

INSTITUT NATIONAL DE LA SANTÉ
ET DE LA RECHERCHE MÉDICALE



RADIOACTIVITÉ NATURELLE
DE 250 SOURCES
HYDROMINÉRALES FRANÇAISES

Par M. L. REMY et P. PELLERIN

recherche et

information

EN SANTÉ PUBLIQUE

RAPPORT SCPRI N° 117

Aucun des éléments présentés dans ce travail ne peut être publié, diffusé ou repris
sous quelque forme que ce soit sans en citer l'origine.

RADIOACTIVITÉ NATURELLE DE 250 SOURCES HYDROMINÉRALES FRANÇAISES

M. L. REMY et P. PELLERIN

Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants (*)
(I. N. S. E. R. M.)

I. — INTRODUCTION

Les sources thermales françaises inventoriées sont au nombre de 1 400, sur lesquelles 1 000 sources, environ, sont exploitées.

La radioactivité des eaux thermales n'a pas fait, dans notre pays, l'objet d'études systématiques si l'on excepte les travaux de LEPAPE en 1924 [1]. Comme l'a souligné notamment ROUBAULT [2, 3], la plupart des valeurs, dont il était fait état jusqu'à présent, dataient du début du siècle. Les mesures, qui avaient été effectuées avec un appareillage ancien, ne portaient généralement que sur l'évaluation de la teneur des eaux en radon, dans des conditions souvent assez mal définies, lorsqu'on ne se contentait pas des simples qualifications de « faiblement radioactive, radioactive, très radioactive ». Ainsi s'explique, notamment, le peu d'indications précises concernant la radioactivité des sources inventoriées en 1961 dans les *Annales des Mines* [4]. Un certain nombre de sources ou de stations isolées ont cependant fait l'objet d'études très complètes depuis 1946 [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

L'arrêté du 7 septembre 1967 (*J. O.* du 30 septembre 1967), révisant l'article L 25-1 du code de la Santé publique (eaux potables), intègre le niveau de radioactivité parmi les critères de potabilité, et la circulaire du 15 mars

(*) S.C.P.R.I., B.P. n° 35, 78-Le Vésinet.

1962, relative aux instructions générales concernant les eaux d'alimentation, a été complétée en conséquence le 8 septembre 1967 (*J.O.* du 30 septembre 1967). D'autre part, la mesure de la radioactivité a été prévue par le Secrétariat Permanent pour l'Etude des Problèmes de l'Eau (Délégation à l'Aménagement du Territoire), dans sa note du 27 janvier 1967 relative à l'inventaire du degré de pollution des eaux superficielles.

Dans le cadre des analyses chimiques et bactériologiques systématiques des sources hydrominérales conduites par le Laboratoire national de la Santé publique (*), il a paru intéressant d'adoindre la mesure de leur radioactivité, pour laquelle le Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants dispose d'un équipement très complet.

Le présent travail, qui groupe les résultats des mesures de radioactivité des 250 premières sources étudiées en collaboration avec le Docteur NINARD (*), n'a donc qu'un caractère provisoire, et l'étude de la totalité des sources se poursuit.

Il ne comporte d'autre part, pour l'instant, que l'étude des éléments radioactifs naturels à longues périodes (uranium naturel, radium 226, et thorium naturel). En effet, pour qu'elle soit significative, la détermination du radon 222 devra être effectuée ultérieurement aux griffons. Il apparaît d'ailleurs que la contamination interne de l'homme par le radon et ses descendants est pratiquement négligeable, comme l'ont montré les vérifications effectuées par le Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants sur les vaporariums de Luchon [6, 7], alors que l'irradiation directe par le rayonnement alpha du radon pendant les traitements thermaux est certainement plus importante [5].

La teneur en potassium naturel a été établie dans chaque cas afin de permettre la détermination de l'activité du potassium 40 dont l'abondance naturelle est connue. Parallèlement, la teneur en sodium a été déterminée pour confirmer le degré de minéralisation des eaux dont il représente, avec le potassium, l'un des principaux éléments.

Précisons enfin que la radioactivité artificielle de ces sources, liée en particulier à une éventuelle contamination par les retombées radioactives atmosphériques, s'est avérée négligeable, si on la compare notamment à celle, déjà très faible, des eaux de ruissellement.

(*) Laboratoire national de la Santé publique et de l'Académie de Médecine.

II. — RAPPEL DES CARACTÈRES ESSENTIELS DE LA RADIOACTIVITÉ NATURELLE DES EAUX

Les trois grandes familles de radio-éléments naturels sont celles du thorium, de l'actinium, et de l'uranium. La désintégration de ces chefs de file donne naissance à trois chaînes classiques de descendants radioactifs qui aboutissent chacune à un isotope stable du plomb.

Nous ne rappellerons, dans le tableau I, que les étapes essentielles de la désintégration de l'uranium 238 pour situer celles du radium 226 et du radon 222. En effet, de la famille du thorium, seul ce dernier est à retenir dans le cadre de ce travail. Quant à l'uranium 235 (famille de l'actinium), dont l'abondance naturelle est connue (0,718 % de l'uranium naturel), sa concentration peut être déduite des valeurs données dans les tableaux IV à VIII par simple calcul. Le tableau II rappelle la composition du mélange qui constitue ce que l'on appelle « uranium naturel ».

En ce qui concerne les radio-éléments naturels isolés, seul le potassium 40 mérite une attention particulière (les éléments, tels que le rubidium 87, l'indium 115, le tellure 130, etc., se présentent à l'état de traces infimes et, de plus, comportent des périodes toutes supérieures à 10^{10} ans, certaines atteignant 10^{20} ans). Le potassium 40, dont l'abondance est 0,0118 % du potassium naturel, se désintègre en donnant finalement soit du calcium 40, soit de l'argon 40, stables tous les deux.

Le tableau III précise les périodes des radio-éléments étudiés, ainsi que les types et les énergies des rayonnements qu'ils émettent.

Il y a lieu de souligner enfin qu'à l'inverse de ce que l'on constate dans les minéraux, l'équilibre radioactif, entre les différents descendants de la famille de l'uranium 238 en particulier, n'est jamais réalisé dans l'eau des sources hydro-minérales qui constituent un agent important de transport de l'uranium [5]. Ce déséquilibre, plus ou moins accentué selon les cas, est naturellement lié aux propriétés dissolvantes des eaux qui traversent les roches éruptives. Ces propriétés dépendent essentiellement de la composition chimique des eaux (anhydride carbonique dissous notamment), mais aussi des conditions physiques rencontrées lors de la traversée des roches ou des sédiments (hautes pressions, pH, potentiel d'oxydo-réduction, adsorptions sélectives dans les milieux traversés, etc.) [13]. Ainsi s'explique sans doute la grande variété des teneurs que l'on constate à l'émergence, alors que les solubilités dans l'eau des composés de l'uranium, et plus encore de ceux du thorium, sont très faibles. Il faut bien reconnaître, cependant, que ces mécanismes fort complexes sont loin d'être tous élucidés, et le champ des investigations reste ouvert dans ce domaine par ailleurs d'accès très difficile.

TABLEAU I
Etapes essentielles de la désintégration de l'uranium 238.

Radio-élément	Symbole	Période	Energie en MeV des principaux groupes
Uranium	$_{92}\text{U}^{238}$	$4,51 \times 10^9$ ans	α -4,18 γ -0,045
↓ Thorium	$_{90}\text{Th}^{234}$	24,10 j	β -0,205 γ -0,09
↓ Protactinium	$_{91}\text{Pa}^{234}$	1,175 mn	β -2,32 γ -0,817
↓ Uranium	$_{92}\text{U}^{234}$	$2,48 \times 10^6$ ans	α -4,76 γ -0,05 0,117
↓ Thorium	$_{90}\text{Th}^{230}$	$8,0 \times 10^4$ ans	α -4,61 4,68 γ -0,068 0,228
↓ Radium	$_{88}\text{Ra}^{226}$	1 620 ans	α -4,777 γ -0,186
↓ Radon	$_{86}\text{Rn}^{222}$	3,825 j	α -5,49
↓ Polonium 99,96% 0,04%	$_{84}\text{Po}^{218}$	3,05 mn	α -5,998 β -
↓ Plomb	$_{82}\text{Pb}^{214}$	26,8 mn	β -0,65 γ -(plusieurs groupes).
↓ Astate-218.	$_{85}\text{At}^{218}$	1,5-2 s	α -6,63
↓ Bismuth 99,96% 0,04 %	$_{83}\text{Bi}^{214}$	19,7 mn	α -5,444 5,505 γ -0,0625 0,6091 β -3,17 γ -0,606 2,42
↓ Polonium	$_{84}\text{Po}^{214}$	$1,637 \times 10^{-4}$ s	α -7,680
↓ Thallium	$_{81}\text{Tl}^{210}$	1,32 mn	β -1,8 γ -(?)
↓ Plomb	$_{82}\text{Pb}^{210}$	19 ans	β -0,018 γ -0,0465
↓ Bismuth 100% 10-5 %	$_{83}\text{Bi}^{210}$	5,0 j	β -1,17
↓ Polonium	$_{84}\text{Po}^{210}$	138,3 j	α -5,298 γ -0,800
↓ Thallium-206	$_{81}\text{Tl}^{206}$	4,19 mn	β -1,51
↓ Plomb (produit final).	$_{82}\text{Pb}^{206}$	Stable	
		Abondance naturelle 23,6 %.	

TABLEAU II
Composition isotopique de l'uranium naturel.

	Isotopes	Pourcentage de la masse d'uranium naturel
<i>Uranium naturel.</i>	Uranium 238	99,270
	Uranium 235	0,718
	Uranium 234	0,0056

(Selon l'usage, « un curie d'uranium naturel » correspond à $3,7 \cdot 10^{10}$ désintégrations par seconde de ^{238}U , plus $3,7 \cdot 10^{10}$ désintégrations par seconde de ^{234}U , plus $1,7 \cdot 10^9$ désintégrations par seconde de ^{235}U .)

TABLEAU III
Périodes, types et énergies des rayonnements émis par les radio-éléments étudiés.

Radio-éléments étudiés	Période	Energie en MeV des principaux rayonnements émis
Uranium 238.	$4,51 \times 10^9$ ans.	$\alpha : 4,18$ $\gamma : 0,045$
Uranium 235.	$7,13 \times 10^8$ ans.	$\alpha : 4,50$ $\gamma : (\text{plusieurs groupes})$
Radium 226.	1 622 ans.	$\alpha : 4,77$ $\gamma : 0,186$
Thorium 232.	$1,39 \times 10^{10}$ ans.	$\alpha : 3,98$ $\gamma : 0,055$

III. — LES TECHNIQUES DE MESURE

Les eaux ont été prélevées dans des conditions rigoureusement définies, identiques pour tous les prélèvements, et les analyses radiochimiques ont été effectuées au Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants dans un délai n'excédant jamais 10 jours.

L'eau brute du prélèvement est filtrée sur filtre Durieux n° 111, sans cendres, et l'on procède :

Sur l'eau brute :

- à la mesure des activités volumiques du radium 226 et du thorium naturel;
- à titre simplement indicatif à la mesure de l'activité bêta totale (essentiellement pour la comparer à l'évaluation de l'activité volumique en potassium 40).

Sur l'eau filtrée :

- à la détermination de la teneur en uranium naturel;
- à la détermination des teneurs en potassium et en sodium;
- à titre indicatif, à la mesure de l'activité bêta totale de cette fraction.

Sur le résidu de filtration :

- à titre indicatif, à la mesure des activités volumiques et massiques bêta totales.

Afin de garantir le caractère rigoureusement significatif des valeurs obtenues, et indépendamment de la vérification systématique de l'étalonnage des dispositifs de comptage pour les mesures de radioactivité, les opérations ont été, pour chaque prélèvement analysé, conduites dans les conditions suivantes :

- l'ensemble des différentes séparations physiques ou chimiques du radio-élément recherché, et le comptage auquel elles conduisent, ont toujours été effectués simultanément sur un échantillon-étalon préparé après dilution métrologique, à un taux comparable, d'une solution de référence du même radio-élément;
- chaque prélèvement fait l'objet de deux opérations de mesures dans les conditions qui viennent d'être décrites, et l'on retient la moyenne de ces deux mesures.

Les seuils, retenus pour les différentes techniques qui vont être énoncées, ont été volontairement arrêtés à la valeur suffisante pour permettre d'établir l'inventaire national de façon significative sur le plan sanitaire (voir plus loin, cha-

pitre V, 3°), tout en limitant les prélèvements à la quantité totale de deux litres par échantillon, pour des raisons évidentes de commodité d'expédition en routine.

Dans ces conditions, les temps de comptage ont été déterminés pour que les résultats des mesures de radioactivité soient obtenus, pour une probabilité de 95 %, avec une précision de l'ordre de 10 %. Il en résulte que nous donnons deux chiffres significatifs au-dessus du seuil annoncé.

1° DÉTERMINATION DE LA TENEUR DES EAUX EN URANIUM NATUREL. — Deux méthodes différentes sont employées suivant le degré de minéralisation des eaux.

a) *Eaux faiblement minéralisées.* — Le prélèvement est concentré par séchage sous rayonnement infrarouge sur une bande de papier chromatographique. Après humidification des bandes en milieu nitrique et en présence d'un relarguant (ions ferriques), l'uranium est séparé par chromatographie ascendante. Il migre en tête, puis on l'isole par découpage. Le dosage s'effectue par fluorimétrie, après incorporation dans un mélange de fluorure de sodium et de carbonate de sodium, fondu à 1 100°, des cendres blanches du papier préalablement calciné dans une coupelle de platine [14]. Un échantillon-étalon est dosé simultanément, et chaque mesure est effectuée en triple exemplaire. Le seuil de détection est de 0,5 microgramme d'uranium par litre pour une prise d'essai de 20 cm³.

b) *Eaux richement minéralisées.* — Dans ce cas, la chromatographie directe n'est plus possible par suite de l'important dépôt obtenu après concentration du prélèvement par séchage. On effectue alors une coprécipitation de l'uranium par le violet de méthyle sous forme de thiocyanate [15] puis, après séparation du précipité par filtration et calcination, on dose par fluorimétrie comme précédemment, après reprise du résidu par l'acide nitrique et chromatographie sur papier. Le seuil de détection est de 0,5 microgramme d'uranium par litre pour une prise d'essai de 20 cm³.

2° DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN RADIUM 226. — Nous employons la méthode dite « d'émanation », qui consiste à déterminer la teneur de l'eau en radium 226 par mesure du radon 222 formé, en équilibre avec ses descendants. Après évaporation à sec et reprise par l'acide chlorhydrique, les gaz radioactifs dissous sont d'abord éliminés par barbotage d'air filtré sur charbon, puis le prélèvement est isolé en vase clos. La quantité de radon 222 accumulée au bout d'un temps déterminé est proportionnelle à la concentration du prélèvement en radium 226 présent dans l'eau brute. La mesure est effectuée sur photomultiplicateur, dans un ballon intérieurement recouvert d'un scintillateur (sulfure de zinc) par référence à une solution-étalon de radium 226 traitée dans les mêmes conditions. Le seuil de détection du radium 226 est de 1 picocurie par litre (10^{-12} curie/litre) pour une prise d'essai de 250 cm³.

3° DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN THORIUM NATUREL. — Le dosage chimique comprend un passage de l'eau sur résine Dowex 50 X 8 sous forme H⁺. Après désorption par l'acide nitrique du thorium fixé, et évaporation, on opère un dosage spectrophotométrique à 546 m μ par le thorin (*), en se référant à la courbe obtenue dans les mêmes conditions à partir d'une série de dilutions d'un étalon de thorium. Dans ces conditions, le seuil de détection atteint 8 microgrammes par litre pour une prise d'essai de 500 cm³.

4° DÉTERMINATION DES TENEURS EN POTASSIUM ET EN SODIUM. — Les dosages de potassium et de sodium ont été effectués par photométrie de flamme.

Remarque. — Au préalable, à titre purement indicatif, l'activité volumique bêta totale de l'eau est déterminée, dans chaque cas. En effet, la signification de cette mesure est très limitée, car elle ne peut tenir compte ni de l'énergie de l'émission de radio-éléments non identifiés, ni de leurs proportions dans le mélange global. L'eau filtrée est évaporée à la température régulée de 50° C, et à pH initial 1 dans une coupelle de comptage en acier inoxydable. Après dessiccation, l'activité bêta totale de l'extrait sec est mesurée sur un compteur Geiger-Müller à très faible mouvement propre (inférieur à 0,5 impulsion/minute pour une fenêtre de 2,5 cm de diamètre), étalonné à partir d'une source-étalon de strontium 90-yttrium 90 à l'équilibre.

IV. — RÉSULTATS

Les résultats des mesures correspondant aux 250 premières sources étudiées sont présentés dans les tableaux IV à VIII. L'identification des sources est conforme à la nomenclature du chapitre IV de la statistique des *Annales des Mines* de 1961 [4] (voir carte en annexe).

1° PRÉSENTATION DES SOURCES DANS L'ORDRE DÉPARTEMENTAL (tableau IV, pages 32 à 45). — Le tableau IV donne les résultats complets pour les différents radio-éléments recherchés :

Colonne 1 : activité volumique bêta totale du filtrat exprimée en picocurie (**) par litre.

Colonne 2 : teneur en uranium naturel soluble exprimée en microgramme par litre. (La teneur en uranium 235 correspond à 0,72 % de la teneur en uranium naturel.)

(*) Acide ortho-hydroxy-2-disulfono-3,6-naphtylazo-1-benzène arsonique.

(**) 1 picocurie = 1 pCi = 10^{-12} curie.

Colonne 3 : teneur en potassium naturel exprimée en milligramme par litre.

Colonne 4 : teneur en sodium exprimée en milligramme par litre.

Colonne 5 : activité bêta totale du résidu de filtration rapportée au volume d'eau correspondant, exprimée en picocurie (*) par litre.

Colonne 6 : activité massique bêta totale du résidu calciné exprimée en picocurie (*) par gramme de cendres.

Colonne 7 : activité volumique bêta totale de l'eau brute exprimée en picocurie (*) par litre.

Colonne 8 : activité volumique du radium 226 dans l'eau brute, exprimée en picocurie (*) par litre.

Colonne 9 : teneur en thorium naturel de l'eau brute, exprimée en microgramme par litre.

2° PRÉSENTATION DES SOURCES PAR ORDRE D'ACTIVITÉS OU DE TENEURS DÉCROISSANTES ET PAR RÉGIONS. — Les régions actuellement retenues sont les suivantes :

- Bassin Parisien;
- Région Vosges-Alsace;
- Bassin Aquitain;
- Massif Central;
- Région des Alpes;
- Région méditerranéenne (Pyrénées-Orientales et Corse incluses).

a) *Activités volumiques les plus importantes en radium 226.* — Elles figurent dans le tableau V par ordre d'activités décroissantes, jusqu'à 1 picocurie par litre.

b) *Teneurs les plus importantes en uranium naturel.* — Elles figurent dans le tableau VI par ordre de teneurs décroissantes, jusqu'à 1 microgramme par litre.

c) *Teneurs les plus importantes en potassium et en sodium.* — Elles figurent, par ordre de teneurs décroissantes, dans le tableau VII, jusqu'à 10 milligrammes par litre pour le potassium, et dans le tableau VIII jusqu'à 50 milligrammes par litre pour le sodium.

(*) 1 picocurie = 1 pCi = 10^{-12} curie.

TABLEAU IV. — Radio-analyses détaillées

IDENTIFICATION			
N° SCPRI	Département et commune du point d'émergence	Nom de la source	Date de prélèvement
<i>Allier (03).</i>			
201 SH	Abrest.	Les Lys.	10- 3-1966
202 SH	»	Du Dôme.	10- 3-1966
203 SH	»	Cornélie.	10- 3-1966
198 SH	Bellerive.	Boussange.	10- 3-1966
155 SH	Bourbon-l'Archambault.	Thermale.	21- 6 1965
200 SH	Cusset.	Mesdames.	10- 3-1966
199 SH	Hauterive.	Etat n° 2.	10- 3-1966
147 SH	La Prugne.	Charrier.	11- 6-1965
116 SH	Saint-Yorre.	Royale.	6- 4 1965
148 SH	»	Neptune.	11- 6-1965
149 SH	»	Du Châlet.	11- 6-1965
150 SH	»	Saint-René.	11- 6-1965
151 SH	»	Château Robert.	11- 6-1965
152 SH	»	Grande-Grotte.	11- 6-1965
154 SH	Theneuille.	Saint-Pardoux.	21- 6 1965
115 SH	Vichy.	Hôpital.	6- 4-1965
193 SH	»	Des Célestins.	10- 3-1966
194 SH	»	Grande-Grille.	10- 3-1966
195 SH	»	Du Parc.	10- 3-1966
196 SH	»	Chomel.	10- 3-1966
197 SH	»	Lucas.	10- 3-1966
<i>Basses-Alpes (04).</i>			
73 SH	Digne.	Les Etuves.	6- 5-1964
245 SH	Gréoux-les-Bains.	Gravier.	2-12-1966
<i>Alpes-Maritimes (06).</i>			
184 SH	Roquebillière.	Saint-Jean-B.	9- 2-1966
185 SH	»	Saint-Julien.	9- 2-1966
232 SH	»	Saint-Michel.	9- 6-1966
<i>Ardèche (07).</i>			
283 SH	Aizac.	Coupe 1.	8- 6-1967
284 SH	Genestelle.	Avellan.	8- 6-1967
285 SH	»	Astrid.	8- 6-1967
281 SH	Labégude.	Saint-Laurent.	8- 6-1967
282 SH	»	Clémentine.	8- 6-1967
288 SH	Meyrac.	Bienfaisante.	8- 6-1967
296 SH	St-Laurent-les-Bains.	Lasaigne.	22- 6-1967
297 SH	»	Caquets.	22- 6-1967
119 SH	Vals-les-Bains.	Saint-Jean.	6- 4-1965
287 SH	»	Du Parc.	8- 6-1967
<i>Aveyron (12).</i>			
264 SH	Cransac.	Fraysse.	17- 4-1967
265 SH	»	Haute-Richard.	17- 4-1967

* A titre purement indicatif, compte tenu des réserves formulées page 30.

des sources présentées dans l'ordre départemental.

RÉSULTATS

EAU FILTRÉE				RÉSIDU DE FILTRATION		EAU BRUTE		
Act. vol. β totale * (pCi/l) (1)	Uranium naturel (μg/l) (2)	Potassium (mg/l) (3)	Sodium (mg/l) (4)	Act. vol. β totale * (pCi/l) (5)	Act. mass. β totale * (pCi/g cen.) (6)	Act. vol. (pCi/l)		Thorium naturel (μg/l) (9)
						β * totale (7)	Radium 226 (8)	
110	<0,4	110	1700	<0,72	<310	110	17	18
120	<0,4	110	1700	0,95	210	120	19	13
140	0,5	110	1700	7,6	970	150	18	12
150	<0,4	110	1700	17	2500	170	49	<10
75	<0,6	59	1300	<0,66	<130	75	2,3	<8
140	0,6	120	1400	4,6	1100	140	5,5	<10
120	7,6	110	1600	6,6	1500	130	15	<10
11	0,5	<1	<2,2	<0,47	<1300	11	<1	<8
130	1,5	110	1600	<0,71	<160	130	6,0	
180	1,0	120	1600	16	1200	200	13	<18
150	<0,6	130	1700	31	1400	180	15	<10
160	1,2	140	1600	19	900	180	14	<19
67	<0,6	94	770	1,2	220	68	5,5	<13
170	0,7	150	1500	17	860	190	8,4	<13
24	<0,6	11	14	2,5	520	27	10	<15
110	<0,6	100	1700	<0,73	<180	110	13	<20
93	<0,7	80	1200	<0,70	<1300	93	23	<9
120	<0,4	110	1700	0,90	480	120	26	<9
99	<0,4	110	1700	2,4	860	100	3,7	<10
120	<0,5	110	1800	4,2	1300	120	18	<10
100	<0,4	110	1700	<0,68	<210	100	8,7	<9
44	<0,5			1,1	70	45	9,4	<7
26	<0,4	35	670	0,87	100	27	36	9,5
<8,0	<0,4	2,2	72	<0,71	<1400		<1	<10
<8,0	<0,4	2,5	72	0,81	360		<1	<10
<7,8	<0,4	2,5	80	<0,73	<1700		<1	<11
<8,0	<0,7	1,5	11	0,64	22		<1	<8
<6,8	<0,7	1,5	11	0,84	120		2,7	<10
14	<0,7	16	180	6,1	400	20	9,9	<8
32	5,1	41	250	<0,66	<1000	32	8,3	<8
20	1,1	26	250	<0,63	760	20	4,7	<8
45	<0,7	72	500	23	1500	68	33	<8
9,2	<0,7	9,3	180	<0,74	<1200	9,2	<1	<8
<6,8	<0,7	9,5	200	<0,70	<1100		<1	<8
16	0,6	18	150	<0,73	<600	16	1,1	<9
160	<0,7	190	2200	8,9	570	170	11	<8
43	2,0	44	160	0,85	19	44	<1	<15
290	1,3	310	730	2,3	25	290	<1	<10

TABLEAU IV

IDENTIFICATION			
N° SCPRI	Département et commune du point d'émergence	Nom de la source	Date de prélèvement
<i>Bouches-du-Rhône (18).</i>			
40 SH	Aix-en-Provence.	Mejanes.	17- 2-1964
41 SH	»	Impératrice.	17- 2-1964
42 SH	»	Chambre Romaine.	17- 2-1964
43 SH	»	Cézanne.	17- 2-1964
44 SH	»	Malherbe.	17- 2-1964
45 SH	»	Barbet.	17- 2-1964
190 SH	Marseille.	Les Camoins.	17- 2-1966
<i>Cantal (15).</i>			
110 SH	Chaudes-Aigues.	Moulin du Ban.	26- 3-1965
111 SH	»	Le Par.	26- 3-1965
112 SH	Vic-sur-Cère.	Vic.	26- 3-1965
<i>Charente-Maritime (17).</i>			
163 SH	Rochefort.	L'Empereur.	4-10-1965
<i>Corse (20).</i>			
32 SH	Aghione.	Source Droite.	1-12-1964
33 SH	»	Source Gauche.	1-12-1964
36 SH	Ajaccio.	Caldanuccia.	7-12-1964
30 SH	Guitera.	Caldane-de-Guitera.	30-11-1964
28 SH	Isolaccio.	Rastello.	1-12-1964
26 SH	Olmeto.	Baracci-les-Bains.	30-11-1964
38 SH	Perelli.	Pardina.	12- 1-1964
31 SH	Poggioolo.	Venturino.	28-11-1964
39 SH	Porta.	Porta.	12- 1-1964
34 SH	»	Caldane.	8-12-1964
29 SH	Rapaggio.	Départementale.	1-12-1964
37 SH	»	Sorg-Soprana.	8-12-1964
25 SH	Sainte-Lucie-de-Tal.	Caldane.	30-11-1964
27 SH	Zigliara.	Urbalacone.	30-11-1964
35 SH	Zilia.	Dirza.	8-12-1964
<i>Côtes-du-Nord (22).</i>			
169 SH	Plancoet.	Sassay.	4-10-1965
<i>Creuse (23).</i>			
130 SH	Evaux-les-Bains.	Desglaudes.	11- 5-1965
131 SH	»	Auguste.	11- 5-1965
132 SH	»	Delamarre.	11- 5-1965
133 SH	»	Rocher.	11- 5-1965
134 SH	»	César.	11- 5-1965
135 SH	»	Sainte-Marie.	11- 5-1965
137 SH	»	Escalier.	11- 5-1965
138 SH	»	Piscine Ronde.	11- 5-1965
139 SH	»	N. S. Galleux.	11- 5-1965
140 SH	»	Vesta.	11- 5-1965
136 SH	»	Bains de Vapeur.	11- 5-1965

* A titre purement indicatif.

(suite).

RÉSULTATS

EAU FILTRÉE				RÉSIDU DE FILTRATION		EAU BRUTE		
Act. vol. β totale * (pCi/l)	Uranium naturel (μg/l)	Potassium (mg/l)	Sodium (mg/l)	Act. vol. β totale * (pCi/l)	Act. mass. β totale * (pCi/g cen.)	Act. vol. (pCi/l)		Thorium naturel (μg/l)
						β * totale (7)	Radium 226 (8)	
3,8	1,2	1,6	17	<0,51	<660	3,8	2,4	<7
3,9	1,1	1,6	14	<0,51	<730	3,9	2,7	<7
2,8	1,1	2,0	16	<0,51	<570	2,8	1,7	<7
3,5	1,2	1,7	14	<0,61	<700	3,5	2,8	<7
5,5	1,2	1,6	14	<0,61	<750	5,5	3,1	<10
3,4	1,3	3,1	16	<0,61	<700	3,4	2,7	<7
<8,0	0,8	2,3	18	1,9	710	<1	<8	
28	<0,6	30	260	0,93	450	29	4,5	<7
32	<0,5	30	260	<0,72	<670	32	5,5	<9
42	14	74	1300	2,2	270	44	<1	<9
38	1,1	52	1000	2,6	210	41	3,0	<10
<5,0	<0,5	2,4	40	<0,50	<470			<12
<5,0	<0,5	<1	50	<0,50	<670			<8
5,3	<0,5	4,9	140	<0,50	<800	5,3		<8
<5,0	<0,5	1,1	42	<0,50	<660			<7
<5,0	<0,5	3,8	57	<0,50	<900			<10
<5,0	<0,5	2,4	75	<0,50	<530			<7
<5,0	<0,5	<1	55	2,0	1500			<16
<5,0	<0,5	3,2	67	<0,50	<660			<7
19	<0,5	18	190	2,8	630	22	3,0	<15
<5,0	<0,5	2,0	25	1,1	210			<12
<5,0	<0,5	1,4	6,2	<0,50	<57			<10
<5,0	<0,5	2,8	350	<0,50	<160			<8
<5,0	0,7	2,4	52	<0,50	<45			<7
<5,0	<0,5	1,1	52	<0,50	<800			<7
<5,0	<0,5	<1	7,5	<0,50	<1600			<7
<20	<0,6	2,6	23	<0,80	<3000		<1	<10
17	<0,6	24	400	22	8 600	39	9,3	<7
17	<0,6	21	390	210	26 000	230	37	<7
23	<0,6	22	400	37	22 000	60	15	<7
23	<0,6	22	390	<0,65	<940	23	2,9	<7
26	<0,6	21	370	<0,77	<880	26	4,9	<9
32	<0,6	21	380	<0,79	<1200	32	6,1	<10
31	<0,6	22	390	25	6 100	56	7,3	<9
23	<0,6	21	390	<0,72	<1200	23	7,3	<7
33	<0,6	21	390	<0,75	<650	33	5,0	<9
16	<0,6	21	380	90	12 000	110	2,3	<8
27	<0,6	21	380	<0,79	<880	28	6,8	<10

TABLEAU IV

IDENTIFICATION			
N° SCPRI	Département et commune du point d'émergence	Nom de la source	Date de prélèvement
88 SH 286 SH	<i>Gard</i> (30). Vergèze. »	Bouillens S. Perrier.	17-10-1964 7- 6-1967
95 SH 96 SH	<i>Gers</i> (32). Aurensan. »	Mon Sauveur. Châtaigniers.	1- 2-1965 1- 2-1965
165 SH	<i>Gironde</i> (33). Arcachon.	Sainte Anne.	8-10-1965
72 SH 81 SH 82 SH	<i>Isère</i> (38). Allevard. Cornillon-en-Trièves. »	Le Bout du Monde. Amélie. Auvergne.	28- 4-1964 2- 6-1964 2- 6-1964
59 SH 13 SH 242 SH 57 SH 58 SH 9 SH 12 SH 11 SH 14 SH 15 SH 16 SH 75 SH 123 SH 125 SH	<i>Loire</i> (42). Cordelle. Montrond-les-Bains. Ouches. Sail-les-Bains. » Sail-sous-Couzan. » Saint-Alban-les-Eaux. » » » Saint-Galmier. Saint-Romain-le-Puy. »	Victoire. Geyser, n° 4. De Laroche. Romains. Du Hamel. Brault. Brault, n° 3. Antonin. César. Faustine. Julia. Badoit. Parot. Saint-Georges.	7- 4-1964 8- 7-1963 26-10-1966 7- 4-1964 7- 4-1964 8- 7-1963 8- 7-1963 8- 7-1963 8- 7-1963 8- 7-1963 15- 4-1964 5- 4-1965 5- 4-1965
128 SH 129 SH	<i>Haute-Loire</i> (43). Beaulieu. Saint-Géron.	Romaine. Gallo-Romaine.	29- 3-1965 12- 4-1965
164 SH	<i>Loiret</i> (45). Chambon-la-Forêt.	Montfras.	5-10-1965
171 SH	<i>Marne</i> (51). Sermaize-les-Bains.	Sarrazins.	6-10-1965
218 SH 219 SH	<i>Moselle</i> (57). Contz-les-Bains. »	Saint-Jérôme. Saint-Clément.	12- 5-1966 12- 5-1966

* A titre purement indicatif.

(suite).

RÉSULTATS

EAU FILTRÉE				RÉSIDU DE FILTRATION		EAU BRUTE		
Act. vol. β totale * (pCi/l)	Uranium naturel (μg/l)	Potassium (mg/l)	Sodium (mg/l)	Act. vol. β totale * (pCi/l)	Act. mass. β totale * (pCi/g cen.)	Act. vol. (pCi/l)	Radium 226 (8)	Thorium naturel (μg/l)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
4,3 <8,0	<0,5 3,4	5,4 3,4	21 13	<0,71 <0,75	<120 <500	4,3	1,9 <1	14 <10
≤7,2 <7,2	<0,5 <0,5	≤1 <1	9,8 9,6	<0,59 <0,62	<850 <960		≤1 <1	≤7 <7
<20	<0,6	3,6	74	<0,80	<4000		<1	<10
10 ≤6,7 ≤7,7	0,8 <0,5 1,7	2,6 1,5	39 4,6	<0,60 2,2 0,68	<150 1500 100	10	1,1 <1	≤7 ≤9 ≤9
67 6,4 33 19 23 59 80 39 43 43 41 37 43 47	50 <0,5 15 28 32 1,9 1,8 45 46 45 8,1 70 1,5 3,6	25 10 26 6,0 5,6 110 160 730 340 350 340 47 18 66 58	240 1000 260 90 70 510 730 5,7 10 12 14 12 200 1,6 520 480	11 <0,50 1,2 2,5 0,90 0,76 5,7 10 12 14 12 1,6 <0,63 1,2	5900 <180 410 6800 2600 510 1400 1500 1400 1700 1700 630 <640 44 1700	78 6,4 34 22 24 60 86 49 55 57 53 3,7 44 48	94 4,1 <1 3,8 4,8 16 20 65 73 61 61 3,7 <1 2,4	≤8 ≤10 ≤10 ≤7 ≤7 ≤10 ≤10 ≤10 ≤10 ≤10 ≤10 ≤7 ≤7 ≤7
38 16	1,0 1,5	48 19	1100 240	<0,75 75	<330 13000	38 91	3,5 4,0	≤7 ≤7
<20	<0,6	3,8	12	0,72	1700		4,3	<10
<20	<0,8	9,6	230	<0,70	<500		1,0	<10
98 84	<0,4 0,4	110 97	3300 2600	1,5 2,5	55 92	100 87	7,7 8,4	≤10 ≤10

TABLEAU IV

IDENTIFICATION			
N° SCPRI	Département et commune du point d'émergence	Nom de la source	Date de prélèvement
<i>Nièvre (58).</i>			
234 SH	Saint-Parize-le-Châtel.	Gélin.	22- 7-1966
235 SH	»	Elysée.	22- 7-1966
236 SH	»	Fonts-Bouillants.	22- 7-1966
118 SH	Pougues-les-Eaux.	Saint-Léger.	6- 4-1965
21 SH	Saint-Honoré-les-Bains.	La Crevasse.	20- 7-1963
22 SH	»	Romains.	25- 7-1963
107 SH	»	La Garenne.	15- 3-1965
<i>Nord (59).</i>			
4 SH	Saint-Amand-les-Eaux.	Nel Ev. Arras.	19- 6-1963
5 SH	»	Vauban, n° 55.	19- 6-1963
6 SH	»	Clos Abbaye.	19- 6-1963
<i>Oise (60).</i>			
85 SH	Fontaine-Bonneleau.	Vallot.	6-10-1964
86 SH	»	Lavernot.	6-10-1964
<i>Orne (61).</i>			
233 SH	Bagnoles-de-l'Orne.	Grande Source.	22- 6-1966
<i>Puy-de-Dôme (63).</i>			
7 SH	Beauregard-Vendon.	Des Romains.	20- 6-1963
166 SH	La Bourboule.	Fenestre, n° 1.	4-10-1965
167 SH	»	Fenestre, n° 2.	4-10-1965
168 SH	»	Puits Choussy.	4-10-1965
175 SH	Chamalières.	Saint-Victor.	13-10-1965
176 SH	»	Les Roches.	5-11-1965
8 SH	Châteauneuf-les-Bains	Claires-Fontaines.	20- 6-1963
144 SH	Chateldon.	Vecou.	3- 6-1965
145 SH	»	Sergentale.	3- 6-1965
97 SH	Châtelpuyon.	Deval.	1- 3-1965
98 SH	»	Gubler V.	1- 3-1965
99 SH	»	Nouvelle source Sardon.	1- 3-1965
100 SH	»	Gubler II.	1- 3-1965
101 SH	»	Gubler IV.	1- 3-1965
102 SH	»	Légère, n° 4.	1- 3-1965
103 SH	»	Rochette.	1- 3-1965
104 SH	»	Professeur Carnot.	1- 3-1965
105 SH	»	Suzanne.	1- 3-1965
120 SH	»	Marguerite.	1- 4-1965
121 SH	»	Miraton.	1- 4-1965
122 SH	»	Saint-Han.	1- 4-1965
126 SH	»	Yvonne.	1- 4-1965
204 SH	Mont-Dore.	Ramond.	29- 3-1966
205 SH	»	Des Chanteurs.	29- 3-1966
206 SH	»	Saint-Jean.	29- 3-1966

* A titre purement indicatif.

(suite).

RÉSULTATS

EAU FILTRÉE				RÉSIDU DE FILTRATION		EAU BRUTE		
Act. vol. β totale * (pCi/l)	Uranium naturel (μg/l)	Potassium (mg/l)	Sodium (mg/l)	Act. vol. β totale * (pCi/l)	Act. mass. β totale * (pCi/g cen.)	Act. vol. (pCi/l)	Radium 226	Thorium naturel (μg/l)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
<15	<0,3	10	13	<0,69	<260		1,4	<11
<15	5,4	3,6	13	<0,89	<200		<1	15
<15	1,2	11	11	1,1	9,4		<1	11
19	<0,5	25	190	<0,72	<430	19	<1	<9
11	<0,5	6,5	46	<0,50	<940	11	<1	<10
12	<0,5	8,0	63	<0,50	<870	12	<1	<10
<7,5	<0,6	13	130	<0,62	<670		1,2	<8
12	<0,5	6,2	56	0,10	76	12	19	<20
13	<0,5	6,2	48	2,9	2300	16	12	<20
8,3	<0,5	4,6	30	<0,50	<400	8,3	<1	<20
<8,3	<0,3	1,6	8,6	<0,75	<650		<1	<11
<8,3	0,3	1,6	8,8	<0,75	<1900		<1	<11
11	<0,4	2,2	8,1	<0,69	<6600		1,7	<10
39	1,2	52	530	13	1500	52	31	<8
<20	<0,6	11	120	<0,80	<700		<1	<10
<20	<0,6	11	110	3,1	480		1,3	<10
70	1,1	96	1800	2,6	480	73	45	<10
62	<0,6	100	900	19	1500	81	11	<10
<20	<0,6	29	140	<0,70	<700		<1	<10
47		40	520	22	2500	69	17	<8
67	2,1	46	240	34	1500	100	54	<14
54	1,9	46	220	21	1400	75	27	<14
75	<0,5	80	920	33	1900	110	21	<7
80	<0,5	98	920	45	2600	130	32	<8
83	<0,6	91	880	58	2700	140	26	<11
93	<0,5	91	860	25	2500	120	22	<8
79	<0,5	75	680	70	2700	150	22	<9
36	<0,5	43	400	23	1500	59	15	<9
71	1,5	74	650	26	1800	97	17	<7
83	0,7	88	840	56	2400	140	23	<10
84	0,7	88	840	39	2200	120	21	<8
47	0,7	23	130	0,83	1100	48	5,4	<7
94	0,7	79	680	8,5	610	100	29	<7
76	0,8	79	680	7,7	1400	84	22	<7
170	0,7	100	880	50	970	220	18	<8
25	<0,4	44	300	2,0	330	27	1,7	<9
24	<0,4	44	320	2,0	280	26	1,4	<10
29	<0,4	46	300	2,8	320	32	1,3	<8

TABLEAU IV

IDENTIFICATION			
N° SCPRI	Département et commune du point d'émergence	Nom de la source	Date de prélèvement
207 SH	Mont-Dore.	César.	29- 3-1966
208 SH	»	Panthéon.	29- 3-1966
209 SH	»	Félix.	29- 3-1966
210 SH	»	Magdeleine.	29- 3-1966
173 SH	Royat.	Eugénie.	11-10-1965
172 SH	»	César.	13-10-1965
174 SH	»	Saint-Mart.	13-10-1965
146 SH	Saint-Priest-Bramefant.	Primera.	3- 6-1965
124 SH	Volvic.	Clairvic.	6- 4-1965
<i>Pyrénées-Orientales</i> (66).			
23 SH	Le Boulou.	Colette.	19-10-1964
24 SH	»	Janette.	19-10-1964
<i>Bas-Rhin</i> (67).			
47 SH	Morsbronn.	Général-Michel.	6- 3-1964
49 SH	»	Cuirassiers.	6- 3-1964
51 SH	»	Saint-Arbogast.	6- 3-1964
48 SH	Niederbronn.	Lichteneck.	7- 3-1964
50 SH	»	Source Minérale.	7- 3-1964
46 SH	Preuschdorf.	Des Hélions.	7- 3-1964
<i>Haut-Rhin</i> (68).			
161 SH	Ribeauvillé.	Des Ménétriers.	27- 8-1965
162 SH	Soultzbach-les-Bains.	Gonzenbach.	9- 9-1965
156 SH	Soultzmatt.	Communales (1, 4).	2- 9-1965
157 SH	»	Nessel (1, 2, 3).	2- 9-1965
158 SH	»	Nessel (4, 5, 6, 7, 8).	2- 9-1965
159 SH	»	Communales (2, 3).	2- 9-1965
160 SH	Wattwiller.	Arsène.	1- 9-1965
<i>Haute-Saône</i> (70).			
237 SH	Luxeuil-les-Bains.	Capucins et Dames.	12-10-1966
238 SH	»	Martin.	12-10-1966
239 SH	»	Bénédictins.	12-10-1966
240 SH	»	Bursaux.	12-10-1966
241 SH	»	Fontaine Froide Leclerc.	12-10-1966
<i>Savoie</i> (73).			
1 SH	Aix-les-Bains.	Alun.	20- 4-1963
2 SH	»	Soufre.	20- 4-1963
243 SH	»	Raphy Saint-Simon.	28-10-1966
60 SH	Challes-les-Eaux.	Reine du Soufre.	14- 4-1964
276 SH	Hermillon.	Echaillon.	12- 5-1967
261 SH	Marlloz.	Adelaïde.	21- 3-1967
262 SH	»	Esculape.	21- 3-1967
263 SH	»	Bonjan.	21- 3-1967
61 SH	Notre-Dame-de-Briançon.	Radiana I.	14- 4-1964

* A titre purement indicatif.

(suite)...

RÉSULTATS

EAU FILTRÉE				RÉSIDU DE FILTRATION		EAU BRUTE		
Act. vol. β totale * (pCi/l)	Uranium naturel (μg/l)	Potassium (mg/l)	Sodium (mg/l)	Act. vol. β totale * (pCi/l)	Act. mass. β totale * (pCi/g cen.)	Act. vol. (pCi/l)	Radium 226 (8)	Thorium naturel (μg/l)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	β * totale (7)	(8)	(9)
27	<0,4	42	300	1,8	240	29	1,5	<8
28	<0,4	43	320	2,6	99	31	1,3	<8
93	3,3	92	1400	0,83	<200	94	<1	<10
33	<0,4	45	320	1,9	300	35	1,1	<8
72	<0,6	94	800	32	2300	100	21	<10
40	<0,6	52	350	8,0	1000	48	14	<14
60	<0,6	99	1100	3,4	510	63	16	<10
250	43	160	1600	0,85	100	250	26	<13
<15	1,0	4,7	12	<0,72	<2200	<1	7	
30	0,5	33	630	16	1000	46	20	<7
53	2,0	61	1300	53	2800	110	54	<7
85	<0,5	150	1100	2,1	230	87	4,0	<7
110	0,5	170	1300	0,80	180	110	10	<8
78	<0,5	110	750	<0,50	<280	78	14	<8
<8,0	<0,5	2,0	2,0	<0,50	<2200	<1	<1	<8
88	4,8	140	1200	<0,50	<170	88	28	<8
370	<0,5	480	4500	1,6	100	370	37	<10
15	2,8	20	110	<0,75	<950	15	<1	<10
29	1,0	37	160	<0,74	<500	29	1,4	<10
33	10	34	180	<0,75	<510	33	<1	<10
50	10	63	310	1,1	760	51	<1	<10
50	8,5	59	300	<0,80	<620	50	<1	<10
48	17	51	290	<0,74	<520	48	<1	<10
<8,0	1,1	2,0	2,6	<0,77	<1200	<1	<1	<10
13	<0,4	17	250	<0,73	<800	13	<1	<11
<8,0	<0,4	3,1	5,0	<0,82	<1600	<1	<1	<15
10	<0,4	21	320	24	3800	34	2,3	<12
19	<0,4	23	350	<0,66	<580	20	<1	<13
<8,0	<0,4	2,9	14	<0,73	<450	<1	<1	<11
8,0	<0,5	3,2	24	0,52	520	8,5	15	<10
6,7	<0,5	3,5	29	0,52	490	7,2	10	<10
<8,0	0,8	1,1	2,8	<0,70	<1300	<1	<1	<10
<8,0	<0,5	3,0	250	<0,80	<100	<1	<1	<7
120	3,6	68	2400	2,1	320	120	11	9,5
<8,0	0,7	5,3	69	<0,65	<1300	<1	<1	<11
<8,0	<0,4	4,4	88	<0,72	<1000	<1	<1	<13
<8,0	0,4	4,2	79	<0,70	<230	<1	<1	<13
17	<0,5	23	280	<0,80	<500	17	4,4	<7

TABLEAU IV

IDENTIFICATION			
N° SCPRI	Département et commune du point d'émergence	Nom de la source	Date de prélèvement
62 SH	Notre-Dame-de-Briançon.	Radiana II.	14- 4-1964
63 SH	»	Radiana III.	14- 4-1964
64 SH	»	Radiana IV.	14- 4-1964
69 SH	Haute-Savoie (74).	Vivifiante.	5- 5-1964
65 SH	Chamonix.	Bonnevie.	21- 4-1964
66 SH	Evian-les-Bains.	Guillot.	21- 4-1964
67 SH	»	Cachat.	21- 4-1964
68 SH	»	Les Cordeliers.	21- 4-1964
70 SH	Saint-Gervais-les-Bains.	Gonthard.	5- 5-1964
90 SH	Thonon-les-Bains.	La Versoie.	27-10-1964
76 SH	Seine-Maritime (76).	De la Chevrette.	31- 5-1964
77 SH	Forges-les-Eaux.	Cristal Fontaine	31- 5-1964
78 SH	»	La Reinette.	31- 5-1964
79 SH	»	La Royale.	31- 5-1964
80 SH	»	La Cardinale.	31- 5-1964
3 SH	Yvelines (78).	Riante.	11- 6-1963
	Villepreux.		
74 SH	Tarn-et-Garonne (82).	Saleth.	5- 5-1964
	Nobleval.		
	Var (83).		
189 SH	Hyères.	La Vierge.	2- 2-1966
186 SH	Le Luc.	Pioule.	4- 2-1966
187 SH	»	Nouvelle.	4- 2-1966
188 SH	»	Romains.	4- 2-1966
	Vienne (86).		
228 SH	Montmorillon.	Roc Saint-Louis.	11- 5-1966
211 SH	La-Roche-Posay.	Duguesclin.	4- 5-1966
212 SH	»	Les Pictaves.	4- 5-1966
213 SH	»	Mélusine.	4- 5-1966
214 SH	»	Saint-Savin.	4- 5-1966
215 SH	»	Le Connétable.	4- 5-1966
216 SH	»	Saint-Cyprien.	4- 5-1966
217 SH	»	Saint-Roch-aux-Chiens.	4- 5-1966
	Vosges (88).		
277 SH	Bains-les-Bains.	Silicia.	13- 6-1967
278 SH	»	Casquin.	13- 6-1967
279 SH	»	Artéria.	13- 6-1967
280 SH	»	Féconde.	13- 6-1967
289 SH	»	Romaine.	20- 6-1967

* A titre purement indicatif.

(suite).

RÉSULTATS

EAU FILTRÉE				RÉSIDU DE FILTRATION		EAU BRUTE		
Act. vol. β totale * (pCi/l)	Uranium naturel (μg/l)	Potassium (mg/l)	Sodium (mg/l)	Act. vol. β totale * (pCi/l)	Act. mass. β totale * (pCi/g cen.)	Act. vol. (pCi/l)	Radium 226 (8)	Thorium naturel (μg/l)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
14	<0,5	20	240	<0,80	<430	14	4,3	<8
14	<0,5	20	230	1,2	310	15	1,9	<7
14	<0,6	20	240	<0,80	<150	14	<1	<7
11	<0,5	5,1	4,4	<0,43	<1200	11	2,2	<7
7,4	0,8	1,0	4,7	<0,60	<1200	7,4	<1	<7
9,7	0,9	1,0	4,7	<0,60	<1300	9,7	<1	<7
<7,7	0,9	<1	5,1	<0,60	<1300	<1	<7	<7
13	1,0	1,0	5,7	<0,60	<1200	13	<1	<7
30	<0,5	38	1200	<0,60	<22	30	4,8	<7
<7,5	<0,5	<1	3,4	<0,75	<1300	<1	8,9	
<7,0	<0,5	<1	6,4	<0,40	<140	<1	<7	
8,6	<0,5	<1	6,2	1,3	2200	<1	<9	
16	<0,5	4,9	18	3,0	5300	19	<1	<9
19	<0,5	3,2	15	<0,60	<210	19	<1	<9
14	<0,5	4,8	19	0,95	57	1,0	<1	<9
5,0	0,8	2,5	10	0,65	560	5,1	<1	<10
10	1,0	3,1	11	<0,50	<500	10	1,4	<9
<8,0	0,8	<1	18	<0,68	<720	<1	<10	
<8,0	1,8	1,0	14	<0,75	<1000	<1	<10	
<8,0	1,3	<1	11	<0,72	<510	<1	<10	
<8,0	2,1	1,6	11	<0,69	<860	<1	<10	
<8,2	3,0	1,3	8,5	<0,83	<1500	<1	<10	
15	39	2,2	22	1,9	2100	17	<1	<10
9,1	24	2,0	16	<0,85	<1800	9,1	<1	<10
8,5	18	2,0	8,2	<0,81	<500	8,5	<1	<10
15	32	2,0	19	0,96	1300	16	<1	13
14	36	2,8	17	2,1	260	16	<1	<10
20	33	2,0	19	<0,79	<1200	20	<1	<8
<8,3	18	2,0	14	<0,79	<1700	<1	<8	
9,0	8,7	6,8	60	<0,76	<1100	9,0	<1	<10
9,0	6,9	7,2	70	<0,73	<1700	9,0	<1	<10
<6,8	8,1	7,2	65	<0,67	<2200	<1	<8	
8,4	7,8	7,9	70	<0,89	<1300	8,4	<1	<13
<6,8	8,4	7,5	76	<0,80	<1400	<1	<10	

TABLEAU IV

IDENTIFICATION			
N° SCPRI	Département et commune du point d'émergence	Nom de la source	Date de prélèvement
290 SH	Bains-les-Bains.	Grosse Source.	20- 6-1967
291 SH	»	Souterraine.	20- 6-1967
292 SH	»	Promenade.	20- 6-1967
293 SH	»	Robinet de Fer.	20- 6-1967
294 SH	»	De la Vache.	20- 6-1967
295 SH	»	Tempérée.	20- 6-1967
220 SH	Contrexéville.	Quai.	23- 5-1966
221 SH	»	Souveraine.	23- 5-1966
222 SH	»	Great Source.	23- 5-1966
224 SH	»	Prince.	23- 5-1966
225 SH	»	Légère.	23- 5-1966
226 SH	»	Prima.	24- 5-1966
257 SH	»	Pavillon.	30-12-1966
87 SH	Outrancourt.	Duchesse.	7-10-1964
275 SH	»	Déesse.	23- 5-1967
246 SH	Plombières-les-Bains.	Robinet Romain.	20-12-1966
247 SH	»	Dames.	20-12-1966
248 SH	»	Collecteur Romain.	20-12-1966
249 SH	»	Lambinet.	20-12-1966
250 SH	»	Savonneuses.	20-12-1966
227 SH	Suriauville.	Chambre Lorraine.	23- 5-1966
127 SH	Val d'Ajol.	Alliot.	21- 4-1965
141 SH	Vittel.	Hépar.	18- 5-1965
142 SH	»	Grande Source.	18- 5-1965
266 SH	»	Alpha.	23- 5-1967
267 SH	»	Essar.	23- 5-1967
268 SH	»	Marie.	23- 5-1967
269 SH	»	Belle Source.	23- 5-1967
270 SH	»	Croix-Blanche.	23- 5-1967
271 SH	»	Grands-Ducs.	23- 5-1967
272 SH	»	Lorraine.	23- 5-1967
273 SH	»	Bienfaisante.	23- 5-1967
274 SH	»	Valdor.	23- 5-1967
<i>Val d'Oise (95).</i>			
170 SH	Brignancourt.	Saint-Jean.	4-10-1965
177 SH	Enghien-les-Bains.	Coquil.	26-11-1965
178 SH	»	De Puisaye.	26-11-1965
179 SH	»	Bouland.	26-11-1965
180 SH	»	Péligot.	26-11-1965
181 SH	»	Le Lac.	26-11-1965
182 SH	»	Deyeux.	26-11-1965
183 SH	»	Du Roi.	26-11-1965

* A titre purement indicatif.

(suite).

RÉSULTATS

EAU FILTRÉE				RÉSIDU DE FILTRATION		EAU BRUTE		
Act. vol. β totale * (pCi/l)	Uranium naturel (μg/l)	Potassium (mg/l)	Sodium (mg/l)	Act. vol. β totale * (pCi/l)	Act. mass. β totale * (pCi/g cen.)	Act. vol. (pCi/l)		Thorium naturel (μg/l)
						(1)	(2)	(9)
9,2	8,4	7,4	76	<0,65	<1500	9,2	<1	<8
10	7,3	7,2	69				<1	<10
<6,8	3,2	5,7	38	<0,77	<1100		<1	<8
7,1	8,3	7,2	50	<0,72	<820	7,1	<1	<8
11	7,7	7,3	70	<0,70	<1000	11	<1	<8
7,8	8,3	7,2	75	<0,71	<670	7,8	1,0	<8
<16	0,9	2,3	6,2	0,85	540		<1	<11
<16	0,5	2,5	6,5	3,6	1100		1,6	<12
<16	0,5	3,8	14	<0,81	<300		1,7	<12
<16	0,8	2,3	5,8	<0,83	<580		<1	<14
<16	0,5	2,4	6,4	<0,78	<350		<1	<11
<16	0,7	5,8	27	<0,85	<220		1,2	<13
<7,9	0,7	2,8	7,1	<0,70	<350		<1	<10
<6,7	<0,3	3,5	8,9	<0,65	<380		<1	<8
<8,1	3,3	6,5	83	<0,67	<170		<1	<8
<8,1	<0,3	6,3	91	<0,60	<1300		<1	<10
<8,1	1,2	4,5	64	<0,78	<1800		<1	<10
<8,1	0,8	5,5	75	<0,70	<1800		<1	<8
<8,1	1,3	3,3	19	<0,67	<3500		<1	<8
<8,1	<0,5	2,6	4,4	<0,76	<3500		<1	<10
<8,2	1,1	2,4	4,3	<0,82	<600		<1	<10
7,5	1,2	1,8	2,1	<0,74	<2600	7,5	<1	<9
<16	1,2	2,8	16	<0,74	<290		<1	<7
<8,0	0,9	2,0	3,7	<0,68	<210		<1	<9
<8,1	0,6	1,8	2,3	<0,76	<1400		1,2	<8
<8,1	1,5	4,1	12	<0,70	<380		<1	<8
<6,7	0,8	2,4	3,4	<0,67	<710		<1	<8
<6,7	1	2,2	2,7	<0,68	<1600		<1	<8
<6,7	0,9	2,4	4	<0,61	<910		<1	<8
<6,7	0,8	2,2	3,1	<0,72	<510		<1	<8
<8,1	<0,7	1,8	1,4	<0,73	<670		<1	<8
<6,7	<0,7	3,3	50	<0,66	<1200		1,7	<8
<6,7	1,6	1,6	2,9	<0,63	<990		<1	<8
<20	1,2	1,7	10	<0,80	<2000		<1	<10
14	<0,6	10	53	<0,94	<700	14	<1	<13
14	<0,6	10	42	<0,76	<200	14	<1	<10
16	<0,6	13	45	<0,78	<320	16	<1	<13
23	1,1	30	54	<0,82	<270	23	<1	<10
18	<0,6	13	44	<0,80	<130	18	<1	<8
12	<0,6	13	47	<0,77	<360	12	<1	<8
18	<0,6	14	48	<0,76	<20	18	<1	<8

TABLEAU V

*Activités volumiques les plus importantes en radium 226
par ordre de valeurs décroissantes, et par région.*

N° SCPRI	Région et commune du point d'émergence	Nom de la source	Radium 226 (pct/l)
<i>Bassin Parisien.</i>			
4 SH 59	Saint-Amand-les-Eaux.	Nel Ev. d'Arras.	19
5 SH 59	»	Vauban, n° 55.	12
164 SH 45	Chambon-la-Forêt.	Montfras.	4,3
233 SH 61	Bagnoles-de-l'Orne.	Grande Source.	1,7
171 SH 51	Sermaize-les-Bains.	Sarrazins.	1,0
80 SH 76	Forges-les-Eaux.	La Cardinale.	1,0
<i>Région des Vosges-Alsace.</i>			
46 SH 67	Preuschdorf.	Des Hélions.	37
50 SH 67	Niederbronn.	Source Minérale.	28
51 SH 67	Morsbronn.	Saint-Arbogast.	14
49 SH 67	»	Cuirassiers.	10
219 SH 57	Gontz-les-Bains.	Saint-Clément.	8,4
218 SH 57	»	Saint-Jérôme.	7,7
47 SH 67	Morsbronn.	Général-Michel.	4,0
239 SH 70	Luxeuil-les-Bains.	Bénédictins.	2,3
273 SH 88	Vittel.	Bienfaisante.	1,7
222 SH 88	Contrexéville.	Great Source.	1,7
221 SH 88	»	Souveraine.	1,6
162 SH 68	Soultzbach-les-Bains.	Gonzenbach.	1,4
226 SH 88	Contrexéville.	Prima.	1,2
266 SH 88	Vittel.	Alpha.	1,2
294 SH 88	Bains-les-Bains.	De la Vache.	1,0
<i>Bassin Aquitain.</i>			
163 SH 17	Rochefort.	L'Empereur.	3,0
74 SH 82	Nobleval.	Saleth.	1,4
<i>Massif Central.</i>			
59 SH 42	Cordelle.	Victoire.	94
14 SH 42	St-Alban-les-Eaux.	César.	73
11 SH 42	»	Antonin.	65
15 SH 42	»	Faustine.	61
16 SH 42	»	Julia.	61
144 SH 63	Chateldon.	Vecou.	54
198 SH 03	Bellerive.	Boussange.	49
168 SH 63	La Bourboule.	Puits Choussy.	45
131 SH 23	Eaux-les-Bains.	Auguste.	37
288 SH 07	Meyrac.	Bienfaisante.	33
98 SH 63	Châtelguyon.	Gubler V.	32
7 SH 63	Beauregard-Vendon.	Des Romains.	31
121 SH 63	Châtelguyon.	Miraton.	29
145 SH 63	Chateldon.	Sergentale.	27
194 SH 03	Vichy.	Grande-Grille.	26
99 SH 63	Châtelguyon.	Nouvelle source Sardon.	26
146 SH 63	Saint-Priest-Bramefant.	Primera.	26
193 SH 03	Vichy.	Des Célestins.	23
104 SH 63	Châtelguyon.	Professeur-Carnot.	23
101 SH 63	»	Gubler IV.	22
100 SH 63	»	Gubler II.	22
122 SH 63	»	Saint-Han.	22

TABLEAU V (*suite*).

N° SCPRI	Région et commune du point d'émergence	Nom de la source	Radium 226 (pCi/l)
<i>Massif Central (suite).</i>			
97 SH 63	Châtelguyon.	Deval.	21
173 SH 63	Royat.	Eugénie.	21
105 SH 63	Châtelguyon.	Suzanne.	21
12 SH 42	Sail-sous-Couzan.	Brault, n° 3.	20
202 SH 03	Abrest.	Du Dôme.	19
196 SH 03	Vichy.	Chomel.	18
203 SH 03	Abrest.	Cornélie.	18
126 SH 63	Châtelguyon.	Yvonne.	18
201 SH 03	Abrest.	Les Lys.	17
103 SH 63	Châtelguyon.	Rochette.	17
8 SH 63	Châteauneuf-les-Bains.	Claires-Fontaines.	17
9 SH 42	Sail-sous-Couzan.	Brault.	16
174 SH 63	Royat.	Saint-Mart.	16
149 SH 03	Saint-Yorre.	Du Châlet.	15
199 SH 03	Hauterive.	Etat, n° 2.	15
132 SH 23	Evaux-les-Bains.	Delamarre.	15
102 SH 63	Châtelguyon.	Légère, n° 4.	15
150 SH 03	Saint-Yorre.	Saint-René.	14
172 SH 63	Royat.	César.	14
115 SH 03	Vichy.	Hôpital.	13
148 SH 03	Saint-Yorre.	Neptune.	13
287 SH 07	Vals-les-Bains.	Du Parc.	11
175 SH 63	Chamalières.	Saint-Victor.	11
154 SH 03	Theneuille.	Saint-Pardoux.	10
285 SH 07	Genestelle.	Astrid.	9,9
130 SH 23	Evaux-les-Bains.	Desglaudes.	9,3
197 SH 03	Vichy.	Lucas.	8,7
152 SH 03	Saint-Yorre.	Grande-Grotte.	8,4
281 SH 07	Labégude.	Saint-Laurent.	8,3
137 SH 23	Evaux-les-Bains.	Escalier.	7,3
138 SH 23	»	Piscine Ronde.	7,3
136 SH 23	»	Bains de Vapeur.	6,8
135 SH 23	»	Sainte-Marie.	6,1
116 SH 03	Saint-Yorre.	Royale.	6,0
151 SH 03	»	Château Robert.	5,5
200 SH 03	Cusset.	Mesdames.	5,5
111 SH 15	Chaudes-Aigues.	Le Par.	5,5
120 SH 63	Châtelguyon.	Marguerite.	5,4
139 SH 23	Evaux-les-Bains.	N. S. Galleux.	5,0
134 SH 23	»	César.	4,9
58 SH 42	Sail-les-Bains.	Du Hamel.	4,8
282 SH 07	Labégude.	Clémentine.	4,7
110 SH 15	Chaudes-Aigues.	Moulin du Ban.	4,5
13 SH 42	Montrond-les-Bains.	Geyser, n° 4.	4,1
129 SH 43	Saint-Géron.	Gallo-Romaine.	4,0
57 SH 42	Sail-les-Bains.	Romains.	3,8
195 SH 03	Vichy.	Du Parc.	3,7
75 SH 42	Saint-Galmier.	Badoit.	3,7
128 SH 43	Beaulieu.	Romaine.	3,5
133 SH 23	Evaux-les-Bains.	Rucher.	2,9
284 SH 07	Genestelle.	Avellan.	2,7
125 SH 42	Saint-Romain-le-Puy.	Saint-Georges.	2,4
155 SH 03	Bourbon-l'Archambault.	Thermale.	2,3
140 SH 23	Evaux-les-Bains.	Vesta.	2,3
204 SH 63	Mont-Dore.	Ramond.	1,7
207 SH 63	»	César.	1,5
234 SH 58	Saint-Parize-le-Châtel.	Gélin.	1,4

TABLEAU V (*suite*).

N° SCPRI	Région et commune du point d'émergence	Nom de la source	Radium 226 (pCi/l)
<i>Massif Central (suite).</i>			
205 SH 63	Mont-Dore.	Des Chanteurs.	1,4
208 SH 63	»	Panthéon.	1,3
206 SH 63	»	Saint-Jean.	1,3
167 SH 63	La Bourboule.	Fenestre, n° 2.	1,3
107 SH 58	Saint-Honoré-les-Bains.	La Garenne.	1,2
119 SH 07	Vals-les-Bains.	Saint-Jean.	1,1
210 SH 63	Mont-Dore.	Magdeleine.	1,1
<i>Région des Alpes.</i>			
245 SH 04	Gréoux-les-Bains.	Gravier.	36
1 SH 73	Aix-les-Bains.	Alun.	15
276 SH 73	Hermillon.	Echaillon.	11
2 SH 73	Aix-les-Bains.	Soufre.	10
73 SH 04	Digne.	Des Etuves.	9,4
70 SH 74	Saint-Gervais-les-Bains.	Gonthard.	4,8
61 SH 73	Notre-Dame de Briançon.	Radiana I.	4,4
62 SH 73	»	Radiana II.	4,3
69 SH 74	Chamonix.	Viviflante.	2,2
63 SH 73	Notre-Dame de Briançon.	Radiana III.	1,9
72 SH 38	Allevard.	Le Bout du Monde.	1,1
<i>Région Méditerranéenne.</i>			
24 SH 66	Le Boulot.	Janette.	54
23 SH 66	»	Colette.	20
44 SH 13	Aix-en-Provence.	Malherbe.	3,1
39 SH 20	Porta.	Porta.	3,0
43 SH 13	Aix-en-Provence.	Cézanne.	2,8
41 SH 13	»	Impératrice.	2,7
45 SH 13	»	Barbet.	2,7
40 SH 13	»	Mejanes.	2,4
88 SH 30	Vergèze.	Bouillens S.	1,9
42 SH 13	Aix-en-Provence.	Chambre Romaine.	1,7

TABLEAU VI
*Teneurs les plus importantes en uranium naturel
par ordre de valeurs décroissantes, et par région.*

N° SCPRI	Région et commune du point d'émergence	Nom de la source	Uranium naturel (μg/l)
<i>Bassin Parisien.</i>			
170 SH 95	Brignancourt.	Saint-Jean.	1,2
180 SH 95	Enghien-les-Bains.	Péligot.	1,1
<i>Région des Vosges-Alsace.</i>			
159 SH 68	Soultzmatt.	Communale.	17
156 SH 68	»	Communale.	10
157 SH 68	»	Nessel.	10
277 SH 88	Bains-les-Bains.	Silicia.	8,7
158 SH 68	Soultzmatt.	Nessel.	8,5
289 SH 88	Bains-les-Bains.	Romaine.	8,4
290 SH 88	»	Grosse Source.	8,4
293 SH 88	»	Robinet de Fer.	8,3
295 SH 88	»	Tempérée.	8,3
279 SH 88	»	Atéria.	8,1
280 SH 88	»	Féconde.	7,8
294 SH 88	»	De la Vache.	7,7
291 SH 88	»	Souterraine.	7,3
278 SH 88	»	Casquin.	6,9
50 SH 67	Niederbronn.	Source minérale.	4,8
275 SH 88	Outrancourt.	Déesse.	3,3
292 SH 88	Bains-les-Bains.	Promenade.	3,2
161 SH 68	Ribauvillé.	Des Ménétriers.	2,8
274 SH 88	Vittel.	Valdor.	1,6
267 SH 88	»	Essar.	1,5
249 SH 88	Plombières-les-Bains.	Lambinet.	1,3
247 SH 88	»	Dames.	1,2
127 SH 88	Val d'Ajol.	Alliot.	1,2
141 SH 88	Vittel.	Hépar.	1,2
160 SH 68	Wattwiller.	Arsène.	1,1
227 SH 88	Suriauville.	Chambre Lorraine.	1,1
162 SH 68	Soultzbach-les-Bains.	Gonzenbach.	1,0
256 SH 88	Vittel.	Grande Source.	1,0
269 SH 88	»	Belle Source.	1,0
<i>Bassin Aquitain.</i>			
163 SH 17	Rochefort.	L'Empereur.	1,1
74 SH 82	Nobleval.	Salet.	1,0
<i>Massif Central.</i>			
75 SH 42	Saint-Galmier.	Badoit.	70
59 SH 42	Cordelle.	Victoire.	50
146 SH 63	Saint-Priest-Bramafant.	Primera.	43
211 SH 86	La Roche-Posay.	Dugesclin.	39
215 SH 86	»	Le Connétable.	36
216 SH 86	»	Saint-Cyprien.	33
214 SH 86	»	Saint-Savin.	32
58 SH 42	Sail-les-Bains.	Du Hamel.	32
57 SH 42	»	Romains.	28
212 SH 86	La Roche-Posay.	Les Pictaves.	24

TABLEAU VI (*suite*).

N° SCPRI	Région et commune du point d'émergence	Nom de la source	Uranium naturel (μg/l)
<i>Massif Central (suite).</i>			
213 SH 86	La Roche-Posay.	Mélusine.	18
217 SH 86	»	Saint-Roch-aux-Chiens.	18
242 SH 42	Ouches.	Laroche.	15
112 SH 15	Vic-sur-Cère.	Vic.	14
14 SH 42	Saint-Alban-les-Eaux.	César.	9,6
15 SH 42	»	Faustin.	8,4
16 SH 42	»	Julia.	8,1
199 SH 03	Hauterive.	Etat n° 2.	7,6
235 SH 58	Saint-Parize-le-Châtel.	Elysée.	5,4
11 SH 42	Saint-Alban-les-Eaux.	Antonin.	5,1
281 SH 07	Labégude.	Saint-Laurent.	5,1
125 SH 42	Saint-Romain-le-Puy.	Saint-Georges.	3,6
209 SH 63	Mont-Dore.	Félix.	3,3
228 SH 86	Montmorillon.	Saint-Louis.	3,0
144 SH 63	Chateldon.	Vecou.	2,1
264 SH 12	Cransac.	Fraysse.	2,0
145 SH 63	Chateldon.	Sergentale.	1,9
9 SH 42	Sail-sous-Couzan.	Brault.	1,9
12 SH 42	»	Brault, n° 3.	1,8
103 SH 63	Châtelpuyon.	Rochette.	1,5
116 SH 03	Saint-Yorre.	Royale.	1,5
129 SH 43	Saint-Géron.	Gallo-Romaine.	1,5
123 SH 42	Saint-Romain-le-Puy.	Parot.	1,5
265 SH 12	Cransac.	Haute-Richard.	1,3
7 SH 63	Beauregard-Vendon.	Des Romains.	1,2
150 SH 03	Saint-Yorre.	Saint-René.	1,2
236 SH 58	Saint-Parize-le-Châtel.	Fonds-Bouillants.	1,2
168 SH 63	La Bourboule.	Puits-Choussy.	1,1
282 SH 07	Labégude.	Clémentine.	1,1
148 SH 03	Saint-Yorre.	Neptune.	1,0
128 SH 43	Beaulieu.	Romaine.	1,0
124 SH 63	Volvic.	Clairvie.	1,0
<i>Région des Alpes.</i>			
276 SH 73	Hermillon.	Echaillon.	3,6
82 SH 38	Cornillon-en-Trières.	Auvergne.	1,7
68 SH 74	Evian-les-Bains.	Les Cordeliers.	1,0
<i>Région Méditerranéenne.</i>			
286 SH 30	Vergèze.	Perrier.	3,4
188 SH 83	Le Luc.	Romains.	2,1
24 SH 66	Le Boulon.	Janette.	2,0
186 SH 83	Le Luc.	Pioule.	1,8
45 SH 13	Aix-en-Provence.	Barbet.	1,3
187 SH 83	Le Luc.	Nouvelle.	1,3
44 SH 13	Aix-en-Provence.	Malherbe.	1,2
43 SH 13	»	Cézanne.	1,2
40 SH 13	»	Méjanes.	1,2
41 SH 13	»	Impératrice.	1,1
42 SH 13	»	Chambre Romaine.	1,1

TABLEAU VII

Teneur les plus importantes en potassium par ordre de valeurs décroissantes, et par région.

N° SCPRI	Région et commune du point d'émergence	Nom de la source	Potassium (mg/l)
<i>Bassin Parisien.</i>			
180 SH 95	Enghien-les-Bains.	Péligot.	30
183 SH 95	»	Du Roy.	14
179 SH 95	»	Bouland.	13
182 SH 95	»	Deyeux.	13
181 SH 95	»	Le Lac.	13
177 SH 95	»	Coquil.	10
178 SH 95	»	De Puisaye.	10
<i>Région des Vosges-Alsace.</i>			
46 SH 67	Preuschdorf.	Des Hélians.	480
49 SH 67	Morsbronn.	Cuirassiers.	170
47 SH 67	»	Général Michel.	150
50 SH 67	Niederbronn.	Source Minérale.	140
51 SH 67	Morsbronn.	Saint-Arbogast.	110
218 SH 57	Contz-les-Bains.	Saint-Jérôme.	110
219 SH 57	»	Saint-Clément.	97
157 SH 68	Soulzmatte.	Nessel (1, 2, 3).	63
158 SH 68	»	Nessel (4, 5, 6, 7, 8).	59
159 SH 68	»	Communales (2, 3).	51
162 SH 68	Soultzbach-les-Bains.	Gonzenbach.	37
156 SH 68	Soulzmatte.	Communales (1, 4).	34
240 SH 70	Luxeuil-les-Bains.	Bursaux.	23
239 SH 70	»	Bénédictins.	21
161 SH 68	Ribeauvillé.	Des Ménétriers.	20
237 SH 70	Luxeuil-les-Bains.	Capucins et Dames.	17
<i>Bassin Aquitain.</i>			
163 SH 17	Rochefort.	L'Empereur.	52
<i>Massif Central.</i>			
265 SH 12	Cransac.	Haute-Richard.	310
287 SH 07	Vals-les-Bains.	Du Parc.	190
146 SH 63	Saint-Priest-Bramefant.	Primera.	160
12 SH 42	Sail-sous-Couzan.	Brault, n° 3.	160
152 SH 03	Saint-Yorre.	Grande-Grotte.	150
150 SH 03	»	Saint-René.	140
149 SH 03	»	Du Châlet.	130
200 SH 03	Cusset.	Mesdames.	120
148 SH 03	Saint-Yorre.	Neptune.	120
203 SH 03	Abrest.	Cornélie.	110
199 SH 03	Hauterive.	Etat, n° 2.	110
9 SH 42	Sail-sous-Couzan.	Brault.	110
116 SH 03	Saint-Yorre.	Royale.	110
198 SH 03	Bellerive.	Boussange.	110
194 SH 03	Vichy.	Grande-Grille.	110
202 SH 03	Abrest.	Du Dôme.	110
196 SH 03	Vichy.	Chomel.	110
201 SH 03	Abrest.	Les Lys.	110
197 SH 03	Vichy.	Lucas.	110
195 SH 03	»	Du Parc.	110
126 SH 63	Châtelguyon.	Yvonne.	100
115 SH 03	Vichy.	Hôpital.	100
175 SH 63	Chamalières.	Saint-Victor.	100
174 SH 63	Royat.	Saint-Mart.	99

TABLEAU VII (*suite*).

N° SCPRI	Région et commune du point d'émergence	Nom de la source	Potassium (mg/l)
<i>Massif Central (suite).</i>			
98 SH 63	Châtelguyon.	Gubler V.	98
168 SH 63	La Bourboule.	Choussy.	96
173 SH 63	Royat.	Eugénie.	94
151 SH 03	Saint-Yorre.	Chateau Robert.	94
209 SH 63	Mont-Dore.	Félix.	92
99 SH 63	Châtelguyon.	Sardon.	91
100 SH 63	»	Gubler II.	91
104 SH 63	»	Carnot.	88
105 SH 63	»	Suzanne.	88
193 SH 03	Vichy.	Des Célestins.	80
97 SH 63	Châtelguyon.	Deval.	80
122 SH 63	»	Saint-Han.	79
121 SH 63	»	Miraton.	79
101 SH 63	»	Gubler IV.	75
112 SH 15	Vic-sur-Cère.	Vic.	74
103 SH 63	Châtelguyon.	Rochette.	74
288 SH 07	Meyrac.	Bienfaisante.	72
123 SH 42	Saint-Romain-le-Puy.	Parot.	66
155 SH 03	Bourbon l'Archambault.	Thermale.	59
125 SH 42	Saint-Romain-le-Puy.	Saint-Georges.	58
7 SH 63	Beauregard-Vendon.	Des Romains.	52
172 SH 63	Royat.	César.	52
128 SH 43	Beaulieu.	Romaine.	48
16 SH 42	Saint-Alban-les-Eaux.	Julia.	47
14 SH 42	»	César.	46
144 SH 63	Chateldon.	Vecou.	46
145 SH 63	»	Sergentale.	46
206 SH 63	Mont-Dore.	Saint-Jean.	46
15 SH 42	Saint-Alban-les-Eaux.	Faustin.	45
11 SH 42	»	Antonin.	45
210 SH 63	Mont-Dore.	Magdeleine.	45
264 SH 12	Cransac.	Fraysse.	44
204 SH 63	Mont-Dore.	Ramond.	44
205 SH 63	»	Des Chanteurs.	44
102 SH 63	Châtelguyon.	Légère, n° 4.	43
208 SH 63	Mont-Dore.	Panthéon.	43
207 SH 63	»	César.	42
281 SH 07	Labégude.	Saint-Laurent.	41
8 SH 63	Châteauneuf-les-Bains.	Claires-Fontaines.	40
111 SH 15	Chaudes-Aigues.	Le Par.	30
110 SH 15	»	Moulin-du-Ban.	30
766 SH 63	Chamalières.	Les Roches.	29
242 SH 42	Ouches.	De Laroche.	26
282 SH 07	Labégude.	Clémentine.	26
59 SH 42	Cordelle.	Victoire.	25
118 SH 58	Pouques-les-Eaux.	Saint-Léger.	25
130 SH 23	Evaux-les-Bains.	Desglaudes.	24
120 SH 63	Châtelguyon.	Marguerite.	23
132 SH 23	Evaux-les-Bains.	Delamarre.	22
137 SH 23	»	Escalier.	22
133 SH 23	»	Rocher.	22
131 SH 23	»	Auguste.	21
138 SH 23	»	Piscine Ronde.	21
136 SH 23	»	Bains de Vapeur.	21
135 SH 23	»	Sainte-Marie.	21
139 SH 23	»	N. S. Galleux.	21
134 SH 23	»	César.	21
140 SH 23	»	Vesta.	21

TABLEAU VII (*suite*).

N° SCPRI	Région et commune du point d'émergence	Nom de la source	Potassium (mg/l)
<i>Massif Central (suite).</i>			
129 SH 43	Saint-Géron.	Gallo-Romaine.	19
119 SH 07	Vals-les-Bains.	Saint-Jean.	18
75 SH 42	Saint-Galmier.	Badoit.	18
285 SH 07	Génestelle.	Astrid.	16
107 SH 58	Saint-Honoré-les-Bains.	La Garenne.	13
236 SH 58	Saint-Parize-le-Châtel.	Fonts-Bouillants.	11
154 SH 03	Theneuille.	Saint-Pardoux.	11
167 SH 63	La Bourboule.	Fenestre, n° 2.	11
166 SH 63	»	Fenestre, n° 1.	11
13 SH 42	Montrond-les-Bains.	Geyser, n° 4.	10
234 SH 58	Saint-Parize-le-Châtel.	Gélin.	10
<i>Région des Alpes.</i>			
276 SH 73	Hermillon.	Echaillon.	68
70 SH 74	Saint-Gervais-les-Bains.	Gonthard.	38
245 SH 04	Gréoux-les-Bains.	Gravier.	35
61 SH 73	N.D. de Briançon.	Radiana I.	23
64 SH 73	»	Radiana IV.	20
62 SH 73	»	Radiana II.	20
63 SH 73	»	Radiana III.	20
<i>Région Méditerranéenne.</i>			
24 SH 66	Le Boulou.	Janette.	61
23 SH 66	»	Colette.	33
39 SH 20	Porta.	Porta.	18

TABLEAU VIII

Teneurs les plus importantes en sodium par ordre de valeurs décroissantes, et par région.

N° SCPRI	Région et commune du point d'émergence	Nom de la source	Sodium (mg/l)
<i>Bassin Parisien.</i>			
171 SH 51	Sermaize.	Sarrazins.	230
4 SH 59	Saint-Amand-les-Eaux.	Nel Ev. d'Arras.	56
180 SH 95	Enghien-les-Bains.	Péligot.	54
177 SH 95	»	Coquil.	53
<i>Région des Vosges-Alsace.</i>			
46 SH 67	Preudschdorf.	Des Hélions.	4 500
218 SH 57	Contz-les-Bains.	Saint-Jérôme.	3 300
219 SH 57	»	Saint-Clément.	2 600
49 SH 67	Morsbronn.	Cuirassiers.	1 300
50 SH 67	Niederbronn.	Source Minérale.	1 200
47 SH 67	Morsbronn.	Général Michel.	1 100
51 SH 67	»	Saint-Arbogast.	750
240 SH 70	Luxeuil-les-Bains.	Bursaux.	350
239 SH 70	»	Bénédictins.	320
157 SH 68	Soulzmatt.	Nessel (1, 2, 3).	310
158 SH 68	»	Nessel (4, 5, 6, 7, 8).	300
237 SH 70	Luxeuil-les-Bains.	Capucins et Dames.	250
159 SH 68	Soulzmatt.	Communales (2, 3).	290
156 SH 68	»	Communales (3, 4).	180
162 SH 68	Soulzbach-les-Bains.	Gonzenbach.	160
161 SH 68	Ribeauvillé.	Des Ménétriers.	110
246 SH 88	Plombières-les-Bains.	Robinet Romain.	91
275 SH 88	Outrancourt.	Désesse.	83
289 SH 88	Bains-les-Bains.	Romaine.	76
290 SH 88	»	Grosse Source.	76
295 SH 88	»	Tempérée.	75
248 SH 88	Plombières-les-Bains.	Collecteur Romain.	75
294 SH 88	Bains-les-Bains.	De la Vache.	70
278 SH 88	»	Casquin.	70
280 SH 88	»	Féconde.	70
291 SH 88	»	Souterraine.	69
279 SH 88	»	Artéria.	65
247 SH 88	Plombières-les-Bains.	Dames.	64
277 SH 88	Bains-les-Bains.	Silicia.	60
293 SH 88	»	Robinet de Fer.	50
273 SH 88	Vittel.	Bienfaisante.	50
<i>Bassin Aquitain.</i>			
163 SH 17	Rochefort.	L'Empereur.	1 000
165 SH 33	Arcachon.	Sainte-Anne.	74
<i>Massif Central.</i>			
287 SH 07	Vals-les-Bains.	Du Parc.	2 200
168 SH 63	La Bourboule.	Puits Choussy.	1 800
196 SH 03	Vichy.	Chomel.	1 800
115 SH 03	Vichy.	Hôpital.	1 700
149 SH 03	Saint-Yorre.	Du Châlet.	1 700
203 SH 03	Abrest.	Cornélie.	1 700
202 SH 03	»	Du Dôme.	1 700
201 SH 03	»	Les Lys.	1 700
198 SH 03	Bellerive.	Boussange.	1 700
195 SH 03	Vichy.	Du Parc.	1 700
194 SH 03	»	Grande-Grille.	1 700

TABLEAU VIII (*suite*).

N° SCPRI	Région et commune du point d'émergence	Nom de la source	Sodium (mg/l)
<i>Massif Central (suite).</i>			
197 SH 03	Vichy.	Lucas.	1 700
146 SH 63	Saint-Priest-Bramefant.	Primera.	1 600
116 SH 03	Saint-Yorre.	Royale.	1 600
148 SH 03	»	Neptune.	1 600
150 SH 03	»	Saint-René.	1 600
199 SH 03	Hauterive.	Etat, n° 2.	1 600
152 SH 03	Saint-Yorre.	Grande-Grotte.	1 500
209 SH 63	Mont-Dore.	Félix.	1 400
200 SH 03	Cusset.	Mesdames.	1 400
112 SH 15	Vic-sur-Cère.	Vic.	1 300
155 SH 03	Bourbon-l'Archambault.	Thermale.	1 300
193 SH 03	Vichy.	Des Célestins.	1 200
128 SH 43	Beaulieu	Romaine.	1 100
174 SH 63	Royat.	Saint-Mart.	1 100
13 SH 42	Montrond-les-Bains.	Geyser, n° 4.	1 000
97 SH 63	Châtelguyon.	Deval.	920
98 SH 63	»	Gubler V.	920
175 SH 63	Chamalières.	Saint-Victor.	900
99 SH 63	Châtelguyon.	Nouvelle Source Sardon.	880
126 SH 63	»	Yvonne.	880
100 SH 63		Gubler II.	860
104 SH 63		Professeur Carnot.	840
105 SH 63		Suzanne.	840
173 SH 63	Royat.	Eugénie.	800
151 SH 03	Saint-Yorre.	Château Robert.	770
12 SH 42	Sail-sous-Couzan.	Brault, n° 3.	730
265 SH 12	Cransac.	Haute-Richard.	730
101 SH 63	Châtelguyon.	Gubler IV.	680
121 SH 63	»	Miraton.	680
122 SH 63	»	Saint-Han.	680
103 SH 63	»	Rochette.	650
7 SH 63	Beauregard-Vendon.	Des Romains.	530
8 SH 63	Châteauneuf-les-Bains.	Claires-Fontaines.	520
123 SH 42	Saint-Romain-le-Puy.	Parot.	520
9 SH 42	Sail-sous-Couzan.	Brault.	510
288 SH 07	Meyrac.	Bienfaisante.	500
125 SH 42	Saint-Romain-le-Puy.	Saint-Georges.	480
102 SH 63	Châtelguyon.	Légère, n° 6.	400
132 SH 23	Evaux-les-Bains.	Delamarre.	400
130 SH 23	»	Desglaudes.	400
131 SH 23	»	Auguste.	390
137 SH 23	»	Escalier.	390
139 SH 23	»	N. S. Galleux.	390
138 SH 23	»	Piscine Ronde.	390
133 SH 23	»	Rocher.	390
136 SH 23	»	Bains de Vapeur.	380
135 SH 23	»	Sainte-Marie.	380
140 SH 23	»	Vesta.	380
134 SH 23	»	César.	370
172 SH 63	Royat.	César.	350
14 SH 42	Saint-Alban-les-Eaux.	César.	350
11 SH 42	»	Antonin.	340
15 SH 42	»	Faustine.	340
16 SH 42	»	Julia.	340
205 SH 63	Mont-Dore.	Des Chanteurs.	320
210 SH 63	»	Magdeleine.	320
208 SH 63	»	Panthéon.	320
207 SH 63	»	César.	300

TABLEAU VIII (*suite*).

N° SCPRI	Région et commune du point d'émergence	Nom de la source	Sodium (mg/l)
<i>Massif Central (suite).</i>			
204 SH 63	Mont-Dore.	Ramond.	300
206 SH 63	»	Saint-Jean.	300
242 SH 42	Ouches.	De Laroche.	260
111 SH 15	Chaudes-Aigues.	Le Par.	260
110 SH 15	»	Moulin du Ban.	260
281 SH 07	Labégude.	Saint-Laurent.	250
282 SH 07	»	Clémentine.	250
144 SH 63	Chateldon.	Vecou.	240
129 SH 43	Saint-Géron.	Gallo-Romaine.	240
59 SH 42	Cordelle.	Victoire.	240
145 SH 63	Chateldon.	Sergentale.	220
297 SH 07	Saint-Laurent-les-Bains.	Caquets.	200
75 SH 42	Saint-Galmier.	Badoit.	200
118 SH 58	Pougues-les-Eaux.	Saint-Léger.	190
296 SH 07	Saint-Laurent-les-Bains.	Lasaigne.	180
285 SH 07	Genestelle.	Astrid.	180
264 SH 12	Cransac.	Fraysse.	160
119 SH 07	Vals-les-Bains.	Saint-Jean.	150
176 SH 63	Chamalières.	Les Roches.	140
120 SH 63	Châtelguyon.	Marguerite.	130
107 SH 58	Saint-Honoré-les-Bains.	La Garenne.	130
166 SH 63	La Bourboule.	Fenestre, n° 1.	120
167 SH 63	»	Fenestre n° 2.	110
57 SH 42	Saint-Honoré-les-Bains.	Romains.	90
58 SH 42	»	Du Hamel.	70
22 SH 58	Saint-Honoré-les-Bains.	Romains.	63
<i>Région des Alpes.</i>			
276 SH 73	Hermillon.	Echaillon.	2 400
70 SH 74	Saint-Gervais-les-Bains.	Gonthard.	1 200
245 SH 04	Gréoux-les-Bains.	Gravier.	670
61 SH 73	Notre-Dame de Briançon.	Radiana I.	280
60 SH 73	Challes-les-Eaux.	Reine du Soufre.	250
62 SH 73	Notre-Dame de Briançon.	Radiana II.	240
64 SH 73	»	Radiana IV.	240
63 SH 73	Marlizon.	Radiana III.	230
262 SH 73	»	Esculape.	88
263 SH 73	»	Bonjan.	79
261 SH 73	»	Adelaide.	69
<i>Région Méditerranéenne.</i>			
24 SH 66	Le Bouloc.	Janette.	1 300
23 SH 66	»	Colette.	630
37 SH 20	Rapaggio.	Sorg. Soprana.	350
39 SH 20	Porta.	Porta.	190
36 SH 20	Ajaccio.	Caldaniccia.	140
232 SH 06	Roquebillière.	Saint-Michel.	80
26 SH 20	Olmeto.	Baracci-les-Bains.	75
184 SH 06	Roquebillière.	Saint-Jean-B.	72
185 SH 06	»	Saint-Julien.	72
31 SH 20	Poggio.	Venturino.	67
28 SH 20	Isolaccio.	Rastello.	57
38 SH 20	Perelli.	Pardina.	55
25 SH 20	Sainte-Lucie-de-Tal.	Caldane.	52
27 SH 20	Zigliara.	Urbalacone.	52
33 SH 20	Aghione.	Source Gauche.	50

V. — DISCUSSION

Le caractère partiel des présents résultats ne permet évidemment pas de tirer des conclusions définitives. Aussi, nous bornerons-nous à quelques remarques provisoires sur la série étudiée :

1° ORDRES DE GRANDEUR COMPARÉS DES TENEURS DES EAUX EN RADIO-ÉLÉMENTS NATURELS. — Il convient d'abord de rappeler que les ordres de grandeur des concentrations dans l'eau, exprimées en microgramme par litre, des trois radio-éléments naturels étudiés, sont très différents. Dans la série étudiée dans le présent travail, les teneurs les plus importantes sont :

- pour l'uranium naturel : 70 microgrammes par litre.
- pour le thorium naturel : 18 microgrammes par litre.
- pour le radium 226 (dont 1 picocurie correspond à 10^{-6} microgramme) : $9,6 \cdot 10^{-5}$, soit à peu près 10^{-4} microgramme par litre (*).

La concentration exprimée en masse du radium 226 mesurée dans les eaux est donc d'un ordre au moins dix mille fois plus faible que les concentrations de l'uranium et du thorium naturels.

2° RÉPARTITION ET COMPOSITION DES SOURCES. — On peut, d'une façon approximative, classer les sources étudiées dans la présente série en trois grandes catégories :

a) *Sources présentant une teneur en uranium naturel relativement élevée (supérieure à 10 microgrammes par litre).* — Elles se trouvent, avec la plus grande fréquence, dans la région du Massif Central (département de la Loire et de la Vienne essentiellement), quelques-unes aussi dans le département du Haut-Rhin (alors qu'il ne s'en trouve pas dans les sources hydrominérales étudiées dans le département des Vosges). Sur les 18 sources correspondantes, 16 présentent à la fois une activité volumique relativement faible en radium 226 et une faible concentration en potassium (inférieure à 2 milligrammes par litre) et en sodium (inférieure à 20 milligrammes par litre). Deux sources seulement font exception, l'une dans le département de la Loire, l'autre dans celui du Puy-de-Dôme, et présentent des teneurs élevées en uranium naturel, en potassium et en sodium, en même temps qu'une activité volumique importante en radium.

b) *Sources présentant une activité volumique en radium 226 relativement élevée (supérieure à 5 picocuries par litre).* — Elles sont plus répandues sur

(*) Conformément à la définition actuelle de la Commission Internationale des Unités radiologiques, le curie est une unité d'activité correspondant à un nombre de désintégrations par unité de temps ($3,7 \times 10^{10} \text{ s}^{-1}$), et non une unité de quantité de radio-élément.

le territoire, mais se trouvent avec la plus grande fréquence dans la région du Massif Central (département du Puy-de-Dôme essentiellement, ainsi que de l'Allier et de la Loire). On trouve encore quelques sources de ce type dans les Pyrénées-Orientales, les Alpes, le Bas-Rhin (il n'y en a pas dans les Vosges) et le département du Nord. Sur les 77 sources correspondantes, 75 présentent à la fois une teneur relativement faible en uranium naturel (inférieure à 2 microgrammes par litre), et une concentration élevée en potassium (supérieure à 50 milligrammes par litre) et en sodium (supérieure à 500 milligrammes par litre). Les deux sources qui font exception sont celles déjà citées au paragraphe *a*.

c) Sources présentant à la fois une teneur faible en uranium naturel (inférieure à 5 microgrammes par litre), et une activité volumique faible en radium 226 (inférieure à 5 picocuries par litre). — Fréquemment ce type de sources ne présente de même que des concentrations très faibles en potassium et en sodium. Ce sont les plus nombreuses (60 % de la série étudiée).

Il semblerait donc qu'une teneur élevée en uranium naturel s'accompagne souvent d'une activité volumique faible en radium 226 et d'une faible concentration en potassium et en sodium. Par contre, une activité volumique élevée en radium 226 semblerait généralement associée à des concentrations élevées en sodium et en potassium, et à une faible teneur en uranium. Il convient cependant d'interpréter ces constatations avec beaucoup de prudence.

D'autre part, la teneur en thorium naturel est faible pour toutes les eaux étudiées.

Enfin, la confrontation de ces résultats avec les listes de températures figurant dans les *Annales des Mines* [4] confirme le fait déjà souligné par ROUFAULT [3], que la radioactivité d'une eau n'est nullement liée à sa température.

3° IMPORTANCE RELATIVE DE LA RADIOACTIVITÉ DES SOURCES HYDROMINÉRALES SUR LE PLAN SANITAIRE. — La question est souvent posée de la confrontation des résultats des mesures de radioactivité des sources hydrominérales avec les concentrations maximales admissibles des radio-éléments dans les eaux de boisson, définies par la Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements [16], et reprises dans la législation française [17].

Il convient d'abord de remarquer que les recommandations de la Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements, comme les directives de la législation française, ne prennent pas en considération les doses de rayonnements distribuées aux individus dans un but thérapeutique, ou provenant de la radioactivité naturelle.

Pour fixer les ordres de grandeur, nous donnons cependant dans le tableau IX, à titre simplement indicatif, les valeurs de ces activités volumiques maximales admissibles prévues pour les éléments radioactifs que nous avons étudiés, ainsi que les concentrations correspondantes exprimées en masse. On constate ainsi que la concentration maximale admissible de 100 picocuries par litre du

radium 226 (à ne prendre en considération que dans le cas où il serait artificiellement ajouté à l'eau, par des rejets industriels par exemple) correspond à un dix-millième de microgramme par litre, alors qu'elle est de 18 milligrammes par litre pour l'uranium naturel, et de 90 milligrammes par litre pour le thorium naturel.

TABLEAU IX

Activités volumiques maximales admissibles des radio-éléments étudiés et concentrations correspondantes exprimées en masse.

Elément	Activité volumique maximale admissible	Concentration correspondante
Radium 226.	100 picocuries par litre.	10^{-4} microgramme par litre.
Uranium naturel.	6 000 picocuries par litre.	18 milligrammes par litre.
Thorium naturel.	10 000 picocuries par litre.	90 milligrammes par litre.

Les concentrations maximales, exprimées en masse, de l'uranium et du thorium naturels, d'une part, et du radium 226, d'autre part, sont donc dans un rapport supérieur à dix millions, alors qu'elles ne sont que dans un rapport de l'ordre de 100 si on les exprime en activité. Par conséquent, les méthodes conventionnelles utilisées pour la mesure des teneurs en uranium et en thorium, avec les seuils qu'elles permettent d'atteindre dans les conditions définies précédemment (voir chapitres III et V), ont une sensibilité plus que suffisante puisqu'elles permettent de mesurer, pour l'uranium en particulier, des teneurs au moins dix mille fois plus faibles que les concentrations maximales admissibles correspondantes.

Il reste à apprécier le risque exact que pourrait constituer la présence de ces radio-éléments dans les eaux minérales. Jusqu'à présent, pour ce qui concerne les eaux d'alimentation, aucun travail sérieux n'a jamais établi de relation entre la présence de radium dans les eaux de boisson, même à des taux relativement élevés, et un éventuel accroissement de la fréquence des cancers et des leucémies dans quelque région que ce soit.

Il n'est pas inutile, à ce sujet, de rappeler ici les travaux de TURNER et coll. [18, 19] fondés sur les recherches et les enquêtes précises effectuées en Grande-Bretagne sur les eaux potables distribuées à la population : l'absorption quotidienne moyenne du radium 226 à partir de l'eau potable est plus de 30 fois plus importante dans les Cornouailles que dans le pays de Galles, et elle est à peu près 1 000 fois plus importante en ce qui concerne le radon. Or, aucune augmentation du taux normal de mortalité (« S.M.R. ») (*) par cancer ou leucémie

(*) « Standardized Mortality Ratio ».

ne peut être mise en évidence dans la région des Cornouailles (où le taux de mortalité correspondant à ces deux affections est même nettement inférieur au S.M.R.).

Par contre, bien que les comtés du pays de Galles choisis comme témoins soient alimentés en eaux potables comportant une radioactivité naturelle particulièrement faible, il y est constaté, depuis de nombreuses années, un dépassement très important du S.M.R. par cancer gastrique atteignant 38 %. Les eaux correspondantes proviennent généralement de drainages en surface, comportent un pH bas à l'origine, et sont très faiblement minéralisées (moins de 50 p.p.m. de matières minérales dissoutes, alors que les régions dans lesquelles le S.M.R. reste normal en comportent plus de 200 p.p.m.).

TURNER conclut en recommandant de porter attention, plus qu'à la radioactivité des eaux potables, à la nature exacte des éléments minéraux présents à l'état de traces [20] dans les eaux « douces » (très faiblement minéralisées), sur lesquels le manque d'information est actuellement presque complet.

Bien que les radioactivités les plus élevées dont parle TURNER pour les eaux de distribution soient encore nettement inférieures à celles de plusieurs eaux minérales analysées dans le présent travail, ses conclusions ne doivent pas être perdues de vue lorsqu'on aborde le problème de la portée exacte de la radioactivité des sources hydrominérales sur le plan sanitaire.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. LEPAPE (A.) : Les données numériques actuelles sur la radioactivité des sources thermales françaises. *Ann. Inst. Hydrol. Climatol.*, 1924, 2, 44-60.
2. ROUBAULT (H.) : *Radioactivité des eaux de sources françaises*. Nations-Unies, A/AC.82/G/R/16 (1956).
3. ROUBAULT (H.), GRANDPIERRE (R.), COPPENS (R.) et JURAIN (G.) : La radioactivité des eaux minérales. *Congrès Intern. Hydrol. Climatol. Ischia*, oct. 1958.
4. STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE : *Annales des Mines*, année 1961. Bureau de documentation minière, Paris.
5. FRITSCH (A.), PINSET-HARSTRÖM (I.) et COURSAGET (J.) : Etude sur la teneur en produits radioactifs des eaux et des gaz des sources thermales de La Bourboule, du Mont-Dore et de Royat. *J. Radiol. Electrol. Méd. Nucl.*, 1958, 39, 148-151.
6. GRANDPIERRE (R.), PELLERIN (P.), ARNAUD (Y.), BLANQUET (P.) et MORONI (J. P.) : La radioactivité des eaux et des gaz de Bagnères-de-Luchon. *Annales de l'Institut d'Hydrologie*, 1962, XXXIII, 1-18.
7. PELLERIN (P.), ARNAUD (Y.) et MORONI (J. P.) : Méthode pratique d'évaluation systématique de la radioactivité de l'air dans les galeries de mines. *Symposium on Radiological Health and Safety in Mining. IAEA, Vienna*, 1964, 1, 447-457, SCPRI-91 (1963).
8. JURAIN (G.) : Methods and results of a study of radioactivity from radon in natural water. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1960, 20, 51-82.
9. JURAIN (G.) : Contribution à la connaissance géochimique des familles de l'uranium-radium et du thorium dans les Vosges méridionales. Application de certains résultats en prospection des gisements d'uranium. *CEA*, 2154 (1962).

10. KAYSER (P.) : Contribution à l'étude de la teneur en radionuclides naturels des eaux minérales de Mondorf-les-Bains et de Plombières. *Thèse Fac. Pharmacie Nancy*, 1962.
11. KAYSER (P.) et MEUNIER (A.) : Teneur en radio-éléments naturels des eaux thermales de Plombières-les-Bains. *Ann. Pharm.*, 1964, 22, 365-372.
12. CAUJOLLE (F.), AUVERGNAT (R.) et OUSTRIN (J.) : Régime radioactif de l'aire d'émergence luchonnaise. *Presse Thermale et Climatique*, 1961, 98, 95.
13. BUGNARD (L.) et FALLOT (P.) : *Rapport sur la détermination de la radioactivité des eaux thermales*. Conseil Supérieur du Thermalisme, 6 février 1957.
14. BERTHOLLET (P.) et GRIMBERT (A.) : Dosage de l'uranium en prospection hydrogéologique. *B. I. S. T.*, 1958, 22, 12-20.
15. KUZNETZOV (V. I.) et AKIMOVA (T. C.) : Méthode améliorée de coprécipitation de l'uranium dans les eaux naturelles. *Radiokhimiya (U.R.S.S.)*, 1960, 2, 426-430.
16. COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADILOGIQUE : Rapport du Comité II sur la dose admissible en cas d'irradiation interne. *C. I. P. R.*, Pub. 2. Gauthier-Villars, Paris, 1963.
17. DÉCRET n° 67-228 du 15 mars 1967 portant règlement d'administration publique relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants. *J. O. Rép. Fr.*, 22 mars 1967.
18. TURNER (R. C.), RADLEY (J. M.) et MAYNEORD (W. W.) : Naturally occurring alpha-activity of drinking waters. *Nature*, 1961, 189, 348-352.
19. TURNER (R. C.) : Radioactivity and hardness of drinking water in relation to cancer mortality rates. *Brit. Water Works Assoc. J.*, 1962, 44, 613-629.
20. DURUM (W. H.) : *Proceedings of conference on Physiological Aspects of Water Quality*. Washington D. C., 1960, 51.

SCPRI - (S) - 117 - REMY M. L., PELLERIN P.

RADIOACTIVITE NATURELLE DE 250 SOURCES HYDROMINERALES FRANCAISES.
Mars 1968.

Résumé. - Les sources thermales françaises sont au nombre de 1 400 sur lesquelles 1 000 sources sont actuellement exploitées. Nous avons à ce jour étudié la radioactivité naturelle de 250 de ces sources (teneurs en Uranium naturel, Radium 226, et Thorium naturel). Le travail se poursuit systématiquement.

SCPRI - (S) - 117 - REMY M. L., PELLERIN P.

NATURAL RADIOACTIVITY OF 250 FRENCH MINERAL SPRINGS. March 1968.

Summary. - The number of French mineral springs reaches 1 400, among which 1 000 are presently operating. Up to now, we have studied the natural radioactivity of 250 of these springs (amount of natural Uranium, Radium 226 and natural Thorium). This work is carried out systematically.

SCPRI - (S) - 117 - REMY M. L., PELLERIN P.

NÄTURLICHE RADIOAKTIVITÄT VON 250 FRANZÖSISCHEN MINERALWASSERQUELLEN.
März 1968.

Zusammenfassung. - Frankreich besitzt 1 400 Thermalquellen, von denen gegenwärtig 1 000 ausgenutzt sind. Wir haben bis jetzt die natürliche Radioaktivität von 250 Quellen untersucht (den Gehalt an natürlichem Uran, an Radium 226 und an natürlichem Thorium). Die Arbeit wird systematisch fortgesetzt.

*VIRTVTE DVCE CO-
MITE FORTITVDINE*



*COLLEGIVM CIVILE
AD SANITATEM*