

**LES SOURCES
THERMOMINÉRALES
DE L'ADAMAOUA
ANALYSES CHIMIQUES
ET UTILISATION**



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE ORSTOM DE YAOUNDE

1970



LES SOURCES THERMOMINERALES DE L'ADAMAOUA

ANALYSES CHIMIQUES ET UTILISATIONS

par

A. LE MARECHAL

DECEMBRE 1970

T A B L E D E S M A T I E R E S

	Pages
RESUME INTRODUCTION	1
1 COMPLEMENTS DE L'INVENTAIRE	2
11. Errata	2
12. Nouvelles sources étudiées	2
13. Nouvelles sources signalées	2
2 ANALYSES CHIMIQUES DES SOURCES THERMOMINERALES	4
21. Résultats	4
22. Température des sources	5
23. Minéralisation totale ..	6
24. Gaz spontanés ..	8
25. Nature de la minéralisation	8
3. UTILISATION DES SOURCES THERMOMINERALES DE L'ADAMAOUA ...	11
31. Aménagement traditionnel	11
32. Aménagement moderne	12
33. Sources non aménagées	14
34. Usages humains	14
4. SOURCES THERMALES ET ENERGIE GEOTHERMIQUE	15
5. CONCLUSION	16
<u>ANNEXE 1</u> Fiches des nouvelles sources étudiées	18
<u>ANNEXE 2</u> Tableaux des analyses chimiques	25

Carte hors texte : Localisation et principaux types chimiques
des sources de l'Adamaoua.

LES SOURCES THERMOMINERALES DE L'ADAMAOUA :
ANALYSES CHIMIQUES ET UTILISATIONS

par

A. LE MARECHAL

RESUME - INTRODUCTION

Ce rapport fait suite à l'inventaire des sources thermominérales de l'Adamaoua publié fin 1969. On y trouvera un complément à l'inventaire - nouvelles sources étudiées ou simplement signalées - les résultats des analyses chimiques des éléments majeurs avec quelques commentaires, et enfin un bilan de l'utilisation de ces sources.

MINERAL AND THERMAL SPRINGS OF THE ADAMAWA REGION :
CHEMICAL ANALYSES AND UTILIZATIONS.

by

A. LE MARECHAL

ABSTRACT - INTRODUCTION

This report is following the inventory of the mineral and thermal springs of the Adamawa region published at the end of 1969. You will find a complement of this inventory, new springs studied or only signaled, the chemical data of major elements with a few remarks and at last a report of the utilization of these springs.

1. COMPLEMENTS DE L'INVENTAIRE.

11. Errata.

Quelques erreurs ont été relevées et doivent être ajoutées aux errata déjà mentionnés :

Dans le résumé en anglais :

lire mineral and thermal springs au lieu de thermomineral sources
" report " balance
" environment " context
" total mineralization " global mineralisation.

page 2 4 et 5ème ligne lire dzer au lieu de dzir

page 14 3ème ligne lire Maouor au lieu de Merour

page 37 remplacer les coordonnées indiquées par les suivantes :

	Long. 14° 15' 30" E ; Lat. 7° 18' 25" N
Page 40 id-	Long. 14° 15' 50" E ; Lat. 7° 18' 30" N
Page 75 id-	Long. 14° 14' 25" E ; Lat. 7° 20' 05" N
Page 76 id-	Long. 14° 24' 20" E , Lat. 7° 00' 20" N

12. Nouvelles sources étudiées.

Au cours de la campagne de prospection 1969-1970, quelques nouvelles sources ont été vues et étudiées dans la région de Deodeo. Les fiches correspondantes sont données en annexe 1 : les numéros 16 et 67 complètent les fiches déjà existantes de l'inventaire et les numéros 97 à 100 viennent en additif. La trop grande distance et la difficulté d'accès du lahore Pinkou (n° 83) n'ont pas permis de voir cette source et le lahore Niamsoumre (n° 78) s'est révélé être actuellement une source virtuelle.

13. Sources signalées.

Plusieurs sources ont été signalées par la population mais n'ont pas été vues du fait de leur éloignement des axes de circulation qui leur enlève beaucoup de leur intérêt pratique bien que leur intérêt scientifique ne serait pas négligeable, mais de ce point de vue le nombre des sources déjà étudiées permettra d'aboutir à des conclusions valables.

Voici la liste de ces sources suivant leur localisation :

Arrondissement de TIGNERE :

Lahore (Ngolirde)	GORKO YAGA)	
-	MABOR)	N et NE de Tignère
-	MBANA)	
-	LISE)	
-	LASUM II)	S de Gadjiwan
-	MAKONG)	région de Kontcha
-	AMARUABI)	
-	JOLDU)	
-	KOJOLI)	
-	KOLBILA)	
-	KULA)	
-	LAMTI)	région de Deodeo
-	MAFU)	
-	MAYO SELBE)	
-	TAPARE)	
-	TIKARE)	
-	WAJIRI)	
-	YUWARE)	

Ngulnga KARO (source thermale)

Arrondissement de BANYO :

Lahore HAMAN FADJIRI entre Sambolabbo et Djem
 " LOFINGEL au SW de Banyo.

Quelques sources de la région de Garoua sont également réputées minérales. Nous les signalons aussi bien qu'elles ne soient pas dans l'Adamaoua :

Lahore NASSARAO entre Garoua et Pitoa.
 OUROBE sur le mayo Kebi, piste de Pitoa à Adouni
 KALGE SSW de Garoua, vers Tcheboa
 KISMATARI E de Garoua.

Il est également probable que le mayo KILBOU, affluent RG de la Bénoué au Sud de Garoua, doive son nom à des sources minérales voisines du lit de la rivière (kilbou = natron en foulfouldé).

L'examen de la carte de localisation des sources thermominérales de l'Adamaoua montre leur inégale répartition géographique, avec en général une forte concentration dans les régions à forte densité de population, Ngaoundéré et Tignère par exemple. Ceci est une conséquence du mode de prospection par enquête, les régions les plus habitées étant les mieux connues. C'est d'ailleurs le seul mode de prospection possible car il n'existe pas de méthode permettant d'affirmer l'existence d'une source thermominérale à tel ou tel endroit à partir d'un critère géologique quelconque. Tout au plus peut-on délimiter des secteurs favorables comme les régions ayant présenté une activité volcanique, récente ou non, et les régions affectées par d'importantes fractures de l'écorce terrestre, ces deux caractères étant souvent liés, en particulier dans l'Adamaoua.

L'inventaire actuel ne peut donc pas prétendre être absolument complet, mais sur le plan pratique d'une éventuelle utilisation, les sources très éloignées de toute habitation sont moins importantes.

Rappelons enfin qu'il s'agit d'émergences naturelles à l'exclusion d'eaux obtenues dans des forages. Elles sont situées dans les vallées, à côté ou dans le lit même des cours d'eau, ceci pour deux raisons : d'une part plus la cote du griffon est faible, plus l'eau jaillira facilement ; d'autre part les eaux thermominérales cheminent le long des failles du substratum cristallin qui est recouvert un peu partout par des coulées basaltiques constituant une barrière imperméable que ne peuvent franchir les eaux ascendantes. Cette barrière se trouve interrompue par les vallées qui l'entaillent souvent jusqu'au substratum cristallin permettant ainsi l'émergence des sources.

2. ANALYSES CHIMIQUES DES SOURCES THERMOMINÉRALES.

21. Résultats.

Tous les résultats ont été rassemblés sous forme de tableaux, chaque colonne correspondant à une source (cf. Annexe 2). La numérotation est la même que celle de l'inventaire. Les résultats sont exprimés avec les unités suivantes :

- la température en degrés centigrades ($^{\circ}\text{C}$),
- la conductivité en microsiemens (μS) à 25°C ,
- les teneurs des différents ions en milliéquivalents par litre (mé/l), les symboles ayant la signification suivantes :

HCO_3	= bicarbonate	Ca	= calcium
CO_3	= carbonate	Mg	= magnésium
Cl	= chlorure	Na	= sodium
SO_4	= sulfate	K	= potassium

- la teneur en silice et la minéralisation totale en milligrammes par litre (mg/l).

Les analyses incomplètes précédées d'un astérisque (*) correspondent à 15 analyses effectuées en 1968-1969 au Laboratoire du Centre ORSTOM de YAOUNDE (Chef de Laboratoire : M. KLUR), à l'exception de la température et de la conductivité mesurées in situ.

Les autres analyses (70) ont été effectuées en 1969-1970, en partie in situ par l'auteur (température, pH, conductivité, HCO_3 , CO_3 , Ca, Mg), en partie au Laboratoire du Centre ORSTOM de Yaoundé (Chef de Laboratoire : Lj. NALOVIC).

Les résultats d'une analyse sont satisfaisants lorsque les sommes des anions et des cations exprimés en $\text{m}\ell/\text{l}$ sont égales à 10 % près. C'est le cas de la plupart des analyses présentées ici. Cependant certains écarts sont très importants, par exemple pour les n° 9, 24, 29, 31, 38, et, vérifications faites, les déterminations effectuées ne sont pas à mettre en cause. On doit seulement admettre que ces eaux renferment en plus, autres ions moins fréquents et des recherches seront faites ultérieurement pour éclaircir cette question.

22. La température des sources.

Il existe plusieurs classifications des eaux de sources en fonction de leur température ; elles sont plus ou moins arbitraires et ne présentent pas un grand intérêt. Le seul point important est de savoir quand on peut dire qu'une source est thermale. La définition suivante est la plus couramment rencontrée : une eau est thermale quand sa température reste sensiblement supérieure à la température moyenne annuelle du lieu où elle émerge.

Dans l'Adamaoua cette température est voisine de 23°C (Atlas du Cameroun-ORSTOM Yaoundé). La définition proposée nécessite cependant un certain discernement de l'observateur dans l'interprétation des mots "sensiblement supérieure". Ainsi la source n° 23 n'est pas considérée comme thermale malgré sa température de 28°C alors que la source n° 99 l'est avec une température de seulement $26,8^\circ\text{C}$. Ceci est dû au fait que beaucoup de températures ont été mesurées dans des sources non jaillissantes dont les eaux stagnantes étaient soumises à un échauffement important par l'atmosphère, d'où des résultats anormalement élevés. En définitive les sources suivantes sont certainement thermales :

99 Mamdugu	26,8 °C	4 Bajao	40,0 °C
16 Deodeo	28,5 °C	52 Laopanga	40,0 °C
87 Sep Sep Djarandi	30,0 °C	42 Katil Foulbe	40,0 °C
100 Mberduga	33,0 °C	94 Woulnde	74 °C
67 Mayo Lidi	37,0 °C		

Ce sont des sources jaillissantes sauf le lahore Sep Sep Djarandi équipé d'un puits. Si on excepte le lahore Woulnde les températures ne sont pas très élevées.

23. La minéralisation totale

C'est la quantité totale de sels dissous dans l'eau. On peut la mesurer directement par pesée du résidu sec obtenu en évaporant une quantité connue d'eau ou bien elle peut se calculer en faisant la somme des poids des ions dosés. C'est cette dernière méthode qui a été adoptée ici sauf quand des analyses étaient incomplètes. La correspondance entre les milliéquivalents et les poids en milligrammes est rappelée ci-dessous :

$$1 \text{ mé d'un ion} = \frac{\text{masse atomique de l'ion}}{\text{valence de l'ion}}$$

1 mé HCO_3 = 61 mg	1 mé Ca = 20 mg
1 mé CO_3 = 30 mg	1 mé Mg = 12 mg
1 mé Cl = 35,5 mg	1 mé Na = 23 mg
1 mé SO_4 = 48 mg	1 mé K = 39 mg

L'importance de la minéralisation varie beaucoup d'une source à l'autre. Le graphique de la Figure 1 montre la fréquence des minéralisations pour 85 sources étudiées. La source la plus minéralisée contient 5,5 g/l de sels dissous à l'émergence tandis que la moitié des sources ont une minéralisation assez faible, inférieure à 1 g/l. Mais il faut remarquer à ce sujet que le captage d'une source améliore notablement ses caractéristiques et ceci a pu être constaté lors des travaux d'aménagement du lahore Gade où la minéralisation a plus que doublé. C'est une conséquence du mode d'émergence naturel de la plupart des sources. En effet on est rarement en présence d'un griffon rocheux et l'eau minérale sourd après avoir traversé la zone d'altération du substratum et après s'être mélangée avec les eaux superficielles infiltrées qui sont très peu minéralisées.

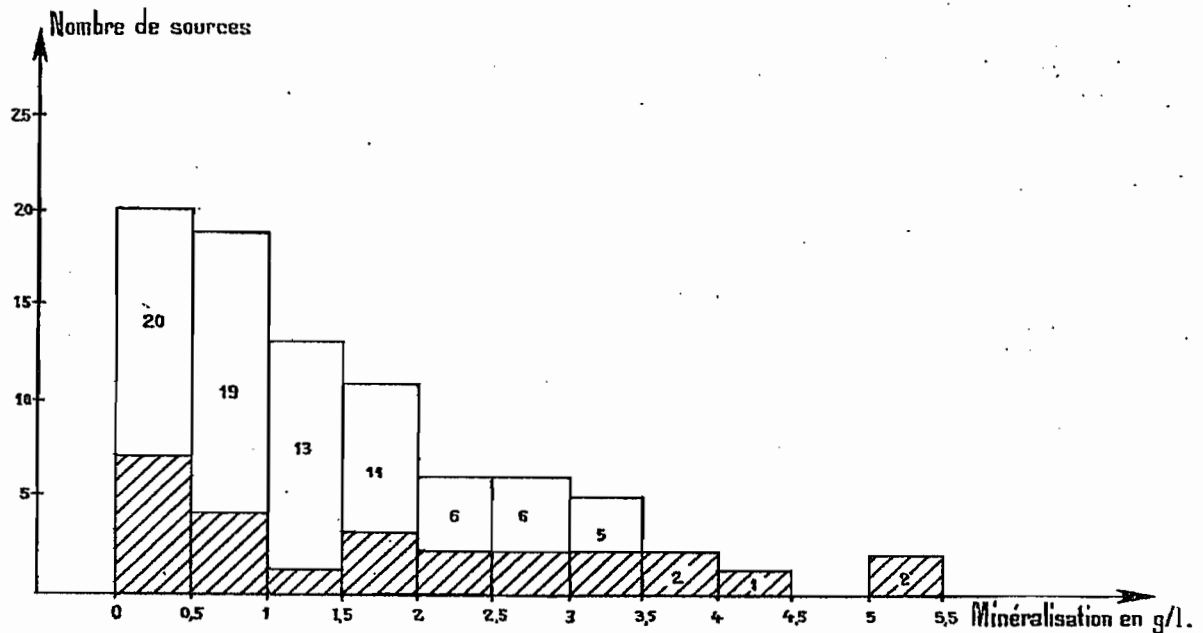


Fig. 1 - Fréquence de la minéralisation des sources thermominérales de l'Adamaoua. En hachuré, les sources aménagées.

LISTE DES SOURCES AYANT UNE MINÉRALISATION SUPÉRIEURE A 1 G/L

N°	Nom	Minéralisation	N°	Nom	Minéralisation
29	Galim	5400	52	Laopanga	1695
91	Vina	4650	65	Mayo Baleo	1655
31	Gasangel I	4115	98	Malam Jubairu	1645
74	Ngaoudamji	3840	45	Laobalewa I	1645
9	Bera	3505	7	Barkeje	1620
62	Masuel	3370	85	Say Houri	1605
69	Mbawa	3325	10	Bonjong	1600
38	Guissire	3115	94	Woulnde	1590
24	Falkoumre	3080	13	Burlel I	1440
84	Polla	3020	16	Deodeo	1370
55	Lelingel	2895	75	Ngok	1360
79	Nidounga	2895	32	Gasangel II	1350
44	Laobala	2800	60	Marpa	1290
28	Gade	2665	37	Gounjel	1280
95	Yaisunu	2540	53	Lasum	1225
17	Djambutu	2520	81	Patarlay	1225
54	Lawel	2405	77	Nialan	1205
92	Voure Mba	2315	48	Laofuru	1195
20	Donkere	2300	40	Kadam	1165
90	Sorbere	2095	66	Mayo Darle	1115
58	Marboui	1880	97	Burlel II	1090
93	Voure Yelet	1855	8	Bemlari	1045
30	Gangasaou	1760	64	Mayang	1030

24. Les gaz spontanés.

Les sources thermominérales sont fréquemment accompagnées de gaz plus ou moins abondants qui se dégagent de façon continue ou par intermittence. 44 des sources étudiées présentent ce phénomène et la liste ci-dessous indique celles qui ont les plus importants dégagements de gaz, par ordre alphabétique (les sources aménagées sont soulignées) :

3	Bajanga	60	Marpa
5	Bajere	62	Masuel
7	Barkeje	69	Mbawa
24	<u>Falkoumre</u>	75	Ngok
28	<u>Gade</u>	88	Sep Sep Maloko
29	<u>Galim</u>	90	Sorbere
30	<u>Gangasaou</u>	91	Vina
33	<u>Gbasum</u>	92	<u>Voure Mba</u>
40	Kadam	93	Voure Yelel
42	Katil Foulbe	94	Woulnde
45	Laobalewa I	95	Yaisunu
59	Marma		

Les gaz n'ont pas été analysés. Cependant d'après ce que l'on sait de sources analogues, il s'agit d'anhydride carbonique (CO_2) pour la plus grande partie (90 % et plus). Ce gaz est accompagné d'azote (N_2), d'oxygène (O_2), de gaz rares et parfois d'hydrogène sulfuré (H_2S) et d'anhydride sulfureux (SO_2).

L'hydrogène sulfuré a été décelé à l'état dissous dans quelques sources thermales : Laopanga, Katil Foulbe et Bajao.

Signalons qu'à des débits gazeux importants correspondent en général des débits en eau assez importants.

25. La nature de la minéralisation.

En fonction des proportions relatives des différents éléments majeurs, on classe les eaux thermominérales en différentes catégories. En considérant d'abord les anions dominants puis les cations, on arrive aux catégories suivantes :

- I Type bicarbonaté sulfaté
- II Type bicarbonaté chloruré
- III Type sulfaté bicarbonaté
- IV Type sulfaté chloruré
- V Type chloruré bicarbonaté
- VI Type chloruré sulfaté.

Chaque catégorie se subdivisise en :

- 1 type calcomagnésien
- 2 type calcosodique
- 3 type magnésien calcique
- 4 type magnésien sodique
- 5 type sodique calcique
- 6 type sodique magnésien.

Cette terminologie peut paraître assez lourde mais elle permet de bien définir la composition qualitative de chaque source qui peut être notée par un chiffre romain avec un chiffre arabe en indice. Par ailleurs elle est employée conjointement avec des représentations graphiques dont il existe une grande variété, chacune ayant ses avantages et ses inconvénients. Ici c'est le diagramme de Piper qui a été utilisé (PIPER, 1944) ; il se compose de trois parties (fig. 2) :

- un diagramme triangulaire pour les anions,
- un diagramme triangulaire pour les cations,
- un diagramme losangique, synthèse des deux précédents.

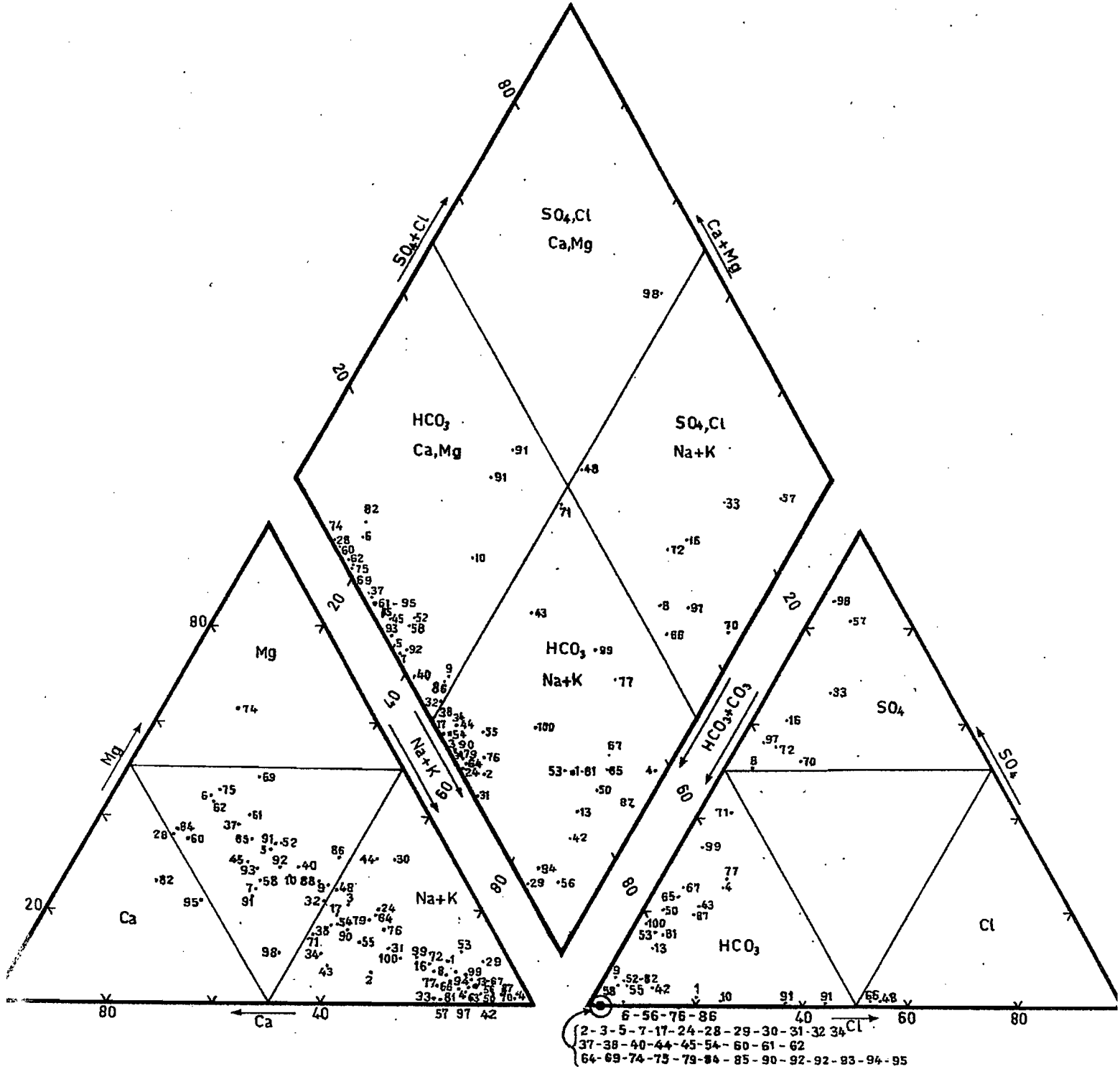
Chaque source est ainsi représentée par trois points, un dans chaque diagramme. Les proportions des différents anions ou cations sont exprimées en pourcentage de la somme des anions ou des cations exprimée en milliéquivalents.

L'étude du diagramme représentatif des sources de l'Adamaoua permet d'établir leur répartition en différents type (cf. carte hors texte). D'autres types ont été ajoutées à la classification présentée ci-dessus qui ne tient pas compte des eaux où un seul anion ou cation est nettement dominant. On obtient le tableau suivant :

Type bicarbonaté simple (HCO_3 représente au moins 90 % des anions) 56 sources en font partie, se subdivisant en :

- type bicarbonaté sodique, 3 sources (Galim, Woulnde Malao)
- type bicarbonaté sodique calcomagnésien, 17 sources (Falkoumre, Lawel, Nidounga, Mayang, Gasangel I, Djambutu, Bera, Bajanga, Ngoura, Gbengoubou, Ba, Sambolabbo, Gasangel II, Lelingel, Sorbere, Guissire, Sep Sep Maloko) ;
- type bicarbonaté sodique magnésien calcique, 2 sources (Gangasaou, Laobala) ;
- type bicarbonaté calcomagnésien, 8 sources (Say Houri, Perki, Laobalewa, Marpa, Gade, Polla, Voure Mba,

Fig 2. DIAGRAMME DE PIPER
 représentant la composition chimique des
 sources thermo-minérales de l'Adamaoua



Voure Yelet) ;

- Type bicarbonaté calcosodique, 3 sources (Marboui, Barkeje, Yaisunu) ;
- type magnésien calcosodique, 10 sources (Masola, Bajere, Laopanga, Masuel, Mbawa, Ngaoudamji, Ngok, Gounjel, Kadam, Mandim).

Type bicarbonaté sulfaté sodique 13 sources (Nagese, Koulania, Sep Sep Djarandi, Bajao, Nialan, Mamdugu, Mayo Lidi, Mberduga, Lasum, Mayo Baleo, Patarlay, Burler I, Laokoubong).

Type bicarbonaté chloruré sodique, 5 sources (Vina, Bonjong, Alme, Katil Foulbeg, Dua).

Type sulfaté bicarbonaté sodique, 9 sources (Gbasum, Mama, Minim, Nalti, Bemlari, Burler II, Deodeo, Malam Jubairu, Donkéré).

Type chloruré bicarbonaté sodique, 2 sources (Laofuru, Mayo Darle)

Le type bicarbonaté simple est de loin le mieux représenté et en dehors de ce groupe la variété des compositions chimiques est assez grande.

Pour terminer la présentation de ces résultats, on peut noter les particularités suivantes :

- une source hyperthermale, le lahore Woulnde, avec 74°C ;
- une source très magnésienne, le lahore Ngaoudamji, avec 31 mé/l de Mg, soit 63 % des cations ;
- Quelques sources très sulfatées, les lahore Malam Jubairu, Mama, Gbasum, Deodeo, Burler II et Donkere.

EXEMPLE D'AMENAGEMENTS TRADITIONNELS



Fig. 3.- Le lahoré MAYANG en avril 1968



Fig. 4.- le lahoré NIALAN en cours
d'utilisation en mars 1970.

3. UTILISATION DES SOURCES THERMOMINERALES DE L'ADAMAOUA.

Le caractère particulier de ces sources a été reconnu depuis longtemps par la population dont l'attention a été attirée notamment par la prédilection du bétail et des bêtes sauvages à s'y abreuver. Ensuite certaines actions thérapeutiques ont été remarquées chez l'homme dans le cas de troubles intestinaux et de maladies de peau. Mais dans cette région qui se consacre essentiellement à l'élevage, les troupeaux de zébus constituent souvent la seule mais importante richesse et ce sont eux qui bénéficient le plus de l'existence de ces points d'eau, particulièrement au cours des déplacements de saison sèche. Il est donc intéressant d'examiner de façon détaillée l'utilisation des lafore.

31. Aménagement traditionnel

Le premier soin des éleveurs ou de leurs bergers a été d'améliorer les conditions naturelles d'émergence des sources par la réalisation d'un captage rudimentaire. En général cet ouvrage consiste en un puits à section carrée de 1 m de côté, étayé par des rondins et creusé à l'aplomb de l'émergence naturelle sur une profondeur de trois ou quatre mètres, rarement plus. De ce fait le substratum rocheux n'est pratiquement jamais atteint et le captage est imparfait mais il est suffisant pour constituer une réserve d'eau qui est puisée à l'aide d'unealebasse suspendue à une corde au moment où un troupeau vient s'abreuver. L'abreuvoir est constitué d'un tronc d'arbre évidé. Comme l'ouverture du puits est au ras du sol, elle est entourée d'une barrière ou recouverte de branchages durant les périodes d'inutilisation pour éviter qu'une bête n'y tombe accidentellement.

Plusieurs sources sont aménagées de cette manière et sont régulièrement utilisées :

1 Alme	63 Matari
7 Barkeje	64 Mayang
32 Gasangel II	69 Mbawa
40 Kadam	77 Nialan
41 Kantalan	79 Nidounga
55 Lelingel	90 Sorbere
60 Marpa	

Il est intéressant de relire à ce sujet la note de G. DELCROIX (DELCROIX, 1937) qui décrit de façon pittoresque et détaillée le rassemblement du bétail autour du lahore de la Vina, avant son aménagement moderne. Autrefois cette source était "le" lahore par excellence et c'est d'ailleurs la source la plus minéralisée de l'Adamaoua.

32. Aménagement moderne.

Devant l'intérêt de la population pour les lahore, l'administration française entreprit d'aménager de façon durable un certain nombre de ces points d'eau au cours des années 1954 à 1960. Les ouvrages réalisés comprennent un puits circulaire cimenté et un ou plusieurs bacs cimentés comme abreuvoirs. Une pompe à main de type Japy permet de refouler l'eau du puits dans l'abreuvoir. Les ouvrages les plus récents comprennent en plus une citerne servant de volant dans la distribution de l'eau : l'eau refoulée dans la citerne s'écoule par gravité dans les abreuvoirs. Ceci permet d'éloigner les abreuvoirs de la source et d'éviter ainsi la pollution des abords de la source par les troupeaux.

Mais le captage est aussi imparfait que dans l'aménagement traditionnel car le puits ne repose pas sur le substratum rocheux et les abords des puits sont toujours marécageux. En outre l'usage a montré que les pompes à main étaient mal adaptées et comme beaucoup ne sont pas actuellement en état de marche, les lahore correspondants ne servent plus.

Ce type d'aménagement a été réalisé pour 26 sources :

8 dans l'arrondissement de Ngaoundéré : Bakari Bata, Bera, Gangasaou, Laokoubong, Marbouï , Ngaoudamji, Say, Hourï, Vina ;

7 dans l'arrondissement de Tignère : Djambutu, Fal-koumre, Galim, Gasangel I, Guisire, Lawel, Perki ;

5 dans l'arrondissement de Meiganga : Gbasum, Malao, Mama, Nagese, Sep Sep Djarandi ;

3 dans l'arrondissement de Banyo : Mayo Darle, Sambolabbo, Voure Mba ;

2 dans l'arrondissement de Tibati : Damfili, Minim ;

1 dans l'arrondissement de Tcholliré : Gade en 1968-1969.

EXEMPLES D'AMENAGEMENTS MODERNES



Fig. 5.- le lahore MARBOUI durant la saison sèche 1967-1968.



Fig. 6.- Le lahore DJAMBUTU en avril 1968 - Puit, citerne et abreuvoir.

Malheureusement il semble bien qu'aucune étude n'ait précédé l'implantation de ces ouvrages et on constate que certaines des sources captées ne présentent que peu d'intérêt pour le bétail du fait de leur minéralisation insuffisante. Ce sont les sources suivantes :

N°	Nom	Minéralisation en mg/l
6	Bakari Bata	160
14	Damfili	210
50	Laokoubong	635
56	Malao	315
57	Mama	630
70	Minim	380
71	Nagese	540
82	Perki	295
86	Sambolabbo	250
87	Sep Sep Djarandi	410

Certaines sont même proches de sources de bien meilleures qualités, ce qui les rend encore plus inutiles : Laokoubong proche de Masuel, Malao de Gbasum, Perki de Falkoumre, Sambolabbo de Gasangel II, Sep Sep Djarandi de Yaisunu.

Il est sûr que l'intérêt des lahore pour le bétail est proportionnel à leur minéralisation totale bien qu'on ignore presque tout du rôle que ces eaux peuvent avoir dans la nutrition animale. La seule chose certaine est que l'animal a besoin de sels minéraux et que l'absorption d'eau minéralisée contribue à lui procurer une partie de ces sels. Les éleveurs jugent insuffisante la quantité de sels ainsi absorbés car ils distribuent à leur bétail du natron ou du sel marin. Il serait donc intéressant de connaître les doses nécessaires et le rôle spécifique de chaque élément. Ceci est du ressort de la zootechnique.

D'autres sources ne sont pas utilisées actuellement malgré la bonne qualité de l'eau captée à cause du mauvais état des installations :

N°	Nom	Cause
17	Djambutu	pompe en panne
24	Falkoumre	motopompe en panne
28	Gade	aménagement non terminé
29	Galim	pompe en panne
30	Gangasaou	enlèvement du puits
33	Gbasum	pompe en panne
38	Guissire	trop grand éloignement
58	Marbouï	pompe en panne
66	Mayo Darle	pompe en panne
74	Ngaoudamji	pompe en panne
85	Say Hourï	pompe disparue

Fig. 7 - Un lahoré abandonné : le lahoré SAY HOURI



En conclusion les seules sources de ce type régulièrement utilisées sont les suivantes :

9	Bera	91	Vina
31	Gasangel I	92	Voure Mba
54	Lawel		

33. Sources non aménagées.

On a pu remarquer que le bétail s'abreuve au hasard de ses déplacements auprès de quelques lahore non aménagés :

5	Bajere	51	Laopaba
36	Gogarmà	62	Masuel
42	Katil Foulbe	76	Ngoura
45	Laobalewa I		

Mais toutes les sources non aménagées sont des points d'eau privilégiés pour le gibier : antilopes, phacochères, oiseaux. Ce fait connu est mis à profit par la population qui place des pièges dans leur voisinage, notamment des filets pour attraper des pigeons verts, espèce très estimée.

34. Usages humains.

La population utilise très peu pour elle-même les eaux thermominérales. Dans l'état actuel des émergences naturelles et des captages il est d'ailleurs déconseillé de les boire, des pollutions étant à craindre. Certaines sources jaillissantes sont cependant saines et servent pour les ablutions. Il s'agit notamment des sources thermales de Laopanga, Bajao et Woulnde dont les vertus curatives et préventives pour les maladies dermiques sont reconnues. Ces propriétés sont probablement liées à la présence d'hydrogène sulfuré dissous qui y a été décelée.

Si on se réfère aux nombreux usages thérapeutiques des eaux thermominérales dans le monde il est certain que beaucoup des eaux de l'Adamaoua pourraient être utilisées dans ce sens. Mais les propriétés d'une eau minérale sont généralement déterminées empiriquement et les mécanismes d'action sont complexes et mal connus (DUHOT et FONTAN, 1963). Toutefois des comparaisons entre eaux de compositions analogues permettraient peut-être de se faire une idée des possibilités en la matière, encore faudrait-il se montrer très prudent et des études spécialisées s'imposeraient-elles.

4. SOURCES THERMALES ET ENERGIE GEOTHERMIQUE

Il existe des réservoirs naturels d'eau à haute température et sous pression élevée. L'eau, en se dé comprimant, se transforme en vapeur qui peut être exploitée pour produire de l'énergie électrique. Cette forme d'énergie à laquelle on s'intéresse depuis une dizaine d'années s'avère être la plus économique. L'Italie en produit depuis longtemps, d'autres pays en produisent aujourd'hui notamment la Nouvelle Zélande, le Japon, les Etats-Unis, l'URSS, l'Islande et des recherches sont effectuées en de nombreux endroits, l'essentiel étant la découverte d'un gisement d'eau chaude. Il apparaît que les sources thermales peuvent être des indices de tels gisements et c'est pour cette raison que la question a été examinée dans l'Adamaoua.

Pour qu'un gisement existe, un réservoir est nécessaire tout comme pour le pétrole. Or les études géologiques ont montré qu'il n'y avait aucune possibilité de réservoir dans le sous-sol de l'Adamaoua qui est entièrement constitué de roches cristallines compactes ne présentant pas une porosité suffisante. Et même en supposant l'existence d'une roche magasin il faudrait une couverture imperméable pour piéger l'eau dans ce réservoir. Là aussi toutes les observations ont été négatives.

Donc, malgré le facteur favorable du volcanisme et de quelques sources thermales, il faut abandonner l'idée de l'existence d'un gisement d'eau chaude naturelle dans l'Adamaoua.

5. CONCLUSIONS

Il y a un grand nombre de sources thermominérales dans l'Adamaoua, mais elles sont d'importances très inégales dans leurs minéralisations et dans leurs débits ; les données sont difficile à obtenir sur ce dernier point, mais si l'une ou l'autre source présente de l'intérêt il est possible de faire des mesures de débit par essai de pompage après aménagement d'un puits sommaire.

Il semble bien qu'à l'échelle régionale elles soient utilisées au mieux pour le moment, bien que des améliorations dans le fonctionnement des captages soient nécessaires. Ainsi la mise en place d'un service de surveillance et d'entretien réguliers par des personnes compétentes est souhaitable. Il n'existe actuellement qu'un "embryon" de service.

Mais il faudrait s'assurer auparavant auprès de tous les éleveurs et de leurs bergers de l'intérêt réel que présentent pour eux les lahore car le fait que nombre d'entre eux soient hors de service ne paraît pas les affecter grandement.

Dans un avenir plus ou moins éloigné il est possible que certaines de ces sources prennent une importance nationale s'il s'avère intéressant de les commercialiser et pour cela l'avis de spécialistes du corps médical est indispensable.

B I B L I O G R A P H I E

=====

- DELCROIX, G.- 1937 - Enquête sur le lahore de Ngaoundéré.
Bull. Soc. Et. Cam. Année 1937, n° 2, p. 43-52.
- DUHOT, E. et FONTAN, M.- 1963 - Le thermalisme. Presses Universitaires de France, Paris, Coll. "Que sais-je ?"
n° 229, 127 p.
- MARECHAL le, A.- 1969 - Inventaire des sources thermominérales de l'Adamaoua. Centre ORSTOM, Yaoundé, 96 p.,
1 carte h.t. (ronéo).
- PIPER, A.M.- 1944 - A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses. Trans. Am. Geophys. Un., t. 25, p. 914-923.

A N N E X E 1

FICHES DES NOUVELLES SOURCES ETUDIEES

GENERALITES

Nom : Lahore DEODEO (nom du village) N° d'identification : 16
ou Lahore MAYO RIGA
Bassin et Sous-Bassin hydrographique : mayo Riga, Deo, Faro, Benoué.
Département : Adamaoua. Arrondissement : Tignère.
Village proche : Deodeo.

SITUATION

Feuille IGN : Tignère au 1/200.000ème.
Photographies aériennes : 020-227, 228, 229.
Coordonnées : Long. 12° 02' 10" E ; Lat. 7° 28' 25" N.
Altitude du point d'émergence : 600 m d'après altimètre.
Accès : 1 h de marche depuis Déodéo.

MORPHOLOGIE

Griffon rocheux au pied d'une colline.

GEOLOGIE

Carte géologique : Ngaoundéré West.
Griffon au contact d'une brèche quartzeuse mylonitique et d'un granite porphyroïde.

QUALITES DE L'EAU

Date : 14/4/70.
Dégagement gazeux faible et discontinu.
Température : 28,5 °C (Source thermale)
Conductivité : 1920 µS.
Minéralisation globale calculée : 1475 mg/l.
Nature de la minéralisation : SO_4 , HCO_3 , Cl
Na, Ca, Mg, K

REGIME

Débit non négligeable, inconnu.

BIBLIOGRAPHIE

P. KOCH.

GENERALITES

Nom : Lahoré MAYO LIDI. N° d'identification : 67.
Bassin et Sous-Bassin hydrographique : mayo Lidi, Deo, Faro, Benoué.
Département : Adamaoua Arrondissement : Tignère.
Village proche : Deodeo.

SITUATION

Feuille IGN : Tignère au 1/200.000ème.
Photographies aériennes : 020-212,213,214.
Coordonnées : Long. 12° 06' 55" E ; Lat. 7° 23' 05" N.
Accès : 2 h 45 de marche depuis Déodéo.

MORPHOLOGIE

Griffon rocheux situé RD du mayo Lidi, noyé en période de crue.

GEOLOGIE

Carte géologique : Ngaoundéré West.
Griffon dans une mylonite de granite porphyroïde.

QUALITES DE L'EAU : Date : 16/6/70.

Faible dégagement gazeux discontinu.
Température : 37 °C (Source thermale)
Conductivité : 1140 µS.

Minéralisation globale calculée : 970 mg/l.
Nature de la minéralisation : HCO_3 , SO_4 , Cl
Na, Ca, Mg, K

REGIME

Débit appréciable inconnu.

BIBLIOGRAPHIE

Source mentionnée sur la carte géologique.

GENERALITES

Nom : Lahore (Ngolirde) BURLEL II N° d'identification : 97
Bassin et Sous-Bassin hydrographique : mayo Riga, Deo, Faro, Bénoué.
Département : Adamaoua Arrondissement : Tignère.
Villgae proche : Déodéo.

SITUATION

Feuille IGN : Tignère au 1/200.000ème.
Photographies aériennes : 020-227,228.
Coordonnées : Long. 12° 01' 25" E ; Lat. 7° 29' 25" N.
Accès : 1 h 30 de marche depuis Déodéo.

MORPHOLOGIE

Source isolée non jaillissante, localisée dans une dépression.

GEOLOGIE

*Carte géologique : Ngaoundéré West.
Griffon dans du granite porphyroïde.

QUALITES DE L'EAU

Date : 14/4/70
Pas de gaz.
Température : 25,4 °C.
Conductivité : 1440 µS.
Minéralisation globale calculée : 1120 mg/l.
Nature de la minéralisation : SO_4 , HCO_3
Na, Ca, K, Mg

REGIME

Débit faible inconnu.

UTILISATION

Néant.

BIBLIOGRAPHIE

Néant.

GENERALITES

Nom : Lahore (Ngolirde) MALAM JUBAIRU N° d'identification : 98
Bassin et Sous-Bassins hydrographique : mayo Riga, Deo, Faro, Benoue.
Département : Adamaoua. Arrondissement : Tignère.
Village proche : Déodéo.

SITUATION

Feuille IGN : Tignère au 1/200.000ème.
Photographies aériennes : 020-228, 229, 230.
Coordonnées : Long. 12° 03' 50" E ; Lat. 7° 28' 15" N.
Accès : 30 mn de marche depuis Déodéo.

MORPHOLOGIE

Source de thalweg, isolée, non jaillissante.

GEOLOGIE

Carte géologique : Ngaoundéré West.
Griffon dans une mylonite de granite porphyroïde.

QUALITES DE L'EAU

Date : 15/4/70.
Pas de gaz.
Température : 23,3 °C.
Conductivité : 2110 µS.
Minéralisation globale calculée : 1690 mg/l.
Nature de la minéralisation : SO_4 , HCO_3 , Cl
Na, Ca, Mg, K

REGIME

Débit faible inconnu.

UTILISATION

Néant.

BIBLIOGRAPHIE

Néant.

GENERALITES

Nom : Lahore (Ngolirde) MAMDUGU N° d'identification : 99
Bassin et Sous-Bassins hydrographiques : mayo Deo, Faro, Benoue.
Département : Adamaoua Arrondissement : Tignère.
Village proche : Déodéo.

SITUATION :

Feuille IGN au 1/200.000ème : Tignère.
Photographies aériennes : 020-286, 287.
Coordonnées : Long. 12° 04' 20" E ; Lat. 7° 29' 25" N.
Altitude : 600 m d'après altimètre.
Accès : 30 mn de marche depuis Déodéo.

MORPHOLOGIE

Emergence localisée, cascade sur le flanc Nord de la colline
située au N de Déodéo.
Dépôts peu importants de tufs actuels.

GEOLOGIE

Carte géologique : Ngaoundéré West.
Griffon dans une mylonite de granite.

QUALITES DE L'EAU

Date : 15/4/70.
Pas de gaz.
Température : 26,8° C (Source thermale).
Conductivité : 605 µS.
Minéralisation globale calculée : 500 mg/l.
Nature de la minéralisation : HCO_3 , SO_4 , Cl
Na, Ca, Mg, K

REGIME

Débit appréciable, inconnu.

UTILISATION

Néant.

BIBLIOGRAPHIE

Néant.

GENERALITES

Nom : Lahore (Ngolirde) MBERDUGA N° d'identification : 100
Bassin et Sous-Bassin hydrographique : mayo Mberduga, Deo, Faro, Benoue.
Département : Adamaoua. Arrondissement : Tignère.
Village proche : Mberduga.

SITUATION

Feuille IGN : Tignère au 1/200.000ème.
Photographies aériennes : 020-283,284.
Coordonnées : Long. 12° 09' 20" E ; Lat. 7° 30' 00" N.
Altitude : 600 m d'après altimètre.
Accès : 3 h de marche depuis Déodéo ou 30 mn depuis Mberduga.

MORPHOLOGIE

Emergence localisée au flanc d'une colline.

GEOLOGIE

Carte géologique : Ngaoundéré West.
Griffon dans une mylonite de granite porphyroïde.

QUALITES DE L'EAU

Date : 17/4/70.
Pas de gaz. Flocculation de fer.
Température : 33 °C. (Source thermale).
Conductivité : 725 µS.
Minéralisation globale calculée : 635 mg/l.
Nature de la minéralisation : HCO_3 , SO_4 , Cl
Na, Ca, Mg, K

REGIME

Débit appréciable, inconnu.

UTILISATION

Néant.

BIBLIOGRAPHIE

Néant.

A N N E X E 2

A N A L Y S E S C H I M I Q U E S

NUMEROTATION DES SOURCES THERMOMINERALES DE L'ADAMAOUA

1	Almé	41	Kantalan	81	Patarlay
2	Ba	42	Katil Foube	82	Perki
3	Bajanga	43	Koulania	83	Pinkou
4	Bajao	44	Laobala	84	Polla
5	Bajere	45	Laobalewa I	85	Say Houri
6	Bakari Bota ou Mandim	46	Laobalewa II	86	Sambolabbo
7	Barkeje	47	Laodoma	87	Sep Sep Djarandi
8	Bemlari	48	Laofuru	88	Sep Sep Maloko
9	Bera	49	Laogefi	89	Sofol
10	Bonjong	50	Laokoubong	90	Sorbere ou Sébore
11	Borkou	51	Laopaba	91	Vina
12	Budel	52	Laopanga	92	Voure Mba
13	Burlel I	53	Lasum	93	Voure Yelel
14	Damfili	54	Lawel	94	Woulnde
15	Darso	55	Lelingel	95	Yaisunu
16	Deodeo	56	Malao	96	Yougoudawa
17	Djambutu	57	Mama	97	Burlel II
18	Djaoro Ayuba	58	Marboui	98	Malam Jubairu
19	Djikim	59	Marma	99	Mamdugu
20	Donkere	60	Marpa	100	Mberduga.
21	Dotia	61	Masola		
22	Doua	62	Masuel		
23	Dzir Koya	63	Matari		
24	Falkoumre	64	Mayang		
25	Faro	65	Mayo Baleo		
26	Fufana	66	Mayo Darle		
27	Furum	67	Mayo Lidi		
28	Gade	68	Mayo Sufi		
29	Galim	69	Mbawa ou Siburga		
30	Gangasaou	70	Minim		
31	Gasangel I	71	Nagese		
32	Gasangel II	72	Nalti		
33	Gbasum	73	Ndoetayo		
34	Gbengoubou	74	Ngaoundamji		
35	Gie	75	Ngok		
36	Gogarma	76	Ngoura		
37	Gounjel	77	Nialan		
38	Guissire	78	Niamsumre		
39	Idoje	79	Nidounga		
40	Kadam	80	Oasende		

ANALYSES DES SOURCES THERMOMINERALES DE L'ADAMAOUA

Numéro	1	2	3	4	5	6	7	8
Température	22.0	19.6	23.8	40.0	19.8	20.0	23.0	25.4
pH	7.8	6.6	5.8	8.7	5.7	5.9	6.5	6.9
Conduct.	810	380	905	500	795	165	1605	1350
HCO ₃	8.0	3.8	9.8	1.6	10.0	2.0	20.1	6.0
CO ₃	0	0	0	1.2	0	0	0	0
Cl	2.00	0.15	0.1	0.56	0.1	0.14	0.21	0.91
SO ₄	0.15	0.28	0.1	0.99	0	0.13	0.09	6.98
Somme Anions	10.15	4.23	10.0	4.35	10.1	2.27	20.4	13.89
Ca	1.2	1.35	2.9	0.05	3.2	0.65	8.0	1.75
Mg	0.8	0.35	2.6	0.125	3.3	0.75	4.5	0.9
Na	8.52	3.30	5.04	5.78	3.09	0.26	6.78	10.70
K	0.36	0.07	1.72	0.05	0.39	0.05	0.44	0.49
Somme Cations	10.88	5.07	12.26	6.005	9.98	1.71	19.72	13.84
SiO ₂	21.00	35.2	49.6	42.6	45.45	16.8	53.4	51.4
Minéralisation	810	360	880	340	795	160	1620	1045

Numéro	9	10	* 11	13	* 14	* 15	16	17
Température	18.8	16.8	16.8	27.3	25.6	22.6	28.5	19.8
pH	6.2	6.7	-	7.55	-	-	6.8	5.9
Conduct.	3640	1910	280	1635	340	365	1920	2540
HCO ₃	42.0	16.0	2.8	15.5	3.1	3.5	7.0	30.0
CO ₃	0	0	0	0	0	0	0	0
Cl	0.91	5.2	0	1.06	0	T	1.27	0.18
SO ₄	2.8	0.1	0	2.3	0	0	10.9	0.19
Somme Anions	45.71	21.3	2.8	18.86	3.1	3.5	19.17	30.37
Ca	9.6	7.0	2.1	1.4	2.2	0.90	2.6	8.2
Mg	9.4	6.2	1.3	0.6	0.92	0.58	1.2	5.8
Na	15.78	8.3	-	12.61	0.2	2.1	12.61	12.43
K	2.77	0.77	-	0.56	T	T	0.54	3.92
Somme Cations	37.55	22.27	-	15.17	3.32	3.58	16.95	30.35
SiO ₂	36.00	26.40	45	56.2	21	69	49.6	39.45
Minéralisation	3505	1600	240	1440	210	270	1370	2520

ANALYSES DES SOURCES THERMOMINERALES DE L'ADAMAOUA (suite)

Numéro	* 20	* 21	* 22	* 23	24	28	29	30
Température	26.4	19.4	22.2	28.0	23.0	19.8	19.8	20.2
pH	-	-	-	-	6.2	6.0	6.25	6.2
Conduct.	3150	350	360	440	2940	2420	4000	2060
HCO ₃	0.10	3.9	2.7	3.8	39.0	34.0	52.0	22.0
CO ₃	0	0	0	0	0	0	0	0
Cl	0,7	0	0.82	0	0.28	0.17	0.21	0.28
SO ₄	27.0	0	0	0	0.14	0	0.26	0.04
Somme Anions	27.8	3.9	3.52	3.8	39.42	34.17	52.47	22.32
Ca	6.10	0.85	0.09	1.7	5.9	16.0	2.4	2.2
Mg	1.93	1.1	0.11	0.54	6.1	12.0	1.2	6.8
Na	-	-	4.1	-	15.57	4.3	20.87	11.65
K	-	-	0.09	-	3.38	0.64	1.97	1.33
Somme Cations	-	-	4.39	-	30.95	32.94	26.44	21.98
SiO ₂	15	68.5	108	34	29.4	41.6	21.15	16.35
Minéralisation	2300	320	380	250	3080	2665	3800	1760

Numéro	31	32	33	34	* 36	37	38	40
Température	17.6	22.8	21.6	23.0	25.6	21.6	25.4	21.2
pH	6.2	5.7	7.55	7.35	-	7.2	6.6	5.9
Conduct.	3900	1310	950	275	520	1280	3100	1145
HCO ₃	55.0	16.0	1.9	3.7	3.6	16.0	40.0	14.5
CO ₃	0	0	0	0	0	0	0	0
Cl	0.32	0.28	1.0	0.14	0	0.28	0.7	0.14
SO ₄	0	0.08	6.07	0.06	0	0.14	0.33	0.17
Somme Anions	55.32	16.36	8.97	3.90	3.6	16.42	41.03	14.81
Ca	7.2	4.6	1.8	1.25	0.65	5.5	9.0	5.0
Mg	3.8	3.65	0.2	0.4	0.72	6.0	5.2	5.0
Na	19.13	7.04	8.43	1.96	-	3.43	14.87	4.0
K	3.10	1.13	0.18	0.07	-	0.64	1.97	0.44
Somme Cations	33.23	16.42	10.61	3.68	-	15.57	31.04	14.44
SiO ₂	25.1	38.0	27.0	33.2	19	33.0	57.6	39.0
Minéralisation	4115	1335	687	310	390	1280	3115	1165

ANALYSES DES SOURCES THERMOMINÉRALES DE L'ADAMAOUA (suite)

Numéro	* 41	42	43	44	45	* 46	48	* 49
Température	21.0	40.0	26.	18.8	23.4	20.8	24.4	17.6
pH	-	7.45	7.5	6.45	6.1	-	5.8	-
Conduct.	640	415	390	2710	1565	290	1685	840
HCO ₃	5.9	3.6	2.8	35.0	20.0	2.8	8.0	8.0
CO ₃	0	0	0	0	0	0	0	0
Cl	0.18	0.44	0.42	0.63	0.21	T	9.72	0.2
SO ₄	T	0.16	0.97	T	0.36	0	0.08	0
Somme Anions	6.08	4.2	4.19	36.63	20.57	2.8	17.80	8
Ca	1.6	0.6	1.7	4.5	8.0	1.5	4.4	6.0
Mg	1.3	0.1	0.4	8.5	6.5	2.0	4.35	4.7
Na	3.0	5.57	2.74	14.83	6.20	-	8.57	-
K	0.24	0.1	0.10	1.1	0.51	-	0.49	-
Somme Cations	6.14	6.37	4.94	28.93	21.21	-	17.81	-
SiO ₂	69	42.6	25.2	31.65	58.8	51	41.2	68.5
Minéralisation	450	390	330	2800	1645	210	1195	540

Numéro	50	* 51	52	53	54	55	56	57
Température	18.1	22.0	40.0	28.8	16.8	21.6	25.4	24.2
pH	7.8	-	6.0	7.15	6.0	6.4	8.1	7.0
Conduct.	720	355	1870	1370	2390	2820	300	895
HCO ₃	5.7	2.4	20.0	13.2	30.0	34.0	3.2	0.9
CO ₃	0	0	0	0	0	0	0	0
Cl	0.28	0.2	0.70	0.85	0.14	1.84	0.21	0.70
SO ₄	1.48	0	0.87	2.4	0.13	1.46	0.15	6.88
Somme Anions	7.46	2.6	21.57	16.45	30.27	37.3	3.56	8.48
Ca	0.8	0.38	6.5	0.95	7.6	7.55	0.35	1.64
Mg	0.2	0.49	7.5	1.35	4.4	3.95	0.10	0.16
Na	7.83	-	7.26	9.70	12.57	14.65	4.43	7.83
K	0.21	-	0.51	0.46	1.74	3.59	0.05	0.18
Somme Cations	9.04	-	21.77	12.46	26.31	29.74	4.93	9.81
SiO ₂	45	18	73.95	54.6	40.05	29.2	23.5	32
Minéralisation	635	260	1680	1225	2405	2895	315	630

ANALYSES DES SOURCES THERMOMINERALES DE L'ADAMAOUA (suite)

Numéro	58	59	60	61	62	* 63	64	65
Température	21.2		15.4	19.2	18.8	23.0	20.0	25.2
pH	6.25		6.0	5.45	6.35	-	6.3	7.9
Conduct.	1930		1260	865	3170	650	970	1845
HCO ₃	22.0		16.4	10.0	42.4	5.3	13.0	16.0
CO ₃	0-		0	0	0	0	0	0
Cl	0.5		0.14	0.14	0.42	0.12	0.21	1.12
SO ₄	0.81		0.	0.08	0.22	0	0	5.0
Somme Anions	23.37		16.54	10.22	43.04	5.42	13.21	22.1
Ca	9.4		7.5	3.6	16.8	4.0	2.2	1.6
Mg	6.6		5.5	4.4	19.2	2.8	2.0	0.35
Na	8.43		2.43	2.43	7.65	-	5.91	14.30
K	0.54		0.36	0.46	0.59	-	0.69	0.85
Somme Cations	2497		15.79	10.89	44.24	-	10.80	17.10
SiO ₂	54.45		44.4	50.8	51.15	36.5	18.75	51.4
Minéralisation	1880		1290	820	3370	410	1030	1655

Numéro	66	67	* 68	69	70	71	72	74
Température	22.8	37.0	21.4	15.0	22.8	19.8	24.5	20.0
pH	7.6	6.8	-	6.5	8.9	7.1	7.1	6.3
Conduct.	1500	1140	110	3120	530	640	1140	3470
HCO ₃	8.0	8.6	1.0	42.0	1.2	3.6	4.4	50.0
CO ₃	0	0	0	0	0.4	0	0	0
Cl	7.80	0.63	0	0.28	0.59	0.42	0.75	0.15
SO ₄	0.14	2.63	0	0.27	2.33	2.72	6.44	0.13
Somme Anions	15.94	11.86	1.0	42.55	4.52	6.74	11.61	50.28
Ca	1.6	1.0	0.4	11.6	0.22	2.8	2.0	11.0
Mg	0.4	0.5	0.22	20.4	0.03	1.2	1.2	31.0
Na	11.30	9.87	0.40	10.17	6.65	4.0	8.87	6.52
K	0.28	0.41	T	0.82	0.08	0.13	1.33	0.9
Somme Cations	13.58	11.78	1.02	42.99	6.98	8.13	13.40	49.42
SiO ₂	19.2	62.2	36	47.25	49.0	24.6	45.4	38.0
Minéralisation	1110	940	140	3325	380	540	915	3840

ANALYSES DES SOURCES THERMOMINÉRALES DE L'ADAMAOUA (suite)

Numéro	75	76	77	79	* 80	81	82	84
Température	20.4	21.0	23.4	20.6	19.8	25.0	20.0	21.8
pH	5.85	7.5	6.8	6.3	-	7.7	5.8	6.3
Conduct.	1450	745	1475	2890	405	1350	315	2730
HCO ₃	17.2	8.4	9.0	36.0	2.6	12.4	3.4	40.0
CO ₃	0	0	0.69	0	0	0	0	0
Cl	0.14	0.28	1.69	0.28	0	0.84	0.14	0.21
SO ₄	0.15	0.09	5.46	0.19	T	2.39	0.18	0.06
Somme Anions	17.49	8.77	6.15	36.47	2.6	15.63	3.72	40.27
Ca	6.2	2.0	2.3	6.6	0.69	1.8	2.2	15.5
Mg	7.8	1.6	0.6	5.4	0	0.8	1.0	12.0
Na	2.64	5.83	11.13	14.89	-	11.26	0.52	4.09
K	0.56	0.49	0.56	3.38	-	0.46	0.13	0.62
Somme Cations	17.20	9.92	14.59	30.27	-	14.32	3.85	32.21
SiO ₂	47.0	44.6	32.6	35.4	23.5	57.2	31.65	34.2
Minéralisation	1360	740	1205	2895	250	1225	295	3020

Numéro	85	86	87	88	90	91	92	93
Température	16.2	22.6	30.0	23.0	22.0	20.0	23.8	23.6
pH	6.1	6.2	8.45	6.0	5.9	6.45	5.3	5.9
Conductivité	1550	300	540	705	2130	5630	2050	1780
HCO ₃	20.0	3.2	3.04	7.0	25.0	41.0	28.0	22.4
CO ₃	0	0	0.4	0	0	0	0	0
Cl	0.21	0.29	0.49	0.17	0.56	32.4	0.14	0.14
SO ₄	0.14	0.03	0.92	0.15	0.04	T	0.95	0.37
Somme Anions	20.35	3.52	4.85	7.32	25.60	73.4	29.09	22.91
Ca	7.0	0.45	0.1	1.8	6.5	20.0	9.0	8.5
Mg	7.0	0.65	0.1	1.7	4.0	12.0	8.0	6.5
Na	5.78	0.70	6.26	2.35	10.78	16.96	7.76	5.87
K	0.26	0.31	0.05	0.74	3.08	1.31	2.62	1.97
Somme Cations	20.04	2.11	6.51	6.59	24.36	50.27	27.38	22.84
SiO ₂	34.2	14.6	21.2	55.5	32.2	53.6	35.0	43.6
Minéralisation	1605	250	410	580	2095	4650	2315	1855

ANALYSES DES SOURCES THERMOMINERALES DE L'ADAMAOUA (Fin)

Numéro	94	95	97	98	99	100
Température	74	23.0	25.4	23.3	26.8	33
pH	6.6	6.3	7.7	7.1	7.1	6.75
Conduct.	1530	2320	1440	2110	605	725
HCO ₃	19.0	31.5	6.0	3.0	4.0	6.0
CO ₃	0	0	0	0	0	0
Cl	0.63	0.14	0.7	0.35	0.28	0.14
SO ₄	0.37	0.14	7.78	19.9	2.10	1.30
Somme Anions	20.0	31.78	14.48	23.25	6.38	7.44
Ca	1.6	16.0	1.5	9.9	1.4	1.8
Mg	0.8	6.8	0.4	2.6	0.8	0.9
Na	13.13	8.04	11.17	10.82	5.70	6.30
K	1.18	0.51	0.87	0.41	0.36	0.31
Somme Cations	16.71	31.35	13.94	23.73	8.26	9.31
SiO ₂	36.6	53.4	46.0	49.6	50.2	50.6
Minéralisation	1590	2540	1090	1645	540	635

CARTE DE LOCALISATION DES SOURCES THERMOMINÉRALES DE L'ADAMAOUA ET PRINCIPAUX TYPES CHIMIQUES

