Monsieur le Secrétaire Général
Préfecture de l'Essonne
Boulevard de France
91010 EVRY CEDEX

Saclay, le 28 mai 2013
Objet : Rapport CEA 2012 « Surveillance du suivi de la qualité de l'air et des eaux au voisinage du site CEA d'Itteville »

Réf : DSM/SAC/UPSE-2013-0057

Monsieur le Secrétaire Général,

Je vous prie de bien vouloir trouver ci-joint le rapport CEA sur la surveillance du suivi de la qualité de l'air et des eaux au voisinage du site CEA d'Itteville pour l'année 2012, établi dans le cadre de l'application des arrêtés préfectoraux n° 2000-FREF-DCL/0482 et n° 2000-PREF-DCL/0483 du 11 septembre 2000.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Secrétaire Général, l'expression de mes sentiments distingués.

Jacques Vayron

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
Centre de Saclay - DSM/SAC/UPSE | 91191 Gif-sur-Yvette Cedex
T. +33 (0)1 69 08 57 66 | F. +33 (0)1 69 08 97 19
yves.bourlat@cea.fr - Adjoint au directeur et responsable des UPSE
Etablissement public à caractère industriel et commercial | RCS Paris B 775 685 019

Direction des Sciences de la Matière
Direction du CEA/Saclay
Le Directeur

ISO 9001
ISO 14001
BUREAU VERITAS
Certification

Copies

Conseil Général de l'Essonne
Secrétariat de la CLI
Hôtel du Département
91012 Évry Cedex

Unité territoriale DRIEE de l'Essonne
Cité administrative d'Évry
Boulevard de France
91010 Évry Cedex

ASN / Division Orléans
6, rue Charles de Coulomb
45077 ORLEANS Cedex

Mairie d'Itteville
Monsieur le Maire
Hôtel de Ville
91760 Itteville

DGA – Maîtrise NRBC
Madame le Directeur
BP 3
91710 Vert-le-Petit

Centre de Recherches du Bouchet
SAFRAN - SME
Monsieur le Directeur
Rue Lavoisier
91710 Vert-le-Petit

Copies internes

DSM/SAC/DIR (1 exemplaire)

DSM/SAC/UPSE/DIR (2 exemplaires)

DSM/SAC/UPSE/SPR (3 exemplaires)

Surveillance du suivi de la qualité de l'air et des eaux au voisinage du site CEA d'Itteville

2012

En application des arrêtés préfectoraux
n°2000-PREF-DCL/0482 et n°2000-PREF-DCL/0483
du 11 septembre 2000

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
Direction des sciences de la matière
Direction du CEA/Saclay

Juin 2013

SOMMAIRE

1 Introduction 3

2 Surveillance de la qualité de l'air 3

2.1 Localisation des points de mesure des descendants du radon 3

2.2 Résultats de mesure 5

2.3 Surveillance de l'exposition externe 7

2.4 Surveillance de la qualité de l'air par un organisme indépendant 9

3 Surveillance de la qualité des eaux 10

3.1 Localisation des points de surveillance 11

3.2 Résultats des analyses radiologiques 13

3.3 Résultats des analyses chimiques 14

3.4 Surveillance de la qualité des eaux par un organisme indépendant 14

4 Surveillance des sédiments du ru des Prés Picards 19

5 Entretien du site 21

6 Caractérisation radiologique précise des dépôts présents sous le site 21

7 Conclusion 22

8 Annexes 23

1 INTRODUCTION

Les prescriptions relatives à la surveillance de l'environnement du site des anciennes déposantes de déchets radioactifs, exploitées par le CEA à Itteville, au lieu-dit « Le Bouchet », sont fixées par l'arrêté préfectoral n°92-2784 du 3 août 1992 et les arrêtés n°2000-PREF-DCL/0482 et 0483 du 11 septembre 2000. Ces prescriptions concernent le suivi de la qualité de l'air, des eaux superficielles et des eaux souterraines ainsi que l'entretien du site (clôture, arrosage, tonte de la couverture, vérification a minima annuelle de la couverture étanche).

Ce document a pour objectif de présenter les résultats de mesure de l'année 2012 relatifs au suivi de la qualité de l'air et des eaux.

2 SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR

Depuis les travaux de réhabilitation entrepris en 1993 sur le site CEA d'Itteville, l'atmosphère au droit du dépôt doit respecter les limites de concentration moyennes annuelles en énergie alpha potentielle (EAPv) fixées par l'article 2 de l'arrêté de 1992 :

- 280 nJ/m^3 (nano-joule par mètre cube d'air) pour les descendants à vie courte du radon 222,
- 850 nJ/m^3 (nano-joule par mètre cube d'air) pour les descendants à vie courte du radon 220,
- Les limites s'expriment en valeur ajoutée aux concentrations naturelles en région parisienne, soit respectivement 40 et 30 nJ/m^3.

Dans ce cadre, des mesures d'énergie alpha potentielle volumique (EAPv) des descendants à vie courte des isotopes 220 et 222 du radon sont réalisées aux cinq stations de prélèvement en continu conformément à l'arrêté préfectoral 92-2784.

L'EAPv est définie comme la somme des énergies des particules alpha émises au cours de la désintégration de tous les produits de filiation à vie courte du radon, contenus à un instant donné dans un certain volume d'air, pris comme unité.

Ces mesures sont exprimées en nano-joule par mètre cube d'air (nJ/m^3).

2.1 LOCALISATION DES POINTS DE MESURE DES DESCENDANTS DU RADON

La mesure de l'EAPv est effectuée au niveau des cinq stations décrites dans le tableau n°1 et localisées sur la figure n°1.

La station n°1 (château d'eau de Vert-le-Petit), compte tenu de son éloignement, est considérée comme station de référence de l'exposition naturelle de cette région.

Tableau 1 - Localisation des 5 stations de prélèvements

Station Numéro	Localisation des stations de prélèvement
1	Château d'eau de Vert-le-Petit, hors influence du site
2	en limite de site, à l'est du dépôt, dans l'enceinte SAFRAN, avenue de la Gare
3	sur le dépôt
4	à Itteville, 26 chemin des Près Picards, dans le jardin d'un particulier
5	à Ballancourt, Domaine du Moulin, allée des Pêcheurs, dans le jardin d'un particulier

Figure n°1 - Localisation des 5 stations de prélèvement

2.2 RÉSULTATS DE MESURE

Le centre CEA de Saclay n'effectuant pas ce type de mesure, l'ensemble de la prestation a été confiée, comme les années précédentes, à l'IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire).

Les résultats de l'EAPv de l'année 2012 sont consignés dans le tableau n°2 et sur la figure n°2. Les incertitudes relatives de mesure dans les domaines rencontrés sont de l'ordre de 25% tant pour les mesures EAPv ^{222}Rn que pour les mesures EAPv ^{220}Rn.

Tableau n°2 - Valeurs mensuelles des mesures EAPv dues aux descendants à vie courte du radon 220 et du radon 222 au cours de l'année 2012

Période	***Station 1 Château d'eau***		***Station 2 En limite de dépôt, avenue de la gare***		***Station 3 Dépôt***		***Station 4 Itteville 26 chemin des Près Picards***		***Station 5 Ballancourt Allée des Pêcheurs***	
	EAPv ^{222}Rn nJ/m^3	EAPv ^{220}Rn nJ/m^3	EAPv ^{222}Rn nJ/m^3	EAPv ^{220}Rn nJ/m^3	EAPv ^{222}Rn nJ/m^3	EAPv ^{220}Rn nJ/m^3	EAPv ^{222}Rn nJ/m^3	EAPv ^{220}Rn nJ/m^3	EAPv ^{222}Rn nJ/m^3	EAPv ^{220}Rn nJ/m^3
Janvier	26 ± 7	12 ± 3	38 ± 9	10 ± 3	42 ± 10	8 ± 2	35 ± 8	11 ± 3	33 ± 8	10 ± 3
février	28 ± 7	12 ± 3	26 ± 7	9 ± 3	32 ± 8	14 ± 3	29 ± 8	16 ± 4	29 ± 7	11 ± 3
Mars	35 ± 9	21 ± 4	32 ± 8	17 ± 4	36 ± 9	19 ± 4	37 ± 9	26 ± 5	29 ± 7	17 ± 3
Avril	22 ± 6	15 ± 3	24 ± 6	12 ± 2	25 ± 6	10 ± 2	21 ± 6	17 ± 3	18 ± 5	12 ± 2
Mai	23 ± 6	11 ± 2	20 ± 5	8 ± 2	21 ± 5	9 ± 2	23 ± 6	9 ± 2	19 ± 5	7 ± 2
Juin	18 ± 4	6 ± 2	18 ± 4	5 ± 1	16 ± 4	5 ± 1	17 ± 4	8 ± 2	16 ± 4	6 ± 1
Juillet	22 ± 5	13 ± 3	24 ± 6	9 ± 2	25 ± 6	10 ± 2	21 ± 5	13 ± 3	24 ± 6	12 ± 2
Août	30 ± 8	22 ± 4	27 ± 7	16 ± 3	31 ± 8	20 ± 4	32 ± 8	25 ± 5	32 ± 8	21 ± 4
Septembre	42 ± 11	30 ± 6	38 ± 9	23 ± 5	42 ± 10	24 ± 5	42 ± 12	43 ± 8	41 ± 10	29 ± 6
Octobre	32 ± 8	12 ± 3	34 ± 8	10 ± 2	37 ± 8	12 ± 3	39 ± 9	13 ± 3	37 ± 8	11 ± 2
Novembre	36 ± 8	12 ± 3	33 ± 8	11 ± 2	36 ± 8	11 ± 2	37 ± 8	10 ± 2	34 ± 8	11 ± 2
Décembre	17 ± 4	9 ± 2	18 ± 4	8 ± 2	21 ± 5	7 ± 2	19 ± 5	8 ± 2	17 ± 4	7 ± 2
Moyenne 2012 (écart-type)	**28 (8)**	**15 (7)**	**28 (7)**	**12 (5)**	**30 (9)**	**12 (6)**	**29 (9)**	**17 (10)**	**27 (8)**	**13 (7)**

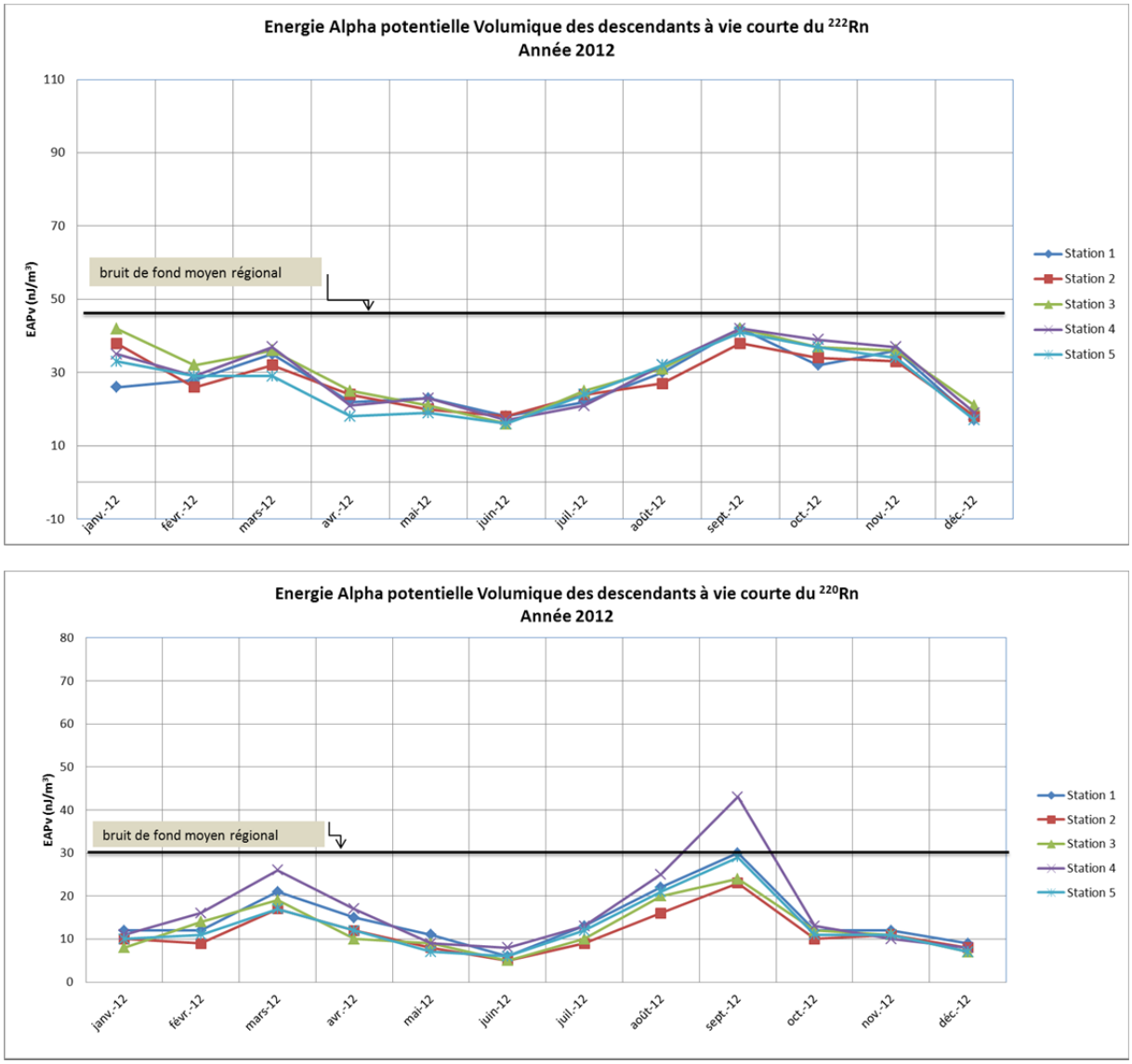


Figure n°2 – Évolution sur douze mois des EAPv (^{220}Rn et ^{222}Rn) dans les cinq stations

Les valeurs d'EAPv obtenues après réaménagement du site montrent que les objectifs fixés par l'arrêté préfectoral du 3 août 1992 sont atteints. Depuis 1994, les valeurs moyennes annuelles d'EAPv mesurées (voir tableau en annexe 1) sur le site et dans son environnement très proche sont similaires aux valeurs du bruit de fond régional qui fluctue d'un mois sur l'autre.

Au cours de l'année 2012, on observe que la variabilité mensuelle de l'énergie alpha potentielle volumique observée à la station n°3 (sur la déposante) est du même ordre de grandeur que celle de la station n°1 (point de référence) représentative du bruit de fond régional. Au mois de septembre 2012, la station n°4 présente une valeur d'EAPv pour le radon 220 supérieure au bruit de fond régional mais reste néanmoins très inférieure à la limite de concentration de 850 nJ/m^3 fixée par l'arrêté préfectoral du 3 août 1992. Cette valeur supérieure en radon 220 pourrait provenir de conditions météorologiques spécifiques à cette station du fait de la localisation particulière à proximité d'un plan d'eau et/ou d'une exhalation du radon 220 plus « forte », probablement par gradient thermique. L'absence d'élévation du radon 222 au niveau de cette station n°4 en septembre 2012 confirme l'absence d'influence de la déposante, le radon 222 étant un produit de décroissance du radium 226 majoritairement présent dans les dépôts.

2.3 SURVEILLANCE DE L'EXPOSITION EXTERNE

La surveillance de l'irradiation externe en limite de site est assurée à partir de sept dosimètres radio-photoluminescents implantés comme indiqué sur le schéma ci-après :

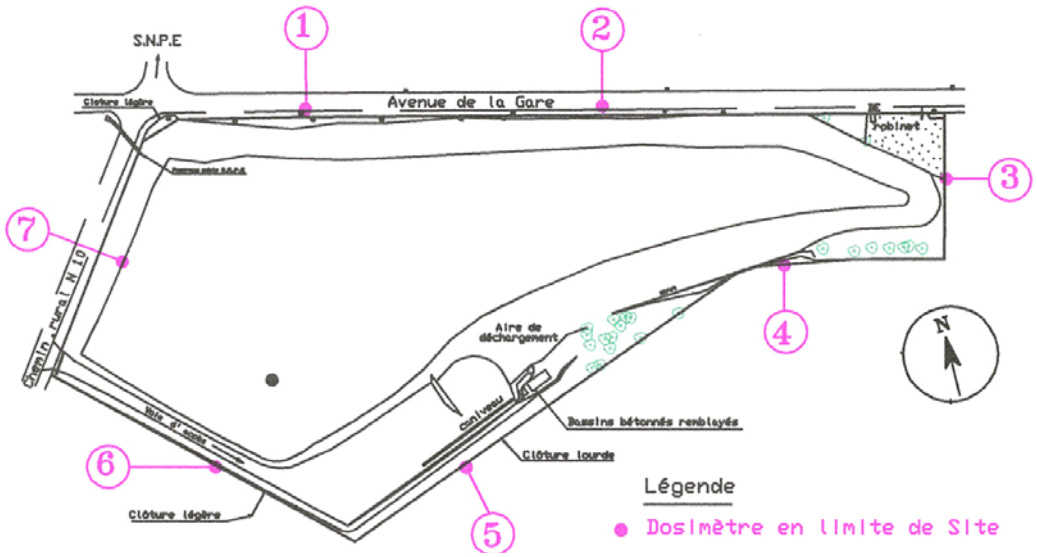


Figure n°3 - Implantation des dosimètres radio-photoluminescents en limite du site du Bouchet.

Tableau n°3 – Résultats des dosimètres radio-photoluminescents en limite du site d'Itteville

LOCALISATION	DÉBIT DE DOSE HORAIRE MOYEN en µSv/h			
	1er trimestre 2012 du 05/01 au 02/04 99 jours d'exposition	2ème trimestre 2012 du 02/04 au 04/07 84 jours d'exposition	3ème trimestre 2012 du 04/07 au 04/10 92 jours d'exposition	4ème trimestre 2012 du 04/10 au 04/01/13 92 jours d'exposition
1	0,111	0,126	0,111	0,122
2	0,140	0,153	0,139	0,150
3	0,099	0,103	0,107	0,100
4	0,093	0,108	0,101	0,110
5	0,104	0,092	0,100	0,093
6	0,099	0,096	0,103	0,097
7	0,103	0,103	0,104	0,107

Ces résultats sont à comparer aux valeurs de bruit de fond généralement mesurées dans la région comprises entre 0,08 et 0,15 µSv/h (rapport CRII-RAD – ITTEVILLE 1995 publication juin 1996).

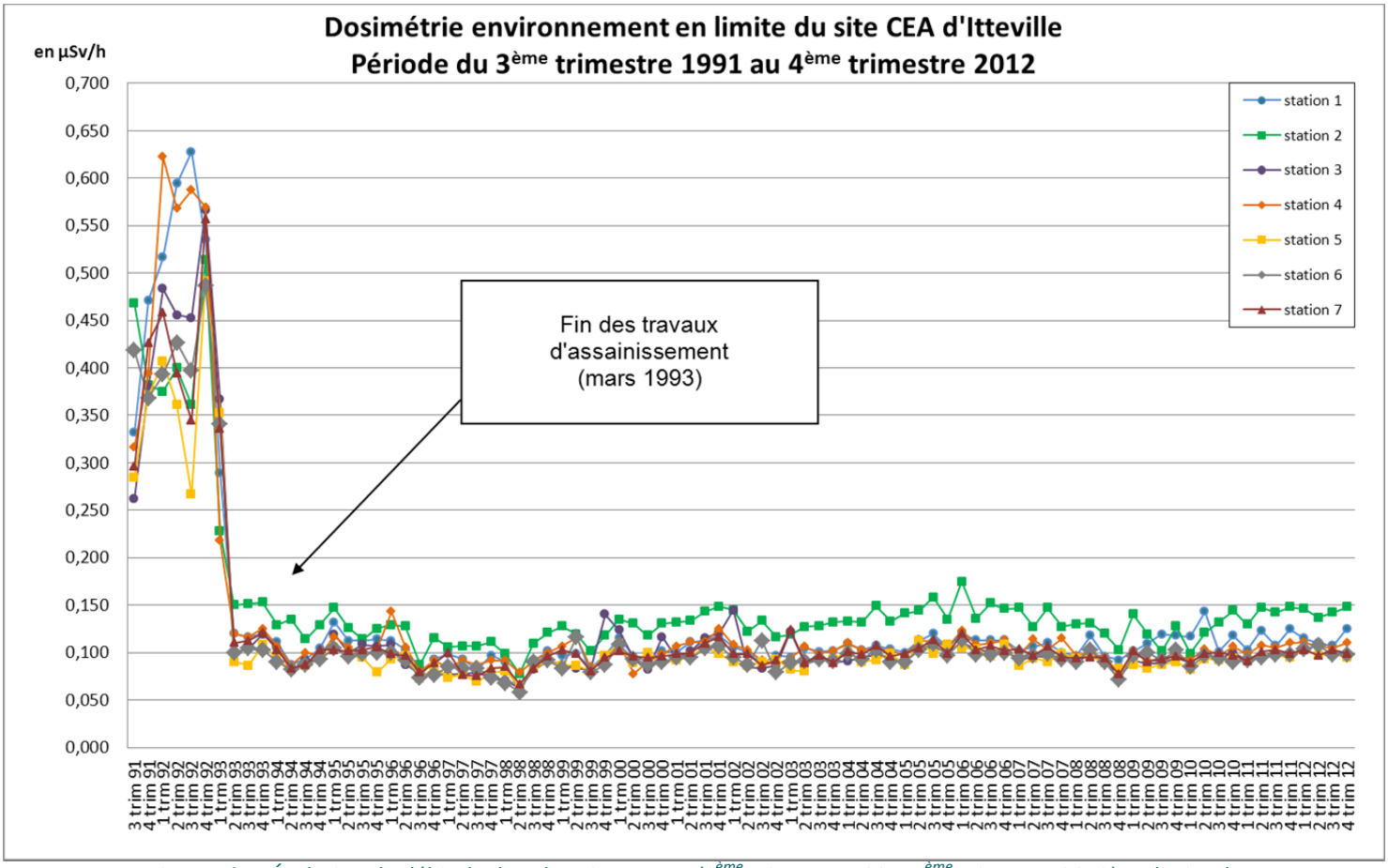


Figure n°4 - Évolution du débit de dose horaire moyen (3ème trimestre 1991- 4ème trimestre 2012) en limite du site d'Itteville.

Les valeurs du débit de dose en limite de site restent dans l'intervalle du bruit de fond de la région parisienne (se reporter à la figure n°4), avec des valeurs légèrement plus élevées à la station n°2, avenue de la Gare. Les variations observées d'un trimestre à l'autre peuvent être attribuées aux fluctuations liées aux variations de l'irradiation ambiante naturelle ainsi qu'aux incertitudes de mesure, ces dernières étant égales à environ 20%.

2.4 SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR PAR UN ORGANISME INDÉPENDANT

Des mesures de la qualité de l'air, destinées à définir l'exposition externe et interne en limite de site, sont effectuées annuellement, conformément à l'arrêté, par un organisme indépendant selon un protocole préétabli.

L'exposition interne due aux descendants à vie courte des isotopes 220 et 222 du radon est contrôlée par un dosimètre de site alpha alimenté par panneau solaire. Cette balise a été mise en place en bordure de l'avenue de la gare dans l'enceinte de la SNPE (station 2 de la figure 1) par le laboratoire Algade, retenu comme organisme indépendant pour la période 2010-2012.

En ce qui concerne le contrôle de l'exposition externe due aux rayonnements gamma, un dosimètre radio-photoluminescent a été placé sur la clôture du site, avenue de la gare, face à l'ancien bassin de décantation (voir figure n°3, point n°2). Ce contrôle indépendant est également assuré par le laboratoire Algade.

Les résultats de ces mesures ont été portés dans les tableaux n°4 et n°5 ci-après :

Tableau n°4 : Exposition externe

Période	Résultat Algade	Résultat CEA
31/08/12 - 03/10/12	0,070 µSv/h	0,139 µSv/h (1)

(1) Résultats de la surveillance trimestrielle du dosimètre n°2 (3ème trimestre)

La valeur d'exposition donnée par le laboratoire ALGADE est deux fois plus faible que celle déterminée par le CEA, écart déjà observé en 2009. Il est à signaler que les valeurs du CEA sont comparables d'une année sur l'autre.

Tableau n°5 : Exposition interne

Période	Résultats Algade en nJ/m³		Résultats CEA(2) en nJ/m³	
	^{220}Rn	^{222}Rn	^{220}Rn	^{222}Rn
31/08/12 - 03/10/12	23 ± 5	48 ± 11	23 ± 5	38 ± 9

(2) Résultats de la surveillance à la station 2 (mois de septembre du tableau n° 2)

Les résultats Algade et CEA (sous-traitance IRSN) de mesure des descendants des radons 220 et 222 sont en bon accord.

3 SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DES EAUX

Ce programme satisfait aux dispositions et aux modalités fixées par l'arrêté préfectoral n°92-2784 du 3 août 1992.

Les analyses radiologiques des eaux portent sur la détermination de l'activité volumique totale due aux émetteurs α, β et au radium 226, ainsi que sur la recherche de l'uranium par dosage pondéral.

Pour les eaux de surface, la surveillance est réalisée à partir d'échantillons prélevés dans la Juine et dans l'Essonne, en amont et en aval du site.

Pour les eaux souterraines, les prélèvements sont effectués dans le forage profond de l'Épine et dans cinq piézomètres situés au voisinage des dépôts.

L'arrêté préfectoral n° 2000-PREF-DCL/0483 du 11 septembre 2000 définit les prescriptions complémentaires relatives à la surveillance de la qualité des eaux :

« Chaque type d'analyse prescrite par l'arrêté préfectoral 92-2784 du 3 août 1992 doit être réalisé selon un protocole préétabli (prélèvements et analyses) avec une périodicité au moins annuelle par un organisme indépendant choisi en accord avec l'inspection des installations classées.

Les mesures de la qualité des eaux souterraines et superficielles devront rechercher, à une périodicité trimestrielle, les polluants pertinents, autres que les radioéléments, compte tenu de la nature des déchets stockés.

À minima, ces analyses viseront à rechercher l'ion ammonium, le calcium, ainsi que les métaux suivants : Aluminium, Baryum, Béryllium, Cadmium, Chrome, Cuivre, Fer, Manganèse, Mercure, Nickel, Plomb et zinc.

Une analyse au moins annuelle visant à rechercher dans les sédiments du ru des prés Picards, les radioéléments cités à l'article 5 de l'arrêté préfectoral n°92-2784 du 3 août 1992 et ceux mentionnés ci-dessus. »

À la demande du GT « Suivi des sites du Bouchet » de la CLI, une analyse complémentaire de l'arsenic est systématiquement entreprise.

3.1 LOCALISATION DES POINTS DE SURVEILLANCE

Les points de surveillance des eaux de surface et des eaux souterraines sont consignés dans le tableau n°6 et leur localisation est représentée sur le schéma de la figure 5.

Tableau n° 6 – Localisation des points de surveillance

N°de point	Localisation des points de prélèvements	caractéristiques
Point 122	Juine amont	Eau de surface
Point 125	Juine aval	Eau de surface
Point 126	Essonne amont	Eau de surface
Point 124	Essonne aval	Eau de surface
PZ-1505	SAFRAN-SME/Centre de recherches du Bouchet (CRB)	Profondeur 0 à 6 m
PZ-01	Idem PZ-1505	Profondeur 5 à 6 m
PZ-PK	CRB/Parking	Profondeur 0 à 6 m
PZ-VP	CRB/Parking (à côté du PZ-PK)	Profondeur 4,75 à 5,5 m
PZ-CEB	DGA-Maîtrise NRBC/Centre d'études du Bouchet (CEB)	Profondeur 4,75 à 5,5 m
PZ-PI	CEB/Presqu'île	Profondeur 0 à 6 m
PZ-02	Idem PZ-PI	Profondeur 5 à 6 m
PZ-PROF	CEB	Forage profond
EPINE	Forage profond	Forage profond

Le point PZ-VP a été intégré fin 2006 à la surveillance systématique du site en vue du remplacement du piézomètre de surveillance PZ-PK. Situé à proximité du piézomètre PZ-PK (à 5 m de distance), il présente la particularité d'être crépiné uniquement dans la zone de circulation de la nappe alluviale (entre 4,75 m et 5,5 m de profondeur). Il est voué à remplacer à court terme le point PZ-PK influencé par l'eau interstitielle de tourbe.

Le piézomètre PZ-CEB est également dans la même configuration que le PZ-VP depuis que l'ancien piézomètre a été détruit en 2009 au cours d'un chantier mené par la DGA (Direction Générale de l'Armement).

Par courrier DSM/SAC/UPSE/11-080 du 17 novembre 2011, la direction du centre CEA de Saclay a demandé à la DRIEE l'autorisation de remplacer les piézomètres PZ-1505 et PZ-PI par de nouveaux piézomètres permettant de surveiller exclusivement la nappe alluviale en supprimant l'interférence due à l'eau interstitielle de tourbe, comme approuvé par les membres du GT1 de la CLI lors de la réunion du 20 octobre 2011.

Deux nouveaux piézomètres ont donc été forés le 23 août 2012 à 6 m de profondeur avec une crépine entre 5 et 6 m afin de ne prélever que l'eau de la nappe alluviale : le piézomètre PZ-01 est situé à proximité du piézomètre PZ-1505 et le piézomètre PZ-02 est voisin du piézomètre PZ-PI. Les premiers prélèvements d'eau dans ces nouveaux piézomètres ont été réalisés le 17 octobre 2012 lors du suivi comptant pour le quatrième trimestre.

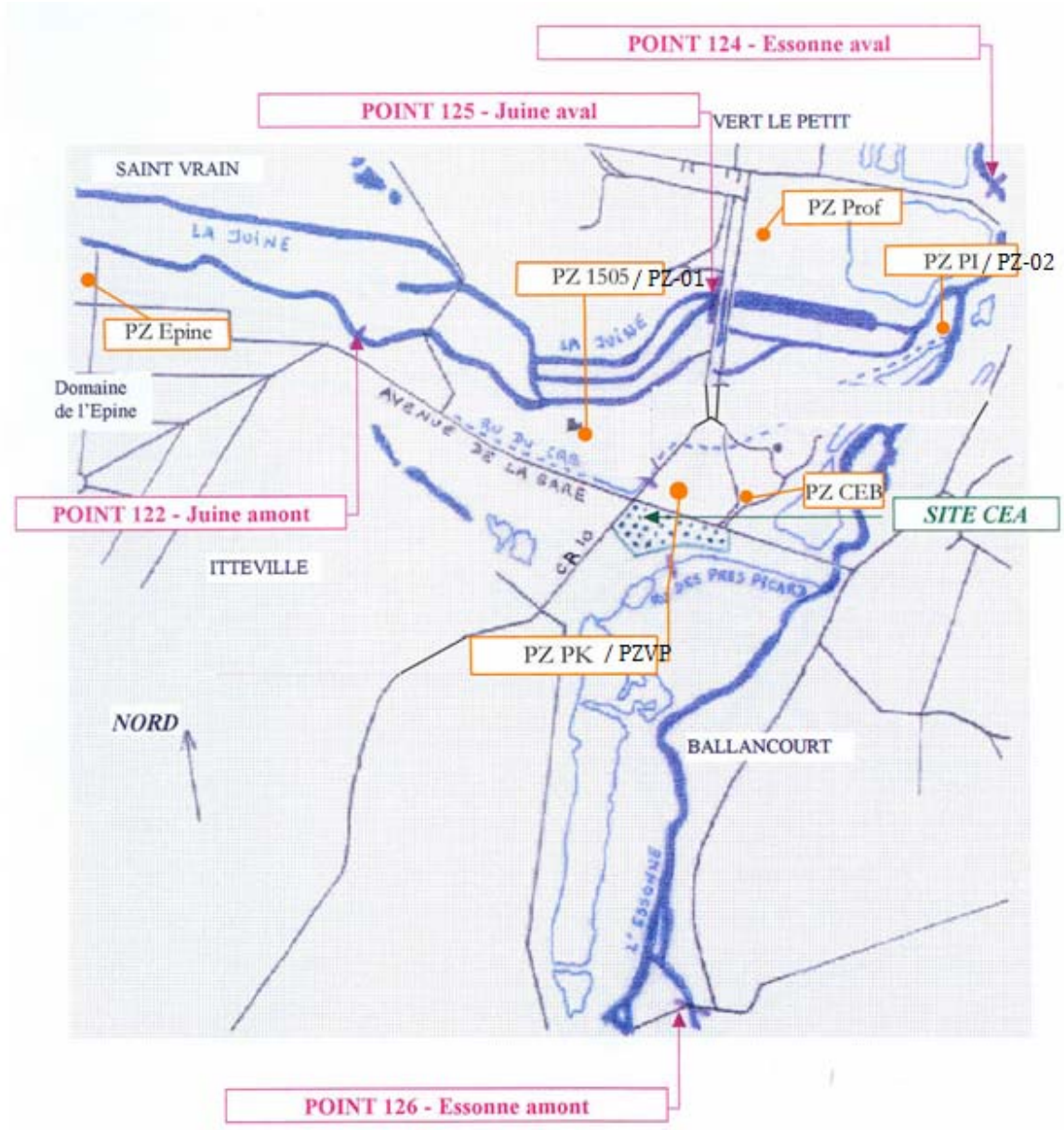


Figure n°5 - Localisation des points de surveillance des eaux de surface et souterraines du site CEA d'Itteville

Après filtration sous vide sur filtre 0,45 µm, les filtrats de chaque échantillon prélevé sont analysés pour déterminer :

- les activités volumiques totales alpha et bêta (en Bq/l) par compteur proportionnel et méthodes normalisées NF EN 60-800 et NF EN 60-801,
- l'activité volumique en radium 226 (en Bq/l) par méthode dite d'émanométrie (NFM 60-803),
- la concentration en uranium par ICP-MS sur la base de l'équivalence suivante :
  1 µg d'uranium naturel = 2,54 10^{-2} Bq (^{234}U + ^{235}U + ^{238}U).

Les analyses physico-chimiques des eaux regroupent :

- la détermination des concentrations en métaux suivants : arsenic, aluminium, baryum, béryllium, cadmium, chrome, cuivre, fer, manganèse, mercure, nickel, plomb et zinc,
- le dosage des cations majeurs : ion ammonium, calcium et potassium.

Les analyses sont réalisées par absorption atomique ou par spectrométrie de masse (ICP-MS) sur les échantillons d'eau après filtration (0,45 µm).

Les résultats des mesures radiologiques et des analyses chimiques effectuées par le CEA Saclay sont consignés dans les tableaux n° 7 à 9 en pages suivantes. Les courbes de l'évolution de la concentration en uranium des eaux de surface et des eaux souterraines sont regroupées dans les annexes 2, 3 et 4.

3.2 RÉSULTATS DES ANALYSES RADIOLOGIQUES

Les résultats des mesures radiologiques ne font apparaître aucun marquage radioactif particulier des eaux de surface. Il est cependant à noter (courbes en annexe 2) que la concentration en uranium est plus importante dans l'Essonne (3,0 à 5,4 µg/l) que dans la Juine Amont ou Aval (1,8 à 2,4 µg/l) et supérieure en Essonne Amont (4,4 à 5,4 µg/l) qu'en Essonne Aval (3,0 à 3,4 µg/l), l'Essonne Aval bénéficiant d'une dilution par les eaux de la Juine. Cet uranium est d'origine naturelle et n'a aucun lien avec l'ancienne exploitation de l'usine du Bouchet.

Pour les eaux souterraines (courbes comparatives en annexe 3), des concentrations en uranium supérieures à la valeur limite 30 µg/l recommandée pour l'eau potable par l'Organisation mondiale de la santé sont relevées dans les piézomètres PZ-1505 et PZ-PK avec des maximas respectifs de 97 µg/l et 425 µg/l. Il est à noter que les teneurs en uranium en ces points évoluent de manière cyclique avec des maximas en hiver. Pour l'année 2012, la teneur au point PZ-PK a varié entre 61 et 425 µg/l (évolution depuis 1990 donnée en annexe 4) ; elle est directement liée à la concentration en uranium des terres entourant le piézomètre et aux conditions réductrices ou oxydantes du milieu tourbeux au moment du prélèvement. En effet, les piézomètres PZ-01 et PZ-VP installés respectivement à proximité des piézomètres PZ-1505 et PZ-PK, qui permettent de prélever uniquement l'eau de la nappe alluviale (entre -5 m et – 6 m pour le premier et entre - 4,75 m et - 5,5 m pour le second), présentent des concentrations en uranium bien plus faibles, inférieures à 1 µg/l sauf pour le prélèvement PZ-VP du 15 février 2012 (11,3 µg/l). L'uranium détecté dans les piézomètres PZ-PK et PZ-1505 provient donc de l'eau interstitielle stagnante de la tourbe (entre – 0,5 m et – 3 m). Pour les eaux du forage profond PZ-PROF et celui du domaine de l'Épine (commune d'Itteville) utilisé pour la distribution en eau des habitations, la teneur en uranium reste inférieure à 1 µg/l. Pour le piézomètre PZ-PI, elle est également systématiquement inférieure à 1 µg/l tandis que le premier suivi du nouveau piézomètre voisin PZ-02 conduit à une concentration en uranium de 3,2 µg/l comparable à celle de l'Essonne aval (le piézomètre en est proche).

La déposante ne conduit donc pas à un marquage en uranium de la nappe alluviale.

En outre, les teneurs en radium 226 sont systématiquement inférieures ou très proches de la limite de détection des appareils de mesure (0,02 à 0,13 Bq/l), quels que soient le lieu de prélèvement et le type d'eau (eau de surface, eau de la nappe alluviale et eau profonde). La présence de ^{226}Ra est d'origine naturelle, sans relation avec la déposante d'Itteville.

Il est prévu en 2013 de poursuivre la surveillance de l'ensemble de ces piézomètres puis de ne conserver à partir de 2014 que ceux ne prélevant que l'eau de la nappe alluviale. Les piézomètres PZ-PK, PZ-PI et PZ-1505 seront alors rebouchés.

3.3 RÉSULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES

Les principaux éléments détectés dans les eaux de surface (Juine et Essonne) ainsi que dans les eaux souterraines ne présentent pas d'anomalie particulière.

Pour les eaux de surface, les valeurs mesurées en aval et en amont du site montrent des compositions chimiques similaires. Les concentrations des métaux et de l'ion ammonium mesurées respectent les limites exigées (annexe 5) pour les eaux de surface de qualité A2 (Décret 91-257 du 7 mars 1991).

Pour les eaux souterraines, les limites exigées pour les eaux de surface de qualité A2 sont respectées hormis pour le fer aux points PZ-VP et PZ-PK avec une valeur maximale relevée de 5 500 µg/l, et pour le manganèse aux points PZ-1505, PZ-CEB, PZ-PI PZ-VP, PZ-PK avec une valeur maximale relevée de 650 µg/l. À noter que certaines eaux souterraines peuvent avoir des teneurs en manganèse élevées, en particulier lorsqu'il y a une attaque par l'eau du terrain traversé, en milieu réducteur ou sous l'action de certaines bactéries.

On constate également que les deux nouveaux piézomètres PZ-01 et PZ-02 ne sont pas encore dans un état stabilisé. Pour le PZ-01, on observe notamment des teneurs en calcium, potassium, baryum et aluminium très élevées par rapport aux autres piézomètres. Pour le PZ-02, on constate une concentration en calcium trop basse et une concentration en potassium trop élevée par rapport à ce qui est attendu. A titre d'information, les résultats du premier trimestre 2013 conduisent à une baisse des valeurs élevées et à une hausse de la valeur basse, même si les valeurs stabilisées attendues ne sont pas encore atteintes.

À noter également que l'eau souterraine de la région est riche en baryum (jusqu'à 420 µg/l au forage de l'Épine), pour une limite de la qualité de l'eau de boisson de 700 µg/l (annexe 5) et une teneur dans la Juine et dans l'Essonne de l'ordre de 50 µg/l.

3.4 SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DES EAUX PAR UN ORGANISME INDÉPENDANT

Conformément à l'arrêté préfectoral n° 2000-PREF-DCL/0483 du 11 septembre 2000, les analyses prescrites ont fait l'objet d'une intercomparaison avec le laboratoire Algade, retenu comme organisme indépendant, selon un protocole de prélèvements et de mesures préétabli.

Les résultats des mesures radiologiques et chimiques effectuées sur les échantillons d'eaux de surface et d'eaux souterraines par le laboratoire Algade sont consignés dans les tableaux n°7 à 9.

Les résultats des analyses radiologiques transmises par les laboratoires Algade et du CEA Saclay, tous deux agréés par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), sont assez cohérents entre eux aussi bien pour les eaux de surface que pour les eaux souterraines, même si certains écarts sont relevés. En ce qui concerne les analyses chimiques et aussi bien pour les eaux de surface que pour les eaux souterraines, on note globalement une assez bonne cohérence entre les résultats Algade et ceux du CEA Saclay, tous deux accrédités par le Comité français d'accréditation (COFRAC). On remarquera toutefois des discordances dans les teneurs en cuivre, fer et zinc.

Tableau n°7 - Résultats d'analyse des eaux de surface

Juine amont	2012				
	Trimestre 1	Trimestre 2	ALGADE	Trimestre 3	Trimestre 4
	15/02/12	18/04/12	18/04/12	18/07/12	17/10/12
Activité volumique des émetteurs α (Bq/l)	0,07 ± 0,04	0,06 ± 0,03	0,04 ± 0,02	0,09 ± 0,04	0,04 ± 0,03
Activité volumique des émetteurs β (Bq/l)	0,15 ± 0,03	0,12 ± 0,03	0,09 ± 0,04	0,14 ± 0,03	0,14 ± 0,03
Activité volumique en radium 226 (Bq/l)	0,09 ± 0,02	0,05 ± 0,02	<0,02	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01
Uranium total (µg/l)	1,9 ± 0,2	2,4 ± 0,2	1,8 ± 0,3	1,8 ± 0,3	1,9 ± 0,2
Ion ammonium (mg/l)	0,13 ± 0,03	0,04 ± 0,01	<0,05	<0,01	0,09 ± 0,03
Calcium (mg/l)	99 ± 5	99 ± 8	97,3 ± 10	100 ± 8	101 ± 8
Potassium (mg/l)	3,5 ± 0,5	3,1 ± 0,5	3,3 ± 0,3	3,5 ± 0,5	4,0 ± 0,6
Aluminium (µg/l)	<5,7	<5,7	3,3 ± 1,7	<5,7	<19
Arsenic (µg/l)	<1,6	<1,6	1 ± 0,5	<1,6	<1,6
Baryum (µg/l)	46 ± 4	44 ± 4	45,5 ± 7	44 ± 5	49 ± 5
Béryllium (µg/l)	<0,7	<0,7	<0,05	<0,7	<1,0
Cadmium (µg/l)	<0,2	<0,2	<0,05	<0,2	<0,7
Chrome (µg/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1,7
Cuivre (µg/l)	<1,5	<1,5	1,9 ± 0,2	<1,5	<1,5
Fer (µg/l)	<16	26 ± 3	14,1 ± 7,1	18 ± 5	22 ± 3
Manganèse (µg/l)	<19	<19	1 ± 0,5	<19	<19
Mercure (µg/l)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03
Nickel (µg/l)	<2,5	<2,5	<0,5	<8,3	<8,3
Plomb (µg/l)	<0,20	<0,65	0,11 ± 0,01	<0,20	<0,65
Zinc (µg/l)	4,3 ± 0,7	4,5 ± 0,6	10,8 ± 1,1	4,0 ± 0,6	4,1 ± 0,5

Juine aval	2012				
	Trimestre 1	Trimestre 2	ALGADE	Trimestre 3	Trimestre 4
	15/02/12	18/04/12	18/04/12	18/07/12	17/10/12
Activité volumique des émetteurs α (Bq/l)	0,08 ± 0,04	0,07 ± 0,04	0,04 ± 0,02	0,04 ± 0,03	0,07 ± 0,04
Activité volumique des émetteurs β (Bq/l)	0,16 ± 0,04	0,14 ± 0,03	0,12 ± 0,04	0,15 ± 0,03	0,14 ± 0,03
Activité volumique en radium 226 (Bq/l)	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,01	<0,01	<0,02	0,04 ± 0,01
Uranium total (µg/l)	1,9 ± 0,2	1,8 ± 0,2	1,8 ± 0,3	1,9 ± 0,3	1,9 ± 0,2
Ion ammonium (mg/l)	0,73 ± 0,15	0,04 ± 0,01	<0,05	<0,01	0,09 ± 0,03
Calcium (mg/l)	101 ± 8	99 ± 8	97,3 ± 10	100 ± 8	101 ± 8
Potassium (mg/l)	3,5 ± 0,5	3,5 ± 0,5	4,3 ± 0,4	4,0 ± 0,6	4,0 ± 0,6
Aluminium (µg/l)	<5,7	<5,7	3,7 ± 1,9	<5,7	<19
Arsenic (µg/l)	<1,6	<1,6	0,9 ± 0,5	<1,6	<1,6
Baryum (µg/l)	46 ± 4	42 ± 4	43,6 ± 7	43 ± 4	48 ± 5
Béryllium (µg/l)	<0,7	<0,7	<0,05	<0,7	<1,0
Cadmium (µg/l)	<0,2	<0,2	<0,05	<0,2	<0,7
Chrome (µg/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1,7
Cuivre (µg/l)	<1,5	<1,5	2,0 ± 0,2	1,6 ± 0,2	1,6 ± 0,2
Fer (µg/l)	<16	27 ± 3	15 ± 7,5	17 ± 3	25 ± 3
Manganèse (µg/l)	<19	<19	1,2 ± 0,6	<19	<19
Mercure (µg/l)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03
Nickel (µg/l)	<2,5	<8,3	<0,5	<8,3	9,6 ± 1,0
Plomb (µg/l)	<0,20	<0,65	0,11 ± 0,1	<0,20	<0,65
Zinc (µg/l)	4,1 ± 0,7	5,2 ± 0,7	19,7± 2,0	3,5 ± 0,5	5,4 ± 0,6

Essonne amont	2012				
	Trimestre 1	Trimestre 2	ALGADE	Trimestre 3	Trimestre 4
	15/02/12	18/04/12	18/04/12	18/07/12	17/10/12
Activité volumique des émetteurs α (Bq/l)	0,08 ± 0,04	0,05 ± 0,03	0,11 ± 0,04	0,08 ± 0,04	0,20 ± 0,07
Activité volumique des émetteurs β (Bq/l)	0,18 ± 0,04	0,18 ± 0,04	0,10 ± 0,04	0,17 ± 0,04	0,26 ± 0,044
Activité volumique en radium 226 (Bq/l)	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,01	<0,01	0,03 ± 0,01	0,02 ± 0,01
Uranium total (µg/l)	5,4 ± 0,5	4,9 ± 0,4	5,0 ± 0,8	5,1 ± 0,7	4,4 ± 0,5
Ion ammonium (mg/l)	0,02 ± 0,01	<0,01	0,17 ± 0,02	<0,01	0,02 ± 0,01
Calcium (mg/l)	99 ± 8	92 ± 7	90,1 ± 9	95 ± 8	90 ± 7
Potassium (mg/l)	3,9 ± 0,5	3,6 ± 0,5	4,3 ± 0,4	4,1 ± 0,6	4,2 ± 0,6
Aluminium (µg/l)	<5,7	<5,7	<2	<5,7	<19
Arsenic (µg/l)	<1,6	<1,6	0,6 ± 0,3	<1,6	<1,6
Baryum (µg/l)	57 ± 5	47 ± 5	51,5 ± 8	54 ± 5	52 ± 6
Béryllium (µg/l)	<0,7	<0,7	<0,05	<0,7	<1,0
Cadmium (µg/l)	<0,2	<0,2	<0,05	<0,2	<0,7
Chrome (µg/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1,7
Cuivre (µg/l)	<1,5	<1,5	1,5 ± 0,1	<1,5	<1,5
Fer (µg/l)	20 ± 2	<16	8,4 ± 4,23	17 ± 3	21 ± 3
Manganèse (µg/l)	<5,7	<5,7	0,8 ± 0,4	<5,7	<19
Mercure (µg/l)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03
Nickel (µg/l)	<2,5	<2,5	<0,5	<8,3	<8,3
Plomb (µg/l)	<0,20	<0,20	<0,05	<0,20	<0,65
Zinc (µg/l)	4,6 ± 0,9	<3,0	11,8 ± 1,2	<3,0	3,7 ± 0,6

Essonne aval	2012				
	Trimestre 1	Trimestre 2	ALGADE	Trimestre 3	Trimestre 4
	15/02/12	18/04/12	18/04/12	18/07/12	17/10/12
Activité volumique des émetteurs α (Bq/l)	0,09 ± 0,04	0,05 ± 0,03	0,04 ± 0,03	0,08 ± 0,04	0,05 ± 0,03
Activité volumique des émetteurs β (Bq/l)	0,18 ± 0,04	0,16 ± 0,04	0,14 ± 0,05	0,16 ± 0,04	0,15 ± 0,04
Activité volumique en radium 226 (Bq/l)	0,05 ± 0,02	0,06 ± 0,02	<0,01	<0,02	0,03 ± 0,01
Uranium total (µg/l)	3,3 ± 0,3	3,0 ± 0,3	3,1 ± 0,5	3,4 ± 0,5	3,0 ± 0,3
Ion ammonium (mg/l)	0,32 ± 0,06	<0,01	0,26 ± 0,03	<0,01	0,08 ± 0,03
Calcium (mg/l)	99 ± 8	95 ± 8	94,5 ± 9	97 ± 8	97 ± 8
Potassium (mg/l)	4,2 ± 0,6	3,6 ± 0,5	3,6 ± 0,4	3,7 ± 0,6	3,9 ± 0,5
Aluminium (µg/l)	<5,7	<5,7	<2	<19	<19
Arsenic (µg/l)	<1,6	<1,6	0,8 ± 0,4	<1,6	<1,6
Baryum (µg/l)	52 ± 5	47 ± 5	50,2 ± 8	48 ± 5	51 ± 6
Béryllium (µg/l)	<0,7	<0,7	<0,05	<0,7	<1,0
Cadmium (µg/l)	<0,2	<0,2	<0,05	<0,2	<0,7
Chrome (µg/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1,7
Cuivre (µg/l)	<1,5	<1,5	4,4 ± 0,4	<1,5	<1,5
Fer (µg/l)	<16	61 ± 6	11,5 ± 5,8	<16	23 ± 3
Manganèse (µg/l)	<19	<19	0,6 ± 0,1	<19	<19
Mercure (µg/l)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03
Nickel (µg/l)	<2,5	<8,3	<0,5	<8,3	<8,3
Plomb (µg/l)	<0,20	<0,65	0,07 ± 0,01	<0,20	<0,65
Zinc (µg/l)	4,3 ± 0,5	<3,0	9,0 ± 0,9	4,4 ± 0,6	4,4 ± 0,5

EAUX SUPERFICIELLES

Tableau n°8- Résultats d'analyse des eaux souterraines

Forage EPINE	2012				
	Trimestre 1	*Trimestre 2*	*ALGADE*	*Trimestre 3*	*Trimestre 4*
	16/02/12	*20/04/12*	*18/04/12*	*18/07/12*	*17/10/12*
Activité volumique des émetteurs α (Bq/l)	0,22 ± 0,07	0,22 ± 0,07	0,08 ± 0,03	0,28 ± 0,08	0,17 ± 0,06
Activité volumique des émetteurs β (Bq/l)	0,22 ± 0,04	0,23 ± 0,04	0,17 ± 0,05	0,27 ± 0,05	0,25 ± 0,04
Activité volumique en radium 226 (Bq/l)	0,08 ± 0,02	0,08 ± 0,02	0,06 ± 0,02	0,05 ± 0,02	0,05 ± 0,02
Uranium total (µg/l)	0,12 ± 0,01	0,46 ± 0,05	<1	0,33 ± 0,05	0,61 ± 0,07
Ion ammonium (mg/l)	0,07 ± 0,01	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01
Calcium (mg/l)	74 ± 6	86 ± 7	81 ± 8	76 ± 6	84 ± 7
Potassium (mg/l)	5,1 ± 0,7	5,4 ± 0,7	4,6 ± 0,5	5,3 ± 0,7	5,3 ± 0,7
Aluminium (µg/l)	<5,7	<19	7 ± 0,7	<5,7	<19
Arsenic (µg/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1,6
Baryum (µg/l)	417 ± 38	306 ± 31	325 ± 49	349 ± 35	210 ± 23
Béryllium (µg/l)	<0,7	<0,7	<0,05	<0,7	<1,0
Cadmium (µg/l)	<0,2	<0,2	<0,05	<0,2	<0,7
Chrome (µg/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1,7
Cuivre (µg/l)	<1,5	6,9 ± 0,8	13,0 ± 1,3	3,4 ± 0,3	5,6 ± 0,6
Fer (µg/l)	118 ± 11	<16	<1	43 ± 6	<16
Manganèse (µg/l)	<5,7	<5,7	<0,5	<5,7	<19
Mercure (µg/l)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03
Nickel (µg/l)	<2,5	<8,3	<0,5	<8,3	11,2 ± 1,1
Plomb (µg/l)	<0,20	<0,65	0,24 ± 0,02	<0,65	<0,65
Zinc (µg/l)	<3,0	13,0 ± 1,6	17,0 ± 1,7	4,2 ± 0,6	6,3 ± 0,7

PZ-PROF	2012				
	Trimestre 1	*Trimestre 2*	*ALGADE*	*Trimestre 3*	*Trimestre 4*
	15/02/12	*18/04/12*	*18/04/12*	*18/07/12*	*17/10/12*
Activité volumique des émetteurs α (Bq/l)	0,29 ± 0,09	0,26 ± 0,08	0,14 ± 0,05	0,35 ± 0,10	0,15 ± 0,05
Activité volumique des émetteurs β (Bq/l)	0,28 ± 0,04	0,28 ± 0,04	0,17 ± 0,05	0,30 ± 0,05	0,30 ± 0,05
Activité volumique en radium 226 (Bq/l)	0,09 ± 0,02	0,10 ± 0,02	0,07 ± 0,02	0,06 ± 0,02	0,06 ± 0,02
Uranium total (µg/l)	<0,01	<0,01	<1	0,01 ± 0,01	0,04 ± 0,01
Ion ammonium (mg/l)	<0,01	<0,01	<0,05	<0,01	0,02 ± 0,01
Calcium (mg/l)	55 ± 4	55 ± 4	52,3 ± 5	54 ± 4	55 ± 4
Potassium (mg/l)	5,3 ± 0,7	5,7 ± 0,7	5,2 ± 0,5	5,5 ± 0,7	5,6 ± 0,7
Aluminium (µg/l)	<5,7	<5,7	<2	<5,7	20 ± 3
Arsenic (µg/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1,6
Baryum (µg/l)	275 ± 25	278 ± 28	307,6 ± 46	238 ± 24	270 ± 30
Béryllium (µg/l)	<0,7	<0,7	<0,05	<0,7	<1,0
Cadmium (µg/l)	<0,2	<0,2	<0,05	<0,2	<0,7
Chrome (µg/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1,7
Cuivre (µg/l)	<1,5	<0,5	4,0± 0,4	<1,5	2,0 ± 0,2
Fer (µg/l)	<5	<16	1,7 ± 0,9	<16	33 ± 4
Manganèse (µg/l)	<5,7	<5,7	1,9 ± 1,0	<5,7	<19
Mercure (µg/l)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03	<0,03
Nickel (µg/l)	<2,5	<2,5	<0,5	<2,5	<8,3
Plomb (µg/l)	0,99 ± 0,10	<0,65	0,17 ± 0,02	<0,20	1,72 ± 0,14
Zinc (µg/l)	<0,9	<0,9	4,1 ± 0,4	<0,9	5,6 ± 0,6

PZ-PI	2012				
	Trimestre 1	*Trimestre 2*	*ALGADE*	*Trimestre 3*	*Trimestre 4*
	15/02/12	*18/04/12*	*18/04/12*	*18/07/12*	*17/10/12*
Activité volumique des émetteurs α (Bq/l)	0,22 ± 0,09	0,34 ± 0,13	0,06 ± 0,03	0,29 ± 0,12	0,21 ± 0,11
Activité volumique des émetteurs β (Bq/l)	0,22 ± 0,07	0,23 ± 0,07	0,12 ± 0,05	0,22 ± 0,07	0,24 ± 0,07
Activité volumique en radium 226 (Bq/l)	0,05 ± 0,02	0,08 ± 0,02	0,08 ± 0,02	0,08 ± 0,02	0,09 ± 0,02
Uranium total (µg/l)	0,09 ± 0,01	0,05 ± 0,01	<1	0,08 ± 0,01	0,03 ± 0,01
Ion ammonium (mg/l)	0,14 ± 0,03	0,19 ± 0,04	0,08 ± 0,01	0,17 ± 0,06	0,17 ± 0,06
Calcium (mg/l)	147 ± 12	156 ± 12	154 ± 15	149 ± 12	148 ± 12
Potassium (mg/l)	3,6 ± 0,5	3,3 ± 0,5	3,5 ± 0,4	3,1 ± 0,5	3,2 ± 0,5
Aluminium (µg/l)	<5,7	<19	<2	25 ± 4	<19
Arsenic (µg/l)	<0,5	<1,6	<0,5	<1,6	<1,6
Baryum (µg/l)	386 ± 35	390 ± 39	462,8 ± 69	337 ± 34	390 ± 43
Béryllium (µg/l)	<0,7	<0,7	<0,05	<0,7	<1,0
Cadmium (µg/l)	<0,2	<0,2	<0,05	<0,2	<0,7
Chrome (µg/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1,7
Cuivre (µg/l)	<1,5	<1,5	4,9 ± 0,5	3,6 ± 0,4	<1,5
Fer (µg/l)	<16	772 ± 77	6,1 ± 3,1	990 ± 149	933 ± 93
Manganèse (µg/l)	185 ± 19	251 ± 25	175 ± 26	240 ± 26	222 ± 22
Mercure (µg/l)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03
Nickel (µg/l)	<8,3	<8,3	<0,5	<8,3	<8,3
Plomb (µg/l)	<0,20	<0,65	<0,05	<0,65	<0,65
Zinc (µg/l)	3,6 ± 0,6	<0,9	9,5 ± 0,9	11,0 ± 1,5	3,4 ± 0,4

PZ-02	2012				
	Trimestre 1	*Trimestre 2*	*ALGADE*	*Trimestre 3*	*Trimestre 4*
					*17/10/2012 **
Activité volumique des émetteurs α (Bq/l)					0,27 ± 0,12
Activité volumique des émetteurs β (Bq/l)					5,7 ± 0,6
Activité volumique en radium 226 (Bq/l)					0,04 ± 0,01
Uranium total (µg/l)					3,2 ± 0,4
					* Piézomètre non encore stabilisé
Ion ammonium (mg/l)					0,39 ± 0,14
Calcium (mg/l)					38 ± 3
Potassium (mg/l)					200 ± 22
Aluminium (µg/l)					<19
Arsenic (µg/l)					4,6 ± 0,5
Baryum (µg/l)					140 ± 15
Béryllium (µg/l)					<1,0
Cadmium (µg/l)					<0,7
Chrome (µg/l)					8,6 ± 1,0
Cuivre (µg/l)					1,8 ± 0,3
Fer (µg/l)					150 ± 17
Manganèse (µg/l)					57 ± 6
Mercure (µg/l)					0,03 ± 0,01
Nickel (µg/l)					<8,3
Plomb (µg/l)					<0,65
Zinc (µg/l)					<3,0

EAUX SOUTERRAINES

Tableau n°9 - Résultats d'analyse des eaux souterraines (suite)

PZ-1505	2012				
	Trimestre 1	Trimestre 2	ALGADE	Trimestre 3	Trimestre 4
	15/02/12	18/04/12	18/04/12	18/07/12	17/10/12
Activité volumique des émetteurs α (Bq/l)	1,80 ± 0,47	0,68 ± 0,21	0,67 ± 0,2	0,58 ± 0,19	0,61 ± 0,18
Activité volumique des émetteurs β (Bq/l)	1,10 ± 0,14	0,66 ± 0,11	0,24 ± 0,09	0,41 ± 0,09	0,46 ± 0,09
Activité volumique en radium 226 (Bq/l)	0,03 ± 0,01	0,06 ± 0,02	<0,01	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,02
Uranium total (µg/l)	97 ± 9	46 ± 5	46,0 ± 6,9	29 ± 4	24 ± 3
Ion ammonium (mg/l)	0,21 ± 0,04	0,28 ± 0,06	0,53 ± 0,05	0,27 ± 0,09	0,20 ± 0,07
Calcium (mg/l)	345 ± 28	288 ± 23	288 ± 29	333 ± 27	228 ± 18
Potassium (mg/l)	1,8 ± 0,4	1,9 ± 0,4	2,1 ± 0,2	2,2 ± 0,4	3,2 ± 0,5
Aluminium (µg/l)	<19	<5,7	<2	<5,7	<19
Arsenic (µg/l)	3,7 ± 0,5	3,1 ± 0,5	1,7 ± 0,9	6,9 ± 0,8	8,9 ± 1,0
Baryum (µg/l)	142 ± 13	127 ± 13	133,7 ± 20	146 ± 15	130 ± 14
Béryllium (µg/l)	<0,7	<0,7	<0,05	<0,7	<1,0
Cadmium (µg/l)	<0,2	<0,2	<0,05	<0,2	<0,7
Chrome (µg/l)	<1,7	<0,5	<0,5	<0,5	<1,7
Cuivre (µg/l)	2,2 ± 0,2	<1,5	6,4 ± 0,6	<1,5	2,1 ± 0,2
Fer (µg/l)	98 ± 9	444 ± 44	25,9 ± 8	1500 ± 230	1400 ± 140
Manganèse (µg/l)	646 ± 65	572 ± 57	610 ± 92	570 ± 63	479 ± 48
Mercure (µg/l)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03
Nickel (µg/l)	8,3 ± 1,0	<8,3	<0,5	15,0 ± 2,6	10,8 ± 1,1
Plomb (µg/l)	<0,65	<0,65	<0,05	1,50 ± 0,20	1,14 ± 0,09
Zinc (µg/l)	16,0 ± 1,8	21,0 ± 2,3	28,6 ± 2,9	17,0 ± 2,0	26,8 ± 2,7

PZ-01	2012				
	Trimestre 1	Trimestre 2	ALGADE	Trimestre 3	Trimestre 4
					17/10/2012 *
Activité volumique des émetteurs α (Bq/l)					0,30 ± 0,13
Activité volumique des émetteurs β (Bq/l)					2,20 ± 0,26
Activité volumique en radium 226 (Bq/l)					0,06 ± 0,02
Uranium total (µg/l)					0,02 ± 0,01
					* Piézomètre non encore stabilisé
Ion ammonium (mg/l)					1,9 ± 0,7
Calcium (mg/l)					5640 ± 450
Potassium (mg/l)					74 ± 7
Aluminium (µg/l)					450 ± 68
Arsenic (µg/l)					1,6 ± 0,2
Baryum (µg/l)					1100 ± 130
Béryllium (µg/l)					<1,0
Cadmium (µg/l)					<0,7
Chrome (µg/l)					<1,7
Cuivre (µg/l)					<1,5
Fer (µg/l)					<16
Manganèse (µg/l)					<19
Mercure (µg/l)					0,09 ± 0,02
Nickel (µg/l)					34,4 ± 3,4
Plomb (µg/l)					<0,65
Zinc (µg/l)					<3,0

PZ-PK	2012				
	Trimestre 1	Trimestre 2	ALGADE	Trimestre 3	Trimestre 4
	15/02/12	18/04/12	18/04/12	18/07/12	17/10/12
Activité volumique des émetteurs α (Bq/l)	7,6 ± 1,8	3,3 ± 0,8	2,90 ± 0,79	1,3 ± 0,4	4,4 ± 1,1
Activité volumique des émetteurs β (Bq/l)	5,1 ± 0,6	2,5 ± 0,3	1,45 ± 0,39	1,3 ± 0,2	2,8 ± 0,3
Activité volumique en radium 226 (Bq/l)	0,04 ± 0,02	0,08 ± 0,02	0,01 ± 0,01	0,05 ± 0,02	0,05 ± 0,01
Uranium total (µg/l)	425 ± 38	162 ± 13	185,9 ± 27,9	61 ± 9	200 ± 22
Ion ammonium (mg/l)	0,94 ± 0,19	0,83 ± 0,17	0,96 ± 0,10	0,20 ± 0,07	0,49 ± 0,17
Calcium (mg/l)	285 ± 23	230 ± 18	235 ± 24	227 ± 18	163 ± 13
Potassium (mg/l)	7,5 ± 0,9	8,2 ± 1,0	8,4 ± 0,8	7,5 ± 0,9	6,3 ± 0,8
Aluminium (µg/l)	<19	<5,7	<2	<19	<19
Arsenic (µg/l)	7,2 ± 0,8	19,0 ± 2,3	8,2 ± 2,5	54,3 ± 5,4	4,5 ± 0,5
Baryum (µg/l)	231 ± 21	221 ± 22	241 ± 36	236 ± 24	180 ± 20
Béryllium (µg/l)	<0,7	<0,7	<0,05	<0,7	<1,0
Cadmium (µg/l)	<0,2	<0,2	<0,05	<0,2	<0,7
Chrome (µg/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1,7
Cuivre (µg/l)	<1,5	<1,5	6,8 ± 0,7	<1,5	<1,5
Fer (µg/l)	314 ± 28	2000 ± 260	306 ± 61	5500 ± 830	318 ± 32
Manganèse (µg/l)	629 ± 63	549 ± 55	518 ± 78	530 ± 64	130 ± 13
Mercure (µg/l)	<0,03	<0,01	0,014 ± 0,01	<0,01	<0,03
Nickel (µg/l)	<8,3	<8,3	<0,5	8,5 ± 1,5	<8,3
Plomb (µg/l)	<0,65	<0,20	<0,05	<0,65	<0,65
Zinc (µg/l)	<3,0	<0,9	11,1 ± 1,1	<3,0	3,4 ± 0,4

PZ-VP	2012				
	Trimestre 1	Trimestre 2	ALGADE	Trimestre 3	Trimestre 4
	15/02/12	18/04/12	18/04/12	18/07/12	17/10/12
Activité volumique des émetteurs α (Bq/l)	0,51 ± 0,16	0,34 ± 0,12	0,11 ± 0,05	0,41 ± 0,14	0,21 ± 0,11
Activité volumique des émetteurs β (Bq/l)	0,34 ± 0,08	0,31 ± 0,07	0,15 ± 0,06	0,27 ± 0,08	0,43 ± 0,09
Activité volumique en radium 226 (Bq/l)	0,07 ± 0,02	0,04 ± 0,02	0,10 ± 0,02	0,13 ± 0,02	0,09 ± 0,02
Uranium total (µg/l)	11,3 ± 1,0	0,05 ± 0,01	<1	0,07 ± 0,01	0,17 ± 0,04
Ion ammonium (mg/l)	4,6 ± 0,9	4,4 ± 0,9	5,2 ± 0,52	4,5 ± 1,6	4,5 ± 1,6
Calcium (mg/l)	181 ± 14	181 ± 14	178,9 ± 18	185 ± 15	144 ± 12
Potassium (mg/l)	3,6 ± 0,5	3,4 ± 0,5	3,8 ± 0,4	3,9 ± 0,5	9,8 ± 1,1
Aluminium (µg/l)	<5,7	<19	<2	<5,7	<19
Arsenic (µg/l)	<1,6	<1,6	0,8 ± 0,2	2,5 ± 0,4	1,8 ± 0,2
Baryum (µg/l)	416 ± 37	443 ± 44	526 ± 79	423 ± 42	480 ± 53
Béryllium (µg/l)	<0,7	<0,7	<0,05	<0,7	<1,0
Cadmium (µg/l)	<0,7	<0,2	<0,05	<0,2	<0,7
Chrome (µg/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1,7
Cuivre (µg/l)	2,4 ± 0,3	<0,5	1,8 ± 0,2	1,8 ± 0,2	<1,5
Fer (µg/l)	27 ± 2	1000 ± 120	30 ± 9	3600 ± 540	1900 ± 490
Manganèse (µg/l)	311 ± 31	322 ± 32	309 ± 46	320 ± 35	299 ± 30
Mercure (µg/l)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03
Nickel (µg/l)	<8,3	<8,3	<0,5	<8,3	<8,3
Plomb (µg/l)	<0,65	<0,20	<0,05	<0,65	<0,65
Zinc (µg/l)	3,3 ± 0,8	<0,9	9,3 ± 0,9	<3,0	<3,0

Tableau n°10 - Résultats d'analyse des eaux souterraines (suite)

PZ-CEB	2012				
	Trimestre 1	*Trimestre 2*	*ALGADE*	*Trimestre 3*	*Trimestre 4*
	15/02/12	*18/04/12*	*18/04/12*	*18/07/12*	*17/10/12*
Activité volumique des émetteurs α (Bq/l)	0,83 ± 0,25	0,35 ± 0,12	0,19 ± 0,08	0,84 ± 0,26	0,27 ± 0,12
Activité volumique des émetteurs β (Bq/l)	0,72 ± 0,11	0,28 ± 0,07	0,22 ± 0,08	0,60 ± 0,10	0,31 ± 0,08
Activité volumique en radium 226 (Bq/l)	0,07 ± 0,02	0,07 ± 0,02	0,07 ± 0,02	0,09 ± 0,02	0,11 ± 0,02
Uranium total (µg/l)	33 ± 3	6,4 ± 0,6	6,2 ± 0,9	27 ± 4	0,77 ± 0,09
Ion ammonium (mg/l)	0,06 ± 0,01	1,40 ± 0,28	1,54 ± 0,15	1,50 ± 0,53	2,70 ± 0,95
Calcium (mg/l)	290 ± 23	213 ± 17	208 ± 21	345 ± 28	177 ± 14
Potassium (mg/l)	9,4 ± 1,0	5,3 ± 0,7	5 ± 0,5	8,5 ± 1,0	4,0 ± 0,6
Aluminium (µg/l)	<19	<5,7	<2	<5,7	<19
Arsenic (µg/l)	1,9 ± 0,3	1,7 ± 0,3	1,4 ± 0,4	4,1 ± 0,6	2,7 ± 0,3
Baryum (µg/l)	353 ± 32	356 ± 36	427,4 ± 64	308 ± 31	460 ± 51
Béryllium (µg/l)	<0,7	<0,7	<0,05	<0,7	<1,0
Cadmium (µg/l)	<0,2	<0,2	<0,05	<0,2	<0,7
Chrome (µg/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1,7
Cuivre (µg/l)	2,0 ± 0,2	<1,5	6,4 ± 0,6	<1,5	1,9 ± 0,2
Fer (µg/l)	22 ± 2	196 ± 20	6,1 ± 3,1	990 ± 150	1300 ± 340
Manganèse (µg/l)	27 ± 3	323 ± 32	305 ± 46	660 ± 73	363 ± 36
Mercure (µg/l)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03
Nickel (µg/l)	<8,3	<8,3	<0,5	11,0 ± 1,9	11,0 ± 1,0
Plomb (µg/l)	<0,20	1,02 ± 0,10	<0,05	1,40 ± 0,18	<0,65
Zinc (µg/l)	3,4 ± 0,5	<3,0	11,1 ± 1,1	<0,9	6,3 ± 1,0

4 SURVEILLANCE DES SÉDIMENTS DU RU DES PRÉS PICARDS

Conformément à l'arrêté préfectoral n°2000-PREF-DCL-0483 du 11 septembre 2000, une analyse annuelle a été réalisée au cours du second trimestre 2012 sur un prélèvement de sédiments du ru des prés Picards.

Les résultats des analyses effectuées sur ces sédiments sont regroupés dans le tableau n° 10 ci-après :

Tableau n°10 - Résultats des analyses radiologiques et chimiques des sédiments

Résultats des analyses radiologiques	
Activité massique des émetteurs α (en Bq/kg_{sec})	410 ± 180
Activité massique des émetteurs β (en Bq/kg_{sec})	550 ± 150
Spectrométrie γ (en Bq/kg_{sec})	
^{40}K	97 ± 26
^{137}Cs	1,9 ± 0,5
^{234}Th	98 ± 18
^{226}Ra	72 ± 45
^{214}Pb	80 ± 12
^{214}Bi	72 ± 18
^{210}Pb	64 ± 12
^{235}U	5,3 ± 3,3
^{228}Ac	6,9 ± 1,9
^{208}Tl	2,7 ± 0,9

Résultats des analyses chimiques	
Éléments	Concentration en g/kg_{sec}
Ca	34 ± 5
K	3,3 ± 0,4
Al	7,4 ± 0,8
Ba	0,50 ± 0,05
Fe	9,2 ± 0,9
Éléments	Concentration en mg/kg_{sec}
Be	<1,9
Cd	<0,6
Cr	17 ± 2
Cu	54 ± 6
Mn	250 ± 38
Hg	<0,1
Ni	<22
Pb	43 ± 5
Zn	75 ± 8

Ces résultats font apparaître une activité en uranium des sédiments se situant dans la fourchette basse des valeurs observées entre 2001 et 2012 (^{238}U = ^{234}Th = 98 Bq/kg en 2012). Cette concentration variable d'une année sur l'autre, présentée sur la figure n° 6, est vraisemblablement due à une hétérogénéité des sédiments du ru des prés Picards. Il est à noter que l'uranium 238 et le radium 226 sont à l'équilibre (activités sensiblement équivalentes).

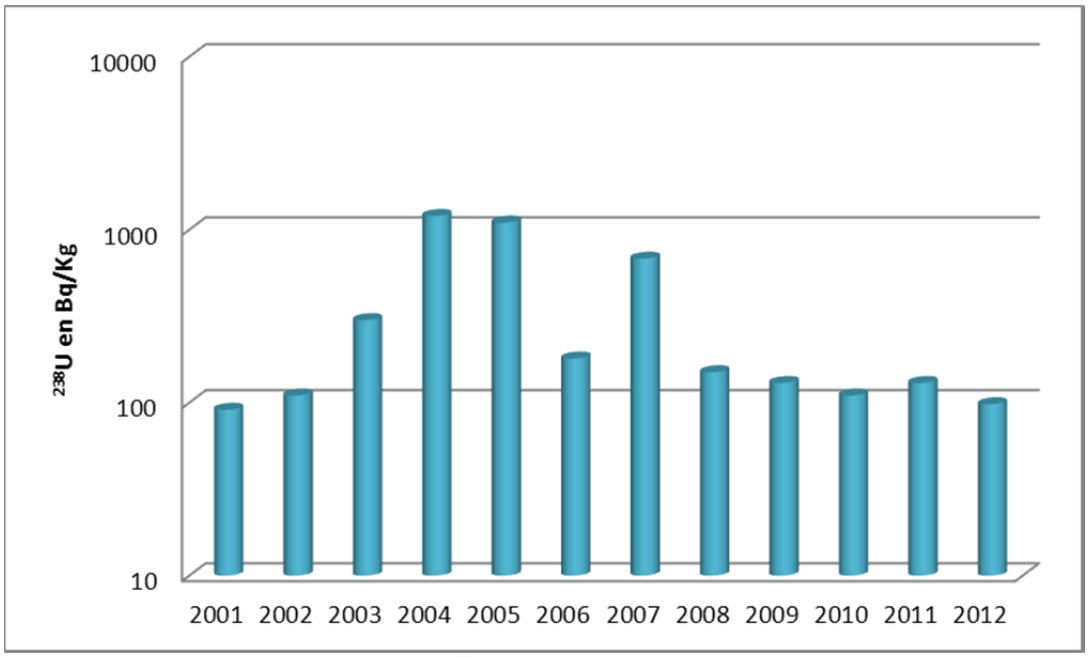


Figure n°6 – Activité en ^{238}U des sédiments du ru des prés Picards

Cette hypothèse est corroborée par les contrôles antérieurs de ce ru qui ont démontré une activité hétérogène des sédiments, avec des valeurs plus fortes en profondeur qu'en surface dues à un phénomène de transfert ancien (cf. rapport CRII-RAD – Contrôles radiologiques sur le site CEA d'Itteville (Essonne) – Référence : Itteville 95 – juin 1996).

5 ENTRETIEN DU SITE

Le site fait l'objet d'une tonte régulière et à cette occasion d'une inspection visuelle. Aucune anomalie n'a été constatée au cours de l'année 2012. Par ailleurs, afin d'assurer une bonne humidification de la couverture argileuse, il est procédé à un arrosage du site en période estivale sous la responsabilité du CEA.

6 CARACTÉRISATION RADIOLOGIQUE PRÉCISE DES DÉPÔTS PRÉSENTS SOUS LE SITE

Bien que la déposante ait été réhabilitée en 1992-93 par la mise en place d'un géotextile et de couches protectrices successives d'argile, de sable et graviers et de terre végétale, et qu'il ne soit pas mis en évidence de dégradation de l'efficacité de cette protection (pas de diffusion de radon), il est envisagé d'assainir ce site de dépôt lorsqu'il sera possible d'évacuer les déchets radifères vers les sites de stockage appropriés.

Afin de dimensionner au mieux les parts respectives des déchets TFA (très faiblement actifs) et FA-VL (faiblement actifs à vie longue), le CEA a procédé entre fin juillet 2007 et fin avril 2008, après accord du Préfet de l'Essonne le 26 février 2007, à une centaine de carottages sur toute l'épaisseur du dépôt (jusqu'à 6 mètres) et répartis de façon homogène sur l'ensemble du terrain, en prenant soin de ne pas détériorer le géotextile.

À partir de l'analyse de plus de 1 200 échantillons ainsi constitués, il a été possible d'évaluer la quantité de déchets TFA à environ 28 000 tonnes et celles des déchets FA-VL à environ 12 000 tonnes. Le radionucléide le plus dimensionnant est le radium 226 ; son activité moyenne est de 6 Bq/g pour les déchets TFA et de 60 Bq/g pour les déchets FA-VL.

Toutefois, cet assainissement du site ne pourra être entrepris que lorsqu'un site de stockage des déchets FA-VL sera construit par l'ANDRA.

7 CONCLUSION

Les analyses réalisées au cours de l'année 2012, au titre de la surveillance de la qualité de l'air, confirment que les objectifs fixés par les arrêtés préfectoraux sont parfaitement atteints :

- toutes les valeurs EAPv des descendants des radons 220 et 222 sont inférieures aux limites moyennes annuelles fixées par l'article 2 de l'arrêté de 1992 et comparables à celles observées dans la région,
- l'irradiation ambiante en limite de site fluctue dans le bruit de fond de l'irradiation naturelle de la région parisienne.

Au titre de la surveillance de la qualité des eaux, les concentrations en radium 226 sont très faibles aussi bien pour les eaux de surface que pour les eaux souterraines, entre 0,02 et 0,13 Bq/l. L'origine de ce radium 226 est naturelle.

Concernant l'uranium, les mesures montrent une origine naturelle pour les eaux de surface et les eaux profondes, avec des concentrations inférieures aux recommandations OMS sur l'eau potable (30 µg/l). Il en est de même pour les points prélevant de manière exclusive l'eau de la nappe alluviale. Ce résultat permet d'en déduire que la déposante réhabilitée ne conduit pas à un marquage de la nappe alluviale.

Seuls les points de mesure prélevant à la fois l'eau stagnante présente dans la tourbe de surface (entre – 0,5 et – 3 m) et l'eau de la nappe alluviale qui circule entre 4,75 et 6 m de profondeur présentent une concentration significative en uranium, avec des fluctuations saisonnières (maximas en hiver) dépendant des conditions oxydantes ou réductrices du milieu tourbeux prévalant au moment du prélèvement.

Il est à noter qu'une légère fluctuation saisonnière de la concentration en uranium est également enregistrée pour les eaux de surface, spécialement au point Essonne Amont en dehors de toute influence potentielle du site de l'ancienne usine du Bouchet (entre 4,4 à 5,4 µg/l).

A compter du 4ème trimestre 2012, il a été mis en place deux nouveaux piézomètres permettant de ne prélever que l'eau de la nappe alluviale. En 2013, l'ensemble des piézomètres fera l'objet d'un suivi comparatif puis à compter de 2014, les piézomètres prélevant également l'eau interstitielle de tourbe seront rebouchés.

Enfin, la qualité chimique des eaux superficielles et souterraines (hormis pour le manganèse et le fer) respecte les limites exigées pour les eaux de qualité A2. A noter que certaines eaux souterraines peuvent avoir des teneurs en manganèse élevées, en particulier lorsqu'il y a une attaque par l'eau du terrain traversé en milieu réducteur ou sous l'action de certaines bactéries. Enfin, bien que certaines des concentrations en fer puissent apparaître élevées, il peut être rappelé que les limites adoptées dans les réglementations ont été retenues pour pallier les inconvénients ménagers et non pour éviter les accidents toxiques ; les eaux ferrugineuses contenant plus de 5 mg/l peuvent être ingérées sans danger.

8 ANNEXES

Annexe 1 : Énergie alpha potentielle volumique (nJ/m^3) due aux descendants à vie courte du radon depuis 1994

Annexe 2 : Concentration en uranium des eaux aux points Juine Amont, Juine Aval, Essonne Amont et Essonne Aval depuis 2002

Annexe 3 : Concentration en uranium des eaux souterraines prélevées aux différents points de suivi réglementaire depuis 2005

Annexe 4 : Concentration en uranium au piézomètre PZ-PK depuis octobre 1990

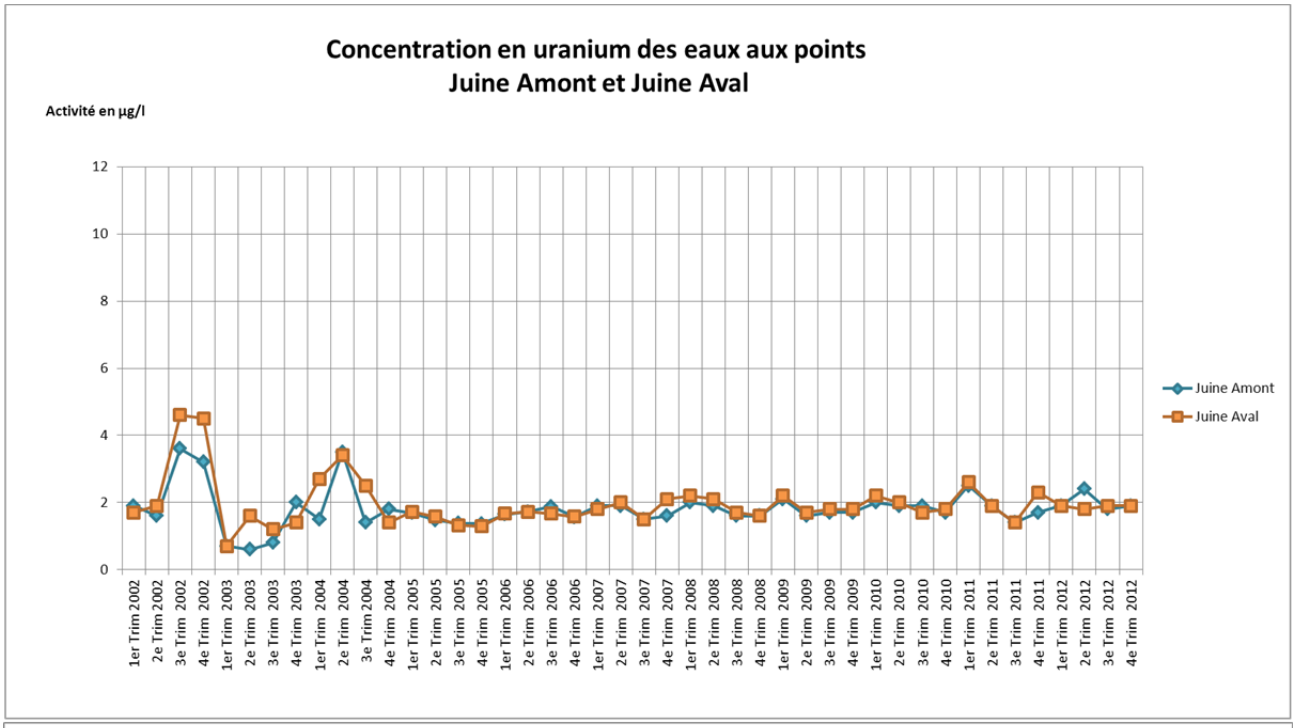
Annexe 5: Exigences de la qualité des eaux

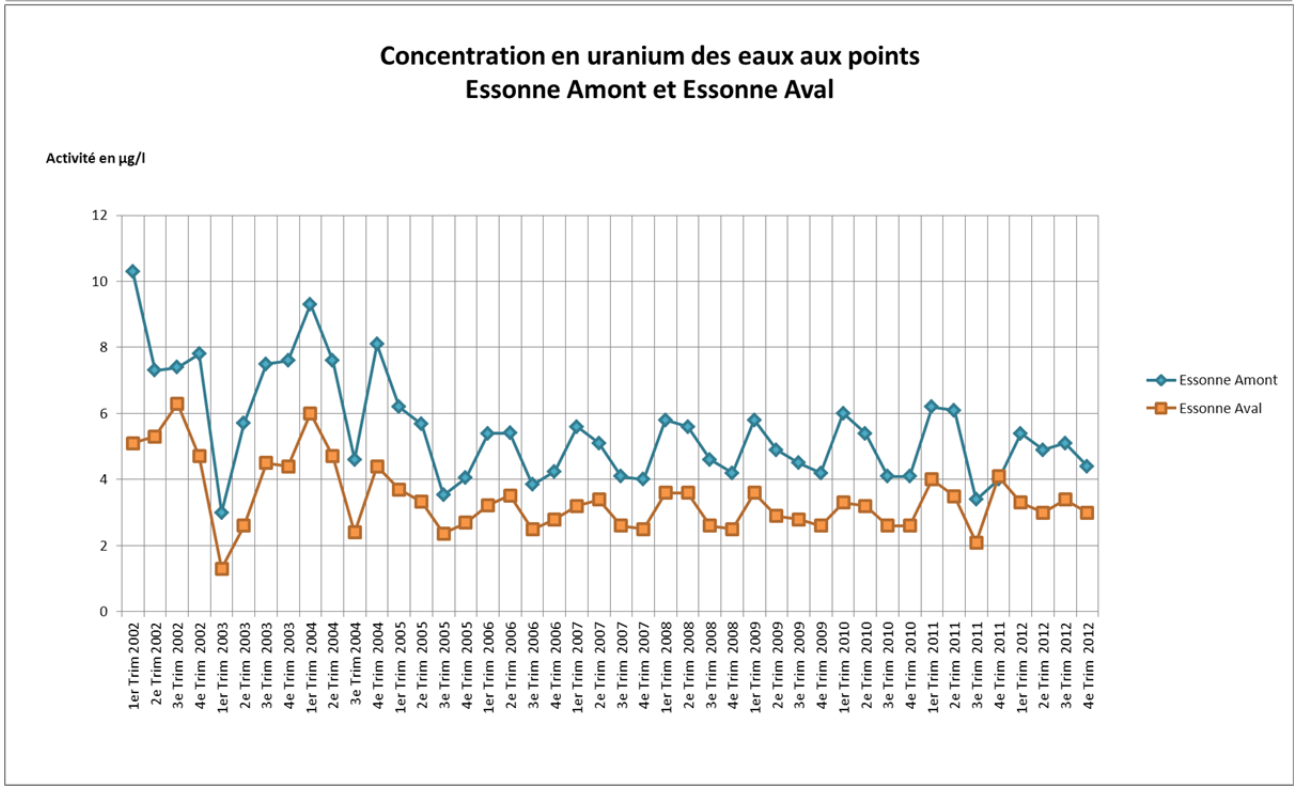
ANNEXE 1 - ÉNERGIE ALPHA POTENTIELLE VOLUMIQUE DUE AUX DESCENDANTS À VIE COURTE DU RADON DEPUIS 1994

Sont récapitulées ci-dessous les moyennes annuelles des mesures effectuées de 1994 à 2011 aux cinq stations (EAPv en nJ/m^3).

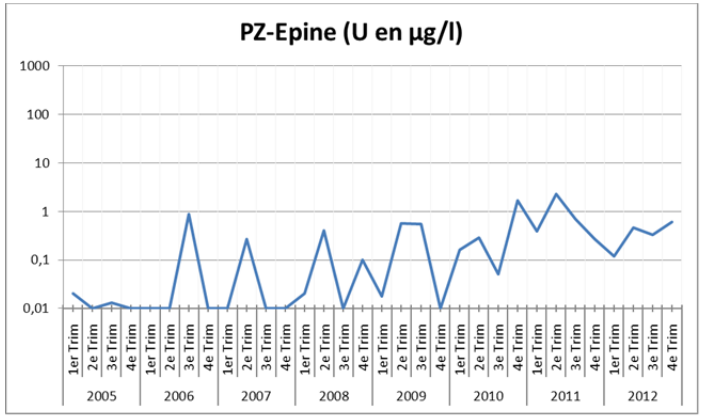
EAPv	Année	Station 1 Château d'eau	Station 2 En limite de dépôt, avenue de la gare	Station 3 CR10/dépôt	Station 4 Itteville Près picards	Station 5 Ballancourt Allée des pêcheurs
^{220}Rn	1994	21	23	21	18	19
	1995	17	15	13	15	14
	1996	18	15	18	19	16
	1997	20	16	17	18	Appareil débranché
	1998	19	20	16	17	Appareil débranché
	1999	17	19	14	15	19
	2000	17	14	13	12	14
	2001	12	12	16	14	12
	2002	13	14	15	13	15
	2003	17	16	18	15	15
	2004	14	13	14	12	12
	2005	20	13	14	12	12
	2006	16	15	15	13	17
	2007	14	13	13	13	13
	2008	16	14	14	14	14
	2009	18	15	15	15	15
	2010	15	14	14	19	15
	2011	18	19	16	23	17
	2012	15	12	12	17	13
^{22}Rn	1994	27	41	29	28	31
	1995	24	23	23	26	22
	1996	28	26	34	32	26
	1997	33	31	33	36	Appareil débranché
	1998	26	36	30	30	Appareil débranché
	1999	27	37	25	29	29
	2000	29	28	26	26	26
	2001	22	28	31	29	26
	2002	25	29	29	28	26
	2003	32	35	39	37	31
	2004	24	26	28	23	21
	2005	24	26	28	23	21
	2006	30	30	36	31	34
	2007	27	37	33	29	28
	2008	30	33	32	31	30
	2009	37	39	39	34	31
	2010	28	35	33	32	29
	2011	34	43	37	34	34
	2012	28	28	30	29	27

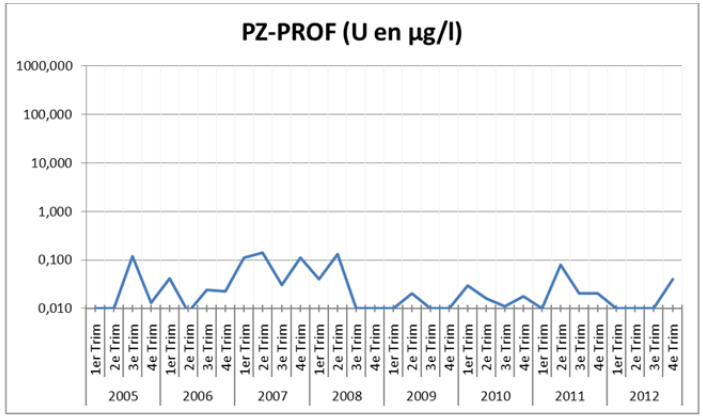
ANNEXE 2 : CONCENTRATION EN URANIUM DES EAUX AUX POINTS JUINE AMONT, JUINE AVAL, ESSONNE AMONT ET ESSONNE AVAL DEPUIS 2002

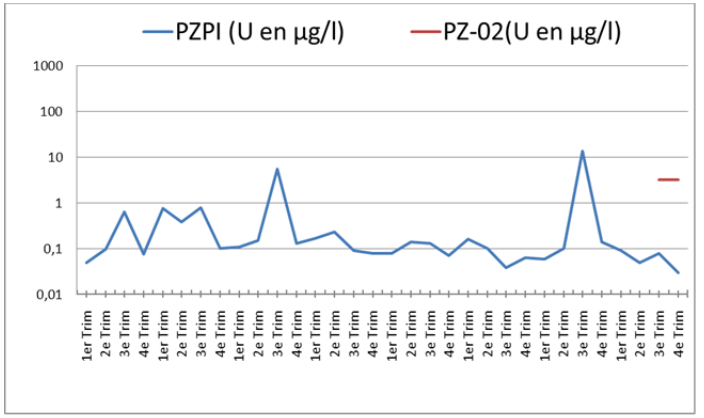


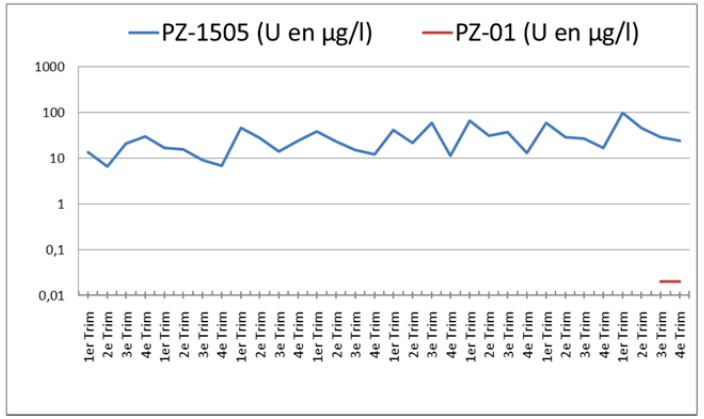


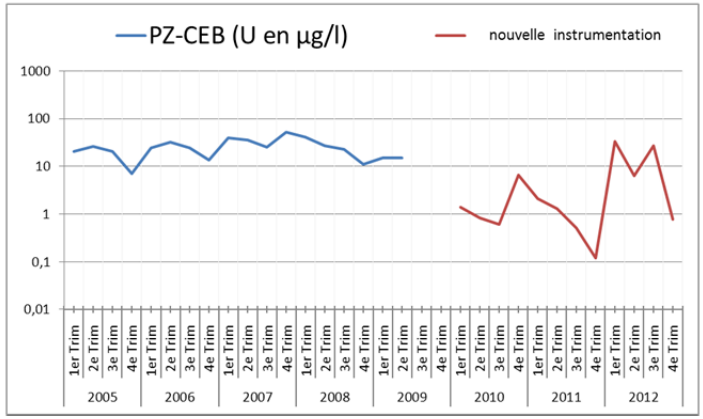
ANNEXE 3 - CONCENTRATION EN URANIUM DES EAUX SOUTERRAINES PRÉLEVÉES AUX DIFFÉRENTS POINTS DE SUIVI RÉGLEMENTAIRE DEPUIS 2005

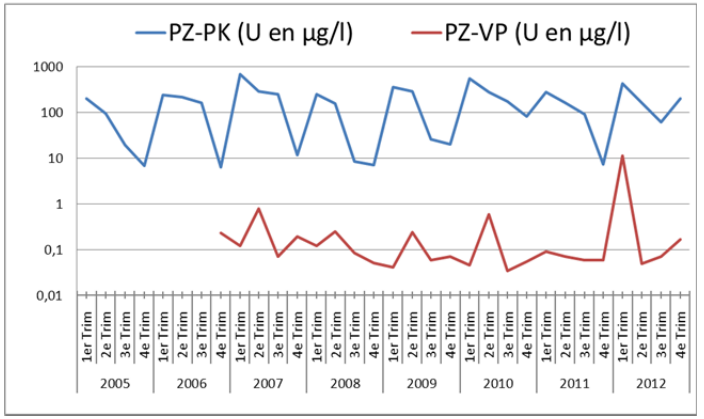






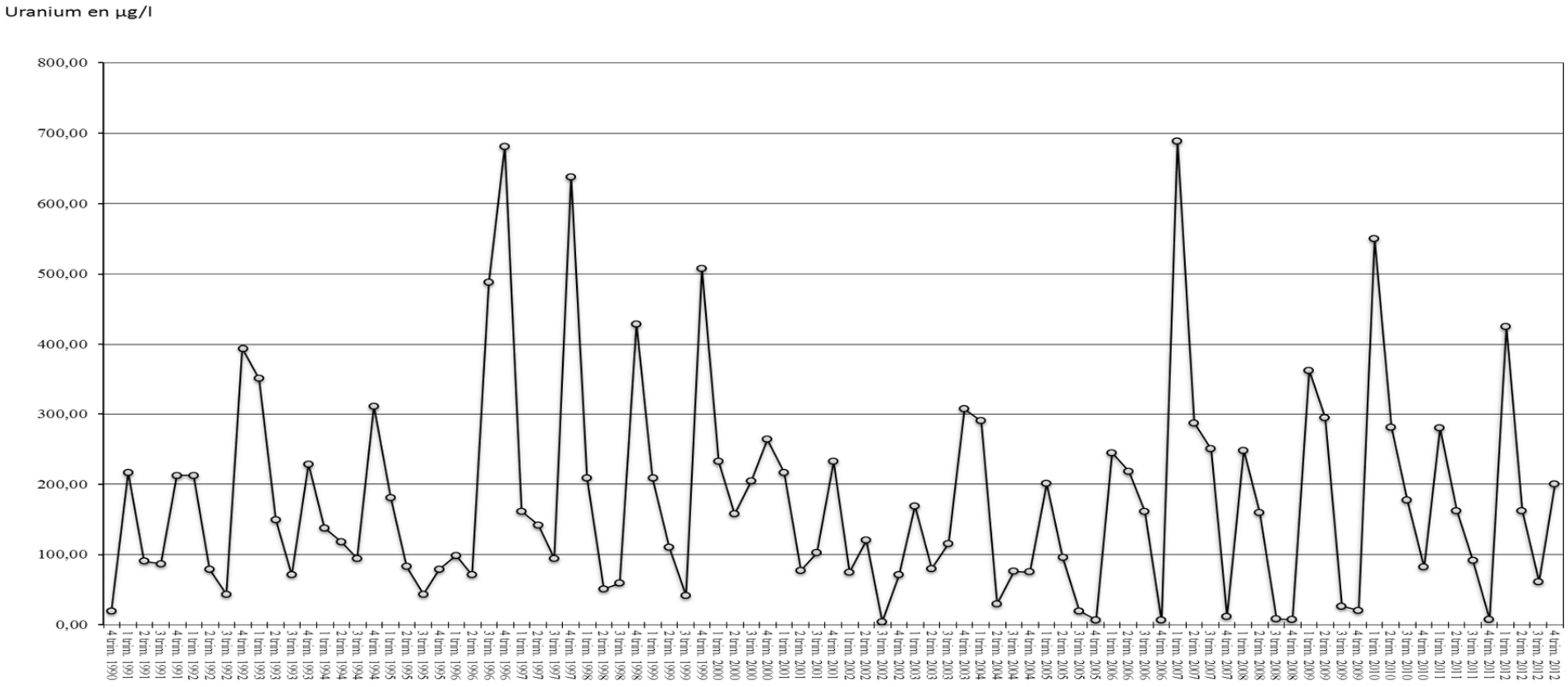






ANNEXE 4 - CONCENTRATION EN URANIUM AU PIÉZOMÈTRE PZ-PK DEPUIS OCTOBRE 1990

Concentration en uranium en µg/l au piézomètre PZ-PK depuis octobre 1990



ANNEXE 5 - EXIGENCES DE LA QUALITÉ DES EAUX

Éléments	Unités	Eaux de surface de Qualité A2 (1)	Eaux de Boisson (2)	
			Référence de qualité	Limite de qualité
Ion ammonium	mg/l	< 1,5	< 0,1	-
Calcium	mg/l	-	-	-
Potassium	mg/l	-	-	-
Aluminium	µg/l	-	< 200	-
Arsenic	µg/l	< 50	-	< 10
Baryum	µg/l	< 1000	-	< 700
Cadmium	µg/l	< 5	-	< 5
Béryllium	µg/l	-	-	-
Chrome	µg/l	< 50	-	< 50
Cuivre	µg/l	< 50	< 1000	< 2000
Fer	µg/l	< 2000	< 200	-
Manganèse	µg/l	< 100	< 50	-
Mercure	µg/l	< 1	-	< 1
Nickel	µg/l	-	-	< 20
Plomb	µg/l	< 50	-	< 10
Zinc	µg/l	< 5000	-	-

(1) Décret 2001-1220 du 20 décembre 2001 : limites de qualité des eaux douces superficielles utilisées ou destinées à être utilisées pour la production d'eau destinées à la consommation humaine. Valeur limite impérative.

(2) Décret 2001-1220 du 20 décembre 2001 : limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine.