

21

NOTE SUR LES LAHORES DE L'ADAMAOUA

====

par

B. BERGERET
Pharmacien- Capitaine
du Corps de Santé Colonial
Détaché à l'O R S T O M

O R S T O M - NUTRITION
INSTITUT BOUISSON BERTRAND
11 - Rue de la Croix Verte
34100 MONTPELLIER
TÉL. (67) 41.13.04

OCT. 1986

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 204 32

Cpte : B 90

1358

Introduction.-

Au cours de nombreuses tournées qui ont été effectuées sur le plateau de l'Adamaoua au centre du Territoire du Cameroun, les voyageurs ont depuis longtemps remarqué l'attirance instinctive du bétail vers certaines sources appelées Lahorés. En effet ces eaux au goût prononcé de sel se sont révélées être à l'analyse richement minéralisées et pour certaines d'entre elles peuvent être classées dans le groupe des eaux thermo-minérales. Leur composition chimique a fait l'objet depuis longtemps de travaux par des chimistes allemands et en particulier l'Institut Géologique de Prusse. Nous donnerons d'ailleurs en annexe, la traduction d'un document allemand relatif à ces sources et qui démontre l'intérêt indiscutable que l'on portait à cette découverte.

Il nous a paru intéressant de vérifier au Laboratoire de l'IRCAM la composition qualitative et quantitative de ces sources et essayer de tenter d'après leur composition chimique un essai de classification.

Contexte géologique :

Nous emprunterons à G. Bachelier (1) son excellente définition de la géologie de l'Adamaoua :

" A travers les migmatites et les vieux granits plus récents et non déformés qui forment actuellement les massifs de Ngacoundéré et du kilomètre 80.

Après une période d'érosion intense correspondant pour les géologues à la formation des grès du Djerem, le socle précambrien pénéplanisé s'est trouvé recouvert par les basaltes de plateaux compacts et à olivines qui représentent le volcanisme ancien.

On date habituellement ce volcanisme du fin crétacé début tertiaire. Il a eu une très grande extension et on le retrouve jusque dans l'Ouest Cameroun avec les hauts plateaux Bamoun et Bamiléké, actuellement séparés des hauts plateaux de l'Adamaoua par la plaine Tikar et la vallée du Mbam.

Les basaltes des plateaux en général peu épais ceinturent les massifs granitiques et laissent apparaître un peu partout le socle et les granits récents remis en surface par l'érosion.

Ce volcanisme ancien a été suivi d'un volcanisme moyen, beaucoup plus localisé, souvent de type péleén et en général représenté par des trachy-andésites.

B. Geze dans l'Ouest Cameroun le date du Pliocène (fin tertiaire) à début quaternaire.

Pour l'Adamaoua, il a donné les trachy-andésites et les phonolites des monts Ghana.

Enfin au quaternaire, un dernier réveil du volcanisme, cette fois du type vulcano-strombolien, a donné des scories et des basaltes plus ou moins bulleux qui constituent le volcanisme récent.

Les édifices d'émission de ce volcanisme se sont remarquablement bien conservés et s'orientent selon un jeu de failles où seuls les volcans de la cassure principale (Nord-Ouest à Sud-Est) ont eu des coulées importantes.

x Six de ces volcans ont donné naissance à des lacs de cratère dont cinq subsistent actuellement.

Autre conséquence secondaire de ce volcanisme, des sources d'eau juvénile, minéralisée, salée ou chaude (dites lahorés) jalonnent la chaîne volcanique principale. Très appréciées des troupeaux, ces sources sortent malheureusement près des cours d'eau et demandent des aménagements à l'étude.

En résumé le plateau de l'Adamaoua a été caractérisé par une activité volcanique très ancienne et dont les traces les plus récentes ont donné lieu à des sources minérales qui feront l'objet de notre étude.

Echantillonnage :

Pour des raisons pratiques, nous n'avons pu suivre les variations de la minéralisation au cours d'un cycle annuel; les prélèvements analysés, l'ont été en saison sèche et les chiffres donnés représentent la moyenne de dix échantillons pour chaque source.

Il serait du plus grand intérêt de pouvoir effectuer un contrôle périodique de ces eaux, le Docteur Fikendy ayant noté leur composition variable suivant la saison.

Technique analytique

Il a fallu faire un choix forcément limité entre les constituants

éventuels des eaux des lagorées. L'analyse ne portera pas sur les caractères de potabilité, dépassés du fait de l'importante minéralisation. Les éléments d'analyse retenus sont les suivants :

pH :

Alcalinité de titration

Composition cationique : sodium, potassium, calcium, magnésium

Composition anionique : carbonates, chlorures, sulfates

Des dosages de micro-éléments seront faits ultérieurement par des techniques de spectrographie d'émission en utilisant l'arc à courant continu comme source d'excitation.

- Le pH a été mesuré selon les techniques classiques au pH mètre électronique Philips.

- L'alcalinité de titration : simple titrage volumétrique à la burette en utilisant l'acide sulfurique 0,1 N en présence d'hélianthine à 1 % .

- Le sodium : dosé par une semi-micro technique gravimétrique inspirée par la méthode de Blanchetière (2) modifiée par Kahane (3).

- Le potassium : dosé par la technique de Lewis et Marmoy (4).

- Le calcium

- Le magnésium : ces deux cations sont dosés ensemble par une méthode complexométrique selon R. Mazoyer (5). Mais tandis que le calcium est dosé en présence de murexide, le magnésium est dosé en présence de noir d'ériochrome T et chlorhydrate d'hydroxylamine.

- Les carbonates : dosés gravimétriquement sous forme de carbonate de baryum.

- Chlorures : sont dosés par les méthodes de Mohr ou Charpentier Volhard.

- Sulfates : dosés par gravimétrie à l'état de sulfate de baryum.

Résultats analytiques :

Nous avons analysé les eaux de 8 sources natronées ou réputées telles :

- Source natronée de Falkouméré, puits N° 1

- Source natronée de Falkouméré, puits n° 2

- Source natronée de Falkoumré, puits N° 3
- Source natronée du Lahoré de Mbilaou (Subdivision de Tignère)
- Source natronée du Lahoré de Galim
- Source natronée du Lahoré de Vina
- Source natronée de M'Bowa Ngaoundéré
- Source natronée de Katil Foulbé

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Composition chimique fondamentale des eaux des Lahorés en milliéquivalents par litre d'eau

Source	pH	Alcalinité T.A.M	Cations				Anions		
			Na +	K +	Ca ++	Mg++	CO3--	Cl -	SO4--
Falkoumré 1	7,5	32,0	16,9	tr.	5,7	8,1	80,5	36,2	0,3
Falkoumré 2	7,5	31,9	2,0	tr.	5,7	1,8	83,1	35,5	0,1
Falkoumré 3	8,2	29,7	16,0	tr.	6,6	5,0	72,9	26,0	tr.
Mbilaou	8,5	41,5	31,5	0,5	5,9	4,3	91,8	46,5	tr.
Galim	8,3	56,0	35,2	2,8	2,5	0,7	127,0	62,6	tr.
Vina	7;7	18,0	19,5	tr.	4,9	18,2	41,3	40,2	0,6
M'Bowa	8,8	28,0	7,0	0,2	2,4	25,3	60,9	31,3	0,1
Katil Foulbé	7,8	3,5	1,0	tr.	tr.	0,3	8,9	4,7	tr.

Commentaires :

- La minéralisation totale théorique, obtenue en faisant la somme anions + cations oscille aux environs de 4 grammes par litre pour l'ensemble des échantillons. La source de Galim se distingue des autres par une minéralisation exceptionnelle de 7 grammes par litre.

Par contre, la source de Katil Foulbé avec une minéralisation plus faible de 0,46 grammes par litre, se rapprocherait par sa composition des eaux météoriques ordinaires, mais s'en distingue cependant par une teneur excep-

tionnelle en chlore.

Il va sans dire qu'une telle minéralisation rend ces eaux impropres à tous usages industriels.

L'origine juvénile de ces eaux est prouvée par le dégagement de gaz carbonique, observé de façon assez constante pour la majorité des sources. En outre on observe généralement une température d'issue élevée et qui atteint 36°C au Lahoré de Katil Foulbé, preuve de l'influence du degré géothermique, en rapport avec l'origine profonde des eaux.

- L'examen du tableau ci-dessus, frappe tout d'abord par l'importance quantitative de l'ion carbonique, et de l'ion chlore. L'ion carbonique étant lui-même en équilibre constant sous les quatre formes classiques : gaz carbonique, acide carbonique, ion carbonique des carbonates et ion carbonique acide des bicarbonates; Il est superflu de tenter une différenciation de ces formes qui coexistent dans un déséquilibre permanent, si l'on peut dire, en fonction des conditions de pression, température, etc...

L'ion chlore figure en bonne place après l'ion carbonique; la source de Galim contient en effet 3,6 grammes de Cl - exprimé en chlorure de sodium par litre.

Peu de sulfates par contre qui n'existent qu'à l'état de traces.

Parmi les cations, on notera la teneur élevée en métaux alcalins par le sodium, le potassium étant pratiquement inexistant, sauf dans la source de Galim où il en existe cependant 110 milligrammes par litre. La présence du calcium et du magnésium est normale, dans les eaux de source ordinaires, mais ici on observe une concentration élevée de ces deux éléments dans toutes les eaux analysées.

- Le pH est légèrement alcalin dans tous les cas, ce qui exclut la présence d'un acide minéral libre, mais laisse présumer la coexistence du CO₂ avec les bicarbonates pour les pH inférieurs à 8,3 et des bicarbonates carbonates et alcalins libres pour les pH supérieurs à 8,3.

L'alcalinité de titration au méthylorange est élevée dans tous les cas sauf dans la source de Katil Foulbé de minéralisation relativement faible.

Essai d'une classification :

Nous citerons pour mémoire les essais de classification qui ont été proposés par différents chercheurs :

Fourmarier a proposé une classification selon l'origine (6), Palmer et Clarke (7) se basent sur les propositions respectives des radicaux acides, alcalino-terreux et alcalins.

X Delecourt calcule l'indice natronique au moyen des résultats de dureté et d'alcalinité.

Plus séduisante semble la représentation graphique de Kufferath (8) qui tient compte de la composition électrolytique des eaux calculées en millinormalité et ramenée en pourcentage.

Nous retiendrons pour notre part la classification de Stabler (9) qui fait appel aux mêmes principes que la représentation de Kufferath.

L'ion prédominant dans toutes les eaux de lahorés est l'ion carbonique. Vient ensuite l'ion chlore suivi de l'ion sodium.

Dans l'ancienne classification médicale qui a l'avantage de mettre en évidence l'ion le plus abondant, les eaux de lahorés seraient à classer dans le groupe des eaux bicarbonatées, chlorurées sodiques à l'exception des eaux de Vina : sodiques et magnésiennes et des eaux de Bowa : bicarbonatées, chlorurées et magnésiennes.

Eaux hypo et mésothermales, hypertoniques ou hypotoniques, les eaux des lahorés de l'Adamaoua montrent une assez grande variété des caractères physiques. Seule la constance relative des ions dominants leur donne une unité d'origine certaine.

Conclusion :

Eaux juvéniles, d'origine volcanique et d'une minéralisation importante à prédominance bicarbonatée, les eaux des lahorés sont connues depuis longtemps par le bétail dont le vieil instinct alimentaire halotrope sert de guide le plus sûr. Reconnues ensuite par l'homme intrigué par le comportement de l'animal, les premières études systématiques en ont été faites par l'européen à l'occasion de la présence de la colonisation allemande.

Cette étude reprise par nous de façon succincte, laisse entrevoir de riches possibilités.

Il n'est nullement besoin d'insister pour rappeler les développements extraordinaires pris par les sources dites minérales, dans le courant de

ce siècle, et leur valeur d'adjuvant thérapeutique universellement reconnue.

Ces eaux contiennent-elles des oligoéléments spéciaux, sont-elles douées de radioactivité, ont-elles une action pharmacodynamique méritant leur application dans l'art de guérir.

Autant de questions que nous nous efforçons^{er} de résoudre.

ANNEXE.-
=:=:=:

Document historique relatif aux eaux des lahorés.-

Amstblatt du 15 décembre 1911 (N° 24 p. 549-550) D. Fikendey.

Traduit par le Docteur Raugé.

De l'accord de tous les gens compétents, il n'y a dans tout le Cameroun, aucune région qui soit aussi favorable à l'élevage des bestiaux que le haut plateau de Banyo et de Ngaoundéré.

Tous les voyageurs s'accordent à reconnaître le bel aspect des bœufs dans cette région, leur état de Nutrition, le brillant de leur poil. Ce territoire doit sa bonne réputation à des conditions climatiques favorables, à la nature de son sol, mais il ne les doit pas moins à ses sources minérales.

Il y a quelque temps le Docteur Immel envoya à l'analyse, de l'eau de la source de Valkoumri, et le Docteur Kirchein du sel des deux sources de M'Ba, sur le (ou ptès) du Bure. Les résultats des recherches sont donnés dans le tableau ci-dessous. La dernière colonne contient l'analyse de l'eau de la source de Galim, qui fut jadis entreprise par le Docteur Guillemain et qui est faite par l'Institut géologique du royaume de Prusse.

L'eau contient pour 1 litre

	: Source de : Valkoumri	: Source de M'Ba I :	: Source de : M'Ba II	: Source de Galim :
Résidu sec	! 1212 mg	! -	! 643 mg	! 3758 mg
Acide silicique	! 55 mg	! -	! 53 mg	! 43 mg
Oxyde de fer	! 0 "	! -	! traces	! 8 "
Oxyde d'aluminium	! 36 "	! -	! 27 mg	! 10 "
Oxyde de calcium	! 226 "	! 202	! 142 "	! 107 "
Oxyde de magnésium	! 110 "	! 55	! 61 "	! 24 "
Oxyde de potassium	! traces	! traces	! traces	! 99 "
Oxyde de sodium	! 254 mg	! 211	! 90 mg	! 2037 "

Acide carbonique	722	Quantité importante	2364 mg
Acide sulfurique	28	33	12
Brome	traces	traces	traces

On ne peut mettre en évidence ni le brome, ni l'iode. Par suite d'un excès d'acide carbonique libre, les eaux ont une réaction légèrement acide. Dans les analyses quantitatives plus anciennes (sources de M'Ba, Galim) on a signalé également l'hydrogène sulfureux. Mais celui-ci s'est probablement formé pendant le transport, par la décomposition des matières organiques mises dans le récipient en même temps que l'eau, sans cela il^{se} serait certainement révélé par son odeur à ceux qui venaient à proximité des sources. Les eaux minérales contiennent surtout les bicarbonates de calcium, de magnésium et de sodium, en quantité variable, et d'après la terminologie ordinaire, sont à désigner comme "acidulées" alcalin-terreuses^x (ne correspondant pas à une désignation médicale française; nous dirions bicarbonatées, calciques, sodiques, magnésiennes. (Note de traduction).

La solution la plus concentrée nous est offerte par la source de Galim qui est toutefois plus pauvre en chaux et en magnésie que les trois autres. Le degré de concentration varie aussi avec la saison : il est plus élevé pendant la saison sèche que pendant la saison des pluies. Les analyses ont été faites ^{pour} par Galim et Valkumri pendant la saison sèche, pour les sources de M'Ba pendant la saison des pluies. Ces différences du degré de concentration expliquent les variations dans le degré d'activité purgative des eaux que signalent les indigènes.

En plus des sources indiquées plus haut, il y en a encore une foule d'autres qui seraient d'ailleurs semblables à l'analyse, car elles parviennent d'un fond géologique semblable.

La plupart des sources ne viennent pas à la surface du sol, mais elles coulent sous terre dans le terrain d'alluvions, et ne deviennent accessibles que par le creusement de petits bassins. On déverse alors à l'aide de cales basses, l'eau dans des auges où l'on abreuve le bétail. Les Fullahs et les Bororos amènent au moins une fois par an, leur bétail à une cure d'eau d'environ 4 semaines. Une fois par jour, et, si possible plus souvent, le bétail est abreuvé avec de la source, qu'il boit avec une grande avidité.

On ne saurait surestimer la valeur des sources pour l'élevage du bétail. Quand, avant l'expédition de Galim en 1906, la source de Galim est restée interdite, pendant des années, aux Fullahs et aux Bororos à cause des

BIBLIOGRAPHIE.-

- 1 - G. BACHELIER : Carte pédologique au 1/50.000e de la zone du
volcanisme récent au Sud-Est de N'raoundéré
ronce IRCAH Mar 1957
- 2 - A. BLANCHETIERE : Bull. Soc. Chim. 1923 33 807
- 3 - E. KAHANE : Bull. Soc. Chim. Biol. 1928 10 622 & 1133
- 4 - A.H. LEWIS, F.B. MARMOY : J. Soc. Chem. Industr. 1933 52 177
- 5 - R. MAZOYER : Annales Agro. N° 6 1954 1013
- 6 - P. FOURMARIER : Hydrogéologie, Masson Paris
- 7 - PALMER CHASE : The géochemical interpretation of water analysis
Bull. N° 479 (1911) U.S. Geological Survey
F.W. CLARKE : The Data of geochemistry Bull. N° 616 (1916)
U.S. geological Survey
- 8 - J. KUPFERATH : Représentation graphique et classification chi-
mique rationnelle en types des eaux naturelles.
Bull. de l'inst. Royal des Sciences Naturelles
de Belgique T XXVII 1951
- 9 - Livre de l'eau. Vol. III 1955 p. 92
Centre Belge d'étude et de documentation des eaux

\$