

Recherches sur la radioactivité des eaux neuchâtelaises et seelandaises [suite et fin]

Autor(en): **Perret, H. / Jaquerod, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences physiques et naturelles**

Band (Jahr): **45 (1918)**

PDF erstellt am: **25.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-743009>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

RECHERCHES
SUR LA
RADIOACTIVITÉ DES EAUX
NEUCHATELOISES ET SEELANDAISES

PAR

H. PERRET et A. JAQUEROD

(Avec 6 fig. et 1 planche)

(Suite et fin).

VII. ETUDE SPÉCIALE DE DEUX RÉGIONS.

A. *Région du Locle*. — Voici par ordre chronologique les sources que nous avons étudiées dans un espace de quelques km². La carte correspondante (p. 422) est faite d'après les mêmes principes que la carte générale. Pour qu'il n'y ait pas de confusion possible, les sources qui figurent sur les deux cartes ont le même numéro.

N°	Nom de la source	Date	Débit	Temp. eau	Eman. par l	Eman. totale
65	La Jacques I	5- 9-14	8	11	0,48	3,84
64	Combe Girard	22-10-14	4	8	2,62	10,48
66	Entre-deux-Monts	22- 7-15	7	5	0,39	2,73
67	Roches de la Sagne	22- 7-15	50	6,5	0,41	20,5
70	Varodes	26- 6-16	3,8	9,5	0,47	1,79
71	Crozot	9-10-16	puits	10	0,31	
72	Combe Robert	19-10-16	1,5	6,5	traces	traces

N°	Nom de la source	Date	Débit	Temp. eau	Eman. par l	Eman. totale
73	Le Rocher	19-10-16	50	10	0,56	28,0
83	Combe des Enfers	27-10-16	40	6	0,59	23,6
68	La Jaluse (bas)	22- 1-17	7,5	5	0,20	1,5
113	La Claire (bas)	1- 4-17	10	12	0,76	7,6
114	Jaluse (haut)	9- 4-17	2,5	5	0,80	2,0
115	Jaluse (M. Rose)	25- 4-17	18	6	1,92	34,58
116	Abâttés	15- 6-17	30	7,5	0,85	25,5
117	Vioulou (ferme)	24- 6-17	32	5	1,04	33,28
118	Calames-Combes	24- 6-17	35	10	1,47	51,45
74	Vioulou (pâturage)	24- 6-17	6	7	3,71	22,26
75	Calames (école)	28- 6-17	1	12	1,38	1,38
119	Jeanneret (bas)	6- 7-17	40	7	1,31	52,4
120	Jeanneret (haut)	6- 7-17	50	7	0,36	18
121	Fontaine Gunther	9- 7-17	4	10,5	0,13	5,2
76	Molière	9- 7-17	35	9	0,57	20
77	La Claire (haut)	1- 8-17	10	7	0,72	7,2
79	Les Replates (haut)	13- 8-17	6	11	0,34	1,44
80	Crêt Perrelet	29- 8-17	12	11	0,14	1,68
78	Combe Jeanneret	6- 9-17	8	8	0,41	32,8
69	Les Replates (bas)	6- 9-17	4	11,5	0,88	35,2
122	Combe Girard II	24- 9-17	40	9	0,45	18
123	Combe Girard III	24- 9-17	28	8	0,55	15,4
82	Frêtes (Comboles)	29- 9-17	2,25	13,5	rien	rien
124	Frêtes (Restaurant)	29- 9-17	6	12,5	0,17	1,02
125	Quartier Neuf	12-10-17	35	6	0,85	29,75
126	Molière II	20-10-17	6	6	0,65	3,90
127	Jaluse	20-10-17	12	7	0,81	9,72

B. *Région du Seeland*. — [Voir la carte de Madretsch et environs, p. 423]. Nous avons choisi, dans le Seeland, une région encore plus restreinte que la précédente. Elle mesure à peine 1 km². Nous y avons analysé les eaux de tous les puits, fontaines, sources qui s'y trouvent. Un grand nombre des eaux ont été prises à la même époque : il s'agissait de voir si elles présentent, au point de vue radioactif, un caractère d'uniformité. La table et la carte suivantes montrent ce qui en est.

N°	Nom de la source	Date	Débit	Temp. eau	Eman. par l	Eman. totale
104	Brühl	12- 4-14	8	11	0,35	2,80
98	Puits Racheter	13- 5-14		11	0,42	
105	Marais	27- 5-14	3	11	0,84	2,52
99	Puits Méroz	14- 7-14		12	0,31	
102	Eviers (Madretsch)	24- 6-15		12	0,12	
147	Collège	7- 2-16	2	5	0,11	0,22
154	Grand Pont	20- 5-16	3	9	0,29	0,87
153	Tilleuls	16- 6-16	12	10	0,77	9,24
149	Ried (sud)	18-11-16		8	0,33	
137	Puits Zingg	10- 1-17		7	0,43	
136	» Moser	11- 1-17		6	0,30	
138	» Hess	12- 1-17		8	0,22	
128	» Marti	13- 1-17		3	1,33	
142	» Aerni	15- 1-17		13	0,43	
132	» Frutiger	16- 1-17		7	0,37	
133	» Moser	19- 1-17		7	traces	
134	» Huguenin	22- 1-17		8	0,17	
135	» Hachen	24- 1-17		0	0,27	
152	» Weyeneth	25- 1-17		3	0,68	
131	» Steiner	26- 1-17		7	0,17	
150	» Burri	27- 1-17		5	0,19	
145	» Frutiger	30- 1-17		5	0,25	
130	» Kunzi	2- 2-17		2	traces	
146	» Herr	3- 2-17		4	0,14	
144	» Breitler	7- 2-17		0	traces	
143	» Baumgartner	8- 2-17		1	0,10	
139	Ried (nord)	23- 2-17		4	0,54	
140	Puits Schaffter	26- 2-17		6	0,25	
141	Tilleuls (sud)	2- 3-17		2	0,39	
129	Puits Rohr	12- 5-17		15	0,36	
151	Route de Brügg I	14- 5-17		9	0,36	
148	Route de Brügg II	16- 5-17		2	1,15	

C. *Conclusions.* — Les résultats précédents ne font que corroborer nos conclusions de la page (348). La région du Locle est en moyenne considérablement plus active que celle du Seeland. En effet :

a) La radioactivité moyenne, dans la première région, est de

$0,73 \cdot 10^{10}$ C/L, tandis qu'elle n'est que de $0,36 \cdot 10^{10}$ C/L dans la seconde région.

b) 14 sources de la première région (41 %) ont une activité supérieure à $0,70 \cdot 10^{10}$ C/L, tandis que, dans la seconde région, 4 sources (12 %) sont dans ce cas.

c) 7 sources de la première région (21 %) ont une activité supérieure à 10^{10} C/L, alors que, dans la région du Seeland, 2 sources seulement (6 %) sont dans ce cas.

d) 24 sources de la première région, soit les 70 %, ont une activité supérieure à $0,40 \cdot 10^{10}$ C/L ; 9 sources seulement de la seconde région (28 %) sont dans ce cas.

Ainsi, en moyenne, les eaux des environs du Locle sont deux fois plus actives que celles qui sont au sud de la ville de Bienne.

VIII. ETUDE PARALLÈLE DE DEUX SOURCES.

A. *Source du Brühl*. — [N° 104, voir les courbes, p. 426]. Cette source se trouve près de la nouvelle gare des marchandises de Bienne, au sud, à quelques mètres du passage sous voie de la route Nidau-Mâche. Quelques mètres plus haut commence un petit plateau de 2-300 mètres de largeur aboutissant à une colline peu élevée. Il est donc probable que les eaux de cette source traversent des couches de terrain peu profondes. Le débit, très variable, semble le confirmer : par les fortes pluies, l'eau coule en abondance, mais en été, il arrive souvent que la source est tarie.

Notre but est de voir :

a) quelles sont les variations de la radioactivité d'une source et si ces variations sont fonction du débit, du temps, de la température.

b) si les variations de deux sources dont les eaux sont prises aux mêmes époques sont parallèles.

Pour rendre la comparaison plus facile, nous avons réuni les courbes se rapportant aux tabelles suivantes qui résument nos recherches dans ce domaine [p. 426 et 427].

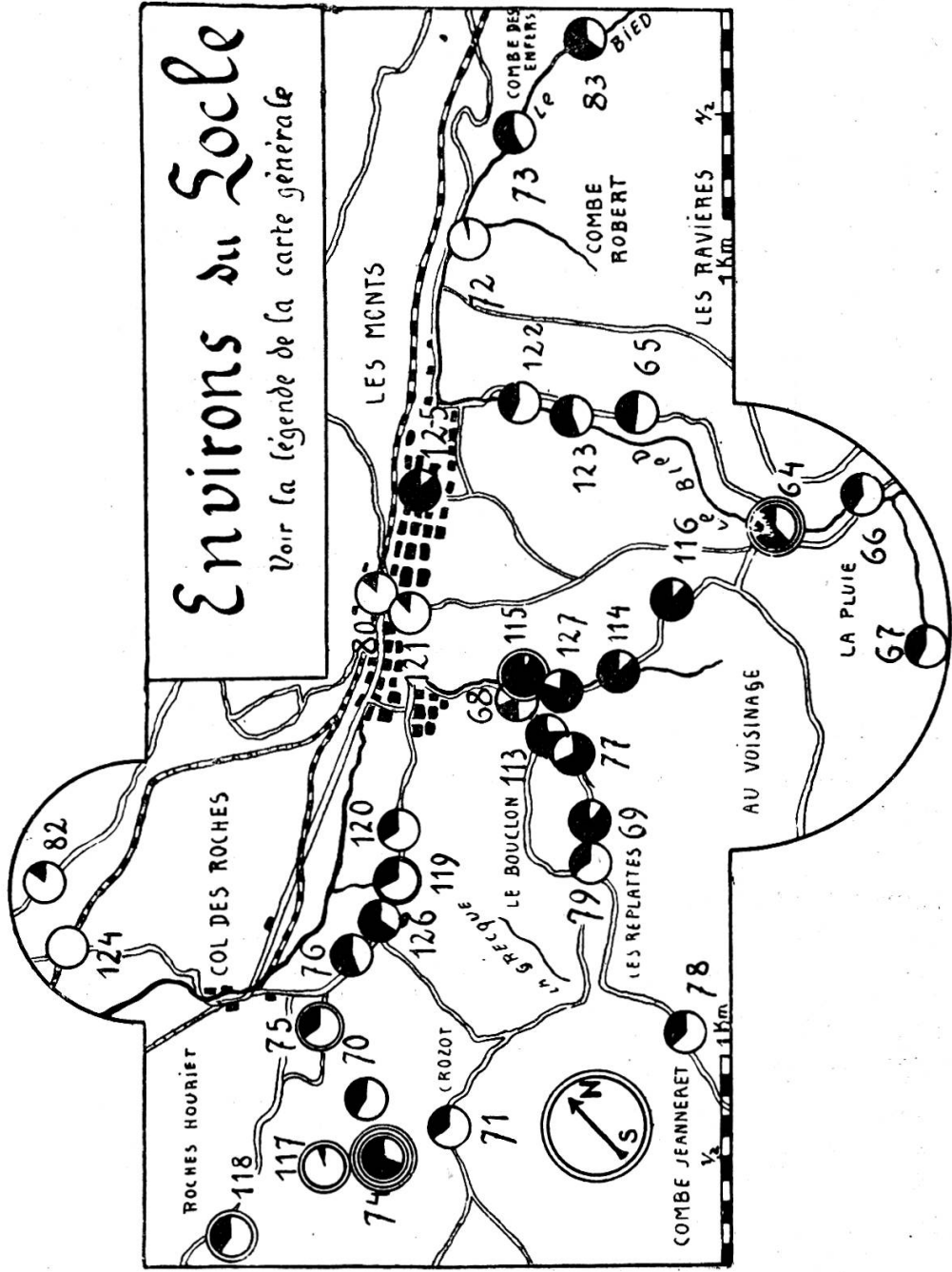
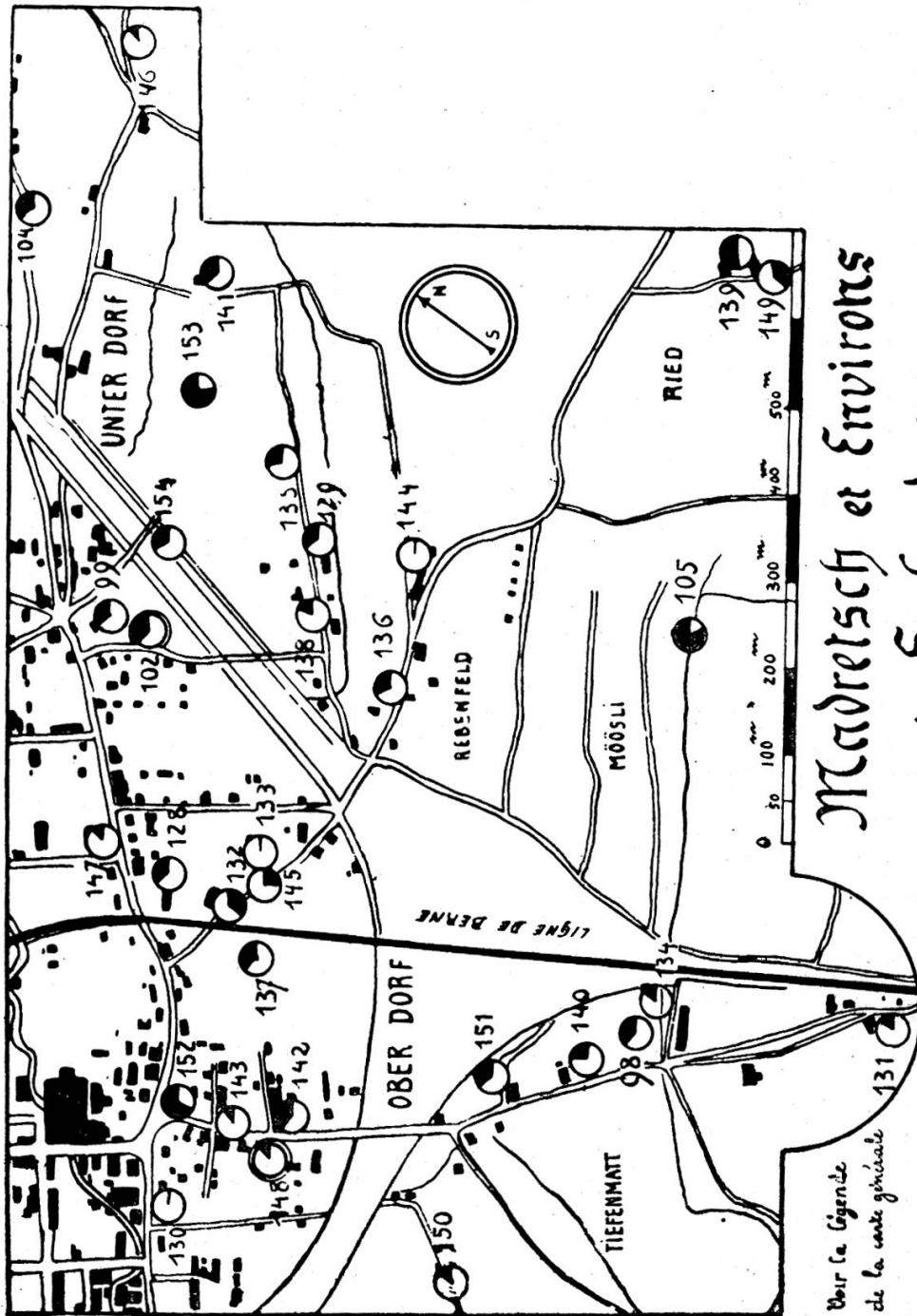


Fig. 3



Voir la légende
de la carte générale

Fig. 4

Année	Date	Débit	Temp.	Teneur par l	Teneur totale
1914	12 avril	8	11	0,36	2,88
	20 mai	5	10	1,05	5,25
	9 septembre	7	8	0,14	1,28
1915	17 février	5	6	0,07	0,35
	9 mars	12	6	0,38	4,36
	16 mars	8	10	0,44	3,52
	26 mars	7	9	0,25	2,25
	27 avril	6	10	0,37	2,22
	18 juin	0,5	15	0,73	0,36
	24 juillet	0,5	10	0,22	0,11
	17 août	1	13	0,42	0,42
	8 septembre	1	8	0,33	0,33
	26 octobre	0,2	9	traces	traces
	2 décembre	4	9	0,30	1,20
	10 décembre	5	9	0,23	1,15
	17 décembre	2,5	8	0,25	0,63
26 décembre	5	7	0,31	1,55	
1916	5 janvier	4	8	0,09	0,36
	15 janvier	8	9	0,92	7,36
	27 janvier	1,5	10	0,38	0,57
	11 février	4	5	0,52	2,08
	28 février	3	5	0,45	1,35
	23 mars	3	9	0,23	0,69
	9 mai	1	8	0,32	0,32

Par suite de travaux de drainage, et de canalisation, cette source a disparu, et les expériences n'ont pu être poursuivies.

B. *Source du Marais*. — [N° 105, voir les courbes correspondantes, p. 427]. Cette source ne tarit jamais. Elle coule dans une petite vallée, à peu de distance de la précédente (900 m à vol d'oiseau) sur l'autre versant de la colline. 20 m plus haut, se trouve le petit plateau duquel nous avons parlé à propos de la source du Brühl.

Les eaux de ces deux sources proviennent des mêmes terrains, mais celles de la seconde traversent des couches plus profondes.

Résumé des expériences.

Année	Date	Débit	Temp.	Teneur par l	Teneur totale
1914	27 mai	3	11	0,84	2,52
1915	28 janvier	6	9	0,55	3,30
	10 mars	8	3	0,33	2,64
	26 juin	4	15	0,92	3,68
	12 juillet	2	10	0,53	1,06
	26 juillet	3	13	0,47	1,41
	16 août	3	15	0,71	2,13
	28 août	1	13	0,69	0,69
	24 septembre	1	15	0,69	0,69
	23 octobre	0,5	11	0,33	0,16
	1 novembre	4	9	0,42	1,68
	19 novembre	2	10	rien	rien
	27 décembre	8	9	0,15	1,20
	1916	5 janvier	9	8	traces
19 janvier		7	8	1,20	8,40
8 mars		10	5	0,86	8,60
3 mai		5	8	0,10	0,50
2 juin		2	11	0,32	0,64
26 septembre		2	13	2,02	4,04
3 octobre		1	13	0,82	0,82
14 octobre		1	12	0,69	0,69
1917	4 novembre	10	9	0,36	3,60
	24 janvier	3	6	2,72	8,16
	26 mars	23	6	1,70	39,10
	11 avril	15	7	2,10	31,5

Vers la fin d'avril 1917, la source a disparu, par suite de drainage, comme la précédente.

C. CONCLUSIONS.

Note historique. — A. Hauser (34) a étudié en 1905 et 1906 les eaux thermales de Teplitz Schönau pour voir si l'on pouvait constater une période dans la radioactivité, ou une influence quelconque de la température et de l'état atmosphérique. Il constate que la radioactivité est constante par rapport à ces différents facteurs.

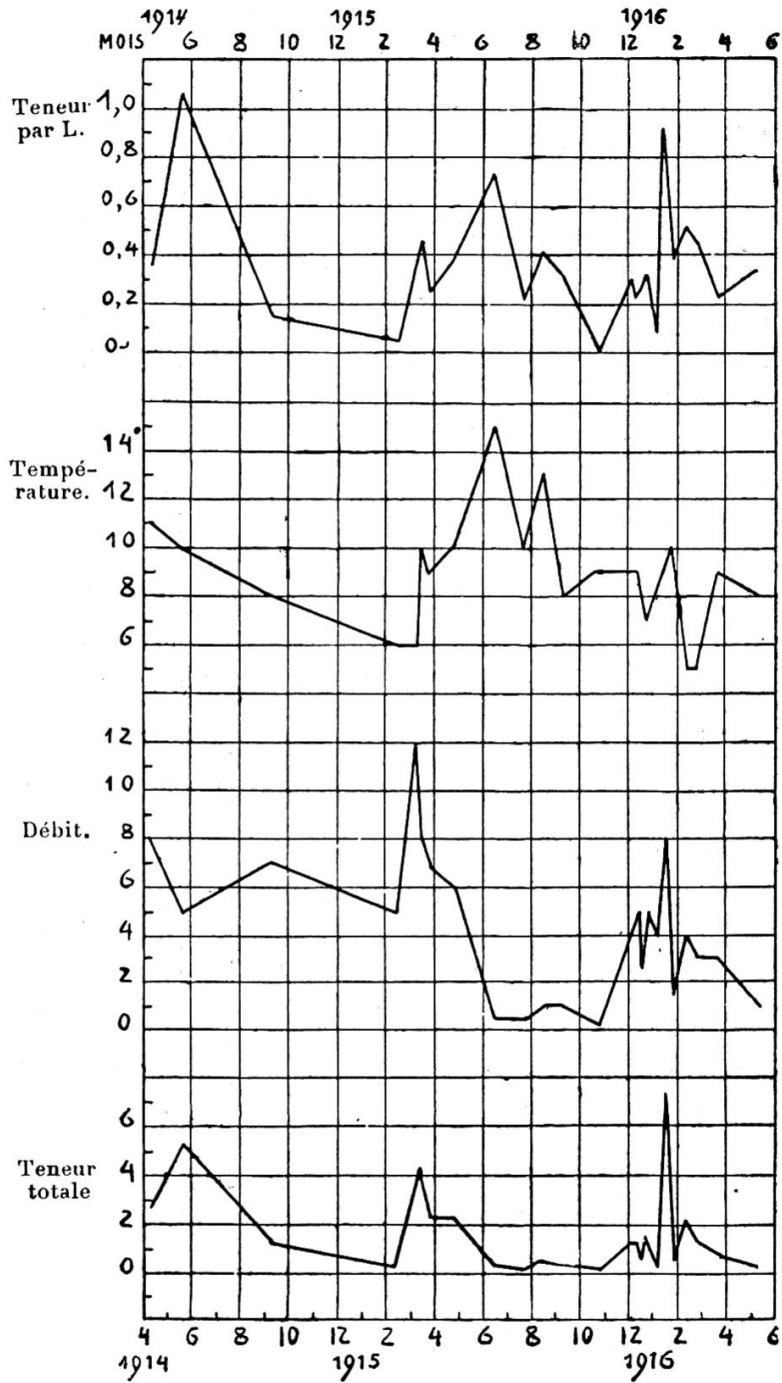


Fig. 5. — Source du Brühl.

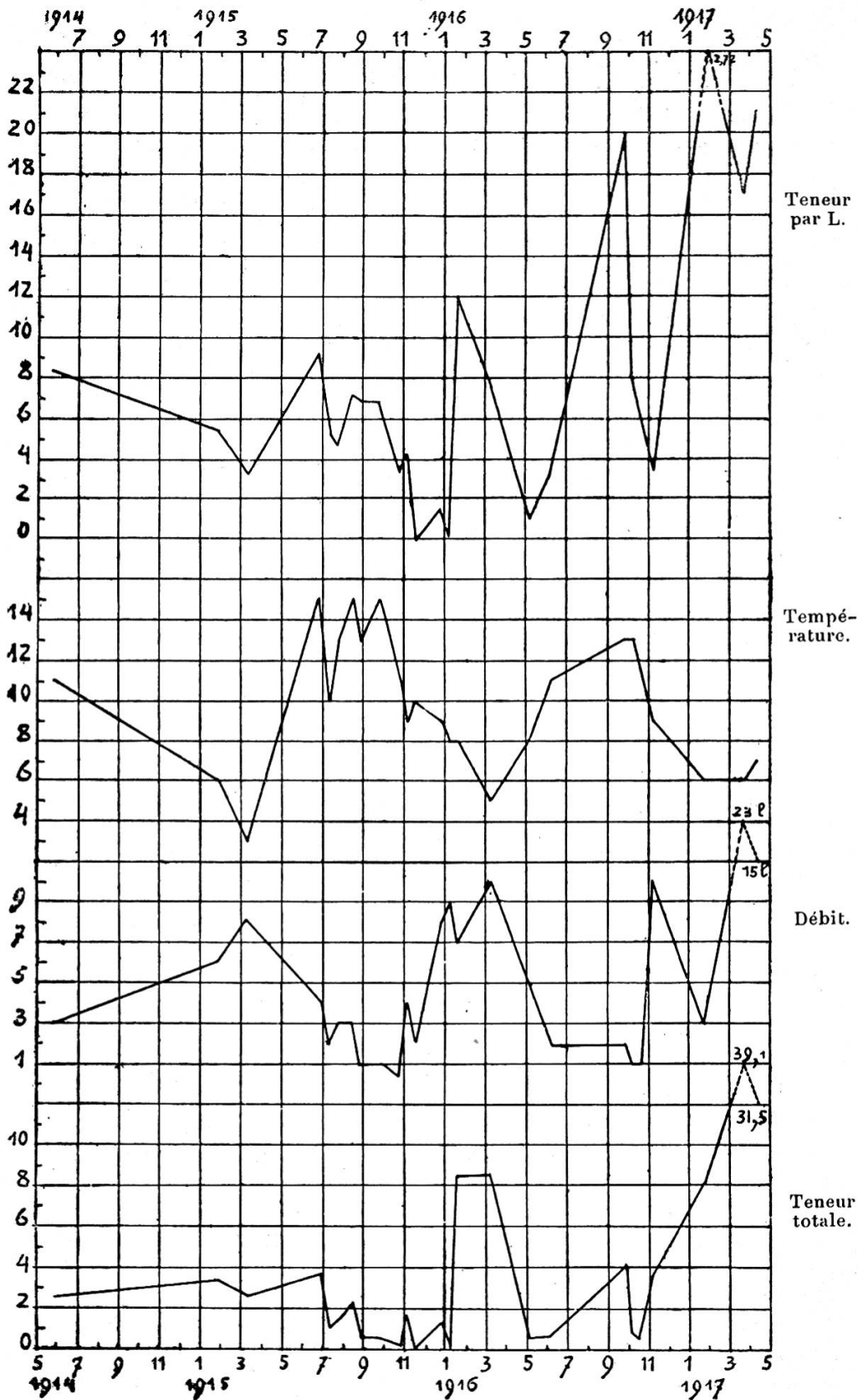


Fig. 6. — Source du Marais.

R. Ramsey (96) a étudié parallèlement, près de Blomington en Indiana, les deux sources de Hottle Spring et Cent Spring, pour se rendre compte des variations de leur radioactivité.

Nous avons construit, pour ces deux sources, les courbes relatives aux températures, aux débits, aux quantités d'émanation par litre, et vérifié ce qui suit :

1° Les courbes qui donnent la quantité d'émanation par litre sont semblables :

a) Il y a, dans la première comme dans la seconde, 4 max.

Ceux de janvier et de juin tombent sur le même jour, tandis que pour ceux de février et de mai, il y a une légère avance pour la source du Cent.

b) Les min. de décembre, janvier, avril, juin, ont lieu en même temps pour les deux sources, tandis que celui de mai présente un retard de quelques jours pour la seconde.

2° Le caractère général des courbes de températures est le même.

a) Jusqu'au 22 janvier, à part le min. du 7 qui a lieu en même temps pour les deux sources, les températures sont plus hautes que dans la suite.

b) En janvier, max. d'émanation, min. de température.

En février, max. » min. »

En mai, max. » min. »

En juin, max. » min. »

3° En comparant les courbes de l'émanation et du débit relatives à la source du Cent, on voit que :

a) Les max. de janvier, février, juin, tombent sur le même jour. En avril, le max. de l'émanation est suivi d'une semaine par celui du débit.

b) Les min. de janvier, février, avril, mai, tombent également sur les mêmes jours.

c) Au max. du débit correspondent donc des min. de températures (2°, b).

Voyons maintenant si nous retrouvons les mêmes concordances pour les deux sources que nous avons étudiées.

Source du Brühl et source du Marais. — 1° La comparaison des courbes qui donnent la quantité d'émanation par litre fait voir ce qui suit :

a) Il y a, pour les deux sources, trois grands max., en mai 1914, juin 1915, janvier 1916, et ces max. ont lieu la même semaine.

Les eaux ayant été prises à un ou deux jours d'intervalle, il est probable qu'en réalité, les max. correspondent absolument.

b) Les min. de mars, juillet, novembre 1915 et janvier, mai 1916, de la source du Marais correspondent à ceux de février, juillet, fin octobre 1915, et janvier, fin mars 1916 de la source du Brühl.

On le voit, il y a une analogie frappante entre ces résultats

et ceux de Ramsey. Il semble donc bien que pour des sources voisines, *les max. et les min. d'émanation se produisent en même temps.*

Il resterait à voir, si, pour des sources éloignées, il en est de même.

2° Le caractère général des courbes de température est le même.

a) Les max. ont lieu en juin et août 1915 pour les deux sources; les minimums principaux tombent en mars 1915 et fin février commencement de mars 1916.

b) Les relations entre les quantités d'émanation et les températures sont les suivantes :

1° Pour la source du Brühl :

mai 1914	max. d'émanation,	max. de température
juin 1915	max. »	max. »
janvier 1916	max. »	max. »
février 1915	min. d'émanation,	min. de température
mars	min. »	min. »
juillet	min. »	min. »

Ainsi, pour cette source, il y a correspondance générale entre les *max.* et les *min. d'émanation et de température.*

2° Pour la source du Marais :

juin 1915	max. d'émanation,	max. de température
janvier 1916	max. »	basse »
septembre	max. »	max. »
janvier 1917	max. »	min. »
mars 1915	min. d'émanation,	min. de température
juillet	min. »	min. »

Ainsi, tandis que les résultats sont complètement opposés à ceux de Ramsey, pour la source du Brühl, pour celle du Marais, on retrouve pour trois des plus importants max. la relation qu'il a exprimée.

N'y a-t-il aucune relation entre les teneurs en émanation et les températures, comme le pensent plusieurs auteurs (13, 34, 47, 81), ou ces relations sont-elles particulières à chaque source? Les résultats précédents font pencher en faveur de cette dernière hypothèse.

3° Comparons les quantités d'émanation aux débits :

a) La source du Brühl donne :

mai 1914	max. d'émanation,	min. de débit
juin 1915	max. »	min. »
janvier 1916	max. »	max. »
avril 1914	min. d'émanation,	max. de débit
février 1915	min. »	min. »
octobre	min. »	min. »

De mars à octobre 1915, les allures générales des deux courbes sont inverses l'une de l'autre ; à partir de cette date, jusqu'en avril 1916, elles présentent une grande analogie.

b) La source du Marais donne :

juin 1915	max. d'émanation,	min. de débit
janvier 1916	max. »	max. »
septembre	max. »	min. »
janvier 1917	max. »	min. »
mars 1915	min. d'émanation,	max. de débit
novembre	min. »	min. »
mai 1916	min. »	min. »
novembre	min. »	max. »

Les courbes sont tantôt parallèles, tantôt inverses, et font penser que les résultats de Ramsey ne sont pas généraux.

4° Puisqu'il n'y a pas de relation constante entre l'émanation par litre et le débit, il ne saurait y en avoir entre l'émanation par litre et l'émanation totale. C'est ce que montrent les courbes.

5° Nous n'avons pas davantage trouvé de relation entre la chute des pluies et les quantités d'émanation.

Les quantités de pluie étant entre elles, approximativement, comme :

juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre 1915;	janvier 1916
8	19	13	10	5	9	15	9

les quantités d'émanation par litre sont entre elles comme

7	2	4	3	0	3	3	9
---	---	---	---	---	---	---	---

et les radioactivités totales comme

35	10	42	33	0	10	70	20
----	----	----	----	---	----	----	----

Il est indéniable que la température, le débit¹, la chute des

¹ Nos courbes montrent qu'en général, aux max. de débit correspondent des min. de température et inversement. Cette relation, frappante surtout pour la source du Marais, est celle qui a été trouvée par Ramsey [96].

pluies, les conditions météorologiques, ont une influence considérable sur la radioactivité des eaux. Seulement, toutes ces influences ne sont pas parallèles et simultanées et ne peuvent se traduire par une loi simple.

D'autre part, on ne sait pas combien de temps les eaux restent en terre, quels sont les terrains parcourus, s'il y a eu des mélanges et dans quelle proportion, etc. Les eaux subissant l'influence de ces facteurs, et ceux-ci variant à l'infini pour des sources différentes, il est compréhensible que les variations des quantités d'émanation de deux sources puissent ne pas être les mêmes.

D. *Variations d'activité de quelques sources.* — Nous avons fait une dizaine d'analyses sur les eaux d'une source des environs du Locle (n° 114). Nous les résumons dans le tableau suivant :

Dates	Débit	Temp.	Eman. par l	Eman. totale
21 octobre 1916	35	5	0,56	19,60
22 janvier 1917	7,5	5	0,20	1,50
4 mars	3	5	0,46	1,38
24 mars	2,5	3	0,39	0,97
9 avril	2,5	5	0,80	2,00
25 avril	10	5	0,62	6,20
18 mai	12	7	1,07	12,84
15 juin	7	7	0,67	4,69

En construisant les courbes relatives à cette source, et en les comparant aux courbes correspondantes du Marais, on voit d'emblée qu'il n'y a aucune relation entre les variations des deux sources¹.

Enfin, voici un tableau montrant à différentes époques l'activité de quelques eaux.

¹ Ceci semble prouver que la relation exprimée à la page 429 n'a lieu que pour des sources voisines.

N°	Dates	Débit	Temp.	Eman. par l	Eman. totale
98	13 mai 1914	puits	11	0,42	
	12 février 1915		11	0,13	
	30 mars		12	0,15	
99	14 juillet 1914	puits	10	0,35	
	10 juin 1915		12	0,31	
	11 juin 1916		11	0,73	
115	10 avril 1917	6	5	0,82	4,92
	25 avril	18	6	1,92	
128	13 janvier 1917	puits	3	1,33	34,56
	13 avril		6	0,35	
142	15 janvier 1917	puits	13	0,43	
	9 février		10	0,10	

On le voit, les variations d'activité d'une même source sont considérables, et ceci s'accorde bien avec les résultats de tous les auteurs qui se sont occupés de cette question.

IX. LES EAUX CONTIENNENT-ELLES DES SELS RADIFÈRES EN DISSOLUTION ?

Note historique. — En général les eaux ne contiennent pas de sels radifères en dissolution, ou bien n'en contiennent que des quantités infinitésimales.

Les eaux de Gastein, comme l'a prouvé Mache (13) sont dans ce cas ; il en est de même de quelques eaux analysées par Schiffner, en Saxe (55) et de celles de Karlsbad, étudiées par E. Dorn (21).

A Schmidt (25) déclare que certaines eaux du Taunus « semblent » contenir des sels radifères. Leur influence est si faible, qu'il n'est pas possible de se prononcer définitivement.

Quelques sources du Simplon, d'après G. v. d. Borne, contiennent une faible quantité de sels (20). Schmidt et Kurz (38) en ont aussi décelé dans certaines eaux de la Hesse. Joly (3, p. 94) a même indiqué la teneur en radium des eaux du Nil. Il trouve qu'elles contiennent $4,2 \cdot 10^{12}$ g de Ra par litre. Eve (3, p. 94) trouve que l'eau du Lorenzostrom n'en contient que $0,25 \cdot 10^{12}$ g par litre.

Le fait que beaucoup de boues et de sédiments pris dans le lit des sources se sont montrés fortement radioactifs prouve que les eaux de ces sources contiennent des sels en dissolution. A. Sokolof (15) qui s'est occupé des eaux de Russie et de leurs dépôts, affirme que la source Elisabethte contient une faible quantité de Radium en dissolution, et que beaucoup de sources ont des boues actives.

Laborde et Lepape (81) ont trouvé que les dépôts ferrugineux des sources de Vichy contiennent de $0,67 \cdot 10^9$ à $0,70 \cdot 10^9$ g de Ra par gr. Mache et S. Meyer (24) arrivent à des résultats analogues par l'étude d'un grand nombre de boues de sources autrichiennes.

Le Dr Baron Blanc (19) a prouvé que les corps radioactifs contenus dans certains sédiments de Savoie sont voisins du Thorium.

Sources neuchâtelaises et bernoises. — Plus du 50 % des secondes analyses, faites un mois au moins après les premières, n'ont donné aucun résultat. Durant toute l'expérience, la chute de l'aiguille était sensiblement égale à la perte à vide. Dans les autres cas, une influence presque toujours très faible se faisait sentir.

Comme des doutes subsistaient, nous avons fait une série d'expériences plus précises par un procédé nouveau. Il consiste à laisser évaporer un grand volume d'eau d'une même source pour le réduire à un litre. Si cette eau contient des sels radioactifs, leur influence est proportionnelle à la quantité d'eau et doit pouvoir être facilement mesurée par suite de la concentration.

Nous avons traité ainsi les eaux d'une quinzaine de sources en les laissant évaporer dans de grandes cuves de verre. La chute de l'aiguille n'a pas été sensiblement accélérée ; aucune proportionnalité n'a été constatée.

Faut-il en déduire, contrairement à nos premières conclusions¹, que les eaux jurassiennes ne contiennent aucune trace de sels radioactifs ? Au point où en est notre étude, nous pouvons dire avec certitude, que, si ces traces existent, elles sont extrêmement faibles et inférieures à $0,01 \cdot 10^{10}$ C/L dans la plupart des cas.

X. RÉSUMÉ.

1° Dans ces recherches, plus de cent sources et puits ont été analysés dans le Jura neuchâtelais et les régions avoisinantes. Une seule analyse a été faite en général ; cependant quelques sources ont été étudiées d'une façon suivie durant plus de 2 ans.

¹ Compte rendu de la séance de la Société suisse de Physique du 5 mai 1917 : PERRET, Radioactivité des eaux du Jura, *Arch.* 1917, vol. 44, p. 68.

2° La radioactivité des eaux neuchâtelaises et seelandaises est faible: elle varie entre 0 et $3,5 \overline{10}^{10}$ C/L. [Chap. VI, p. 336.]

3° L'activité de toutes les sources varie considérablement avec le temps. [p. 432.]

4° L'émanation observée est toujours celle du Radium. (L'émanation du Thorium n'a pas été recherchée.) [p. 342.]

5° Pour des sources différentes, nous n'avons pas trouvé de relation entre la radioactivité et le débit, ou entre la radioactivité et la température. [p. 344.]

6° Les quelques eaux thermales et minérales que nous connaissons ne se montrent pas particulièrement actives. [p. 345.]

7° L'activité des eaux augmente en moyenne d'une façon très apparente lorsqu'on se déplace du S-E au N-W à travers la chaîne du Jura, c'est-à-dire du bord du lac vers la frontière française. Il semble que ce fait puisse être mis en relation avec l'inclinaison de l'infra-structure cristalline, qui se rapproche de la surface lorsqu'on chemine dans la même direction. [p. 346 et 418 et planche I.]

8° L'étude parallèle de deux sources a montré que les max. et min. d'activité se produisent sensiblement en même temps. [p. 429.]

9° Si les eaux contiennent des sels radifères, ce ne peut être qu'en quantité extrêmement faible. [p. 432.]

OUVRAGES CONSULTÉS¹.

N°	Auteurs	Ouvrages
1.	RUTHERFORD,	Radioaktive Substanzen und ihre Strahlungen, Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft.
2.	M ^{me} CURIE,	Traité de Radioactivité, Paris, Gauthier-Villars.
3.	A. GOCKEL,	Die Radioaktivität von Boden und Quellen, Verlag von F. Vieweg et Sohn, Braunschweig 1914.
4.	C. SCHIFFNER,	Radioaktive Wässer in Sachsen, Gratz, Gerlach, éditeurs, Freiberg, 1908.

¹ Ces ouvrages sont classés par ordre chronologique.

N°	Auteurs	Ouvrages
5.	WEIDIG,	Radioaktive Wässer in Sachsen, Freiberg, 1912.
6.	CHAPSOUL et JAUBERT,	<i>C. R.</i> , 1902, p. 944.
7.	BUMSTEAD et WHEELER,	<i>Amer. Journal of Science</i> , 1903.
8.	ELSTER et GEITEL,	<i>Phys. Zeitschr.</i> , 1904, 5, p. 321.
9.	A. GOCKEL,	<i>Phys. Zeitschr.</i> , 1904, 10, p. 594.
10.	BOLTWOOD,	<i>Le Radium</i> , 1904, p. 190.
11.	F. HEINRICH,	<i>Wien. Anz.</i> , 1904, p. 320.
12.	HERMANN et PESENDORFER,	<i>Le Radium</i> , 1904, p. 206.
13.	MACHE,	<i>Académie Royale des Sc. de Vienne</i> , 17 nov. 1904.
14.	VICENTITI et LEVI DI ZARA,	<i>Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti</i> , 1904-1905, 44.
15.	A. SOKOLOF,	<i>Le Radium</i> , 1904, p. 237.
16.	R. STRUTT,	<i>Proc. Roy. Soc.</i> , t. 73, p. 101.
17.	K. ASCHOFF,	<i>Zeitschr. f. öff. Chem.</i> 1905, 11, p. 15.
18.	G. A. BLANC,	<i>Le Radium</i> , 1905, p. 58.
19.	D ^r BARON BLANC,	<i>Phil. Mag.</i> , janvier 1905.
20.	G. VON DER BORN,	<i>Jahrb. der Radioak. u. Elek.</i> , Juli 1905
21.	E. DORN,	<i>Le Radium</i> , 1905, p. 57.
22.	HERMANN et PESENDORFER,	<i>Le Radium</i> , 1905, p. 106.
23.	F. HEINRICH,	<i>Monatschr. f. Chem.</i> , 1905, 26, p. 149- 184.
24.	MACHE et MEYER,	<i>Le Radium</i> , 1905, p. 273.
25.	A. SCHMIDT,	<i>Phys. Zeitschr.</i> , 1905, 6, p. 34-37.
26.	A. SCHMIDT,	<i>Phys. Zeitschr.</i> , 1905, 6, p. 402-406.
27.	B. SZILARD,	<i>Ber. Ungar. Naturw. Ges.</i> , 1905, Budapest.
28.	WALDMANN et SZILARD,	<i>Pharm. Post.</i> , 1905, 38, p. 279-281.
29.	BATTELLI, CHELLA, OCCHIALINI,	<i>Il Nuovo Cimento</i> , 1906 (2), II, p. 499.
30.	B. BOLTWOOD,	<i>Journal de Physique</i> , 1906, p. 219.
31.	J. CASARES,	<i>Chem. B.</i> , 1906, 39, p. 3783-84.
32.	DIÉNERT,	<i>C. R.</i> , 1906, p. 883.
33.	DIÉNERT et BOUGUET,	<i>C. R.</i> , 1906, p. 449.
34.	A. HAUSER,	<i>Phys. Zeitschr.</i> , 1906, 7, p. 593-594.
35.	HEINRICH,	<i>Jahrb. d. Radioak. u. Elek.</i> , 1906, p. 111.
36.	K. KOCH,	<i>Phys. Zeitschr.</i> , 1906, 7, p. 806-807.
37.	JOSÉ MONOZ DEL CASTILLO,	<i>Le Radium</i> , 1906, p. 143.
38.	SCHMIDT et KURZ,	<i>Phys. Zeitschr.</i> , 1906, 7, p. 209-224.
39.	N. SAHLBORN et F. HINRICHSEN,	<i>Chem. Ber.</i> , 1906, 39, p. 2607-2608.
40.	J. v. SURY,	Dissertation, Fribourg (Suisse), 1906.
41.	M. BAMBERGER,	<i>Wien. Ber.</i> , 1907, 116, p. 1473-1488.
42.	BATTELLI, OCCHIALINI, CHELLA,	<i>Le Radium</i> , 1907, p. 123.
43.	F. GEITSCH,	<i>Phys. Zeitschr.</i> , 1907, 8, p. 462.

- | N° | Auteurs | Ouvrages |
|-----|-------------------------------|--|
| 44. | F. HEINRICH, | <i>Phys. Zeitschr.</i> , 1907, 8, p. 112-114.
<i>Zeitschr. f. Elektrochem.</i> , 1907, 13,
p. 393-400. |
| 45. | LEREZ et MUNO DEL CASTILLO, | <i>Annales de la Société Espagnole de
Phys.</i> , 1907, X-XI. |
| 46. | S. LÖWENTHAL, | <i>Phys. Ges.</i> , 1907, 9, p. 434. |
| 47. | A. BROCHET, | <i>C. R.</i> , 1908, p. 146. |
| 48. | GARRIGON. | <i>C. R.</i> , 1908, p. 146. |
| 49. | F. JENTZSCH, | <i>Phys. Zeitschr.</i> , 1908, 9, p. 120. |
| 50. | J. JOLY, | <i>Phil. Mag.</i> , 1908, 15, p. 385-393. |
| 51. | MASSOL, | <i>C. R.</i> , 1908, p. 844. |
| 52. | J.-M. DEL CASTILLO, | <i>Arch. Sc. phys. et nat.</i> , 1908, 25, p.
339-349. |
| 25. | K. REICHAU, | Dissertation, Halle, 1908. |
| 54. | SARASIN, GUYE, MICHELI, | <i>Arch. Sc. phys. et nat.</i> , 1908, 4, p.
25-36. |
| 55. | M. BAMBERGER, | <i>Wien. Ber.</i> , 1908, 117, p. 1055-1054. |
| 56. | A. WELLIG, | <i>Wien. Ber.</i> , 1908, 117, p. 1191-1226. |
| 57. | B. BESSON, | <i>C. R.</i> , 1908, p. 146. |
| 58. | E. EBLER, | <i>Vehr. d. D. Phys. Ges.</i> , 1909, 11, p.
526-543. |
| 59. | F. HEINRICH, | <i>Zeitschr. f. anorg. Chem.</i> , 1909, 65, p.
117-135. |
| 60. | J. JOLY, | <i>Phil. Mag.</i> , 1909, 18, p. 396-407. |
| 61. | H. WIEPRECHT, | Dissertation, Halle, 1909, 51 S. |
| 62. | EVE, | <i>Trans. of the Roy. Soc.</i> , 1910, 4, p.
53-54. |
| 63. | B. HESIUS, | Dissertation, Halle, 1910, 29 S. |
| 64. | A. HURMUZESCU et N. PATRICIN, | <i>Le Radium</i> , 1910, p. 31. |
| 65. | J. JANSEN, | <i>Le Radium</i> , 1910, p. 231. |
| 66. | M. LEVIN, | <i>Phys. Zeitschr.</i> , 1910, 11, p. 322-324. |
| 67. | W. MULLER, | <i>Phys. Zeitschr.</i> , 1910, 11, p. 545-
547. |
| 68. | NIEDERSTADT, | <i>Elektrochem. Zeitschr.</i> , 1910, 17, p.
219-220. |
| 69. | O. SCARPA, | <i>Gazz. Chem. ital.</i> , 1910, 40, p. 285-
321. |
| 70. | A. SCHWEITZER, | <i>Arch. Sc. phys. et nat.</i> , 1909, 27, p.
256-274 ; 1910, 30, p. 46-66. |
| 71. | THORKELSON, | <i>Mémoires de l'Académie royale des Sc.
et des Lettres du Danemark</i> , 1910,
Sc., 8, p. 181-264. |
| 72. | DANNE et CREMIEU, | <i>C. R.</i> , 1911, p. 944. |
| 73. | EBLER et FELLNER, | <i>Zeitschr. f. Anorg. Chemie</i> , 1911, 27,
p. 233-301. |
| 74. | P. MESERNITSZKI. | <i>Journ. d. russ. phys-chem. Ges.</i> , 1911,
43, p. 255. |

- | N° | Auteurs | Ouvrages |
|-----|-----------------------|--|
| 75. | O. PINTO, | <i>C. R. du II^{me} Congrès internat. de Radiologie</i> , Bruxelles, 19 novembre 1911. |
| 76. | A. STREICHEN, | <i>Jahrb. d. Radioak. u. Elek.</i> , 1911, p. 564. |
| 77. | M. WEIDIG, | <i>Zeitschr. f. öffentliche Chemie</i> , 1911, 12. |
| 78. | G. BERNDT, | <i>Ann. d. Phys.</i> , 1912, 38, p. 958-986.
<i>Ann. d. Phys.</i> , 1912, 39, p. 1072. |
| 79. | ISITANI et YAMAKAWA, | <i>Proc. Tokyo. Math. Physic. Soc.</i> , 1912, 6, p. 178. |
| 80. | KNOCHE, | <i>C. R.</i> , 1912, p. 331. |
| 81. | LABORDE et LEPAPE, | <i>C. R.</i> , 1912, p. 178. |
| 82. | G. MASSOL, | <i>C. R.</i> , 1912, p. 373. |
| 83. | J. SATTERLY, | <i>Le Radium</i> , 1912, p. 101. |
| 84. | SANDERSON, | <i>Amer. Journal of Sc.</i> , 1912, 22, p. 169-185. |
| 85. | B. SZILARD, | <i>Jahrb. d. Radioak. u. Elek.</i> , 1912, p. 982-984. |
| 86. | D. ISITANI et MANABE, | <i>Proc. Tokyo. Math. Phys. Soc.</i> , 1912, 6, p. 303-312. |
| 87. | R. SWINNE, | <i>Jour. d. russ. phys. chem. Ges.</i> , 1913, 45 Phys. T, p. 454-460. |
| 88. | BAMBERGER et KRÜSE, | <i>VI^{me} Jahrb. Geol. Rechtsanst.</i> , 1914, 64, p. 189-214. |
| 89. | E. GIURGEA, | <i>Bulletin de l'Académie Roumaine</i> , 1914, 3, p. 54-61. |
| 90. | D. ISITANI, | <i>Proc. Tok. Math. Phys. Soc.</i> , 1914, 7, p. 221-225. |
| 91. | S. ONO, | <i>Proc. Tok. Math. Phys. Soc.</i> , 1914, 7, p. 412-422. |
| 92. | E. POULSSON, | <i>Skr. Videnskabselsk</i> , Kristiana, 1914, 8. |
| 93. | H. SCHMIDT, | <i>Journ. Phys. Chem.</i> , 1914, 18, p. 662-666. |
| 94. | J. E. SCHRADER, | <i>Jahrb. d. Radioak. u. Elek.</i> , 1914, p. 299. |
| 95. | D. ISITANI, | <i>Proc. Tok. Math. Phys. Soc.</i> , 1915, 8, p. 15-35. |
| 96. | R. RAMSEY, | <i>Philos. Mag.</i> , 1915, vol. 30 (6 série), p. 816-818. |
| 97. | R. RAMSEY, | <i>Sill. Journ.</i> , 1915, 40, p. 309-313. |
| 98. | A. STEICHEN, | <i>Phil. Mag.</i> , 1916, 31, p. 401-403. |
| 99. | P.-B. PERKINS, | <i>B. z. d. Ann. der Phys.</i> , 1916, 6, p. 184-186. |
-