

## CRIIRAD

Commission de Recherche  
et d'Information Indépendantes  
sur la Radioactivité

Site : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
Tel : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

Etude financée grâce au soutien de  
la Région Rhône-Alpes



Valence le 8 novembre 2010.

### Note CRIIRAD N°10-135

## Résultats des analyses radiologiques et physico-chimiques réalisées dans le milieu aquatique de surface et les eaux souterraines dans l'environnement du site nucléaire du Tricastin en juillet 2010

### A. INTRODUCTION

#### Contexte et objectifs

Suite à la fuite d'effluents liquides uranifères intervenue sur le site SOCATRI le **7-8 juillet 2008**, le laboratoire de la CRIIRAD a réalisé en **juillet 2008** des contrôles radiologiques et physico-chimiques sur des échantillons d'eau, plantes aquatiques et sédiments prélevés dans la Gaffière (ruisseau ayant subi la contamination), ainsi que sur des eaux souterraines.

Ces mesures ont fait l'objet d'un premier rapport en juillet 2008 [CRIIRAD N1].

Nous reproduisons dans l'encadré page suivante les principaux constats effectués par la CRIIRAD en 2008.

Cette étude préliminaire ayant soulevé un certain nombre d'interrogations, la CRIIRAD a souhaité réaliser une campagne complémentaire en **juillet 2010** afin d'approfondir certains points et de vérifier les caractéristiques radiologiques et chimiques de certains compartiments de l'environnement du site du Tricastin, **2 ans après l'incident**.

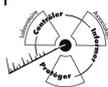
Pour ces 2 séries de contrôles, les prélèvements et analyses en laboratoire et le travail d'interprétation scientifique ont été effectués sur les fonds propres de la CRIIRAD et avec le soutien du Conseil Régional Rhône-Alpes dans le cadre d'une convention de partenariat.

Ce travail n'a pas pour objet de statuer sur l'impact radiologique et chimique global<sup>1</sup> du **site nucléaire du Tricastin**, mais de disposer de données ponctuelles pouvant être comparées aux données officielles et pouvant faciliter la réalisation d'expertises complémentaires. Ce travail vient en complément de l'étude initiée en septembre 2008 par l' IRSN, AREVA et les DDASS et qui porte sur l'origine des concentrations en uranium élevées observées dans les eaux de nappe autour du site nucléaire du Tricastin.

Ces données seront utilisées pour rédiger une publication plus globale sur le site nucléaire du Tricastin et en particulier sur l'incident SOCATRI de juillet 2008.

La présente note technique n'a pour objet que de présenter les résultats factuels des analyses effectuées sur les échantillons collectés par la CRIIRAD en juillet 2010.

<sup>1</sup> Une étude approfondie nécessiterait en effet de réaliser des dizaines de prélèvements d'eau de nappes, carottages de sol, eaux de surface, sédiments, plantes aquatiques, faune aquatique, chaîne alimentaire, tant dans l'environnement proche du site du Tricastin et l'environnement lointain, qu'en des stations de référence permettant d'apprécier le niveau « strictement naturel » de radiation.

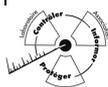


### Rappel :

#### Résultats des analyses et recommandations issus de la première campagne de prélèvements CRIIRAD de juillet 2008.

Les analyses effectuées en juillet 2008 avaient permis de faire les constats suivants :

1. Dans les **eaux de surface de la Gaffière** prélevées par la CRIIRAD le 9 juillet 2008 au droit du site SOCATRI, des transferts de polluants s'opéraient toujours plus de 36 heures après le rejet initial (**uranium, chlorates, chlorures, fluorures**, etc.). Les analyses publiées ultérieurement par la préfecture ont confirmé que ces éléments étaient présents à des concentrations notables dans les effluents SOCATRI à l'origine de la fuite.
2. L'analyse des **plantes aquatiques et sédiments** de la **Gaffière** montre une accumulation significative d'**uranium** en aval du site SOCATRI. Une partie de ces accumulations pourrait être antérieure au rejet du 7-8 juillet 2008 et provenir d'autres rejets liquides non autorisés et/ ou de retombées au sol de rejets atmosphériques d'**uranium** collectés par le réseau d'eau pluviale au sud du site du Tricastin.
3. Une étude radioécologique plus poussée serait nécessaire pour confirmer l'existence d'un marquage possible des eaux de surface et souterraines par du **tritium** en excès par rapport au niveau naturel et pour statuer sur l'origine des traces de transuraniens (**américium 241**) détectées dans les sédiments de la Gaffière en aval du site nucléaire.
4. En aval du site nucléaire certains **puits ou forages** présentent des concentrations en uranium plus de 10 fois supérieures au niveau naturel mesuré en amont hydraulique. L'ensemble des mesures disponibles (Socatri, IRSN, LDA 26) montrent que cette contamination, qui pourrait être ancienne, conduit dans certains cas à un dépassement des **recommandations de l'OMS** (15 µg/l).
5. Compte tenu de la complexité des circulations d'eau de surface et eaux souterraines au niveau du Tricastin, de la vulnérabilité de la nappe et des usages de ces nappes (agriculture, boisson), la CRIIRAD recommande que les **eaux pluviales** du site nucléaire du Tricastin soient **canalisées** vers des bassins tampons, contrôlées, traitées le cas échéant et rejetées dans des milieux à forte dilution (Canal) et non plus dans la Gaffière.
6. Il est nécessaire que soient identifiés tous les termes source de pollution en uranium au droit du site nucléaire du Tricastin et que les **sources de pollution soient traitées** (notamment enlèvement de la butte contenant des déchets radioactifs militaires).
7. Il est indispensable que les exploitants du site nucléaire fournissent une **caractérisation physico-chimique et radiologique détaillée** des substances qu'ils manipulent afin que l'impact des activités sur l'environnement puisse être correctement contrôlé.



### Stratégie d'échantillonnage de juillet 2010

Le laboratoire de la CRIIRAD a effectué en juillet 2010 des prélèvements concernant le milieu aquatique de surface et les eaux souterraines.

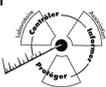
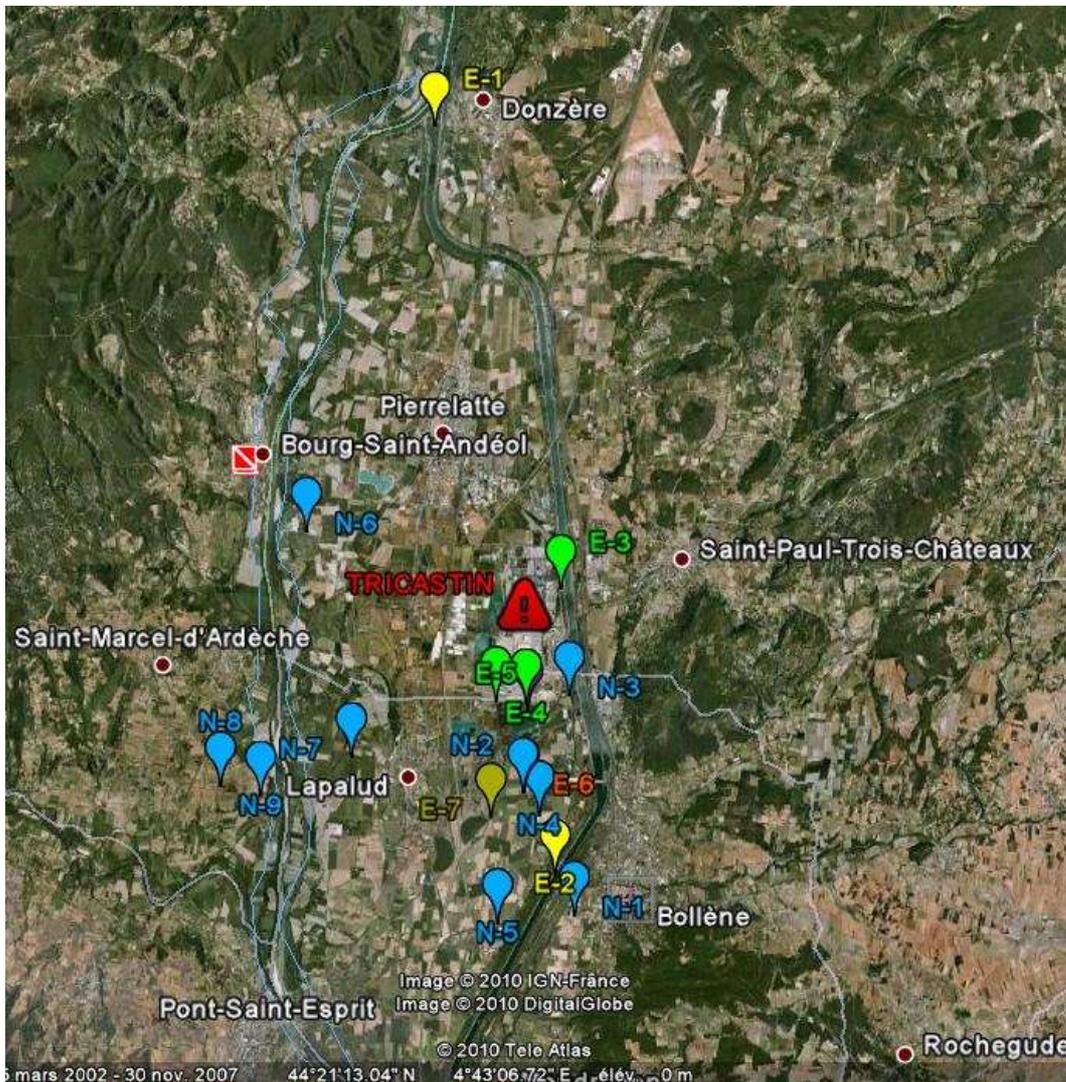
Pour le milieu aquatique de surface, les codes associés aux échantillons d'eaux (E), plantes aquatiques (P) et sédiments (S) recueillis à la même station i, sont suivis du chiffre i.

Les stations figurent sur les cartes C1, C2, C3 et C4 pages suivantes.

Il s'agit de :

- 7 échantillons d'eau de surface :
  - dans le **canal de Donzère** en amont (E1) et aval (E2) des zones de rejets liquides du site nucléaire du Tricastin et de la centrale électronucléaire EDF.
  - dans le **ruisseau « La Gaffière »** en amont du site SOCATRI (E3) et en aval immédiat au sud du site du Tricastin (E4), dans le ruisseau **la Mayre Girarde** (E5), le ruisseau **le Grand Béal** (E6, en aval du confluent entre le grand et le petit béal) et dans le lac le **Trop-Long** (E8).

### C1 / Localisation des stations de prélèvement CRIIRAD (juillet 2010) / vue d'ensemble

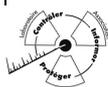
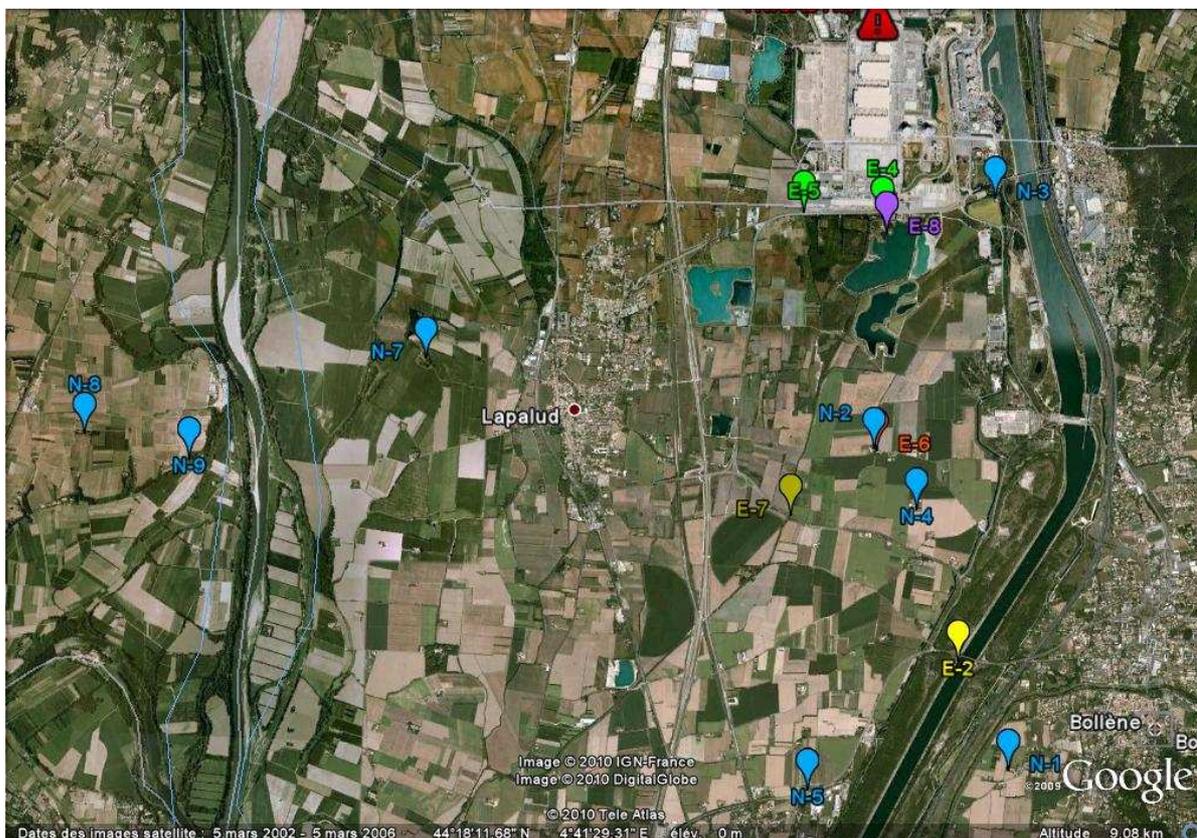


Outre les contrôles sur les eaux, le laboratoire de la CRIIRAD privilégie systématiquement la recherche de contaminants sur des milieux accumulateurs comme les sédiments ou les bioindicateurs aquatiques car ils peuvent renseigner sur des pollutions anciennes de plusieurs mois pour les plantes et plusieurs années pour les sédiments.

Les échantillonnages d'eau ont donc été complétés par les prélèvements suivants :

- 5 échantillons de **plantes aquatiques** (potamots pectinés) :
  - dans le **canal de Donzère** en amont (P1) et aval (P2) des rejets liquides du site nucléaire du Tricastin,
  - dans le **ruisseau « La Gaffière »** en amont du site SOCATRI (P3) et aval immédiat au sud du site (P4), et dans le ruisseau **la Mayre Girarde** (P5).
- 5 échantillons de **sédiments**
  - dans le **ruisseau « La Gaffière »** en amont du site SOCATRI (S3) et aval immédiat au sud du site (S4), dans le ruisseau **la Mayre Girarde** (S5). le ruisseau **le Grand Béal** (S6, en aval du confluent entre le grand et le petit béal) et dans le ruisseau le **Lauzon** (S7).

## C2 / Localisation des stations de prélèvement CRIIRAD (juillet 2010) / secteur sud



Des échantillonnages **d'eau souterraine** ont également été réalisés par la CRIIRAD en 9 stations (N1 à N9) :

- N1 : eau de forage à **Bollène** en rive gauche du canal de Donzère, secteur a priori relativement protégé d'une contamination imputable à des pollutions de la nappe au droit du site du Tricastin. Ce secteur reste cependant soumis à l'impact des rejets à l'atmosphère et des rejets liquides dans le canal via les transferts par les canaux d'irrigation par exemple.
- N2, N4 et N5 : eau de nappe, au **sud du site du Tricastin** dans la zone sous influence des pollutions liées au site du Tricastin. Les études disponibles (AREVA, IRSN) indiquent pour ces 3 stations des concentrations en **uranium** élevées.
- N3 : puits au sud-est du CNPE EDF, a priori dans la zone soumise à la contamination par le **tritium** imputable à la **centrale nucléaire**.
- N6 : forage à **Pierrelatte**, au nord-ouest du site du Tricastin. Cette station est proche de **carrières** situées plus à l'ouest. Selon un élu local, des bennes provenant du site nucléaire du Tricastin auraient été déversées dans ces carrières dans le passé.
- N7, N8 et N9 à l'ouest du site du Tricastin :
  - N7 : forage à **Lapalud**. Selon des habitants, au nord-est de cette station, du graphite issu de la zone du Tricastin a été entreposé dans une carrière, puis évacué ultérieurement. Des habitants auraient utilisé ce **graphite** pour réaliser, par exemple des tours de piscine.
  - N8 et N9 : puits à **Saint-Just d'Ardèche**, respectivement au lieu dit « la Mine » et « La Tuilerie ». Il s'agissait de vérifier la concentration en uranium dans une zone potentiellement soumise à d'anciennes exploitations de **lignite**. En effet certains lignites présentent des concentrations en uranium élevées [CRIIRAD L1].

Une des hypothèses envisagées par les experts de l'IRSN pour expliquer les teneurs élevées en uranium des eaux de nappe au voisinage du site nucléaire du Tricastin est celle d'un transfert à partir de lignites uranifères naturels présents sous les alluvions quaternaires, à la base de la nappe alluviale [IRSN N1, pages 49 à 60].

Pour les stations N1 à N5, les contacts avec les propriétaires ont été facilités par monsieur Paul Aymard, adjoint au maire de Bollène.

Les stations N6 à N9 ont été choisies en concertation avec monsieur Vermorel, vice-président de la communauté de communes DRAGA (Du Rhône Aux Gorges de l'Ardèche). Le dosage de l'uranium dans ces 4 échantillons est pris en charge par la communauté de communes.

La CRIIRAD tient à remercier toutes les personnes qui ont facilité ce travail ainsi que bien entendu, les propriétaires des puits et forages.

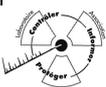
Des précisions sur les lieux d'échantillonnage, nature des échantillons, etc.. sont données dans les tableaux de résultats pages suivantes.

Les échantillonnages ont été effectués par monsieur Christian Courbon, technicien spécialisé du laboratoire de la CRIIRAD. Il a été assisté ponctuellement par Mme Jocelyne Ribouet, préparatrice au laboratoire CRIIRAD.

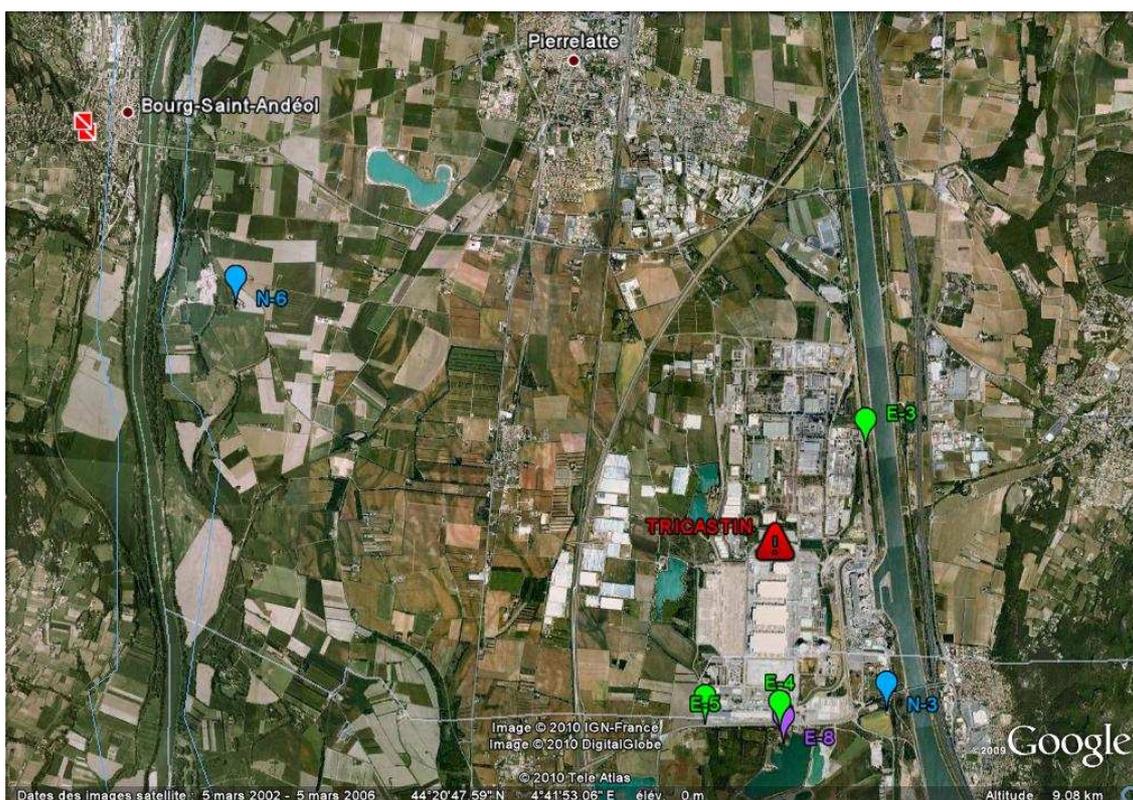
### Types de substances radioactives recherchées

Sur le plan analytique, compte tenu de la variété des activités nucléaires et chimiques opérées sur le site du Tricastin, la liste des substances radioactives ou chimiques à surveiller dans l'environnement est très importante.

Dans le cadre des contrôles ponctuels décrits ici, la CRIIRAD n'a pu effectuer que des contrôles partiels, en fonction du budget disponible. La priorité a été donnée au dosage de l'uranium et du tritium, avec des contrôles élargis sur certaines stations spécifiques. La stratégie analytique est décrite ci-après.



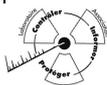
### C3 / Localisation des stations de prélèvement CRIIRAD (juillet 2010) / sud et ouest



L'**uranium** a été recherché dans tous les échantillons d'eaux de surface et souterraines ainsi que dans les sédiments et plantes aquatiques. Les mesures ont été effectuées par le LDA 26 (spectrométrie de masse) et par le laboratoire de la CRIIRAD (spectrométrie gamma qui permet de détecter le thorium 234, premier descendant de l'uranium 238). La mesure de l'uranium était évidemment une priorité, compte tenu des activités des entreprises du site nucléaire du Tricastin.

Les **radionucléides** d'origine naturelle (radium 226, radon 222, plomb 210, actinium 228, potassium 40, béryllium 7, etc..) ou artificielle (cobalt 60, césium 137, américium 241, etc..) détectables par spectrométrie gamma, ont été recherchés au laboratoire de la CRIIRAD. Ces analyses ont été effectuées sur :

- les eaux de surface E3, E4, et E5 : recherche du radon 222 et de l'iode 131 sur eau brute, puis filtration et analyse de la fraction soluble et insoluble (filtrat concentré),
- les 5 échantillons de plantes aquatiques et de sédiments (analyse après dessiccation),
- les eaux souterraines N2 et N3 : recherche du radon 222 et de l'iode 131 sur eau brute, puis filtration et analyse de la fraction soluble et insoluble (filtrat concentré),
- les eaux souterraines N7 et N8 : recherche du radon 222 et de l'iode 131 sur eau brute.



Le **tritium** a été recherché dans les eaux de surface E1 à E5 et E8 et les eaux souterraines N1 à N6. Les mesures ont été effectuées par scintillation liquide au laboratoire de la CRIIRAD.

Compte tenu des activités nucléaires pratiquées sur le site du Tricastin plusieurs opérateurs effectuent des rejets liquides et / ou atmosphériques de tritium dans l'environnement (EDF, COMURHEX, AREVA NC Pierrelatte, SOCATRI, etc.).

Les rejets atmosphériques sont susceptibles de conduire à une augmentation des teneurs en tritium dans les eaux de pluie, ce qui peut entraîner une contamination des eaux de surface et souterraines. Par ailleurs, le tritium étant très mobile et difficile à confiner, des contaminations des eaux souterraines ont très souvent été constatées par la CRIIRAD à proximité des sites nucléaires qu'elle a contrôlés<sup>2</sup> en France ou à l'Étranger.

Des mesures de l'activité du **carbone 14** et du **tritium organiquement lié** (OBT) ont été effectuées sur les plantes P3 et P4 recueillies dans la Gaffière en amont et aval du site nucléaire. Les mesures ont été effectuées par le laboratoire spécialisé RCD Lockinge en Angleterre.

Un calcul de la DTI (dose totale indicative) a été effectué par le laboratoire EICHROM, après dosages des radionucléides uranium 234, uranium 238, radium 226, radium 228, plomb 210 et polonium 210 sur l'eau de nappe N2.

Il aurait été utile de procéder au dosage d'autres substances radioactives susceptibles d'être rejetées dans l'environnement par les installations nucléaires du Tricastin (isotopes du plutonium, technétium 99, etc.). Cela n'a pas été possible à ce stade pour des raisons de coût.

### Types de substances chimiques recherchées

A titre indicatif, la CRIIRAD a demandé au laboratoire LDA 26 (Valence) de procéder aux mesures suivantes :

Dépistage semi-quantitatif de **16 anions et cations** (dont les **fluorures**). Ces dépistages ont été effectués dans les 7 eaux de surface et 5 eaux souterraines (N1 à N5).

Dépistage semi-quantitatif de **24 métaux** (dont arsenic, bore, chrome, fer, manganèse, nickel, plomb, etc.). Ces dépistages ont été effectués sur les 5 eaux souterraines (N1 à N5). Dans les 7 eaux de surface a été effectué le dosage quantitatif des éléments : **bore, chrome (total), fer (total), manganèse et nickel**.

Les dépistages ainsi effectués peuvent permettre d'identifier des substances chimiques spécifiques caractéristiques de l'impact de certaines activités industrielles.

Le dépistage semi-quantitatif des métaux a été effectué en outre sur les 3 plantes aquatiques P3 à P5 et les 5 sédiments.

Le dosage de certaines **molécules organiques** (trichloréthylène et tétrachloroéthylène) a été effectué sur les eaux de surface E3, E4 et E5 et l'eau de nappe N2.

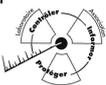
En outre le dépistage de 53 hydrocarbures légers (comme benzène, octane, toluène, pétrole, etc..) et 4 hydrocarbures lourds a été effectué sur l'eau du forage N2.

### Présentation des résultats

Les résultats des analyses radiologiques et chimiques effectuées sur les échantillons prélevés par la CRIIRAD en juillet 2010 sont regroupés dans les tableaux pages suivantes. Les rapports d'essai complets sont reproduits en Annexe.

Pour les substances radioactives, les résultats sont exprimés en Becquerels (Bq) par litre (Bq/l) ou par kilogramme (Bq/Kg). Pour les dosages chimiques, les concentrations sont exprimées en microgrammes par litre (1 µg/l = 0,000 001 g/l) ou en milligramme par litre (1 mg/l = 0,001 g/l).

<sup>2</sup> Centrales nucléaires, sites de stockage de déchets nucléaires, laboratoires de recherche, sites militaires, usines de retraitement, etc.



## B. EAUX SOUTERRAINES

TN 1 / eaux souterraines N1 à N5 : uranium, tritium, radon 222, émetteurs gamma artificiels

### Description des échantillons

Code échantillon (cartes)	N1	N2	N3	N4	N5
Code échantillon CRIIRAD	260710D1	260710D2	270710A1	260710D3	260710D4
Localisation	Bollène (rive gauche canal)	ET 15 (sud Tricastin)	Sud proche CNPE EDF	Sud Tricastin	Sud plaine du Tricastin
Type eau	Forage 11 m (eau à 8 m)	Forage 6 m (eau à 3-4 m)	Puits 7 m (eau à environ 4 m)	Forage 12 m (eau à environ 5 m)	Forage 8 m (eau à 5,6 m environ)
Opérateur prélèvement	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)
Date prélèvement	26/7/10 11:20	26/7/10 12:40	27/7/10 14:35	26/7/10 13:00	26/7/10 11:45

### Uranium

Uranium 238 (mesure <sup>1</sup> LDA 26) en µg/l	1,7	20,3	1,0	14,9	12,0
Uranium 235 en % (mesure LDA 26)	0,8	0,73	0,7	0,7	0,7

### Tritium

Tritium (Bq/l), mesure CRIIRAD	6,5 +/- 1,5	4,8 +/- 1,5	7,6 +/- 1,5	4,8 +/- 1,5	3,6 +/- 1,4
--------------------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

### Radon 222

Radon 222 (Bq/l), mesure CRIIRAD	Non recherché	18 +/- 6	13,9 +/- 4,9	Non recherché	Non recherché
----------------------------------	---------------	----------	--------------	---------------	---------------

### Radionucléides artificiels émetteurs gamma (Cs 137, Co 60, Mn 54, Ag 110m, Am 241, etc..)

fraction soluble et insoluble (Bq/l), mesure CRIIRAD	Non recherché	< LD	< LD	Non recherché	Non recherché
--	---------------	------	------	---------------	---------------

Légende : < LD : valeur inférieure à la limite de détection

### Uranium 238

La concentration en uranium 238 dans les eaux souterraines prélevées par la CRIIRAD au sud du site nucléaire du Tricastin en N2, N4, et N5 est comprise entre **12 et 20,3 µg/l**. Ces valeurs sont supérieures d'un ordre de grandeur à celles mesurées en rive gauche du canal à Bollène (**1,7 µg/l**) et au sud de la centrale EDF (**1,0 µg/l**).

Ces résultats suggèrent un impact par rapport à un niveau « naturel », estimé sur la base des résultats disponibles (mesures AREVA ou IRSN).

En effet, les mesures de concentration en uranium réalisées par AREVA dans les eaux souterraines au nord et / ou à l'ouest du site du Tricastin donnent des résultats inférieurs à 1 µg/l (ouvrages N° 31, 34, 37, 38, 40, 41). Les valeurs fournies par l'IRSN sont de l'ordre du µg/l.

Pour connaître le niveau strictement naturel en uranium dans les eaux souterraines, il faudrait disposer de résultats correspondant à des forages implantés en amont hydraulique du site et à une distance suffisante pour minimiser l'influence des éventuelles contaminations en uranium liées à la fois aux rejets atmosphériques chroniques et aux incidents du passé (cf. Annexe 3).

En effet, outre les contaminations en uranium des eaux souterraines par le biais de fuites sous forme liquides au droit du site nucléaire (déchets radioactifs insuffisamment confinés, débordement de cuves d'effluents, fuites sur des conduites), il conviendra de s'interroger sur l'impact des rejets atmosphériques d'uranium.



La CRIIRAD note que l'étude effectuée par l'IRSN [IRSN N1] n'envisage à aucun moment la question des transferts d'uranium par **voie atmosphérique** pour se prononcer sur l'origine des niveaux plus élevés d'uranium détectés dans la nappe en particulier au sud du site nucléaire du Tricastin.

Comme le montrent les analyses reportées dans le tableau TN 2 ci-dessous ; l'hypothèse de l'impact de **lignites uranifères** pour expliquer les niveaux élevés d'uranium dans la nappe, au sud du site nucléaire du Tricastin, n'est pas corroborée par l'analyse d'échantillons prélevés par la CRIIRAD, au sud-ouest du site, dans des secteurs proches d'anciennes exploitations de lignite. Les teneurs en uranium dans les eaux N8 et N9 sont en effet basses (**1,2 et 1,5 µg/l**).

TN 2 / eaux souterraines N6 à N9 : uranium, tritium et radon 222

Code échantillon (cartes)	N6	N7	N8	N9
Code échantillon CRIIRAD	280710C1	280710C2	280710C3	280710C4
Localisation	Pierrelatte (proche de carrières)	Lapalud (sud-ouest carrière avec entreposage de graphite)	St Just d'Ardèche, proche ancienne mine de lignite	St Just d'Ardèche, la Tuilerie, proche ancienne mine de lignite
Type eau	Forage (AEP), prof 3à 4 m	Forage (AEP)	Puits (AEP), prof 10 m environ	Puits (agricole), distance Eau-sol environ 6 m
Opérateur prélèvement	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)
Date prélèvement	28/7/10 11:45	28/7/10 12:30	28/7/10 14:25	28/7/10 14:50

#### Uranium

Uranium 238 (mesure <sup>1</sup> LDA 26) en µg/l	2,6	1,9	1,2	1,5
Uranium 235 en % (mesure LDA 26)	Non recherché	Non recherché	Non recherché	Non recherché

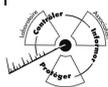
#### Tritium

Tritium (Bq/l), mesure CRIIRAD	2,8 +/- 1,5	Non recherché	Non recherché	Non recherché
--------------------------------	-------------	---------------	---------------	---------------

#### Radon 222

Radon 222 (Bq/l), mesure CRIIRAD	Non recherché	26 +/- 8	< 10,1	Non recherché
----------------------------------	---------------	----------	--------	---------------

Dans le cas du forage N2, la concentration en uranium (20,3 µg/l) reste supérieure aux recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (15 µg/l), sachant que pour la CRIIRAD, la **recommandation OMS** n'est pas suffisamment protectrice pour les très jeunes enfants, femmes enceintes et allaitantes.



Lors de la réunion de la **CLIGEET** en date du **4 juillet 2008** à Valence, l'**IRSN** avait présenté les résultats d'une étude conduite<sup>3</sup> en 2007 et portant sur les concentrations en divers isotopes radioactifs dans les eaux souterraines au voisinage du site nucléaire du Tricastin.

Cette étude montrait qu'il existait, pour certains puits ou forages échantillonnés en septembre-octobre 2007 - soit bien avant l'incident du 7 juillet 2008 - des concentrations en uranium 10 fois plus élevées au sud du site (10 µg/l) qu'au nord (< 1 µg/l).

Interrogé sur l'interprétation de ces données, l'IRSN évoquait oralement un phénomène pouvant s'expliquer par des phénomènes complètement naturels, indiquant qu'il ne s'agissait pas d'une « pollution » ou alors d'une « pollution naturelle »

Après obtention et examen du rapport de l'IRSN, la CRIIRAD concluait au contraire à une pollution imputable en partie aux activités du site nucléaire du Tricastin et renouvelait sa demande<sup>4</sup> - formulée initialement à la CLIGEET le **4 juillet 2008** - que les **déchets radioactifs d'origine militaire** entreposés à même le sol, au nord-est du site du Tricastin soient repris et transférés sur un site adapté garantissant un confinement véritable.

En effet, ces déchets ont conduit à partir de 1977 à un **transfert important d'uranium vers les eaux souterraines** (traité à l'époque par pompage et rejet dans le Rhône). Bien que le phénomène soit plus faible actuellement, et les transferts d'uranium plus lents, ces déchets continuent à polluer la nappe.

L'existence d'une pollution des nappes par l'uranium imputable aux activités du site nucléaire et au défaut de confinement de certains déchets radioactifs - réfutée dans un premier temps par les autorités - est aujourd'hui admise par l'IRSN [IRSN N1, conclusion].

### Tritium

Le tritium est un isotope radioactif de l'hydrogène. Il est présent naturellement dans les précipitations (origine cosmogénique) et a été produit en grande quantité par les essais nucléaires atmosphériques particulièrement intenses dans les années 50-60. Le tritium présent dans les précipitations se retrouve dans les eaux de surface et souterraines (valeurs typiquement inférieures à 3 Bq/l à l'heure actuelle).

En outre, du tritium artificiel est produit en grande quantité par certaines installations nucléaires (centrales électronucléaires, usines de retraitement). Le tritium est donc fréquemment détecté, à des taux supérieurs au niveau naturel, au voisinage des installations nucléaires. C'est pourquoi la CRIIRAD a souhaité procéder au dosage de cet élément radioactif dans les eaux.

Les mesures effectuées par le laboratoire de la CRIIRAD montrent que l'activité en tritium est comprise entre **2,8 et 7,6 Bq/l** dans les 6 eaux de nappes analysées. La valeur la plus élevée est relevée dans l'ouvrage N3. Ce résultat n'est pas surprenant compte tenu de la contamination avérée de la **nappe phréatique** par la **centrale électronucléaire EDF** (cf. Annexe 2). On peut envisager en outre un impact probable par transfert atmosphérique. En effet la valeur de **6,5 Bq/l** mesurée dans un forage à **Bollène**, en rive gauche du canal, pourrait être due aux rejets de tritium atmosphérique de plusieurs installations nucléaires du site du Tricastin dont le CNPE EDF (rejet de 3 010 GBq soit 3 010 milliards de Bq de tritium à l'atmosphère en 2009, selon le rapport EDF Tricastin TSN ).

La contamination en tritium des nappes est certes inférieure à la valeur de 100 Bq/l au-delà de laquelle la réglementation applicable aux eaux destinées à la consommation humaine demande de procéder à la recherche de radionucléides spécifiques, mais l'impact n'en reste pas moins bien réel.

<sup>3</sup> Radioactivité des eaux de forage autour du site de Tricastin-Pierrelatte / Note technique DEI/SESURE N°2008-06 / IRSN, AREVA, DDASS du Vaucluse / 10 juin 2008

<sup>4</sup> Voir le communiqué de presse CRIIRAD du 4 juillet 2008 sur : <http://www.criirad.org/actualites/dossiers-08/tricastin-juil08/compresse.html>



La CRIIRAD notait dans son rapport de juillet 2008 [CRIIRAD N1] :

« On notera que, s'agissant des contrôles radiologiques effectués sur les eaux souterraines du Tricastin, l'IRSN ne semble pas procéder au dosage du tritium (rapport 2006<sup>5</sup> et 2007).

*Ceci constitue une lacune qui devra être comblée à l'avenir, d'autant que les mesures réalisées par l'IRSN en 2006 dans les **eaux de pluie** au niveau des 2 stations situées dans l'environnement du site de Pierrelatte (nord et les Genêts) montrent la présence ponctuelle de tritium à des taux supérieurs au niveau naturel (21 Bq/l). »*

Dans le cadre de l'étude complémentaire initiée par l'IRSN, AREVA et les DDASS à partir de septembre 2008, l'IRSN a effectué des mesures de tritium dans 16 échantillons d'eau de nappe du Tricastin.

Les résultats publiés dans le rapport final de l'IRSN [IRSN N1, annexe 4] donnent des valeurs comprises entre **2,6 et 13,3 Bq/l**. La valeur maximale est mesurée dans l'ouvrage ET 11 à proximité du CNPE EDF.

L'IRSN indique [IRSN N1, page 37] : « Ils montrent des activités volumiques de tritium de même niveau dans les eaux de nappe prélevées au sud du site nucléaire et sur celui-ci (3 à 6 Bq/l) à l'exception du piézomètre ET11 (13,3 Bq/l) localisé à l'est du site nucléaire du Tricastin et à l'extrémité nord du Centre Nucléaire de Production d'Electricité d'EDF. Ces activités volumiques en tritium sont comparables à ce qui peut être observé naturellement dans les eaux souterraines.../... ».

La CRIIRAD considère que cette affirmation de l'IRSN est erronée sur le plan scientifique et induit le lecteur en erreur en lui laissant croire que les niveaux de tritium mesurés dans les nappes dans l'environnement du site du Tricastin seraient naturels.

Au contraire, ces valeurs s'écartent nettement du bruit de fond naturel.

Par ailleurs un impact anthropique est plausible compte tenu :

- des fuites de tritium intervenues dans la nappe par exemple au droit de la centrale EDF et également
- du fait des rejets de tritium à l'atmosphère effectués par plusieurs entreprises de la zone du Tricastin (EDF, COMURHEX, AREVA NC, SOCATRI) ainsi que d'autres INB de la Vallée du Rhône (Cruas, Marcoule).

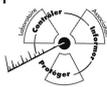
Ces rejets contribuent à la contamination en **tritium** des **eaux de pluie**, qui entraîne ensuite une contamination des nappes.

La contamination chronique des eaux de pluie au niveau du site du Tricastin est confirmée par les mesures réalisées par le laboratoire de la CRIIRAD au sud du site du Tricastin à l'automne 2009 et au printemps 2010 (par exemple **23,8 Bq/l** de tritium dans la pluie recueillie du 18 au 25 juillet 2010).

### Radionucléides artificiels émetteurs gamma

Les contrôles par spectrométrie gamma effectués par la CRIIRAD dans les eaux N2 (sud du site nucléaire avec un niveau d'uranium élevé) et N3 (proche de la centrale électronucléaire, avec un niveau de tritium anormal) n'ont mis en évidence aucune contamination par des radionucléides artificiels émetteurs gamma, tant dans l'eau brute, que la fraction insoluble et soluble. Les limites de détection sont publiées dans les rapports d'essai en Annexe 4. Par exemple, pour le césium 137, les limites de détection sont : < 0,0024 Bq/l et < 0,0043 Bq/l respectivement dans la fraction soluble et insoluble.

<sup>5</sup> Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2006 / Synthèse des résultats des réseaux de surveillance de l'IRSN



### Autres radionucléides « naturels » recherchés par spectrométrie gamma

L'activité des radionucléides naturels émetteurs gamma recherchés en N2 et N3 est également inférieure aux limites de détection (par exemple radium 226 soluble < 0,017 Bq/l ; plomb 210 soluble < 0,08 Bq/l) ; à l'exception du **radon 222** détecté dans certaines eaux.

Il s'agit d'un radionucléide naturel issu de la désintégration du radium 226.

Les contrôles effectués par le laboratoire de la CRIIRAD indiquent une activité en radon 222 de 13,9 Bq/l (N3), 18 Bq/l (N2) et 26 Bq/l (N7). En N8, l'activité est inférieure à la limite de détection (< 10,1 Bq/l).

La Commission Européenne a édicté le 20 décembre 2001<sup>6</sup> des recommandations « *concernant la protection de la population contre l'exposition au radon dans l'eau potable* ».

Ce texte rappelle que :

*« Le radon se dissout dans l'eau qui, ensuite, le transporte. Les sols saturés en eau présentant une porosité de 20 % et une concentration en radium de 40 Bq/kg, ce qui représente la moyenne mondiale dans la croûte terrestre, entraîne, en situation d'équilibre, une concentration en radon dans les eaux souterraines de l'ordre de 50 Bq/l. Les études menées dans les Etats membres ont montré que les concentrations de radon dans les eaux de surface sont très basses, généralement très inférieures à 1 Bq/l. Les concentrations dans les **eaux souterraines** peuvent varier de 1 à 50 Bq/l pour les aquifères rocheux dans les roches sédimentaires, de 10 à 300 Bq/l pour les puits creusés dans le sol, et de 100 à 1 000 Bq/l dans les roches cristallines ».*

Ce texte précise<sup>7</sup> : « *Des petites quantités de radon dans l'eau sont omniprésentes de sorte qu'aucune mesure corrective ne devrait être requise si la concentration est inférieure à 100 Bq/l* ».

### Autres radionucléides « naturels » recherchés par radiochimie

Les contrôles radiochimiques effectués sur l'eau N2 par le laboratoire EICHROM (cf. Annexe 5) confirment l'activité élevée de l'uranium<sup>8</sup> 238 : 0,279 Bq/l et de l'**uranium 234 : 0,344 Bq/l**. Le rapport isotopique U8/U4, proche de 1, indique qu'il ne s'agit ni d'uranium enrichi, ni d'uranium appauvri.

Les analyses radiochimiques indiquent en outre la présence de **radium 228 (0,035 Bq/l)**. Dans le cadre de l'étude effectuée en 2008 sur les eaux souterraines du Tricastin, l'activité du radium 228 dans les 13 forages étudiés par l'IRSN était inférieure à la limite de détection (< 0,017 Bq/l). [IRSN N2].

Le radium 228 est un élément appartenant à la chaîne de désintégration du thorium 232. Le thorium 232 est présent naturellement dans l'écorce terrestre, mais il est également produit par désintégration de l'uranium 236, isotope artificiel de l'uranium.

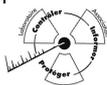
Sur le plan sanitaire la consommation régulière de l'eau N2 conduit à une DTI de 38 microSieverts par an, soit une valeur inférieure à la référence de qualité de 0,1 mSv/an.

Ce calcul effectué selon la méthodologie « officielle » sous évalue cependant de manière importante l'exposition réelle du consommateur, entre autre en ne prenant pas en compte la présence du **radon 222** dissous dans l'eau. Sur cette question, nous renvoyons le lecteur au dossier publié sur le site [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

<sup>6</sup> RECOMMANDATION DE LA COMMISSION du 20 décembre 2001 concernant la protection de la population contre l'exposition au radon dans l'eau potable [notifiée sous le numéro C(2001) 4580].

<sup>7</sup> La valeur de 100 Bq/l a été établie pour un consommateur adulte. Les calculs effectués par la CRIIRAD montrent que le groupe critique est constitué par les enfants en bas âge et que leur prise en compte devrait conduire à retenir une valeur inférieure.

<sup>8</sup> Ce résultat est cohérent avec celui obtenu par le LDA 26 par spectrométrie de masse : 20,3 µg/l soit 0,25 Bq/l.



TN 3 / eaux souterraines N1 à N5 : anions, cations, substances organiques et métaux

**Description des échantillons**

Code échantillon (cartes)	N1	N2	N3	N4	N5
Code échantillon CRIIRAD	260710D1	260710D2	270710A1	260710D3	260710D4
Localisation	Bollène (rive gauche canal)	ET 15 (sud Tricastin)	Sud proche CNPE EDF	Sud Tricastin	Sud plaine du Tricastin
Type eau	Forage 11 m (eau à 8 m)	Forage 6 m (eau à 3-4 m)	Puits 7 m (eau à environ 4 m)	Forage 12 m (eau à environ 5 m)	Forage 8 m (eau à 5,6 m environ)
Opérateur prélèvement	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)
Date prélèvement	26/7/10 11:20	26/7/10 12:40	27/7/10 14:35	26/7/10 13:00	26/7/10 11:45

**Anions et cations (dépistage par chromatographie ionique, laboratoire LDA 26)**

**NB : pour ammonium et fluorures, mesure quantitative**

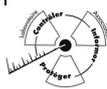
Ammonium µg/l	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
Bromates µg/l	ND	ND	ND	ND	ND
Bromures µg/l	ND	ND	ND	ND	ND
Calcium mg/l	105	163	81	166	173
Chlorates µg/l	ND	ND	ND	ND	ND
Chlorites µg/l	ND	ND	ND	ND	ND
Chlorures mg/l	21	36	21	31	40
Fluorures µg/l	164	236	101	126	102
Lithium µg/l	ND	ND	ND	ND	ND
Magnesium mg/l	6,7	9,7	6,1	8,2	12,0
Nitrates mg/l	14,0	8,1	7,2	11,0	2,7
Nitrites µg/l	ND	ND	ND	ND	ND
Orthophosphates µg/l	ND	ND	ND	ND	ND
Potassium mg/l	2,2	2,3	3,5	1,9	1,6
Sodium mg/l	12	12	15	12	12
Sulfates mg/l	63	151	48	150	165

Trichloréthylène en µg/l	non recherché	0,40	non recherché	non recherché	non recherché
Tétrachloroéthylène en µg/l	non recherché	0,40	non recherché	non recherché	non recherché
Hydrocarbures légers (53 molécules)	non recherché	ND	non recherché	non recherché	non recherché
Hydrocarbures lourds (4 molécules)	non recherché	ND	non recherché	non recherché	non recherché

**Métaux : ordre de grandeur en µg/l**

**(dépistage semi-quantitatif par mesure d'émission sur torche à plasma ICP, laboratoire LDA 26)**

Ag	ND	ND	ND	ND	ND
Al	1,4	1,3	19,7	0,9	0,9
As	ND	0,5	1,4	0,2	ND
B	33,0	58,0	27,4	67,4	69,6
Ba	59,1	71,7	19,3	60,2	85,4
Be	ND	ND	ND	ND	ND
Cd	ND	ND	ND	ND	ND
Co	ND	0,8	ND	ND	ND
Cr	ND	ND	0,4	ND	ND
Cu	0,7	1,6	1,8	1,4	1,1
Fe	24,7	242	9,6	3,4	49,0
Mn	0,2	15,9	0,7	9,9	13,0
Mo	0,7	1,8	1,1	1,2	0,4
Ni	0,6	1,7	1,0	2,3	1,1
Pb	ND	ND	ND	ND	ND
Sb	ND	0,3	0,3	0,3	ND
Se	2,3	4,3	ND	5,4	1,2
Sn	ND	ND	ND	ND	ND
Te	ND	ND	ND	ND	ND
Ti	2,2	2,7	2,5	2,3	2,6
Tl	ND	ND	ND	ND	ND
U	1,7	20,3	1,0	14,9	12,0
V	ND	0,3	1,2	ND	ND
W	ND	ND	ND	ND	ND
Zn	11,2	16,9	4,4	1,2	0,8



## Anions et cations

Sur le plan chimique, on note<sup>9</sup> en particulier la présence de **chlorures** (21 à 40 mg/l), **sulfates**<sup>10</sup> (48 à 165 µg/l) et **fluorures** (101 à 236 µg/l).

Les concentrations en chlorures, fluorures et sulfates restent inférieures aux CMA qui sont respectivement de 250 mg/l, 1 500 µg/l (1,5 mg/l) et 250 mg/l. Il n'en reste pas moins que, compte tenu d'effet de synergie entre différentes substances, il est préférable de limiter les sources de pollution.

Les fluorures en particulier pourraient être en partie des marqueurs des activités industrielles du complexe nucléaire du Tricastin. L'étude de leur répartition spatio-temporelle pourrait permettre de mieux tracer les mouvements d'eau dans le secteur.

Une cartographie détaillée des concentrations de ces différents éléments serait nécessaire pour déterminer leurs origines possibles.

## Substances organiques

Les contrôles n'ont porté que sur l'eau du forage N2, au sud du site nucléaire. Cette station présente les concentrations les plus élevées en uranium et fluorures parmi les 5 eaux N1 à N5 étudiées.

On y détecte la présence de **trichloréthylène** (0,40 µg/l) et **tétrachloroéthylène** (0,40 µg/l).

Aucun des 53 hydrocarbures légers (comme benzène, octane, toluène, pétrole, etc..) et des 4 hydrocarbures lourds recherchés n'ont été détectés (les seuils de quantification sont compris entre < 0,2 µg/l et < 50 µg/l).

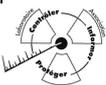
## Métaux

On remarque :

- Une teneur en **aluminium** en N3 (19,7 µg/l) supérieure d'un ordre de grandeur à celles mesurées sur les 4 autres échantillons.
- La présence de **cobalt** (0,8 µg/l) en N2 et de **chrome** (0,4 µg/l) en N3.
- Des niveaux de **fer** élevés en N2 (242 µg/l)
- Des teneurs en **manganèse** plus élevées au sud du site nucléaire (9,9 à 15,9 µg/l en N2, N4, N5) qu'en référence (0,2 µg/l) ou près du CNPE (0,7 µg/l).

<sup>9</sup> Les bromures détectés lors de la campagne de juillet 2008 (77 à 89 µg/l), ne sont pas détectés, la limite de détection obtenue en 2010 n'est pas précisée

<sup>10</sup> Dans le rapport de 2008, la CRIIRAD notait : Les sulfates présentent une forte variabilité avec une teneur de 8,9 mg/l à Lapalud contre 87 à 115 mg/l pour les 3 autres forages sur la commune de Bollène.



## C. EAU DE SURFACE

TE 1 / eaux de surface E1 à E8 : uranium, tritium, radon 222, émetteurs gamma artificiels

### Description des échantillons

Code échantillon (cartes)	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E8
Code échantillon CRIIRAD	220710A14	220710A1	220710A13	220710A6	220710A9	220710A4	220710A12
Type eau	Eau de surface	Eau de surface	Eau de surface	Eau de surface	Eau de surface	Eau de surface	Eau de surface
Localisation	Amont canal	Aval canal	Gaffière amont	Gaffière Aval immédiat	Mayre Girarde	Grand Béal (aval conf Gd et Pt Béal)	Lac Trop Long
Opérateur prélèvement	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)
Date prélèvement	22/7/10 16:50	22/7/10 11:25	22/7/10 15:50	22/7/10 15:15	22/7/10 15:00	22/7/10 12:15	22/7/10 15:25

### Uranium

Uranium 238 (mesure <sup>1</sup> LDA 26) en µg/l	1,4	1,3	0,9	2,8	1,1	1,6	3,8
Uranium 235 en % (mesure LDA 26)	0,76	0,74	0,75	0,79	0,75	0,76	0,77

### Tritium

Tritium (Bq/l), mesure CRIIRAD	3,4 +/- 1,4	< 3,5	4,4 +/- 1,4	4,7 +/- 1,4	3,5 +/- 1,4	Non recherché	5,3 +/- 1,5
--------------------------------	-------------	-------	-------------	-------------	-------------	---------------	-------------

### Radon 222

Radon 222 (Bq/l), mesure CRIIRAD	Non recherché	Non recherché	< 17	< 9	< 13,5	Non recherché	Non recherché
----------------------------------	---------------	---------------	------	-----	--------	---------------	---------------

### Radionucléides artificiels émetteurs gamma (Cs 137, Co 60, Mn 54, Ag 110m, Am 241, etc..)

fraction soluble et insoluble (Bq/l), mesure CRIIRAD	Non recherché	Non recherché	< LD	< LD	< LD	Non recherché	Non recherché
---	---------------	---------------	------	------	------	---------------	---------------

Légende : < LD : valeur inférieure à la limite de détection

### Uranium 238

Dans le canal de Donzère Mondragon, l'activité de l'uranium est comparable entre l'amont du site nucléaire (1,4 µg/l) et l'aval (1,3 µg/l).

Dans la **Gaffière**, la concentration en uranium est **3 fois plus** élevée<sup>11</sup> en aval du site nucléaire (2,8 µg/l) qu'en amont (0,9 µg/l).

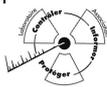
Dans la Mayre Girarde et le Grand Béal, la concentration en uranium est respectivement de 1,1 et 1,6 µg/l.

La valeur obtenue dans le lac **Trop-Long** (3,8 µg/l) est supérieure à celle obtenue dans la Gaffière en aval du site nucléaire.

Compte tenu des marges d'incertitude, la teneur en uranium 235 évaluée par le LDA 26 dans les 7 eaux de surface (0,74 à 0,79 % d'uranium 235) n'est pas significativement différente de la valeur correspondant à l'uranium naturel<sup>12</sup>. Ces contrôles ne montrent pas de présence significative d'uranium appauvri ou enrichi. Mais il faudrait procéder à des contrôles plus poussés pour trancher.

<sup>11</sup> L'impact est inférieur à celui mesuré dans les eaux prélevées aux mêmes stations par la CRIIRAD le 9 juillet 2008. On observait alors un excès d'uranium 238 (facteur 6) en aval par rapport à l'amont : respectivement 1,1 µg/l en amont et 6,4 µg/l en aval.

<sup>12</sup> Les résultats d'analyse publiés par l'IRSN le 17 juillet 2008 et portant sur l'effluent SOCATRI font état également d'une composition en isotopes 238, 234 et 235 de l'uranium correspondant aux ratios associés à l'uranium naturel. L'uranium 236 n'a pas été détecté dans l'effluent.



Ces résultats confirment la persistance, en juillet 2010, d'un transfert d'uranium via les eaux de surface en aval du site nucléaire du Tricastin (Gaffière).

La charge en uranium des eaux de la Gaffière est 3 fois supérieure en aval (2,8 µg/l) par rapport à l'amont (le ratio était de 6 le 9 juillet 2008).

On remarque également que la concentration en uranium dans les eaux du lac Trop Long (3,8 µg/l) est 2 à 4 fois supérieure à celles mesurées dans la Gaffière Amont, la Mayre Girarde et le Grand Béal.

### Tritium

On détecte du tritium dans les eaux du canal de Donzère (3,4 Bq/l en amont et une valeur inférieure à la limite de détection de 3,5 Bq/l en aval). Il peut s'agir de l'impact des rejets des centrales électronucléaires situées plus en amont (par exemple Bugey, Saint-Alban, Cruas).

Le tritium est également détecté dans les eaux de la Mayre Girarde (3,5 Bq/l), de la Gaffière (4,4 Bq/l et 4,7 Bq/l respectivement en amont et aval du site nucléaire), et du lac **Trop-Long (5,3 Bq/l)**.

Ces résultats confirment des niveaux de tritium supérieurs au bruit de fond dans les eaux de surface du secteur (voir chapitre précédent, pages 10 et 11 sur le tritium dans les eaux souterraines).

En ce qui concerne la Gaffière, les concentrations en tritium mesurées en juillet 2010 sont proches de celles obtenues<sup>13</sup> par la CRIIRAD en juillet 2008.

### Radionucléides artificiels émetteurs gamma

Les contrôles par spectrométrie gamma effectués par la CRIIRAD dans les eaux E3 et E4 (amont et aval Gaffière) et E5 (Mayre Girarde) n'ont mis en évidence aucune contamination par des radionucléides artificiels émetteurs gamma, tant dans l'eau brute que dans la fraction insoluble et soluble. Les limites de détection sont publiées dans les rapports d'essai en annexe 4 (par exemple, pour le césium 137, les limites de détection sont : < 0,0029 Bq/l et < 0,0038 Bq/l respectivement dans la fraction soluble et insoluble).

### Autres radionucléides « naturels » recherchés par spectrométrie gamma

L'activité des radionucléides naturels émetteurs gamma recherchés dans les eaux E3, E4 et E5 est également inférieure aux limites de détection (par exemple radium 226 soluble < 0,016 Bq/l ; radon 222 dissous < 17 Bq/l ; plomb 210 soluble < 0,08 Bq/l).

### Anions et cations

Les résultats concernant les anions et cations sont regroupés dans le tableau TE 2 page suivante.

Dans les eaux du **canal de Donzère**, les paramètres mesurés en amont et aval sont comparables à l'exception de l'**ammonium** détecté uniquement en aval (60 µg/l). L'ammonium est détecté également dans la Gaffière amont (50 µg/l) et la Mayre Girarde (120 µg/l).

Dans les eaux de la Gaffière, la comparaison entre aval du site nucléaire du Tricastin et amont fait apparaître une augmentation des teneurs en **fluorures**. L'impact est moins prononcé que lors du contrôle de 2008 :

- Fluorures (22 juillet 2010) : 130 µg/l en amont et 184 µg/l en aval.
- Fluorures (9 juillet 2008) : 144 µg/l en amont et 316 µg/l en aval.

<sup>13</sup> On mesurait dans la Gaffière **3,0 Bq/l** en amont du site nucléaire du Tricastin et **5,7 Bq/l** en aval.



Les fluorures constituent un marqueur connu des activités industrielles sur le site nucléaire du Tricastin dans le domaine de la chimie de l'uranium. Leur concentration dans l'effluent SOCATRI était<sup>14</sup> de 10,8 g/l.

On détecte également des teneurs élevées en fluorures dans l'eau de la Mayre Girarde (234 µg/l) et du lac le **Trop-Long (519 µg/l)**.

Dans la Gaffière, les chlorures sont détectés à un niveau comparable<sup>15</sup> en amont (17 mg/l) et aval (19 mg/l). Ces teneurs sont comparables à celles mesurées dans le canal de Donzère et le grand Béal. On note des valeurs légèrement supérieures dans la Mayre Girarde (49 mg/l) et le Trop-Long (31 mg/l).

Les chlorates et ortho phosphates ne sont pas détectés alors qu'ils l'étaient dans la Gaffière le 9 juillet 2008.

## TE 2 / eaux de surface : anions, cations, substances organiques et métaux

### Description des échantillons

Code échantillon (cartes)	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E8
Code échantillon CRIIRAD	220710A14	220710A1	220710A13	220710A6	220710A9	220710A4	220710A12
Type eau	Eau de surface	Eau de surface	Eau de surface	Eau de surface	Eau de surface	Eau de surface	Eau de surface
Localisation	Amont canal	Aval canal	Gaffière amont	Gaffière Aval immédiat	Mayre Girarde	Grand Béal (aval conf Gd et Pt Béal)	Lac Trop Long
Opérateur prélèvement	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)
Date prélèvement	22/7/10 16:50	22/7/10 11:25	22/7/10 15:50	22/7/10 15:15	22/7/10 15:00	22/7/10 12:15	22/7/10 15:25

### Anions et cations (dépistage par chromatographie ionique, laboratoire LDA 26)

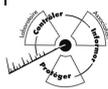
Ammonium µg/l	ND	60	50	ND	120	ND	ND
Bromates µg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Bromures µg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Calcium mg/l	58	59	76	79	92	68	44
Chlorates µg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chlorites µg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chlorures mg/l	17	17	17	19	49	17	31
Fluorures µg/l	83	89	130	184	234	118	519
Lithium µg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Magnesium mg/l	6,3	6,3	6,0	6,1	6,8	6,0	7,6
Nitrates mg/l	4,3	4,4	7,4	6,0	11,0	4,6	ND
Nitrites µg/l	60	60	40	50	50	60	20
Orthophosphates µg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Potassium mg/l	1,6	1,7	1,9	2,2	1,9	1,8	4,8
Sodium mg/l	11	11	11	11	19	11	17
Sulfates mg/l	56	57	51	51	51	56	61
Trichloréthylène en µg/l			< 0,2	< 0,2	< 0,2		
Tétrachloréthylène en µg/l			< 0,2	3,60	< 0,2		

### Métaux : Mesure quantitative (laboratoire LDA 26)

B	18	21	21	38	23	25	332
Cr (total)	0,2	0,3	0,3	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Fe (total)	102	91	27	56	34	37	30
Mn	20	19	< 5	8	< 5	< 5	7
Ni	0,8	1,1	0,2	0,4	0,4	0,7	1,2
U	1,4	1,3	0,9	2,8	1,1	1,6	3,8

<sup>14</sup> Les analyses effectuées par le LDA 26 sur l'effluent SOCATRI prélevé par la cellule NRBC de la gendarmerie à la demande des autorités préfectorales ont été publiées dans un communiqué des préfetures du Vaucluse et de la Drôme en date du 16 juillet 2008 : Uranium : 8,2 g/l ; Fluorures : 10,8 g/l ; Potassium : 54,9 g/l ; Chlorates : 4,3 g/l ; Chlorures : 2,95 g/l ; Chrome : 0,73 mg/l.

<sup>15</sup> Les valeurs du 9 juillet 2008 étaient de 14 mg/l en amont et 22 mg/l en aval.



### Substances organiques

Les contrôles consistant à rechercher le trichloréthylène et le tétrachloroéthylène n'ont porté que sur les eaux de la Gaffière et de la Mayre Girarde (cf. tableau TE 2 page précédente)

On détecte le **tétrachloroéthylène** dans la **Gaffière** en aval du site du Tricastin (3,6 µg/l), alors qu'il n'est pas détecté en amont (< 0,2 µg/l), ni dans les eaux de la Mayre Girarde (< 0,2 µg/l).

### Métaux

Les résultats sont reportés dans le tableau TE 2 page précédente.

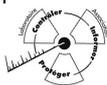
Dans les eaux du **canal de Donzère**, les paramètres mesurés en amont et aval sont globalement comparables.

Les contrôles effectués le 9 juillet 2008 montraient que les concentrations de certains métaux dans les eaux de la **Gaffière** étaient significativement supérieures en aval du site du Tricastin par rapport à l'amont. Outre l'uranium déjà mentionné, c'était le cas également pour le **bore** (facteur 6,5), le **manganèse** (facteur 3,6), le **sélénium** (facteur 3,7) et le **zinc** (facteur 4,7).

Les mesures quantitatives du 22 juillet 2010 effectuées dans la Gaffière indiquent toujours un impact pour les éléments<sup>16</sup> :

- **Bore** : 21 µg/l en amont et 38 µg/l en aval. L'impact concerne également, et de manière très significative, le lac le **Trop-long (332 µg/l)**.
- **Manganèse** : < 5 µg/l en amont et 8 µg/l en aval. L'impact concerne également le lac le **Trop-long (7 µg/l)**.

<sup>16</sup> Le dosage du sélénium et du zinc n'a pas été effectué en 2010.



## D. SEDIMENTS

### Eléments radioactifs

Les rapports d'essai associés aux comptages par spectrométrie gamma effectués au laboratoire de la CRIIRAD sur les 5 sédiments après dessiccation à 105 °C et tamisage à 2 mm sont reproduits en annexe 4.

Les principaux résultats sont regroupés dans le tableau TS 1 ci-dessous (campagne de 2010).

Pour comparaison sont reportés dans le tableau TS 2 page suivante, les résultats obtenus dans les sédiments de la Gaffière prélevés en juillet 2008 et juillet 2010, ainsi que le résultat issu d'un recomptage plus long et différé<sup>17</sup> du sédiment aval Gaffière de 2008.

Il convient de noter que les sédiments amont Gaffière recueillis en juillet 2010 sont de texture plus sableuse que l'échantillon aval. Ceci doit être pris en compte pour toute analyse comparative des résultats.

TS 1 / Sédiments S3 à S7 : Uranium (spectrométrie de masse) et résultats de spectrométrie gamma

Code échantillon (cartes)	S3	S4	S5	S6	S7
Code échantillon CRIIRAD	270710A3	220710A8	220710A11	220710A5	220710A3
Localisation	Gaffière Amont	Gaffière Aval immédiat	Mayre Girarde	Grand Béal (aval confluent Gd et Pt Béal)	Lauzon (aval complet)
Opérateur prélèvement	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)
Date prélèvement	27/07/10	22/07/10	22/07/10	22/07/10	22/07/10
Date comptage (CRIIRAD)	23/08/10	30/08/10	25/08/10	26/08/10	30/08/10
Aspect visuel	Sableux	Limoneux	Limoneux	Limoneux	Bcp matière organique
TMS 105 °C (CRIIRAD) en %	63,8	42,3	40,1	32,4	38,1
TMS 105 °C (LDA) en %	77,3	67,1	62,7	45,4	59,5

#### Uranium

Uranium 238 (mesure LDA 26) en mg/Kg sec	1,5	3,3	2,1	2,3	3,2
Uranium 235 en % (mesure LDA 26)	0,79	0,80	0,77	0,72	0,76

Uranium 238 (Bq/kg) déduit de la valeur en mg/kg	18,8	41,3	26,3	28,8	40,0
--	------	------	------	------	------

#### Radionucléides émetteurs gamma "naturels" (mesure CRIIRAD)

Thorium 234 - U 238 (Bq/kg sec)	21 +/- 7	33 +/- 10	37 +/- 11	25 +/- 9	42 +/- 12
Radium 226 (Bq/kg sec)	17,5 +/- 2,7	27,2 +/- 3,8	24,9 +/- 3,7	24,6 +/- 3,6	30,0 +/- 4,4
Plomb 210 (Bq/kg sec)	21 +/- 7	89 +/- 16	59 +/- 13	55 +/- 12	83 +/- 15

Uranium 235 (Bq/kg sec)	< 2,5	< 2,9	< 3,1	< 2,8	< 3,0
-------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Actinium 228 (Bq/kg sec)	17,6 +/- 3,3	28,8 +/- 4,7	23,7 +/- 4,4	23,9 +/- 4,2	39 +/- 7
--------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	----------

Potassium 40 (Bq/kg sec)	201 +/- 29	195 +/- 29	185 +/- 29	236 +/- 34	290 +/- 42
--------------------------	------------	------------	------------	------------	------------

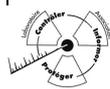
Beryllium 7 (Bq/kg sec)	4,4 +/- 2,2	33 +/- 6	15,4 +/- 4,5	< 1,6	11,4 +/- 3,9
-------------------------	-------------	----------	--------------	-------	--------------

#### Radionucléides émetteurs gamma "artificiels" (mesure CRIIRAD)

Césium 137 (Bq/kg sec)	2,8 +/- 0,7	6,5 +/- 1,1	6,0 +/- 1,1	9,3 +/- 1,5	7,0 +/- 1,3
Cobalt 60 (Bq/kg sec)	< 0,13	< 0,15	< 0,21	< 0,14	< 0,19
Américium 241 (Bq/kg sec)	< 0,35	< 0,41	< 0,44	< 0,42	< 0,36
Autres* (Bq/kg sec)	< LD				

(\* Cs 134, Co 58, Mn 54, Sb 125, Ce 144, Ag 110m, I 129, Ru-Rh 106  
LD : Limite de détection

<sup>17</sup> Vérification de l'activité du thorium 234 après attente de la mise à l'équilibre U 238-Th 234.



## Uranium 238

Le dosage de l'uranium 238 effectué par le LDA 26, par spectrométrie de masse, donne des résultats cohérents avec ceux issus de la quantification, par spectrométrie gamma, au laboratoire de la CRIIRAD, de l'activité massique du thorium 234 (premier descendant de l'uranium 238).

En général, dans les sols naturels, l'uranium 238 et le thorium 234 sont à l'équilibre dit séculaire (activités massiques égales). Lorsqu'il s'agit d'uranium issu d'un procédé industriel, les traitements chimiques peuvent avoir dissocié<sup>18</sup> l'uranium 238 du thorium 234.

Dans le cadre des prélèvements effectués dans la Gaffière, par la CRIIRAD, le 9 juillet 2008, juste après la fuite intervenue sur le site SOCATRI, le comptage du 19 juillet 2008 donnait une activité massique en thorium 234 de **74 Bq/kg sec** dans les sédiments prélevés en aval du rejet. Un second comptage effectué le 13 septembre 2010 donne **81 Bq/Kg sec**.

### TS 2 / Sédiments S3 et S4 : résultats de spectrométrie gamma / comparaisons 2008 et 2010 et recomptage à l'équilibre du sédiment aval Gaffière de juillet 2008

Code échantillon (cartes)	Prélèvements de juillet 2010		Prélèvements de juillet 2008		Recomptage long
	S3	S4	Equivalent S3	Equivalent S4	Equivalent S4
Code échantillon CRIIRAD	270710A3	220710A8	090708 B3	090708 B4	090708 B4
Localisation	Gaffière Amont	Gaffière Aval immédiat	Gaffière Amont	Gaffière Aval immédiat	Gaffière Aval immédiat
Opérateur prélèvement	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)
Date prélèvement	27/07/10	22/07/10	09/07/08	09/07/08	09/07/08
Date comptage (CRIIRAD)	23/08/10	30/08/10	22/07/08	19/07/08	13/09/10
Aspect visuel	Sableux	Limoneux	Fin (brun)	Fin (noir)	Fin (noir)
TMS 105 °C (CRIIRAD) en %	63,8	42,3	60,7	41,1	41,1

#### Radionucléides émetteurs gamma "naturels" (mesure CRIIRAD)

Thorium 234 - U 238 (Bq/kg sec)	21 +/- 7	33 +/- 10	26 +/- 7	74 +/- 13	81 +/- 12
Radium 226 (Bq/kg sec)	17,5 +/- 2,7	27,2 +/- 3,8	22,5 +/- 2,9	20,8 +/- 2,9	20,7 +/- 2,6
Plomb 210 (Bq/kg sec)	21 +/- 7	89 +/- 16	39 +/- 7	214 +/- 27	207 +/- 24
Uranium 235 (Bq/kg sec)	< 2,5	< 2,9	< 1,9	11 +/- 4,7	6,1 +/- 2,7
Actinium 228 (Bq/kg sec)	17,6 +/- 3,3	28,8 +/- 4,7	25,6 +/- 3,8	25,7 +/- 4,2	23,3 +/- 3,5
Potassium 40 (Bq/kg sec)	201 +/- 29	195 +/- 29	301 +/- 37	298 +/- 38	284 +/- 33
Beryllium 7 (Bq/kg sec)	4,4 +/- 2,2	33 +/- 6	20,0 +/- 3,5	296 +/- 34	< 0,40

#### Radionucléides émetteurs gamma "artificiels" (mesure CRIIRAD)

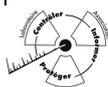
Césium 137 (Bq/kg sec)	2,8 +/- 0,7	6,5 +/- 1,1	3,8 +/- 0,6	9,9 +/- 1,4	9,2 +/- 1,1
Cobalt 60 (Bq/kg sec)	< 0,13	< 0,15	< 0,08	< 0,14	0,51 +/- 0,22
Américium 241 (Bq/kg sec)	< 0,35	< 0,41	< 0,16	0,28 +/- 0,32	0,64 +/- 0,25
Autres* (Bq/kg sec)	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD

(\*) Cs 134, Co 58, Mn 54, Sb 125, Ce 144, Ag 110m, I 129, Ru-Rh 106  
LD : Limite de détection

Les analyses des prélèvements de **juillet 2010** montrent qu'il y a **2 fois plus d'uranium 238** (spectrométrie de masse) dans les sédiments prélevés dans la **Gaffière en aval** du site nucléaire (3,3 mg/kg sec soit 41,3 Bq/kg sec) par rapport à l'amont (1,5 mg/kg sec soit 18,8 Bq/kg sec). La charge en uranium 238 (évaluée sur le thorium 234) des sédiments de la Gaffière en aval est en diminution (33 Bq/kg sec en juillet 2010), contre 74-81 Bq/kg sec sur l'échantillon prélevé en juillet 2008.

On remarque également que l'activité de l'**uranium 235** est inférieure à la limite de détection dans tous les échantillons de sédiments recueillis en juillet 2010 (< 2,5 à < 3,1 Bq/kg sec) alors qu'il était détecté dans les sédiments prélevés en juillet 2008 dans la Gaffière en aval du site nucléaire (11 +/- 4,7 Bq/kg sec), valeur affinée lors d'un comptage long en septembre 2010 : 6,1 +/- 2,7 Bq/Kg sec.

<sup>18</sup> Dans ce cas, il faudra attendre plusieurs mois pour que l'équilibre se reconstitue (environ 6 mois). Si une partie de l'uranium 238 mesuré dans l'environnement est issu de pollutions industrielles récentes, il est possible que l'activité massique du thorium 234 soit inférieure à celle de l'uranium 238.



## Plomb 210 et béryllium 7

Dans les sédiments de la Gaffière, on notait en juillet 2008 un excès de plomb 210 et de béryllium 7 en aval par rapport à l'amont (facteur 5 et 15).

Dans les échantillons de juillet 2010, les ratio aval / amont sont respectivement de 4 (plomb 210) et 7 (béryllium 7).

La présence de niveaux plus importants de plomb 210 et béryllium 7 dans les sédiments de la Gaffière en aval du site nucléaire par rapport à l'amont est cohérent avec le fait qu'une partie des eaux pluviales du site du Tricastin aboutit au point aval et entraîne ainsi des éléments d'origine atmosphérique<sup>19</sup> qui se déposent à la surface du sol.

L'excès de plomb 210 par rapport au radium 226 dans les sédiments prélevés dans le Lauzon (facteur 2,8) est comparable à celui mesuré dans la Gaffière en aval du site. Il est légèrement plus faible dans la Mayre Girarde (2,4) et le Grand Béal (2,2).

Le béryllium 7 est détecté dans les sédiments de la Mayre Girarde (15,4 Bq/kg sec), et du Lauzon (11,4 Bq/kg sec), mais pas dans le Grand Béal (< 1,6 Bq/kg sec).

Ceci pourrait être lié au fait que la Mayre Girarde est alimentée par des rejets de pompage en nappe d'une pisciculture située au Nord-Ouest du site nucléaire et par la collecte des eaux de ruissellement [IRSN N1, page 21]. Elle est donc a priori plus soumise au dépôt au sol du béryllium 7, radionucléide d'origine cosmogénique, que le grand Béal, alimenté par des prises d'eau dans le Canal Donzère-Mondragon.

## Radionucléides artificiels émetteurs gamma

Les contrôles de juillet 2010 n'ont pas révélé de contamination des sédiments par des radionucléides émetteurs gamma artificiels à l'exception du **césium 137** (2,8 Bq/kg sec dans la Gaffière amont), et 6,0 à 9,3 Bq/kg sec aux autres stations.

Dans le cadre des contrôles de juillet 2008, la CRIIRAD mesurait également dans la Gaffière **2 fois plus de césium 137 en aval** (3,8 Bq/kg sec en amont et 9,9 Bq/kg sec en aval).

L'origine du césium 137 pourrait être liée aux activités nucléaires du site (dont l'utilisation d'uranium de retraitement) ou au reliquat des contaminations anciennes liées à la catastrophe de Tchernobyl et aux retombées des essais nucléaires.

Les différences de granulométrie entre les sédiments peuvent expliquer ces différences entre les stations.

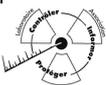
D'autres dosages seraient nécessaires pour rechercher des isotopes émetteurs alpha (plutonium) et bêta (tritium, carbone 14, technétium 99) qui pourraient être présents en excès du fait des activités industrielles du site.

Le dosage des isotopes émetteurs alpha du plutonium est d'autant plus recommandé que l'analyse par spectrométrie gamma effectuée par la CRIIRAD en juillet 2008 révélait des traces d'un autre transuraniens, **l'américium 241** dans les sédiments aval (0,28 +/- 0,32 Bq/kg sec) alors qu'aucun pic n'était visible sur le spectre gamma du sédiment amont (< 0,16 Bq/kg sec). Un recomptage plus long a confirmé la présence de l'américium 241 en aval (0,64 +/- 0,25 Bq/kg sec).

L'américium 241 n'a pas été détecté dans le cadre des échantillonnages de juillet 2010 (< 0,35 à < 0,44 Bq/kg sec).

Nota : le recomptage long effectué en septembre 2010 des sédiments prélevés en juillet 2008 dans la Gaffière en aval du site nucléaire a révélé également une trace de **cobalt 60** (0,51 +/- 0,22 Bq/kg sec), en limite des capacités de quantification.

<sup>19</sup> Le plomb 210 provient de la désintégration du radon 222 associé au radium 226. Il peut être d'origine strictement naturelle mais une contribution anthropique ne peut être exclue dans le cas où des déchets radifères seraient stockés sur le site.



## Dépistage métaux

Les résultats sont regroupés dans le tableau TS 3 ci-dessous.

TS 3 / Sédiments S3 à S7 : dépistage semi quantitatif des métaux (LDA 26)

Code échantillon (cartes)	S3	S4	S5	S6	S7
Code échantillon CRIIRAD	270710A3	220710A8	220710A11	220710A5	220710A3
Localisation	Gaffière Amont	Gaffière Aval immédiat	Mayre Girarde	Grand Béal (aval confluent Gd et Pt Béal)	Lauzon (aval complet)
Opérateur prélèvement	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)
Date prélèvement	27/07/10	22/07/10	22/07/10	22/07/10	22/07/10
TMS 105 °C (LDA) en %	77,3	67,1	62,7	45,4	59,5

Métaux : ordre de grandeur en mg/kg sec / LDA 26

(dépistage semi-quantitatif par mesure d'émission sur torche à plasma ICP)

	mg/kg sec	aval / amont (gaffière)				
Ag	0,3	0,3	0,2	1	0,2	1,0
Al	13 000	7 900	11 000	12 000	9 000	0,6
As	4,7	12	4,8	11	6,5	2,6
B	35	49	43	59	40	1,4
Ba	213	212	247	208	168	1,0
Be	0,8	1,7	1,3	2	1,2	2,1
Ca	104 000	114 000	129 000	80 000	130 000	1,1
Cd	0,2	0,7	0,5	0,6	0,4	3,5
Co	5,9	10	6	12	6,6	1,7
Cr	44	81	98	101	69	1,8
Cu	15	55	39	53	27	3,7
Fe	15 000	26 000	19 000	27 000	18 000	1,7
K	8 900	9 000	8 300	12 000	7 400	1,0
Mg	3 500	4 900	3 700	6 000	3 500	1,4
Mn	216	480	225	241	218	2,2
Mo	0,4	1	0,9	1,3	1	2,5
Na	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ni	16	44	27	49	24	2,8
P	581	1 310	1 951	1 022	970	2,3
Pb	21	38	27	42	24	1,8
S	ND	2 600	3 100	5 500	3 400	ecart
Sb	0,6	1,3	0,8	1,4	0,8	2,2
Se	0,4	2,2	2,5	2,4	1,9	5,5
Si	277 000	153 000	157 000	157 000	173 000	0,6
Sn	7,3	8,4	9,3	16	4,2	1,2
Sr	219	310	293	235	276	1,4
Te	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ti	1 600	1 900	1 800	2 300	1 600	1,2
Tl	0,3	0,5	0,4	0,5	0,3	1,7
U	1,5	3,3	2,1	2,3	3,2	2,2
V	44	75	49	98	51	1,7
Zn	50	752	170	153	294	15,0

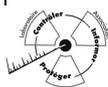
Les mesures effectuées dans les eaux de la Gaffière échantillonnées par la CRIIRAD en juillet 2008 indiquaient que les concentrations de certains métaux étaient significativement supérieures en aval du site nucléaire du Tricastin par rapport à l'amont.

Outre l'uranium c'était le cas également pour le bore (facteur 6,5), le manganèse (facteur 3,6), le sélénium (facteur 3,7) et le zinc (facteur 4,7).

On retrouve dans les sédiments de la Gaffière échantillonnés en juillet 2010 un ratio aval / amont supérieur à 5 pour le **sélénium (5,5)** et le **zinc (15)**. Les valeurs sont de 1,4 pour le bore et 2,2 pour le manganèse. La concentration en **manganèse** des sédiments Gaffière aval est 2 fois supérieure à celle enregistrée aux autres stations.

Le ratio aval / amont est compris entre 3 et 5 pour les éléments cuivre et cadmium et 2 et 3 pour arsenic, béryllium, molybdène, nickel, phosphore, antimoine. On remarque que les teneurs mesurées dans les sédiments aval Gaffière et Grand Béal sont proches.

L'ensemble de ces constats pourrait permettre d'orienter des recherches complémentaires (Rappel : en 2008, la CRIIRAD n'avait pas fait mesurer les métaux dans les sédiments).



## E. PLANTES AQUATIQUES

### Echantillonnage

En juillet 2008, la CRIIRAD avait prélevé 2 espèces de végétaux aquatiques dans la Gaffière en amont du site du Tricastin (Potamots pectinés et Myriophylles) et 3 en aval du site nucléaire (Potamots pectinés, Potamots fluitans et Cératophylles).

La campagne de juillet 2010 a permis de recueillir la même espèce (potamots pectinés) mais en 5 stations.

Pour effectuer des comparaisons fiables, il est préférable en effet de disposer des mêmes espèces car la capacité de fixation des radionucléides contenus dans l'eau peut être variable selon les espèces.

### Éléments radioactifs

Afin d'abaisser les limites de détection, les comptages par spectrométrie gamma ont été effectués au laboratoire de la CRIIRAD après dessiccation en étuve à 45°C.

Les rapports d'essai (résultats exprimés en Bq/kg sec) sont reproduits en annexe 4. Les principaux résultats sont regroupés dans le tableau TP 1 (campagne de 2010) ainsi que les résultats du dosage de l'uranium, par spectrométrie de masse, effectué par le LDA 26 sur les 5 plantes.

TP 1 / Plantes P1 à P5 : résultats de spectrométrie gamma et uranium isotopique

Code échantillon (cartes)	P1	P2	P3	P4	P5
Code échantillon CRIIRAD	220710A15	220710A2	270710A2	220710A7	220710A10
Espèce	Potamots pectinés	Potamots pectinés	Potamots pectinés	Potamots pectinés	Potamots pectinés
Localisation	Canal Donzère (amont)	Canal Donzère (aval)	Gaffière Amont	Gaffière Aval immédiat	Mayre Girarde
Opérateur prélèvement	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)
Date prélèvement	22/07/10	22/07/10	27/07/10	22/07/10	22/07/10

#### Uranium

Uranium 238 (mesure LDA 26) en µg/Kg frais	620 µg/kg sec	730 µg/kg sec	61	200	70
Uranium 235 en % (mesure LDA 26)	0,74	0,72	0,71	0,81	0,69

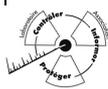
#### Radionucléides émetteurs gamma "naturels" (mesure CRIIRAD)

Thorium 234 - U 238 (Bq/kg sec)	< 20	< 29	< 30	< 37	< 44
Bismuth 214 (Bq/kg sec)	< 4,4	10,6 +/- 2,8	< 10	< 11	< 6
Plomb 210 (Bq/kg sec)	< 10	< 23	< 37	< 22	< 20
Uranium 235 (Bq/kg sec)	< 5	< 6	< 8	< 8	< 9
Actinium 228 (Bq/kg sec)	8,3 +/- 4,1	11,8 +/- 4,8	< 17	11,2 +/- 4,9	< 12
Plomb 212 (Bq/kg sec)	< 3,9	10,5 +/- 1,8	< 4,3	< 1,5	< 2,2
Potassium 40 (Bq/kg sec),	450 +/- 70	710 +/- 90	460 +/- 90	480 +/- 80	970 +/- 130
Beryllium 7 (Bq/kg sec)	20 +/- 7	7,7 +/- 3,7	< 4,9	< 19	< 3,2

#### Radionucléides émetteurs gamma "artificiels" (mesure CRIIRAD)

Césium 137 (Bq/kg sec)	< 0,48	2,0 +/- 0,70	< 0,7	< 0,6	< 0,48
Cobalt 60 (Bq/kg sec)	< 0,35	< 0,17	< 0,47	< 0,47	< 0,45
Américium 241 (Bq/kg sec)	< 0,7	< 0,24	< 1,1	< 1,0	< 0,6
Autres* (Bq/kg sec)	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD

(\* Cs 134, Co 58, Mn 54, Sb 125, Ce 144, Ag 110m, I 129, Ru-Rh 106  
LD : Limite de détection



## Uranium 238

Dans le **canal de Donzère**, on observe une concentration en uranium 238 en aval du site nucléaire (730 µg/kg sec) sensiblement supérieure à celle mesurée en amont (620 µg/kg sec).

En ce qui concerne la **Gaffière**, lors de la campagne de juillet 2008, l'activité massique du thorium 234 dans les plantes collectées en amont était inférieure aux limites de détection tant pour les potamots pectinés (< 260 Bq/kg sec) que pour les myriophylles (< 60 Bq/kg sec).

Un contrôle complémentaire, par spectrométrie de masse, effectué à l'automne 2010 sur certains des échantillons archivés donne une concentration dans les potamots de 180 µg/kg sec en amont.

En aval, on détectait le thorium 234 dans les 3 spécimens étudiés :

- Potamots pectinés (670 +/- 250 Bq/kg sec) et 2 510 µg/kg sec.
- Potamots fluitans (480 +/- 150 Bq/kg sec).
- Cératophylles (610 +/- 90 Bq/kg sec) et 6 840 µg/kg sec.

Ces résultats montraient clairement l'accumulation d'uranium par les plantes aquatiques de la Gaffière en aval du site du Tricastin.

Dans les spécimens de potamots pectinés recueillis en juillet 2010, l'activité du thorium 234 est inférieure aux limites de détection au niveau des 5 stations (< 20 à < 44 Bq/kg sec), y compris dans la Gaffière en aval du site nucléaire (< 37 Bq/kg sec).

Des mesures plus précises (spectrométrie de masse) permettent de détecter et quantifier l'uranium 238.

En juillet 2010, la concentration de l'uranium 238 est comparable dans la Gaffière amont (61 µg/kg frais) et la Mayre Girarde (70 µg/kg frais). Elle est **3 fois supérieure** dans la **Gaffière en aval** du site du Tricastin (200 µg/kg frais). Ceci indique un transfert spécifique d'uranium via la Gaffière.

Ces constatations sont en cohérence avec les ratios aval / amont obtenus en juillet 2010 dans la Gaffière sur l'uranium dans l'eau (facteur 3) et les sédiments (facteur 2).

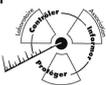
On observe une baisse sensible de la contamination en uranium dans l'eau, les sédiments et les plantes aquatiques de la Gaffière en juillet 2010 par rapport à 2008.

## Radionucléides artificiels émetteurs gamma

Aucun radionucléide artificiel émetteur gamma ne présente une activité supérieure aux limites de détection pour les 5 plantes étudiées, à l'exception du **césium 137** détecté, en limite des capacités de quantification, dans les plantes du **canal de Donzère en aval** des rejets du site nucléaire du Tricastin (2,0 +/- 0,7 Bq/kg sec).

Ceci est cohérent avec les résultats d'une étude effectuée par la CRIIRAD en juin 2007. Le césium 137 était détecté dans les potamots pectinés recueillis dans le Rhône à Saint-Étienne des Sorts en aval de la confluence Rhône canal (4,9 +/- 1,0 Bq/kg sec) mais pas en amont à Donzère (< 1,6 Bq/kg sec).

Ces résultats suggèrent un impact par les rejets radioactifs liquides effectués dans le canal par le site nucléaire du Tricastin et/ou la centrale EDF.



### Tritium organiquement lié

La détermination de l'activité du tritium organiquement lié et du carbone 14 a été effectuée par scintillation liquide pour les stations P3 et P4. Les résultats sont reproduits dans le tableau TP 2 page 26.

Dans les plantes aquatiques collectées dans la Gaffière, l'activité spécifique du tritium organiquement lié est comparable à celle de l'eau.

Elle est légèrement supérieure en aval (7,6 Bq/l d'eau de combustion) par rapport à l'amont (6,0 Bq/l d'eau de combustion), mais ces résultats sont identiques si l'on tient compte des marges d'incertitude.

### Carbone 14

Dans les plantes aquatiques collectées dans la Gaffière, l'activité spécifique du carbone 14 est identique en amont (267 Bq/kg carbone) et en aval (265 Bq/kg carbone) et n'indique pas de transfert notable via la Gaffière.

### Métaux

Les résultats des dépistages métaux sont reproduits dans le tableau TP 2 page 26.

La comparaison des teneurs en métaux dans les plantes de la Gaffière en amont et en aval du site nucléaire du Tricastin indique des teneurs nettement plus élevées en aval (facteur supérieur à 5) pour :

- **Zinc** (facteur 10,4)
- **Manganèse** (facteur 9,6)
- **Tungstène** (facteur 8,0)

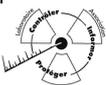
On observe également un écart supérieur ou égal à 2 pour :

- Cobalt (facteur 3,9)
- Aluminium (facteur 3,5)
- Titane (facteur 2,7)
- Chrome (facteur 2,4)
- Cuivre (facteur 2,4)
- Plomb (facteur 2,4)
- Fer (facteur 2,1)
- Cadmium (facteur 2,0).

Les résultats suggèrent également un excès significatif en aval pour le nickel et le vanadium ; ainsi que le molybdène et le sélénium (non détectés en amont).

On remarque pour l'étain des niveaux 5 fois plus élevés dans la Mayre Girarde que dans la Gaffière.

Ces résultats permettront d'orienter des recherches ultérieures sur la migration des éléments chimiques dans le secteur.



TP 2 / Plantes P3 à P5 : uranium (spectrométrie de masse), OBТ, Carbone 14 et métaux

Code échantillon (cartes)	P3	P4	P5
Code échantillon CRIIRAD	270710A2	220710A7	220710A10
Espèce	Potamots pectinés	Potamots pectinés	Potamots pectinés
<b>Localisation</b>	<b>Gaffière Amont</b>	<b>Gaffière Aval immédiat</b>	<b>Mayre Girarde</b>
Opérateur prélèvement	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)	CRIIRAD (CCO)
Date prélèvement	27/7/10 11:50	22/7/10 14:15	22/7/10 15:00
TMS 105 °C (LDA) en %	13,9	16,0	13,4

**Uranium**

Uranium 238 (mesure LDA 26) en µg/Kg frais	61	200	70
Uranium 235 en % (mesure LDA 26)	0,71	0,81	0,69

**Tritium Organiquement Lié (OBТ)**

Tritium (Bq/l d'eau de combustion), mesure RCD	6,0 +/- 1,0	7,6 +/- 1,0	Non recherché
Tritium (Bq/kg sec), mesure RCD	2,5 +/- 0,4	2,9 +/- 0,4	Non recherché

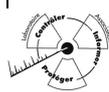
**Carbone 14**

Carbone 14 (Bq/kg carbone), mesure RCD	267 +/- 2,3	265 +/- 2,3	Non recherché
Carbone 14 (Bq/kg sec), mesure RCD	101 +/- 5,1	95,3 +/- 4,8	Non recherché

**Métaux : ordre de grandeur en mg/kg frais / LDA 26**

**(dépistage semi-quantitatif par mesure d'émission sur torche à plasma ICP)**

	mg/kg frais	mg/kg frais	mg/kg frais	aval / amont (gaffière)
Ag	ND	0,06	ND	
Al	188,0	649,5	229,2	3,5
As	0,23	0,41	0,16	1,8
B	32,0	38,0	124,0	1,2
Ba	9,80	12,70	7,29	1,3
Be	ND	ND	ND	
Cd	0,01	0,02	0,01	2,0
Co	0,19	0,75	0,19	3,9
Cr	0,92	2,18	1,07	2,4
Cu	0,64	1,52	0,62	2,4
Fe	271,0	557,5	200,5	2,1
Mn	12,80	123,3	24,30	9,6
Mo	ND	0,14	0,11	
Ni	0,57	1,04	0,59	1,8
Pb	0,27	0,64	0,41	2,4
Sb	0,02	0,02	0,02	1,0
Se	ND	0,20	0,12	
Sn	0,05	0,08	0,42	1,6
Te	0,29	ND	ND	
Ti	5,60	15,20	8,40	2,7
Tl	ND	0,01	ND	
U	0,061	0,20	0,07	3,3
V	0,75	1,34	0,44	1,8
W	0,01	0,08	ND	8,0
Zn	3,50	36,40	9,00	10,4



Rédaction : Bruno Chareyron, ingénieur en physique nucléaire, responsable du laboratoire.

### **Bibliographie**

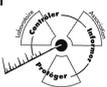
[CRIIRAD N1] « *Note CRIIRAD N°08-147 / Version V1 : Résultats et interprétation des analyses radiologiques et physico-chimiques réalisées à l'initiative de la CRIIRAD suite à la fuite intervenue sur le site SOCATRI (AREVA, TRICASTIN) le 7-8 juillet 2008* ».

[CRIIRAD L1] Rapport N°07-106 / Contrôles radiométriques au droit d'un gisement uranifère non exploité / Communes d'Aigaliers et Serviers-Labaume (30) / Mission effectuée par le laboratoire de la CRIIRAD à la demande de l'association Vivre / B Chareyron, Janvier 2008.

[IRSN N0] : Etat de la surveillance environnementale et bilan du marquage des nappes phréatiques et des cours d'eau autour des sites nucléaires et des entreposages anciens de déchets radioactifs / Rapport pour le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire / 15 septembre 2008

[IRSN N1] Etude sur l'origine du marquage par l'uranium dans la nappe alluviale de la plaine du Tricastin / DEI 2010-004 / septembre 2009.

[IRSN N2] Radioactivité des eaux de forage autour du site de Tricastin-Pierrelatte / Note technique DEI/SESURE N°2008-06 / IRSN, AREVA, DDASS du Vaucluse / 10 juin 2008.



## ANNEXE 1

### Agréments du laboratoire de la CRIIRAD

Le laboratoire de la CRIIRAD est agréé par l'Autorité de Sûreté Nucléaire pour les mesures de radioactivité de l'environnement. La portée détaillée de l'agrément est disponible sur le site internet de l'Autorité de sûreté nucléaire.

Une liste actualisée<sup>20</sup> est présentée ci-dessous :

1 / Matrice **eaux** : émetteurs gamma d'énergie inférieure à 100 keV et d'énergie supérieure à 100 keV (agrément valable jusqu'au 30/06/2015) et tritium (agrément valable jusqu'au 30/06/2014).

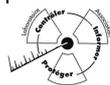
2 / Matrice **sols** : émetteurs gamma d'énergie supérieure à 100 keV (agrément valable jusqu'au 10/7/2011), uranium et descendants, thorium et descendants, Ra 226 et descendants, Ra 228 et descendants (agrément valable jusqu'au 30/06/2015).

3 / Matrices **biologiques** : émetteurs gamma d'énergie inférieure à 100 keV et d'énergie supérieure à 100 keV (agrément valable jusqu'au 30/06/2014).

4 / Matrices **gaz** : émetteurs gamma d'énergie inférieure à 100 keV et d'énergie supérieure à 100 keV et gaz halogénés (agrément valable jusqu'au 01/02/2012).

En outre, le laboratoire de la CRIIRAD est agréé pour la mesure du radon dans les lieux ouverts au public (niveaux 1 A, 1 B et 2 ; validité jusqu'au 15 septembre 2011).

<sup>20</sup> Liste détaillée disponible sur le site de l'ASN. La liste des laboratoires agréés pour les mesures de la radioactivité de l'environnement, mise à jour à la date du 1er août 2010, avec les dates de validité de leurs agréments est établie conformément à l'arrêté du 11 août 2006 (JO du 24 septembre 2006) et aux décisions de l'ASN n°2007-DC-023 du 29 janvier 2007, n°2007-DC-0064 du 10 juillet 2007, DEP-0009-2008-PRESIDENT du 28 janvier 2008, DEP-DEU-0544-2008 du 09/07/08, n°2008-DC-0120 du 16 décembre 2008, DEP-DEU-0099-2009 du 06 février 2009, DEP-DEU-0373-2009 du président du 23 juin 2009, DEP-DEU-0704-2009 et DEP-DEU-0705-2009 du 8 décembre 2009, CODEP-DEU-2010-031543, CODEP-DEU-2010-031549 et CODEP-DEU-2010-031551 du 15 juin 2010 (bulletin officiel de l'ASN).



## **ANNEXE 2**

### **Centrale nucléaire EDF du TRICASTIN**

#### **Exemples d'incidents ayant conduit**

#### **à la dispersion incontrôlée de tritium dans la nappe**

Extraits du rapport : [IRSN N0] : Etat de la surveillance environnementale et bilan du marquage des nappes phréatiques et des cours d'eau autour des sites nucléaires et des entreposages anciens de déchets radioactifs / Rapport pour le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire / 15 septembre 2008

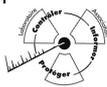
## **CENTRE NUCLEAIRE DE PRODUCTION D'ELECTRICITE (CNPE) DU TRICASTIN**

### **evenements principaux lies a des rejets**

- Entre 1984 et 2001, des pollutions par du tritium ont été observées à de nombreuses reprises au niveau de dix piézomètres situés à l'intérieur de l'enceinte géotechnique. Plusieurs origines (réseau de galeries au sol, cuvelages CEX, réservoirs d'effluents avant rejet) ont été identifiées et traitées. Le pompage de la nappe à l'intérieur de l'enceinte conduit à la résorption des pollutions.
- En 1991, la surveillance des nappes souterraines et des eaux superficielles a permis de détecter une pollution jusqu'à 60 000 Bq/L de tritium. La cause était une fuite survenue lors d'une vidange d'un réservoir de stockage des effluents avant rejet ; il ne reste plus de trace de cette pollution en 2008.

Les incidents suivants ont également contribué à la pollution de l'enceinte géotechnique.

- En mai 2000, lors du contrôle bihebdomadaire de surveillance des eaux du sous-sol interne à l'enceinte géotechnique, une augmentation de l'activité de tritium a été détectée (195 Bq/L) sur le puits n°41. Un contrôle des points réglementaires de surveillance de la nappe phréatique externe n'a pas révélé d'activité due au tritium. L'origine de cet événement est une fuite localisée d'une tuyauterie de transfert d'effluents entre le bâtiment des auxiliaires nucléaires et le système de rejet des effluents. L'analyse de l'eau a montré une activité volumique de 650 Bq/L dans le puits n°41 et de 94 000 à 260 000 Bq/L à proximité du bâtiment des pompes de rejet.
- En avril 2001, une augmentation de l'activité de tritium a été détectée en plusieurs points de surveillance du sous-sol interne à l'enceinte géotechnique. L'origine de l'incident est un débordement des puisards d'effluents secondaires dans les cuvelages des condenseurs des réacteurs n° 3 et 4. Ces effluents ont une activité volumique de tritium conséquente (environ 8 000 Bq/L) due aux fuites du circuit primaire vers le circuit secondaire (inétanchéité des tubes des générateurs de vapeur).
- En août 2001, l'activité de tritium a de nouveau augmenté dans l'un des points de surveillance des eaux du sous-sol interne à l'enceinte géotechnique. L'activité de tritium est passée de 33 à 620 Bq/L en trois jours dans le puits n°41. L'origine de cet incident est la présence d'eau tritiée dans les caniveaux de transit d'effluents radioactifs liquides. L'infiltration de cette eau dans le sous-sol à travers les structures en béton des caniveaux, a entraîné l'augmentation de l'activité de tritium.



# CENTRE NUCLEAIRE DE PRODUCTION D'ELECTRICITE (CNPE) DU TRICASTIN

## Résultats de la surveillance

Entre 1984 et 2001, des pollutions par du tritium ont été observées à de nombreuses reprises dans dix piézomètres situés à l'intérieur de l'enceinte géotechnique. Plusieurs origines (réseau de galeries, cuvelages, réservoirs d'effluents avant rejet) ont été identifiées et traitées. Le pompage de la nappe à l'intérieur de l'enceinte conduit à la résorption des pollutions. Ainsi, en 1991, une fuite lors d'une vidange d'une bache de stockage d'effluents a généré une pollution par du tritium (activité maximale : quelques milliers de becquerels par litre) ; en 2008, il ne reste plus de traces de cette pollution.

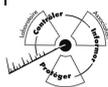
En 2005 et 2007, des activités maximales de tritium de 4 100 Bq/L puis 1900 Bq/L ont été observées. L'origine, un défaut d'étanchéité d'un réservoir d'effluents radioactifs notamment, a été identifiée et traitée. L'activité observée dans la nappe a diminué en deçà de 100 Bq/L.

En février 2008, une activité de 100 Bq/L à 150 Bq/L a été détectée dans la nappe à l'intérieur de l'enceinte. Des investigations sont en cours.



Rapport pour le HTCISN - 15 septembre 2008 - Mise à jour du 13 novembre 2008

186/204



## ANNEXE 3

### Site nucléaire du TRICASTIN

#### Exemples d'incidents ayant conduit à la dispersion incontrôlée d'uranium dans l'atmosphère

S'agissant des incidents ayant conduit, sur le site du Tricastin à des rejets importants d'uranium à l'atmosphère on relèvera par exemple dans le rapport du Haut-Commissaire à l'énergie Atomique du 23 octobre 1998 :

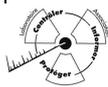
« *L'incident du **23 juin 1986** survenu sur un flexible ayant libéré de l'hexafluorure d'uranium naturel et ayant entraîné une légère contamination atmosphérique évaluée à 130 Bq/m<sup>3</sup> à l'extérieur des bâtiments* ». Une contamination en uranium de 130 Bq/m<sup>3</sup> correspond en fait à une valeur 13 million de fois supérieure au niveau<sup>21</sup> naturel.

Ce rapport indique en outre:

« *Il convient de signaler également l'importante fuite survenue en **1977** sur un conteneur d'hexafluorure d'uranium à l'Établissement COMURHEX (relâchement de **plusieurs tonnes d'UF6** avec décomposition en fluorure d'hydrogène – HF et oxyfluorure solide – UO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>). Cet incident a eu un impact sur le site de l'Établissement COGEMA du fait de l'entraînement atmosphérique. Il n'en subsiste aucune trace détectable aujourd'hui, vraisemblablement par suite de la lixiviation et **de l'entraînement de l'uranium vers les eaux souterraines et de surface*** ».

Par ailleurs, un ancien salarié du site nucléaire du Tricastin a indiqué à la CRIIRAD avoir été le témoin en **1966** d'un incident à l'Usine Moyenne, avec alarmes des détecteurs de radioactivité. Il mentionne « *de mémoire* » : « *la colonne du pilote avait pété* ». La colonne du pilote contenait environ une tonne d'UF6 liquide. L'incident aurait conduit à la dispersion d'un « *nuage d'UF6 cristallisé* ». « *Au bout d'une demi-heure, l'ordre surprenant est tombé : il ne s'est rien passé* ».

<sup>21</sup> La concentration moyenne en uranium 238 dans l'environnement de l'usine FBFC (AREVA) de Romans-sur-Isère est par exemple selon AREVA inférieure à 0,000 01 Bq/m<sup>3</sup>.



## ANNEXE 4

### Rapports d'essai du laboratoire de la CRIIRAD

#### (spectrométrie gamma)

Eau souterraine N2 / Analyse préliminaire + Filtre + Concentré

Eau souterraine N3 / Analyse préliminaire + Filtre + Concentré

Eau souterraine N7 / Analyse préliminaire

Eau souterraine N8 / Analyse préliminaire

Eau de surface E3 / Analyse préliminaire + Filtre + Concentré

Eau de surface E4 / Analyse préliminaire + Filtre + Concentré

Eau de surface E5 / Analyse préliminaire + Filtre + Concentré

Recomptage sédiments aval Gaffière de juillet 2008

Sédiments S3 Gaffière amont (< 2 mm, sec)

Sédiments S4 Gaffière aval (< 2 mm, sec)

Sédiments S5 Mayre Girarde (< 2 mm, sec)

Sédiments S6 Grand Béal (< 2 mm, sec)

Sédiments S7 Lauzon (< 2 mm, sec)

Plantes aquatiques P1 Canal de Donzère amont / Potamots pectinés

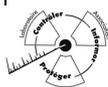
Plantes aquatiques P2 Canal de Donzère aval / Potamots pectinés

Plantes aquatiques P2 Canal de Donzère aval / Potamots pectinés (second comptage)

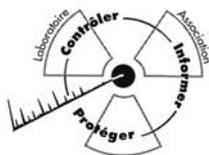
Plantes aquatiques P3 Gaffière amont / Potamots pectinés

Plantes aquatiques P4 Gaffière aval / Potamots pectinés

Plantes aquatiques P5 Mayre Girarde / Potamots pectinés



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Déflecteur semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25380-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude Tricastin  
Code Prélèvement N2  
Code Enregistrement 260710D2  
N° d'analyse C 25380  
Nature de l'échantillon Eau souterraine (Préliminaire)

Lieu de prélèvement Reynaud Pascal

#### Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime  
471 avenue Victor Hugo  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 30 juillet 2010

#### Prélèvement

Date et heure de prélèvement 26/07/2010 12:40  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 27/07/2010  
Délai avant analyse (j) 0

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 27/07/2010 9:20  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais  
Masse analysée (g) 567,71  
Temps de comptage (s) 1 800

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)

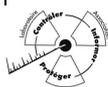
Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>	
Radon 222	18 ± 6
Le Radon 222 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214	
Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <
Iode 131**	< 0,48

Activités ramenées à la date de prélèvement

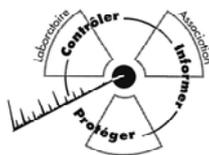
Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Détektecteur semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25437-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude Tricastin  
Code Prélèvement N2  
Code Enregistrement 260710D2  
N° d'analyse B 25437  
Nature de l'échantillon Eau souterraine (Filtres)

Lieu de prélèvement Reynaud Pascal (7)  
Localisation du prélèvement Forage

Code de l'unité territoriale (NUTS) FR712

#### Prélèvement

Date de prélèvement 26/07/2010  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 27/07/2010  
Délai avant analyse (j) 29

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 24/08/2010  
Géométrie de comptage Pétri  
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais  
Masse analysée (g) 10357,59  
Temps de comptage (s) 57 265

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>	
Thorium 234**	< 0,16
Radium 226***	< 0,016
Plomb 214	< 0,023
Bismuth 214	< 0,016
Plomb 210**	< 0,21

<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>	
Uranium 235	< 0,050

<b>Chaîne du Thorium 232</b>	
Actinium 228	< 0,05
Plomb 212	< 0,012
Thallium 208	< 0,011

Potassium 40	< 0,22
Béryllium 7	< 0,028

Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <
Césium 137	< 0,0042
Césium 134	< 0,0034
Cobalt 58	< 0,0046
Cobalt 60	< 0,0035
Manganèse 54	< 0,0040
Antimoine 125	< 0,010
Iode 131**	< 0,044
Cérium 144	< 0,022
Argent 110m	< 0,0038
Américium 241**	< 0,006
Iode 129	< 0,0049
Ruthénium 106	< 0,035

Activités ramenées à la date de prélèvement

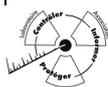
\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

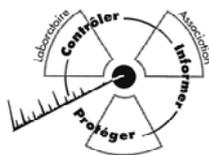
\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON  
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Détektecteur semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25495-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude Tricastin  
Code Prélèvement N2  
Code Enregistrement 260710D2  
N° d'analyse B 25495  
Nature de l'échantillon Eau souterraine (Concentrée)

Lieu de prélèvement Reynaud Pascal (7)  
Localisation du prélèvement Forage

Code de l'unité territoriale (NUTS) FR712

#### Prélèvement

Date de prélèvement 26/07/2010  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 27/07/2010  
Délai avant analyse (j) 60

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 24/09/2010  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais  
Masse analysée (g) 10357,59  
Temps de comptage (s) 262 367

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>	
Thorium 234**	< 0,29
Radium 226***	< 0,017
Plomb 214	< 0,017
Bismuth 214	< 0,018
Plomb 210**	< 0,08
<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>	
Uranium 235	< 0,034
<b>Chaîne du Thorium 232</b>	
Actinium 228	< 0,025
Plomb 212	< 0,009
Thallium 208	< 0,005
Potassium 40	< 0,23
Béryllium 7	< 0,018
Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <
Césium 137	< 0,0024
Césium 134	< 0,0022
Cobalt 58	< 0,0038
Cobalt 60	< 0,0019
Manganèse 54	< 0,0025
Antimoine 125	< 0,007
Iode 131**	< 0,39
Cérium 144	< 0,016
Argent 110m	< 0,0026
Américium 241**	< 0,0046
Iode 129	< 0,0042
Ruthénium 106	< 0,022

Activités ramenées à la date de prélèvement

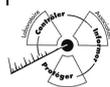
\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

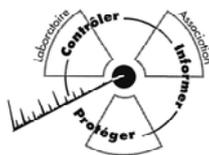
\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON  
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Décteur semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25382-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude Tricastin  
Code Prélèvement N3  
Code Enregistrement 270710A1  
N° d'analyse B 25382  
Nature de l'échantillon Eau forage EDF (Préliminaire)

Lieu de prélèvement Delauzun André

#### Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime  
471 avenue Victor Hugo  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 30 juillet 2010

#### Prélèvement

Date et heure de prélèvement 27/07/2010 14:35  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 27/07/2010  
Délai avant analyse (j) 0

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 27/07/2010 16:20  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais  
Masse analysée (g) 550,2  
Temps de comptage (s) 1 800

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)

**Eléments radioactifs naturels\***      Activité et incertitude ou limite de  
détection si <

Chaîne de l'Uranium 238			
Radon 222	13,9	±	4,9

Le Radon 222 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214

**Eléments radioactifs artificiels**      Activité et incertitude ou limite de  
détection si <

Iode 131**	<		0,50
------------	---	--	------

Activités ramenées à la date de prélèvement

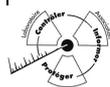
Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

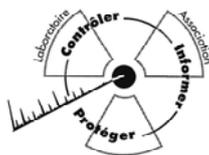
\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

**Stéphane PATRIGEON**  
Technicien de laboratoire

**Bruno CHAREYRON**  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

### Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime  
471 avenue Victor Hugo  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 31 août 2010

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Détektecteur semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25442-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude Tricastin  
Code Prélèvement N3  
Code Enregistrement 270710A1  
N° d'analyse B 25442  
Nature de l'échantillon Eau souterraine (Filtres)

#### Prélèvement

Date de prélèvement 27/07/2010  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 27/07/2010  
Délai avant analyse (j) 30

Lieu de prélèvement Delauzun André (7)  
Localisation du prélèvement EDF

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 25/08/2010  
Géométrie de comptage Pétri  
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais  
Masse analysée (g) 10118,44  
Temps de comptage (s) 55 608

Code de l'unité territoriale (NUTS) FR712

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>	
Thorium 234**	< 0,09
Radium 226***	< 0,016
Plomb 214	< 0,026
Bismuth 214	< 0,016
Plomb 210**	< 0,09
<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>	
Uranium 235	< 0,05
<b>Chaîne du Thorium 232</b>	
Actinium 228	< 0,08
Plomb 212	< 0,014
Thallium 208	< 0,007
Potassium 40	< 0,23
Béryllium 7	< 0,029
Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <
Césium 137	< 0,0043
Césium 134	< 0,0035
Cobalt 58	< 0,0050
Cobalt 60	< 0,0034
Manganèse 54	< 0,0042
Antimoine 125	< 0,011
Iode 131**	< 0,043
Cérium 144	< 0,022
Argent 110m	< 0,0043
Américium 241**	< 0,006
Iode 129	< 0,005
Ruthénium 106	< 0,039

Activités ramenées à la date de prélèvement

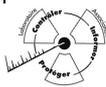
\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

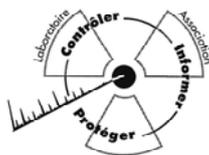
\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON  
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
DéTECTEUR semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25494-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude Tricastin  
Code Prélèvement N3  
Code Enregistrement 270710A1  
N° d'analyse C 25494  
Nature de l'échantillon Eau souterraine (Concentré)

Lieu de prélèvement Delauzun André (7)  
Localisation du prélèvement EDF

Code de l'unité territoriale (NUTS) FR712

#### Prélèvement

Date de prélèvement 27/07/2010  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 27/07/2010  
Délai avant analyse (j) 60

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 24/09/2010  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais  
Masse analysée (g) 10118,44  
Temps de comptage (s) 230 740

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>	
Thorium 234**	< 0,18
Radium 226***	< 0,016
Plomb 214	< 0,016
Bismuth 214	< 0,020
Plomb 210**	< 0,08
<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>	
Uranium 235	< 0,08
<b>Chaîne du Thorium 232</b>	
Actinium 228	< 0,043
Plomb 212	< 0,009
Thallium 208	< 0,010
Potassium 40	< 0,18
Béryllium 7	< 0,016
Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <
Césium 137	< 0,0024
Césium 134	< 0,0020
Cobalt 58	< 0,0036
Cobalt 60	< 0,0019
Manganèse 54	< 0,0023
Antimoine 125	< 0,005
Iode 131**	< 0,29
Cérium 144	< 0,012
Argent 110m	< 0,0024
Américium 241**	< 0,0028
Iode 129	< 0,0033
Ruthénium 106	< 0,021

Activités ramenées à la date de prélèvement

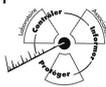
\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

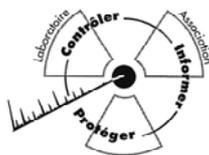
\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON  
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Décteur semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25387-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude Tricastin  
Code Prélèvement N7  
Code Enregistrement 280710C2  
N° d'analyse C 25387  
Nature de l'échantillon Eau forage AEP (Préliminaire)

Lieu de prélèvement Régnier

#### Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime  
471 avenue Victor Hugo  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 30 juillet 2010

#### Prélèvement

Date et heure de prélèvement 28/07/2010 12:30  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 29/07/2010  
Délai avant analyse (j) 0

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 29/07/2010 9:32  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais  
Masse analysée (g) 578,86  
Temps de comptage (s) 1 800

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)

**Eléments radioactifs naturels\***      Activité et incertitude ou limite de  
détection si <

Chaîne de l'Uranium 238	
Radon 222	26 ± 8

Le Radon 222 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214

**Eléments radioactifs artificiels**      Activité et incertitude ou limite de  
détection si <

Iode 131**	< 0,47
------------	--------

Activités ramenées à la date de prélèvement

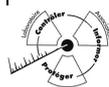
Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

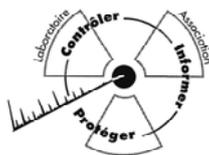
\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

**Stéphane PATRIGEON**  
Technicien de laboratoire

**Bruno CHAREYRON**  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Détekteur semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25385-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude Tricastin  
Code Prélèvement N8  
Code Enregistrement 280710C3  
N° d'analyse C 25385  
Nature de l'échantillon Eau AEP (Préliminaire)

Lieu de prélèvement Hay

#### Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime  
471 avenue Victor Hugo  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 30 juillet 2010

#### Prélèvement

Date et heure de prélèvement 28/07/2010 14:25  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 28/07/2010  
Délai avant analyse (j) 0

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 28/07/2010 17:18  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais  
Masse analysée (g) 550,77  
Temps de comptage (s) 1 800

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)

**Eléments radioactifs naturels\***      Activité et incertitude ou limite de détection si <

Chaîne de l'Uranium 238			
Radon 222	7,0 ±		3,1

Le Radon 222 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214

**Eléments radioactifs artificiels**      Activité et incertitude ou limite de détection si <

Iode 131**	<		0,25
------------	---	--	------

Activités ramenées à la date de prélèvement

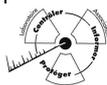
Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

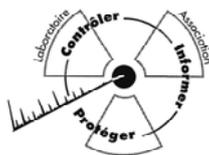
\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

**Stéphane PATRIGEON**  
Technicien de laboratoire

**Bruno CHAREYRON**  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Détektur semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N°25374-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude Tricastin  
Code Prélèvement E3  
Code Enregistrement 220710A13  
N° d'analyse C 25374  
Nature de l'échantillon Eau (Préliminaire)

Lieu de prélèvement Gaffière amont

#### Prélèvement

Date et heure de prélèvement 22/07/2010 15:50  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 23/07/2010  
Délai avant analyse (j) 0

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 23/07/2010 12:01  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais  
Masse analysée (g) 552,86  
Temps de comptage (s) 1 800

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)

**Eléments radioactifs naturels\***      Activité et incertitude ou limite de détection si <

Chaîne de l'Uranium 238		
Radon 222	<	17

Le Radon 222 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214

**Eléments radioactifs artificiels**      Activité et incertitude ou limite de détection si <

Iode 131**	<	0,37
------------	---	------

Activités ramenées à la date de prélèvement

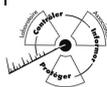
Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

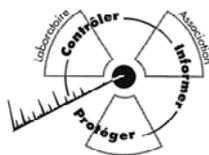
\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

**Stéphane PATRIGEON**  
Technicien de laboratoire

**Bruno CHAREYRON**  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

### Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime  
471 avenue Victor Hugo  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 27 août 2010

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Détections semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25430-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude TRICASTIN  
  
Code Prélèvement E3  
Code Enregistrement 220710A13  
N° d'analyse B 25430  
  
Nature de l'échantillon Eau de surface  
(Filtres)

Lieu de prélèvement Gaffière amont (7)

Code de l'unité territoriale (NUTS) FR712

#### Prélèvement

Date de prélèvement 22/07/2010  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 23/07/2010  
Délai avant analyse (j) 29

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 20/08/2010  
Géométrie de comptage Pétri  
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais  
Masse analysée (g) 10758,05  
Temps de comptage (s) 231 558

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>	
Thorium 234**	< 0,041
Radium 226***	< 0,012
Plomb 214	< 0,013
Bismuth 214	< 0,012
Plomb 210**	< 0,06
<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>	
Uranium 235	< 0,024
<b>Chaîne du Thorium 232</b>	
Actinium 228	< 0,028
Plomb 212	< 0,006
Thallium 208	< 0,0039
Potassium 40	< 0,19
Béryllium 7	< 0,015

Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <
Césium 137	< 0,0020
Césium 134	< 0,0017
Cobalt 58	< 0,0023
Cobalt 60	< 0,0016
Manganèse 54	< 0,0019
Antimoine 125	< 0,0049
Iode 131**	< 0,021
Cérium 144	< 0,010
Argent 110m	< 0,0019
Américium 241**	< 0,0028
Iode 129	< 0,0024
Ruthénium 106	< 0,017

Activités ramenées à la date de prélèvement

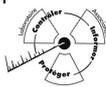
\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

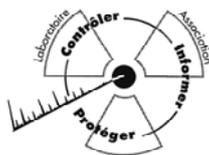
\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON  
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

### Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime  
471 avenue Victor Hugo  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 20 septembre 2010

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Détections semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25479-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude Tricastin  
Code Prélèvement E3  
Code Enregistrement 220710A13  
N° d'analyse B 25479  
Nature de l'échantillon Eau de surface (Concentré)

#### Prélèvement

Date de prélèvement 22/07/2010  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 25/07/2010  
Délai avant analyse (j) 55

Lieu de prélèvement Gaffière amont

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 17/09/2010  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais  
Masse analysée (g) 10758,05  
Temps de comptage (s) 235 491

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>	
Thorium 234**	< 0,07
Radium 226***	< 0,015
Plomb 214	< 0,017
Bismuth 214	< 0,015
Plomb 210**	< 0,07
<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>	
Uranium 235	< 0,033
<b>Chaîne du Thorium 232</b>	
Actinium 228	< 0,023
Plomb 212	< 0,009
Thallium 208	< 0,005
Potassium 40	< 0,22
Béryllium 7	< 0,018
Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <
Césium 137	< 0,0027
Césium 134	< 0,0022
Cobalt 58	< 0,0039
Cobalt 60	< 0,0020
Manganèse 54	< 0,0025
Antimoine 125	< 0,007
Iode 131**	< 0,31
Cérium 144	< 0,016
Argent 110m	< 0,0025
Américium 241**	< 0,0046
Iode 129	< 0,0043
Ruthénium 106	< 0,023

Activités ramenées à la date de prélèvement

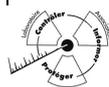
\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

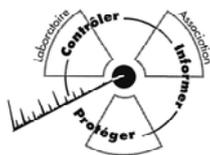
\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON  
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Décteur semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N°25372-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude Tricastin  
Code Prélèvement E4  
Code Enregistrement 220710A6  
N° d'analyse C 25372  
Nature de l'échantillon Eau (Préliminaire)

Lieu de prélèvement Gaffière aval immédiat

#### Prélèvement

Date et heure de prélèvement 22/07/2010 14:15  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 23/07/2010  
Délai avant analyse (j) 0

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 23/07/2010 11:16  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais  
Masse analysée (g) 557,24  
Temps de comptage (s) 1 800

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)

##### Eléments radioactifs naturels\*

Activité et incertitude ou limite de  
détection si <

##### Chaîne de l'Uranium 238

Radon 222	<	9
-----------	---	---

Le Radon 222 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214

##### Eléments radioactifs artificiels

Activité et incertitude ou limite de  
détection si <

Iode 131**	<	0,26
------------	---	------

Activités ramenées à la date de prélèvement

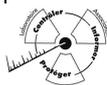
Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

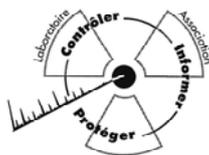
\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON  
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

### Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime  
471 avenue Victor Hugo  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 31 août 2010

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Détections semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25426-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude Tricastin  
Code Prélèvement E4  
Code Enregistrement 220710A6  
N° d'analyse C 25426

Nature de l'échantillon Eau (Filtres)

Lieu de prélèvement Gaffière aval immédiat (7)

Code de l'unité territoriale (NUTS) FR712

#### Prélèvement

Date de prélèvement 22/07/2010  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 23/07/2010  
Délai avant analyse (j) 28

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 19/08/2010  
Géométrie de comptage Pétri  
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais  
Masse analysée (g) 10372,35  
Temps de comptage (s) 55 758

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>	
Thorium 234**	< 0,15
Radium 226***	< 0,017
Plomb 214	< 0,017
Bismuth 214	< 0,019
Plomb 210**	< 0,07
<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>	
Uranium 235	< 0,06
<b>Chaîne du Thorium 232</b>	
Actinium 228	< 0,036
Plomb 212	< 0,030
Thallium 208	< 0,010
Potassium 40	< 0,25
Béryllium 7	< 0,022
Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <
Césium 137	< 0,0037
Césium 134	< 0,0027
Cobalt 58	< 0,0038
Cobalt 60	< 0,0030
Manganèse 54	< 0,0028
Antimoine 125	< 0,008
Iode 131**	< 0,032
Cérium 144	< 0,015
Argent 110m	< 0,0030
Américium 241**	< 0,0032
Iode 129	< 0,0033
Ruthénium 106	< 0,031

Activités ramenées à la date de prélèvement

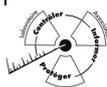
\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

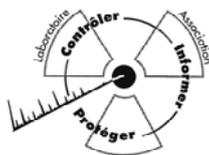
\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON  
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Détektecteur semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25477-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude Tricastin  
Code Prélèvement E4  
Code Enregistrement 220710A6  
N° d'analyse B 25477

Nature de l'échantillon Eau de surface (concentré)

Lieu de prélèvement Gaffière aval immédiat (7)

Code de l'unité territoriale (NUTS) FR712

#### Prélèvement

Date de prélèvement 22/07/2010  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 25/08/2010  
Délai avant analyse (j) 21

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 15/09/2010  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais  
Masse analysée (g) 10372,35  
Temps de comptage (s) 194 237

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>	
Thorium 234**	< 0,12
Radium 226***	< 0,016
Plomb 214	< 0,019
Bismuth 214	< 0,016
Plomb 210**	< 0,08

<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>	
Uranium 235	< 0,039

<b>Chaîne du Thorium 232</b>	
Actinium 228	< 0,027
Plomb 212	< 0,009
Thallium 208	< 0,006

Potassium 40	< 0,23
Béryllium 7	< 0,020

Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <
Césium 137	< 0,0029
Césium 134	< 0,0026
Cobalt 58	< 0,0043
Cobalt 60	< 0,0022
Manganèse 54	< 0,0027
Antimoine 125	< 0,008
Iode 131**	< 0,29
Cérium 144	< 0,018
Argent 110m	< 0,0028
Américium 241**	< 0,005
Iode 129	< 0,0048
Ruthénium 106	< 0,025

Activités ramenées à la date de prélèvement

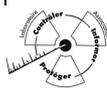
\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

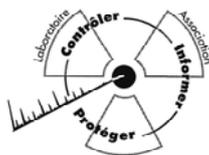
\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON  
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Détektur semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N°25373-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude Tricastin  
Code Prélèvement E5  
Code Enregistrement 220710A9  
N° d'analyse B 25373  
Nature de l'échantillon Eau (Préliminaire)

Lieu de prélèvement Mayre Girard

#### Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime  
471 avenue Victor Hugo  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 30 juillet 2010

#### Prélèvement

Date et heure de prélèvement 22/07/2010 15:00  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 23/07/2010  
Délai avant analyse (j) 0

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 23/07/2010 11:30  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais  
Masse analysée (g) 564,38  
Temps de comptage (s) 1 800

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>	
Radon 222	< 9
Le Radon 222 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214	
<b>Eléments radioactifs artificiels</b>	
Iode 131**	< 0,40

Activités ramenées à la date de prélèvement

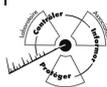
Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

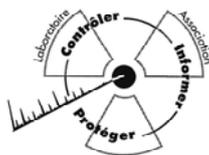
\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON  
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

### Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime  
471 avenue Victor Hugo  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 31 août 2010

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Détektecteur semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25425-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude Tricastin  
Code Prélèvement E5  
Code Enregistrement 220710A9  
N° d'analyse B 25425

Nature de l'échantillon Eau (Filtres)

Lieu de prélèvement Mayre Girard (7)

Code de l'unité territoriale (NUTS) FR712

#### Prélèvement

Date de prélèvement 22/07/2010  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 23/07/2010  
Délai avant analyse (j) 28

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 19/08/2010  
Géométrie de comptage Pétri  
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais  
Masse analysée (g) 10490,67  
Temps de comptage (s) 67 965

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>	
Thorium 234**	< 0,14
Radium 226***	< 0,030
Plomb 214	< 0,031
Bismuth 214	< 0,030
Plomb 210**	< 0,11

<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>	
Uranium 235	< 0,045

<b>Chaîne du Thorium 232</b>	
Actinium 228	< 0,025
Plomb 212	< 0,008
Thallium 208	< 0,007

Potassium 40	< 0,21
Béryllium 7	< 0,028

Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <
Césium 137	< 0,0038
Césium 134	< 0,0032
Cobalt 58	< 0,0044
Cobalt 60	< 0,0028
Manganèse 54	< 0,0037
Antimoine 125	< 0,010
Iode 131**	< 0,035
Cérium 144	< 0,020
Argent 110m	< 0,0034
Américium 241**	< 0,005
Iode 129	< 0,0045
Ruthénium 106	< 0,032

Activités ramenées à la date de prélèvement

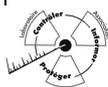
\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

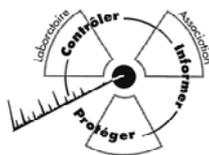
\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON  
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

### Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime  
471 avenue Victor Hugo  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 23 septembre 2010

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Détecteur semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25481-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude Tricastin  
Code Prélèvement E5  
Code Enregistrement 220710A9  
N° d'analyse B 25481  
Nature de l'échantillon Eau (concentré)

Lieu de prélèvement Mayre Girard (7)

Code de l'unité territoriale (NUTS) FR712

#### Prélèvement

Date de prélèvement 22/07/2010  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 23/07/2010  
Délai avant analyse (j) 60

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 20/09/2010  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais  
Masse analysée (g) 10490,67  
Temps de comptage (s) 226 342

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>	
Thorium 234**	< 0,07
Radium 226***	< 0,016
Plomb 214	< 0,018
Bismuth 214	< 0,016
Plomb 210**	< 0,08
<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>	
Uranium 235	< 0,036
<b>Chaîne du Thorium 232</b>	
Actinium 228	< 0,024
Plomb 212	< 0,009
Thallium 208	< 0,005
Potassium 40	< 0,23
Béryllium 7	< 0,019
Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <
Césium 137	< 0,0027
Césium 134	< 0,0023
Cobalt 58	< 0,0041
Cobalt 60	< 0,0019
Manganèse 54	< 0,0027
Antimoine 125	< 0,007
Iode 131**	< 0,42
Cérium 144	< 0,017
Argent 110m	< 0,0026
Américium 241**	< 0,0047
Iode 129	< 0,0045
Ruthénium 106	< 0,024

Activités ramenées à la date de prélèvement

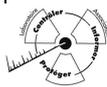
\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

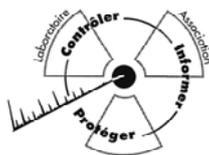
\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON  
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Détections semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25472-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude : SOCATRI incident  
Référence Client : Association CRIIRAD  
Code Prélèvement : S2  
Code Enregistrement : 090708B4  
N° d'analyse : C 25472

Nature de l'échantillon : Sédiments superficiels fins (couleur noire)

Taux de matière sèche : 41,1%

Lieu de prélèvement : S2 Aval site SOCATRI (84)  
Localisation du prélèvement : Ruisseau : La Gaffière  
Sud site TRICASTIN  
50 cm aval buse (droite) pluviales  
FR826

Code de l'unité territoriale (NUTS) : FR826

#### Prélèvement

Date et heure de prélèvement : 09/07/2008 16:15  
Opérateur de prélèvement : Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement : Godet sur perche

#### Pré-traitement

Date de préparation : 16/07/2008  
Délai avant analyse (j) : 789  
Conditions de préparation : Dessiccation à 105 °C  
Fraction < 2 mm

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure : 13/09/2010 9:16  
Géométrie de comptage : MAR500CC  
Etat de l'échantillon à l'analyse : Sec  
Masse analysée (g) : 371,06  
Temps de comptage (s) : 300 000

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme sec (Bq/kg sec)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <		
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>			
Thorium 234**	81	±	12
Radium 226***	20,7	±	2,6
Plomb 214	21,4	±	2,6
Bismuth 214	20,1	±	2,6
Plomb 210**	207	±	24
<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>			
Uranium 235	6,1	±	2,7
<b>Chaîne du Thorium 232</b>			
Actinium 228	23,3	±	3,5
Plomb 212	24,7	±	2,8
Thallium 208	8,0	±	1,1
Potassium 40	284	±	33
Béryllium 7	<		0,40
Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <		
Césium 137	9,2	±	1,1
Césium 134	<		0,10
Cobalt 58	<		120
Cobalt 60	0,51	±	0,22
Manganèse 54	<		0,34
Antimoine 125	<		0,25
Iode 131**	<		29 000 000
Cérium 144	<		2,0
Argent 110m	<		0,47
Américium 241**	0,64	±	0,25
Iode 129	<		0,10
Ruthénium 106	<		2,1

Activités ramenées à la date de prélèvement

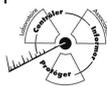
\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

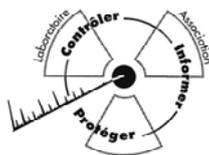
\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON  
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

### Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime  
471 avenue Victor Hugo  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 31 août 2010

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
DéTECTEUR semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25432-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude Tricastin

Code Prélèvement S3  
Code Enregistrement 270710A3  
N° d'analyse B 25432

Nature de l'échantillon Sédiments

Taux de matière sèche 63,8%

Lieu de prélèvement Gaffière amont (7)

Code de l'unité territoriale (NUTS) FR712

#### Prélèvement

Date de prélèvement 27/07/2010  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 19/08/2010  
Délai avant analyse (j) 4

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 23/08/2010  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Sec  
Masse analysée (g) 633,11  
Temps de comptage (s) 29 272

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme sec (Bq/kg sec)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <		
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>			
Thorium 234**	21	±	7
Radium 226***	17,5	±	2,7
Plomb 214	18,7	±	2,8
Bismuth 214	16,4	±	2,6
Plomb 210**	21	±	7
<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>			
Uranium 235	<		2,5
<b>Chaîne du Thorium 232</b>			
Actinium 228	17,6	±	3,3
Plomb 212	20,9	±	2,8
Thallium 208	6,8	±	1,1
Potassium 40	201	±	29
Béryllium 7	4,4	±	2,2
Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <		
Césium 137	2,8	±	0,7
Césium 134	<		0,16
Cobalt 58	<		0,21
Cobalt 60	<		0,13
Manganèse 54	<		0,17
Antimoine 125	<		0,44
Iode 131**	<		1,6
Cérium 144	<		1,1
Argent 110m	<		0,17
Américium 241**	<		0,35
Iode 129	<		0,31
Ruthénium 106	<		1,7

Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

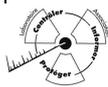
\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214.

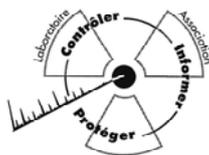
Il s'agit d'une évaluation par défaut, le comptage ayant été effectué sans attendre le délai nécessaire à la mise en équilibre.

Stéphane PATRIGEON  
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

### Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime  
471 avenue Victor Hugo  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 13 septembre 2010

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Détections semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25449-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude	TRICASTIN
Code Prélèvement	S4
Code Enregistrement	220710A8
N° d'analyse	B 25449
Nature de l'échantillon	Sédiments
Taux de matière sèche	42,3%
Lieu de prélèvement	Gaffière aval immédiat (7)
Localisation du prélèvement	S4
Code de l'unité territoriale (NUTS)	FR712

#### Prélèvement

Date de prélèvement	22/07/2010
Opérateur de prélèvement	Laboratoire de la CRIIRAD
Mode de prélèvement	Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation	26/08/2010
Délai avant analyse (j)	4

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure	30/08/2010
Géométrie de comptage	Marinelli
Etat de l'échantillon à l'analyse	Sec
Masse analysée (g)	553,24
Temps de comptage (s)	29 860

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme sec (Bq/kg sec)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <		
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>			
Thorium 234**	33	±	10
Radium 226***	27,2	±	3,8
Plomb 214	27,9	±	3,9
Bismuth 214	26,5	±	3,8
Plomb 210**	89	±	16
<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>			
Uranium 235	<		2,9
<b>Chaîne du Thorium 232</b>			
Actinium 228	28,8	±	4,7
Plomb 212	26,0	±	3,4
Thallium 208	8,4	±	1,3
Potassium 40	195	±	29
Béryllium 7	33	±	6
Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <		
Césium 137	6,5	±	1,1
Césium 134	<		0,17
Cobalt 58	<		0,26
Cobalt 60	<		0,15
Manganèse 54	<		0,22
Antimoine 125	<		0,6
Iode 131**	<		5
Cérium 144	<		1,3
Argent 110m	<		0,21
Américium 241**	<		0,41
Iode 129	<		0,37
Ruthénium 106	<		1,9

Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

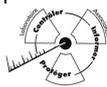
\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214.

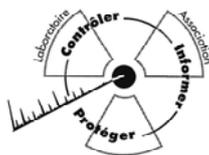
Il s'agit d'une évaluation par défaut, le comptage ayant été effectué sans attendre le délai nécessaire à la mise en équilibre.

**Stéphane PATRIGEON**  
Technicien de laboratoire

**Bruno CHAREYRON**  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

### Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime  
471 avenue Victor Hugo  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 31 août 2010

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
DéTECTEUR semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25438-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude Tricastin

Code Prélèvement S5  
Code Enregistrement 220710A11  
N° d'analyse B 25438

Nature de l'échantillon Sédiments

Taux de matière sèche 40,1%

Lieu de prélèvement Mayre Girard (7)

Code de l'unité territoriale (NUTS) FR712

#### Prélèvement

Date de prélèvement 22/07/2010  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 20/08/2010  
Délai avant analyse (j) 5

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 25/08/2010  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Sec  
Masse analysée (g) 491,98  
Temps de comptage (s) 29 524

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme sec (Bq/kg sec)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <		
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>			
Thorium 234**	37	±	11
Radium 226***	24,9	±	3,7
Plomb 214	25,9	±	3,8
Bismuth 214	23,8	±	3,6
Plomb 210**	59	±	13
<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>			
Uranium 235	<		3,1
<b>Chaîne du Thorium 232</b>			
Actinium 228	23,7	±	4,4
Plomb 212	27,0	±	3,6
Thallium 208	8,2	±	1,4
Potassium 40	185	±	29
Béryllium 7	15,4	±	4,5
Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <		
Césium 137	6,0	±	1,1
Césium 134	<		0,19
Cobalt 58	<		0,27
Cobalt 60	<		0,21
Manganèse 54	<		0,25
Antimoine 125	<		0,6
Iode 131**	<		3,5
Cérium 144	<		1,4
Argent 110m	<		0,23
Américium 241**	<		0,44
Iode 129	<		0,39
Ruthénium 106	<		2,1

Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

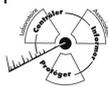
\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214.

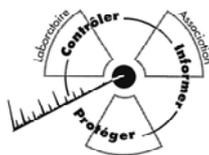
Il s'agit d'une évaluation par défaut, le comptage ayant été effectué sans attendre le délai nécessaire à la mise en équilibre.

**Stéphane PATRIGEON**  
Technicien de laboratoire

**Bruno CHAREYRON**  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

### Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime  
471 avenue Victor Hugo  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 31 août 2010

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Détections semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25443-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude Tricastin  
Code Prélèvement S6  
Code Enregistrement 220710A5  
N° d'analyse B 25443

Nature de l'échantillon Sédiments

Taux de matière sèche 32,4%

Lieu de prélèvement Grand Béal (7)

Code de l'unité territoriale (NUTS) FR712

#### Prélèvement

Date de prélèvement 22/07/2010  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 23/08/2010  
Délai avant analyse (j) 3

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 26/08/2010  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Sec  
Masse analysée (g) 528,83  
Temps de comptage (s) 30 654

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme sec (Bq/kg sec)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <		
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>			
Thorium 234**	25	±	9
Radium 226***	24,6	±	3,6
Plomb 214	26,0	±	3,7
Bismuth 214	23,1	±	3,5
Plomb 210**	55	±	12
<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>			
Uranium 235	<		2,8
<b>Chaîne du Thorium 232</b>			
Actinium 228	23,9	±	4,2
Plomb 212	28,9	±	3,8
Thallium 208	8,8	±	1,4
Potassium 40	236	±	34
Béryllium 7	<		1,6
Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <		
Césium 137	9,3	±	1,5
Césium 134	<		0,18
Cobalt 58	<		0,25
Cobalt 60	<		0,14
Manganèse 54	<		0,22
Antimoine 125	<		0,6
Iode 131**	<		3,9
Cérium 144	<		1,3
Argent 110m	<		0,21
Américium 241**	<		0,42
Iode 129	<		0,36
Ruthénium 106	<		1,9

Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

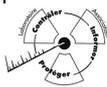
\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214.

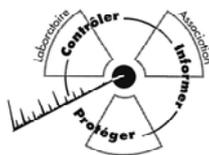
Il s'agit d'une évaluation par défaut, le comptage ayant été effectué sans attendre le délai nécessaire à la mise en équilibre.

Stéphane PATRIGEON  
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

### Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime  
471 avenue Victor Hugo  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 13 septembre 2010

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
DéTECTEUR semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25448-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude TRICASTIN

Code Prélèvement S7  
Code Enregistrement 220710A3  
N° d'analyse C 25448

Nature de l'échantillon Sédiments

Taux de matière sèche 38,1%

Lieu de prélèvement Lauzon (7)  
Localisation du prélèvement S7

Code de l'unité territoriale (NUTS) FR712

#### Prélèvement

Date de prélèvement 22/07/2010  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 24/08/2010  
Délai avant analyse (j) 6

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 30/08/2010  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Sec  
Masse analysée (g) 469,53  
Temps de comptage (s) 29 669

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme sec (Bq/kg sec)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <		
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>			
Thorium 234**	42	±	12
Radium 226***	30,0	±	4,4
Plomb 214	30,7	±	4,4
Bismuth 214	29,4	±	4,4
Plomb 210**	83	±	15
<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>			
Uranium 235	<		3,0
<b>Chaîne du Thorium 232</b>			
Actinium 228	39	±	7
Plomb 212	37,0	±	4,7
Thallium 208	12,0	±	1,9
Potassium 40	290	±	42
Béryllium 7	11,4	±	3,9
Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <		
Césium 137	7,0	±	1,3
Césium 134	<		0,16
Cobalt 58	<		0,24
Cobalt 60	<		0,19
Manganèse 54	<		0,19
Antimoine 125	<		0,46
Iode 131**	<		4,5
Cérium 144	<		1,1
Argent 110m	<		0,20
Américium 241**	<		0,36
Iode 129	<		0,31
Ruthénium 106	<		1,6

Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

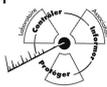
\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214.

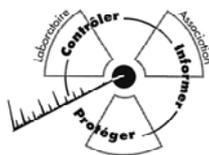
Il s'agit d'une évaluation par défaut, le comptage ayant été effectué sans attendre le délai nécessaire à la mise en équilibre.

**Stéphane PATRIGEON**  
Technicien de laboratoire

**Bruno CHAREYRON**  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

### Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime  
471 avenue Victor Hugo  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 08 septembre 2010

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Déflecteur semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25453-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude TRICASTIN

Code Prélèvement P1  
Code Enregistrement 220710A15  
N° d'analyse B 25453

Nature de l'échantillon Plantes aquatiques  
Potamots pectinés

Lieu de prélèvement Canal amont (7)

Code de l'unité territoriale (NUTS) FR712

#### Prélèvement

Date de prélèvement 22/07/2010  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 26/08/2010  
Délai avant analyse (j) 6

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 31/08/2010  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Sec  
Masse analysée (g) 111,3  
Temps de comptage (s) 86 080

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme sec (Bq/kg sec)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <	
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>		
Thorium 234**	<	20
Radium 226***	7,1 ±	2,8
Plomb 214	7,1 ±	2,8
Bismuth 214	<	4,4
Plomb 210**	<	10
<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>		
Uranium 235	<	5
<b>Chaîne du Thorium 232</b>		
Actinium 228	8,3 ±	4,1
Plomb 212	<	3,9
Thallium 208	<	2,1
Potassium 40	450 ±	70
Béryllium 7	20 ±	7
Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <	
Césium 137	<	0,48
Césium 134	<	0,37
Cobalt 58	<	0,6
Cobalt 60	<	0,35
Manganèse 54	<	0,43
Antimoine 125	<	1,1
Iode 131**	<	12
Cérium 144	<	2,5
Argent 110m	<	0,44
Américium 241**	<	0,7
Iode 129	<	0,7
Ruthénium 106	<	3,8

Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

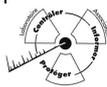
\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214.

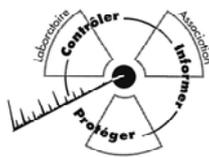
Il s'agit d'une évaluation par défaut, le comptage ayant été effectué sans attendre le délai nécessaire à la mise en équilibre.

Stéphane PATRIGEON  
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

### Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime  
471 avenue Victor Hugo  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 08 septembre 2010

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Détekteur semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25454-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude TRICASTIN

Code Prélèvement P2  
Code Enregistrement 220710A2  
N° d'analyse B 25454

Nature de l'échantillon Plantes aquatiques  
Potamots pectinés

Lieu de prélèvement Aval canal (7)

Code de l'unité territoriale (NUTS) FR712

#### Prélèvement

Date de prélèvement 22/07/2010  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 30/08/2010  
Délai avant analyse (j) 3

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 01/09/2010  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Sec  
Masse analysée (g) 128,78  
Temps de comptage (s) 55 448

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme sec (Bq/kg sec)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <	
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>		
Thorium 234**	<	29
Radium 226***	8,7 ±	3,0
Plomb 214	9,1 ±	3,1
Bismuth 214	8,4 ±	2,9
Plomb 210**	<	34
<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>		
Uranium 235	<	6
<b>Chaîne du Thorium 232</b>		
Actinium 228	16 ±	5
Plomb 212	7,9 ±	2,2
Thallium 208	3,4 ±	1,2
Potassium 40	490 ±	80
Béryllium 7	<	22
Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <	
Césium 137	<	2,8
Césium 134	<	0,42
Cobalt 58	<	0,7
Cobalt 60	<	0,36
Manganèse 54	<	0,5
Antimoine 125	<	1,2
Iode 131**	<	15
Cérium 144	<	2,8
Argent 110m	<	0,48
Américium 241**	<	0,8
Iode 129	<	0,8
Ruthénium 106	<	4,5

Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

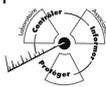
\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214.

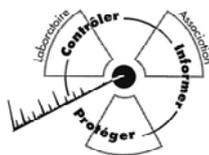
Il s'agit d'une évaluation par défaut, le comptage ayant été effectué sans attendre le délai nécessaire à la mise en équilibre.

Stéphane PATRIGEON  
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

### Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime  
471 avenue Victor Hugo  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 20 septembre 2010

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Détections semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25478-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude TRICASTIN

Code Prélèvement P2  
Code Enregistrement 220710A2  
N° d'analyse C 25478

Nature de l'échantillon Plantes aquatiques  
Potamots pectinés

Lieu de prélèvement Aval canal (7)

Code de l'unité territoriale (NUTS) FR712

#### Prélèvement

Date de prélèvement 22/07/2010  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 30/08/2010  
Délai avant analyse (j) 19

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 17/09/2010  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Sec  
Masse analysée (g) 128,78  
Temps de comptage (s) 235 604

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme sec (Bq/kg sec)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <	
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>		
Thorium 234**	<	37
Radium 226***	10,8 ±	2,7
Plomb 214	10,9 ±	2,5
Bismuth 214	10,6 ±	2,8
Plomb 210**	<	23
<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>		
Uranium 235	<	7
<b>Chaîne du Thorium 232</b>		
Actinium 228	11,8 ±	4,8
Plomb 212	10,5 ±	1,8
Thallium 208	3,0 ±	1,2
Potassium 40	710 ±	90
Béryllium 7	7,7 ±	3,7
<b>Eléments radioactifs artificiels</b>		
Activité et incertitude ou limite de détection si <		
Césium 137	2,0 ±	0,7
Césium 134	<	0,17
Cobalt 58	<	0,31
Cobalt 60	<	0,17
Manganèse 54	<	0,21
Antimoine 125	<	0,48
Iode 131**	<	22
Cérium 144	<	1,0
Argent 110m	<	0,20
Américium 241**	<	0,24
Iode 129	<	0,30
Ruthénium 106	<	1,8

Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

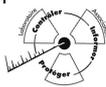
\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214.

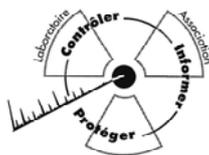
Il s'agit d'une évaluation par défaut, le comptage ayant été effectué sans attendre le délai nécessaire à la mise en équilibre.

**Stéphane PATRIGEON**  
Technicien de laboratoire

**Bruno CHAREYRON**  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Déflecteur semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N°25451-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude TRICASTIN  
Code Prélèvement P3  
Code Enregistrement 270710A2  
N° d'analyse B 25451

Nature de l'échantillon Plantes aquatiques

Lieu de prélèvement Gaffière amont (7)

Code de l'unité territoriale (NUTS) FR712

#### Prélèvement

Date de prélèvement 27/07/2010  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 20/08/2010  
Délai avant analyse (j) 11

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 30/08/2010  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Sec  
Masse analysée (g) 73,84  
Temps de comptage (s) 85 720

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme sec (Bq/kg sec)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <	
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>		
Thorium 234**	<	30
Radium 226***	<	10
Plomb 214	<	11
Bismuth 214	<	10
Plomb 210**	<	37
<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>		
Uranium 235	<	8
<b>Chaîne du Thorium 232</b>		
Actinium 228	<	17
Plomb 212	<	4,3
Thallium 208	<	3,1
Potassium 40	460 ±	90
Béryllium 7	<	4,9
Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <	
Césium 137	<	0,7
Césium 134	<	0,5
Cobalt 58	<	0,8
Cobalt 60	<	0,47
Manganèse 54	<	0,6
Antimoine 125	<	1,6
Iode 131**	<	11
Cérium 144	<	3,7
Argent 110m	<	0,6
Américium 241**	<	1,1
Iode 129	<	1,1
Ruthénium 106	<	6

Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

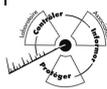
\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214.

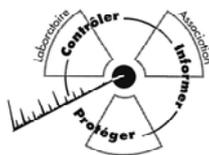
Il s'agit d'une évaluation par défaut, le comptage ayant été effectué sans attendre le délai nécessaire à la mise en équilibre.

**Stéphane PATRIGEON**  
Technicien de laboratoire

**Bruno CHAREYRON**  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

### Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime  
471 avenue Victor Hugo  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 31 août 2010

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
DéTECTEUR semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N°25444-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude TRICASTIN

Code Prélèvement P4  
Code Enregistrement 220710A7  
N° d'analyse B 25444

Nature de l'échantillon Plantes aquatiques  
Potamot pectiné

Lieu de prélèvement Gaffière aval immédiat (7)

Code de l'unité territoriale (NUTS) FR712

#### Prélèvement

Date de prélèvement 22/07/2010  
Opérateur de prélèvement Laboratoire de la CRIIRAD  
Mode de prélèvement Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation 23/08/2010  
Délai avant analyse (j) 4  
Conditions de préparation Séchage à l'air libre

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 26/08/2010  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Sec  
Masse analysée (g) 102,18  
Temps de comptage (s) 55 922

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme sec (Bq/kg sec)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <	
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>		
Thorium 234**	<	37
Radium 226***	9,1 ±	3,4
Plomb 214	9,1 ±	3,4
Bismuth 214	<	11
Plomb 210**	<	22
<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>		
Uranium 235	<	8
<b>Chaîne du Thorium 232</b>		
Actinium 228	11,2 ±	4,9
Plomb 212	<	1,5
Thallium 208	<	2,0
Potassium 40	480 ±	80
Béryllium 7	<	19
Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <	
Césium 137	<	0,6
Césium 134	<	0,50
Cobalt 58	<	0,8
Cobalt 60	<	0,47
Manganèse 54	<	0,6
Antimoine 125	<	1,6
Iode 131**	<	11
Cérium 144	<	3,3
Argent 110m	<	0,5
Américium 241**	<	1,0
Iode 129	<	1,0
Ruthénium 106	<	5

Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

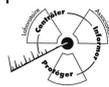
\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214.

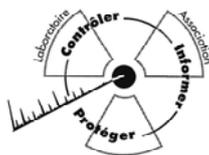
Il s'agit d'une évaluation par défaut, le comptage ayant été effectué sans attendre le délai nécessaire à la mise en équilibre.

**Stéphane PATRIGEON**  
Technicien de laboratoire

**Bruno CHAREYRON**  
Responsable du laboratoire



## LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



Site internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)  
E-mail : [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

### Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime  
471 avenue Victor Hugo  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 31 août 2010

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur [www.criirad.org](http://www.criirad.org).

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Détections semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

### RAPPORT D'ESSAI N° 25450-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

#### Identification de l'échantillon analysé

Etude	TRICASTIN
Code Prélèvement	P5
Code Enregistrement	220710A10
N° d'analyse	C 25450
Nature de l'échantillon	Plantes aquatiques Potamots pectinés
Lieu de prélèvement	Mayre Girard (7)
Code de l'unité territoriale (NUTS)	FR712

#### Prélèvement

Date de prélèvement	22/07/2010
Opérateur de prélèvement	Laboratoire de la CRIIRAD
Mode de prélèvement	Non précisé

#### Pré-traitement

Date de préparation	24/08/2010
Délai avant analyse (j)	7
Conditions de préparation	Séchage à l'air libre

#### Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure	30/08/2010
Géométrie de comptage	Marinelli
Etat de l'échantillon à l'analyse	Sec
Masse analysée (g)	111,59
Temps de comptage (s)	55 504

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

#### Activités exprimées en Becquerels par kilogramme sec (Bq/kg sec)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <	
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>		
Thorium 234**	<	44
Radium 226***	<	4,9
Plomb 214	<	4,9
Bismuth 214	<	6
Plomb 210**	<	20
<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>		
Uranium 235	<	9
<b>Chaîne du Thorium 232</b>		
Actinium 228	<	12
Plomb 212	<	2,2
Thallium 208	<	2,1
Potassium 40	970 ±	130
Béryllium 7	<	3,2
Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <	
Césium 137	<	0,48
Césium 134	<	0,38
Cobalt 58	<	0,6
Cobalt 60	<	0,45
Manganèse 54	<	0,45
Antimoine 125	<	1,0
Iode 131**	<	11
Cérium 144	<	2,2
Argent 110m	<	0,42
Américium 241**	<	0,6
Iode 129	<	0,7
Ruthénium 106	<	4,1

Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

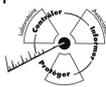
\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214.

Il s'agit d'une évaluation par défaut, le comptage ayant été effectué sans attendre le délai nécessaire à la mise en équilibre.

**Stéphane PATRIGEON**  
Technicien de laboratoire

**Bruno CHAREYRON**  
Responsable du laboratoire



# ANNEXE 5

## Rapports d'essai du laboratoire EICHROM

### Eau de forage N2 (1 page)



eichrom EUROPE  
Parc de Lormandière - Bât. C  
Ave Marlyse Bastié - Campus de Ker Lann  
35170 Bruz - FRANCE



Les Laboratoires Eichrom sont agréés pour la réalisation des analyses de radioactivité des paramètres du contrôle sanitaire des eaux et par l'Autorité de Sécurité Nucléaire pour les mesures de radioactivité de l'environnement.  
(Portées détaillées communiquées sur demande).

CRIIRAD  
M. Bruno CHAREYRON  
Immeuble Le Cime  
471, av. Victor Hugo  
26000 Valence  
France

### RAPPORT D'ESSAIS N° 9901-46084

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais

Code client : LAB075 - N° commande : 1008050091L-610EHT	Date de prélèvement : 26/07/2010
Référence échantillon : 260710D2	Lieu de prélèvement : N2
Matrice : EAU / Forage	
Date de réception : 09/08/2010	

Paramètre	Méthode	Unité	Résultat	Incertitude absolue ( $\pm$ ) avec $k=2$	Limite de Détection (LD)	Date de préparation	Date de mesure	COFRAC
U-234	NF M-60-805-5	Bq.L <sup>-1</sup>	0,344	0,024	0,002	26/08/2010	30/08/2010	OUI
U-238	NF M-60-805-5	Bq.L <sup>-1</sup>	0,279	0,021	0,002	26/08/2010	30/08/2010	OUI
Ra-226	Méthode interne	Bq.L <sup>-1</sup>	< LD		0,019	25/08/2010	27/08/2010	OUI
Ra-228	Méthode interne	Bq.L <sup>-1</sup>	0,035	0,014	0,018	30/08/2010	02/09/2010	OUI
Pb-210	Méthode interne	Bq.L <sup>-1</sup>	< LD		0,024	19/08/2010	21/08/2010	OUI
Po-210	NF M-60-808	Bq.L <sup>-1</sup>	< LD		0,002	31/08/2010	01/09/2010	OUI
DTI	Arrêté du 01/09/03	mSv/an	0,039	/	/	/	/	OUI

#### Remarques :

La radioactivité naturelle de l'eau est inférieure à la référence qualité de la dose totale indicative (DTI) de 0,1 mSv.an<sup>-1</sup>.  
(Circulaire N°DGS/EA4/2007/232 du 13 juin 2007).



Accréditation n°1-1550  
Portée disponible sur  
www.cofrac.fr

L'accréditation par le COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation, repérés par la mention "OUI".  
La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.

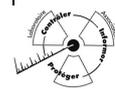
Edité à Bruz, le 10/09/2010

Benoît DANIEL  
Responsable Technique

Tél. : + 33 (0)2 23 50 13 80 - Fax + 33 (0)2 23 50 13 90

E-mail : eichromlab@eichrom.com - www.eichromlab.com  
SAS au capital de 250.000 euros - SIRET : 413 699 091 00026  
APE 7120 B - TVA INTRA-COMMUNAUTAIRE : FR 36 413 699 091

Page 1/1  
ENR.03.02/09



## ANNEXE 6

### Rapports d'essai du laboratoire RCD

### Dosage du tritium (OBT) et C14 dans 2 plantes aquatiques (2 pages)

# R C<sup>14</sup> D RadioCarbon Dating

The Old Stables  
East Lockinge  
Wantage  
Oxon, OX12 8QY

Measurement of <sup>3</sup>H and <sup>14</sup>C

for

M Bruno Chareyron  
CRIIRAD  
Laboratoire d'Analyse  
Le Cime  
471 Avenue Victor Hugo  
26000 Valence  
France

5<sup>th</sup> October 2010

## 1.0 Analysis Required

Measurements of OBT and  $^{14}\text{C}$  in dried aquatic plants.

## 2.0 Chemical Processing for OBT and $^{14}\text{C}$

An aliquot of each sample (between 12 and 15g) was combusted in pure oxygen in a high pressure combustion bomb to produce  $\text{CO}_2$ , and  $\text{H}_2\text{O}$ . The  $\text{H}_2\text{O}$  was collected in an acetone/dry ice trap during gas removal and vacuum distillation and was ready for direct liquid scintillation counting without further treatment. Weighing of the sample aliquot prior to combustion and of the water collected enabled the total  $^3\text{H}$  in the original weight to be related to the measured  $^3\text{H}$  specific activity. The  $\text{CO}_2$  produced was collected in liquid nitrogen and converted to benzene for measurement of the  $^{14}\text{C}$  through the stages of  $\text{C}_2\text{H}_2$  and lithium carbide.

## 3.0 Counting

4 ml aliquots of the produced water samples were made up for counting and counted in a Wallac Quantulus liquid scintillation counter, optimised for low level counting, in association with both background and standard samples. Error terms given on the activity results represent the full estimated replicate sample reproducibility.

The benzene produced from the  $\text{CO}_2$  was made up with butyl-pbd scintillant and counted in a Wallac Quantulus liquid scintillation counter alongside standard (NBS Oxalic acid/ ANU sucrose) and background samples.

## 4.0 Results

The results are given in the table below:

RCD-Ref	Sample Ref	Tritium Activity Measured Bq/litre of collected $\text{H}_2\text{O}$	Tritium Activity Deduced Bq/kg dry material	C-14 Activity (Bq/kg carbon)	C-14 Activity (Bq/kg dry weight)
T-12135	270710	$6.0 \pm 1.0$	$2.5 \pm 0.4$		
R-7495	A2			$267 \pm 2.3$	$101 \pm 5.1$
T-12136	270710	$7.6 \pm 1.0$	$2.9 \pm 0.4$		
R-7496	A7			$265 \pm 2.3$	$95.3 \pm 4.8$

RL Otlet/AJ Walker  
 RCD-RadioCarbon Dating  
 The Old Stables  
 East Lockinge  
 Wantage, Oxon, OX12 8QY

5<sup>th</sup> October 2010

