

Détermination Du Taux De Chlore Dans L'eau De Désinfection Des Mains En Période d'Ebola : Cas De La Dixième Epidémie En Ville De Butembo/RD. Congo

Par Kakule Sinafasi Jean-Vianney
(ISCA-Butembo)

Kakule Malekani Charles Et Kakule Mbakwiravyo Ildephonse
(ISP-Masereka)

Kambale Sadiki Augustin
(ISP-Beni) : Assistants/RD. Congo, Nord- Kivu

Résumé

Le chlore est un désinfectant puissant traditionnellement utilisé pour le traitement de l'eau potable. En période d'épidémie, les acteurs de la santé publique s'activent à multiplier les positions publiques de lavage de mains, pour infecter, pour l'eau chlorée par exigence scientifique, les solutions chlorées sont étiquetées indiquant entre autres le taux de chlore la ville de Butembo a subi la 10^e épidémie des maladies à virus Ebola les années 2018 et 2019. Conscients des inconvénients des solutions chlorées, nous avons vérifié expérimentalement les valeurs du dosage du chlore inscrites sur les étiquettes. Les résultats obtenus ont prouvé qu'à plus de 90% les valeurs observées s'écartaient largement de celles mentionnées sur les étiquettes. Ces valeurs observées étant inférieures à celles attendues, cela explique la probable résistance des microbes

Date of Submission: 08-10-2023

Date of Acceptance: 18-10-2023

I. Introduction

L'eau au gré de ses voyages (se charge en divers éléments en fonction des milieux qu'elle traverse. Elle peut également être contaminée par certaines pollutions naturelles ou issues de l'activité humaine.

Ces eaux brutes captées dans les nappes ou les sources contiennent parfois une forte concentration des microorganismes (www.ci.eau.com).

Dans les pays du Sud 80% de toutes les maladies affectant les population sont dues à la consommation d'eau polluée et quatre millions d'enfants en meurent chaque année (SOUTTER,M. et al, 2007,p1-2)

Selon l'OMS trois à cinq millions de décès sont imputables, chaque année à des maladies causées par l'utilisation d'eau biologiquement impure.

La maladie à Virus Ebola (MVE) est une maladie grave souvent mortelle chez l'homme. Le virus est transmis à l'homme par les animaux sauvages et se propage aux populations par transmission interhumaine. Le taux moyen de la létalité est d'environ 50%

Après huit épisodes d'épidémie de maladie à virus Ebola, le pays a connu sa neuvième épidémie à l'Équateur en mai 2018 et aujourd'hui confronté à la dixième et onzième épidémie dans les provinces du Nord-Kivu et de l'Ituri. (Notes d'orientation pour la prévention et la lutte contre EBOLA en milieu scolaire Unicef.218)

Face au problème de pollution, il y a nécessité de la protection de l'eau contre les contaminants depuis l'usine de production d'eau potable jusqu'à sa distribution à chacun de nos robinets. (www.ci.eau.com).

On admet actuellement plusieurs méthodes courantes pour la désinfection de l'eau ; citons : la chloration, la stérilisation par les U.V l'ozonification, la microfiltration, ...

Le chlore est un puissant oxydant, un désinfectant de premier ordre, qui agit par dégradation des matières organiques.

Toutefois, le chlore irrite la peau et les yeux. Concernant la peau il a pu être constaté un dessèchement de l'épiderme.

Si le chlore est concentré, il peut provoquer des tiraillements, des démangeaisons et des sensations de brûlure. Avec la peau sensible, cela peut faire apparaître des plaques rouges sur le corps humain. (W fr.m. wikipedia.org > wiki > chlore).

Vu les conséquences liées au dosage (à la concentration) du chlore dans l'eau nous nous sommes posé la question :
L'eau chlorée utilisée dans les structures sanitaires en ville de Butembo répond-elle à la norme du taux de 0,05% marquée sur l'étiquette ?

Pour bien cerner la question nous avons proposé la réponse anticipative suivante :

Il y aurait un écart entre le pourcentage de l'étiquette et celui des analyses au laboratoire.

Les analyses ont été effectuées au laboratoire de chimie de l'Institut Kambali à Butembo. Les données ont été traitées par les méthodes statistiques basées sur la moyenne et la variance. Pour juger la différence entre pourcentage marqué sur l'étiquette et la teneur en ions chlorures trouvés après analyse, nous avons utilisé le test de F de Snedecor et T de Student.

II. MATERIELS ET METHODES

Population d'étude

La population de notre étude est constituée de l'eau qu'on utilise pour désinfecter les mains dans les postes de santé, les centres hospitaliers, centre de santé et hôpital pour lutter contre le virus à EBOLA.

Nous avons prélevé les échantillons dans :

- Poste de santé Baraka ;
- Centre de santé Kyanzike ;
- Centre de Santé Tumaini Letu (Centre pour Handicapé) ;
- Centre de Santé Wanamahika ;
- Centre de santé Kisingiri ;
- Centre de santé Kivika ;
- Centre de santé Kihathe ;
- Centre Diététique Père Morand Kleiber ;
- Hôpital Général de Référence Kitakumba ;
- Centre de santé Nzoera.

Méthode

Les analyses ont été effectuées au laboratoire de chimie de l'Institut Kambali.

Comme le chlore est un halogène, nous avons utilisé la méthode argentimétrique qui consiste à doser les halogénures et les pseudohalogénures par une solution titrée de nitrate d'argent. Nous avons utilisé la méthode de Mohr qui utilise comme indicateur le chromate de potassium.

Technique d'analyse de données.

a) principe

La précipitométrie est basée sur la réaction donnant lieu à la formation d'un précipité (G.BIKUBA, 2003 p 135). Quand on dose le Chlore (Cl) par une solution de AgNO_3 , on obtient le précipité AgCl (chlorure d'Argent)

$$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$$

b) Matériel et réactifs

Matériels

- Statif ;
- Prince + noix ;
- Burette ;
- Pipette de 10 ml et de 25 ml ;
- Erlenmeyer ;
- Bécher ;
- Agitateur magnétique ;

Réactifs

- Solution de chlorure à titrer (échantillon) ;
- Solution de AgNO_3 ;
- Solution de K_2CrO_4 à 5%

c) Mode opératoire (KANDOLO M ;1986, p.32)

- Prélever 20 ou 25 ml d'une solution à titrer et l'introduire dans un erlenmeyer.
- Y ajouter 0,5 ml de K_2CrO_4 à 5%

- Titrer avec une solution de AgNO_3 0,1N. Au moment où tout le chlorure est précipité sous forme de AgCl , en couleur rose due à la précipitation de Ag_2CrO_4 apparaît. Un fond blanc et une bonne agitation sont nécessaires pour ne pas dépasser le point d'équivalence.
- Faire le calcul.

d) calcul de la teneur en ion Cl dans l'eau (G.Bikuba, nation de chimie 6^e Mediaspaul, 2010)

Nous avons utilisé la méthode de titre correspondant à la substance à doser car il s'agit des analyses en série. Au cours de cette méthode, il est pratique d'exprimer la concentration des solutions non pas par la normalité ou le titre, mais par le titre de la substance à doser.

Cette méthode est largement employée dans les laboratoires où on doit procéder à des dosages en série du même élément au cours d'un grand nombre d'essais.

$$\% \text{Cl}^- = \frac{X \cdot 3,545}{P(\text{mg})} \times 100$$

Avec :

- ❖ 1 ml de AgNO_3 0,1N réagit avec 3,545 mg de Cl^-
- ❖ $M_m \text{Cl}^- = 35,45 \text{g/mol}$
- ❖ P = masse de l'échantillon

Technique de traitement statistique

Pour traiter les données, nous avons utilisé les méthodes statistiques basées sur le calcul de la moyenne, de l'écart type, de la variance et de la médiane.

Pour juger la différence entre les pourcentages marqués sur l'étiquette qu'on trouve sur les lavabos et la teneur en ion chlore trouvé après analyse, nous avons utilisé les tests.

La moyenne

D'après A.Manjallon (1989, p.65) la moyenne arithmétique est le quotient des sommes des données d'un échantillon par le nombre des données

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{N} \text{ Avec } \sum x : \text{somme des données, N: nombre des données}$$

La variance

On appelle variance d'une série statistique, la moyenne arithmétique des carrés des écarts de valeur de X par rapport à la moyenne. (Dagnelie, 1973. Elle se calcule par la relation.

$$S^2 = \frac{1}{N} \sum (X_i - \bar{X})^2$$

Où S^2 = variance

X = moyenne

X_i = Centre de classe

N = Nombre d'observations

La médiane

La médiane se définit comme la valeur de la variable qui divise la distribution en deux parties égales.

$$\bar{M} = L_{1+i} \frac{(\frac{N}{2} - \sum f)}{f_m} \text{ Où } L_1 = \text{limite inférieure exacte de la classe médiane}$$

$(\sum f)$ = fréquence cumulée de la classe immédiatement inférieure à la classe médiane

L'Ecart – type (S)

L'écart-type est la racine carrée de la variance

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - M)^2}{N}} \text{ (données non groupées)}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum f(x - M)^2}{N}} \text{ (données groupées)}$$

Le test de F de Snedecor

C'est une technique utilisée pour vérifier des hypothèses qui portent sur des distributions relatives aux variances ou aux écart- types (Angaika, 2011 :23) son expression est : $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$

S_1^2 = la plus élevée de deux estimations de la variance avec $df_1 = n_1 - 1$ ou df_1 = degré de liberté de la première série.

S_2^2 = la plus basse de deux estimations de la variance avec $df_2 = n_2 - 1$ ou df_2 = degré de liberté de la deuxième série.

Lorsque l'hypothèse nulle H_0 est confirmée, c'est-à-dire les deux variances sont homogènes, il convient de déterminer la variance de l'échantillon par la formule : $S^2 = \frac{S_1^2(n_1-1)+S_2^2(n_2-1)}{n_1+n_2-2}$

Le Test « t » de Student

C'est une méthode qui permet de décider si la différence observée entre les deux moyennes de deux échantillons est attribuable à une cause systématique ou si elle est l'effet des fluctuations dues au hasard dans l'échantillon (D'HAINAUT, 1975, p. 203)

Pour le cas de notre travail, $n_1 = n_2$ et $S_1^2 \neq S_2^2$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2 + S_2^2}{n}}}$$
 avec $df = n_1$ où df : le degré de liberté

\bar{X}_1 = moyenne dans la première série

\bar{X}_2 = moyenne dans la deuxième série

S_1^2 = variable dans la première série

S_2^2 = variable dans la deuxième série

n_1 = nombre des données dans la première série

n_2 = nombre des données dans la deuxième série

III. RUSULTATS

RESULTATS APRES ANALYSE AU LABORATOIRE

Les résultats de notre enquête sont consignés dans le tableau ci-après :

Tableau n°1 : Résultats d'après analyse au laboratoire.

N°	Structure	Volume en ml	Masse de l'échantillon en mg	Normalité de AgNO ₃ en éqg/l	Volume de AgNO ₃ en ml	%	% au centième près
01	P.S. Baraka	20	20.0000	0,1	0,6	0,010635	0,01
02	C.S. Kyanzike	20	20.0000	0,1	1	0,017125	0,02
03	C.S. Tumaini Letu	20	20.0000	0,1	0,41	0,0073	0,01
04	C.H. Wanamahika	20	20.0000	0,1	0,3	0,00042	0,00
05	C.S. Kasingiri	20	20.0000	0,1	0,4	0,00709	0,01
06	C.S. Kivika	20	20.0000	0,1	1,3	0,023043	0,02
07	C.S. Kihathe	25	25 000	0,1	2,6	0,04	0,04
08	C.S. Diététique Père Morand Kleiber	25	25 000	0,1	1,1	0,016	0,02
09	Hopital Kitatumba	25	25 000	0,1	0,6	0,0085	0,01
10	C.Hospitalier Nzoera	25	25 000	0,1	1,5	0,02127	0,02

Ce tableau représente le résultat d'analyse au laboratoire des échantillons analysés.

RESULTATS DES TEST STATISTIQUES

Tableau n°2 : Résultat d'après les tests statistiques

N°	Structure	Volume en ml	Masse de l'échantillon en mg	Normalité de AgNO ₃ en éqg/l	Volume de AgNO ₃ en ml	%
01	P.S. Baraka	20	20.0000	0,1	0,6	0,010635
02	C.S. Kyanzike	20	20.0000	0,1	1	0,017125
03	C.S. Tumaini Letu	20	20.0000	0,1	0,41	0,0073
04	C.H. Wanamahika	20	20.0000	0,1	0,3	0,00042
05	C.S. Kasingiri	20	20.0000	0,1	0,4	0,00709
06	C.S. Kivika	20	20.0000	0,1	1,3	0,023043
07	C.S. Kihathe	25	25 000	0,1	2,6	0,04
08	C.S. Dietetique Père Morand Kleiber	25	25 000	0,1	1,1	0,016
09	Hopital Kitatumba	25	25 000	0,1	0,6	0,0085
10	C.Hospitalier Nzoera	25	25 000	0,1	1,5	0,02127

Total	220	220 000	1	9,81	0,1391058
Moyenne	22	22 000	0,1	0,981	0,0139106
Écart type	2,5819889	2581,988897	$1,46285 \cdot 10^{-17}$	0,70114906	0,0098104
Variance	6,666666667	6666666,667	$2,13982 \cdot 10^{-34}$	0,49161	$9,624394810 \cdot 10^{-5}$
Médiane	0,1	20.000	0,1	0,8	0,0131165

Ce Tableau représente le résultat d'analyse statistique après analyse au laboratoire

TESTS D'HYPOTHESE STATISTIQUE

Données retrouvées sur l'étiquette de lavabo

$$M_1 = 0,05$$

$$S_1 = 7,31424 \cdot 10^{-18}$$

$$S_1^2 = 5,349810678 \cdot 10^{-35}$$

Données après analyse, au laboratoire

$$M_2 = 0,0139106$$

$$S_2 = 0,0098104$$

$$S_2^2 = 9,624394810 \cdot 10^{-5}$$

a) Test F de Snedecor

$$1) H_0 : S_1^2 = S_2^2 \quad (H_1 : S_1^2 \neq S_2^2)$$

$$2) F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

$$3) \alpha = 0,05 \text{ ou } 5\% \text{ et } 0,01 \text{ ou } 1\%$$

$$4) D_1 = L_1 = n_1 - 1 = 10 - 1 = 9$$

$$D_2 = L_2 = n_2 - 1 = 10 - 1 = 9$$

$$F_{5\%}(9,9) = 3,18 \text{ et } F_{1\%} = 5,35$$

$$5) F = \frac{5,349810678 \cdot 10^{-35}}{9,624394810 \cdot 10^{-5}} = 0,555859437 \cdot 10^{-30}$$

$$6) F_{obs} = 0,555859437 \cdot 10^{-30}$$

$$F_{5\%} = 3,18 \text{ et}$$

$$F_{1\%} = 5,35$$

$$F_{obs} < F_{tab} \text{ au seuil de } 1\% \text{ et de } 5\%$$

7) La différence observée est donc non significative entre la variance calculée à partir des données retrouvées sur l'étiquette et celle calculée après analyse au laboratoire

$$S^2 = \frac{S_1^2(n_1-1) + S_2^2(n_2-1)}{n_1+n_2-2} = \frac{5,349810678 \cdot 10^{-35} (10-1) + 9,555859437 \cdot 10^{-30} (10-1)}{10+10-2}$$

$$= \frac{4,81482961 \cdot 10^{-34} + 8,600273493 \cdot 10^{-29}}{18}$$

$$S^2 = 4,777956468 \cdot 10^{-30}$$

$$S = 2,185853716 \cdot 10^{-15}$$

b) Test t de Student

$$1) H_0 : M_1 = M_2 \quad (\Rightarrow H_1 : M_1 \neq M_2)$$

$$2) T = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\frac{S_1^2 + S_2^2}{n}}}$$
 avec $df = n - 1$

$$3) \alpha = 1\% \text{ et } 5\%$$

$$4) dl = 10 - 1 = 9$$

$$t_{1\%} = 2,821 ; t_{5\%} = 1,833$$

$$5) t_{obs} = \frac{0,05 - 0,0139106}{\sqrt{\frac{7,31424 + 9,624394810 \cdot 10^{-5}}{10}}} = \frac{0,0360894}{\sqrt{0,731433624}} = 0,042339105$$

$$6) t_{obs} < t_{1\%} \text{ et } t_{obs} < t_{5\%}$$

0,042339005 < 2,821 et 0,042339105 < 1,833 ; la différence observée est donc non significative entre la moyenne calculée à partir des données retrouvées sur l'étiquette de lavabo et celle calculée à partir ou après analyse de laboratoire.

IV. DISCUSSION DES RESULTATS

Les résultats que nous avons réalisés se répartissent, sous le tableau n°1 et n°2. Nous avons déterminé la teneur en chlore dans l'eau de désinfectant.

Le tableau n°1 présente les résultats suivants :

- L'échantillon prélevé dans le poste de santé Baraka en moyenne 0,010635% en ions chlorures. Cette valeur est inférieure à la valeur marquée sur l'étiquette qui est 0,05%.
- Le taux moyen de l'échantillon prélevé dans le centre de santé Kyanzike est de 0,017725 qui est inférieur à ceux mentionnés sur l'étiquette soit 0,05%
- D'après nos analyses au laboratoire, nous avons constaté que le pourcentage moyen de l'eau chlorée prélevée au centre de santé Tumaini Letu est de 0,0072 673% qui est inférieur à ceux retrouvés sur l'étiquette soit 0,05%
- La teneur du chlore dans l'eau de désinfectant de centre hospitalier Wanamahika est de 0,0053175% tandis que le pourcentage marqué sur l'étiquette est de 0,05%
- Pour le centre de santé Kisingiri, le pourcentage de l'échantillon est de 0,00709% inférieur aux normes soit 0,05%
- L'analyse de l'eau de désinfectant de centre de santé Kivika a montré qu'elle a un pourcentage de 0,0230425% inférieur à 0,05% qui est mentionné sur l'étiquette.

Quatre structures ont enregistré un taux de 0,01%, il s'agit de Poste de santé Baraka, Centre de santé pour Tumaini Letu, centre de santé Kisingiri et Hôpital Général de Référence de Kitatumba. Quatre structures ont enregistré un taux de 0,02% : il s'agit de Centre de santé Kyanzike, Centre de santé Kivika, centre de santé Diététique Père Morand Kleiber et Centre hospitalier Nzoghera. Une structure a eu un taux proche de la norme 0,04% : c'est le centre de santé Kihate. Une structure en fin a enregistré un taux de 0,00% (0,00042%), il s'agit du Centre Hospitalier Wanamahika.

Pour évaluer ces résultats, les tests F de Snedecor et de t de Student (Tableau 2) montrent que la différence observée est non significative entre la variance calculée après analyse au laboratoire
F obs (0,555859437.10⁻³⁰ est inférieur à F tab au seuil de 1% (5,35) et de 5% (3,18)
t obs 0,042339105 est inférieur à 2,821(1%) et 1,833 (5%)

V. Conclusion

Notre travail a porté sur la détermination du taux de chlore dans l'eau de désinfection des mains utilisée dans les structures sanitaires en période de la MVE en ville de Butembo.

L'objet de nos investigations a été de comparer le taux du chlore marqué sur l'étiquette et celui obtenu après analyse au laboratoire afin de vérifier la conformité aux normes.

A l'issue de cette investigation, nous avons obtenu les résultats ci-après (tableau 1) :

- Structures ont enregistré un taux de 0,01%, il s'agit de PS Baraka, C.S. Tumaini Letu, C.S Kisingiri et HGR Kitatumba
- Structures ont enregistré un taux de 0,02%, il s'agit de C.S. Kyanzike, C.S Kivika, C.S CADO, C.H. Nzoghera
- Une structure a eu un taux proche de la norme 0,04% (C.S. Kihate)
- Une structure enfin a enregistré un taux de 0,00% (0,00042%), il s'agit du CH Wanamahika.

Pour évaluer ces résultats, les tests F. de Snedecor et de (Student (tableau), montrent la différence calculée à partir des données retrouvées sur l'étiquette et celle calculée après analyse au laboratoire. Cela confirme notre hypothèse selon laquelle : il y aurait un écart entre le pourcentage 0,05 l'étiquette selon la norme et celui des analyses au laboratoire.

Ainsi l'eau chlorée qui a été utilisée dans les structures sanitaires de Butembo pendant la MVE (Maladie à Virus Ebola) avait un pourcentage inférieur à celui indiquée sur l'étiquette, ce qui constitue un danger en santé publique pouvant amener à la résistance de certains germes. Face aux dangers liés à une faible dose du chlore dans l'eau nous suggérons que la solution de chlore destinée à la désinfection des mains soit réalisée non par des ouvriers chargés du nettoyage comme ça été le cas dans certaines structures visitées mais plutôt par des chimistes du laboratoire de formation.

Bibliographie

- [1]. D'HAINAUT, L (1975), Concepts Et Méthodes De La Statistique (I), Bruxelles : Lebor, Pp 173-202
- [2]. D'HUINAUT, L. (1978), Concepts Et Méthode De La Statistique (II), Bruxelles, Pp 91-173
- [3]. DAGNELIE, P. (1973), Théorie Et Méthodes Statistiques, Applications Agronomiques (I), Gembloux ; Presses Agronomiques, P49.
- [4]. DAGNELIE, P. (1975), Théorie Et Méthodes Statistiques, Applications Agronomiques (Pp 15-16)
- [5]. G. BIKUBA, Notion De Chimie 6°, MEDIASPAUL, 2010 Pp13-14
- [6]. KAKOLO MUGALA(1986), Guide De Travaux Pratiques De Chimie 6° ISP/BUNIA Inedit ;
- [7]. Note D'orientation Pour La Prévention Et La Lutte Contre EBOLA En Milieu Scolaire UNICEF, 2018, Pp4
- [8]. SOUTTER. M Et Al, 2007, Ingénierie Des Eaux Et Du Sol, Processus Et Aménagement, Presses Polytechniques Et Universitaires Romandes, 297 Pages
- [9]. Wfr.M.Wikipediaorgwikichlore
- [10]. WWW.Ci Eau.Com