

IRSNINSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Radioactivité des eaux de forage autour du site de Tricastin- Pierrelatte

Note Technique DEI/SESURE n° 2008-06



0000 de 0000
0000 de 0000



Document réalisé sous
système de management
de la qualité certifié

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE
L'INTERVENTION

Service d'étude et de surveillance de la radioactivité dans
l'environnement

Demandeur					
Référence de la demande	Contrat de collaboration DDASS 26/DDASS 84/AREVA NC/IRSN				
Numéro de la fiche d'action					
<p>Radioactivité des eaux de forage autour du site de Tricastin-Pierrelatte</p> <p>Note Technique DEI/SESURE n° 2008-06</p>					
	Réservé à l'unité	Autorisation de diffusion			
	Auteur(s)	Vérificateur(s) *	Bureau(s)	Chef d'unité	Directeur DEI
Noms	L. POURCELOT, C. MERCAT, G. LE ROUX	P. RENAUD		J-M PERES	D. CHAMPION
Dates	16/3/2008	16/5/2008		22/05/08	10/06/08
Signatures					

RADIOACTIVITE DES EAUX DE FORAGE AUTOUR DU SITE DE TRICASTIN-PIERRELATTE

MOTS-CLES

EAUX DE NAPPE, RHONE, EMETTEURS ALPHA NATURELS ET ARTIFICIELS, CHAINES DE DESINTEGRATION DE L'URANIUM-THORIUM, ²²⁶RA, SITE NUCLEAIRE DE TRICASTIN, FORAGES PRIVES

RADIOACTIVITY OF WELL WATERS AROUND THE SITE OF TRICASTIN-PIERRELATTE

KEYWORDS

GROUNDWATERS, RHONE, NATURAL AND ARTIFICIAL ALPHA EMITTERS, URANIUM AND THORIUM DECAY CHAINS, ²²⁶RA, NUCLEAR SITE OF TRICASTIN, PRIVATE WELLS

LISTE DES PARTICIPANTS

Nom	Organisme
J. Loyen	IRSN/DEI/STEME/LTE
G. Le Roux	IRSN/DEI/SESURE/LERCM
C. Mercat	IRSN/DEI/SESURE/LERCM
L. Pourcelot	IRSN/DEI/SESURE/LERCM
G. Salaün	IRSN/DEI/SESURE/LERCM
J. Petit	AREVA NC
P. Florens	AREVA NC
C. Callens	DDASS du Vaucluse
S. Garcia	DDASS du Vaucluse
R. Paulowski	DDASS du Vaucluse
B. Vitry	DDASS de la Drôme

1 INTRODUCTION

Pour compléter la réponse à la saisine de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (courrier du 24/11/2006 réf. DEP-DSNR Lyon 1320 2006 et rapport IRSN/DEI/SESURE 2007-19) concernant l'état radiologique et la potabilité de la nappe phréatique dans la plaine du Tricastin, l'IRSN a mis en place une étude réalisée en collaboration avec AREVA et les DDASS du Vaucluse et de la Drôme. Cette étude a pour principal objectif la mesure de la radioactivité des eaux de puits privés autour du site nucléaire de Pierrelatte-Tricastin, car à ce jour aucune donnée n'est disponible concernant l'état radiologique de cette source d'approvisionnement en eau de la population locale. Dans le cadre de cette étude, une campagne de prélèvements d'échantillons a eu lieu en septembre et octobre 2007 sur les communes de Bollène, Lapalud et Pierrelatte. Au laboratoire, l'IRSN s'est attaché plus particulièrement à analyser les isotopes de l'uranium et ses descendants, ainsi que certains radionucléides artificiels (Plutonium et Américium) afin d'identifier une éventuelle influence du site nucléaire de Tricastin-Pierrelatte.

Ce rapport présente successivement la campagne de prélèvements, les résultats de mesure obtenus et met ces résultats en perspective des mesures de concentration en uranium effectuées par AREVA NC dans le cadre de la surveillance réglementaire des eaux dans l'environnement du site de Tricastin-Pierrelatte.

2 PRELEVEMENTS ET MESURES

2.1 SITES DE PRELEVEMENTS

Les prélèvements ont été réalisés au nord, à l'ouest et au sud du site nucléaire (Figure 1). La zone située au nord du site est considérée comme hors influence des rejets du site nucléaire de Tricastin-Pierrelatte et a servi de zone de référence. Les zones susceptibles d'être influencées par les rejets du site nucléaire sont situées à l'ouest et au sud du site. Ces prélèvements ont été effectués dans des forages de particuliers qui ne sont en général pas connectés au réseau d'adduction d'eau (Tableau 1). Les usages de l'eau des forages sont variés (irrigation des cultures, usages domestiques, eau de boisson). Enfin, deux échantillons supplémentaires ont été prélevés à la demande des DDASS sur le site de Tricastin-Pierrelatte dans deux puits servant à l'alimentation en eau potable du personnel (TRI39 et TRI42).

Echantillon	Date	Commune	Lieu-dit	Long. (°)	Lat. (°)
EAUDO-TRI-2007-30	04/09/2007	Bollène	VC des Prairies	44,30759	4,72009
EAUDO-TRI-2007-31	04/09/2007	Lapalud	Contras	44,31146	4,70258
EAUDO-TRI-2007-32	04/09/2007	Lapalud	Contras	44,30739	4,71012
EAUDO-TRI-2007-33	04/09/2007	Lapalud	Contras	44,30728	4,70923
EAUDO-TRI-2007-34	04/09/2007	Lapalud	Contras	44,30529	4,70571
EAUDO-TRI-2007-35	04/09/2007	Bollène	Champclavel	44,29193	4,72546
EAUDO-TRI-2007-36	04/09/2007	Bollène	Champclavel	44,29193	4,72546
EAUDO-TRI-2007-37	05/09/2007	Pierrelatte		44,37877	4,70666
EAUDO-TRI-2007-38	05/09/2007			44,33006	4,69122
EAUDO-TRI-2007-39	24/09/2007		Eau potable EURODIF	44,32562	4,72752
EAUDO-TRI-2007-40	24/09/2007		Pisciculture Pierrelatte	44,34999	4,71336
EAUDO-TRI-2007-41	24/09/2007	Pierrelatte	Freyssinet	44,33693	4,70479
EAUDO-TRI-2007-42	05/10/2007		Eau potable AREVA	44,34938	4,72802

Tableau 1: Bilan des prélèvements réalisés dans le cadre de l'étude de la radioactivité des eaux des forages dans l'environnement du site de Tricastin-Pierrelatte.

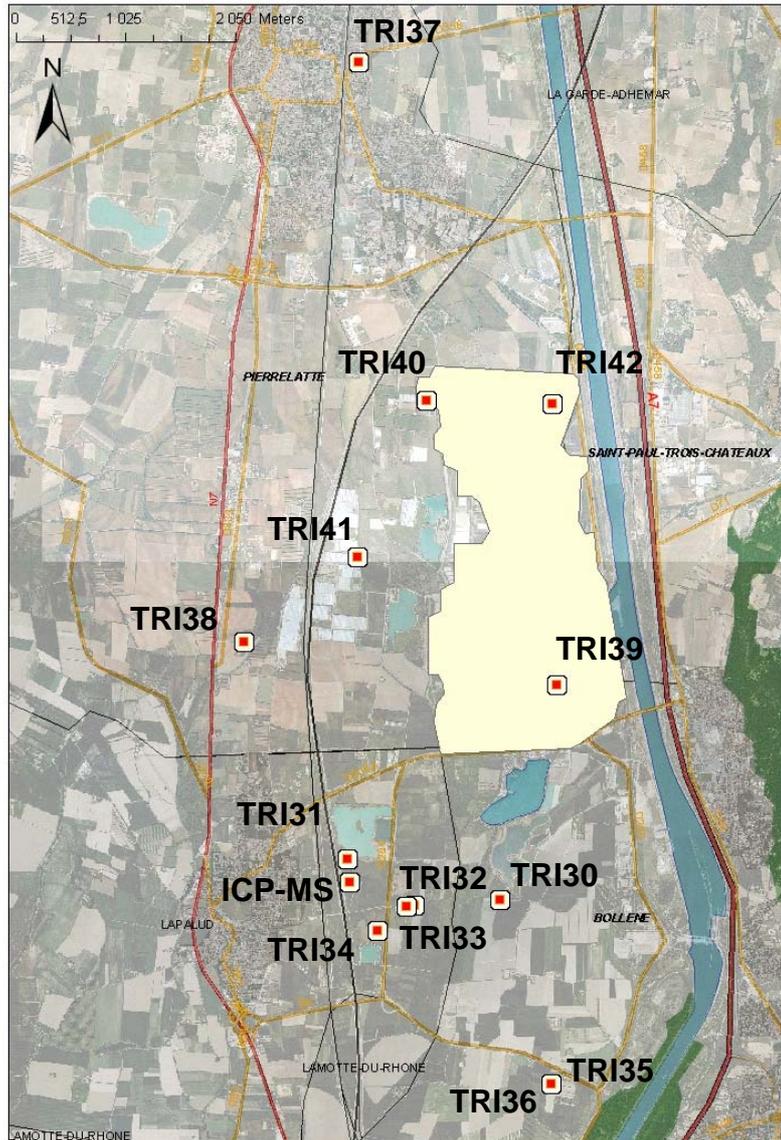


Figure 1 : Localisation des prélèvements des eaux de forage.

2.2 METHODES DE PRELEVEMENTS ET STRATEGIE DE MESURE

L'eau a été prélevée grâce aux pompes des particuliers. Bien que dans la plupart des cas les eaux des particuliers soient filtrées, les échantillons ont été de nouveau filtrés à travers une cartouche Millipore® 0,45 µm, afin de garantir un seuil de filtration des microparticules en suspension. La cartouche, remplacée après chaque utilisation, a été rincée préalablement avec une dizaine de litres d'eau de forage.

Les échantillons ont été stockés dans des sacs, eux-mêmes insérés dans des bidons en PET h^{te} densité de 60 l ou 30 l. Les sacs utilisés sont en polypropylène, matériau qui présenterait moins d'affinité vis-à-vis de l'uranium en comparaison du polyéthylène et limiterait le phénomène d'adsorption à sa surface. L'utilisation de sacs permet également la réutilisation

du bidon sans risque de contamination croisée. Le volume d'eau prélevé à chaque captage a été de 90 l auquel on a ajouté 0,1 % d'acide nitrique (Merck suprapur 60 %[®]).

Les treize échantillons ont été analysés par l'IRSN (DEI/STEME/LTE). Ainsi, l'activité des isotopes de l'uranium (U-234, U-235, U-238), du polonium (Po-210), du thorium (Th-232, Th-230, Th-228), du radium (Ra-226), des isotopes du plutonium (Pu-239+240, Pu-238) et de l'américium (Am-241) a été mesurée par spectrométrie alpha. L'activité du plomb (Pb-210) et du radium (Ra-228) a été mesurée par spectrométrie gamma. Pour abaisser les limites de détection, des prises d'essai de deux litres ont été effectuées. Dans le cas des échantillons présentant les activités en U-238 les plus élevées, des prises d'essais de cinq litres ont été réalisées afin de quantifier avec une précision optimale le rapport isotopique U-235/U-238.

Enfin, les concentrations en uranium ont été également mesurées par ICP-MS dans le laboratoire d'AREVA NC à partir d'aliquotes collectés dans des tubes Falcon[®] 50 ml.

3 RESULTATS DES ANALYSES EFFECTUEES PAR L'IRSN

Les résultats des analyses réalisées par l'IRSN figurent dans les tableaux 2 et 3 et dans les rapports d'essai joints en annexe. Malgré les grands volumes analysés, tous les radionucléides n'ont pas pu être déterminés. Ces grands volumes ont toutefois permis d'abaisser les limites de détection d'environ un facteur trois par rapport aux mesures effectuées en routine au laboratoire (DEI/STEME/LTE).

Les radionucléides n'ayant pu être détectés sont les isotopes du thorium (Th-228, Th-230, Th-232), le Pb-210, le Ra-228, les isotopes du Pu (Pu-239+240, Pu-238) et l'Am-241. L'activité alpha globale, l'activité bêta globale et le Ra-226 n'ont pas pu être mesurés dans certains échantillons. Les isotopes U-234, U-238 et Po-210 ont pu être mesurés dans tous les échantillons.

Echantillons	Activité α globale (Bq l ⁻¹)	Activité β globale (Bq l ⁻¹)	²³⁴ U (Bq l ⁻¹)	²³⁸ U (Bq l ⁻¹)	²³⁵ U (Bq l ⁻¹)	²²⁶ Ra (Bq l ⁻¹)	²¹⁰ Po (Bq l ⁻¹)	²²⁸ Th (Bq l ⁻¹)	²³⁰ Th (Bq l ⁻¹)	²³² Th (Bq l ⁻¹)	²¹⁰ Pb (Bq l ⁻¹)	²²⁸ Ra (Bq l ⁻¹)
EAUDO-TRI-2007-30	0,057 ±0,012	<0,12	0,081 ±0,0011	0,064 ±0,008	0,0035 ±0,0014	<0,0083	0,0034 ±0,001	<0,00075	<0,00054	<0,00053	<0,017	<0,0089
EAUDO-TRI-2007-31	<0,02	<0,17	0,0101 ±0,0014	0,0095 ±0,0013	0,00032 ±0,00033	<0,0042	0,0031 ±0,0012	<0,00067	<0,00058	<0,00056	<0,013	<0,0071
EAUDO-TRI-2007-32	0,036 ±0,005	<0,096	0,0178 ±0,0021	0,0157 ±0,002	0,0008 ±0,0004	<0,0055	0,0032 ±0,0009	<0,0014	<0,0013	<0,00096	<0,04	<0,012
EAUDO-TRI-2007-33	0,04 ±0,006	<0,14	0,0230 ±0,0034	0,0200 ±0,0032	0,0014 ±0,00047	<0,0086	0,0050 ±0,0012	<0,00082	<0,00062	<0,00074	<0,026	<0,017
EAUDO-TRI-2007-34	<0,017	0,098 ±0,023	0,014 ±0,0018	0,0129 ±0,0017	0,00059 ±0,00033	<0,0084	0,0032 ±0,0011	<0,00068	<0,00057	<0,00047	<0,026	<0,013
EAUDO-TRI-2007-35	0,193 ±0,03	0,214 ±0,044	0,149 ±0,016	0,125 ±0,014	0,0067 ±0,0010	<0,0035	0,0039 ±0,0011	<0,0014	<0,00055	<0,00068	<0,028	<0,016
EAUDO-TRI-2007-36	0,206 ±0,043	0,198 ±0,028	0,170 ±0,019	0,143 ±0,016	0,0077 ±0,0012	<0,0048	0,0030 ±0,0010	<0,00085	<0,0007	<0,00075	<0,027	<0,012
EAUDO-TRI-2007-37	<0,038	<0,12	0,0150 ±0,0018	0,0130 ±0,0016	0,00075 ±0,00026	<0,0054	0,0050 ±0,0012	<0,00083	<0,00068	<0,00079	<0,027	<0,011
EAUDO-TRI-2007-38	<0,027	<0,13	0,0136 ±0,0018	0,0125 ±0,0016	0,00084 ±0,0004	0,006 ±0,002	0,0016 ±0,0008	<0,0011	<0,0007	<0,00058	<0,026	<0,014
EAUDO-TRI-2007-39	0,029 ±0,006	<0,15	0,0202 ±0,0024	0,0170 ±0,0022	0,00097 ±0,00046	<0,0075	0,0042 ±0,0011	<0,00078	<0,00061	<0,00052	<0,026	<0,014
EAUDO-TRI-2007-40	0,033 ±0,006	0,089 ±0,023	0,0148 ±0,0019	0,0131 ±0,0017	0,00072 ±0,00034	<0,0039	0,004 ±0,0011	<0,0012	<0,00071	<0,00085	<0,034	<0,016
EAUDO-TRI-2007-41	0,018 ±0,004	<0,13	0,0157 ±0,0019	0,0130 ±0,0017	0,00041 ±0,00036	<0,0064	0,0044 ±0,0011	<0,0008	<0,00067	<0,0005	<0,033	<0,012
EAUDO-TRI-2007-42	0,041 ±0,01	<0,11	0,0194 ±0,0023	0,0182 ±0,0022	0,00082 ±0,00039	<0,0038	0,0044 ±0,0011	<0,0012	<0,00051	<0,00096	<0,027	<0,013

Tableau 2 : Activités alpha globale et bêta globale et activités des principaux radioéléments naturels dans les eaux de forage prélevées dans l'environnement du site de Tricastin-Pierrelatte (mesures IRSN/DEI/STEME/LTE).

<i>Echantillons</i>	^{238}Pu (Bq l ⁻¹)	$^{239+240}\text{Pu}$ (Bq l ⁻¹)	^{241}Am (Bq l ⁻¹)
<i>EAUDO-TRI-2007-30</i>	<0,00042	<0,0003	<0,00047
<i>EAUDO-TRI-2007-31</i>	<0,00034	<0,00018	<0,00048
<i>EAUDO-TRI-2007-32</i>	<0,00041	<0,00029	<0,0004
<i>EAUDO-TRI-2007-33</i>	<0,00093	<0,00033	<0,00065
<i>EAUDO-TRI-2007-34</i>	<0,00032	<0,00018	<0,00045
<i>EAUDO-TRI-2007-35</i>	<0,0013	<0,00048	<0,00064
<i>EAUDO-TRI-2007-36</i>	<0,00079	<0,00028	<0,0005
<i>EAUDO-TRI-2007-37</i>	<0,00083	<0,00025	<0,00049
<i>EAUDO-TRI-2007-38</i>	<0,00093	<0,00035	<0,00042
<i>EAUDO-TRI-2007-39</i>	<0,00071	<0,00052	<0,00047
<i>EAUDO-TRI-2007-40</i>	<0,00041	<0,00029	<0,00045
<i>EAUDO-TRI-2007-41</i>	<0,00041	<0,00022	<0,00061
<i>EAUDO-TRI-2007-42</i>	<0,00081	<0,00033	<0,00057

Tableau 3 : Activités des transuraniens dans les eaux de forage prélevées dans l'environnement du site de Tricastin-Pierrelatte (mesures IRSN/DEI/STEME/LTE).

3.1 ACTIVITE ALPHA GLOBALE

Concernant les activités alpha globales, celles-ci sont relativement homogènes (0,03-0,05 Bq.l⁻¹) sauf pour deux échantillons provenant de Bollène (lieu-dit Champclavel), prélevés dans deux puits voisins (TRI35 et TRI36) dont les activités alpha globales sont supérieures d'un ordre de grandeur (0,193 et 0,206 Bq.l⁻¹, respectivement). Les activités alpha globales de ces eaux naturelles, supérieures à la valeur guide de 0,1 Bq.l⁻¹, nécessitent la recherche des principaux radioéléments naturels et artificiels émetteurs alpha qui contribuent à cette activité (arrêté ministériel du 12 mai 2004 fixant les modalités de contrôles de la qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine et arrêté ministériel du 11 janvier 2007 relatif aux limites et référence de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine).

3.2 ACTIVITE BETA GLOBALE

Pour tous les échantillons, l'activité bêta globale est inférieure à 1 Bq.l⁻¹ (valeur guide applicable aux eaux de boisson, fixée par l'arrêté ministériel du 12 mai 2004 mentionné ci-dessus). Deux échantillons, provenant de Bollène au lieu-dit Champclavel (TRI35 et TRI36), se démarquent par des activités plus fortes, voisines de 0,2 Bq.l⁻¹.

3.3 Th-228, Th-230, Th-232

Les activités des isotopes du thorium sont inférieures à la limite de détection (environ 0,001 Bq.l⁻¹). De faibles activités en ces radionucléides dans les échantillons d'eau filtrée étaient attendues car le thorium a une forte affinité avec les phases particulières.

3.4 Ra-226, Ra-228

Les activités des isotopes du radium (Ra-226, Ra-228) sont inférieures à la limite de détection (de l'ordre de 0,005 et 0,01 Bq.l⁻¹, respectivement). Un seul échantillon (TRI38) a une activité en ²²⁶Ra significative (0,006±0,002 Bq.l⁻¹), bien que proche de la limite de détection.

3.5 Pb-210, Po-210

Les activités en Pb-210, toutes inférieures à la limite de détection (de l'ordre de 0,04 Bq.l⁻¹), s'expliquent par la forte affinité de ce radionucléide vis-à-vis de la phase particulaire. Les activités en Po-210 (descendant du Pb-210) sont comprises entre 0,001 et 0,005 Bq.l⁻¹. L'activité en Po-210 la plus faible est observée à l'ouest du site de Tricastin-Pierrelatte (TRI38 : 0,0016±0,008 Bq.l⁻¹). Au sud du site nucléaire, les activités sont un peu plus élevées (0,003 à 0,004 Bq.l⁻¹). Les activités les plus importantes sont relevées dans les eaux prélevées dans le site nucléaire (TRI39 et TRI42 : 0,0042 et 0,0044 Bq.l⁻¹, respectivement), à proximité du site (TRI40 et TRI41 : 0,0040 et 0,0044 Bq.l⁻¹, respectivement) et surtout au nord, à Pierrelatte (TRI37 : 0,0050 Bq.l⁻¹).

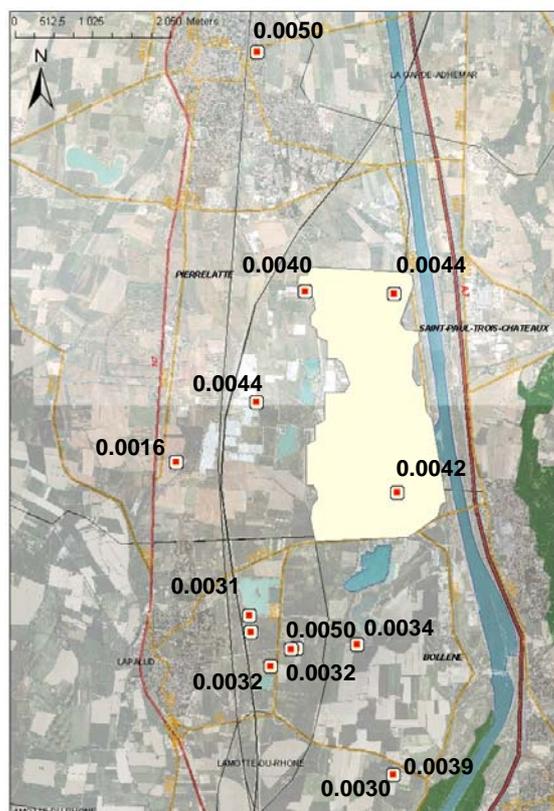


Figure 2 : Activités en Po-210 dans les eaux de forage prélevées dans l'environnement du site de Pierrelatte-Tricastin (en Bq.l⁻¹).

3.6 LES ISOTOPES DU PLUTONIUM ET L'AMERICIUM

Les activités en plutonium et en américium sont en dessous des limites de détection ($-0,001 \text{ Bq.l}^{-1}$ pour Pu-238; $-0,0005 \text{ Bq.l}^{-1}$ pour Pu-239+240; $-0,0007 \text{ Bq.l}^{-1}$ pour Am-241).

3.7 LES ISOTOPES DE L'URANIUM

C'est précisément dans les échantillons prélevés au lieu-dit Champclavel (TRI35 et TRI36), où les activités alpha globales sont supérieures à la valeur guide de $0,1 \text{ Bq l}^{-1}$, que les activités en U-238 sont les plus importantes ($0,125$ et $0,143 \text{ Bq l}^{-1}$, respectivement) en comparaison des autres échantillons ($0,01-0,02 \text{ Bq l}^{-1}$). Ces deux échantillons ont été prélevés dans deux puits voisins, localisés à 3 km environ au sud du site nucléaire de Tricastin-Pierrelatte (Figure 3). Une valeur intermédiaire est également observée à 1,5 km environ du site (TRI30 U-238 : $0,064 \pm 0,008 \text{ Bq l}^{-1}$).

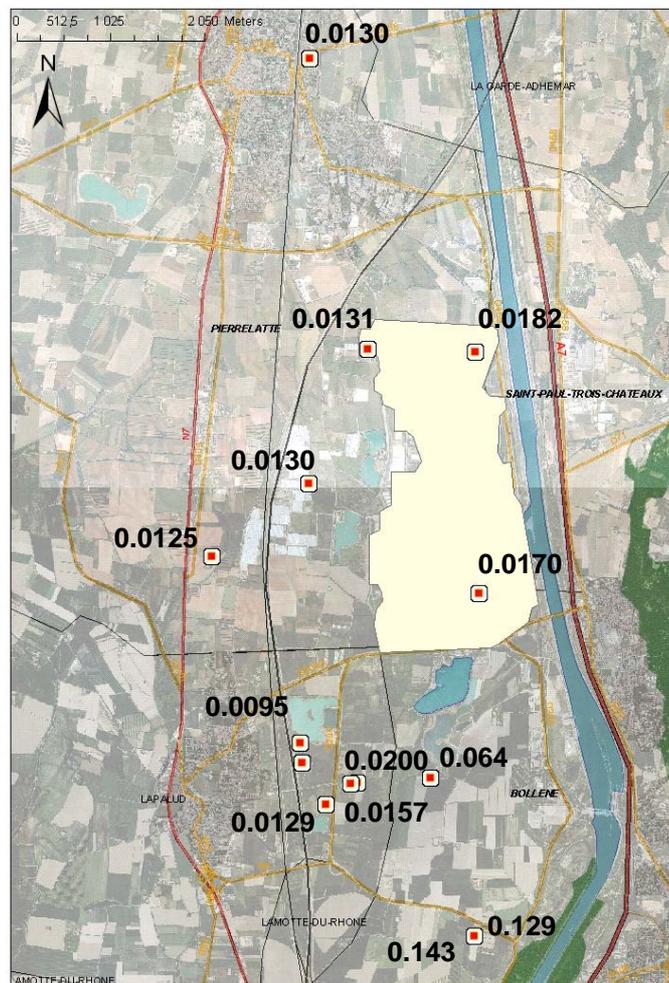


Figure 3 : Activités en U-238 dans les eaux de forage prélevées dans l'environnement du site de Tricastin-Pierrelatte (en Bq.l^{-1}).

Les activités des isotopes de l'uranium (U-234 et U-238) sont corrélées avec les activités alpha globales (Figure 4). Ceci montre que les activités des isotopes de l'uranium expliquent la variabilité des activités alpha globales reportées au paragraphe précédent et, par voie de conséquence, que ce sont les isotopes de l'uranium qui sont à l'origine de l'élévation de l'activité alpha globale dans les eaux souterraines prélevées au sud du site de Tricastin-Pierrelatte.

Aucune tendance n'est observée entre les activités des isotopes de l'uranium et la variabilité des activités en Po-210 des eaux relevée précédemment.

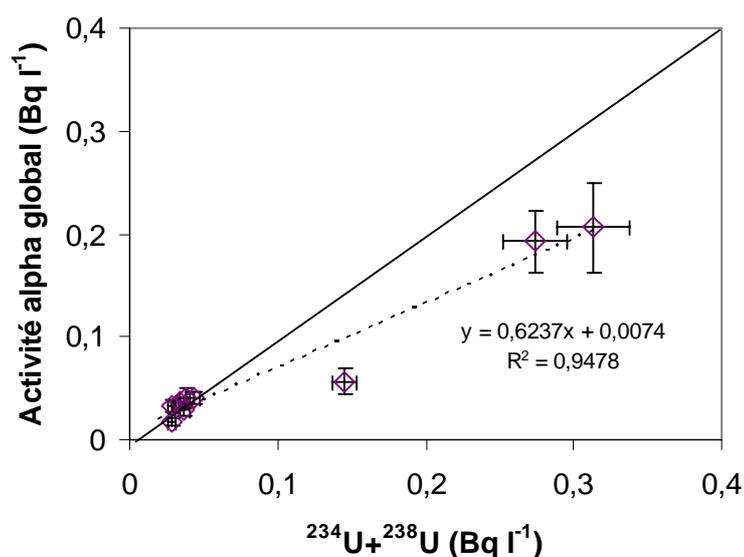


Figure 4 : Activité alpha globale en fonction de l'activité des isotopes U-234 et U-238 des eaux de forage.

On n'observe pas de variabilité significative du rapport d'activité U-234/U-238 (U-234/U-238 = 1,09-1,22), compte tenu de la précision de ce rapport (14-26 %) (Figure 5). Les eaux analysées sont donc très proches de l'équilibre séculaire, comme attendu dans les eaux souterraines (Eikenberg et al., 1999 ; Tricca et al., 2001).

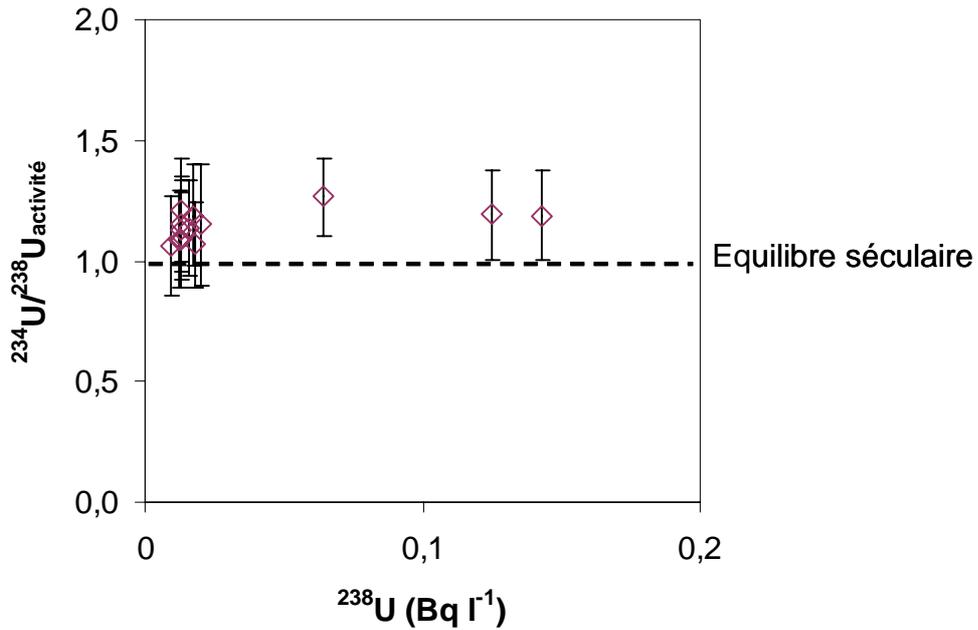


Figure 5 : Variabilité du rapport d'activité U-234/U-238 dans les eaux de forage.

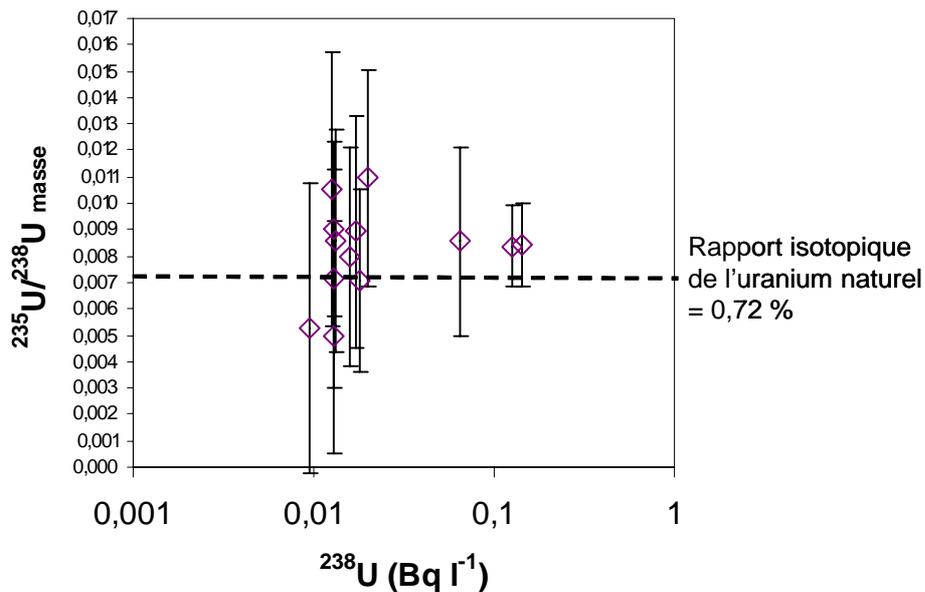


Figure 6 : Variabilité du rapport isotopique U-235/U-238 dans les eaux de forage.

Le rapport isotopique U-235/U-238 se situe dans la gamme 0,0053-0,0110 (Figure 6). Pour les eaux qui témoignent des activités en uranium les plus faibles (voisines de 0,01 Bq.l⁻¹), l'incertitude de ce rapport isotopique est relativement importante (30 à 50 %). Pour les échantillons dont les activités en U-238 sont les plus fortes (> 0,15 Bq.l⁻¹), l'incertitude du rapport d'activité U-235/U-238 est de l'ordre de 20 %.

La précision des mesures des isotopes de l'uranium ne permet pas d'évaluer si le rapport s'écarte ou non de manière significative du rapport isotopique de l'uranium naturel ($U-235/U-238 = 0,0072$). Par conséquent, ces rapports ne permettent pas de conclure sur l'origine artificielle des fortes concentrations en uranium mesurées dans les échantillons TRI35 et TRI36 ($U-238 : 0,125$ et $0,143 \text{ Bq.l}^{-1}$, respectivement).

4 RESULTATS DES ANALYSES EFFECTUEES PAR AREVA NC

4.1 CONCENTRATIONS EN URANIUM DANS LES EAUX

Les résultats des analyses de l'uranium communiqués par AREVA NC (Laboratoire de Surveillance de l'Environnement) figurent dans le Tableau 4. Dans cette gamme de concentration, l'incertitude des mesures réalisées par ICP-MS est de 5 %.

Echantillons	U ($\mu\text{g.l}^{-1}$)
EAUDO-TRI-2007-30	4,2
EAUDO-TRI-2007-31	<1
EAUDO-TRI-2007-32	1,2
EAUDO-TRI-2007-33	1,2
EAUDO-TRI-2007-34	<1
EAUDO-TRI-2007-35	9,6
EAUDO-TRI-2007-36	10,5
EAUDO-TRI-2007-37	<1
EAUDO-TRI-2007-38	<1
EAUDO-TRI-2007-39	1,2
EAUDO-TRI-2007-40	<1
EAUDO-TRI-2007-41	<1
EAUDO-TRI-2007-42	1,4

Tableau 4 : Concentration en uranium dans les eaux de forage prélevées dans l'environnement du site de Tricastin-Pierrelatte (mesures ICP-MS réalisées par AREVA NC, Laboratoire de Surveillance de l'Environnement). La précision des mesures est de 5 %.

Les concentrations en uranium sont bien corrélées avec les activités en U-238 présentées dans le paragraphe 3 (Figure 7). L'activité massique de l'U-238 calculée à partir du coefficient de corrélation ($0,0125 \text{ Bq.}\mu\text{g}^{-1}$) est très proche de la valeur théorique ($0,0122 \text{ Bq.}\mu\text{g}^{-1}$). Cette observation valide les données acquises sur les eaux de forage, à savoir : les activités en uranium mesurées par l'IRSN (spectrométrie alpha) et les concentrations en uranium mesurées par AREVA (ICP-MS). Dans les échantillons d'eau de nappe prélevés à Bollène, au lieu-dit Champclavel (TRI35 et TRI36), pour lesquels de fortes activités sont mesurées, les concentrations en uranium atteignent $9,6$ et $10,5 \mu\text{g.l}^{-1}$, respectivement. L'échantillon TRI30, qui témoigne des activités intermédiaires des isotopes de l'uranium (paragraphe 3), présente une concentration en uranium intermédiaire de $4,2 \mu\text{g.l}^{-1}$. A l'exception de ces trois points, les concentrations mesurées sont proches de la limite de détection de la méthode analytique employée ($1 \mu\text{g.l}^{-1}$).

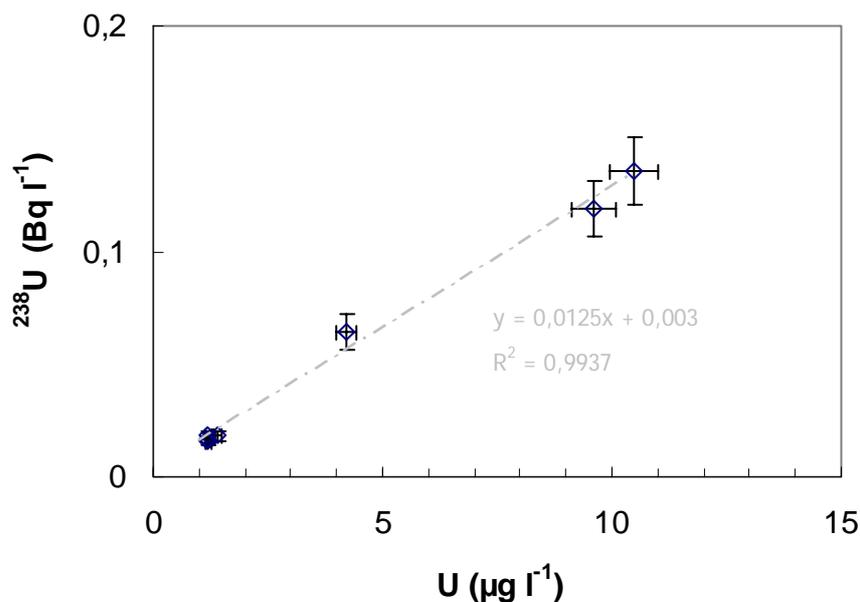


Figure 7 : Activité en U-238 (mesures par spectrométrie alpha, IRSN) en fonction de la concentration en uranium (mesures par ICP-MS, AREVA) dans les échantillons d'eaux de forages.

En complément des données de la présente étude, AREVA a réalisé un certain nombre de prélèvements dans l'environnement du site de Tricastin-Pierrelatte. Ces données proviennent de prélèvements mensuels réalisés par l'exploitant dans le cadre de la surveillance externe du site et de prélèvements complémentaires réalisés dans les piézomètres de la CNR et peuvent être mis en perspective des résultats de l'étude.

Dans le tableau 5 sont présentées les concentrations en uranium dans les eaux de deux puits situés au sud-est (ET14, les Prés Guérinés) et au sud (ET15, Bollène la Croisière) du site nucléaire (Figure 8). Des concentrations en uranium faibles et relativement homogènes sont observées dans les eaux du puits ET14 lors de la période d'étude (de 1,1 à 2,0 µg.l⁻¹). A l'opposé, les prélèvements réalisés à Bollène la Croisière (ET15) témoignent de concentrations plus importantes et plus variables au cours du temps (de 1,6 à 16 µg.l⁻¹). Ces concentrations sont proches de celles observées dans les échantillons TRI35 et TRI36 (9,6 et 10,5 µg.l⁻¹, respectivement). Plus à l'ouest, dans les eaux prélevées dans les deux piézomètres de la CNR (CNR-196 et CNR-322), les concentrations en uranium sont respectivement de 2,4 et 1,9 µg.l⁻¹.

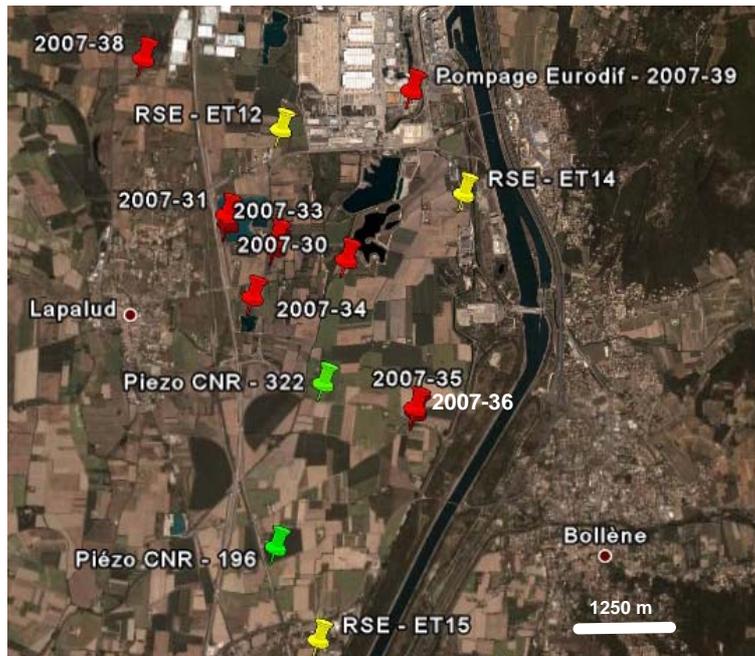


Figure 8 : Localisation des prélèvements mensuels réalisés par AREVA dans le cadre de la surveillance externe du site (en jaune) et de prélèvements ponctuels réalisés dans les piézomètres de la CNR (en vert). Les prélèvements réalisés par l'IRSN sont également localisés en rouge.

Année	Mois	ET14 ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	ET15 ($\mu\text{g.l}^{-1}$)
		Les Près Guérinés	Bollène la Croisière
2006	Octobre	1,7	4,0
	Novembre	1,4	6,4
	Décembre	1,3	4,5
2007	Janvier	1,3	8,0
	Février	1,3	7,0
	Mars	1,2	6,3
	Avril	1,3	7,2
	Mai	1,1	6,3
	Juin	1,1	4,1
	Juillet	1,2	6,6
	Août	1,2	6,4
	Septembre	1,2	5,9
	Octobre	2,0	16
	Novembre	1,2	5,7
	Décembre	1,5	4,4
2008	Janvier	1,3	3,2
	Février	1,1	4,7

Tableau 5 : Suivi mensuel de la concentration en uranium dans les eaux de deux forages situés au sud du site nucléaire du Tricastin (données AREVA).

4.2 ABONDANCE DES ISOTOPES DE L'URANIUM DANS LES EAUX

	<i>U-238</i>	<i>U-235</i>	<i>U-234</i>
<i>TRI35</i>	99,259 ± 0,037	0,729 ± 0,036	0,007 ± 0,005
<i>TRI36</i>	99,270 ± 0,037	0,719 ± 0,036	0,007 ± 0,005
<i>ET15</i>	99,282 ± 0,036	0,708 ± 0,035	0,005 ± 0,005
<i>Milieu naturel</i>	99,2745	0,7200	0,0055

Tableau 6 : Abondance des isotopes de l'uranium dans les échantillons prélevés à Champclavel et Bollène la Croisière (mesures ICP-MS réalisées par AREVA) en comparaison de l'abondance dans le milieu naturel (Rosman et Taylor, 1998) (en %).

Les résultats du tableau 6 montrent que l'abondance des isotopes de l'uranium dans les échantillons prélevés à Champclavel (TRI35 et TRI36) et Bollène la Croisière (ET15) (mesures ICPMS réalisées par AREVA) ne s'écarte pas significativement de l'abondance attendue dans le milieu naturel (Figure 9).

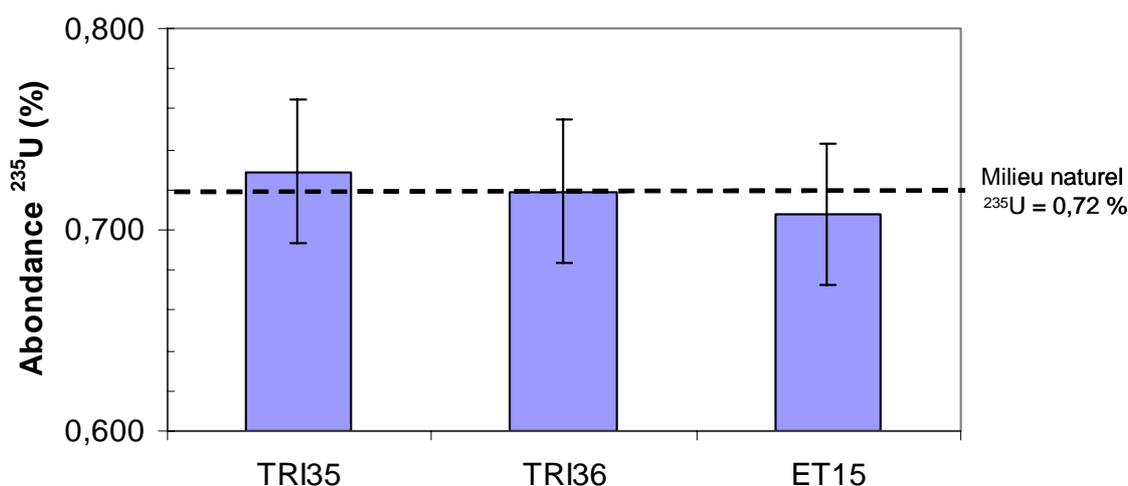


Figure 9 : Abondance de l'U-235 dans les eaux de forage de Champclavel (TRI35 et TRI36) et Bollène la Croisière (ET15), mesurée par AREVA.

Ces quelques mesures, réalisées par AREVA NC, montrent que l'uranium mesuré en excès au sud du site nucléaire de Tricastin-Pierrelatte a une composition isotopique comparable à celle du milieu naturel. Cependant, on ne peut écarter une origine artificielle des fortes concentrations en uranium mesurées dans les eaux souterraines au sud du site car les activités industrielles nucléaires du site de Tricastin-Pierrelatte mettent en œuvre à la fois de l'uranium enrichi et de l'uranium naturel (conversion de l'uranium naturel en UF₆ par COMURHEX et matière première pour l'usine d'enrichissement EURODIF).

5 POTABILITE DES EAUX DE FORAGE D'UN POINT DE VUE RADIOLOGIQUE

Les résultats de mesure réalisées sur les échantillons TRI35 et TRI36 montrent un dépassement de l'une des valeurs guides en matière d'activité volumique dans les eaux de boisson, définie par l'arrêté ministériel du 12 mai 2004 fixant les modalités de contrôles de la qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine (0,1 Bq.l⁻¹ pour l'ensemble des émetteurs alpha, 1 Bq.l⁻¹ pour l'ensemble des émetteurs bêta, 100 Bq l⁻¹ pour le tritium). En effet, l'activité alpha globale atteint 0,19 et 0,20 Bq.l⁻¹, respectivement. L'activité bêta globale des échantillons (0,2 Bq.l⁻¹) est inférieure à la valeur seuil retenue par l'arrêté ministériel.

Lorsque la valeur guide est dépassée, l'arrêté du 12 mai 2004 prescrit une recherche des contributions des différents émetteurs alpha. Les analyses des différents radionucléides commentées dans le paragraphe 3 ont montré que l'augmentation de l'activité alpha globale était associée à une augmentation des activités volumiques des isotopes de l'uranium. Toutefois, il est à noter que les concentrations en uranium dans les échantillons TRI35 et TRI36 (9,6 et 10,5 µg l⁻¹, respectivement) restent inférieures à la valeur seuil recommandée par l'OMS dans les eaux de boisson (15 µg l⁻¹) (WHO, 2006).

Conformément à l'arrêté ministériel mentionné précédemment, la dose totale indicative a été calculée pour ces deux échantillons (TRI35 et TRI36). Pour cette estimation, on a tenu compte de la consommation annuelle en eau (730 l.an⁻¹ pour un adulte), des activités volumiques des radionucléides dans les eaux de forage (U-234, U-235, U-238, Ra-226, Po-210) et les coefficients de dose efficace par unité d'incorporation pour un adulte prescrits par l'arrêté ministériel du 1^{er} septembre 2003 ont été utilisés. Sur la base des données et des hypothèses de calcul, la dose totale indicative pour les eaux de forage TRI35 et TRI36 est de 0,013 mSv.an⁻¹. A titre de comparaison, les mêmes hypothèses appliquées aux eaux de forages de la plaine du Tricastin présentant les concentrations en uranium les plus faibles donnent une dose totale indicative de l'ordre de 0,003 mSv.an⁻¹.

6 CONCLUSIONS

Pour la plupart des captages de la nappe de la plaine alluviale du Tricastin, des concentrations en uranium faibles ou inférieures aux limites de détection sont observées (de l'ordre de $1 \mu\text{g.l}^{-1}$). Cependant, quelques échantillons prélevés au sud du site nucléaire de Pierrelatte-Tricastin (aux lieux-dits Champclavel, VC des prairies et à Bollène la Croisière) témoignent de concentrations plus fortes en uranium, comprises entre 4 et $10 \mu\text{g.l}^{-1}$. Le rapport isotopique de l'uranium U-235/U-238 de ces échantillons, bien que comparable à la signature du milieu naturel, ne permet pas d'écarter une origine artificielle des anomalies de concentrations en uranium dans les eaux souterraines car les activités du site de Tricastin-Pierrelatte mettent en œuvre de l'uranium enrichi, mais aussi de l'uranium naturel.

Les concentrations élevées des isotopes de l'uranium dans les eaux de forage prélevées à Champclavel expliquent les activités alpha globales observées ($0,2 \text{ Bq.l}^{-1}$), supérieures à la valeur seuil guide fixée par l'arrêté du 12 mai 2004 ($0,1 \text{ Bq.l}^{-1}$ pour l'ensemble des émetteurs alpha). La Dose Totale Indicative (DTI), qui tient compte des activités des principaux émetteurs alpha mesurés dans les eaux de forage et qui est basée sur l'hypothèse d'une consommation de 730 litres d'eau par an (eau de boisson), atteint $0,013 \text{ mSv.an}^{-1}$ pour les eaux de forage de Champclavel. Cette DTI, bien que légèrement plus élevée que celle généralement estimée pour les eaux de la nappe de la plaine du Tricastin ($0,003 \text{ mSv.an}^{-1}$), reste faible.

7 REFERENCES

Arrêté du Ministère de la Santé et de la Protection Sociale du 12 mai 2004 fixant les modalités de contrôle de la qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine, Journal Officiel de la République Française 18 juin 2004.

Directive Euratom 96/29/Euratom du Conseil, du 13 mai 1996 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants, L 159.

Eikenberg, J., Tricca, A., Vezzu, G., Stille, P., Bajo, S., Ruethi, M. (2001) $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}/^{224}\text{Ra}$ and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ isotope relationships for determining interactions between ground and river water in the upper Rhine valley, *Journal of Environmental Radioactivity*, 54, 133-162.

Rosman, K.J.R., Taylor, P.D.P. (1998). Isotopic compositions of the elements, IUPAC report 1997, *Pure and Applied Chemistry*, 70, 217-236.

Tricca, A., Wasserburg, G.J., Porcelli, D., Baskaran, M. (2001). The transport of U- and Th-series nuclides in a sandy unconfined aquifer, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 65, 1187-1210.

World Health Organization (2006). Guidelines for Drinking-water Quality FIRST ADDENDUM TO THIRD EDITION Volume 1 Recommendations, 12, 296-460.

8 ANNEXES

Rapports d'essai IRSN 2007-124 et 2008-314

RAPPORT D'ESSAI N° S/08-409-VI ANNULE ET REMPLACE LE RAPPORT D'ESSAI N° S/08-111-VI du 24/01/2008

Client :
IRSN / DEI / SESURE / LERCM

Motif de l'analyse :
Recherches et déterminations de la radioactivité sur des eaux de nappe autour du site de Tricastin..

Prélèvements:

Origine : puits (propriétaire Sérignan/lieu-dit VC des Prairies) à Bollène (84) Référence LERCM : EAUDO-TRI-2007-30
Date et heures des prélèvements : 4 septembre 2007
Responsable des prélèvements : LERCM de Cadarache
Date de réception : 19 octobre 2007

Résultats exprimés en becquerel par litre et ramenés à la date de mesure

N° IRSN	Référence LERCM	Activité alpha global (*) Bq/l	Activité bêta global Bq/l
5516 EA 84	EAUDO-TRI-2007-30	0,057 ± 0,012	< 0,12
Date de mesure	*	16/01/2008	05/11/2007

Direction
de l'environnement
et de l'intervention

Service de traitement
des échantillons
et de métrologie
pour l'environnement

N° IRSN	Uranium 234 (*) Bq/l	Uranium 235 (*) Bq/l	Uranium 238 (*) Bq/l	Radium 226 Bq/l	Polonium 210 (*) Bq/l
5516 EA 84	0,0810 ± 0,0011	0,0035 ± 0,0014	0,064 ± 0,008	< 0,0083	0,0034 ± 0,0010
Date de mesure	06/01/2008			21/11/2007	21/11/2007



ACCREDITATION N°1-0994
PORTÉE DISPONIBLE SUR
WWW.COFRAC.FR

N° IRSN	Thorium 228 Bq/l	Thorium 230 Bq/l	Thorium 232 Bq/l	Plomb 210 Bq/l	Radium 228 Bq/l
5516 EA 84	< 0,00075	< 0,00054	< 0,00052	< 0,017	< 0,0089
Date de mesure	15/11/2007			23/11/2007	

Adresse Courrier
31 rue de l'Ecluse
BP 40035
78116 Le Vésinet Cedex
France

Tél. +33 (0)1 30 15 52 88
Fax +33 (0)1 30 15 37 50
annette.brassac@irsn.fr

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre B 440 546 018

Les incertitudes sont calculées avec facteur d'élargissement k pris égal à 2

Méthodes d'essai :

- Alpha global sur dépôt par évaporation et mesure par scintillation solide (norme NF M 60-801).
- Bêta global sur dépôt par évaporation et mesure en compteur type Geiger (norme NF M 60-800).
- Uranium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-805-5)
- Radium 226 par émanométrie et spectrométrie alpha (norme NF M 60-803).
- Polonium 210 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-808).
- Thorium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (méthode interne).
- Plomb 210 et radium 228 par spectrométrie gamma après concentration (norme NF M 60-807).
- Plutonium 238, 239+240, américium 241 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-804).

Fait à : Le Vésinet
Le : 16 mai 2008

M-C. ROBÉ
Chef du Service de traitement des échantillons
et de métrologie pour l'environnement

✓	Le présent Rapport d'Essai ne concerne que les objets soumis à l'essai.
✓	La reproduction de ce Rapport d'Essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte une page.
✓	L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les essais couverts par l'accréditation, qui sont identifiés par le symbole (*).

Client :

IRSN/DEI/SESURE/LERCM
13115 ST PAUL LEZ DURANCE

Motif de l'analyse :

Recherches et déterminations de la radioactivité sur des eaux de nappe autour du site de Tricastin.

Prélèvements :

Origine

: puits (propriétaire M. Voisin/lieu-dit Contrás) à Lapalud (84)
Référence LERCM : EAUDO-TRI-2007-31

Date et heures des prélèvements

: 4 septembre 2007

Responsable des prélèvements

: LERCM de Cadarache

Date de réception

: 19 octobre 2007

Résultats exprimés en becquerel par litre et ramenés à la date de mesure

Direction
de l'environnement
et de l'intervention

Service de traitement
des échantillons
et de métrologie
pour l'environnement



ACCREDITATION N°1-0994
PORTEE DISPONIBLE SUR
WWW.COFRAC.FR

Adresse Courrier
31 rue de l'Ecluse
BP 40035
78116 Le Vésinet Cedex
France

Tél. +33 (0)1 30 15 52 88
Fax +33 (0)1 30 15 37 50
annette.brassac@irsn.fr

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre B 440 546 018

Fait à : Le Vésinet
Le : 24 janvier 2008



M.-C. ROBÉ
Chef du Service de traitement des échantillons
et de métrologie pour l'environnement

N° IRSN	Référence LERCM	Activité alpha global (*) Bq/l	Activité bêta global Bq/l
5517 EA 84	EAUDO-TRI-2007-31	< 0,020	< 0,17
Date de mesure	*	22/11/2007	09/11/2007

N° IRSN	Uranium 234 (*) Bq/l	Uranium 235 (*) Bq/l	Uranium 238 (*) Bq/l	Radium 226 Bq/l	Polonium 210 (*) Bq/l
5517 EA 84	0,0101 ± 0,0014	0,00032 ± 0,00033	0,0095 ± 0,0013	< 0,0042	0,0031 ± 0,0012
Date de mesure	11/11/2007			22/11/2007	09/11/2007

N° IRSN	Thorium 228 Bq/l	Thorium 230 Bq/l	Thorium 232 Bq/l	Plomb 210 Bq/l	Radium 228 Bq/l
5517 EA 84	< 0,00067	< 0,00058	< 0,00056	< 0,013	< 0,0071
Date de mesure	16/11/2007			24/11/2007	

N° IRSN	Plutonium 238 Bq/l	Plutonium 239+240 Bq/l	Américium 241 Bq/l
5517 EA 84	< 0,00034	< 0,00018	< 0,00048
Date de mesure	23/11/2007		28/11/2007

Les incertitudes sont calculées avec facteur d'élargissement k pris égal à 2

Méthodes d'essai :

- Alpha global sur dépôt par évaporation et mesure par scintillation solide (norme NF M 60-801).
- Bêta global sur dépôt par évaporation et mesure en compteur type Geiger (norme NF M 60-800).
- Uranium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-805-5)
- Radium 226 par émanométrie et spectrométrie alpha (norme NF M 60-803).
- Polonium 210 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-808).
- Thorium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (méthode interne).
- Plomb 210 et radium 228 par spectrométrie gamma après concentration (norme NF M 60-807).
- Plutonium 238, 239+240, américium 241 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-804).

✓	Le présent Rapport d'Essai ne concerne que les objets soumis à l'essai.
✓	La reproduction de ce Rapport d'Essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte une page.
✓	L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les essais couverts par l'accréditation, qui sont identifiés par le symbole (*).

Client :
IRSN/DEI/SESURE/LERCM
13115 ST PAUL LEZ DURANCE

Motif de l'analyse :
Recherches et déterminations de la radioactivité sur des eaux de nappe autour du site de Tricastin.

Prélèvements:
Origine : puits (propriétaire M. Carpentras Père/lieu-dit Contrás) à Lapalud (84) Référence LERCM : EAUDO-TRI-2007-32
Date et heures des prélèvements : 4 septembre 2007
Responsable des prélèvements : LERCM de Cadarache
Date de réception : 19 octobre 2007

Résultats exprimés en becquerel par litre et ramenés à la date de mesure

Direction
de l'environnement
et de l'intervention

Service de traitement
des échantillons
et de métrologie
pour l'environnement



ACCREDITATION N° 1-0994
PORTEE DISPONIBLE SUR
WWW.COFRACT.FR

Adresse Courrier
31 rue de l'Ecluse
BP 40035
78116 Le Vésinet Cedex
France

Tél. +33 (0)1 30 15 52 88
Fax +33 (0)1 30 15 37 50
annelte.brassac@irsn.fr

Siège social
31, av. de la Division Lecterc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre B 440 546 018

N° IRSN	Référence LERCM	Activité alpha global (*) Bq/l	Activité bêta global Bq/l
5518 EA 84	EAUDO-TRI-2007-32	0,036 ± 0,005	< 0,096
Date de mesure	*	31/10/2007	31/10/2007

N° IRSN	Uranium 234 (*) Bq/l	Uranium 235 (*) Bq/l	Uranium 238 (*) Bq/l	Radium 226 Bq/l	Polonium 210 (*) Bq/l
5518 EA 84	0,0178 ± 0,0021	0,00080 ± 0,00040	0,0157 ± 0,0020	< 0,0055	0,0032 ± 0,0009
Date de mesure	06/11/2007			06/11/2007	30/10/2007

N° IRSN	Thorium 228 Bq/l	Thorium 230 Bq/l	Thorium 232 Bq/l	Plomb 210 Bq/l	Radium 228 Bq/l
5518 EA 84	< 0,0014	< 0,0013	< 0,00096	< 0,040	< 0,012
Date de mesure	05/11/2007			14/11/2007	

N° IRSN	Plutonium 238 Bq/l	Plutonium 239+240 Bq/l	Américium 241 Bq/l
5518 EA 84	< 0,00041	< 0,00029	< 0,00040
Date de mesure	09/11/2007		15/11/2007

Les incertitudes sont calculées avec facteur d'élargissement k pris égal à 2

Méthodes d'essai :

- Alpha global sur dépôt par évaporation et mesure par scintillation solide (norme NF M 60-801).
- Bêta global sur dépôt par évaporation et mesure en compteur type Geiger (norme NF M 60-800).
- Uranium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-805-5)
- Radium 226 par émanométrie et spectrométrie alpha (norme NF M 60-803).
- Polonium 210 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-808).
- Thorium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (méthode interne).
- Plomb 210 et radium 228 par spectrométrie gamma après concentration (norme NF M 60-807).
- Plutonium 238, 239+240, américium 241 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-804).

Fait à : Le Vésinet
Le : 24 janvier 2008



M.-C. ROBÉ
Chef du Service de traitement des échantillons
et de métrologie pour l'environnement

✓	Le présent Rapport d'Essai ne concerne que les échantillons soumis à l'essai.
✓	La reproduction de ce Rapport d'Essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte une page.
✓	L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les essais couverts par l'accréditation, qui sont identifiés par le symbole (*).

RAPPORT D'ESSAI N° S/08-260-VI ANNULE ET REMPLACE LE RAPPORT D'ESSAI N° 08-114-VI DU 24/01/08

38

Client :
IRSN/DEI/SESURE/LERCM
13115 ST PAUL LEZ DURANCE

Motif de l'analyse :
Recherches et déterminations de la radioactivité sur des eaux de nappe autour du site de Tricastin.

Prélèvements:
Origine : puits (propriétaire M. Bisserias/lieu-dit Contrás) à Lapalud (84) Référence LERCM : EAUDO-TRI-2007-33
Date et heures des prélèvements : 4 septembre 2007
Responsable des prélèvements : LERCM de Cadarache
Date de réception : 19 octobre 2007

Résultats exprimés en becquerel par et ramenés à la date de mesure

N° IRSN	Référence LERCM	Activité alpha global (*) Bq/l	Activité bêta global Bq/l
5519 EA 84	EAUDO-TRI-2007-33	0,040 ± 0,006	< 0,14
Date de mesure	*	15/11/2007	05/11/2007

N° IRSN	Uranium 234 (*) Bq/l	Uranium 235 (*) Bq/l	Uranium 238 (*) Bq/l	Radium 226 Bq/l	Polonium 210 (*) Bq/l
5519 EA 84	0,0230 ± 0,0034	0,00114 ± 0,00047	0,0200 ± 0,0032	< 0,0086	0,0050 ± 0,0012
Date de mesure	03/03/2008			21/11/2007	10/11/2007

N° IRSN	Thorium 228 Bq/l	Thorium 230 Bq/l	Thorium 232 Bq/l	Plomb 210 Bq/l	Radium 228 Bq/l
5519 EA 84	< 0,00082	< 0,00062	< 0,00074	< 0,026	< 0,017
Date de mesure	17/11/2007			25/11/2007	

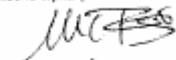
N° IRSN	Plutonium 238 Bq/l	Plutonium 239+240 Bq/l	Américium 241 Bq/l
5519 EA 84	< 0,00093	< 0,00033	< 0,00065
Date de mesure	23/11/2007		28/11/2007

Les incertitudes sont calculées avec facteur d'élargissement k pris égal à 2

Méthodes d'essai :

- Alpha global sur dépôt par évaporation et mesure par scintillation solide (norme NF M 60-801).
- Bêta global sur dépôt par évaporation et mesure en compteur type Geiger (norme NF M 60-800).
- Uranium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-805-5)
- Radium 226 par émanométrie et spectrométrie alpha (norme NF M 60-803).
- Polonium 210 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-808).
- Thorium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (méthode Interne).
- Plomb 210 et radium 228 par spectrométrie gamma après concentration (norme NF M 60-807).
- Plutonium 238, 239+240, américium 241 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-804).

Fait à : Le Vésinet
Le : 17 mars 2008


M.C. ROBÉ
Chef du Service de traitement des échantillons
et de métrologie pour l'environnement

<input checked="" type="checkbox"/>	Le présent Rapport d'Essai ne concerne que les objets soumis à l'essai.
<input checked="" type="checkbox"/>	La reproduction de ce Rapport d'Essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte une page.
<input checked="" type="checkbox"/>	L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les essais couverts par l'accréditation, qui sont identifiés par le symbole (*).

Direction
de l'environnement
et de l'intervention

Service de traitement
des échantillons
et de métrologie
pour l'environnement



ACCREDITATION N°1-0994
PORTEE DISPONIBLE SUR
WWW.COFRAC.FR

Adresse Courrier
31 rue de l'Écluse
BP 40035
78116 Le Vésinet Cedex
France

Tél. +33 (0)1 30 15 52 88
Fax +33 (0)1 30 15 37 50
annette.bressol@irsn.fr

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre B 440 546 018

RAPPORT D'ESSAI N° S/08-115-VI

9859
Client :
IRSN/DEI/SESURE/LERCM
13115 ST PAUL LEZ DURANCE

Motif de l'analyse :
Recherches et déterminations de la radioactivité sur des eaux de nappe autour du site de Tricastin.

Prélèvements:
Origine : puits (propriétaire Carpentras Christian/lieu-dit Contrás)
à Lapalud (84) Référence LERCM : EAUDO-TRI-2007-34
Date et heures des prélèvements : 4 septembre 2007
Responsable des prélèvements : LERCM de Cadarache
Date de réception : 19 octobre 2007

Résultats exprimés en becquerel par litre et ramenés à la date de mesure

Direction
de l'environnement
et de l'intervention

Service de traitement
des échantillons
et de métrologie
pour l'environnement

N° IRSN	Référence LERCM	Activité alpha global (*) Bq/l	Activité bêta global Bq/l
5520 EA 84	EAUDO-TRI-2007-34	< 0,017	0,098 ± 0,023
Date de mesure	*	27/11/2007	31/10/2007

N° IRSN	Uranium 234 (*) Bq/l	Uranium 235 (*) Bq/l	Uranium 238 (*) Bq/l	Radium 226 Bq/l	Polonium 210 (*) Bq/l
5520 EA 84	0,0140 ± 0,0018	0,00059 ± 0,00033	0,0129 ± 0,0017	< 0,0084	0,0032 ± 0,0011
Date de mesure	09/11/2007			06/11/2007	31/10/2007

N° IRSN	Thorium 228 Bq/l	Thorium 230 Bq/l	Thorium 232 Bq/l	Plomb 210 Bq/l	Radium 228 Bq/l
5520 EA 84	< 0,00068	< 0,00057	< 0,00047	< 0,026	< 0,013
Date de mesure	06/11/2007			15/11/2007	

N° IRSN	Plutonium 238 Bq/l	Plutonium 239+240 Bq/l	Américium 241 Bq/l
5520 EA 84	< 0,00032	< 0,00018	< 0,00045
Date de mesure	09/11/2007		15/11/2007



ACCREDITATION N°1-0994
PORTÉE DISPONIBLE SUR
WWW.COFRAC.FR

Adresse Courrier
31 rue de l'Ecluse
BP 40035
78116 Le Vésinet Cedex
France

Tél. +33 (0)1 30 15 52 88
Fax +33 (0)1 30 15 37 50
annette.brassac@irsn.fr

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre B 440 546 018

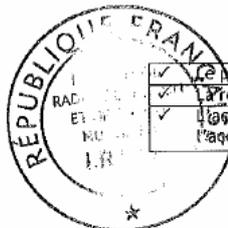
Méthodes d'essai :

- Alpha global sur dépôt par évaporation et mesure par scintillation solide (norme NF M 60-801).
- Bêta global sur dépôt par évaporation et mesure en compteur type Geiger (norme NF M 60-800).
- Uranium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-805-5)
- Radium 226 par émanométrie et spectrométrie alpha (norme NF M 60-803).
- Polonium 210 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-808).
- Thorium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (méthode interne).
- Plomb 210 et radium 228 par spectrométrie gamma après concentration (norme NF M 60-807).
- Plutonium 238, 239+240, américium 241 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-804).

Fait à : Le Vésinet
Le : 24 janvier 2008

M-C. ROBÉ

Chef du Service de traitement des échantillons
et de métrologie pour l'environnement



Ce présent Rapport d'Essai ne concerne que les objets soumis à l'essai.
La reproduction de ce Rapport d'Essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte une page.
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les essais couverts par
l'accréditation, qui sont identifiés par le symbole (*).

RAPPORT D'ESSAI N° S/08-261-VI ANNULE ET REMPLACE LE RAPPORT D'ESSAI N° 08-116-VI DU 24/01/08

93

Client :
IRSN/DEI/SESURE/LERCAM
13115 ST PAUL LEZ DURANCE

Motif de l'analyse :
Recherches et déterminations de la radioactivité sur des eaux de nappe autour du site de Tricastin.

Prélèvements:
Origine : puits (propriétaire Million I/lieu-dit La Croisière) à Bollène (84) Référence LERCAM : EAUDO-TRI-2007-35
Date et heures des prélèvements : 4 septembre 2007
Responsable des prélèvements : LERCAM de Cadarache
Date de réception : 19 octobre 2007

Résultats exprimés en becquerel par litre et ramenés à la date de mesure

Direction
de l'environnement
et de l'intervention

Service de traitement
des échantillons
et de métrologie
pour l'environnement



ACCREDITATION N°1-0994
PORTEE DISPONIBLE SUR
WWW.COFRAC.FR

Adresse Courrier
31 rue de l'Ecluse
BP 40035
78116 Le Vésinet Cedex
France

Tél. +33 (0)1 30 15 52 88
Fax +33 (0)1 30 15 37 50
anneite.braisac@irsn.fr

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre B 440 546 018

N° IRSN	Référence LERCAM	Activité alpha global (*) Bq/l	Activité bêta global Bq/l
5521 EA 84	EAUDO-TRI-2007-35	0,193 ± 0,030	0,214 ± 0,044
Date de mesure	*	07/11/2007	07/11/2007

N° IRSN	Uranium 234 (*) Bq/l	Uranium 235 (*) Bq/l	Uranium 238 (*) Bq/l	Radium 226 Bq/l	Polonium 210 (*) Bq/l
5521 EA 84	0,149 ± 0,016	0,0067 ± 0,0010	0,125 ± 0,014	< 0,0035	0,0039 ± 0,0011
Date de mesure	10/03/2008			04/12/2007	22/11/2007

N° IRSN	Thorium 228 Bq/l	Thorium 230 Bq/l	Thorium 232 Bq/l	Plomb 210 Bq/l	Radium 228 Bq/l
5521 EA 84	< 0,0014	< 0,00055	< 0,00068	< 0,028	< 0,016
Date de mesure	18/11/2007			30/11/2007	

N° IRSN	Plutonium 238 Bq/l	Plutonium 239+240 Bq/l	Americium 241 Bq/l
5521 EA 84	< 0,0013	< 0,00048	< 0,00064
Date de mesure	23/11/2007		28/11/2007

Les incertitudes sont calculées avec facteur d'élargissement k pris égal à 2

Méthodes d'essai :

- Alpha global sur dépôt par évaporation et mesure par scintillation solide (norme NF M 60-801).
- Bêta global sur dépôt par évaporation et mesure en compteur type Geiger (norme NF M 60-800).
- Uranium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-805-3)
- Radium 226 par émanométrie et spectrométrie alpha (norme NF M 60-803).
- Polonium 210 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-808).
- Thorium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (méthode interne).
- Plomb 210 et radium 228 par spectrométrie gamma après concentration (norme NF M 60-807).
- Plutonium 238, 239+240, américium 241 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-804).

Fait à : Le Vésinet
Le : 17 mars 2008

M.C. ROBÉ
Chef du Service de traitement des échantillons
et de métrologie pour l'environnement

✓	Le présent Rapport d'Essai ne concerne que les objets soumis à l'essai.
✓	La reproduction de ce Rapport d'Essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte une page.
✓	L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les essais couverts par l'accréditation, qui sont identifiés par le symbole (*).

RAPPORT D'ESSAI N° S/08-262-VI
ANNULE ET REMPLACE LE RAPPORT D'ESSAI N° 08-117-VI DU 24/01/08

Client :
IRSN/DEI/SESURE/LERCAM
13115 ST PAUL LEZ DURANCE

Motif de l'analyse :
Recherches et déterminations de la radioactivité sur des eaux de nappe autour du site de Tricastin.

Prélèvements:
Origine : puits (propriétaire Million II/lieu-dit La Croisière) à Bollène (84) Référence LERCAM : EAUDO-TRI-2007-36
Date et heures des prélèvements : 4 septembre 2007
Responsable des prélèvements : LERCAM de Cadarache
Date de réception : 19 octobre 2007

Résultats exprimés en becquerel par litre et ramenés à la date de mesure

Direction
de l'environnement
et de l'intervention

Service de traitement
des échantillons
et de métrologie
pour l'environnement



ACCREDITATION N° 1-0994
PORTÉE DISPONIBLE SUR
WWW.COFRAC.FR

Adresse Courrier
31 rue de l'Ecluse
BP 40035
78116 Le Vésinet Cedex
France

Tél. +33 (0)1 30 15 52 88
Fax +33 (0)1 30 15 37 50
annette.brassac@irsn.fr

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre B 449 346 018

N° IRSN	Référence LERCAM	Activité alpha global (*) Bq/l	Activité bêta global Bq/l
5522 EA 84	EAUDO-TRI-2007-36	0,206 ± 0,043	0,198 ± 0,028
Date de mesure	*	29/10/2007	31/10/2007

N° IRSN	Uranium 234 (*) Bq/l	Uranium 235 (*) Bq/l	Uranium 238 (*) Bq/l	Radium 226 Bq/l	Polonium 210 (*) Bq/l
5522 EA 84	0,170 ± 0,019	0,0077 ± 0,0012	0,143 ± 0,016	< 0,0048	0,0030 ± 0,0010
Date de mesure	10/03/2008			06/11/2007	30/10/2007

N° IRSN	Thorium 228 Bq/l	Thorium 230 Bq/l	Thorium 232 Bq/l	Plomb 210 Bq/l	Radium 228 Bq/l
5522 EA 84	< 0,00085	< 0,00070	< 0,00075	< 0,027	< 0,012
Date de mesure	07/11/2007			12/11/2007	

N° IRSN	Plutonium 238 Bq/l	Plutonium 239+240 Bq/l	Américium 241 Bq/l
5522 EA 84	< 0,00079	< 0,00028	< 0,00050
Date de mesure	09/11/2007		15/11/2007

Les incertitudes sont calculées avec facteur d'élargissement k pris égal à 2

Méthodes d'essai :

- Alpha global sur dépôt par évaporation et mesure par scintillation solide (norme NF M 60-801).
- Bêta global sur dépôt par évaporation et mesure en compteur type Geiger (norme NF M 60-800).
- Uranium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-805-5)
- Radium 226 par émanométrie et spectrométrie alpha (norme NF M 60-803).
- Polonium 210 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-808).
- Thorium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (méthode interne).
- Plomb 210 et radium 228 par spectrométrie gamma après concentration (norme NF M 60-807).
- Plutonium 238, 239+240, américium 241 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-804).

Fait à : Le Vésinet
Le : 17 mars 2008

M-C. ROBÉ
Chef du Service de traitement des échantillons
et de métrologie pour l'environnement

- | | |
|-------------------------------------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Le présent Rapport d'Essai ne concerne que les objets soumis à l'essai. |
| <input checked="" type="checkbox"/> | La reproduction de ce Rapport d'Essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte une page. |
| <input checked="" type="checkbox"/> | L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les essais couverts par l'accréditation, qui sont identifiés par le symbole (*). |

RAPPORT D'ESSAI N° S/08-263-VI ANNULE ET REMPLACE LE RAPPORT D'ESSAI N° 08-118-VI DU 24/01/08



Client :
IRSN/DEI/SESURE/LERCM

Motif de l'analyse :
Recherches et déterminations de la radioactivité sur des eaux de nappe autour du site de Tricastin.

Prélèvements :
Origine : puits (ressource en eau 1) à Pierrelatte (26)
Référence LERCM : EAUDO-TRI-2007-37

Date et heures des prélèvements : 5 septembre 2007
Responsable des prélèvements : LERCM de Cadarache
Date de réception : 19 octobre 2007

Résultats exprimés en becquerel par litre et ramenés à la date de mesure

N° IRSN	Référence LERCM	Activité alpha global (*) Bq/l	Activité bêta global Bq/l
5523 EA 26	EAUDO-TRI-2007-37	< 0,038	< 0,12
Date de mesure	*	08/11/2007	05/11/2007

Direction
de l'environnement
et de l'intervention

Service de traitement
des échantillons
et de métrologie
pour l'environnement



ACCREDITATION N° 1-0994
PORTEE DISPONIBLE SUR
WWW.COFRAC.FR

N° IRSN	Uranium 234 (*) Bq/l	Uranium 235 (*) Bq/l	Uranium 238 (*) Bq/l	Radium 226 Bq/l	Polonium 210 (*) Bq/l
5523 EA 26	0,0150 ± 0,0018	0,00075 ± 0,00026	0,0130 ± 0,0016	< 0,0054	0,0050 ± 0,0012
Date de mesure	07/03/2008			23/11/2007	22/11/2007

N° IRSN	Thorium 228 Bq/l	Thorium 230 Bq/l	Thorium 232 Bq/l	Piomb 210 Bq/l	Radium 228 Bq/l
5523 EA 26	< 0,00083	< 0,00068	< 0,00079	< 0,027	< 0,011
Date de mesure	19/11/2007			10/12/2007	

N° IRSN	Plutonium 238 Bq/l	Plutonium 239+240 Bq/l	Américium 241 Bq/l
5523 EA 26	< 0,00083	< 0,00025	< 0,00049
Date de mesure	23/11/2007		28/11/2007

Adresse Courrier
31 rue de l'Ecluse
BP 40035
78116 Le Vésinet Cedex
France

Tél. +33 (0)1 30 15 52 88
Fax +33 (0)1 30 15 37 50
annette.brassac@irsn.fr

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre B 440 546 018

Les incertitudes sont calculées avec facteur d'élargissement k pris égal à 2

Méthodes d'essai :

- Alpha global sur dépôt par évaporation et mesure par scintillation solide (norme NF M 60-801).
- Bêta global sur dépôt par évaporation et mesure en compteur type Gøiger (norme NF M 60-800).
- Uranium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-805-5)
- Radium 226 par émanométrie et spectrométrie alpha (norme NF M 60-803).
- Polonium 210 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-808).
- Thorium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (méthode interne).
- Plomb 210 et radium 228 par spectrométrie gamma après concentration (norme NF M 60-807).
- Plutonium 238, 239+240, américium 241 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-804).

Fait à : Le Vésinet
Le : 17 mars 2008

M-C. ROBÉ
Chef du Service de traitement des échantillons
et de métrologie pour l'environnement

✓	Le présent Rapport d'Essai ne concerne que les objets soumis à l'essai.
✓	La reproduction de ce Rapport d'Essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte une page.
✓	L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les essais couverts par l'accréditation, qui sont identifiés par le symbole (*).

RAPPORT D'ESSAI N° S/08-119-VI

Client :
IRSN/DEI/SESURE/LERCM
13115 ST PAUL LEZ DURANCE

Motif de l'analyse :
Recherches et déterminations de la radioactivité sur des eaux de nappe autour du site de Tricastin.

Prélèvements:
Origine : puits (propriétaire Mandan) à Pierrelatte (26)
Référence LERCM : EAUDO-TRI-2007-38
Date et heures des prélèvements : 5 septembre 2007
Responsable des prélèvements : LERCM de Cadarache
Date de réception : 19 octobre 2007

Résultats exprimés en becquerel par litre et ramenés à la date de mesure

Direction
de l'environnement
et de l'intervention

Service de traitement
des échantillons
et de métrologie
pour l'environnement



ACCREDITATION N°1-0994
PORTÉE DISPONIBLE SUR
WWW.COFRAC.FR

Adresse Courrier
31 rue de l'Ecluse
BP 40035
78116 Le Vésinet Cedex
France

Tél. +33 (0)1 30 15 52 88
Fax +33 (0)1 30 15 37 50
annette.brassac@irsn.fr

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre B 440 546 018

N° IRSN	Référence LERCM	Activité alpha global (*) Bq/l	Activité bêta global Bq/l
5524 EA 26	EAUDO-TRI-2007-38	< 0,027	< 0,13
Date de mesure	*	31/10/2007	31/10/2007

N° IRSN	Uranium 234 (*) Bq/l	Uranium 235 (*) Bq/l	Uranium 238 (*) Bq/l	Radium 226 Bq/l	Polonium 210 (*) Bq/l
5524 EA 26	0,0136 ± 0,0018	0,00084 ± 0,00040	0,0125 ± 0,0016	0,0060 ± 0,0020	0,0016 ± 0,0008
Date de mesure	13/11/2007			06/11/2007	30/10/2007

N° IRSN	Thorium 228 Bq/l	Thorium 230 Bq/l	Thorium 232 Bq/l	Plomb 210 Bq/l	Radium 228 Bq/l
5524 EA 26	< 0,0011	< 0,00070	< 0,00058	< 0,026	< 0,014
Date de mesure	10/11/2007			13/11/2007	

N° IRSN	Plutonium 238 Bq/l	Plutonium 239+240 Bq/l	Américium 241 Bq/l
5524 EA 26	< 0,00093	< 0,00035	< 0,00042
Date de mesure	09/11/2007		15/11/2007

Les incertitudes sont calculées avec facteur d'élargissement k pris égal à 2

Méthodes d'essai :

- Alpha global sur dépôt par évaporation et mesure par scintillation solide (norme NF M 60-801).
- Bêta global sur dépôt par évaporation et mesure en compteur type Geiger (norme NF M 60-800).
- Uranium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-805-5)
- Radium 226 par émanométrie et spectrométrie alpha (norme NF M 60-803).
- Polonium 210 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-808).
- Thorium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (méthode interne).
- Plomb 210 et radium 228 par spectrométrie gamma après concentration (norme NF M 60-807).
- Plutonium 238, 239+240, américium 241 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-804).

Fait à : Le Vésinet
Le : 17 24 janvier 2008

M.-C. ROBÉ

Chef du Service de traitement des échantillons
et de métrologie pour l'environnement



Le présent Rapport d'Essai ne concerne que les objets soumis à l'essai.
La reproduction de ce Rapport d'Essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte une page.
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les essais couverts par l'accréditation, qui sont identifiés par le symbole (*).

Client :
IRSN/DEI/SESURE/LERCM

Motif de l'analyse :
Recherches et déterminations de la radioactivité sur des eaux de nappe autour du site de Tricastin.

Prélèvements:

Origine : puits (eau potable EURODIF) à Pierrelatte (26)
Référence LERCM : EAUDO-TRI-2007-39

Date et heures des prélèvements : 24 septembre 2007

Responsable des prélèvements : LERCM de Cadarache

Date de réception : 19 octobre 2007

Résultats exprimés en becquerel par litre et ramenés à la date de mesure

Direction
de l'environnement
et de l'intervention

Service de traitement
des échantillons
et de métrologie
pour l'environnement



ACCREDITATION N°1-0994
PORTEE DISPONIBLE SUR
WWW.COFRAC.FR

Adresse Courrier
31 rue de l'Ecluse
BP 40035
78116 Le Vésinet Cedex
France

Tél. +33 (0)1 30 15 52 88
Fax +33 (0)1 30 15 37 50
annette.brassac@irsn.fr

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre B 440 546 018

Fait à : Le Vésinet
Le : 24 janvier 2008

M-C. ROBÉ
Chef du Service de traitement des échantillons
et de métrologie pour l'environnement

N° IRSN	Référence LERCM	Activité alpha global (*) Bq/l	Activité bêta global Bq/l
5525 EA 26	EAUDO-TRI-2007-39	0,029 ± 0,006	< 0,15
Date de mesure	*	09/11/2007	07/11/2007

N° IRSN	Uranium 234 (*) Bq/l	Uranium 235 (*) Bq/l	Uranium 238 (*) Bq/l	Radium 226 Bq/l	Polonium 210 (*) Bq/l
5525 EA 26	0,0202 ± 0,0024	0,00097 ± 0,00046	0,0170 ± 0,0022	< 0,0075	0,0042 ± 0,0011
Date de mesure	26/11/2007			07/12/2007	22/11/2007

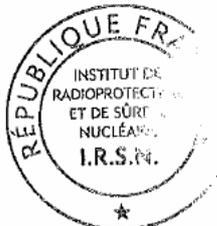
N° IRSN	Thorium 228 Bq/l	Thorium 230 Bq/l	Thorium 232 Bq/l	Plomb 210 Bq/l	Radium 228 Bq/l
5525 EA 26	< 0,00078	< 0,00061	< 0,00052	< 0,026	< 0,014
Date de mesure	21/11/2007			11/12/2007	

N° IRSN	Plutonium 238 Bq/l	Plutonium 239+240 Bq/l	Américium 241 Bq/l
5525 EA 26	< 0,00071	< 0,00052	< 0,00047
Date de mesure	23/11/2007		28/11/2007

Les incertitudes sont calculées avec facteur d'élargissement k pris égal à 2

Méthodes d'essai :

- Alpha global sur dépôt par évaporation et mesure par scintillation solide (norme NF M 60-801).
- Bêta global sur dépôt par évaporation et mesure en compteur type Geiger (norme NF M 60-800).
- Uranium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-805-5)
- Radium 226 par émanométrie et spectrométrie alpha (norme NF M 60-803).
- Polonium 210 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-808).
- Thorium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (méthode interne).
- Plomb 210 et radium 228 par spectrométrie gamma après concentration (norme NF M 60-807).
- Plutonium 238, 239+240, américium 241 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-804).



✓	Le présent Rapport d'Essai ne concerne que les objets soumis à l'essai.
✓	La reproduction de ce Rapport d'Essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte une page.
✓	L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les essais couverts par l'accréditation, qui sont identifiés par le symbole (*).

RAPPORT D'ESSAI N° S/08-122-VI

Client :
IRSN/DEI/SESURE/LERCM

Motif de l'analyse :
Recherches et déterminations de la radioactivité sur des eaux de nappe autour du site de Tricastin.

Prélèvements :
Origine : puits (propriétaire Descours/lieu-dit Freyssinet) à Pierrelatte (26)
Référence LERCM : EAUDO-TRI-2007-41
Date et heures des prélèvements : 24 septembre 2007
Responsable des prélèvements : LERCM de Cadarache
Date de réception : 19 octobre 2007

Résultats exprimés en becquerel par litre et ramenés à la date de mesure

Direction
de l'environnement
et de l'intervention

Service de traitement
des échantillons
et de métrologie
pour l'environnement



ACCREDITATION N°1-0994
PORTEE DISPONIBLE SUR
WWW.COFRAC.FR

Adresse Courrier
31 rue de l'Ecluse
BP 40035
78116 Le Vésinet Cedex
France

Tél. +33 (0)1 30 15 52 88
Fax +33 (0)1 30 15 37 50
annette.brassac@irsn.fr

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre B 440 546 018

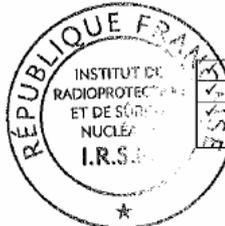
Méthodes d'essai :

- Alpha global sur dépôt par évaporation et mesure par scintillation solide (norme NF M 60-801).
- Bêta global sur dépôt par évaporation et mesure en compteur type Geiger (norme NF M 60-800).
- Uranium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-805-5)
- Radium 226 par émanométrie et spectrométrie alpha (norme NF M 60-803).
- Polonium 210 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-808).
- Thorium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (méthode interne).
- Plomb 210 et radium 228 par spectrométrie gamma après concentration (norme NF M 60-807).
- Plutonium 238, 239+240, américium 241 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-804).

Fait à : Le Vésinet
Le : 24 janvier 2008

M-C. ROBÉ

Chef du Service de traitement des échantillons
et de métrologie pour l'environnement



N° IRSN	Référence LERCM	Activité alpha global (*) Bq/l	Activité bêta global Bq/l
5527 EA 26	EAUDO-TRI-2007-41	0,0181 ± 0,0040	< 0,13
Date de mesure	*	27/11/2007	05/11/2007

N° IRSN	Uranium 234 (*) Bq/l	Uranium 235 (*) Bq/l	Uranium 238 (*) Bq/l	Radium 226 Bq/l	Polonium 210 (*) Bq/l
5527 EA 26	0,0157 ± 0,0019	0,00041 ± 0,00036	0,0130 ± 0,0017	< 0,0064	0,0044 ± 0,0011
Date de mesure	12/11/2007			05/12/2007	10/11/2007

N° IRSN	Thorium 228 Bq/l	Thorium 230 Bq/l	Thorium 232 Bq/l	Plomb 210 Bq/l	Radium 228 Bq/l
5527 EA 26	< 0,00080	< 0,00067	< 0,00050	< 0,033	< 0,012
Date de mesure	23/11/2007			14/12/2007	

N° IRSN	Plutonium 238 Bq/l	Plutonium 239+240 Bq/l	Américium 241 Bq/l
5527 EA 26	< 0,00041	< 0,00022	< 0,00061
Date de mesure	26/11/2007		07/12/2007

Les incertitudes sont calculées avec facteur d'élargissement k pris égal à 2

Le présent Rapport d'Essai ne concerne que les objets soumis à l'essai.
La reproduction de ce Rapport d'Essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte une page.
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les essais couverts par l'accréditation, qui sont identifiés par le symbole (*).

Client :
IRSN / DEI / SESURE / LERCM

Motif de l'analyse :
Recherches et déterminations de la radioactivité sur des eaux de nappe autour du site de Tricastin.

Prélèvements:

Origine : puits (eau potable AREVA) à Pierrelatte (26)
Référence LERCM : EAUDO-TRI-2007-42
Date et heures des prélèvements : 5 octobre 2007
Responsable des prélèvements : LERCM de Cadarache
Date de réception : 19 octobre 2007

Résultats exprimés en becquerel par litre et ramenés à la date de mesure

Direction
de l'environnement
et de l'intervention

Service de traitement
des échantillons
et de métrologie
pour l'environnement



ACCREDITATION N°1-0994
PORTEE DISPONIBLE SUR
WWW.COFRAC.FR

Adresse Courrier
31 rue de l'Ecluse
BP 40035
78116 Le Vésinet Cedex
France

Tél. +33 (0)1 30 15 52 88
Fax +33 (0)1 30 15 37 50
annette.brassac@irsn.fr

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre B 440 546 018

Fait à : Le Vésinet
Le : 24 janvier 2008

M-C. ROBÉ
Chef du Service de traitement des échantillons
et de métrologie pour l'environnement

N° IRSN	Référence LERCM	Activité alpha global (*) Bq/l	Activité bêta global Bq/l
5528 EA 26	EAUDO-TRI-2007-42	0,041 ± 0,010	< 0,11
Date de mesure	*	27/11/2007	07/11/2007

N° IRSN	Uranium 234 (*) Bq/l	Uranium 235 (*) Bq/l	Uranium 238 (*) Bq/l	Radium 226 Bq/l	Polonium 210 (*) Bq/l
5528 EA 26	0,0194 ± 0,0023	0,00082 ± 0,00039	0,0182 ± 0,0022	< 0,0038	0,0044 ± 0,0011
Date de mesure	13/11/2007			06/12/2007	09/11/2007

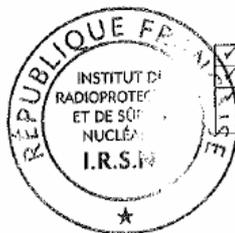
N° IRSN	Thorium 228 Bq/l	Thorium 230 Bq/l	Thorium 232 Bq/l	Plomb 210 Bq/l	Radium 228 Bq/l
5528 EA 26	< 0,0012	< 0,00051	< 0,00096	< 0,027	< 0,013
Date de mesure	24/11/2007			15/12/2007	

N° IRSN	Plutonium 238 Bq/l	Plutonium 239+240 Bq/l	Américium 241 Bq/l
5528 EA 26	< 0,00081	< 0,00033	< 0,00057
Date de mesure	26/11/2007		07/12/2007

Les incertitudes sont calculées avec un facteur d'élargissement k pris égal à 2

Méthodes d'essai :

- Alpha global sur dépôt par évaporation et mesure par scintillation solide (norme NF M 60-801).
- Bêta global sur dépôt par évaporation et mesure en compteur type Geiger (norme NF M 60-800).
- Uranium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-805-5)
- Radium 226 par émanométrie et spectrométrie alpha (norme NF M 60-803).
- Polonium 210 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-808).
- Thorium isotopique par séparation chimique et spectrométrie alpha (méthode interne).
- Plomb 210 et radium 228 par spectrométrie gamma après concentration (norme NF M 60-807).
- Plutonium 238, 239+240, américium 241 par séparation chimique et spectrométrie alpha (norme NF M 60-804).



Le présent Rapport d'Essai ne concerne que les objets soumis à l'essai.
La reproduction de ce Rapport d'Essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte une page.
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les essais couverts par l'accréditation, qui sont identifiés par le symbole (*).