

CENTRE ORSTOM DE LOME
(Section Hydrologie).

NOTE CONCERNANT L'EAU UTILISEE
POUR L'ADDUCTION D'EAU POTABLE
DE LA COMPAGNIE TOGOLAISE DES MINES DU BENIN A KPEME

J. COLOMBANI
Maître de Recherches de l'ORSTOM

D8
COL

30 décembre 1969

9517

CENTRE ORSTOM DE LOME
(Section Hydrologie)

NOTE CONCERNANT L'EAU UTILISEE
POUR L'ADDUCTION D'EAU POTABLE
DE LA COMPAGNIE TOGOLAISE DES MINES DU BENIN A KPEME

J. COLOMBANI
Maître de Recherches de l'ORSTOM



30 décembre 1969

20 FEV. 1970

D8
EOL

9517

A la demande de la CTMB, nous avons procédé à l'examen de l'eau utilisée pour l'alimentation en eau potable de la CTMB à Kpémé.

Cinq échantillons d'eau ont été prélevés, quatre le 10.11.69 et le cinquième le 17.11.69. Les prélèvements sont désignés comme suit :

- A₁, A₂ : prélèvements avant la station d'épuration (le 10.11.69)
- B₁, B₂ : prélèvements à la sortie de la station d'épuration (le 10.11.69)
- C : prélèvement avant la station d'épuration (le 17.11.69).

1 - Mesures sur place

Sur place, les pH de A₁, A₂, B₁, B₂ ont été mesurés. On a obtenu un résultat uniforme : pH = 5,75.

2 - Essais et analyses au Laboratoire

a) Aération de l'eau

Une première série d'essais a été réalisée pour étudier la variation du pH de l'eau après aération. Une fraction de chaque échantillon a été transvasée dix fois puis vingt fois d'un béccher dans un autre avec une chute d'environ 30 cm. Les résultats sont les suivants :

Echantillon	pH à la sortie du flacon (le 13.11.69)	pH après 10 chutes	pH après 20 chutes
A ₁	6,1	6,85	7,2
A ₂	5,9	6,95	7,3
B ₁	6,05	7,0	7,3
B ₂	6,4	7,2	7,3

Ainsi par simple effet d'aération, on a pu remonter le pH de une unité environ en moyenne, ce qui est encourageant.

Par ailleurs, la mesure des résistivités a donné les résultats suivants :

Echantillon	Résistivité à 25°C		Conductivité à 25°C	
	en / cm cm ²		en μmhos/cm cm ²	
A ₁	4	380	228,5	
A ₂	4	380	228,5	
B ₁	4	380	228,5	
B ₂	4	234	236,5	

Cette eau n'est donc pas très minéralisée comme le montre d'ailleurs les résultats de l'analyse chimique donnés ci-après :

Echantillon	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ H ⁻	SiO ₂	Anions - m. ég/l	Cations + m. ég/l	S							
A ₁	39,3	1,11	12,9	0,27	11,4	0,57	2,16	0,18	26,8	1,17	1,16	0,03	33,9	0,55	15,6	1,93	1,95	143,3
A ₂	-	-	-	-	11,3	0,56	2,45	0,20	27,0	1,17	1,36	0,03	33,6	0,55	16,2	-	-	-
B ₁	37,6	1,06	13,4	0,28	10,6	0,53	2,52	0,22	26,8	1,17	1,16	0,03	34,2	0,56	16,0	1,90	1,95	142,3
B ₂	38,2	1,07	14,3	0,29	10,7	0,54	2,93	0,24	26,0	1,13	1,24	0,03	35,1	0,57	17,2	1,93	1,94	145,6

S résidu sec des matières dissoutes en mg/l (calculé d'après l'analyse)

Pour chaque élément, la première colonne donne la teneur en mg/litre, la deuxième la concentration en milliéquivalent par litre. Pour la silice, seule la teneur en mg/litre est donnée. Deux constatations :

a) Cette eau est moyennement minéralisée ;

b) La minéralisation provient en grande partie du chlorure de sodium comme on peut le voir sur le diagramme triangulaire de composition relative ci-contre (fig. 1).

b) Traitement par filtration sur "neutralite" (1)

Nous avons fait percoler l'échantillon d'eau prélevé le 17.11.69 sur une colonne de neutralite. Puis nous avons fait analyser les percolats obtenus au nombre de trois (KN1, KN2, KN3) (obtenus chronologiquement dans l'ordre 1, 2, 3). Conjointement l'échantillon naturel a été analysé. Les résultats sont consignés ci-après :

(1) La "neutralite" est un mélange de carbonates de calcium et de Magnésium traités spécialement pour posséder une solubilité rapide et constante dans le temps. Un échantillon de 5 kg nous a été fourni par la maison UNICOMER.

Echantillon	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ H ⁻	Anions	Cations	pH	R 25°C								
KN ₁	40,2	1,13	12,5	0,26	10,9	0,54	3,02	0,25	34,8	1,51	1,48	0,04	41,8	0,69	2,08	2,34	6,3	4	270
KN ₂	40,8	1,15	12,5	0,26	10,3	0,52	2,83	0,24	34,0	1,48	1,56	0,04	36,6	0,60	2,01	2,28	6,12	4	204
KN ₃	40,8	1,15	12,4	0,26	11,8	0,59	3,07	0,26	*	*	*	*	56,7	0,93	2,34	*	7,7	*	*
Eau naturelle	44,0	1,24	12,4	0,26	10,4	0,52	2,88	0,24	32,8	1,43	1,26	0,03	38,1	0,63	2,13	2,13	6,0	4	435

* échantillon épuisé

On ne constate pas un grand changement à la suite de cette filtration, si ce n'est une augmentation du pH (due sans doute à la fixation du CO_2 libre en excès) et une très légère diminution de la résistivité due à une faible augmentation de la concentration en sels dissous. Cependant la filtration effectuée a été peut-être trop rapide et s'est faite dans des conditions trop éloignées des conditions d'emploi normales (un mètre cube de neutralite permet, réparti en une couche de 1 m environ d'épaisseur, de traiter un volume d'eau de 7 à 8 mètres cubes par heure).

3 - Discussion des résultats obtenus par les différents essais ou analyses en rapport avec la corrosion des tuyauteries métalliques

Le problème de la corrosion des conduites métalliques est extrêmement complexe. En effet, les causes de la corrosion sont très variées et la simple analyse d'une eau ne permet pas de rendre compte de tous les effets constatés de cette eau sur un réseau de distribution.

Les facteurs de la corrosion sont très nombreux et nous croyons utile de les énumérer au moins en partie ci-après :

- nature du métal
- inclusions, défauts d'homogénéité
- oxydation superficielle
- tensions internes
- fissurations
- variation de température de l'eau
- variation de la concentration en sels
- dépôts et différences d'aération (effet Evans)
- couples galvaniques
- pH de l'eau
- salinité de l'eau (caractérisée approximativement par sa résistivité)
- Présence de certains anions (Cl^- , SO_4^{--} , etc...)
- Présence également de certains cations (Ca^{++} , Mg^{++} , etc...)
- Présence d'éléments nuisibles (Fe, Mn, H_2S , Cu, etc...)
- Teneur en oxygène
- Teneur en CO_2

- Forme du réseau corrodé
- Présence, ou non, d'un dépôt carbonaté, qualité de ce dépôt (poreux, ou non, continu ou discontinu)

Cependant nous pouvons émettre quelques hypothèses au sujet du pouvoir corrosif de l'eau de Kpémé :

- La résistivité a une valeur moyenne qui n'est pas défavorable à priori (les valeurs "rassurantes" sont comprises normalement entre 2 800 et 5 000 par cm) ;

- La dureté carbonatée par contre est faible puisqu'elle est de l'ordre de 2°8 français (1) dans nos analyses (une analyse de l'Institut d'Hygiène avait donné le 17.3.69 2°0 français). Or, si une eau est théoriquement capable de précipiter un dépôt calcaïque à partir de 2° français de dureté, il est admis en pratique que le dépôt ne devient efficace qu'à partir de 8° français sinon plus (surtout en présence de ClNa). Nous avons donc là un facteur très défavorable ;

- Présence de Cl⁻. Nous avons vu que la teneur en ClNa était prépondérante. C'est également un facteur défavorable ;

- pH. Le pH est manifestement trop faible (5,7 à 5,8). Il est admis que le pH d'une eau non corrosive doit être de l'ordre de 7,4 à 7,6 ;

- Teneur en oxygène dissous. Nous ne l'avons pas mesurée mais une analyse de l'Institut d'Hygiène indique 7,8 mg/l pour un échantillon d'eau à 29°C le 17.3.69. Cette valeur paraît forte puisque la valeur de saturation normale à 29°C est de 7,64 mg/l ; l'eau serait sur-saturée en oxygène, ce qui n'est pas impossible à priori. Cependant la teneur en oxygène est vraisemblablement forte même si elle n'atteint pas 7,8 mg/l. C'est un facteur plutôt favorable.

(1) Dureté carbonatée en degré français = concentration en CO₃H⁻ en équivalent/m³ x 5

Enfin la teneur en fer est vraisemblablement très faible. Nous pensons qu'elle est inférieure à 0,05 mg/l d'après une analyse faite par notre Laboratoire. Le fer n'est donc pas à craindre dans ce cas.

En dehors des facteurs chimiques ci-dessus, il conviendrait d'examiner le réseau de distribution : sont défavorables les coudes de trop faible rayon, les angles droits, les changements de section brusques. De même au cours du montage un échauffement excessif a pu provoquer la formation d'une couche d'oxyde : il se forme alors des piles entre oxyde et métal.

Les tensions internes créées en usine ou au montage (coudes, filetages) rendent l'acier plus susceptible à la corrosion.

L'état de la surface qui peut être endommagée en cours de montage est aussi à prendre en considération.

Les dépôts dans les points bas sont défavorables (possibilités de prolifération de bactéries favorisant la corrosion avec formation de micropiles). Des couples galvaniques peuvent avoir été créés par utilisation d'accessoires en bronze ou d'alliages fusibles à base de cuivre.

Enfin les courants électriques parasites dans les sols à proximité d'installations industrielles peuvent provoquer des phénomènes d'électrolyse.

Les conseils que nous pouvons donner sont malheureusement peu nombreux :

- Un système de cascade pour aérer l'eau pourrait être construit (10 à 15 chutes successives) ; ce qui devrait ramener le pH aux environs de 7,3 à 7,4. La cascade peut être remplacée par une turbine agitatrice ;

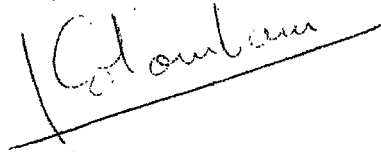
- Une filtration sur "neutralite" renforcerait peut-être la dureté de l'eau mais il serait nécessaire de consulter un spécialiste

de la question ;

- Une adjonction de chaux renforcerait également la dureté de l'eau. Une adjonction d'un phosphate de soude assure une bonne protection des conduites également. Mais en ce qui concerne ces adjonctions, il conviendrait de consulter un spécialiste afin de connaître les doses compatibles avec la potabilité de l'eau (surtout en ce qui concerne les phosphates), afin de s'assurer du bien fondé de notre proposition (1) et afin de déterminer le dispositif doseur adéquat ;

- Enfin un examen du réseau de distribution permettrait éventuellement d'éliminer des caractéristiques fâcheuses.

A Lomé, le 30 décembre 1969



J. COLOMBANI

(1) Nous devons en effet bien préciser que nous ne sommes pas spécialistes de ces questions et que les suggestions ci-dessus sont faites sous toutes réserves.