

SUR LES
EAUX SALINES
DES SONDAGES PROFONDS

par J. GOSSELET

CORRESPONDANT DE L'INSTITUT
PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE LILLE

*Sur les **Eaux salines** des sondages profonds,*
par J. Gosselet.

Dans une communication récente ⁽¹⁾ sur l'alimentation en eau des villes et des industries du Nord de la France, j'appelais de nouveau l'attention sur les qualités alcalines des eaux des sondages profonds.

C'est un problème géologique auquel je pense depuis longtemps. Déjà en 1873, j'avais engagé un membre de notre Société, alors jeune chimiste qui suivait mes cours, à s'occuper de la nature saline des eaux du terrain houiller. M. Roger-Laloy a fait un certain nombre d'analyses d'eaux provenant du terrain houiller des concessions d'Anzin, de Meurchin, de l'Escarpelle, de Carvin, du Levant du Flénu, etc. ⁽²⁾ Il constata, comme l'avait déjà fait M. Malherbe en Belgique et comme on l'avait du reste reconnu dans presque toutes les houillères du Nord de la France et de la Belgique, que les eaux émanant du terrain houiller contiennent une quantité notable de chlorure de sodium.

Si les résultats auxquels était arrivé M. Laloy sont incontestables, les conditions dans lesquelles les eaux avaient été recueillies n'étaient peut-être pas assez

(1) GOSSELET. *De l'alimentation en eau des villes et des industries du nord de la France.* Ann. Soc. Géol. du Nord XXVII. p. 272, 1898.

(2) LALOY. *Recherches géologiques et chimiques sur les eaux salées du terrain houiller du Nord de la France et de la Belgique.* Mém. Soc. Sciences de Lille, XIII, p. 193, 1874.

explicitement indiquées. Il était bon de n'expérimenter que sur des eaux qui ne pouvaient pas avoir été souillées par les travaux d'exploitation.

J'ai donc eu recours à l'obligeance de M. Lafitte, ingénieur en chef des travaux du fond aux mines de Lens, en le priant de me fournir des eaux dont l'origine ne pût être sujette à aucun doute. Il m'envoya trois échantillons avec les mentions suivantes :

« Deux de ces échantillons ont été pris à la fosse n° 8 en plein terrain houiller. Ils proviennent de sources qui se sont manifesté pendant le creusement de deux puits intérieurs. Ces eaux proviennent donc bien du terrain houiller vierge. Elles n'ont pas circulé dans les galeries et par conséquent n'ont pu se charger de matières étrangères à celles qu'elles contiennent normalement.

Le troisième échantillon vient d'une bovette creusée au N. de la fosse n° 10 à la profondeur de 250^m, et s'arrêtant à proximité du calcaire carbonifère. Tout près de l'extrémité de cette bovette, une cassure dans le terrain houiller livre passage à une source abondante, dont la température à l'émergence est de 30°. Il paraît probable que cette eau vient du calcaire carbonifère ».

Plus récemment M. Lafitte m'envoya un quatrième échantillon avec la mention suivante :

« Cette eau provient d'une source assez abondante qui sort de fissures du toit de cuerelles de la veine Omérine à la fosse n° 1. Profondeur sous le sol 330^m, soit 290^m au dessous du niveau de la mer. Le terrain houiller en cet endroit est d'une très grande régularité et la veine Omérine n'est pas encore exploitée ; on y a seulement creusé en pleine veine une galerie de 2^m de large pour préparer l'exploitation future. L'eau que je vous adresse est donc vierge ; je veux dire que sa composition n'a pu être modifiée par un passage au milieu de remblées d'une partie exploitée. On est d'ailleurs très loin du calcaire carbonifère ».

Mon collègue, M. Willm dont l'autorité est si grande pour l'analyse des eaux minérales, a bien voulu faire les analyses de ces eaux du terrain houiller.

	Puits n° 8		Puits n° 10	Puits n° 1
	Beurtia n° 6 à 183 m.	Beurtia n° 9 à 234 m.	Bovette 1003 à 970 m.	Veine Omérine à 330 m.
Acide carbonique (CO ² O) (1)	0.8460	0.2430	0.1140	0.1114
Acide sulfurique (SO ⁵ O)	0.3103	0.0506	1.5911	—
Chlore	1.0466	8.7707	0.8652	8.8579
Brome	—	0.0370	—	0.0333
Silice	0.0728	0.0194	0.0104	0.0540
Sodium	1.3350	5.2058	0.8202	5.3107
Potassium	0.2390	0.1683	0.0352	0.0053
Calcium	0.0040	0.2922	0.3312	0.3100
Magnésium	—	0.1390	0.0986	0.0861
Oxide de fer	0.0160	traces	traces	—
Matière organique (2)	0.1525	traces	traces	—
Total par litre	4.0232	14.9100	3.8659	14.7687
GROUPEMENT HYPOTHÉTIQUE DES ÉLÉMENTS				
Carbonate de sodium	1.4840	—	—	—
Carbonate de calcium	0.0100	0.3500	0.1500	0.1816
Carbonate de magnésium	—	0.0462	0.0336	0.0034
Carbonate ferreux	0.0116	—	—	—
Sulfate de sodium	0.2840	—	0.8002	—
Sulfate de potassium	0.2326	—	0.0782	—
Sulfate de calcium	—	0.0717	0.9222	—
Sulfate de magnésium	—	—	0.4452	—
Chlorure de sodium	1.5235	13.2333	1.4257	13.4833
Chlorure de potassium	0.2575	0.3215	—	0.0103
Chlorure de calcium	—	0.3639	—	0.6586
Chlorure de magnésium	—	0.4783	—	0.3369
Bromure de sodium	—	0.0347	—	0.0430
Silice	0.0728	0.0194	0.0104	0.0540
Matière organique	0.1565	traces	traces	—
(1) Déduit de l'alcalinité.				
(2) Calculée par différence.				

Les analyses de M. Willm confirment complètement celles de M. Laloy. Elles montrent que les eaux du terrain houiller peuvent se rapporter à trois types.

1^o L'eau du beurtia n^o 9 est essentiellement chlorurée. On peut la considérer comme l'eau typique du terrain houiller.

Celle de la veine Omérine s'en rapproche beaucoup. Il y a à remarquer l'absence complète de sulfates et la très faible teneur en potassium.

2^o L'eau du beurtia n^o 6 est de l'eau chlorurée mélangée à des eaux douces, qui lui ont apporté de l'acide carbonique, du fer, de la matière organique et un petit excès de potasse. Il faut cependant remarquer que cette eau ne vient pas des terrains morts, car elle ne contient pour ainsi dire pas de calcium. On désignera ce second type sous le nom d'eau alcaline.

3^o L'eau du puits n^o 10, est le type des eaux sulfatées. Elle provient comme l'avait prévu M. Lafitte du calcaire carbonifère, ou plutôt d'une assise de schistes pyritifères, intermédiaires entre le calcaire carbonifère et le houiller. Ce sont ces schistes qui fournissent les eaux sulfureuses de St-Amand et de Meurchinaussi étudiées par M. Laloy (1).

Quelle est la cause de la minéralisation de ces diverses eaux ?

M. Laloy a rejeté tout d'abord l'idée qu'il pût y avoir une influence éruptive quelconque. Il a admis que les eaux chlorurées sont des eaux de la mer carbonifère, qui sont restées emprisonnées dans la houille. Quant aux eaux sulfureuses, il ne se prononce pas sur leur origine.

Ces eaux sulfureuses ou sulfatées occupent un niveau bien net à la base du terrain houiller. Elles sont carac-

(1) R. LALOY. Recherches géologiques et chimiques sur les eaux sulfureuses du Nord. Mem. Soc. Sc. de Lille, 1873.

térisées, outre leur composition, par leur température, qui est de 30 degrés à Lens et qui atteint 40 degrés à Meurchin. Quant on connaît la structure si régulière de notre bassin houiller, on ne peut pas supposer qu'elles viennent d'une grande profondeur.

Il est probable qu'elles doivent leur richesse en composés sulfurés ou sulfatés, comme leur température à l'oxidation des pyrites qui imprègnent les schistes inférieurs du terrain houiller par des eaux aérées d'infiltration. Cette hypothèse donnerait aussi l'explication des dégagements d'azote qui ont eu lieu dans la fosse n° 10 au voisinage des couches en question.

L'explication des eaux chlorurées par l'emprisonnement d'eau marine des périodes géologiques anciennes s'acceptait assez facilement, quand il s'agissait uniquement du terrain houiller. On concevait que de l'eau avait été conservée entre les particules d'une masse spongieuse comme pouvait l'avoir été la houille à son origine.

Mais nous savons maintenant que tous nos sondages profonds, quelque soit le terrain dans lequel ils pénètrent rencontrent des eaux plus ou moins alcalines.

Je dois encore à mon collègue, M. Willm deux analyses d'eaux profondes, celle d'un forage fait à Croix chez M. Isaac Holden jusque dans le calcaire carbonifère, et celle d'un forage à Bailleul, qui a atteint aussi le calcaire carbonifère. Toutes deux contiennent encore du chlore, mais ce qui y domine, ce sont les sulfates et carbonate de soude.

	Croix	Bailleul
Acide carbonique (CO ³)	0.2585	0.1830
Acide sulfurique (SO ⁴)	0.1082	1.1997
Chlore.	0.0234	0.6948
Silice	0.0100	0.0130
Calcium	0.0389	0.0201
Magnésium	0.0140	0.0109
Potassium	—	0.0235
Sodium	0.1974	1 1058
Total par litre	0.6534	3 2508
GROUPEMENT HYPOTHÉTIQUE DES ÉLÉMENTS		
Carbonate de sodium.	0.2919	0.2218
Carbonate de calcium	0.0972	0.0503
Carbonate de magnésium	0.0490	0 0382
Sulfate de sodium.	0.1600	1.7303
Sulfate de potassium		0.0524
Chlorure de sodium	0.0468	1,1431
Silice	0.0100	0.0130

Il est impossible de supposer que la soude de ces deux forages vient du terrain houiller, car Croix et Bailleul sont bien en dehors du bassin houiller. Faudrait-il donc admettre que le calcaire carbonifère, roche très compacte, est resté imprégné d'eaux marines des temps géologiques.

Mais l'alcalinité ne se borne pas aux eaux qui viennent du calcaire carbonifère ; on la retrouve aussi dans celles de la craie et même des sables verts, lorsqu'elles proviennent de forages profonds.

Mon Collègue, M. Buisine, professeur de chimie appliquée à la faculté des sciences, a bien voulu me remettre les résultats d'une analyse d'eau d'Armentières, provenant

du terrain crétacé supérieur aux dièves. L'eau de chez M. Lecornez, brasseur, lui a donné par litre :

Chlore	0.279
Acide sulfurique (SO ⁴).	0.363
Acide carbonique (CO ³)	0.140
Potassium	0.089
Sodium	0.395
Calcium	0.020
Magnésium.	0.0066
Silice.	0.0059
Fer et alumine (Fe ² O ³ et A ² O ³	0.0093
Matières organiques.	0.011

Le degré hydrotimétrique total est : 8°; il est réduit à 1° après ébullition, c'est-à-dire après le dépôt du carbonate de chaux.

Il est très remarquable qu'une eau sortant de la craie soit aussi pauvre en carbonate de chaux. Il en est de même de presque toutes les eaux d'Armentières.

Mon savant collègue m'a également communiqué les résultats d'analyses partielles qu'il avait faites sur les eaux de la même localité.

	Degré hydrotimétrique		Résidu sec	Carbonate de chaux CO ₂ :Ca	Carbonate de soude CO ₃ :Na ₂
	total	après ébullition			
Sondage Motte-Cordonnier	8°	0°5	1.330	0.077	0.184
Sondage Hurtrel.	25	9	1.160	0.164	0.250
Asile des Aliénés.	30,5	8	1.130	0.231	0.200
Id.	35	9	0.960	0.267	0.178

L'eau de chez Motte-Cordonnier vient probablement du calcaire carbonifère ; celle du sondage Hurtrel est puisée dans la craie et celle de l'Asile dans les sables verts du Landénien.

Il résulte de tous ces exemples que beaucoup d'eaux profondes sont chargées de sel de soude, chlorure, sulfate, ou carbonate selon les circonstances.

On peut admettre que ces sels de soude étaient primitivement à l'état de chlorure et que leur transformation en sulfate ou en carbonate provient de réactions qui se sont produites dans les roches traversées par le liquide. Mais le problème n'est pas résolu par là et il y a toujours à se demander d'où vient l'alcali.

Quatre hypothèses sont possibles :

1. On peut supposer que les sels de soude ont pour origine les eaux ménagères et industrielles qui pénètrent dans le sol. C'est l'hypothèse que j'ai faite d'abord, lorsqu'il ne s'agissait que d'expliquer l'alcalinité des eaux de Roubaix et de Lille. Mais j'ai dû y renoncer en reconnaissant que des sondages faits dans des régions non industrielles donnaient également des eaux alcalines.

2^o On peut croire que les eaux pluviales agissent par voie chimique sur les minéraux des couches qu'elles traversent. Elles décomposeraient les minéraux altérables et en particulier les feldspath. Elles pourraient ainsi se charger d'alcalis. Cette hypothèse expliquerait difficilement la présence des chlorures et des sulfates. De plus bien que l'analyse chimique des roches sédimentaires ait été beaucoup trop négligée, on sait que la potasse en est le principal alcali. Pourquoi les eaux qui filtrent à travers ces roches contiendraient-elles plus de soude que de potasse ?

3^o Dernièrement j'ai accepté comme probable l'hypothèse que l'alcalinité des eaux des sondages profonds du nord de la France est due à la pénétration de l'eau de mer.

Lorsqu'on se promène le long de la falaise du Blanc Nez, à marée basse, on voit sortir de la craie de petites

sources dont l'eau est salée. Leur salure est due à ce que l'eau de mer pénètre à marée haute dans les couches perméables de la craie et s'y mélange à l'eau douce qui y est naturellement contenue. Il est certain que si une couche perméable affleure au fond de la mer, l'eau marine y pénètre avec une intensité d'autant plus grande que la profondeur de l'affleurement est plus considérable et que la pression est plus forte.

Je ne me dissimulais cependant pas la multiplicité des objections que soulève l'hypothèse. La principale à mes yeux consistait dans l'absence de la magnésie, cet élément le plus caractéristique peut-être de l'eau marine. Je me demandais si l'eau de mer lorsqu'elle traverse les couches calcaires, ne peut pas perdre sa magnésie en transformant le calcaire en dolomie.

Une objection plus grave m'a été faite récemment. On a reconnu m'a-t-on dit, que des eaux salines proviennent de nappes aquifères situées au-dessus du niveau de la mer et même à une grande distance de celle-ci.

4° M. Laloy, explique, on l'a vu, les eaux chlorurées du terrain houiller par l'emprisonnement de l'eau de la mer carbonifère. Cette hypothèse pourrait s'appliquer à tous les terrains. On pourrait admettre que les sels de sodium que l'on trouve dans les eaux des sondages profonds, existent dans les couches où s'alimentent la nappe aquifère. Ce serait, soit des restes des mers géologiques contemporaines de ces couches, soit des produits de l'infiltration de l'eau des mers postérieures, lorsqu'elles recouvraient nos continents.

Cette hypothèse déjà bien difficile à admettre lorsqu'il s'agissait du terrain houiller, paraît beaucoup plus difficile à appliquer à des couches telles que la craie, où les nappes aquifères s'établissent facilement.

Il ne me paraît pas possible de supposer que le lavage de ces nappes aquifères, n'ait pas été suffisant depuis l'établissement des continents actuels, pour en faire disparaître tout l'alcali qui pouvait y rester.

Si l'on veut dire que l'écoulement et par conséquent le lavage ne se fait pas quand la nappe aquifère est inférieure au niveau de l'océan, on peut répondre que précisément, une des difficultés du problème vient de ce que certains sondages alcalins ont leur point d'alimentation au-dessus du niveau de la mer.

En rédigeant cette courte note, qui ne conclut pas, mon intention est d'appeler les méditations des géologues sur une question que je considère comme très difficile et qui se lie peut-être aux conditions générales de la sédimentation.