

# Étude des sources d'eau minérale d'Henniez-les-Bains (Vaud)

Autor(en): **Amann, J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **45 (1909)**

Heft 165

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-268635>

## **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.

# ÉTUDE DES SOURCES D'EAU MINÉRALE d'HENNIEZ-LES-BAINS (Vaud)

FAITE PAR LE LABORATOIRE DU

D<sup>r</sup> J. AMANN, expert chimiste-bactériologiste à Lausanne.

---

L'étude complète faite dans mon laboratoire, des eaux minérales d'Henniez, qui a porté sur les trois sources principales, a donné des résultats assez intéressants pour qu'il me paraisse utile de les publier ici à titre de contribution à l'hydrologie de notre pays.

L'eau d'Henniez, dont les propriétés curatives sont connues depuis le XV<sup>e</sup> siècle, a été analysée à plusieurs reprises. En 1882 déjà, M. le prof. E. Chuard, alors assistant au laboratoire de chimie de l'Académie de Lausanne, publiait dans le *Bull. de la Soc. vaud. des Sc. nat.* (vol. XVIII, p. 88), une notice dans laquelle il donnait les résultats de l'analyse quantitative qu'il avait faite de l'eau d'Henniez. Depuis lors, cette eau a été analysée par différents chimistes. Il me paraît intéressant de donner, comme terme de comparaison, les résultats obtenus au moyen des procédés actuels de la chimie analytique et de la physico-chimie. Ceci d'autant plus que le nombre des eaux minérales de notre pays, qui ont fait l'objet d'études complètes est encore très restreint. <sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Je dois mentionner que c'est grâce à l'obligeance du Conseil d'administration de la Société des Bains et Eaux d'Henniez, que je puis publier ici les résultats de cette étude entreprise sur son initiative.

## I. Analyse préliminaire générale.

a) *Température de l'eau.* La température de l'eau des 3 sources est identique et, à peu de chose près, constante. Cette température, mesurée au mois d'août (9°,3) ne diffère de celle mesurée au mois de décembre (9°,5) que de 0°,2.

b) *Caractères organoleptiques.* Au point de vue de ces caractères, les eaux d'Henniez ne présentent aucune particularité : leur limpidité est parfaite, la couleur et l'odeur nulle, le goût agréable.

c) *L'alcalinité totale,* calculée en CaCO<sub>3</sub>, est la même pour les trois sources, et égale à 0,42 CaCO<sub>3</sub> par litre.

d) *Matière organique.* Ces eaux sont caractérisées, ainsi que l'avait déjà remarqué et indiqué M. le prof. Chuard, par une teneur extraordinairement faible en matière organique.

Les quantités de permanganate nécessaires pour oxyder la matière organique contenue dans un litre d'eau, sont les suivantes :

Bonnefontaine : mg permanganate p. litre .	1,5
Source nouvelle (non encore captée) .	3,5
Source Espérance . . . . .	2,0

Ces eaux ne contiennent pas d'ammoniaque ni de nitrite, des traces très faibles de nitrates.

Elles ne contiennent pas trace d'hydrogène sulfuré ni de sulfures.

## II. Analyse bactériologique.

Les cultures faites au moyen des échantillons prélevés *ad hoc* aux sources mêmes, avec toutes les précautions nécessaires, ont démontré qu'au point de vue bactériologique, les eaux d'Henniez présentaient une pureté tout à fait exceptionnelle ; en effet, les nombre des colonies par cm<sup>3</sup>, obtenues par la culture ont été les suivants.

*Bonnefontaine* : Colonies 1, 3, 3. Moyenne 2.

Toutes les colonies appartenait au *Micrococcus agilis* Ali Cohen, espèce caractéristique des eaux de sources.

*Source nouvelle* (non captée) : Colonies 13, 18, 15.  
Moyenne 15.

Toutes les colonies appartenait aux espèces habituelles des eaux de source : (*Micrococcus agilis*, *M. candidus* Cohen, etc.).

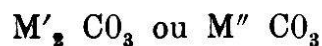
*Source Espérance* : Colonies 3, 0, 4. Moyenne 2  
*M. agilis*.

Absence complète dans les 3 sources, du Colibacille et d'espèces voisines ou analogues.

C'est sans doute à la filtration très parfaite que subissent ces eaux par leur passage au travers d'une couche très épaisse de mollasse marine compacte, qu'il faut attribuer cette pureté bactériologique si remarquable.

### III. Analyse chimique.

#### A. Analyse calculée en carbonates.



	Bonnefontaine	Source Nouvelle	Source Espérance
	Gr. par litre	Gr. par litre	Gr. par litre
Carbonate de sodium *	0,04567	0,04533	0,04524
» de magnésium.	0,06014	0,05940	0,05874
» de calcium . . .	0,28944	0,28444	0,28388
Sulfate de calcium . . .	0,01120	0,01096	0,01094
Chlorure de sodium . . .	0,00822	0,02313	0,01606
Sesquioxyde d'aluminium*	0,00357	0,00349	0,00348
Silice . . . . .	0,01010	0,01013	0,00782
Acide phosphorique . . .	traces	traces	traces
Totaux : . . . . .	0,42834	0,43688	0,42616
Acide carbonique libre . .	0,6703	0,6705	0,6660

\* Le potassium, le fer et le manganèse ne se trouvent, dans ces eaux, qu'à l'état de traces très faibles.

## B. Analyse calculée en bicarbonates.



	Bonnefontaine	Source Nouvelle	Source Espérance
	Gr. par litre	Gr. par litre	Gr. par litre
Bicarbonate de sodium . .	0,07239	0,07185	0,07170
» de magnésium . . . .	0,10475	0,10345	0,10230
» de calcium . . . . .	0,46890	0,46080	0,45990
Sulfate de calcium . . . .	0,01120	0,01096	0,01094
Chlorure de sodium . . . .	0,00822	0,02313	0,01606
Sesquhydr. d'aluminium . .	0,00546	0,00534	0,00532
Acide silicique $\text{H}_2 \text{SiO}_3$ . .	0,01316	0,01322	0,01020
Acide phosphorique . . . .	traces	traces	traces
Totaux . . . . .	0,68408	0,68875	0,67642
Acide carbonique libre. . .	0,6703	0,6705	0,6660

Il est remarquable de voir que les 3 sources en question, quoique présentant des compositions très semblables, diffèrent notablement les unes des autres sous le rapport du contenu en *chlorures*, puisqu'il s'en trouve 3 fois plus dans l'eau de la source nouvelle que dans celle de Bonnefontaine, et deux fois plus seulement dans l'eau de la source Espérance.

Comparés aux résultats des analyses antérieures, les résultats actuels n'en diffèrent pas notablement; il paraît cependant que grâce aux travaux de captation accomplis, la minéralisation totale de ces eaux, en même temps que leur débit, a plutôt augmenté.

Le potassium, le fer et le manganèse, ne se trouvent dans ces eaux qu'à l'état de traces faibles ou très faibles.

Le lithium n'a pu être décelé par l'analyse chimique; il y existe cependant, comme nous allons le voir, à l'occasion de l'analyse spectroscopique.

L'acide carbonique libre se trouve dans l'eau des trois sources à peu près dans la même proportion, qui repré-

sente environ le tiers de la quantité totale nécessaire pour saturer l'eau à la température des sources et à la pression barométrique moyenne des Bains d'Henniez.

#### IV. Analyse spectroscopique.

L'analyse spectroscopique de ces eaux a été faite par une méthode spéciale qu'il sera utile d'exposer ici en quelques mots.

La méthode usuelle, qui n'utilise que les températures relativement peu élevées fournies par la flamme du bec de Bunsen est défectueuse en ce qu'elle ne permet de déceler que des combinaisons suffisamment volatiles pour donner un spectre d'émission dans la flamme du Bunsen.

Il y aurait un intérêt considérable à pouvoir utiliser, pour les réactions spectrales, les températures beaucoup plus élevées fournies par l'arc électrique. On y arrive d'une façon aussi simple qu'élégante par les considérations suivantes :

La flamme de l'arc qui donne un spectre continu et extrêmement brillant, est composée, comme on le sait, de trois parties différentes : 1<sup>o</sup> Le cratère du charbon positif très lumineux et fournissant la plus forte proportion de lumière; 2<sup>o</sup> Celui du charbon négatif, moins lumineux, mais donnant encore un spectre continu très brillant, et enfin 3<sup>o</sup>, la partie gazeuse (la flamme proprement dite) de l'arc, qui est relativement peu lumineuse quoiqu'elle présente le maximum de température (3000° et plus).

Si l'on imbibe les charbons (qui doivent naturellement être purs et non minéralisés) au moyen de la solution chlorhydrique concentrée du résidu salin obtenu par évaporation des eaux minérales, on remarque qu'il est possible d'obtenir des spectres d'émission extrêmement brillants et nets qui correspondent aux constituants de la minéralisation de ces eaux, si l'on prend soin d'éliminer, au moyen d'un

diaphragme approprié, l'image des cratères des charbons, de manière à ne projeter, sur la fente du spectroscope, que la seule image de la partie gazeuse comprise entre les charbons et dont il est facile d'augmenter la longueur lorsqu'on dispose d'une tension électrique suffisante.

Les spectres d'émission ainsi obtenus sont incomparablement plus brillants, plus nets et plus complets que ceux obtenus au moyen de la flamme du Bunsen et la mesure des positions des différentes lignes peut se faire avec une grande exactitude. J'ajouterai qu'il est nécessaire de déterminer avant tout, le spectre fourni par les charbons avant l'imprégnation, ceux-ci présentant constamment des traces d'impuretés minérales (Na, K, Ca, etc.).

Les résultats obtenus par l'application de cette méthode d'analyse, au résidu salin des eaux d'Henniez, sont les suivants :

*Sodium.* Raie  $\alpha$  ( $\lambda = \mu\mu 559$ )<sup>1</sup> très brillante et constante.

*Potassium.* Raies  $\alpha$  ( $\lambda = 768$  à  $770$ ) et  $\beta$  ( $\lambda = 405$ ). Ces deux raies faibles n'apparaissent que d'une manière intermittente et passagère.

*Lithium.* Raie  $\alpha$  ( $\lambda = 671$ ) parfaitement distincte; raie  $\beta$  ( $\lambda = 610$ ) intermittente. La recherche du Li a été faite sur le produit de l'extraction par l'alcool étheré de la solution chlorhydrique du résidu salin<sup>2</sup>.

*Calcium.* Groupe de raies  $\alpha$  ( $\lambda = 616$  à  $612$ ) très brillant; groupe  $\beta$  ( $\lambda = 550$ ) brillant mais moins nettement délimité. Raies  $\gamma$  ( $\lambda = 423$  et  $397$ ) très distinctes.

*Magnésium.* Groupes de raies ( $\lambda = 517$  à  $519$ ) très brillant.

*Fer.* Spectre compliqué, composé d'une douzaine environ de raies allant à  $\lambda = 614$  à  $431$ .

<sup>1</sup> Les longueurs d'onde  $\lambda$  sont exprimées en  $\mu\mu$  (millionième de millimètre).

<sup>2</sup> Il est intéressant de mentionner que le Lithium existe d'autre part dans les cendres du tabac récolté dans la vallée de la Broye, c'est-à-dire sur des terrains de même nature que ceux où se trouvent les Eaux d'Henniez, ainsi que j'ai pu le constater.



Les raies  $\lambda = 562, 517, 478-489$  particulièrement nettes et brillantes.

### V. Analyse physico-chimique.

Cette analyse a porté sur les points suivants.

#### A. Détermination des constantes physico-chimiques.

	Bonne fontaine	Source nouvelle	Source Espérance
<i>Densité</i> dans l'air $D_{15^{\circ}}$	0,99985	0,99969	0,99985
» de l'eau distillée $D_{15^{\circ}}$	0,99915	0,99915	0,99915
Différence des densités	0,00070	0,00054	0,00070
<i>Indice de réfraction</i> $nD_{15^{\circ}}$	1,333716	1,333748	1,333727
» » de l'eau distillée	1,333580	1,333580	1,333580
Différence des indices	0,000136	0,000168	0,000147
<i>Point de congélation</i>	$\Delta = -0^{\circ},055$	$-0^{\circ},055$	$-0^{\circ},055$
<i>Conductibilité électrique</i> en cm. Ohms réciproques $\times 10^6$	$x_{18^{\circ}} = 561,6$	653,3	628,1

La réfraction a été mesurée au moyen du réfractomètre à immersion de la maison Zeiss d'Jena.

Le point de congélation a été déterminé par une série de mesures cryoscopiques de précision, en employant comme agent refroidisseur le cryohydrate formé par le mélange de neige et d'alun potassique, qui permet d'obtenir une température de  $-0^{\circ},57$  constante pendant plusieurs heures. Le point de congélation de l'eau distillée a été déterminé chaque fois, à titre de contrôle.

La mesure de la conductibilité électrique a été faite au laboratoire de physico-chimie de l'Université de Lausanne, grâce à l'obligeance de M. le prof. Paul Dutoit, par la méthode classique.

Des constantes ci-dessus indiquées, on tire par le calcul :



	Bonne fontaine	Source nouvelle	Source Espérance
Pression osmotique en atmosphères $\pi =$	0,662	0,662	0,662
Concentration osmotique $c = \frac{\Delta}{1.85} =$	0,029730	0,029730	0,029730
Conc. de la sol. de NaCl } %	3,176	3,67	3,54
de même conductibilité } gr. mol. p. litre	0,00541	0,00926	0,00604
Dissociation de cette solution	$\alpha = 0,94$	0,94	0,94

### B. Calcul des analyses en ions.

Pour ce calcul, il a été admis que la dissociation électrolytique des constituants salins correspondait au schéma suivant :

Ions positifs	Ions négatifs
Na H CO <sub>3</sub> = Na·	HCO <sub>3</sub> '
Mg (HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> = Mg··	HCO <sub>3</sub> '
Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> = Ca·	HCO <sub>3</sub> '
Ca SO <sub>4</sub> = Ca··	SO <sub>4</sub> "
Na Cl = Na·	Cl'
Al <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub> = Al··	OH'
H <sub>2</sub> Si O <sub>3</sub> = H·	H Si O <sub>3</sub> '

L'acide carbonique libre, en tant qu'acide très faible, n'est pas dissocié.

Ions positifs.

IONS +	Bonnefontaine			Source Nouvelle			Source Espérance		
	Gr. par litre	Gr. mol. par litre	Gr. équiv. par litre	Gr. par litre	Gr. mol. par litre	Gr. équiv. par litre	Gr. par litre	Gr. mol. par litre	Gr. équiv. par litre
H <sup>+</sup>	0,00017	0,0001684	0,0001684	0,00017	0,0001692	0,0001692	0,00013	0,0001305	0,0001305
Na <sup>+</sup>	0,02304	0,0010017	0,0010017	0,02874	0,0012493	0,0012493	0,02593	0,0011274	0,0011274
Ca <sup>++</sup>	0,11911	0,0029778	0,0059556	0,11704	0,0029260	0,0058520	0,11682	0,0029200	0,0058400
Mg <sup>++</sup>	0,01740	0,0007160	0,0014320	0,01718	0,0007071	0,0014142	0,01699	0,0006992	0,0013984
Al <sup>+++</sup>	0,00189	0,0000701	0,0002102	0,00185	0,0000684	0,0002053	0,00185	0,0000684	0,0002052
TOTAUX :		0,0049340	0,0087679		0,0051200	0,0088900		0,0049455	0,0087015

Ions négatifs.

IONS —	Bonnefontaine			Source Nouvelle			Source Espérance		
	Gr. par litre	Gr. mol. par litre	Gr. équiv. par litre	Gr. par litre	Gr. mol. par litre	Gr. équiv. par litre	Gr. par litre	Gr. mol. par litre	Gr. équiv. par litre
HCO <sub>3</sub> <sup>'</sup>	0,49300	0,0080820	0,0080820	0,48643	0,0079740	0,0079740	0,48368	0,0079290	0,0079290
SO <sub>4</sub> <sup>''</sup>	0,00791	0,0000824	0,0001648	0,00774	0,0000806	0,0001612	0,00772	0,0000805	0,0001609
Cl <sup>'</sup>	0,00500	0,0001408	0,0001408	0,01406	0,0003961	0,0003961	0,00976	0,0002750	0,0002750
OH <sup>'</sup>	0,00357	0,0002100	0,0002100	0,00349	0,0002053	0,0002053	0,00347	0,0002043	0,0002043
HSiO <sub>3</sub> <sup>'</sup>	0,01299	0,0001709	0,0001709	0,01305	0,0001717	0,0001717	0,01007	0,0001325	0,0001325
TOTAUX :		0,0086861	0,0087685		0,0088277	0,0089083		0,0086213	0,0087017
CO <sub>2</sub> libre	0,67030	0,0152340		0,6705	0,015239		0,6660	0,015136	

## Récapitulation et balance.

Sources	Total des Ions +		Total des Ions -		CO <sub>2</sub> libre Gr. mol. p. l.	Concentration totale Gr. mol. p. l.	Concentration osmotique Δ : 4,85	Différences
	Gr. mol. p. l.	Gr. équiv. p. l.	Gr. mol. p. l.	Gr. équiv. p. l.				
Bonnefontaine .	0,0049340	0,0087679	0,0086861	0,0087685	0,015234	0,0288541	0,029730	- 0,000876
Nouvelle . . . .	0,0051200	0,0088900	0,0088277	0,0089083	0,015239	0,0291867	0,029730	- 0,000543
Espérance . . .	0,0049455	0,0087015	0,0086213	0,0087017	0,015136	0,0287028	0,029730	- 0,001027

La balance des ions + et — calculés en équivalents est satisfaisante. Il en est de même des concentrations obtenues en faisant la somme des ions + et — exprimés en gr. mol. p. litre, et du CO<sub>2</sub> libre, qui, comparées à la concentration osmotique fournie par le point de congélation  $\left(\frac{d}{1.85}\right)$  n'offrent que des différences relativement faibles.

Ces différences, toujours négatives, que l'on constate dans la règle entre les concentrations calculées au moyen des dosages de l'analyse chimique et celles déduites de la pression osmotique, sont dûes, sans doute, d'une part aux substances qui échappent à l'analyse chimique (Köppe), d'autre part à des phénomènes d'hydrolyse que peuvent subir les composants et qui sont capables d'influer sur le mode de dissociation (Grünhut).

Quoiqu'il en soit, le bilan fait de cette façon fournit un contrôle et une vérification précieux des résultats donnés par l'analyse chimique quantitative.

Au point de vue des propriétés osmotiques générales, il est intéressant de faire les constatations suivantes :

1° La *pression osmotique* des eaux d'Henniez est très faible, ce qui fait qu'elle ne séjourne pas dans l'estomac, mais passe rapidement dans l'intestin et dans la circulation (Strauss).

Ceci explique les propriétés diurétiques bien démontrées de ces eaux.

2° Le *coefficient de dissociation* correspondant à la conductibilité électrique de ces eaux est très élevé, puisque sur 100 molécules salines 94 sont dissociées en ions + et —.

3° Il est intéressant de constater, dans ces eaux, la présence d'une forte proportion d'ions Ca<sup>++</sup>, tandis que les ions K<sup>+</sup> n'y existent qu'en très minimes quantités. Au point de vue physiologique, l'action désintoxicante des ions Ca<sup>++</sup> est beaucoup plus favorable que celle des ions K<sup>+</sup>.

En résumé, les eaux d'Henniez présentent les propriétés suivantes :

Température constante en toutes saisons, à quelques dixièmes de degré près.

Limpidité parfaite, absence de toute odeur et de tout goût anormaux.

Composition bactériologique remarquablement favorable.

Composition générale d'une eau de source très pure.

Les trois sources présentent des compositions chimiques semblables, mais non identiques.

La minéralisation est composée en majeure partie des bicarbonates de calcium et de sodium ; celui de magnésium en très faibles proportions, de même que les sulfates et les sesquioxydes.

L'analyse spectrale démontre la présence dans ces eaux du *lithium*, en outre des métaux décelés par l'analyse chimique.

Ces eaux contiennent, à la source, environ un tiers de l'acide carbonique libre nécessaire pour les saturer à la pression barométrique moyenne.

Elles ne contiennent pas traces d'hydrogène sulfuré, ni d'autres sulfures.

L'analyse physico-chimique montre que l'eau d'Henniez possède une pression osmotique faible et que les constituants de la minéralisation de cette eau sont dissociés dans une très forte proportion en *ions* chargés d'électricité positive et négative.

C'est à l'ensemble de ces propriétés des Eaux d'Henniez qu'il faut attribuer leurs propriétés physiologiques et curatives, démontrées d'autre part par l'usage constant qui en a été fait depuis plus de cinq siècles.

Lausanne, janvier 1909.

---