



Année : 2017 – 2018

N°.....

THESE

Présentée en vue de l'obtention du

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Par

DETTO DELOTO DEZAI

CONTROLE DE LA QUALITE DE TROIS MARQUES D'EAU DE JAVEL VENDUES EN COTE D'IVOIRE ; APPLICATION DANS LE TRAITEMENT DE L'EAU A DOMICILE

Soutenue publiquement le

COMPOSITION DU JURY

PRESIDENT : Madame **AKE Michèle**, Professeur Titulaire
DIRECTEUR : Monsieur **AMIN N'cho Christophe**, Maître de Conférences Agrégé
ASSESEURS : Monsieur **DALLY Laba Ismael**, Maître de Conférences Agrégé
: Madame **KOUASSI-AGBESSI**, Maître-Assistante

**ADMINISTRATION ET PERSONNEL
ENSEIGNANT DE L'UFR DES SCIENCES
PHARMACEUTIQUES ET BIOLOGIQUES**

I- HONORARIAT

Directeurs/Doyens Honoraires

Professeur RAMBAUD André
Professeur FOURASTE Isabelle
Professeur BAMBA Moriféré
Professeur YAPO Abbé
Professeur MALAN Kla Anglade
Professeur KONE Moussa
Professeur ATINDEHOU Eugène

II- ADMINISTRATION

Directeur

Professeur KONE-BAMBA Diénéba

Sous-Directeur Chargé de la Pédagogie

Professeur N'GUESSAN Irié G

Sous-Directeur Chargé de la Recherche

Professeur DEMBELE Bamory

Secrétaire Principal

Madame NADO-AKPRO Marie Josette

Documentaliste

Monsieur N'GNIMMIEN Koffi Lambert

Intendant

Monsieur GAHE Alphonse

Responsable de la Scolarité

Madame DJEDJE Yolande

III- PERSONNEL ENSEIGNANT PERMANENT

III-1- PROFESSEURS TITULAIRES

M. ABROGOUA Danho Pascal	Pharmacie Clinique
Mmes AKE Michèle	Chimie Analytique, Bromatologie
ATTOUNGBRE HAUHOUOT M.L.	Biochimie et Biologie Moléculaire
M. DANO Djédjé Sébastien	Toxicologie
INWOLEY Kokou André	Immunologie
Mme KONE BAMBA Diéneba	Pharmacognosie
M. KOUADIO Kouakou Luc	Hydrologie, Santé Publique

Mme	KOUAKOU-SIRANSY Gisèle	Pharmacologie
M.	MALAN Kla Anglade	Chimie Ana., contrôle de qualité
	MENAN Eby Ignace	Parasitologie - Mycologie
	MONNET Dagui	Biochimie et Biologie Moléculaire
Mme	SAWADOGO Duni	Hématologie
M.	YAVO William	Parasitologie - Mycologie

III-2- MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

M.	AHIBOH Hugues	Biochimie et Biologie moléculaire
Mmes	AKE-EDJEME N'guessan Angèle	Biochimie et Biologie moléculaire
	ALLA-HOUNSA Annita Emeline	Santé Publique
M.	AMARI Antoine Serge G.	Législation
	AMIN N'Cho Christophe	Chimie analytique, Bromatologie
	BONY François Nicaise	Chimie Analytique, Bromatologie
	DALLY Laba Ismael	Pharmacie Galénique
	DEMBELE Bamory	Immunologie
	DJOHAN Vincent	Parasitologie -Mycologie
	GBASSI K. Gildas	Chimie Physique Générale
Mme	IRIE-N'GUESSAN Amenan	Pharmacologie
M.	KOFFI Angely Armand	Pharmacie Galénique
Mme	KOUAKOU-SACKOU Julie	Santé Publique
M.	KOUASSI Dinard	Hématologie
	LOUKOU Yao Guillaume	Bactériologie-Virologie
	OGA Agbaya Stéphane	Santé publique et Economie de la santé
	OUASSA Timothée	Bactériologie-Virologie
	OUATTARA Mahama	Chimie organique, Chimie thérapeutique
Mmes	POLNEAU-VALLEE Sandrine	Mathématiques-Statistiques

	SANGARE TIGORI Béatrice	Toxicologie
M.	YAPI Ange Désiré	Chimie organique, chimie thérapeutique
	ZINZENDORF Nanga Yessé	Bactériologie-Virologie

III-3- MAITRES ASSISTANTS

M.	ADJAMBRI Adia Eusebé	Hématologie
	ADJOUNGOUA Attoli Léopold	Pharmacognosie
Mmes	ABOLI-AFFI Mihessé Roseline	Immunologie
	AKA ANY-GRAH Armelle Adjoua S.	Pharmacie Galénique
M	ANGORA Kpongbo Etienne	Parasitologie - Mycologie
Mmes	AYE-YAYO Mireille	Hématologie
	BAMBA-SANGARE Mahawa	Biologie Générale
	BARRO-KIKI Pulchérie	Parasitologie - Mycologie
M.	CABLAN Mian N'Ddey Asher	Bactériologie-Virologie
	CLAON Jean Stéphane	Santé Publique
Mmes	DIAKITE Aïssata	Toxicologie
	FOFIE N'Guessan Bra Yvette	Pharmacognosie
M.	KASSI Kondo Fulgence	Parasitologie-Mycologie
Mme	KONAN-ATTIA Akissi Régine	Santé publique
M.	KONAN Konan Jean Louis	Biochimie et Biologie moléculaire
Mmes	KONATE Abibatou	Parasitologie-Mycologie
	KOUASSI-AGBESSI Thérèse	Bactériologie-Virologie
M.	MANDA Pierre	Toxicologie
	N'GUESSAN Alain	Pharmacie Galénique
Mme	VANGA ABO Henriette	Parasitologie-Mycologie
M.	YAYO Sagou Eric	Biochimie et Biologie moléculaire

III-4- ASSISTANTS

M.	ADIKO Aimé Césaire	Immunologie
	AMICHIA Attoumou Magloire	Pharmacologie
Mmes	AKOUBET-OUAYOGODE Aminata	Pharmacognosie
	ALLOUKOU-BOKA Paule-Mireille	Législation
	APETE Sandrine	Bactériologie-Virologie
	BEDIAKON-GOKPEYA Mariette	Santé publique
	BLAO-N'GUESSAN Amoin Rebecca J.	Hématologie
M.	BROU Amani Germain	Chimie Analytique, Bromatologie
	BROU N'Guessan Aimé	Pharmacie clinique
	COULIBALY Songuigama	Chimie organique, chimie thérapeutique
M.	DJADJI Ayoman Thierry Lenoir	Pharmacologie
	DJATCHI Richmond Anderson	Bactériologie-Virologie
Mmes	DONOU-N'DRAMAN Aha Emma	Hématologie
	DOTIA Tiepordan Agathe	Bactériologie-Virologie
M.	EFFO Kouakou Etienne	Pharmacologie
Mme	KABLAN-KASSI Hermance	Hématologie
M.	KABRAN Tano Kouadio Mathieu	Immunologie
	KACOU Alain	Chimie organique, chimie thérapeutique
	KAMENAN Boua Alexis Thierry	Pharmacologie
	KOFFI Kouamé	Santé publique
	KONAN Jean Fréjus	Biophysique
Mme	KONE Fatoumata	Biochimie et Biologie moléculaire
M.	KOUAHO Avi Kadio Tanguy	Chimie organique, chimie thérapeutique
	KOUAKOU Sylvain Landry	Pharmacologie
	KOUAME Denis Rodrigue	Immunologie

	KOUAME Jérôme	Santé publique
	KPAIBE Sawa Andre Philippe	Chimie Analytique, Bromatologie
Mme	KRIZO Gouhonon Anne-Aymonde	Bactériologie-Virologie
M.	LATHRO Joseph Serge	Bactériologie-Virologie
	MIEZAN Jean Sébastien	Parasitologie-Mycologie
	N'GBE Jean Verdier	Toxicologie
	N'GUESSAN Déto Ursul Jean-Paul	Chimie organique, chimie thérapeutique
Mmes	N'GUESSAN Kakwokpo Clémence	Pharmacie Galénique
	N'GUESSAN-AMONKOU Anne Cynthia	Législation
	ODOH Alida Edwige	Pharmacognosie
	SIBLI-KOFFI Akissi Joëlle	Biochimie et Biologie moléculaire
	SICA-DIAKITE Amelanh	Chimie organique, chimie thérapeutique
	TANOH-BEDIA Valérie	Parasitologie-Mycologie
M.	TRE Eric Serge	Chimie Analytique, Bromatologie
Mme	TUO Awa	Pharmacie Galénique
M.	YAPO Assi Vincent De Paul	Biologie Générale
Mme	YAPO-YAO Carine Mireille	Biochimie

III-5- CHARGEES DE RECHERCHE

Mme	ADIKO N'dri Marcelline	Pharmacognosie
	OUATTARA N'gnôh Djénéba	Santé publique

III-6- ATTACHE DE RECHERCHE

M.	LIA Gnahoré José Arthur	Pharmacie Galénique
----	-------------------------	---------------------

III-7- IN MEMORIUM

Feu	KONE Moussa	Professeur Titulaire
-----	-------------	----------------------

Feu YAPO Abbé Etienne	Professeur Titulaire
Feu COMOE Léopold	Maître de Conférences Agrégé
Feu GUEU Kaman	Maître Assistant
Feu ALLADOUM Nambelbaye	Assistant
Feu COULIBALY Sabali	Assistant
Feu TRAORE Moussa	Assistant
Feu YAPO Achou Pascal	Assistant

IV- ENSEIGNANTS VACATAIRES

IV-1- PROFESSEURS

M. DIAINE Charles	Biophysique
OYETOLA Samuel	Chimie Minérale

IV-2- MAITRES DE CONFERENCES

M. KOUAKOU Tanoh Hilaire	Botanique et Cryptogamie
YAO N'Dri Athanase	Pathologie Médicale

IV-3- MAITRE-ASSISTANT

M. KONKON N'Dri Gilles	Botanique, Cryptogamie
------------------------	------------------------

IV-4- NON UNIVERSITAIRES

MM. AHOUSSE Daniel Ferdinand	Secourisme
COULIBALY Gon	Activité sportive
DEMPAH Anoh Joseph	Zoologie
GOUEPO Evariste	Techniques officinales
Mme KEI-BOGUINARD Isabelle	Gestion
MM KOFFI ALEXIS	Anglais

KOUA Amian	Hygiène
KOUASSI Ambroise	Management
N'GOZAN Marc	Secourisme
KONAN Kouacou	Diététique
Mme PAYNE Marie	Santé Publique

**COMPOSITION DES DEPARTEMENTS DE
L'UFR DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES ET
BIOLOGIQUES**

I- BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE

Professeur	LOUKOU Yao Guillaume	Maître de Conférences Agrégé
		Chef de département
Professeurs	OUASSA Timothée	Maître de Conférences Agrégé
	ZINZENDORF Nanga Yessé	Maître de Conférences Agrégé
Docteurs	CABLAN Mian N'Dédey Asher	Maître-Assistant
	KOUASSI AGBESSI Thérèse	Maître-Assistant
	APETE Sandrine	Assistante
	DJATCHI Richmond Anderson	Assistant
	DOTIA Tiepordan Agathe	Assistante
	KRIZO Gouhonon Anne-Aymonde	Assistante
	LATHRO Joseph Serge	Assistant

II- BIOCHIMIE, BIOLOGIE MOLECULAIRE, BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION ET PATHOLOGIE MEDICALE

Professeur	MONNET Dagui	Professeur Titulaire
		Chef de Département
Professeurs	HAUHOUOT ép. ATTOUNGBRE M.L.	Professeur Titulaire
	AHIBOH Hugues	Maître de Conférences Agrégé
	AKE-EDJEME N'Guessan Angèle	Maître de Conférences Agrégé
Docteurs	KONAN Konan Jean Louis	Maître-Assistant
	YAYO Sagou Eric	Maître-Assistant
	KONE Fatoumata	Assistante
	SIBLI-KOFFI Akissi Joëlle	Assistante
	YAPO-YAO Carine Mireille	Assistante

III- BIOLOGIE GENERALE, HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Professeur	SAWADOGO Duni	Professeur Titulaire
		Chef du Département
Professeurs	INWOLEY Kokou André	Professeur Titulaire
	DEMBELE Bamory	Maître de Conférences Agrégé
	KOUASSI Dinard	Maître de Conférences Agrégé
Docteurs	ABOLI-AFFI Mihessé Roseline	Maitre-Assistant
	ADJAMBRI Adia Eusebé	Maitre-Assistant
	AYE-YAYO Mireille	Maitre-Assistant
	BAMBA-SANGARE Mahawa	Maitre-Assistant
	ADIKO Aimé Cézaire	Assistant
	DONOU-N'DRAMAN Aha Emma	Assistante
	KABLAN-KASSI Hermance	Assistante
	KABRAN Tano K. Mathieu	Assistant
	KOUAME Denis Rodrigue	Assistant
	N'GUESSAN-BLAO A. Rebecca S.	Assistante
	YAPO Assi Vincent De Paul	Assistant

IV- CHIMIE ANALYTIQUE, BROMATOLOGIE CHIMIE MINERALE ET GENERALE, TECHNOLOGIE ALIMENTAIRE

Professeur	MALAN Kla Anglade	Professeur Titulaire
		Chef de Département
Professeurs	AKE Michèle	Professeur Titulaire
	AMIN N'Cho Christophe	Maître de Conférences Agrégé
	BONY Nicaise François	Maître de Conférences Agrégé
	GBASSI Komenan Gildas	Maître de Conférences Agrégé
Docteurs	BROU Amani Germain	Assistant
	KPAIBE Sawa Andre Philippe	Assistant
	TRE Eric Serge	Assistant

V- CHIMIE ORGANIQUE ET CHIMIE THERAPEUTIQUE

Professeur	OUATTARA Mahama	Maître de Conférences Agrégé
		Chef de Département
Professeur	YAPI Ange Désiré	Maître de Conférences Agrégé
Docteur	COULIBALY Songuigama	Assistant
	KACOU Alain	Assistant
	KOUAHO Avi Kadio Tanguy	Assistant
	N'GUESSAN Déto Ursul Jean-P.	Assistant
	SICA-DIAKITE Amelanh	Assistante

VI- PARASITOLOGIE, MYCOLOGIE, BIOLOGIE ANIMALE ET ZOOLOGIE

Professeur	MENAN Eby Ignace H.	Professeur Titulaire
		Chef de Département
Professeurs	YAVO William	Professeur Titulaire
	DJOHAN Vincent	Maître de Conférences Agrégé
Docteurs	ANGORA Kpongbo Etienne	Maître-Assistant
	BARRO KIKI Pulchérie	Maître-Assistant
	KASSI Kondo Fulgence	Maître-Assistant
	KONATE Abibatou	Maître-Assistant
	VANGA ABO Henriette	Maître-Assistant
	MIEZAN Jean Sébastien	Assistant
	TANOAH-BEDIA Valérie	Assistante

VII- PHARMACIE GALENIQUE, BIOPHARMACIE, COSMETOLOGIE, GESTION ET LEGISLATION PHARMACEUTIQUE

Professeur	KOFFI Armand A.	Maître de Conférences Agrégé
		Chef de Département
Professeurs	AMARI Antoine Serge G.	Maître de Conférences Agrégé

	DALLY Laba Ismaël	Maître de Conférences Agrégé
Docteurs	AKA ANY-GRAH Armelle A.S.	Maître-Assistant
	N'GUESSAN Alain	Maître-Assistant
	ALLOUKOU-BOKA P.-Mireille	Assistante
	LIA Gnahoré José Arthur	Attaché de recherche
	NGUESSAN Kakwokpo Clémence	Assistante
	N'GUESSAN-AMONKOU A. Cynthia	Assistante
	TUO Awa	Assistante

VIII- PHARMACOGNOSIE, BOTANIQUE, BIOLOGIE VEGETALE, CRYPTO GAMIE

Professeur	KONE BAMBA Diénéba	Professeur Titulaire
		Chef de Département
Docteurs	ADJOUGOUA Attoli Léopold	Maître-Assistant
	FOFIE N'Guessan Bra Yvette	Maître-Assistant
	ADIKO N'dri Marcelline	Chargée de recherche
	AKOUBET-OUAYOGODE Aminata	Assistante
	ODOH Alida Edwige	Assistante

IX- PHARMACOLOGIE, PHARMACIE CLINIQUE ET THERAPEUTIQUE ET PHYSIOLOGIE HUMAINE

Professeurs	ABROGOUA Danho Pascal	Professeur Titulaire
		Chef de Département
	KOUAKOU SIRANSY N'doua G.	Professeur Titulaire
	IRIE N'GUESSAN Amenan G.	Maître de Conférences Agrégé
Docteurs	AMICHIA Attoumou M	Assistant
	BROU N'Guessan Aimé	Assistant
	DJADJI Ayoman Thierry Lenoir	Assistant
	EFFO Kouakou Etienne	Assistant

KAMENAN Boua Alexis Assistant

KOUAKOU Sylvain Landry Assistant

X- PHYSIQUE, BIOPHYSIQUE, MATHEMATIQUES, STATISTIQUES ET INFORMATIQUE

Professeur POLNEAU-VALLEE Sandrine Maître de Conférences Agrégé
Chef de Département

Docteur KONAN Jean-Fréjus Maître-Assistant

XI- SANTE PUBLIQUE, HYDROLOGIE ET TOXICOLOGIE

Professeur KOUADIO Kouakou Luc Professeur Titulaire
Chef de département

DANO Djédjé Sébastien Professeur Titulaire

OGA Agbaya Stéphane Maître de Conférences Agrégé

KOUAKOU-SACKOU J. Maître de Conférences Agrégé

HOUNSA-ALLA Annita Emeline Maître de Conférences Agrégé

SANGARE-TIGORI B. Maître de Conférences Agrégé

Docteurs CLAON Jean Stéphane Maître-Assistant

MANDA Pierre Maître-Assistant

DIAKITE Aissata Maître-Assistante

KONAN-ATTIA Akissi Régine Maître-Assistante

OUATTARA N'gnôh Djénéba Chargée de Recherche

BEDIAKON-GOKPEYA Mariette Assistante

KOFFI Kouamé Assistant

NGBE Jean Verdier Assistant

SOMMAIRE

	Page
DEDICACES	XVIII
LISTE DES ABREVIATIONS	XXVIII
LISTE DES TABLEAUX	XXIX
LISTE DES FIGURES	XXX
INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : GENERALITES	5
CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES EAUX DE CONSOMMATION A L'EXCLUSION DES EAUX MINERALES NATURELLES	6
I- DEFINITIONS	6
I-1- Eau potable	6
I-2- Directives et normes	6
II- APPROVISIONNEMENT EN EAU	7
II-1- Eau distribuée via les réseaux publics d'adduction	7
II-2- Eaux de puits et Eaux de forages	7
II-3- Eaux de surface	9
II-4- Eaux de pluie	10
III- EPIDEMIOLOGIE DES MALADIES HYDRIQUES	10
IV- MALADIES HYDRIQUES	12
IV-1- Maladies de nature infectieuse.....	12
IV-2- Maladies liées à l'eau.....	15
IV-3- Maladies d'origine chimique liée à l'eau.....	16
V- TRAITEMENT DES EAUX BRUTES.....	17
V-1- Prétraitement.....	17
V-2- Traitement physico chimique.....	17
VI- CONTROLE QUALITE DE L'EAU	21
VI-1- Echantillonnage	21
VI-2- Techniques d'analyses de l'eau	22
CHAPITRE II : GENERALITES SUR LES EAUX DE JAVEL	33
I- HISTORIQUE	33
II- DEFINITIONS	33
II-1- Eau de javel.....	33
II-2- Extrait de javel	34
II-3- Degré chlorométrique (°Chl)	34
II-4- Pourcentage en chlore actif [67]	34

III- COMPOSITION DE L'EAU DE JAVEL	35
IV- FABRICATION [67,72–74].....	36
IV-1- Obtention du chlore et de la soude.....	36
IV-2- Production de l'eau de javel proprement dite	37
V- PROPRIETES.....	40
V-1- Propriétés oxydantes	40
V-2- Action désinfectante de l'eau de javel [72,75,76].....	41
VI- STABILITE DE L'EAU DE JAVEL [77,78].....	42
VI-1- Influence du pH	42
VI-2- Influence de la température.....	43
VI-3- Influence du dioxyde de carbone	43
VI-4- Réduction de l'ion hypochlorite par l'eau	44
VII- DIFFERENTES PRESENTATIONS COMMERCIALISEES DE L'EAU DE JAVEL.....	45
VII-1- Formes liquides.....	45
VII-2- Formes solides	46
VIII- CONDITIONNEMENT ET ETIQUETTES.....	46
VIII-1- Conditionnement.....	46
VIII-2- Etiquettes	47
IX- UTILISATIONS	48
X- PRECAUTIONS D'EMPLOI.....	50
CHAPITRE III : CONTROLE QUALITE DES EAUX DE JAVEL.....	52
I- REGLEMENTATIONS SUR LES EAUX DE JAVEL	52
II- ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DE JAVEL	53
II-1- Echantillonnage	53
II-2- Méthodes d'essai de contrôle.....	55
DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE.....	59
CHAPITRE I : MATERIELS ET METHODES	60
I- TYPE ET CADRE DE L'ETUDE.....	60
I-1- Cadre de l'étude	60
II- MATERIELS.....	60
II-1- Echantillonnage	60
II-2- Appareillage.....	61
II-3- Réactifs	61
II-4- Verrerie et accessoire.....	62
III- METHODES	62
III-1- Recensement des différentes marques d'eau de javel vendues à Abidjan et dans la région de la Nawa.	62

III-2-	Détermination de la température du Laboratoire	63
III-3-	Evaluation du conditionnement et de l'étiquette.....	63
III-4-	Détermination du degré chlorométrique	63
III-5-	Analyses des eaux	64
III-6-	Traitement des données	70
CHAPITRE II : RESULTATS		71
I-	RESULTAT DU RECENSEMENT DES MARQUES D'EAUX DE JAVEL	71
II-	DETERMINATION DE LA TEMPERATURE DU LABORATOIRE.....	72
III-	RESULTATS DU CONTROLE QUALITE DES EAUX DE JAVEL	72
III-1-	Contrôle du conditionnement et de l'étiquetage des différentes marques d'eau de javel dosées	72
III-2-	Détermination du degré chlorométrique	73
III-3-	Résultats des dosages effectués pendant trente jours.....	76
IV-	RESULTATS DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES	77
CHAPITRE III : DISCUSSION.....		79
I-	EVALUATION DE LA QUALITE DE L'EAU DE JAVEL.....	79
I-1-	Contrôle qualité portant sur l'emballage et l'étiquetage.....	79
I-2-	Température du laboratoire.....	79
I-3-	Détermination du titre chlorométrique.....	80
I-4-	Cinétique de stabilité	81
II-	APPLICATION AU TRAITEMENT DES ECHANTILLONS D'EAU : ANALYSES MICROBIOLOGIQUES	81
CONCLUSION.....		83
RECOMMANDATIONS.....		85
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES		87
ANNEXES		93

DEDICACES

AU GOHONZON

« Avec une profonde vénération, et prenant conscience de ma dette de reconnaissance, j'exprime ma plus sincère gratitude envers le Gohonzon, lequel incarne Nam-myôhôte-rengé-kyô, l'essence du Sûtra du Lotus »

Merci à la Loi merveilleuse.

Ma dette de reconnaissance ne sera jamais grande envers toi pour toute la bonne fortune que tu mets dans ma vie.

N'est-il pas écrit dans le Gosho que Nam Myôhôte Renge Kyo est comme le rugissement d'un lion. Dès lors quelle difficulté peut-il constituer un obstacle ?

Il est encore écrit il peut arriver que la terre cesse sa rotation autour du soleil, que le soleil se lève à l'Ouest et se couche à l'est... mais vos vœux ne manqueront jamais de s'exaucer.

A MES GRAND PARENTS

Les mots ne seront jamais suffisants pour vous dire merci.

Mais sachez que c'est grâce à vous que je suis ce que je suis aujourd'hui.

Oui grâce à vous j'ai bénéficié de tout ce dont un enfant a besoin

Surtout toi ma grand-mère, tu n'es pas ma grand-mère mais plutôt ma mère.

Encore merci !

Que le Gohonzon vous garde longtemps afin d'abriter dans la maison que vous avez construite.

A MON PERE

Merci papa !!!

Les choses n'ont pas été faciles. Les moments les plus durs, nous les avons vécus ensemble.

Tu as toujours été là quand j'ai eu besoin de toi.

Tu sais, avec toi j'ai appris ce que c'est la rigueur, l'amour du travail, savoir se relever dans les périodes les plus creuses.

Et c'est ça aussi la famille DETTO.

Ce travail est le fruit de tes mains

Que les bouddhas des dix directions et toutes les divinités t'accordent santé et longévité

Infiniment merci !!!

A MA MERE

Merci de m'avoir donné la vie, la chose la plus précieuse sur terre.

Sache que je t'aime malgré tout.

Que le tout puissant te donne la santé et la longévité.

A LA FAMILLE DOA

Maman HORTENSE

Merci. Tu sais tout ce que je vais écrire ici ne pourra jamais montrer ton affection et ton soutien que tu m'as apportés.

A un moment donné de ma vie les divinités vous ont mises sur mon chemin, ta famille et toi.

Et aujourd'hui je suis un enfant comblé parce que j'ai deux familles importantes qui m'apportent tout ce dont j'ai besoin.

Que JEHOVA puisse vous le rendre au centuple.

Mon frère JEAN MARIE

Toi-même tu sais.

On vient de loin et même de très loin, du lycée scientifique en passant par le tronc commun jusqu'aujourd'hui.

L'histoire est longue. Mais je ne peux que te dire merci mon frère.

Que la Loi Merveilleuse se souvienne de tout ce que tu as été et tu es pour moi.

Longue vie à nous afin que nous puissions continuer à montrer au monde ce que c'est construire une amitié indestructible

A Papa GOURENE

Vous êtes un modèle d'abord pour nous tes petits enfants ensuite pour toute la population Ouan.

Avec vous nous avons appris la rigueur, l'amour du travail bien fait, l'honnêteté
Papa nous vous exprimons notre profonde gratitude et surtout notre infinie
reconnaissance pour tout ce que vous faites pour nous.

Puisse Dieu vous accorder la santé et la longévité

A MA FILLE ET SA MAMAN

Ma PRUNELLE, ta venue m'a apporté beaucoup de joie.

Que le Gohonzon te donne longue vie et surtout la réussite.

Papa t'aime !!!

Maman de Prunelle infiniment merci pour tout.

A MES FRERES ET SŒURS

Tanela, Nani, Tensoha, Tomy, Junior, Prisca et Helena, je vous souhaite un bel
avenir et surtout de considérer le travail comme le premier jeu.

Beaucoup de succès dans vos vies.

AUX FAMILLES DJAHA, BEBO, ZILE

Je vous dis grand merci.

Nous avons une si grande famille !

Ce travail est le fruit de nos efforts conjugués.

Que le Gohonzon nous réunisse encore d'avantage.

A LA PHARMACIE DU LAC SAN PEDRO

Je voudrais ici exprimer toute ma reconnaissance envers les docteurs
N'DAKPRI et TEBELE.

Vous êtes des hommes de grandes valeurs humaines.

Vous m'avez appris à me tenir debout ensuite à marcher et aujourd'hui j'ai
grandi.

Toute ma formation à la gestion officinale, je vous la dois entièrement.

Infiniment merci !!!

Je n'oublie pas toute l'équipe de la pharmacie et particulièrement Mme KOUADIO. Merci beaucoup !

Que Dieu vous garde !

A LA PHARMACIE J.LOG DE BASSAM

Docteur LOROUGNON, vous êtes une dame pleine de valeurs humaines.

Vous avez ce don de valoriser l'homme

Grand merci pour la confiance que vous avez placée en moi.

Que Dieu puisse vous le rendre au centuple.

A TOUTES LES PERSONNES QUE J'AI OUBLIEES DE CITER DANS CE TRAVAIL

Infiniment merci pour tout ce que vous avez, de loin ou de près, apporté pour construire cet édifice.

IN MEMORIUM

A ma sœur BENEDICTE

Notre « GNRINHNE », aujourd'hui, j'aurais voulu que tu sois là pour partager avec ton grand frère chéri cette grande joie. Mais la nature en a décidé autrement.

Je prie toujours le Gohonzon afin qu'il puisse alléger ta rétribution karmique et surtout t'accueille en paix dans l'état de KU

A mes tantes ZAMBLE JEANNETTE, N'DRI CECILE et AFFOUE SANDRINE

Vous avez fait tellement de sacrifices pour moi qu'aujourd'hui je suis triste que vous ne soyez pas là. Mais je ne vous oublierai jamais.

Ce résultat est ce que vous m'avez tant souhaité.

Gohonzon vous accueille en paix.

A NOS MAITRES ET JUGES

A NOTRE CHER MAÎTRE ET PRESIDENTE DU JURY

Madame le Professeur AKE MICHELE

- Docteur en pharmacie
- DESS en Nutrition, Diététique et Contrôle des Aliments Université Paris XI
- DEA option Sciences des Aliments de l'université de Montpellier I, option Sciences des Aliments
- Doctorat de l'Université de Montpellier I, option Sciences des Aliment
- Professeur Titulaire en Chimie Analytique et Bromatologie à l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques d'Abidjan
- Pharmacien chef de la pharmacie et du laboratoire de nutrition de l'Institut National de la Santé Publique d'Abidjan (INSP)
- Membre de la Société Ouest Africaine de Chimie
- Membre de l'Association of Official Analytical Chemists (AOAC)
- Membre de la Société des Experts Chimistes de France.

Cher maître,

Nous vous remercions pour l'honneur que vous nous faites de présider le jury de notre thèse et ce malgré vos nombreuses préoccupations.

Vous êtes d'une simplicité et d'une humilité qu'on ne peut qu'admirer.

Nous avons eu la chance et le plaisir de profiter de vos enseignements limpides.

Nous en sommes à la fois honorés et reconnaissants

A NOTRE MAÎTRE ET DIRECTEUR DE THESE

Monsieur le Professeur AMIN N'CHO CHRISTOPHE

- Maître de Conférences Agrégé en Chimie Analytique, Bromatologie à l'Université Félix Houphouët-Boigny
- Chef de service adjoint du laboratoire d'hygiène de l'Institut National d'Hygiène Publique
- Ancien Interne des Hôpitaux d'Abidjan
- Docteur en pharmacie diplômé de l'Université de Cocody
- Docteur des sciences pharmaceutiques et biologiques de l'Université de Montpellier 1
- Titulaire du DESS option Contrôle Qualité des médicaments, aliments et produits cosmétiques, du DEA en conception, réalisation, valorisation du médicament issu de la pharmacopée africaine option Chimie Analytique, du DEA option Chimie des matériaux, du CES de biochimie clinique, du CES d'hématologie-biologie, du CES d'immunologie générale et médicale, de la Maîtrise professionnalisée option santé publique de l'Université Félix Houphouët-Boigny
- Membre de la Société Ouest Africaine de Chimie (SOACHIM) et de la Société Pharmaceutique de Côte d'Ivoire (SOPHACI).

Cher Maître,

Vous avez accepté malgré vos multiples charges d'assurer l'encadrement de cette thèse. Tout au long de ce travail nous avons pu apprécier non seulement votre amour pour le travail, mais aussi et surtout votre disponibilité, votre simplicité et votre bienveillance. Travailler sous votre direction fut très enrichissant.

Puisse ce travail vous rendre hommage.

A NOTRE MAÎTRE ET JUGE

Madame le Docteur KOUASSI-AGBESSI THERESE

- Docteur en Pharmacie
- Maître-assistante au département de bactériologie virologie, à l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques
- Pharmacien biologique (CES biochimie clinique, CES hématologie, CES parasitologie, CES bactériologie-virologie)
- Titulaire du DEA de Biologie Humaine Tropicale option bactériologie-virologie
- Responsable de l'unité de biologie à l'Institut National d'Hygiène Publique (INHP)
- Chef de service adjoint du laboratoire d'hygiène de l'Institut National d'Hygiène publique, chargée de la biologie médicale
- Membre de la Société Pharmaceutique de Côte d'Ivoire (SOPHACI)
- 1er prix d'infectiologie en 1992
- Lauréat du concours d'internat (1989-1990).

Cher Maître,

Votre disponibilité et votre simplicité forcent respect et admiration.

C'est donc un grand honneur que vous nous faites en acceptant de siéger dans ce jury.

Soyez assurée de notre profond respect et notre reconnaissance.

A NOTRE MAÎTRE ET JUGE PROFESSEUR DALLY LABA ISMAEL

- *Docteur en Sciences Pharmaceutiques de l'Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan*
- *Maitre de Conférences Agrégé de Pharmacie galénique et Industrielle*
- *Pharmacien des Hôpitaux*
- *Chercheur au laboratoire de Pharmacie galénique et Législation pharmaceutique de l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de l'Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan*
- *DEA de Conception, Réalisation et Evaluation de médicaments d'origine traditionnelle, option Pharmacotechnie*
- *DESS de Contrôle qualité des médicaments, aliments et produits cosmétiques*
- *Responsable des expertises Pharmacotechniques du Laboratoire de Contrôle des Médicaments du Laboratoire National de la Santé Publique d'Abidjan*
- *Membre de la Société Ouest Africaine de Chimie (SOACHIM)*
- *Membre de la Société Pharmaceutique de Côte d'Ivoire (SOPHACI)*

Cher Maître,

Nous avons été marqués par votre simplicité, votre disponibilité, votre humilité, vos exceptionnelles qualités professionnelles et humaines.

Veillez trouver ici, cher Maître, l'expression de notre infinie gratitude et de notre profond respect. Que DIEU vous comble de ses bénédictions.

LISTE DES ABREVIATIONS

AFNOR	Agence Française de Normalisation
ASR	Anaérobies Sulfito-Réducteurs
BEA	Bile Esculine Azide
°C	Degré Celsius
°CHL	Degré Chlorométrique
CT	Coliformes Totaux
CTh	Coliformes Thermotolérants
DCCNa	DiChloroisoCyanurate de Sodium
GAL	β- Galactosidase
GLUC	β- Glucuronidase
ICP	Plasma Couplé par Induction
INS	Institut National de la Statistique
MES	Matières En Suspension
MO	Matières Organiques
μS	microSiemens
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONG	Organisation Non Gouvernementale
PED	Pays En Développement
pH	Potentiel Hydrogène
SODECI	Société de Distribution d'Eau de la Côte d'Ivoire
SODIS	Solar water Disinfection / Désinfection solaire de l'eau
UCV	Unités de Couleur Vraie
UFC	Unités Formatrices de Colonies
UNICEF	Fonds des Nations Unies pour l'Enfance
UNT	Unité Néphélométrique de Turbidité

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Mortalité et Morbidité liées à l'eau.....	11
Tableau II : Valeurs directives de quelques paramètres physicochimiques proposés par les directives de l'OMS.	28
Tableau III : Valeurs directives de quelques paramètres microbiologiques proposés par les directives de l'OMS.	32
Tableau IV : les caractéristiques de ces divers désinfectants.	49
Tableau V : Nombre de prélèvements à effectuer.	55
Tableau VI : Prélèvements à partir de lots constitués de récipients en verre, en plastique ou de berlingots uni doses.	55
Tableau VII : Codification des échantillons.....	60
Tableau VIII : Avantages et limites de la méthode par filtration sur membrane.....	70
Tableau IX : Recensement des marques d'eaux de javel vendues en Côte d'Ivoire.....	71
Tableau X : Analyse du conditionnement et de l'étiquette.	72
Tableau XI : Moyenne des dosages pour la ville d'Abidjan.....	73
Tableau XII : Moyenne des dosages pour la ville de Soubré.	74
Tableau XIII : Moyenne des dosages pour la ville de San Pedro.	74
Tableau XIV : Résultats comparatifs des différentes moyennes de dosage entre villes pour les échantillons en 8°chl.	75
Tableau XV : Résultats comparatifs des différentes moyennes de dosage entre villes pour les échantillons en 12°chl.	75
Tableau XVI : Résultats de l'analyse microbiologique de l'eau de rivière de Moutcho.	78
Tableau XVII : Résultats de l'analyse microbiologique de l'eau du fleuve Agbo.	78

LISTE DES FIGURES

Figure I: Puits d'eau.....	8
Figure II: Forage d'eau	9
Figure III : Le système de décantation de l'eau à trois pots.	19
Figure IV: Traitement SODIS	20
Figure V: Tubes multiples (10 ml chacun) - Cavités multiples sur un plateau jetable.	30
Figure VI : Composition d'une eau de Javel en fonction du pH.	36
Figure VII: Procédé de fabrication industriel de l'eau de javel.	39
Figure VIII: Action de l'acide hypochloreux sur la cellule bactérienne	42
Figure IX : Top Javel à 8° Chl.....	48
Figure X : Dénombrement des bactéries type Clostridium.	69
Figure XI : courbe d'évolution de tous les produits.....	76
Figure XII : courbe d'évolution des produits à 8° Chlorométrique.....	77
Figure XIII : courbe d'évolution des produits à 12° Chlorométrique.	77

INTRODUCTION

L'eau est une ressource naturelle indispensable à toute forme de vie. Elle est également un élément de promotion de la santé des individus et du développement socio-économique des collectivités humaines [62, 64]. Dans le monde, 1,1 milliard de personnes n'ont pas un accès suffisant à l'eau potable [70]. Lorsqu'elle est accessible, l'eau est souvent sujette à une contamination chimique et/ou microbiologique [32]. La contamination fécale de l'eau de consommation est d'origine humaine ou animale, directe ou indirecte [84]. L'utilisation d'une telle eau comme boisson ou dans la préparation des aliments peut être à l'origine de nouveaux cas d'infection. Les agents pathogènes en cause sont des bactéries, des virus et des protozoaires [27]. Ils peuvent provoquer des maladies de gravité variable, de la gastro-entérite bénigne à la dysenterie, à l'hépatite ou à la fièvre typhoïde, voire à la diarrhée sévère et parfois mortelle [70]. Les maladies d'origine hydrique entraîneraient ainsi chaque année 3,4 millions de décès, dont 2,2 millions par des maladies diarrhéiques, notamment le choléra [70]. Ainsi l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) au travers de la Décennie Internationale de l'Eau Potable et Assainissement (DIEPA 1981-1990) recommanda l'eau potable et l'assainissement pour tous [68]. Plus récemment les Nations-Unies ont déclaré la période allant de 2005 à 2015 « *la décennie internationale d'action* » sur le thème « *l'eau, source de vie* » [69] et celle des objectifs du développement (ODD) de 2015 à 2025 « l'accès de tous à l'eau potable et à l'assainissement ainsi qu' une gestion durable des ressources en eaux » [74].

La Côte d'Ivoire a fait d'énormes progrès dans les domaines de l'approvisionnement en eau potable et de l'assainissement depuis les années 1970 [1, 26]. Cependant beaucoup reste à faire notamment en taux de couverture en eau potable qui est estimé à 61% sur tout le territoire national [6]. De récentes enquêtes de l'Institut National de la Statistique (INS) indiquent que les eaux de

consommation sont contaminées par *Escherichia coli*, indicateur de pollution fécale, à 78,5%. [50].

Par conséquent un ensemble de mesures doit être pris pour garantir la potabilité de l'eau et protéger ainsi la santé des consommateurs. Parmi ces mesures, les plus pertinentes sont le traitement de l'eau à domicile suivi des règles d'hygiène. L'une des techniques de traitement est la désinfection de l'eau de boisson à l'hypochlorite de sodium. Elle permet non seulement de traiter l'eau, mais en plus elle la protège sur une longue période surtout quand celle-ci est bien conservée [65]. La chloration depuis des siècles a prouvé son efficacité dans le traitement de l'eau. Elle a permis de réduire, dès le début du XXe siècle, et de façon drastique les maladies hydriques aux Etats Unis [31]. A ce jour, le chlore demeure le désinfectant le plus utilisé et celui pour lequel le corpus d'information scientifique est le plus abondant [83].

Les solutions d'eaux de javel sont répandues dans nos commerces sous différentes dénominations et proviennent de divers fabricants. Ces solutions nécessitent une attention particulière car de nombreux facteurs concourent à leur dégradation. Une exposition de l'hypochlorite de sodium à l'air et/ou à la lumière, son contact avec les métaux ou les contaminants organiques peuvent altérer rapidement sa teneur initiale [45].

Dans le souci de proposer aux populations des produits de qualité, nous avons mené cette étude dont l'objectif général a été d'évaluer la qualité et la stabilité des eaux de javel suivi de leur application dans le traitement de l'eau à domicile.

Les objectifs spécifiques ont été de :

- recenser les différentes marques d'eaux de javel les plus rencontrées sur les marchés des régions de la Nawa, de San Pedro et de la ville d'Abidjan ;

- contrôler le conditionnement et l'étiquetage des différentes marques ;
- déterminer le degré chlorométrique des eaux de javel ;
- étudier leur stabilité après ouverture des flacons sur trente jours.
- vérifier l'efficacité de ces eaux de javel dans le traitement de l'eau.

Pour atteindre ces objectifs, notre travail s'articulera autour de deux parties :

- une première partie sera consacrée à la revue bibliographique relative à l'eau de consommation, aux maladies hydriques, au traitement de l'eau et aux généralités sur les eaux de javel ;
- une seconde partie, l'étude expérimentale, décrira la méthodologie adoptée, les principaux résultats obtenus et la discussion.

Enfin, la conclusion mettra en exergue les données essentielles de ce travail.

PREMIERE PARTIE :

GENERALITES

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES EAUX DE CONSOMMATION A L'EXCLUSION DES EAUX MINERALES NATURELLES

I- DEFINITIONS

I-1- Eau potable

L'OMS définit l'eau potable comme une eau ne renfermant en quantité dangereuse ni substances chimiques, ni germes nocifs pouvant porter atteinte à la santé du consommateur. En outre, elle doit être aussi agréable à boire que les circonstances le permettent. La fraîcheur, l'absence de turbidité, de coloration, de parasites, de goût, d'odeur désagréable sont autant de qualités exigées d'une eau de boisson. Cette définition introduit un critère de référence sanitaire et d'agrément à la consommation [15].

L'eau de boisson peut contenir les éléments minéraux en solution. C'est à dire des sels ou des gaz dissous qui sont indispensables au bon goût de l'eau dans la mesure où ils ne créent aucune gêne pour la consommation. Elle peut également contenir des micro-organismes dans la mesure où leur présence n'entraîne pas d'effet pathologique. Ce sont essentiellement les notions de risque et d'agrément qui vont guider l'élaboration des normes de potabilité [72].

I-2- Directives et normes

I-2-1- Directives

Les directives constituent un ensemble de recommandations à l'échelle internationale fixant des valeurs indicatives, c'est-à-dire le niveau (une concentration ou un nombre) des éléments constitutifs d'une eau de boisson de façon qu'elle ne présente aucun risque pour la santé de l'utilisateur. Essentiellement deux références sont à noter [91].

➤ Les directives de l'OMS

Depuis 2011, l'OMS a édité une 4^e Édition des directives pour la qualité de l'eau de boisson. Elle a été préparée par plus de 400 experts de 90 pays membres [91].

➤ Les directives de l'Union Européenne

L'Union Européenne (UE) a défini les directives de qualité essentielle auxquelles doivent satisfaire les eaux destinées à la consommation humaine dans ses états membres [91].

I-2-2- Les normes

Les normes décrivent les exigences raisonnables minimales s'appliquant aux pratiques sans risque destinées à protéger la santé des consommateurs et/ou définissent des « valeurs guides » numériques pour les constituants de l'eau, ou encore des indicateurs de qualité de l'eau [72].

II- APPROVISIONNEMENT EN EAU

II-1- Eau distribuée via les réseaux publics d'adduction

Elle provient de ressources souterraines et / ou superficielles (fleuves, rivières, lacs, ...) et subit un certain nombre de traitements avant sa livraison au robinet du consommateur.

En Côte d'Ivoire, l'eau fournie au robinet du consommateur est gérée par la Société de Distribution d'Eau de la Côte d'Ivoire (SODECI). Il s'agit d'une eau de qualité microbiologique et physico-chimique acceptable car elle subit de nombreux traitements de potabilisation. Cependant cette ressource précieuse n'est pas accessible à toute la population ivoirienne. En 2016, près de 4 ménages sur 5 (80,7%) utilisaient une source améliorée d'eau potable, mais la proportion des sources d'eau contenant des matières fécales est importante (53,6%) [50].

II-2- Eaux de puits et Eaux de forages

II-3-1- Eaux de puits

Un puits est un trou rond qui va de la surface de la terre jusqu'à la nappe phréatique souterraine. A cause des infiltrations d'eau sale, d'urine ou d'excréments animaux, l'eau provenant des puits est de moindre qualité pour la consommation humaine [56]. Cependant le manque d'accès à l'eau potable dans les zones les plus reculées oblige les populations à consommer ces eaux de puits. La profondeur d'un puits se situe rarement au-dessus de 20 mètres et le débit est très variable en fonction de la saison climatique. En saison pluvieuse l'eau est abondante, tandis que pendant la saison sèche, elle est en quantité infime. En Côte d'Ivoire l'eau de ces ouvrages présente un risque élevé de pollution. Même les puits équipés de couvercle peuvent être pollués [79].



Source [23]

Figure I: Puits d'eau

II-3-2- Eaux de forages

Un forage est un ouvrage constitué par un long tube enfoncé dans le sol jusqu'au niveau de la nappe phréatique [22]. Inversement aux autres puits d'eau, le forage permet de capter l'eau directement des rivières souterraines ou de la nappe phréatique isolée et profonde. Le forage peut atteindre 300 mètres de profondeur. Dans ce sens, il est donc moins vulnérable aux sécheresses contrairement aux autres puits qui risquent de ne pas produire suffisamment d'eau. Bien que ces eaux soient généralement considérées comme acceptables,

la protection du périmètre de forage contre toute forme de pollution est indispensable pour la qualité de ces eaux [47]. Le débit est au-dessus de 5m^3 par heure et peut même aller jusqu'à 8m^3 par heure. Il est donc constant et ne dépend pas des conditions climatiques extérieures, car la nappe souterraine emmagasine assez d'eau pour fournir le besoin constant d'une habitation. De plus, le forage offre un gain de pression important par rapport à un puits. Alors, pour une alimentation de l'eau collective pour toute une communauté, le forage sera une solution plus avantageuse.



Source [55]

Figure II: Forage d'eau

II-3- Eaux de surface

Les eaux de surface proviennent soit des nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseau, de rivière, soient des eaux de ruissellement. Elles se rassemblent en cours d'eau, caractérisées par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable. Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (lacs, fleuves) ou artificielles (retenues, barrages). Ces réserves sont caractérisées par une surface d'échange eau-atmosphère quasiment immobile, une profondeur qui peut être importante et un temps de séjour appréciable [43].

Une eau de surface peut être chargée de gaz dissous, issus de l'atmosphère : le dioxyde de carbone CO_2 , l'azote N_2 , l'oxygène O_2 Elle peut dissoudre des constituants minéraux contenus dans le sol. L'eau de surface est chargée de particules, matériaux divers, en suspension :

- Matières En Suspension (M.E.S) : Elles représentent tout élément en suspension dans l'eau dont la taille permet sa rétention sur un filtre de porosité donnée. Les M.E.S. sont liées à la turbidité (mesure du trouble de l'eau) ;
- les Colloïdes : sont des micelles chargées négativement (diamètre de 0,5 μm à 0,5mm) ;
- Matières Organiques (M.O) : Elles sont issues de la décomposition des animaux et végétaux morts ;
- Plancton (Phytoplancton, Zooplancton) : Il est constitué par des bactéries, des protozoaires, des algues, des animaux, et des végétaux de petites tailles en surface ou proche de la surface [63].

II-4- Eaux de pluie

Les eaux de pluie sont collectées à partir des toitures des maisons dans des récipients ou des impluviums. Ces eaux présentent à l'origine sur le plan chimique, une carence en certains éléments indispensables à la santé comme le sodium, magnésium, manganèse, fer, iode tandis qu'elles sont pures sur le plan microbiologique [29].

III- EPIDEMIOLOGIE DES MALADIES HYDRIQUES

Les maladies hydriques sont des affections pour lesquelles l'eau joue un rôle direct ou indirect dans la transmission. L'eau peut être donc à l'origine de plusieurs maladies graves pouvant causer des décès (Tableau I).

Tableau I : Mortalité et Morbidité liées à l'eau.

Maladies	Morbidité/Mortalité par an
1- Maladies liées à l'eau	
➤ Diarrhée (eau et dysenterie)	1,5 milliard de cas 3,3 millions de morts chez les moins de 5 ans (5 millions de morts tous âges confondus)
➤ Choléra	500.000 cas 20.000 morts
➤ Fièvre typhoïde	500.000 cas 25.000 morts
➤ Ascariidiose	1,3 milliards de personnes infectées 59 millions de cas cliniques 10.000 morts
2- Infections liées à une hygiène insuffisante	
➤ Trachome	146 millions de cas 6 millions aveugles
➤ Gale et autres infections de la peau	Extrêmement fréquent
3- Infections liées à un manque d'assainissement	
➤ Ténias	75 millions de personnes infectées.

Source: [54]

Entre 2002 et 2013, la surveillance épidémiologique a notifié 7 573 cas de choléra en Côte d'Ivoire avec 272 décès, soit un taux de létalité élevé de 3,6 % [28]. Dans les pays en développement, la fièvre typhoïde est endémique et pose un problème majeur de santé publique. L'incidence dans les Pays En Développement (PED) est de 540 cas/100 000 habitants [11].

D'après le Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF), l'amélioration de l'approvisionnement en eau, de l'assainissement et de l'hygiène suffirait à réduire de 26% le nombre de cas de diarrhées et de 65% celui des morts. Ces progrès entraîneraient aussi une forte diminution des autres maladies liées à l'eau telles que le paludisme et la maladie du sommeil [10].

IV- MALADIES HYDRIQUES

Une maladie d'origine hydrique est toute maladie de nature infectieuse ou d'origine chimique causée ou pouvant être provoquée par l'ingestion d'eau ou par un contact avec l'eau [21].

IV-1- Maladies de nature infectieuse

Les maladies de nature infectieuse sont des infections ou symptômes et signes d'infections à un micro-organisme [37].

IV-1-1- Maladies bactériennes

Les maladies bactériennes sont des maladies transmises par ingestion ou utilisation d'eau contaminée par des bactéries. [48]. Parmi celles-ci, le choléra et les salmonelloses sont des affections intestinales parmi les plus caractéristiques de celles liées à la consommation d'eau polluée [16].

IV-1-1-1- Cholera

Il se caractérise par une diarrhée aqueuse qui s'accompagne d'une déshydratation extrême. Cette déshydratation fait la gravité de la maladie. En l'absence de traitement, la mort survient entre 48 et 72 heures.

L'agent responsable est le *Vibrio cholerae* biotype El Tor [7]. Le choléra évolue sous un mode d'épidémie avec une périodicité saisonnière (juin-juillet, correspondant à la saison des pluies en Côte d'Ivoire). La transmission hydrique de l'affection a été démontrée plus d'une fois [23].

En effet, les vibrions ont été isolés des sources, des puits et des coquillages [39]. Les aliments pollués par l'eau, les fèces ou les mains contribuent à propager l'épidémie.

Dans les pays en développement, l'absence de réseau d'eau potable, d'assainissement, d'hygiène générale et l'insuffisance des connaissances

sanitaires des populations représentent les conditions idéales pour le développement de l'épidémie [39].

IV-1-1-2- Salmonelloses

Parmi les salmonelloses humaines, on peut distinguer deux groupes nosologiques essentiels :

- les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes dues à quelques sérotypes (*Salmonella ser typhi*, *Salmonella ser para typhi A, B et C*) avec un tableau clinique bien particulier;
- les gastro-entérites aiguës ou toxi-infections alimentaires plus fréquentes et dues à un grand nombre de sérotypes ubiquistes.

On peut citer en outre, des septicémies survenant sur terrain immunodéprimé [38].

L'état de portage asymptomatique fait, des porteurs sains, un des réservoirs de l'infection. Les porteurs chroniques hébergent le germe dans la vésicule biliaire et peuvent excréter jusqu'à 10^{11} bacilles par gramme de matière fécale [38]. De surcroît, la persistance des germes dans l'eau (une semaine à plus d'un mois selon les sérotypes) fait des salmonelles des germes d'une grande importance sanitaire [42].

IV-1-2- Maladies virales

Les pathologies virales d'origine hydrique sont responsables d'une morbidité-mortalité élevée. Des panoplies de virus, à l'origine de gastro-entérites aiguës, ont été identifiées, mais les agents pathogènes les plus célèbres sont encore les virus de la poliomyélite et des hépatites A et E.

La caractéristique commune de ces pathologies est le mode de transmission: soit direct du malade à son entourage, soit indirect par ingestion d'eau de boisson ou

d'aliments, fruits, légumes crus souillés par les déjections des sujets infectés. Les agents de contamination sont évacués dans les selles, souvent déposés à terre, non loin des sources d'approvisionnement en eau. Aussi, le danger potentiel représenté par ces pollutions est appelé le « péril fécal ».

Les techniques sérologiques de type Elisa, disponibles pour la plupart de ces virus, ont un intérêt diagnostique et épidémiologique, en particulier pour les entérovirus, les calicivirus, les astrovirus, les virus des hépatites A et E. La recherche de virus fécaux dans les eaux usées fournit des informations précieuses sur leur portage dans la population et devrait occuper une place plus importante dans la surveillance microbiologique de l'environnement. Bien que l'incidence et la gravité des infections virales, liées au péril fécal, varient selon le niveau socio-économique des pays, le risque est omniprésent. Les mesures de prévention sont individuelles et collectives. Il existe des vaccins efficaces contre la poliomyélite et l'hépatite A. Mais le risque fécal ne sera réellement maîtrisé que par l'hygiène, l'éducation sanitaire, l'assainissement et la consommation d'eau potable [71].

IV-1-3- Maladies parasitaires

On décrit principalement la giardiase, la cryptosporidiose et les amibiases. Leur gravité réside dans la capacité de leurs formes de résistance (kystes ou oocytes) à supporter la chloration. On les retrouve donc dans les réseaux distribuant des eaux ayant été désinfectées par chloration [41].

IV-2- Maladies liées à l'eau

Elles se définissent comme des maladies transmises par des microorganismes aquatiques dont leur cycle de développement fait intervenir la présence d'un hôte intermédiaire. Le parasite effectue une partie de son cycle de développement chez cet hôte intermédiaire (mollusque). L'autre partie du cycle s'effectue chez l'homme qui constitue ainsi l'hôte définitif. Les deux principaux modes de transmission sont :

- la pénétration transcutanée (cas de la bilharziose),
- l'ingestion d'eau de boisson contaminée (Dracunculose) [40].

IV-2-1- Bilharziose

C'est la plus redoutable des affections liées à l'eau. Elle est provoquée par des schistosomes, avec comme hôte intermédiaire un mollusque (bulin ou planorbe).

On estime à 200-300 millions, le nombre de personnes souffrant de cette affection dans le monde [24, 85]. On note une augmentation des fréquences de la bilharziose suite aux grands travaux d'irrigation ou à l'urbanisation sur des terrains marécageux [46, 86].

IV-2-2- Dracunculose

Elle est transmise par l'ingestion de cyclops (hôte intermédiaire) parasité par un nématode (*Dracunculus medinensis*).

L'éradication de l'infection causée par la filaire de Médine dans le monde en 1995 était un objectif de la Décennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement (1981–1990), objectif formalisé par l'Assemblée mondiale de la Santé elle-même en 1991. Le Programme d'éradication de *Dracunculus* a permis d'atteindre une réduction massive du nombre de cas. Le nombre de cas estimés s'élevait à 3,3 millions en 1986, 625 000 en 1990, moins de 60 000 en 2002 et seulement 3190 en 2009, majoritairement au Soudan [91].

Le ruissellement de l'eau sur les jambes des patients infectés vers les puits où vivent ces micro-crustacés (cyclops) permet leur parasitage.

Les mares ou les puits ouverts où l'on descend pour puiser l'eau, favorise la propagation de la maladie. D'où l'intérêt des margelles pour les puits surtout dans les campagnes [49].

IV-3- Maladies d'origine chimique liée à l'eau

Les maladies d'origine chimique sont des intoxications ou symptômes et signes d'intoxications à un produit chimique [37].

Le risque hydrique d'origine chimique a été principalement étudié pour l'eau destinée à la consommation humaine. À moyen terme, des pathologies ont été identifiées, induites par le fluor (fluorose dentaire) ou les nitrates (méthémoglobinose). À long terme, le rôle néfaste de macroconstituants des eaux (sodium, dureté, etc....) n'a pas été confirmé ; en revanche, certains microconstituants sont réellement impliqués dans un risque hydrique, tels des métaux lourds (plomb, cadmium). Des interrogations subsistent pour certaines molécules organiques (pesticides, haloformes) et, d'une manière plus générale, pour les sous-produits minéraux ou organiques de la désinfection (chloration surtout) des eaux, en termes de risque cancérogène [18, 66].

Le risque d'origine chimique est très mal connu pour les autres voies d'exposition : inhalation et contact.

D'une façon générale, le risque chimique peut être lié, soit à la contamination de l'eau brute, soit à un traitement de l'eau (dérivés de coagulants, sous-produits de désinfection), soit au transport de l'eau par des contaminants présents dans les tuyaux tels que plomb, amiante, hydrocarbures aromatiques polycycliques, soit à une contamination spécifique liée au processus.

L'évaluation du risque d'origine chimique est utilisée principalement lors de la détermination des normes ou recommandations de qualité d'eau potable [32]. Cette démarche peut être aussi utilisée en cas de dépassement de normes afin de déterminer l'importance et le type de mesure à prendre pour protéger la santé de la population exposée.

V- TRAITEMENT DES EAUX BRUTES

Le traitement de l'eau contaminée est essentiel pour garantir à la population une santé saine. Dans ce but l'eau brute va subir un certain nombre de traitements nécessaires pour la rendre potable [5].

V-1- Prétraitement

Le prétraitement (dégrillage, tamisage) a pour but d'éliminer les éléments solides ou particulaires les plus grossiers, susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements [14].

V-1-1- Dégrillage

Le dégrillage est la première étape d'une filière de traitement, qui consiste à retenir tous les gros déchets. Il permet de séparer et d'évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants, ou en compliquer l'exécution. Pour ce faire, un système de grille est mis en place, dont l'espacement dépend de la nature des déchets. Le dégrillage a pour objectif de protéger la station de traitement [5].

V-1-2- Tamisage

Le tamisage permet d'éliminer des objets plus fins que ceux éliminés par le dégrillage. Il s'agit de feuilles ou de morceaux de plastique par exemple.

V-2- Traitement physico chimique

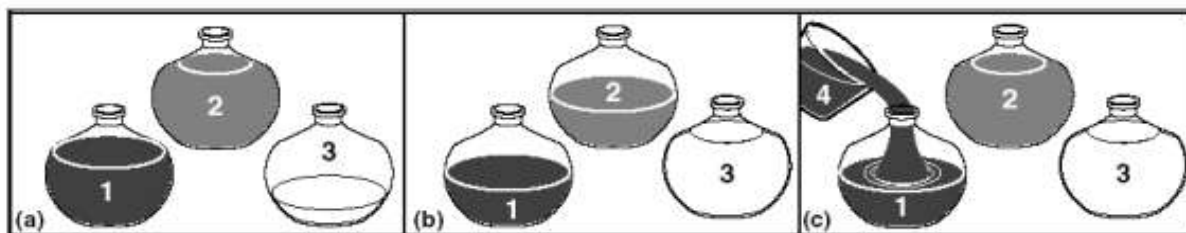
V-2-1- Coagulation floculation

La coagulation et la floculation sont au cœur du traitement de l'eau potable. Il s'agit ici du traitement secondaire effectué sur une eau brute suivant le dégrillage et le dessablage. Premièrement, un coagulant ou un produit qui aura pour effet de neutraliser la charge des particules colloïdales (responsables entre autres de la couleur et la turbidité) est ajouté de façon que ces particules ne se repoussent plus entre elles. Une fois cette étape accomplie, un flocculant ou aide coagulant est injecté pour favoriser l'agglutination de toutes les particules devenues neutres c'est-à-dire les rassembler ensemble pour qu'elles forment des flocons assez gros pour sédimenter (couler au fond) par eux-mêmes. Cette étape a lieu dans un bassin à mélange plus lent de manière à ne pas briser les flocons une fois formés [57].

V-2-2- Décantation

La décantation consiste à débarrasser l'eau des matières en suspension qui se déposent sous l'effet de leur propre poids. Un stockage inerte de l'eau dans de bonnes conditions d'hygiène pendant une journée permet d'éliminer plus de 50% de la plupart des bactéries [42]. Si le stockage est prolongé, des réductions supplémentaires peuvent être obtenues. Le stockage permet à la décantation d'avoir lieu, permettant aux matières en suspension et à certains pathogènes de descendre au fond du récipient.

L'eau retirée dans la partie supérieure du récipient de stockage est alors moins contaminée que l'eau dans la partie inférieure. Si les matières en suspension sont très petites (comme des particules d'argile), les performances de la décantation en seront d'autant amoindries. Le système de traitement avec trois récipients où l'eau est chaque jour transférée d'un récipient à l'autre permet d'assurer une décantation d'au moins deux jours, assurant une meilleure clarification de l'eau.



L'eau potable est toujours prélevée du pot 3. Cette eau a été stockée pendant au moins deux jours et sa qualité est améliorée. Ce pot sera régulièrement nettoyé (éventuellement stérilisé en le remplissant d'eau bouillante) chaque jour, lorsque de l'eau est apportée à la maison :

- (a) verser lentement l'eau du pot 2 dans le pot 3 et laver le pot 2 ;
- (b) verser lentement l'eau du pot 1 dans le pot 2 et laver le pot 1 ;
- (c) verser l'eau prélevée à la source (seau 4) dans le pot 1 (elle peut être filtrée à travers un tissu propre).

L'usage d'un tuyau flexible pour siphonner l'eau d'un pot à l'autre perturbera moins les sédiments que de verser l'eau.

Figure III : Le système de décantation de l'eau à trois pots [33].

V-2-3- Filtration

La filtration est un procédé physique, destinée à clarifier un liquide qui contient des matières solides en suspension en le passer à travers un milieu poreux. L'eau passe à travers un filtre qui intercepte les petites particules. Plus petites sont les mailles du filtre, plus petite doit être une particule pour passer. La filtration peut être accomplie comme traitement tertiaire d'une eau brute, comme traitement secondaire d'une eau usée ou comme unique traitement si on parle d'une filtration transmembranaire. Les filtres les plus communs dans les stations de traitement d'eau sont les filtres au sable et à l'anthracite. Les filtres s'assurent que l'eau qui en sort respecte les normes en vigueur (ou mieux) en ce qui concerne la turbidité (la couleur ayant été enlevée par l'étape précédente). Les virus et bactéries peuvent toutefois passer au travers des filtres, c'est pourquoi l'étape finale de désinfection est obligatoire [53].

V-2-4- Désinfection

La désinfection est une étape fondamentale du processus de traitement de l'eau. Elle peut se faire par plusieurs techniques dont l'ébullition, la désinfection solaire, la chloration

V-2-4-1- Ebullition

L'ébullition de l'eau est un moyen efficace pour tuer la majorité des pathogènes (la plupart étant tuée à partir d'une température de 70°C). Si faire bouillir l'eau est une méthode facilement contrôlable (seules quelques minutes d'ébullition assurent la garantie d'une eau potable), son recours peut poser des difficultés, notamment lorsque les combustibles (bois, charbon, gaz...) sont rares ou trop onéreux pour les usagers [33].

V-2-4-2- Désinfection solaire : SODIS

La désinfection solaire utilise l'énergie solaire pour détruire les éléments pathogènes présents dans l'eau. La méthode SODIS (Solar Water Disinfection) propose d'exposer des bouteilles en plastique remplies d'eau au soleil (Figure IV). La désinfection est assurée de deux manières : un traitement par radiation et un traitement thermique. Les ultra-violets présents dans les rayons solaires combinés à la hausse de température (qui n'a pas besoin d'excéder 50°C) ont la capacité de détruire une grande partie des pathogènes présents dans l'eau. Afin d'optimiser le traitement, il est recommandé de peindre les bouteilles en noir sur la moitié de leur surface, ou de les placer sur des surfaces réfléchissantes (toits en aluminium ou en zinc par exemple). La durée d'exposition est de 6 heures minimum. L'efficacité de cette méthode dépend du rayonnement solaire, ce qui la rend éligible dans des régions situées entre les latitudes 15° et 35° Nord et 15° et 35° Sud.



Source [19]

Figure IV: Traitement SODIS

V-2-4-3- Chloration

La chloration est l'une des méthodes les plus largement utilisées pour assurer la désinfection de l'eau. Le chlore tue les organismes pathogènes à condition d'assurer un temps de contact suffisant (minimum 30 minutes).

Selon l'OMS, l'eau de boisson doit contenir entre 0,5 et 5 mg/l de chlore résiduel libre. Les eaux brutes, après traitement, doivent en contenir environ 2mg/l [30]. Si l'eau est stockée dans de bonnes conditions (dans un réservoir opaque et fermé), ce chlore résiduel éliminera tout risque de nouvelle contamination après le traitement. Les produits commercialisés ont souvent des niveaux de dilution variable. Il convient donc de suivre scrupuleusement les instructions des fabricants pour effectuer des dosages adéquats. [30]

En présence d'une eau trouble (turbidité supérieure à 5 UNT), un traitement préliminaire est nécessaire pour diminuer la turbidité et améliorer l'action du chlore: la présence de matières en suspension inhibe l'action du chlore, favorisant ainsi la présence de bactéries [58].

VI- CONTROLE QUALITE DE L'EAU

VI-1- Echantillonnage

L'échantillonnage est primordial car il conditionne la pertinence de l'analyse. Il doit être de qualité mais également représentatif de ce que l'on veut analyser. Par exemple les échantillons d'eau pour analyse physicochimique doivent être prélevés dans des récipients propres, rincés plusieurs fois avec l'eau à analyser, puis fermés hermétiquement sans laisser de bulles d'air dans le flacon [36, 73].

Pour l'analyse de l'eau de boisson, les paramètres physiques, chimiques et microbiologiques peuvent être mesurés. Mais ces paramètres à analyser dépendent des besoins et objectifs du projet, et des ressources disponibles.

Cependant, par-dessus tout, les paramètres d'analyse de qualité de l'eau doivent être en priorité ceux qui ont le plus grand impact sur la santé publique [20].

VI-2- Techniques d'analyses de l'eau

Une analyse peut être effectuée pour déterminer si des agents pathogènes sont présents dans l'eau de boisson. Cependant, d'autres indicateurs, comme la fréquence des maladies diarrhéiques, peuvent aussi être importants et parfois plus significatifs que les indicateurs de qualité de l'eau eux-mêmes. L'état général de santé, de bien-être ou d'énergie de la population locale peut aussi donner une idée de la qualité de l'eau de boisson de la communauté [20].

VI-2-1- Analyses au lieu de prélèvement

Certains paramètres tels que la température, le pH, la turbidité, la conductivité, l'alcalinité et l'oxygène dissous doivent être mesurés in situ. En effet, ces paramètres sont très sensibles aux conditions du milieu et susceptible de varier dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés sur le site. Ces mesures de terrain sont faites à l'aide de kits d'analyse portables.

Bien que les kits d'analyse portables aient l'avantage d'être simples à utiliser en dehors d'un laboratoire et soient souvent disponibles à des prix relativement bas, leur précision analytique est souvent inférieure à celles des méthodes de laboratoire. Cependant, lorsqu'ils sont utilisés correctement, les kits d'analyse portables fournissent des outils utiles pour évaluer rapidement de nombreux paramètres chimiques lorsque des laboratoires commerciaux ne sont pas disponibles ou sont trop chers [91].

VI-2-1-1- Détermination du pH

Le pH des systèmes aqueux mesure l'équilibre acide-base atteint par différents composés en solution. Dans la plupart des eaux naturelles, le pH dépend de

l'équilibre carbonate-bicarbonate-anhydride carbonique [59]. Le pH et d'autres constituants des eaux naturelles comme les gaz, les colloïdes et toutes sortes de matières déterminent l'importance de la corrosion dans un réseau et définissent l'agressivité de l'eau [28].

La mesure du pH se fait par des méthodes électrochimiques par utilisation d'un pH mètre. Celles-ci sont basées sur des réactions d'oxydoréductions qui sont le siège d'un échange d'électrons entre l'oxydant et le réducteur. Elles utilisent deux électrodes : une électrode de mesure (électrode de verre) qui doit être conservée dans une solution tampon et une électrode de référence (électrode au calomel saturé) qui doit être conservée dans une solution 0,1 M KCl.

Elle peut se faire également par utilisation de bandelettes tests réactives [20].

Bien qu'aucune relation directe n'ait été établie entre le pH et la santé, il convient de noter que le pH agit indirectement sur la santé dans la mesure où il influe sur les différents procédés de traitement destinés à éliminer les microorganismes pathogènes tels que virus, bactéries, c'est pourquoi il est impératif que le pH soit compris entre 6,5 et 8,5 [30].

VI-2-1-2- Détermination de la Turbidité

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité de l'eau a pour origine la présence de matières en suspension (argile, limons, particules fibreuses ou organiques, micro-organismes...). Elle est souvent liée à des phénomènes pluviométriques dans les eaux superficielles et dans certaines eaux souterraines (nappes peu profondes).

La turbidité se mesure à l'aide d'un turbidimètre en unités de turbidité néphélométriques (UNT). La turbidité fait appel à des méthodes néphélométriques, qui se basent sur la diffusion de lumière d'une longueur d'onde spécifique à travers l'échantillon [90]. Plus la turbidité est élevée, plus il est difficile de voir à travers l'eau. La turbidité peut être vue à l'œil nu à partir

d'environ 4 UNT et peut se mesurer par simple estimation, par estimation quantitative au moyen d'un tube à turbidité ou par utilisation d'un turbidimètre numérique. Une turbidité élevée masque les microorganismes et rend inefficace la chloration de l'eau [35].

VI-2-1-3- Détermination de la Conductivité

La conductivité traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique. Elle se mesure avec un conductimètre et fait appel à des méthodes électrochimiques. L'unité de mesure communément utilisée est le Siemens (S/cm), exprimé souvent en microSiemens/cm ($\mu\text{S/cm}$). La conductivité est proportionnelle à la quantité de solides (les sels minéraux) dissous dans l'eau. Ainsi, plus la concentration en solide dissout sera importante, plus la conductivité sera élevée. La mesure de ce paramètre permet d'apprécier le degré de minéralisation de l'eau. [36, 60, 73].

VI-2-1-4- Recherche de l'arsenic

L'analyse de l'arsenic n'était possible auparavant que dans un laboratoire. Cependant, à la suite de la découverte d'une contamination significative à l'arsenic des eaux souterraines en Asie et ailleurs, il existe à présent une gamme de kits d'analyse portables. Toutes ces mesures reposent sur la méthode Gutzeit [87].

La plupart des kits d'analyse disponibles sur le marché fournissent des tables de référence de couleur, avec une limite de détection annoncée à environ 10 $\mu\text{g/L}$. Cependant, des évaluations ont montré que les résultats sont au mieux semi-quantitatifs, notamment pour les concentrations les plus basses ($< 100 \mu\text{g/L}$). Les kits sont utilisés le plus efficacement pour donner un résultat positif/négatif par rapport à une valeur de référence de 50 $\mu\text{g/L}$, qui est la norme pour l'eau de boisson dans de nombreux pays touchés par une contamination à l'arsenic. A ce niveau, la plupart des échantillons contenant 50-99 $\mu\text{g/L}$ apparaissent positifs, et

presque tous ceux contenant 100 µg/L ou davantage donnent un résultat positif, bien que le résultat quantitatif puissent être incorrect [36, 87].

VI-2-2- Analyses au laboratoire

De nombreuses techniques sont généralement utilisées pour analyser les contaminants chimiques au laboratoire. Une revue des techniques courantes de laboratoire permettant de mesurer les divers paramètres importants de qualité de l'eau de boisson (Tableaux II et III) est proposée [91].

VI-2-2-1- Paramètres physico-chimiques classiques

L'aluminium, le calcium, les chlorures, le magnésium, les phosphates, le potassium, le sodium, les sulfates, la turbidité peuvent être analysés par colorimétrie avec un photomètre ou par spectrométrie avec un spectrophotomètre, les méthodes par électrode peuvent également être utilisées pour les déterminer [36, 44].

Le pH et la minéralisation sont facilement mesurés en utilisant les méthodes par électrode [36].

Le dosage spectrophotométrique consiste à savoir quelle est l'absorbance à chaque valeur de la longueur d'onde. On utilise donc un système de type monochromateur pour fixer la longueur d'onde et un photomultiplicateur vient enregistrer l'absorbance correspondante. Il suffit de faire varier la longueur d'onde sur une plage adéquate pour obtenir un spectre.

Une source de lumière est rendue monochromatique à travers un système dispersant (prisme) ou un système diffractant (réseau). Le faisceau est dédoublé. Un faisceau traverse la cuve et l'autre sert de référence (passe à travers une cuve de solvant). Un photomultiplicateur enregistre le spectre de transmission $T = I / I_0$ puis traite l'information de façon à donner l'absorption. Le spectre est

ensuite affiché et traité par un ordinateur qui détermine les différentes longueurs d'onde d'absorption maximale ainsi que les absorptions correspondantes [78].

VI-2-2-2- Paramètres indésirables de l'eau

Le fer, les fluorures et le manganèse sont analysés par colorimétrie avec un photomètre. Le dosage colorimétrique repose sur la quantification de produits colorés, issus d'une réaction chimique [51]. Elle n'est possible que lorsque l'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration de l'élément à doser. Les dosages colorimétriques s'appuient sur la loi de Beer Lambert, exprimée par la relation suivante :

$$A_{\lambda} = -\log \frac{I}{I_0} = \varepsilon_{\lambda} \cdot \ell \cdot C.$$

- I / I_0 : la **transmittance** de la solution (sans unité).
- A : l'**absorbance** ou **densité optique** à une longueur d'onde λ (sans unité).
- ε : l'**absorptivité molaire** (aussi appelé **coefficient d'extinction molaire**), exprimée en $L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$. Elle dépend de la longueur d'onde, la nature chimique de l'entité et la température.
- ℓ : la longueur du trajet optique dans la solution traversée, elle correspond à l'épaisseur de la cuve utilisée (en cm).
- C : la concentration molaire de la solution (en $mol \cdot L^{-1}$) correspondant à la valeur à déterminer.

VI-2-2-3- Détermination des dérivés azotés

L'ammonium, les nitrates et les nitrites sont analysés par colorimétrie avec un photomètre, ils peuvent être analysés en utilisant les méthodes par électrode [36].

VI-2-2-4- Recherche de pesticides et hydrocarbures aromatiques polycycliques

Ils sont déterminés par des méthodes chromatographiques telles que la chromatographie en phase gazeuse, la chromatographie liquide de haute

performance (HPLC). C'est une technique analytique qui permet de séparer les constituants d'un mélange homogène [20].

La chromatographie en phase gazeuse est une méthode de séparation des composés volatils basée sur l'interaction entre ceux-ci et la phase stationnaire. L'agitation brownienne apportée par la montée en température du four libère les composés de cette interaction. Le balayage de la colonne par le gaz vecteur entraîne les composés vers le détecteur [8].

Quant à la HPLC, elle permet de séparer des constituants d'un mélange qui emploie un solvant comme phase mobile et un solide ou un liquide supporté par un solide comme phase stationnaire [9].

VI-2-2-5- Recherche de métaux lourds

Ils sont analysés par des méthodes spectrométriques. Ils peuvent être analysés par spectrophotométrie d'absorption atomique ou par spectrophotométrie d'émission atomique. Les échantillons sont chauffés par une flamme ou électriquement dans un four cylindrique en graphite, et la concentration est déterminée par l'absorption/émission de lumière d'une longueur d'onde particulière par les atomes de métal [20].

La torche à plasma (plasma couplé par induction-ICP) permet de les analyser soit par spectroscopie d'émission atomique, soit par spectroscopie de masse. Les méthodes ICP sont très chères et compliquées, et sont peu répandues dans les pays en développement [87].

Tableau II : Valeurs directives de quelques paramètres physicochimiques proposés par les directives de l'OMS.

Paramètres physico-chimiques	Valeur	Unités
Ph	6,5-8,5	-
Couleur	15	UCV
Goût et odeur	-	Critère sans désagrément pour la majorité des usagers
Turbidité	5	UNT
Température	-	Valeur non fixée
Chlorures	250	mg/L
Manganèse	0,1	Mg/L
Sodium	200	mg/L
Sulfates	250	mg/L
Aluminium	0,2	mg/L
Cyanure	0,05	mg/L
Fluorures	1,5	mg/L
Nitrates	50	mg/L
Nitrites	0,1	mg/L
Plomb	0,01	mg/L
Sélénium	0,01	mg/L
Fer	0,30	mg/L

Source : [20]

VI-2-2-6- Recherche des germes indicateurs de pollution

Trois méthodes d'analyse principales peuvent être utilisées pour déterminer la présence d'indicateurs bactériens dans l'eau.

La ***présence-absence (P-A)*** est un test qualitatif qui dépend d'un changement de couleur pour déterminer la présence d'une contamination. Si le test est positif, signifiant que l'indicateur bactérien est présent, l'échantillon d'eau prendra une couleur particulière. Les tests P-A ne donnent pas la quantité de ces bactéries dans l'échantillon d'eau, ils ne sont en général appropriés que dans les circonstances où des coliformes thermorésistants ne sont que rarement trouvés, et où la contamination ne se produit qu'à des niveaux faibles (ex : dans des puits profonds). Les différents produits P-A peuvent tester trois types d'indicateurs bactériens : les bactéries produisant du H_2S , les bactéries coliformes totales et *E. coli* [20].

La méthode d'analyse par le ***nombre le plus probable (NPP)*** estime le nombre de bactéries indicatrices dont la présence dans l'échantillon d'eau est très probable.

De multiples échantillons (1-10 mL) de l'eau traitée sont ajoutés à un milieu de culture dans des tubes stériles, et incubés à une température spécifique ou pendant une période donnée (habituellement 24 heures). On se sert couramment de trois ou cinq tubes, bien que dix tubes puissent être utilisés pour une meilleure sensibilité.

Il devient de plus en plus courant d'utiliser un plateau jetable présentant de multiples petites cavités plutôt que des tubes, car cela simplifie la procédure. On peut réaliser une estimation statistique du nombre le plus probable de bactéries en comptant le nombre de tubes ou cavités présentant un résultat positif, et en le comparant avec un tableau. Les résultats sont transcrits en NPP par 100 ml (figure V) [87].

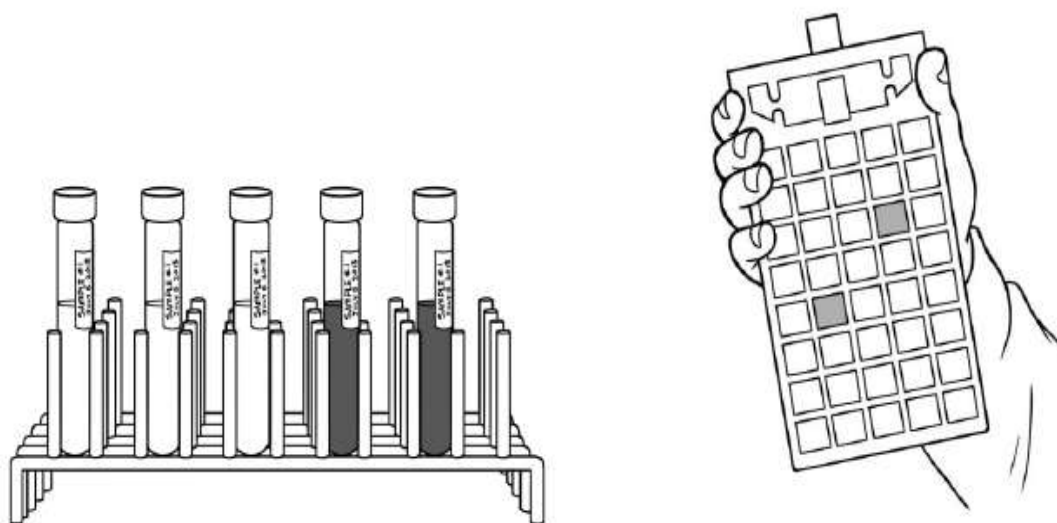


Figure V: Tubes multiples (10 ml chacun) - Cavités multiples sur un plateau jetable.

La *filtration par membrane (FM)* est la méthode la plus précise pour déterminer le nombre de bactéries indicatrices dans un échantillon d'eau. Elle est une méthode standard internationalement reconnue pour l'analyse de qualité de l'eau. Elle peut être réalisée dans un laboratoire ou au moyen d'un kit d'analyse portable. [19]

En général, un échantillon d'eau de 100 mL est aspiré à travers un papier filtre au moyen d'une petite pompe à main. Après la filtration, les bactéries restent sur le papier filtre que l'on place ensuite dans une boîte de Pétri avec une solution nutritive (milieu de culture). Les boîtes de Pétri sont placées dans un incubateur à une température et pendant une durée spécifique, qui peuvent varier en fonction du type d'indicateur bactérien et du milieu de culture. Après incubation, les colonies bactériennes sont visibles à l'œil nu ou avec une loupe.

La taille et la couleur des colonies dépendent du type de bactéries et du milieu de culture utilisé. Les colonies bactériennes sont dénombrées pour déterminer le nombre d'unités formatrices de colonies (CFU) par 100 mL [20].

Les différents germes recherchés sont :

➤ Les coliformes totaux et thermotolérants

– Principe

La méthode utilise le milieu chromogénique Rapid'E coli 2 Agar pour le dénombrement. Le principe du milieu repose sur la mise en évidence simultanée de deux activités enzymatiques : β -D-Glucuronidase (GLUC) et la β -D-Galactosidase (GAL). Le milieu contient deux substrats chromogéniques :

- ⊕ Un substrat spécifique de la GAL qui entraîne la coloration bleue des colonies positives pour cette enzyme ;
- ⊕ La superposition de l'effet des 2 substrats spécifiques (GLUC et GAL) entraîne la coloration violette des colonies positives pour ces deux enzymes.

➤ Les streptocoques fécaux

– Principe

- ⊕ L'Azide de sodium provoque l'inhibition des bactéries contaminantes à Gram négatif ;
- ⊕ Les sels biliaires empêchent la croissance des bactéries à Gram positif ;
- ⊕ Les Entérocoques dans la gélose hydrolysent l'esculine en esculetine. Ce dernier composé, forme un complexe noir en présence des ions ferriques apportés par le citrate de fer.

➤ Recherche des spores de micro- organismes anaérobies sulfite-réducteurs (ASR) par filtration sur membrane

Les microorganismes sulfite-réducteurs réduisent le sulfite de sodium en sulfure, provoquant avec le citrate ferrique un précipité noir de sulfure de fer autour des

colonies. Pour effectuer le dénombrement des *Clostridium perfringens*, il est recommandé d'incuber le milieu à 37°C et de procéder ensuite à la confirmation des colonies caractéristiques. La flore contaminante est presque totalement inhibée par la D-cyclosérine qui diminue également la taille des halos noirs se développant autour des colonies.

Tableau III : Valeurs directives de quelques paramètres microbiologiques proposés par les directives de l'OMS.

Paramètres	Valeur	Unité
<i>Paramètres microbiologiques</i>		
<i>E. coli</i>	0/100MI	UFC/100mL
<i>Entérocoques</i>	0/100mL	UFC/100mL

Source : [20]

CHAPITRE II : GENERALITES SUR LES EAUX DE JAVEL

I- HISTORIQUE

L'Eau de Javel tire son nom de l'ancien village de Javel (aujourd'hui quartier du 15^{ème} arrondissement de Paris) où s'était créée, en 1784, une manufacture de produits chimiques, près du « Moulin de Javelle » [40].

En 1774 le chimiste suédois hors pair Carl Wilhem Scheele (1742-1786), particulièrement connu pour avoir découvert nombre d'éléments et de composés dont le chlore qu'il nomma "acide muriatique déphlogistiqué".

Quelques années après, Claude-Louis Berthollet (1748-1822), chimiste savoyard et médecin du duc d'Orléans, savait que le blanchiment du linge sur pré était dû à l'action de l'oxygène de l'air et il chercha à reproduire artificiellement ce que faisait la nature. Il y réussit grâce aux solutions chlorées. Il fait ainsi la découverte du pouvoir blanchissant du chlore.

En 1820, le pharmacien Antoine Germain Labarraque étudie les qualités désinfectantes des dérivés chlorés et des hypochlorites de potassium et de sodium. Il met au point une solution de chlorure et d'hypochlorite de sodium qu'il appelle «*liqueur de Labarraque*» [52].

La «*liqueur de Labarraque*» fut utilisée par les chirurgiens, les médecins, certaines usines, les égoutiers, les fossoyeurs... Elle fut largement distribuée lors d'une épidémie de choléra en 1832.

II- DEFINITIONS

II-1- Eau de javel

L'eau de javel se définit comme une solution aqueuse d'hypochlorite de sodium et de chlorure de sodium titrant au plus 39°chlorométrique, exclusivement obtenue par action lente du chlore sur la soude en solution. [25, 40].

Cette expression « Eau de Javel » est réservée aux seules solutions d'hypochlorite de sodium destinées à l'usage domestique, titrant au moins 8° chlorométriques. [25, 40].

II-2- Extrait de javel

Cette dénomination désigne toute solution aqueuse d'hypochlorite de sodium et de chlorure de sodium, d'un titre supérieur ou égal à 40° chlorométrique, exclusivement obtenue par action du chlore sur de la soude en solution. [25].

II-3- Degré chlorométrique (°Chl)

Il correspond au pouvoir oxydant d'un litre d'eau de Javel, à 20°C, exprimé en litres de dichlore gazeux sous 1 bar (101,3 kPa) et à 0°C. Il correspond au dichlore gazeux utilisé pour fabriquer l'eau de Javel. Cette définition est utilisée essentiellement dans les pays francophones. Un litre d'eau de Javel de dilution courante, 12°chl, peut, en milieu acide, libérer douze litres de dichlore gazeux ou, en milieu basique, possède sensiblement la même action décolorante que douze litres de dichlore. [40]

En Côte d'Ivoire, le degré chlorométrique est défini comme étant le nombre de litres de chlore susceptibles d'être dégagés par un litre de solution d'hypochlorite de sodium sous l'action de l'acide acétique, à une température de 0°C et à une pression de 1,0113 bars [25].

II-4- Pourcentage en chlore actif [40]

Le pourcentage en chlore actif rend compte, comme le degré chlorométrique, de la quantité totale de dichlore utilisé lors de sa fabrication. Toutefois, le pourcentage de chlore actif, pour une même qualité d'eau de Javel dépend de sa masse volumique qui elle-même varie avec le mode de préparation. En effet, la solution préparée par dilution d'eau de Javel à 25 % de chlore actif est moins dense (une partie des ions Na^+ et Cl^- a été retirée) qu'une eau de Javel préparée directement.

Le chlore actif traduit également le chlore qui a donné naissance à l'hypochlorite de sodium (NaClO) à raison d'une molécule de chlore pour une molécule de NaClO et une molécule de chlorure de sodium (NaCl), selon la réaction :



III- COMPOSITION DE L'EAU DE JAVEL

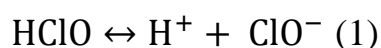
La composition centésimale en poids d'une solution d'hypochlorite de sodium à 12° chlorométriques (en moyenne) est de :

- hypochlorite de sodium : 3,83 g ;
- chlorure de sodium ou sel de cuisine : 4,18 g ;
- soude caustique : 0,08 g ;
- carbonate de soude : 0,19 g ;
- eau : 91,72 g.

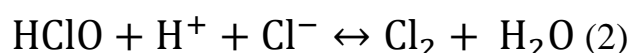
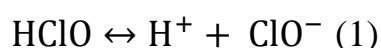
L'hypochlorite de sodium est un sel de sodium et de l'acide hypochloreux. En solution, l'hypochlorite de sodium (NaClO) se décompose en ions sodium (Na^+) et hypochlorite (ClO^-) [49, 58].



HClO est un acide faible dont la base conjuguée est l'ion hypochlorite ClO^- . L'équilibre acido-basique du couple HClO/ClO^- s'écrit :



La composition de la solution d'hypochlorite de sodium dépend du pH, selon les deux équilibres chimiques suivants (Figure VI):



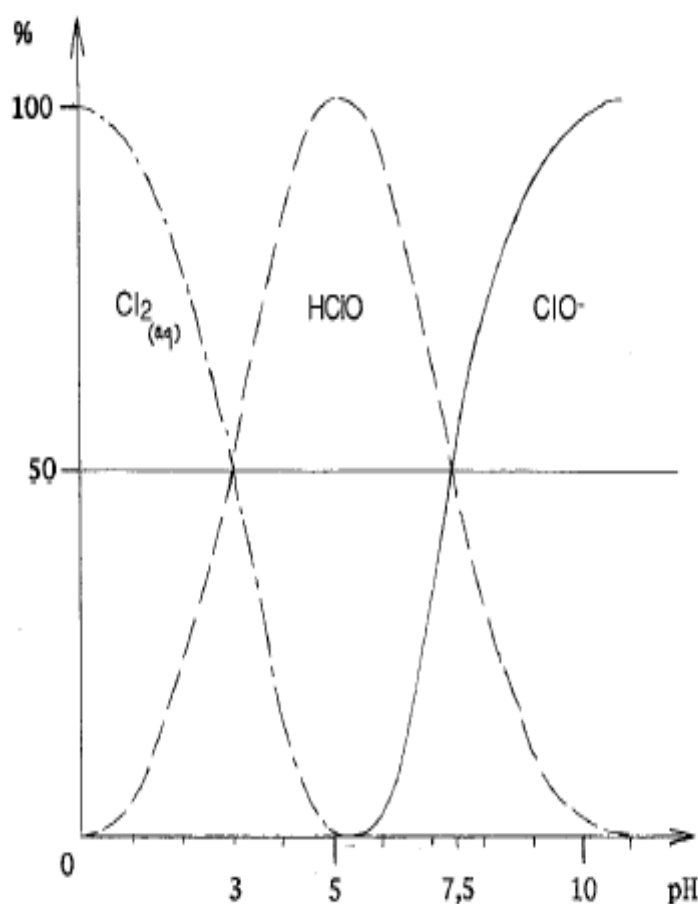


Figure VI : Composition d'une eau de Javel en fonction du pH.

IV- FABRICATION [34, 35, 38, 40]

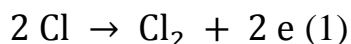
L'Eau de Javel est obtenue par dilution de solutions industrielles d'hypochlorite de sodium.

Les solutions d'hypochlorite de sodium sont fabriquées par barbotage de chlore (gaz) dans de la soude caustique diluée. Le chlore et la soude utilisés sont obtenus par électrolyse du sel.

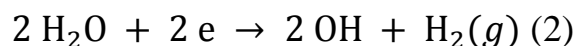
IV-1- Obtention du chlore et de la soude

Le dichlore et l'hydroxyde de sodium sont, à l'heure actuelle, essentiellement produits par électrolyse de solutions aqueuses de chlorure de sodium.

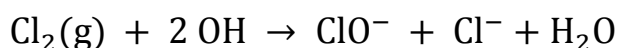
A l'anode, du dichlore est produit selon la demi-réaction d'oxydation suivante :



A la cathode, on assiste à la réduction de l'eau avec production d'ions hydroxydes :



La production de dichlore et de soude nécessite la séparation des deux produits dès leur formation. Sinon, il y aurait, en solution, formation d'ions hypochlorites donc d'eau de Javel, selon la réaction :



De plus, à l'état gazeux, le mélange des deux gaz, Cl_2 et H_2 est explosif.

L'électrolyse du chlorure de sodium, en solution, est utilisée à grande échelle pour produire du dichlore et de la soude en utilisant des membranes ou des diaphragmes séparant les compartiments anodique et cathodique ou des cellules à cathode de mercure qui évitent, dans un premier temps, la réduction de l'eau et donc la formation d'hydroxyde.

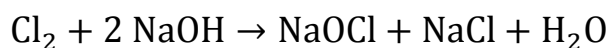
L'eau de Javel n'est que rarement produite directement par électrolyse. L'électrolyse sans séparateurs et avec un brassage vigoureux de l'électrolyte pour que les ions hydroxydes produits à la cathode réagissent avec le dichlore formé à l'anode n'est utilisé que pour des productions sur site d'eau de Javel de faible titre (< 1 % de chlore actif).

IV-2- Production de l'eau de javel proprement dite

Production de l'eau de javel selon le procédé industriel.

L'hypochlorite de sodium (NaOCl) est fabriqué par absorption de chlore gazeux (Cl_2) dans une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (soude caustique =

NaOH). Il s'agit d'une réaction exothermique qui génère de la chaleur et s'écrit comme suit :



En effet le procédé de fabrication industrielle consiste à mettre en circulation de la soude caustique dans une colonne alimentée par du chlore à contre-courant. Dans cette colonne, la soude caustique se transforme peu à peu en hypochlorite de sodium. Afin d'éviter la décomposition de l'hypochlorite de sodium, la chaleur dégagée par la réaction est évacuée via un échangeur de chaleur.

Ce procédé permet d'obtenir une solution d'hypochlorite de sodium à 14–15% de chlore actif.

On peut obtenir une solution d'hypochlorite de sodium à 25% de chlore actif en conduisant cette réaction dans des conditions un peu particulières, permettant au sel de précipités.

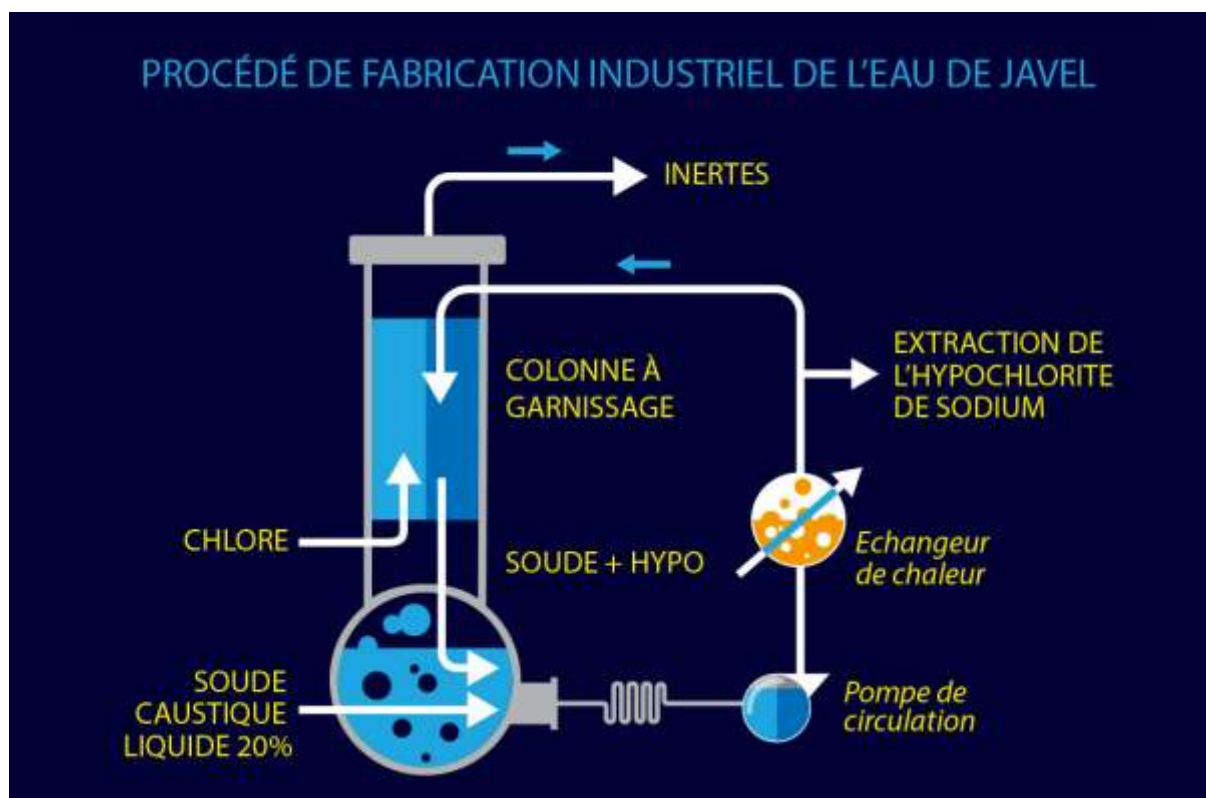


Figure VII: Procédé de fabrication industriel de l'eau de javel.

Deux contraintes s'imposent aux installations industrielles :

- la réaction de dissolution du dichlore dans la solution de soude étant fortement exothermique et les ions hypochlorites instables à la chaleur, le milieu doit être refroidi et maintenu à une température ne dépassant pas 30 à 40°C ;
- les solutions d'hypochlorites sont corrosives et surtout, elles sont décomposées en présence de faibles quantités d'ions métalliques: les cuves et canalisations sont en polychlorure de vinyle (PVC), les pompes sont en titane

Procédé de fabrication à petite échelle.

De petites unités, souvent implantées au cœur des processus de traitement des eaux (piscines, eau de refroidissement de centrales électriques...), permettent de produire de l'Eau de Javel de faible concentration (0,3 à 1 % de chlore actif) par

électrolyse directe d'eau de mer ou de saumure de chlorure de sodium. C'est le cas d'usines de dessalement d'eau de mer au Moyen-Orient ou de centrales nucléaires qui emploient l'eau de mer comme réfrigérant (par exemple à Gravelines, dans le Nord de la France) : l'eau de Javel évite le développement d'algues et de mollusques dans les canalisations.

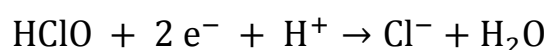
V- PROPRIETES

L'eau de javel est utilisée partout dans le monde et dans presque tous les domaines. Elle doit sa notoriété à ses nombreuses propriétés dont deux sont développées :

- Les propriétés oxydantes ;
- Les propriétés désinfectantes.

V-1-Propriétés oxydantes

L'eau de Javel a des propriétés oxydantes dues à l'ion hypochlorite ClO^- . C'est un ion très oxydant. De ce fait, le degré d'oxydation du chlore est +1 dans HClO pour devenir -1 dans Cl^- . Cela se voit bien à travers la demi-réaction redox suivante :



Les espèces chimiques présentes dans l'eau de javel sont très oxydantes (Cl , HClO , ClO) quel que soit le pH. Cependant, l'eau de javel sera d'autant plus oxydante que son pH sera faible, mais même à pH élevé pH 14 le pouvoir oxydant reste important ($E= 0.88\text{V}$). Elle peut ainsi oxyder de nombreux composés :

- en dehors des métaux nobles, tous les métaux sont oxydés du moins tant qu'une couche passive ne protège pas leur surface ;
- SO_2 , H_2S , les ions sulfites et thiosulfates ;

- le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 est oxydé en dioxygène avec des réactions totales à tout pH ;
- les ions ferreux sont oxydés en ions ferriques ;
- les ions halogénures, sauf les ions fluorures ;
- l'ammoniac NH_3 est oxydé principalement en diazote N_2 très peu soluble,
- les ions cyanures CN^- , en milieu alcalin, sont oxydés en ions cyanates CNO^- non toxiques ;
- de nombreux composés organiques sont oxydés, ce qui explique l'action décolorante et, au moins en partie, l'action désinfectante des eaux de Javel que nous verrons dans la suite. [38]

V-2- Action désinfectante de l'eau de javel [3, 38, 39]

L'acide hypochloreux ($HClO$) est un oxydant puissant : il va agir sur de nombreux réducteurs cellulaires comme les acides aminés des protéines, les lipides... L'acide hypochloreux diffuse à travers la paroi des bactéries puis oxyde de nombreuses molécules indispensables (voir Figure VIII). $HClO$, non chargé, est près de 100 fois plus bactéricide que l'ion hypochlorite. Dans le cas des virus, $HClO$ détruit notamment les protéines capsidaires.

Suivant la concentration en acide hypochloreux et le temps de contact avec les micro-organismes, l'action pourra être majoritairement inhibitrice ou destructrice ou une combinaison des deux. La forme la plus évidente de l'efficacité destructrice de ce produit est l'éclatement des bactéries (lyse bactérienne). Certaines molécules de $HOCl$ peuvent ; en effet, pénétrer jusqu'au cytoplasme de la bactérie et agir sur les protéines dirigeant les fonctions vitales de la bactérie. En revanche en face des prions, des virus ou des membranes des bactéries Gram + et Gram –, l'action de l'acide hypochloreux sur les fonctions aminées inhibera l'action de ces prions, virus ou bactéries. Pour les autres micro-organismes (champignons, parasites et spores), une combinaison de ces

différents modes d'action aura lieu. Pour chacun des micro-organismes, on peut déterminer la combinaison d'une concentration en chlore résiduel et d'un temps de contact spécifique en vue de l'inhiber ou de le détruire plus ou moins totalement.

L'efficacité désinfectante de l'Eau de Javel a été confirmée par les normes européennes relatives aux désinfectants.

Elle est bactéricide selon les normes EN 1040, EN 1276, EN 13697, EN 13727 ;

Elle est fongicide selon les normes EN 1275, EN 1650, EN 13697, EN 13624 ;

Elle est sporicide selon la norme EN 13704 ;

Elle est virucide selon la norme française NF T 72-180.

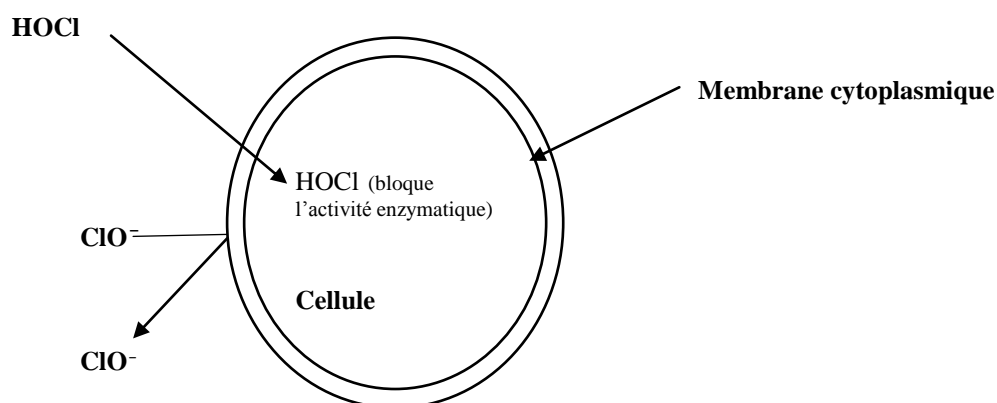


Figure VIII: Action de l'acide hypochloreux sur la cellule bactérienne

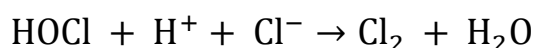
VI- STABILITE DE L'EAU DE JAVEL [12, 80]

VI-1- Influence du pH

La composition des solutions d'hypochlorite de sodium est dépendante du pH (Figure VI).

A pH inférieur à 5, l'ion hypochlorite réagit avec les ions chlorures pour donner du dichlore gazeux extrêmement dangereux, qui fut le premier gaz de combat.

Cela se traduit par la réaction suivante :

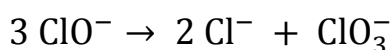


Par ailleurs on constate qu'entre les valeurs de pH=3 et pH=6, tout le chlore est sous forme d'acide hypochloreux HOCl, gaz dissous non ionisé. Il s'agit d'un acide très peu stable.

A partir de la valeur de pH=5, l'ionisation de l'acide hypochloreux va croître pour devenir totale à pH=9. Tout le chlore se trouve donc sous forme d'ions hypochlorites (ClO^-).

VI-2- Influence de la température

Une élévation de température au-dessus de 40°C se traduit par une dismutation des ions hypochlorites en ions chlorures et chlorates selon la réaction :



En conséquence, l'eau de Javel doit être conservée à l'abri de la chaleur et utilisée à froid.

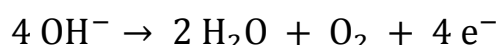
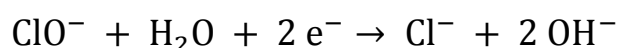
VI-3- Influence du dioxyde de carbone

Les pKa de CO_2 , en solution aqueuse, sont de 6,35 et 10,3. S'il y a un excès d'ions OH^- dans l'eau de Javel, le CO_2 de l'air se dissout en donnant des ions CO_3^{2-} et HCO_3^- selon le pH. Tant que le pH reste supérieur à environ 8,5, l'évolution de la concentration en ions ClO^- est limitée et HClO reste à une concentration faible. Si le pH diminue, ClO^- se transforme en HClO.

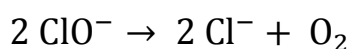
Dans l'eau de Javel les ions OH^- sont laissés en excès pour limiter l'action du CO_2 de l'air sur le pH et ainsi stabiliser l'espèce ClO^- . Pour les extraits, la quantité de soude en excès est de 5 à 12 g/L et donc le pH de l'eau de Javel est basique : de 11,5 à 12,5.[81]

VI-4- Réduction de l'ion hypochlorite par l'eau

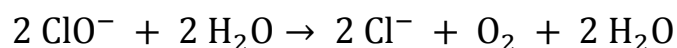
L'ion hypochlorite contenu dans l'eau de Javel est fortement oxydant et, en particulier, il est susceptible d'oxyder l'eau en donnant un dégagement de dioxygène. Les couples d'oxydoréduction mis en jeu, en milieu basique, sont les suivants :



L'équation globale est :



Bien que dans ce bilan l'eau n'apparaisse pas, elle est indispensable à la réaction et on pourrait écrire :



Toutefois, la réduction de l'ion hypochlorite par l'eau est lente, mais c'est elle qui impose une limite de durée d'utilisation à l'eau de Javel : un an pour l'eau de Javel diluée, trois mois pour les extraits.

VI-5- Le rôle de divers catalyseurs dans la stabilité de l'eau de javel

L'oxydation de l'eau par l'ion hypochlorite peut être accélérée par divers catalyseurs : les ions métalliques (du fer, cuivre, cobalt, nickel, plomb...) et la lumière (surtout les rayonnements UV). On peut le montrer facilement au laboratoire. Pour cette raison, l'eau de Javel doit être conservée dans des récipients opaques et non métalliques, en polyéthylène ou PVC. L'ajout de stabilisants tels que les chromates ou dichromates de potassium agissant comme filtres UV (dans les anciens conditionnements en bouteilles de verre) n'est plus effectué en France depuis 1976 [81].

VII- DIFFERENTES PRESENTATIONS COMMERCIALISEES DE L'EAU DE JAVEL

L'eau de javel est retrouvée sur le marché sous diverses formes. [40]

VII-1- Formes liquides.

Elles sont dites "extrait de Javel" ou "Eau de Javel concentrée" pour des produits non professionnels entre 8,5% et 10% avec une concentration en NaOH libre inférieure à 1,5%. Au-dessous, la dénomination peut être "Eau de Javel" ou "Eau de Javel prête à l'emploi. Nous avons par exemple :

- eau de Javel concentré à 100°chl (usage industriel), cette haute concentration étant obtenue par élimination du chlorure de sodium, ce qui diminue aussi la masse volumique ;
- eau de Javel concentré à 50°chl correspondant au mélange classique équimolaire NaCl, ClO⁻ ;
- des berlingots à 36°chl ;
- des flacons à 12°chl ;
- des flacons à 9°chl ;
- de l'eau de javel à 8°chl.

Il faut noter que les eaux de javel sous forme concentrée ont une durée de conservation très courte. Celle-ci ne dépassant pas trois mois. Contrairement aux formes concentrées, les eaux de javel sous forme diluée se conservent plus longtemps jusqu'à trois ans.[40]

VII-2- Formes solides

Pour les formes solides, la dénomination Javel est souvent utilisée. Il s'agit :

- de l'hypochlorite de calcium : utilisé seul ou sous forme de chlorure de "chaux" (mélange d'hypochlorite de calcium $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ et d'hydroxyde de calcium $\text{Ca}(\text{OH})_2$). Utilisé principalement aux États-Unis pour la désinfection des eaux de piscines.
- du phosphate trisodique chloré, sel double de phosphate de sodium et d'hypochlorite de sodium NaClO , $(\text{Na}_3\text{PO}_4, 11 \text{ H}_2\text{O})_4$, utilisé aux États-Unis comme agent de nettoyage.
- des "comprimés" de Javel formés de dichloroisocyanuriques de sodium. Ils libèrent lentement des ions hypochlorites au contact de l'eau et donnent de l'acide cyanurique qui absorbe les rayonnements UV et donc permet une plus grande stabilité de l'ion hypochlorite [40].

VIII- CONDITIONNEMENT ET ETIQUETTES

VIII-1- Conditionnement

L'eau de javel destinée à la vente au public peut être conditionnée :

- soit dans des bouteilles en verre, munies de capsules personnalisées et protégées à l'intérieur de l'effet corrosif du produit par un procédé adéquat. L'utilisation des bouteilles en verre opaque à la lumière est recommandée.
- soit dans des récipients en plastique non transparents, d'une contenance au plus égale à 5 litres, munies de capsules hermétiques et inviolables.

Les récipients d'eau de Javel doivent être fermés de sorte qu'il ne se produise aucune surpression à l'intérieur du contenant et qu'aucun liquide ne puisse

filtrer. La fermeture doit être protégée contre tout desserrage non intentionnel [25].

Le conditionnement de l'eau de Javel destinée aux besoins propres des collectivités, établissements et entreprises publics ou privés, reste à la convenance entre client et fournisseur.

VIII-2- Etiquettes

L'emballage de chaque unité d'eau de Javel mise sur le marché doit comporter les indications suivantes, apposées de façon apparente et en caractères clairs à l'encre indélébile. [25]

- la dénomination du produit : « *Eau de Javel* » ;
- l'inscription : « *x° chl* » ;
- l'identité du fabricant ou du conditionneur, en indiquant :
 - le nom ou la raison sociale ;
 - l'adresse complète ;
 - la marque déposée, si elle existe ;
- le volume net du produit ;
- la mention : « produit à utiliser de préférence avant la fin du mois de... (Suivie de l'indication de l'année), dans les conditions normales de stockage » ;
- la mention : « A conserver à l'abri de la chaleur et de la lumière » ;
- la mention : « A utiliser dilué » ;

Les mentions suivantes relatives à la sécurité, doivent être indiquées :

- « A détenir hors de portée des enfants » ;
- « A utiliser avec des gants » ;
- « A ne pas utiliser simultanément avec des produits acides et/ ou ammoniaqués, sur les métaux » ;
- « Produit nocif ».



Figure IX : Top Javel à 8°Chl.

IX- UTILISATIONS

L'eau de Javel est utilisée avant tout pour son pouvoir désinfectant (HClO est bactéricide, fongicide, virucide et sporicide), mais aussi pour son pouvoir blanchissant. La consommation mondiale de l'eau de javel en 2005, était chiffrée à 2,8 milliards de litres [38, 40, 41].

Elle est utilisée dans de nombreux secteurs :

- **En pharmacie** : les liqueurs de Labarraque et de Dakin sont à base d'eau de Javel. Dans les hôpitaux français l'eau de Dakin est utilisée pour l'antisepsie de la peau avant certains soins.
- **En décontamination de matériel et de locaux** : dans les hôpitaux français, l'eau de Javel est employée dans l'entretien des locaux. C'est un désinfectant particulièrement recommandé pour des risques infectieux importants (hépatites, virus HIV et Ebola, prions, SRAS et grippe aviaire).

- **Dans le traitement de l'eau potable** : l'eau de Javel ou le dichlore en solution donnera, au pH de l'eau, un mélange de HClO et de ClO^- . Lors du traitement il est préférable d'ajouter l'eau de Javel après élimination des matières organiques afin d'éviter la formation de composés organochlorés. Les désinfectants les plus utilisés sont dans l'ordre : l'eau de Javel, l'ozone puis le dioxyde de chlore. L'eau de javel (ou l'hypochlorite de calcium) est de loin la plus employée. L'ozone, (O_3) très efficace lors du traitement de l'eau, présente l'inconvénient de ne pas rester dans l'eau distribuée et donc ne peut pas protéger d'une contamination ultérieure. Le dioxyde de chlore (ClO_2) est produit in situ à partir de chlorite de sodium.

Le tableau suivant (Tableau IV) rassemble les caractéristiques de ces divers désinfectants :

Tableau IV : les caractéristiques de ces divers désinfectants.

Caractéristiques	Eau de Javel	Ozone	Dioxyde de chlore
Coefficient spécifique de létalité lambda pour :			
➤ les bactéries ;	20	500	20
➤ les virus ;	1	5	1
➤ les spores de bactéries ;	0,05	2	0,05
➤ les amibes	0,05	0,5	0,05
Durée du traitement	45 min	4 min	30 min
Action sur NH_3	très bonne	Nulle	Nulle
Élimination de Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+}	Faible	très bonne	Bonne
Absence de goût, favorable pour la couleur	peu efficace	très efficace	Efficace
Absence d'organochlorés	Non	Oui	Oui
Coût de revient relatif	1	20	10

X- PRECAUTIONS D'EMPLOI

L'Eau de Javel est un produit très efficace. Cependant quelques précautions sont à prendre lors de sa manipulation et de son utilisation car de nombreux accidents ont été constatés [40, 41, 83]. Et les plus fréquents sont l'ingestion accidentelle et le mélange avec des produits acides. Par conséquent les mesures suivantes sont à observer :

- Diluer toujours le concentré de javel dans un flacon d'eau de javel afin d'éviter toute confusion.
- Jeter immédiatement après dilution la dose recharge vide.
- Tenir toujours l'eau de javel hors de la portée des enfants.
- Utiliser toujours seule l'eau de javel car son mélange avec des produits ménagers peut, par une réaction chimique, diminuer son efficacité. En plus le mélange de l'eau de javel avec des détergents entraîne un dégagement gazeux (le dichlore), un produit irritant pour les yeux.

L'eau de Javel ne doit pas être employée pour nettoyer des ustensiles en aluminium, inox ou argent, qu'elle noircit.

Pour être efficace, une dose ouverte doit être rapidement utilisée, et il convient de respecter la date limite d'utilisation du produit.

Il est nécessaire de se référer aux recommandations et préconisations sur l'étiquette de l'eau de javel que vous avez achetée.

Il ne faut pas transvaser dans un récipient habituellement utilisé pour des matières alimentaires, afin d'éviter tout risque de confusion avec une boisson.

L'Eau de Javel peut endommager les vêtements. En cas de manipulations professionnelles de quantités importantes, le port de gants et de lunettes adaptés est recommandé, toujours se référer aux prescriptions du fabricant [40].

En cas d'exposition les conduites suivantes sont à tenir :

EN CAS D'INGESTION

- Surtout ne pas faire vomir car l'eau de javel étant un produit caustique, cela expose l'œsophage aux brûlures chimiques ;
- Rincer la bouche ;
- Appeler un médecin ou le Centre Antipoison.

EN CAS D'INHALATION (Par mélange d'eau de javel avec un produit acide)

- Aérer et sortir de la pièce ;
- Respirer de l'air frais ;
- Se reposer et appeler un médecin.

EN CAS DE CONTACT

➤ Contact avec les yeux

Laver immédiatement et abondamment avec de l'eau (pendant 10 minutes s'il s'agit d'Eau de Javel concentrée) et consulter un spécialiste.

➤ Contact avec la peau

Laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et enlever les vêtements souillés.

CHAPITRE III : CONTROLE QUALITE DES EAUX DE JAVEL

I- REGLEMENTATIONS SUR LES EAUX DE JAVEL

Le règlement CLP (Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures) introduit de nouvelles règles de classification et d'étiquetage des produits chimiques depuis juin 2015, basées sur un système développé par l'Organisation des Nations Unies (ONU). Ainsi, les produits chimiques, dont les eaux de javel, seront classés et étiquetés de la même manière dans le monde entier

Le règlement CLP désigne le règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement Européen relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances chimiques et des mélanges. Il a pour objet de donner immédiatement aux personnes qui manipulent des produits ou qui peuvent être exposées à leurs dangers les informations essentielles en matière de santé, de sécurité et de protection de l'environnement. Il concerne la plupart des produits chimiques et instaure des règles quant à la classification, l'étiquetage et l'emballage de ces produits [88].

Le règlement CLP définit le pictogramme associé à chaque catégorie des classes de danger. Sa mise en œuvre a remplacé les symboles noirs sur fond orange figurant sur les étiquettes des produits chimiques par ces nouveaux pictogrammes.

Par ailleurs, sur les étiquettes figurent aussi d'autres informations :

- Mention d'avertissement : on distingue 2 mentions d'avertissement : «DANGER» (utilisée pour les catégories de danger les plus sévères) et «ATTENTION».
- Mentions de danger : une phrase qui décrit la nature et le degré du danger que présente un produit chimique.

- Conseils de prudence : décrit les précautions à prendre afin d'utiliser un produit chimique.
- Informations supplémentaires : on peut notamment trouver des informations additionnelles sur les dangers de produits présentant des propriétés physiques ou de danger pour la santé spécifiques (par exemple quand un produit contient un allergène, ou dans le cas spécifique des eaux de javel, la phrase EUH031 « Au contact d'un acide, dégage un gaz toxique »).

En France, il existe également d'autres réglementations qui s'appliquent aux eaux de javel vendues au grand public comme à tout produit chimique :

- Le code de la consommation,
- Le code de la santé publique,

Enfin un texte spécifique réglemente la commercialisation en France des préparations, concentrés et eaux de Javel, il s'agit du décret n° 2001-881 du 25 septembre 2001 (portant application de l'article L.214-1 du code de la consommation) [41].

En Côte d'Ivoire, les solutions aqueuses d'hypochlorite de sodium obéissent à la décision d'homologation n°006/CDN/CA du 20 juin 2002. Elle définit les normes ivoiriennes s'appliquant à toute solution aqueuse d'hypochlorite de sodium, en particulier l'eau et l'extrait de Javel défini par les normes **NI 370 : 2002 et NI 371 : 2002** [25].

II- ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DE JAVEL

Cette partie aborde de façon succincte le procédé de contrôle qualité de la solution aqueuse d'hypochlorite de sodium.

II-1- Echantillonnage

L'échantillonnage des solutions aqueuses d'hypochlorite de sodium peut être effectué soit [25]:

- à partir des cuves containers, fûts ou barils destinés aux livraisons en grandes quantités ;
- à partir des bouteilles en verre, en plastique ou des berlingots unidoses, que ce soit au niveau de l'usine de fabrication ou dans le commerce.

II-1-1- Prélèvements à partir des cuves de fabrication, containers, barils ou fûts de grande capacité [25]

Se munir d'un tube en verre, d'une longueur appropriée à la profondeur de la cuve, du container ou des fûts, (1 500 mm par exemple), avant un diamètre intérieur de 15 mm et 1,5 mm d'épaisseur et dont l'une des extrémités est réduite à un diamètre de 5 mm environ, tandis que sur l'autre extrémité est placé un tuyau en caoutchouc de 200 mm de longueur qui peut être fermé au moyen d'une pince pour tube en caoutchouc.

Le tube est introduit lentement et le plus profondément possible dans la solution à prélever, la pince à tube étant maintenue ouverte. Quand le niveau du liquide dans le tube atteint l'équilibre, fermer la pince du tuyau en caoutchouc et retirer le tube.

Le contenu du tube est vidé, en ouvrant la pince, dans une bouteille propre de 1 litre en verre foncé muni d'un bouchon émeri. Répéter l'opération autant de fois que nécessaire pour remplir la bouteille. Agiter la bouteille pour homogénéiser l'échantillon et répartir le contenu dans trois flacons en verre foncé de 250 mL.

Fermer hermétiquement les flacons, les cacheter et les étiqueter. Un des flacons est envoyé immédiatement pour être analysé dans un délai qui ne peut dépasser une semaine.

Les deux autres échantillons, cachetés à la cire et datés, sont réservés comme échantillons de référence, dont l'un devra être confié au fabricant. Les échantillons ainsi prélevés doivent être obligatoirement conservés au frais, dans l'attente d'être analysés, afin de préserver leurs caractéristiques initiales.

Tableau V : Nombre de prélèvements à effectuer.

Nature du contenant	Nombre de prélèvements
Cuves et containers de 10 m ³ (10.000 L)	3
Cuves de 1 à 2 m ³ (1.000 à 2.000 L)	3
Fûts de 20 à 100 L	1

Tableau VI : Prélèvements à partir de lots constitués de récipients en verre, en plastique ou de berlingots uni doses.

Taille du lot	Nombre d'échantillons	
	Primaires	De laboratoire
Jusqu'à 2 000 unités	20	5
2 000 à 5 000 unités	20	10
> 5 000 unités	20	15
Cas des récipients de plus de 1 litre	20 litres	10 litres

II-2- Méthodes d'essai de contrôle [25]

II-2-1- Détermination de la densité

La densité est le rapport de la masse d'un certain volume d'une solution d'hypochlorite de sodium à 20°C, à celle du même volume d'eau distillée à 20°C. Cette valeur est exprimée sans unité. La méthode recommandée est la méthode par aréomètre couramment dénommé « densimètre ».

II-2-2- Détermination de la teneur en chlore actif.

La détermination du chlore actif peut se faire par plusieurs méthodes :

II-2-2-1- Méthode ancienne de GAY LUSSAC [22]

Elle est basée sur l'utilisation comme réactif de titrage, une solution arsénieuse chlorhydrique telle que 1 ml de cette solution est oxydée par 1 ml de chlore.

Inconvénient : la soude libre laissée dans l'hypochlorite de sodium neutralise une partie des ions H^+ mis en jeu par l'anhydride arsénieux. Comme l'hypochlorite de sodium à titrer est dans la burette, on a un dosage par défaut. Cette méthode est à proscrire. Elle n'est pas fiable et ne peut être utilisée pour des dosages précis.

II-2-2-2- Méthode ancienne de PENOT

Elle est basée sur l'utilisation comme réactif de titrage, une solution arsénieuse alcaline telle que 1 ml de cette solution est oxydée par 1 ml de chlore [22].

Inconvénient : dégradation de la liqueur de PENOT dans le temps (il faut l'étalonner une fois par semaine). C'est un dosage par défaut à cause du prélèvement effectué pour déterminer sur le papier iodoamidonné la fin du dosage. Cette méthode permet de faire un dosage rapide en interne mais ne peut être utilisée dans les relations commerciales.

II-2-2-3- Méthode iodométrique

Les méthodes officielles (dosage du chlore actif et du chlore total) ont été publiées dans une décision d'homologation du 20 Juin 2002 (NORME IVOIRIENNE NI 372 : 2002) [25].

Ces méthodes s'imposent aux laboratoires chargés d'analyser les prélèvements officiels effectués par les agents de contrôle. Leur intérêt est de permettre la détermination non seulement de la teneur en chlore actif, mais aussi de la teneur en chlore total.

La méthode iodométrique est basée sur l'oxydation de l'iodure de potassium en milieu acétique avec titration de l'iode libéré par le thiosulfate de sodium décinormale. Une solution décinormale de thiosulfate de sodium contient 24,82 g/L de thiosulfate de sodium par litre de solution.

II-2-2-4- Importance de la mesure de la teneur en chlore actif

La mesure de la teneur en chlore actif est très importante pour un fabricant ou un conditionneur de solution d'hypochlorite de sodium, puisque la législation le rend responsable de la concentration des produits qu'il met sur le marché [22]. Le fabricant doit être en mesure de vérifier lui-même la teneur en chlore actif d'autant plus que la solution d'hypochlorite de sodium est, dans une certaine mesure, un produit instable qui, s'il est mal conservé ou s'il est exposé au soleil ou à la chaleur, risque de perdre une partie de son pouvoir actif. Cette vérification est faite par une méthode de dosage.

La teneur en chlore actif (c.a.) peut être exprimée :

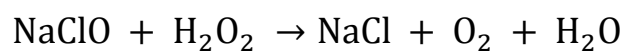
- pourcentage (poids/poids : p/p)
- gramme par litre (poids/volume : p/v)

Pour obtenir le pourcentage de chlore actif (Y % c.a.) on divise la teneur en gramme de chlore actif par litre (X g/l c.a.) par la densité d puis par 10, soit :

$$Y \% \text{ c. a.} = \frac{X \text{ g/l c. a.}}{d \times 10}$$

II-2-3- Détermination de la teneur en chlore total

Le principe consiste en la minéralisation à chaud en milieu ammoniacal par de l'eau oxygénée concentrée et dosage du chlore minéralisé sous forme de NaCl par la méthode de Charpentier-Volhard [22].



DEUXIEME PARTIE :

ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIELS ET METHODES

I- TYPE ET CADRE DE L'ETUDE

I-1- Cadre de l'étude

Notre étude a été initiée par le Département de Chimie Analytique-Bromatologie, Chimie Générale et Minérale de l'Unité de Formation et de Recherche (UFR) des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de l'Université Félix Houphouët Boigny de Cocody-Abidjan.

Les manipulations ont été réalisées au laboratoire dudit Département et à l'Institut National d'Hygiène Publique (INHP) dans la commune de Treichville.

II- MATERIELS

II-1- Echantillonnage

Dans le cadre de cette étude, ont été retenues trois différentes marques d'eau de javel en forme liquide en 8° et 12° commercialisées dans le circuit officiel, accessibles et disponibles même dans les plus petits commerces.

Ces échantillons ont été pris dans trois villes différentes de la Côte d'Ivoire à savoir Abidjan, Soubré et San Pedro.

Pour chaque marque d'eau de javel, des lots de dix échantillons ont été constitués à partir de la solution à 8° et celle à 12°.

Les échantillons ont été codifiés de la façon suivante (Tableau VII) :

Tableau VII : Codification des échantillons.

	Abidjan	Soubré	San Pedro
Super Clean	ABSC	SBSC	SPSC
Top Javel	ABTJ	SBTJ	SPTJ
Hélios Javel	ABH	SBH	SPH

Pour chaque ville, les échantillons sont numérotés de 1 à 60. En somme nous avons travaillé sur un total de 180 échantillons.

II-2- Appareillage

II-2-1- Appareillage pour la détermination du degré chlorométrique

- Une balance (DENVER, GERMANY) ;
- Un distillateur (DISTINCTION D4000, BIBBY SCIENTIFIC, Staffordshire, Royaume-Uni) ;
- Une hotte EN ICP 120-14175 (ASEM[®], Italie) ;
- Un thermomètre ;
- Un pH-mètre HI 2211 (HANNA[®], Roumanie).

II-2-2- Appareillage pour l'analyse microbiologique

- Rampes de filtration (SARTORIUS Goettingen-Germany) ;
- Incubateurs de terrain (LABNET) ;
- Stérilisateurs UV ;
- Autoclaves de paillasse (P SELECTA) ;
- Appareil photo numérique (SONY-Japon).

II-3- Réactifs

Ils sont de qualité analytique et constitués de réactifs chimiques et microbiologiques.

II-3-1- Réactifs chimiques

- Acide acétique pur (CH_3COOH , CARLO ERBA REACTIFS SA, Val-de-Reuil, France) ;
- Iodure de potassium pur (exempt d'iodate) ou KI (solution à 10% fraîchement préparée) (KI, CARLO ERBA REACTIFS, Val-de-Reuil, France) ;

- Thiosulfate de sodium (la solution N/10) (PANREAC APPLICHEM, Paris, France) ;
- Solution d'amidon soluble à 10g/L (PANREAC APPLICHEM, Paris, France) ;
- Eau distillée préparée à partir d'un appareil de distillation (DISTINCTION D4000, BIBBY SCIENTIFIC, Staffordshire, Royaume-Uni).

II-3-2- Réactifs microbiologiques

Les réactifs de microbiologie sont constitués par les Milieux de culture :

- Rapid'E coli 2 Agar (France) ;
- BEA (France) ;
- Gélose TSN (France).

II-4- Verrerie et accessoire

Il est recommandé d'utiliser de la verrerie de grande précision :

- deux pipettes de précision de 10 ml ;
- une pipette de précision de 20 ml ;
- une fiole jaugée de 200 ml ;
- une fiole jaugée de 500 ml ;
- un erlenmeyer (ou un bécher) de 250 ml ;
- une burette de 25 ml graduée au 1/10.

III- METHODES

III-1- Recensement des différentes marques d'eau de javel vendues à Abidjan et dans la région de la Nawa.

Le recensement a consisté à répertorier les différentes marques de javel vendues dans diverses boutiques et grandes surfaces. Les marques les plus représentées ont été retenues pour un contrôle qualité.

III-2- Détermination de la température du Laboratoire

La température du laboratoire a été prélevée à l'aide un thermomètre durant les trente jours de dosage.

III-3- Evaluation du conditionnement et de l'étiquette

Un contrôle qualité a été fait sur le conditionnement et l'étiquetage des solutions d'hypochlorite de sodium. Il a porté sur certaines informations capitales devant figurer sur l'étiquette et le type de contenant conformément à la réglementation sur les eaux de javel.

III-4- Détermination du degré chlorométrique

La méthode officielle française utilisée pour le dosage des Eaux de javel est la méthode iodométrique [39].

III-4-1- Mode opératoire

III-4-1-1- Dilution des échantillons

Diluer un volume v de l'échantillon d'Eau de Javel dans une fiole jaugée de volume V .

Dans la fiole jaugée de 200 mL, ajouter un volume v de 20 mL d'Eau de Javel à 2,6 % c.a. et compléter à 200 mL (V) avec de l'eau distillée.

III-4-1-2- Préparation des solutions de travail

➤ Solution d'iodure de potassium (KI) à 10%

Peser 100 g d'iodure de potassium (KI) dans une fiole jaugée de 1000 mL et compléter avec de l'eau distillée à 1000 mL.

La solution a été conservée dans un flacon brun.

➤ Solution d'amidon à 1%

Peser 1 g d'amidon soluble dans un bécher de 100 mL.

Dissoudre dans 10 mL d'eau distillée.

Compléter le volume à 100 mL avec de l'eau distillée.

➤ **Solution de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) à 0,1N**

Dissoudre 24,82 g de cristaux de thiosulfate de sodium dans 1L d'eau distillée.
Cette solution peut être conservée pendant quelques mois à l'abri de la lumière.

III-4-1-3- Préparation de la solution à titrer

Introduire dans l'erlenmeyer de 250 mL dans l'ordre suivant :

- 10 mL de la dilution effectuée ci-dessus avec une pipette de précision de 10 mL.
- environ 1 gramme d'iodure de potassium (ou environ 10 mL de la solution préparée).
- environ 5 mL d'acide acétique,
- environ 100 mL d'eau distillée,
- Bien mélanger.

III-4-1-4- Titrage

Attendre deux minutes et titrer par la solution de thiosulfate M/10 jusqu'à la transformation de la coloration brune en coloration jaune pâle jusqu'à la décoloration complète. Pour améliorer la visualisation du point final, ajouter 2 à 3 ml de la solution d'amidon avant la disparition totale de la coloration jaune. Une coloration bleue apparaît. Poursuivre le titrage par la solution de thiosulfate M/10 jusqu'à la disparition complète de la coloration bleue.

III-5- Analyses des eaux

III-5-1- Méthodes de prélèvement, Transport et Conservation des échantillons

III-5-1-1- Echantillonnage

L'échantillonnage a porté sur deux sources d'eau ; une rivière (Moutcho) et un fleuve (Agbo). Le nombre d'échantillons constitué par source d'eau est de :

- Un (1) échantillon de 500 mL pour les analyses microbiologiques sur l'eau brute ;
- Un (1) échantillon de 30L pour les tests de désinfection.

III-5-1-2- Prélèvement, Transport et Conservation des échantillons

Les prélèvements sont faits selon les règles en vigueur en vue de ne pas modifier les valeurs des paramètres recherchés. Les échantillons d'eau brute sont rangés dans une glacière en vue de les amener au laboratoire tout en respectant la chaîne de froid par des accumulateurs de glace. Les échantillons d'eau à traiter sont prélevés dans des fûts de 30 litres.

Les échantillons prélevés sont transportés à l'abri de la lumière avec une température allant de 4°C à 8°C [67]. Mais les échantillons de 30L n'étaient pas conservés à cette température durant le transport.

Les échantillons sont acheminés au laboratoire le plus rapidement possible c'est-à-dire dans les 3 heures qui suivent le prélèvement pour les différentes analyses

III-5-2- Traitement de l'eau (chloration)

Pour la technique de désinfection, un volume d'environ 1,60 ml de l'hypochlorite de sodium 8° (NaOCl) de la marque Super Clean est ajouté à 20 litres d'eau. Une homogénéisation par agitation pendant 30 secondes à une minute est faite par la suite. Les analyses sont effectuées sur l'eau ainsi traitée après une heure de contact.

III-5-3- Analyses microbiologiques

La recherche de contaminant microbiologique est habituellement la priorité dans la plupart des projets d'eau de boisson. Ces analyses ont porté sur les eaux brutes et les eaux traitées. Dans cette étude, la méthode utilisée est la méthode traditionnelle de la filtration sur membrane

III-5-3-1- Description de la méthode par la membrane filtrante

➤ L'appareil de filtration [82]

La méthode par la membrane filtrante est la plus utilisée au laboratoire et nécessite un appareil de filtration constitué :

- d'un entonnoir cylindrique recevant le liquide ;
- d'un poste de filtration en acier fritté sur lequel la membrane filtrante sera posée ;
- d'un flacon à vide destiné à recueillir le filtrat et relié à une pompe à eau ou pompe à vide.

Les membranes filtrantes utilisées pour la filtration sont généralement en ester de cellulose et d'une porosité de 0,45µm.

➤ **Procédure de la membrane filtrante**

– **Activités préopératoire :**

- ⊕ Stériliser l'unité de filtration (le poste de filtration et l'entonnoir cylindrique) de préférence par flambage soit à l'alcool ou à l'aide d'un camping gaz ;
- ⊕ Etiqueter les milieux de culture en fonction du numéro des échantillons ;
- ⊕ Sécher les milieux de cultures pour ramener leur température à 37°C ;
- ⊕ Allumer le feu du bec bunsen favorisant un environnement stérile.

– **Filtration :**

- ⊕ Ouvrir les robinets des postes de filtration (seuls les robinets des postes de filtration à utiliser sont ouverts) ;
- ⊕ Porter la membrane sur le poste de filtration et placer l'entonnoir cylindrique ;
- ⊕ Prélever 100mL de l'échantillon d'eau à analyser et transvaser dans l'entonnoir ;
- ⊕ Ouvrir le robinet servant à faire le vide pour permettre la filtration ;
- ⊕ Ôter l'entonnoir cylindrique pour retirer la membrane du poste de filtration avec une paire de pinces stérilisée à nouveau puis porter la membrane sur un milieu correspondant pour la recherche d'une bactérie donnée ;

- ⊕ Incuber les milieux ainsi cultivés aux températures correspondantes pendant 18 heures à 24 heures ;
- ⊕ A la fin du temps d'incubation, procéder à la lecture du milieu pour dénombrement les bactéries ;
- ⊕ Si nécessaire, confirmer les résultats de la culture par des tests de confirmation.

L'analyse microbiologique a porté sur :

- ⊕ La recherche et le dénombrement des coliformes totaux, thermotolérants et streptocoques fécaux ;
- ⊕ La recherche et le dénombrement des germes anaérobies sulfite réducteurs (ASR).

➤ **Les coliformes totaux et thermotolérants**

– **Mode opératoire**

- ⊕ Filtrer sur une membrane une prise d'essai (100mL) de l'eau à analyser soigneusement homogénéisée par agitation. La membrane est ensuite placée à la surface de la gélose Rapid'E coli 2 ;
- ⊕ Incuber durant 18 à 24 heures à une température de 37°C ;
- ⊕ Dénombrer les colonies :
 - Bleues : coliformes totaux ;
 - Violettes : coliformes thermotolérants (*E. coli*).

➤ **Dénombrement des streptocoques fécaux**

La culture des streptocoques s'est faite sur la gélose BEA (Bile-Esculine-Azide de sodium).

– **Mode opératoire**

- ⊕ Filtrer sur une membrane une prise d'essai (100mL) de l'eau à analyser soigneusement homogénéisée. La membrane est ensuite placée à la surface de la gélose BEA ;
- ⊕ Incuber durant 24 heures à une température de 37°C ;
- ⊕ Dénombrer les colonies entourées d'un halo noir.

➤ **Recherche des spores de micro- organismes anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) par filtration sur membrane**

– **Principe et mode opératoire**

Les bactéries ASR ou les *Clostridium* sulfito-réducteurs, voire encore *Clostridium perfringens* sont des micro-organismes capables de sporuler. Ces spores résistent à un chauffage de 15 minutes à (75±5) °C. Ils sont capables de se développer à 37±1°C en 44 ± 4heures en anaérobiose, sur un milieu gélosé contenant des sels de fer.

Le principe de la recherche et du dénombrement de ces micro-organismes est proche des autres modes opératoires :

- ⊕ On sélectionne les spores bactériennes dans l'échantillon par un chauffage au bain-marie à 75±5°C pendant 15 minutes, pour que les cellules végétatives soient détruites.
- ⊕ Filtration de ces 100 mL d'échantillon au travers d'une membrane filtrante stérile dont les pores présentent une dimension de 0,45 µm pour que les spores de bactéries soient retenues à l'intérieur de la membrane filtrante.
- ⊕ Dépôt de la membrane à l'envers sur un milieu de culture spécialement sélectif (gélose Tryptose Sulfite Néomycine : milieu TSN).

⊕ L'anaérobiose est créée par une seconde couche de ce milieu sur la membrane.

Incubation des boîtes à $37 \pm 1^\circ\text{C}$ pendant 44 ± 4 heures [61].

➤ **Dénombrement des spores de micro-organismes ASR**

Durant l'incubation, il y a réduction du sulfite de sodium, sulfure d'hydrogène (H_2S) et donc production de sulfure de fer se manifestant par un halo noir autour des colonies. Seul ce type de colonie est compté. [61] (*Figure X*)



Figure X : Dénombrement des bactéries type Clostridium [61].

➤ **Avantages et limites de la méthode par filtration sur membrane**

Le tableau VIII ci-dessous présente les avantages et les limites de l'utilisation de la méthode par filtration sur membrane.

Tableau VIII : Avantages et limites de la méthode par filtration sur membrane.

Avantages	Limites
⊕ Résultats quantitatifs	⊕ Difficile de tester une eau turbide
⊕ Méthode la plus précise	⊕ Le risque de colmatage des membranes ;
⊕ Déterminer le nombre de bactéries indicatrices ; les résultats sont obtenus en comptant directement les colonies de bactéries indicatrices	⊕ Le risque d'abîmage des pores de la membrane
⊕ De nombreux échantillons peuvent être testés en même temps	⊕ La possibilité d'avoir des colonies confluentes du fait de la prise d'essai importante.
⊕ C'est une Méthode d'analyse reconnue internationalement.	

III-6- Traitement des données

Le traitement des résultats est fait avec le logiciel Microsoft office 2013.

Les référentiels utilisés pour la comparaison des résultats chimiques et bactériologiques sont les directives OMS 2011 pour l'eau de boisson. Un échantillon d'eau est déclaré non potable lorsqu'il présente au moins un paramètre non-conforme.

CHAPITRE II : RESULTATS

I- RESULTAT DU RECENSEMENT DES MARQUES D'EAUX DE JAVEL

Le tableau suivant (Tableau IX) présente les trois marques d'eau de javel les plus représentées après recensement dans les villes d'Abidjan, San Pedro et Soubré.

Tableau IX : Recensement des marques d'eaux de javel vendues en Côte d'Ivoire.

DATE	LIEU	ESPACE VISITE	MARQUES RECENSEES
Novembre 2016	AKOUEDO VILLAGE	20 boutiques	Super Clean – Top Javel (sachet et bouteille) – Campéone
	ABOBO AGBEIKOI	20 boutiques	Super Clean, Top Javel (sachet et bouteille)
	FAYA	15 boutiques et 5 mini-market	Super Clean, Top Javel (sachet et bouteille), Hélios, Pur javel, Nati Javel, Athéna eau de Javel, Prim' Javel, Sol Javélisé, Clean Extra, Cleanol Javel, Asiel Javel
Février 2017	SAN PEDRO	10 boutiques, 3 super marche et 4 mini market	Super Clean, top javel, Hélios javel, Pur javel, Athéna javel
Février 2017	SOUBRE	15 boutiques, 3 super marche et 3 mini market	Super Clean, Top javel, Hélios javel, Athéna eau de javel, Athéna eau de javel

Les marques d'eau de javel les plus rencontrées sur les lieux visités sont les suivants :

Super Clean, Top javel, Hélios javel, Pur javel, Athéna eau de javel, Clean Extra, Javel, Prim' Javel, Sol Javélisé, Cleanol Javel, Asiel Javel.

Pour la suite du travail, les 3 premières marques les plus répandues et donc facile à en trouver tant en zone rurale qu'urbaine ont été retenues. Il s'agit donc de :

- *SUPER CLEAN*
- *TOP JAVEL*
- *HELIOS JAVEL*

II- DETERMINATION DE LA TEMPERATURE DU LABORATOIRE

Durant les trente jours de dosage, la température du laboratoire était comprise entre 20°C et 25°C.

III-RESULTATS DU CONTROLE QUALITE DES EAUX DE JAVEL

III-1-Contrôle du conditionnement et de l'étiquetage des différentes marques d'eau de javel dosées

L'analyse de conditionnement et de l'étiquetage des eaux de javel a montré une insuffisance dans l'étanchéité des bouchons (Tableau X)

Tableau X : Analyse du conditionnement et de l'étiquette.

Marques		Degré Chlorométrique	Date de péremption	Présentation du contenant	Etanchéité du bouchon	Précaution d'emploi	Nom et adresse du fabricant
Super clean	8°	Oui	Oui	Plastique Opaque	Pas suffisante	Oui	Oui
	12°	Oui	Oui	Plastique Opaque	Pas suffisante	Oui	Oui
Top javel	8°	Oui	Oui	Plastique Opaque	Pas suffisante	Oui	Oui
	12°	Oui	Oui	Plastique opaque	Pas suffisante	Oui	Oui
Hélios javel	8°	Oui	Oui	Plastique opaque	Pas suffisante	Oui	Oui
	12°	Oui	Oui	Plastique Opaque	Pas suffisante	Oui	Oui

Pour chaque marque d'eau de javel, des lots de dix échantillons ont été constitués à partir de la solution à 8° et celle à 12°.

III-2-Détermination du degré chlorométrique

La détermination du degré chlorométrique a permis d'apprécier la conformité de la valeur théorique indiquée par le fabricant par rapport à celle contenue réellement dans le produit (Tableaux XI, XII, XIII).

III-2-1- Résultats analytiques par ville

➤ Abidjan

Tableau XI : Moyenne des dosages pour la ville d'Abidjan.

Marques	8° (Degré Chlorométrique)	12° (Degré Chlorométrique)
	Moy±ET	Moy±ET
Super clean (n=10)	8,37±0,10	11,46±0,40
Top javel (n=10)	7,96±0,09	9,89±0,05
Hélios javel (n=10)	7,28±0,09	8,40±0,04
<i>Statistique p</i>	<i>0,001</i>	<i>0,001</i>
Super clean 8° vs Top javel 8°	: $p < 0,001$;	la différence de degré entre les marques Super clean et Top javel est significative
Super clean 8° vs Hélios javel 8°	: $p < 0,001$;	la différence de degré entre les marques Super clean et Hélios est significative
Top javel 8° vs Hélios javel 8°	: $p < 0,001$;	la différence de degré entre les marques Top javel et Hélios est significative
Super clean 12° vs Top javel 12°	: $p < 0,001$;	la différence de degré entre les marques Super clean et Top javel est significative
Super clean 12° vs Hélios javel 12°	: $p < 0,001$;	la différence de degré entre les marques Super clean et Hélios est significative
Top javel 12° vs Hélios javel 12°	: $p < 0,001$;	la différence de degré entre les marques Top javel et Hélios est significative

Le test statistique réalisé sur les trois marques d'eau de javel dans la ville d'Abidjan a montré qu'il existe une différence significative entre les différentes marques tant entre les 8° ($p < 0.05$) que les 12° ($p < 0.05$).

➤ **Soubré**

Tableau XII : Moyenne des dosages pour la ville de Soubré.

Marques	8° (Degré Chlorométrique)	12° (Degré Chlorométrique)
	Moy±ET	Moy±ET
Super clean	8,30±0,41	10,54±0,31
Top javel	9,29±0,55	10,63±0,24
Hélios javel	8,35±0,08	9,64±0,03
Statistique p	0,001	0,007
Super clean 8° vs Top javel 8°	: $p < 0,001$;	la différence de degré entre les marques Super clean et Top javel est significative
Super clean 8° vs Hélios javel 8°	: $p > 0,001$	la différence de degré entre les marques Super clean et Hélios n'est pas significative
Top javel 8° vs Hélios javel 8°	: $p < 0,001$;	la différence de degré entre les marques Top javel et Hélios est significative
Super clean 12° vs Top javel 12°	: $p > 0,001$	la différence de degré entre les marques Super clean et Top javel n'est pas significative
Super clean 12° vs Hélios javel 12°	: $p < 0,001$;	la différence de degré entre les marques Super clean et Hélios est significative
Top javel 12° vs Hélios javel 12°	: $p < 0,001$;	la différence de degré entre les marques Top javel et Hélios est significative

➤ **San Pedro**

Tableau XIII : Moyenne des dosages pour la ville de San Pedro.

Marques	8° (Degré Chlorométrique)	12° (Degré Chlorométrique)
	Moy±ET	Moy±ET
Super clean	7,01±0,06	10,92±0,06
Top javel	8,60±0,04	10,11±0,05
Hélios javel	5,73±0,05	8,42±0,04
Statistique p	0,001	0,001
Super clean 8° vs Top javel 8°	: $p < 0,001$;	la différence de degré entre les marques Super clean et Top javel est significative
Super clean 8° vs Hélios javel 8°	: $p < 0,001$;	la différence de degré entre les marques Super clean et Hélios est très significative
Top javel 8° vs Hélios javel 8	: $p < 0,001$ °;	la différence de degré entre les marques Top javel et Hélios est très significative
Super clean 12° vs Top javel 12°	: $p < 0,001$;	la différence de degré entre les marques Super clean et Top javel est significative
Super clean 12° vs Hélios javel 12°	: $p < 0,001$;	la différence de degré entre les marques Super clean et Hélios est significative
Top javel 12° vs Hélios javel 12°	: $p < 0,001$;	la différence de degré entre les marques Top javel et Hélios est très significative

III-2-2- Résultats analytiques entre villes

Tableau XIV : Résultats comparatifs des différentes moyennes de dosage entre villes pour les échantillons en 8°chl.

Villes	8° (Degré Chlorométrique)		
	Super clean	Top javel	Hélios javel
Abidjan	8,37±0,10	7,96±0,09	7,28±0,09
Soubré	8,30±0,41	9,29±0,55	8,35±0,08
San Pedro	7,01±0,06	8,60±0,04	5,73±0,05
Statistique p	0,001	0,001	0,0001

➤ **Super clean 8° :**

Abidjan vs Soubré : $p > 0,05$; la différence de degré n'est pas significative ;
 Abidjan vs San Pedro : $p < 0,05$; la différence de degré est significative ;
 Soubré vs San Pedro : $p < 0,05$; la différence de degré est significative.

➤ **Top javel 8°**

Abidjan vs Soubré : $p < 0,05$; la différence de degré est significative ;
 Abidjan vs San Pedro : $p < 0,05$; la différence de degré est significative ;
 Soubré vs San Pedro : $p < 0,05$; la différence de degré est significative.

➤ **Hélios javel 8°**

Abidjan vs Soubré : $p < 0,05$; la différence de degré est significative ;
 Abidjan vs San Pedro : $p < 0,05$; la différence de degré est très significative ;
 Soubré vs San Pedro : $p < 0,05$; la différence de degré est très significative.

Tableau XV : Résultats comparatifs des différentes moyennes de dosage entre villes pour les échantillons en 12°chl.

Villes	12° (Degré Chlorométrique)		
	Super clean	Top javel	Hélios javel
Abidjan	11,46±0,40	9,89±0,05	8,40±0,04
Soubré	10,54±0,31	10,63±0,24	9,64±0,03
San Pedro	10,92±0,06	10,11±0,05	8,42±0,04
Statistique p	0,001	0,001	0,001

➤ **Super clean 12°**

Abidjan vs Soubré : $p < 0,05$; la différence de degré est significative ;
 Abidjan vs San Pedro : $p < 0,05$; la différence de degré est significative ;
 Soubré vs San Pedro : $p < 0,05$; la différence de degré est significative.

➤ **Top javel**

Abidjan vs Soubré : $p < 0,05$; la différence de degré est significative ;
 Abidjan vs San Pedro : $p < 0,05$; la différence de degré est significative ;
 Soubré vs San Pedro : $p < 0,05$; la différence de degré est significative.

➤ **Hélios javel**

Abidjan vs Soubré : $p < 0,05$; la différence de degré est significative ;
 Abidjan vs San Pedro : $p > 0,05$; la différence de degré n'est pas significative ;
 Soubré vs San Pedro : $p < 0,05$; la différence de degré est significative.

III-3- Résultats des dosages effectués pendant trente jours

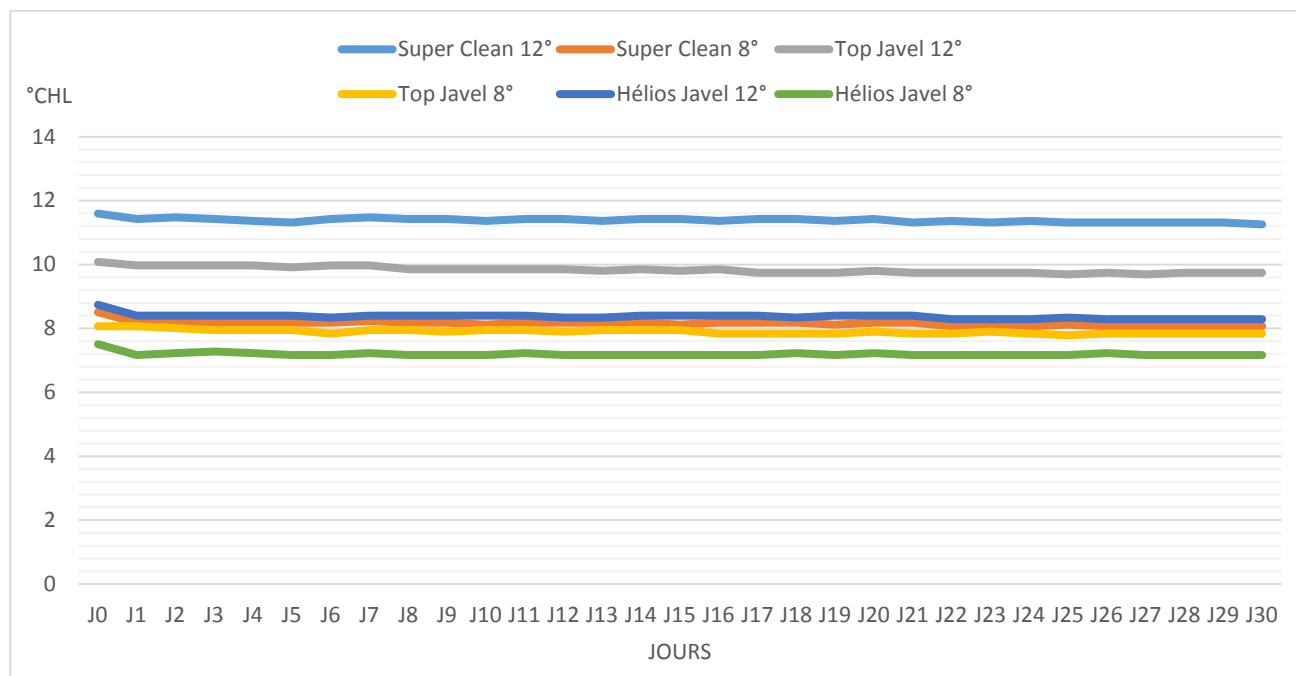


Figure XI : courbe d'évolution de tous les produits.

Après trente jours de dosages effectués sur six échantillons pris dans la ville d'Abidjan, le constat montre que la variation de degré n'est pas importante (Tableau XI, XII, XIII)

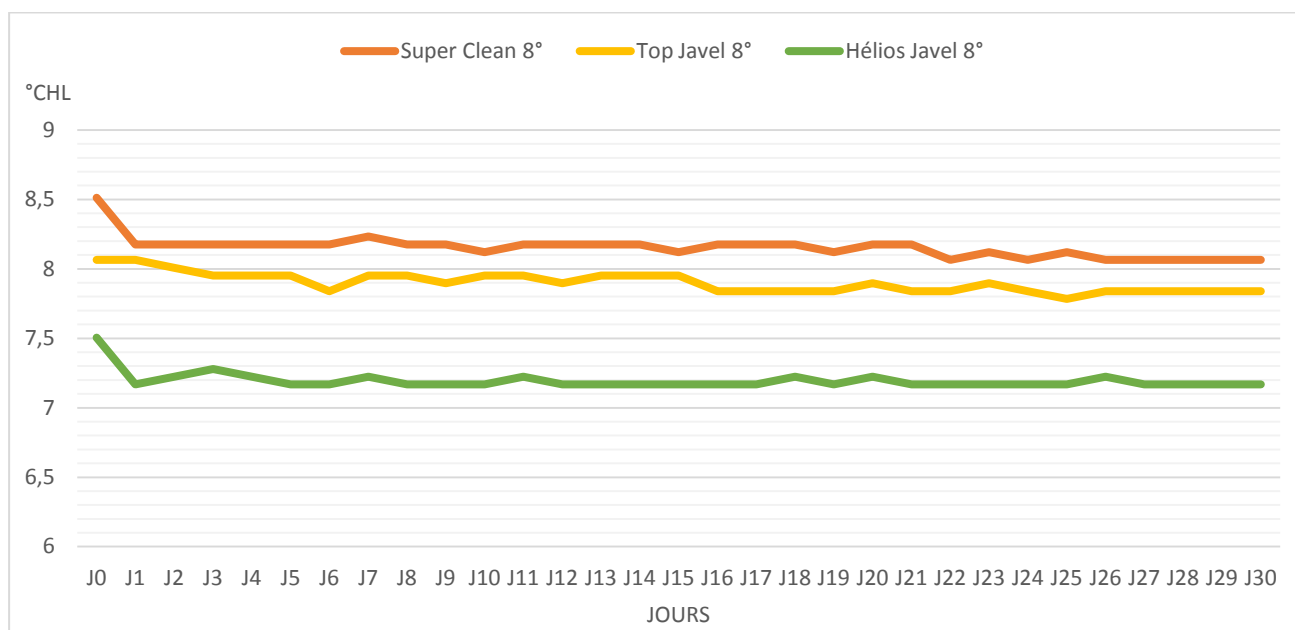


Figure XII : courbe d'évolution des produits à 8° Chlorométrique.

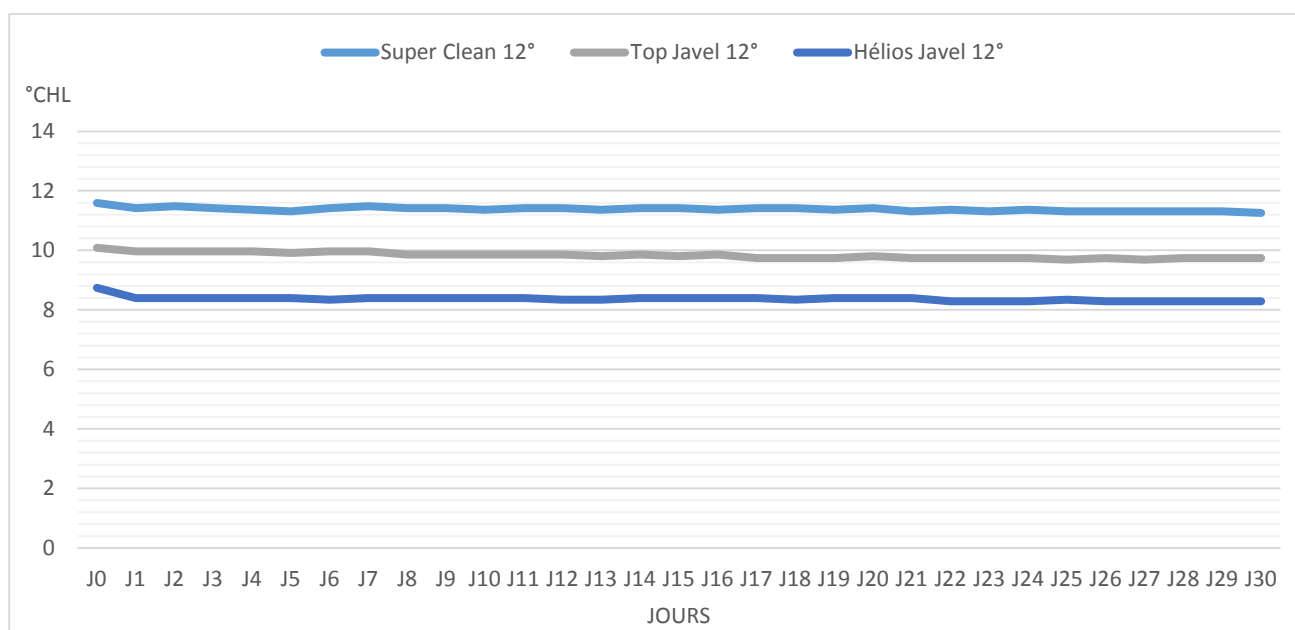


Figure XIII : courbe d'évolution des produits à 12° Chlorométrique.

IV-RESULTATS DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

Les résultats de l'analyse microbiologique des eaux brutes ont montré que toutes ces eaux étaient contaminées par des germes indicateurs de pollution fécale. La technique de traitement (chloration) appliquée à ces eaux a donné de très bons résultats (Tableau XVI et *Tableau XVII*).

Tableau XVI : Résultats de l'analyse microbiologique de l'eau de rivière de Moutcho.

Localités de Moutcho	Résultats des eaux brutes	Résultats des eaux désinfectées	Critères (UFC/100ml)
Date	21/01	21/01	
Prélèvement	12h30	16h00	
Heure d'analyse	15h15	-	
Microorganismes			
CT	>150	0	0/100ml
CTh	>150	0	0/100ml
<i>E. Coli</i>	>150	0	0/100ml
<i>Enterococcus</i>	>150	0	0/100ml
<i>Faecalis</i>	>150	0	0/100ml
ASR	0	0	0/100ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0	0/100ml
Observations	EAU NON POTABLE	EAU POTABLE	

Tableau XVII : Résultats de l'analyse microbiologique de l'eau du fleuve Agbo.

Localités de Agbo	Résultats des eaux brutes	Résultats des eaux désinfectées	Critères (UFC/100ml)
Date	21/01	21/01	
Prélèvement	12h50	16h30	
Heure d'analyse	15h45	-	
Microorganismes			
CT	>150	0	0/100ml
CTh	>150	0	0/100ml
<i>E. Coli</i>	>150	0	0/100ml
<i>Enterococcus</i>	>150	0	0/100ml
<i>Faecalis</i>	>150	0	0/100ml
ASR	0	0	0/100ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0	0/100ml
Observations	EAU NON POTABLE	EAU POTABLE	

CHAPITRE III : DISCUSSION

I- EVALUATION DE LA QUALITE DE L'EAU DE JAVEL

I-1- Contrôle qualité portant sur l'emballage et l'étiquetage

De façon générale, les règles d'étiquetage et le type de contenant ont été respectés. Cependant une insuffisance a été notée au niveau du bouchon. L'étanchéité n'est pas suffisante donc la solution se retrouve sur les bords du flacon. Cela se voit bien avec les échantillons venant des villes de San Pedro et Soubré. Ces fuites pourraient s'expliquer d'une part par les mauvaises conditions de transport et d'autre part par un défaut de fabrication. Or de nombreuses études [4, 38] ont montré que l'eau de javel doit être conservée dans un récipient opaque, à l'abri de la lumière, hermétiquement fermé et non métallique pour limiter les réactions de dégradation par les rayons UV, le gaz carbonique de l'air et les ions métalliques. Selon Ballereau et al [13], l'air est également un facteur de réduction très important de la teneur en chlore, en particulier si la solution est exposée à la lumière, avec une action synergique de ces deux facteurs.

I-2- Température du laboratoire

La température moyenne relevée dans le laboratoire lors de nos séances de dosage était comprise entre 20°C et 25°C. Ces valeurs sont conformes aux études de Durliat et al. En effet, la température est l'un des éléments de dégradation de la solution de javel. Son élévation au-delà de 40°C entraîne une dismutation de l'ion hypochlorite en ions chlorates. Par ailleurs, d'après la société des produits chimiques Harbonnières basée en France, le chlore se décompose de façon naturelle sous l'effet de la chaleur et de la concentration. Ainsi une augmentation de 5°C accélère la vitesse de la réaction de décomposition par deux [17, 67, 76, 89]. En outre PAPPALARDO et COLL [75] ont montré que la teneur en hypochlorite a tendance à diminuer une fois le

contenant ouvert. D'autres facteurs tels que la durée et la température de stockage peuvent également le dégrader.

I-3- Détermination du titre chlorométrique

Les résultats de ces différents dosages ont mis en lumière des écarts entre le titre chlorométrique théorique et la valeur expérimentale pour certains échantillons.

Ces écarts ont été constatés avec les marques TJ 12°chl pour la ville d'Abidjan et Hélios javel pour toutes les trois villes. En plus, la marque HJ 8°chl pour la ville San Pedro présente des valeurs très inférieures à celles du fabricant.

Cette étude montre bien la non-conformité de certains échantillons analysés par rapport aux spécifications du fabricant. Ces résultats sont comparables à de nombreuses études publiées [38, 43, 77]. En effet divers facteurs tels que la température, le dioxyde de carbone de l'air, le pH, la lumière et surtout les rayons UV du soleil participent à la décomposition de l'hypochlorite de sodium [38]. En outre, l'air participe également à la décomposition naturelle de l'eau de javel et cette décomposition dépend de la température et de la concentration en chlore de la solution [43].

D'une part, les résultats obtenus avec certains échantillons des villes de San Pedro et Abidjan montrent clairement l'impact de la durée de conservation et surtout la température de conservation. Ces échantillons avaient été reçus plusieurs mois avant le début des travaux. Et la température de conservation pouvait dépasser les 25°C. Ces données correspondent exactement aux études de Piskin et Turkun [77] qui ont démontré que toutes les solutions d'hypochlorite se dégradent avec le temps. Cette dégradation est plus rapide avec des solutions stockées à des températures de 24°C que celles stockées à des températures de 4°C.

D'autre part, ces résultats non conformes pourraient être dûs à un non-respect des bonnes pratiques de fabrication par les laboratoires.

De façon générale les échantillons en 8°chl, ont présenté de bons résultats avec même pour certains des résultats supérieurs à la normale. Cela concorde avec des études publiées qui ont montré que la vitesse de décomposition de la solution d'hypochlorite de sodium dépend du titre. Moins elle est concentrée, moins elle est sensible à cette réaction [4, 89]. Par ailleurs nous avons constaté qu'il y avait des variations du titre chlorométrique d'un numéro de lot à un autre pour certains des échantillons. Cela pourrait être également le fait d'une mauvaise pratique de fabrication.

I-4- Cinétique de stabilité

Au terme de nos trente jours de dosage ayant porté sur six échantillons pris dans les lots de la ville d'Abidjan, il en est ressorti une bonne stabilité de tous les échantillons exploités. Cela est en adéquation avec les travaux de DJERI et *al.* [37] qui stipulent que la solution d'hypochlorite de sodium conservée dans des flacons opaques et à l'abri de la lumière et de la chaleur, ne perd que 5% de sa valeur.

Il ressort ainsi de cette étude que l'ouverture et la fermeture fréquentes des flacons durant trente jours n'ont pas eu d'impact significatif sur la qualité des eaux de javel analysées.

II- APPLICATION AU TRAITEMENT DES ECHANTILLONS D'EAU : ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

Le taux de non-conformité des eaux brutes dû aux paramètres microbiologiques était de 100%. Les eaux du fleuve Agbo et de la rivière Moutcho contenaient des coliformes totaux, des coliformes thermotolérants, *E. coli*, et *Entérocooccus faecalis*.

Cependant, toutes ces eaux ne contenaient pas de germes anaérobies sulfite réducteurs et de *Pseudomonas aeruginosa*.

Toutes les eaux du fleuve et de rivière sont donc impropres à la consommation humaine du fait de la présence de germes indicateurs de pollution fécale.

Ces résultats sont conformes aux études publiées par de nombreux auteurs qui ont mis en lumière la non-conformité des eaux de boisson dans les pays en développement [2, 37].

Pour apporter une solution, une technique de traitement simple et facile d'application a été utilisée, la désinfection par chloration à l'aide d'une solution d'hypochlorite de sodium à 8° de marque SC ayant donné des résultats conformes lors de la détermination du titre chlorométrique.

La désinfection a montré son efficacité. Sur le plan microbiologique, cette technique de traitement a éliminé tous les germes rendant ainsi les eaux propres à la consommation au regard de la norme OMS qui recommande qu'une eau destinée à la consommation soit exempte de germes indicateurs de pollution fécale [91]. Par ailleurs, ces résultats rejoignent une fois de plus les travaux de Djeri et *al.* qui ont fait le même constat. [37]

CONCLUSION

Le but recherché dans cette étude était d'évaluer la qualité et la stabilité des eaux de javel suivi de leur application dans le traitement de l'eau à domicile.

Pour y arriver, la méthodologie adoptée a été la suivante :

- Recenser les eaux de javel les plus utilisées par les populations des villes de San Pedro, Soubré et Abidjan ;
- Déterminer le titre chlorométrique de ces eaux de javel ;
- Vérifier la stabilité de la solution de javel durant trente jours ;
- Evaluer leur efficacité sur des échantillons d'eau contaminée.

Au terme de cette étude, il ressort que les marques d'eaux de javel les plus rencontrées et plus utilisées par les populations des villes qui ont fait l'objet de notre étude sont les marques SC 8° et 12°, TJ 8° et 12° et HJ 8° et 12°.

La détermination du titre chlorométrique de ces solutions pour la plupart a montré des valeurs conformes aux inscriptions du fabricant. Seule la marque Hélios javel en 12°chl a donné des résultats non conformes. En revanche la marque Super clean est restée stable avec des valeurs de dosages conformes à celles indiquées par le fabricant. Par conséquent cette marque, et particulièrement en 8°chl, est mieux indiquée pour la désinfection de l'eau.

En outre le contrôle de la stabilité de ces solutions durant trente jours a montré que lorsque l'eau de javel est conservée dans des conditions adéquates telles qu'une température appropriée, un conditionnement en flacon opaque et la fermeture immédiate après chaque utilisation, sa décomposition est minime.

Enfin sur le plan microbiologique, toutes les eaux analysées ont montré la présence de divers germes (coliformes totaux, coliformes thermotolérants, *E. coli* et *Enterococcus faecalis*) rendant ainsi l'eau impropre à la consommation.

Cependant la désinfection de ces eaux à l'aide de la solution d'hypochlorite de sodium à 8°chl a montré une très bonne efficacité par l'élimination totale de tous les germes indicateurs de pollution fécale.

RECOMMANDATIONS

Au terme de notre étude, les recommandations suivantes ont été formulées :

➤ **Aux autorités administratives**

- Renforcer les capacités financières des structures sous tutelle en charge du contrôle de la qualité (coût élevé de l'iodure de potassium entrant dans le dosage).

➤ **Aux autorités sanitaires**

- Garantir la qualité des produits aux populations.

➤ **Aux industries de fabrication**

- Conserver les solutions d'hypochlorite de sodium à l'abri de la lumière et de la chaleur par un conditionnement adapté ;
- Respecter les bonnes pratiques de fabrication.

➤ **A la population**

- Manipuler avec soin les solutions à base d'hypochlorite de sodium (port des gants, port de lunettes de protection) ;
- Tenir les solutions d'hypochlorite de sodium hors de portée des enfants (risque d'inhalation, d'indigestion, etc.) ;
- Recourir au rinçage abondant à l'eau en cas de projection sur la peau ou les muqueuses.

➤ **Aux chercheurs**

- Etendre les études dans les zones les plus reculées pour permettre aux populations de s'approprier la désinfection de l'eau par l'hypochlorite de sodium.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Agbessi, K. and Kouadio, L. 2008. Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux d'adduction publique de huit communes en Côte d'Ivoire. *J. sci.* 9, 1–2008 (2008), 22–31.
- [2] Ahoussi, K. et al. 2013. *Étude hydrochimique et microbiologique des eaux de source de l'ouest montagneux de la Côte d'Ivoire : Cas du village de Mangouin-Yrongouin (sous-préfecture de Biankouman).*
- [3] Albrich, J.M. et al. 1981. Biological reactivity of hypochlorous acid: implications for microbicidal mechanisms of leukocyte myeloperoxidase. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 78, 1 (1981), 210–214.
- [4] American Water Works Association 1999. AWWA Standard for hypochlorites. *ANSI/AWWA B300-99.* (1999).
- [5] Aouabed A. 2007. Les différents procédés de traitement des Eaux. *Université de BLIDA.* (2007), 80.
- [6] APA NEWS: 2018. <http://apanews.net/fr/news/la-cote-divoire-enregistre-un-taux-de-couverture-nationale-en-eau-potable-de-61>.
- [7] APHA 1999. Standard methods for examination of water and wastewater.
- [8] ATEM CHIMIE. Chromatographie en phase gazeuse: <http://atechimie.univ-lille1.fr/Chromatographie-Phase-Gazeuse/Principe/>. Accessed: 2018-04-14.
- [9] ATEM CHIMIE. Chromatographie-Phase liquide.: <http://atechimie.univ-lille1.fr/Chromatographie-Phase-Liquide/>. Accessed: 2018-04-14.
- [10] Aubry, P. and Gaüzère, B. 2012. Les maladies liées à l'eau. *Diplôme de Médecine Tropicale des pays de l'Océan Indien, Actualités.* 2011, (2012), 7.
- [11] Aubry, P. and Gaüzère, B.A. 2017. Les Salmonelloses Actualités 2017. *Medecine Tropicale.* (2017), 6.
- [12] Ballereau, F. et al. 1997. Stabilité et efficacité antimicrobienne de l'eau de Javel en milieu hospitalier tropical. *Bulletin de la Société de pathologie exotique.* 90, 3 (1997), 192–5.
- [13] Ballereau, M. 2001. *Message d'alerte "changement de titre des eaux de Javel."* AFSSAPS, département des dispositifs médicaux.
- [14] Bechac, J. and Boutin, P. 1984. « *traitements des eaux usées* ».
- [15] Bhatia, S.C. 2002. *Handbook of industrial pollution and control.* CBS Publishers & Distributors.
- [16] Bontoux, J. 1983. Introduction à l'étude des eaux douces. (1983).
- [17] Bretherick, L. 1990. *Bretherick's Handbook of Reactive Chemical Hazards.* Elsevier Science.
- [18] Cantor, K. 1997. Drinking water and cancer *Cancer Causes Control* 8 (3): 292–308. *Find this article online.* (1997).
- [19] CAWST 2013. *Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson.*
- [20] CAWST 2013. *Introduction à l'analyse de qualité de l'eau de boisson.*
- [21] Chagnon, M. and Bolduc, D. 2000. *Bilan des éclosions de maladies d'origine hydrique signalées dans les directions régionales de la santé*

- publique du Québec en 1996 et en 1997. Unité risques biologiques, environnementaux et occupationnels, Institut national de santé publique du Québec.*
- [22] Chambre Syndicale Nationale de l'Eau de Javel 2010. Dossier l'eau de javel.
- [23] Claon, J. 1997. Consommation d'eau de puits dans quatre communes de la ville d'Abidjan desservies par le réseau de distribution d'eau potable. *Th. Pharm., Abidjan*. 297, (1997), 147.
- [24] Clarke, R. 1994. L'eau source de vie. *In journée mondiale de l'alimentation*. (1994).
- [25] CODINORM 2002. Eau de javel solution aqueuse d'hypochlorite de sodium pour usage domestique specifications.
- [26] Conférence Régionale sur l'Investissement Bâtiment et Travaux Publiques Afrique de l'Ouest et Centrale COTE D'IVOIRE DONNEES ECONOMIQUES GENERALES: 2005. <http://docplayer.fr/8983288-Conference-regionale-sur-l-investissement-batiment-et-travaux-publiques-afrique-de-l-ouest-et-centrale-cote-d-ivoire-donnees-economiques-generales.html>. Accessed: 2018-02-10.
- [27] Copeland CC et al. 2009. Faecal contamination of drinking water in a Brazilian shanty town: importance of household storage and new human faecal marker testing. *J Water Health*.
- [28] Côte d'Ivoire 2004. Ministère de la Santé et de l'Hygiène Publique. *Programme STEPS. Rapport de l'atelier de diffusion des résultats de l'enquête de prévalence des facteurs de risque des maladies non transmissibles dans les régions sanitaires des Lagunes*. 1, (2004).
- [29] Coulibaly, K. 2005. Étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de puits de certains quartiers du district de Bamako. *Faculté de médecine de pharmacie thèse doctorat d'état*. (2005).
- [30] CREPA 2007. *Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées. Protocole de détermination des paramètres physico-chimiques et bactériologiques*.
- [31] Cutler, D. and Miller, G. 2005. The role of public health improvements in health advances: the twentieth-century United States. *Demography*. 42, 1 (2005), 1–22.
- [32] Degbey, C. et al. 2011-3. Factors associated with the quality of well water and the prevalence of waterborne diseases in the municipality of Abomey-Calavi in Benin. *Cahiers Sant*. 1 (2011-3), 47–55.
DOI:<https://doi.org/10.1684/san.2011.0238>.
- [33] Desille, D. 2013. *Conservation et traitement de l'eau à domicile*.
- [34] Diakite, S. 2008. Utilisation des solutions d'hypochlorite de sodium au CHU du point-g. (2008).
- [35] DINEPA-OIEau-UNICEF 2013. Fabrication de solutions chlorées et chloration. *Referentiel Technique National EPA, République de Haiti*.

- [36] Direction Nationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement 2013.
Echantillonnage et analyse de l'eau potable pour laboratoires simplifiés.
Office Internationale de l'Eau.
- [37] Djeri, B. et al. 2016. Évaluation des propriétés antimicrobiennes des javels vendues à Lomé sur quelques germes isolés de l'eau de consommation.
Journal of Applied Biosciences. 97, 0 (Jan. 2016), 9152–9162.
DOI:<https://doi.org/10.4314/jab.v97i1.2>.
- [38] Durliat, G. et al. 1997. L'eau de Javel: sa chimie et son action biochimique.
Bulletin de l'union des physiciens. 91, (1997), 451–71.
- [39] de l'Eau, C.S.N. 2012. L'Eau de Javel. (2012).
- [40] Eau de javel: 2017. https://fr.wikipedia.org/wiki/Eau_de_Javel.
- [41] Eau de javel: 2017. <http://www.eaudejavel.fr/>.
- [42] Estes Park, C. Systèmes d'eau salubre pour le monde en développement:
Manuel pour la mise en oeuvre de projets de traitement et d'emmagasiner de l'eau à domicile.
- [43] Festy, B. et al. 2003. Qualité de l'eau. *Environnement et santé publique - Fondements et pratiques*. (2003), 333–368.
- [44] Fondation Nationale de la Santé 2013. *Manuel pratique d'analyse de l'eau*.
Coordination de la Communication Sociale.
- [45] Gambarini, G. et al. 1998. Chemical stability of heated sodium hypochlorite endodontic irrigants. *Journal of Endodontics*. 24, 6 (Jun. 1998), 432–434.
DOI:[https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(98\)80027-7](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(98)80027-7).
- [46] Gentilini, M. 2005. *Médecine tropicale*. Flammarion médecine-sciences.
- [47] Gros J. and Engref 2002. Synthèse Technique - COMMENT ALIMENTER EN EAU POTABLE MOINS DE 50 HABITANTS. OIEAU, LIMOGES.
- [48] Haslay, C. and Leclerc, H. 1993. Microbiologie des eaux d'alimentation. (1993).
- [49] Houtmeyer, J. 2005. *livre blanc du chlore*. Belgochlor.
- [50] Institut National de la Statistique 2017. *Enquête par grappes à indicateurs multiple 2016s, Rapport des résultats clés*. Technical Report #5. Institut National de la Statistique.
- [51] Janin, G. 1994. Colorimétrie: principe de la mesure de la couleur.
Application au bois. *Le Bois Matériau d'Ingénierie*. ARBOLOR, Nancy. (1994), 380–399.
- [52] Jean-Noël Joffin and Bernard Chevalier 2015. Hypochlorites et eaux de javel unités de concentration, préparation des solutions désinfectantes.
- [53] Jolliet, O. et al. 2010. *Analyse du cycle de vie: comprendre et réaliser un écobilan*. PPUR Presses polytechniques.
- [54] Kouassi, M.M.A. 2013. *Etude de la qualité de l'eau et les pratiques d'hygiène dans un approvisionnement en eau par une hydraulique villageoise améliorée : cas de Triniakro (Dimbokro), Côte d'Ivoire*. Université FHB.

- [55] La Guinée : de l'eau, du bois, du soleil - fours solaires et poêles économes: 2006. <http://guinee.ouest-atlantis.com/>.
- [56] Labas, Julien and Vuik Robert 2010. *FORAGE A LA TARIERE MANUELLE: manuel de formation technique*. Fondation PRACTICA.
- [57] Lauzin, X. 2009. *Guide pratique des stations de traitement des eaux*. Editions Eyrolles.
- [58] magazine de l'Union des Industries Chimiques 1983. Molécules, n°9.
- [59] Makhoukh, M. et al. 2011. Contribution a l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'Oued Moulouya (Maroc oriental). *LARHYSS Journal* ISSN 1112-3680. 9 (2011).
- [60] Manns R. 2007. *Guide de la mesure de conductivité*. Jumo.
- [61] Melingue, M. 2010. *Analyse microbiologique de l'eau*.
- [62] Miras, C. de et al. 2005. *Gouvernance urbaine et accès à l'eau potable au Maroc : partenariat public-privé à Casablanca et Tanger-Tétouan*. L'Harmattan.
- [63] Mohammed, L. 2017. Etude des propriétés physico-chimiques et Bactériologiques de l'eau du barrage Sidi M'hamed Ben Taiba. (2017).
- [64] Monjour, E. et al. 2005. De nouvelles stratégies prônées pour la prévention des maladies liées à l'eau de boisson en milieu tropical. *La Houille Blanche*. 4 (2005), 26–29.
- [65] Montandon, P.-E. 2011. *La chloration: une solution encore inégalee - application sur trois réseaux du canton de Neuchâtel*.
- [66] Morris, R.D. 1995. Drinking water and cancer. *Environmental Health Perspectives*. 103 Suppl 8, (Nov. 1995), 225–231.
- [67] Muranyi-Kovacs, I. and De Micco, P. 1993. Pourquoi, quand et comment utiliser l'eau de javel ? *LE CONCOURS MEDICAL*. 115, 37 (Nov. 1993), 3253–3258.
- [68] Nations Unies 1977. *Conférence des Nations Unies sur l'eau, Mar del Plata*. Nations Unies.
- [69] Nations Unies 2004. *Décennie internationale d'action, « L'eau, source de vie » (2005-2015)*. Technical Report #A/RES/58/217.
- [70] Ndiaye, P. et al. 2010. Qualité de l'eau de consommation des ménages: analyse et plan d'action en zone rurale sénégalaise. *Santé publique*. 22, 2 (2010), 193–200.
- [71] Nicand, E. et al. 1998. Le risque fécal viral en 1998. *Virologie*. 2, 2 (1998), 103–16.
- [72] OMS 2004. *Directives de qualité pour l'eau de boisson*.
- [73] OMS 1997. *Directives pour la qualité de l'eau de boisson : surveillance et contrôle des approvisionnements communautaires*.
- [74] OMS Objectifs de developpement durable.

- [75] Pappalardo, G. et al. 1986. Efficacy and stability of two chlorine-containing antiseptics. *Drugs under experimental and clinical research*. 12, 11 (1986), 905–909.
- [76] Parneix P. 2000. Usage de l'eau de Javel dans les établissements de soins. *LE CONCOURS MEDICAL*. 122, 21 (2000).
- [77] Pişkin, B. and Türkün, M. 1995. Stability of various sodium hypochlorite solutions. *Journal of endodontics*. 21, 5 (1995), 253–255.
- [78] Polster J. and Lachmann H. Spectrometric Titrations. Analysis of Chemical Equilibria.
- [79] Puits ou forage? Comment choisir? Quelles différences? 2015.
<http://www.puits-et-forages.com/informations/puits-et-forages/11-puits-ou-forage-comment-choisir-queelles-differences/>.
- [80] Richard, M. et al. 2012. Stabilité de l'hypochlorite de sodium aqueux produit par électrolyse d'une solution de NaCl. 2012. (2012).
- [81] Richard, M. et al. 2012. Stabilité de l'hypochlorite de sodium aqueux produit par électrolyse d'une solution de NaCl. 2012. (2012).
- [82] Rodier J. 1996. *L'analyse de l'eau*. Dunod.
- [83] Santé Canada *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique – le chlore*.
- [84] Saunders AM et al. 2009. Detection and persistence of fecal -Bacteroidales as water quality indicators in unchlorinated drinking water. *Syst Microbiol*.
- [85] Schwartzbrod, L. 1992. Virologie des eaux: aspects épidémiologiques. *MAN Microbiologie, aliments, nutrition*. 10, 3 (1992), 213–222.
- [86] Tessier, S. 1992. Les maladies de l'enfant liées à l'eau en milieu urbain. *Cahiers d'études et de recherches francophones/Santé*. 2, 2 (1992), 77–84.
- [87] UNICEF 2008. *Manuel de qualité de l'eau de l'UNICEF*.
- [88] Union Européenne. CLP 2008. Règlement relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges. *Règlement (CE) no 1272/2008*.
- [89] U.S. Coast Guard 1984. *The chemical hazards response information system (CHRIS) hazardous chemical data*. Department of Transportation.
- [90] Wilde F.D. 2005. *Field Measurements: U.S. geological survey techniques of water resources investigations*.
- [91] World Health Organization ed. 2011. *Guidelines for drinking-water quality*. World Health Organization.

ANNEXES

ANNEXE1 : RESULTATS BRUTS DES DOSAGES POUR LA CINETIQUE DE STABILITE

CINETIQUE DE STABILITE DES EAUX DE JAVEL DU COMMERCE DURANT 30 JOURS																			
		AB 43 SC 12														AB 33 SC 8 LT 0223L3			
		V1	V2	V	COEFF. CODI	DEGRE CHL				V1	V2	MOY				COEFF COD	DEGRE CHL		
J0		10,4	10,3	10,35	1,12	11,592				J0	7,6	7,6	7,6			1,12	8,512		
J1		10,2	10,2	10,2	1,12	11,424				J1	7,3	7,3	7,3			1,12	8,176		
J2		10,2	10,3	10,25	1,12	11,48				J2	7,3	7,3	7,3			1,12	8,176		
J3		10,2	10,2	10,2	1,12	11,424				J3	7,3	7,3	7,3			1,12	8,176		
J4		10,1	10,2	10,15	1,12	11,368				J4	7,3	7,3	7,3			1,12	8,176		
J5		10,1	10,1	10,1	1,12	11,312				J5	7,3	7,3	7,3			1,12	8,176		
J6		10,2	10,2	10,2	1,12	11,424				J6	7,3	7,3	7,3			1,12	8,176		
J7		10,3	10,2	10,25	1,12	11,48				J7	7,3	7,4	7,35			1,12	8,232		
J8		10,2	10,2	10,2	1,12	11,424				J8	7,3	7,3	7,3			1,12	8,176		
J9		10,2	10,2	10,2	1,12	11,424				J9	7,3	7,3	7,3			1,12	8,176		
J10		10,2	10,1	10,15	1,12	11,368				J10	7,3	7,2	7,25			1,12	8,12		
J11		10,2	10,2	10,2	1,12	11,424				J11	7,3	7,3	7,3			1,12	8,176		
J12		10,2	10,2	10,2	1,12	11,424				J12	7,3	7,3	7,3			1,12	8,176		
J13		10,1	10,2	10,15	1,12	11,368				J13	7,3	7,3	7,3			1,12	8,176		
J14		10,2	10,2	10,2	1,12	11,424				J14	7,3	7,3	7,3			1,12	8,176		
J15		10,2	10,2	10,2	1,12	11,424				J15	7,3	7,2	7,25			1,12	8,12		
J16		10,2	10,1	10,15	1,12	11,368				J16	7,3	7,3	7,3			1,12	8,176		
J17		10,2	10,2	10,2	1,12	11,424				J17	7,3	7,3	7,3			1,12	8,176		
J18		10,2	10,2	10,2	1,12	11,424				J18	7,3	7,3	7,3			1,12	8,176		
J19		10,1	10,2	10,15	1,12	11,368				J19	7,2	7,3	7,25			1,12	8,12		
J20		10,2	10,2	10,2	1,12	11,424				J20	7,3	7,3	7,3			1,12	8,176		
J21		10,1	10,1	10,1	1,12	11,312				J21	7,3	7,3	7,3			1,12	8,176		
J22		10,2	10,1	10,15	1,12	11,368				J22	7,2	7,2	7,2			1,12	8,064		
J23		10,1	10,1	10,1	1,12	11,312				J23	7,2	7,3	7,25			1,12	8,12		
J24		10,1	10,2	10,15	1,12	11,368				J24	7,2	7,2	7,2			1,12	8,064		
J25		10,1	10,1	10,1	1,12	11,312				J25	7,2	7,3	7,25			1,12	8,12		
J26		10,1	10,1	10,1	1,12	11,312				J26	7,2	7,2	7,2			1,12	8,064		
J27		10,1	10,1	10,1	1,12	11,312				J27	7,2	7,2	7,2			1,12	8,064		
J28		10,1	10,1	10,1	1,12	11,312				J28	7,2	7,2	7,2			1,12	8,064		
J29		10,1	10,1	10,1	1,12	11,312				J29	7,2	7,2	7,2			1,12	8,064		
J30		10	10,1	10,05	1,12	11,256				J30	7,2	7,2	7,2			1,12	8,064		

CINETIQUE DE STABILITE DE L'EAU DE JAVEL DU 07/04 AU 06/05											
AB 19 TJ 12						AB 30 TJ 8					
V1	V2	MOY	COEF CODI	DEGRE CHL		V1(ml)	V2(ml)	MOY	COEF CODI	DEGRE CHL	
J0	9	9	9	1,12	10,08	J0	7,2	7,2	7,2	1,12	8,064
J1	8,9	8,9	8,9	1,12	9,968	J1	7,2	7,2	7,2	1,12	8,064
J2	8,9	8,9	8,9	1,12	9,968	J2	7,2	7,1	7,15	1,12	8,008
J3	8,9	8,9	8,9	1,12	9,968	J3	7,1	7,1	7,1	1,12	7,952
J4	8,9	8,9	8,9	1,12	9,968	J4	7,1	7,1	7,1	1,12	7,952
J5	8,8	8,9	8,85	1,12	9,912	J5	7,1	7,1	7,1	1,12	7,952
J6	8,9	8,9	8,9	1,12	9,968	J6	7	7,1	7	1,12	7,84
J7	8,9	8,9	8,9	1,12	9,968	J7	7,1	7,1	7,1	1,12	7,952
J8	8,8	8,8	8,8	1,12	9,856	J8	7,1	7,1	7,1	1,12	7,952
J9	8,8	8,8	8,8	1,12	9,856	J9	7	7,1	7,05	1,12	7,896
J10	8,8	8,8	8,8	1,12	9,856	J10	7,1	7,1	7,1	1,12	7,952
J11	8,8	8,8	8,8	1,12	9,856	J11	7,1	7,1	7,1	1,12	7,952
J12	8,8	8,8	8,8	1,12	9,856	J12	7,1	7	7,05	1,12	7,896
J13	8,8	8,7	8,75	1,12	9,8	J13	7,1	7,1	7,1	1,12	7,952
J14	8,8	8,8	8,8	1,12	9,856	J14	7,1	7,1	7,1	1,12	7,952
J15	8,8	8,7	8,75	1,12	9,8	J15	7,1	7,1	7,1	1,12	7,952
J16	8,8	8,8	8,8	1,12	9,856	J16	7	7	7	1,12	7,84
J17	8,7	8,7	8,7	1,12	9,744	J17	7	7	7	1,12	7,84
J18	8,7	8,7	8,7	1,12	9,744	J18	7	7	7	1,12	7,84
J19	8,7	8,7	8,7	1,12	9,744	J19	7	7	7	1,12	7,84
J20	8,7	8,8	8,75	1,12	9,8	J20	7,1	7	7,05	1,12	7,896
J21	8,7	8,7	8,7	1,12	9,744	J21	7	7	7	1,12	7,84
J22	8,7	8,7	8,7	1,12	9,744	J22	7	7	7	1,12	7,84
J23	8,7	8,7	8,7	1,12	9,744	J23	7	7,1	7,05	1,12	7,896
J24	8,7	8,7	8,7	1,12	9,744	J24	7	7	7	1,12	7,84
J25	8,6	8,7	8,65	1,12	9,688	J25	7	6,9	6,95	1,12	7,784
J26	8,7	8,7	8,7	1,12	9,744	J26	7	7	7	1,12	7,84
J27	8,7	8,6	8,65	1,12	9,688	J27	7	7	7	1,12	7,84
J28	8,7	8,7	8,7	1,12	9,744	J28	7	7	7	1,12	7,84
J29	8,7	8,7	8,7	1,12	9,744	J29	7	7	7	1,12	7,84
J30	8,7	8,7	8,7	1,12	9,744	J30	7	7	7	1,12	7,84

CINETIQUE DE STABILITE DE L'EAU DE JAVEL DU 07/04 AU 06/05											
AB 6 H 12						AB 60 H 8					
V1	V2	MOY	COEF CODI	DEGRE CHL		V1	V2	MOY	COEF CODI	DEGRE CHL	
J0	7,8	7,8	7,8	1,12	8,736	J0	6,7	6,7	6,7	1,12	7,504
J1	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4	J1	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168
J2	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4	J2	6,5	6,4	6,45	1,12	7,224
J3	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4	J3	6,5	6,5	6,5	1,12	7,28
J4	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4	J4	6,5	6,4	6,45	1,12	7,224
J5	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4	J5	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168
J6	7,5	7,4	7,45	1,12	8,344	J6	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168
J7	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4	J7	6,5	6,4	6,45	1,12	7,224
J8	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4	J8	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168
J9	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4	J9	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168
J10	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4	J10	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168
J11	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4	J11	6,4	6,5	6,45	1,12	7,224
J12	7,5	7,4	7,45	1,12	8,344	J12	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168
J13	7,4	7,5	7,45	1,12	8,344	J13	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168
J14	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4	J14	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168
J15	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4	J15	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168
J16	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4	J16	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168
J17	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4	J17	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168
J18	7,5	7,4	7,45	1,12	8,344	J18	6,4	6,5	6,45	1,12	7,224
J19	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4	J19	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168
J20	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4	J20	6,5	6,4	35,25	1,12	39,48
J21	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4	J21	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168
J22	7,4	7,4	7,4	1,12	8,288	J22	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168
J23	7,4	7,4	7,4	1,12	8,288	J23	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168
J24	7,4	7,4	7,4	1,12	8,288	J24	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168
J25	7,4	7,5	7,45	1,12	8,344	J25	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168
J26	7,4	7,4	7,4	1,12	8,288	J26	6,5	6,4	6,45	1,12	7,224
J27	7,4	7,4	7,4	1,12	8,288	J27	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168
J28	7,4	7,4	7,4	1,12	8,288	J28	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168
J29	7,4	7,4	7,4	1,12	8,288	J29	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168
J30	7,4	7,4	7,4	1,12	8,288	J30	6,4	6,4	6,4	1,12	7,168

**ANNEXE2 : RESULTATS BRUTS DE LA DETERMINATION DU DEGRE
CHLOROMETRIQUE**

LES ECHANTILLONS DE LA VILLE DE SOUBRE						
IDENTIFIANT	LOT	V1	V2	MOYENNE	COEFF CODINORME	DEGRE CHL
SB1 H 8	42356	7,4	7,4	7,4	1,12	8,288
SB2 H 8		7,3	7,3	7,3	1,12	8,176
SB3 H 8		7,5	7,4	7,45	1,12	8,344
SB4 H 8		7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
SB5 H 8		7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
SB6 H 8		7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
SB7 H 8		7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
SB8 H 8		7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
SB9 H 8		7,4	7,4	7,4	1,12	8,288
SB10 H 8		7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
SB11 H 12	42357	8,6	8,6	8,6	1,12	9,632
SB12 H 12		8,6	8,6	8,6	1,12	9,632
SB13 H 12		8,6	8,6	8,6	1,12	9,632
SB14 H 12		8,6	8,6	8,6	1,12	9,632
SB15 H 12		8,6	8,6	8,6	1,12	9,632
SB16 H 12		8,6	8,6	8,6	1,12	9,632
SB17 H 12		8,7	8,7	8,7	1,12	9,744
SB18 H 12		8,6	8,6	8,6	1,12	9,632
SB19 H 12		8,6	8,6	8,6	1,12	9,632
SB20 H 12		8,6	8,6	8,6	1,12	9,632
SB21 SC 12	005 L3	9,4	9,4	9,4	1,12	10,528

SB22 SC 12		9,4	9,4	9,4	1,12	10,528
SB23 SC 12		9,3	9,3	9,3	1,12	10,416
SB25 SC 12		9,3	9,3	9,3	1,12	10,416
SB26 SC 12		9,3	9,3	9,3	1,12	10,416
SB27 SC 12		9,3	9,3	9,3	1,12	10,416
SB28 SC 12		9,3	9,3	9,3	1,12	10,416
SB29 SC 12		9,3	9,3	9,3	1,12	10,416
SB30 SC 12		9,3	9,3	9,3	1,12	10,416
SB24 SC 12	0232 L3	10,2	10,2	10,2	1,12	11,424
SB31 TJ 12	1711	9,4	9,4	9,4	1,12	10,528
SB32 TJ 12		9,4	9,4	9,4	1,12	10,528
SB33 TJ 12		9,4	9,4	9,4	1,12	10,528
SB36 TJ 12		9,4	9,4	9,4	1,12	10,528
SB38 TJ 12		9,3	9,3	9,3	1,12	10,416
SB39 TJ 12		9,3	9,3	9,3	1,12	10,416
SB40 TJ 12		9,3	9,3	9,3	1,12	10,416
SB34 TJ 12	1777	9,8	9,8	9,8	1,12	10,976
SB35 TJ 12		9,8	9,8	9,8	1,12	10,976
SB37 TJ 12		9,8	9,8	9,8	1,12	10,976
SB41 TJ 8	1732	8,6	8,6	8,6	1,12	9,632
SB42 TJ 8		8,5	8,5	8,5	1,12	9,52
SB43 TJ 8		8,5	8,5	8,5	1,12	9,52
SB44 TJ 8		8,6	8,6	8,6	1,12	9,632
SB45 TJ 8		8,6	8,6	8,6	1,12	9,632
SB46 TJ 8		8,7	8,7	8,7	1,12	9,744
SB47 TJ 8		8,7	8,7	8,7	1,12	9,744
SB48 TJ 8	1712	7,6	7,6	7,6	1,12	8,512
SB49 TJ 8		7,6	7,6	7,6	1,12	8,512

SB50 TJ 8		7,6	7,6	7,6	1,12	8,512
SB51 SC 8	020 L1	7,6	7,6	7,6	1,12	8,512
SB52 SC 8		6,8	6,7	6,75	1,12	7,56
SB53 SC 8		6,7	6,7	6,7	1,12	7,504
SB54 SC 8		7,6	7,6	7,6	1,12	8,512
SB55 SC 8		7,7	7,7	7,7	1,12	8,624
SB56 SC 8		7,6	7,6	7,6	1,12	8,512
SB57 SC 8		7,6	7,6	7,6	1,12	8,512
SB58 SC 8		7,6	7,6	7,6	1,12	8,512
SB59 SC 8		7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
SB60 SC 8		7,5	7,5	7,5	1,12	8,4

LES ECHANTILLONS DE LA VILLE D'ABIDJAN						
IDENTIFIANT	LOT	V1	V2	MOYENNE	COEFF CODINORME	DEGR E CHL
AB1 H 12	42757	7,5	7,4	7,45	1,12	8,344
AB2 H 12	42757	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
AB3 H 12	42757	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
AB4 H 12	42757	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
AB5 H 12	42757	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
AB6 H 12	42757	7,6	7,6	7,6	1,12	8,512
AB7 H 12	42757	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
AB8 H 12	42757	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
AB9 H 12	42757	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
AB10 H 12	42757	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
AB11 TJ 12	1596	8,8	8,8	8,8	1,12	9,856
AB12 TJ 12	1596	8,8	8,8	8,8	1,12	9,856
AB13 TJ 12	1596	8,8	8,9	8,85	1,12	9,912
AB14 TJ 12	1596	8,8	8,9	8,85	1,12	9,912
AB15 TJ 12	1596	8,8	8,8	8,8	1,12	9,856
AB16 TJ 12	1596	8,8	8,9	8,85	1,12	9,912
AB17 TJ 12	1596	8,8	8,8	8,8	1,12	9,856
AB18 TJ 12	1596	8,8	8,8	8,8	1,12	9,856
AB19 TJ 12	1596	8,9	9	8,95	1,12	10,024
AB20 TJ 12	1596	8,8	8,8	8,8	1,12	9,856
AB21 TJ 8	1616	7,1	7,1	7,1	1,12	7,952
AB22 TJ 8		7	7	7	1,12	7,84
AB23 TJ 8		7	7	7	1,12	7,84

AB24 TJ 8		7	7	7	1,12	7,84
AB25 TJ 8		7,1	7,2	7,15	1,12	8,008
AB26 TJ 8		7,2	7,2	7,2	1,12	8,064
AB27 TJ 8		7,1	7,1	7,1	1,12	7,952
AB28 TJ 8		7,1	7,1	7,1	1,12	7,952
AB29 TJ 8		7,2	7,2	7,2	1,12	8,064
AB30 TJ 8		7,2	7,2	7,2	1,12	8,064
AB31 SC 8	0223 L3	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
AB32 SC 8		7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
AB33 SC 8		7,6	7,6	7,6	1,12	8,512
AB34 SC 8		7,6	7,6	7,6	1,12	8,512
AB35 SC 8		7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
AB36 SC 8		7,4	7,4	7,4	1,12	8,288
AB37 SC 8		7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
AB38 SC 8		7,4	7,5	7,45	1,12	8,344
AB39 SC 8		7,4	7,4	7,4	1,12	8,288
AB40 SC 8		7,3	7,3	7,3	1,12	8,176
AB41 SC 12	0232 L3	10,4	10,4	10,4	1,12	11,648
AB42 SC 12		10,4	10,4	10,4	1,12	11,648
AB43 SC 12		10,4	10,4	10,4	1,12	11,648
AB44 SC 12		10,4	10,4	10,4	1,12	11,648
AB45 SC 12		10,4	10,4	10,4	1,12	11,648
AB46 SC 12		10,4	10,4	10,4	1,12	11,648
AB47 SC 12		10,4	10,4	10,4	1,12	11,648
AB48 SC 12		10,4	10,4	10,4	1,12	11,648
AB49 SC 12	005 L3	9,6	9,6	9,6	1,12	10,752
AB50 SC 12	195 L3	9,5	9,5	9,5	1,12	10,64
AB51 H 8	42129	6,5	6,5	6,5	1,12	7,28

AB52 H8	42129	6,5	6,5	6,5	1,12	7,28
AB53 H 8	42129	6,5	6,5	6,5	1,12	7,28
AB54 H 8	42129	6,5	6,5	6,5	1,12	7,28
AB55 H 8	42129	6,3	6,4	6,35	1,12	7,112
AB56 H 8	42129	6,5	6,5	6,5	1,12	7,28
AB57 H 8	42129	6,5	6,5	6,5	1,12	7,28
AB58 H 8	42129	6,5	6,5	6,5	1,12	7,28
AB59 H 8	42129	6,5	6,5	6,5	1,12	7,28
AB60 H 8	42129	6,7	6,7	6,7	1,12	7,504

LES ECHANTILLONS DE LA VILLE DE SAN PEDRO						
IDENTIFIANT	LOT	V1	V2	MOYENNE	COEFF CODINORME	DEGR E CHL
SP1 TJ 8	LOT L 0812	7,7	7,7	7,7	1,12	8,624
SP8 TJ 8		7,7	7,7	7,7	1,12	8,624
SP36 TJ 8		7,6	7,7	7,65	1,12	8,568
SP37 TJ 8		7,7	7,7	7,7	1,12	8,624
SP42 TJ 8		7,7	7,7	7,7	1,12	8,624
SP35 TJ 8		7,7	7,7	7,7	1,12	8,624
SP38 TJ 8		7,7	7,7	7,7	1,12	8,624
SP39 TJ 8		7,6	7,7	7,65	1,12	8,568
SP40 TJ 8		7,7	7,7	7,7	1,12	8,624
SP41 TJ 8		7,6	7,6	7,6	1,12	8,512
SP15 TJ 12		9	9,1	9,05	1,12	10,136
SP18 TJ 12		9	9	9	1,12	10,08
SP2 TJ 12		9	9	9	1,12	10,08
SP7 TJ 12		9	9	9	1,12	10,08
SP13 TJ 12		9,1	9,1	9,1	1,12	10,192
SP19 TJ 12		9	9	9	1,12	10,08
SP14 TJ 12		9	9	9	1,12	10,08
SP16 TJ 12		9,1	9,1	9,1	1,12	10,192
SP20 TJ 12		9	9	9	1,12	10,08
SP28 SC 8	LOT 0115L3	6,3	6,3	6,3	1,12	7,056
SP34 SC 8		6,3	6,3	6,3	1,12	7,056

SP33 SC 8		6,2	6,2	6,2	1,12	6,944
SP31 SC 8		6,3	6,3	6,3	1,12	7,056
SP3 SC 8		6,2	6,2	6,2	1,12	6,944
SP10 SC 8		6,2	6,2	6,2	1,12	6,944
SP29 SC 8		6,3	6,3	6,3	1,12	7,056
SP60 SC 8		6,3	6,3	6,3	1,12	7,056
SP32 SC 8		6,3	6,3	6,3	1,12	7,056
SP30 SC 8		6,2	6,2	6,2	1,12	6,944
SP4 SC 12	LOT 0211L3	9,7	9,7	9,7	1,12	10,864
SP9 SC 12		9,8	9,8	9,8	1,12	10,976
SP22 SC 12		9,7	9,7	9,7	1,12	10,864
SP27 SC 12		9,7	9,7	9,7	1,12	10,864
SP26 SC 12		9,7	9,7	9,7	1,12	10,864
SP23 SC 12		9,8	9,8	9,8	1,12	10,976
SP58 SC 12		9,8	9,8	9,8	1,12	10,976
SP24 SC 12		9,7	9,7	9,7	1,12	10,864
SP25 SC 12		9,8	9,8	9,8	1,12	10,976
SP21 SC 12		9,8	9,8	9,8	1,12	10,976
SP5 H 8	LOT 39954	5,2	5,2	5,2	1,12	5,824
SP12 H 8		5,1	5,1	5,1	1,12	5,712
SP51 H 8		5,1	5,1	5,1	1,12	5,712
SP52 H 8		5,2	5,2	5,2	1,12	5,824
SP55 H 8		5,1	5,1	5,1	1,12	5,712
SP56 H 8		5,1	5,1	5,1	1,12	5,712
SP57 H 8		5,1	5,1	5,1	1,12	5,712
SP54 H 8		5,1	5,1	5,1	1,12	5,712
SP53 H 8		5,1	5,1	5,1	1,12	5,712

SP59 H 8		5,1	5,1	5,1	1,12	5,712
SP6 H 12	LOT 40860	7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
SP11 H 12		7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
SP45 H 12		7,6	7,6	7,6	1,12	8,512
SP47 H 12		7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
SP44 H 12		7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
SP43 H 12		7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
SP50 H 12		7,6	7,6	7,6	1,12	8,512
SP46 H 12		7,6	7,5	7,55	1,12	8,456
SP49 H 12		7,5	7,5	7,5	1,12	8,4
SP48 H 12		7,5	7,5	7,5	1,12	8,4

RESUME

L'eau est une ressource indispensable à toute forme de vie. Cependant en Côte d'Ivoire, l'accès à une eau de bonne potable est limité. Les récentes enquêtes de l'INS ont indiqué que les eaux de consommation sont contaminées à 78,5% par *E. coli*. Ainsi, en vue de garantir la santé des populations un traitement de l'eau à domicile notamment par la désinfection à l'hypochlorite de sodium est préconisé sur ces eaux contaminées.

C'est ainsi qu'il a été utile d'évaluer la qualité et la stabilité des eaux de javel suivie de leur application dans le traitement de l'eau à domicile

Cette étude a consisté à faire un contrôle qualité sur 180 échantillons constitués à partir de trois marques d'eau de javel les plus représentées et vendues en Côte d'Ivoire puis à vérifier leur efficacité dans le traitement de désinfection des eaux sujettes à des contaminations fécales. Le contrôle qualité a porté sur l'évaluation de l'étiquetage et du conditionnement suivi de la détermination du degré chlorométrique par iodométrie. La phase d'application a permis de tester la marque d'eau de javel la plus conforme sur des échantillons d'eau contaminée.

Les résultats ont montré que les règles d'étiquetage et le type de conditionnement sont respectés par les fabricants. En ce qui concerne le degré chlorométrique, les différents échantillons analysés ont donné des résultats satisfaisants à l'exception de la marque HJ en 12°Chl. En outre, la marque SC s'est avérée la plus conforme aux spécifications du fabricant parmi les trois marques analysées. Parallèlement, les échantillons d'eau de javel analysés durant trente jours ont montré une bonne stabilité de l'hypochlorite de sodium. La désinfection des eaux contaminées par l'hypochlorite de sodium a permis d'éliminer les germes indicateurs de pollution fécale après un temps de contact d'une heure.

Il ressort de cette étude que nos populations peuvent utiliser la marque SC 8° pour la désinfection de l'eau à domicile afin de rendre leur eau de consommation potable et donc se mettre à l'abri des maladies hydriques.

Mots clés : Hypochlorite de sodium ; contrôle qualité; eau de consommation ; Désinfection