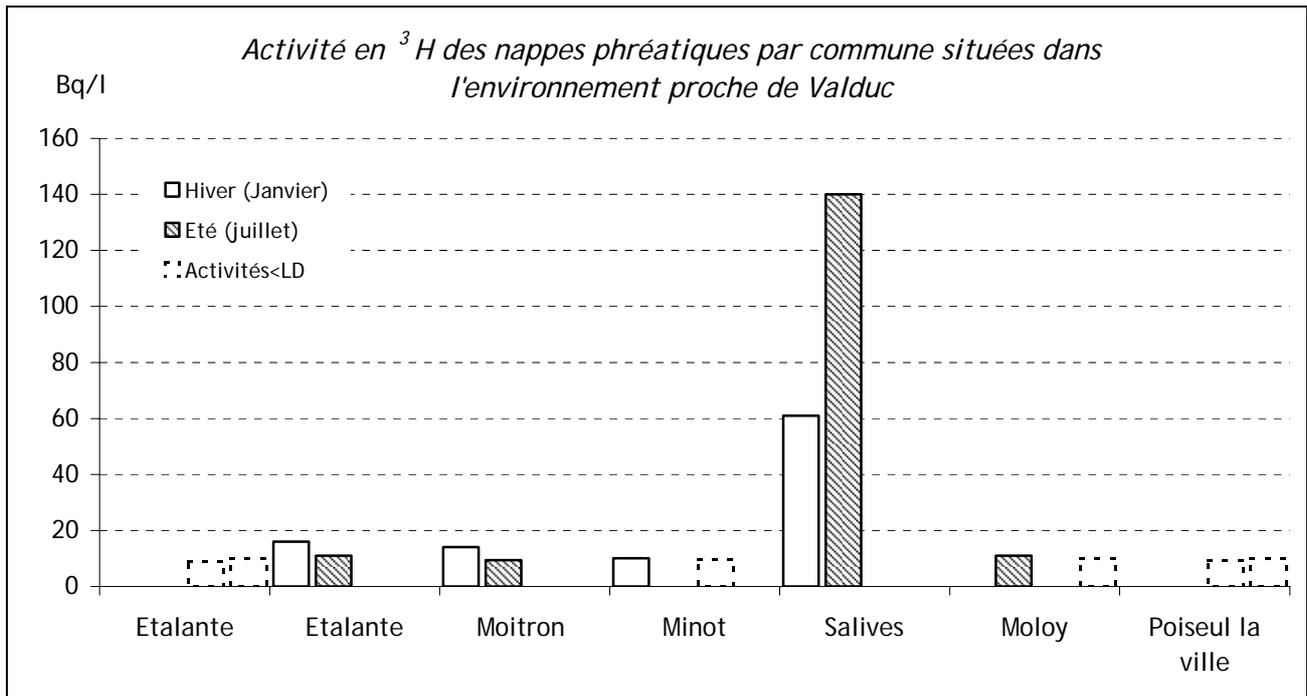


Figure 56 : Activité en ³H mesurée dans les eaux souterraines prélevées dans les communes proches du CEN de Valduc

Les activités les plus importantes ont été mesurées dans la commune de Salives. On retrouve une différence saisonnière très nette à cet endroit, avec un marquage plus évident l'été. Cette différence n'est pas observable dans les autres communes, où les activités mesurées sont proches des limites de détection, quelle que soit la saison.

Les activités les plus importantes pour les deux milieux impactés, eaux de surface et nappe phréatique ont été mesurées à Salives, les activités mesurées en été dans la nappe sont supérieures à celles mesurées dans la rivière, cette différence est nettement moins nette en hiver.

A Moly et Léry la situation est inverse, les eaux de rivière sont nettement plus contaminées en tritium que les eaux de nappe.

VI.1.6.f.3. Lait de vache

Dans tous les prélèvements analysés en 2004 provenant d'une ferme à Larçon :

- les activités relevées pour l'iode 131, le césium 134 et le césium 137 et les activités en strontium (méthode Sr + TR) sont restées inférieures à nos limites de détection ;
- une faible activité en tritium a été décelée. Les valeurs relevées vont de 23 ± 3 Bq/l à 38 ± 3 Bq/l avec une moyenne de 29 Bq/l.

VI.1.6.f.4. Synthèse

Les résultats de mesure montrent un marquage des eaux de surface et de nappe phréatique selon deux processus :

- Marquage des eaux par retombées atmosphériques, notamment dues aux précipitations comme le confirment les activités mesurées dans les eaux de pluies.
- Marquage par les eaux des nappes phréatiques et des cours d'eau du site (grand étang et ruisseau le Noirveau). Certains cours d'eaux peuvent également être marqués par résurgence des nappes phréatiques contaminées. L'activité des eaux diminue par dilution le long du réseau hydrographique avec une dilution maximale dans l'exutoire final.

En ce qui concerne la variation des niveaux de tritium mesurés dans l'environnement, on aurait pu s'attendre à une différence d'activité mesurée selon la saison (été/hiver), avec une activité plus faible en hiver liée à une dilution par augmentation des précipitations et du débit des cours d'eau. Néanmoins aucune différence significative n'a été mise en évidence pour l'année 2004, par rapport aux années précédentes.

VI.1-7 CERN - PREVESSIN (01)

L'organisation européenne pour la recherche nucléaire communément désignée par l'abréviation CERN est une institution intergouvernementale européenne créée par la convention signée à Paris le 1^{er} juillet 1953 et révisée depuis. Le CERN est situé sur les territoires suisses et français. La partie française est située sur Prévessin. Le CERN utilise principalement les accélérateurs d'électrons, positrons, protons et ions lourds. La circulation des particules accélérées et les collisions entre les particules et les cibles génèrent des rayonnements de haute énergie qui peuvent activer les matériaux qu'ils traversent. Le tritium est parmi les produits d'activation. Quelques structures sont construites en uranium appauvri.

La surveillance du site du CERN consiste en l'analyse de filtres aérosols, d'eaux de pluies et d'eaux souterraines.

VI.1.-7.a. AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

Aucune activité anormale n'a été décelée sur les filtres aérosols prélevés quotidiennement à la station AS1, sous les vents dominants du centre de recherche (voir données au paragraphe VIII.2.-1.b).

VI.1.-7.b. EAUX DE PLUIES

L'analyse des eaux de pluies recueillies dans l'environnement français du CERN est effectuée à un rythme mensuel.

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux de pluies prélevées à proximité du centre de recherche.

VI.1.-7.c. EAUX SOUTERRAINES

Des prélèvements d'eaux sont effectués semestriellement dans un piézomètre.

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux souterraines prélevées à proximité du centre de recherche.

Tableau 116 : Résultats d'analyse des eaux du puits P 612 prélevées dans l'environnement du CERN

		Résultats dans l'eau brute		
		Min.	Max.	Moyenne
³ H	Bq/l	-	< 9,6	-
⁷ Be		-	< 1,5	-
²² Na		-	< 0,15	-
K	mg/l	3,1 ± 0,2	4,0 ± 0,2	2,1

VI.1-8 INSTITUT LAUE LANGEVIN - GRENOBLE (38)

L'Institut Laue-Langevin, fondé en janvier 1967 sous l'impulsion de l'Allemagne, de la France et du Royaume-Uni, avait pour objectif de concevoir une source de neutrons très intense entièrement dédiée à la recherche fondamentale civile. L'ILL est un organisme de recherche international, leader mondial en sciences et techniques neutroniques, implanté sur le polygone scientifique de Grenoble. Plus de 800 expériences y sont effectuées chaque année, et environ 1500 chercheurs viennent y réaliser leurs programmes, sélectionnés par un comité scientifique.

VI.1.-8.a. EAUX

Aucune activité anormale n'a été décelée dans les eaux prélevées à proximité de l'Institut.

VI.2. LES BASES NAVALES NUCLEAIRES

Trois ports de métropole abritent des bases navales nucléaires. Les ports militaires sont intégrés au sein d'agglomérations importantes (Toulon : 400 000 hab., Brest : 200 000 hab. ; Cherbourg : 80 000 hab.). Les infrastructures portuaires comprenant des installations à vocation nucléaire imposent une maîtrise absolue de l'impact des activités menées dans les arsenaux, d'autant plus que ces ports s'ouvrent sur des rades, qui sont toujours des écosystèmes délicats.

A ce titre, la Marine Nationale possède des laboratoires spécialisés dans la surveillance radiologique qui prélèvent et analysent des échantillons d'origines terrestre, atmosphérique et marine collectés dans l'environnement des ports. En marge de ces programmes de surveillance, des analyses de radioactivité sont donc également effectuées par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, mais uniquement sur des échantillons environnementaux d'origine marine (sédiments, poissons, mollusques, algues).

VI.2-1 BREST (29)

VI.2.-1.a. EAUX DE MER

La surveillance des eaux de mer prélevées chaque trimestre dans la grande rade de Brest n'a mis en évidence aucune activité anormale au dessus des limites de détection.

Tableau 117 : Résultats d'analyse des eaux de mer prélevées dans la grande rade de Brest (M 122 MN)

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
Eau brute	Emetteurs gamma artificiels (^{60}Co , ^{134}Cs , ^{137}Cs)	-	< 0,039	-	0/12
	^3H	-	< 9,0	-	0/4
	β global	10 \pm 1	13 \pm 1	12	4/4
	K (mg/l)	370 \pm 19	470 \pm 24	430	4/4

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

VI.2.-1.b. SÉDIMENTS MARINS

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans tous les prélèvements trimestriels de sédiments marins provenant de l'Anse du Fret dans la grande rade de Brest :

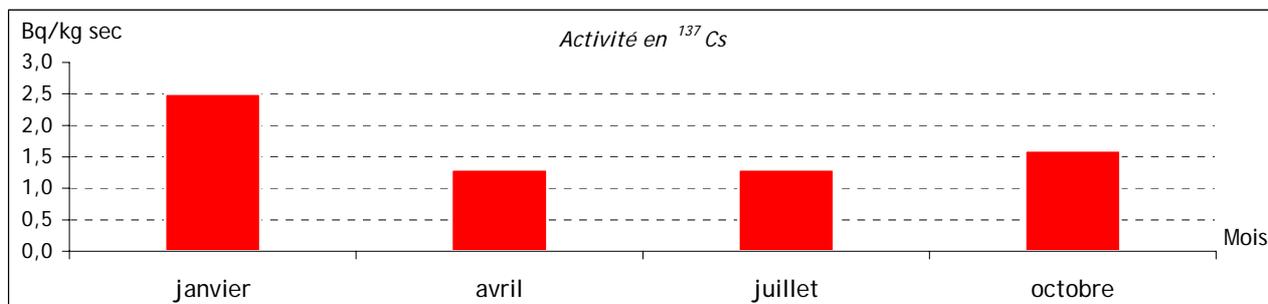


Figure 57 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les sédiments marins prélevés dans la rade de Brest (SM 111 MN)

Ces activités sont du même ordre de grandeur que celles des années précédentes. Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

VI.2.-1.c. FAUNE ET FLORE MARINE

Des prélèvements annuels de poissons, mollusques, crustacés et algues sont effectués en différents points de la grande rade de Brest.

VI.2.1.c.1. Poissons

Toutes les activités des radionucléides mesurés dans un échantillon de soles du Banc du Caro, de congres de la rade et deux échantillons de labres et roussettes prélevés à la bouée du Renard sont restées inférieures à nos limites de détection.

VI.2.1.c.2. Mollusques et crustacés

Toutes les activités des radionucléides mesurés dans un échantillon de moules de la Pointe de Lanvéoc, d'huîtres de Logonna Daoulas et de tourteaux de la rade sont restées inférieures à nos limites de détection.

VI.2.1.c.3. Algues

Toutes les activités des radionucléides mesurés dans un échantillon de Fucus Serratus provenant de la zone Le Fret sont restées inférieures à nos limites de détection

VI.2-2 CHERBOURG (50)

VI.2.-2.a. EAUX DE MER

La surveillance des eaux de mer prélevées chaque trimestre dans la grande rade de Cherbourg n'a mis en évidence aucune activité anormale au dessus des limites de détection. Seule une activité significative en tritium, proche de nos limites de détection a pu être mesurée au troisième trimestre.

Tableau 118 : Résultats d'analyse des eaux de mer prélevées dans la grande rade de Cherbourg (M 109 MN)

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
Eau brute	Emetteurs gamma artificiels (^{60}Co , ^{134}Cs , ^{137}Cs)	-	< 0,039	-	0/12
	^3H	< 9,0	9,5 ± 2	-	1/4
	β global	10 ± 1	11 ± 1	11	4/4
	K (mg/l)	390 ± 20	440 ± 22	410	4/4

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

VI.2.-2.b. SÉDIMENTS MARINS

Des traces de plutonium 239+240 et d'américium 241, radionucléides artificiels, ont été décelées dans tous les prélèvements trimestriels de sédiments marins effectués à La Saline dans la grande rade de Cherbourg :

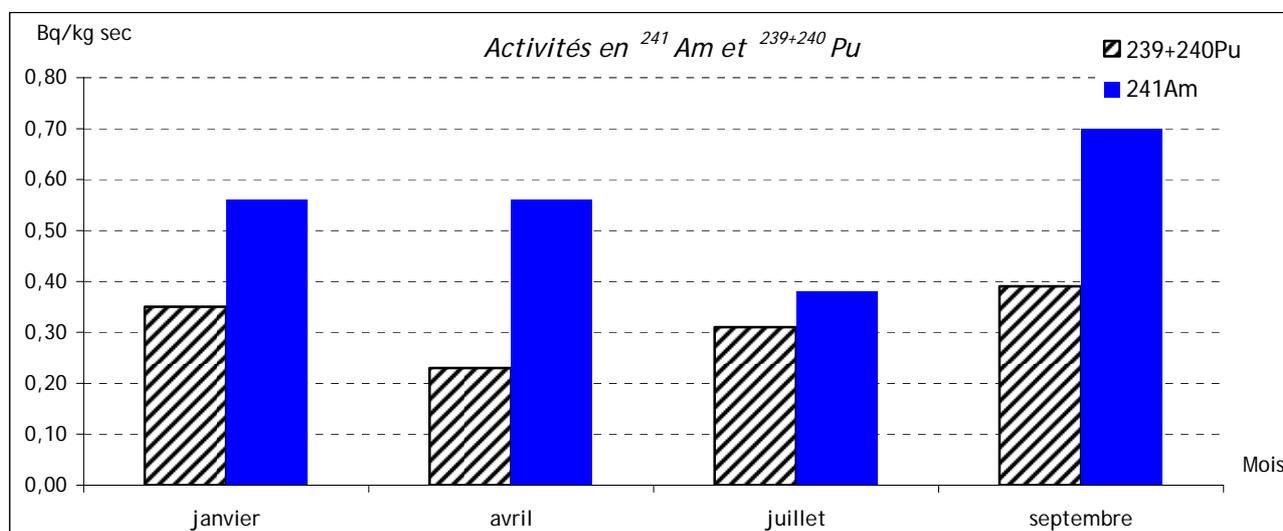


Figure 58 : Activités en Pu 239+240 et Am 241 mesurées dans les sédiments marins prélevés dans la rade de Cherbourg (SM 109 MN)

De faibles activités ont été relevées pour trois autres radionucléides artificiels :

- le césium 137 dans 2 prélèvements avec une valeur maximale dans celui de janvier 2004 : $0,56 \pm 0,28$ Bq/kg sec ;
- le plutonium 238 dans 2 prélèvements avec une valeur maximale dans celui de septembre 2004 : $0,27 \pm 0,09$ Bq/kg sec ;
- le plutonium 241 dans 2 prélèvements avec une valeur maximale dans celui d'avril 2004 : $9,4 \pm 4,3$ Bq/kg sec.

La présence de ces radionucléides artificiels est due principalement aux rejets de l'installation de Cogema La Hague.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

VI.2.-2.c. FAUNE ET FLORE MARINE

Des prélèvements annuels de poissons, mollusques, crustacés et algues sont effectués en différents points de la grande rade de Cherbourg.

VI.2.2.c.1. Poissons

Les activités des radionucléides artificiels mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

VI.2.2.c.2. Mollusques

Des traces de radionucléides artificiels ont été décelées dans l'échantillon de coquilles Saint-Jacques prélevé en mars dans la zone 5 de la grande rade :

Tableau 119 : Résultats d'analyse des mollusques prélevés dans la rade de Cherbourg

Activités (Bq/kg frais)		
²³⁸ Pu	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	²⁴¹ Am
0,013 ± 0,003	0,029 ± 0,006	0,020 ± 0,004

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

VI.2.2.c.3. Crustacés

Des traces de radionucléides artificiels ont été décelées dans l'échantillon d'araignées de mer prélevé en juin à Nacqueville :

Tableau 120 : Résultats d'analyse des crustacés de Cherbourg

Activités (Bq/kg frais)			
⁶⁰ Co	²³⁸ Pu	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	²⁴¹ Am
0,89 ± 0,15	0,0047 ± 0,0016	0,0069 ± 0,0020	0,0087 ± 0,0031

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

VI.2.2.c.4. Algues

Des prélèvements d'Ulves et de Fucus Serratus sont effectués à La Saline.

La présence d'américium 241, radionucléide artificiel, a été décelée dans l'échantillon d'ulves prélevé en avril : 0,0069 ± 0,0025 Bq/kg frais

La présence de radionucléides artificiels a été décelée dans l'échantillon de Fucus Serratus prélevé en avril :

Tableau 121 : Résultats d'analyse des algues (Fucus Serratus) de Cherbourg

Activités (Bq/kg frais)					
⁶⁰ Co	¹²⁹ I	²³⁸ Pu	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	²⁴¹ Am	²⁴¹ Pu
0,21 ± 0,06	2,2 ± 0,7	0,010 ± 0,002	0,018 ± 0,003	0,008 ± 0,003	0,17 ± 0,06

Dans ces deux espèces d'algues, les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

VI.2-3 TOULON (83)

VI.2.-3.a. EAUX DE MER

La surveillance des eaux de mer prélevées chaque trimestre dans la grande rade de Toulon n'a mis en évidence aucune activité anormale au dessus des limites de détection.

Tableau 122 : Résultats d'analyse des eaux de mer prélevées dans la grande rade de Toulon (M 111 MN)

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
Eau brute	Emetteurs gamma artificiels (⁶⁰ Co, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs)	-	< 0,027	-	0/12
	³ H	-	< 9,0	-	1/4
	β global	11 ± 1	12 ± 1	11	4/4
	K (mg/l)	340 ± 17	400 ± 20	380	4/4

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

VI.2.-3.b. SÉDIMENTS MARINS

Dans tous les prélèvements trimestriels de sédiments marins effectués à la Tour Royale dans la grande rade de Toulon, les activités de tous les radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

VI.2.-3.c. FAUNE ET FLORE MARINE

Des prélèvements annuels de poissons, mollusques et algues sont effectués à la Tour Royale dans la grande rade de Toulon. Un prélèvement annuel de poissons provenant de la ferme marine du Site du Lazaret est également transmis.

VI.2.3.c.1. Poissons

Toutes les activités des radionucléides mesurés dans l'échantillon de mulets de la Tour Royale et de loups de la ferme marine du Site du Lazaret sont restées inférieures à nos limites de détection.

VI.2.3.c.2. Mollusques

Toutes les activités des radionucléides mesurés dans l'échantillon de moules de la Tour Royale sont restées inférieures à nos limites de détection.

VI.2.3.c.3. Algues

Toutes les activités des radionucléides mesurés dans l'échantillon de posidonies de la Tour Royale sont restées inférieures à nos limites de détection.

Page intentionnellement blanche

VII. LES RÉSULTATS DE LA SURVEILLANCE DES REJETS RADIOACTIFS DES SERVICES DE MEDECINES NUCLEAIRE

VII.1. UTILISATION DES RADIONUCLEIDES PAR LA MEDECINE NUCLEAIRE

Les services de médecine nucléaire ont pour vocation de déceler et/ou soigner les affections tumorales. Deux grandes pratiques faisant appel à l'utilisation de radioisotopes peuvent être distinguées dans ces établissements :

- **Le diagnostic fonctionnel** : l'objectif est l'exploration fonctionnelle de certains organes (dans ce cas, le radionucléide majoritairement mis en œuvre est le technétium 99 métastable) dans l'objectif de réaliser de l'imagerie.
- **La radiothérapie métabolique** : l'objectif est la destruction, par irradiation, des tissus pathologiques (dans ce cas, l'iode 131 est le radionucléide le plus largement utilisé).

Ces actes diagnostiques ou curatifs prodigués à des patients sont réalisés à l'aide de radionucléides à demi-vie courte, mis en œuvre sous la forme de sources non scellées (gélules ou liquides). Les radionucléides les plus couramment utilisés sont les deux isotopes cités : le technétium 99 métastable (^{99m}Tc) et l'iode 131 (^{131}I).

Ces radionucléides, après avoir été administrés par injection ou ingestion, sont éliminés par les voies naturelles des patients (urines, selles, salive, sueur). Ainsi, une partie des effluents produits par un hôpital intégrant un service de médecine nucléaire, peut contenir des urines ou des selles marquées par de la radioactivité.

Bien qu'une réglementation impose le stockage systématique des urines en provenance des chambres réservées aux patients subissant une radiothérapie à l'iode 131, des selles, non stockées à l'hôpital en raison de leur potentiel d'induction de maladies nosocomiales, marquées elles aussi, peuvent rejoindre le réseau d'assainissement.

C'est suite à une détection inattendue d'iode 131 dans une rivière que l'IRSN a décidé la mise en place du réseau Téléhydro pour évaluer et caractériser cette radioactivité.

VII.2. LE RÉSEAU TÉLÉHYDRO

Depuis 2000, le réseau Téléhydro réalise des mesures radiologiques en continu dans les eaux usées de grandes villes françaises. Les 9 sondes du réseau actuel sont implantées à l'entrée de stations de traitement et d'épuration des eaux usées, points de collecte stratégiques de l'ensemble des eaux usées d'une agglomération avant tout traitement. Ces sondes sont composées d'un détecteur NaI (iodure de sodium) et d'un système d'acquisition permettant la détection du rayonnement gamma et l'identification des radionucléides en fonction de l'énergie du rayonnement qu'ils émettent (spectrométrie gamma).



Photos d'une station Téléhydro (vue générale et détail de la sonde)



Carte 3 : Implantation des stations Téléhydro

VII.2-1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Les résultats permettent d'obtenir un taux de comptage exprimé en coups par seconde. Ce comptage est la somme des coups enregistrés dans l'ensemble de la fenêtre d'énergie du rayonnement gamma (naturel et artificiel).

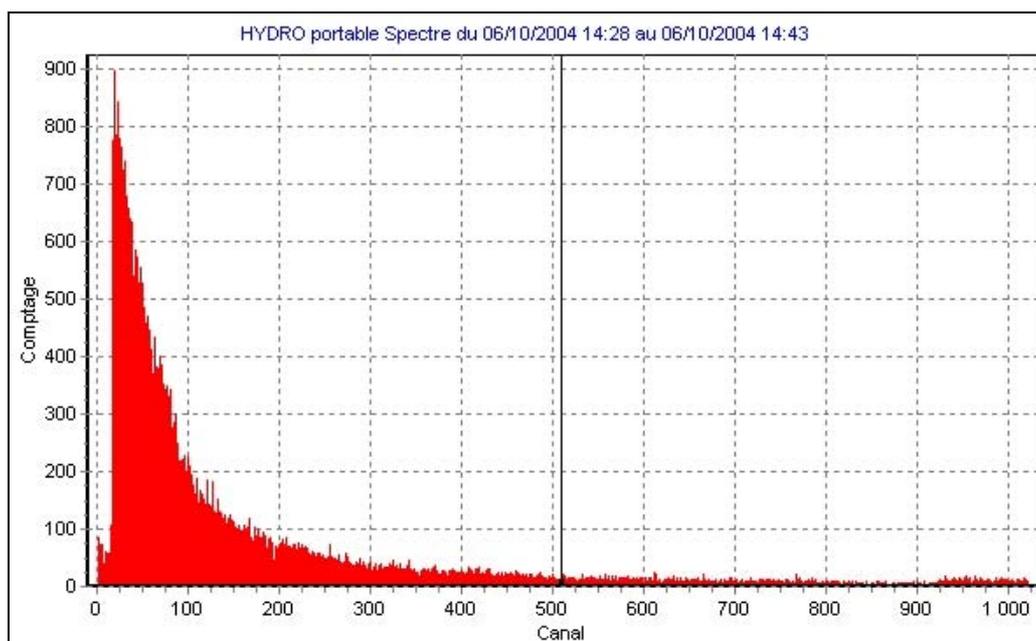


Figure 59 : Spectre acquis dans les eaux usées de la station d'épuration de la Grange David (Tours) représentant le rayonnement gamma naturel (15 minutes d'intégration)

A partir de ce comptage global et des pics éventuellement détectés dans le spectre, il est possible de déterminer les activités volumiques de l'iode 131 et du technétium 99 métastable. Cette détermination s'effectue par le calcul de l'aire nette du pic considéré, témoignant de la présence d'un radionucléide, après soustraction du bruit de fond naturellement présent.

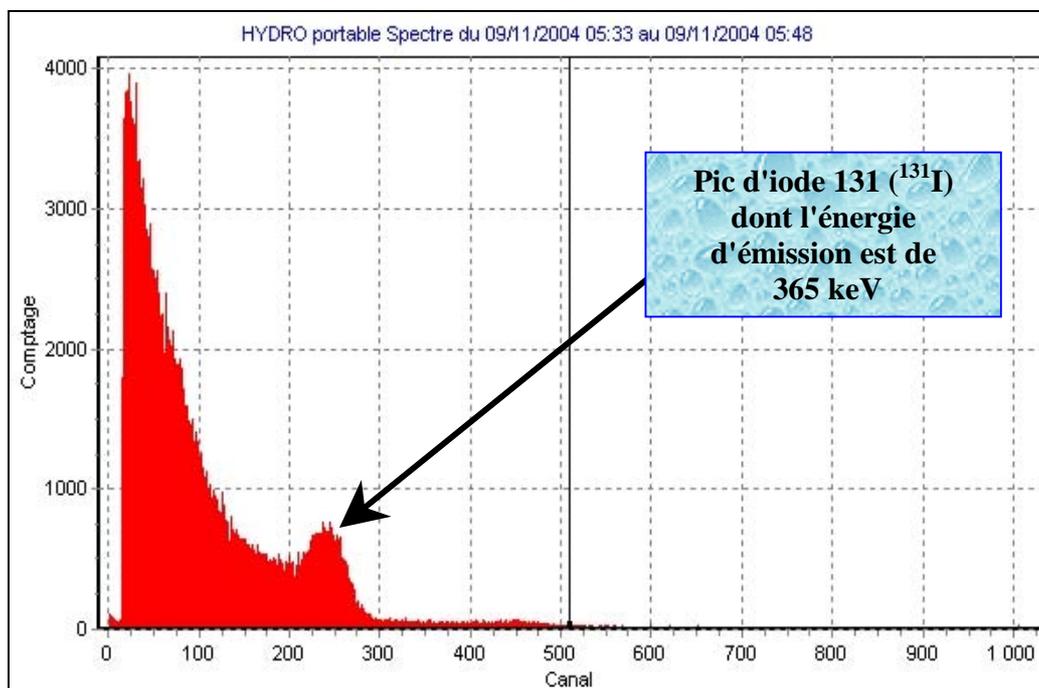


Figure 60 : Spectre acquis dans les eaux usées de la station d'épuration de la Grange David (Tours) comportant un pic d'iode 131 (15 minutes d'intégration)

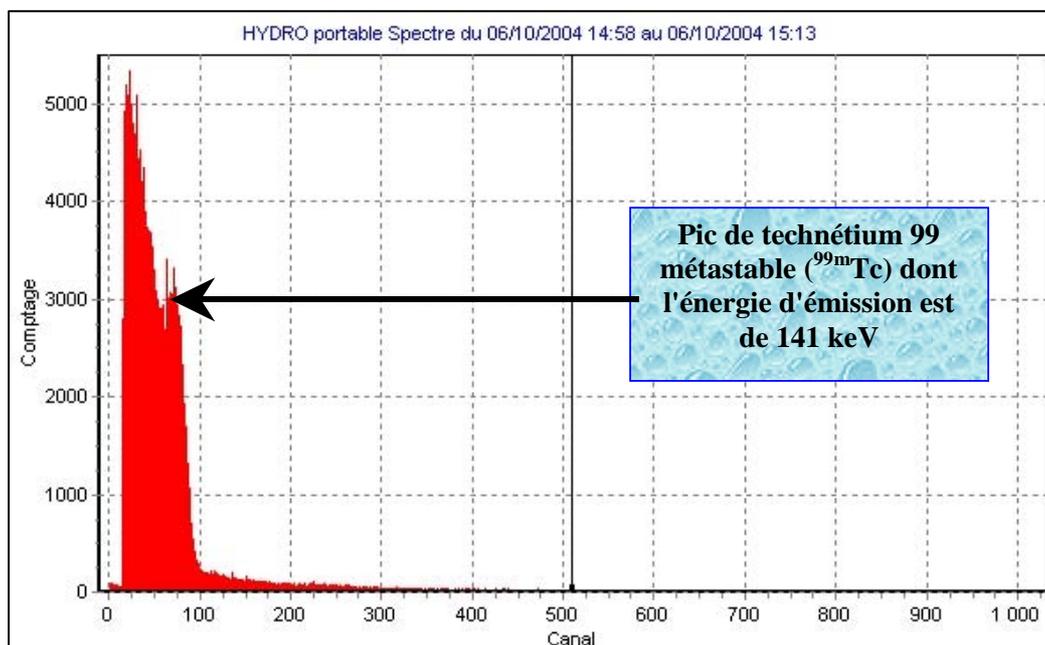


Figure 61 : Spectre acquis dans les eaux usées de la station d'épuration de la Grange David (Tours) comportant un pic de technétium 99 métastable (15 minutes d'intégration)

Les résultats obtenus permettent de calculer les activités volumiques de l'iode 131 ou du technétium 99 métastable (exprimées en Bq/l). L'étude des spectres permet également de déceler d'autres radionucléides qui ne sont pas quantifiés par défaut.

VII.2-2 SYNTHÈSE DES RÉSULTATS ACQUIS EN 2004

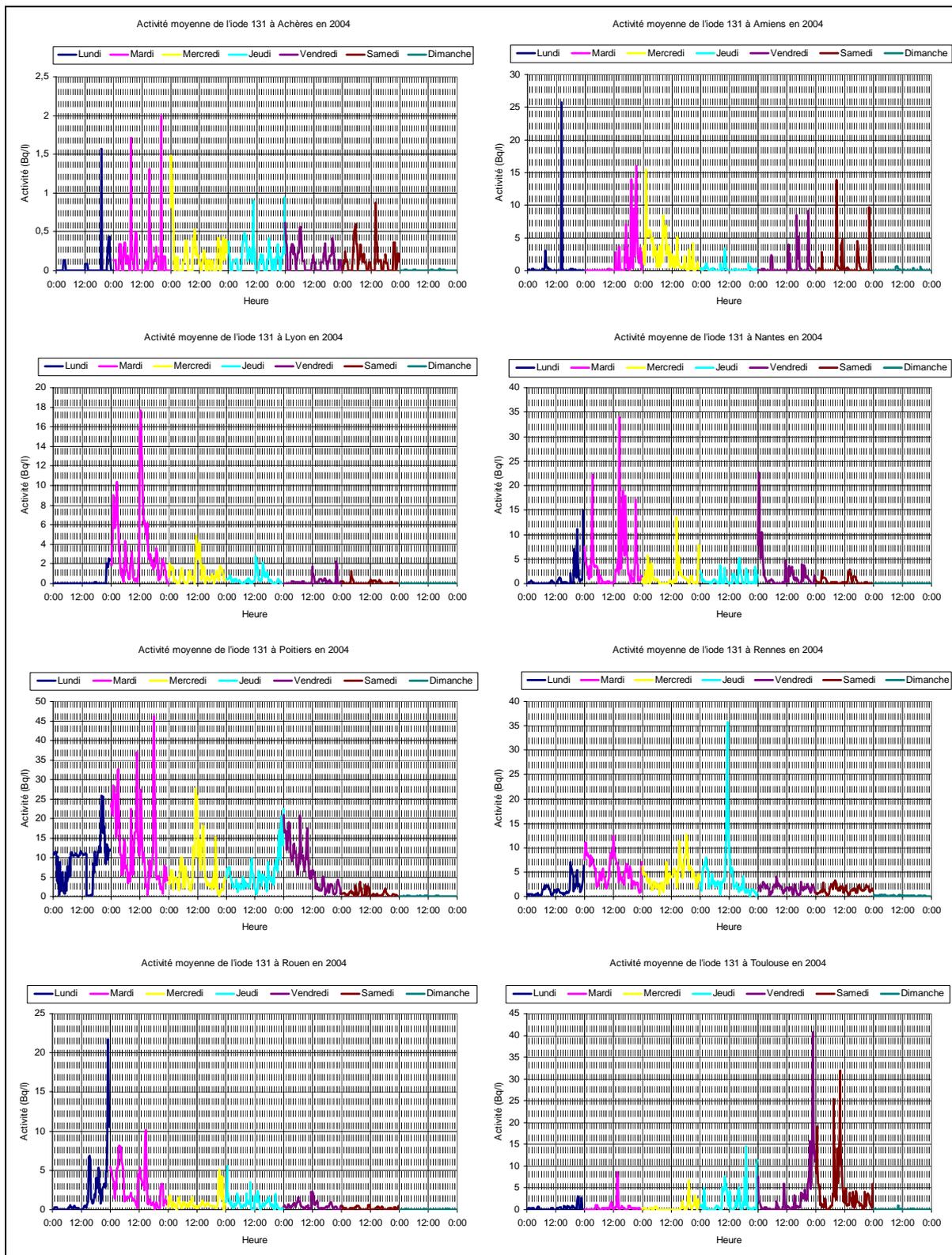


Figure 62 : Valeurs moyennes des activités volumiques d'iode 131 enregistrées dans les stations d'épuration faisant l'objet d'une surveillance de l'IRSN

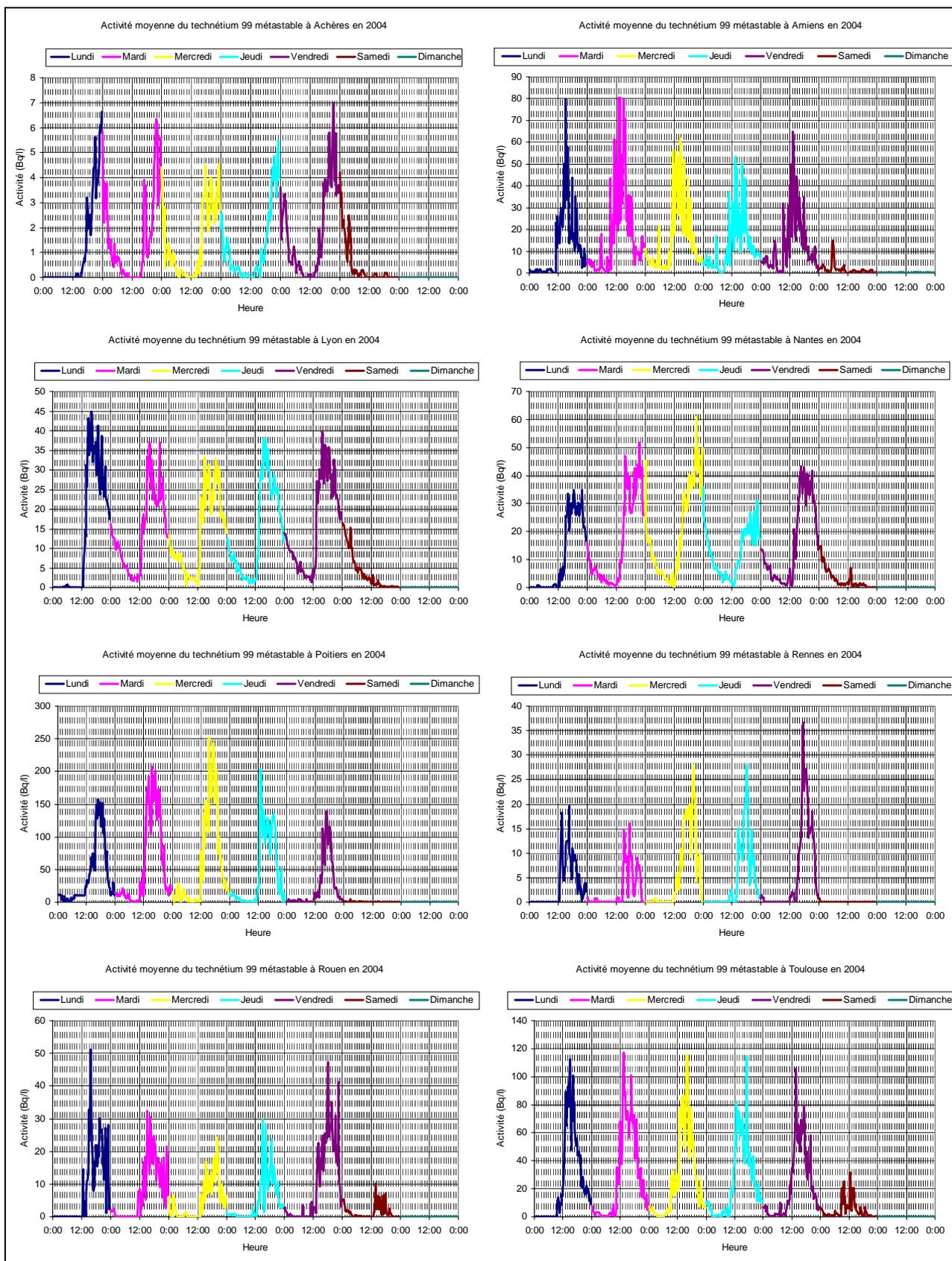


Figure 63 : Valeurs moyennes des activités volumiques de technétium 99 métastable enregistrées dans les stations d'épuration faisant l'objet d'une surveillance de l'IRSN (suite)

La rythmicité des apparitions de valeurs significatives en technétium 99 métastable (Figure 63) est représentative des heures d'activité des services de médecine nucléaire. En effet, ce radionucléide, employé majoritairement pour des actes de diagnostic fonctionnel, doit être éliminé en raison de sa concentration rapide dans la vessie. Ce phénomène perturbant de façon importante le contraste des clichés, il est donc demandé aux patients d'uriner une heure après l'injection des radiopharmaceutiques. C'est pourquoi, en dépit de fosses tampon dans lesquelles transitent les rejets urinaires, des pics peuvent être mesurés par nos appareils implantés dans les réseaux d'eaux usées.

Dans le cas de l'iode 131, utilisé principalement en radiothérapie métabolique, les patients sont confinés dans des chambres d'hospitalisation (pendant 3 à 5 jours) reliées à un stockage spécifique de l'ensemble des urines produites. Cependant, en raison du potentiel important d'induction de maladies nosocomiales, les selles de ces derniers ne font pas l'objet d'un stockage et sont donc dirigées, sans traitement, vers le réseau d'assainissement. Ainsi, des pics dont la fréquence est variable, peuvent être détectés dans les eaux usées comme l'illustrent les graphiques (Figure 62).

Les données régulièrement acquises par le réseau Téléhydro démontrent qu'en dépit d'activités volumiques moyennes faibles, les flux annuels d'iode 131 et de technétium 99 métastable peuvent être conséquents. Ce sont les deux radionucléides majoritairement mis en œuvre (>99%) respectivement en radiothérapie métabolique et diagnostic fonctionnel.

Tableau 123 : Synthèse des mesures moyennes annuelles acquises en 2004 par le réseau Téléhydro

Station	Moyennes des activités volumiques (Bq/l)		Débit moyen (m ³ /jour)	Flux annuel en GBq	
	¹³¹ I	^{99m} Tc		¹³¹ I	^{99m} Tc
Achères	1	4	350000	128	511
Amiens	4	18	30000	44	197
Rouen	4	19	96000	140	666
Lyon	5	12	300000	548	1314
Rennes	6	27	40000	88	394
Toulouse	7	41	121000	309	1811
Nantes	8	12	100000	292	438
Poitiers	11	73	20000	80	533

Malgré ces activités mises en jeu, ces deux radionucléides à courtes demi-vies ($T_{99mTc}=6$ heures et $T_{131I}=8$ jours) ont un impact très faible, voire nul, sur la santé des populations. En effet, de récentes études réalisées dans deux agglomérations (Toulouse et Tours) confirment que l'impact de l'exposition externe est négligeable. Des études sont en cours pour évaluer le risque lié à une exposition interne, notamment à l'iode 131.

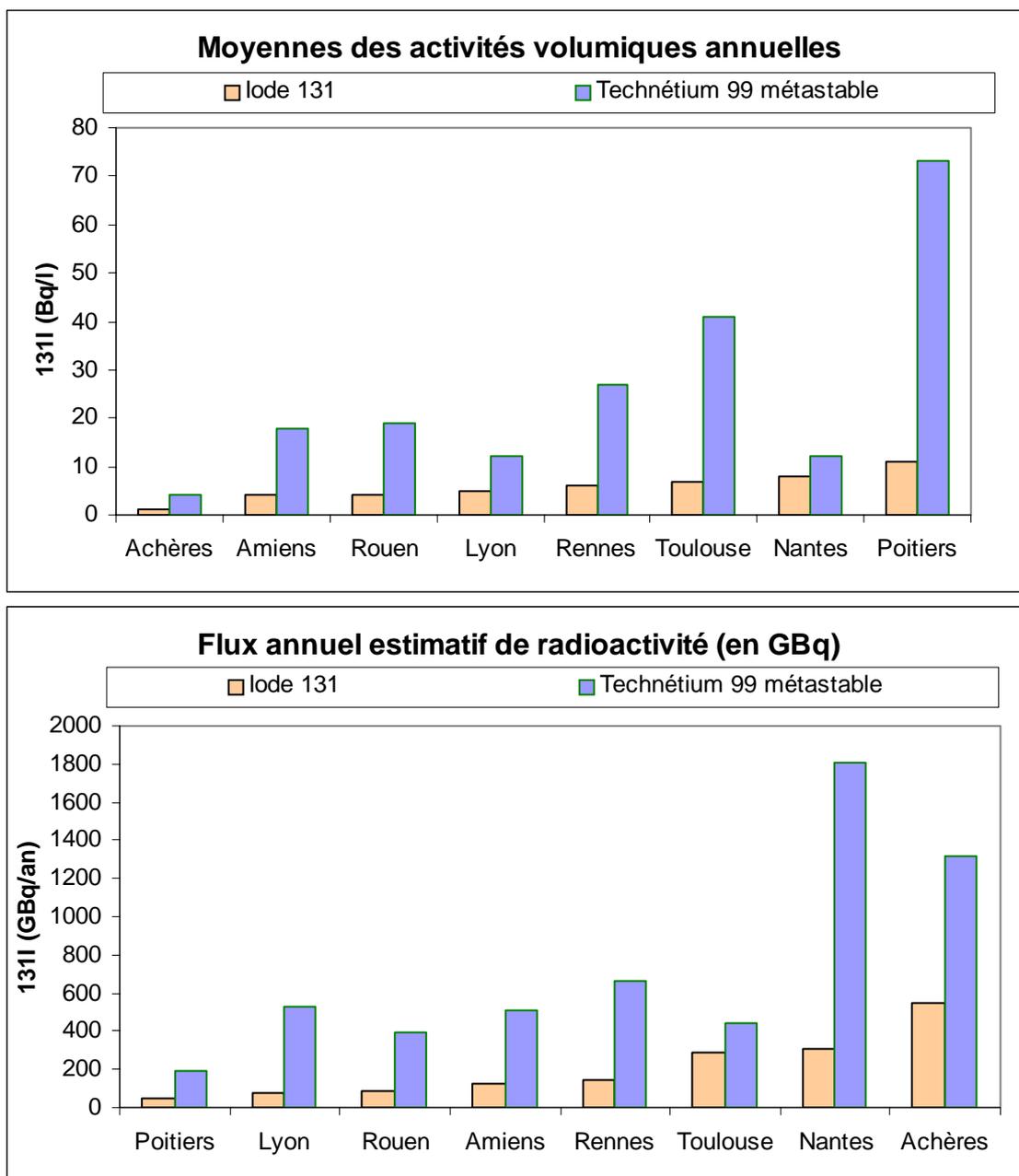


Figure 64 : Graphiques comparatifs des activités volumiques et des flux de radioactivité calculés sur la base des mesures du réseau Téléhydro

Les graphiques ci-dessus démontrent la nécessité de tenir compte des activités volumiques et des débits, c'est à dire des flux de radioactivité qui permettent de calculer l'impact et les doses engagées par d'éventuels incidents de gestion des effluents hospitaliers.

VIII. LES RÉSULTATS DE LA SURVEILLANCE GÉNÉRALE DE LA RADIOACTIVITÉ DU TERRITOIRE

VIII.1. LE RAYONNEMENT GAMMA AMBIANT

VIII.1-1 LE RÉSEAU TÉLÉRAY

VIII.1.-1.a. PRÉSENTATION & IMPLANTATION

Depuis 1991, le réseau Téléray assure de façon permanente la veille et l'alerte radiologique du territoire français. Ce réseau a été mis en place à la suite des enseignements retirés de l'accident de Tchernobyl. Les 180 sondes, implantées majoritairement aux abords des sites nucléaires et des grandes agglomérations, sont composées de compteurs Geiger-Müller



permettant de mesurer le débit de dose gamma ambiant. Une carte électronique et un modem associé permettent le calcul du taux de comptage et le transfert des données vers le PC centralisateur situé sur le site IRSN du Vésinet.

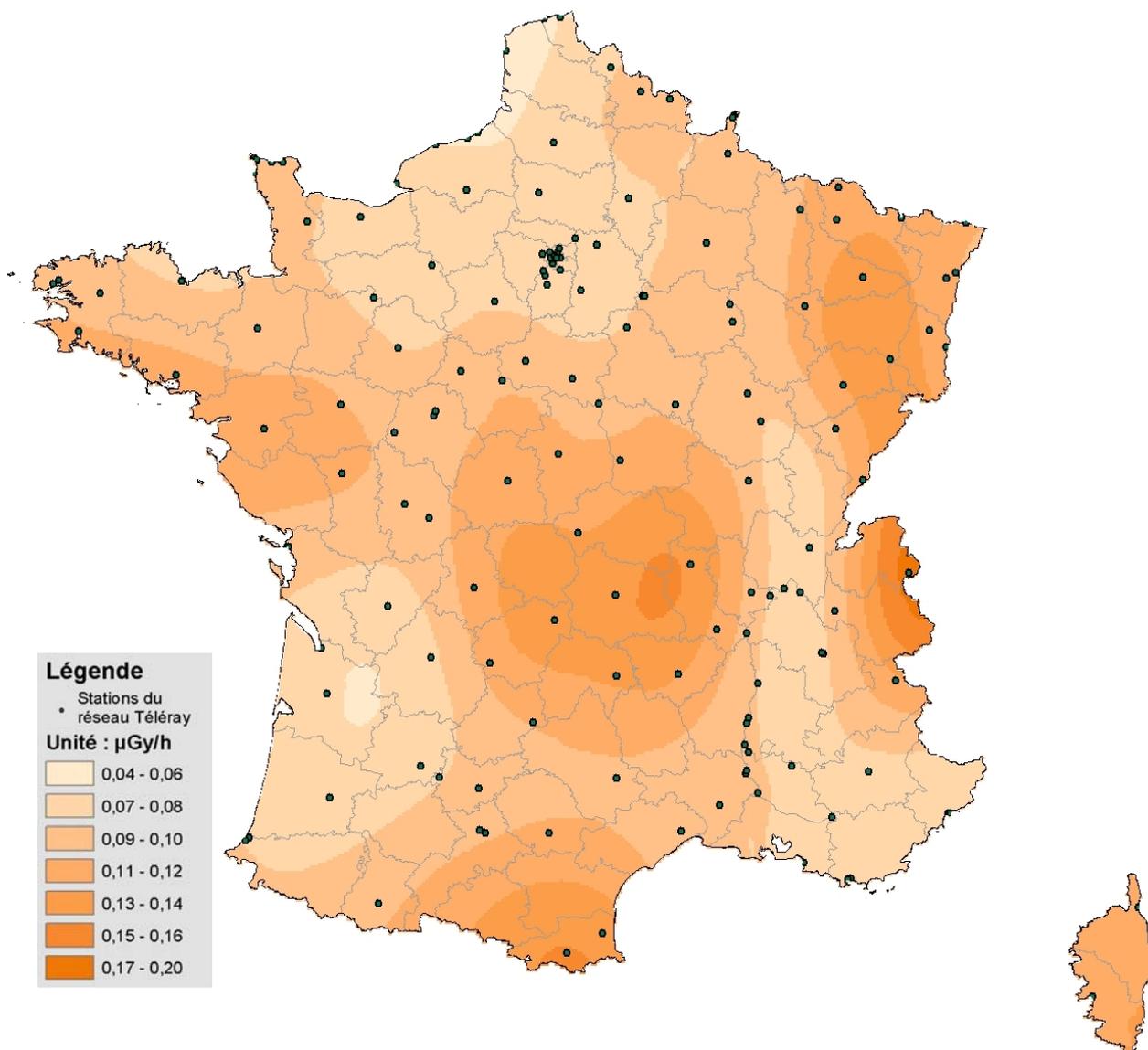
En situation normale, les données sont régulièrement acquises auprès de chacune des sondes au cours de la journée. Si le débit de dose augmente de façon significative, les sondes concernées envoient une alarme au PC centralisateur qui alerte aussitôt le personnel IRSN d'astreinte. La fréquence du rapatriement des données est augmentée.

Sonde Téléray (détecteur Geiger Müller)

VIII.1.-1.b. BILAN DES RÉSULTATS

Les valeurs de débit de dose γ ambiant moyen en France au cours de l'année 2004 sont du même ordre de grandeur que celles mesurées les années précédentes.

Le bilan des mesures du réseau Téléray, réalisé spécifiquement et diffusé chaque année, présente les moyennes annuelles acquises et classées en fonction des sites d'implantation. Celui-ci peut être représenté sur une carte nationale des moyennes des mesures réalisée par interprétation cartographique simplifiée, à l'aide d'un système d'information géographiques.



Carte 4 : Interprétation cartographique par krigeage gaussien des moyennes annuelles des mesures acquises par le réseau Télecay en 2004.

Cette carte (qui peut être comparée à celle établie à partir des données moyennes du réseau environnemental des dosimètres thermoluminescents - voir Carte 5) met en évidence la relation étroite existant entre le débit de dose et la nature des roches constitutives du *substratum*. En effet, il est aisé de constater que le bruit de fond ambiant est faible dans les bassins sédimentaires (bassin parisien, aquitain ou encore vallée du Rhône) et plus élevé sur les massifs composés de roches plutoniques (essentiellement granitiques) ou métamorphiques (Alpes, Massif Central, etc..) où l'influence du rayonnement gamma d'origine tellurique est plus élevée.

A cela se superpose l'influence du rayonnement cosmique, plus important en altitude qu'au niveau de la mer.

Cette influence apparaît minoritaire aux altitudes moyennes. A 3000 mètres d'altitude (ex : Aiguille du Midi), la contribution de ce type de rayonnement devient non négligeable, comme le démontre le graphique présenté ci-après.

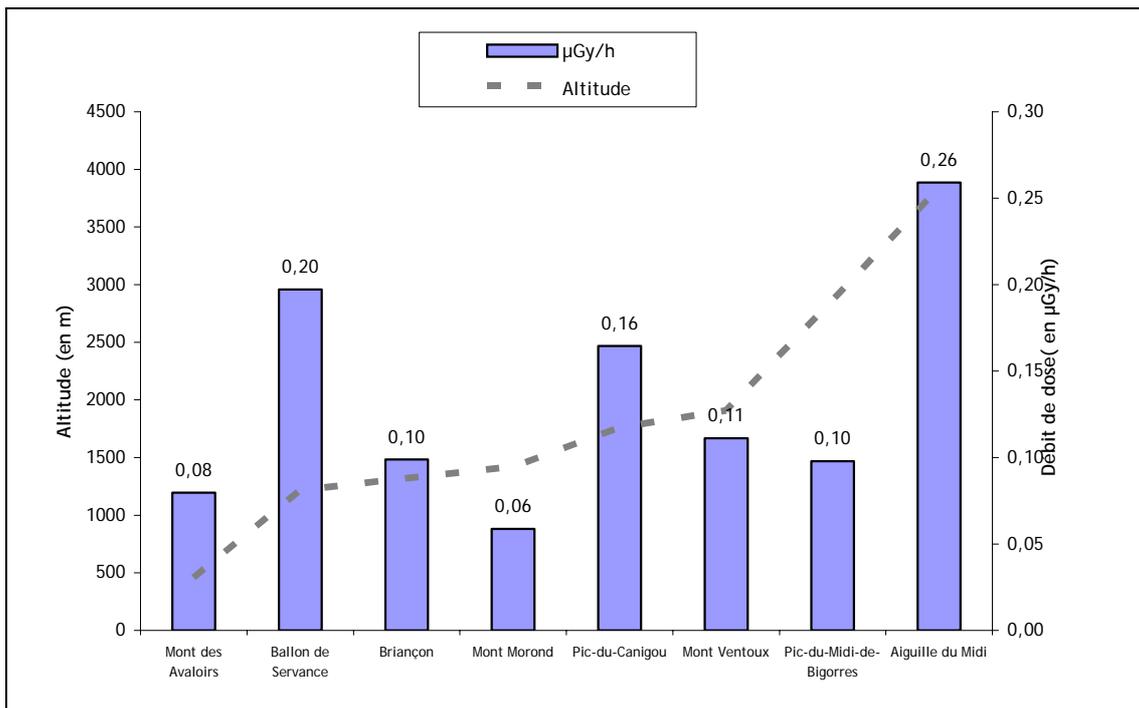


Figure 65 : Evolution du débit de dose en fonction de l'altitude

La variabilité du débit de dose en France demeure dans la majorité des cas liée au rayonnement tellurique, ce qui altère la corrélation entre débit de dose et altitude. Par exemple, on constate que cette relation n'est pas forcément vérifiée dans le cas du Pic du Midi de Bigorre et du Ballon de Servance. L'influence de la géologie - donc du rayonnement tellurique - est prépondérante dans ces deux cas. En effet, le Pic du Midi n'est pas soumis à un rayonnement tellurique élevé tandis que le Ballon de Servance, granitique, en dépit d'une altitude plus modeste, est exposé à un rayonnement tellurique important.

De façon analogue, le Mont Ventoux, essentiellement constitué de roches sédimentaires, présente, malgré une altitude élevée, un débit de dose relativement faible.

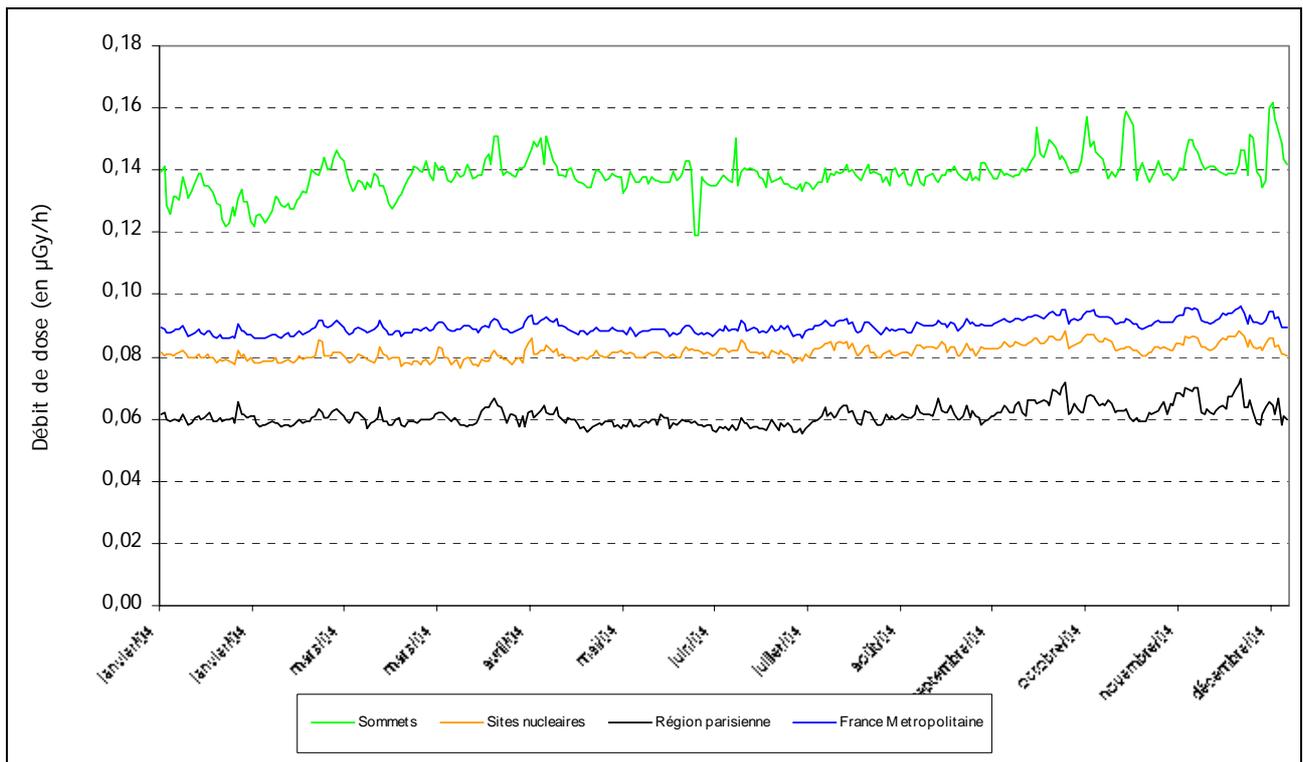


Figure 66 : Evolution du débit de dose par type d'implantation

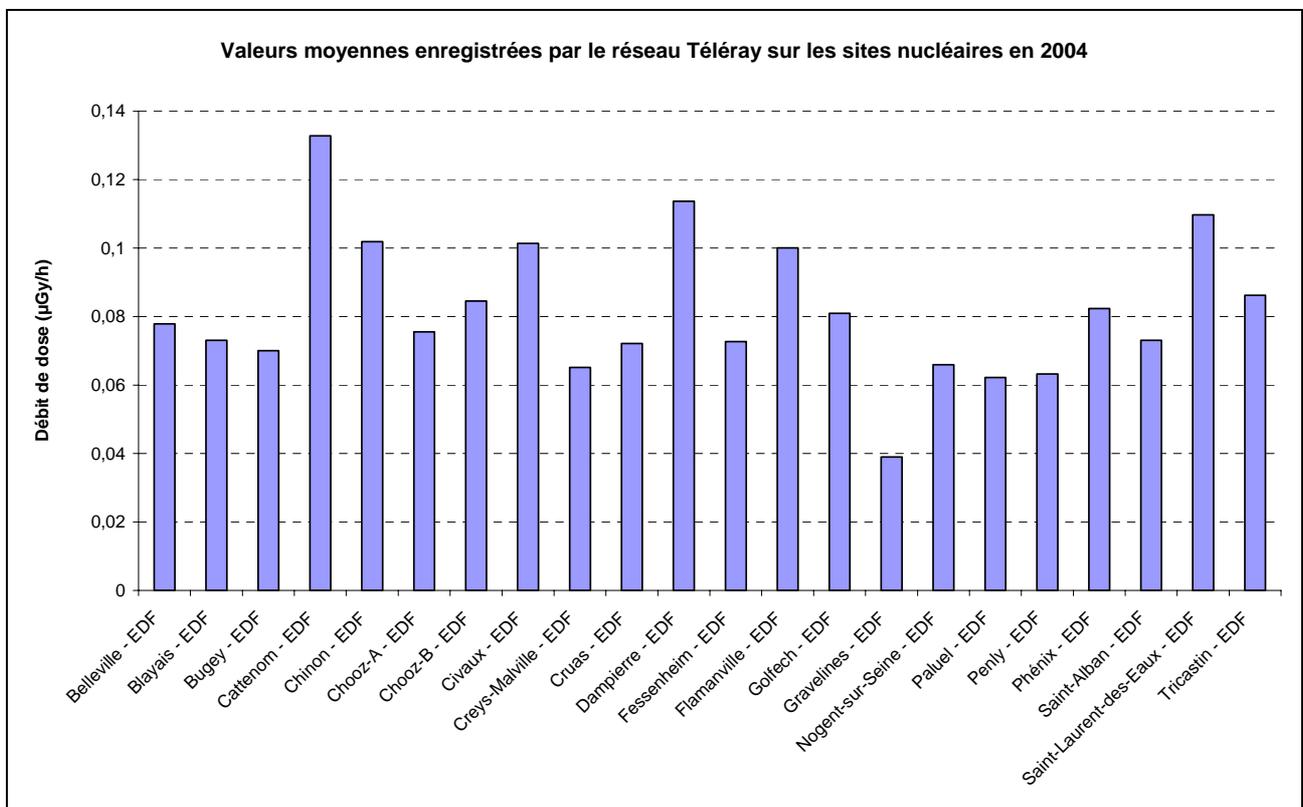


Figure 67 : Moyennes annuelles des débits de dose sur les sites nucléaires

VIII.1.-1.c. EVÈNEMENTS MARQUANTS

Quelques mesures anormales ont été détectées par le réseau Téléray en 2004, mais aucune n'avait un caractère accidentel. En effet, il peut arriver que des conditions météorologiques ou électromagnétiques particulières conduisent à des dépassements des seuils d'alarme.

Les autres évènements correspondent à des détections de tirs de gammagraphie, mis en œuvre pour tester la porosité des structures bétonnées de certains ouvrages d'art. Les sources utilisées (cobalt 60, iridium 192, etc..) présentent des activités très élevées pour les besoins de ce type d'investigation. De ce fait, si un tir est réalisé à proximité d'une sonde Téléray, l'augmentation du débit de dose est aussitôt détectée. Deux évènements ont été détectés en 2004 par les sondes de Balard et du Parc des Princes, toutes deux situées dans la ville de Paris.

Chronologie des alarmes déclenchées en 2004 sur le réseau Téléray :

- 19/02 - 28/02 - 10/03 - 19/09/04 - Aiguille du midi : alarmes de 0,46 à 1,13 $\mu\text{Gy/h}$ suite à des phénomènes météorologiques particuliers.
- 29/03/04 - Balard/Paris - liée à l'utilisation d'un tir gammagraphique.
- 16/04/04 - Balard/Paris - liée à l'utilisation d'un tir gammagraphique.
- 10/08/04 - CNPE de Cattenom : conséquence d'un orage.
- 11/08 - 15/11 - 09/12 - 15/12/04 - Préfecture de Sens : suite à un défaut technique de la sonde.
- 12/10/04 : Elévation du débit de dose mesuré sur les sondes de Beaumont, COGEMA la Hague, ANDRA site de stockage de la Manche, Flamanville ainsi que Cherbourg, Saint-Lô et Caen dans des proportions moins importantes suite à des conditions météorologiques particulières (déplacement d'une dépression sur la région).
- 16/10/04 - Saclay : une alarme de 0,33 $\mu\text{Gy/h}$ atteinte sur le nouvel emplacement du fait d'un effet de ciel d'un bâtiment abritant un irradiateur du CEA.
- 6/12/04 - Maubeuge (SOMANU) : présence d'un conteneur de fûts de déchets stationné sur le site.
- 16/12/04 - Tour de Romainville : recherche de cause en cours, probablement météorologique.

VIII.1-2 LE RÉSEAU DE DOSIMÈTRES THERMOLUMINESCENTS (DTL)

VIII.1.-2.a. PRÉSENTATION ET IMPLANTATION

L'objectif du réseau de dosimètres thermoluminescents (réseau DTL) est de compléter les moyens mis en œuvre par l'IRSN pour répondre à sa mission de surveillance de l'environnement définie par le décret n°2002-254. Développé à partir de 1985, ce réseau permet d'effectuer la surveillance de la dose externe due au rayonnement gamma ambiant dans l'environnement du territoire national.

La stratégie d'implantation des DTL correspond à l'objectif de couverture territoriale, et ainsi d'avoir au minimum un dosimètre par département, et une surveillance renforcée aux abords des sites sensibles.

Il se caractérise par un dispositif passif ne nécessitant pas d'apport d'énergie, peu coûteux, facile d'installation et sans maintenance. Il intègre les valeurs de la dose ambiante d'origine naturelle ou événementielle sans être affecté par les opérations de maintenance et d'étalonnage du réseau Téléray. Il donne donc l'image la plus juste de la dose par irradiation.

Les DTL employés, tous identiques, permettent l'enregistrement de doses de 10 micrograys à 1000 grays. Ils permettent de couvrir la gamme des débits de dose possibles dans un contexte environnemental, tout en étant d'une sensibilité suffisante pour mesurer de faibles variations d'amplitude en chaque lieu d'implantation (exposition aux rayonnements cosmique : 0,3 à 2 mSv/an - tellurique : 0,05 à 1,5 mSv/an) ou au suivi de sites où la radioactivité naturelle a été renforcée (anciens sites miniers, anciens laboratoires....) du fait des activités exercées.

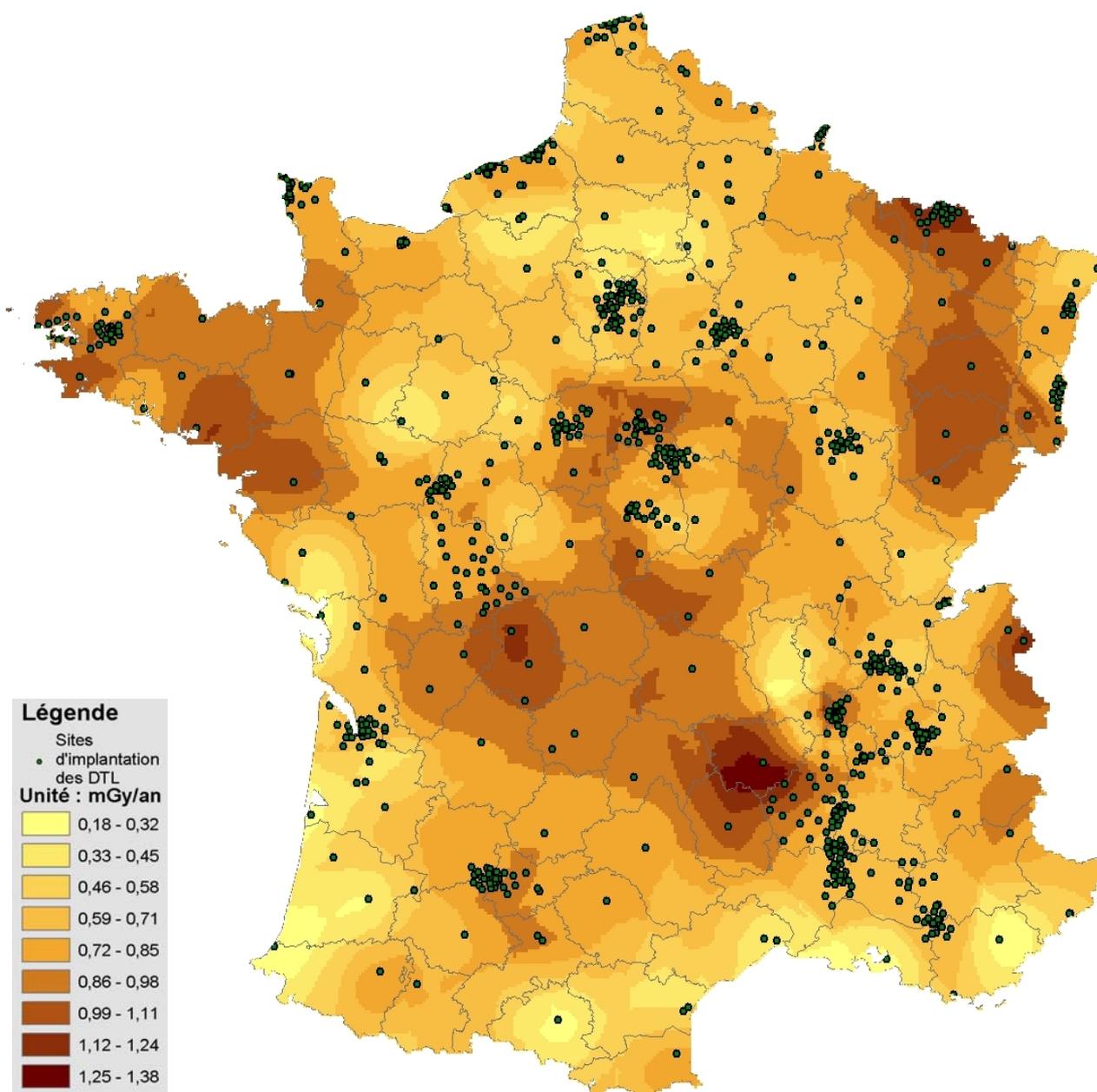


La surveillance du territoire national est effectuée à partir de 1000 stations couvrant la métropole et les DOM-TOM (voir carte ci-après).

VIII.1.-2.b. RÉSULTATS ET COMMENTAIRES

L'interprétation cartographique simplifiée ci-après représente la moyenne annuelle des mesures enregistrées par les dosimètres, avec cependant un biais lié à l'hétérogénéité des implantations.

La carte est comparable à celle réalisée à l'aide du réseau Téléray, ce qui permet de vérifier la bonne complémentarité des mesures.



Carte 5 : Implantation et modélisation cartographique des données du réseau de DTL en France pour l'année 2004

Les résultats obtenus en 2004 sont du même ordre de grandeur que ceux des années précédentes.

Les doses annuelles varient en fonction de la nature des roches (influence des descendants du radon et du rayonnement tellurique) et de l'altitude (influence du rayonnement cosmique).

VIII.1-3 VALEURS DE DÉBIT DE DOSE PAR DÉPARTEMENT (DONNÉES COMPARÉES TÉLÉRAY/DTL)

Le tableau ci-après représente l'ensemble des données issues des deux réseaux de surveillance du débit de dose gamma ambiant, synthétisés par département.

Tableau 124 : Débit de dose gamma ambiant environnemental (moyenne sur l'année 2004)

N°	Département	Région administrative	Moyenne annuelle du débit de dose (mGy/an)	
			Téléray	DTL
1	Ain	Rhône-Alpes	0,63	0,71
2	Aisne	Picardie	0,86	0,61
3	Allier	Auvergne	1,15	1,02
4	Alpes-de-Haute-Provence	Provence-Alpes-Côte d'Azur	0,70	0,75
5	Hautes-Alpes	Provence-Alpes-Côte d'Azur	0,87	0,81
6	Alpes-Maritimes	Provence-Alpes-Côte d'Azur	0,51	0,52
7	Ardèche	Rhône-Alpes	-	0,88
8	Ardennes	Champagne-Ardenne	0,69	0,72
9	Ariège	Midi-Pyrénées	-	0,78
10	Aube	Champagne-Ardenne	0,73	0,70
11	Aude	Languedoc-Roussillon	-	0,68
12	Aveyron	Midi-Pyrénées	0,89	0,64
13	Bouches-du-Rhône	Provence-Alpes-Côte d'Azur	0,70	0,64
14	Calvados	Basse-Normandie	0,65	1,43
15	Cantal	Auvergne	1,08	0,90
16	Charente	Poitou-Charentes	0,56	0,95
17	Charente-Maritime	Poitou-Charentes	0,72	0,78
18	Cher	Centre	0,77	0,79
19	Corrèze	Limousin	1,14	0,88
20	Corse	Corse	1,03	0,96
21	Côte d'Or	Bourgogne	0,53	0,66
22	Côtes d'Armor	Bretagne	0,54	0,88
23	Creuse	Limousin	-	0,76
24	Dordogne	Aquitaine	0,50	0,80
25	Doubs	Franche-Comté	0,82	1,10
26	Drôme	Rhône-Alpes	0,68	0,74
27	Eure	Haute-Normandie	-	0,61
28	Eure-et-Loir	Centre	0,68	0,66
29	Finistère	Bretagne	0,85	1,00
30	Gard	Languedoc-Roussillon	0,77	0,63
31	Haute-Garonne	Midi-Pyrénées	0,90	0,89
32	Gers	Midi-Pyrénées	-	0,81
33	Gironde	Aquitaine	0,56	0,59
34	Hérault	Languedoc-Roussillon	0,63	0,58
35	Ille-et-Vilaine	Bretagne	0,69	0,90
36	Indre	Centre	0,89	0,76
37	Indre-et-Loire	Centre	0,86	0,76
38	Isère	Rhône-Alpes	0,64	0,69

<i>N°</i>	<i>Département</i>	<i>Région administrative</i>	<i>Moyenne annuelle du débit de dose (mGy/an)</i>	
			<i>Télégrav</i>	<i>DTL</i>
39	Jura	Franche-Comté	-	0,42
40	Landes	Aquitaine	0,56	0,70
41	Loir-et-Cher	Centre	0,86	0,82
42	Loire	Rhône-Alpes	1,42	1,28
43	Haute-Loire	Auvergne	1,06	1,66
44	Loire-Atlantique	Pays de la Loire	0,98	1,34
45	Loiret	Centre	0,91	0,96
46	Lot	Midi-Pyrénées	0,82	0,78
47	Lot-et-Garonne	Aquitaine	0,65	0,77
48	Lozère	Languedoc-Roussillon	-	1,02
49	Maine-et-Loire	Pays de la Loire	1,00	0,78
50	Manche	Basse-Normandie	0,76	0,93
51	Marne	Champagne-Ardenne	0,70	0,68
52	Haute-Marne	Champagne-Ardenne	-	0,96
53	Mayenne	Pays de la Loire	0,70	0,62
54	Meurthe-et-Moselle	Lorraine	1,16	0,94
55	Meuse	Lorraine	0,89	0,68
56	Morbihan	Bretagne	1,14	0,90
57	Moselle	Lorraine	0,96	1,09
58	Nièvre	Bourgogne	0,80	0,76
59	Nord	Nord-Pas-de-Calais	0,61	0,73
60	Oise	Picardie	0,65	0,38
61	Orne	Basse-Normandie	0,65	0,58
62	Pas-de-Calais	Nord-Pas-de-Calais	0,43	0,70
63	Puy-de-Dôme	Auvergne	1,01	0,96
64	Pyrénées-Atlantiques	Aquitaine	0,68	0,92
65	Hautes-Pyrénées	Midi-Pyrénées	0,86	0,74
66	Pyrénées-Orientales	Languedoc-Roussillon	1,32	1,06
67	Bas-Rhin	Alsace	0,96	0,82
68	Haut-Rhin	Alsace	0,86	0,82
69	Rhône	Rhône-Alpes	0,70	0,76
70	Haute-Saône	Franche-Comté	1,02	1,22
71	Saône-et-Loire	Bourgogne	0,91	0,72
72	Sarthe	Pays de la Loire	0,47	0,65
73	Savoie	Rhône-Alpes	0,77	0,66
74	Haute-Savoie	Rhône-Alpes	2,30	0,99
75	Paris	Ile-de-France	0,31	0,66
76	Seine-Maritime	Haute-Normandie	0,56	0,70
77	Seine-et-Marne	Ile-de-France	0,53	0,70

N°	Département	Région administrative	Moyenne annuelle du débit de dose (mGy/an)	
			Télégrav	DTL
78	Yvelines	Ile-de-France	0,43	0,74
79	Deux-Sèvres	Poitou-Charentes	0,99	0,88
80	Somme	Picardie	0,64	0,80
81	Tarn	Midi-Pyrénées	0,78	0,78
82	Tarn-et-Garonne	Midi-Pyrénées	0,71	0,90
83	Var	Provence-Alpes-Côte d'Azur	0,49	0,69
84	Vaucluse	Provence-Alpes-Côte d'Azur	0,68	0,66
85	Vendée	Pays de la Loire	-	1,02
86	Vienne	Poitou-Charentes	0,78	0,81
87	Haute-Vienne	Limousin	1,11	1,17
88	Vosges	Lorraine	1,33	1,14
89	Yonne	Bourgogne	0,93	0,83
90	Territoire de Belfort	Franche-Comté	-	0,62
91	Essonne	Ile-de-France	0,65	0,67
92	Hauts-de-Seine	Ile-de-France	0,65	0,63
93	Seine-Saint-Denis	Ile-de-France	0,48	0,62
94	Val-de-Marne	Ile-de-France	0,41	0,69
95	Val-d'Oise	Ile-de-France	0,69	0,60

VIII.2. LES RADIONUCLÉIDES DANS L'AIR

VIII.2-1 LE RÉSEAU AS (AIR AU NIVEAU DU SOL)

VIII.2.-1.a. PRÉSENTATION ET IMPLANTATION

Le réseau AS est constitué de stations fixes de prélèvement des aérosols sur des filtres en cellulose. Ces stations sont composées d'une turbine d'aspiration, d'un compteur volumétrique et d'un porte filtre. Ces éléments sont assemblés au sein d'un abri en bois (photo ci-contre). Les filtres sont rapatriés par voie postale vers le site du Vésinet pour y être conditionnés, puis mesurés en laboratoire. Le rôle de ce réseau n'est pas de détecter la radioactivité artificielle en temps réel mais néanmoins de façon précoce (quelques jours), et de suivre l'évolution à court terme d'une contamination radiologique du territoire, puis d'assurer le suivi sur un plus long terme. Il permet de disposer d'un support facile à utiliser pour effectuer des analyses complémentaires nécessaires à un lever de doute et à la caractérisation d'un évènement.



Le réseau AS est constitué de soixante-dix stations de prélèvements dont la carte et les familles d'implantation sont présentées sur la figure ci-après.



Carte 6 : Implantations des stations du réseau « Air au Sol » (AS)

VIII.2.-1.b. RÉSULTATS DU RÉSEAU AS

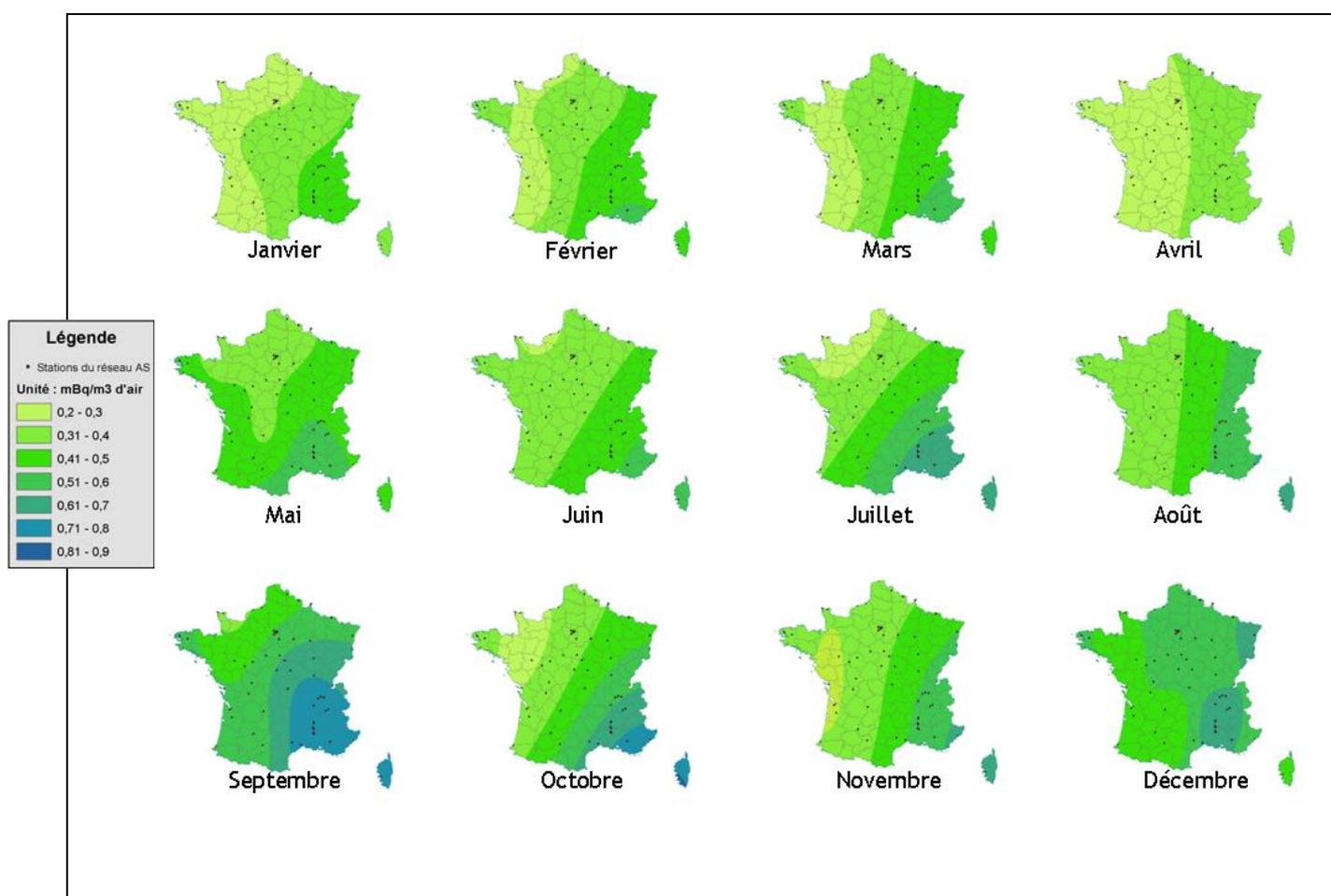
Le LVRE a réceptionné et analysé 22 195 prélèvements en 2004 sur lesquels 39 835 mesures ont été effectuées dont :

- 8 711 comptages bêta global un jour après la fin du prélèvement ; 22 195 comptages bêta global cinq jours après la date de fin du prélèvement (décroissance des descendants du radon);

- 6 875 comptages alpha global ;
- 1 023 spectrométries gamma sur filtre individuel ; 805 sur les regroupements mensuels des prélèvements d'une même station ;
- 226 autres dosages spécifiques à des sites particuliers.

Le réseau AS n'a détecté aucun événement radiologique d'origine non naturelle en France pour l'année 2004. Les valeurs mesurées par les stations du parc n'indiquent pas de différence significatives selon qu'elles sont implantées proches ou non d'un site nucléaire.

La présence de radionucléides émetteurs bêta naturels, et notamment les produits issus de la filiation du radon 222 (gaz radioactif naturel) en suspension dans l'air, dépend des événements climatiques (pluie, vent...). Ces fluctuations saisonnières de l'activité bêta globale naturelle des aérosols sont illustrées sur les cartes ci-dessous.



Carte 7 : Interprétation cartographique des moyennes mensuelles de l'activité bêta globale des aérosols sur l'ensemble du territoire

Globalement, il est intéressant de noter le gradient positif de l'activité volumique bêta globale d'ouest en est. Ce gradient est à rapprocher des gradients similaires observés en météorologie tels que ceux de la pression atmosphérique ou encore de l'humidité relative, relatifs au transport sur de longues distances des particules atmosphériques. Pour interpréter ces gradients, il faut également tenir compte des paramètres géologiques et pédologiques pour la remise en suspension de particules terrigènes à échelles locales.

Tableau 125 : Résultats d'analyse bêta globale des filtres aérosols « AS »

NOM DU SITE	MINIMUM (mBq/m ³)	MAXIMUM (mBq/m ³)	Nombre de prélèvements
ANGERS	< 0,09	0,74 ± 0,09	115
AJACCIO	0,10 ± 0,03	2,16 ± 0,43	350
BAUGY	0,08 ± 0,02	1,09 ± 0,28	296
BELLENAVES	< 0,09	1,94 ± 0,17	362
BOURGES	< 0,10	1,25 ± 0,27	321
BIARRITZ	< 0,08	1,06 ± 0,11	313
LE BLAYAIS	< 0,15	2,31 ± 0,25	361
BRENNILIS	< 0,09	1,26 ± 0,13	361
BORDEAUX (Fac de Médecine)	0,28 ± 0,02	0,89 ± 0,08	7
BORDEAUX (Mérignac)	< 0,11	1,83 ± 0,41	329
BREST	< 0,09	1,29 ± 0,30	333
LE BUGEY	< 0,11	1,74 ± 0,17	362
BELLEVILLE-SUR-LOIRE	< 0,09	1,66 ± 0,35	366
CADARACHE	< 0,09	1,56 ± 0,15	358
CHINON	< 0,09	1,46 ± 0,31	361
CHOOZ B	< 0,14	1,26 ± 0,28	363
CHOOZ A	< 0,10	1,07 ± 0,13	335
CIVAUX	< 0,11	1,91 ± 0,40	363
CREYS-MALVILLE	< 0,11	1,70 ± 0,16	356
CRUAS	< 0,13	1,59 ± 0,33	356
CHALON-SUR-SAONE	< 0,12	1,76 ± 0,18	307
CATTENOM	< 0,10	1,79 ± 0,17	365
DAMPIERRE-EN-BURLY	< 0,10	1,70 ± 0,18	363
EURODIF - TRICASTIN	< 0,13	2,05 ± 0,43	361
FESSENHEIM	< 0,15	1,40 ± 0,17	362
FLAMANVILLE	< 0,13	1,02 ± 0,13	363
FONTENAY-AUX-ROSES	< 0,09	1,41 ± 0,14	239
GRENOBLE	< 0,11	1,72 ± 0,17	343
GOLFECH	< 0,10	0,97 ± 0,13	339
GRAVELINES	< 0,09	1,06 ± 0,13	364
LA HAGUE	< 0,09	1,08 ± 0,11	359
LILLE	< 0,08	1,87 ± 0,19	352
SITE DE LODEVE	0,14 ± 0,02	1,15 ± 0,09	43
LYON-SATOLAS	0,12 ± 0,04	1,61 ± 0,16	356

Tableau 125 : Résultats d'analyse bêta globale des filtres aérosols « AS »

NOM DU SITE	MINIMUM (mBq/m ³)	MAXIMUM (mBq/m ³)	Nombre de prélèvements
MEAUDRE	< 0,09	1,30 ± 0,14	331
MONTFAUCON	< 0,11	1,67 ± 0,17	360
MONTPELLIER	< 0,10	2,01 ± 0,18	340
MARCOULE	< 0,17	2,57 ± 0,25	362
MARTINIQUE	< 0,08	1,91 ± 0,19	341
MONTELIMAR	< 0,11	1,84 ± 0,17	359
NICE	< 0,09	1,84 ± 0,20	349
NAINVILLE-LES-ROCHES	0,08 ± 0,02	1,97 ± 0,20	207
NOGENT-SUR-SEINE	< 0,10	2,50 ± 0,24	361
PALUEL	< 0,10	1,52 ± 0,17	357
PARIS (labo municipal)	0,12 ± 0,03	1,48 ± 0,16	207
PARIS (bd Mac Donald)	0,06 ± 0,02	1,51 ± 0,32	181
PARIS (labo d'hygiène)	< 0,08	2,30 ± 0,48	333
PENLY	< 0,13	1,40 ± 0,16	363
PHENIX - MARCOULE	< 0,18	1,66 ± 0,22	343
PAUILLAC	0,13 ± 0,02	0,83 ± 0,10	27
PREVESSIN	0,10 ± 0,02	1,61 ± 0,17	154
PIERRELATTE	< 0,12	1,92 ± 0,17	348
LA REUNION	0,07 ± 0,02	0,75 ± 0,09	286
LA ROCHELLE (Rhône Poulenc)	< 0,10	1,68 ± 0,38	242
SACLAY	< 0,06	1,63 ± 0,16	351
ST-LAURENT-DE-CERIS	< 0,10	1,95 ± 0,50	356
ST-LAURENT-DES-EAUX	< 0,17	1,70 ± 0,19	358
MAUBEUGE	< 0,10	1,65 ± 0,16	355
SOULAINES	0,10 ± 0,02	1,70 ± 0,17	261
SAINT-PIERRE-ET-MIQUELON	< 0,13	0,83 ± 0,20	337
ST-ALBAN	< 0,10	1,64 ± 0,16	363
STRASBOURG	< 0,10	1,57 ± 0,15	283
TAHITI	< 0,06	0,44 ± 0,07	222
TOULOUSE	< 0,08	1,41 ± 0,35	346
TRICASTIN	< 0,17	2,01 ± 0,25	364
TOURS	< 0,09	1,52 ± 0,16	346
LE VESINET	< 0,13	1,86 ± 0,21	248
VALDUC	0,08 ± 0,02	1,40 ± 0,15	245

Tableau 126 : Résultats d'analyse alpha globale des filtres aérosols « AS »

NOM DU SITE	MINIMUM (mBq/m ³)	MAXIMUM (mBq/m ³)	Nombre de prélèvements
LE BLAYAIS	< 0,03	< 0,13	356
CADARACHE	< 0,02	0,17 ± 0,03	347
CREYS-MALVILLE	< 0,02	0,10 ± 0,03	356
DAMPIERRE-EN-BURLY	< 0,02	0,15 ± 0,04	363
EURODIF - TRICASTIN	< 0,02	0,17 ± 0,04	361
FONTENAY-AUX-ROSES	< 0,02	0,08 ± 0,03	239
GRENOBLE	< 0,02	0,11 ± 0,04	343
GRAVELINES	< 0,02	0,09 ± 0,03	364
LA HAGUE	< 0,02	0,07 ± 0,02	359
SITE DE LODEVE	0,01 ± 0,00	0,06 ± 0,01	43
MARCOULE	< 0,03	0,18 ± 0,05	240
PIERRELATTE	< 0,02	0,18 ± 0,04	348
LA ROCHELLE (Rhône Poulenc)	< 0,01	0,25 ± 0,05	242
SACLAY	< 0,01	0,08 ± 0,03	347
ST-LAURENT-DES-EAUX	< 0,03	0,14 ± 0,05	358
TRICASTIN	< 0,03	0,15 ± 0,05	364
LE VESINET	< 0,02	0,14 ± 0,06	248
VALDUC	< 0,01	0,08 ± 0,03	245

Chaque fin de mois, tous les filtres quotidiens de chaque station sont regroupés et compactés afin de réaliser une spectrométrie gamma. Aucune activité due à un radionucléide d'origine artificielle n'a été détectée en 2004. Seul le béryllium 7, radionucléide d'origine cosmogénique est détecté régulièrement.

VIII.2-2 LE RÉSEAU SARA (SURVEILLANCE AUTOMATISÉE DE LA RADIOACTIVITÉ DES AÉROSOLS)

VIII.2.-2.a. PRÉSENTATION ET IMPLANTATION

Le réseau SARA est un réseau d'alerte radiologique qui mesure de façon automatisée et en continu la radioactivité des aérosols. Il doit permettre de rendre compte rapidement de toute contamination radioactive des aérosols dans l'environnement, susceptible d'induire un risque sanitaire pour les populations. Les stations sont composées d'une turbine d'aspiration et d'un boîtier électronique de mesure, permettant de détecter d'éventuels radionucléides émetteurs alpha et bêta artificiels mais également de quantifier les descendants naturels du radon.

Actuellement le réseau SARA est constitué de treize stations implantées sur des sites météorologiques.



Carte 8 : Implantation des stations SARA

VIII.2.-2.b. RÉSULTATS DU RÉSEAU SARA

En 2004, 114 000 spectres ont été acquis par le réseau de mesure en continu SARA et 570 000 valeurs d'activités volumiques ont été rapatriées.

Aucun événement dû à la présence de radionucléides d'origine artificielle n'a été mis en évidence par le réseau SARA pour l'année 2004.

Les graphiques suivants montrent l'évolution des activités volumiques mensuelles moyennes du radon 220 (issu de la filiation du thorium 232) et du radon 222 (issu de la filiation de l'uranium 238) au cours de l'année 2004.

Ces deux radionucléides naturels proviennent de l'émanation du radon (gaz radioactif naturel) issu des roches constitutives du substratum géologique et des sols. La proportion d'uranium 238 et de thorium 232 est liée à la nature de la roche caractéristique d'une région. Cependant le mode de dispersion de ces radionucléides, dont l'amplitude est directement liée aux conditions météorologiques, est le même quel que soit le lieu considéré.

Les figures suivantes rendent compte des activités de radionucléides tels que le plomb 210 (T=22,3 ans) et le bismuth 210 (T=5,01 jours), descendants du radon 222. Les résultats relatifs au radon 220 étant dus à la détection des plomb 212, bismuth 212 et thallium 208.

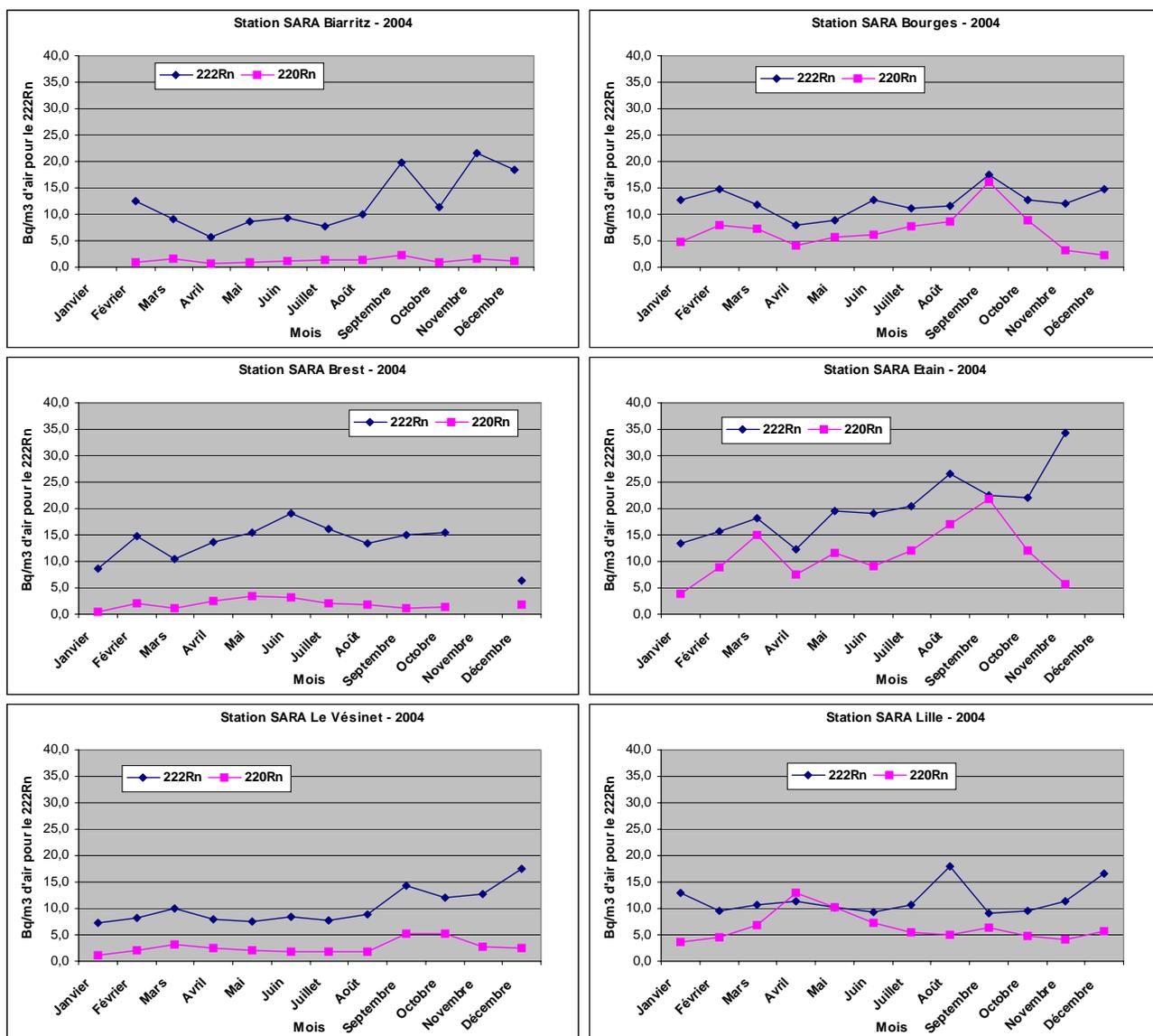
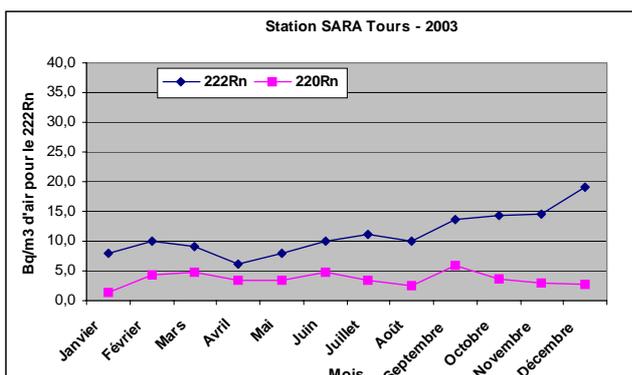
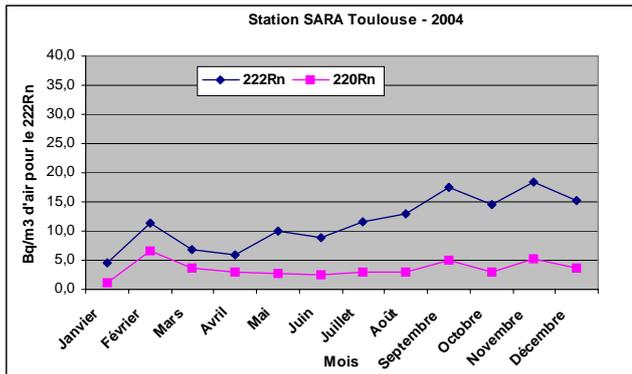
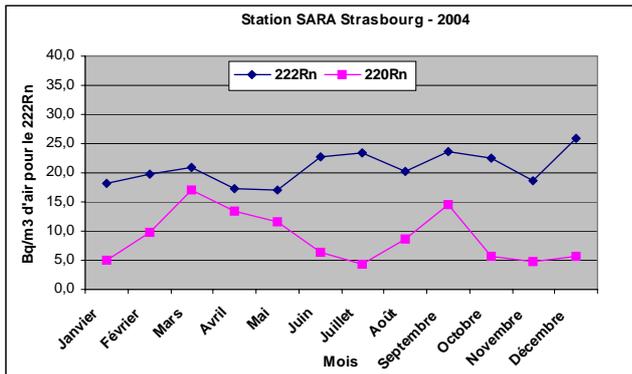
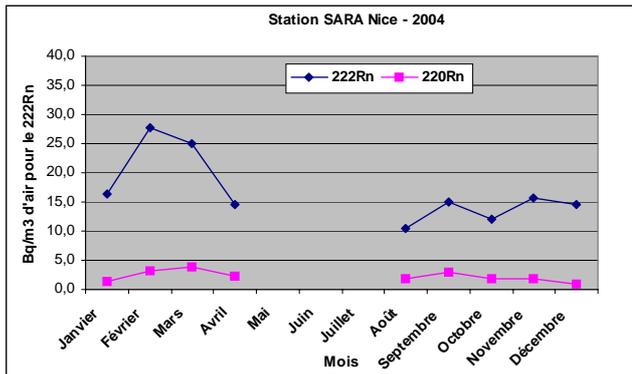
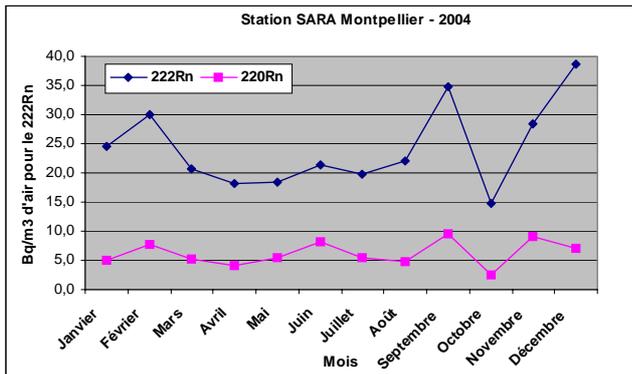
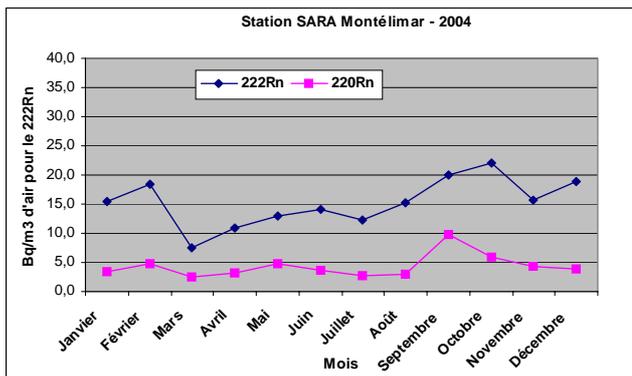
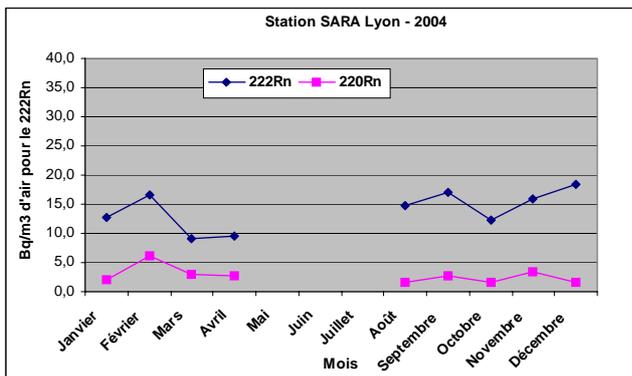


Figure 68 : Evolution des activités moyennes mensuelles du radon 220 et du radon 222 mesurées en 2004 par les stations du réseau SARA (1)



Evolution des activités moyennes mensuelles du radon 220 et du radon 222 mesurées en 2004 par les stations du réseau SARA (2)

Il est intéressant de constater qu'en dépit d'ordres de grandeur différents pour les valeurs des activités volumiques du radon 220 et 222, les variations saisonnières sont les mêmes au cours de l'année.

Le rapport des activités moyennes annuelles calculé pour chacun des sites d'implantation du réseau SARA, montre que les valeurs varient d'un site à l'autre. Ce rapport semble par ailleurs constant, d'une année sur l'autre, pour un même site. Il semble donc que le rapport $^{222}\text{Rn}/^{220}\text{Rn}$ soit spécifique de chaque station de prélèvement.

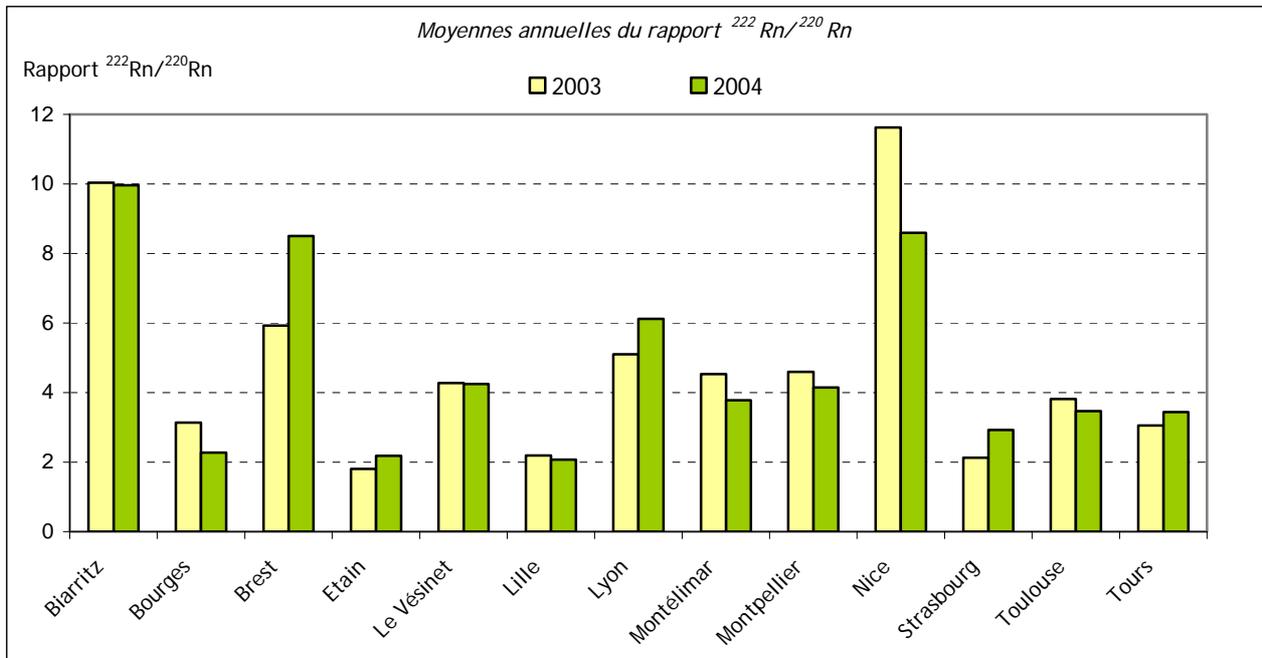


Figure 69: Valeurs moyennes annuelles du rapport $^{222}\text{Rn}/^{220}\text{Rn}$ mesuré par les stations SARA en 2003 et 2004.

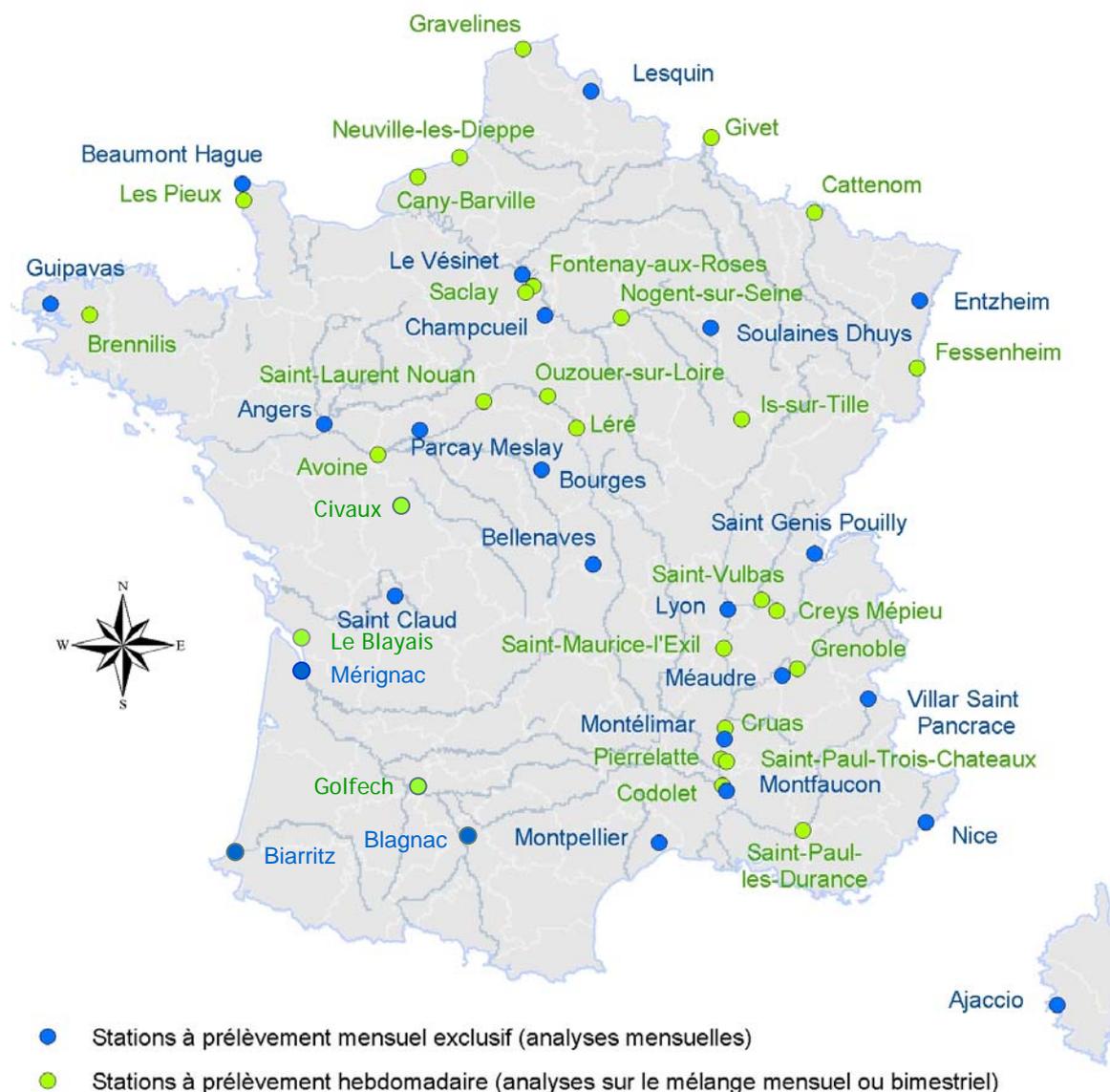
Enfin, les moyennes mensuelles de l'activité bêta globale obtenues par les stations du réseau AS et les moyennes mensuelles des descendants du radon 222 obtenues par les stations du réseau SARA sont cohérentes, notamment eu égard aux variations saisonnières et aux sites d'implantation.

VIII.2-3 LES EAUX DE PLUIES

Des prélèvements d'eaux de pluie sont réalisés par des collecteurs installés sur des sites sous les vents dominants des installations nucléaires, sur des stations Météo France et sur des exploitations agricoles en métropole et dans les départements et territoires d'outre-mer.

Stations de prélèvement dans les DOM-TOM :

- Saint-Pierre-et-Miquelon
- Pointre-à-Pitre (Guadeloupe)
- Fort-de-France (Martinique)
- Saint-Denis (La Réunion)
- Cayenne (Guyane)



Carte 9 : Implantation des points de collecte d'eaux de pluies

VIII.2.-3.a. RÉSULTATS

Les analyses réalisées sur les eaux de pluies en 2004 n'ont mis en évidence, comme les années précédentes, que la présence récurrente du ^7Be , radionucléide d'origine cosmogénique, présent dans l'atmosphère (voir les données aérosols) lessivée par les pluies.

Tableau 127 : Résultats d'analyse des eaux de pluies

	Résultats	
	⁷ Be (Bq/l)	⁷ Be (GBq/km ²)
Nombre de prélèvements	318	
Nombre de résultats significatifs	146	
Minimum mensuel	0,31 ± 0,02	0,009 ± 0,005
Maximum mensuel	4,60 ± 1,06	0,42 ± 0,01
Moyenne	1,15 ± 0,63	0,078 ± 0,061

En plus de ce radionucléide, seul du tritium (³H) a été identifié à plusieurs reprises à la station de Montfaucon, avec une activité volumique maximale atteinte en décembre : 90 ± 8 Bq/l.

Pour l'ensemble des radionucléides, il n'y a pas d'écart enregistré entre les eaux de pluie collectées au voisinage des sites nucléaires et celles collectées en dehors des zones d'influence de ces installations.

VIII.3. LE MILIEU CONTINENTAL

VIII.3-1 LES COURS D'EAU (FLEUVES ET RIVIERES)

VIII.3.-1.a. LES MOYENS DE SURVEILLANCE

La surveillance des rivières et des fleuves s'effectue à partir de prélèvements manuels (eau et boue de décantation) ou semi-automatisés (hydrocollecteurs). Elle est assurée également par un dispositif entièrement automatisé qui assure une mesure en continu : le réseau hydrotéléray.

VIII.3.1.a.1. Les prélèvements

L'IRSN effectue plusieurs prélèvements en plus de ceux effectués en amont et en aval de chaque installation nucléaire située près d'un cours d'eau.

Pour les eaux de surface, l'échantillonnage est effectué manuellement pour des points ponctuels ou par des hydrocollecteurs afin d'« intégrer » le prélèvement sur une durée déterminée. Ces prélèvements sont complétés par des prélèvements de matière en suspension collectée dans des bacs à décanter également appelés « bac à sédiments ».

VIII.3.1.a.2. Le réseau Hydrotéléray

Depuis 1993, le réseau Hydrotéléray assure la surveillance radiologique des eaux de surface continentales avant leur sortie du territoire français. Six fleuves font à l'heure actuelle l'objet d'une surveillance en continu en aval de toute installation nucléaire :

- Angers sur la Loire ;
- Croissy sur Seine (Paris) ;
- Vallabrègues sur le Rhône ;
- Lauterbourg sur le Rhin ;
- Rancennes sur la Meuse ;
- Layrac (puis Agen à partir de mi 2005) sur la Garonne.

Une septième station sera installée sur la Moselle fin 2005/début 2006.



Carte 10 : Implantation des stations du réseau

VIII.3.1.a.2.1. Principe de fonctionnement

L'eau des fleuves est pompée pour alimenter une cuve de 25 litres blindée avec du plomb afin de limiter l'influence des rayonnements gamma d'origine tellurique et cosmique. Un détecteur NaI (iodure de sodium) situé dans cette cuve permet de réaliser une spectrométrie gamma. Les données sont ensuite traitées et stockées sur une carte électronique puis envoyées au PC centralisateur *via* un modem.

Un spectre est acquis toutes les deux heures et analysé pour calculer les activités volumiques de l'iode 131, du césium 137 et du cobalt 60. Certains des radionucléides issus de la filiation du radon sont également détectés (plomb 214 et bismuth 214).

En cas d'anomalie, une alarme peut être déclenchée en une dizaine de minutes si un excédent de comptage est détecté dans l'une des régions d'intérêt du spectre gamma (régions dont les énergies correspondent aux radionucléides présents).

En 2004, aucune augmentation anormale d'activité n'a été détectée dans les eaux analysées par l'ensemble des stations du réseau.



VIII.3.-1.b. GARONNE

La surveillance de ce fleuve est assurée à partir de la station d'Ambès où sont implantés un hydrocollecteur automatisé et un bac à sédiments.

VIII.3.1.b.1. Eaux de surface (12 prélèvements)

Les analyses réalisées ne mettent pas en évidence de radioactivité artificielle supérieure aux limites de détection.

Tableau 128 : Résultats d'analyse des eaux de la station d'Ambès (Garonne)

	Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
^3H	$5,7 \pm 1,0$	$< 9,3$	-	4/12
Emetteurs gamma (^{54}Mn , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{134}Cs , ^{137}Cs)	-	$< 0,19$	-	0/12
α global	$< 0,026$	$< 0,7$	-	0/12
β global	$< 0,14$	$0,38 \pm 0,06$	-	2/12
K (mg/l)	$2,4 \pm 0,1$	15 ± 1	$6,6 \pm 5,3$	12/12

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

Les activités en uranium 234 et en uranium 238 ont été quantifiées en février 2004 à $0,013 \pm 0,001$ Bq/l.

VIII.3.1.b.2. Eaux de surface : station Hydrotéléray d'Agen

Après plusieurs dysfonctionnements liés essentiellement aux conditions d'implantation, il a été décidé mi-2004 de déplacer la station Hydrotéléray de Layrac vers Agen, située quelques kilomètres en aval, à l'entrée de la ville d'Agen. Celle-ci est opérationnelle depuis août 2005.

VIII.3.1.b.3. Boues de décantation

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans tous les mélanges trimestriels de boues de décantation de la Garonne à Ambès :

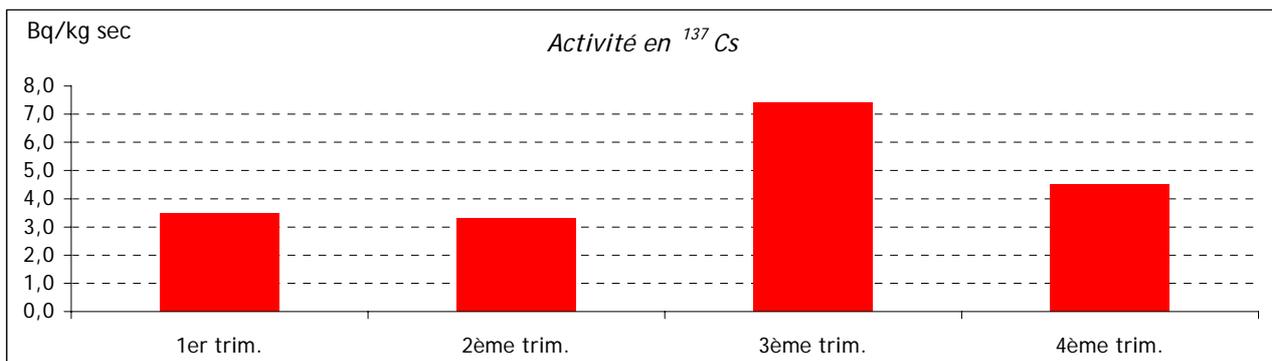


Figure 70 : Activité en ¹³⁷Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées dans la Garonne à Ambès (SD 116 GA)

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

VIII.3.1.b.4. Poissons

Un prélèvement annuel de poissons est effectué dans la Garonne en aval de la station de Ginestous.

Des traces d'iode 131, radionucléide artificiel, ont été décelées dans le prélèvement effectué en juillet : $0,62 \pm 0,22$ Bq/kg frais. Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

VIII.3.-1.c. GIRONDE

La surveillance de la Gironde s'opère à partir de prélèvements d'eaux de surface prélevées en aval du CNPE du Blayais (voir V.7.-3.d) et de sédiments.

VIII.3.1.c.1. Sédiments

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans tous les prélèvements mensuels de sédiments effectués dans la Gironde à Vitrezay :

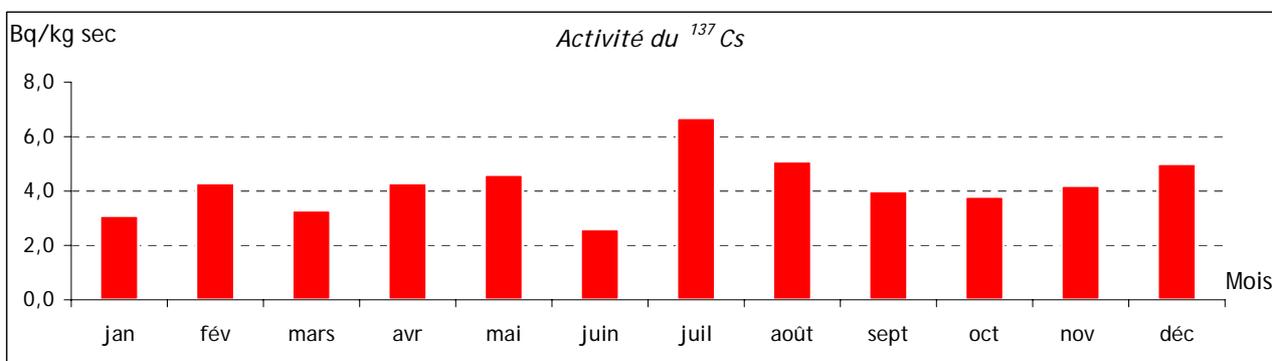


Figure 71 : Activité en ¹³⁷Cs mesurée dans les sédiments prélevés dans la Gironde à Vitrezay (SR 186)

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

VIII.3.-1.d. LOIRE

En plus des stations de surveillance implantées en amont et aval des 4 CNPE de la Loire (Belleville, Dampierre, Saint-Laurent-des-Eaux et Chinon - voir V.7-2), la surveillance de ce fleuve est assurée par un hydrocollecteur installé aux Ponts-de-Cé, doublé d'un système Hydrotéléray, et d'un bac à sédiments. En complément, un prélèvement est réalisé chaque trimestre en aval de la ville de Nantes.

VIII.3.1.d.1. Eaux de surface des Ponts-de-Cé (11 prélèvements intégrés)

Nota : - un problème technique a rendu impossible le prélèvement du mois d'août.

Tableau 129 : Résultats d'analyse des eaux de la station des Ponts-de-Cé (Loire)

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
Eau brute	Emetteurs gamma (^{54}Mn , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{134}Cs , ^{137}Cs)	-	0,098	-	
Eau filtrée	^3H	11 ± 2	19 ± 3	14 ± 3	10/11
	α global	< 0,022	$0,035 \pm 0,011$	-	5/11
	β global	< 0,13	$0,21 \pm 0,04$	0,16	9/11
	K (mg/l)	$3,2 \pm 0,2$	$5,2 \pm 0,3$	$4,3 \pm 0,8$	11/11

En ce qui concerne la station située en aval de Nantes (4 prélèvements), aucune activité artificielle n'a été détectée au dessus des limites de détection. Les activités bêta globales sont dues à la présence de l'isotope 40 du potassium.

Tableau 130 : Résultats d'analyse des eaux de la station des Nantes (Loire)

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
^{131}I		< 0,26	< 0,39	-	0/4
β global		< 0,14	$0,19 \pm 0,04$	17	3/4
K (mg/l)		$3,5 \pm 0,2$	$5,1 \pm 0,3$	$4,5 \pm 0,7$	4/4

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

VIII.3.1.d.2. Eaux de surface : station Hydrotéléray des Ponts-de-Cé

Aucune activité anormale n'a été décelée à la station Hydrotéléray des Ponts-de-Cé en 2004. Le tableau suivant présente les limites de détection obtenues par cumul de spectres sur une année.

Tableau 131 : Résultats d'analyse des eaux en continu à la station Hydrotéléray des Ponts-de-Cé

	Activité (Bq/l)
^{214}Bi	< 0,020
^{60}Co	< 0,029
^{137}Cs	< 0,012
^{131}I	< 0,011
^{214}Pb	< 0,024

VIII.3.1.d.3. Boues de décantation

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans 8 des 12 mélanges mensuels de boues de décantation de la Loire aux Ponts-de-Cé. La valeur minimale est inférieure à 4,1 Bq/kg sec ; la valeur maximale est de $8,9 \pm 2,5$ Bq/kg sec et la moyenne des valeurs significatives est de 5,8 Bq/kg sec.

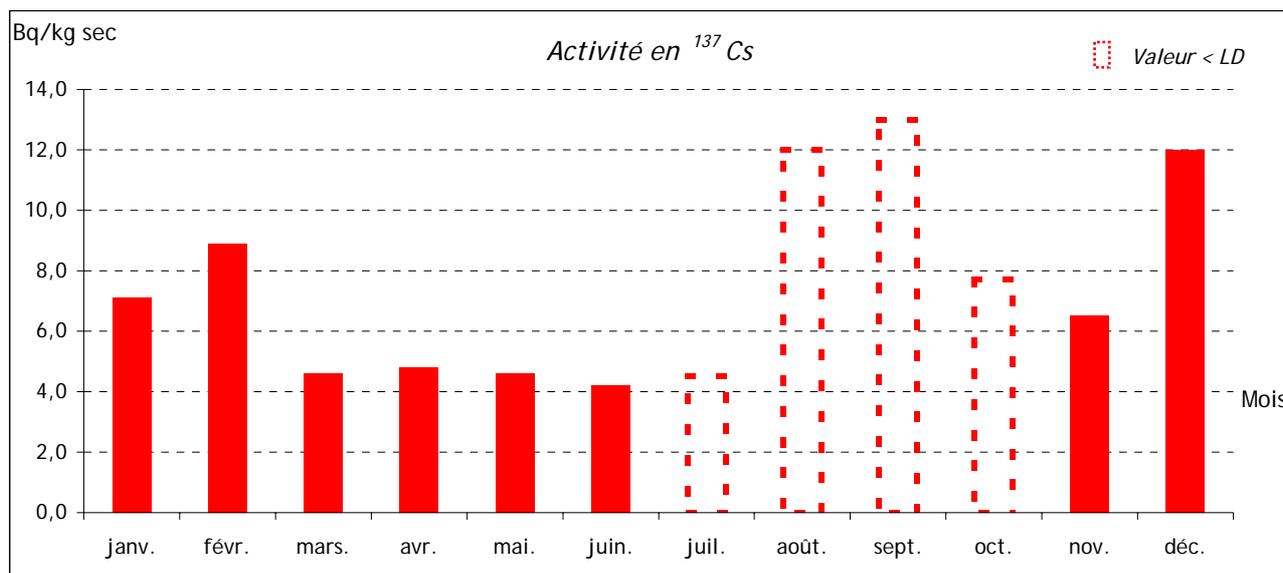


Figure 72 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les sédiments prélevés dans la Loire au Ponts de Cé (SD 146 LOV)

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

VIII.3.-1.e. MEUSE

La surveillance de la Meuse s'effectue à partir de prélèvements d'eaux de surface en amont du CNPE de Chooz (voir V.7.-7.d) et à Rancennes. Cette station, implantée en aval du CNPE, est équipée d'un hydrocollecteur, d'un bac à sédiments et d'un système Hydrotéléray.

VIII.3.1.e.1. Eaux de surface : station Hydrotéléray de Rancennes

Aucune activité anormale n'a été décelée à la station Hydrotéléray de Rancennes en 2004. Le tableau suivant présente les limites de détection obtenues sur l'année.

Tableau 132 : Résultats d'analyse des eaux en continu à la station Hydrotéléray de Rancennes - Meuse

	Activité (Bq/l)
²¹⁴ Bi	< 0,018
⁶⁰ Co	< 0,026
¹³⁷ Cs	< 0,010
¹³¹ I	< 0,333
²¹⁴ Pb	< 0,567

VIII.3.-1.f. MOSELLE

La surveillance de la Moselle s'effectue à partir de prélèvements d'eaux de surface en amont du CNPE de Cattenom et à Berg-sur-Moselle. Cette station, implantée en aval du CNPE, est équipée d'un hydrocollecteur et d'un bac à sédiments. Les résultats sont à consulter au paragraphe V.7-5.

VIII.3.-1.g. RHONE

La surveillance de ce fleuve est assurée à partir des stations de surveillance des sites de Marcoule, et des CNPE de Cruas, Creys-Malville et de Saint-Alban. Ces résultats sont disponibles au chapitre I.

En complément, des prélèvements d'eaux et de boues de décantation sont réalisés à Génissiat (Ain) et à Vallabrègues (Gard).

Une station particulière concerne spécifiquement la surveillance de l'aval de la ville de Lyon.

VIII.3.1.g.1. Aval de la ville de Lyon

VIII.3.1.g.1.1. Sédiments

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans pratiquement tous les prélèvements mensuels de sédiments du Rhône à Grigny :

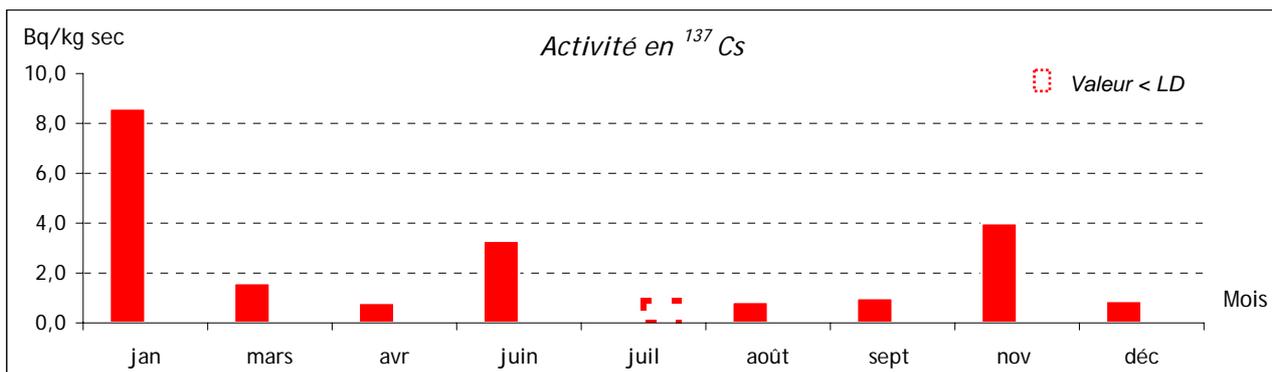


Figure 73 : Activité en ¹³⁷Cs mesurée dans les sédiments prélevés dans le Rhône à Grigny (SR 78 RO)

De faibles activités ont été relevées pour deux autres radionucléides artificiels pour le mois de juin :

- le cobalt 60 : $1,1 \pm 0,2$ Bq/kg sec,
- l'argent 110 métastable : $2,8 \pm 0,6$ Bq/kg sec.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection

VIII.3.1.g.2. Station de Génissiat

5.3.1.3.1 Eaux de surface (12 prélèvements intégrés)

Les analyses réalisées ne mettent pas en évidence de radioactivité artificielle supérieure aux limites de détection. La teneur en uranium dans ces eaux, mesurée au mois de février, est de $0,76 \pm 0,15$ µg/l.

Tableau 133 : Résultats d'analyse des eaux de la station de Génissiat (Rhône)

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
Eau brute	Emetteurs gamma (⁵⁴ Mn, ⁶⁰ Co, ⁵⁸ Co, ¹²⁴ Sb, ¹³⁷ Cs)	-	< 0,27	-	0/12
	⁹⁰ Sr				
Eau filtrée	³ H	-	< 11,0	-	0/12
	α global	< 0,022	$0,030 \pm 0,009$	0,035	8/12
	β global	< 0,085	$0,11 \pm 0,03$	-	2/12
	K (mg/l)	$1,6 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,2$	12/12

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

VIII.3.1.g.2.1. Boues de décantation

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans 3 des 4 prélèvements mensuels analysés avec une valeur maximale de $7,1 \pm 1,8$ Bq/kg sec en octobre. Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

VIII.3.1.g.3. Station de Vallabrègues

VIII.3.1.g.3.1. Eaux de surface (12 prélèvements intégrés)

Les analyses réalisées ne mettent pas en évidence de radioactivité artificielle supérieure aux limites de détection en dehors du tritium.

Tableau 134 : Résultats d'analyse des eaux de la station de Vallabrègues (Rhône)

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
Eau brute	Emetteurs gamma (^{54}Mn , ^{60}Co , ^{106}Ru , ^{124}Sb , ^{134}Cs , ^{137}Cs)	-	< 0,58	-	0/12
	^{90}Sr	< 0,005	$0,010 \pm 0,002$	-	1/12
Eau filtrée	^3H	< 8,6	$9,6 \pm 2,1$	-	2/12
	α global	< 0,024	$0,034 \pm 0,009$	-	4/12
	β global	< 0,085	$0,17 \pm 0,04$	-	4/12
	K (mg/l)	$1,8 \pm 0,1$	$2,8 \pm 0,1$	$2,1 \pm 0,4$	12/12

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

La teneur en uranium dans ces eaux, mesurée au mois de juillet, est de $0,9 \pm 0,2$ $\mu\text{g/l}$.

VIII.3.1.g.4. Eaux de surface : station Hydrotéléray de Vallabrègues

Aucune activité anormale n'a été décelée à la station Hydrotéléray de Vallabrègues en 2004. Le tableau suivant présente les limites de détection obtenues par cumul de spectres sur une année.

Tableau 135 : Résultats d'analyse des eaux en continu à la station Hydrotéléray de Vallabrègues - Rhône

	Activité (Bq/l)
^{214}Bi	< 0,017
^{60}Co	< 0,026
^{137}Cs	< 0,010
^{131}I	< 0,009
^{214}Pb	< 0,020

VIII.3.1.g.5. Boues de décantation

La présence ou des traces de césium 137 et des traces de cobalt 60, radionucléides artificiels, ont été décelées dans tous les mélanges mensuels de boues de décantation du Rhône à l'exception de celui de janvier pour le cobalt 60.

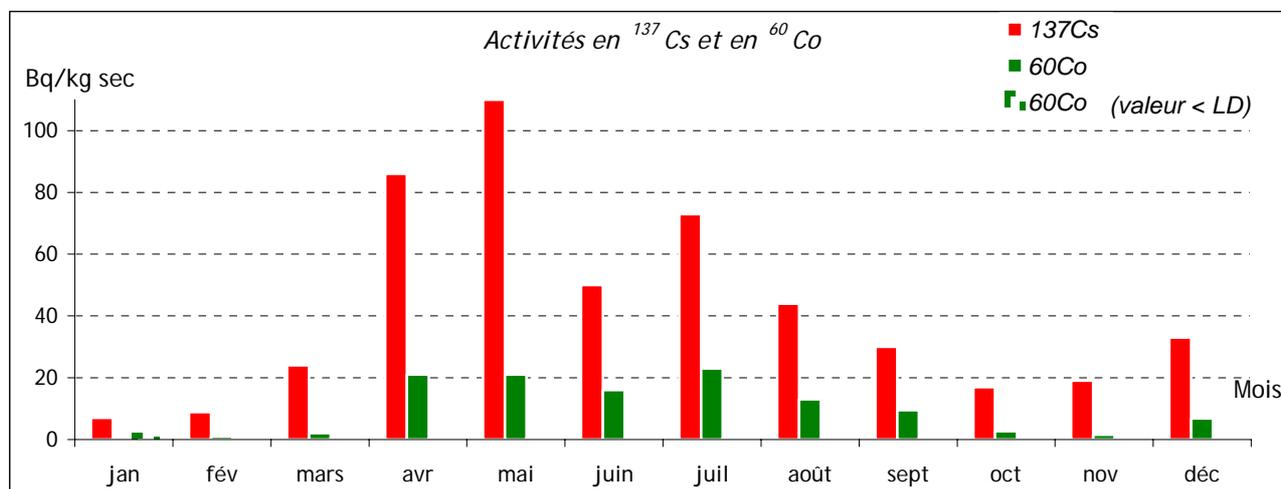


Figure 74 : Activités en ⁶⁰Co et en ¹³⁷Cs mesurées dans les boues de décantation prélevées dans le Rhône à Vallabrègues (SD 135 RO)

Concernant les autres radionucléides artificiels, des traces de plutonium 238 ont été décelées dans 8 des mélanges mensuels et des traces de plutonium 239+240 et d'américium 241 dans 9 d'entre eux :

Tableau 136 : Résultats d'analyse des boues de décantation de Vallabrègues (Rhône)

	Résultats (Bq/kg sec)	
	Min. mensuel	Max. mensuel
²³⁸ Pu	0,21 ± 0,07	0,91 ± 0,17
²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	0,36 ± 0,09	2,6 ± 0,3
²⁴¹ Am	0,27 ± 0,10	4,4 ± 0,6

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

VIII.3.-1.h. RHIN

VIII.3.1.h.1. Eaux de surface (12 prélèvements intégrés)

Les analyses réalisées ne mettent pas en évidence de radioactivité artificielle supérieure aux limites de détection. La teneur en uranium pondéral dans ces eaux, mesurée au mois de mai, est de $0,27 \pm 0,05 \mu\text{g/l}$.

Tableau 137 : Résultats d'analyse des eaux de la station de Seltz (Rhin)

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
Eau brute	Emetteurs gamma (⁵⁴ Mn, ⁵⁸ Co, ⁶⁰ Co, ¹²⁴ Sb, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs)	-	< 0,073	-	0/12
	³ H	-	< 12	-	0/12
Eau filtrée	α global	< 0,023	$0,026 \pm 0,008$	-	2/12
	β global	< 0,085	$0,15 \pm 0,04$	-	4/12
	K (mg/l)	$2,3 \pm 0,1$	$3,6 \pm 0,2$	$2,9 \pm 0,4$	12/12

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

VIII.3.1.h.2. Eaux de surface : station Hydrotéléray de Lauterbourg

Aucune activité anormale n'a été décelée à la station Hydrotéléray de Lauterbourg en 2004. Le tableau suivant présente les limites de détection obtenues par cumul de spectres sur une année.

Tableau 138 : Résultats d'analyse des eaux en continu à la station Hydrotéléray de Lauterbourg - Rhin

	Activité (Bq/l)
²¹⁴ Bi	< 0,017
⁶⁰ Co	< 0,025
¹³¹ I	< 0,010
²¹⁴ Pb	< 0,021

VIII.3.1.h.3. Sédiments

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans le prélèvement annuel de sédiments du Rhin fait en janvier en aval du barrage de Gamsheim : $9,5 \pm 1,3 \text{ Bq/kg sec}$.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

VIII.3.-1.i. SEINE

La surveillance de ce fleuve est assurée à partir des stations en amont et en aval du CNPE de Nogent/Seine (résultats disponibles au paragraphe I) et par des prélèvements semi-automatisés d'eaux de surface et de boues de décantation à Croissy sur Seine et à Porcheville. Le dispositif hydrotéléray de Croissy sur Seine et des prélèvements ponctuels à Conflans-Saint-Honorine complètent le dispositif.

VIII.3.1.i.1. Station de Croissy sur Seine :

VIII.3.1.i.1.1. Eaux de surface (12 prélèvements intégrés)

Les analyses réalisées ne mettent pas en évidence de radioactivité artificielle supérieure aux limites de détection.

Tableau 139 : Résultats d'analyse des eaux de la station de Croissy sur Seine

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
Eau brute	Emetteurs gamma (^{60}Co , ^{58}Co , ^{137}Cs)	-	< 0,096	-	0/12
	^{90}Sr	-	< 0,0089	-	0/12
Eau filtrée	^3H	< 9,0	12 ± 2	-	3/12
	α global	-	< 0,033	-	0/12
	β global	< 0,11	$0,16 \pm 0,04$	0,14	7/12
	K (mg/l)	$2,6 \pm 0,1$	$4,6 \pm 0,2$	$3,6 \pm 0,6$	12/12

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

La teneur en uranium dans ces eaux, mesurée au mois de juin, est de $0,5 \pm 0,1$ µg/l.

VIII.3.1.i.1.2. Eaux de surface : station Hydrotéléray de Croissy sur Seine

Aucune activité anormale n'a été décelée à la station Hydrotéléray de Croissy sur Seine en 2004. Le tableau suivant présente les limites de détection obtenues par cumul de spectres sur une année.

Tableau 140 : Résultats d'analyse des eaux en continu à la station Hydrotéléray de Croissy sur Seine

	Activité (Bq/l)
^{214}Bi	< 0,020
^{60}Co	< 0,027
^{137}Cs	< 0,011
^{131}I	< 0,010
^{214}Pb	< 0,024

VIII.3.1.i.1.3. Boues de décantation

Des traces ou la présence d'iode 131 et des traces de césium 137, radionucléides artificiels, ont été décelées dans pratiquement tous les mélanges mensuels de boues de décantation de la Seine :

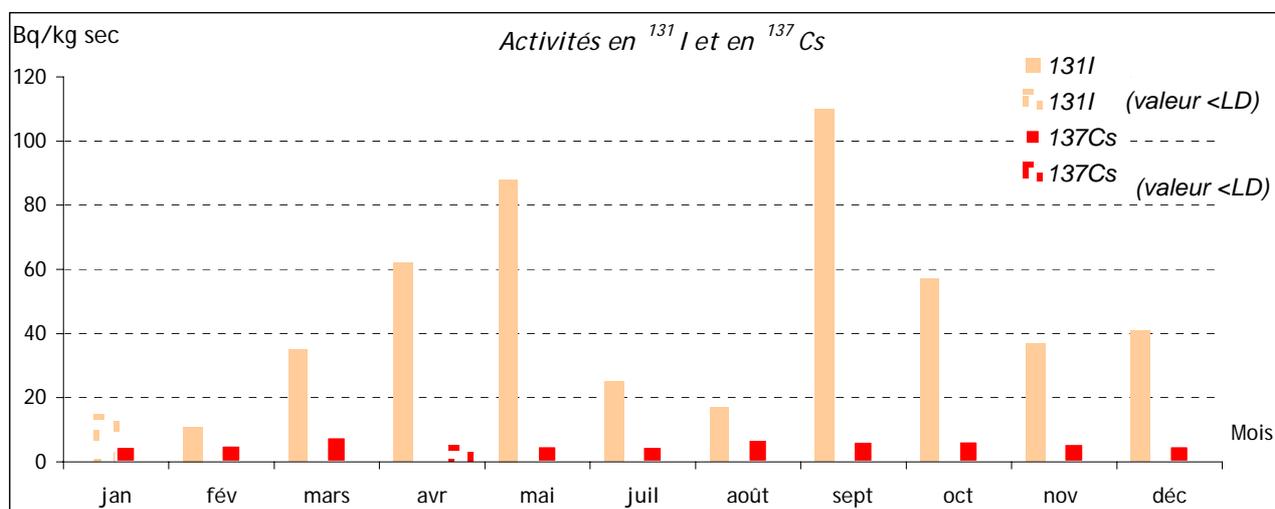


Figure 75 : Activités en ¹³¹I et en ¹³⁷Cs mesurées dans les boues de décantation prélevées à Croissy sur Seine (SD 15 SE)

VIII.3.1.i.2. Station de Porcheville :

VIII.3.1.i.2.1. Eaux de surface (11 prélèvements intégrés)

Les analyses réalisées ne mettent pas en évidence de radioactivité artificielle supérieure aux limites de détection. La radioactivité bêta globale, systématiquement significative, s'explique par la contribution de l'isotope naturel de masse 40 du potassium.

Tableau 141 : Résultats d'analyse des eaux de la station de Porcheville (Seine)

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
Eau brute	Emetteurs gamma (⁶⁰ Co, ⁵⁸ Co, ¹³⁷ Cs)	-	< 0,14	-	0/11
Eau filtrée	³ H	< 9,0	9,3 ± 2,8	-	3/11
	α global	< 0,027	0,031 ± 0,009	-	1/4
	β global	0,13 ± 0,04	0,20 ± 0,04	0,17 ± 0,02	11/11
	K (mg/l)	3,9 ± 0,2	6,1 ± 0,3	5,2 ± 0,8	11/11

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

VIII.3.1.i.2.2. Boues de décantation

Des traces ou la présence d'iode 131 et des traces de césium 137, radionucléides artificiels, ont été décelées dans pratiquement tous les mélanges mensuels de boues de décantation de la Seine :

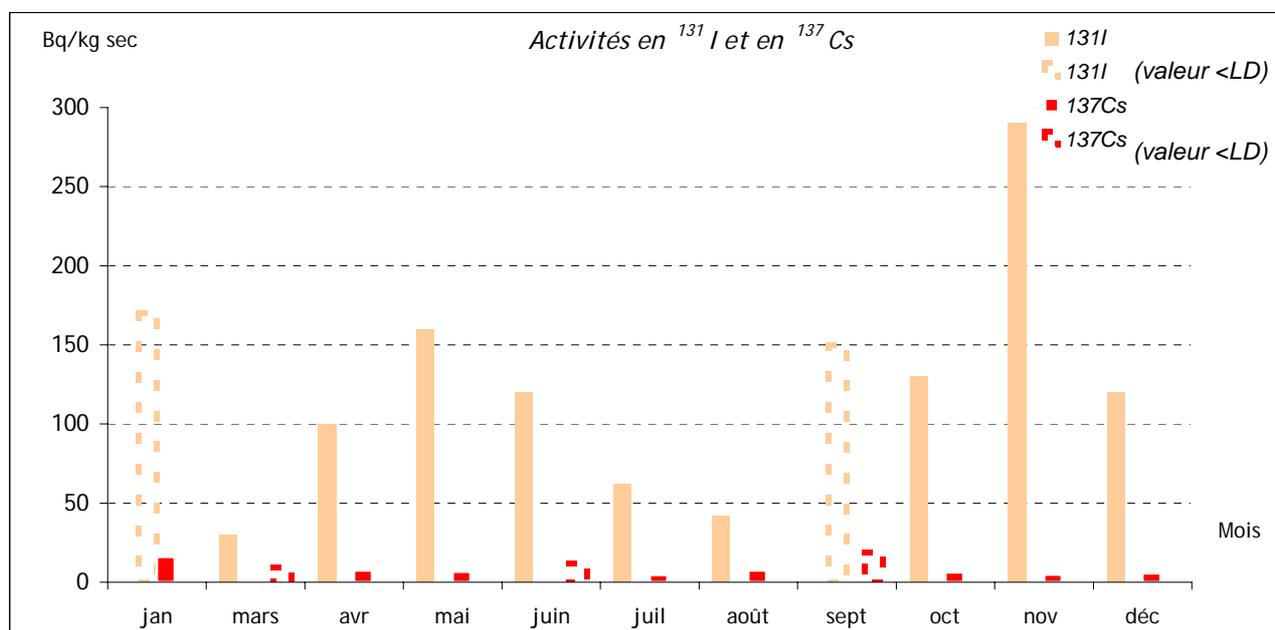


Figure 76 : Activités en ¹³¹I et en ¹³⁷Cs mesurées dans les boues de décantation prélevées à Porcheville (SD 190 SE)

VIII.3.1.i.3. Station de Conflans-Sainte-Honorine :

VIII.3.1.i.3.1. Eaux de surface (52 prélèvements ponctuels)

Les analyses réalisées ne mettent pas en évidence de radioactivité artificielle supérieure aux limites de détection. La radioactivité bêta globale, systématiquement significative, s'explique par la contribution de l'isotope naturel de masse 40 du potassium.

Tableau 142 : Résultats d'analyse des eaux de la station de Conflans

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
Eau brute	Emetteurs gamma (¹³¹ I)	-	< 0,32	-	0/52
Eau filtrée	β global	0,14 ± 0,04	0,26 ± 0,05	0,19 ± 0,03	50/52
	K (mg/l)	3,2 ± 0,2	6,5 ± 0,3	5,1 ± 0,8	52/52

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

VIII.3-2 LES STATIONS DE SUIVI CONTINENTAL TERRESTRE



Légende

● Stations de référence IRSN

Code site	Nom	Dpt	Mise en service
BEL	Bellenaves	3	septembre 1961
MEA	Méaudre	38	septembre 1961
MON	Montfaucon	30	décembre 1976
NLR	Nainville-les-Roches	91	décembre 1963
SLC	Saint-Laurent-de-Ceris	16	octobre 1988
VES	Le Vésinet	78	juillet 1963

Carte 11 : Implantation des stations de suivi continental terrestre de l'IRSN

Des prélèvements de lait de vache, de végétaux terrestres, de sols et d'os de lapin sont effectués au niveau de 7 stations de suivi situées à Méaudre, Montfaucon, Nainville-les-Roches, Bellenaves, Saint-Laurent-de-Ceris et sur le site IRSN du Vésinet selon un planning spécifique à chaque station.

VIII.3.-2.a. LES SOLS

Des prélèvements trimestriels de sol sont réalisés au niveau des stations de Méaudre, Montfaucon, Nainville-les-Roches, Bellenaves, Saint-Laurent-de-Céris et sur le site IRSN du Vésinet.

La présence de radionucléides artificiels a été décelée dans tous les prélèvements analysés :

Tableau 143 : Résultats d'analyse des sols (stations de suivi continental)

Station	Activités exprimées en Bq/kg sec								
	¹³⁷ Cs			²¹⁴ Bi			²²⁸ Ra		
	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.
Méaudre	42 ± 5	52 ± 6	47	32 ± 4	37 ± 4	35	27 ± 4	33 ± 5	30
Montfaucon	9,0 ± 1	15 ± 2	11	38 ± 4	43 ± 5	39	40 ± 4	45 ± 5	43
Nainville-les-Roches	3,6 ± 0,6	4,2 ± 0,8	3,9	17 ± 2	20 ± 3	19	20 ± 3	21 ± 4	21
Bellenaves	15 ± 2	20 ± 2	18	49 ± 6	59 ± 7	53	68 ± 8	86 ± 10	79
Saint-Laurent-de-Céris	15 ± 2	18 ± 2	17	52 ± 6	66 ± 8	59	56 ± 6	61 ± 7	59
Le Vésinet	5,9 ± 1,0	12 ± 2	8,1	16 ± 2	22 ± 3	18	18 ± 3	24 ± 4	21

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

Un mélange annuel de ces prélèvements trimestriels est réalisé pour chaque station en vue de la détermination du strontium 90, autre radionucléide artificiel. La présence de ce radionucléide a été décelée dans 3 des 6 stations ; dans les 3 autres stations, les activités observées sont restées inférieures à nos limites de détection.

Tableau 144 : Résultats d'analyse en strontium dans les sols (stations de suivi continental)

Station	Activité en ⁹⁰ Sr (Bq/kg sec)
Méaudre	2,6 ± 0,3
Bellenaves	1,7 ± 0,2
Saint-Laurent-de-Céris	17 ± 2

Ces activités s'expliquent essentiellement par les retombées des essais nucléaires atmosphériques passés.

VIII.3.-2.b. LES VÉGÉTAUX

Aux stations de suivi de Méaudre, Montfaucon, Nainville-les-Roches, Bellenaves, Saint-Laurent-de-Céris et du site IRSN du Vésinet, des prélèvements de végétaux terrestres (herbe) sont effectués chaque mois.

Les analyses mensuelles réalisées sur tous les prélèvements ont permis de mettre en évidence :

- des traces de césium 137, radionucléide artificiel, dans 8 d'entre eux :

Tableau 145 : Résultats d'analyse en césium 137 dans les végétaux (stations de suivi continental)

Station	Mois	Activité en ¹³⁷ Cs (Bq/kg sec) valeur max.
Méaudre	septembre	1,4 ± 0,6
Montfaucon	août et septembre	1,9 ± 0,9
Saint-Laurent-de-Céris	mars et avril	1,6 ± 0,8
Le Vésinet	juillet, septembre et octobre	2,1 ± 0,9

- la présence de béryllium 7 dans tous les prélèvements des stations de Méaudre, Montfaucon, Nainville-les-Roches, Bellenaves et du site IRSN du Vésinet et dans 7 des 12 prélèvements de la station de Saint-Laurent-de-Céris :

Tableau 146 : Résultats d'analyse en béryllium7 dans les végétaux (stations de suivi continental)

Station	Activité en ⁷ Be (Bq/kg sec)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
Méaudre	45 ± 10	250 ± 30	130	5/5
Montfaucon	35 ± 9	450 ± 50	160	12/12
Nainville-les-Roches	20 ± 7	330 ± 40	140	11/12
Bellenaves	65 ± 21	230 ± 30	140	12/12
Saint-Laurent-de-Céris	11 ± 6	270 ± 30	83	7/12
Le Vésinet	36 ± 15	210 ± 30	100	12/12

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection pour toutes les stations.

Des analyses complémentaires effectuées en mai et octobre ont révélé des activités significatives en strontium 90 :

Tableau 147 : Résultats d'analyse des végétaux (stations de suivi continental) (3)

Station	Activité maximale (Bq/kg sec)
	⁹⁰ Sr
Méaudre	1,9 ± 0,2
Montfaucon	1,7 ± 0,3
Nainville-les-Roches	2,4 ± 0,3
Bellenaves	0,97 ± 0,14
Saint-Laurent-de-Céris	5,5 ± 0,7
Le Vésinet	1,6 ± 0,2

Ces activités s'expliquent essentiellement par les retombées des essais nucléaires atmosphériques passés.

VIII.3.-2.c. LES LAITS

Aux stations de suivi de Montfaucon, Nainville-les-Roches, Bellenaves, Saint-Laurent-de-Céris et du site IRSN du Vésinet, des mélanges bimensuels de lait de vache sont réalisés chaque mois.

Dans certains des mélanges analysés, on observe :

- Station de Montfaucon : une activité significative en strontium (méthode Sr + TR) de $0,13 \pm 0,03$ Bq/l en septembre
- Station de Bellenaves : des activités significatives en strontium (méthode Sr + TR) et des traces de strontium 90 dans tous les mélanges analysés :

Tableau 148 : Résultats d'analyse des laits (station de Bellenaves)

	Résultats (en Bq/l)			
	Min. mensuelle	Max. mensuelle	Moyenne	*
Sr+TR	$0,15 \pm 0,04$	$0,18 \pm 0,04$	0,17	12/12
⁹⁰ Sr	$0,046 \pm 0,010$	$0,092 \pm 0,012$	0,074	12/12

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

- Station de St Laurent-de-Céris :

Une activité significative en strontium (méthode Sr + TR) de $0,18 \pm 0,04$ Bq/l en septembre et des traces de strontium 90 dans tous les mélanges analysés :

Tableau 149 : Résultats d'analyse des laits (station de St Laurent-de-Céris)

	Résultats (en Bq/l)			
	Min.	Max.	Moyenne	*
⁹⁰ Sr	0,052 ± 0,009	0,074 ± 0,010	0,061	12/12

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection pour toutes les stations.

VIII.3.-2.d. LES OS DE LAPIN

Aux stations de Méaudre, Montfaucon, Nainville-les-Roches, Bellenaves et St Laurent-de-Céris, des mélanges annuels sont constitués à partir de prélèvements trimestriels d'os de lapin d'élevage en vue de la détermination du strontium 90.

Des traces de ce radionucléide artificiel ont été décelées pour 4 des 5 stations :

Tableau 150 : Résultats d'analyse des os de lapin

Station	⁹⁰ Sr (Bq/g de cendres)	⁹⁰ Sr (Bq/g de calcium)
Méaudre	0,020 ± 0,002	0,050
Nainville-les-Roches	0,018 ± 0,002	0,044
Bellenaves	0,016 ± 0,002	0,041
Saint-Laurent-de-Céris	0,049 ± 0,006	0,13

Pour la station de Montfaucon, l'activité observée est restée inférieure à notre limite de détection.

VIII.3.-2.e. LE CAS DES STATIONS OUTRE-MER

Des prélèvements de végétaux terrestres (herbe) sont effectués chaque mois au niveau de 3 stations de suivi situées à Cayenne (Guyane), Fort-de-France (Martinique) et Pointe-à-Pitre (Guadeloupe).

Les analyses mensuelles réalisées sur tous les prélèvements ont permis de mettre en évidence :

- de faibles activités en césium 137, radionucléide artificiel, dans 2 des 8 prélèvements provenant de la Guyane, dans tous les prélèvements provenant de la Martinique à l'exception de celui d'août et dans 8 des 12 prélèvements provenant de la Guadeloupe :

Tableau 151 : Résultats d'analyse des végétaux d'Outre-Mer (1)

Station	Mois	Activité en ^{137}Cs (Bq/kg sec)	
		Min.	Max.
Guyane	août et octobre	$1,1 \pm 0,6$	$1,1 \pm 0,6$
Martinique	tous les mois sauf août	$5,3 \pm 1,3$	20 ± 2
Guadeloupe	janvier, mars, avril, août à décembre	$0,92 \pm 0,53$	19 ± 3

- la présence de béryllium 7 dans tous les prélèvements :

Tableau 152 : Résultats d'analyse des végétaux d'Outre-Mer (2)

Station	Activité en ^7Be (Bq/kg sec)		
	Min.	Max.	Moyenne
Guyane	41 ± 9	460 ± 50	190
Martinique	61 ± 13	230 ± 35	140
Guadeloupe	62 ± 9	230 ± 30	130

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection pour les 3 stations.

Des analyses complémentaires effectuées en mai et octobre ont révélé la présence de strontium 90 pour les stations de la Guyane et de la Martinique :

Tableau 153 : Résultats d'analyse des végétaux d'outremer (stations de suivi continental) (3)

Station	Activité maximale en ^{90}Sr (Bq/kg sec)
Guyane	16 ± 1
Martinique	$1,0 \pm 0,1$

Pour la station de la Guadeloupe, les activités observées sont restées inférieures à nos limites de détection.

VIII.3-3 CAS PARTICULIER DES RIZIÈRES DE CAMARGUE

Dans le cadre de la surveillance des rizières irriguées par l'eau des Petit et Grand Rhône et l'eau du canal de Vignerat, 3 prélèvements annuels de terre de rizière et un prélèvement de riz paddy de variété Thai correspondant à la récolte de l'année en cours sont réalisés.

VIII.3.-3.a. PRÉLÈVEMENTS DE TERRE DE RIZIÈRE

La présence d'uranium 234 et d'uranium 238, isotopes de l'uranium naturel, a été décelée dans les 3 prélèvements effectués en juin :

Tableau 154 : Résultats d'analyse terre de rizière (Camargue) (1)

	Résultats (en Bq/kg sec)	
	²³⁴ U	²³⁸ U
Mas Les Roseaux de Beaujeu à St Gilles	21 ± 4	22 ± 5
Domaine du Viguiier à Arles	22 ± 4	23 ± 5
Domaine de la Grande Porcelette au Mas Thibert	22 ± 4	23 ± 5

Des traces de plutonium 239, radionucléide artificiel, ont été relevées dans 2 de ces prélèvements :

Tableau 155 : Résultats d'analyse terre de rizière (Camargue) (2)

	Activité en ²³⁹⁺²⁴⁰ Pu (en Bq/kg sec)
Domaine du Viguiier à Arles	0,25 ± 0,08
Domaine de la Grande Porcelette au Mas Thibert	0,23 ± 0,09

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

VIII.3.-3.b. RIZ PADDY

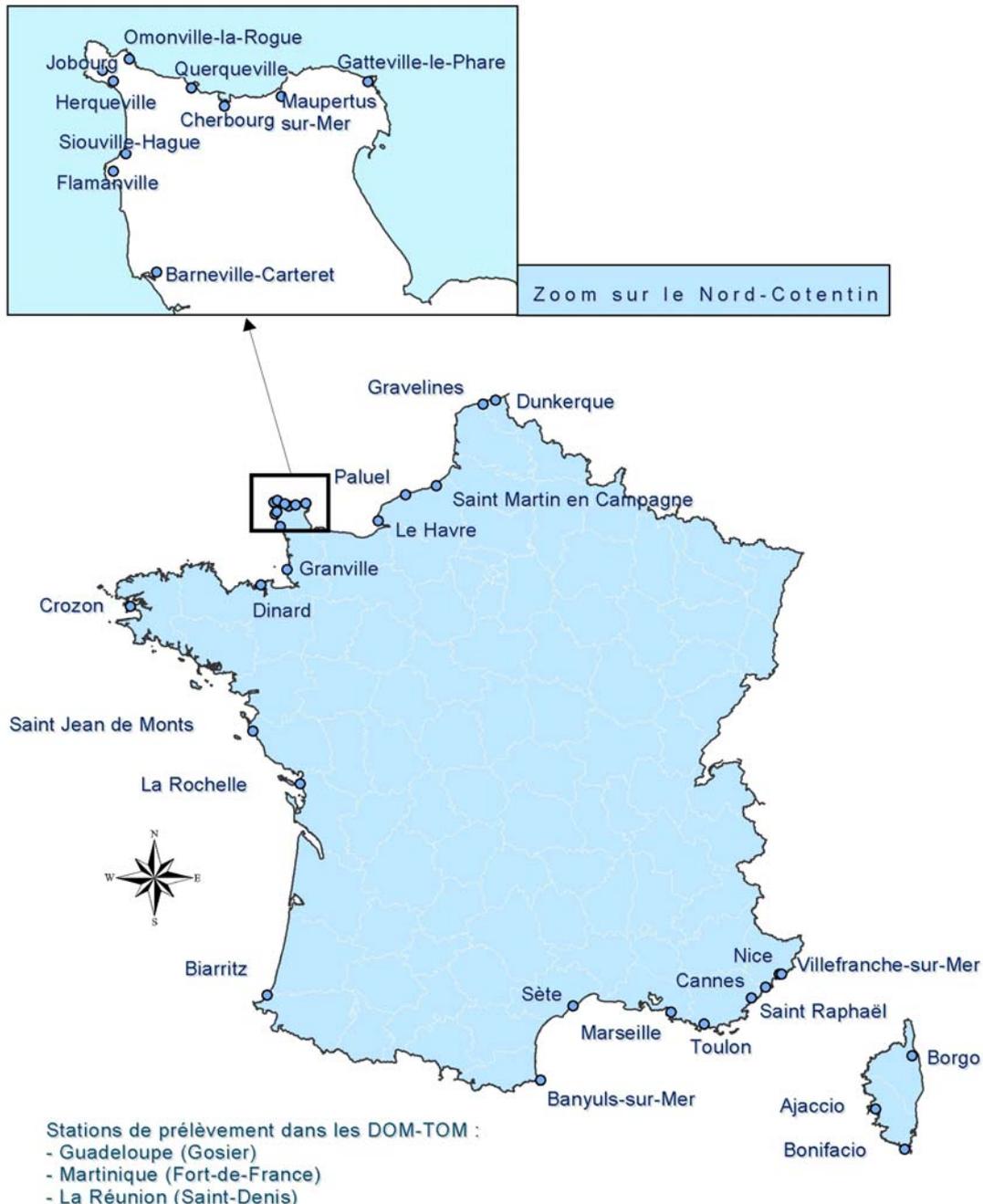
Des traces d'américium 241, radionucléide artificiel, ont été relevées dans l'échantillon de riz paddy provenant de Sud Céréales à Arles : 0,016 ± 0,004 Bq/kg frais.

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

VIII.4. LE LITTORAL

VIII.4-1 LES EAUX DE MER

La surveillance des eaux de mer est exercée à partir de 31 stations métropolitaines et 3 stations Outre-Mer de prélèvements ponctuels ou par hydrocollecteurs. En 2004, aucune activité anormale ou artificielle n'a été mise en évidence au dessus des limites de détection.



Carte 12 : Implantation des points de prélèvements d'eaux de mer

VIII.4.-1.a. MER DU NORD ET MANCHE

La surveillance des eaux du littoral Manche et de la mer du Nord prévoit, en plus des points de surveillance autour des installations de Gravelines, Paluel, Penly, La Hague et Flamanville (consulter les données au chapitre 0), des prélèvements semestriels à :

- Dunkerque
- Le Havre
- Cherbourg
- Dinard

En ces différents points, aucune activité significative en radionucléide artificiel n'a été mesurée au dessus des limites de détection :

Tableau 156 : Résultats d'analyse des eaux de mer prélevées sur le littoral Manche et Mer du Nord

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
Eau brute	Emetteurs gamma artificiels (^{134}Cs , ^{137}Cs)	-	< 0,049	-	0/8
	^3H	-	< 9,6	-	0/8
	K (mg/l)	330 ± 16	390 ± 20	360	8/8

VIII.4.-1.b. OCÉAN ATLANTIQUE

VIII.4.1.b.1. France métropolitaine

La surveillance des eaux du littoral atlantique prévoit des prélèvements semestriels à :

- St Jean de Monts
- La Rochelle
- Biarritz

En ces différents points, aucune activité significative en radionucléide artificiel n'a été mesurée au dessus des limites de détection :

Tableau 157 : Résultats d'analyse des eaux de mer prélevées sur le littoral atlantique

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	
Eau brute	Emetteurs gamma artificiels (^{134}Cs , ^{137}Cs)	-	< 0,038	-	0/6
	^3H	-	< 9,0	-	0/6
	K (mg/l)	340 ± 17	400 ± 20	380	6/6

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

VIII.4.1.b.2. Antilles

La surveillance des eaux du littoral des Antilles prévoit des prélèvements semestriels en :

- Guadeloupe
- Martinique

En ces différents points, aucune activité significative en radionucléide artificiel n'a été mesurée au dessus des limites de détection :

Tableau 158 : Résultats d'analyse des eaux de mer prélevées en Atlantique dans les Antilles

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
Eau brute	Emetteurs gamma (^{134}Cs , ^{137}Cs)	-	< 0,034	-	0/4
	^3H	-	< 9,0	-	0/4
	K (mg/l)	380 ± 19	400 ± 20	385	4/4

VIII.4.-1.c. MER MÉDITERRANÉE

La surveillance des eaux du littoral méditerranéen prévoit des prélèvements semestriels à :

- Banyuls
- Sète
- Marseille
- Toulon
- St Raphaël
- Cannes
- Nice
- Villefranche-sur-Mer
- Ajaccio
- Bastia (Borgo)

En ces différents points, aucune activité significative en radionucléide artificiel n'a été mesurée au dessus des limites de détection :

Tableau 159 : Résultats d'analyse des eaux de mer prélevées sur le littoral méditerranéen

		Résultats (Bq/l sauf indication contraire)			
		Min.	Max.	Moyenne	*
Eau brute	Emetteurs gamma artificiels (^{134}Cs , ^{137}Cs)	-	< 0,036	-	0/20
	^3H	-	< 9,0	-	0/20
	K (mg/l)	380 ± 19	460 ± 23	430	20/20

*Nombre de valeurs significatives sur le nombre total de mesures

VIII.4-2 LA BAIE DE SEINE

Dans le cadre du suivi particulier des rejets de phosphogypses provenant des résidus d'usines d'engrais déversés en baie de Seine, 3 prélèvements annuels de sédiments sont réalisés en 3 points correspondant à d'anciennes stations de l'IFREMER.

La présence de radionucléides naturels et artificiels a été décelée dans les 3 échantillons de sédiments prélevés en novembre :

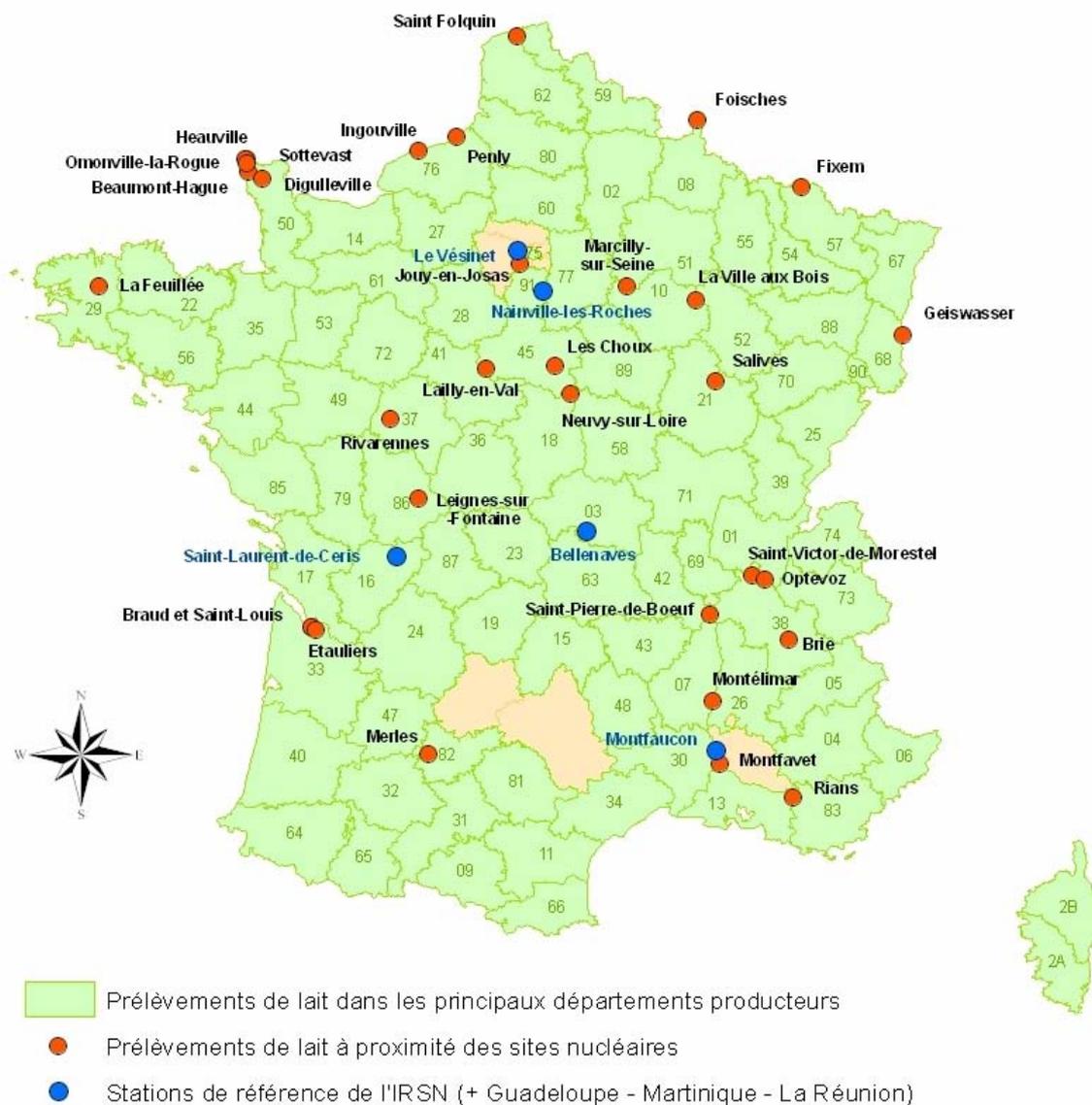
Tableau 160 : Résultats d'analyse des sédiments prélevés en baie de Seine

	Activité (Bq/kg sec)	
	Min.	Max.
²⁰⁸ Tl	2,3 ± 0,4	7,1 ± 1,0
²¹⁰ Po	35 ± 5	46 ± 6
²¹² Pb	5,5 ± 0,7	20 ± 2
²¹⁴ Bi	13 ± 1	22 ± 3
²¹⁴ Pb	9,9 ± 1,2	19 ± 2
²²⁶ Ra	8,1 ± 1,5	28 ± 8
²²⁸ Ac	7,6 ± 1,7	21 ± 3
²²⁸ Th	16 ± 3	34 ± 7
²³⁰ Th	29 ± 6	39 ± 8
²³² Th	17 ± 3	39 ± 8
²³⁴ U	14 ± 2	23 ± 2
²³⁸ U	15 ± 2	23 ± 2

VIII.5. LES CONSTITUANTS DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE

VIII.5-1 LE LAIT

La surveillance des laits se décline selon trois thématiques : la surveillance des laits à proximité des installations nucléaires, la surveillance des laits de coopératives représentatives de la plupart des départements et les laits de stations de suivi.



Carte 13 : Implantation des stations de prélèvements de lait

VIII.5.-1.a. LAITS « DÉPARTEMENTAUX »

Pour 84 départements de la Métropole, un contrôle régulier de la radioactivité du lait de vache est effectué au niveau d'un centre laitier représentatif de la production du département.

Des traces de césium 137, radionucléide artificiel, ont été décelées dans 8 des prélèvements mensuels de lait provenant de l'Ardèche (07). La valeur minimale est de $0,12 \pm 0,07$ Bq/l et la valeur maximale est de $0,91 \pm 0,15$ Bq/l.

Dans tous les autres échantillons de laits analysés provenant des différents départements, toutes les activités des radionucléides artificiels mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection. Pour les départements de la Guadeloupe et de la Martinique, un contrôle mensuel de la radioactivité du lait de vache est également effectué au niveau d'un centre laitier représentatif de la production du département.

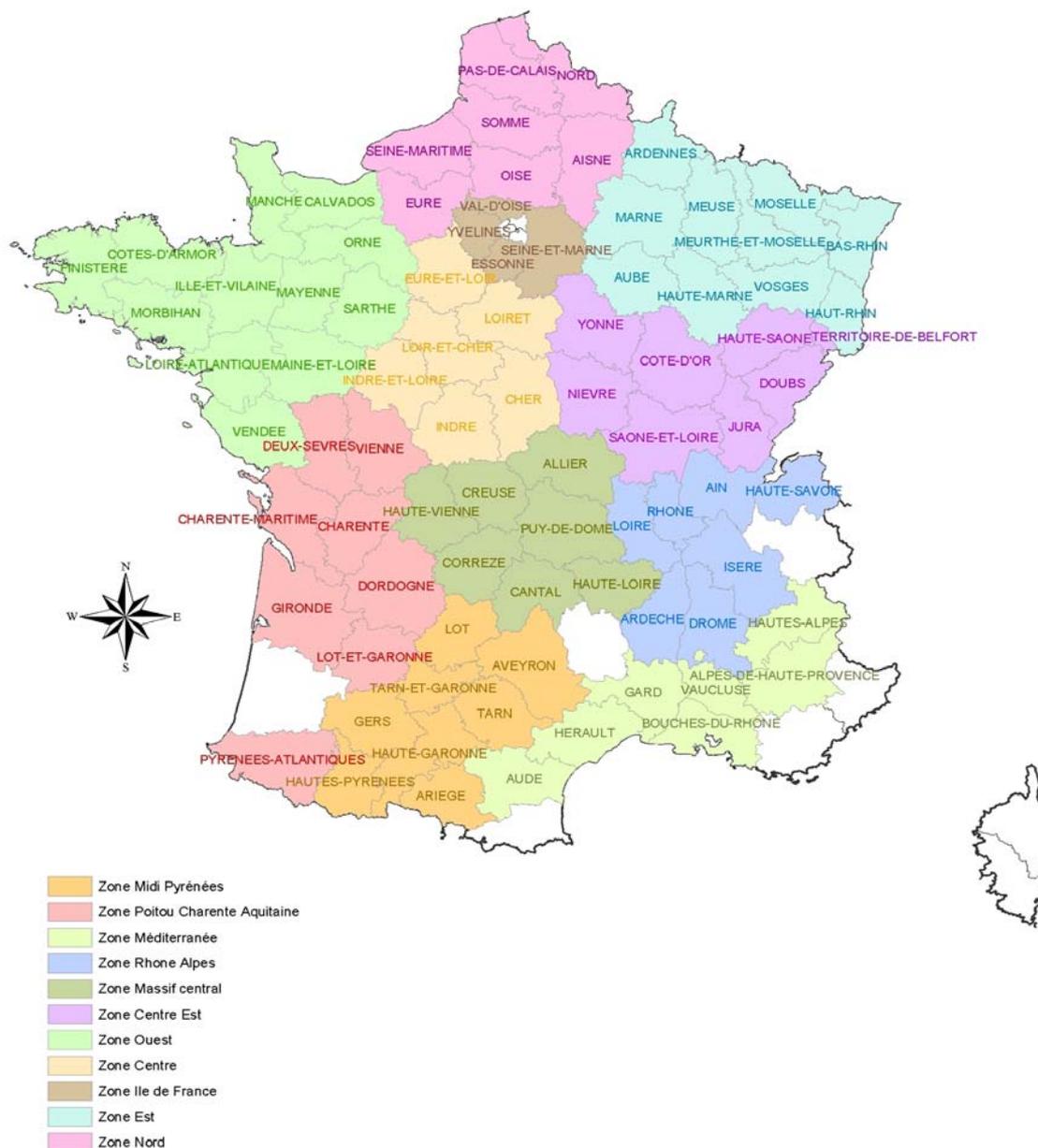
Les activités en Strontium (méthode Sr+TR) et en Iode 131, Césium 134 et Césium 137, radionucléides artificiels, sont restées inférieures à nos limites de détection pour tous les prélèvements analysés.

VIII.5.-1.b. LAITS DES STATIONS DE SUIVI

Les données relatives à l'analyse des laits prélevés à proximité des stations de suivi sont présentées au paragraphe VIII.3.-2.c.

VIII.5-2 LE BLÉ

Des mélanges correspondant à 11 régions administratives ont été réalisés à partir d'échantillons de blés envoyés par les services régionaux de l'ONIC et provenant de 210 silos répartis sur toute la Métropole.



Carte 14 : Répartition des régions de prélèvements de blé

L'analyse des grains entiers a montré la présence habituelle de strontium 90, radionucléide artificiel, sans augmentation notable par rapport aux années précédentes :

Tableau 161 : Résultats d'analyse en ⁹⁰Sr dans les blés par régions

Légende carte	Région administrative	Nombre de départements	Activité en ⁹⁰ Sr (Bq/kg frais)
	Nord	7	0,13 ± 0,02
	Est	10	0,11 ± 0,02
	Ile de France	4	0,13 ± 0,02
	Centre	6	0,15 ± 0,02
	Ouest	12	0,21 ± 0,03
	Centre Est	7	0,18 ± 0,03
	Massif Central	7	0,33 ± 0,03
	Rhône Alpes	7	0,21 ± 0,03
	Méditerranée	7	0,17 ± 0,02
	Poitou Charente Aquitaine	8	0,20 ± 0,03
	Midi Pyrénées	8	0,22 ± 0,03

Les activités des autres radionucléides mesurés sont restées inférieures à nos limites de détection.

VIII.5-3 LA RATION ALIMENTAIRE

Chaque mois, l'ensemble des repas consommés par un salarié (aliments solides, boissons et lait) est reconstitué par la collecte pendant 7 jours consécutifs de l'ensemble des repas au restaurant d'entreprise du site du Vésinet. Pendant cette même période, un prélèvement de lait non stérilisé est également réalisé .

Les analyses sont effectuées dans les deux cas sur un mélange bimestriel de ces prélèvements.

VIII.5.-3.a. LAIT

Concernant les radionucléides artificiels mesurés et dans tous les mélanges analysés :

- les activités relevées pour le césium 134 et le césium 137 sont restées inférieures aux limites de détection,
- des traces de strontium 90 ont été décelées, dans la gamme habituellement observée. Les valeurs relevées vont de $0,054 \pm 0,010$ Bq/l (minimum) à $0,093 \pm 0,013$ Bq/l (maximum) avec une moyenne de $0,076$ Bq/l.

VIII.5.-3.b. RATION ALIMENTAIRE COMPLÈTE

Les activités relevées pour le strontium 90, le césium 134 et le césium 137, radionucléides artificiels, sont toutes restées inférieures aux limites de détection.

On observe :

- la présence de carbone 14 dans 3 des 6 mélanges analysés avec une valeur maximale de 99 ± 22 Bq/jour dans celui de septembre-octobre ;
- des traces d'uranium 234 et d'uranium 238, isotopes de l'uranium naturel à l'équilibre, dans 2 des 6 mélanges avec des valeurs maximales dans celui de septembre-octobre : ^{234}U : $0,063 \pm 0,013$ Bq/jour et ^{238}U : $0,062 \pm 0,013$ Bq/jour.

IX. ACTIONS DE SURVEILLANCE SPECIALE A LA SUITE D'EVENEMENTS EN 2004

IX.1. EXPERTISES SUITE À DES INCIDENTS SUR DES CNPE

En 2004, les moyens de surveillance de l'IRSN ont été mis à contribution à deux reprises suite à des rejets gazeux intempestifs de faible ampleur aux CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux et de Chinon. Les résultats des analyses réalisées ont permis de conclure à l'absence de conséquence pour l'environnement.

IX.2. ADAPTATION DE LA SURVEILLANCE APRES LES CRUES DU RHONE DE 2003

En raison de la crue exceptionnelle du Rhône à partir du 2 décembre 2003 et compte tenu des perturbations rencontrées par les installations nucléaires localisées dans la vallée du Rhône, l'IRSN a décidé, en concertation avec les exploitants, de modifier temporairement les plans de surveillance de l'environnement dans le cadre de la situation de crise des centrales nucléaires de Cruas et de Tricastin.

La modification des plans de surveillance a consisté à augmenter la fréquence des prélèvements d'eau réalisés par les hydrocollecteurs de l'IRSN en aval des CNPE de Cruas, du Tricastin, du site de Marcoule et de la station de Vallabrègues. A la demande du Laboratoire de Veille Radiologique de l'Environnement, des échantillons supplémentaires ont été prélevés manuellement en amont et en aval du Tricastin. Les résultats de ces analyses, comparables à ceux mesurés régulièrement sur les échantillons prélevés en routine, n'ont révélé aucune augmentation de la radioactivité artificielle. Néanmoins, l'effet de la crue s'est traduit par une augmentation significative du niveau d'activité bêta global mesuré dans les résidus de filtration qui s'explique par l'augmentation de la charge particulaire.

En parallèle, d'autres prélèvements ont été réalisés à la station observatoire d'Arles (réseau OPERA). Sur la fraction dissoute, à l'exception du cobalt 60 et du césium 137, les niveaux d'activités des radionucléides artificiels sont restés inférieurs aux limites de détection. L'effet de la crue s'est traduit globalement par une diminution sensible des activités par rapport à une situation d'étiage en raison de l'effet de dilution par le débit. Sur la fraction particulaire, les études réalisées grâce à cette installation ont permis de préciser que la présence de césium 137 restait pour l'essentiel liée au lessivage des sols du bassin versant. Le cobalt 60 (qui provient des rejets des installations) a été remobilisé avec les sédiments de fond au passage de la crue. A l'inverse des activités dissoutes, l'augmentation de la charge particulaire lors des crues a entraîné une augmentation des activités véhiculées sous forme particulaire.



Figure 77 : Vue aérienne d'Arles lors de la crue du Rhône de décembre 2003

Plusieurs services de l'IRSN en lien avec le centre d'urgence de la DGSNR, et celui du DSND ont été mobilisés pour suivre l'évolution de la situation sur les installations concernées. Cet événement a permis de tester la réactivité des équipes ainsi que la rapidité de modification des plans de surveillance face à une situation de crise réelle autour de deux installations nucléaires. Toutes ces opérations se sont déroulées en concertation avec les exploitants (EDF, COGEMA).

IX.3. USINE COMURHEX DE MALVÉSI

L'IRSN exerce dans le cadre de la surveillance de l'environnement proche des Installations nucléaires, une mesure régulière sur des échantillons d'eaux collectés par la DDASS, dans le canal de Cadariège, qui jouxte le site.

Le 20 mars 2004, une rupture de la digue du bassin de décantation de l'usine Comurhex à Malvési a entraîné un rejet des eaux du bassin d'un volume de 1500 m³ dans le canal de Cadariège.

Suite à cet incident, la DDASS de l'Aude a sollicité l'IRSN pour établir un bilan des mesures réalisées dans le canal, et se prononcer sur l'impact radiologique potentiel de la rupture de la digue sur la qualité de l'eau.

Le suivi dans le temps des activités enregistrées dans l'environnement soumis à l'influence de cette installation a confirmé l'absence de marquage consécutif à cet événement, aussi bien au niveau de l'eau du canal de Cadariège qu'en aval aux différents points de surveillance des eaux et de la flore terrestre.

X. DIFFUSION DES DONNÉES VIA INTERNET

L'IRSN diffuse sur Internet un certain nombre de ses résultats d'analyses effectuées dans le cadre de la surveillance radiologique de l'environnement. A ce jour, trois types de données sont consultables à partir du portail institutionnel, à la rubrique « surveillance de la radioactivité dans l'environnement » et à partir du site de l'ASN.

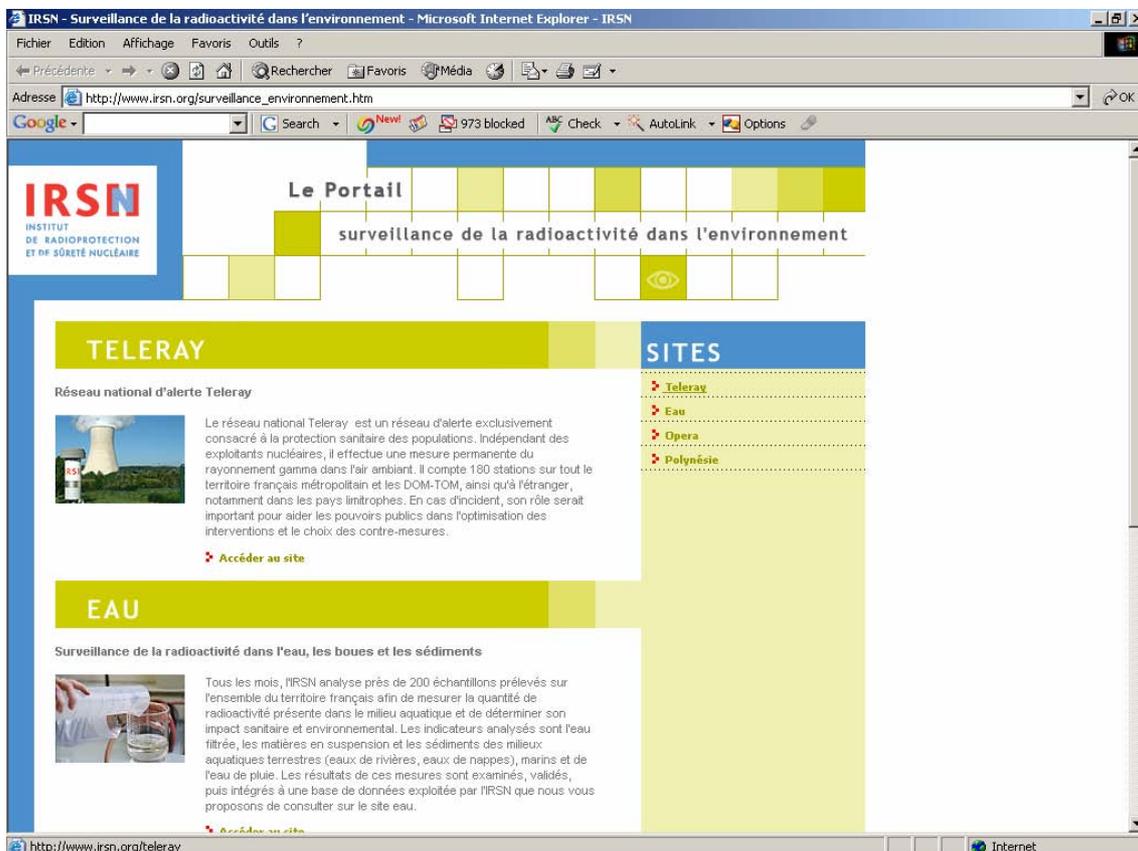


Figure 78 : Illustration de la rubrique « surveillance de la radioactivité dans l'environnement » du site Internet de l'IRSN

Ces données concernent les réseaux Téléray, depuis peu le réseau « Eaux » et le réseau Air au sol (AS).

X.1. SITE TÉLÉRAY

L'ensemble des résultats de mesure du réseau Téléray sont consultables à partir du site institutionnel de l'IRSN ou directement à l'adresse suivante : http://teleray.irsn.org/irsn/html_irsn/mesure/france.htm.

Les résultats sont accessibles par une navigation géographique permettant l'accès aux données moyennes quotidiennes de chaque sonde dans leurs régions administratives respectives.

Les données présentées comportent la moyenne annuelle de chaque sonde ainsi qu'un tableau et un graphique du mois en cours ou des mois de l'année écoulée.

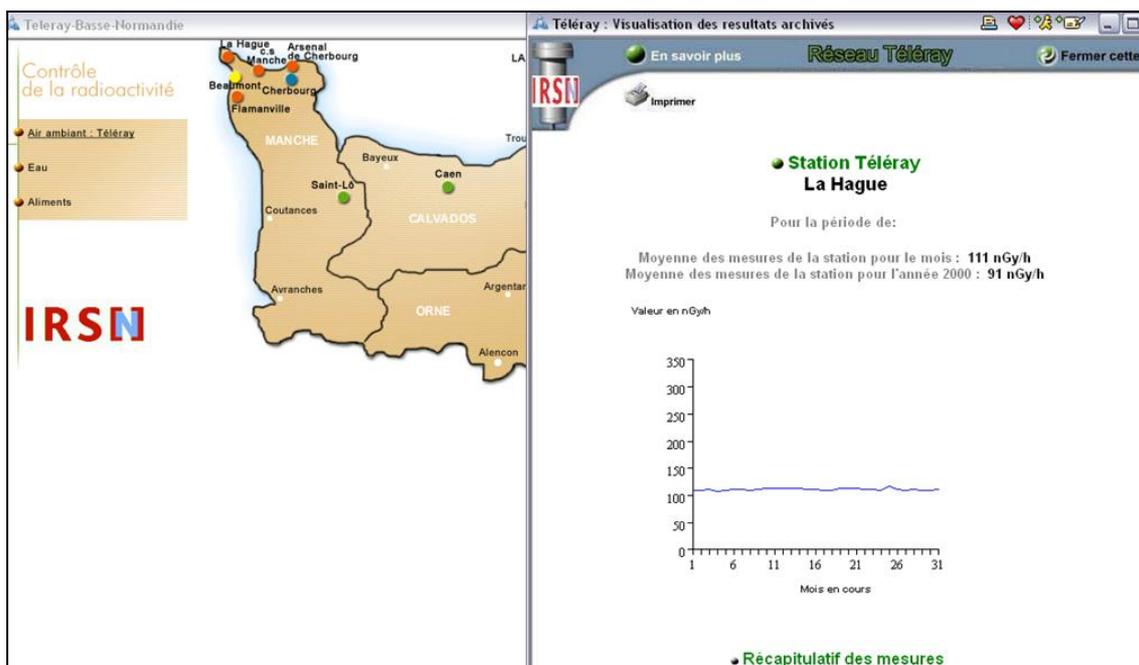


Figure 79 : Illustration du site Internet "T  LERAY"

Ce site fera l'objet d'une modification structurelle importante à l'horizon 2006-2007 par l'intégration d'une interface de système d'information géographique, de données en temps réel et d'outils d'aide à la compréhension de phénomènes naturels impliquant la radioactivité.

X.2. SITE EAUX

Mis en ligne le 21/12/2004, le nouveau site Internet "eau" accessible depuis le site général de l'IRSN ou directement à l'adresse <http://eau.irsn.org/eaux>, permet de renseigner le grand public sur les modalités de la surveillance radiologique des milieux aquatiques exercée par l'IRSN autour des sites nucléaires ou dans l'environnement en général.

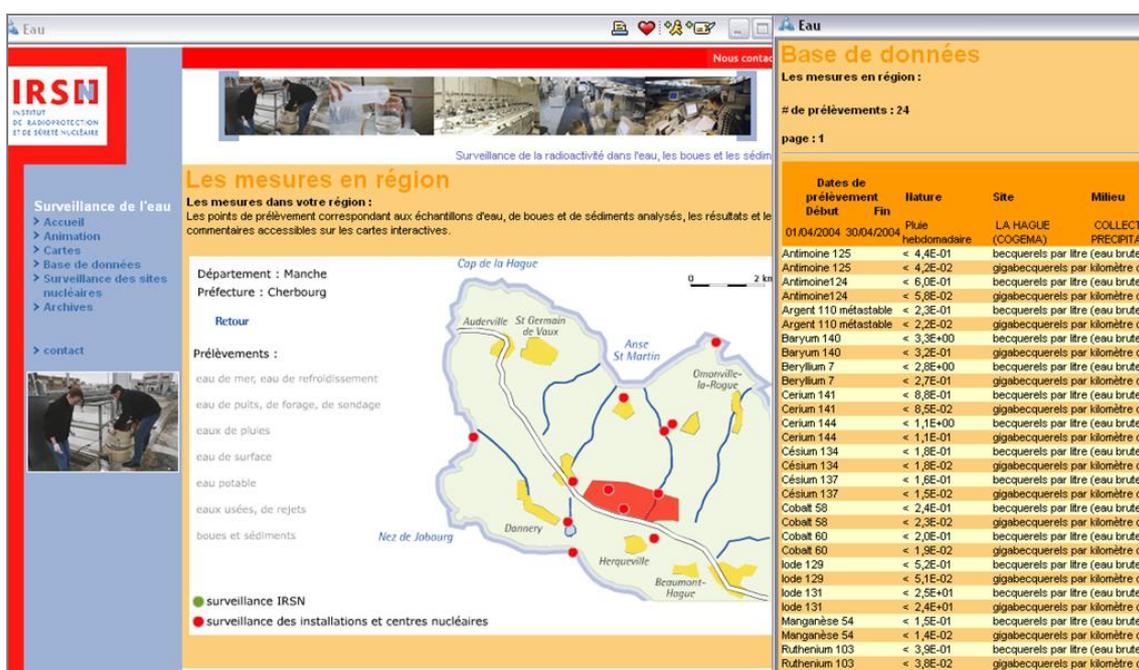


Figure 80 : Illustration du site Internet "EAU"

Tous les mois, l'IRSN analyse près de 200 échantillons prélevés sur l'ensemble du territoire français afin de mesurer la quantité de radioactivité présente dans le milieu aquatique, et de déterminer son impact sanitaire et environnemental. Les indicateurs analysés sont l'eau filtrée, les matières en suspension et les sédiments des milieux aquatiques terrestres (eaux de rivières, eaux de nappes), marins et de l'eau de pluie. Les résultats de ces mesures sont examinés, validés, puis intégrés à une base de données exploitée par l'IRSN. Ces résultats sont disponibles sur 12 mois consécutifs et avec un délai de publication de 5 à 6 mois suivants la réception des échantillons.

Sur ce site Internet, les données sont accessibles par zones géographiques sur fond de cartes ou par consultation d'une base de donnée en fonction de choix de paramètre précis (milieu analysé, radionucléide...).

X.3. DONNEES AÉROSOLS

Actuellement, les données relatives aux résultats de mesures effectuées sur les filtres de prélèvements atmosphériques d'une partie du réseau « AS » sont accessibles sur le site de l'Autorité de sûreté nucléaire à l'adresse : <http://www.asn.gov.fr/actualite/mesures>.

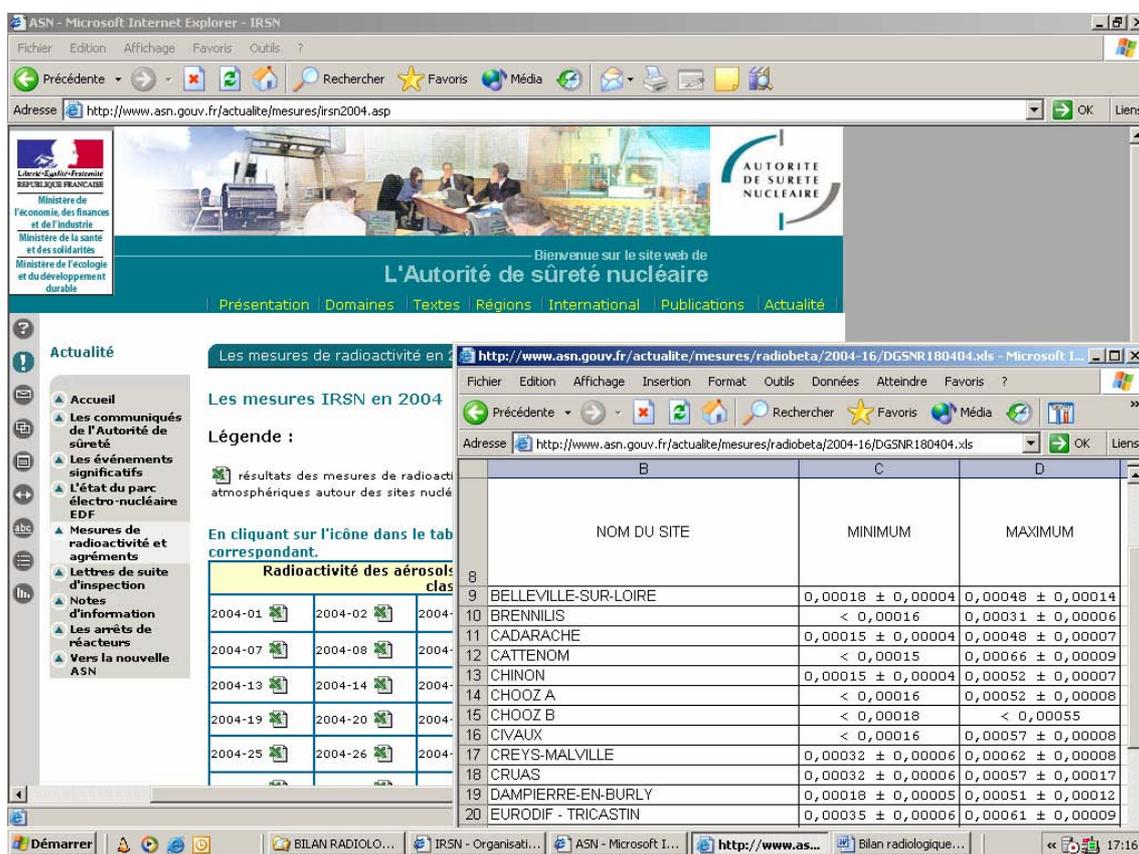


Figure 81 : Illustration des données AS accessibles sur le site Internet de l'Autorité de Sûreté Nucléaire

Elles concernent les stations implantées à proximité des installations nucléaires. Par la suite, un site Internet dédié à la surveillance des aérosols atmosphériques permettra à un large public d'avoir accès aux résultats de mesures de radioactivité, ainsi qu'à une base documentaire (consultation de rapports sur cette thématique). Les résultats de mesures alpha globale et bêta globale seront mises à jour chaque semaine, et les résultats de mesures par spectrométrie gamma chaque mois. Des informations détaillées sur les aérosols atmosphériques (définition, origine, impact climatique et radiologique) seront également disponibles.

Page intentionnellement blanche

XI. GLOSSAIRE

Aérosol : suspension dans un milieu gazeux, de particules solides ou liquides ou les deux, présentant une vitesse de chute négligeable. Dans l'air et dans les conditions normales, ceci correspond à des particules de diamètres inférieurs à 100 micromètres, les plus fines n'ayant que quelques fractions de nanomètres.

Alpha (symbole α) : rayonnement composé de noyaux d'hélium 4, fortement ionisant mais très peu pénétrant. Une simple feuille de papier est suffisante pour arrêter sa propagation.

α globale (alpha globale) : indice de radioactivité représentatif de l'activité des radionucléides émetteurs alpha.

AS : réseau de surveillance de l'air par cabine de prélèvements d'aérosols sur filtre au niveau du sol (Air au Sol).

ANDRA : Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs.

Becquerel (Bq) : unité de mesure, légale et internationale, utilisée pour la radioactivité. Le Becquerel (Bq) est égal à une désintégration par seconde. Multiples les plus courants : méga (MBq) pour 1 million de becquerels, giga (GBq) pour 1 milliard de becquerels, téra (TBq) pour mille milliards de becquerels, ou sous multiple : milli (mBq) pour 1 millième de becquerel.

Bêta (symbole β) : rayonnement composé d'électrons de charge négative ou positive. Un écran de quelques mètres d'air ou une simple feuille d'aluminium suffit à les arrêter.

β globale (bêta globale) : indice de radioactivité représentatif de l'activité des radionucléides émetteurs bêta.

CEA : Commissariat à l'énergie atomique.

COGEMA : Compagnie générale des matières nucléaires.

Combustible nucléaire : matière fissile constituant la partie active du cœur d'un réacteur. Pour qu'une réaction de fission en chaîne soit possible, l'uranium naturel, mélange comprenant 0,7% d'uranium 235 - fissile - et 99,3% d'uranium 238 - non fissile -, a dû être préalablement enrichi à 4% en uranium 235. Cet uranium est utilisé sous la forme d'oxyde d'uranium, particulièrement stable chimiquement.

Débit de dose : intensité d'irradiation (énergie absorbée par la matière par unité de masse et de temps). L'unité légale est le gray par seconde (Gy/s).

DGSNR : Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Dose absorbée : quantité d'énergie absorbée en un point par unité de masse de matière (inerte ou vivante). Elle s'exprime en gray (Gy) : 1 gray correspond à une énergie absorbée de 1 joule par kilogramme de matière

Dose efficace : somme des doses équivalentes délivrées aux différents organes et tissus d'un individu, pondérées par un facteur propre à chaque organe ou tissu. S'exprime en Sievert (Sv)

Dosimétrie : détermination, par évaluation ou par mesure, de la dose de rayonnements ionisants absorbée par une substance ou un individu.

Effluent : tout gaz ou liquide, qu'il soit radioactif ou sans radioactivité ajoutée, issu des installations.

EURODIF : Usine européenne d'enrichissement de l'uranium par diffusion gazeuse.

γ (gamma) : rayonnement électromagnétique, très pénétrant mais peu ionisant, émis par la désintégration d'éléments radioactifs. Des écrans de béton ou de plomb permettent de s'en protéger.

Gray (Gy) : unité d'énergie transmise à la matière par unité de masse (joule par kg) lors de l'absorption de la dose de rayonnement.

HYDROTÉLÉRAY : réseau de mesure en continu in situ de l'activité gamma dans les principaux fleuves en aval des installations.

ICPE : Installation classée pour la protection de l'environnement.

INB : Installation nucléaire de base

INBS : Installation nucléaire de base secrète

IRSN : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire.

Isotopes : éléments dont les atomes possèdent le même nombre d'électrons et de protons, mais un nombre différent de neutrons. Ils ont le même nom, et les mêmes propriétés chimiques. On connaît actuellement environ 325 isotopes naturels et 1200 isotopes créés artificiellement.

K : symbole de l'élément potassium. Il est exprimé généralement en mg/l (milligramme par litre). Un gramme de potassium naturel a une activité (β/γ) de 31 Bq due à la décroissance de l'isotope radioactif de masse 40 (^{40}K).

ONIC : Office National Interprofessionnel des Céréales.

OPERA : Observatoires PERmanents de la RAdioactivité de l'environnement. L'objectif recherché de ces observatoires est de déterminer et de comprendre les processus régissant les distributions spatio-temporelles et les transferts des radionucléides d'origine naturelle et artificielle, dans les différents milieux de l'environnement.

Piézomètre : dispositif permettant de mesurer le niveau supérieur des eaux de nappes aquifères.

Produits de fission : fragments de noyaux lourds produits par la fission nucléaire ou la désintégration radioactive ultérieure de nucléides formés selon ce processus.

Radioactivité : propriété de certains éléments dont les noyaux se désintègrent spontanément pour former d'autres éléments en émettant des rayonnements ionisants.

Radioélément : élément radioactif naturel ou artificiel.

Radionucléide : isotope radioactif d'un élément.

Exemples : ^3H : tritium, isotope radioactif de l'hydrogène.

^{14}C : carbone 14, isotope radioactif du carbone.

Radioprotection : ensemble de mesures destinées à assurer la protection sanitaire de la population et des travailleurs au regard de l'exposition aux rayonnements ionisants.

Rayonnements ionisants : Un rayonnement susceptible d'arracher des électrons à la matière.

REP : Réacteur à eau sous pression. Désigne un réacteur nucléaire utilisant l'uranium comme combustible et de l'eau ordinaire maintenue à haute pression (155 bars, afin d'éviter sa vaporisation) comme fluide caloporteur. Le parc électronucléaire français repose sur l'utilisation de cette filière, qui compte le plus grand nombre d'unités en service dans le monde.

SARA : Surveillance Automatisée de la Radioactivité dans les Aérosols.

Sievert (Sv) : unité légale d'équivalent de dose (ou dose efficace) qui permet de rendre compte de l'effet biologique produit par une dose absorbée donnée sur un organisme vivant. L'équivalent de dose n'est pas une quantité physique mesurable mais obtenue par le calcul. Elle dépend de l'énergie transmise aux tissus, du type de rayonnement et du tissu traversé.

Sr + TR : indice de radioactivité bêta globale sur un précipité susceptible de contenir le strontium 90 et de son descendant l'yttrium 90, le baryum et les terres rares.

TÉLÉRAY : réseau de mesure en continu in situ du débit de dose ambiant.

TÉLÉHYDRO : réseau de mesure en continu in situ de l'activité gamma dans les eaux usées de certaines agglomérations.

UNGG : Réacteur à uranium naturel gaz graphite. Des réacteurs de ce type ont fonctionné sur les sites des CNPE de Bugey, Chinon et Saint-Laurent des Eaux.

U pondéral : teneur pondérale en uranium dans une matrice, sans distinction de sa composition isotopique. Elle peut être mesurée ou déduite de l'activité (exprimée en Bq) de chacun des isotopes (on parle alors d' « équivalent U pondéral »)

Page intentionnellement blanche

XII. NOTIONS DE RADIOPROTECTION

Trois unités principales sont utilisées en radioprotection, chacune servant respectivement à quantifier trois grandeurs qui dépendent de l'activité d'une source, de son énergie et des effets biologiques susceptibles d'être engendrés si une exposition à cette dernière se produit :

- L'activité (A) :

L'activité représente le nombre de désintégrations nucléaires qui ont lieu dans une quantité de matière donnée par unité de temps. Elle s'exprime en Becquerel (Bq) dans le système international : 1 Bq = une désintégration par seconde.

Le becquerel a remplacé le curie qu'il est encore possible de trouver dans la littérature. La valeur de 1 curie était définie comme l'activité de 1 g de radium, soit 37 milliards de désintégrations à la seconde, ce qui équivaut à 37 milliards de becquerels ($1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$).

- La dose absorbée (H):

Elle correspond à la quantité d'énergie (exprimée en joules) cédée par les particules ionisantes à une unité de masse (exprimée en kilogrammes) de la matière rencontrée. Le gray (Gy) est l'unité de mesure internationale de la dose absorbée. Il a été défini de la manière suivante : $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$. Le gray peut être utilisé pour exprimer la dose reçue de tous les types de rayonnements, dans n'importe quel milieu. Lorsqu'on exprime une dose en gray, on doit donc préciser le milieu dans lequel l'énergie est cédée.

Le gray par heure (Gy/h) permet de mesurer le **débit de dose absorbée**, c'est-à-dire l'énergie communiquée à un milieu par unité de temps. Le gray est une unité du Système international.

Le gray a remplacé le rad qu'il est encore possible de trouver dans la littérature. Les facteurs de proportionnalité sont les suivants : $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$

$$1 \text{ rad} = 10 \text{ mGy}$$

- La dose équivalente (H) et la dose efficace (E) :

La dose équivalente est égale à la dose absorbée multipliée par un facteur de pondération (W_R) qui tient compte du type de rayonnement (ex : 20 pour le rayonnement alpha et 1 pour les rayonnements bêta et gamma). Pour tenir compte des effets biologiques relatifs à chaque type de rayonnement, on exprime une dose équivalente, dont l'unité internationale est le sievert (Sv).

Le sievert a remplacé le rem qu'il est encore possible de trouver dans la littérature. Les facteurs de proportionnalité sont les suivants : $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$

$$1 \text{ rem} = 10 \text{ mSv}$$

La **dose efficace** est une dose biologique très utilisée en radioprotection, qui sert à évaluer l'exposition d'une personne individuelle aux rayonnements. Elle tient compte de la sensibilité des tissus affectés. L'unité de dose efficace est le sievert comme pour la dose équivalente.

Page intentionnellement blanche

XIII. CONTACTS

Laboratoire de Veille Radiologique de l'Environnement

Adresse postale :

IRSN/DEI/SESURE/LVRE

31, rue de l'écluse

BP 35

798116 Le Vésinet cedex

Page intentionnellement blanche

XIV. INDEX DES FIGURES

Figure 1 : Implantations des sites de l'IRSN	19
Figure 2 : Répartition par matrice des prélèvements réalisés en 2004	26
Figure 3 : Schéma simplifié du cycle du combustible nucléaire français	31
Figure 4 : Activité volumique en carbone 14 dans les rejets liquides d'un CNPE (données IRSN & EDF)	32
Figure 5 : Composition type des radionucléides contenus dans les effluents liquides d'une usine d'enrichissement - (données IRSN)	33
Figure 6 : Composition type des radionucléides contenus dans les effluents liquides d'une usine de fabrication du combustible nucléaire - (données IRSN)	33
Figure 7 : Composition type des radionucléides contenus dans les effluents liquides d'un CNPE - (données IRSN)	34
Figure 8 : Composition type des radionucléides contenus dans les effluents liquides d'une usine de retraitement du combustible nucléaire usé - (données IRSN)	34
Figure 9 : schéma du plan de prélèvements dans les eaux de surface du secteur minier de la division de la Crouzille .	38
<i>Figure 10: Activité en ¹³⁷Cs mesurée dans les sédiments de rivière prélevés en aval du site du Tricastin (SR-170-ROV)</i>	51
Figure 11: Activité en ¹³⁷ Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées dans l'hydrocollecteur situé dans la Loire en aval du CNPE de Belleville (SD 149 LOV)	55
Figure 12 : Activité en ¹³⁷ Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées dans la Gironde en aval du CNPE du Blayais	56
Figure 13 : Activité en ¹³⁷ Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées dans le Rhône en aval du CNPE du Bugey (SD 47 ROV)	59
Figure 14 : Activité en ¹³⁷ Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées en aval du CNPE de Cattenom, à Berg sur Moselle	61
Figure 15 : Activité en ¹³⁷ Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées dans la Loire en aval du CNPE de Chinon (SD 52 LOV)	63
Figure 16 : Activité en ¹³⁷ Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées dans la Meuse en aval du CNPE de Chooz	65
Figure 17 : Activité en ¹³⁷ Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées dans la Vienne en aval du CNPE de Civaux (SD 169 VIV)	67
Figure 18 : Activité en ¹³⁷ Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées dans le Rhône en aval du CNPE de Creys-Malville	69
Figure 19 : Activité en ¹³⁷ Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées dans le Rhône en aval du CNPE de Cruas	71
Figure 20 : Activité en ¹³⁷ Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées dans la Loire en aval du CNPE de Dampierre	73
Figure 21 : Activité en ¹³⁷ Cs mesurée dans les boues de décantation du Grand Canal d'Alsace à Kembs (SD 70 CAM) ..	75
Figure 22 : Activité en ¹³⁷ Cs mesurée dans les boues de décantation du Grand Canal d'Alsace à Vogelgrun (SD 73 CAV)	75

Figure 23 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les sédiments marins du Platé - environnement du CNPE de Flamanville (SM 145 FLA)	77
Figure 24 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les boues de décantations prélevées dans la Garonne en aval du CNPE de Golfech	79
Figure 25 : Activités en ^{60}Co et en ^{137}Cs mesurées dans les boues de décantation prélevées dans le canal marin du CNPE de Gravelines (SD 84 CAV)	82
Figure 26 : Activités des isotopes du plutonium mesurées dans les boues de décantation prélevées dans le canal marin du CNPE de Gravelines (SD 84 CAV)	83
Figure 27 : Activité en ^{241}Am mesurée dans les boues de décantation prélevées dans le canal marin du CNPE de Gravelines	83
Figure 28 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les boues de décantations prélevées en aval du CNPE de Nogent-sur-Seine (SD 151 SEV)	85
Figure 29 : Activités en ^{60}Co et en ^{137}Cs mesurées dans les boues de décantation prélevées dans la conduite marine du CNPE de Paluel (SD 146 CDM)	87
Figure 30 : Activités en ^{60}Co et en ^{137}Cs mesurées dans les boues de décantations prélevées dans la conduite marine du CNPE de Penly (SD 153 CDM)	89
Figure 31 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les boues de décantations prélevées dans le Rhône, en aval du CNPE de St Alban	91
Figure 32 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les boues de décantations prélevées dans la Loire, en aval du CNPE de	93
Figure 33 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées en aval du CNPE du Tricastin (SD 75 CAV)	94
Figure 34 : Activités en ^{137}Cs et en ^{90}Sr mesurées dans les sédiments de rivières prélevés à proximité de COGEMA la Hague	101
Figure 35 : Activités en ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$ et en ^{241}Am mesurées dans les sédiments de rivières prélevés à proximité de COGEMA la Hague	101
Figure 36 : Activité en ^{90}Sr mesurée dans les végétaux prélevés à Beaumont	104
Figure 37 : Activité en ^{90}Sr mesurée dans les végétaux prélevés à Herqueville (point A12)	104
Figure 38 : Activité en ^{14}C mesurées dans les végétaux prélevés à Herqueville (point A12)	105
Figure 39 : Activités en ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$ et en ^{241}Am mesurées dans les sédiments marins prélevés sur le long du littoral du Cotentin	107
Figure 40 : Activités en ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$ et en ^{241}Am mesurées dans les algues prélevées le long du littoral du Cotentin	108
Figure 41 : Activités en ^{60}Co et ^{129}I mesurées dans les algues prélevées le long du littoral du Cotentin	109
Figure 42 : Activité en ^{14}C mesurée dans les algues prélevées le long du littoral du Cotentin	110
Figure 43 : Activités en ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$ et en ^{241}Am mesurées dans les patelles prélevées le long du littoral du Cotentin	111
Figure 44 : Activité en ^{14}C mesurée dans les patelles prélevées le long du littoral du Cotentin	111
Figure 45 : Activité en ^{60}Co mesurée dans les patelles prélevées sur le littoral du Cotentin	112
Figure 46 : Activité en ^3H mesurée dans les eaux de pluies recueillies dans l'environnement du site de Marcoule	113

Figure 47 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les sédiments du Rhône (point SR 50 RO7) , à l'Ecluse d'Avignon et à Roquemaure	115
Figure 48 : Activité en ^3H mesurée dans les eaux de surface des étangs de Saclay.....	127
Figure 49: Activité en ^{137}Cs mesurée dans les sédiments de l'étang vieux - CEN de Saclay (SR 23 SAC).....	128
Figure 50 : Activité en ^3H mesurée dans les eaux souterraines prélevées sous le site de Saclay	129
Figure 51 : Activité en ^3H mesurée dans les eaux prélevées sur le site de Valduc	130
Figure 52 : Activité en ^3H mesurée dans les eaux souterraines prélevées dans l'environnement sur le site de Valduc (1)	131
Figure 53 : Activité en ^3H mesurée dans les eaux souterraines prélevées dans l'environnement sur le site de Valduc (2)	131
Figure 54 : Activité en ^3H mesurée dans les eaux de pluies recueillies sur le site de Valduc (1)	132
Figure 55 : Activité en ^3H mesurée dans les eaux prélevées dans les communes proches du CEN de Valduc.....	133
Figure 56 : Activité en ^3H mesurée dans les eaux souterraines prélevées dans les communes proches du CEN de Valduc	134
Figure 57 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les sédiments marins prélevés dans la rade de Brest (SM 111 MN)	137
Figure 58 : Activités en Pu 239+240 et Am 241 mesurées dans les sédiments marins prélevés dans la rade de Cherbourg (SM 109 MN)	139
Figure 59 : Spectre acquis dans les eaux usées de la station d'épuration de la Grange David (Tours) représentant le rayonnement gamma naturel (15 minutes d'intégration)	144
Figure 60 : Spectre acquis dans les eaux usées de la station d'épuration de la Grange David (Tours) comportant un pic d'iode 131 (15 minutes d'intégration)	145
Figure 61 : Spectre acquis dans les eaux usées de la station d'épuration de la Grange David (Tours) comportant un pic de technétium 99 métastable (15 minutes d'intégration)	145
Figure 62 : Valeurs moyennes des activités volumiques d'iode 131 enregistrées dans les stations d'épuration faisant l'objet d'une surveillance de l'IRSN.....	146
Figure 63 : Valeurs moyennes des activités volumiques de technétium 99 métastable enregistrées dans les stations d'épuration faisant l'objet d'une surveillance de l'IRSN (suite)	147
Figure 64 : Graphiques comparatifs des activités volumiques et des flux de radioactivité calculés sur la base des mesures du réseau Téléhydro.....	149
Figure 65 : Evolution du débit du débit de dose en fonction de l'altitude	152
Figure 66 : Evolution du débit de dose par type d'implantation	153
Figure 67 : Moyennes annuelles des débits de dose sur les sites nucléaires	153
Figure 68 : Evolution des activités moyennes mensuelles du radon 220 et du radon 222 mesurées en 2004 par les stations du réseau SARA (1)	166
Figure 69: Valeurs moyennes annuelles du rapport $^{222}\text{Rn}/^{220}\text{Rn}$ mesuré par les stations SARA en 2003 et 2004.....	168
<i>Figure 70 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les boues de décantation prélevées dans la Garonne à Ambès (SD 116 GA)</i>	174
<i>Figure 71 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les sédiments prélevés dans la Gironde à Vitrezay (SR 186).....</i>	174

Figure 72 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les sédiments prélevés dans la Loire au Ponts de Cé (SD 146 LOV)	176
Figure 73 : Activité en ^{137}Cs mesurée dans les sédiments prélevés dans le Rhône à Grigny (SR 78 RO)	178
Figure 74 : Activités en ^{60}Co et en ^{137}Cs mesurées dans les boues de décantation prélevées dans le Rhône à Vallabrègues (SD 135 RO).....	180
Figure 75 : Activités en ^{131}I et en ^{137}Cs mesurées dans les boues de décantation prélevées à Croissy sur Seine (SD 15 SE)	183
Figure 76 : Activités en ^{131}I et en ^{137}Cs mesurées dans les boues de décantation prélevées à Porcheville (SD 190 SE)	184
Figure 77 : Vue aérienne d'Arles lors de la crue du Rhône de décembre 2003	201
Figure 78 : Illustration de la rubrique « surveillance de la radioactivité dans l'environnement » du site Internet de l'IRSN	203
Figure 79 : Illustration du site Internet "TÉLÉRAY"	204
Figure 80 : Illustration du site Internet "EAU"	204
Figure 81 : Illustration des données AS accessibles sur le site Internet de l'Autorité de Sûreté Nucléaire	205

XV. INDEX DES CARTES

Carte 1 : Implantation des sites du cycle du combustible surveillés	36
Carte 2 : Implantation des sites de recherches et autres industries surveillées	121
Carte 3 : Implantation des stations Téléhydro	144
Carte 4 : Interprétation cartographique par krigeage gaussien des moyennes annuelles des mesures acquises par le réseau Téléray en 2004.	151
Carte 5 : Implantation et modélisation cartographique des données du réseau de DTL en France pour l'année 2004	156
Carte 6 : Implantations des stations du réseau « Air au Sol » (AS)	160
Carte 7 : Interprétation cartographique des moyennes mensuelles de l'activité bêta globale des aérosols sur l'ensemble du territoire	161
Carte 8 : Implantation des stations SARA	165
Carte 9 : Implantation des points de collecte d'eaux de pluies.....	169
Carte 10 : Implantation des stations du réseau.....	172
Carte 11 : Implantation des stations de suivi continental terrestre de l'IRSN	185
Carte 12 : Implantation des points de prélèvements d'eaux de mer	192
Carte 13 : Implantation des stations de prélèvements de lait	196
Carte 14 : Répartition des régions de prélèvements de blé	198

Page intentionnellement blanche

XVI. INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : Nombre de données collectées en 2004 par les réseaux de télésurveillance	25
Tableau 2 : Résultats d'analyse des sédiments et des végétaux aquatiques prélevés dans Le ruisseau « la Fouillouse »	37
Tableau 3 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans le ruisseau Le Vincou à Saint Sylvestre (point R1 58 VNV), en aval du site	39
Tableau 4 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans l'étang de la Crouzille (point R2 58 VNV)	39
Tableau 5 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans le ruisseau Le Vincou à Margnac (R6 58 VNV), à 4 km en aval de Saint Sylvestre	39
Tableau 6 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans l'étang de Gouillet (R5 58 GOU)	40
Tableau 7 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans le ruisseau Le Ritord (point R7 58 RIT) à Razes, en aval de l'étang de Gouillet	40
Tableau 8 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans la rivière La Gartempe (point R4 58 GTP), à Châteauponsac	41
Tableau 9 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans le ruisseau Le Marzet (point R8 58 ZET)	41
Tableau 10 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans l'étang du Mazeaud (point R9 58 ETM)	41
Tableau 11 : Résultats d'analyse des eaux prélevées à la sortie de l'usine des eaux à Limoges (point R3 58 USL)	42
Tableau 12 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans la Besbre (point R2 89 BE)	42
Tableau 13 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point P10 89	43
Tableau 14 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans la Lergue (point R0 86 LEM), en amont du site	43
Tableau 15 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans la Lergue (point R1 86 LEV), en aval du site	44
Tableau 16 : Résultats d'analyse de sédiments et de végétaux prélevés dans l'environnement du site de Lodève	44
Tableau 17 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans la Moine (point R2 44 MOI), à Gétigné	45
Tableau 18 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans la Sèvre Nantaise (point R1 44 SVN), à Gorges	45
Tableau 19 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans le lac artificiel de Malvési	46
Tableau 20 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans le canal du Tauran (R 465 TAV)	47
Tableau 21 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans le canal de Cadariège (R8 65 CDG)	47
Tableau 22 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans la résurgence de l'Oeillat (R7 65 RES)	47
Tableau 23 : Résultats d'analyse de végétaux (conifères) prélevés dans l'environnement du site de Malvési	48
Tableau 24 : Résultats d'analyse de végétaux (herbe et tamaris) prélevés dans l'environnement du site de Malvési	48
Tableau 25 : Résultats d'analyse des eaux de pluies recueillies à la station Nord du site de Pierrelatte (PH62 PLA)	49
Tableau 26 : Résultats d'analyse des eaux de pluies recueillies à la station des Genêts du site de Pierrelatte (PH 62 PRL)	49
Tableau 27 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R0 62 CAM dans le canal de Donzère-Mondragon en amont du site de Pierrelatte	50

Tableau 28 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R2 62 CAV dans le canal de Donzère-Mondragon en aval du site de Pierrelatte	50
Tableau 29 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R3 62 GAF dans la Gaffière en aval du CNPE de Pierrelatte	50
Tableau 30 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point S8 62 PRL.....	51
Tableau 31 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point S16 62.....	51
Tableau 32 : Résultats d'analyse des eaux de puits prélevées au point P 62EP.....	51
Tableau 33 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point S24 62 PRL	52
Tableau 34 : Résultats d'analyse des eaux de puits prélevées au point P3 62 PRL	52
Tableau 35 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R0 149 LOM sur la Loire en amont du CNPE de Belleville	54
Tableau 36 : Résultats d'analyse des eaux prélevées par un hydrocollecteur au point R1 149 LOV sur la Loire en aval du CNPE de Belleville	54
Tableau 37 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1138 sur la Gironde en aval du CNPE du Blayais	56
Tableau 38 : Résultats d'analyse du lait de vache prélevé dans l'environnement du CNPE du Blayais	57
Tableau 39 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 47 sur le Rhône en amont du CNPE du Bugey	58
Tableau 40 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R2 47 sur le Rhône en aval du CNPE du Bugey	58
Tableau 41 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point P6 47 dans l'environnement du CNPE du Bugey	58
Tableau 42 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R0 144 sur la Moselle en amont du CNPE de Cattenom (Haute Ham).....	60
Tableau 43 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 144 en aval du CNPE de Cattenom, à Berg sur Moselle	60
Tableau 44 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 52 sur la Loire en amont du CNPE de Chinon.....	62
Tableau 45 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R3 52 sur la Loire en aval du CNPE de Chinon	62
Tableau 46 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 83 sur la Meuse en amont du CNPE de Chooz	64
Tableau 47 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R2 83 sur la Meuse en aval du CNPE de Chooz, à Rancennes	64
Tableau 48 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R0 169 VIV dans la Vienne en amont du CNPE de Civaux	66
Tableau 49 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 169 dans la Vienne en amont du CNPE de Civaux.....	66
Tableau 50 : Résultats d'analyse des boues de décantation prélevées dans la Vienne, en aval du CNPE de Civaux.....	67
Tableau 51 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 60 sur le Rhône en aval du CNPE de Creys-Malville ..	69
Tableau 52 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 157 ROV sur le Rhône en aval du CNPE de Cruas.....	70
Tableau 53 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R0 85 sur la Loire en amont du CNPE de Dampierre	72
Tableau 54 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 85 sur la Loire en aval du CNPE de Dampierre	72
Tableau 55 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point P4 48 du CNPE de Fessenheim	74

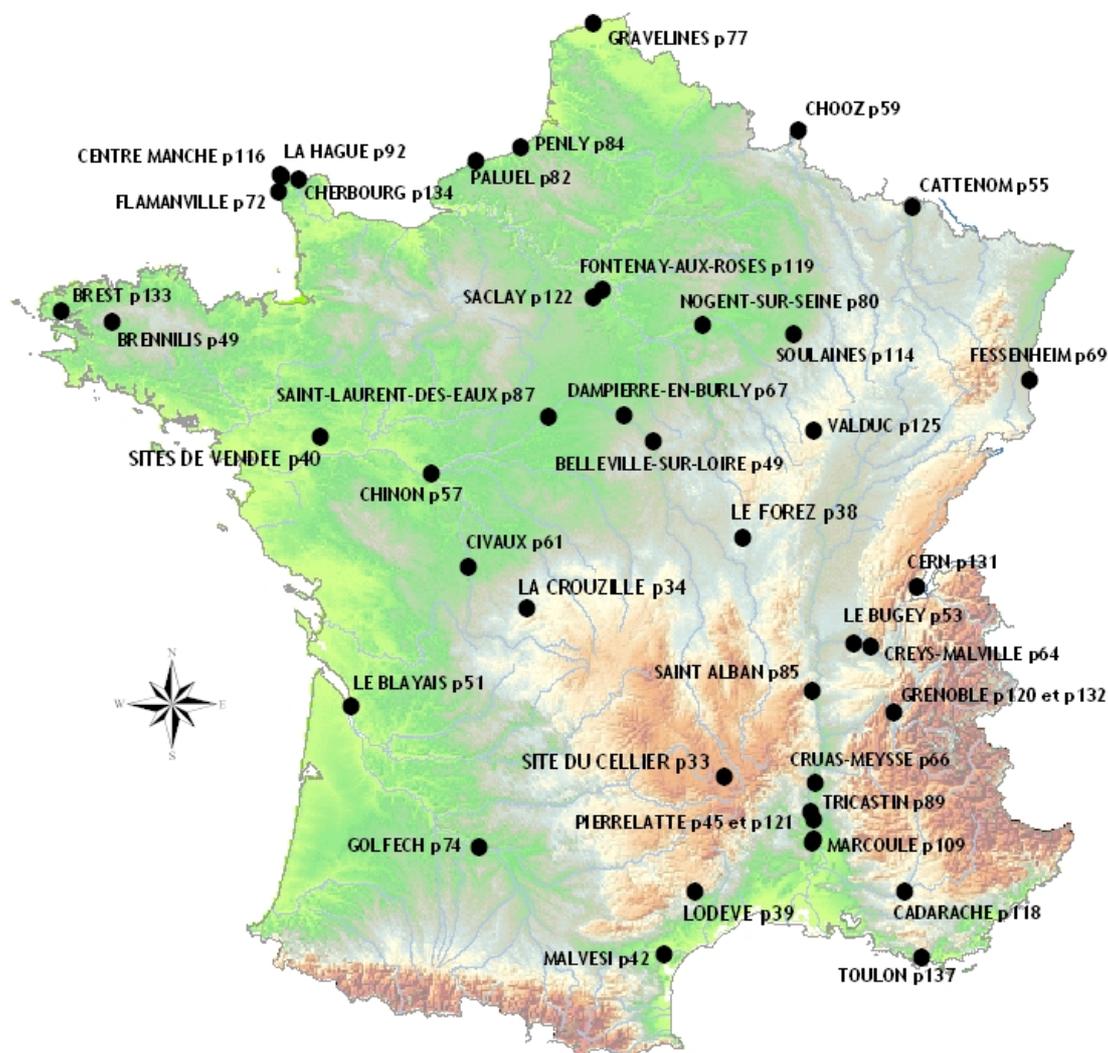
Tableau 56 : Résultats d'analyse des eaux prélevées à Kembs dans le Grand Canal d'Alsace au point RO 70CAM en amont du CNPE de Fessenheim	74
Tableau 57 : Résultats d'analyse des eaux prélevées à Kembs dans le Grand Canal d'Alsace au point R1 73 CAV en aval du CNPE de Fessenheim	75
Tableau 58 : Résultats d'analyse des boues de décantation provenant du Grand Canal d'Alsace à Kembs et Vogelgrun	76
Tableau 59 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point RF 145 - conduite sous-marine du CNPE de Flamanville.	77
Tableau 60 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point RO 159 CAM - sur la Garonne en amont du CNPE de Golfech	78
Tableau 61 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 159 GAV - sur la Garonne en aval du CNPE de Golfech	79
Tableau 62 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point M1 84 (canal marin) du CNPE de Gravelines.....	81
Tableau 63 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point P1 84 dans l'environnement du CNPE de Gravelines.....	82
Tableau 64 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R0151 SEM - sur la Seine en amont du CNPE de Nogent .	84
Tableau 65 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 151 SEV sur la Seine en aval du CNPE de Nogent	85
Tableau 66 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point RF 146 (eaux sous-marine du CNPE de Paluel)	86
Tableau 67 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point RF 153 - conduite sous- marine du CNPE de Penly	88
Tableau 68 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point RO 155 ROM sur le Rhône en amont du CNPE de Saint Alban	90
Tableau 69 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 155 ROV sur le Rhône en aval du CNPE de Saint Alban	90
Tableau 70 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 98 LOM sur la Loire en amont du CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux	92
Tableau 71 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R2 98 LOV sur la Loire en aval du CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux	92
Tableau 72 : Résultats d'analyse des eaux prélevées au point R1 75 CAV (Canal de Donzère-Mondragon) en aval du CNPE du Tricastin.....	94
Tableau 73 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point P5 75, dans l'environnement du CNPE du Tricastin.....	95
Tableau 74 : Résultats d'analyse des eaux de pluie recueillies dans l'environnement du centre COGEMA de la Hague .	97
Tableau 75 : Résultats d'analyse des eaux pluviales prélevées au point W1 87 (sud), dans l'environnement du site de la Hague.....	98
Tableau 76 : Résultats d'analyse des eaux pluviales prélevées au point W2 87 (ouest), dans l'environnement du site de la Hague.....	98
Tableau 77 : Résultats d'analyse des eaux pluviales prélevées au point W3 87 (sud), dans l'environnement du site de la Hague.....	98
Tableau 78 : Résultats d'analyse des eaux pluviales prélevées au point RO 87 (Nord Est, limnigraphe), sur le site de la Hague	99
Tableau 79 : Résultats d'analyse de l'eau prélevée au point R1 87 dans le ruisseau de Sainte Hélène, à Diguleville dans l'environnement du centre COGEMA de la Hague	99

Tableau 80 : Résultats d'analyse de l'eau prélevée au point R2 87 dans le ruisseau des Moulinets (Source RecBoc) dans l'environnement du centre COGEMA de la Hague	99
Tableau 81 : Résultats d'analyse de l'eau prélevée au point R3 87 dans le ruisseau des Moulinets (Le Batardeau) dans l'environnement du centre COGEMA de la Hague	100
Tableau 82 : Résultats d'analyse de l'eau prélevée au point R4 87 dans le ruisseau des Landes, dans l'environnement du centre COGEMA de la Hague	100
Tableau 83 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point P1 87 (piézomètre 106) du site COGEMA de la Hague.....	102
Tableau 84 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point P2 87 (piézomètre 222) du site COGEMA de la Hague.....	102
Tableau 85 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point P3 87 (piézomètre 326) du site COGEMA de la Hague.....	102
Tableau 86 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point P4 87 (piézomètre 358) du site COGEMA de la Hague.....	102
Tableau 87 : Résultats d'analyse des eaux souterraines prélevées au point P5 87 (piézomètre 702)) du site COGEMA de la Hague.....	103
Tableau 88 : Résultats d'analyse des sols prélevés à Herqueville en novembre 2004	103
Tableau 89 : Résultats d'analyse des eaux de mer prélevées dans la baie d'Ecalgrain (M 111 JBG)	106
Tableau 90 : Résultats d'analyse des eaux de mer prélevées dans l'anse des Moulinets (M 110 MLN)	106
Tableau 91 : Activités en ⁶⁰ Co et ¹³⁷ Cs mesurées dans les sédiments marins prélevés sur le long du littoral du Cotentin	107
Tableau 92 : Activités mesurées dans les sédiments marins prélevés au large de l'anse des Moulinets	108
Tableau 93 : Activités en ⁹⁰ Sr, ¹³¹ I et ¹⁰⁶ Ru mesurées dans les algues marines prélevées le long du littoral du Cotentin.....	110
Tableau 94 : Activités en ¹⁰⁶ Ru, ^{110m} Ag et ¹³⁷ Cs mesurées dans les patelles prélevées sur le littoral du Cotentin.....	112
Tableau 95 : Résultats d'analyse de l'eau prélevée dans le Rhône en amont du centre COGEMA de Marcoule	114
Tableau 96 : Résultats d'analyse de l'eau prélevée dans le Rhône en aval du centre COGEMA de Marcoule	114
Tableau 97 : Résultats d'analyse des sédiments prélevés dans le Rhône à l'Ecluse d'Avignon.....	115
Tableau 98 : Résultats d'analyse des sédiments prélevés dans le Rhône à Roquemaure.....	115
Tableau 99 : Résultats d'analyse de l'eau du puits P1 59 SES - site COGEMA de Marcoule.....	116
Tableau 100 : Résultats d'analyse de l'eau du puits P2 59 COD - site COGEMA de Marcoule	116
Tableau 101 : Résultats d'analyse de l'eau du puits P9 59 CAD - site COGEMA de Marcoule	116
Tableau 102 : Résultats d'analyse de l'eau du puits P10 59 MON - site COGEMA de Marcoule	116
Tableau 103 : Résultats d'analyse de l'eau du puits P11 59 ORA - site COGEMA de Marcoule	117
Tableau 104 : Résultats d'analyse de l'eau du puits P13 59 MRC - site COGEMA de Marcoule.....	117
Tableau 105 : Résultats d'analyse de l'eau du puits P14 59 MRC - site COGEMA de Marcoule.....	117
Tableau 106 : Résultats d'analyse de l'eau du puits P15 59 MRC - site COGEMA de Marcoule.....	117

Tableau 107 : Résultats d'analyse de l'eau prélevée dans les Noues d'Amance, à proximité du centre Andra (R1 96 NDA)	119
Tableau 108 : Résultats d'analyse de l'eau prélevée dans la Voire, à proximité du centre Andra (R2 96 VOI)	119
Tableau 109 : Résultats d'analyse des végétaux prélevés dans l'environnement du centre ANDRA de Soulaines	120
Tableau 110 : Résultats d'analyse de l'eau prélevée dans la Durance en amont du centre CEA de Cadarache (R0 63 DUM)	122
Tableau 111 : Résultats d'analyse de l'eau prélevée dans la Durance en aval du centre CEA de Cadarache (R4 63 DUV)	122
Tableau 112 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans l'Isère (R2 77 ISM), en amont du CEN de Grenoble	124
Tableau 113 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans l'Isère (R4 77 ISV), en aval du CEN de Grenoble	124
Tableau 114 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans le Drac (R3 77 DRV), en aval du CEN de Grenoble	125
Tableau 115 : Résultats d'analyse des eaux prélevées dans l'Isère (R 77 GNB), en aval du CEN de Grenoble, après confluence avec le Drac	125
Tableau 116 : Résultats d'analyse des eaux du puits P 612 prélevées dans l'environnement du CERN	136
Tableau 117 : Résultats d'analyse des eaux de mer prélevées dans la grande rade de Brest (M 122 MN)	137
Tableau 118 : Résultats d'analyse des eaux de mer prélevées dans la grande rade de Cherbourg (M 109 MN)	138
Tableau 119 : Résultats d'analyse des mollusques prélevés dans la rade de Cherbourg	140
Tableau 120 : Résultats d'analyse des crustacés de Cherbourg	140
Tableau 121 : Résultats d'analyse des algues (Fucus Serratus) de Cherbourg.....	140
Tableau 122 : Résultats d'analyse des eaux de mer prélevées dans la grande rade de Toulon (M 111 MN)	141
Tableau 123 : Synthèse des mesures moyennes annuelles acquises en 2004 par le réseau Téléhydro.....	148
Tableau 124 : Débit de dose gamma ambient environnemental (moyenne sur l'année 2004)	157
Tableau 125 : Résultats d'analyse bêta globale des filtres aérosols « AS »	162
Tableau 126 : Résultats d'analyse alpha globale des filtres aérosols « AS »	164
Tableau 127 : Résultats d'analyse des eaux de pluies	170
Tableau 128 : Résultats d'analyse des eaux de la station d'Ambès (Garonne)	173
Tableau 129 : Résultats d'analyse des eaux de la station des Ponts-de-Cé (Loire).....	175
Tableau 130 : Résultats d'analyse des eaux de la station des Nantes (Loire)	175
Tableau 131 : Résultats d'analyse des eaux en continu à la station Hydrotéléray des Ponts-de-Cé.....	176
Tableau 132 : Résultats d'analyse des eaux en continu à la station Hydrotéléray de Rancennes - Meuse.....	177
Tableau 133 : Résultats d'analyse des eaux de la station de Génissiat (Rhône)	178
Tableau 134 : Résultats d'analyse des eaux de la station de Vallabrègues (Rhône).....	179
Tableau 135 : Résultats d'analyse des eaux en continu à la station Hydrotéléray de Vallabrègues - Rhône	179

Tableau 136 : Résultats d'analyse des boues de décantation de Vallabrègues (Rhône)	180
Tableau 137 : Résultats d'analyse des eaux de la station de Seltz (Rhin)	181
Tableau 138 : Résultats d'analyse des eaux en continu à la station Hydrotéléray de Lauterbourg - Rhin	181
Tableau 139 : Résultats d'analyse des eaux de la station de Croissy sur Seine	182
Tableau 140 : Résultats d'analyse des eaux en continu à la station Hydrotéléray de Croissy sur Seine	182
Tableau 141 : Résultats d'analyse des eaux de la station de Porcheville (Seine)	183
Tableau 142 : Résultats d'analyse des eaux de la station de Conflans	184
Tableau 143 : Résultats d'analyse des sols (stations de suivi continental)	186
Tableau 144 : Résultats d'analyse en strontium dans les sols (stations de suivi continental)	186
Tableau 145 : Résultats d'analyse en césium 137 dans les végétaux (stations de suivi continental)	187
Tableau 146 : Résultats d'analyse en béryllium ⁷ dans les végétaux (stations de suivi continental)	187
Tableau 147 : Résultats d'analyse des végétaux (stations de suivi continental) (3)	188
Tableau 148 : Résultats d'analyse des laits (station de Bellenaves)	188
Tableau 149 : Résultats d'analyse des laits (station de St Laurent-de-Céris)	189
Tableau 150 : Résultats d'analyse des os de lapin	189
Tableau 151 : Résultats d'analyse des végétaux d'Outre-Mer (1)	190
Tableau 152 : Résultats d'analyse des végétaux d'Outre-Mer (2)	190
Tableau 153 : Résultats d'analyse des végétaux d'outremer (stations de suivi continental) (3)	190
Tableau 154 : Résultats d'analyse terre de rizière (Camargue) (1)	191
Tableau 155 : Résultats d'analyse terre de rizière (Camargue) (2)	191
Tableau 156 : Résultats d'analyse des eaux de mer prélevées sur le littoral Manche et Mer du Nord	193
Tableau 157 : Résultats d'analyse des eaux de mer prélevées sur le littoral atlantique	193
Tableau 158 : Résultats d'analyse des eaux de mer prélevées en Atlantique dans les Antilles	194
Tableau 159 : Résultats d'analyse des eaux de mer prélevées sur le littoral méditerranéen	194
Tableau 160 : Résultats d'analyse des sédiments prélevés en baie de Seine	195
Tableau 161 : Résultats d'analyse en ⁹⁰ Sr dans les blés par régions	199

Accès direct aux résultats de la surveillance environnementale des sites industriels nucléaires français



Accès direct aux résultats de la surveillance globale du territoire français

Page 146 : RAYONNEMENT GAMMA AMBIANT

Page 155 : AIR

Page 167 : MILIEU CONTINENTAL

Page 188 : LITTORAL

Page 191 : CHAINE ALIMENTAIRE